

# 항공기 엔진 역추진장치의 핵심정비기술 국산화 개발 기획

2016. 05.

제트코리아  
한국탄소융합기술원

## 제 출 문

국토교통부장관 귀하

이 보고서를 "항공기 엔진 역추진장치의 핵심정비기술 국산화 개발 기획" 과제의 최종보고서  
로 제출합니다.

2016 년      5 월      13일

주관연구기관명: 제트코리아

주관연구책임자: 최병근

연 구 원: 이지훈

" : 류동헌

공동연구기관명: 한국탄소융합기술원

공동연구책임자: 박종현

연 구 원: 정근성

## 3. 보고서 요약서

보고서 요약서

|                                             |                              |                             |                            |               |                                          |
|---------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|------------------------------------------|
| 과제고유번호                                      | 15RDPP-C10365<br>6-01-000000 | 해 당 단 계<br>연 구 기 간          | 2015-09-14~<br>2016-05-13  | 단 계 구 분       | (해당단계)/<br>(총 단 계 )                      |
| 연 구 사 업 명                                   | 중 사 업 명                      | 국토교통연구기획사업                  |                            |               |                                          |
|                                             | 세부 사업명                       | 항공기 엔진 역추진장치의 핵심정비기술 국산화 개발 |                            |               |                                          |
| 연 구 과 제 명                                   | 대 과 제 명                      |                             |                            |               |                                          |
|                                             | 세부 과제명                       |                             |                            |               |                                          |
| 연 구 책 임 자                                   | 최병근                          | 해당단계<br>참 여<br>연구원 수        | 총: 3 명<br>내부: 3 명<br>외부: 명 | 해당단계<br>연 구 비 | 정부:50,000천원<br>민간:17,000천원<br>계:67,000천원 |
|                                             |                              | 총 연구기간<br>참 여<br>연구원 수      | 총: 3 명<br>내부: 3 명<br>외부: 명 | 총 연구비         | 정부:50,000천원<br>민간:17,000천원<br>계:67,000천원 |
|                                             |                              |                             |                            |               |                                          |
|                                             |                              |                             |                            |               |                                          |
| 연구기관명 및<br>소 속 부 서 명                        | 제트코리아                        |                             |                            | 참여기업명         |                                          |
| 국제공동연구                                      | 상대국명:                        |                             |                            | 상대국 연구기관명:    |                                          |
| 위 탁 연 구                                     | 연구기관명:한국탄소융합기술원              |                             |                            | 연구책임자:박종현     |                                          |
| 요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다) |                              |                             |                            | 보고서 면수        |                                          |

|                    |     |                                                                 |
|--------------------|-----|-----------------------------------------------------------------|
| 색 인 어<br>(각 5개 이상) | 한 글 | 역추진장치, 항공정비산업, 복합재수리, 탄소섬유, 제트엔진                                |
|                    | 영 어 | Trust reverser, MRO, composite repair, Carbon fiber, Jet engine |

## 4. 요약문

요 약 문

Ⅰ. 제 목 : 항공기 엔진 역추진장치의 핵심정비기술 국산화 개발

## Ⅱ. 기술의 정의 및 필요성

- 항공기 MRO 시장의 구성은 엔진분해수리 42%, 기체정비 22%, 라인정비 18%, 구성품 19%이며, 항공기 엔진 역추진장치(Thrust Reverser)는 구성품에 속함.
- 특히, 일반적으로 구성품의 대부분이 분해점검과 교체가 주로 이루어지는 반면 역추진 장치는 수리가 주로 이루어짐.

- 역추진장치의 MRO 시장 구성은 제작사 35%, 독립 전문수리업체 40%, 항공사 25% 비중으로 타 구성품 대비 제3의 독립적 전문수리업체의 수리비중이 높은 제품이며 수리비용의 구성은 재료비 40%와 인건비 60%정도로 인건비의 비중이 커서 생산인력의 전문성과 생산유발효과가 큰 편임.
- 항공기 엔진 역추진장치는 Fan Reverser Support Assembly, Fan Reverser Blocker Door, Fan Reverser Translation Cowl 등으로 구성되어있는 복합재 구성품으로 항공기 착륙 시 극한 환경에 노출되어 설계 수명에 비해 조기에 손상이 발생하며 해외 수리 의존도가 높은 부품임.
- 역추진장치의 수리기술 개발은 국토교통부의 항공정비산업(MRO) “핵심 MRO 육성 전략[핵심 MRO 육성-세계수준 MRO 업체육성-2단계 엔진. 부품] 정책”을 반영한 “다빈도의 부가가치가 높은 구성품”으로 수리기술의 개발 시 다른 항공기 복합재 부품의 수리기술에도 확대 적용이 손쉬울 것으로 예상되며 특히, 수리기술개발과 동시에 추진되는 해외 수리 인가 획득은 본격적인 국내 MRO 산업의 시작을 알리는 계기가 될 것으로 기대됨.

### III. 국내외 동향 및 환경분석

- 2015년 기준 19,000 대항공기가 2034년 38,500대로 2배 이상(5.8 \$ UDT) 증가하고, 이에 따른 엔진의 수요도 2015년 50,478대 (27.9 \$ USB)에서 2025년 70,563대 (46.0 \$ USB)로 증가하여 엔진의 역추진장치에 대한 노후화 정비 및 수리수요가 증가하고 있음.
- 국내 항공사 항공기 엔진 역추진장치의 수리는 아시아나 항공에서 일부 이루어지고 있으나, 해외 전문업체에 전량 수리를 수행하는 해외의존도가 높은 상황임
- 해외 OEM과 역추진장치 전문수리업체의 수리기술에 대한 기술공개와 자료제공이 전무한 상태로 수리비용은 해외 의존적으로 전문수리업체의 수리판정 여부에 따라 수리가격이 결정되는 환경임.
- 항공기 복합재 역추진장치의 국내시장은 약 338억, 아시아 시장은 3,666억, 세계 시장은 1조7천111억으로 예측되었으나, 국내 시장의 경우 실제 조사 결과, 실제 수리수요는 그리 크지 않으며 또 항공기 및 엔진의 구매조건에 따라서 제품 교체가 이루어지는 등 다양한 원인으로 역추진장치의 국내시장은 그리 크지 않은 것으로 확인되어 당분간 기술 개발 후 그 사업화 효과는 미미할 것으로 예상됨.
- 하지만 경제유발효과가 큰 것으로 알려진 항공정비산업에 대한 정부의 중장기적 육성의지를 고려한다면 역추진장치 정비기술 개발, 특히 해외인가 획득은 향후 세계 MRO 시장에 본격적인 진입을 위한 초석이 될 것으로 기대됨.

- 또한 싱가포르 MRO 역추진장치 업체 구조조정에 따른 생태계 변화 및 아태지역에서 시장 공백 발생으로, MRO 시장 진입의 절호의 기회가 될 수 있으며, 세계적인 MRO 전문업체가 한국을 아태지역의 새로운 MRO 협력 대상국가로 고려하고 있어 보다 쉽고 빠르게 기술개발과 해외 인가가 이루어 질 수 있으리라 기대됨.

#### IV. 연구개발과제 구성 및 추진전략

- 연구개발 과제의 구성은 1)핵심수리 기술개발, 2)수리 경량 Jig Fixture 및 성형 Tool/Mold 개발, 3)수리검증 기술개발, 4) 수리 기술 “표준화” 및 인가 기반구축을 통한 FAA/EASA 동등 전문수리 “Repair Station” 기반구축을 통한 항공기 부품의 핵심기술 개발과 실용화 및 사업화가 이루어질 수 있도록 하였음.
- 주관기관이 최종 FAA/EASA 동등 전문수리 "항공기 역추진장치 Repair Station" 인가를 획득할 수 있는 항공사 참여 컨소시엄 형태로 국내 공인 인가기관의 참여 및 관리를 통한 추진 체계를 구성

#### V. 자원투입 계획

- 역추진장치의 “기술표준화” 및 "Repair Station" 인가를 위한 시설 및 장비 투입은 인가 획득에 필수 사항으로 기본적 인가를 위한 시설 및 인력은 기업이 투자하고 개발 및 수리인가를 위한 대형 및 고가의 전용장치 및 치공구, 장비구축은 정부가 지원하는 투입계획이 필요.

#### VI. 과제공모 방안

- 항공사, 항공기 복합재 부품제조사, 복합재 연구기관, 항공기 복합재 해석전문업체, 기관 및 대학, 인가연구 전문기관 포함 컨소시엄 형태 공모
- 핵심기술 인가 획득관련 해외전문가 및 업체 협력 공동연구 가능
- 국내합자회사, 해외 역추진장치 전문회사 및 국내회사의 협력 공동연구 가능

#### VII. 파급효과 및 정부지원

- 국내에 기술표준화 및 EASA/FAA 동등 “Repair Station”인가 획득은 국토부 핵심 MRO 육성전략의 세계수준 MRO 업체육성의 성장동력으로 국내에 최초의 항공분야 핵심기술을 보유하게 되어, 항공기 복합재 부품의 수리영역 확대와 수리기술을 바탕으로 항공부품의 PMA 사업화로 확대 가능.
- 항공산업의 육성은 단기간의 지원으로 성과를 거둘 수 없는 20여년의 긴 시간과 노력을 통하여 가능한 것이며, 국가 차원에서 규제와 조세, 지자체의 경제적인 지원이 필수적으로 일개 기업의 노력으로는 불가능 한 전문 특화된 국가 주도형 사업으로 정부의 투자와 지원이 중장기적으로 이루어져야 함.

# 목 차

|                                              |           |
|----------------------------------------------|-----------|
| <b>제 1 장. 기술의 정의 및 필요성</b>                   | <b>1</b>  |
| 1절. 기술의 정의                                   | 1         |
| 1. MRO 시장의 엔진 구성품 역추진장치                      | 1         |
| 2. 역추진장치 형태 및 수리기술                           | 5         |
| 2절. 배경 및 필요성                                 | 9         |
| 1. 배경                                        | 9         |
| 2. 필요성                                       | 12        |
| <b>제 2 장. 국내외 동향 및 환경분석</b>                  | <b>26</b> |
| 1절. 해외 항공기 복합재 수리 관련 정책 및 현황                 | 26        |
| 2절. 항공기 복합재 엔진 시장현황                          | 28        |
| 1. 항공기 복합재 엔진 MRO 시장동향 분석                    | 28        |
| 2. 항공기 엔진 복합재 시장                             | 29        |
| 3. 항공기 엔진 복합재 부품 및 제조기술                      | 30        |
| 3절. 항공기 복합재 역추진장치 국내외 시장현황                   | 35        |
| 1. 역추진장치 시장규모 및 개발동향                         | 35        |
| 2. 역추진장치 수리업체 및 인증/인가사항                      | 46        |
| 3. 역추진장치 수리업체 및 수리능력                         | 50        |
| 4. 역추진장치 type 및 적용기종                         | 52        |
| 5. 역추진장치 수리현황                                | 52        |
| 6. 역추진장치 수리절차                                | 59        |
| 7. 역추진장치 수리범위 및 수리기준 현황                      | 61        |
| 8. 역추진장치 수리 국내정비조직 AMO 인가절차 및 현황             | 68        |
| 9. 역추진장치 수리 DER 인가 및 Repair Station 인가절차     | 75        |
| 4절. 국내 항공기 역추진장치 연구개발 인프라분석                  | 84        |
| 1. 역추진장치 국내 수리생태계                            | 84        |
| 2. 국내 연구시설 및 장비, 연구기관현황                      | 85        |
| 5절. 국내 FAA Part 145 “Repair Station” 인가업체 현황 | 89        |

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 6절. 역추진장치 특허동향 분석 ..... | 91 |
|-------------------------|----|

|                                      |            |
|--------------------------------------|------------|
| <b>제 3 장. 연구개발과제 구성 및 추진전략 .....</b> | <b>112</b> |
|--------------------------------------|------------|

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 1절. 사업의 개념 및 범위 .....       | 112 |
| 2절. 비전 및 목표 .....           | 115 |
| 3절. 연구개발 과제 구성 .....        | 116 |
| 4절. 세부과제별 주요내용 및 추진전략 ..... | 122 |
| 5절. 연구추진체계 .....            | 126 |
| 6절. 기술성과 로드맵 .....          | 127 |

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| <b>제 4 장. 자원투입계획 .....</b> | <b>129</b> |
|----------------------------|------------|

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 1절. 연구시설 및 장비투입계획 ..... | 129 |
| 2절. 소요예산 투입계획 .....     | 130 |

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| <b>제 5 장. 과제공모 방안 .....</b> | <b>138</b> |
|-----------------------------|------------|

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 1절. 과제제안요구서 - 총괄 ..... | 138 |
| 2절. 과제제안요구서 - 세부 ..... | 148 |
| 3절. 공모조건 .....         | 160 |

|                                         |            |
|-----------------------------------------|------------|
| <b>제 6 장. 기술적 파급효과 및 정부지원 필요성 .....</b> | <b>162</b> |
|-----------------------------------------|------------|

[별지부록]

[약 어 집]

[참고문헌]

# 표 목차

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| [ 표 1 ] MRO 구성품 공급사슬 주체별 역할 .....                                   | 3  |
| [ 표 2 ] MRO 부문별 경제적 파급효과 (\$1 Spent 기준) .....                       | 12 |
| [ 표 3 ] 국내 주요 업체들의 항공 MRO 현황(2014) .....                            | 13 |
| [ 표 4 ] 국내 항공사 정비비 분포 .....                                         | 15 |
| [ 표 5 ] 연도별 국내항공기 등록 대수 .....                                       | 15 |
| [ 표 6 ] 연도별 국내 정기항공 실적 .....                                        | 16 |
| [ 표 7 ] 해외 MRO 단지 정부정책 및 지원비교 .....                                 | 20 |
| [ 표 8 ] 국내 역추진장치 보유 대수 .....                                        | 36 |
| [ 표 9 ] FAA AD 2012-05-02 .....                                     | 37 |
| [ 표 10 ] 국내 역추진장치 수리수요 현황(2015) .....                               | 38 |
| [ 표 11 ] 국내 항공기 기종별 기령(사용 년수) 및 엔진종류(2014) .....                    | 40 |
| [ 표 12 ] 해외 역추진장치 수리전문업체 및 수리능력 .....                               | 42 |
| [ 표 13 ] 해외 역추진장치 핵심 수리전문업체 인가/인증 보유현황 .....                        | 43 |
| [ 표 14 ] 엔진 모델 별 역추진장치의 수리비용 .....                                  | 45 |
| [ 표 15 ] 엔진 모델 별 역추진장치의 Spare 비용 .....                              | 46 |
| [ 표 16 ] 항공기 엔진 역추진장치 수리 인가/인증 보유형태 .....                           | 47 |
| [ 표 17 ] FAA/JAA Requirements for Material Allowable .....          | 48 |
| [ 표 18 ] FAA/JAA Regulations that Govern Structural Materials ..... | 48 |
| [ 표 19 ] FAA/JAA Advisories that Govern Composite Materials .....   | 48 |
| [ 표 20 ] 복합재 전문 자격 및 승인 교육 프로그램 (AC 65-33 예) .....                  | 49 |
| [ 표 21 ] 해외 역추진장치 수리 전문업체 및 수리능력 .....                              | 51 |
| [ 표 22 ] 항공기 기종별 관련 역추진장치 Type .....                                | 52 |
| [ 표 23 ] 역추진장치 국내 수리기술 수준 .....                                     | 54 |
| [ 표 24 ] MARS CF6 역추진장치 CMM 예 .....                                 | 62 |
| [ 표 25 ] Environmental Effects on Cured Composites Structures ..... | 64 |
| [ 표 26 ] 정비조직인증(AMO) 인증 구비서류 .....                                  | 70 |
| [ 표 27 ] 국내 AMO 인증 현황 .....                                         | 71 |
| [ 표 28 ] 국내 AMO 인증 현황 [계속] .....                                    | 72 |
| [ 표 29 ] 항공기 정비업 등록 조건 .....                                        | 73 |
| [ 표 30 ] 항공기 안전관리 시스템(SMS) 승인 필요 서류 .....                           | 74 |
| [ 표 31 ] Repair Station 인증 참고자료 및 형식 .....                          | 78 |

|                                                    |     |
|----------------------------------------------------|-----|
| [ 표 32 ] 복합재 수리 인증규정 .....                         | 79  |
| [ 표 33 ] 복합재 수리 인증규정 [계속] .....                    | 80  |
| [ 표 34 ] 항공기 엔진 역추진장치 수리 인가기준: 인력, 시설, 장비 .....    | 81  |
| [ 표 35 ] 항공기 엔진 역추진장치 손상별 수리기준 및 시설, 장비 .....      | 82  |
| [ 표 36 ] 항공기 엔진 역추진장치 손상별 수리기준 및 시설, 장비[계속] .....  | 83  |
| [ 표 37 ] 국내 복합소재 관련 주요 관련기관 및 연구 분야 .....          | 85  |
| [ 표 38 ] 국내 복합소재 관련 주요 업체 및 보유기술 .....             | 87  |
| [ 표 39 ] 주요 항공기 복합재 생산기업 및 생산품 .....               | 88  |
| [ 표 40 ] 국내 FAA Part 145 Repair Station 인가업체 ..... | 89  |
| [ 표 41 ] 특허검색 DB 및 검색범위 .....                      | 91  |
| [ 표 42 ] 특허 분석 대상 기술 분류 .....                      | 92  |
| [ 표 43 ] 특허 분석 대상 기술 분류 기준 .....                   | 93  |
| [ 표 44 ] 특허 기술분류체계에 따른 최종 검색식 .....                | 94  |
| [ 표 45 ] 유효특허 선별결과 .....                           | 96  |
| [ 표 46 ] 특허 경쟁자 Landscape .....                    | 101 |
| [ 표 47 ] 장치/방법별 분류에 따른 출원 동향 분류 .....              | 103 |
| [ 표 48 ] 대상 부품별 분류에 따른 출원 동향 분류 .....              | 104 |
| [ 표 49 ] 장치/방법별 분류에 따른 출원 동향 분류 .....              | 105 |
| [ 표 50 ] 대상 부품별 분류에 따른 출원 동향 분류 .....              | 106 |
| [ 표 51 ] 장치/방법별 분류에 따른 출원 기업별 동향 분류 .....          | 108 |
| [ 표 52 ] 대상 부품별 분류에 따른 출원 기업별 동향 분류 .....          | 109 |
| [ 표 53 ] 연구개발 과제명 및 목표 .....                       | 116 |
| [ 표 54 ] 세부과제별 주요 연구 세부내용 .....                    | 122 |

# 그림 목차

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| [ 그림 1 ] Global 2015 MRO Market Share 및 2015-2025 MRO Market Share Forecast | 1  |
| [ 그림 2 ] Component MRO Segment 및 MRO 비용구분                                   | 2  |
| [ 그림 3 ] Component Market Share by Supplier Category                        | 2  |
| [ 그림 4 ] Component Supply Chain 및 Ecosystem                                 | 3  |
| [ 그림 5 ] Economic Activity generated by Component Maintenance               | 3  |
| [ 그림 6 ] 2014 Component MRO Labor/Material Mix                              | 4  |
| [ 그림 7 ] US MRO Employment 및 Economic Activity                              | 4  |
| [ 그림 8 ] B747-400 역추진 제동                                                    | 5  |
| [ 그림 9 ] Cascade(Cold: 왼쪽)과 Clamshell Door(Hot : 오른쪽)                       | 5  |
| [ 그림 10] 역추진장치 구조형태: CASCADE형 작동구조                                          | 6  |
| [ 그림 11] 항공기 엔진의 구조                                                         | 6  |
| [ 그림 12] 역추진장치 결합형태                                                         | 7  |
| [ 그림 13] 역추진장치 성형 기술                                                        | 8  |
| [ 그림 14] 항공기의 운용비용 구조와 CO2 배출절감을 위한 로드맵                                     | 9  |
| [ 그림 15] B767: B787 복합재 적용 비율과 정비운용 비용 및 점검주기 비교                            | 10 |
| [ 그림 16] 항공기 운용비 연료비 비중 증가와 엔진 복합재 적용 BPR 향상                                | 10 |
| [ 그림 17] Boeing 787 항공기 복합재 적용과 항공기의 복합재 채택적용 예                             | 11 |
| [ 그림 18] 2015 ~ 2025 항공기 Global MRO Market Forecast                         | 12 |
| [ 그림 19] 항공기 MRO 시장진입환경, 기회 및 당위성                                           | 14 |
| [ 그림 20] 항공기 정비대상 구분                                                        | 14 |
| [ 그림 21] 항공기 부품 PPM(Product Portfolio Management)                           | 16 |
| [ 그림 22] 역추진장치 수리 정밀 조립/분해 Jig Fixture 및 수리공정 예                             | 18 |
| [ 그림 23] 국토부 항공정비산업(MRO) 육성방안(2015)                                         | 19 |
| [ 그림 24] 셀렉타 에어로스페이스 파크 조성사례                                                | 23 |
| [ 그림 25] 싱가포르 MRO 관련 GDP, 일자리, MRO 매출액 상위 10개 업체                            | 24 |
| [ 그림 26] 국토부 항공정비산업(MRO) 육성구도                                               | 24 |
| [ 그림 27] 항공기 복합재 수리기법 개발 관련기관 구도                                            | 26 |
| [ 그림 28] 복합재 생산 및 수리인가와 수리 교육/저격취득 기준설정 관련기관                                | 27 |
| [ 그림 29] 2015-2025 항공기 엔진 MRO Market                                        | 28 |
| [ 그림 30] 2015-2025 엔진 제조사별 제작 엔진 수량과 엔진 모델별 수량                              | 29 |
| [ 그림 31] 항공기 엔진의 복합재 수요와 엔진복합재의 Tier Supplier                               | 29 |
| [ 그림 32] 항공기 Turbofan Engine BPR과 Engine Dry Weight에 대한 Composite 적용        | 30 |

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| [ 그림 33] 항공기 엔진에 적용된 복합재 부품 예 .....                                               | 30 |
| [ 그림 34] 항공기 엔진의 복합재 적용부품 사례 .....                                                | 31 |
| [ 그림 35] 항공기 복합재 제조공정 및 제조공정의 변화 .....                                            | 32 |
| [ 그림 36] 항공기 엔진 복합재 적용 제조 공정비교 .....                                              | 33 |
| [ 그림 37] 항공기 복합재 제조 공정비 구성비율 .....                                                | 33 |
| [ 그림 38] Demand for New Passenger and Freight Aircraft .....                      | 35 |
| [ 그림 39] 역추진장치 수리시장규모 .....                                                       | 37 |
| [ 그림 40] 국내 항공사 보유 기종별 대수 .....                                                   | 39 |
| [ 그림 41] 역추진장치 결함발생 시점과 운영주기별 수리방법 .....                                          | 44 |
| [ 그림 42] 복합재 수리 .....                                                             | 50 |
| [ 그림 43] Asiana Airline의 엔진 역추진장치 수리능력 .....                                      | 53 |
| [ 그림 44] 역추진장치 Wire Mesh 수리 예 .....                                               | 54 |
| [ 그림 45] 역추진장치 Skin 및 Honeycomb 수리 예 .....                                        | 55 |
| [ 그림 46] 역추진장치 Patch 수리 예 .....                                                   | 55 |
| [ 그림 47] 역추진장치 정밀 수리 Jig Fixture 예 .....                                          | 56 |
| [ 그림 48] Laminate 및 Sandwich 수리연구 및 수리시편 .....                                    | 56 |
| [ 그림 49] Stepped Repair .....                                                     | 57 |
| [ 그림 50] Tapered Scarf Repairs .....                                              | 57 |
| [ 그림 51] Wet Lay-up Repairs .....                                                 | 58 |
| [ 그림 52] Bolted Doubler Repairs .....                                             | 58 |
| [ 그림 53] CF6 역추진장치 수리절차 .....                                                     | 59 |
| [ 그림 54] Triumph Aviation Service Asia의 CF6-80C2 Working Flow Chart .....         | 60 |
| [ 그림 55] 역추진장치 수리절차 .....                                                         | 61 |
| [ 그림 56] Fan Reverser Support Assembly-Duct Side Wall & Core Cowl Skin .....      | 62 |
| [ 그림 57] Fan Reverser Block Door-Edge & Face sheet .....                          | 63 |
| [ 그림 58] Fan Reverser Translating Cowl-T-Hinge Wear Strip & Preforated Skin ..... | 63 |
| [ 그림 59] Laminate 결함 수리방법 예 .....                                                 | 65 |
| [ 그림 60] Sandwich Panel One Side 결함 수리방법 예 .....                                  | 66 |
| [ 그림 61] One Side Access 결함 수리 OOA 경화(Curing)방법 예 .....                           | 66 |
| [ 그림 62] Sandwich Panel Double Side 결함수리방법 예 .....                                | 67 |
| [ 그림 63] AMO 국내 인증절차 예 .....                                                      | 68 |
| [ 그림 64] AMO 국내 인증조직 예 .....                                                      | 69 |
| [ 그림 65] 수리 정비업 인가와 정비조직인증(AMO) 인증 .....                                          | 73 |
| [ 그림 66] 항공기 정비업 등록 절차 흐름도 .....                                                  | 74 |

|                                                       |     |
|-------------------------------------------------------|-----|
| [ 그림 67] 항공기 안전관리 시스템(SMS) 승인 절차도 .....               | 75  |
| [ 그림 68] DER Approval 절차 .....                        | 76  |
| [ 그림 69] Repair Station Approval 절차 .....             | 77  |
| [ 그림 70] 전형적인 수리생태계 .....                             | 84  |
| [ 그림 71] CFRP 산업의 Value Chain 주요기업 .....              | 86  |
| [ 그림 72] GE ON WING SUPPORT KOREA의 임직원 .....          | 90  |
| [ 그림 73] 전체 국가 연도별 출원 동향 .....                        | 97  |
| [ 그림 74] 주요 국가 연도별 출원 동향 .....                        | 98  |
| [ 그림 75] 주요 국가 출원건 비율 .....                           | 99  |
| [ 그림 76] 출원인 국적 현황 .....                              | 99  |
| [ 그림 77] 주요 국가 내·외국인 특허 출원 현황 .....                   | 100 |
| [ 그림 78] 출원인 및 국가별 출원 건수 .....                        | 102 |
| [ 그림 79] 장치/방법별 분류에 따른 출원 동향 .....                    | 103 |
| [ 그림 80] 대상 부품별 분류에 따른 출원 동향 .....                    | 104 |
| [ 그림 81] 장치/방법별 분류에 따른 출원 동향 .....                    | 105 |
| [ 그림 82] 대상 부품별 분류에 따른 출원 동향 중분류 .....                | 106 |
| [ 그림 83] 대상 부품별 분류에 따른 출원 동향 소분류 1 .....              | 107 |
| [ 그림 84] 대상 부품별 분류에 따른 출원 동향 소분류 2 .....              | 107 |
| [ 그림 85] 장치/방법별 분류에 따른 출원 기업별 동향 .....                | 108 |
| [ 그림 86] 대상 부품별 분류에 따른 출원 기업별 동향 중분류 .....            | 109 |
| [ 그림 87] 대상 부품별 분류에 따른 출원 기업별 동향 소분류 .....            | 110 |
| [ 그림 88] 대상 부품별 분류에 따른 핵심 특허 .....                    | 111 |
| [ 그림 89] CF6 엔진 역추진장치 작동 .....                        | 112 |
| [ 그림 90] 역추진장치 파손 .....                               | 113 |
| [ 그림 91] Repair Station .....                         | 113 |
| [ 그림 92] FAA Repair Station Certification .....       | 114 |
| [ 그림 93] 비전 및 목표 .....                                | 115 |
| [ 그림 94] 결합형태 분류 .....                                | 117 |
| [ 그림 95] Autoclave Curing 및 수리방법 예 .....              | 118 |
| [ 그림 96] Jig & Fixture 및 Bonding Tool/Mold .....      | 119 |
| [ 그림 97] FEM 해석, 검증시편 및 시험 Jig/Tool 설계, 개발 및 검증 ..... | 120 |
| [ 그림 98] 수리시편 검증 및 load 분포에 대한 검증 .....               | 120 |
| [ 그림 99] 역추진장치 수리 인가 및 절차 .....                       | 121 |
| [ 그림 100] 핵심 수리기술 연구개발 추진전략 .....                     | 124 |

|                                                          |     |
|----------------------------------------------------------|-----|
| [ 그림 101] 기술표준화 인가 추진전략 .....                            | 125 |
| [ 그림 102] 연구 추진체계 구도 및 연구개발 내용 .....                     | 126 |
| [ 그림 103] 항공기 역추진장치 수리기술개발 TRM[Technical Road Map] ..... | 127 |
| [ 그림 104] CF6-80C2 역추진장치 CMM 출처 예 .....                  | 148 |
| [ 그림 105] 수리개발 Jig, Fixture, Tool, Mold 예 .....          | 151 |
| [ 그림 106] 적층 구조물 수리 시편 유한요소 예 .....                      | 154 |
| [ 그림 107] 수리 시편의 구조 시험용 시험 치공구 예 .....                   | 154 |
| [ 그림 108] 다양한 비파괴 검사 예 .....                             | 155 |
| [ 그림 109] 인가획득을 위한 절차 .....                              | 157 |
| [ 그림 110] MRO 업체 발전단계 .....                              | 162 |

# 제 1장 기술의 정의 및 필요성

## 1절. 기술의 정의

### 1. MRO 시장의 엔진 구성품 역추진장치

- 항공기 MRO(Maintenance Repair Overhaul) 시장은 엔진 분해수리(Engine Overhaul) 42%, 기체정비(Airframe Maintenance) 22%, 라인정비(Line Maintenance) 18%, 구성품(Component MRO) 19%로 구성되어있으며, 그 중 항공기 역추진장치(Thrust Reverser)는 구성품에 속함.
- 항공기 MRO 시장의 규모는 2015년 기준 USD 67.1 Billion규모이며, 항공기에 대한 경량 복합재 적용의 점진적인 확대로 기체정비의 비용은 개선되고 엔진분해수리와 구성품 MRO 비중은 점점 증가하는 추세를 보임.



그림 1. Global 2015 MRO Market Share 및 2015-2025 MRO Market Share Forecast - 2015-2025 Global Fleet & MRO Market Forecast-CAVOK

- 본 기획과제의 대상인 역추진장치는 구성품 MRO에 속하는 부품으로, 전체 구성품 MRO 비용 중 휠 및 브레이크 25%, 항공전자 14%, 보조동력장치 9%, 연료계통 8%에 이어 약 6% 정도로 역추진장치의 전 세계 시장 규모는 약 9,000억 ~ 1조 이상으로 예측됨.

- 또한 역추진장치는 다른 일반적 구성품과 다르게, 다른 구성품은 분해점검과 교체가 주로 이루어지는 반면 엔진 역추진장치는 수리가 주로 이루어지는 정비적 특성을 가지고 있음.

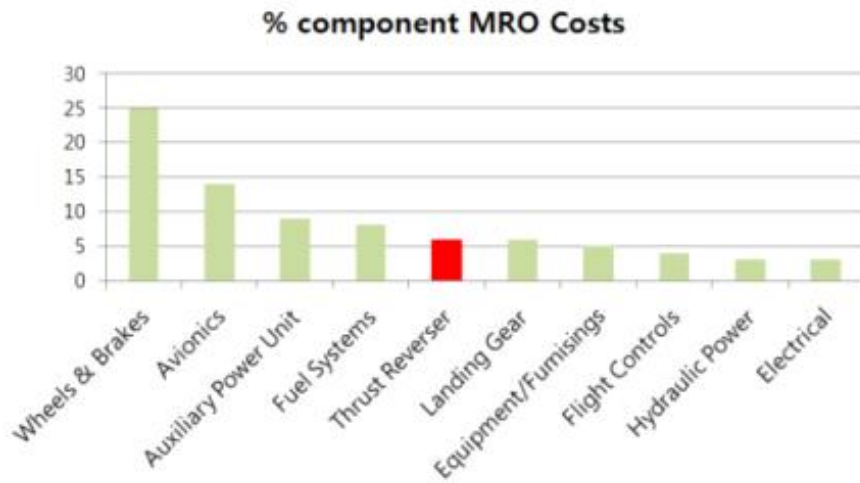


그림 2. Component MRO Segment 및 MRO 비용 구분  
- Global MRO Market Economic Assessment-ARSA

- 역추진 장치의 MRO 공급자 형태는 제조사 35 %, 독립적 전문수리업체 40%, 항공사 자체 정비 등 25% 비중으로 타 구성품 대비 독립적 전문수리업체의 수리비중이 높은 제품임.
- 따라서 역추진장치의 수리 인가는 타 구성품에 비해서 제3의 독립 전문수리업체의 수리 인가 획득이 상대적으로 용이할 것으로 예상됨.

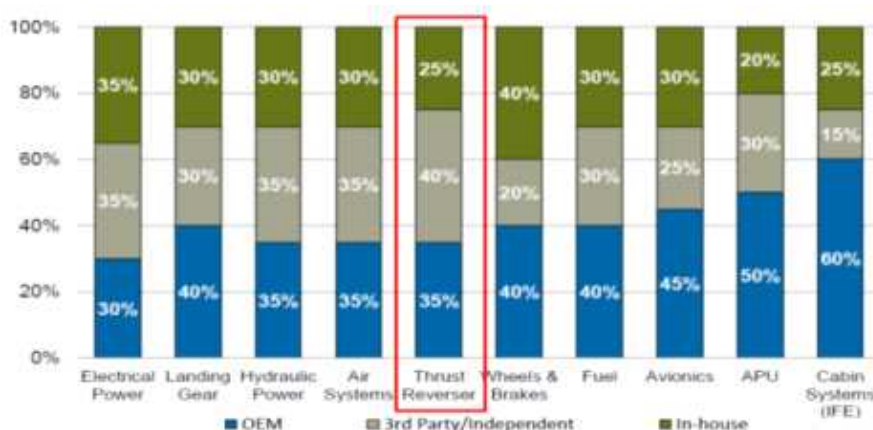


그림 3. Component Market Shares by Supplier Category  
- Global MRO Market Economic Assessment-ARSA

- 항공기 MRO 구성품의 공급사슬과 생태계는 부품 제작 사업자에서 항공기 운항사인 최종 수요자까지 구성은 아래의 그림 형태임.

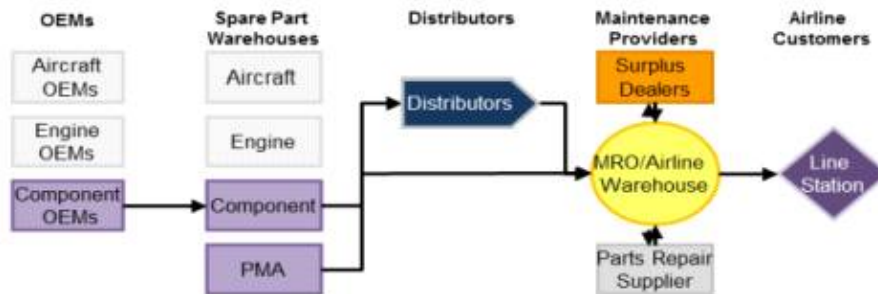


그림 4. Component Supply Chain 및 Ecosystem  
- Global MRO Market Economic Assessment-ARSA

표 1. MRO 구성품 공급사슬 주체별 역할

| 업체                    | 내용                          |
|-----------------------|-----------------------------|
| OEM                   | 구성품 원제작 사업자                 |
| Spare Part Warehouse  | 2,000 ~ 2,200               |
| Distributor           | MRO 사업자 및 항공사에 대한 부품 중계 사업자 |
| Maintenance Providers | 수리 인증을 가지고 수리정비를 담당하는 수리사업자 |
| Airline Customers     | 최종 수요자                      |

- 항공기 MRO 구성품의 공급사슬에 의한 MRO 서비스의 12.4 Billion USD에 대한 경제 유발효과는 최종적으로 약 2배인 20.865 Billion USD에 달함.

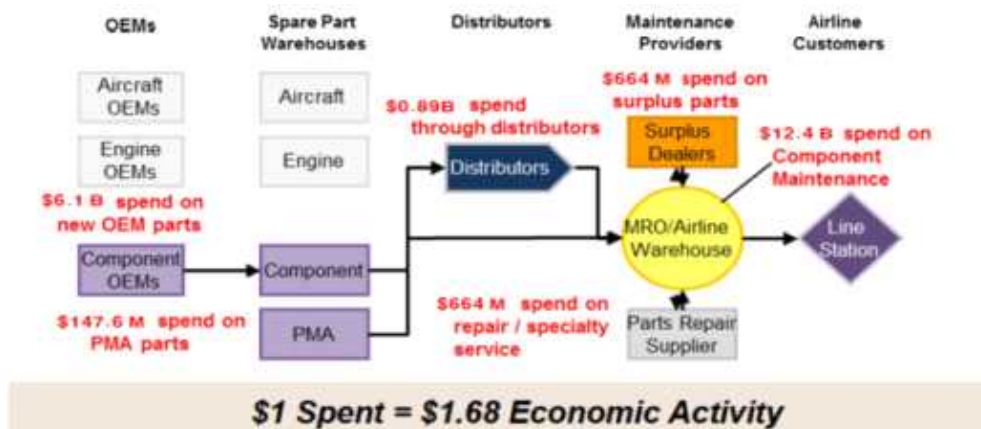


그림 5. Economic Activity generated by Component Maintenance  
- Global MRO Market Economic Assessment-ARSA

- 항공기 역추진장치의 정비 및 수리에 대한 소요 비용구조는 재료비 약 40%와 인건비 60%의 비율로 생산인력의 기술적 전문성과 생산유발효과가 큰 편임.

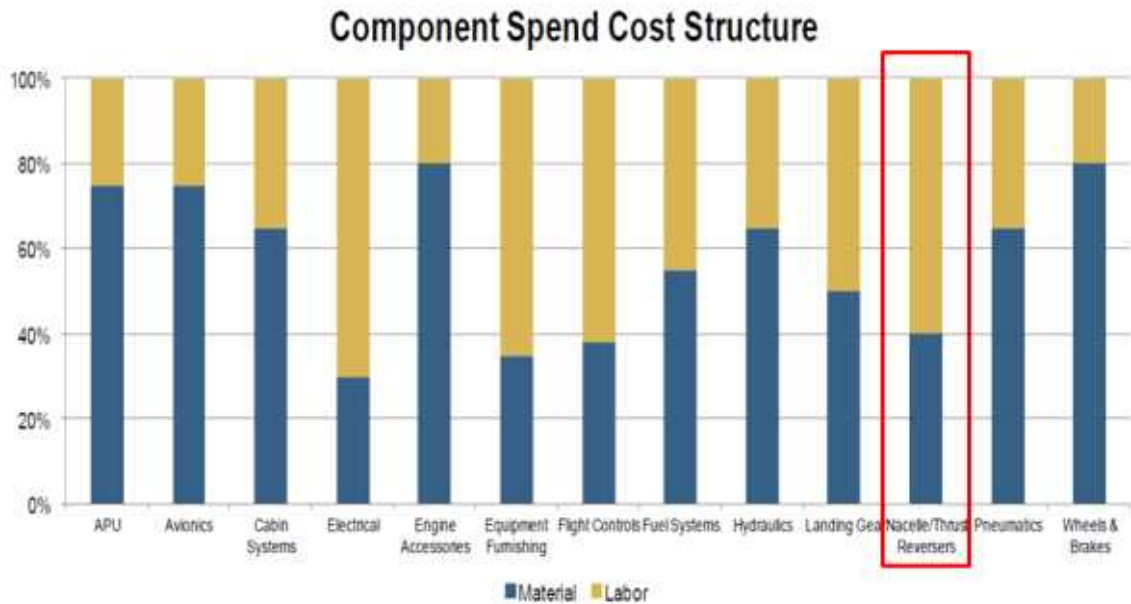


그림 6. 2014 Component MRO Labor/Material Mix

- Global MRO Market Economic Assessment Air Transport-ARSA

- 미국 기준의 “FAA Part 145 Repair Station”을 인가받은 MRO 업체의 전문인력 및 경제유발 효과를 살펴보면 전체인력의 64% 약 200,000 명이 수리인가에 의한 수리인력, 이로 인한 경제활동은 24.1 Billion USD의 경제유발 효과를 보이고 있음.

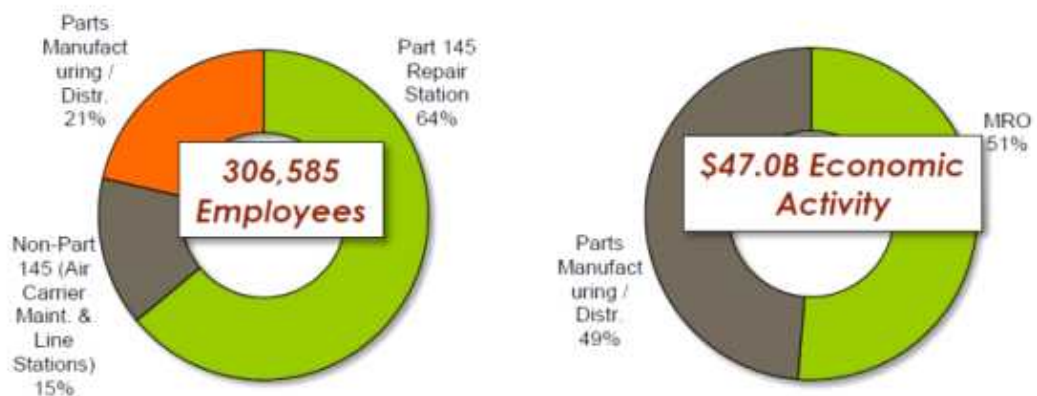


그림 7. US MRO Employment 및 Economic Activity

- Global MRO Market Economic Assessment-ARSA

## 2. 역추진장치 형태 및 수리기술

- 항공기 역추진장치는 inlet cowl, fan cowl 등 다른 부품과 함께 엔진 낫셀을 구성하는 복합재 구조물이며, 제트엔진의 추진력 방향을 변경하는 구조에 따라서 cascade형, clamshell door형, bucket target형으로 크게 구분하는데, 최근 엔진의 역추진장치는 대부분 cascade형임..



그림 8. B747-400 역추진 제동 - *Utilization of Thrust Reverser Mechanism in Turbofan Engine-A Review*



그림 9. Cascade(Cold : 왼쪽)과 Clamshell Door(Hot : 오른쪽)

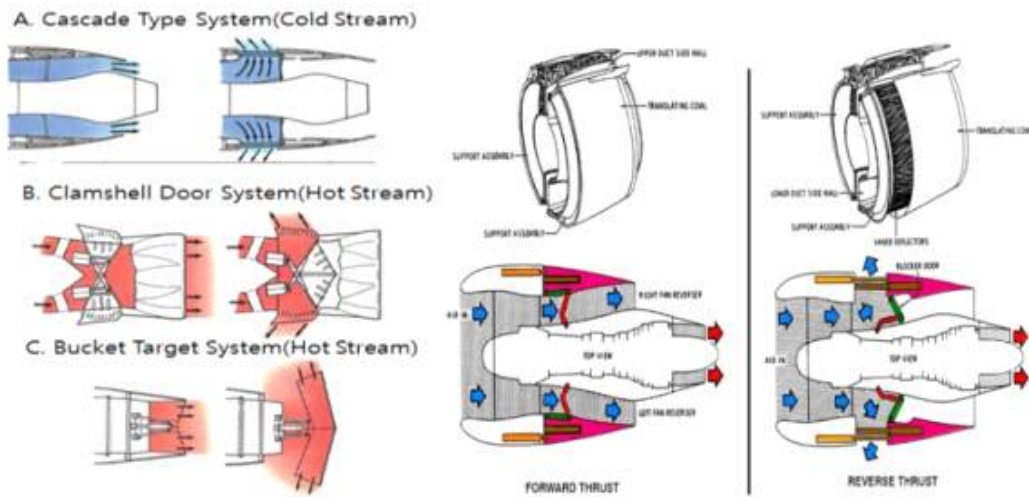


그림 10. 역추진장치 구조형태 : CASCADE형 작동 구조  
- Review of Thrust Reverser Mechanism used in Turbofan Jet Engine

- 항공기 역추진장치는 항공기 착지 후 제동과 비상이륙포기 상태 등 활주로 상에서 항공기의 제동력이 요구될 때 터보팬 엔진 추력 일부의 방향을 분산, 그 추진력을 감소시켜 항공기를 감속하는 장치로, 기계식 마찰 브레이크 및 에어 브레이크(Air Brake)와 함께 항공기의 핵심 제동 장치임.

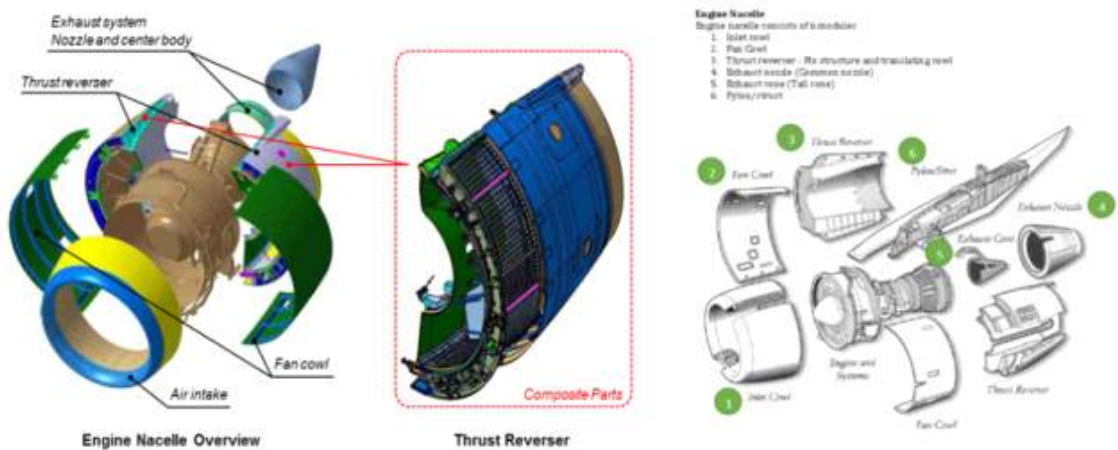


그림 11. 항공기 엔진의 구조 - CF6-80C2-Triumph Aviation Service Asia, Ltd

- 항공기 엔진 구성품인 역추진장치는 국내 항공사에서 해외 수리 의존도가 높은 복합재 부품 중에 대표적인 것으로, 그 구성은 Fan Reverser Support Assembly , Fan Reverser Blocker Door, Fan Reverser Translation Cowl 등으로 이루어져 있으며, 착륙 시 충격, 고온 및 고압 등 극한 환경에 노출되어 설계 수명에 비해 조기에 손상이 발생하고 있음.
- 항공기 역추진장치의 결함의 형태는 대부분 사용 중 과도 하중 또는 터보팬 엔진 추력 일부의 고온 압축공기로 인한 Thermal impact, FOD, 내부 조작결함으로 인한 Inner surface, Honeycomb, CFRP Skins, Bonding 결함 등으로 그 형태는 Surface Hole and Punctures, Delamination, Disbond, Core Damage, Resin Damage, Water Ingression or Intrusion, Lighting/Fire/Heat Damage 등이 있음.

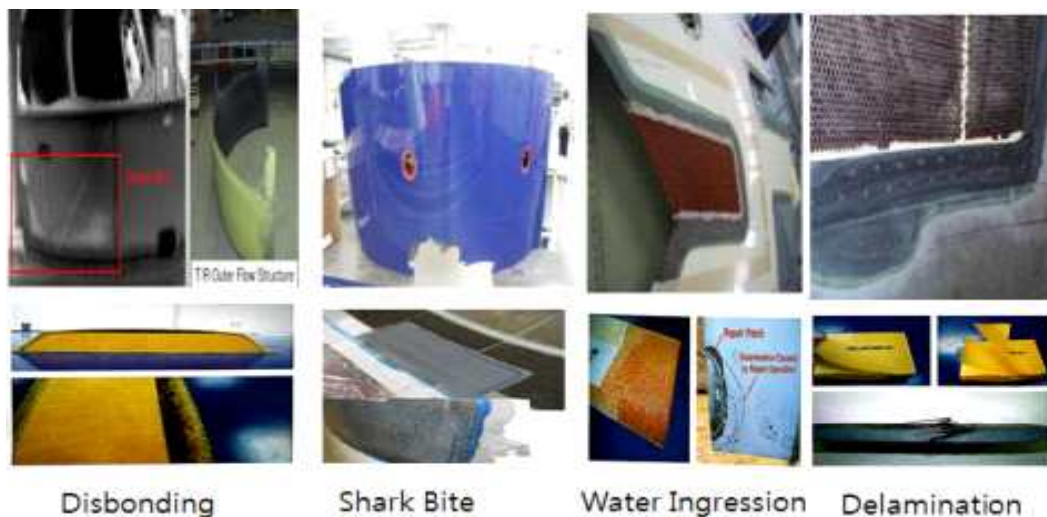


그림 12. 역추진장치 결함형태 예

- *Lufthansa Perspective on Applications & Field Experiences for Composite Airframe Structure*

- 역추진장치의 손상 및 결함 수리는 일반적으로 Laminate repairs, Sandwich Panel Repairs, Double Side Repairs 등으로 오토클레이브 성형 및 OOA(Out of Autoclave) Oven, Hot Bonding Cure 공정으로 수행됨.

- 항공기 비가용시간 및 수리비용의 절감을 위해 OEM 및 전문 수리업체들은 새로운 수리기술 개발 및 수리방법을 독점적으로 인가받아 그 공개를 꺼리며 항공사에 고비용의 수리비용을 요구하고 있음.
- 동시에 오토클레이브 성형 및 OOA(Out of Autoclave) 성형 공정으로 이외 수리에 대한 기술들이 계속 연구개발 및 제시되고 있는 실정임.

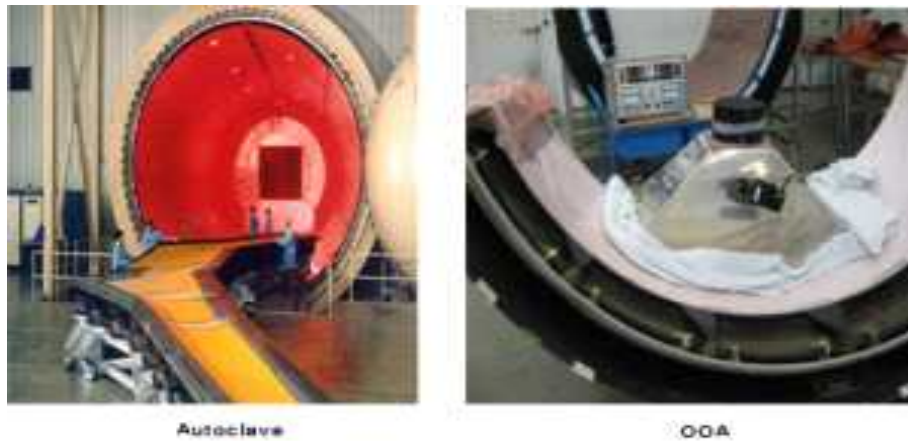


그림 13. 역추진장치 성형 기술

- *Lufthansa Perspective on Applications & Field Experiences for Composite Airframe Structure*

## 2절 배경 및 필요성

### 1. 배경

- 항공기 동체의 복합재 적용은 항공기 운용비의 35% 이상을 차지하는 주비용인 연료비 절감과 CO<sub>2</sub> 배출 환경규제로 인한 CO<sub>2</sub> 절감을 위해 아래 그림과 같이 복합재 적용 기술을 통한 가벼운 항공기, 고효율 엔진 등의 개발로 항공기의 복합재 구조의 수요와 적용이 날로 증가하고 있음.

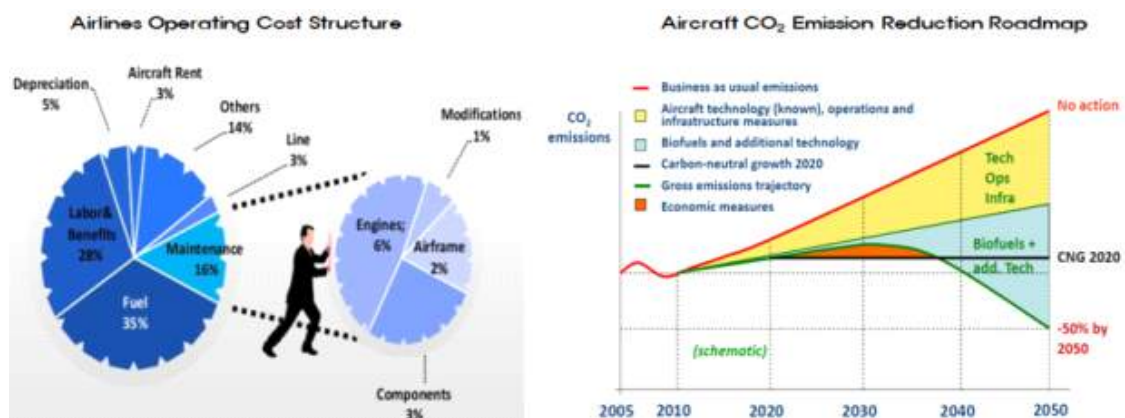


그림 14. 항공기의 운영비용 구조와 CO<sub>2</sub> 배출절감을 위한 로드맵  
- Emission Reduction Roadmap Annual Report 2011/Annual Review 2014-IATA

- 항공 산업에서 온실가스 배출규제는 2012년 EU가 이산화탄소 배출 부담금 부과 결의로 2013년부터 시행하였으며, 미국 EPA(Environmental Protection Agency)는 2015년 6월 항공기의 온실가스 배출규제 방안과 상용 항공기 엔진의 CO<sub>2</sub> 배출표준에 관한 로드맵 발표하며 2020년부터 2040년까지 매년 2 ~ 3% 수준의 연비 향상 시 규제만족 가능으로 강화됨.
- 국제민간항공운송협회 IATA(International Air Transport Association)는 항공사가 자발적으로 2005년 대비 2020년까지 최소 25% 이상의 CO<sub>2</sub>감축을 제시하였으며, 오바마 행정부가 ‘항공기의 CO<sub>2</sub> 배출량’을 규제하는 혁신적 신 환경보호 정책제안 에 항공기 규제 역시 친환경 비행기 개발을 촉진하는 계기가 될 것이며 항공기 경량화가 핵심이슈로 부상됨.

- 항공기 동체의 복합재 적용에 따른 항공기 운용 기령 수명과 정비 비용 절감은 아래 그림과 같이 정비 주기의 감소와 정비시간 감소로 30% 이상의 정비비 절감과 사용수명의 향상을 예측할 수 있음.

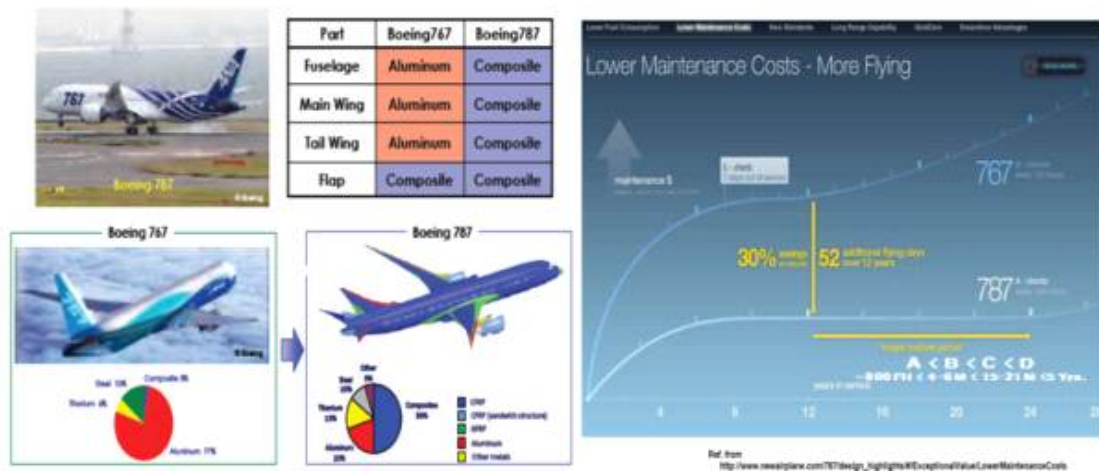


그림 15. B767, B787 복합재 적용 비율과 정비운용 비용 및 점검주기 비교  
 - Toray's Business Strategy for Carbon Fiber Composite Materials

- 1990년 이후 항공기 연료비용은 매년 7.7% 가격상승 하였고, 이는 항공기 운용의 주요한 비용증가를 유발하였음. IATA는 항공기의 운영비용 중 연료의 비중이 2015년 기준 33 ~ 40%에서 점진적인 가격인상으로 50%이상 차지할 것으로 예측.
- 이로 인해 CO<sub>2</sub> 절감과 더불어 항공기 무게감소와 엔진의 효율증대를 위해 아래 그림과 같이 항공기의 엔진 및 역추진장치 등 대형 복합재 구조에 적용을 통한 연료효율 개선으로 연료소비를 줄여가고 있음.

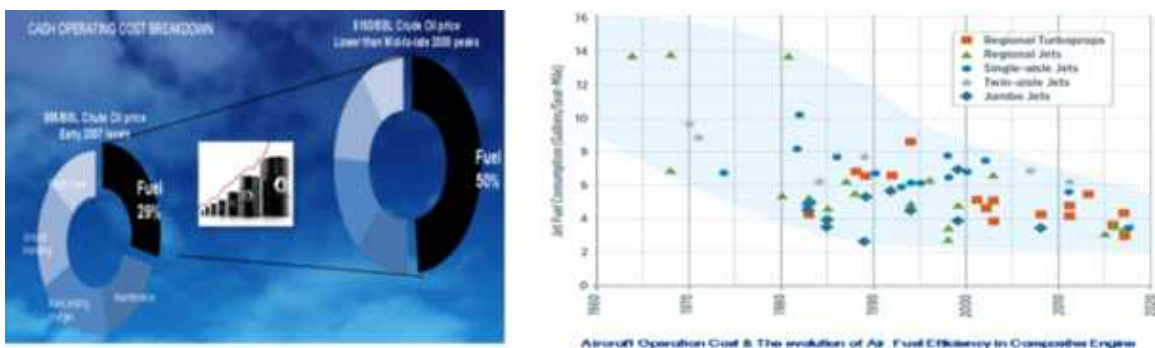


그림 16. 항공기 운용비 연료비 비중 증가와 엔진 복합재 적용 BPR 향상  
 - Airbus - Where are we going next?, Composites in Commercial Aircraft Engines, 2014 - 2023

- 이에 OEM 업체, 항공사, MRO업체, 복합재 전문기관들은 항공기 복합재 MRO 수리 기술의 “기술표준화”를 통한 신뢰성 확보와 수리 소요시간을 줄이기 위한 노력을 하고 있으며, CACRC (Commercial Aircraft Composites Repair Committee)은 ‘Repair Technique Task Group’을 통해 복합재 수리기술 표준화에 노력을 기울이고 있음.
- 현재 CACRC에 의한 SRM(Structure Repair Manual)기준 복합재 수리는 B787 경우 미세경량 결함의 경우 “Band Aid” 수준의 composites patch로 기존 24의 소요수리 시간을 30분에 수리하도록 하고 있음.

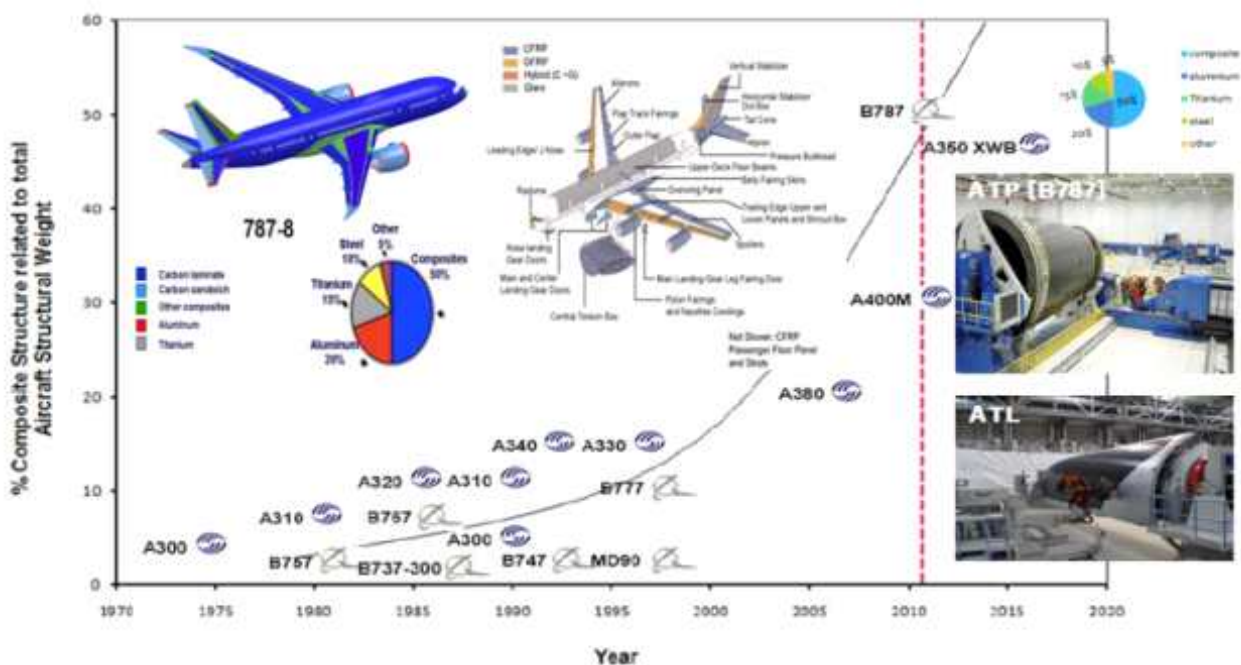


그림 17. Boeing 787 항공기 복합재 적용과 항공기의 복합재 채택 적용 예

- *The Use of Composites in Aerospace : Past, Present and Future Challenges, Impact of Composite Materials on Maintenance Cost*

## 2. 필요성

### 가. 시장성

- 항공기 MRO 시장은 '15년 671억 달러에서 '25년 '1004억 달러 규모로 연평균 3.9% 성장이 예상되는 경제적 파급효과가 큰 고부가 가치 산업으로, 아태지역은 세계 시장의 약 27%로, 북미, 유럽을 이은 세계 3위의 규모임. 특히, 항공기 엔진 MRO는 전체 시장의 약 42%를 차지하는 가장 기술집약적 시장이며, 엔진 역추진장치가 속한 구성품의 시장은 19%를 나타냄.

표 2. MRO 부문별 경제적 파급효과 (\$1 Spent 기준)

- Global MRO Market Economic Assessment-ARSA

|                 |                          |                  |                          |
|-----------------|--------------------------|------------------|--------------------------|
| <b>Airframe</b> | \$1.38 Economic Activity | <b>Component</b> | \$1.67 Economic Activity |
| <b>Engine</b>   | \$1.85 Economic Activity | <b>Line</b>      | \$1.17 Economic Activity |

- 국내 항공 MRO 산업은 각 항공사 산하 정비 본부를 중심으로 수행되고 있으며, 해외와는 달리 전문적인 항공 MRO 업체가 전무한 실정임.



그림 18. 2015 ~ 2025 항공기 Global MRO Market Forecast  
- CAVOK Global Fleet and MRO Market Forecast

표 3. 국내 주요 업체들의 항공 MRO 현황(2014)

- "국내외 항공 MRO 산업의 최근 동향과 발전과제", 산업연구원, 2015

단위 : 억 원

| 업종       | 업체        | 규모              | 비고                                       |
|----------|-----------|-----------------|------------------------------------------|
| 운항<br>업체 | 대한항공      | 7,650 ~ 8,100   | 기체, 엔진, 운항정비 내부화(약 90%)                  |
|          | 아시아나항공    | 2,000 ~ 2,200   | 운항정비 내부화(40 ~ 50%)                       |
|          | 기타(LCC 등) | 400 ~ 500       | 운항정비 내부화(20 ~ 30%)                       |
|          | 소계        | 10,050 ~ 10,800 |                                          |
| 제조<br>업체 | 대한항공      | 2,300           | 미국 수출정비(연750억 원),<br>P3-L개조(총4,000억 원) 등 |
|          | 한화테크윈     | 1,000           | 주요 군용 엔진                                 |
|          | KAI       | 300 ~ 350       | KT-1, T-50, 수리온 등 PBL                    |
|          | 소계        | 3,600 ~ 3,650   |                                          |
|          | 합계        | 13,650 ~ 14,150 |                                          |

- 항공기 부품 MRO 사업은 고용과 경제유발효과가 큰 사업으로 미국, 유럽의 OEM, 항공사 자체 수리, 제3의 OEM 협력사 및 전문독립수리업체의 배타적 경쟁협력 및 독점체제로, 시장 진입을 위해서는 규모의 경제를 실현할 수 있는 “자본”, 독자 “기술력”은 물론 기존업체의 협력이 필수적으로 요구되는 분야임.
- 특히, 해외 엔진 MRO 수리정비 및 역추진장치의 수리업체의 영업이익은 35% ~ 40% 수준의 고수익 사업으로 역추진 장치 수리업체들은 집중적인 투자를 통해서 그 수리 규모를 키워왔음.
- 하지만 최근에는 각 수리업체의 규모 유지를 위한 치열한 수리물량확보 경쟁과정에서 MRO 역추진장치 전문수리업체인 Lufthansa Technik社(세계 4위 업체), Nordam社, Triumph社 등이 역추진장치의 수리물량 공유를 전제로 수리기술의 이전을 제안하며 새로운 협력 파트너를 국내 항공사와 모색하고 있어, 진입장벽 해소의 기회가 발생하고 있음. 따라서 현재가 시장진입 최적 시기라 할 수 있음.



그림 19. 항공기 MRO 시장진입환경, 기회 및 당위성

- Global MRO Market Economic Assessment-ARSA /국내 항공사 Interview

- 항공정비(MRO)라 함은 항공기의 안전운항과 성능향상을 지원하기 위한 정비(Maintenance), 수리(Repair), 분해조립(Overhaul) 활동을 포괄하며, 정비 대상에 따라 기체, 엔진, 부품, 운항 정비로 구분함. 국내 항공정비 기술수준은 기체 정비 및 운항 정비는 국내 수행이 가능한 수준이나, 엔진 및 부품 정비는 기술부족으로 60% 이상 해외에 의존함



그림 20. 항공기 정비대상 구분

( 단위:억원 )

표 4. 국내 항공사 정비비 분포

| 구분 | 분야    | 총 정비비  | 해외외주비 | 해외의존도 |
|----|-------|--------|-------|-------|
| 합계 | 기체정비  | 2,340  | 420   | 18%   |
|    | 엔진·부품 | 10,622 | 6,682 | 62%   |
|    | 운항정비  | 1,918  | 460   | 24%   |
|    | 계     | 14,880 | 7,562 | 51%   |

- 운항정비 및 기체정비의 경우 부품 등 원가비중은 낮지만, 국제적 경쟁이 심화된 업종으로 낮은 인건비가 가격 경쟁력을 좌우하는 만큼 고부가가치로 보기 어려우며, 우리나라의 시간당 임율이 중국 등 경쟁국 대비 최소 1.8~최대 2.3배인 것을 감안하면 노동집약적 정비로는 글로벌 경쟁력 확보 어려울 것으로 예상됨.
- 반면, 항공기 엔진 및 부품 정비는 특화된 수리공정 분야로 가장 높은 마진율을 가진 고부가가치의 분야로, 엔진 및 부품 정비 분야의 해외 의존도가 높은 이유는 해당 기술력이나 시설이 부족한 것에 기인함.
- 국내 대형 항공사 엔진정비공장의 경우 연간 800억원 규모의 외주 수리비용이 발생  
엔진은 고장빈도가 높아 수리가 자주 발생하지만 국내 기술력이 취약, 해외수리에 크게 의존하는 것으로, 연도별 국내 항공기 등록 대수 및 연도별 국내 항공기의 국제선, 국내선 정기 항공실적은 점점 증가하는 경향을 고려하면, 총 정비비 중 엔진·부품 분야 해외 의존도가 가장 높은 엔진 및 부품 정비 분야 중장기적인 기술 개발이 요구됨.

표 5. 연도별 국내 항공기 등록 대수 - 항공정보포탈 시스템

| 구분   | 2010년 | 2011년 | 2012년 | 2013년 | 2014년 | 2015년 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 연초기준 | 476   | 513   | 550   | 590   | 623   | 655   |
| 등록   | 51    | 52    | 55    | 54    | 67    | 87    |
| 말소   | 14    | 15    | 15    | 21    | 35    | 18    |
| 연말기준 | 513   | 550   | 590   | 623   | 655   | 724   |

표 6. 연도별 국내 정기항공 실적 - 항공정보포털 시스템

| 구분  |          | 2010년   | 2011년   | 2012년   | 2013년     | 2014년     | 2015년     |
|-----|----------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|
| 국제선 | 운항횟수(회)  | 245,058 | 267,022 | 298,517 | 320,302   | 349,006   | 372,752   |
|     | 운항거리(Mm) | 795,671 | 873,028 | 947,583 | 1,004,450 | 1,042,853 | 1,084,095 |
| 국내선 | 운항횟수(회)  | 141,898 | 147,213 | 148,765 | 155,952   | 165,102   | 179,336   |
|     | 운항거리(Mm) | 55,076  | 59,818  | 58,589  | 61,929    | 61,583    | 67,006    |

- 항공기 부품의 특성상 아래의 그림에 보인 항공기 부품 PPM(Product Portfolio Management) 분석에 의하면 향후 항공전자부품, 복합재 부품과 MRO는 시장매력도와 경쟁력이 우월한 산업군으로 알려짐.

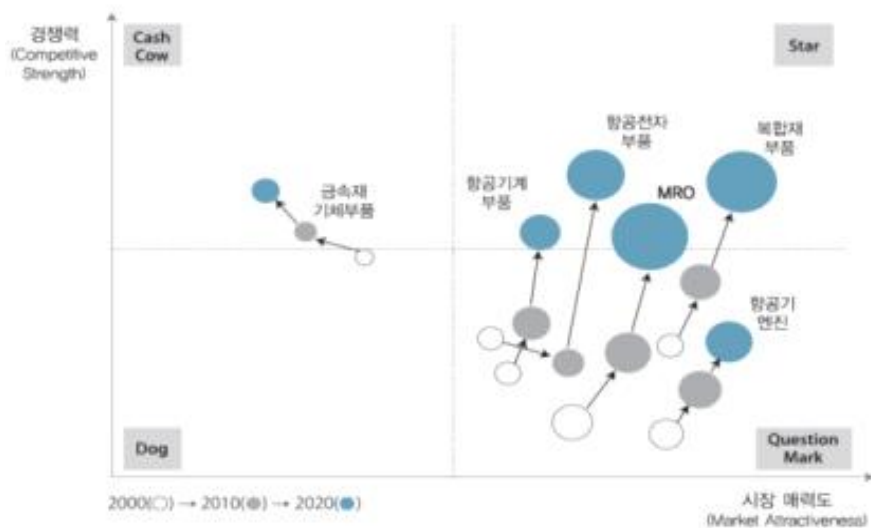


그림 21. 항공기 부품 PPM(Product Portfolio Management)  
- 항공기 부품생산 및 품질인증-산업기술비전 2020

- 현재 국내 항공사들의 복합재 구조물의 수리는 수리 기술 부족으로 인해 복합재 부품의 전면 교체 및 수리를 해외 업체에 의존하고 있는 실정으로, 역추진장치 수리 기술이 확보될 경우, 항공기 복합재 관련기술 확보를 통한 해외 정비 업체로 유출되는 연평균 6,500억 ~ 6,800억 원 정도의 수입 대체 효과를 기대할 수 있음.

- 복합재로 구성되어 있는 역추진 장치의 수리를 위한 핵심 기술은 수리 해석 기술, 수리 시험 평가 기술, 수리용 JIG 설계 기술, 수리용 장치 개발 기술, 수리 부품 평가 기준 개발 기술로 구분될 수 있으며, 매년 5.7% 정도로 성장하고 있는 아시아 지역의 MRO 시장 확보를 위해서는 관련 핵심 기술들이 반드시 확보되어야 함.
- 또한, 항공 산업의 특성상 개발된 수리 기술은 기계, 금속, 재료 등 타 산업과 직접적으로 연관되어 있어, 타 산업분야에 대한 파급 효과와 기 구축된 기술 기반의 활용성이 높음.
- 하지만, 본격적인 항공 MRO 시장 진출을 위한 첫 단계로서의 역추진장치 수리 기술 개발은 그 기술 개발과 동시에 해외 수리기술인가가 동시에 병행되어야 그 기술적, 산업적인 효과를 도출할 수 있을 것으로 생각됨.

## 나. 기술성

- 항공기 수리부품 중 정비 및 수리가 빈번한 엔진 구성품 역추진장치의 수리는 국내의 아시아나 항공사에서 일부 수리를 개발 진행하고 있으나, 세부 수리기술에 대한 기술이전이 제한적으로 이루어져 국내 항공사의 역추진장치는 전량 해외에 보내 수리하는 실정으로 이에 대한 기술개발과 확보가 시급한 실정임.
- 해외 항공기 MRO 업체에서는 항공기 탄소복합재 수리 전문화와 수리부품의 자동화, 키트(Kit)화 연구를 통해 기술력을 확보하여, 향후 항공기의 탄소복합재 적용 증가에 따른 복합재 MRO 수리시장에 적극 대응하고 있음.
- 항공기 MRO는 항공기 엔진, 부품, 기체 등에 대한 점검, 보수·유지, 수리·개조 작업을 통해 항공기의 안전성과 정시성, 신뢰성을 확보하는 업무를 포함하는 것으로서, 전문적인 수리설계/해석/시험평가가 동시에 갖추어져야 하는 핵심 항공 사업 분야로 항공기 MRO 시장 중 복합재 부품 수리 20% 이상 시장으로 수리기술 개발은 필수적으로 필요함.

- 국내 항공사에 제공되는 역추진장치의 CMM(Component Maintenance Manual)과 SRM(Structure Repair Manual)에 언급된 내용과 기술지시는 핵심 수리 정밀 JIG, Fixture 및 Mold를 통한 수리를 지시하고 있음.
- 하지만, 세부 기술적 내용이 언급되지 않은 상태로 이와 관련된 치공구 및 전용 금형을 업체의 요구가격으로 구매하여야 하고, 구매 후에도 과도한 기술이전 교육비용을 지불하고 기술을 이전 받아야 하는 실정으로 기술 확보와 기술개발을 위한 업무를 내지 못하는 실정임.
- 항공기의 “복합재 Bonded Repair”에 대한 성능 및 감항 입증은 “높은 고도에서 폭발적 감압(decompression)” 조건 등의 파괴시험을 통해 가능하고, 더불어 숙련된 인증된 전문가에 의한 정확한 기준에 의해 수리가 기존 복합재 수리부위와 수리소재가 동일하여야 하는 조건을 충족하여야 함.
- 아울러 이에 대한 수리가 현재 유지보수 및 수리 이력(track record)이 없는 상태로 수리에 대한 확실한 근거를 우려하여 FAA와 EASA가 인증을 보류하고 있는 상황으로 항공기의 수리 소요시간과 비가동 시간이 항공사의 가장 큰 운영비용을 차지하며 부담이 되고 있음.



그림 22. 역추진장치 수리 정밀 조립/분해 Jig Fixture 및 수리공정 예

- *Lufthansa Perspective on Applications & Field Experiences for Composite Airframe Structure*, 국내항공사 제공

- 역추진장치의 수리는 구매비의 60% 이내이면, 수리를 수행하는 비용 의존적 복합재 구조물로 해외 수리 업체의 요구 가격 결정에 전적으로 의존하고 있는 실정임.

## 다. 정책성

- 역추진장치 기술개발은 국토교통부의 항공정비산업(MRO) “핵심 MRO 육성전략[핵심 MRO 육성-세계수준 MRO 업체육성-2단계 엔진, 부품] 정책”을 반영한 “세계 수준 MRO 육성가능 다빈도의 부가가치가 높은 구성품”의 복합재 수리기술 개발로 해외 수리인가획득을 통해서 항공정비분야에 자립기반확보가 가능한 세계수준의 국내 수리 전문업체 육성이 필요함.
- 국내의 경우, 항공 MRO 관련 기반 기술이 부족한 현 상황에서 추후 수요가 급격히 증가하게 될 시, 국내 항공산업 및 국방력 유지에 치명적 한계로 작용할 가능성이 높고 이를 해결하기 위해서는 항공 MRO 분야에서 시장성이 높은 분야를 우선 선별하고, 집중적인 투자와 기술 확보를 추진하여, 빠른 시장 진입이 요구됨.

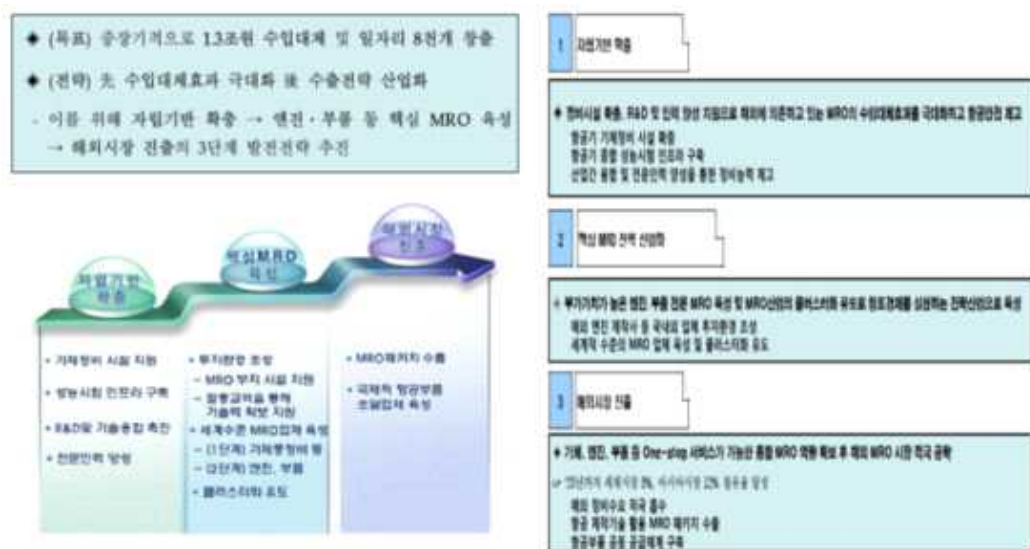


그림 23. 국토부 항공정비산업(MRO) 육성방안(2015)

- "항공정비산업(MRO) 육성전략", 국토교통부 보도자료

- 국토부 “항공정비육성산업(MRO) 육성방안(’15.1) 전략산업화”를 위한 핵심 MRO(엔진, 부품 등) 육성 분야에 해당되며, 최근 수립된 범부처(기재부/국토부/산업부 등) 합동 “항공산업발전기본계획(’16~’20)”의 MRO 기술력 확보를 위한 R&D 집중 지원 분야에 부합되며, “탄소소재 융복합 기술개발 및 기반조성에 관한법률(’16.5.19, 국회 통과)”에도 부합됨.

- 더불어, 국토부 2015년 항공정비산업(MRO) 육성방안의 “세계수준 MRO 업체 육성”과 산업통산부와 미국 보잉사가 체결한 항공기 부품개발에 관한 업무협약 등은 국내 항공기 정비 및 부품개발의 핵심정책으로 기대되며, 항공기 복합재 부품의 PMA(Part Manufacturing Approval) 부품개발 및 OEM 부품 국산화 등의 분야 진출에 첫 단계가 될 것으로 예상됨.

## 라. 정부지원의 필요성

- 세계 항공 MRO 산업은 정부의 지원책과 R&D 기반의 지원사업으로 이루어지고 있음  
그 대표적인 성공 사례로, 싱가포르 항공 MRO 산업의 경우 싱가포르 정부의 강력한 정책지원을 바탕으로 발전하였음. 싱가포르는 세계 항공 MRO 시장의 10%, 아.태지역 항공 MRO 시장의 25%를 차지하며, R&D 기반의 기관들이 항공산업의 핵심주체로 외국인투자 유도 시 전략적 제휴를 활용, 관련기술을 발전시키고 있는 국가임.

표 7. 해외 MRO 단지 정부 정책 및 지원 비교

| 국가   | 단지조성                                                                                                        | 제도적 지원<br>(입지, 프로그램 등)                                                                                                                                                                                                | 재정적 지원<br>(세제지원, 인센티브 등)                                                                                                                                                                                 |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 싱가포르 | Selectar 우주항공<br>공원건설<br><br>MRO R&D<br>클러스터 설립                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 중소기업 역량 개발 프로그램</li> <li>- FAA와 양자 항공기 안전 협약(BASA) 체결</li> <li>- MNC 항공 R&amp;D 시설지원</li> <li>- SERC 우주항공 리서치 프로그램</li> <li>- 각종 에어쇼와 컨퍼런스를 통해 싱가포르를 우주항공 허브로서 홍보</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 5년간 법인세 감면과 5년 후 실적에 따라 법인세 감면 연장</li> <li>- 제조업체들에게 제공되는 100% 자본 지급과 더불어 30% 혹은 50%의 고정 자본 지출 지급</li> <li>- R&amp;D 활동을 하는 업체들을 대상으로 리서치 인센티브 시책 제공</li> </ul> |
| 중국   | Shenyang,<br>Beijing&Tianjin,<br>Shanghai, Zhuhai,<br>Xian, Harbin,<br>Chengdu,<br>Nanchang<br>(8 clusters) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 공항 건설 프로젝트 및 항공 안전, 보안 강화 정책 (11년5개년 개발계획)</li> <li>- 대규모 항공 정비 MRO 단지 설립</li> <li>- MRO 업체 및 제조 업체 역량 강화</li> <li>- 산학연 협력 강화</li> </ul>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 경제특구 입주 업체 세금 감면(법인세 25% 인하)</li> <li>- 토지사용료 감면 (과학,기술,의료 등 업체는 30~50% 금액에 토지 제공)</li> <li>- 수출을 목적으로 도입하는 기계, 설비, 원자재 등에 대한 수입관세 면제</li> </ul>                |

| 국가    | 단지조성                                        | 제도적 지원<br>(입지, 프로그램 등)                                                                                                                                                                                                                           | 재정적 지원<br>(세제지원, 인센티브 등)                                                                                                                                                                     |
|-------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 일본    | 아시아 No1.<br>항공우주산업<br>집단 형성<br>특구<br>(중부지방) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국제전략 종합 특구 지정</li> <li>- 산학관 주최 항공우주산업포럼 발족을 통한 연구개발지원, 인재 육성지원, 판로개척지원 및 공급업체육성</li> <li>- R&amp;D 센터 설립(탄소섬유 복합재 기술 센터)</li> <li>- 투자 장벽 제도나 규제를 완화</li> <li>- 해외 우수 인력 유치를 위한 출입국관리 우대 조치</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국제전략 종합 특구 지정으로 규제완화, 세금 및 재정, 금융 지원</li> <li>- 국내투자촉진 프로그램을 통해 법인세 5%인하</li> <li>- 중소기업 육성을 위한 자금조달 및 운영 지원</li> </ul>                             |
| 말레이시아 | 말레이시아<br>국제 항공우주<br>센터 (MIAC)<br>설립         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 지속적인 건물 또는 설립 허가 절차의 간소화 노력</li> <li>- 입주한 기업들에게 항공정비 설비 사용 기회 제공</li> </ul>                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 건물 또는 인프라의 리스기간을 기존의 5년에서 30+30년을 완화</li> <li>- 신규 업체에게는 Pioneer Status 자격을 취득할 경우, 5년 동안(추가 5년 연장 가능)의 면세 혜택</li> </ul>                            |
| 네덜란드  | Maastricht<br>Aachen<br>Airport             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 클러스터 사업 Maintenance Boulevard 설립</li> <li>- 엔진 정비업체 유치</li> <li>- 항공전문학교(ACC) 유치</li> </ul>                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Boulevard에 위치한 항공전문학교 ACC에 대하여 교육과정에 필요한 비용의 50%를 지방자치에서 보조</li> <li>- 2010년 완공한 신 교사 (school building)에도 별도 보조 네덜란드 정부가 주 1일분의 급여 보조 실시</li> </ul> |

| 국가  | 단지조성                                         | 제도적 지원<br>(입지, 프로그램 등)                                                                                                                                                                                                                                                                  | 재정적 지원<br>(세제지원, 인센티브 등)                                                                                                                                                                                                                     |
|-----|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 호주  | Port Melbourne의 Fisherman's Bend에 우주항공 단지 설립 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인프라 및 정부 승인 지원과 더불어 가능한 지역을 모색</li> <li>- 업계 대표자들을 위한 프로그램을 개설, 시장 정보 취득 및 만남 주선</li> <li>- 시장의 잠재력과 업체 정보, R&amp;D 역량, 보유 기술과 비용 등을 제공</li> <li>- 업체들을 지역 내 적합한 공급자, 서비스 제공자 등 파트너들과 연결</li> <li>- 업체들을 네트워크, 보조금, 그리고 지원 프로그램과 연결</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Victoria 내 사업을 연장시킬 수 있도록 금전적인 지원 제공</li> <li>- 부지 매입 지원</li> </ul>                                                                                                                                 |
| 멕시코 | 멕시코 북서쪽 산업단지                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 입지 제공</li> <li>- R&amp;D 기술 발전과 기술 이전을 위한 과학-기술 펀드</li> <li>- 인프라와 입지 유효성</li> <li>- 인력 훈련 지원 프로그램</li> </ul>                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 즉각적인 자본 투자 감면</li> <li>- 소득세 감소와 수출 지향적인 업체들을 위한 무역 촉진 프로그램</li> <li>- 전략적 프로젝트를 위한 경제부의 정부지원금</li> <li>- R&amp;D 프로세스와 제품 디자인을 포함하는 프로젝트들의 소득세 환급</li> <li>- 제조 부품과 MRO 컴포넌트를 수입품 면세 혜택</li> </ul> |
| 중동  | Abu Dhabi 공항, Dubai공항                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 항공사의 변화하는 요구에 대응하기 위해 새로운 기술 도입, 적용</li> <li>- 부동산 지원(항공사, 공항, 그리고 잠재적 투자자들 사이에 논의를 촉진)</li> </ul>                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 투자하는 업체들에 금전적 지원</li> <li>- 투자자들에게 대출 보장 제도를 제공</li> </ul>                                                                                                                                          |

- 싱가포르는 중국, 인도와 같은 대형 국가에 인접한 아시아의 지리적 중심이자 우수한 전문 인력, 양질의 인프라, 글로벌 항공허브 등 항공 산업 허브 입지에 매우 유리한 조건을 보유.



그림 24. 셀렉타 에어로스페이스 파크 조성사례 - URA Master Plan

- 이에 싱가포르 정부는 1980년대부터 고용 창출 및 전문 인력 활용 측면에서 유리한 MRO 분야를 국가 미래 산업으로 선정하여 전략적으로 육성하고자 자본 투자를 통한 기업 설립과 인프라 조성 외에 기업에 세제 혜택과 정비기술 전문성을 쌓을 수 있는 기회 제공
- 1975년 싱가포르 국영투자 회사인 Temasek(50.6%)과 싱가포르정부(49.4%)의 합작으로 ST Aerospace(MRO 부분 글로벌 6위 기업) 설립하고, 창이공항 주변과 셀렉타 에어로스페이스 파크(Selecta Aerospace Park)에 국제공항, 항공기정비단지, 부품제조단지, 연구교육단지, 주거상업지역을 모아 배치한 항공 산업 단지 조성을 통해 원스톱서비스 제공
- 또한 해외 업체와 Joint-Venture 식으로 MRO 사업 추진 시, 5년간 세금 면제 혜택 부여하며 부족한 전문기술의 약점을 극복하고 브랜드 경쟁력을 강화하기 위해 해외

유수의 전문 업체와 전략적 제휴를 장려하며, 동시에 싱가포르 군수물량을 민간 기업에 위탁해 정비 경험을 쌓도록 함.



그림 25. 싱가포르 MRO 관련 GDP, 일자리(좌), MRO 매출액 상위 10개 업체(2013년) - Oxford Economics/Department of Statistics

- 그 결과 연간 약 S\$42억의 가치(약 3조4천억 원, 싱가포르 GDP의 1.6%)와 3만6천개의 일자리 창출함. 싱가포르 보유 항공기 대수는 아시아 지역의 3.7%에 불과하나, 아시아 정비시장의 25%, 세계시장의 6% 점유(매출 기준)를 기록하며 아시아 최고의 MRO 허브로 100개 이상의 세계적인 기업들을 유치함. 이에 해외 전문 MRO 업체와 전략적 제휴, 해외시장 개척 등은 내수시장에 한계가 있는 우리나라에 좋은 시사점을 주고 있음.



그림 26. 국토부 항공정비산업(MRO) 육성구도, 2015

- 해외의 성공사례 및 정책을 보면 항공산업의 육성은 단기간의 지원으로 성과를 거둘 수 없는 20여년의 긴 시간과 노력을 통하여 가능한 것이며, 국가 차원에서 규제 및 조세 완화, 정책지원이 필수적으로 또 중장기적으로 이루어진 것을 알 수 있음.
- 따라서 국내의 경우에도 시장진입 단계인 국내 엔진 MRO의 핵심기술 개발 및 인가 획득을 위해서는 정부의 지원과 협력이 필수적으로 요구되며 국가연구개발사업을 통해, 전문 기술 인력양성은 물론, 국토부 및 지방항공청 등 인가기관의 지원과 협력이 필요할 것으로 예상됨.
- 또 다른 방법은 국내 항공기 도입 시 인허가 권한의 국토교통부와 항공기 구입 수요 항공사들이 전략적인 협력으로 해외 OEM사 및 FAA/EASA 등에 관련기술의 절충거래(off-set deal)를 통해 수리기술 인허가를 강력히 주장하면 확보가 가능할 것으로 기대됨.

## 제 2 장. 국내외 동향 및 환경분석

### 1절. 해외 항공기 복합재 수리 관련 정책 및 현황

- 항공기 복합재의 수리는 수리 전 복합재 손상 및 결함을 판단할 수 있는 검사가 필요함. 일반적으로 복합재 구조의 검사는 탭테스트(Tap Test)와 초음파기반 검사가 사용되어 왔으나, 탭테스트의 경우 검사자의 주관적인 오차가 커서 그 한계를 8 ~ 10장 정도의 적층 부품만 가능한 것으로 알려짐.
- 또한, 최근 항공부품의 다양한 복합재 제조방법 및 적층두께, 검사소요기간과 수리를 위한 정확한 결함판단과 전문성이 필요하게 되었음. 이로 인해 FAA에서는 항공기 복합재의 "Flaw Detection Experiments" 시험프로그램을 통한 연구와 개발이 아래 그림과 같이 진행되어왔음.

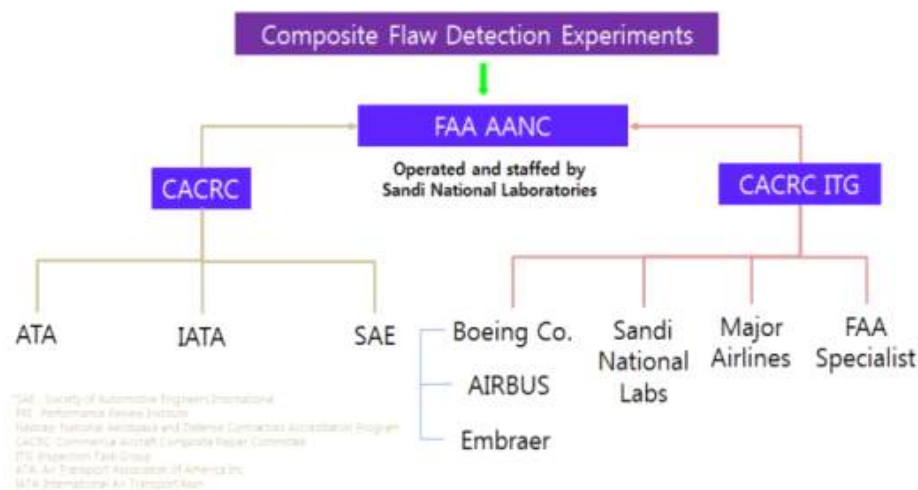


그림 27. 항공기 복합재 수리기법 개발 관련기관 구도

- 복합재 수리를 위한 수리전문가 인증은 현재 그림 28과 같이 CACRC (Commercial Aircraft Composite Repair Committee)에 속해있는 Abaris Training Resources, Inc.에서 AC 65-33에 권고된 교육을 수행하고 있음.

- SAE International의 PRI(Performance Review Institute)가 복합재 관련 기업의 audit (품질감사)를 통해 생산과 수리에 대한 산업용 범용인가 품질보증 인가 NADCAP(National Aerospace and Defense Contractors Accreditation Program, 전 세계 4,000 여개, 복합재는 이중 200개)을 수행하고 있음.

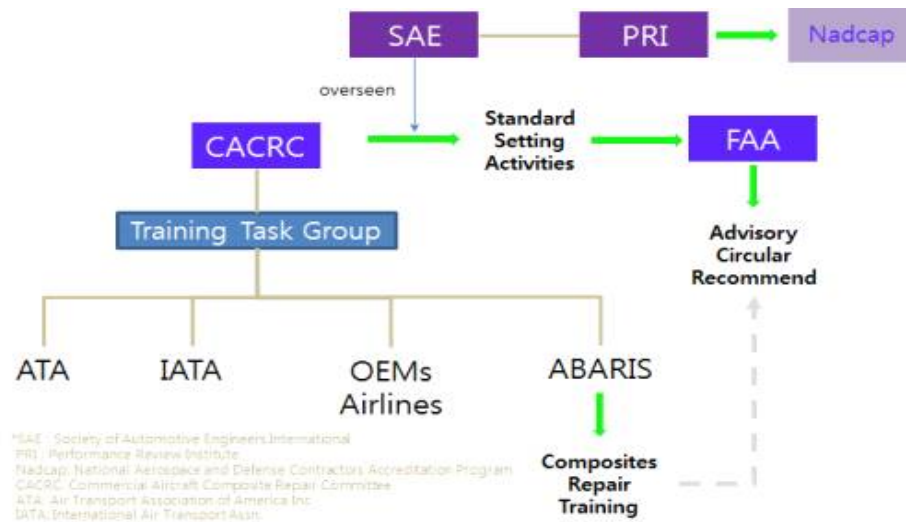


그림 28. 복합재 생산 및 수리인가와 수리 교육/자격취득 기준설정  
관련기관

## 2절. 항공기 복합재 엔진 시장현황

### 1. 항공기 엔진 MRO 시장동향 분석

- 항공기의 증가와 더불어 엔진의 연평균성장률이 약 5.3%이고, 2015년 기준 US \$ 27.9 Billion(~30조) 규모로 향후 2025년에는 최신기술의 복합재 엔진인 PW 1000 G, LEAP-1B, LEAP-1A, GEnx 가 30% 엔진시장을 차지할 것으로 예측하며, 이 시점 엔진 시장은 약 US \$ 46.8 Billion(~50조)로 예상됨.

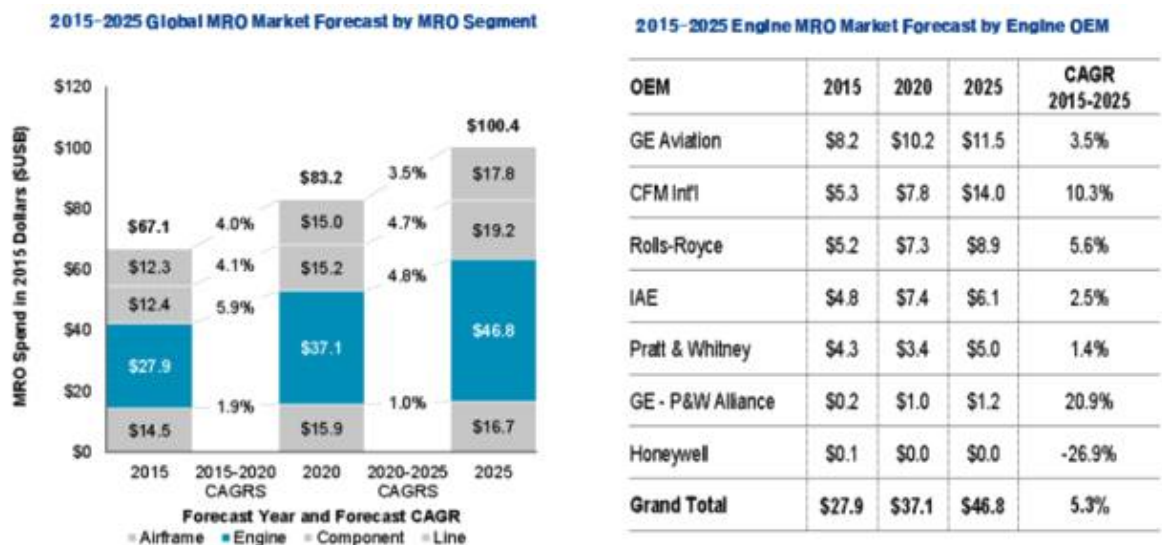


그림 29. 2015 ~ 2025 항공기 Engine MRO Market

- Global Engine Fleet and Market Forecast 2015 ~ 2025

- 전 세계 엔진은 2015년 기준으로 약 50,478 개로 CFM Int'l, GE, Pratt & Whitney 3사가 Top 3 제조사로, CFM56 엔진 계열이 15,180 개, CF 엔진이 8,030 개로 전체 엔진의 약 50% 이상을 차지함.
- 2025년에는 약 70,653개 중 CF6 엔진이 퇴역되고, 최신기술의 복합재 엔진 PW 1000 G, LEAP-1B, LEAP-1A, GEnx이 전체 엔진 시장의 30% 이상을 차지할 것으로 예상됨. 현재 시장에서는 2025년 퇴역될 CF6의 수리 수요가 가장 큰 것으로 분석됨.

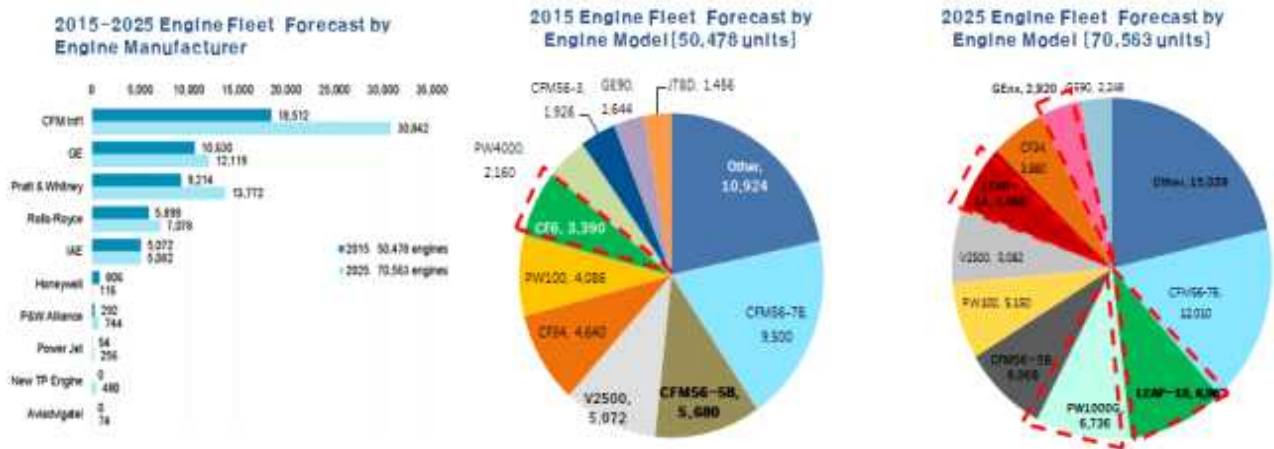


그림 30. 2015 ~ 2025 엔진 제조사 별 제작 엔진 수량과 엔진 모델 별 수량  
 - Global Engine Fleet and Market Forecast 2015 ~ 2025.

## 2. 항공기 엔진 복합재 시장

- 항공기 엔진의 복합재 적용은 아래 그림과 같이 2014년 기준으로 복합재 사용은 1,680 MT으로 2023년에는 23,587 MT (US \$ 16.2 Billion)으로 증가가 예상되며, 아울러 CFM Int'l과 GE 2사가 72% 이상의 시장 점유율과 그에 따른 복합재 사용량이 증가할 것으로 예상됨.

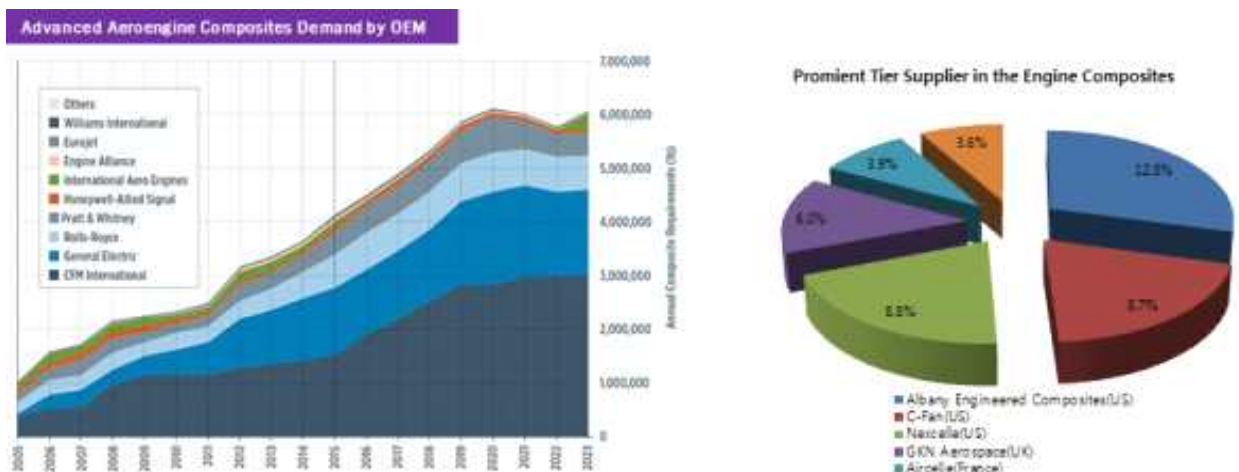


그림 31. 항공기 엔진의 복합재 수요와 엔진복합재의 Tier Supplier  
 - Composites in Commercial Aircraft Engines, 2014 ~ 2023

- 항공기의 엔진 효율은 BPR(Bypass Ratio)로 결정되는데 BPR의 효율은 팬의 직경이 크면 클수록 효율이 높으며, 팬의 크기가 커지면 무게가 증가하여 이에 대한 해결책으로 경량화를 위한 복합재 팬 적용과 역추진장치에 복합재 부품이 가장 많이 적용되고 있음.
- 항공기의 엔진 Turbofan BPR은 점진적으로 5:1에서 10:1로 증가되면 주로 대형 수송 항공기에 적용되고, 아래 그림과 같이 Fan 크기와 무게 증가로 인한 경량화를 위해 터보팬의 복합재 적용이 40% 수준까지 증가할 것으로 예측됨.

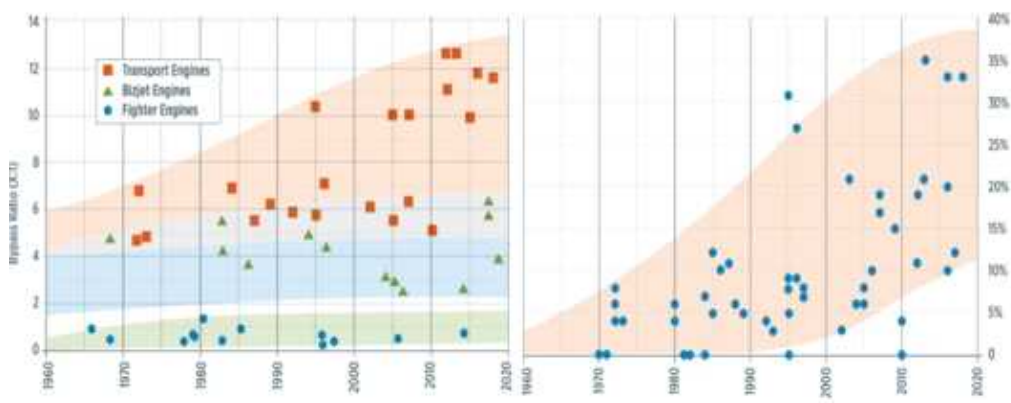


그림 32. 항공기 Turbofan 엔진 BPR과 Engine Dry Weight에 대한 Composite 적용 - *Composites in Commercial Aircraft Engines, 2014 ~ 2023*

### 3. 항공기 Engine 복합재 구성 부품 및 제조기술

| Turbofan Engine Section  | Typical Applications                                                                                                                                                 |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fan Section              | Spinner cones, fan blades, fan spacers, fan platforms, fan containment cases, bypass ducts, stator vanes, outlet guide vanes, various mounting brackets, cable trays |
| Low-pressure Compressor  | Air-oil seals                                                                                                                                                        |
| High-pressure Compressor | Turbine shrouds                                                                                                                                                      |
| Compressor               | (none found)                                                                                                                                                         |
| High-pressure Turbine    | Fan exit cases                                                                                                                                                       |
| Low-pressure Turbine     | (none found)                                                                                                                                                         |
| Exhaust/Exit             | Exhaust nozzles                                                                                                                                                      |
| Nacelle                  | Inlet lips, fan cowls, access doors, acoustic liners, pylon fairings, blocker doors, thrust reversers and cowlings, support barrels                                  |

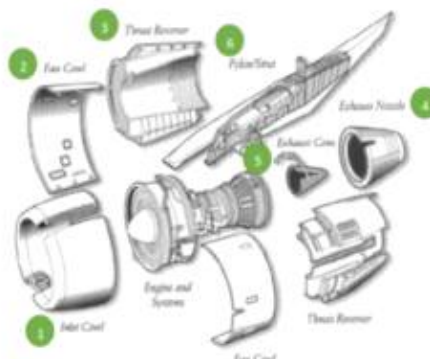


그림 33. 항공기 엔진에 적용된 복합재 부품 예  
- *Composites in Commercial Aircraft Engines, 2014 ~ 2023*

- 항공기 복합재 적용 중 핵심기술의 적용이 이루어지는 항공기엔진의 복합재 구성 부품은 고압과 고온이 발생하는 일부 부위를 제외하고 아래 그림과 같이 Fan Section, Low-pressure Compressor, High-pressure Compressor, High-pressure Turbine, Exhaust/Exit Nozzles, Nacelle 부품 등에 적용되고 있음.

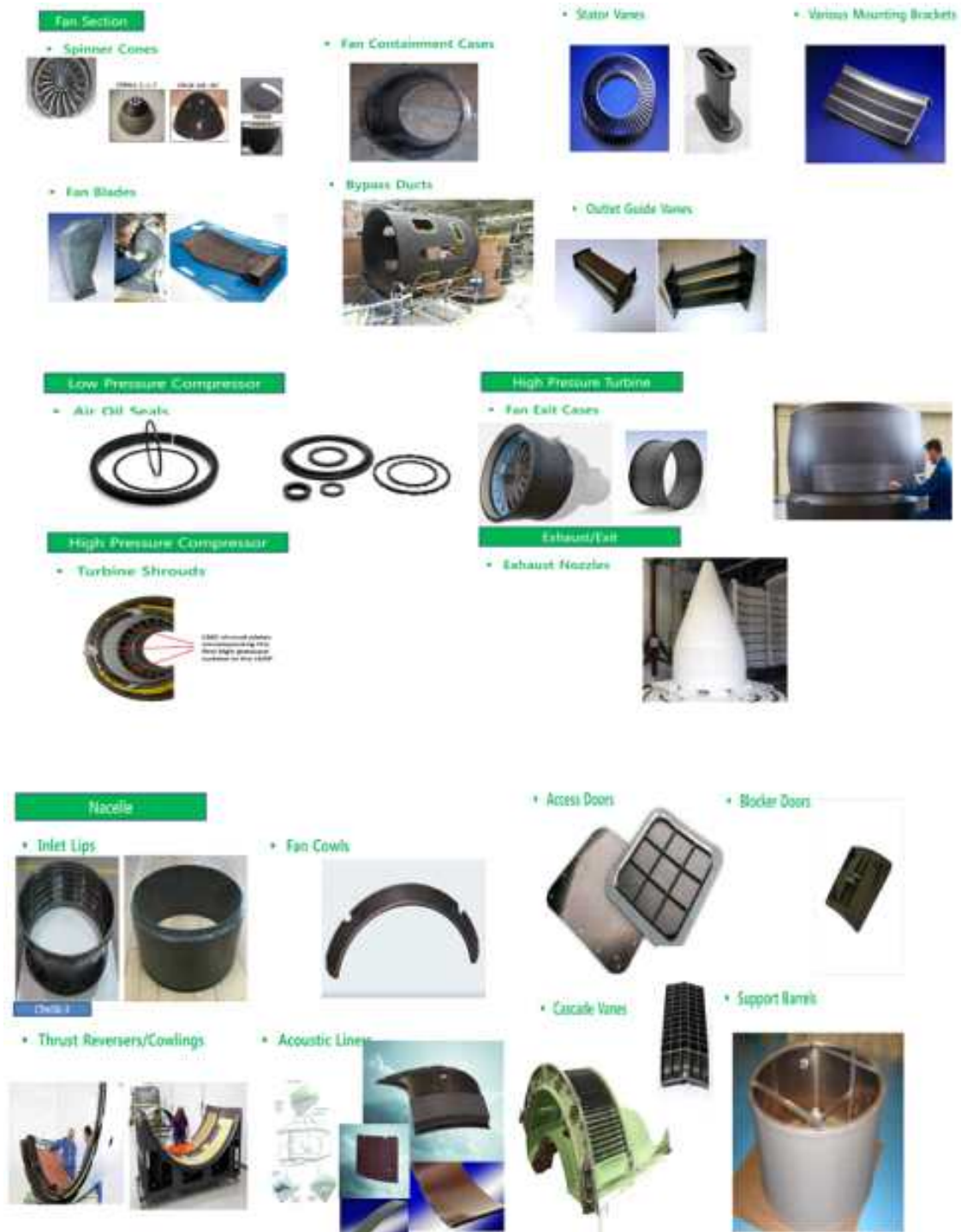


그림 34. 항공기 엔진의 복합재 적용부품 사례

- 복합재로 적용된 엔진 부품의 형상과 적용사례는 그림 34와 같음. 특히 나셀(Nacelle)은 유선형의 ①Inlet cowl, ②Fan cowl, ③Thrust Reverser로 구성되어 있고, 이중 Inlet cowl과 Thrust Reverser는 복합재 구조로 되어있어 수리 및 정비형태가 특수품목(Specialist Activity)로 분류됨.
- 항공기의 복합재 부품성형기술은 1960-1970년대 선박산업(Boat Building Industry)의 wet lay-up 기술이 적용된 후 1980년대 반복생산 및 재현성이 가능한 hand lay-up 기술이 도입되었음.
- 1990년 이후 자동화 시스템 (Automated Tape Laying, Automated Fiber Placement) 기술이 상용화 되어 현재는 자동화 시스템에 의한 항공기 복합재 제조 성형방법이 50% 이상 사용되며, 아울러 현재 항공기 복합재 부품의 1% 내의 기공률 기준에 부합하기위해 오토클레이브 성형이 주류를 이루고 있음.

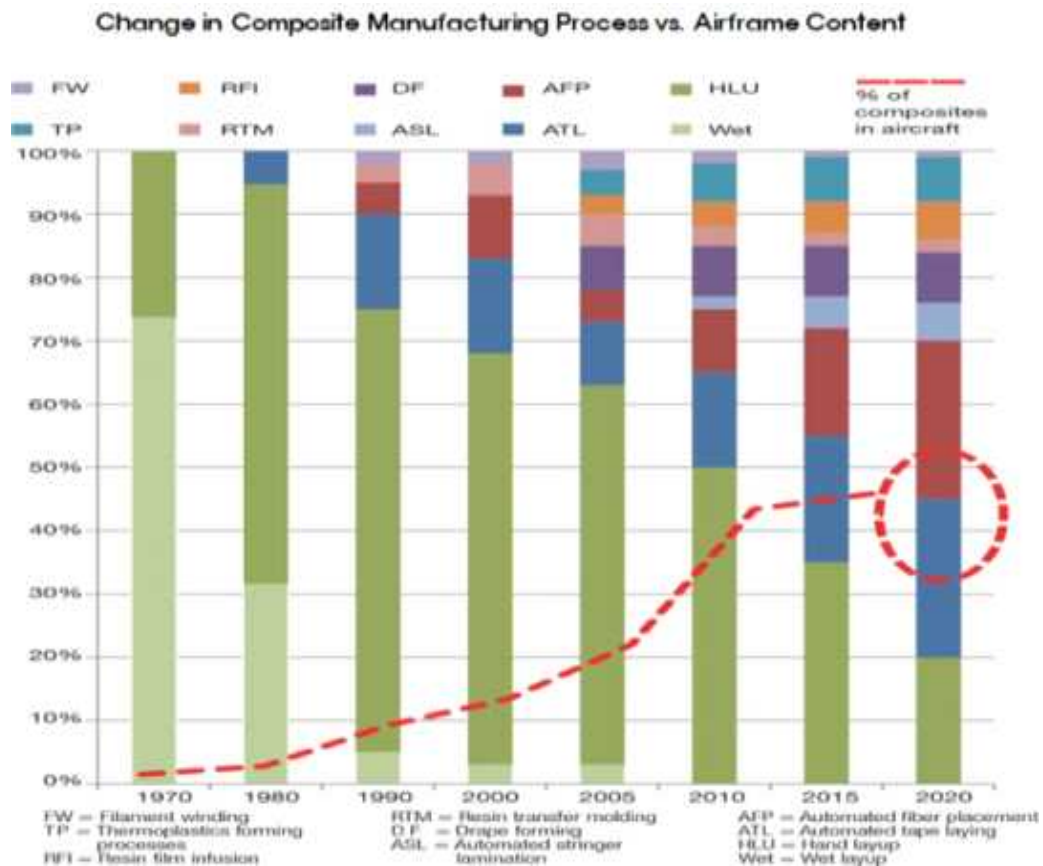


그림 35. 항공기 복합재 제조공정 및 제조공정의 변화

- *The Outlook for Thermoplastics in Aerospace Composites, 2014 ~ 2023*

- 항공기 복합재 적용 중 핵심기술의 적용이 이루어지는 항공기엔진의 복합재 제조공정은 아래 그림과 같이 Autoclave/Hand lay-up [Prepreg]가 68%로 적용되나, 비용절감과 수리시간 절감을 위해 현재 OOA(Out of Autoclave)공정 적용과 기술개발이 늘어나는 추세임.

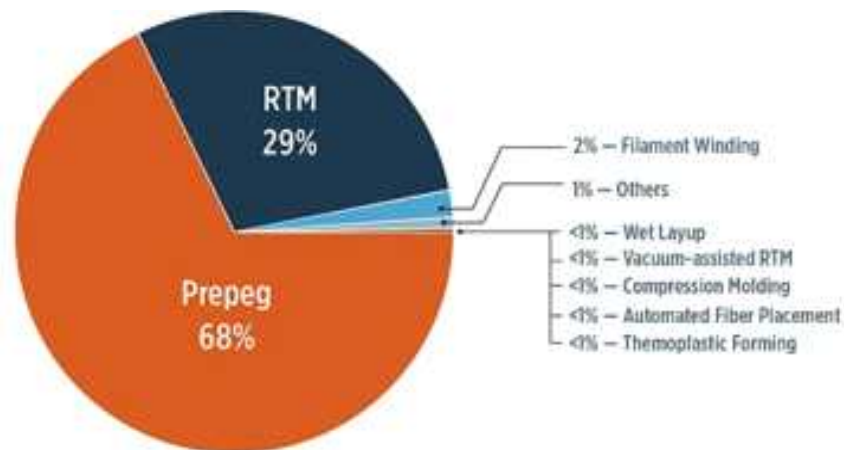


그림 36. 항공기 엔진 복합재 적용 제조 공정비교  
- *Composites in Commercial Aircraft Engines, 2014 ~ 2023*

- 항공기 복합재 제조는 아래 그림의 항공기 복합재 제조비용 구성비율과 같으며, 주요 고려인자는 소재비, 제작비, 조립비 등 임.

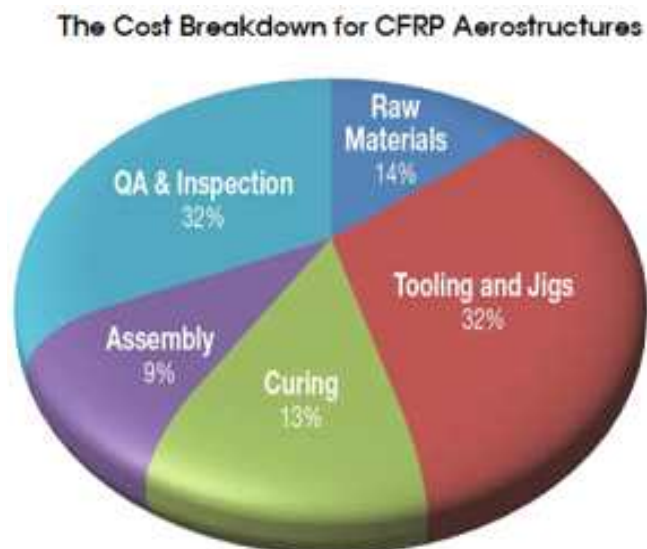


그림 37. 항공기 복합재 제조 공정비 구성비율  
- *The Market for OOA Aerocomposites, 2013~2022*

- 따라서 수리기술은 성형공정기술을 기준으로 비용절감을 위한 적용기술의 개발이 필수적으로, 특히 원가절감과 효율적인 생산을 위한 자동적층장비에 대한 개발이 이루어지고 있음.
- 특히, 제조공정 중 전형적인 제조비용과 다르게 전체 제조비의 32% 이상을 차지하는 품질 및 검사와 제조를 위한 정밀 지그와 공구가 32%로 전체 제조비의 64%를 차지하는데, 이는 복합재의 검사와 수리발생 시 저가의 수리기술 개발과 수리 정밀 지그의 제작기술을 보유하여 비용을 절감해야 하는 부분임.

### 3절 . 항공기 복합재 역추진장치 국내외 시장현황

#### 1. 역추진 장치 시장규모 및 개발동향

- 수송기계 시스템(Transportation Vehicle System)의 전반적인 경량화를 위해 복합재료는 세계적으로 주목받기 시작하였으며, 일부 고기능성 탄소섬유 복합재료는 품귀가 될 정도로 그 수요가 폭발적으로 증가하고 있는 실정임.
- 세계 양대 메이저급 항공기 제조사인 미국 보잉사와 유럽연합 에어버스사의 경우, 항공기 개발 초기부터 복합재 비중을 늘려 항공기 전체 무게를 경량화 함으로써 연료절감 및 공정혁신을 주도하고 있으며, 이는 곧 지구 온난화에 대한 CO<sub>2</sub> 절감의 범세계적인 환경규제 강화정책에 대응하기 위한 대책으로도 인식되고 있음.
- 1960년대부터 시작된 항공기의 복합재 적용률은 최근 50% 이상으로 급속히 확대되어 가고 있으며, 기존에 복합재로 제작된 항공기 부품들의 제품 수명 기한이 다가옴에 따라, 글로벌 항공기 정비 업체들은 복합재 부품 수명 연장 및 수리와 관련된 정비 사업 분야를 핵심 수익 창출 사업 분야로 인식하고 있음.

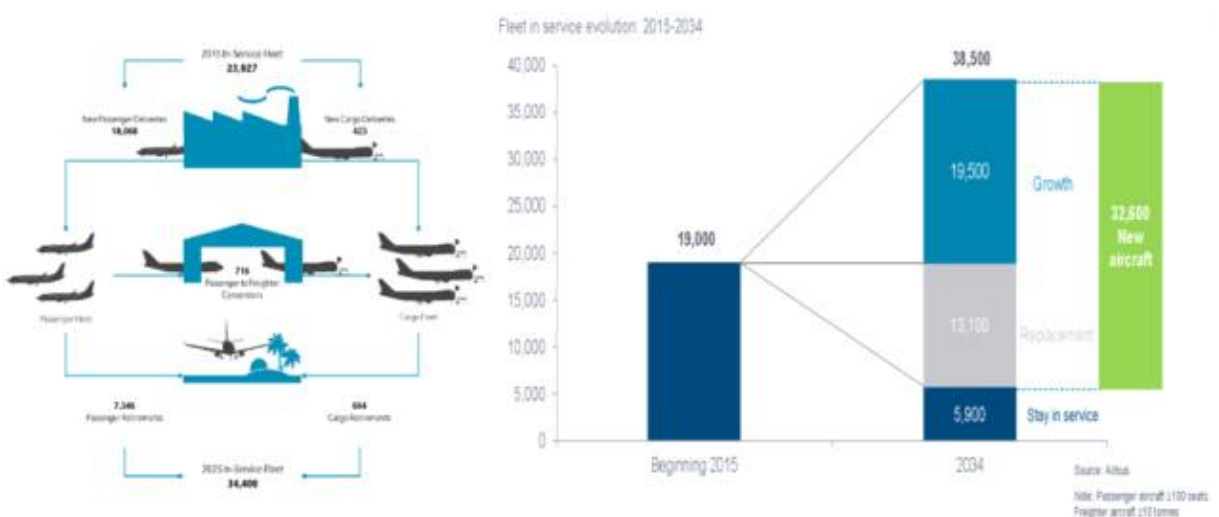


그림 38. Demand for New Passenger and Freight Aircraft

- Global Market Forecast 2015 ~ 2032

- 2015년 기준 19,000 대형항공기가 2034년 38,500대로 2배 이상(5.8 \$ UDT) 증가하고, 이에 따른 엔진의 수요도 2015년 50,478대 (27.9 \$ USB )에서 2025년 70,563대(46.0 \$ USB)로 증가하여 이에 대한 노후화 정비 및 수리수요가 증가하고 있음.

표 8. 국내 역추진장치 보유대수

| 항공사                       | 보유 역추진장치<br>(운용, spare 포함) | 엔진기종                                                  |
|---------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------|
| 대한항공                      | 500 ea                     | CF6 및 CFM 56 :<br>73%<br>PW, GE90, TRENT<br>900 : 27% |
| 아시아나                      | 340 ea                     |                                                       |
| LCC (Low Cost Carrier) 항공 | 154 ea                     |                                                       |
| 군용기                       | 4~6 ea                     |                                                       |
| 합계                        | 1,000 ea                   |                                                       |

- 역추진장치 제작사인 미국 MRAS(Middle River Aircraft Systems社)의 수리 권고 기준으로 국내 역추진장치의 수리 주기를 추정하면 국내는 평균 5.9년 주기로 수리가 필요하며, 이를 국내 시장에 적용할 경우 연간 국내 역추진장치 수리 대수는 약 169ea(1,000ea/5.9년 $\approx$ 169ea/년)개로 국내 보유분의 약 17%.(169ea/1,000ea $\times$ 100 $\approx$ 17%) 수준이 됨
  - MRAS社는 수리 권고 기준으로 장거리 항공기의 경우 18,000 ~ 25,000 flight hour, 단거리 항공기의 경우 6,000 ~ 13,000 flight cycle 주기로 역추진장치 수리를 권장함.
  - 국내 한 항공사는 단거리 항공기의 경우 해당 연평균 약 2200 flight cycle, 장거리 항공기의 경우 연평균 약 3190 flight hour를 나타내어 이를 근거로 역추진 장치의 평균 점검 주기 5.9년 예측됨.(25,000/3,190 $\approx$ 7.8년, 13,000/2,200 $\approx$ 5.9년, 두 값 중 보수적으로 5.9년을 적용)
- 또한 역추진장치에 대한 미연방항공국(FAA)의 비정기적인 감항성 개선명령(AD : Airworthiness Directive)에 의한 수리 대수는 17%이하로 분석되어 평균 수리대수에 추가 계상하지 않음.
- 참고로 역추진장치 관련 최근 감항성 개선명령으로는 ‘FAA AD 2005-22-12“, ”FAA AD 2008-02-17“, “FAA AD 2012-05-02“등이 있으며, “FAA AD 2012-05-02“ 에서는 2017. 05. 09까지 CFM56 엔진 역추진장치에 대하여 다음 사항을 의무적으로 수리 및 점검할 것을 명령하였음.

표 9. FAA AD 2012-05-02

수리 점검 사항

1. MODIFY THE THRUST REVERSER INNER WALLS.
2. INSPECT FOR DAMAGE OF THE INNER WALL INSULATION BLANKETS.
3. MEASURE THE ELECTRICAL CONDUCTIVITY ON THE ALUMINUM UPPER COMPRESSION PADS.
4. INSPECT FOR DISCREPANCIES OF THE INNER WALL.

○ 역추진장치의 수리비는 운항 주기 및 파손정도에 따라서 기회비용 포함 약 1억 ~ 20억 범위로 본 과제에서는 평균 수리비 2억 적용하면 역추진장치의 예상 시장규모는 2015년 기준 국내 338억(2억원×169ea), 아시아 시장은 3,666억, 세계시장은 17,111억으로 예측됨.

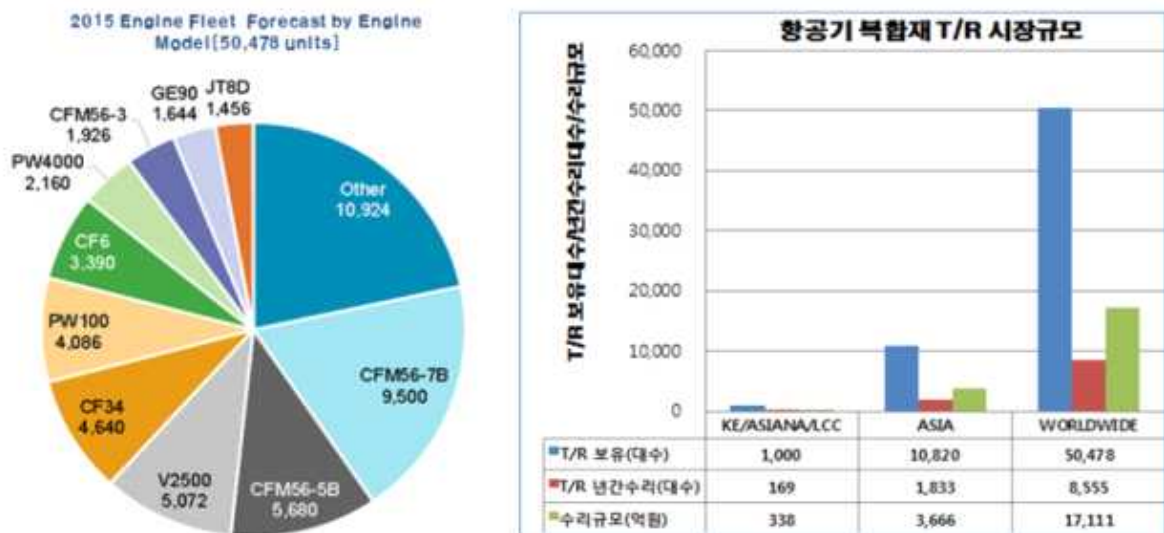


그림 39. 역추진장치 수리 예상 시장규모

- Global Engine Fleet and Market Forecast 2015 ~ 2025, 국내항공사 자료

○ 하지만, 저가 항공사를 포함한 국내 각 항공사의 정비 담당자를 통한 역추진장치의 수리현황을 직접 확인한 결과 항공기의 운용 형태에 따라서 그 수리물량 및 수리방법의 차이를 보이는 것으로 조사되었음.

- 국내 한 대형 항공사의 경우 주력기종인 737과 A330은 자체 수리능력을 보유하고 있으며 이를 제외한, 역추진장치의 외주 수리대수는 각 기종별로 한 두 개 정도로 연평균 약 12기 정도를 수리하는 것으로 조사되었음.
- 또 한 저가 항공사는 감항성개선명령 이외에는 역추진 장치를 장찰 수리 한 적이 없는 것으로 확인되었고, 다른 저가 항공사들의 경우에도 정비 담당자와의 면담 결과 지난 1년간 운항 중 역추진장치의 파손으로 인한 외주 수리 이력은 없는 것으로 조사 분석되었음.
- 결론적으로 실제 면담을 통해서 조사된 국내 역추진장치의 연간 수리 대수는 최대 약 50대 미만이며 이에 따른 실제 국내 시장 규모는 100억원 미만으로 예측되어 역추진 장치 제조사의 예상 규모와는 많은 차이를 나타내었음.
- 아직 국내에서 항공기 엔진 역추진 장치의 수리시장은 미성숙 한 것으로 판단되어, 역추진장치 수리기술만을 대상으로 하는 기술개발사업의 사업화 효과 또한 미미할 것으로 예상됨.

## 가. 국내 기술개발 동향

- 국내 항공기 엔진의 역추진장치의 SRM(Structure Repair Manual) 및 CMM(Component Maintenance Manual)에 지시되지 않은 수리기술 개발은 유일하게 아시아항공이 라인 항공정비 및 AMO 인증 기반으로 범용의 일부 작은 결함을 DER 승인에 의해 한시적 수리를 하는 수준임.

표 10. 국내 역추진장치 수리수요 현황(2015), - 국내 각 항공사 조사

| 항공사                      | 수리형태           | 비고                                  | 수리수요                                       |
|--------------------------|----------------|-------------------------------------|--------------------------------------------|
| 대한항공                     | 경정비 및 해외수리     | Manual 내 수리<br>Off-set<br>해외교체      | Off-set 계약 만료 후 국내 개발기술이 있다면 수리검토 가능       |
| 아시아나항공                   | 경정비 및 범용수리     | Manual 내 수리<br>DER Approval<br>일부수리 | 해외전문 수리업체 JV 협력 등 수리기술 확보 검토 중<br>국내수리 절실함 |
| LCC (Low Cost Carrier)항공 | FAA AD 권고 해외수리 | Nordam UK,<br>Triumph,<br>AACL 등    | 국내 FAA 인가 수리업체가 있다면 국내수리 가능.               |
| 공군                       | FAA AD 권고 해외수리 | B737/E-737<br>조기경보기                 | 국내 FAA 인가 수리업체가 있다면 국내수리 가능                |

- 대부분 국내항공사의 역량은 엔진에 국한적인 경정비 및 중정비 기술로 정비를 수행하고 있으나, 역추진장치와 같은 복합재 엔진 구조물에 대한 정비의 경우, 국내 대한항공 및 아시아나항공만 내부 정비수리기술에 의한 정비 지침서 기준 범위 내 수리를 수행하고 대부분 해외 업체로 위탁하고 있음.
- 대한항공은 PW400엔진, JT8D/9D 등에 대해서 FAA와 국토부로부터 승인을 받아 제한적으로 정비를 수행하며, 아시아나항공은 김포와 인천지역에서 운항 정비와 공장 정비의 일부를 수행하고 있으나, 위탁 정비에 보다 비중을 두고 있음

- 한국항공우주산업에서는 일부 군용기의 기체 MRO를 수행하고 있으며, 장비품 제작 업체들로부터 부품 공급을 받아 교체 정비를 하는 체계를 구축하고 있고, 제주항공, 이스타항공 및 티웨이항공 등은 자사의 역추진장치를 각각 해외 전문 수리업체에 위탁수리를 시행하고 있음.
- 국내 항공사 항공기 보유대수는 2015년 기준으로 299대(여객기 260대, 화물기 39대)로 B737 기종과 B747, B777 기종이 65% 이상을 차지함.



그림 40. 국내 항공사 보유 기종별 대수

- 국내 항공기 기종별 기령 및 엔진종류는 표 10.과 같으며, 이중 기령이 15년 이상 사용한 국내 항공기인 B737, B747, B777 기종의 역추진장치는 CF6, CFM56 계열임.

표 11. 국내 항공기 기종별 기령(사용 년수) 및 엔진종류(2014)

- 데이터분석정보/교통\_국내 항공사 항공기 보유현황

| 업체명                 | 용도  | 기종         | 대수  | 기령     |        |        |       | Engine Type                                   |
|---------------------|-----|------------|-----|--------|--------|--------|-------|-----------------------------------------------|
|                     |     |            |     | 10년 미만 | 10년 이하 | 10년 초과 | 평균 기령 |                                               |
| 대한항공 (KAL)          | 여객기 | B737-800   | 12  | 14     | 3      | 0      | 5.56  | CFM56-7 Series                                |
|                     |     | B737-900   | 16  | 1      | 13     | 0      | 11.75 | CFM56-7 Series                                |
|                     |     | B737-900ER | 8   | 8      | 0      | 0      | 3.7   | CFM56-7 Series                                |
|                     |     | B777-300   | 17  | 8      | 9      | 0      | 11.37 | PW 4077, RR R77, GE90-77B                     |
|                     |     | B777-300   | 4   | 0      | 4      | 0      | 16.12 | PW 4098, RR R99, GE90-92B/94B                 |
|                     |     | B777-300ER | 12  | 12     | 0      | 0      | 3.96  | GE90-115B1                                    |
|                     |     | B747-400   | 15  | 0      | 13     | 2      | 16.54 | PW 4042, CF6-80C2A3F, RR RB211-324G/H         |
|                     |     | A330-300   | 8   | 5      | 3      | 0      | 8.49  | CF6-80E1, PW 4000, Trent 700                  |
|                     |     | A330-300   | 18  | 3      | 13     | 0      | 12.56 | CF6-80E1, PW 4000, Trent 700                  |
|                     |     | A380-800   | 10  | 10     | 0      | 0      | 3.88  | GP 7270, Trent 970, Trent 972                 |
|                     |     | 소계         | 123 | 59     | 61     | 3      | 9.84  |                                               |
|                     | 화물기 | B747-400F  | 17  | 3      | 14     | 0      | 13.38 | PW 4042, CF-80C2A3F, RR RB211-324G/H          |
|                     |     | B747-8F    | 5   | 5      | 0      | 0      | 1.88  | Gema-2367                                     |
|                     |     | B777F      | 4   | 4      | 0      | 0      | 2.18  | GE90-110B1/115B1                              |
|                     |     | 소계         | 26  | 12     | 14     | 0      | 8.79  |                                               |
|                     | 합계  |            | 149 | 71     | 75     | 3      | 9.66  |                                               |
| 아시아나 항공 (ASIANA)    | 여객기 | B777-300   | 12  | 7      | 5      | 0      | 8.62  | PW 4077, RR R77, GE90-77B                     |
|                     |     | B747-400   | 4   | 0      | 3      | 1      | 16.38 | PW 4042, CF6-80C2A3F, RR RB211-324G/H         |
|                     |     | B747-300   | 7   | 0      | 6      | 1      | 16.44 | PW190-76A, PW 4052, CF6-80A/C2, RR RB211-324H |
|                     |     | A321-100   | 2   | 0      | 2      | 0      | 13.98 | CFM56, V2300                                  |
|                     |     | A321-200   | 23  | 16     | 7      | 0      | 3.55  | CFM56, V2300                                  |
|                     |     | A320-300   | 8   | 8      | 0      | 0      | 3.46  | CFM56-5, V2500                                |
|                     |     | A330-300   | 15  | 14     | 1      | 0      | 5.47  | CF6-80E1, PW 4000, Trent 700                  |
|                     |     | A380-800   | 2   | 2      | 0      | 0      | 1.02  | GP 7270, Trent 970, Trent 972                 |
|                     |     | 소계         | 73  | 47     | 24     | 2      | 8.29  |                                               |
|                     | 화물기 | B747-400F  | 10  | 0      | 4      | 6      | 19.11 | PW 4042, CF-80C2A3F, RR RB211-324G/H          |
|                     |     | B747-300F  | 1   | 0      | 1      | 0      | 18.3  | PW 4056/4045/4042, CF6-80C2, RR RB211-324G/H  |
|                     |     | 소계         | 11  | 0      | 5      | 6      | 19.03 |                                               |
|                     | 합계  |            | 84  | 47     | 29     | 8      | 9.63  |                                               |
| 에어부산 (AIR BUSAN)    | 여객기 | B737-400   | 4   | 0      | 4      | 0      | 18.16 | CFM56-3 Series                                |
|                     |     | B737-300   | 1   | 0      | 1      | 0      | 18.43 | CFM56-3 Series                                |
|                     |     | A320-200   | 3   | 3      | 0      | 0      | 8.51  | CFM56-3 Series, V2300 Series                  |
|                     |     | A321-200   | 6   | 0      | 6      | 0      | 12.77 | CFM56-5 Series, V2300 Series                  |
|                     | 합계  |            | 14  | 3      | 11     | 0      | 13.89 |                                               |
| 에어인천 (AIR INCHEON)  | 화물기 | B737-400F  | 2   | 0      | 0      | 2      | 23.23 | CFM56-3 Series                                |
|                     | 합계  |            | 2   | 0      | 0      | 2      | 23.23 |                                               |
| 이스타항공 (EASTAR ,ETI) | 여객기 | B737-700   | 4   | 0      | 4      | 0      | 11.98 | CFM56-7 Series                                |
|                     |     | B737-800   | 7   | 1      | 6      | 0      | 14.41 | CFM56-7 Series                                |
|                     | 합계  |            | 11  | 1      | 10     | 0      | 14.41 |                                               |
| 제주항공 (JEU AIR)      | 여객기 | B737-800   | 17  | 3      | 14     | 0      | 12.59 | CFM56-7 Series                                |
|                     | 합계  |            | 17  | 3      | 14     | 0      | 12.59 |                                               |
| 진에어 (JIN AIR)       | 여객기 | B737-800   | 12  | 0      | 12     | 0      | 14.58 | CFM56-7 Series                                |
|                     |     | B777-300   | 1   | 1      | 0      | 0      | 8.49  | PW 4077, RR R77, GE90-77B                     |
|                     | 합계  |            | 13  | 1      | 12     | 0      | 13.93 |                                               |
| 티웨이항공 (Tway Air)    | 여객기 | B737-800   | 8   | 4      | 5      | 0      | 10.43 | CFM56-7 Series                                |
|                     | 합계  |            | 8   | 4      | 5      | 0      | 10.43 |                                               |
|                     | 여객기 |            | 240 | 121    | 134    | 5      | 10.19 |                                               |
|                     | 화물기 |            | 39  | 12     | 19     | 8      | 12.43 |                                               |
|                     | 합계  |            | 279 | 133    | 153    | 13     | 10.43 |                                               |

## 나. 해외 개발 동향

- 국외 선진 업체의 경우, 이미 오래 전부터 노후 항공기의 수명 연장을 위해 손상된 부분에 적용 가능한 다양한 수리 기법을 지속적으로 연구/활용 하고 있음.
- 국외에서 활용하고 있는 복합재 구조물의 수리 기법은 Cosmetic (Non-Structural) Repair, Resin Injection, Structural Bonded External Doubler Repair (Uniform/Stepped Lap Repair), Taper Sanded Repair (Scarf Repair), Mechanically Fastened Structural Repair 등이 있음.
- 대표적인 수리 기법인 패치를 이용한 수리 방법은 1940년대 Forker사와 Aero Research사에서 처음 개발되어 사용 된 이후, 항공기 2차 구조물의 피로 취약 부위에 대한 수명 개선 방법으로 발전되어 왔음. 현재 F-16, F-111, C-130 등 주요 항공기에 패치 방법 적용됨.
- 이에 EADS Innovation, DLR 등 해외 연구기관과 CleanLaser & SLCR, GKN Aerospace, 등의 수리업체는 자동화 수리, 수리소재 및 다양한 수리절차와 방법들을 주제로 활발한 연구개발이 이루어지고 있음.
- 향후 항공기의 복합재 수리기술은 항공기 MRO 시장의 핵심으로 항공사, 제조사, 소재공급업체, MRO 수리업체들의 끊임없는 연구와 투자, 그리고 숙련된 전문수리인력을 교육하고 확보해야 하는 실정임.
- 항공기 탄소복합재부품의 검사 및 수리기술은 HEXCEL 등 소재업체와 HEATCON, AEROTECS, ABARIS 등 장비업체가 개발하여 SRM(Structure Repair Manual)에 등재하며, 대부분 수리부품 “KIT화”를 통한 수리 소요시간 절감 방안과 그에 따른 검증을 진행하고 있음.

표 12. 해외 역추진장치 수리전문업체 및 수리능력 - 국내 항공사 제공

| 수리전문업체                                                  | 업체위치                                                                               | 수리 Engine Type                                                                                | 수리능력/Capa.         |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Triumph<br>Airborne<br>Structure                        | Akansas[US]                                                                        | CFM56-3, CFM56-7B,<br>V2500, PW2000,<br>RN211-535, CF6-80C2,<br>PW4000                        | Over 225 units/yr. |
| Goodrich<br>Aerostructure                               | Alabama,<br>California,<br>Scotland, France,<br>Singapore, Dubai,<br>China, Brazil | All Airbus and Boeing,<br>B787, A350                                                          | Largest Provider   |
| Spirit<br>Aerosystems                                   | Kansas, Scotland                                                                   | CFM56-3, CFM56-7B,<br>PW2000, PW4000-94,<br>CF6-80C2, PW4000-112,<br>GE90                     | Over 100 units/yr. |
| SR Technics                                             | Switzerland                                                                        | CFM56-5A/-5B,<br>CFM56-7B, PW4000-94                                                          | 50 Units/yr.       |
| Lufthansa<br>Technik                                    | Germany                                                                            | CFM56-3, CFM56-7B,<br>CFM56-5A/-5B/-5C,<br>V2500-A1/-A5,<br>CF6-80C2, Trent 500,<br>Trent 700 | 150 Units/yr.      |
| Air France KLM<br>Engineering &<br>Maintenance<br>Group | France,<br>Netherlands                                                             | CFM56 Family, CF6<br>Family, GE 90 Family                                                     | 150 Units/yr.      |
| Aircelle                                                | Dubai(UAE)                                                                         | Trent 500, Trent 700,<br>Trent 800, CF 34 Family                                              | 75 Units/yr.       |

- 항공기의 복합재 적용과 증가로 인한 항공기의 정비관리 운용과 수리가 기존 금속재질의 정비와 수리관리와 전혀 다른 특수한 복합재 성형 및 수리 전문기술과 복합재 적용에 따른 절차화 된 수리기술이 FAA와 EASA에 정하는 문서화가 이루어지지 않아, 일부 작은 결함과 기체 수리에 대한 CMM과 SRM에 의거 일부 수리가 이루어지고 있으며, 이에 대한 본격적인 기술개발은 OEM사와 해외 복합재 전문기관에서 독점적 개발이 활발히 이루어지고 있음.
- 특히, 미연방규격 FAR25.571에 따르면, 수리 부위에 대한 안전성 입증은 수리된 구조부의 손상 허용 거동까지 확인할 것을 명시하고 있음.

표 13. 해외 역추진장치 핵심 수리전문업체 인가/인증 보유현황 - 회사별 홈페이지

| 업체                             | 인가/인증 보유                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nordam                         | ISO 9001:2008 & AS 9100C, EASA PART 145(CN:EASA 145.4699,FAA FAR 145(CN:EZ22812K), ISO9100C<br>*CF6,-6, CF6-50, CF6-80A, CFM56-7                                                                                                                                                     |
| Triumph Aviation Services-Asia | FAA 145(CN:EM7R096J) FAA(USA), EASA(EU), DCA(Thailand), CAAC(China), CAAS(Singapore), CAAB(Bangladesh), DGAC(Indonesia), CAAV(Vietnam), DCA(Malaysia), DCA(Philippines) ISO/AS9110, 100 approved DERs<br>*CFM56-3/-5B/-5C/-7, CF6-80C2/-50, CF34-3B, V2500-A1/-A5/-D5, PW4000 Series |
| Lufthansa Technik              | ARC(Airframe Related Components) - The trademark in composite repairs<br>*CFM56-3, -7, CFM56-5A,-5B,-5C, CFM34-3,-8C,-10E, V2500-A1,-A5, CF6-PW4000, JT9D-7R4, Trent 700, Trent 900                                                                                                  |
| SR Technics                    | EASA PART 145-CH.145.200, EASA PART 147-CH.147.0009, EASA PART 21 APPROVED ENGINEERING, 14 VFR 145-SWRY3221, ISO 9001:2008<br>*PW4000-94/-100, CFM56-5A/-5B, CFM56-5C/CFM56-7                                                                                                        |

- 국외의 경우, 대학과 국가 지원 연구소, 그리고 상용 소프트웨어 개발 회사가 협력하여 복합소재 구조 설계 및 해석을 위한 전산 환경도 개발하고 있고, 세계적인 항공 제작사들은 자체적인 소프트웨어를 개발하고 있으며, 민항기 개발에 사용하고 있으나, 일반 및 타 기업에 공개하지 않고 있음.
- 선진 항공 MRO 업체에서는 복합재 구조물의 수리 공정 시, 소요 시간과 비용 절감을 위하여 지속적으로 새로운 수리 기술과 Jig 및 장치 개발 통해 MRO 산업에서의 경쟁력을 강화하고 있음.
- 역추진장치는 항공기 Engine의 핵심부품으로 수리는 Specialist Activity사항으로 역추진장치의 노후화에 따른 큰 결함으로 항공사별 자체 수리기술은 점점 줄어들고 독립된 전문 수리업체에 수리를 수행하며, 수리주기는 Wide-body 평균 7~8년 주기, Narrow-body 평균 6~7년 주기 실제 항공사별 전기종 평균 3~4년 주기로 장탈 수리하고 있음.
- 해외 역추진장치의 수리전문업체는 FAA/EASA Part 145 Repair Station 인가, 기종별 수리기술과 더불어 DER 승인을 통해 전문기술 및 추가기술 확보가 이루어지고 있음.



| Fan Reverser Overhaul Sample Schedule |                        |                     |                      |
|---------------------------------------|------------------------|---------------------|----------------------|
| Translating Cowling Sample            | Fixed Structure Sample | Long Range Aircraft | Short Range Aircraft |
| First                                 |                        | 10,000 hours        | 3,500 cycles         |
| Second                                | First                  | 15,000 hours        | 7,000 cycles         |
| Third                                 | Second                 | 20,000 hours        | 10,500 cycles        |
| Fourth                                | Third                  | 25,000 hours        | 14,000 cycles        |
|                                       | Fourth                 | 30,000 hours        | 17,500 cycles        |

MRAS PSE recommends that the following Fan Reverser Overhaul Sample Schedule be followed to help an airline establish its Fan Reverser overhaul interval. If an airline's aircraft utilization is a mix of both long and short range, the airline should establish separate Overhaul Sample Programs for its long range aircraft and for its short range aircraft.

그림 41. 역추진장치 결함발생 시점과 운영주기별 수리방법

- Engine Nacelles-AIRFRANCE INDUSTRIES KLM

- 해외 OEM 업체들은 수리방법 공개를 꺼리고 있는 실정으로, 전문 수리업체들이 DER 승인 기술개발이 활발하게 이루어지며, 동시에 항공사와 연계한 기술협력 또는 합자회사 설립을 통한 수리시장 확보가 이루어지고 있음.
- 항공기 역추진장치 수리는 운용주기와 제작사의 권고하는 비행시간과 비행 주기를 기준으로 하는데 사용 년 수와 횟수가 증가할수록 CMM과 SRM의 한계를 벗어나는 결함률이 증가하여 이에 대한 수리비가 증가함. 또한 수리시기가 늦어지면 수리결함이 커져 오토클레이브 수리에 의한 수리발생이 주기 단축으로 수리비용이 증가하는 결과를 초래함.
- 역추진장치의 수리비용은 사용시간과 주기 그리고 수리빈도에 따라 비용이 US \$ 200,000 (~2억)에서 US \$ 1,000,000(~10억)으로 연간 항공사의 운영에 따른 수리비용은 증가하는 추세이고, 수리자체가 특수 분야로 일본 전문수리업체에서 만 수리를 하여, 수리업체가 가격을 결정하는 구조임.

표 14. 엔진 모델 별 역추진장치의 수리비용 - 국내 항공사 제공

| Engine                 | Body Type            | Popularity | Interval                             | Cost[US \$]       |
|------------------------|----------------------|------------|--------------------------------------|-------------------|
| V2500,<br>CFM56-5B/-7B | Narrow body          | Good       | FC 12,000~20,000<br>FH 18,000~30,000 | 200,000           |
| CF6-80C2               | Smaller Wide<br>body | Popular    | FC 6,000~8,000<br>FH 35,000~60,000   | 180,000~300,000   |
| PW4000-94              | Smaller Wide<br>body | Unpopular  | FC 6,000~8,000<br>FH 35,000~60,000   | 300,000~400,000   |
| PW4000-100             | Wide body            | Unpopular  | -                                    | 450,000~600,000   |
| Trent 700              | Wide body            | Unpopular  | Shorter Interval                     | 500,000~1,000,000 |

- 수리항목은 Hydraulic and Pneumatic lines 교환, cowls skin 수리/교환, composite materials 수리/교환, Cascade 수리/교환 등으로 이루어짐.
- 많은 항공사들은 항공기 역추진장치의 재고 관리 및 운용을 수행하고 있으며, 이에 대한 투자 및 비용을 줄이기 위해 역추진장치를 선택적으로 반쪽을 장탈 수리 후 남은 반쪽을 다음 순으로 장탈 수리하여 비용을 절감하기도 함. 또한, 항공사는 Spare 역추진장치를 직접 소유하거나 전문정비업체에 재고물품을 임차 사용함.

표 15. 엔진 모델 별 역추진장치의 Spare 비용 - 국내 항공사 제공

| Engine Type                         | CFM56<br>-5B | CFM56<br>-5C | CFM56<br>-3 | V2500   | PW4000<br>-94 | Trent<br>700 |
|-------------------------------------|--------------|--------------|-------------|---------|---------------|--------------|
| Spare Unit<br>Price<br>[US Mil. \$] | 1.5~2.0      | 1.8~2.5      | 0.15~0.2    | 3.0~3.5 | 1.2~1.6       | 3.8~4.0      |

- 역추진장치 정비전문업체는 역추진장치 Repair, Overhaul 기간 동안 여유분 역추진장치의 임대 뿐만 아니라 광범위한 기술서비스를 제공하고 있으며, 장기계약 경우 제품의 수리 또는 교환의 방법을 함께 제공하고 있음.

## 2. 역추진 장치 수리업체 및 인증/인가 사항

- 항공기 Engine의 역추진장치의 수리는 FAA/EASA Part 145 Repair Station 인가와 AMO 인가조직을 갖추어야 하며, 인가된 조직과 시설을 바탕으로 수리기술 중 일부 CMM과 SRM 한계를 벗어나는 수리도 DER 승인에 의해 확보 가능함.
- 항공기 복합재 부품의 수리를 위해서는 FAA, JAA(Joint Aviation Authorities)의 재료, 구조, 복합재의 규정을 준수할 수 있는 기술과 시설을 기반으로 항공기 동체 및 엔진파트 수리를 수행하여야 함.

표 16. 역추진장치 수리 인가/인증 보유형태

- 회사별 홈페이지

| 업 체                                       | 인가/인증보유                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nordam                                    | ISO 9001:2008 & AS 9100C, EASA PART 145(CN:EASA 145.4699), FAA FAR 145(CN:EZ22812K), ISO9100C<br>*CF6,-6, CF6-50, CF6-80A, CFM56-7                                                                                                                                                      |
| Triumph Aviation Services-Asia            | FAA 145(CN:EM7R096J), FAA(USA), EASA(EU), DCA(Thailand), CAAC(China), CAAS(Singapore), CAAB(Bangladesh), DGAC(Indonesia), CAAV(Vietnam), DCA(Malaysia), DCA(Philippines)<br>ISO/AS9110,100 approved DERs<br>*CFM56-3/-5B/-5C/-7, CF6-80C2/-50, CF34-3B, V2500-A1/-A5/-D5, PW4000 Series |
| Lufthansa Technik                         | ARC(Airframe Related Components) - The trademark in composite repairs<br>*CFM56-3,-7, CFM56-5A,-5B,-5C, CF34-8C,-10E, V2500-A1,-A5, CF6-80C2,-E1, GE90-9x,-1xx, GEnx-2B, PW150A(blades)<br>PW4000,JT9D-7R4, Trent 500, Trent 700, Trent 900                                             |
| SR Techics                                | EASA PART 145-CH.145.200, EASA PART 147-CH.147.0009, EASA PART21 APPROVED ENGINEERING, 14VFR 145-SWRY3221, ISO9001:2008<br>*PW4000-94/-100, CFM56-5A/-5B, CFM56-5C, CFM56-7                                                                                                             |
| BCAR(Boeing Australia Component Repair)   | FAA FAR 145(CN:ToQY719Y), EASA PART 145(#EASA 145.6160)<br>*OEM Certified, Trent 800, CF6-80, CFM56-7, V2500                                                                                                                                                                            |
| DAS(Dallas Aeronautical Services)         | FAA Part 145(CN:CR5#XQDR264Y), EASA Part145(#EASA 145.6160)<br>*GII, GIII, GIV&G400                                                                                                                                                                                                     |
| AMES(Aerostructures Middle East Services) | EASA, GCAA(UAE) MRO Facility Approval, EASA Part 145<br>*AFI KLM E&M(AIR FRANCE KLM Group): Aircelle(safran Group)=50:50 JV<br>CF6-80C2A, CF6-80E, CFM56-5A/-5B/-7, Trent 700,500,900 & GP 7200, CF6-80C2D, CF6-80C2B, GE90, CF34-8E                                                    |
| Hawker Pacific Aerospace                  | A59100C, A59110B, FAA Part 145(CN:RJ3R817L), EASA 145-4518, ISO9001:2008, CAAC(No:F00100042), CAAB<br>*V2500(A320 Family)                                                                                                                                                               |
| Evergreen Aviation Technology             | FAA, EASA, JCAB Part 145<br>*Evergreen Groups's EVA Air: General Electric(GE) JV<br>CF6-80C2, E-V2500                                                                                                                                                                                   |

표 17. FAA/JAA Requirements for Material Allowable

| 규정                                         | 내용                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FAR 25.613, "Material Strength Properties" | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Statistical basis</li> <li>- Environmental effects accounted for</li> <li>- MIL-H-17B</li> </ul> |
| FAR 25.615, "Design Properties"            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- "A" basis for single load path</li> <li>- "B" basis for redundant structure</li> </ul>           |
| FAA AC 20-107A                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Composite Aircraft Structure</li> </ul>                                                          |
| JAR 25.613, 25.615, and 25.603             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Similar to FAA Regulations</li> </ul>                                                            |

표 18. FAA/JAA Regulations that Govern Structural Materials

| 규정                                    | 내용                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FAR 25.603, "Materials"               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Suitability and durability established by tests</li> <li>- Conform to specifications that ensure strength</li> <li>- Takes into account environmental conditions</li> </ul> |
| FAR 25.605, "Fabrication Methods"     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fabrication methods must produce consistently sound structure(repeatability)</li> <li>- New methods must be substantiated by tests</li> </ul>                               |
| FAR 25.609, "Protection of Structure" | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Protected against deterioration or loss of strength</li> </ul>                                                                                                              |
| JAR 25.603, 25.605, and 25.609        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Similar to FAA Regulations</li> </ul>                                                                                                                                       |

표 19. FAA/JAA Advisories that Govern Composite Materials

- *Composite Materials for Aerospace Structures*

| 규정                                                                         | 내용                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FAA AC 20-107A, "Composite Aircraft Structure"                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presents an acceptable-but not the only-means for certifying advanced composite structure</li> </ul>                   |
| FAA AC 21-26, "Quality Control for the Manufacture of Composite Structure" | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presents an acceptable- but not the only-means for complying with the quality control requirement of FAR 21</li> </ul> |
| JAA ACJ 25.603, "Composite Aircraft Structure"                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Similar to FAA AC 20-107A Regulations</li> </ul>                                                                       |

- 복합재 수리를 위한 전문가 인증은 FAA AC(Advisory Circular) 65-33 "Development of Training/Qualification Programs for Composite Maintenance Technicians"에 MRO 서비스 업체는 복합재 수리 전문가의 교육 프로그램 개발 및 시행에 대해 FAA에 승인받도록 권고하고 있음.

표 20. 복합재 전문 자격 및 승인 교육 프로그램 (AC 65-33 예)

- FAA AC 65-33 *Development of Training/Qualification Programs for Composite Maintenance Technicians*

| Course                                             | Curriculum                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Basic Knowledge of Composite Technology            | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Objective: Understand the Basics of Composite Materials Technology.</li> <li>2. Objective: Understand the Basics of Composite Materials Maintenance and Repair.</li> <li>3. Objective: Understand Other Critical Elements of Composite Maintenance and Repair.</li> <li>4. Objective: Knowledge of Composite Maintenance Research and Industry.</li> <li>5. Objective: Understand Roles and Responsibilities.</li> <li>6. Objective: Identify and Describe Information in Required Documentation.</li> <li>7. Objective: Describe Safe Handling of Advanced Composite Materials.</li> </ol> |
| Inspection, Damage Detection, and Characterization | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Objective: Recognize Composite Damage Types and Sources.</li> <li>2. Objective: Describe Composite Inspection Procedures.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Composite Repair Process                           | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Objective: Describe Composite Laminate Fabrication and Bonded Repair Methods.</li> <li>2. Objective: Perform a Simple Bonded Composite Repair.</li> <li>3. Objective: Describe Composite Laminated Bolted Assembly and Repair Methods.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

- 이에 대한 권고 교육 프로그램에 대한 예는 표 19와 같으며, 관련 자료는 AC 20-107(Composite Aircraft Structure), DOT/FAA/AR-09/0(Regional Laboratory Development Composite Maintenance Education, Including Repair Manual, Dec. 2009), Society of Automotive Engineers(SAE) Aerospace AIR5719(Teaching Points for Awareness Class on "Critical Issues in Composite Maintenance and Repair)가 있음.
- 추가적으로 PMMA(Professional Aviation Maintenance Assn.)과 SAE Institute 도 항공기 복합재 수리에 대한 전문가 인증을 개발하고 있음.

### 3. 역추진장치 수리업체 및 수리능력

- 항공기 역추진장치의 수리는 OEM 제작사 및 관련 자회사를 제외한 기 언급한 수리 전문업체 기준으로 표 20과 같이 전 세계적으로 Triumph Airborne Structure가 연간 225개의 수리능력을 보유하고 전문적인 수리를 수행하고 있음.



그림 42. 복합재 수리 - Lufuthansa Technik

표 21. 해외 역추진장치 수리 전문업체 및 수리능력 - 국내 항공사 제공

| 수리전문업체                                         | 업체위치                                                                            | 수리 Engine Type                                                                                   | 수리능력/Capa.         |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Triumph Airborne Structure                     | Akansas[US]                                                                     | CFM56-3,<br>CFM56-7B, V2500,<br>PW2000, RN211-535,<br>CF6-80C2, PW4000                           | Over 225 units/yr. |
| Goodrich Aerostructure                         | Alabama, California,<br>Scotland, France,<br>Singapore, Dubai,<br>China, Brazil | All Airbus and<br>Boeing, B787, A350                                                             | Largest Provider   |
| Spirit Aerosystems                             | Kansas, Scotland                                                                | CFM56-3,<br>CFM56-7B, PW2000,<br>PW4000-94,<br>CF6-80C2,<br>PW4000-112, GE90                     | Over 100 units/yr. |
| SR Technics                                    | Switzerland                                                                     | CFM56-5A/-5B,<br>CFM56-7B,<br>PW4000-94                                                          | 50 Units/yr.       |
| Lufthansa Technik                              | Germany                                                                         | CFM56-3,<br>CFM56-7B,<br>CFM56-5A/-5B/-5C,<br>V2500-A1/-A5,<br>CF6-80C2, Trent<br>500, Trent 700 | 150 Units/yr.      |
| Air France KLM Engineering & Maintenance Group | France, Netherlands                                                             | CFM56 Family, CF6<br>Family, GE 90<br>Family                                                     | 150 Units/yr.      |
| Aircelle                                       | Dubai(UAE)                                                                      | Trent 500, Trent<br>700, Trent 800, CF<br>34 Family                                              | 75 Units/yr.       |
| American Composite                             | Florida[US]                                                                     | CFM56 Family,<br>V2500, CF6 Family                                                               | -                  |
| Iberia Maintenance                             | Spain                                                                           | CFM56-5A/-5B/-5C,<br>CF6-80, Trent500,<br>JT8D-200,<br>RB211-535E4                               | 60 Units/yr.       |
| TAP Maintenance & Engineering                  | Portugal                                                                        | CFM56-5A/05B,<br>CFM56-C,<br>CF6-80C2                                                            | -                  |

#### 4. 역추진장치 Type 및 적용기종

- 국내 항공사 보유 역추진장치 형태는 CFM56 계열 Clamshell 또는 CF6계열 및 대부분 BPR이 큰 Cascade형 엔진 형태가 대부분이며, 구동기능을 제외하면 복합재 inlet/outlet Cowl로 구성되어 있으며 아래의 표와 같이 항공기 기종별 다수의 엔진 Type이 적용 운용되고 있음.

표 22. 항공기 기종별 관련 역추진장치 Type

| T/R Type                       | T/R Engine Type                                                   | 적용기종 | 국내 항공사 보유 Engine Type                   |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------|-----------------------------------------|
| Clamshell<br>and/or<br>Cascade | CFM56-7, CFM56-3                                                  | B737 | CF6<br>CFM56<br>V2500<br>PQ4000<br>GE90 |
|                                | PW4062, CF6-80C2B5F, RR RB211-524G/H, GENX-2B67                   | B747 |                                         |
|                                | PW4077/4098, RR 877/892, GE90-77B/92B/94B/115B1/110B1             | B777 |                                         |
|                                | CF6-80E1, PW4000, Trent700                                        | A330 |                                         |
|                                | CFM 56, V2500                                                     | A321 |                                         |
|                                | GP 7270, Trent 970/972                                            | A380 |                                         |
|                                | CFM56-5, V2500                                                    | A320 |                                         |
|                                | CF6-80C2/80A, PW4056/4052/4060/4062, RR RB211-524G/H, PW JT9D-7R4 | B767 |                                         |

#### 5. 역추진 장치 수리현황

- 역추진장치의 수리는 일반적으로 SRM(Structure Repair Manual), CMM(Component Maintenance Manual)의 명시된 수리절차와 수리방법에 따라 수리전문가 인가, 수리절

차 인가, 수리문서화 인가, 수리장비의 인가를 통해 수행하고 있으며, 수리 한계치와 수리방법이 없는 수리상황의 수리는 DER Approval을 받아 수행하거나, 역추진장치 수리 전문 인가업체에서 수리가 이루어짐.

- 국내 수리능력 및 사례는 아시아나 항공이 현재 wire mesh 수리와 cowl sleeve 일부 DER Approval 또는 Hardware 수리를 하는 수준이고, 관련 전문 수리설비의 미보유로 수리가 제한적임.

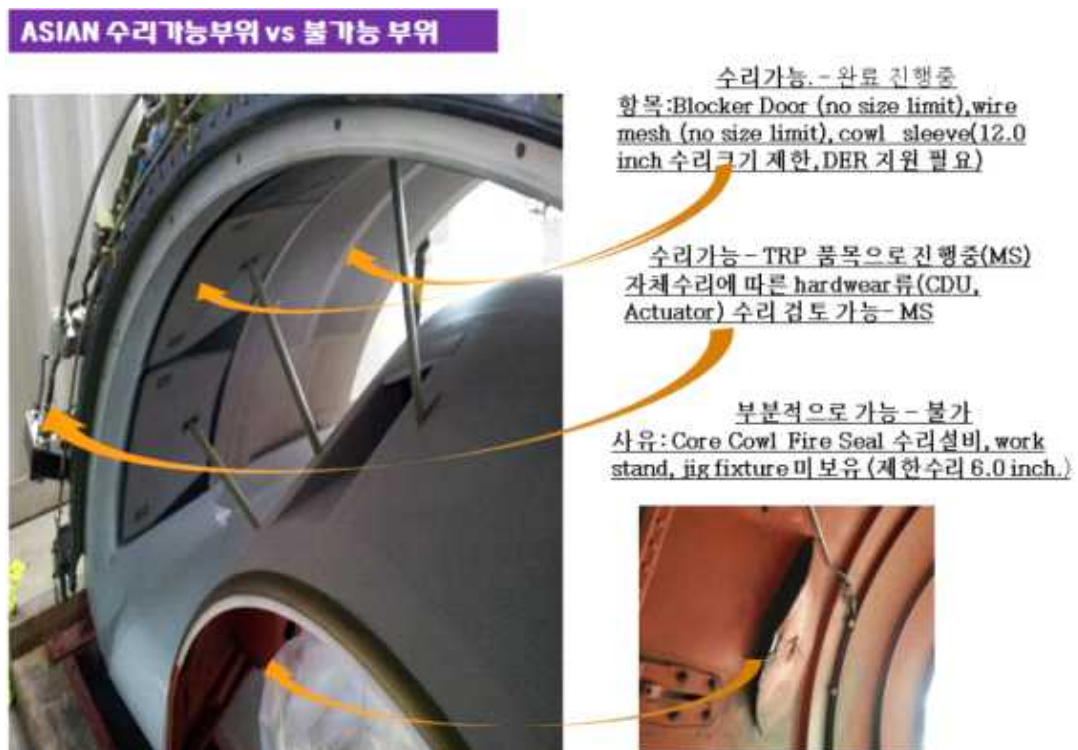


그림 43. Asiana Airline의 엔진 역추진장치 수리능력

- 국내항공사 Interview

- 해외의 역추진장치 수리는 특수분야로 자체 수리하던 항공사들이 점점 줄어들고, 독립된 전문수리업체에서 수리가 이루어짐..
- 항공기의 복합재 적용 중 특히 엔진부품 중 역추진장치의 복합재 부위의 수리 및 교체가 빈번하며, 이로 인한 수리기술의 개발과 수요가 기하급수적으로 증가하고 있는 상황임. 해외 수리 사례는 하기 그림 44, 45, 46과 같이 wire mesh 수리, Skin 및 Honeycomb 수리, Patch 수리를 수행하고 있음.

표 23. 역추진장치 국내 수리기술 수준

| 분류            | 세부기술                   | 기술수준(해외대비) |
|---------------|------------------------|------------|
| 복합재 수리기술      | 경손상 수리                 | 40%        |
|               | 중손상 수리                 | 0%         |
|               | 최중손상수리                 | 0%         |
|               | 기술표준화                  | 40%        |
| 경량 Tool 제작 기술 | 경량 Jig Fixture 제작      | 0%         |
|               | Bonding Tool/ Mold 제작  | 0%         |
| 수리 검증 기술      | 손상(Damage) 검사기술 개발     | 40%        |
|               | 손상 수리부위 FEM 해석개발       | 0%         |
|               | 수리 검증시편 및 치공구 개발       | 10%        |
|               | 시험 평가 기술 개발            | 10%        |
|               | 수리 부위 검증 및 수리범위 기준 표준화 | 0%         |
| 수리기술 표준화      | 인가 문서 표준화              | 30%        |
|               | 인가 획득 기준 연구            | 30%        |
|               | 수리인가업체 인가획득 지원         | 30%        |



그림 44. 역추진장치 Wire Mesh 수리 예

- Thrust Reverser Translating Cowl Wire Mesh Repair-CF680E1

### Bonded-TR Translating Cowl, Shark Bite

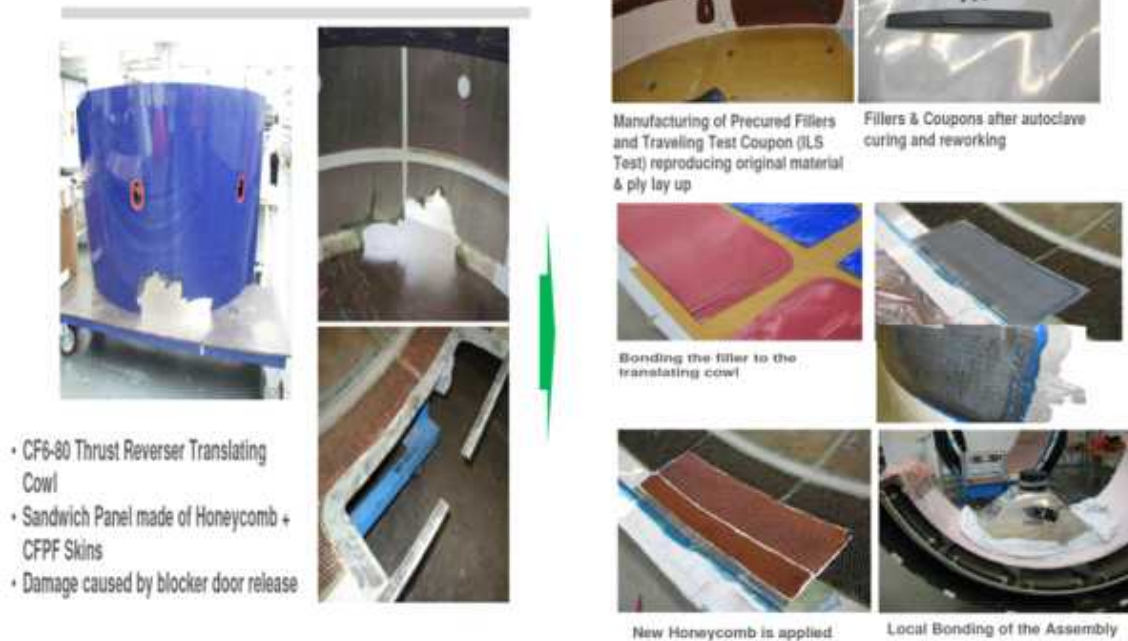


그림 45. 역추진장치 Skin 및 Honeycomb 수리 예

- *Lufthansa Perspective on Applications & Field Experiences for Composite Airframe Structure*

### Large Area Trans-Sleeve Repair



그림 46. 엔진 역추진장치 Patch 수리 예

- *Bonded Repair Service Provider-Service History and Substantiation*

- 복합재 역추진장치의 수리는 복합재의 노후화와 Spring Back 특성을 고려한 분해, 조립, 수리를 위한 정밀 지그와 정밀 고온고압성형압착 수리 시 필요한 금형 등이 필요함. 아래의 그림은 역추진장치 수리를 위한 장비들의 해외 사례를 보여주고 있음.



그림 47. 전형적인 엔진 역추진장치 정밀 수리 Jig Fixture 예  
- Bonded Repair Service Provider-Service History and Substantiation

- 항공기 복합재 부품의 범용수리기술은 laminate repair, sandwich panel repair, double side repair등이 있음. FAA의 DOT/FAA/AR-00/46 "Repair of Composite Laminates"와 DOT/FAA/AR-03/74 "Bonded Repair of Aircraft Composites Sandwich Structures"를 통한 수리개발 및 방법에 대한 시편제작 및 검사, 시험 등에 대해 기술되어 있음.

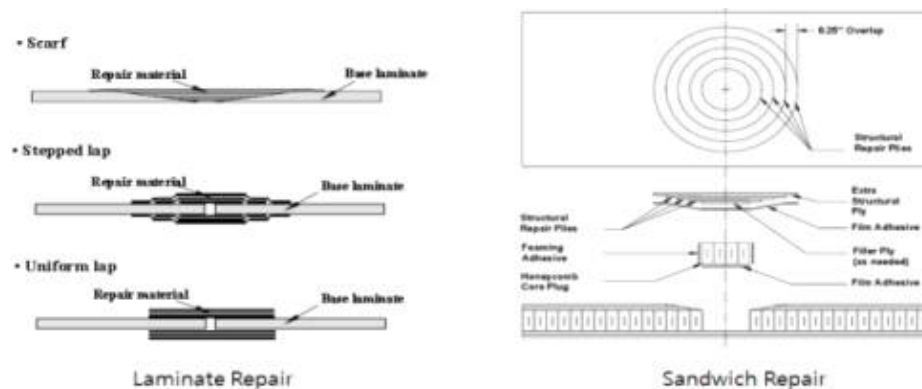


그림 48. Laminate 및 Sandwich 수리연구 및 수리시편

- 항공기 복합재 수리에 대한 기술은 일반적으로 SRM, CMM의 명시된 수리절차와 수리방법에 대한 수리관련 인가업체들의 개발기술로 범용적으로 아래의 그림과 같이 Stepped repair, Tapered Scarf Repair, Wet Layup Repairs, Bolted Doubler Repair 방법들이 개발되어 있음.

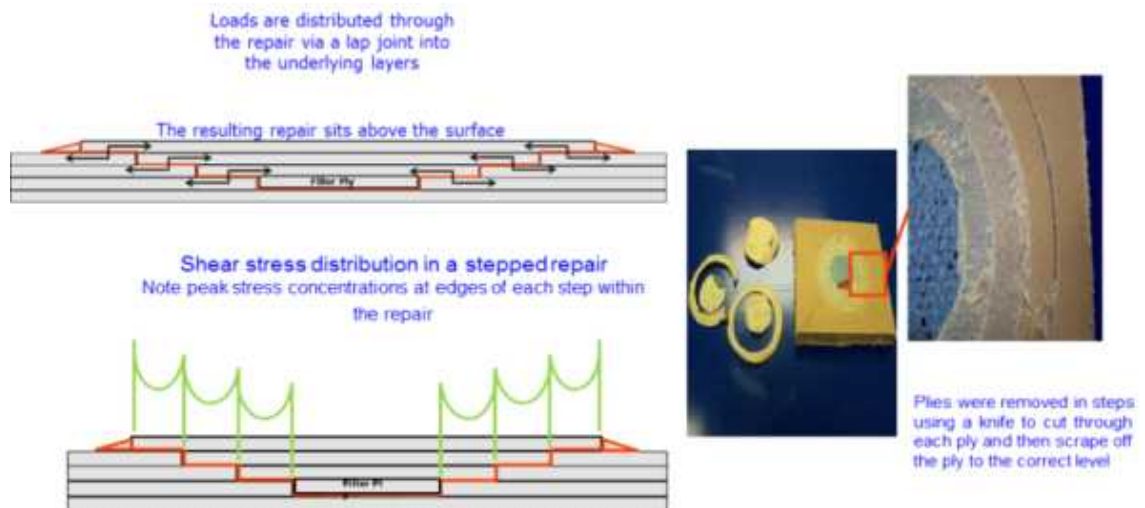


그림 49. Stepped Repair

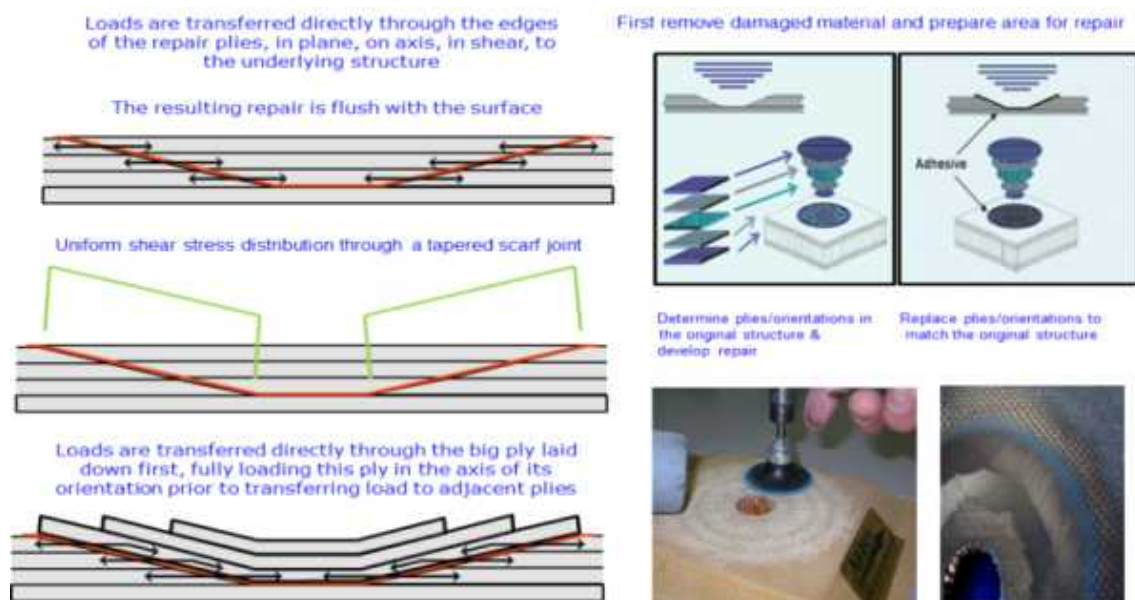


그림 50. Tapered Scarf Repairs



그림 51. Wet Lay-up Repairs

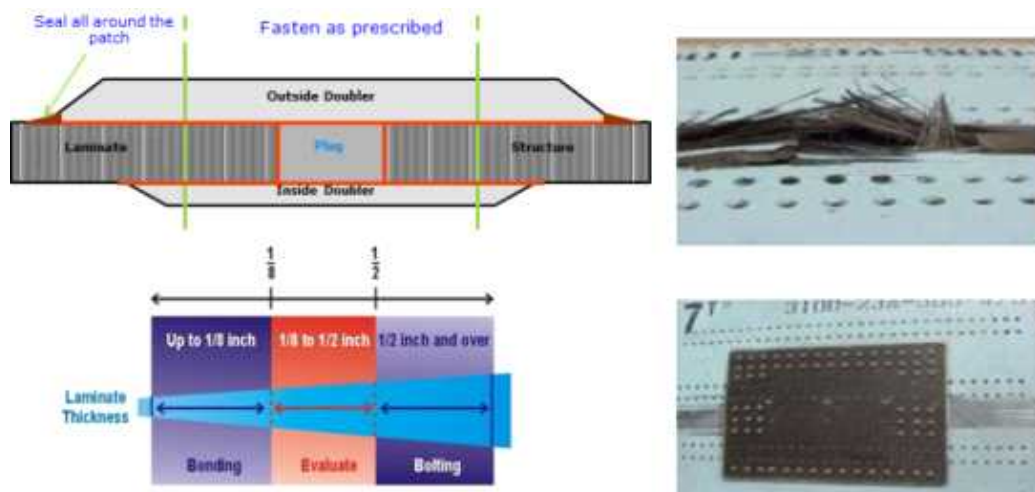


그림 52. Bolted Doubler Repairs

- *Essentials of Advanced Composite Repair*

## 6. 역추진장치 수리절차

- 항공기 엔진의 복합재 부품수리 절차는 아래의 도식도와 같은 절차로 수행되어지며, 일반적으로 각 공정별 수리수행을 위한 인가된 전문 인력과 조직, 검사에는 NDI(NDT) Level 3 또는 4 자격자가 필요함.

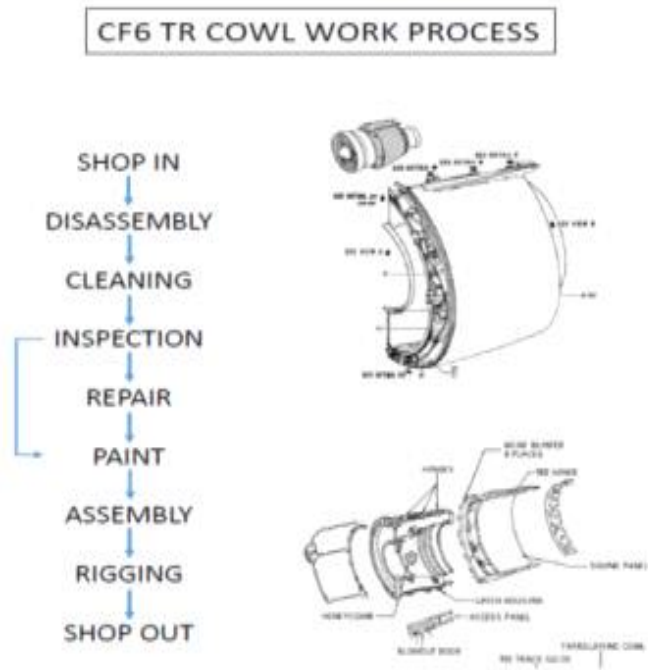


그림 53. CF6 역추진장치 수리절차

- 국내 항공사 Interview

- 이 수리 과정 중 CMM과 SRM 한계를 벗어나는 수리는 DER Approval을 통해 수행 가능하며, 수리 시 인가된 수리 공구와 자재, 수리범위, 수리기술문서를 검토 받아야 함.

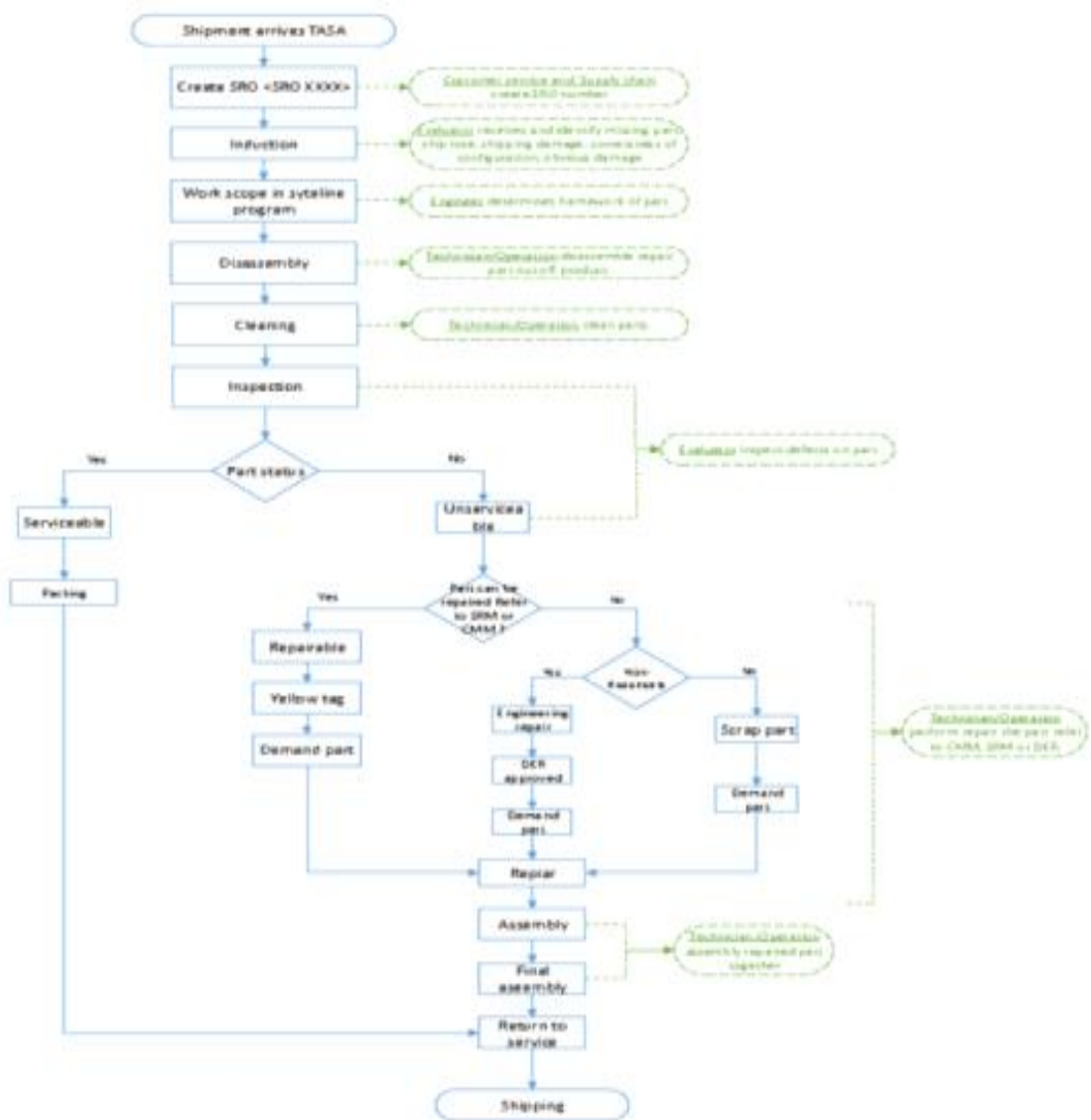


그림 54. Triumph Aviation Service Asia의 CF6-80C2 Working Flow Chart  
 - CF6-80C2-Triumph Aviation Service Asia, Ltd

- 항공기 엔진의 역추진장치 해외 전문기관인 Triumph Aviation Service Asia의 CF6-80C2 수리 절차서는 위에 보인 그림과 같은 단계를 통해 상기 CF6 역추진장치의 수리절차의 공정개발 및 수리공정 개발을 위한 문서화와 절차화 필요요소를 확보할 수 있음.

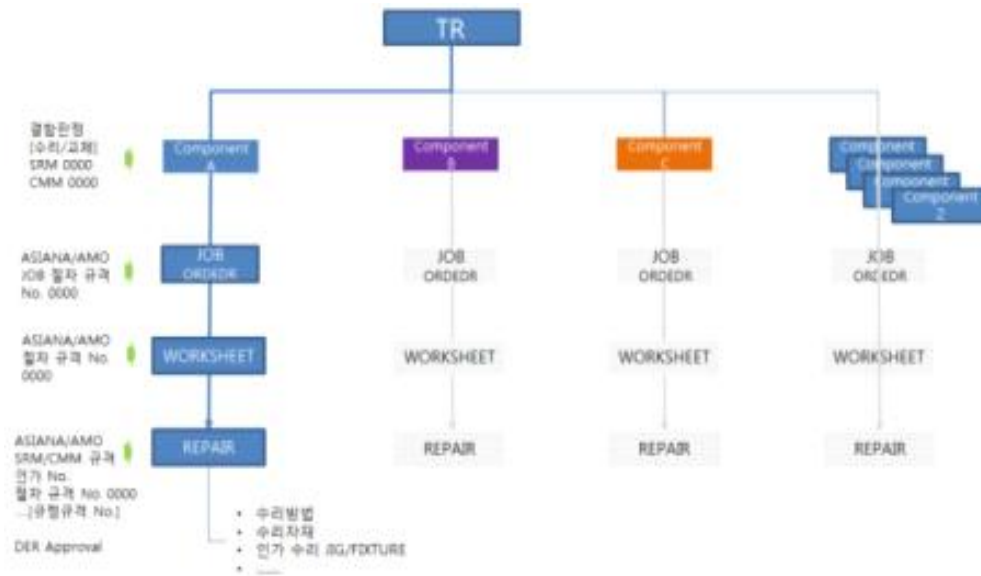


그림 55. 역추진장치 수리절차

## 7. 역추진장치 수리범위 및 수리기준현황

- 항공사의 역추진장치 폐기 기준은 구매가 대비 수리비용이 60% 초과하는 경우를 기준으로 삼고 있으며, 이론상 수리가 불가능한 경우는 없는 기준으로 수리범위 및 기준이 광범위 하다 할 수 있음..
- 수리는 해외 수리전문 업체의 수리형태에 대한 수리비용 기준으로 수리의 경제성을 고려하여 항공사에서 판단 수리를 결정하는 상황임.
- 역추진장치의 Fan Reverser Support Assembly, Fan Reverser Blocker Door, Fan Reverser Translation Cowl 수리는 표 23. CMM에 의거 수리를 진행함.
- 한 예로 CMM에 언급된 Duct side wall의 결함의 한계를 살펴보면 최대 지름 1.0 inch(25.4 mm)로 3.0 inch (76.2 mm) 떨어져 있으면 5개 까지 허용하는 수리한계 기준이 있으나, Bonding Tool은 Reverse Engineering 제작과 별도의 SPM을 참조 수리하라는 명기만 있어 국내 항공사의 수리 개발이 일부 국한적으로 수행될 수밖에 없는 상황임.

표 24. MARS CF6 역추진장치 CMM 예

| 구성품                           | 수리 Manual       | 수리부위 및 수리방법                                                          |
|-------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------|
| Fan Reverser Support Assembly | CMM 78-32-02    | Repair 023-Duct Side Wall<br>Repair 026-Core Cowl Skin and Doublers  |
| Fan Assembly Blocker Door     | CMM 78-32-03    | Repair 012-Block Door Edge<br>Repair 014-Blocker Door Facesheet      |
| Fan Reverser Translating Cowl | CMM 78-32-31/32 | Repair 009-T Hinge Wear Strip Repair<br>Repair 021-A Perforated Skin |

- 그림 56, 57, 58은 역추진장치 구성품의 수리 부위 형상이며, 위의 표는 각각 형상에 따른 MARS(Middle River Aircraft Systems)의 CF6 엔진 역추진장치 CMM임.

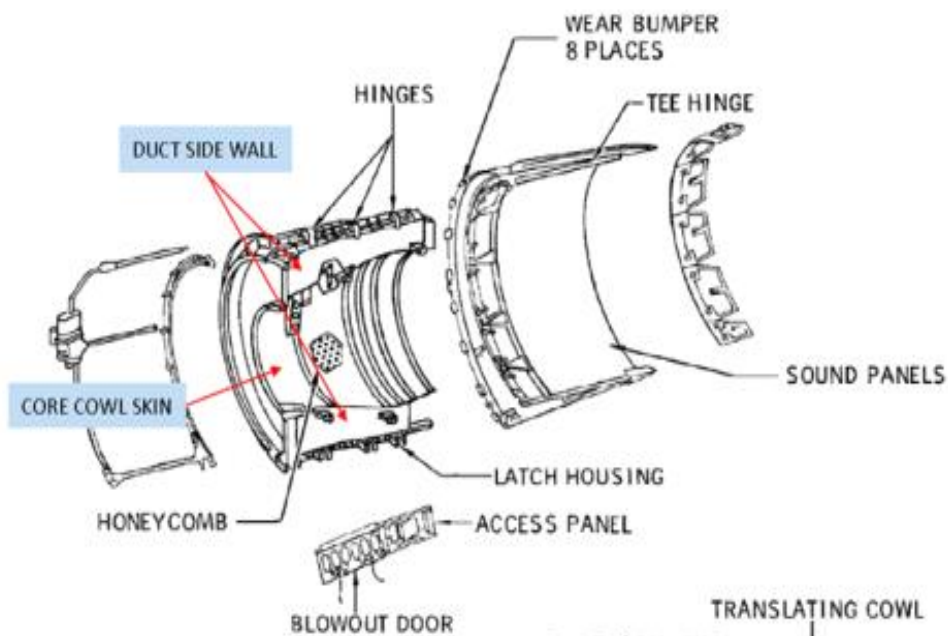


그림 56. Fan Reverser Support Assembly-Duct Side Wall & Core Cowl Skin

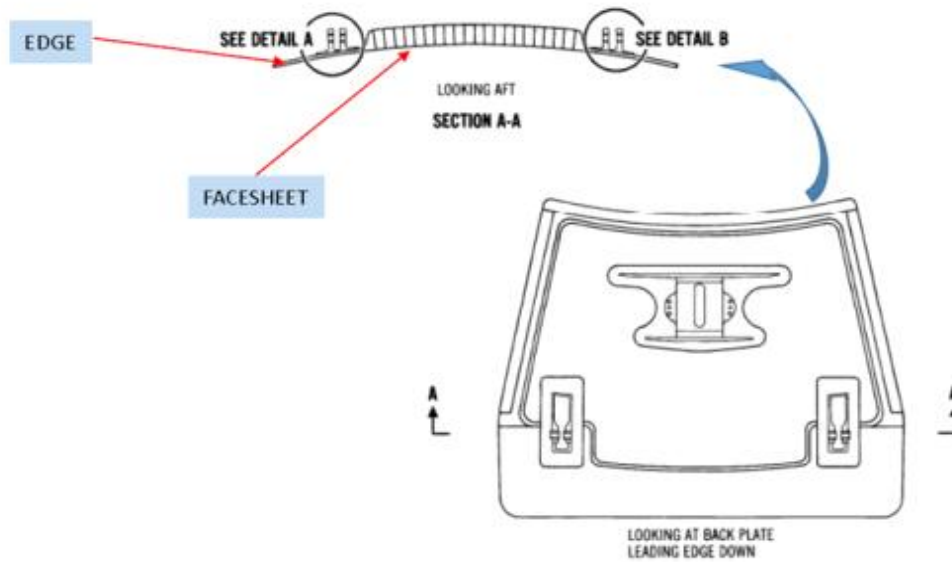


그림 57. Fan Reverser Block Door-Edge & Face sheet

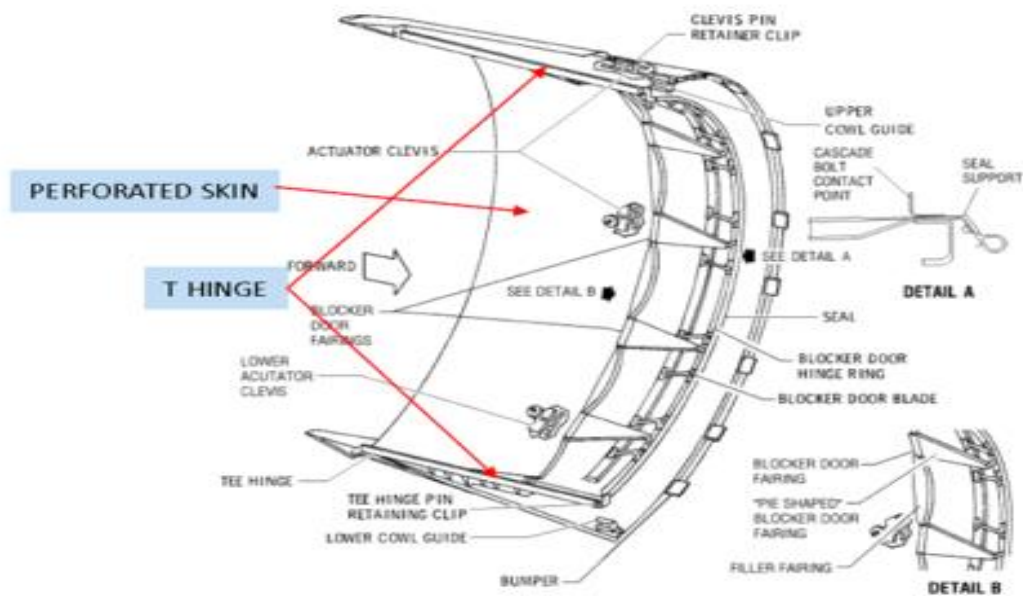


그림 58. Fan Reverser Translating Cowl-T-Hinge Wear Strip & Preforated Skin  
- MARS CF6 역추진장치 CMM

- 역추진장치의 복합재 구성품의 결함은 일반적으로 엔진을 통과하는 고온 고압 공기의 역추진 상태의 저속 또는 고속충격에 의해 발생하는 것으로, 복합재 구조물의 탄성과 소성이 금속과 같이 원활하게 확산되지 못해 발생됨.

표 25. Environmental Effects on Cured Composites Structures

- Essentials of Advanced Composite Fabrication & Repair

| 결함원인                       | 결함발생형태                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fuels and Oils             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cured Epoxy resin에 직접적 Chemical Attack은 없으나 porous skin을 통해 core material에 잠복해 있다가, 진공 수리 시 bondline으로 이동 수리결함 발생</li> </ul>                                            |
| Hydraulic Fluids           | <ul style="list-style-type: none"> <li>항공기에 사용되는 유압류 중 군수용 Mil-5606/83282 계열은 resin에 직접적인 영향을 주지 않으나, 민항기용 Skydrol brand 유압류는 cured epoxy resin에 직접적 Chemical Attack으로 복합재 부품을 약화시키는 결함 발생</li> </ul>          |
| Deicing /Anti-Icing Fluids | <ul style="list-style-type: none"> <li>Deicing 용액의 복합재 구조의 침투는 복합재 구조물에 유해한 영향발생</li> </ul>                                                                                                                    |
| Acids/Alkalis              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Battery Acid, Nickel-cadmium(Ni/Cd) 전해액등은 cured epoxy resin에 영향을 주지 않으나, 구조강재인 glass fiber에 약화시키고, 항공기 세척 비누 및 세정제 조차도 sandwich panel의 구조적 foam을 분해시키는 결함 발생</li> </ul> |
| Solvents                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>대부분 solvent는 cured epoxy에 영향을 주지 않으나 Methylene Chloride는 심각한 결함을 발생</li> </ul>                                                                                          |
| Paint Strippers            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Methylene Chloride paint 제거제는 복합재 구조물 결함을 발생 (hand sanding 및 Blasting 방법으로 paint 제거 권고)</li> </ul>                                                                      |
| Ultraviolet                | <ul style="list-style-type: none"> <li>태양빛에 의한 영향으로 resin matrix를 brittle하게 만들어 crack 결함발생(불투명 paint로 복합재 외부 coating 권고)</li> </ul>                                                                            |
| Infrared                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Infrared light는 heat radiation으로 대기온도(air temperature)가 49℃일 때 활주로에 발생하는 heat radiation은 107℃로 항공기 하부 면에 결함발생( 항공기 배면 및 모든 구성품의 하부는 white paint 권고)</li> </ul>          |

- 역 추진장치의 복합재 구성품의 결함은 엔진을 통과하는 고온 고압의 공기에 의한 결함 외에 환경적 영향, CFRP 복합재에 결함, 부식 및 뇌우 등에 의한 Damage가 발생됨. 위에 보인 표의 외부적 환경 요인은 역추진장치 구성품의 수리 시, 부품 및 부위별 유념하여 기술적인 수리가 이루어 져야함.

- 결함형태별 수리방법 중 아래의 그림은 Laminate Panel 형상의 결함에 대해 patch repair 형태로 직사각형 및 원형의 patch를 사용하여 수리하는 방법으로 각도를 주고 수리면을 가공하여 수리하는 scarf 수리와 수리면에 단을 주어 수리하는 step sanded 수리가 있음. overlap 폭과 방법은 결함형태에 따라 개발 적용되어야 함.

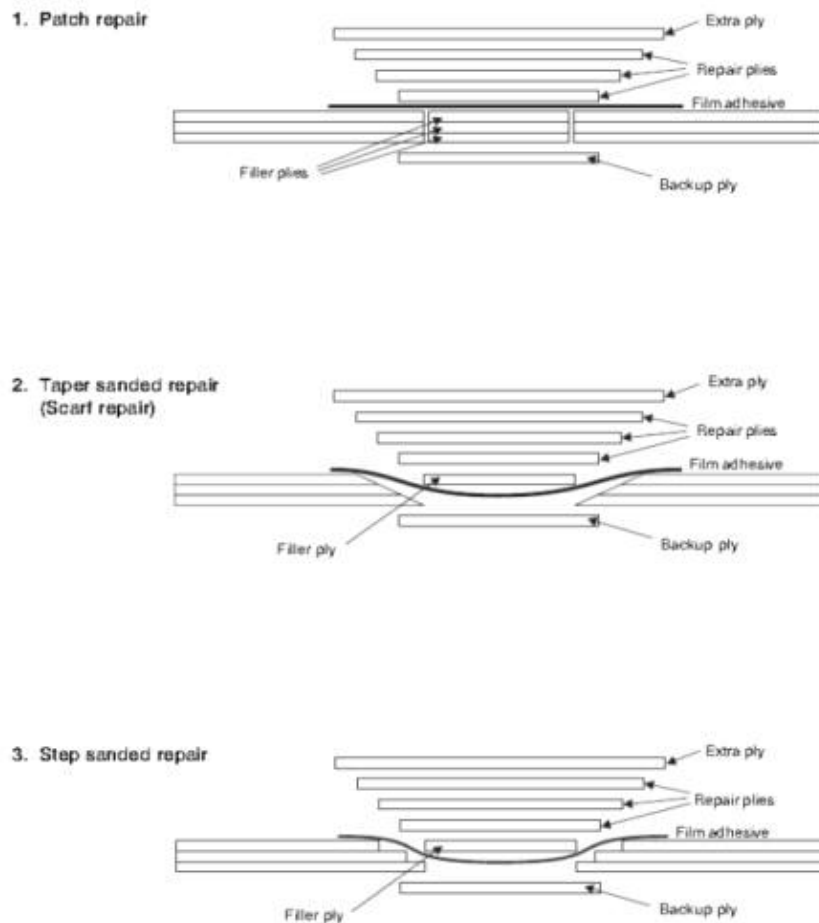


그림 59. Laminate 결함 수리방법 예  
- Composite Repair, HEXCEL COMPOSITES

- 결함부위가 sandwich Panel일 경우에는 형상의 결함에 대해 내부 core 의 형상가공 및 bonding 그리고 Laminate 결함과 동일한 patch repair 형태로 직사각형 및 원형의 patch를 overlap 하여 수리하는 방법으로 scarf 및 step sanded 수리가 있음.
- 그 수리방법은 그림 60. one side 수리와 그림 62. double side 수리가 있다. 형상에 대한 수리가 이루어지면 그림 61과 같이 OOA 방식의 Vacuum Hot Bonding을 통해 성형을 수행하여 수리를 완료함.

- 성형방법은 Autoclave, Hot Boding 및 Heat Blanket 열원을 Heat Lamp, Hot Air Gun, Hot Air Blower 등을 적용한 Heat Blanket 방법 등이 있음.

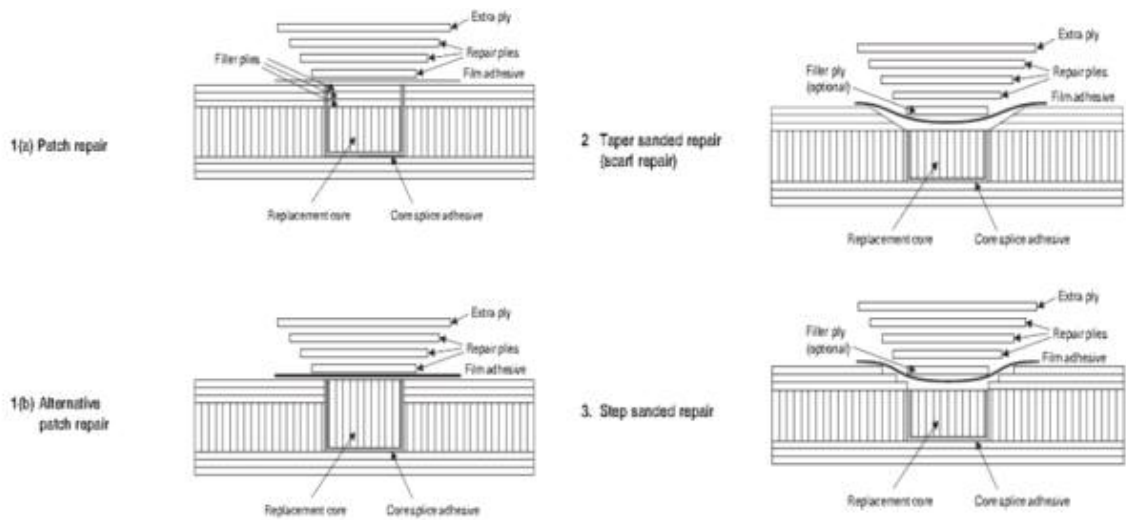


그림 60. Sandwich Panel One Side 결함 수리방법 예

- Composite Repair, HEXCEL COMPOSITES

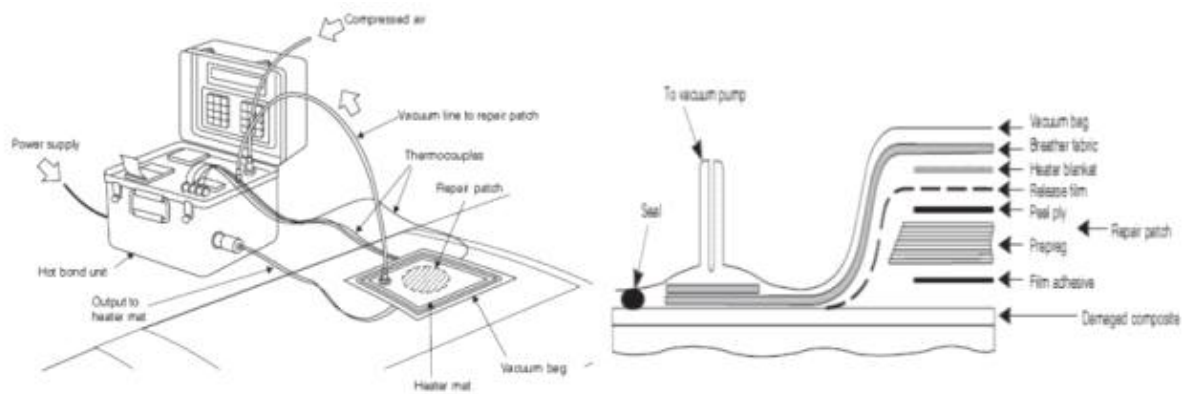
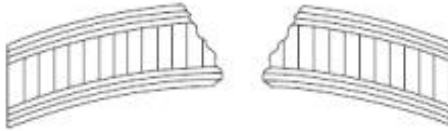


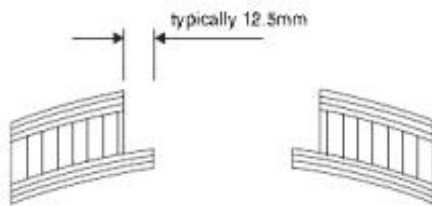
그림 61. One Side Access 결함 수리 OOA 경화(Curing)방법 예

- Composite Repair, HEXCEL COMPOSITES

**1. Puncture damage**



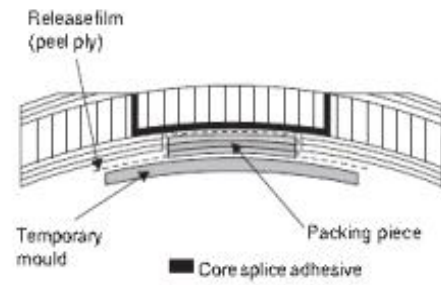
**2. Remove damage**



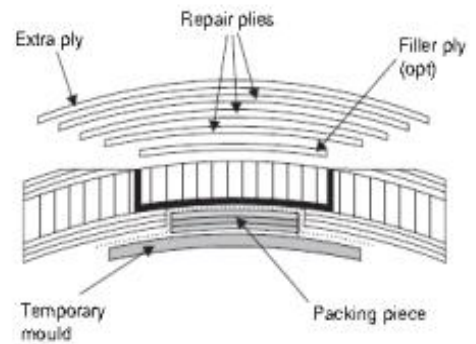
**3. Taper sand**



**4. Bond new honeycomb**



**5. Repair first side**



**6. Repair second side**

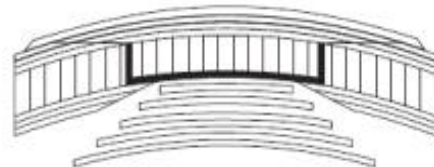


그림 62. Sandwich Panel Double Side 결함수리방법 예

- Composite Repair, HEXCEL COMPOSITES

## 8. 역추진장치 국내 정비조직 AMO 인가절차 및 현황

- AMO(Approved Maintenance Organization) 인증 규정은 국제민간항공기구(ICAO) 협약 부속서 6(항공기 운영) Part 1의 8.7 AMO section에서 유래한 제도임. 항공사(부정기, 사용사업체 포함)의 항공기 정비와 정비확인 행위는 정비조직인증을 받은 자 만이 할 수 있도록 규정함.
- FAA 14 CFR Part 145를 바탕으로 국내에서는 항공법 제138조에 정비조직인증 제도를 규정하고 있으며 정비를 수행하고자 하는 자는 인력, 시설, 장비, 공구, 정비 매뉴얼, 정비조직절차교범 등을 구비하여 인증을 받도록 하고 있음.
- 국토교통부 비인증 업체(Non-AMO Maintenance Provider) 정비조직인증(AMO)은 현재 항공사와 국토교통부에 의해 개정되어 시행되는 규정으로 비인증 AMO 업체도 항공사에서 자체적으로 국토교통부로[국토교통부 비인증 계약업체 현황에 등재]부터 업무범위를 승인받아 업체를 선정하여 정비 업무를 수행할 수 있음. AMO 조직인증은 Repair Station 인가보다는 시설과 인력만 있으면 인가를 수월하게 받을 수 있음.



그림 63. AMO 국내 인증절차 예 - 국토교통부

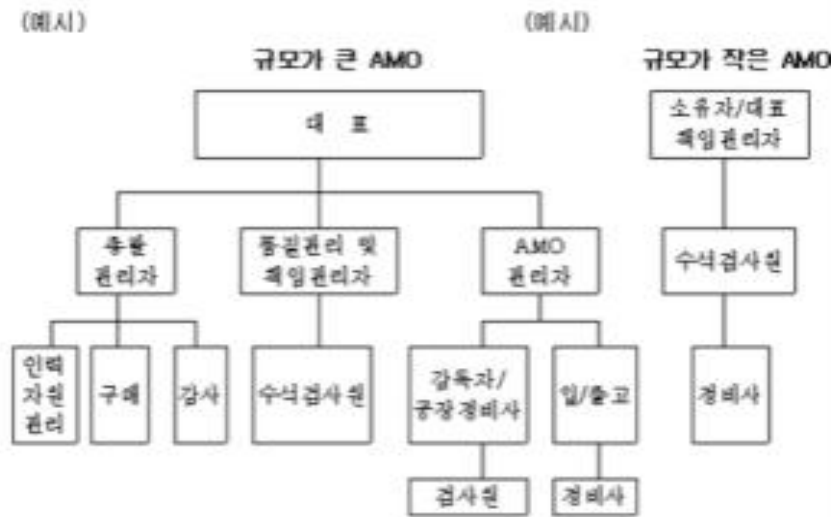


그림 64. AMO 국내 인증조직 예 - 국토교통부

표 26. 정비조직인증(AMO) 인증 구비서류 - 국토교통부

| 분류   | 목록                      | 내용                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 구비서류 | 정비조직인증<br>신청서           | - 신청서 작성                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|      | 정비조직절차<br>교범<br>(AMOPM) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 정비범위 및 수행능력목록</li> <li>- 조직도 및 업무분장</li> <li>- 관리자, 감독자 및 검사인력 명부</li> <li>- 교육훈련 프로그램</li> <li>- 승인받은 정비업무의 한정 및 제한사항에 대한 일반적인 서술</li> <li>- 품질관리시스템 및 정비조직의 절차</li> <li>- 정비조직 소속 인력의 능력 확보를 위한 절차</li> <li>- 정비확인에 필요한 요건과 정비확인 절차</li> <li>- 항공기 사용승인 인력 및 인가 범위</li> <li>- 결함 및 고장 등의 보고 절차</li> <li>- 기술관리 및 품질관리 업무 수행 처리 및 보증 절차</li> </ul> |
|      | 검사 및<br>품질관리시스템         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 독립된 품지관리시스템 유지에 관한 내용</li> <li>- 정비 수행 시, 품질관리시스템 준수 내용</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|      | 품질관리교범<br>(QCM)         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 입고 원자재의 품질을 보증 검사 절차</li> <li>- 장비 전 대상품목 예비검사 절차</li> <li>- 정비 수행 이전 품목에 숨겨진 손상 확인 검사절차</li> <li>- 검사 인력 숙련도 유지절차</li> <li>- 품목의 정비 최신 기술자료 유지 및 설정절차</li> <li>- 정비 무자격 증명자 인력배치 및 감독절차</li> <li>- 최종검사 수행 및 정비확인 절차</li> <li>- 정비 수행을 위한 시험 및 측정 장비의 검교정 주기 및 절차</li> <li>- 결함 수정조치 수행절차</li> </ul>                                               |

표 27. 국내 AMO 인증 현황 - 국토교통부, 2015

| 사업장 정보          | 한정사항                                                                                                           |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 삼아항업(주)         | A2: T206H 공장정비, 운항정비 및 예방정비<br>B2: TIO540-AJ1A                                                                 |
| (주)KTS Global   | A1: B737, B747-400, B777Series, A300-600, A330, A380<br>운항정비 중 객실정비, C5, C6                                    |
| (주)아퀼라<br>인터내셔널 | A2: TU206G 운항정비 및 예방정비                                                                                         |
| 엘레스플러스          | C3, C5, C13                                                                                                    |
| 한서대학교<br>산학협력단  | A2: C172S (운항정비 및 점검정비)                                                                                        |
| 스펙코어            | A1: CL604, CN235, C-212, HAWKER 750<br>A3: S76, BK-117 series                                                  |
| 세화유엘디           | C6                                                                                                             |
| 한국항공우주업         | A1: B737 Series Base Maint', B737, A320 전면도장,<br>D1: NDT                                                       |
| 조종사교육원          | A2, B2, C16, D1                                                                                                |
| 티웨이항공           | A1: B737-800 (운항정비)                                                                                            |
| 아시아나에어포<br>트    | A1: B737 series, B747 series, B767 series, A320 series,<br>A330 series (운항정비)                                  |
| 포트서비스           | A1: B737, B747-400, B777 Series, A300-600, A330, A380<br>, C6                                                  |
| 에어로피스           | A3, B1, C5, C6, C12, D1                                                                                        |
| 이스타항공           | A1: B737-600/700 (운항정비), C5, C14, D1                                                                           |
| 제주항공            | A1: B737 series (운항정비)<br>C5, C14, C20                                                                         |
| 한화테크엠           | C6, C14, D1                                                                                                    |
| 한국공항            | A1, A2, C6                                                                                                     |
| 지이오더블유에<br>스코리아 | B1, B3                                                                                                         |
| 샤프<br>에비에이션케이   | A1: B747-200/300, B747-400, B737-600/700/800/900,<br>B767-200/300, DC-10, MD-11, A319/320/321,<br>A330-200/300 |

표 28. 국내 AMO 인증 현황 [계속] - 국토교통부, 2015

| 사업장 정보        | 한정사항                                                                                                                                               |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 케이바스          | A2, A3, C4, C8, C19, C20                                                                                                                           |
| LG상사          | A2, A3, C3, C5, C6                                                                                                                                 |
| 홍익항공          | A3: H369D, Bell 214B/B-1, AS350 series, BK117 series                                                                                               |
| 영에어테크         | A2: C172 series, C210 series, T206/TU206 series, U206 series<br>B2: Lycomming IO-320/360/520/540, TIO-540, LTIO-540, HIO-360, TCM IO-550, TSIO-520 |
| 유아이헬리콥터       | A3, C5, C6, C10, C11, D1                                                                                                                           |
| 삼성테크윈 제2사업장   | B1: RR A250 Series<br>C7, D1                                                                                                                       |
| 헬리코리아         | A3: Bell 206L-3/214B-1/407, H369D, Ka-32A, Ka-32A11BC, S-76C+, C3, C5, C6, C10                                                                     |
| 대한항공 항공우주사업본부 | A1, B3, C1-9,12-15,17-20, D1                                                                                                                       |
| 항공대학 정석비행훈련원  | A1: CITATION 560 (공장정비)<br>A2: CITATION 525 (공장정비)                                                                                                 |
| 삼성테크윈         | A3: AS350 series, AS365N2/N3, EC155B1, AW139, C5                                                                                                   |
| 아시아나항공        | A1, B1, B3, C1-9, C12-15, C17-20, D1                                                                                                               |
| 대한항공          | A1, A3, B1, C1-9, 12-15, 17-20, D1                                                                                                                 |



그림 65. 수리 정비업 인가와 정비조직인증(AMO) 인증 - 국토교통부

- 국내 정비업 등록을 위해서는 아래 표에 보인 등록조건을 만족하고 설비 및 시설을 구비하여 위에 보인 절차로 항공기 정비업 등록을 수행하면 됨.

표 29. 항공기 정비업 등록 조건

| 구분           | 내용                                                                                                                                            |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 자본금          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 법인: 납입자본금 3억원 이상</li> <li>- 개인: 자산평가액 4억 5천만원 이상</li> </ul>                                          |
| 인력·시설 및 장비기준 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인력: 유자격정비사 1명 이상</li> <li>- 시설: 근무인력이 필요로 하는 사무실, 정비작업장</li> <li>- 장비: 작업용 공구, 계측장비, 정비장비</li> </ul> |



그림 66. 항공기 정비업 등록 절차 흐름도 - 국토교통부

- 국내 정비업 등록을 하고난 후 2단계로 항공안전관리시스템을 운용하는 항공업무 종사자가 정부의 항공안전프로그램에 따라 자체적으로 안전관리를 하기 위한 안전관리 체계인 항공기 안전관리시스템(SMS) 인가를 받아야 함. 인가 절차는 아래 표의 승인 서류를 준비해 위의 그림과 같은 절차로 신청하여 승인받을 수 있음.

표 30. 항공기 안전관리 시스템(SMS) 승인 필요 서류 - 국토교통부

| 분류   |             | 내용                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 구비서류 | SMS 메뉴얼     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- SMS 범위, 안전정책과 목적</li> <li>- 안전 의무관계, 핵심 안전직원, 문서 통제 절차</li> <li>- 위해요인 식별 및 위험관리체계</li> <li>- 안전성과 모니터링, 사고 조사 및 보고</li> <li>- 비상대응계획(ERP), 변화 관리 프로세스</li> <li>- 안전 증진, 계약(외주 및 하도급) 활동</li> <li>- 공정문화(Just Culture) 정책</li> </ul> |
|      | SMS 이행계획서   | - SMS 이행계획서                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|      | SMS 보완 운영절차 | - SMS 승인기준에 미달하는 겨우 이를 보완할 수 있는 대체 운영절차                                                                                                                                                                                                                                       |

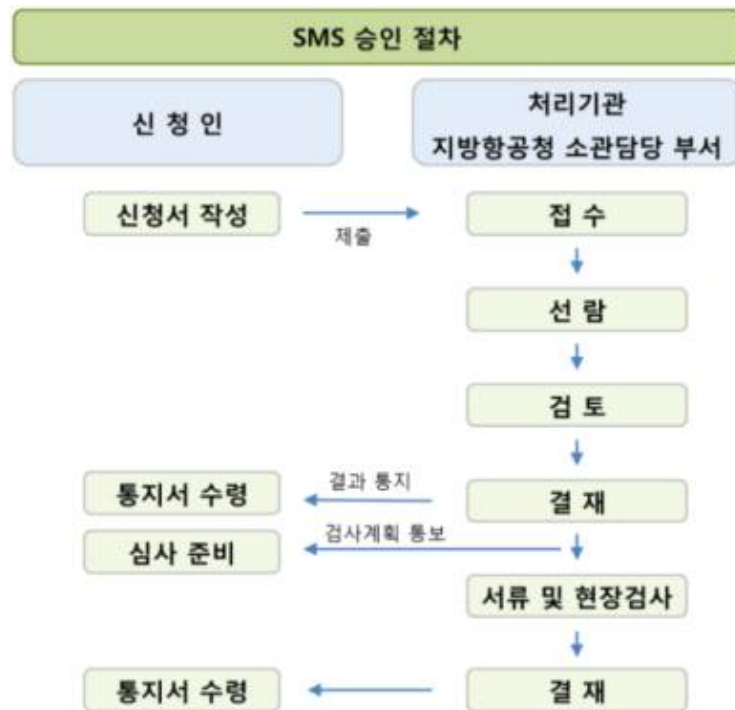


그림 67. 항공기 안전관리 시스템(SMS) 승인 절차도  
- 국토교통부

## 9. 역추진장치 DER 인가 및 Repair Station 인가 절차

### 가. DER 인가절차

- DER 인증은 장비품 수리 범위 초과 품목의 수리방법에 대한 DER승인을 통하여 자체 수리 능력 확보 및 자체수리를 통한 외주수리비용 절감하기 위함. DER Consultant Fee는 3,000\$ 정도이며, FAA 8100-3 Form 또는 EASA Form 선택 가능, 범용 사용 가능 Multi Time 경우는 FAA Repair station 인가 이후 가능함.
- 일반적으로 수리작업 중 수리범위 초과하여 제작사 및 FAA 문의 시, 지속적으로 Certified MRO 혹은 제작사로 이송 할 것을 권고 받음에 따라, 항공사들이 독자적인 Designated Engineer Representative(이하 DER)을 확보, 장비품에 대한 당사의 수리 능력 높여, 최종적으로는 OVHL 능력을 확보하고 있음

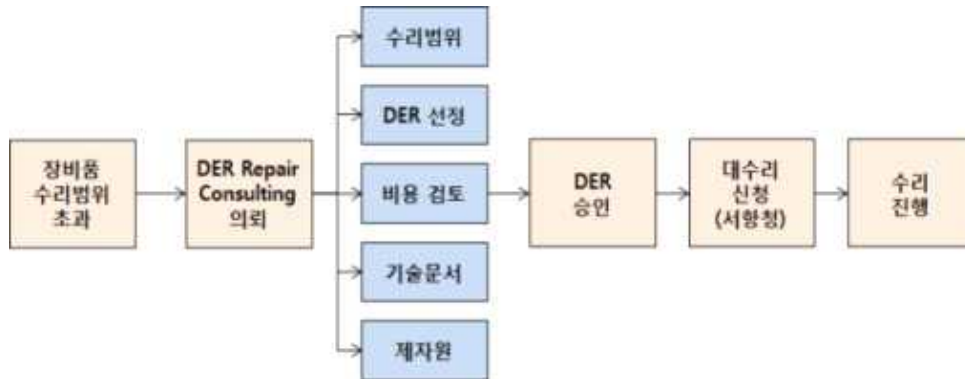


그림 68. DER Approval 절차

## 나. Repair Station 인가

- Repair Station 인가는 FAA의 Certified 14 CFR Part 145 "Repair Station" 인증을 획득해야 함. 인증절차와 기준은 미국이외 국가나 지역 즉, 국내에 인증을 획득하기 위한 절차 기준으로 FAA Order 8900.1 Volume 2 Chapter 11. Certification of a Title 14 CFR Part 145 Repair Station, [Section 3. International Field Office Procedures for Certificating/Renewing/Amending a Part 145 Repair Station Located Outside the United States and Its Territories and not under a Maintenance Implementation Procedure \(CHG 215 - 6/8/12\)](#)절차에 의거 그림 69와 같이 5가지 단계의 절차를 통해야 함.
- 특히 미국 외 지역은 인증획득을 위한 "Special Provisions for Repair Stations located outside the United States"을 만족하여야 하며, 이와 관련된 참고자료와 형식은 표 30, 31, 32와 같음.
- 해외의 FAA Repair Station인가가 굉장히 어려우나, OEM 업체, OEM 업체가 협력하는 제3의 업체와 별도의 독립전문업체, 항공사 등에서 각각 인가를 획득, 수리하는 형태를 가짐.

- 국내의 정비업 등록과, 항공기 안전관리시스템승인 후 AMO 정비조직을 인가받아 항공사와의 협력 항공사의 위탁 수리를 수행과 DER 인가를 수행하면서, 국내 물량기준으로 외국의 역추진장치 전문업체와 업무협력을 통해 점진적 FAA/EASA Part 145 “Repair Station” 인가가 가능할 것으로 판단됨.

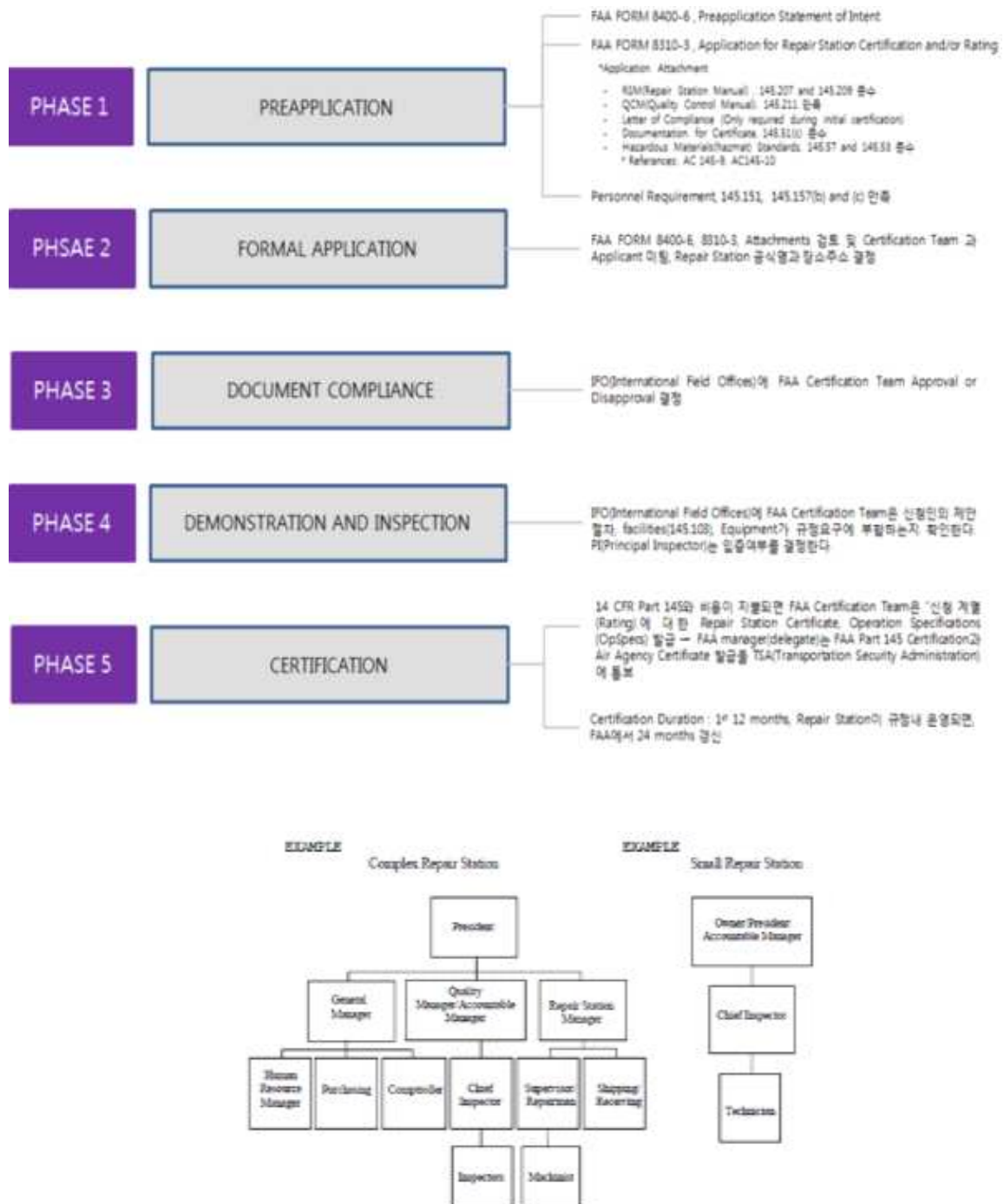


그림 69. Repair Station Approval 절차

- FAA Become a Certified 14 CFR Part 145 Repair Station

표 31. Repair Station 인증 참고자료 및 형식

| References                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Forms                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Title 14 CFR Parts 39, 43, 45, 65, 91, 121, 125, 135, and 145.</li> <li>• AC 00-56, Voluntary Industry Distributor Accreditation Program.</li> <li>• AC 20-62, Eligibility, Quality, and Identification of Aeronautical Replacement Parts.</li> <li>• AC 21-29, Detecting and Reporting Suspected Unapproved Parts.</li> <li>• AC 43.9-1, Instructions for Completion of FAA Form 337.</li> <li>• AC 120-78, Acceptance and Use of Electronic Signatures, Electronic Recordkeeping Systems, and Electronic Manuals.</li> <li>• AC 145-9, Guide for Developing and Evaluating Repair Station and Quality Control Manuals.</li> <li>• AC 145-10, Repair Station Training Program.</li> <li>• AC 187-1, Flight Standards Service Schedule of Charges Outside the United States.</li> <li>• Volume 2, Chapter 11, Section 1, Introduction.</li> <li>• Volume 2, Chapter 11, Section 4, Evaluate a Part 145 Repair Station Manual and Quality Control Manual or Revision.</li> <li>• Volume 2, Chapter 11, Section 5, Evaluate Part 145 Repair Station Facilities and Equipment.</li> <li>• Volume 6, Chapter 9, Section 20, Inspect Part 145 Repair Stations Located Outside of the United States.</li> <li>• FAA Order 8130.21, Procedures for Completion and Use of the Authorized Release Certificate, FAA Form 8130-3, Airworthiness Approval Tag.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• FAA automated repair station OpSpecs.</li> <li>• FAA Form 8000-4, Air Agency Certificate.</li> <li>• FAA Form 8310-3, Application for Repair Station Certificate and/or Rating.</li> <li>• FAA Form 8400-6, Preapplication Statement of Intent.</li> </ul> |

표 32. 복합재 수리 인증규정 - *FAA Regulation*

| ORGANIZATION                                                           | AMO/REPAIR GUIDELINES                                                                                                                                                   | ADVISORY CIRCULAR                                                                                                                                      | REFERENCE                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FAA CFR<br>PART145<br>AMO/REPAIR<br>STATIONS                           | DOT/FAA/AR-0885/5<br>4 GUIDELINES FOR<br>THE<br>DEVELOPMENT OF<br>A CRITICAL<br>COMPOSITE<br>MAINTENANCE<br>AND REPAIR<br>ISSUES AWARENESS<br>COURSE                    | AC 145-11A<br>REPAIR STATION<br>GUIDANCE FOR<br>COMPOSITE WITH<br>THE SAFETY<br>AGREEMENT<br>BETWEEN THE<br>UNITED STATES<br>AND THE<br>EUROPEAN UNION | MIL-HDBK-17-3F,<br>VOLUME 3,<br>POLYMER<br>MATRIX<br>COMPOSITES<br>MATERIALS<br>USAGE, DESIGN<br>AND ANALYSIS |
| EASA PART145<br>AMO/REPAIR<br>STATION                                  | DOT/FAA/AR-03/74<br>BONDED REPAIR OF<br>AIRCRAFT<br>COMPOSITE<br>SANDWICH<br>STRUCTURES                                                                                 | AC 43-214<br>REPAIR AND<br>ALTERATION TO<br>COMPOSITE AND<br>BONDED AIRCRAFT<br>STRUCTURE                                                              | CMH-17(COMPOS<br>ITE MATERIALS<br>HANDBOOK)<br>VOLUME 3,<br>CHAPTER 3                                         |
| FAA<br>REGUATIONS<br>PART 6<br>APPROVED<br>MAINTENANCE<br>ORGANIZATION | DOT/FAA/AR-00/46<br>REPAIR OF<br>COMPOSITE<br>LAMINATES                                                                                                                 | AC20-107B<br>COMPOSITE<br>AIRCRIAT<br>STRUCTURE                                                                                                        | FAA CHAPTER7<br>ADVANCE<br>COMPOSITE<br>MATERIALS                                                             |
| MIP(MAINTENAN<br>CE<br>IMPLEMATATIO<br>N PROCEDURES)                   | DOT/FAA/AR-06-10<br>GUIDELINES AND<br>RECOMMENDED<br>CRITERIA FOR THE<br>DEVELOPMENT OF<br>A MATERIALS<br>SPECIFICATION<br>FOR CARBON<br>FIBER/EPOXY<br>FABRIC PREPREGS | AC 65-33<br>DEVELOPMENT OF<br>TRAINING/QUALIFIC<br>ATION PROGRAMS<br>FOR COMPOSITE<br>MAINTENANCE<br>TECHNICIANS                                       | MAG(MAINTENA<br>NCE ANNEX<br>GUIDANCE)<br>BETWEEN FAA<br>AND EASA                                             |

표 33. 복합재 수리 인증규정 [계속] - *FAA Regulation*

| ORGANIZATION                           | AMO/REPAIR GUIDELINES                                                                                                                         | ADVISORY CIRCULAR                                                                                                                 | REFERENCE |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 항공법 제<br>138조(정비조직인<br>증)              | DOT/FAA/AR-03-19<br>MATERIAL<br>QUALIFICATION AND<br>EQUIVALENCY FOR<br>POLYMER MATRIX<br>COMPOSITE<br>MATERIALS<br>PROVEDURE                 | AC43-10C<br>UNITED<br>STATES-CANADIAN<br>BILATERAL<br>AVIATION SAFETY<br>AGREEMENT<br>MAINTENANCE<br>IMPLEMANTATION<br>PROCEDURES |           |
| 항공법 시행규칙<br>제305조의2<br>(정비조직인증)        | DOT/FAA/AR-04/36<br>TITLE 14 CODE OF<br>FEDERAL<br>REGULATIONS PART<br>145 APPROVED<br>TRAINING<br>PROGRAM-RESEARCH<br>AND<br>RECOMMENDATIONS |                                                                                                                                   |           |
| 국토해양부고시<br>운항기술기준<br>(제6장<br>정비조직인증기준) | FAA FORM 8310-3<br>REPAIR STATION<br>CERTIFICATE<br>AND/OR RATING                                                                             |                                                                                                                                   |           |

- 인증 등급 기준은 FAA Form 8310-3, Application for Repair Station Certificate and/or Rating 기준으로 Airframe, Powerplant, Propeller, Radio, Accessories, Limited의 class 1~4 으로 신청 및 인증을 획득하면 됨.
- 인증신청의 첨부 서류인 Repair Station Manual(RSM)과 Quality Control Manual(QCM)관련 정보와 지침 세부사항은 "AC 145-9, Guide for Developing and Evaluating Repair Station and Quality Control Manual"에 언급되어 있음.

- 특히, 항공기 엔진 역추진장치 “Repair Station” 인가기준은 아래 표와 같이 인가기준의 인력기준, 시설 및 장비가 구축되어야 하며, 손상수리범위 및 수리한계별 구축장비도 같이 구비하여야 함.

표 34. 역추진장치 수리 인가기준: 인력, 시설, 장비

- 국내 항공사 Interview 및 FAA/EASA Part 145

| 구분 | 세부내용                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 인력 | <p>기준 : Airworthy Regulatory(FAA, EASA)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Accountable Manger -could also be the workshop/production manager for a small set-up, usually Manger</li> <li>Workshop/Production Manager- interview with EASA, production/workshop experience required</li> <li>Quality Manager- interview with FAA/EASA, need to demonstrate experience and understanding of quality systems, MOE.</li> <li>Signatories-Technical personnel releasing the ARCs/Eg. Level III NDT inspectors, in-house welders</li> </ul> |
| 시설 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Paint Removal Shop [ Bead Blasting Booth, Sanding Booth, Paint Booth]</li> <li>Repair Shop [Cleaning Room]</li> <li>Curing Shop</li> <li>NDT Shop</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 장비 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sanding/Blasting Equipment [ plastic media, Starch media 등]</li> <li>Damage Removal Equipment[ cutting, peeling, CNC Milling &amp; Routing Machines, grinding]</li> <li>Contamination Removal Equipment[heat blanket, vacuum pump, moisture meter 등]</li> <li>Repair Equipment [Vacuum Bagging, Resin Injection 등]</li> <li>Curing Equipment [Hot Bonders, Heat Blankets, Bonding Oven, Autoclave 등]</li> </ul>                                                                                        |

표 35. 역추진장치 손상별 수리기준 및 시설, 장비

- 국내 항공사 Interview

| 구분                     | 세부내용                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 손상별 Repair 기준          | <p><b><u>Level 1</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CMM/SRM repairs</li> <li>• Out of manual repairs with no assembly tooling, no bonding tool</li> </ul> <p><b><u>Level 2</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CMM/SRM repairs.</li> <li>• Out of manual repairs that requires the use of assembly jigs (eg. Beam replacement, core cowl, sidewall removal</li> <li>• No bonding tools, no autoclave bonding cap.</li> </ul> <p><b><u>Level 3</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CMM/SRM repairs.</li> <li>• Out of manual repairs that requires the use of assembly jigs (eg. Beam replacement, core cowl, sidewall removal</li> <li>• Bonding tools, full autoclave bonding cap.</li> </ul>                                                                                                                                                                                         |
| 손상별 Repair 기준별 시설 및 장비 | <p><b><u>Level 1-2</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Crane : 4.5M floor to hook</li> <li>• Assembly Jigs               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reverser - CF6 (3 ea.), V2500(4ea), CFM56-7 (2 ea), total 9(ea)</li> <li>- Nose Cowl - CF6 (1 ea), V2500(1ea), CFM56-7 (1 ea), total 3 (ea)</li> <li>- Fan Cowl - V2500 (2 ea)</li> <li>- Total no. of jigs 14 ea, estimated value of new \$XXM</li> <li>- Faro arm (AJ alignment)</li> </ul> </li> <li>• Lifting equipment e.g. Stands / Jigs / slings               <ul style="list-style-type: none"> <li>- E.g. TC turnover stands</li> </ul> </li> <li>• Inspection               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Function tester (Hydraulic)</li> <li>- NDT (Ultrasonic) -7 Boeing SRM repair</li> <li>- NDT (ECI) 80E1 beam SB</li> <li>- NDT (Thermography) Boeing water egress</li> <li>- NDT Level 3 for EASA</li> </ul> </li> </ul> |

표 36. 역추진장치 손상별 수리기준 및 시설, 장비[계속]

- 국내 항공사 interview

| 구분                     | 세부내용                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 손상별 Repair 기준별 시설 및 장비 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bonding Level I-II               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Heat blankets</li> <li>- Heat blanket welders</li> <li>- Hot bonders 1-6 zone</li> <li>- Heat lamps</li> <li>- Vacuum pumps</li> <li>- Potential of building caul sheets</li> </ul> </li> <li>• Ovens               <ul style="list-style-type: none"> <li>- TR</li> <li>- Blocker door</li> </ul> </li> <li>• Freezer/fridge</li> <li>• Sanding</li> <li>• Blast cabinets</li> <li>• Torrit (downdraft) booths</li> <li>• Paint booths; MA25, Primer/topcoat/stencil</li> <li>• Welding (TIG)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- AWS for FAA</li> </ul> </li> <li>• Hand tools; Boroscope, torque tester, etc</li> </ul> <p><b><u>Level 3</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Autoclave               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 40 ft x 12 ft (pit approx. 66 ft x 21 ft)</li> <li>- Heat exchanges, cooling systems</li> <li>- Recurring operating costs (utilities and nitrogen)<br/>\$10K/mth.</li> </ul> </li> <li>• Bond Room               <ul style="list-style-type: none"> <li>- AHU, Dehumidifier</li> <li>- Positive pressure (particle count)</li> </ul> </li> <li>• Bond Tools               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Laser Tracker (BAJ Alignment)</li> <li>- Destructive Testing (Instron, Line Oven)</li> </ul> </li> </ul> |

## 4절. 국내 항공기 역추진장치 연구개발 인프라 분석

### 1. 역추진 장치 국내 수리생태계

- 항공기의 복합재 구성품 수리 생태계는 앞서 설명된 그림 4와 같으며, 일반적으로 국내 항공사의 수리 생태계는 아래 그림과 같이 수리품의 In-house 수리와 외부 OEM 및 수리등재 인가업체에 수리의뢰 여부를 판단하여 수행함.
- In-house 경우 AMO인가 조직이 SRM과 CMM에 의거 작업을 하거나 SRM 및 CMM에 언급되지 않은 수리초과에 대해 FAA DER 승인을 통해 수리를 수행하고, 외부수리의 경우 OEM 업체나 관련 복합재 부품의 수리인가 업체를 집적 접촉하여 계약을 통해 수리를 수행함.

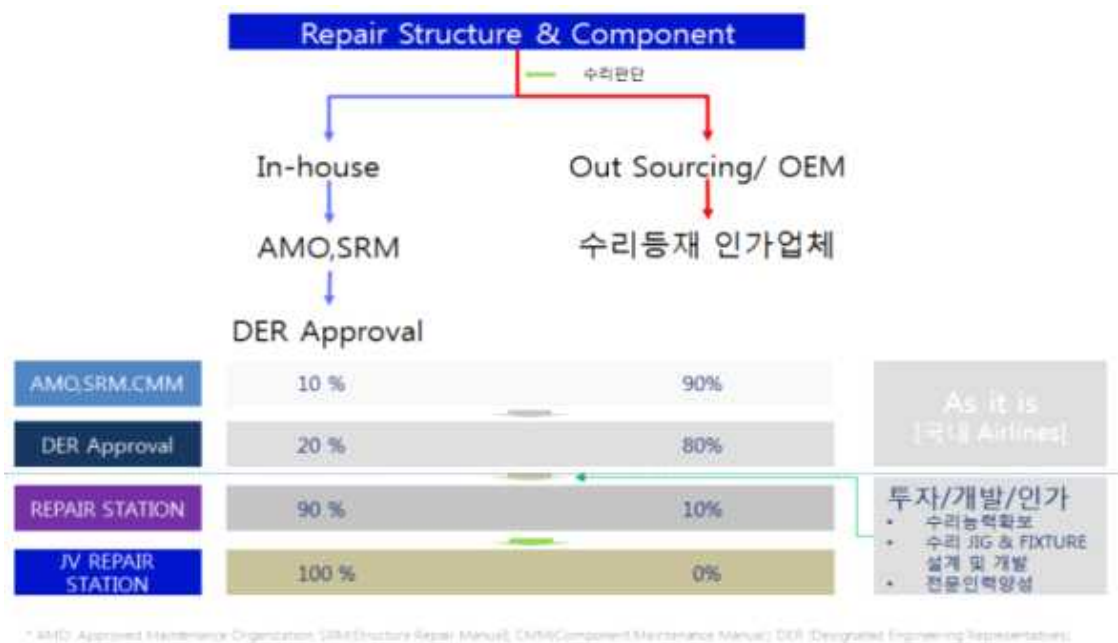


그림 70. 전형적인 수리생태계

- 현재 국내의 경우 DER 승인의 일부 수리 정도만은 수행하고 있으며, 현재 전체 수리의 80% 이상을 해외 수리에 의존하고 있음. 이로 인한 해외수리비용과 해외수리로 인한 항공기 비가용시간에 기인한 손실 등이 항공기의 복합재 부품 증가로 기하급수적으로 증가하는 실정임.

## 2. 국내 연구 시설 및 장비, 연구기관 현황

- 현재 국내에는 약 10여개의 국공립 연구기관에서 복합재료의 원천기술, 설계 기술, 성형 및 가공 기술 등을 포함하여 다양한 기능성 복합소재에 관련한 기술개발과 연구가 이루어지고 있음.

표 37. 국내 복합소재 관련 주요 관련기관 및 연구 분야

| 연구기관              | 연구분야                                                                                                                                                |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 재료연구소             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 구조용/ 기능성 복합소재 설계, 제조, 평가</li> <li>- 복합재 고압용기</li> <li>- 대형 복합재 구조물</li> </ul>                              |
| 한국탄소융합기술원         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 탄소섬유 및 기능성 복합소재 기반 기술</li> <li>- 탄소복합재 성형 및 가공기술</li> <li>- 중간재 제조기술</li> <li>- 구조용 복합재 설계 및 해석</li> </ul> |
| 한국과학기술원           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 탄소나노소재 및 하이브리드 소재 개발</li> <li>- 탄소섬유 강화 복합재 및 중간재</li> <li>- 에너지 저장용 탄소소재</li> </ul>                       |
| 한국화학연구원           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 고성능 구조용 복합소재 원천기술</li> </ul>                                                                               |
| 중소조선연구원           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 탄소섬유기반 해양 레저장비 개발</li> <li>- 고속성형 복합소재 및 경량 부품</li> </ul>                                                  |
| 다이텍               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수퍼섬유 및 복합소재</li> <li>- 복합재 구조설계 및 해석</li> </ul>                                                            |
| 섬유기계연구원           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 탄소섬유 및 기능성 탄소재료 개발</li> <li>- 복합재 성형공정 및 장비 개발</li> </ul>                                                  |
| 경남테크노파크<br>항공우주센터 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 복합재 성형 장비 운용</li> </ul>                                                                                    |

- 재료연구소와, 한국탄소융합기술원, 한국과학기술원 전북분원 등이 전문 인력과 장비를 구축하고 관련 분야에 전반적인 연구가 이루어지고 있으며, 다른 기관의 경우에는 복합재료 관련 부서가 설치되어 탄소 복합재 관련 응용 제품의 개발이 이루어지고 있음.

○ 한국 탄소융합기술원은 브레이딩(Brading)장비, 스프레딩(Spreading)장비 등 직조장비 3종, 고속 RTM 등 성형장비 15종 등을 운영하고 있으며, 한국과학기술원은 3D-Scan 장비 등 분석 장비를 포함 약 25 종의 관련 장비를 운영하고 있음.



그림 71. CFRP 산업의 Value Chain 주요기업

○ 국내 복합재 관련 주요 업체는 T700급 탄소섬유를 양산하는 효성을 비롯, 태광에서 탄소섬유를 생산하고 있고, GS칼텍스에서는 피치(Pitch)계 탄소섬유를 현재 개발 중에 있음. 중간재의 경우 롯데케미칼, SK케미칼 등 약 5개 업체에서 탄소섬유 프리프레그(Prepreg) 및 직물(Fabric)을 생산하고 있음.

표 38. 국내 복합소재 관련 주요 업체 및 보유기술

| 분야        | 업체       | 주요 제품, 기술                                  |
|-----------|----------|--------------------------------------------|
| 소재        | 효성       | - T700 탄소섬유, 프리프레그                         |
|           | GS칼텍스    | - 피치계 탄소섬유                                 |
|           | 태광       | - T500 탄소섬유, 프리프레그                         |
| 중간재       | 롯데케미칼    | - 프리프레그                                    |
|           | SK 케미칼   | - 탄소섬유 프리프레그                               |
|           | 현대화이바    | - 탄소섬유 프리프레그                               |
|           | 한국카본     | - 탄소섬유 프리프레그                               |
|           | 제이엠씨     | - 탄소섬유 프리프레그                               |
| 성형<br>/제조 | 대한항공     | - 항공기 체계 종합, 무인기, B787/A320 Sharklet       |
|           | 한국항공우주산업 | - 고정익 및 회전익기                               |
|           | LG 하우시스  | - 전기차용 배터리팩, 후드                            |
|           | 테크항공     | - 보잉 787 FTE, Embraer P-100 Tail Empennage |
|           | 테크카본     | - 항공기용 탄소 브레이크                             |
|           | 휴먼컴퍼지트   | - 풍력 블레이드, 복합재 버스 프레임                      |
|           | 일진복합소재   | - 복합재 압력용기                                 |
|           | 원앤원      | - 양궁, 탄소 자전거                               |
|           | 카본테크     | - 카본 카약                                    |
|           | 코스텍      | - 탄소섬유 보트                                  |
| 수리        | 대한항공     | - 민항기 MRO                                  |
|           | 한국항공우주산업 | - 고정익 및 회전익기 MRO                           |

- 유리섬유를 제외한 탄소섬유 복합재 제품 중 현재 국내 주요 항공기 복합재 부품 생산기업은 글로벌 항공기제작 네트워크에 참여하는 형태로 대한항공 및 한국항공우주산업이 보잉, 에어버스 등의 주요 완제기업체 및 일본 카와사키 중공업, 미쓰비시중공업, 후지중공업 등 이들의 1차협력업체를 주요고객으로 항공기 동체 제작에 참여하고 있음.

- 이와 같이 완제기 업체 및 글로벌 1차 협력업체로부터 컴포넌트 제작을 주문받아 납품하는 대한항공 및 한국항공우주의 2개사가 국내 항공복합재 산업의 상위 업체이며 이들의 국내 협력 업체들로서 항공기용 복합재 조립품 및 단품을 제작하는 업체들은 약 30 ~ 40개로 추정됨.

표 39. 주요 항공기 복합재 생산기업 및 생산품

- "KIET 산업경제 분석-유럽 항공복합재 시험평가 시스템 구축사례와 시사점"

| 기업     | 상위업체                      | 주요생산구성품                                | 국내협력업체                                     |
|--------|---------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------|
| 대한항공   | Boeing社,<br>Airbus社 등     | B787 Wingtip,<br>A320 Sharklet 등       | 도하인더스트리, 테크항공,<br>수성기체산업 등 12개             |
| 한국항공우주 | Boeing社,<br>Vought, FHI 등 | B787 PBH,<br>B767 FTE,<br>B787 SEC11 등 | 한국화이바, 송월테크놀로지,<br>S&K 항공, 한국복합소재 등<br>25개 |

- 그 외의 탄소 복합재 부품은 전기차용 카본 배터리팩, 자동차용 후드(Hood), 테일게이트(Tailgate) 등 많은 부품이 다양한 공정을 개발을 통해서 개발 되었으나. 아직 양산에 적용이 되지는 않은 상황임.
- 하지만 현재까지 제품 개발에 관한 연구 및 개발에 어느 정도 수행되어왔으나 개발된 복합재 제품의 수리(Repair) 및 폐기된 복합재 제품의 재활용(Recycle)에 관한 연구는 거의 전무하다 할 수 있음.
- 2014년 기준 국내 항공복합재 시장은 2012년의 2,900억원 대비 52% 증가한 4,500억원으로 추정되며, 2020년에는 2배 이상으로 시장이 확대되어 약 9,300억원의 규모를 가질 것으로 전망됨.
- 이와 같이 글로벌 항공기 제작 아웃소싱의 강화는 국내 항공 복합재 협력업체의 시장 참여를 매우 활성화시킬 것으로 예측되고 있으며, 만약 국내의 항공기 복합재 부품의 핵심수리기술 개발과 "Repair Station"인가를 기반으로 항공기 엔진의 역추진장치의 수리를 수행하게 되면 국내 MRO 시장의 근간을 확보하게 될 것으로 기대됨.

## 5절. 국내 FAAPart 145 "Repair Station" 인가업체

- 2016년 기준 국내에 FAA Repair Station인가업체는 아래에 보인 표 와 같으며, 엔진, ULD(Unit Load Device), 항공기 수리기술로 국내 항공사와 해외 투자회사 및 국내기업이 FAA Part 145 "Repair Station" 인가를 보유하고 있음.

표 40. 국내 FAA Part 145 Repair Station 인가업체 - FAA

| 인가업체                             | 주소                                                                                                                                                       | Repair Station 인가 ratings                                             |        |        |        |        |         |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|---------|
| ASIANA AIRLINES                  | Designator : ZZLY<br>2840 WOONSEO-DONG<br>JUNG-GU<br>INCHEON, 400-340<br>KS<br>82-2-2669-1661                                                            |                                                                       | Class1 | Class2 | Class3 | Class4 | Limited |
|                                  |                                                                                                                                                          | Airframe                                                              | N      | N      | N      | N      | Y       |
|                                  |                                                                                                                                                          | *Limited Ratings : Non-Destructive Testing Y                          |        |        |        |        |         |
| KOREAN AIR<br>AEROSPACE DIVISION | Designator : KADY<br>55 TECHCENTER-RO<br>BUSAN, 618-804<br>KS<br>82-5-1970-6810                                                                          |                                                                       | Class1 | Class2 | Class3 | Class4 | Limited |
|                                  |                                                                                                                                                          | Accessory                                                             | N      | N      | N      |        | Y       |
|                                  |                                                                                                                                                          | Airframe                                                              | N      | N      | N      | N      | Y       |
|                                  |                                                                                                                                                          | Instrument                                                            | N      | N      | N      | N      | Y       |
|                                  |                                                                                                                                                          | Radio                                                                 | N      | N      | N      | N/A    | Y       |
|                                  |                                                                                                                                                          | *Limited Ratings : Non-Destructive Testing Y<br>Emergency Equipment Y |        |        |        |        |         |
| KOREAN AIR LINES                 | Designator : KALY<br>260, HANEUL-GIL,<br>GANGSEO-GU<br>SEOUL, 157-712<br>KS<br>82-2-2656-3175                                                            |                                                                       | Class1 | Class2 | Class3 | Class4 | Limited |
|                                  |                                                                                                                                                          | Accessory                                                             | N      | N      | N      |        | Y       |
|                                  |                                                                                                                                                          | Airframe                                                              | N      | N      | N      | N      | Y       |
|                                  |                                                                                                                                                          | Instrument                                                            | N      | N      | N      | N      | Y       |
|                                  |                                                                                                                                                          | Power plant                                                           | N      | N      | N      | N/A    | Y       |
|                                  |                                                                                                                                                          | Radio                                                                 | N      | N      | N      | N/A    | Y       |
| GE ON WING<br>SUPPORT KOREA INC  | Designator : G0KY<br>GIMPO AEROSPACE<br>INDUSTRIAL COMPLEX<br>210 CHEON-RO,<br>DAEGOT-MYEON,<br>GIMPO-SF,<br>GYEONGGI-DO 415-839<br>KS<br>82-31-961-1740 |                                                                       | Class1 | Class2 | Class3 | Class4 | Limited |
|                                  |                                                                                                                                                          | Accessory                                                             | N      | N      | N      |        | Y       |
|                                  |                                                                                                                                                          | Airframe                                                              | N      | N      | N      | N      | Y       |
|                                  |                                                                                                                                                          | Power plant                                                           | N      | N      | N      | N      | Y       |
| KING AEROSPACE INC               | Designator : K6JY<br>CAMP HUMPHREY BLDG<br>858 ANJUNG-RI,<br>PYONGTAEK, 451807<br>KS<br>82-214-227-9741                                                  |                                                                       | Class1 | Class2 | Class3 | Class4 | Limited |
|                                  |                                                                                                                                                          | Accessory                                                             | N      | N      | N      |        | Y       |
|                                  |                                                                                                                                                          | Airframe                                                              | N      | N      | N      | N      | Y       |
|                                  |                                                                                                                                                          | Instrument                                                            | N      | N      | N      | N      | Y       |
|                                  |                                                                                                                                                          | Power plant                                                           | N      | N      | N      | N/A    | Y       |
|                                  |                                                                                                                                                          | Propeller                                                             | N      | N      | N      | N/A    | Y       |
| SHARP AVIATION K<br>INC          | Designator : SZXY<br>ROOM 324, AACT CARGO<br>TERMINAL<br>47 CONGHANG-RO,<br>INCHEON, 400-717<br>KS<br>82-3-2744-2382                                     |                                                                       | Class1 | Class2 | Class3 | Class4 | Limited |
|                                  |                                                                                                                                                          | Airframe                                                              | N      | N      | N      | N      | Y       |
|                                  |                                                                                                                                                          |                                                                       |        |        |        |        |         |

- 대한항공 등 국내 항공사를 제외한 FAA repair station 인가 업체로는 GE ON WING SUPPORT KOREA INC, KING AEROSPACE INC, (주)샤프에이비에이션케이 등 3개의 업체가 있는데, 미국 텍사스에 본사를 둔 KING AEROSPACE INC는 평택 미군부대 내에 위치하여 미군의 군용기에 대한 정비를 담당하는 업체임.
- GE ON WING SUPPORT KOREA INC는 세계 3대 항공기엔진 제작사 중에 하나인 GE社의 항공기 엔진의 정비 및 보수를 담당하고 있는 GE社의 자회사로 국내의 항공기 엔진 수요 뿐 아니라 동남아시아 중남미 등의 엔진수요까지 지원을 하고 있음.



그림 72. GE ON WING SUPPORT KOREA의 임직원  
- GE 블로그

- (주)샤프에이비에이션케이는 외국계 회사가 아닌 유일한 국내 업체로 2013년 기준 매출액 약 490억원 직원 수 약 900여명의 회사로 2006년 FAR - 145 repair station 인가를 받아 항공기 정비 사업을 진행하고 있음.
- (주)샤프에이비에이션케이는 초기 라인(Line) 정비에 대한 국토 교통부의 AMO, FAA 및 EASA의 정비 인가를 받은 후 항공기용 화물의 단위 탑재 용기인 ULD(Unit Load Device)에 대한 수리 인가를 추가적으로 획득하여 국내외 다양한 항공사를 고객으로 정비 서비스를 제공하고 있음.

## 6절. 역추진장치 특허동향분석

### 1. 개요

- “항공기용 복합재 특허기술동향 조사”를 추진함에 있어서, 항공기용 복합재의 전반적인 기술 및 주요 경쟁자를 파악하고, 독자적인 기술개발을 위한 자료 축적 및 향후 발생 가능한 특허 분쟁에 대비하고자 함
- 이에, 본 특허동향조사 보고서는 “항공기용 복합재” 관련 특허동향을 분석함으로써 본 기술 분야의 국·내외 기술동향 등을 파악하여 본 연구개발과제의 방향에 대한 객관적인 특허정보를 제공하고자 함.
- 본 분석에서는 “항공기용 복합재”와 관련하여 분석기술의 범위를 선정하였고, 이에 따른 유효 특허를 추출하여 선정된 유효 특허를 대상으로 정량 분석을 실시하였음. 이들 유효 특허들은 2016년 1월까지 출원 공개 또는 등록된 한국, 미국, 일본, 중국, 유럽 특허임.

표 41. 특허검색 DB 및 검색범위

| 자료 구분                     | 국 가             | 검색 DB   | 분석구간      | 검색범위              |
|---------------------------|-----------------|---------|-----------|-------------------|
| 공개·등록특허<br>(공개·등록일<br>기준) | 한국특허<br>(KIPO)  | WIPS DB | ~ 2016.01 | 특허공개 및 등록<br>전체문헌 |
|                           | 미국특허<br>(USPTO) | WIPS DB |           |                   |
|                           | 일본특허<br>(JPO)   | WIPS DB |           |                   |
|                           | 중국특허<br>(SIPO)  | WIPS DB |           |                   |
|                           | 유럽특허<br>(EPO)   | WIPS DB |           |                   |

※ 정량분석구간: 한국, 미국, 일본, 중국, 유럽 ~ 2013 (출원일 기준)

※ 정성분석구간: 전체분석구간 대상 (~2016.01)

※ 한국, 미국, 일본, 중국 및 유럽: 출원일 기준으로 분석하며, 일반적으로 특허출원 후 18개월이 경과된 때에 출원 관련정보를 대중에게 공개하고 있음. 따라서 아직 미공개 상태의 데이터가 존재하는 2014~2015년 자료는 유효하지 않으므로 정량분석은 ~2013년까지 유효데이터로 분석함. 단, 정성분석에는 가장 최근 특허자료까지 포함하여 분석함.

- 분석 대상 기술의 기술 분류 체계에서는 과제에 제안 요청서 또는 기술 요약서를 기초로 하여 기획 범위내의 기술을 기술 분류별로 구분하여 대분류부터 소분류까지 가지치기 식으로 분류함

표 42. 특허 분석 대상 기술 분류

| 대분류/중분류  |        | 소분류                      |
|----------|--------|--------------------------|
| 장치/방법(A) |        | 항공기 복합재로 제작된 장치 및 부품(AA) |
|          |        | 항공기 복합재 제조 방법(AB)        |
|          |        | 항공기 복합재 수리 방법(AC)        |
| 대상 부품(B) | 나셀(BA) | 역추진장치(BAA)               |
|          |        | 어쿠스틱 구조(BAB)             |
|          |        | 카울(BAC)                  |
|          |        | 인렛(BAD)                  |
|          |        | 파일론(BAE)                 |
|          |        | 나셀 기타부품(BAF)             |
|          | 터빈(BB) | 블레이드(BBA)                |
|          |        | 노즐(BBB)                  |
|          |        | 터빈 기타부품(BBC)             |
|          | 기체(BC) | 기체(BCA)                  |

- 본 분석에서는 과제의 연구내용 제안서를 기초로 “항공기용 복합재”에 대하여 “장치/방법”과 “대상 부품”을 대분류로 정하고, “장치/방법”에 대해서는 “장치, 제조 방법, 수

리 방법”으로 세분화하였고, “대상 부품”에 대해서는 “나셀, 터빈, 기체”를 중분류로 분류한 후, 각각의 세부 부품별로 분류를 세분화하였으며, 심층분석에서도 기술 분야를 동일하게 적용하고, 기술 분류 기준은 위에 작성된 기술 분류 체계의 가장 하위 분류인 소분류의 기술 범위를 한정함.

표 43. 특허 분석 대상 기술 분류 기준

| 대분류/중분류     |            | 소분류             | 노이즈 제거 및 유효 특허 추출 기준                                        |
|-------------|------------|-----------------|-------------------------------------------------------------|
| 장치/방법(A)    |            | 장치(AA)          | - 항공기용 복합재로 제작된 장치 및 부품                                     |
|             |            | 제조 방법(AB)       | - 항공기용 복합재를 제조하는 방법                                         |
|             |            | 수리 방법(AC)       | - 항공기용 복합재를 수리하는 방법                                         |
| 대상<br>부품(B) | 나셀<br>(BA) | 역추진장치(BAA)      | - 역추진장치에 적용되는 항공기용 복합재                                      |
|             |            | 어쿠스틱 구조(BAB)    | - 어쿠스틱 구조에 적용되는 항공기용 복합재                                    |
|             |            | 카울(BAC)         | - 카울에 적용되는 항공기용 복합재                                         |
|             |            | 인렛(BAD)         | - 인렛에 적용되는 항공기용 복합재                                         |
|             |            | 파일론(BAE)        | - 파일론에 적용되는 항공기용 복합재                                        |
|             |            | 나셀<br>기타부품(BAF) | - 역추진장치, 어쿠스틱 구조, 카울, 인렛, 파일론을 제외한 나셀의 기타 부품에 적용되는 항공기용 복합재 |
|             | 터빈<br>(BB) | 블레이드(BBA)       | - 블레이드에 적용되는 항공기용 복합재                                       |
|             |            | 노즐(BBB)         | - 노즐에 적용되는 항공기용 복합재                                         |
|             |            | 터빈<br>기타부품(BBC) | - 블레이드, 노즐을 제외한 터빈의 기타 부품에 적용되는 항공기용 복합재                    |
|             | 기체<br>(BC) | 기체(BCA)         | - 나셀, 터빈을 제외한 기체에 적용되는 항공기용 복합재                             |

- 연구 내용 제안서에 기재된 기술 내용에 근거하여 각 중분류별 기술 내용들이 기재된 특허 문헌들을 모두 검색할 수 있도록 분류별 핵심 키워드를 도출함. 또한 보고서에 사용된 검색식은 도출된 키워드를 바탕으로 특허문헌 검색 사이트인 위스(wips) 데이터 베이스에서 특허 문헌을 검색할 수 있도록 각 중분류별 핵심키워드를 논리적으로 조합하는 과정을 통해 국문과 영문 형태의 검색식을 작성함.

표 44. 특허 기술분류체계에 따른 최종 검색식

| 대분류         | 검색식                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 검색건수       |             |           |            |           |       |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------|-----------|------------|-----------|-------|
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 한국<br>KIPO | 미국<br>USPTO | 일본<br>JPO | 중국<br>SIPO | 유럽<br>EPO | 합계    |
| 항공기용<br>복합재 | - 나셀에 대한 검색식<br>[미국, 유럽, 중국]<br>((aircraft* airplane*) and composite* and (thrust* adj reverse* or nacelle*)) OR<br>(((aircraft* airplane*) and composite* and nacelle*) and ((inlet adj lip) or cowl* or (access adj door) or (acoustic adj liner) or (pylon adj fair*) or blocker or (support adj barrel) or (thrust* adj revers*)))<br>[한국, 일본]<br>(항공기* 비행기* aircraft* airplane*) and (복합재* composite*) and (엔진* nacelle* 역추진* (thrust* adj reverse*)) | 646        | 2,249       | 1,936     | 454        | 390       | 5,675 |
|             | - 나셀 외 기타 구성 검색식<br>[미국, 중국, 유럽]<br>((aircraft* airplane*) and composite*) and ((fan adj ((spinner adj cone*) or blade* or spacer* or platform* or                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |            |             |           |            |           |       |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |       |       |     |     |       |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-----|-----|-------|
| 항공기용<br>복합재 | or (containment adj case*) or (bypass<br>adj duct*) or (stator adj vane*) or<br>outlet or (guide adj vane*) or bracket*<br>or (cable adj tray*)) or (compressor<br>and (oil adj seal*)) or (compressor and<br>(turbine adj shroud*)) or combuster* or<br>((pressure adj turbine) and (exit adj<br>case*)) or (exhaust adj nozzle*)) NOT<br>(((aircraft* airplane*) and composite*<br>and (thrust* adj reverse* or nacelle*))<br>OR (((aircraft* airplane*) and<br>composite* and nacelle*) and ((inlet adj<br>lip) or cowl* or (access adj door) or<br>(acoustic adj liner) or (pylon adj fair*)<br>or blocker or (support adj barrel) or<br>(thrust* adj revers*)))<br><b>[한국, 일본]</b><br>((항공기* 비행기* aircraft* airplane*)<br>and (복합재* composite*)) and (팬 팬<br>압축기 연소기 터빈 노즐 (fan adj<br>((spinner adj cone*) or blade* or<br>spacer* or platform* or (containment<br>adj case*) or (bypass adj duct*) or<br>(stator adj vane*) or outlet or (guide<br>adj vane*) or bracket* or (cable adj<br>tray*)) or (compressor and (oil adj<br>seal*)) or (compressor and (turbine adj<br>shroud*)) or combuster* or<br>((pressure adj turbine) and (exit adj<br>case*)) or (exhaust adj nozzle*)) NOT<br>( ((항공기* 비행기* aircraft* airplane*)<br>and (복합재* composite*) and (thrust*<br>adj reverse* or nacelle*)) OR<br>(((항공기* 비행기* aircraft* airplane*)<br>and (복합재* composite*) and (너셀*<br>nacelle*)) and ((inlet adj lip) or cowl*<br>or (access adj door) or (acoustic adj<br>liner) or (pylon adj fair*) or blocker or<br>(support adj barrel) or (thrust* adj<br>revers*))) | 1,245 | 1,871 | 3,571 | 437 | 327 | 7,451 |
| 총 합 계       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1,245 | 1,871 | 3,571 | 437 | 327 | 7,451 |

- 항공기 복합재 기술에 대한 유효특허 선별 기준을 마련하여 적용하였음. 유효특허 선별기준은 상위에서 조사된 특허에서 추구하고자하는 기술을 선별적으로 추출하고 노이즈를 제거하는 방법 및 기준을 작성함. 본 기술과 관련하여 연구 시 문제가 될 수 있는 특허를 중심으로 유효특허를 선별함

표 45. 유효특허 선별결과

| 대분류/중분류  | 소분류       |  | 유효데이터 건수   |             |           |            |           |     |
|----------|-----------|--|------------|-------------|-----------|------------|-----------|-----|
|          |           |  | 한국<br>KIPO | 미국<br>USPTO | 일본<br>JPO | 중국<br>SIPO | 유럽<br>EPO | 합계  |
| 장치/방법(A) | 장치(AA)    |  | 1          | 253         | 32        | 40         | 61        | 387 |
|          | 제조 방법(AB) |  | 1          | 56          | 9         | 17         | 12        | 95  |
|          | 수리 방법(AC) |  | 2          | 27          | 8         | 5          | 14        | 56  |
| 소 계      |           |  | 4          | 336         | 49        | 62         | 87        | 538 |

| 대분류/중분류  | 소분류        |                 | 유효데이터 건수   |             |           |            |           |     |
|----------|------------|-----------------|------------|-------------|-----------|------------|-----------|-----|
|          |            |                 | 한국<br>KIPO | 미국<br>USPTO | 일본<br>JPO | 중국<br>SIPO | 유럽<br>EPO | 합계  |
| 대상 부품(B) | 나셀<br>(BA) | 역추진장치(BAA)      | 0          | 69          | 2         | 17         | 22        | 110 |
|          |            | 어쿠스틱<br>구조(BAB) | 0          | 47          | 4         | 10         | 14        | 75  |
|          |            | 카울(BAC)         | 0          | 28          | 2         | 1          | 9         | 40  |
|          |            | 인렛(BAD)         | 0          | 25          | 0         | 5          | 7         | 37  |
|          |            | 파일론(BAE)        | 0          | 12          | 0         | 1          | 1         | 14  |
|          |            | 나셀<br>기타부품(BAF) | 1          | 56          | 3         | 4          | 4         | 68  |
|          | 터빈<br>(BB) | 블레이드(BBA)       | 0          | 18          | 20        | 7          | 11        | 56  |
|          |            | 노즐(BBB)         | 0          | 2           | 2         | 2          | 0         | 6   |
|          |            | 터빈<br>기타부품(BBC) | 1          | 34          | 6         | 6          | 8         | 55  |
|          | 기체<br>(BC) | 기체(BCA)         | 2          | 45          | 10        | 9          | 11        | 77  |
|          | 소 계        |                 |            | 4           | 336       | 49         | 62        | 87  |

- 본 분석에서는 양적인 통계를 의미하는 정량분석과 특허가 갖는 기술적인 내용을 심층적으로 분석한 심층분석으로 나누어 분석함.
- 특허기술 Landscape에서는 조사 대상국인 한국, 미국, 일본, 중국 및 유럽에서의 주요 시장국 기술개발 활동현황, 구간별 출원인수와 출원건수의 증감정도의 분석을 통한 기술시장 성장단계 파악 등을 통해 국가별 Landscape를 분석함. 또한, 주요출원인 도출을 통하여 주요 경쟁자 현황 및 주력 기술 분야에 대한 파악을 통하여 경쟁자 Landscape를 분석함.
- 핵심기술 분석에서는 세부기술의 연도별 또는 구간별 특허출원 동향, 주요시장국별 세부기술 동향, 주요출원인별 세부기술 특허동향 등을 분석함. 심층분석의 분석방법은 주요 출원인 및 기술카테고리 별로 수행함.

## 2. 정량 분석

- 주요 특허청의 출원건을 기준으로 항공기용 복합재 분야의 연도별 전체 출원동향을 살펴봄으로써, 각 국에서의 특허 출원 트렌드를 알아보고자 함. 전반적으로, 2000년대 초반까지는 출원 수에 대한 큰 변동이 없었으나, 2000년대 초반 이후로 지속적인 증가세를 보임.

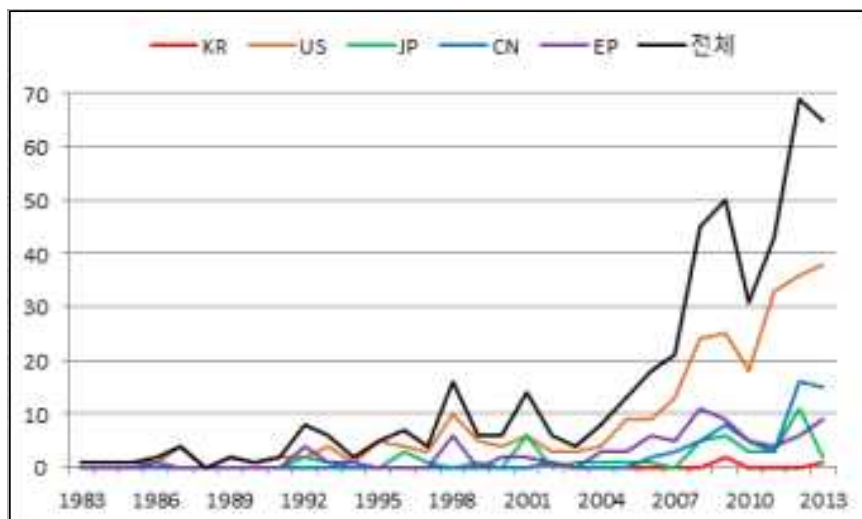


그림 73. 전체 국가 연도별 출원 동향

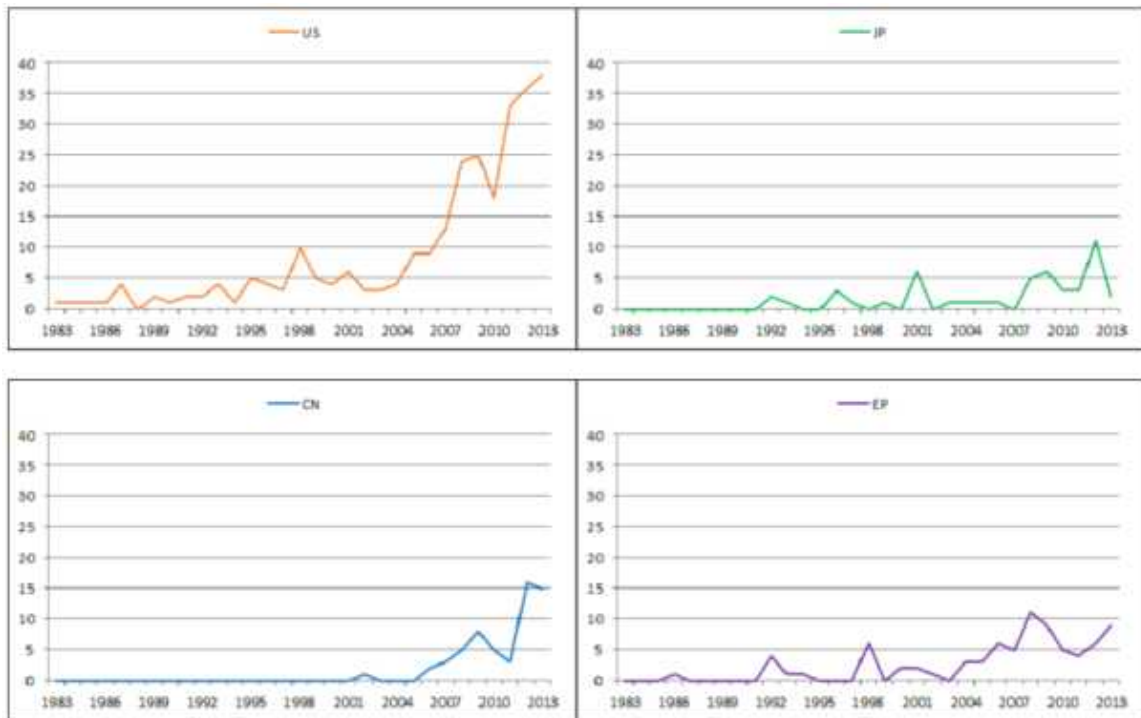


그림 74. 주요 국가 연도별 출원 동향

- 2000년대 후반에서 출원건수가 크게 감소하였지만, 2010년대 초반부터 증가세가 커지는 추세를 보임. 미국에서의 출원건수가 가장 많았으며, 유럽, 중국, 일본 순으로 출원이 진행되었음. 한국의 경우 전반적으로 출원건수가 미미하며, 한국 내의 연구개발이 저조하고, 외국인의 한국 내 출원도 저조한 것으로 보임.
- 미국에서는 1980년대부터 출원이 꾸준히 진행되고 있으며, 1990년대 후반에서 출원이 증가하였다가, 2000년대 초반에서 감소한 후, 2000년대 중후반에 들어 급격하게 증가하는 추세를 보임.
- 일본은 2000년대 후반까지는 출원건수가 미미하였으나, 2010년대 초반부터 출원건수가 꾸준히 진행되는 추세를 보임
- 중국은 2000년대 중반까지는 출원건수가 미미하였으나, 2000년대 후반 이후로 출원건수가 크게 증가하는 추세를 보이며, 유럽은 1980년대부터 일정 출원건수를 유지하고 있고, 2010년대에 다소 증가하는 추세를 보임.

- 항공기용 복합재 분야의 주요국내 출원 건 비율을 살펴보면, 전체건수 대비 미국에서의 출원이 약 63%로 가장 큰 비율을 차지하였으며, 유럽, 중국 및 일본 순으로 출원 비중이 높게 나타남

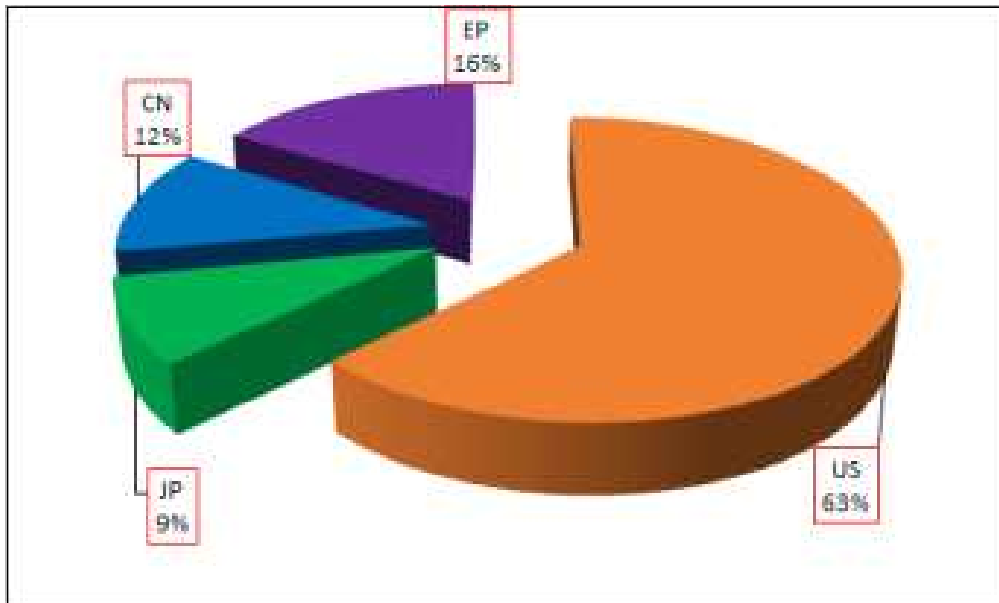


그림 75. 주요 국가 출원건 비율

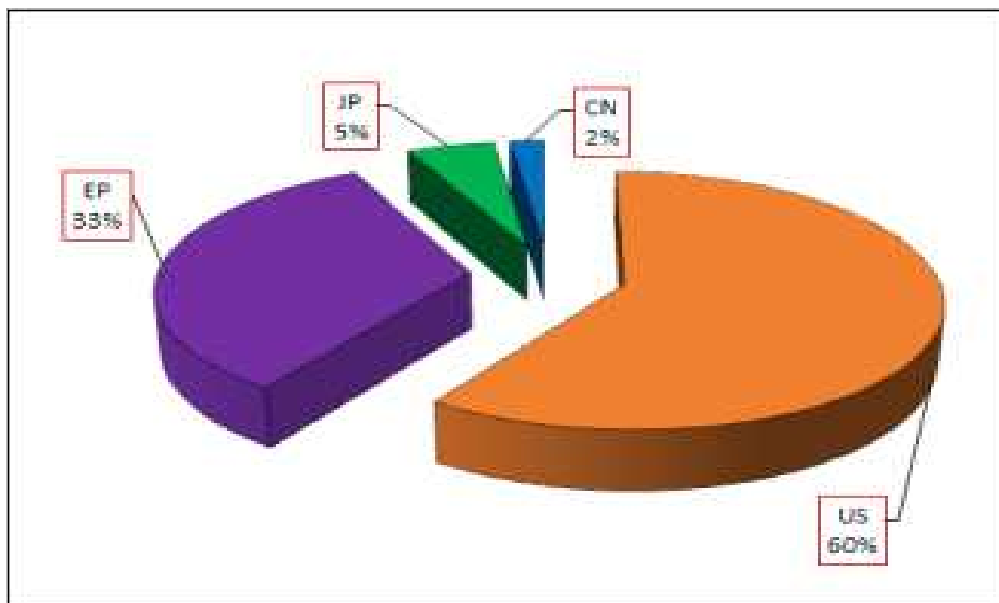


그림 76. 출원인 국적 현황

- 출원인 국적별 특허동향을 살펴보면, 미국기업의 출원이 전체 분석대상 국가 출원 규모의 60%를 차지하는 것으로 나타나고 있으며, 유럽기업이 33%를 차지하였고, 일본기업과 중국기업이 7%를 차지하는 것으로 나타남.

- 따라서, 항공기용 복합재 분야의 연구개발은 미국기업 및 유럽기업에서 주도적으로 수행하고 있으며, 그 연구개발에 따른 특허출원은 미국 및 유럽에서 다수 진행하고 있는 것으로 판단됨.
- 주요 국가 내·외국인 특허 출원 현황을 보면, 중국 및 유럽에서 외국인 출원의 비율이 높게 나타나고 있으며, 특히, 중국에서 외국인 출원의 비율이 높아, 미국기업 및 유럽기업의 연구개발이 중국 내에서의 특허 출원으로 이어지고 있는 것으로 보임

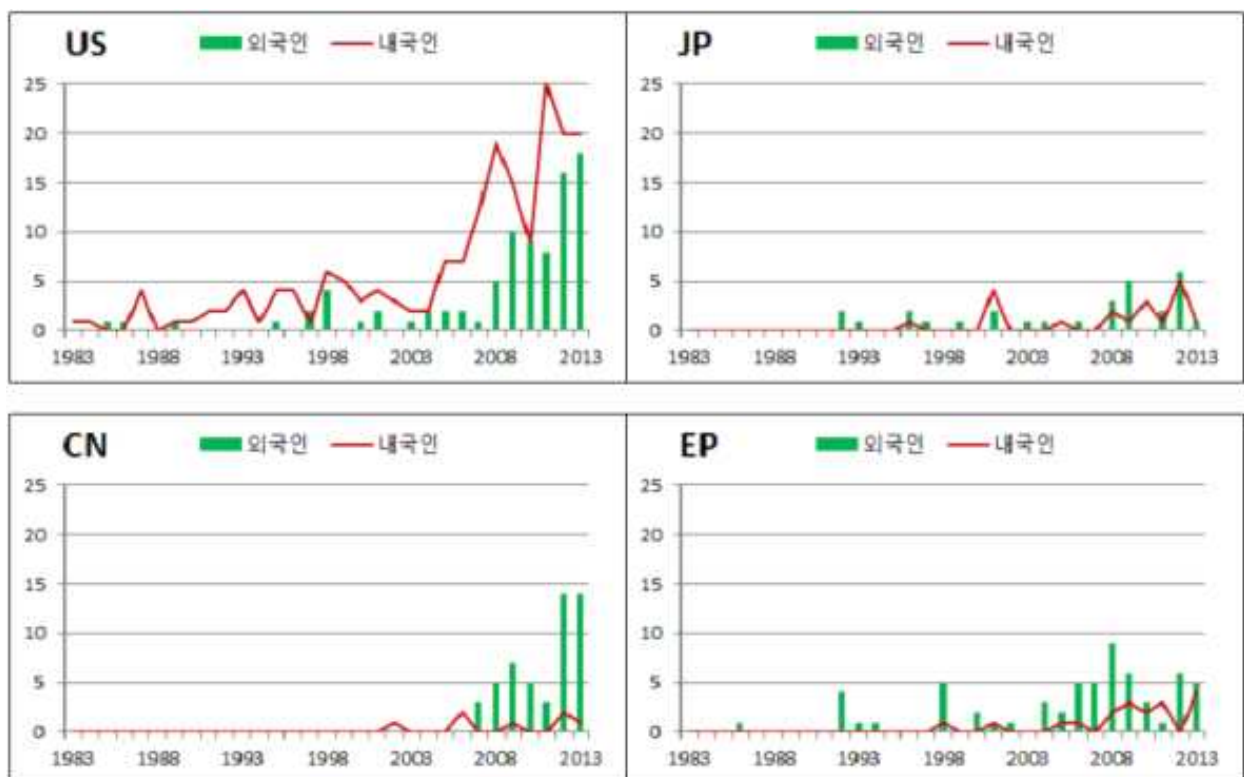


그림 77. 주요 국가 내·외국인 특허 출원 현황

- 항공기용 복합재 분야의 연구개발은 미국기업 및 유럽기업에서 주도적으로 수행하고 있고, 연구 개발에 따른 특허 출원건수가 중국에서 점차 증가하고 있는 것으로 나타남.

표 46. 특허 경쟁자 Landscape

| <div> <div>분석<br/>항목</div> <div>출원인</div> </div> | 출원인<br>국적 | 주요 IP시장국(건수,%) |             |           |            |           |              | 주력<br>분야 |
|--------------------------------------------------|-----------|----------------|-------------|-----------|------------|-----------|--------------|----------|
|                                                  |           | 한국<br>KIPO     | 미국<br>USPTO | 일본<br>JPO | 중국<br>SIPO | 유럽<br>EPO | IP시장국<br>종합* |          |
| AIRCELLE                                         | 유럽        | ·              | 50(15%)     | ·         | 24(39%)    | 6(7%)     | 미국           | BAA      |
| ROHR INC.                                        | 미국        | ·              | 32(10%)     | ·         | 4(6%)      | 19(22%)   | 미국           | BAA      |
| GENERAL<br>ELECTRIC                              | 미국        | ·              | 25(7%)      | 11(22%)   | 4(6%)      | 14(16%)   | 미국           | BBA      |
| BOEING                                           | 미국        | 1(25%)         | 34(10%)     | 2(4%)     | 1(2%)      | 7(8%)     | 미국           | BAB      |
| UNITED<br>TECHNOLOGI<br>ES                       | 유럽        | ·              | 30(9%)      | ·         | 1(2%)      | 10(11%)   | 미국           | BAF      |
| AIRBUS                                           | 유럽        | ·              | 23(7%)      | ·         | 3(5%)      | 3(3%)     | 미국           | BCA      |
| SNECMA                                           | 유럽        | ·              | 9(3%)       | 5(10%)    | 6(10%)     | ·         | 미국           | BBC      |
| IHI CORP.                                        | 일본        | ·              | 5(1%)       | 12(24%)   | ·          | ·         | 일본           | BBA      |
| MRA<br>SYSTEMS                                   | 미국        | ·              | 9(3%)       | 3(6%)     | 2(3%)      | 3(3%)     | 미국           | BAA      |
| ROLLS-ROYC<br>E                                  | 유럽        | ·              | 12(4%)      | ·         | ·          | 4(5%)     | 미국           | BAA      |
| SPIRIT<br>AEROSYSTEM<br>S                        | 미국        | ·              | 13(4%)      | ·         | ·          | 3(3%)     | 미국           | BAA      |
| HEXCEL                                           | 미국        | ·              | 7(2%)       | ·         | 5(8%)      | 2(2%)     | 미국           | BAB      |

\* 해당 출원인의 출원 수 중 주요 출원국가의 출원비중 중 5% 이상인 국가(대분류 대상 상위 10개 출원인)

- 출원인별 특허현황 분석을 나열식으로 정리한 것으로 하나의 표로 표기함으로써, 분석 대상 기술의 주요출원인의 주요 시장국과 최근 연구 활동 및 기술 수준, 주력 기술 분야를 용이하게 파악할 수 있음
- 항공기용 복합재 분야의 주요 출원인을 추출한 결과, 유럽의 Aircelle 전체 출원건수 1위로 나타났으며, 그 뒤를 이어 미국의 ROHR Inc., General Electric, Boeing, United Technologies 등이 다수의 특허를 출원하고 있는 것으로 나타남.
- 또한, 미국기업 및 유럽기업이 주로 미국, 유럽, 중국에 특허 출원을 다수 진행하고 있는 것으로 판단됨

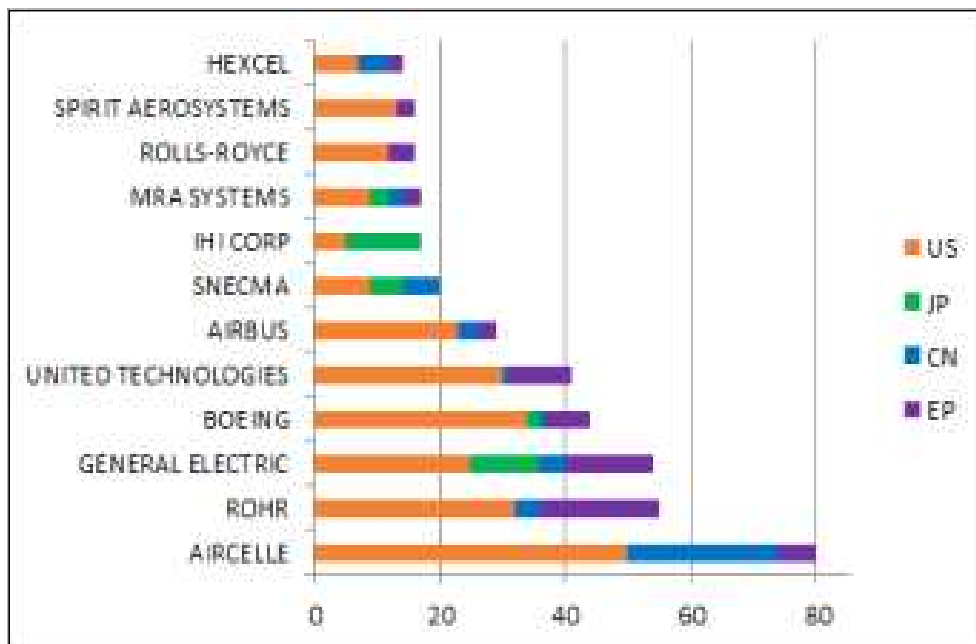


그림 78. 출원인 및 국가별 출원 건수

- 항공기용 복합재 기술의 상위 출원인 중 해외출원이 가장 활발한 출원인은 유럽의 Aircelle로 나타나며, Aircelle은 유럽기업임에도 유럽에 비하여 미국에 더 많은 특허출원을 한 것으로 나타남.
- 전체출원인 중 ROHR Inc., General Electric, Boeing, United Technologies 등 미국기업의 특허출원을 활발하게 진행하고 있는 것으로 나타남.

표 47. 장치/방법별 분류에 따른 출원 동향 분류

| 대분류/중분류  | 소분류       |
|----------|-----------|
| 장치/방법(A) | 장치(AA)    |
|          | 제조 방법(AB) |
|          | 수리 방법(AC) |

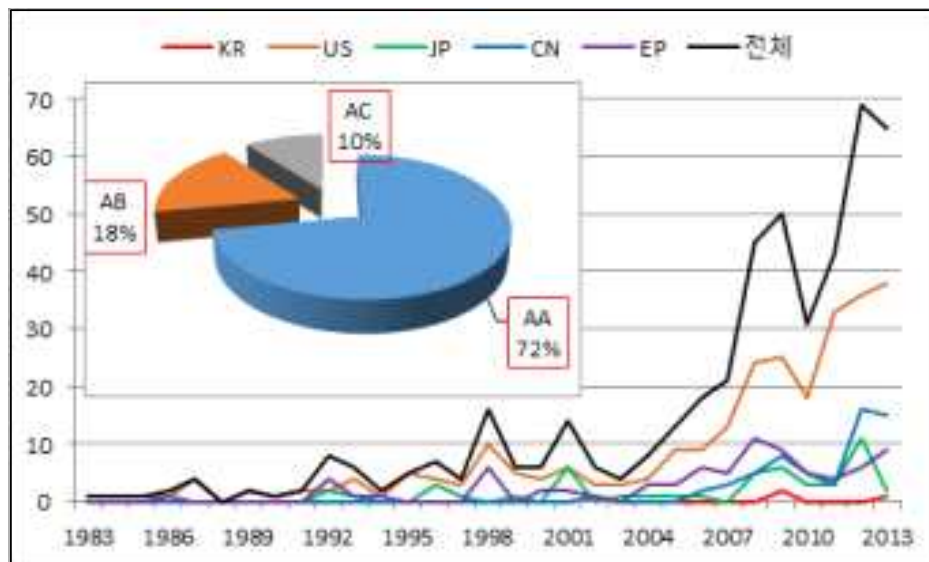


그림 79. 장치/방법별 분류에 따른 출원 동향

- 항공기용 복합재의 장치/방법별 분류에서, 전체 출원건에 대해 항공재 복합재로 제작된 장치 및 부품(AA)에 관한 특허 출원이 72%의 비율로 큰 부분을 차지하며, 항공기 복합재 제조 방법(AB)에 관한 특허 출원이 18%, 그리고, 항공기 복합재 수리 방법(AC)에 관한 특허 출원이 10%를 차지함.
- 항공기용 복합재의 대상 부품별 분류에서, 전체 출원건에 대해 나셀(BA)에 관한 특허 출원이 64%의 비율로 큰 부분을 차지하고, 터빈(BB)에 관한 특허 출원이 22%, 그리고, 기체(BC)에 관한 특허 출원이 14%를 차지함

표 48. 대상 부품별 분류에 따른 출원 동향 분류

| 대분류/중분류  |        | 소분류          |
|----------|--------|--------------|
| 대상 부품(B) | 나셀(BA) | 역추진장치(BAA)   |
|          |        | 어쿠스틱 구조(BAB) |
|          |        | 카울(BAC)      |
|          |        | 인렛(BAD)      |
|          |        | 파일론(BAE)     |
|          |        | 나셀 기타부품(BAF) |
|          | 터빈(BB) | 블레이드(BBA)    |
|          |        | 노즐(BBB)      |
|          |        | 터빈 기타부품(BBC) |
|          | 기체(BC) | 기체(BCA)      |

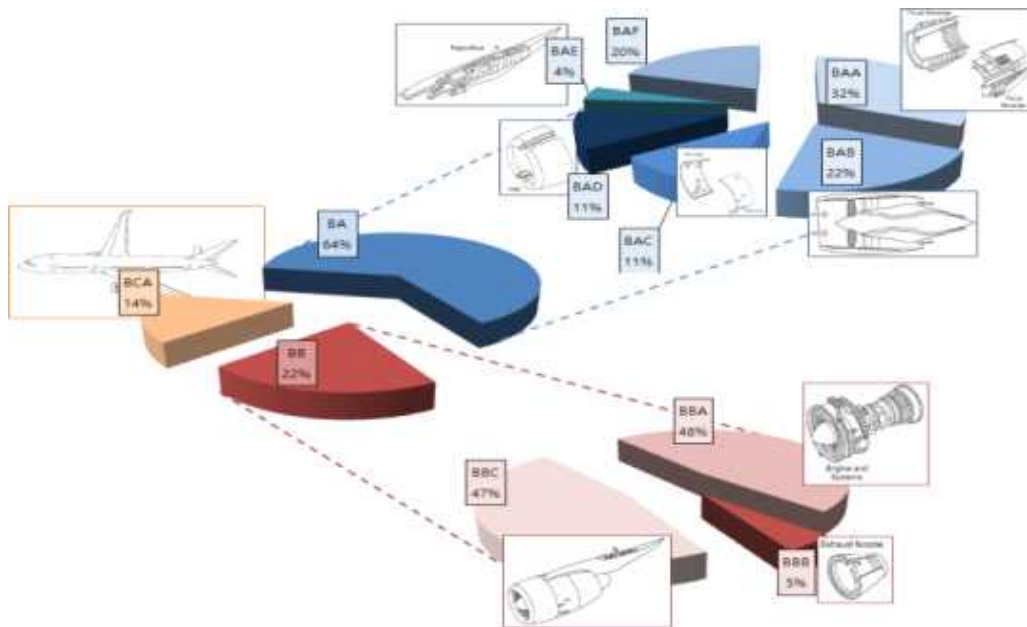


그림 80. 대상 부품별 분류에 따른 출원 동향

- 나셀(BA)에 대한 소분류에서, 역추진장치(BAA)에 관한 특허출원이 전체출원수 대비 32%로 큰 비율을 차지하였으며, 나셀 기타부품(BAF)를 제외할 때, 어쿠스틱 구조(BAB, 22%), 카울(BAC, 11%), 인렛(BAD, 11%), 파일론(BAE, 4%) 순으로 비율이 형성됨.

- 터빈(BB)에 대한 소분류에서, 블레이드(BAA)에 대한 특허출원이 전체출원수 대비 48%로 큰 비율을 차지함.

표 49. 장치/방법별 분류에 따른 출원 동향 분류

| 대분류/중분류  | 소분류       |
|----------|-----------|
| 장치/방법(A) | 장치(AA)    |
|          | 제조 방법(AB) |
|          | 수리 방법(AC) |

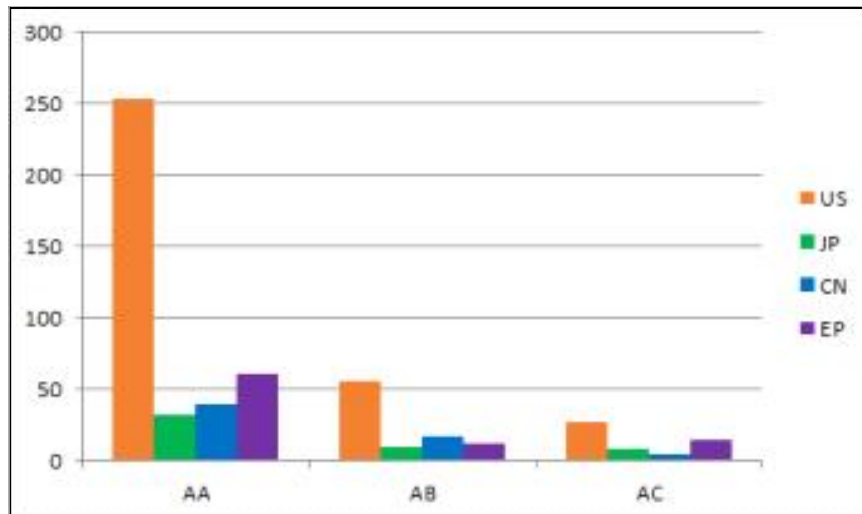


그림 81. 장치/방법별 분류에 따른 출원 동향

- 시장별 세부기술 동향에서는 각국의 특허청에 출원된 출원 데이터를 기준으로 세부기술의 집중도 및 공백영역 등을 그래프로 나타내어 해당 시장의 관심도를 나타내고, 세부기술에 대한 시장별(특허청별) 비교 분석도 가능함.
- 항공기용 복합재의 장치/방법별 분류에서, 항공기 복합재로 제작된 장치 및 부품(AA)에 대한 출원이 미국 내에서 가장 활발하게 진행되었음을 알 수 있고, 항공기 복합재의 제조 방법(AB) 및 수리 방법(AC)에 대한 출원은 주요국에서 고르게 진행한 것으로 보임.

- 항공기용 복합재의 대상 부품별 분류에서, 나셀(BA)에 대한 특허출원이 특히 미국에서 활발하게 진행되었음을 알 수 있고, 나셀(BA)에 대한 특허출원 중 역추진장치(BAA) 및 어쿠스틱 구조(BAB)에 대하여 특허출원이 활발하게 진행된 것으로 보임.

표 50. 대상 부품별 분류에 따른 출원 동향 분류

| 대분류/중분류  |        | 소분류          |
|----------|--------|--------------|
| 대상 부품(B) | 나셀(BA) | 역추진장치(BAA)   |
|          |        | 어쿠스틱 구조(BAB) |
|          |        | 카울(BAC)      |
|          |        | 인렛(BAD)      |
|          |        | 파일론(BAE)     |
|          |        | 나셀 기타부품(BAF) |
|          | 터빈(BB) | 블레이드(BBA)    |
|          |        | 노즐(BBB)      |
|          |        | 터빈 기타부품(BBC) |
|          | 기체(BC) | 기체(BCA)      |

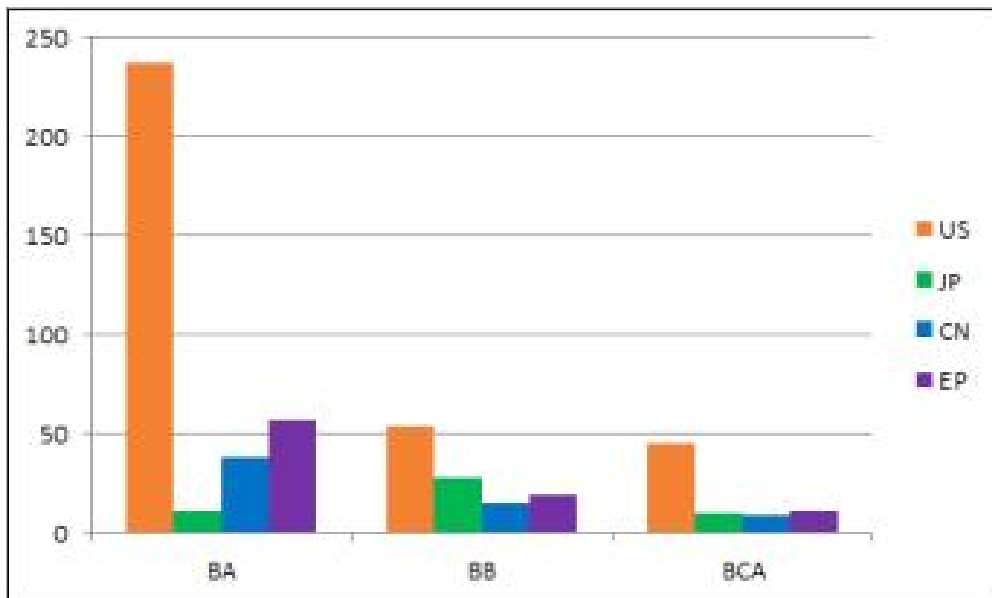


그림 82. 대상 부품별 분류에 따른 출원 동향 중분류

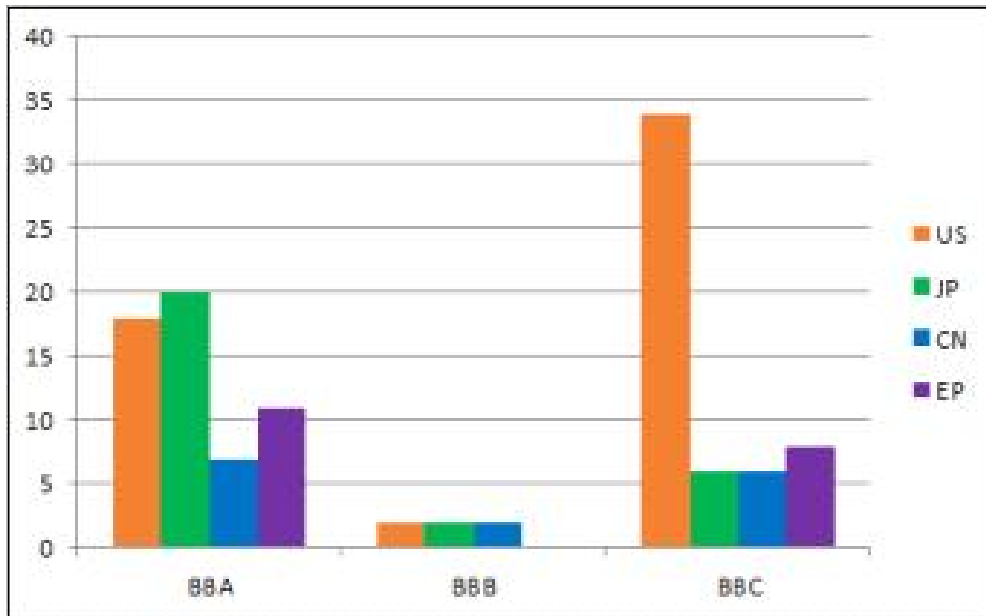


그림 83. 대상 부품별 분류에 따른 출원 동향 소분류 1

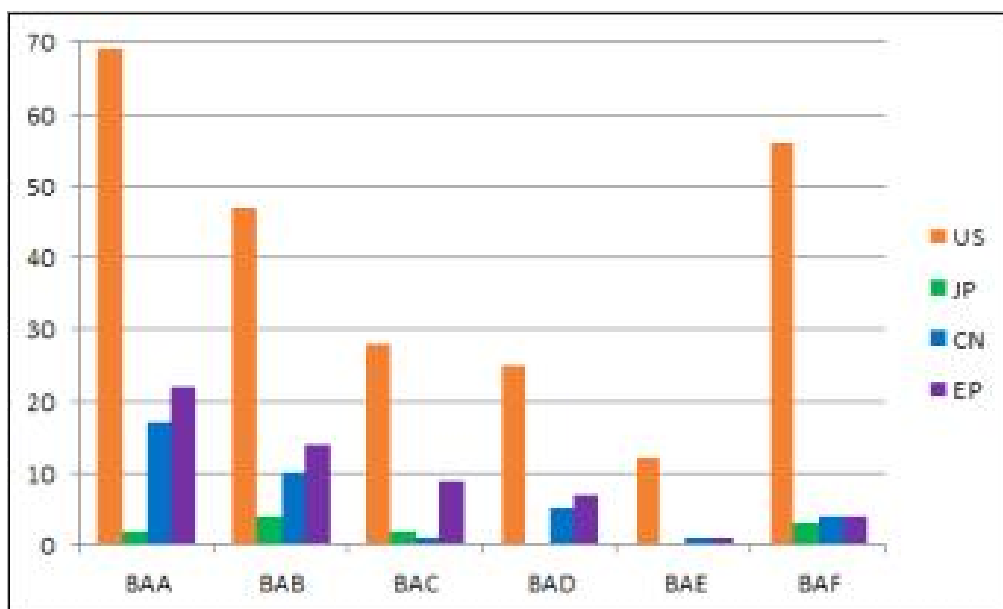


그림 84. 대상 부품별 분류에 따른 출원 동향 소분류 2

- 나셀(BA), 터빈(BB) 및 기체(BC)에 대한 특허출원이 미국 내에서 주도적으로 진행된 것으로 나타남.

- 다출원인의 세부기술별 특허출원 동향에서는 해당기술 분야의 특허 다출원인을 중심으로 시장의 주요 기업들이 집중하고 있는 기술분야가 무엇인지 파악하고자 함이고, 다출원인 혹은 주요출원인의 특허출원 동향을 파악하면 현재 기술이 흘러가는 추이를 파악하는데 도움이 되며, 전체 기술동향을 보는 것보다 다출원인의 특허동향이 선도하는 세부기술이 무엇인지 혹은 앞으로 주도할 분야가 무엇인지 파악할 수 있음.

표 51. 장치/방법별 분류에 따른 출원 기업별 동향 분류

| 대분류/중분류  | 소분류       |
|----------|-----------|
| 장치/방법(A) | 장치(AA)    |
|          | 제조 방법(AB) |
|          | 수리 방법(AC) |

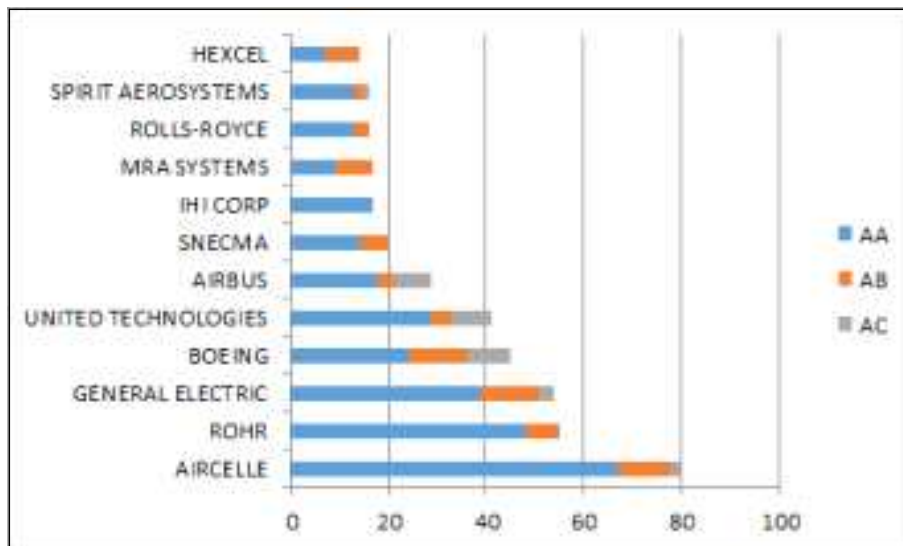


그림 85. 장치/방법별 분류에 따른 출원 기업별 동향

- 항공기용 복합재의 장치/방법별 분류에서, 주요출원인의 세부기술별 특허출원 동향을 살펴보면, 전체적으로, 항공기 복합재 장치 및 부품(AA)에 대한 출원비중이 높게 나타남.
- 항공기용 복합재의 대상 부품별 분류에서, 주요출원인의 세부기술별 특허출원 동향을 살펴보면, 전체적으로, 나셀(BA) 분야 중 역추진장치(BAA) 및 어쿠스틱 구조(BAB)에 대한 출원비중이 높게 나타남

표 52. 대상 부품별 분류에 따른 출원 기업별 동향 분류

| 대분류/중분류  |        | 소분류          |
|----------|--------|--------------|
| 대상 부품(B) | 나셀(BA) | 역추진장치(BAA)   |
|          |        | 어쿠스틱 구조(BAB) |
|          |        | 카울(BAC)      |
|          |        | 인렛(BAD)      |
|          |        | 파일론(BAE)     |
|          |        | 나셀 기타부품(BAF) |
|          | 터빈(BB) | 블레이드(BBA)    |
|          |        | 노즐(BBB)      |
|          |        | 터빈 기타부품(BBC) |
|          | 기체(BC) | 기체(BCA)      |

- 주요 출원인(Aircelle, ROHR, General Electirc, Boeing 등)은 나셀(BA) 분야의 세부분야에 대해 전반적으로 고르게 특허출원을 진행한 것으로 보임

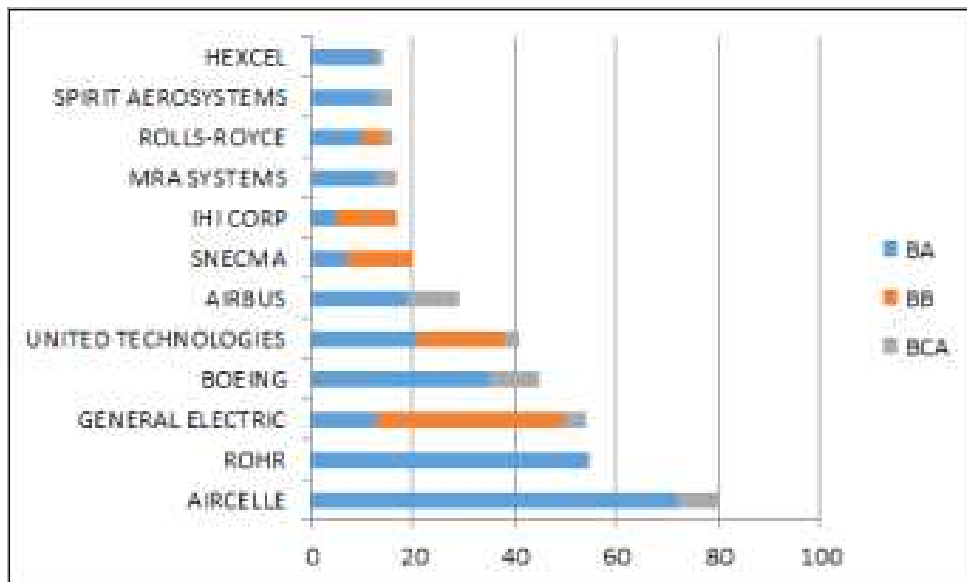


그림 86. 대상 부품별 분류에 따른 출원 기업별 동향 중분류

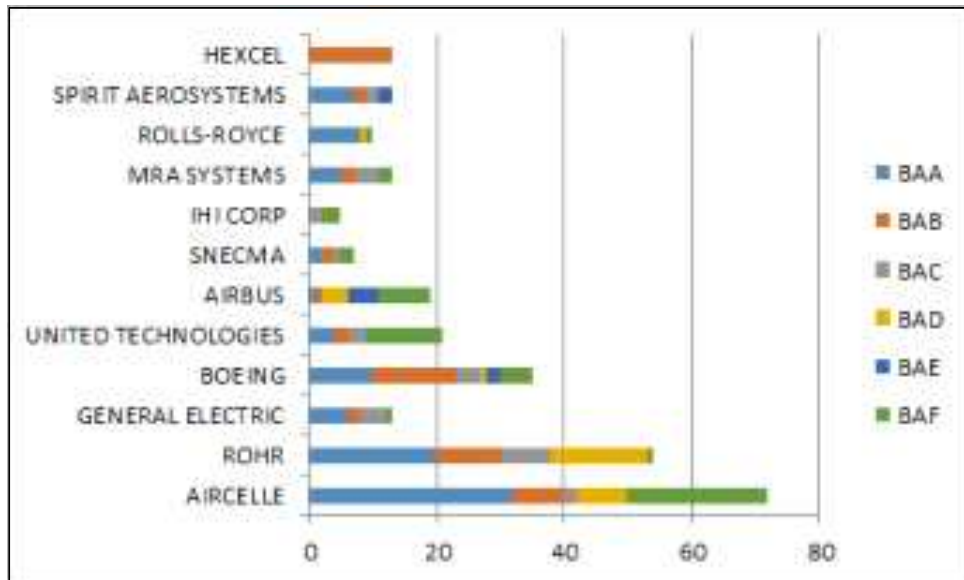


그림 87. 대상 부품별 분류에 따른 출원 기업별 동향 소분류

- 항공기용 복합재 분야의 연도별 전체 출원동향을 살펴보면, 2000년대 초반부터 지속적인 증가세에 있으며, 2010년대 초반부터 증가세가 커지는 추세를 보임
- 항공기용 복합재 분야의 국가별/출원인 국적별 특허동향을 살펴보면, 미국기업의 출원이 전체 분석대상 국가 출원 규모의 60%를 차지하는 것으로 나타남 / 한국기업의 특허출원 및 외국기업의 한국으로의 특허출원이 매우 저조한 것으로 나타남
- 항공기용 복합재 분야의 주요출원인을 추출한 결과, 유럽의 Aircelle가 가장 많은 특허 출원을 하였으며, 그 뒤를 이어 미국의 ROHR Inc., General Electric, Boeing, United Technologies 등이 분야에서 다수의 특허를 출원하고 있는 것으로 나타남
- 항공기용 복합재의 장치/방법별 분류에서, 전체 출원건에 대해 장치에 관한 특허 출원이 72%의 비율로 큰 부분을 차지하며, 제조 방법에 관한 특허 출원이 18%, 그리고, 수리 방법에 관한 특허 출원이 10%를 차지함

- 항공기용 복합재의 대상 부품별 분류에서, 전체 출원건에 대해 나셀에 관한 특허 출원이 64%의 비율로 큰 부분을 차지하고, 터빈에 관한 특허 출원이 22%, 그리고, 기체에 관한 특허 출원이 14%를 차지함 / 나셀에 관한 특허출원 중 역추진장치 및 어쿠스틱 구조에 대한 출원이 큰 부분을 차지함
- 검색한 유효특허 중 핵심특허로 어쿠스틱 구조에 관한 3건, 역추진장치에 관한 4건, 인렛에 관한 4건, 카울에 관한 5건, 파일론에 관한 1건을 도출하였음
- 본 특허동향조사 보고서를 통하여 “항공기용 복합재” 기술 분야의 국·내외 기술동향 및 본 연구개발과제의 방향에 대한 객관적인 특허정보를 알 수 있음

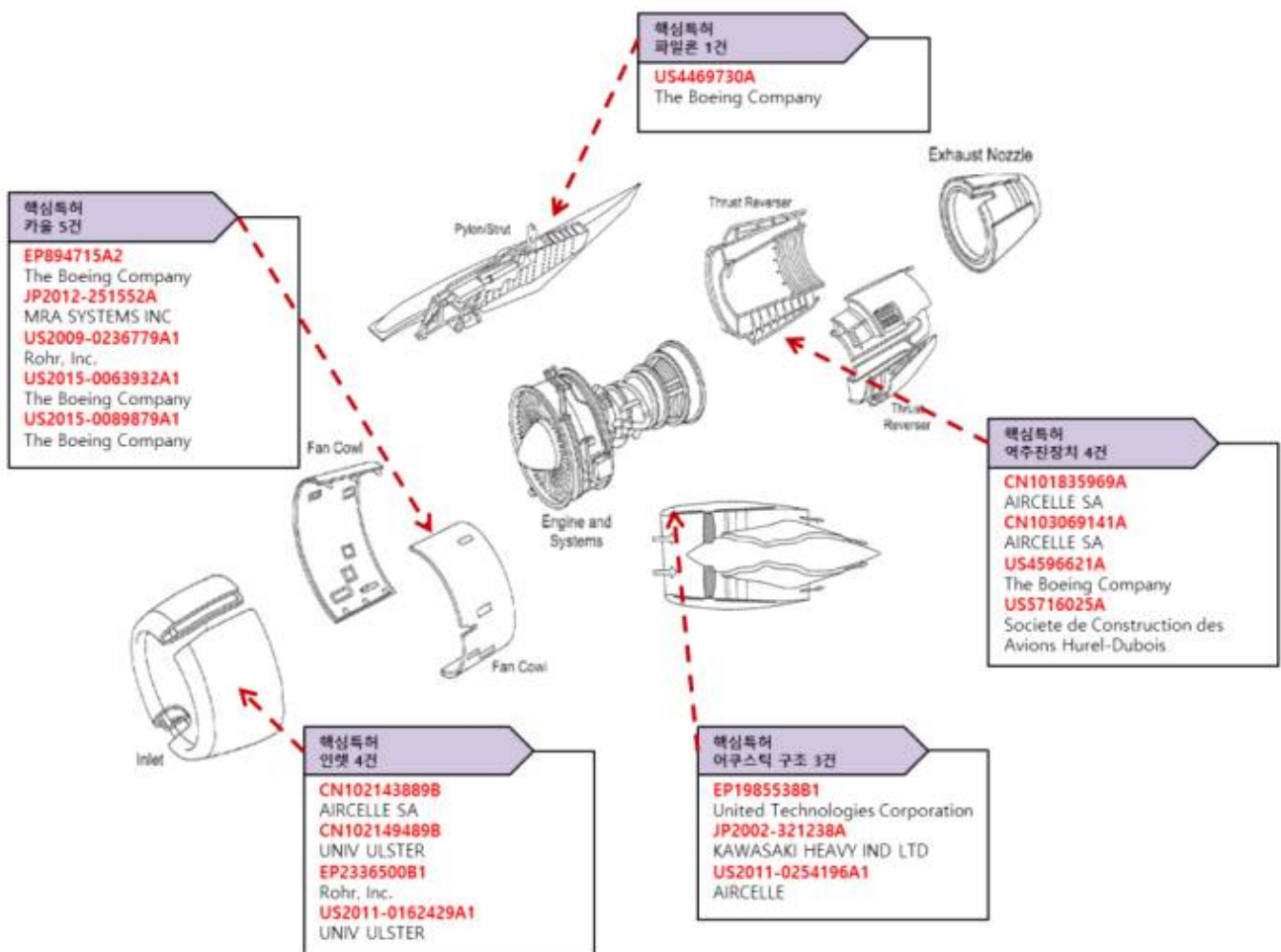


그림 88. 대상 부품별 분류에 따른 핵심 특허

## 제 3장. 연구개발과제 구성 및 추진전략

### 1절. 사업의 개념 및 범위

- 항공기 역추진장치 중 국내 항공사의 핵심 엔진 중 1)사용이 긴 기령 엔진, 2)보유기종 중 가장 많은 종류의 엔진을 조사, 3)해외협력이 용이하고, 기령이 오래되고 국내 기반기술을 바탕으로 항공사의 기술 수요를 충족하는 기술 개발 수행이 가능한 엔진의 역추진장치를 고려하여 "CF6 및 CFM56 엔진 역추진장치를 선정하였음.



그림 89. CF6 엔진 Thrust Reverser 작동

- THE JOURNAL FOR COMMERCIAL AIRCRAFT BUSINESS, issue92, 2014

- Out of Manual 수리 기술 확보 포함한 이의 수리 기술 및 절차 개발을 통한 수리기술 확보와 국내외 수리 수요를 국내에서 공식적으로 수행할 수 있는 “기술표준화”와 FAA/EASA와 동등 수준의 국내외 공인 “Repair Station”과 전문수리업체 기반을 구축하는 것으로 연구과제를 구성하였음.

- 항공기 역추진장치는 Laminate와 Sandwich 복합재 구성품으로 수리에 대한 범위와 기준이 광범위하고, 구매비용 기준 60% 이내의 수리는 항공사의 수리비용에 대한 경제적 판단으로 수리가 되는 복합재 부품으로, 수리에 대한 기술적 범주는 수리비용 범위 60% 이내의 수리기준과 복합재 Laminate 및 Sandwich 구조를 고려한 수리기술 개발을 목표로 함.



그림 90. 역추진장치 파손 - *Spirit AeroSystems*



그림 91. Repair Station - *Aircraft Composite Technologies, Inc*

- 해외 전문기업이 이전을 꺼리는 복합재 구성품의 노후화에 의한 변형과 성형 시 열팽창계수에 기인하는 수축에 의한 “spring back”을 해결 할 수 있는 “정밀 조립 및 분해용 경량 지그 및 금형 기술 개발 및 제작”을 목표로 함..
- 항공기 역추진장치의 복합재 구성품의 수리기술 개발은 기존 CMM, SRM SPM등의 수리기술과 60% 이내, In-Manual, Out of Manual, Autoclave 수리기술의 검증과 수리기술 표준화 및 인가를 위한 수리부위 기 제작 소재특성을 고려한 수리부위 검증 시편 개발, 검사, 시험 Jig 및 Tool 개발과 기계적 시험, 수리부위 모델과 접착제 등 해석 연구를 통한 수리범위, 수리절차 및 기준개발을 개발하여 이의 “기술표준화” 및 인가기반 문서화를 목표로 함.



그림 92. FAA Repair Station Certification  
- Aircraft Composite Technologies, Inc

- 항공기 역추진 장치의 복합재 구성품 수리 기술을 기반으로 하여 국내 공인 전문수리업체 육성을 목표로 AMO 및 역추진장치 “Repair Station” 인가를 획득할 수 있는 국내외 전문기관 및 전문가 협력과 연구를 수행하여 국내 최초로 항공기 복합재 구성품의 수리기술 “표준화”와 역추진장치의 “Repair Station”을 기반을 구축하는 것임.

## 2절. 비전 및 목표

- 항공기 엔진 역추진장치의 복합재 구성품의 수리기술개발을 목표로 하여 국내 대한항공, 아시아나항공, 국내 저비용항공사, 군용기 등의 수리수요 충족과 이를 기반으로 수리기술개발, 수리 Tool 개발, 수리기술 검증, 기술표준화를 통한 세계 공인 전문수리업체의 인가를 획득하여 세계 수준의 항공 MRO 업체 육성을 비전으로 함.



그림 93. 비전 및 목표

### 3절. 연구개발과제 구성

#### 1. 연구개발 과제

- 연구개발 과제의 구성은 4개의 개발목표를 기준으로 최종 항공기 엔진 역추진장치 복합재 구성품의 핵심 수리기술 개발 기반의 “기술표준화 ” 및 인가 실용화가 연계된 연구개발로 구성하였음.

표 53. 연구개발 과제명 및 목표

| 연구개발과제 명                    | 연구개발 목표                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 항공기 역추진장치 복합재 핵심 수리기술       | <ul style="list-style-type: none"> <li>In-manual / OOM/ Autoclave 수리기술개발<br/>[CMM/SRM/DER/In-House Developed PPM 수리기술]</li> <li>Laminate/Sandwich One Side/Sandwich Double 수리기술개발</li> </ul> |
| 항공기 역추진장치 복합재 수리 경량 Tool 개발 | <ul style="list-style-type: none"> <li>표준화 검증 경량 분해 및 조립 Jig Fixture 및 Bonding Tool/Mold 개발</li> </ul>                                                                                       |
| 항공기 역추진장치 복합재 수리 검증기술개발     | <ul style="list-style-type: none"> <li>결합검사/수리부위 검사 기술개발</li> <li>수리검증 해석, 검증시편 및 검증 Jig 및 절차 개발</li> </ul>                                                                                  |
| 항공기 역추진장치 복합재 수리기술 “표준화” 개발 | <ul style="list-style-type: none"> <li>수리 기술절차 표준화</li> <li>DER Approval 및 FAA/EASA “Repair Station” 동등인가</li> </ul>                                                                         |

- 국내 보유 다수 엔진 중 수명이 15년 이상 항공기 기종을 기준하여 CF6 Engine과 CFM56 Engine 선정하여 본 과제의 수리기술 확보를 위한 연구 기종으로 선정을 고려한 연구개발과제 구성으로 특히, CF6 엔진의 경우 2025년 이후 도태 예정으로 해외 전문수리업체의 기술이전 및 기술 확보가 용이 하며, 이를 기반으로 기술을 확보하여 타 기종의 엔진 역추진장치 수리 확대 적용이 가능한 기술개발로 구성하였음.

## 2. 연구개발 과제 세부내용

### 가. 항공기 역추진장치 복합재 핵심 수리기술 개발

#### (1) 결함형태 및 결함별 수리범위 연구, 수리방법 개발

- FAA Repair Station, DER approval (In-house Developed DER approved repair 기술) 획득을 위한 기술개발.

#### (2) In-Manual (CMM/SRM), Out of Manual, Autoclave Repair 수리방법 검토를 통한 역추진 장치 복합재 부품별 구조 및 수리방법, 수리한계치 설정

- 결함형태 : Top Skin Damage Only, Top Skin and Core Damage, Damage through the Laminate 등



그림 94. 결함형태 분류

- *Essentials of Advanced Composite Fabrication & Repair*

- 수리 방법: Cosmetic Repair, Resin Injection Repair, Resin Infusion Repair(with vacuum), Patch Repair(Mechanically Fastened Composite Doubler, Structural Adhesive Bond Doubler), Flush Structure Repair (Tapered, Scarf) 등

- 수리한계치 : 미연방규격 FAR25.571에 따르면, 수리 부위에 대한 안전성 입증은 수리된 구조부의 손상 허용 거동까지 확인할 것을 명시 이를 기준으로 수리한계치 연구
- Curing 방법 : Hot Bonder(Heat Lamp, Hot Air Gun, oven)-Heat Blanket, Vacuum Bagging Autoclave 등

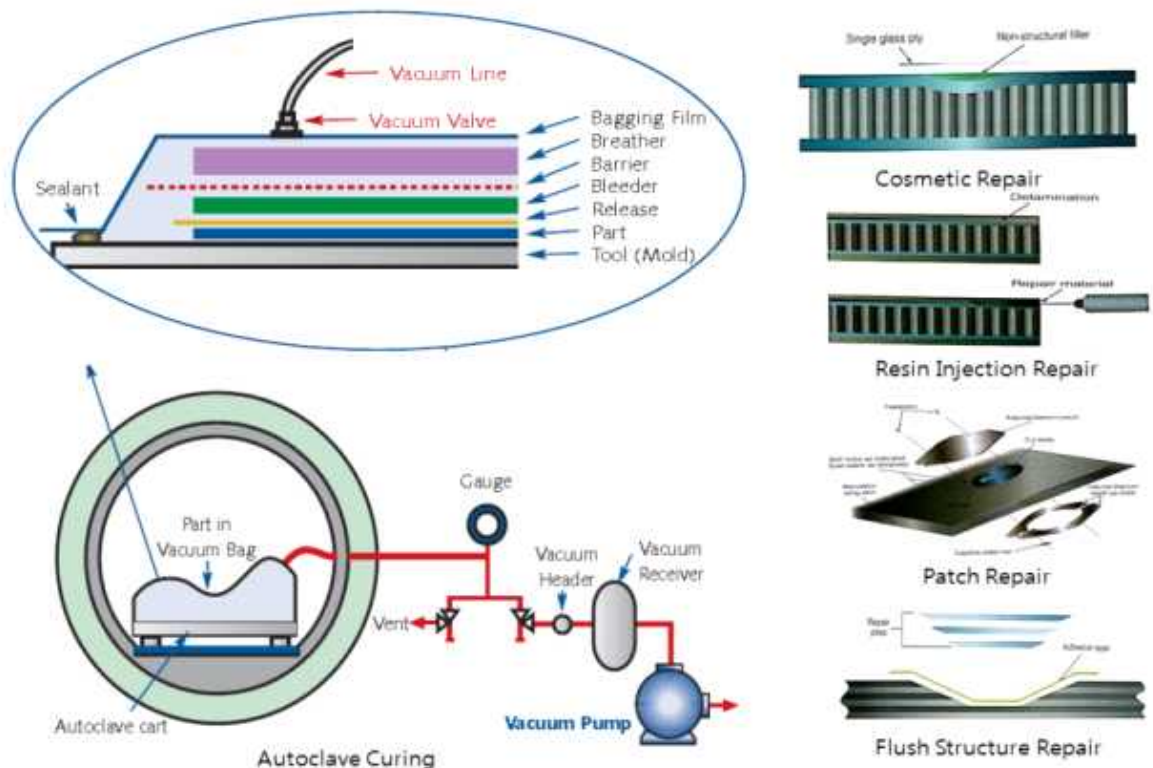


그림 95. Autoclave Curing 및 수리방법 예

- Nash Pumps for Processing Composites in Autoclaves

## 나. 항공기 역추진장치 복합재 수리 경량 Tool 개발

### (1) 분해 및 조립 Jig & Fixture 설계 및 제작

- 역추진장치의 구성품이 half 형태 분해 및 Two Pieces 조립 시 기존형상의 geometry 및 aerodynamic 고려하여 분해 후 이동 및 원활한 수리를 위한 경량화, 형상 contour 제어 및 concave 형상등과 Bolting 및 inserting 위치공차 만족 설계 및 제작 기술개발.

### (2) Bonding Tool/Mold 설계 및 제작

- 역 추진장치의 성형(Curing)시 형상변형에 대한 contour 제어 및 concave 형상등 고려 개발[경량소재 적용 : Nickel Alloy Sheet, Composite등]

### (3) 수리용 정밀 경량 Jig & Fixture 및 Bonding Tool/Mold 표준화 검증 획득.



Jig & Fixture



Bonding Tool/Mold [예]

그림 96. Jig & Fixture 및 Bonding Tool/Mold

## 다. 항공기 역추진장치 복합재 수리 검증 기술개발

- (1) 전산구조해석 프로그램을 이용한 수리부위 유한요소해석
- (2) 수리부위 In-service/In-flight 조건의 overload, impact, 환경적 영향 등에 대한 해석
- (3) 수리형태에 따른 수리방법별 검증 시편개발 및 시험검증 Jig 및 Tool 개발
  - 원 목재의 제조 (Materials, Ply Orientation, Lamination, Structural Configuration등)를 고려한 검증시편제작과 시험검증( Impact, Bending, Tension 등)
- (4) 수리부위 검사 기술개발: Undamaged/Repaired panels의 NDT 및 Load Distribution 검사
- (5) 시험검증을 통한 인가 검증 Documentation 개발

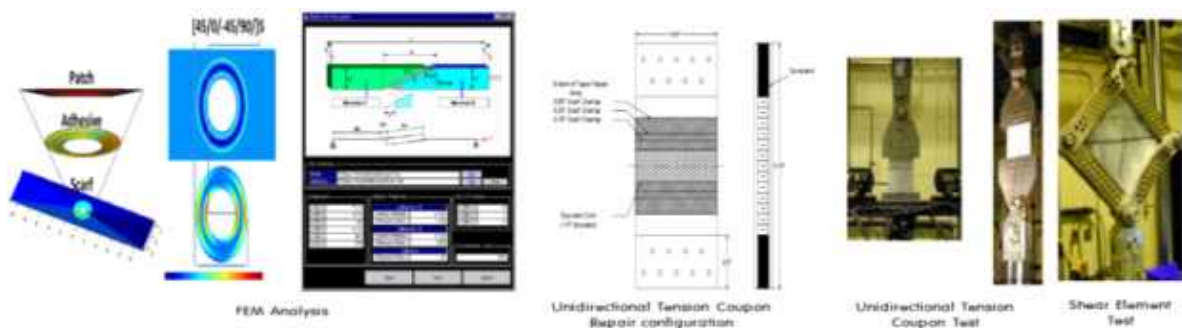


그림 97. FEM 해석, 검증시편 및 시험 Jig/Tool 설계, 개발 및 검증

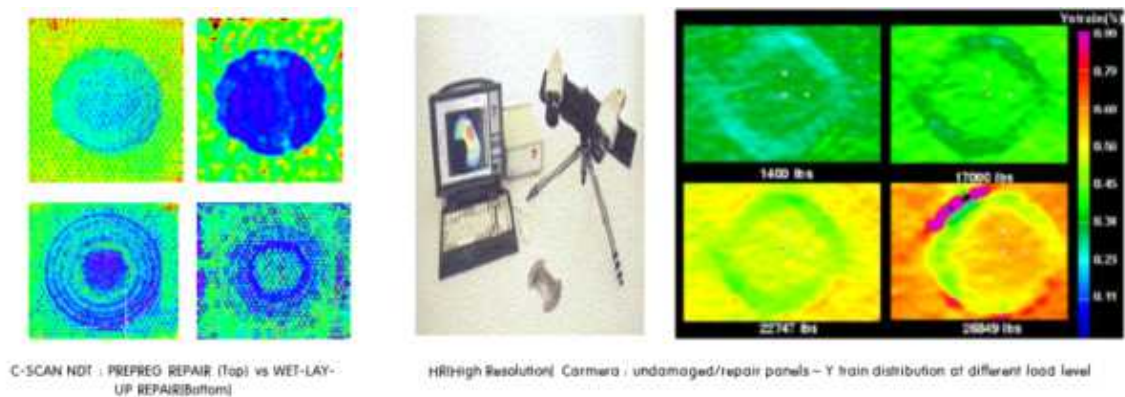


그림 98. 수리시편 검증 및 load 분포에 대한 검증

- Bonded Repair of Aircraft Composite Sandwich Structures

## 라. 항공기 역추진장치 복합재 수리기술 “표준화” 개발

(1) In-Manual (CMM/SRM), Out of Manual, Autoclave Repair 수리기술 표준화 및 문서화 연구 [FAA/EASA Part 145 Repair Station Documentation 연구 및 국내 기반연구 - 해외 전문가 및 DER Consulting 공동연구]

(2) 역추진장치 수리를 위한 요건 기반 연구 : 항공기 정비업 등록, 항공기 안전관리시스템 승인, AMO 조직인가/구축, FAA/EASA Repair Station인가, DER Approval 획득

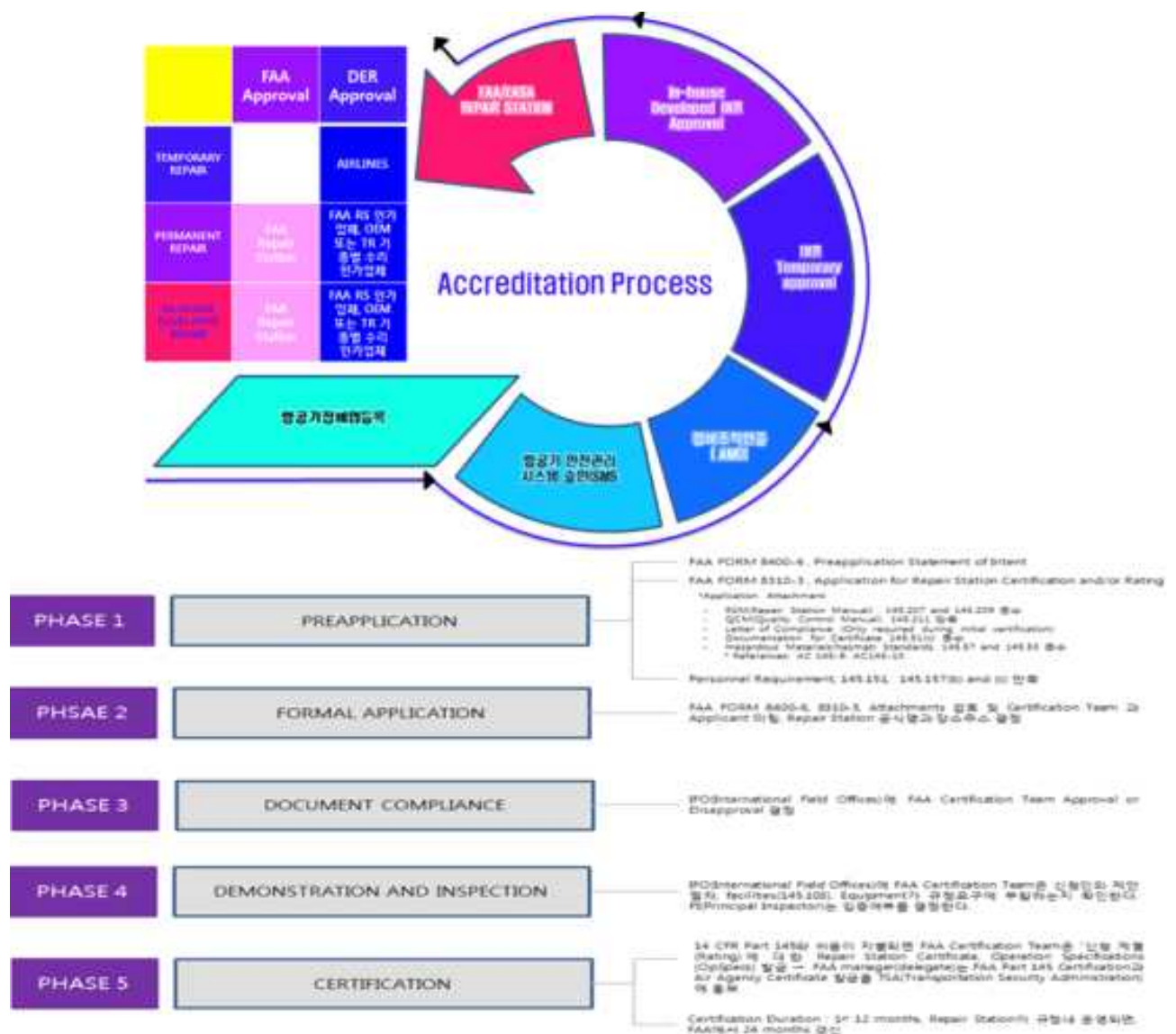


그림 99. 역추진장치 수리 인가 및 절차

#### 4절. 세부과제별 주요내용 및 추진전략

- 연구개발 과제의 세부 주요내용은 항공기 역추진장치 복합재 핵심수리 기술개발, 수리경량 Tool 개발, 수리 검증기술 개발, 수리 “기술표준화”를 기준으로 표 39와 같이 수리개발 대상품, 결함형태, 경량 수리 지그 및 금형 개발, 수리방법 개발, 수리방법 검증 시편개발 및 검증의 정량적 목표를 기준으로 최종 항공기 엔진 역추진장치 복합재 구성품의 핵심 수리 기술 개발과 “기술표준화” 및 FAA/EASA 동등 수리인가를 획득하는 것임.

표 54. 세부과제별 주요 연구 세부내용

| 주요<br>연구분야       | 구분 및 세부내용                                                                                                                                                       | 비고                                                                                                                                                        |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 수리<br>개발 품       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• FAN REVERSER SUPPORT ASSEMBLY</li> <li>• FAN REVERSER TRANSLATING COWL</li> <li>• FAN REVERSER BLOCKER DOOR</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• CMM/SRM/SPM, OEM REPAIR MANUAL</li> </ul>                                                                        |
| 결함형태             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• TOP SKIN DAMAGE ONLY</li> <li>• TOP SKIN AND CORE DAMAGE</li> <li>• DAMAGE THROUGH THE LAMINATE</li> </ul>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• CMM/SRM/SPM, OEM REPAIR MANUAL</li> </ul>                                                                        |
| 수리<br>TOOL<br>개발 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ASSEMBLY 및 DISASSEMBLY JIG FIXTURE</li> <li>• BONDING TOOL 및 MOLD</li> </ul>                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 역추진 장치 형상 고려한 Reverse engineering Concave fixture 및 tool 개발</li> </ul>                                           |
| 수리방법<br>개발       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PAINT 및 DAMAGE Removal :SKIN 및 CORE</li> <li>• INSPECTION</li> <li>• REPAIR : REPAIR PROCESS 및 CURING</li> </ul>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• CMM/SRM : REPAIR STATION 기준</li> <li>• Out of Manual/SPM : DER APPROVAL</li> <li>• DOT/FAA/AR, ASTM 등</li> </ul> |

| 주요<br>연구분야                                                                                                                                                        | 구분 및 세부내용                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 비고                                                                                                                                                      |                          |                  |               |                     |    |                          |                  |      |                                             |   |    |      |               |                                          |   |    |      |               |                                               |   |    |      |               |         |   |    |        |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------|---------------|---------------------|----|--------------------------|------------------|------|---------------------------------------------|---|----|------|---------------|------------------------------------------|---|----|------|---------------|-----------------------------------------------|---|----|------|---------------|---------|---|----|--------|---------------|
| 수리검증<br>시편개발<br>및 검증                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"><li>수리부위 해석 : Geometries and Loading Modes, Failure Laminate/Adhesive models등</li><li>CMM/SRM 언급 검증시편 개발</li><li>Out of Manual/ Autoclave Repair 검증시편 개발</li><li>검증시편 시험 Jig 및 Tool 개발</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"><li>CMM/SRM : REPAIR STATION 기준</li><li>Out of Manual : DER APPROVAL</li><li>ASTM/ISO/MIL-Handbook-17</li></ul>       |                          |                  |               |                     |    |                          |                  |      |                                             |   |    |      |               |                                          |   |    |      |               |                                               |   |    |      |               |         |   |    |        |               |
|                                                                                                                                                                   | 정량적 목표                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                         |                          |                  |               |                     |    |                          |                  |      |                                             |   |    |      |               |                                          |   |    |      |               |                                               |   |    |      |               |         |   |    |        |               |
|                                                                                                                                                                   | <table><tr><th>평가항목<br/>(주요성능 Spec)</th><th>단위</th><th>전체항목<br/>에서 차지하는<br/>비중(%)</th><th>세계<br/>최고<br/>기술수준</th><th>평가방법</th></tr><tr><td>1. 적층 구조물 정적/피로 충격, 굴곡, 인장강도, 압축, Shear 회복률</td><td>%</td><td>25</td><td>≥ 90</td><td>전문기관/<br/>자체평가</td></tr><tr><td>2. 조인트 구조물 정적/피로 충격, 굴곡, 인장강도, shear 회복률</td><td>%</td><td>25</td><td>≥ 90</td><td>전문기관/<br/>자체평가</td></tr><tr><td>3. 샌드위치 구조물 정적/피로 충격, 굴곡, 인장강도, 압축, shear 회복률</td><td>%</td><td>25</td><td>≥ 90</td><td>전문기관/<br/>자체평가</td></tr><tr><td>4. void</td><td>%</td><td>25</td><td>≤1.0 %</td><td>전문기관/<br/>자체평가</td></tr></table> |                                                                                                                                                         |                          |                  |               | 평가항목<br>(주요성능 Spec) | 단위 | 전체항목<br>에서 차지하는<br>비중(%) | 세계<br>최고<br>기술수준 | 평가방법 | 1. 적층 구조물 정적/피로 충격, 굴곡, 인장강도, 압축, Shear 회복률 | % | 25 | ≥ 90 | 전문기관/<br>자체평가 | 2. 조인트 구조물 정적/피로 충격, 굴곡, 인장강도, shear 회복률 | % | 25 | ≥ 90 | 전문기관/<br>자체평가 | 3. 샌드위치 구조물 정적/피로 충격, 굴곡, 인장강도, 압축, shear 회복률 | % | 25 | ≥ 90 | 전문기관/<br>자체평가 | 4. void | % | 25 | ≤1.0 % | 전문기관/<br>자체평가 |
|                                                                                                                                                                   | 평가항목<br>(주요성능 Spec)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 단위                                                                                                                                                      | 전체항목<br>에서 차지하는<br>비중(%) | 세계<br>최고<br>기술수준 | 평가방법          |                     |    |                          |                  |      |                                             |   |    |      |               |                                          |   |    |      |               |                                               |   |    |      |               |         |   |    |        |               |
|                                                                                                                                                                   | 1. 적층 구조물 정적/피로 충격, 굴곡, 인장강도, 압축, Shear 회복률                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | %                                                                                                                                                       | 25                       | ≥ 90             | 전문기관/<br>자체평가 |                     |    |                          |                  |      |                                             |   |    |      |               |                                          |   |    |      |               |                                               |   |    |      |               |         |   |    |        |               |
|                                                                                                                                                                   | 2. 조인트 구조물 정적/피로 충격, 굴곡, 인장강도, shear 회복률                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | %                                                                                                                                                       | 25                       | ≥ 90             | 전문기관/<br>자체평가 |                     |    |                          |                  |      |                                             |   |    |      |               |                                          |   |    |      |               |                                               |   |    |      |               |         |   |    |        |               |
| 3. 샌드위치 구조물 정적/피로 충격, 굴곡, 인장강도, 압축, shear 회복률                                                                                                                     | %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 25                                                                                                                                                      | ≥ 90                     | 전문기관/<br>자체평가    |               |                     |    |                          |                  |      |                                             |   |    |      |               |                                          |   |    |      |               |                                               |   |    |      |               |         |   |    |        |               |
| 4. void                                                                                                                                                           | %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 25                                                                                                                                                      | ≤1.0 %                   | 전문기관/<br>자체평가    |               |                     |    |                          |                  |      |                                             |   |    |      |               |                                          |   |    |      |               |                                               |   |    |      |               |         |   |    |        |               |
| <p>* 모든 수리 coupon은 수리방법과 관계없이 평균 원 강도의 90%이상 달성</p> <p>* Ten Percent Rule : 다른 적층의 적층각도, 탄소섬유 %에 따른 Loading Direction에 따라 fiber 방향 100%, 다른 방향 10% 강도와 인성을 보임</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                         |                          |                  |               |                     |    |                          |                  |      |                                             |   |    |      |               |                                          |   |    |      |               |                                               |   |    |      |               |         |   |    |        |               |
| 기술표준화                                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"><li>핵심수리기술 절차화 및 문서화</li><li>핵심수리기술 기술 표준화</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"><li>최종 성과물</li><li>○ In-Manual/OOM/ Autoclave 수리기술표준화</li><li>○ DER Approval 및 FAA/EASA Repair Station 동등인가</li></ul> |                          |                  |               |                     |    |                          |                  |      |                                             |   |    |      |               |                                          |   |    |      |               |                                               |   |    |      |               |         |   |    |        |               |

- 핵심수리 연구개발 추진전략은 국내 항공사의 수리기술 확보현황과 국내 인가수준의 역량을 기준으로 항공사 및 국내 복합재 전문연구기관과 업체 참여의 컨소시엄 개발형태로 추진하여 개발기술이 항공사에 수리기술에 바로 적용될 수 있도록 추진하고, 관련 기술의 해외 전문가 및 전문업체와 협력을 통하여 개발기술의 공인 인가 획득을 수행하여야 함.

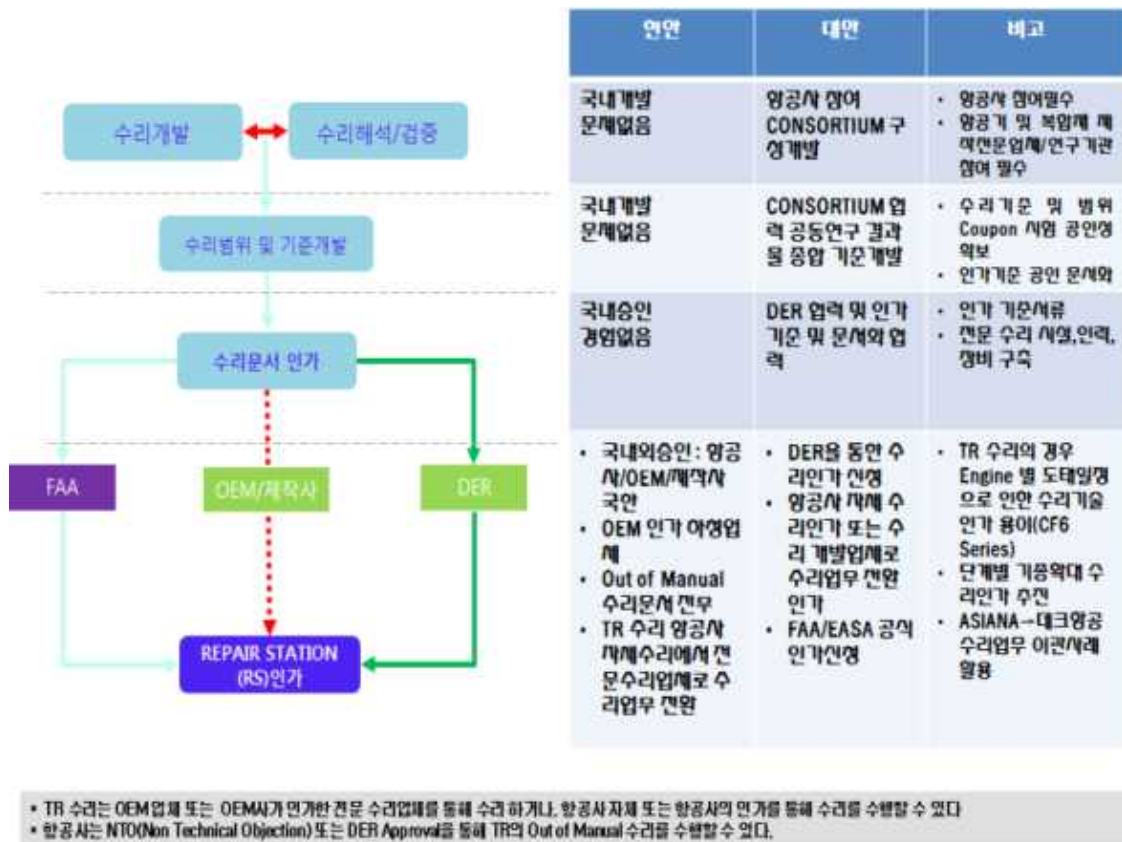


그림 100. 핵심 수리기술 연구개발 추진전략

- 기술표준화 인가추진 전략은 금호 타이어의 BASA 인증사업 추진 사업화 사례기준으로 기술표준화 기준의 “Repair Station” 인가 기획사업화 추진의 형태로 전문적인 인가권한을 가진 국내 항공안전기술원 및 국가 공인기관의 주관으로 해외 FAA 인가를 획득하기 위한 절차 및 문서 개발과 최종 인가획득을 위한 주관기관의 인가 시설, 장비 (장비는 인가기준으로 공인기관이 선정 및 예산반영 집행 한다), 기반 및 기준을 갖추도록 관리감독과 지원을 통해 인가를 획득하도록 함.

#### • 금호 타이어 BASA 인증사업 사례

\* 항공사의 “Repair Station” 기능의 개발업체 제한적 수리인가 형태 초기 추진

가. 2004.5 - 2009.4 : “항공기 품질인증기술기반 구축사업 착수”

- 사업기간 '04.5~'09.4, 사업비 67억원(정부 50억, 민간 17억)

- 사업부서: 한국항공우주연구원

나. 2005.02 : 건교부 BASA 추진위원회 구성

다. 2008.2.19. 한-미간 항공안전협정(BASA) 체결, 금호타이어 B737-400 FAA인가



그림 101. 기술표준화 인가 추진전략

## 5절. 연구추진 체계

- 연구추진 체계는 주관기관이 최종 공인 "항공기 역추진장치 Repair Station"인가를 획득할 수 있는 항공사 참여 컨소시엄 형태로 국내 공인 인가권한의 연구 기관의 참여 및 관리를 통한 국가적 핵심사업으로 체계를 구성.
- 연구추진 체계는 주관기관이 "기술표준화 [FAA/EASA Part 145 동등 "항공기 역추진 장치 Repair Station"인가]"를 획득할 수 있는 항공사 참여 컨소시엄 형태 또는 국내 항공사 수리물량 기준의 실용화 R&BD 사업구도
- 또한 국내 공인 인가권한의 연구 기관의 참여 및 관리를 통한 국가적 핵심 사업으로 그 체계를 구성.
- 해외의 수리전문기업의 기술공개 및 제안을 최대한 활용한 국내외 공동 협력으로 기술 표준화 및 Repair Station 인가



그림 102. 연구 추진체계 구도 및 연구개발 내용

## 6절. 기술성과 로드맵

### 가. 기술로드맵



그림 103. 항공기 역추진장치 수리기술개발 기술 로드맵

| 연차        | 1차년도                                                                                                                                | 2차년도                                                                                                                                                                         | 3차년도                                                                                                                                                       | 4차년도                                                                                                                 |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 수리기술 개발   | <ul style="list-style-type: none"> <li>In-manual 수리기술 개발</li> <li>SRM /CMM 수리기술 개발</li> <li>Laminate 수리기술 개발</li> </ul>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Out of Manual 수리기술 개발</li> <li>DER Approval 수리기술 개발</li> <li>Sandwich One Side 수리기술개발</li> <li>Sandwich Double Side 수리기술개발</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Autoclave 수리기술 개발</li> <li>In-house SPM(Standard Practical Manual) 기술개발</li> <li>Co-cure/Co Bond 수리기술 개발</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>수리기술 절차와 및 수리기술 표준화</li> </ul>                                                |
| 수리Tool 개발 | <ul style="list-style-type: none"> <li>경량 분해/조립 Jig/Fixture 설계/ Mock-up 제작</li> <li>경량 Bonding Tool /Mold 설계/ Mock-up 제작</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>경량 분해/조립 Jig/ Fixture 제작</li> <li>경량 Bonding Tool/ Mold 제작</li> </ul>                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>경량 분해/조립 Jig/ Fixture 수리검증/개조</li> <li>경량 Bonding Tool/ Mold 수리검증/개조</li> </ul>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>경량 분해/조립 Jig/ Fixture 표준화 검증</li> <li>경량 Bonding Tool/ Mold 표준화 검증</li> </ul> |
| 수리검증 개발   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Damage 검사기술개발</li> <li>수리부위 FEM의 해석 Tool 활용 해석 개발</li> </ul>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>수리검증시편 Coupon 개발</li> <li>수리시편 Coupon 시험 Jig 및 시험평가</li> </ul>                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>수리부위 검증검사기술개발</li> <li>수리부위 평가 기준 및 수리범위 기준설정</li> </ul>                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>수리범위/기준 표준화 문서화 (Documentation)</li> </ul>                                    |
| 수리 기술표준화  | <ul style="list-style-type: none"> <li>In-manual 수리기술 표준화 기준개발</li> </ul>                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Out of Manual, Autoclave 수리기술 표준화 기준개발</li> </ul>                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>수리 Jig/Fixture, Bonding Tool 기술표준화 기준개발</li> <li>수리검사 및 검증 기술표준화 기준개발</li> </ul>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>수리기술 표준화 [FAA/EASA Repair Station 인가동등수준]</li> </ul>                          |

## 나. 기술성과 로드맵

| 세부 기술                                      | 연구활동                               | 사업기간 |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------------------------------|------------------------------------|------|-----|-----|-----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|                                            |                                    | '17  | '18 | '19 | '20 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1. 항공기 역추진장치 복합재 핵심 수리기술 개발                |                                    |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1-1. 경손상 수리절차 개발 (In-Manual)               | 1-1-1. 수리 절차 Manual 분석             |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                            | 1-1-2. In-manual 수리 기술 정립          |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1-2 중손상 수리 기술 개발 (Out of Manual)           | 1-2-1. 손상 분석 기술 개발                 |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                            | 1-2-2. 수리 부위 및 범위 분석 연구            |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                            | 1-2-3. 수리 공정 최적화 연구                |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                            | 1-2-4. OOA 수리 기술 정립                |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1-3. 최종손상 수리기술 개발(Autoclave)               | 1-3-1. Co-cure/Co-bond 수리기술 연구     |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                            | 1-3-2. 공정 최적화 연구                   |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1-4. 기술표준화                                 | 1-4-1. 수리기술 절차 정립 및 문서화            |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                            | 1-4-2. 표준화 인가시설 및 장비 구축            |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2. 항공기 역추진장치 복합재 수리 경량 Tool 개발             |                                    |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2-1. 경량 Jig Fixture 개발 및 제작                | 2-1-1. 수리 부품에 따른 Jlg Fixture 설계,제작 |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                            | 2-1-2. 가용성 검증 및 인가 기준 구축           |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2-2. Bonding Tool/Mold 개발 및 제작             | 2-2-1. Bonding Tool, Mold 설계       |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                            | 2-2-2. 가용성 검증 및 인가 기준 정립           |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3. 항공기 역추진장치 복합재 수리 검증 기술개발                |                                    |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3-1. 손상(Damage) 검사기술 개발                    | 3-1-1. 손상 부위 및 한계 검사 기술 연구         |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                            | 3-1-2. 검사 기준 표준화 연구                |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3-2. 손상 수리부위 FEM 해석개발                      | 3-2-1. 파손해석 연구                     |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                            | 3-2-2. 수리 공정에 따른 수리품질 해석 연구        |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3-3. 수리 검증시험 및 치공구 개발                      | 3-3-1. 시험시험 치공구 설계 및 제작            |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3-4. 시험 평가 기술 개발                           | 3-4-1. 수리시험 시험 프로세스 정립             |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                            | 3-4-2. 수리시험 구조시험 및 DB 구축           |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3-5. 수리 부위 검증 및 수리범위 기준 표준화                | 3-5-1. 수리 기술에 따른 수리 품질 분석          |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                            | 3-5-2. 손상에 따른 수리기술 표준화             |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4. 항공기 역추진장치 복합재 수리기술 “표준화” 개발             |                                    |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4-1. 인가 문서 기준 및 표준화 개발                     | 4-1-1. 수리기술 문서 표준화 연구              |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                            | 4-1-2. 수리시설, 장비 및 기술 표준화 연구        |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4-2. FAA/EASA 동등 Repair Station 인가 획득 기준연구 | 4-2-1. 국내외 수리 관련 인가 사례 연구          |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                            | 4-2-2. 인가 종류별 수리 인가 절차 연구          |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                            | 4-2-3. 인가 종류별 획득 방안 수립             |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4-3. 수리인가업체 인가획득 지원                        | 4-3-1. 국내외 인가 기준 정량화 연구            |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                            | 4-3-2. 국내외 수리 인가 획득 지원             |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

## 제 4 장. 자원투입계획

### 1절. 연구시설 및 장비투입계획

- 항공기 역추진장치의 “기술표준화” 및 FAA/EASA 동등수준의 수리전문 “Repair Station” 인가 기반을 위한 시설 및 장비 투입은 “Repair Station” 인가를 획득하고자 하는 주관 업체의 기반구축에 필요한 필수 사항으로 기본적 인가를 위한 시설 및 인력은 기업이 투자하고 개발 및 수리인가를 위한 대형 및 고가의 장비구축은 정부가 지원하는 투입계획이 요구됨.

| 구분                | 내용                                                                                              | 비고                                                          |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Facilities        | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 기업시설 및 공장 인가, 수리범위 공간, 인력양성</li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 기업투자/개발</li> </ul> |
| General Equipment | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sanding Booth, Paint Booth, Ovens, NDT etc</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 정부지원/개발</li> </ul> |
| Assembly Tooling  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 역추진장치 분해 및 조립 Jig, Fixture등</li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 정부지원/개발</li> </ul> |
| Bonding Tooling   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hot Bonding, Double Vacuum Debulking 등</li> </ul>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 정부지원/개발</li> </ul> |
| Autoclave         | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Out of Autoclave 및 Autoclave, Curing Mold 등</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 정부지원/개발</li> </ul> |

- 역추진장치의 수리는 FAA/EASA 동등 인가를 획득하여야 하는 전용 전문 “Repair Station” 공간이 필수적으로 필요하며, 이의 투자 또는 시설 및 공간 보유업체가 투자 확보 하여야함.
- “기술표준화 및 Repair Station” 인가 기반을 위한 시설 및 장비 투입은 “Repair Station” 인가를 획득하고자 하는 주관 업체의 기반구축에 필요한 필수 사항. 특히, 오토클레이브는 인가 필수전용 장비임.

## 2절. 소요예산 투입계획

### 1. 연차별 연구비

(단위 : 백만원)

| 구 분     |     | 1차년도<br>(2017) | 2차년도<br>(2018) | 3차년도<br>(2019) | 4차년도<br>(2020) | 합계    |        |
|---------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|--------|
|         |     | 금 액            | 금 액            | 금 액            | 금 액            |       |        |
| 연구<br>비 | 정 부 |                | 3,975          | 2,475          | 2,850          | 1,950 | 11,250 |
|         | 민 간 | 현 금            | 795            | 495            | 570            | 390   | 2,250  |
|         |     | 현 물            | 530            | 330            | 380            | 260   | 1,500  |
|         | 합 계 |                | 5,300          | 3,300          | 3,800          | 2,600 | 15,000 |

\* 위의 경우는 참여기업이 모두 중소기업인 경우(국토교통부 소관 연구개발사업 운영 규정 제 29조 3항)로 관련 연구비 구성 비율이 정부 75%, 민간 25% (현금 60%, 현물 40%)임.

\* 중앙행정기관의 연구개발비 출연 기준

가. 참여기업이 모두 대기업인 경우: 총 연구개발비의 50퍼센트 이내

나. 참여기업이 모두 중견기업인 경우: 총 연구개발비의 60퍼센트 이내

다. 참여기업이 모두 중소기업인 경우: 총 연구개발비의 75퍼센트 이내

라. 참여기업이 복합적으로 구성되고, 그 중 대기업의 비율이 3분의 1이하인 경우: 총 연구개발비의 60퍼센트 이내. 다만, 참여기업 중 중소기업의 비율이 3분의 2 이상인 경우는 총 연구개발비의 75퍼센트 이내

마. 그 밖의 경우: 총 연구개발비의 50퍼센트 이내

(단위 : 백만원)

| 구 분        | 1차년도<br>(2017) | 2차년도<br>(2018) | 3차년도<br>(2019) | 4차년도<br>(2020) | 합계     |
|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------|
|            | 금 액            | 금 액            | 금 액            | 금 액            |        |
| 인건비        | 580            | 361            | 416            | 285            | 1,642  |
| 연구장비 및 재료비 | 4,300          | 2,677          | 3,083          | 2,109          | 12,169 |
| 간접비 및 기타   | 420            | 262            | 301            | 206            | 1,189  |
| 합 계        | 5,300          | 3,300          | 3,800          | 2,600          | 15,000 |

\* 인건비 산출 기준 4년 총괄 71명 (책임급 : 21명, 선임급 : 32명, 원급 : 18명)

- 1차년도 24명 (책임급 : 6명, 선임급 : 11명, 원급 : 7명)

- 2차년도 16명 (책임급 : 5명, 선임급 : 7명, 원급 : 4명)

- 3차년도 17명 (책임급 : 5명, 선임급 : 8명, 원급 : 4명)

- 4차년도 14명 (책임급 : 5명, 선임급 : 6명, 원급 : 3명)

\* 간접비 및 기타 항목에 교육 훈련비 포함

\* 교육 훈련비는 2장, 1절 해외 항공기 복합재 수리관련 정책 및 현황“(27p)에서 언급한 CACRC (Commercial Aircraft Composite Repair Committee)에 속해있는 교육기관인 Abaris Training Resources, Inc에서 수행하는 AC 65-33의 권고 교육을 의미

\* 교육과정은 2장, 3절, 나. 해외개발동향(50p)에 “Basic Knowledge of Composite Technology”, “Inspection, Damage Detection, and Characterization”, “Composite Repair Process” 등으로 이에 대한 교육 내용은 표 19.에 언급.

\* Abaris Training Resources, Inc.의 경우, 현지 업체 사정에 따라 달라질 수 있지만, 5일간 이루어지는 “Advanced composite structure : damage repair 1-2” 과정의 체재비를 제외한 순수 교육비용은 인당 평균 2,200(USD) 정도로 연구원 1인이 관련 교육 코스 5개를 수료하는 경우 약 11,000(USD)로 예상.

## 2. 소요 예산 항목 및 구분

### 가. 세부 기술별 소요예산

#### (1) 항공기 역추진장치 복합재 핵심 수리기술 개발

(단위: 백만원)

| 구 분        | 1차년도    | 2차년도    | 3차년도    | 4차년도    | 합계      |
|------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 인건비        | 290.0   | 180.6   | 207.9   | 142.3   | 820.8   |
| 연구장비 및 재료비 | 2,150.0 | 1,338.7 | 1,541.5 | 1,054.7 | 6,084.9 |
| 간접비 및 기타   | 210.0   | 130.7   | 150.6   | 103.0   | 594.3   |
| 합 계        | 2,650   | 1,650   | 1,900   | 1,300   | 7,500   |

#### (2) 항공기 역추진장치 복합재 수리 경량 Tool 개발

(단위: 백만원)

| 구 분        | 1차년도  | 2차년도  | 3차년도  | 4차년도  | 합계      |
|------------|-------|-------|-------|-------|---------|
| 인건비        | 77.3  | 48.2  | 55.4  | 37.9  | 218.8   |
| 연구장비 및 재료비 | 573.3 | 357.0 | 411.1 | 281.3 | 1,622.7 |
| 간접비 및 기타   | 56.0  | 34.8  | 40.2  | 27.5  | 158.5   |
| 합 계        | 706.6 | 440   | 506.7 | 346.7 | 2,000   |

#### (3) 항공기 역추진장치 복합재 수리 검증 기술개발

(단위: 백만원)

| 구 분        | 1차년도  | 2차년도  | 3차년도  | 4차년도  | 합계      |
|------------|-------|-------|-------|-------|---------|
| 인건비        | 58.0  | 36.1  | 41.6  | 28.5  | 164.2   |
| 연구장비 및 재료비 | 430.0 | 267.7 | 308.3 | 210.9 | 1,216.9 |
| 간접비 및 기타   | 42.0  | 26.2  | 30.1  | 20.6  | 118.9   |
| 합 계        | 530   | 330   | 380   | 260   | 1,500   |

#### (4) 항공기 역추진장치 복합재 수리기술 “표준화” 개발

(단위: 백만원)

| 구 분        | 1차년도    | 2차년도  | 3차년도    | 4차년도  | 합계      |
|------------|---------|-------|---------|-------|---------|
| 인건비        | 154.7   | 96.3  | 110.9   | 75.9  | 437.8   |
| 연구장비 및 재료비 | 1,146.7 | 714.0 | 822.1   | 562.5 | 3,245.3 |
| 간접비 및 기타   | 112.0   | 69.7  | 80.3    | 54.9  | 316.9   |
| 합 계        | 1,413.4 | 880   | 1,013.3 | 693.3 | 4,000   |

## 나. 인건비

### (1) 항공기 역추진장치 복합재 핵심 수리기술 개발

(단위: 백만원)

| 구 분               | 1차년도  | 2차년도  | 3차년도  | 4차년도  | 합계    |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1-1. 경손상 수리절차 개발  | 43.5  | 27.1  | 31.2  | 21.3  | 123.1 |
| 1-2. 중손상 수리 기술 개발 | 101.5 | 63.2  | 72.8  | 49.8  | 287.3 |
| 1-3. 최종손상수리기술 개발  | 87.0  | 54.2  | 62.4  | 42.7  | 246.2 |
| 1-4. 기술표준화        | 58.0  | 36.1  | 41.6  | 28.5  | 164.2 |
| 소 계               | 290.0 | 180.6 | 207.9 | 142.3 | 820.8 |

### (2) 항공기 역추진장치 복합재 수리 경량 Tool 개발

(단위: 백만원)

| 구 분                             | 1차년도 | 2차년도 | 3차년도 | 4차년도 | 합계    |
|---------------------------------|------|------|------|------|-------|
| 2-1. 경량 Jig Fixture 개발 및 제작     | 46.4 | 28.9 | 33.3 | 22.8 | 131.3 |
| 2-2. Bonding Tool/ Mold 개발 및 제작 | 30.9 | 19.3 | 22.2 | 15.2 | 87.5  |
| 소 계                             | 77.3 | 48.2 | 55.4 | 37.9 | 218.9 |

### (3) 항공기 역추진장치 복합재 수리 검증 기술개발

(단위: 백만원)

| 구 분                        | 1차년도 | 2차년도 | 3차년도 | 4차년도 | 합계    |
|----------------------------|------|------|------|------|-------|
| 3-1. 손상(Damage) 검사기술 개발    | 11.6 | 7.2  | 8.3  | 5.7  | 32.8  |
| 3-2. 손상 수리부위 FEM 해석개발      | 17.4 | 10.8 | 12.5 | 8.5  | 49.2  |
| 3-3. 수리 검증시편 및 치공구 개발      | 11.6 | 7.2  | 8.3  | 5.7  | 32.8  |
| 3-4. 시험 평가 기술 개발           | 11.6 | 7.2  | 8.3  | 5.7  | 32.8  |
| 3-5 수리 부위 검증 및 수리범위 기준 표준화 | 5.8  | 3.6  | 4.2  | 2.8  | 16.4  |
| 소 계                        | 58.0 | 36.1 | 41.6 | 28.5 | 164.2 |

### (4) 항공기 역추진장치 복합재 수리기술 “표준화” 개발

(단위: 백만원)

| 구 분                 | 1차년도  | 2차년도 | 3차년도  | 4차년도 | 합계    |
|---------------------|-------|------|-------|------|-------|
| 4-1. 인가 문서 표준화 개발   | 61.9  | 38.5 | 44.4  | 30.3 | 175.1 |
| 4-2. 인가 획득 기준연구     | 61.9  | 38.5 | 44.4  | 30.3 | 175.1 |
| 4-3. 수리인가업체 인가획득 지원 | 30.9  | 19.3 | 22.2  | 15.2 | 87.5  |
| 소 계                 | 154.7 | 96.3 | 110.9 | 75.9 | 437.7 |

다. 장비 리스트(3천만원 이상)

(1) 항공기 역추진장치 복합재 핵심 수리기술 개발

(단위: 백만원)

| 구 분               | 1차년도  | 2차년도  | 3차년도  | 4차년도 | 합계    |
|-------------------|-------|-------|-------|------|-------|
| 1-1. 경손상 수리절차 개발  | 20    | 200   | 200   | 200  | 620   |
| 1-2. 중손상 수리 기술 개발 | 260   | 300   | 300   | 400  | 1,260 |
| 1-3. 최종손상수리기술 개발  | 1,800 | 600   | 900   | 300  | 3,600 |
| 1-4. 기술표준화        | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     |
| 소 계               | 2,080 | 1,100 | 1,400 | 900  | 5,480 |

주요 소요 예상 장비

| 장비명                          | 용도                | 예상 비용 |
|------------------------------|-------------------|-------|
| 수리부위 PAINT REMOVAL 장비        | 수리부위 paint 제거     | 2.0억  |
| 수리부위 DAMAGE REMOVAL 장비       | 결함부위 제거           | 3.5억  |
| NDT 장비                       | -수리부위 및 수리 후 검증검사 | 10억   |
| HOT BONDING 장비               | 경화를 위한 OOA        | 1.5억  |
| DVD(Double Vacuum Debulking) | 경화를 위한 OOA        | 1.8억  |
| AUTOCLAVE 장비                 | 최종손상 경화 장비        | 36억   |
| 소 계                          |                   | 54.8억 |

(2) 항공기 역추진장치 복합재 수리 경량 Tool 개발

(단위: 백만원)

| 구 분                             | 1차년도 | 2차년도 | 3차년도 | 4차년도 | 합계  |
|---------------------------------|------|------|------|------|-----|
| 2-1. 경량 Jig Fixture 개발 및 제작     | 200  | 0    | 0    | 0    | 200 |
| 2-2. Bonding Tool/ Mold 개발 및 제작 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0   |
| 소 계                             | 200  | 0    | 0    | 0    | 200 |

주요 소요 예상 장비

| 장비명                 | 용도                  | 예상 비용 |
|---------------------|---------------------|-------|
| 위치공차 측정 Movable CMM | 수리 역추진장치 위치 및 형상 측정 | 2.0억  |

(3) 항공기 역추진장치 복합재 수리 검증 기술개발

해당사항 없음

(4) 항공기 역추진장치 복합재 수리기술 “표준화” 개발

해당사항 없음

- 주요 소요예상 장비는 수리기술개발에 활용될 뿐 아니라 repair station 인가를 위한 전용 장비임. 이에 역추진장치의 수리 인가를 위해서는 역추진 장치의 수리를 위한 각각의 전용 장비가 구축되고 이에 대한 모든 관련 장비 및 시설 인가를 받아야 함.

라. 시제품 제작 리스트(1천만원 이상)

(1) 항공기 역추진장치 복합재 핵심 수리기술 개발

해당사항 없음

(2) 항공기 역추진장치 복합재 수리 경량 Tool 개발

해당사항 없음

(3) 항공기 역추진장치 복합재 수리 검증 기술개발

해당사항 없음

(4) 항공기 역추진장치 복합재 수리기술 “표준화” 개발

해당사항 없음

마. 재료구입(1천만원 이상)

(1) 항공기 역추진장치 복합재 핵심 수리기술 개발

해당사항 없음

(2) 항공기 역추진장치 복합재 수리 경량 Tool 개발

해당사항 없음

(3) 항공기 역추진장치 복합재 수리 검증 기술개발

해당사항 없음

(4) 항공기 역추진장치 복합재 수리기술 “표준화” 개발

(단위: 백만원)

| 구 분                 | 1차년도  | 2차년도  | 3차년도 | 4차년도 | 합계    |
|---------------------|-------|-------|------|------|-------|
| 4-1. 인가 문서 표준화 개발   | 1,500 | 1,500 | 0    | 0    | 3,000 |
| 4-2. 인가 획득 기준연구     | 0     | 0     | 0    | 0    | 0     |
| 4-3. 수리인가업체 인가획득 지원 | 0     | 0     | 0    | 0    | 0     |
| 소 계                 | 1,500 | 1,500 | 0    | 0    | 3,000 |

주요 소요 예상 재료

| 장비명             | 용도                            | 예상 비용 |
|-----------------|-------------------------------|-------|
| 손상 수리 실증용 역추진장치 | 기술표준화 적용 손상 수리 실증<br>및 인가 획득용 | 30 억  |

## 제 5 장. 과제공모 방안

### 1절. 과제제안 요구서 - 총괄

| 과제명 : 항공기 엔진 역추진장치의 핵심정비기술 국산화 개발                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>1. 기술개발 목표</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내 항공사 보유 복합재 역추진장치 중 노후화 및 다 보유기종의 수리에 대한 기술범주와 수리비용 범위 60% 이내의 기준을 고려한 경손상, 중손상, 최종손상 수리기술 개발.</li> <li>○ 복합재 역추진장치의 분해와 조립을 위한 정밀 Jig 및 Fixture, Bonding Tool/Mold 개발</li> <li>○ 복합재 역추진장치의 손상 검사기술, 손상 수리한계와 범위 해석, 손상 수리기술을 개발 및 손상 수리에 대한 표준화 및 검증을 하기위한 시험 검증 방법 개발</li> <li>○ 항공기 복합재 역추진장치의 수리기술의 FAA/EASA 동등 Repair Station 동등 공인인가 획득이 최종 실용화 개발 목표로 실제 기술개발과 개발기술의 실용화를 위한 “수리기술 표준화”.</li> </ul>                                                                                                                                                            |
| <p><b>2. 연구 필요성 및 기술 동향</b></p> <p><input type="checkbox"/> 필요성</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내 항공정비 기술수준은 기체 정비 및 운항정비는 국내 수행이 가능한 수준이나, 엔진 및 부품 정비는 기술부족으로 60% 이상 해외에 의존</li> <li>○ 항공기 MRO 시장은 '15년 671억 달러에서 '25년 '1004억 달러 규모로 연평균 3.9% 성장이 예상되는 경제적 파급효과가 큰 고부가 가치 산업으로,亞太지역은 세계 시장의 약 27%로, 북미, 유럽을 이은 세계 3위의 규모임. 특히, 항공기 엔진 MRO는 전체 시장의 약 42%를 차지하는 가장 기술집약적 시장이며, 엔진 역추진장치가 속한 구성품의 시장은 19%를 나타냄.</li> <li>○ 복합재로 구성되어 있는 역추진 장치의 수리를 위한 핵심 기술은 수리 해석 기술, 수리 시험 평가 기술, 수리용 JIG 설계 기술, 수리용 장치 개발 기술, 수리 부품 평가 기준 개발 기술로 구분될 수 있으며, 매년 5.7% 정도로 성장하고 있는 아시아 지역의 MRO 시장 확보를 위해서는 관련 핵심 기술들이 반드시 확보되어야 함.</li> </ul> |

- 또한, 항공 산업의 특성상 개발된 수리 기술은 기계, 금속, 재료 등 타 산업과 직접적으로 연관되어 있어, 타 산업분야에 대한 파급 효과와 구축된 기술 기반의 활용성이 높음.
- 따라서 항공 MRO 시장 진출을 위한 첫 단계로서, 역추진장치 수리 기술 개발은 시장성 및 그 파급효과가 매우 높으며, 현재 국내 업체가 보유한 기술을 바탕으로 충분히 확보할 수 있는 기술로 전문적인 인가 기술개발이 절실히 요구됨.

#### □ 기술동향

- 1990년 이후 항공기 연료의 비용은 매년 7.7% 가격상승 하였고, 이는 항공기 운용의 중요한 비용증가를 유발하였으며, IATA는 항공기의 운영비용 중 연료의 비중이 현재 2015년 기준 33 ~ 40%로 점진적인 가격인상으로 50%이상 차지할 것으로 예측되고 있음.
- 이로 인해 CO2 절감과 더불어 항공기 무게감소와 엔진의 효율증대를 위해 항공기의 엔진 및 역추진장치 대형 복합재 구조의 적용을 통한 연료효율 개선으로 연료소비를 줄여가고 있음.
- 이에 OEM 업체, 항공사, MRO업체, 복합재 전문기관들은 항공기 복합재 MRO 수리기술의 “기술표준화”를 통한 신뢰성 확보와 수리 소요시간을 줄이기 위한 노력을 하고 있으며, CACRC (Commercial Aircraft Composites Repair Committee)은 ‘Repair Technique Task Group’을 통해 MRO Repair 기술과 수리 표준화에 노력을 기울이고 있음.
- 항공기 부품 MRO 사업은 고용과 경제유발효과가 지대한 사업으로 미국, 유럽의 OEM, 항공사 자체 수리, 제3의 OEM 협력사 및 전문독립수리업체의 배타적 경쟁협력 및 독점체제로, 시장 진입을 위해서는 규모의 경제를 실현할 수 있는 “자본”, 독자 “기술력”은 물론 기존업체의 협력이 필수적으로 요구되는 분야임.
- 국내 항공정비 기술수준은 기체 정비 및 운항정비는 국내 수행이 가능한 수준이나, 엔진, 부품 정비는 기술부족으로 60% 이상 해외에 의존함.

### 3. 연구내용

#### ① 핵심 수리기술 개발

| 구분                                | 개발내용                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 경손상<br>수리절차 개발<br>[In-manual]     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Paint 및 Damage Removal : Skin 및 Core</li> <li>• Inspection : NDT</li> <li>• Repair : Repair 절차, 수리 장비, 성형방법 기준</li> <li>• Laminate 및 Sandwich [one side, double side]구조               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Top Skin Damage Only</li> <li>- Top Skin and Core Damage</li> <li>- Damage through the Laminate</li> </ul> </li> <li>• Co-cure/Co-bond 수리기술</li> <li>• 수리기술절차 및 문서화</li> </ul> |
| 중손상<br>수리기술 개발<br>[Out of Manual] |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 최중손상<br>수리기술 개발<br>[Autoclave]    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 기술표준화                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

#### ② 복합재 수리 경량 Tool 개발

| 구분                                       | 개발내용                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 인가 기준<br>경량 Jig Fixture<br>개발 및 제작       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 수리 부품의 위치 및 형상을 고려한 조립 Jig 및 Fixture 설계, 제작, 고정 위치공차 및 경량화</li> <li>• 경량 조립 Jig 및 Fixture mock-up 제작-치수-사용 검증</li> <li>• 제작 및 조립/분해 수리 가용성 검증과 인가기준 구축</li> </ul> |
| 인가기준<br>경량 Bonding Tool/<br>Mold 개발 및 제작 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bonding Tool 및 Mold의 설계 및 제작</li> <li>• Bonding Tool/Mold mock-up 제작-치수-사용 검증</li> <li>• 수리 가용성 검증과 인가기준 구축</li> </ul>                                            |

### ③ 복합재 수리 검증 기술개발

| 구분                                        | 개발내용                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 손상 검사기술 개발                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>손상부위 및 손상한계의 In-manual, Out of Manual 검사기술 개발</li> <li>손상부위 수리 전후 검사기준 및 표준화 개발</li> </ul>                                                                                                             |
| 손상 수리부위 FEM 해석개발                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>손상 수리기술개발에 기준한 Out of Manual 손상수리 개발 기술별 해석 [복합재 적층 구조물, 샌드위치 구조물 등]</li> <li>기타 해석 Tool 활용 해석</li> </ul>                                                                                              |
| 손상 수리 검증시편 Coupon 개발 및 치공구 개발 시험 평가 기술 개발 | <ul style="list-style-type: none"> <li>파손 모드별 수리 시편 시험 프로세스 정의</li> <li>복합재 적층 수리 시험 시편 치공구 설계 및 제작</li> <li>복합재 적층 수리 시편의 구조 시험</li> <li>샌드위치 시편 치공구 설계 및 제작</li> <li>샌드위치 수리 시편의 구조 및 환경 시험</li> <li>해석 및 시험 결과 비교분석과 데이터 베이스 구축</li> </ul> |
| 수리 부위 검증 및 수리범위 기준 표준화                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>수리 부위 구조 건전성 검토 검증</li> <li>수리부위 평가기준 및 수리범위 기준설정</li> <li>수리범위 및 기준 표준화 문서화</li> </ul>                                                                                                                |

### ④ 복합재 수리기술 “표준화” 개발

| 구분                                                     | 개발내용                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 인가 문서 기준 및 표준화 개발                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>수리 개발기술의 In-manual, Out of Manual, Autoclave 수리기술 표준화 및 DER Approval 인가를 획득하기 위한 절차와 문서화, 기준설정 제시</li> <li>수리 개발 정밀 경량 분해 및 조립 Jig 및 Fixture, Bonding Tool/Mold 인가 획득 절차와 문서화, 기준 제시</li> <li>수리 개발기술 검증 시험시편, 시험 치공구(Jig 및 Tool) 및 시험결과 인가 획득 절차와 문서화, 기준설정 제시</li> </ul>                                 |
| FAA/EASA 동등 Repair Station 인가 획득 기준연구 및 수리인가업체 인가획득 지원 | <ul style="list-style-type: none"> <li>국내 FAA Part 145 “Repair Station” 인가업체 에 대한 인가 획득 절차 및 기준충족 Case Study를 통한 국내 역추진 장치 기술표준화 및 인가절차 및 방안수립 제시</li> <li>역추진장치 수리기술 개발 및 인가 획득 연구 기관이 FAA/EASA 동등 Repair Station 인가를 획득할 수 있는 신청 절차, 인가 품질시스템, 시설 구축 및 인가 전문인력 구성 세부기준 정량화 제시와 인가 획득 지원 [ 수리기술 개발시점부터 기술표준화 및 인가기준을 충족하는 문서화 및 개발제시]</li> </ul> |

## □ 주요 개발 요구사항

### ① 핵심 수리기술 개발

| 수리부위                                                           | 정량적 목표                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fan Reverser Support Assembly-Duct Side Wall 수리기준              | (1) Dia. 1.0 in, 3.0 in 떨어진 5개 까지 수리허용.<br>(2) Lap Shear Test :<br>- Tensile Shear (after 10 min. at 121 °C, 16.55 MPa)<br>- Flatwise Shear (after 10 min. at 121 °C, 4136.8 KPa)<br>- OOM 기준 : >Dia. 1.0( 25.4 mm) 이상<br>- Void : ≤1.0 % |
| Fan Reverser Support Assembly-Core Cowl Skin and Doublers 수리기준 | (1) Dia. 4.0 in, 3.0 in 떨어진 10개 까지 수리허용.<br>(2) Lap Shear Test :<br>- Tensile Shear (after 10 min. at 121 °C, 15.85Mpa)<br>- Flatwise Shear (after 10 min. at 121 °C, 2620KPa)<br>- OOM 기준 : >Dia. 4.0(101.6 mm) 이상<br>- Void : ≤1.0 %    |

### ② 복합재 수리 경량 Tool 개발

| 수리부위                                                      | 정량적 목표                                                                                                                                                                                                                                               | 비고                                                                          |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Fan Reverser Support Assembly-Duct Side Wall              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Jig Fixture : 분해 및 조립 기준 고정 위치공차 (+/-) 허용범위 기준</li> <li>Bonding Tool : 복합재 열팽창계수 ( -0.1~-0.5 ppm/K: 복합재 기준) 기준 소재적용 및 형상위치공차 (+/-) 허용범위 기준</li> <li>경량 분해와 조립 Jig 및 Fixture, Bonding Tool/Mold 표준화</li> </ul> | CF6 기준 MRAS CMM MR 92455 및 CMM 78-32-00 (Disassembly / Assembly) 절차 및 기준 고려 |
| Fan Reverser Support Assembly-Core Cowl Skin and Doublers |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                             |
| Fan Assembly Blocker Door-Block Door Edge                 |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                             |
| Fan Assembly Blocker Door-Blocker Door Facesheet          |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                             |

### ③ 복합재 수리 검증 기술개발

| 성과항목                      | 정량적 목표 | 평가방법          | 비고                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------|--------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 적층 구조물<br>인장 강도 회복률(%)    | 75%이상  | 전문기관/<br>자체평가 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• DOT/FAA/AR-00/46 "Repair of Composite Laminates"</li> <li>• DOT/FAA/AR-03/74 "Bond Repair of Aircraft Composite Sandwich Structures" 등 고려</li> <li>• ASTM/ISO/MIL-Handbook-17</li> </ul> |
| 적층 구조물<br>압축 강도 회복률(%)    | 90%이상  | 전문기관/<br>자체평가 |                                                                                                                                                                                                                                   |
| 적층 구조물<br>인장 강도 오차율(%)    | 90%이상  | 전문기관/<br>자체평가 |                                                                                                                                                                                                                                   |
| 적층 구조물<br>압축 강도 오차율(%)    | 90%이상  | 전문기관/<br>자체평가 |                                                                                                                                                                                                                                   |
| 적층 구조물<br>인장 피로 강도 회복률(%) | 70%이상  | 전문기관/<br>자체평가 |                                                                                                                                                                                                                                   |
| 샌드위치 구조물<br>압축 강도 회복률(%)  | 90%이상  | 전문기관/<br>자체평가 |                                                                                                                                                                                                                                   |
| 샌드위치 구조물<br>굽힘 강도 회복률(%)  | 90%이상  | 전문기관/<br>자체평가 |                                                                                                                                                                                                                                   |
| 샌드위치 구조물<br>압축 강도 오차율(%)  | 90%이상  | 전문기관/<br>자체평가 |                                                                                                                                                                                                                                   |
| 샌드위치 구조물<br>굽힘 강도 오차율(%)  | 90%이상  | 전문기관/<br>자체평가 |                                                                                                                                                                                                                                   |

### ④ 복합재 수리기술 “표준화” 개발

| 인가                                                     | 정량적 목표                                                                    | 비고                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FAA/EASA 동등<br>Repair Station<br>인가 획득을 위한<br>수리기술 표준화 | In-Manual, Out of Manual, Autoclave<br>수리기술 인가획득 수리기술 표준화 및 인가<br>문서화     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 실용화 실증<br/>용 수리 역추진<br/>장치</li> <li>- FAA/EASA<br/>CFR Part 145<br/>Repair Station<br/>인가 동등수준</li> </ul> |
|                                                        | 정밀 경량 분해 및 조립 Jig 및 Fixture,<br>Bonding Tool/Mold 인가 획득 수리기술<br>표준화 및 문서화 |                                                                                                                                                    |
|                                                        | 검증 시험시편, 시험 치공구(Jig 및 Tool) 및<br>시험결과 인가 획득 절차와 문서화수리기술<br>표준화 및 문서화      |                                                                                                                                                    |

#### 4. 연구개발 추진방법

##### □ 추진전략

##### ① 핵심 수리기술 개발

| 구분   | 연차별 목표                           |
|------|----------------------------------|
| 1차년도 | - 수리절차 매뉴얼 분석, In-manual 수리기술 정립 |
| 2차년도 | - 수리부위 및 범위 분석 연구 및 공정 최적화       |
| 3차년도 | - OOA 기술 연구 및 최적화                |
| 4차년도 | - 수리기술 절차 정립 및 문서화               |

##### ② 복합재 수리 경량 Tool 개발

| 구분   | 연차별 목표                          |
|------|---------------------------------|
| 1차년도 | - 수리부품에 따른 Jig, Fixture 설계 및 제작 |
| 2차년도 | - 가용성 검증 및 인가 기반 구축             |
| 3차년도 | - Bonding tool 및 Mold 설계 제작     |
| 4차년도 | - 가용성 검증 및 인가 기반 구축             |

##### ③ 복합재 수리 검증 기술개발

| 구분   | 연차별 목표                          |
|------|---------------------------------|
| 1차년도 | - 검사기준 표준화 및 파손해석 연구            |
| 2차년도 | - 시편 시험 치공구 설계 및 제작, 시험 프로세스 정립 |
| 3차년도 | - 검증 시편 시험 및 수리품질 분석            |
| 4차년도 | - 수리 기술 구축 및 기술 표준화             |

##### ④ 복합재 수리기술 “표준화” 개발

| 구분   | 연차별 목표                   |
|------|--------------------------|
| 1차년도 | - 문서 표준화 및 장비, 기술 표준화 연구 |
| 2차년도 | - 국내외 인가 사례 연구           |
| 3차년도 | - 인가 종류별 정차연구 및 획득 방안 수립 |
| 4차년도 | - 인가 기준 정량화 및 획득 지원      |

## □ 최종성과물

### ① 핵심 수리기술 개발

- 각 수리부위에 대한 수리결과 시제품
- Out of manual 수리기준
- 경손상, 중손상, 최종손상 각각에 대한 수리 기술 절차 문서
- 연차보고서 및 최종 보고서

### ② 복합재 수리 경량 Tool 개발

- 수리부품의 Jig Fixture 설계 보고서
- Jig 및 Fixture 제품
- Bonding tool 및 Mold 설계 보고서
- Bonding tool 및 Mold 제품
- 연차보고서 및 최종 보고서

### ③ 복합재 수리 검증 기술개발

- 손상부위 검사 표준화 절차서
- 수리기술 해석 보고서
- 수리시편 치공구
- 수리시편의 구조시험 및 환경시험 보고서
- 연차보고서 및 최종 보고서

### ④ 복합재 수리기술 “표준화” 개발

- 수리기술 인가 획득 절차서 및 관련 표준화 문서
- 수리 경량 tool 인가 획득 절차서 및 관련 표준화 문서
- 시험시편 및 시험 치공구 인가획득 절차서 및 표준화 문서
- FAA/EASA repair station 동등 인가
- 연차보고서 및 최종 보고서

### ⑤ 기타

- 해외 MRO 전문 업체와 JV 설립(과제 선정 시 주관기관이 해외 MRO 전문업체와 공동 연구가 아닌 경우)

## □ 보고서 제출

- 연차보고서 : 연차별 협약 종료 시점
- 최종 보고서 : 협약 종료 시점

## 5. 사업기간 및 지원예산

□ 연구기간 : 4년(2017 ~ 2020)

□ 연구비 총괄

(단위 : 백만원)

| 구 분 |     |    | 1차년도<br>(2017) | 2차년도<br>(2018) | 3차년도<br>(2019) | 4차년도<br>(2020) | 합계     |
|-----|-----|----|----------------|----------------|----------------|----------------|--------|
|     |     |    | 금 액            | 금 액            | 금 액            | 금 액            |        |
| 연구비 | 정부  |    | 3,975          | 2,475          | 2,850          | 1,950          | 11,250 |
|     | 민간  | 현금 | 795            | 495            | 570            | 390            | 2,250  |
|     |     | 현물 | 530            | 330            | 380            | 260            | 1,500  |
|     | 합 계 |    | 5,300          | 3,300          | 3,800          | 2,600          | 15,000 |

### ① 핵심 수리기술 개발

| 구 분 |     |    | 1차년도<br>(2017) | 2차년도<br>(2018) | 3차년도<br>(2019) | 4차년도<br>(2020) | 합계    |
|-----|-----|----|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|
|     |     |    | 금 액            | 금 액            | 금 액            | 금 액            |       |
| 연구비 | 정부  |    | 1,987.5        | 1,237.5        | 1,425.0        | 975.0          | 5,625 |
|     | 민간  | 현금 | 397.5          | 247.5          | 285.0          | 195.0          | 1,125 |
|     |     | 현물 | 265.0          | 165.0          | 190.0          | 130.0          | 750   |
|     | 합 계 |    | 2,650          | 1,650          | 1,900          | 1,300          | 7,500 |

### ② 복합재 수리 경량 Tool 개발

| 구 분 |     |    | 1차년도<br>(2017) | 2차년도<br>(2018) | 3차년도<br>(2019) | 4차년도<br>(2020) | 합계    |
|-----|-----|----|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|
|     |     |    | 금 액            | 금 액            | 금 액            | 금 액            |       |
| 연구비 | 정부  |    | 529.95         | 330.0          | 380.03         | 260.03         | 1,500 |
|     | 민간  | 현금 | 105.99         | 66.0           | 76.01          | 52.01          | 300   |
|     |     | 현물 | 70.66          | 44.0           | 50.67          | 34.67          | 200   |
|     | 합 계 |    | 706.6          | 440            | 506.71         | 346.71         | 2,000 |

③ 복합재 수리 검증 기술개발

| 구 분 |     |    | 1차년도<br>(2017) | 2차년도<br>(2018) | 3차년도<br>(2019) | 4차년도<br>(2020) | 합계    |
|-----|-----|----|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|
|     |     |    | 금 액            | 금 액            | 금 액            | 금 액            |       |
| 연구비 | 정부  |    | 397.5          | 247.5          | 285.0          | 195            | 1,125 |
|     | 민간  | 현금 | 79.5           | 49.5           | 57.0           | 39             | 225   |
|     |     | 현물 | 53.0           | 33.0           | 38.0           | 26             | 150   |
|     | 합 계 |    | 530            | 330            | 380            | 260            | 1,500 |

④ 복합재 수리기술 “표준화” 개발

| 구 분 |     |    | 1차년도<br>(2017) | 2차년도<br>(2018) | 3차년도<br>(2019) | 4차년도<br>(2020) | 합계    |
|-----|-----|----|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|
|     |     |    | 금 액            | 금 액            | 금 액            | 금 액            |       |
| 연구비 | 정부  |    | 1,060.05       | 660.0          | 759.98         | 519.98         | 3,000 |
|     | 민간  | 현금 | 212.01         | 132.0          | 152.00         | 104.00         | 600   |
|     |     | 현물 | 141.34         | 88.0           | 101.33         | 69.33          | 400   |
|     | 합 계 |    | 1,413.4        | 880            | 1,013.31       | 693.31         | 4,000 |

## 2절. 과제제안 요구서 - 세부

과제명 I : 항공기 역추진장치(Thrust Reverser) 복합재 핵심  
수리기술 개발

### 기술개발 목표 및 내용

#### 가. 연구개발 목표

- 항공기 복합재 역추진장치는 수리에 대한 범위와 기준이 광범위하고,  
구매비용 기준 60% 이내의 수리는 항공사가 수리비용의 경제적 판단으로  
수리가 되는 부품으로 수리에 대한 기술범주와 수리비용 범위 60% 이내의  
기준을 고려한 경손상(In-manual), 중손상(Out of Manual),  
최중손상(Autoclave) 수리기술을 개발
- 국내 항공사 보유 복합재 역추진장치 중 노후화 및 다 보유기종인 CF6 또는  
CFM56 엔진의 역추진장치를 1차 목표로 관련 수리기술을 개발  
\*타 기종의 엔진 역추진장치의 기술확보 가능 시 타 기종도 가능

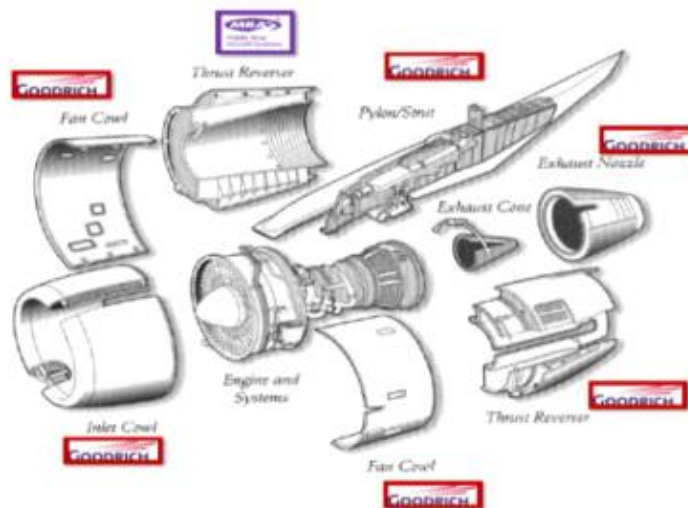


그림 104. CF6-80C2 역추진장치 CMM 출처 예  
- MRAS(Middle River Aircraft System), Goodrich  
Aircraft Structure

- 역 추진장치 구성품 중 Fan reverser support assembly, Fan reverser translating cowl, fan reverser blocker door 3 품목에 대한 수리기술을 개발

## 나. 연구개발 내용

| 구분                                | 개발내용                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 경손상<br>수리절차 개발<br>[In-manual]     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Paint 및 Damage Removal : Skin 및 Core</li> <li>• Inspection : NDT</li> <li>• Repair : Repair 절차, 수리 장비, 성형방법 기준</li> <li>• Laminate 및 Sandwich [one side, double side]구조               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Top Skin Damage Only</li> <li>- Top Skin and Core Damage</li> <li>- Damage through the Laminate</li> </ul> </li> <li>• Co-cure/Co-bond 수리기술</li> <li>• 수리기술절차 및 문서화</li> </ul> |
| 중손상<br>수리기술 개발<br>[Out of Manual] |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 최중손상<br>수리기술 개발<br>[Autoclave]    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 기술표준화                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

## 다. 정량적 목표

- 역추진 CMM, SPM/ SRM/ OEM Repair Manual 수리기술 기준 및 Out of Manual 수리 검증연계 수리기준 개발
- CF6 기준 손상에 대한 In-manual[CMM]정량적 목표를 기준으로 제시

| 수리부위                                                           | 정량적 목표                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fan Reverser Support Assembly-Duct Side Wall 수리기준              | (1) Dia. 1.0 in, 3.0 in 떨어진 5개 까지 수리허용.<br>(2) Lap Shear Test : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tensile Shear (after 10 min. at 121 °C, 16.55 MPa)</li> <li>- Flatwise Shear (after 10 min. at 121 °C, 4136.8 KPa)</li> <li>- OOM 기준 : &gt;Dia. 1.0( 25.4 mm) 이상</li> <li>- Void : ≤1.0 %</li> </ul> |
| Fan Reverser Support Assembly-Core Cowl Skin and Doublers 수리기준 | (1) Dia. 4.0 in, 3.0 in 떨어진 10개 까지 수리허용.<br>(2) Lap Shear Test : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tensile Shear (after 10 min. at 121 °C, 15.85Mpa)</li> <li>- Flatwise Shear (after 10 min. at 121 °C, 2620KPa)</li> <li>- OOM 기준 : &gt;Dia. 4.0(101.6 mm) 이상</li> <li>- Void : ≤1.0 %</li> </ul>    |

## 기술개발 목표 및 내용

| 수리부위                                                        | 정량적 목표                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fan Assembly Blocker<br>Door-Block Door Edge<br>수리기준        | - Any Length<br>- Void : $\leq 1.0$ %                                                        |
| Fan Assembly Blocker<br>Door-Blocker Door<br>Facesheet 수리기준 | - Any Length<br>- Void : $\leq 1.0$ %                                                        |
| Fan Reverser Translating<br>Cowl-T Hinge Wear Strip<br>수리기준 | - No voids, 단 wear strip edge로부터 0.030 in 이내 porosity는 허용.                                   |
| Fan Reverser Translating<br>Cowl- Perforated Skin<br>수리기준   | (1) Dia. 4.0 in, 3.0 in 떨어진 10개 까지 수리허용.<br>- OOM 기준 : >Dia. 4.0 이상<br>- Void : $\leq 1.0$ % |

\* Lap shear test는 matrix의 interlaminar strength(bending load)와 In-plane Shear strength (torsion load) 검증

\* 주관기관의 인가회득을 위한 엔진기종의 CMM/SRM 및 개발 OOM 기준 별도 정량적 목표 제시 가능하며, 타 기종의 엔진 역추진장치의 기술확보 가능 시 타 기종도 가능

## 소요 자원

### 가. 소요예산

(단위 : 백만원)

| 구 분 |     |    | 1차년도<br>(2017) | 2차년도<br>(2018) | 3차년도<br>(2019) | 4차년도<br>(2020) | 합계    |
|-----|-----|----|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|
|     |     |    | 금 액            | 금 액            | 금 액            | 금 액            |       |
| 연구비 | 정부  |    | 1,987.5        | 1,237.5        | 1,425.0        | 975.0          | 5,625 |
|     | 민간  | 현금 | 397.5          | 247.5          | 285.0          | 195.0          | 1,125 |
|     |     | 현물 | 265.0          | 165.0          | 190.0          | 130.0          | 750   |
|     | 합 계 |    | 2,650          | 1,650          | 1,900          | 1,300          | 7,500 |

과제명 II : 항공기 역추진장치(Thrust Reverser) 복합재 수리 경량 Tool 개발

## 기술개발 목표 및 내용

### 가. 연구개발 목표

- 항공기 역추진장치의 수리는 역추진장치의 구성품이 2 parts로 분해하여 수리후 조립되어야 하는 구조로 복합재 구조의 노후화로 인한 변형 (deformation) 제어, aerodynamic 형상 및 geometry 구조의 수리 후 원상 구현을 할 수 있는 정밀 분해와 조립 Jig 및 Fixture, 그리고 성형 Bonding Tool 개발

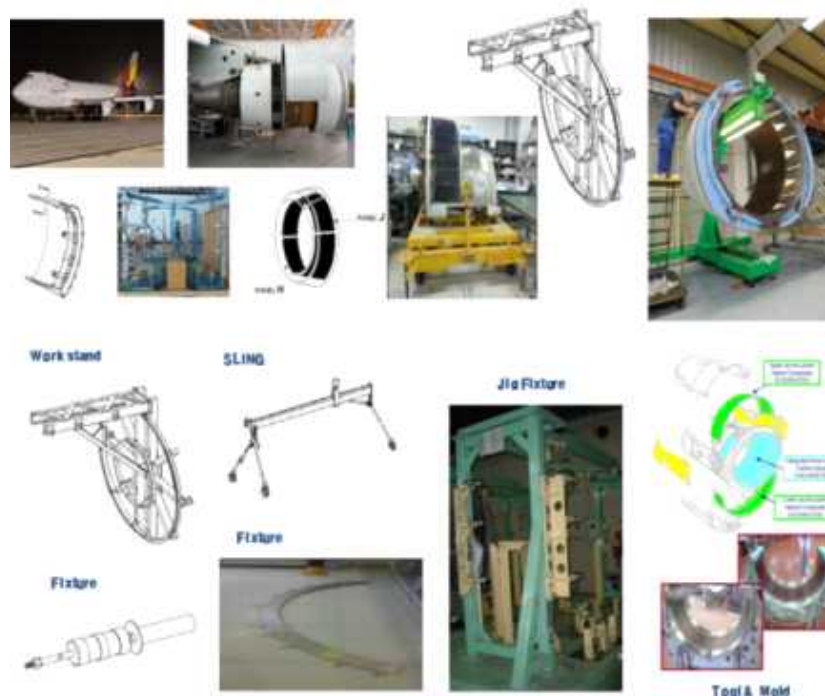


그림 105. 수리개발 Jig, Fixture, Tool, Mold 예

- 국내 운용항공기 중 Engine 기령이 15년 이상이고, 국내항공사 수리애로와  
 관련자료의 접근이 용이한 항공사 보유 복합재 역추진장치 중 노후화 및  
 다 보유기종인 CF6 (B747/A320) 또는 CFM56 엔진의 역추진장치를 1차 목  
 표로 선정하여 경량 분해와 조립 Jig 및 Fixture, Bonding Tool/Mold 개발  
 \*타 기종의 엔진 역추진장치의 기술확보 가능 시 타 기종도 가능
- 역추진장치 구성품 중 Fan reverser support assembly, Fan reverser

translating cowl, fan reverser blocker door 3 품목에 대한 수리를 위한 Reverse Engineering을 통한 경량화 정밀 분해와 조립 Jig 및 Fixture, Bonding Tool/Mold 개발.

## 나. 연구개발 내용

- 분해와 조립 정밀 Jig 및 Fixture, Bonding Tool/Mold의 CMM 형상과 실물 역추진장치 cowl 치수(정밀 Laser projection 측정) 측정
- 경량 Jig 및 Fixture, Tool/Mold의 고정 Bolting의 위치공차 및 공차 (+/-) 분해, 조립, 수리에 맞는 설계기준 및 치수 확보

| 구분                                       | 개발내용                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 인가 기준<br>경량 Jig Fixture<br>개발 및 제작       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 수리 부품의 위치 및 형상을 고려한 조립 Jig 및 Fixture 설계, 제작, 고정 위치공차 및 경량화</li> <li>• 경량 조립 Jig 및 Fixture mock-up 제작-치수-사용 검증</li> <li>• 제작 및 조립/분해 수리 가용성 검증과 인가기준 구축</li> </ul> |
| 인가기준<br>경량 Bonding Tool/<br>Mold 개발 및 제작 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bonding Tool 및 Mold의 설계 및 제작</li> <li>• Bonding Tool/Mold mock-up 제작-치수-사용 검증</li> <li>• 수리 가용성 검증과 인가기준 구축</li> </ul>                                            |

## 다. 정량적 목표

| 수리부위                                                         | 정량적 목표                                                                                                                                                                                                                                                     | 비고                                                                          |
|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Fan Reverser Support<br>Assembly-Duct Side Wall              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jig Fixture : 분해 및 조립 기준 고정 위치공차 (+/-) 허용범위 기준</li> <li>• Bonding Tool : 복합재 열팽창계수 ( -0.1~-0.5 ppm/K: 복합재 기준) 기준 소재적용 및 형상위치공차 (+/-) 허용범위 기준</li> <li>• 경량 분해와 조립 Jig 및 Fixture, Bonding Tool/Mold 표준화</li> </ul> | CF6 기준 MRAS CMM MR 92455 및 CMM 78-32-00 (Disassembly / Assembly) 절차 및 기준 고려 |
| Fan Reverser Support<br>Assembly-Core Cowl Skin and Doublers |                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                             |
| Fan Assembly Blocker<br>Door-Block Door Edge                 |                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                             |
| Fan Assembly Blocker<br>Door-Blocker Door Facesheet          |                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                             |

\* 주관기관의 인가회득을 위한 엔진기종의 CMM/SRM 및 개발 OOM 기준 별도 정량적 목표 제시가능하며, 타 기종의 엔진 역추진장치의 기술확보 가능시 타 기종도 가능

## 소요재원

### 가. 소요예산

(단위 : 백만원)

| 구 분 |     |    | 1차년도<br>(2017) | 2차년도<br>(2018) | 3차년도<br>(2019) | 4차년도<br>(2020) | 합계    |
|-----|-----|----|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|
|     |     |    | 금 액            | 금 액            | 금 액            | 금 액            |       |
| 연구비 | 정부  |    | 529.95         | 330.0          | 380.03         | 260.03         | 1,500 |
|     | 민간  | 현금 | 105.99         | 66.0           | 76.01          | 52.01          | 300   |
|     |     | 현물 | 70.66          | 44.0           | 50.67          | 34.67          | 200   |
|     | 합 계 |    | 706.6          | 440            | 506.71         | 346.71         | 2,000 |

## 과제명 III : 항공기 역추진장치(Thrust Reverser) 복합재 수리 검증 기술개발

### 기술개발 목표 및 내용

#### 가. 연구개발 목표

- 민항기 제조사는 항공사에게 복합재 부품 수리를 위한 기본적인 매뉴얼을 제공하지만, 항공기 엔진 구성품 중 역추진장치는 실제 운용 중에 이 기준을 벗어난 파손 및 손상이 빈번하므로 이에 복합재 역추진장치 구성품의 Out of Manual 수리 기술 확보를 위한 손상 검사기술, 손상 수리한계와 범위 해석, 손상 수리기술을 개발 및 손상 수리에 대한 표준화 및 검증을 하기 위한 검증시험 개발, 시험 Jig 및 Tool 개발, 시험검증 방법 개발
- 복합재 적층 구조물은 모재, 수리 소재, 접착제로 구성이 되어있으며, 1차원 또는 2차원 등의 개념을 바탕으로 역추진장치의 수리부위 유한요소 해석법(FEM)을 개발하여 수리 방법 평가 기준 확보를 위한 시험 절차 간소화

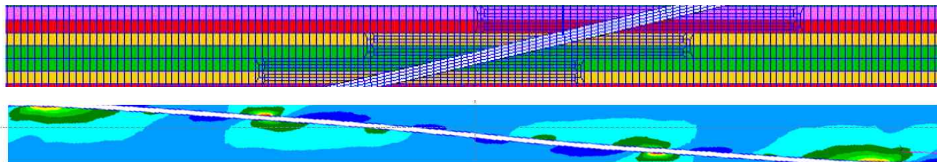


그림 106. 적층 구조물 수리 시편 유한요소 예

- 수리 검증 시험편은 하중 조건 및 수리 시편의 구조에 따라 다양한 형태를 가지므로, 시험 규격에 포함되는 시험 치공구(Jig 및 Tool)을 포함해서, 시험에 적합한 수리시편 coupon 시험 치공구(Jig 및 Tool) 설계와 시험 결과 분석을 통해 설계 및 시험의 적합성을 통한 수리 시편의 유한요소 해석 및 시험 결과 데이터 베이스 구축으로 파손 부위에 적합한 수리 기준을 설정

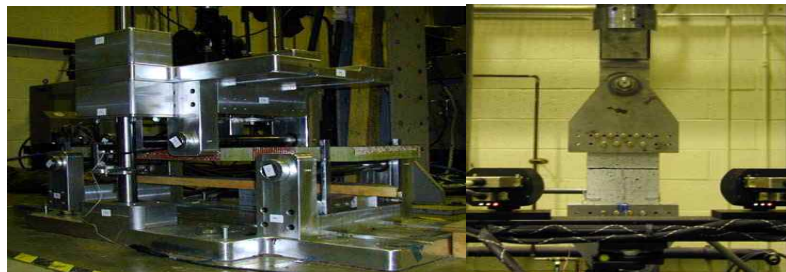


그림 107. 수리 시편의 구조 시험용 시험 치공구 예

- 샌드위치 구조물의 주요 하중 형태는 인장(Tensile), 압축(Compression), 전단(Shear), 굽힘(Bending)으로 구분할 수 있으며, 파손 형태 별, 코어 종류 별, 수리 형태별 해석 및 시험이 필요하며, 하중 형태 및 시편 형상에 따라 시험에 적합한 시험과 수리전후 비파괴(NDT) 시험결과를 통해 손상수리의 검증과 표준화 기법개발

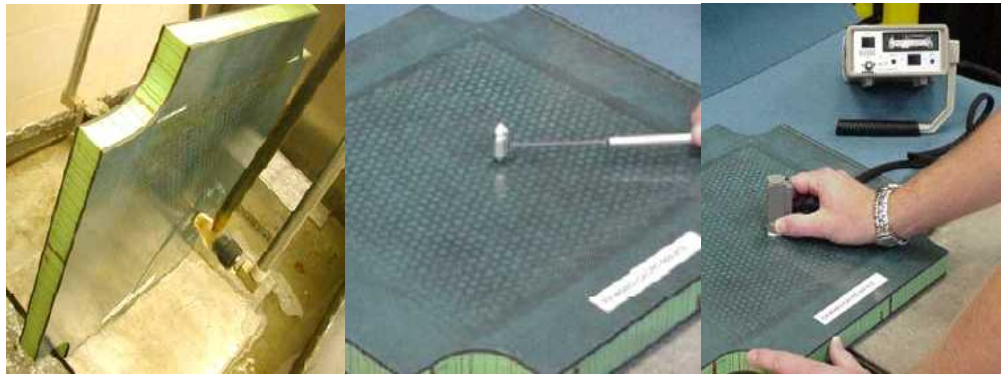


그림 108. 다양한 비파괴 검사 예

#### 나. 연구개발 내용

| 구분                                                   | 개발내용                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 손상(Damage) 검사기술 개발                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 손상부위 및 손상한계의 In-manual, Out of Manual 검사기술 개발</li> <li>• 손상부위 수리 전후 검사기준 및 표준화 개발</li> </ul>                                                                                                                                        |
| 손상 수리부위 FEM 해석개발<br>[Out of Manual 수리 부위 해석기법 개발]    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 손상 수리기술개발에 기준한 Out of Manual 손상 수리 개발 기술별 해석 [복합재 적층 구조물, 샌드위치 구조물 등]</li> <li>• 기타 해석 Tool [NASTRAN/ABAQUS/ PATRAN 등]활용 해석</li> </ul>                                                                                              |
| 손상(Damage) 수리 검증시편 Coupon 개발 및 치공구 개발<br>시험 평가 기술 개발 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 파손 모드별 수리 시편 시험 프로세스 정의</li> <li>• 복합재 적층 수리 시험 시편 치공구 설계 및 제작</li> <li>• 복합재 적층 수리 시편의 구조 시험</li> <li>• 샌드위치 시편 치공구 설계 및 제작</li> <li>• 샌드위치 수리 시편의 구조 시험</li> <li>• 수리 시편의 환경 시험</li> <li>• 해석 및 시험 결과 비교분석과 데이터 베이스 구축</li> </ul> |
| 수리 부위 검증 및 수리범위 기준 표준화                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 수리 부위 구조 건전성 검토 검증</li> <li>• 수리부위 평가기준 및 수리범위 기준설정</li> <li>• 수리범위 및 기준 표준화 문서화</li> </ul>                                                                                                                                         |

## 다. 정량적 목표

| 성과항목                      | 정량적 목표 | 평가방법          | 비고                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------|--------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 적층 구조물<br>인장 강도 회복률(%)    | 75%이상  | 전문기관/<br>자체평가 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• DOT/FAA/AR-00/46 "Repair of Composite Laminates"</li> <li>• DOT/FAA/AR-03/74 "Bond Repair of Aircraft Composite Sandwich Structures" 등 고려</li> <li>• ASTM/ISO/MIL-Handbook-17</li> </ul> |
| 적층 구조물<br>압축 강도 회복률(%)    | 90%이상  | 전문기관/<br>자체평가 |                                                                                                                                                                                                                                   |
| 적층 구조물<br>인장 강도 오차율(%)    | 90%이상  | 전문기관/<br>자체평가 |                                                                                                                                                                                                                                   |
| 적층 구조물<br>압축 강도 오차율(%)    | 90%이상  | 전문기관/<br>자체평가 |                                                                                                                                                                                                                                   |
| 적층 구조물<br>인장 피로 강도 회복률(%) | 70%이상  | 전문기관/<br>자체평가 |                                                                                                                                                                                                                                   |
| 샌드위치 구조물<br>압축 강도 회복률(%)  | 90%이상  | 전문기관/<br>자체평가 |                                                                                                                                                                                                                                   |
| 샌드위치 구조물<br>굽힘 강도 회복률(%)  | 90%이상  | 전문기관/<br>자체평가 |                                                                                                                                                                                                                                   |
| 샌드위치 구조물<br>압축 강도 오차율(%)  | 90%이상  | 전문기관/<br>자체평가 |                                                                                                                                                                                                                                   |
| 샌드위치 구조물<br>굽힘 강도 오차율(%)  | 90%이상  | 전문기관/<br>자체평가 |                                                                                                                                                                                                                                   |

\* 주관기관의 인가회득을 위한 엔진기종의 CMM/SRM 및 개발 OOM 기준, ASTM 및 Mil-Handbook-17 기준의 별도 정량적 목표 제시가능하며, 타 기종의 엔진 역추진장치의 기술 확보 가능시 타 기종도 가능

## 소요재원

### 가. 소요예산

(단위 : 백만원)

| 구 분 |     |    | 1차년도<br>(2017) | 2차년도<br>(2018) | 3차년도<br>(2019) | 4차년도<br>(2020) | 합계    |
|-----|-----|----|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|
|     |     |    | 금 액            | 금 액            | 금 액            | 금 액            |       |
| 연구비 | 정부  |    | 397.5          | 247.5          | 285.0          | 195            | 1,125 |
|     | 민간  | 현금 | 79.5           | 49.5           | 57.0           | 39             | 225   |
|     |     | 현물 | 53.0           | 33.0           | 38.0           | 26             | 150   |
|     | 합 계 |    | 530            | 330            | 380            | 260            | 1,500 |

과제명 IV : 항공기 역추진장치(Thrust Reverser) 복합재 수리기술  
“표준화” 개발

기술개발 목표 및 내용

가. 연구개발 목표

- 항공기 복합재 역추진장치의 수리기술 개발은 실제 국내 외 항공사의 수리를 시행할 수 있는 FAA/EASA 동등 Repair Station 동등 공인인가 획득이 최종 실용화 개발 목표로 실제 기술개발과 개발기술의 실용화를 위한 “수리기술 표준화”를 목표로 함.
- 국내 항공사 보유 복합재 역추진장치의 In-manual, Out of Manual, Autoclave 수리기술 표준화와 DER Approval, FAA/EASA “Repair Station” 인가를 획득하기위한 인가기준 및 기반에 대한 개발 수리기술, 인가시설, 인가인력, 인가획득 절차 연구와 체계 구축 연구와 이를 기반으로 기술개발 기관의 FAA/EASA 동등 Repair Station 공인인가를 획득하도록 국내외전문가 인가 pool 구성하여 지원하는 것을 목표로 함
- 인가가 국내인가와 해외 FAA 인가를 모두 단계적으로 획득하여야 하는 국내 최초의 인가기준 기술개발 목표 사업으로, 국내외 전문가 공동연구 및 해외전문 수리업체와 collaboration에 의한 인가 기반을 확보하여함.

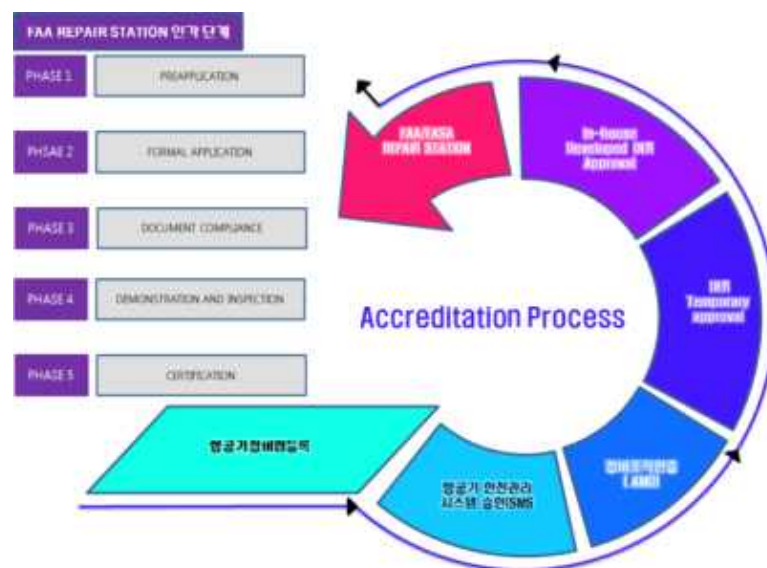


그림 109. 인가획득을 위한 절차

## 나. 연구개발 내용

| 구분                                                     | 개발내용                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 인가 문서 기준 및 표준화 개발                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>수리 개발기술의 In-manual, Out of Manual, Autoclave 수리기술 표준화 및 DER Approval 인가를 획득하기 위한 절차와 문서화, 기준설정 제시</li> <li>수리 개발 정밀 경량 분해 및 조립 Jig 및 Fixture, Bonding Tool/Mold 인가 획득 절차와 문서화, 기준설정 제시</li> <li>수리 개발기술 검증 시험시편, 시험 치공구(Jig 및 Tool) 및 시험결과 인가 획득 절차와 문서화, 기준설정 제시</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| FAA/EASA 동등 Repair Station 인가 획득 기준연구 및 수리인가업체 인가획득 지원 | <ul style="list-style-type: none"> <li>국내 FAA Part 145 “Repair Station” 인가업체 Korean Air Aerospace Division, Korean Air Lines, Sharp Aviation K inc., Asiana Airlines, GE On Wing Support Korea Inc., King Aerospace Inc.에 대한 인가 획득 절차 및 기준충족 Case Study를 통한 국내 역추진장치 기술표준화 및 인가절차 및 방안수립 제시</li> <li>Thrust Reverser(역추진장치) 수리기술 개발 및 인가 획득 연구 기관이 FAA/EASA 동등 Repair Station 인가를 획득할 수 있는 신청 절차, 인가 품질시스템, 시설 구축 및 인가 전문인력 구성 세부기준 정량화 제시와 인가 획득 지원 [ 수리기술 개발시점부터 기술표준화 및 인가기준을 충족하는 문서화 및 개발제시]<br/>           * FAA CFR Part 145에 의거 FAA Order 8900.1 Volume 2 Chapter 11. Certification of a Title 14 CFR Part 145 Repair Station Section 3. International Field Office Procedures for Certificating/Renewing/Amending a Part 145 Repair Station Located Outside the United States and Its Territories and not under a Maintenance Implementation Procedure (CHG 215 - 6/8/12)</li> </ul> |

## 다. 정량적 목표

| 인가                                            | 정량적 목표                                                              | 비고                                                                    |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| FAA/EASA 동등 Repair Station 인가 획득을 위한 수리기술 표준화 | In-Manual, Out of Manual, Autoclave 수리기술 인가획득 수리기술 표준화 및 인가 문서화     | - 실용화 실증용 수리 역추진 장치<br>- FAA/EASA CFR Part 145 Repair Station 인가 동등수준 |
|                                               | 정밀 경량 분해 및 조립 Jig 및 Fixture, Bonding Tool/Mold 인가 획득 수리기술 표준화 및 문서화 |                                                                       |
|                                               | 검증 시험시편, 시험 치공구(Jig 및 Tool) 및 시험결과 인가 획득 절차와 문서화수리기술 표준화 및 문서화      |                                                                       |

\* 주관기관의 인가획득을 위한 엔진기종의 “역추진장치 Repair Station” 기준 제시 가능하며, 타 기종의 기술 확보 가능 시 타 기종도 가능

\* 국내 수리 실용화, 인력양성, 해외 수리 JV 및 해외 collaboration 투자유치 기반구축

## 소요재원

### 가. 소요예산

(단위 : 백만원)

| 구 분 |     |    | 1차년도<br>(2017) | 2차년도<br>(2018) | 3차년도<br>(2019) | 4차년도<br>(2020) | 합계    |
|-----|-----|----|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|
|     |     |    | 금 액            | 금 액            | 금 액            | 금 액            |       |
| 연구비 | 정부  |    | 1,060.05       | 660.0          | 759.98         | 519.98         | 3,000 |
|     | 민간  | 현금 | 212.01         | 132.0          | 152.00         | 104.00         | 600   |
|     |     | 현물 | 141.34         | 88.0           | 101.33         | 69.33          | 400   |
|     | 합 계 |    | 1,413.4        | 880            | 1,013.31       | 693.31         | 4,000 |

### 3절. 공모조건

#### 1. 컨소시엄 구성 기관

가. 항공사, 항공기 복합재 부품제조사, 복합재 연구기관, 항공기 복합재 해석 전문업체, 기관 및 대학, 인가연구 전문기관 포함구성

\* 핵심기술 및 Mold/Jig 개발, 인가 획득관련 해외전문가 및 업체 협력 가능

\* 인가 획득 주관업체는 인가를 위한 시설, 인력 및 장비 등에 대한 구축을 수리기술 개발과 인가획득을 위한 수리기술 표준화를 병행 수행하여야 함.

나. 역추진장치의 실제 수요처가 컨소시엄에 참여하여 실용화 확보

다. 해외 OEM 공동협력연구 및 외국 전문기업 국내 합자사 등의 전문업체가 컨소시엄 참여 가능

라. 주관연구기관으로는 “항공기 역추진장치 Repair Station인가”를 획득할 수 있고 수리물량을 보유한 항공사\*, 또는 국내외 다수의 항공사가 참여 지분을 투자한 업체 또는 공동출자한 업체, 또는 해외수리 전문기업 Joint Venture 및 Joint Collaboration 기업 또는 항공기 복합재 부품 제작사가 적절하다고 판단됨.

\* 역추진장치의 수리는 FAA/EASA 동등 인가 획득하여야 하므로 전용 “Repair Station” 공간이 필수적이며, 이의 투자 또는 시설 및 공간 보유업체가 투자 확보하여야함

\* 따라서 역추진장치 수리물량을 보유하고 있고 정비된 역추진 장치를 책임지고 장착하여 테스트할 수 있는 항공사의 참여가 필수적

마. 공동연구기관으로는

- 수리기술 개발은 해외 수리전문기업의 기술공개 및 제안을 활용할 수 있는

국내외 공동 Joint Collaboration 기업, 항공기 복합재 부품 제조, 복합재 제작 업체

- 수리 Tool 개발은 구조물 전용 Jig Fixture/Tool/Mold 등 정밀기계 제작기업 및 항공기 정밀 시험장비 설계 제작기업, 복합재 부품 전용 Tool 제작업체

- 수리검증은 복합재 설계 및 검증 시편제작이 가능한 전문업체, 복합재설계 및 제작 시설을 갖춘 연구기관

- **기술표준화**는 항공기 부품 인가 공인기관, 항공기 부품 생산 및 제작 등의 해외인가 Nadcap, FAA DER 및 컨설팅 기업 등을 고려중

\* Nadcap(National Aerospace & Defence Contractor Accreditation Program) : 미국 항공우주분야 공정 및 복합재 품질시험 등에 대한 인가

\* DER(Designated Engineering Representatives) : 미 FAA 산하 인가된 기술지원 및 관리 인가자(국)

## 2. 선정평가 시 우대조건

가. 주관기관이 국내외 다수의 항공사가 참여 지분을 투자한 업체 또는 공동출자한 업체의 경우 가점 부여.

나. AS/ISO/NADCAP 인증 보유업체 가점.

다. 지자체 시설구축 (부지 및 시설 등)지원 확인서 제출 시 가점.

## 3. 공모는 과제의 최종목표와 연구개발의 연계성을 고려하여 통합공모

## 4. 기타 사업제안서 제출 시 필수 사항으로 하기 사항을 제출하도록 공고

가. 수리인가 시설구축계획[신규투자 및 기존시설 개조 등]

나. 역추진장치 수리 수요처의 수리수요 구매확약서 제출.

다. 수리인가 인력채용 및 인가계획

라. 항공사 및 역추진장치 판매계획 [ 항공사 참여 및 수요구매확인서 제출 시 면제]

## 제 6 장. 기술적 파급효과

### 1절. 기술적 파급효과

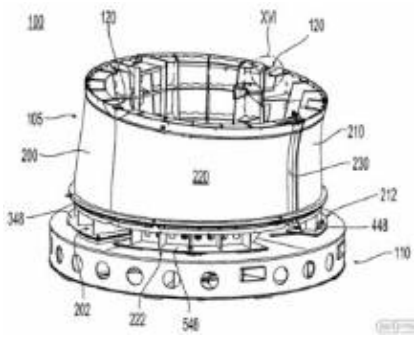
- 국내에 “Repair Station”인가 획득은 국토부 핵심 MRO 육성전략의 세계수준 MRO 업체육성의 성장동력으로 국내에 최초의 항공분야 핵심기술을 보유하게 되어, 항공기 복합재 부품의 수리영역 확대와 수리기술을 바탕으로 항공부품의 PMA 사업화 확대가 가능함.



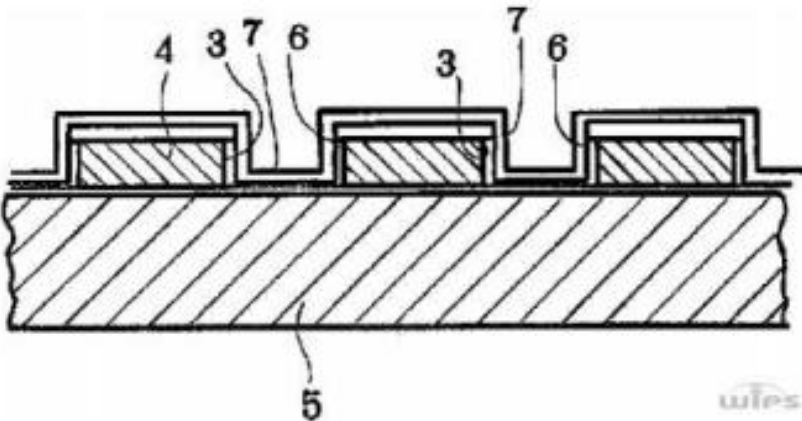
그림 110. MRO 업체 발전단계

- 역추진장치의 수리기술은 항공기 복합재 부품의 핵심기술이 적용된 제조기술로 이를 바탕으로 항공기 전체 복합재 부품의 수리기술의 적용 및 개발이 용이하게 되어 국내의 항공기 복합재 부품 수리의 해외 의존도를 줄이고 외화절감과 국내 전문인력 양성이 가능함.
- 항공기 복합재 부품의 수리기술은 전문성과 특화된 기술로 국내에 전무한 상태로 해외 연구기관 및 전문 제조업체와의 항공기 복합재 부품의 저비용의 수리시간 단축의 공정개발을 위한 국제공동연구 형태를 통한 기술이전과 해외투자유지를 병행할 수 있어 국내외 항공사 및 협력사와 상호 유기적인 네트워크로 산업화가 이루어질 수 있음.

## 별지 부록 1. 핵심특허

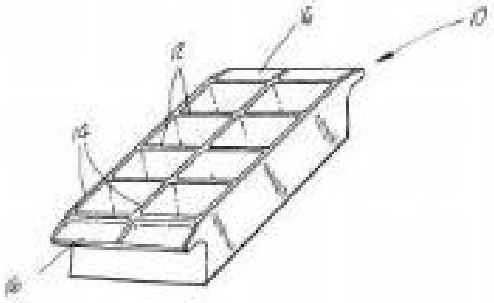
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                            |         |                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------|-------------------------|
| 핵심특허1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 기술분류: 카울                                                   | 국가      | 미국                      |
| 발명의 명칭                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Apparatus and Method for Making a Tubular Composite Barrel |         |                         |
| 출원번호                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2008-052968<br>(2008.03.21)                                | 우선권주장번호 |                         |
| 공개번호                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2009-0236779<br>(2009.09.24)                               | 등록번호    | 7640961<br>(2010.01.05) |
| 출원인                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ROHR INC.                                                  | 법적상태    | 공개( ) 등록(O) 소멸( )       |
| <b>초 록</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                            |         |                         |
| <p>A 360° tool for making a one-piece composite tubular structure, such as a skin of an acoustic liner, is adjustable between a molding position and a non-molding position. The tool includes a base, a fixed segment mounted to the base, first and second doors hingedly connected on either side of the fixed sector, and third door hingedly connected to the second door. The third door has a circumferential extent that is less than one-fourth that of either the first or second door. Sealing members are provided between the doors. Collectively, the fixed sector, and the first, second and third doors have a predetermined shaped surface that corresponds to a portion of the contour of the tubular structure to be formed. After composite material is applied on the outer surfaces of the fixed sector and the doors, a vacuum bag is formed to surround the composite material and also the joint areas on the inner surface of the tool. The entire tool may be placed in an autoclave for curing. The tool may also be used for the layup and bonding of an acoustic core sandwiched between pre-cured skins.</p>       |                                                            |         |                         |
| <b>청구범위 1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                            |         |                         |
| <p>A 360° tool for making a 360° composite tubular structure, the tool being adjustable between a molding position and a non-molding position, the tool comprising: a base; at least one fixed segment that is fixed relative to the base, the at least one fixed segment having a first circumferential end and a second circumferential end; a first door having a first circumferential end hingedly connected to the first circumferential end of the at least one fixed segment; a second door having a first circumferential end hingedly connected to the second circumferential end of the at least one fixed segment; a third door hingedly connected to the second door and configured to fit between the second door and first door and complete the 360° circumferential extent of the tool; and a sealing member between the at least one fixed segment and each of the first and second doors and also between each of the first and second doors and the third door; wherein the third door has a circumferential extent no greater than one-quarter of a circumferential extent of the smaller of the first and second doors.</p> |                                                            |         |                         |
| <b>대표도면</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                            |         |                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                            |         |                         |
| 패밀리 정보                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | EP2450171B1, EP2103404B1                                   |         |                         |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                           |         |                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------|
| 핵심특허2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 기술분류: 카울                                                                  | 국가      | 미국                |
| 발명의 명칭                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | SYSTEM AND METHOD FOR FORMING PERFORATIONS IN A BARREL SECTION            |         |                   |
| 출원번호                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2013-012243<br>(2013.08.28)                                               | 우선권주장번호 |                   |
| 공개번호                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2015-0063932<br>(2015.03.05)                                              | 등록번호    |                   |
| 출원인                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | The Boeing Company                                                        | 법적상태    | 공개(O) 등록( ) 소멸( ) |
| 초 록                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                           |         |                   |
| <p>A drilling system may include a plurality of robotic drilling units. Each one of the robotic drilling units may include a drill end effector positioned inside a barrel section. The barrel section may be configured as a composite sandwich structure having an inner face sheet. The robotic drilling units maybe operable in synchronized movement with one another to drill a plurality of perforations into the inner face sheet using the drill end effectors in a manner providing a predetermined percent-open-area of the inner face sheet.</p> |                                                                           |         |                   |
| 청구범위 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                           |         |                   |
| <p>A drilling system, comprising: a plurality of robotic drilling units;each one of the robotic drilling units having a drill end effector positioned inside a barrel section configured as a composite sandwich structure having an inner face sheet; andthe robotic drilling units being operable in synchronized movement with one another to drill a plurality of perforations into the inner face sheet using the drill end effectors in a manner providing a predetermined percent-open-area of the inner face sheet.</p>                              |                                                                           |         |                   |
| 대표도면                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                           |         |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                           |         |                   |
| 패밀리 정보                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | JP2015-061736A, CN104417761A, KR2015-0026804A<br>EP2842672A1, CA2857827A1 |         |                   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                             |         |                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------|-------------------|
| 핵심특허3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 기술분류:어쿠스틱                   | 국가      | 일본                |
| 발명의 명칭                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 항공기 엔진 나셀 흡음 패널용 다공판의 제조 방법 |         |                   |
| 출원번호                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2001-129425<br>(2001.04.26) | 우선권주장번호 |                   |
| 공개번호                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2002-321238<br>(2002.11.05) | 등록번호    |                   |
| 출원인                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | KAWASAKI HEAVY<br>IND LTD   | 법적상태    | 공개(O) 등록( ) 소멸( ) |
| 초 록                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                             |         |                   |
| <p>다공판의 제조 시, 구멍 뚫기한 프리프레그 다공면판의 곡면 성형 몰드로의 부형과 접착을 용이하게 해, 가열 가압의 경화 시 프리프레그 다공면판의 구멍이 프리프레그 중의 수지에 의해 차지 않도록 하여 형 갖추어진 정밀도가 좋은 구멍을 가진 항공기 엔진 나셀 흡음 패널용 다공판을 제조하는 방법을 제공한다. 강화 섬유 직포에 수지 흐름의 하기 어려운 수지를 함침시킨 프리프레그면판을 소정 매수 적층한 후, 이 적층한 프리프레그면판에 펀칭에 의해 다수의 구멍을 아침이 되어 다음으로 이 적층 프리프레그 다공면판을 곡면 성형 몰드에 부형해 접착해, 신장율이 높은 이형 필름으로 감싸, 또한 그 위에서 백필름을 씌워 곡면 성형 몰드 주연에 실링재를 통해 설치해 이어서 백필름 내를 진공 배기해 이형 필름 및 백필름을 적층 프리프레그 다공면판의 다수의 구멍의 내면에 따르게 하여 후곡면 성형 몰드마다 오토클레이브 중에 넣어 가열 가압해 적층 프리프레그 다공면판을 경화하는 항공기 엔진 나셀 흡음 패널용 다공판의 제조 방법.</p> |                             |         |                   |
| 청구범위 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                             |         |                   |
| <p>강화 섬유 직포에 수지 흐름의 하기 어려운 수지를 함침시킨 프리프레그면판을 소정 매수 적층한 후, 이 적층한 프리프레그면판에 펀칭에 의해 다수의 구멍을 아침이 되어 다음으로 이 적층 프리프레그 다공면판을 곡면 성형 몰드에 부형해 접착해 신장율이 높은 이형 필름으로 감싸, 또한 그 위에서 백필름을 씌워 곡면 성형 몰드 주연에 실링재를 통해 설치해 이어서 백필름 내를 진공 배기해 이형 필름 및 백필름을 적층 프리프레그 다공면판의 다수의 구멍의 내면 에 따르게 해 어떤 후곡면 성형 몰드마다 오토클레이브 중에 넣어 가열 가압해 적층 프리프레그 다공면판을 경화하는 것을 특징으로 하는 항공기 엔진 나셀 흡음 패널용 다공판의 제조 방법.</p>                                                                                                                                                              |                             |         |                   |
| 대표도면                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                             |         |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                             |         |                   |
| 패밀리 정보                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                             |         |                   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                           |         |                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------|--------------------------------|
| 핵심특허4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 기술분류:어쿠스틱                                                 | 국가      | 유럽                             |
| 발명의 명칭                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Using a stiffener to repair a part for an aircraft engine |         |                                |
| 출원번호                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2008-251481<br>(2008.04.22)                               | 우선권주장번호 | US 2007-789268<br>(2007.04.24) |
| 공개번호                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1985538A2<br>(2008.10.29.)                                | 등록번호    | 1985538B1<br>(2012.06.20.)     |
| 출원인                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | United Technologies Corporation                           | 법적상태    | 공개( ) 등록(O) 소멸( )              |
| 초 록                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                           |         |                                |
| <p>A method of repairing a part (10), which has a first side (10b), a second side (10a) opposite of the first side (10b), and an aperture (12) that makes the part susceptible to cracking, includes the steps of forming a slot (28) in the first side (10b) of the part near the aperture (12), inserting a stiffener (42) into the slot (28), and attaching at least one repair ply (50) onto the first side (10b) of the part to cover the stiffener (42).</p>                                                                                                                                        |                                                           |         |                                |
| 청구범위 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                           |         |                                |
| <p>A method of reinforcing an acoustic liner (10;110) of an aircraft engine having an acoustic side (10a;110a), a non-acoustic side (10b;110b), and a large aperture (12) in the liner that makes the liner susceptible to cracking, the method comprising: forming a slot (28;128) in the non-acoustic side (10b;110b) of the liner, wherein the slot is located near the aperture (12) and has a bottom;securing a stiffener (42;142) into the slot using at least one adhesive; andattaching at least one repair ply (50) to the non-acoustic side (10b;110b) of the liner to cover the stiffener.</p> |                                                           |         |                                |
| 대표도면                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                           |         |                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                           |         |                                |
| 패밀리 정보                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | US8108979                                                 |         |                                |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                |         |                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------------------------|
| 핵심특허5                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 기술분류: 어쿠스틱                                                                     | 국가      | 미국                             |
| 발명의 명칭                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | METHOD FOR MAKING AN ACOUSTIC ATTENUATION PANEL, IN PARTICULAR FOR AERONAUTICS |         |                                |
| 출원번호                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2009-141333<br>(2009.08.26)                                                    | 우선권주장번호 | FR 2008-007349<br>(2008.12.22) |
| 공개번호                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2011-0254196<br>(2011.10.20)                                                   | 등록번호    |                                |
| 출원인                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | AIRCELLE                                                                       | 법적상태    | 공개(O) 등록( ) 소멸( )              |
| 초 록                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                |         |                                |
| <p>The invention relates to a method for making an acoustic attenuation panel, comprising using at least one foam block (1), coating at least the acoustic surface of said foam block (1) with a fresh composite material (9), and making perforations (27; 27a, 27b, 27c, 27d, 27e) in the resulting coating.</p> |                                                                                |         |                                |
| 청구범위 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                |         |                                |
| <p>A method for making an acoustic attenuation panel in which at least one foam block is taken, at least an acoustic face of this foam block is coated with a fresh composite material, and perforations are made in the thereby achieved coating.</p>                                                             |                                                                                |         |                                |
| 대표도면                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                |         |                                |
|                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                |         |                                |
| 패밀리 정보                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | RU2519382C2, CN102256770A, EP2385894A1, WO2010-072903                          |         |                                |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                    |         |                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------|
| 핵심특허6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 기술분류:역추진장치                                                                                         | 국가      | 미국                      |
| 발명의 명칭                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Method of making a composite bond cascade for a thrust reverser unit of an aircraft engine nacelle |         |                         |
| 출원번호                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1984-567771<br>(1984.01.03)                                                                        | 우선권주장번호 |                         |
| 공개번호                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                    | 등록번호    | 4596621<br>(1986.06.24) |
| 출원인                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | The Boeing Company                                                                                 | 법적상태    | 공개( ) 등록(O) 소멸( )       |
| 초 록                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                    |         |                         |
| A composite bond cascade for a thrust reverser unit of an aircraft engine nacelle and a method of making the cascade. The cascade made of continuous fibers used in forming vanes and beams of the cascade for reducing weight and improving the overall strength of the cascade.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                    |         |                         |
| 청구범위 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                    |         |                         |
| A method of making a composite bond cascade made up of a plurality of parallel vanes and intersecting beams, the steps including: using a plurality of angular metal frames stacked one on top of the other; inserting the frames around a metal tool mold, the mold having an opened top and bottom and openings in the sides and ends of the mold; securing continuous first fibers on one side of the frame and extending the first fibers through the openings in the sides of the mold across to the opposite sides of the frame and securing the first fibers thereto, the first fibers disposed one on top of the other forming a wall of the vane; securing continuous fibers on one side of the frames with the second fibers disposed in a spaced relationship from the first fibers and extending the second fibers through the opening in the sides of the mold across to the opposite sides of the frame and securing the second fibers thereto, the second fibers forming a wall of an adjacent vane; securing continuous third fibers on one end of the frames and extending the third fibers through the openings in the ends of the mold across to the opposite ends of the frame and securing the fibers thereto, the third fibers forming a wall of a beam; securing continuous fourth fibers on one end of the frames and extending the fourth fibers through the openings in the ends of the mold across to the opposite ends of the frame and securing the fibers thereto, the fourth fibers forming a wall of an adjacent beam; inserting a fabric around and along the sides of the parallel vanes and intersecting beams; inserting a plug to fill the cavity between the first and second fibers and the third and fourth fibers; and heating and curing the fibers and removing the plug therefrom. |                                                                                                    |         |                         |
| 대표도면                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                    |         |                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                    |         |                         |
| 패밀리 정보                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                    |         |                         |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                     |          |                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------|--------------------------------|
| 핵심특허7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 기술분류:역추진장치                                                          | 국가       | 미국                             |
| 발명의 명칭                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Specially configured deflection edge thrust reverser for jet engine |          |                                |
| 출원번호                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1995-572612<br>(1995.12.14)                                         | 우선권 주장번호 | FR 1994-015389<br>(1994.12.21) |
| 공개번호                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                     | 등록번호     | 5716025<br>(1998.02.10)        |
| 출원인                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Societe de<br>Construction des<br>Avions<br>Hurel-Dubois            | 법적상태     | 공개( ) 등록(O) 소멸( )              |
| 초 록                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                     |          |                                |
| <p>The reverser includes a partition (28) exhibiting openings (19) and separating the cavity (16) which exists, when the doors (2) are in the closed position, between the front part (7) of the internal panel (11) of the door and the stream of gaseous flow (15) flowing in direct jet mode through the jet pipe CA, thus overcoming the aerodynamic losses which result from the presence of this cavity.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                     |          |                                |
| 청구범위 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                     |          |                                |
| <p>A thrust reverser for a jet engine, especially for an aircraft, of the type having pivoting doors articulated to a cowl surrounding the engine, said reverser comprising: an internal panel delimiting, together with said cowl, a jet pipe in which a gaseous flow flows, said doors being movable from a retracted cruise position in which they are in the extension of the cowl and allow said gaseous flow to flow in direct jet mode, to a deployed reversal position in which said doors at least partially close off the jet pipe and open a flow deflection well formed in the internal panel of the cowl and allowing the flow to escape radially toward the exterior and toward the upstream end of the engine, said doors being equipped at their upstream end with a deflection spoiler and having an internal panel which, when the doors are in the retracted position, is separated, radially toward the exterior, from the surface of the internal panel of the cowl, an empty cavity thus being formed, in the region of the deflection well, between each of said door and an external boundary of the gaseous flow determined by a surface of the internal panel of the cowl, wherein, to avoid, in direct jet mode, disturbances due to a presence of said cavity, the cavity is separated from the gaseous flow by a partition attached to the internal panel of the cowl and pierced with openings placing the cavity in communication with the jet pipe.</p> |                                                                     |          |                                |
| 대표도면                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                     |          |                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                     |          |                                |
| 패밀리 정보                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | DE69523877T2, FR2728626B1, EP0718486A3                              |          |                                |

|        |                               |         |                                |
|--------|-------------------------------|---------|--------------------------------|
| 핵심특허8  | 기술분류:역추진장치                    | 국가      | 중국                             |
| 발명의 명칭 | Grid-type thrust reverser     |         |                                |
| 출원번호   | 2008-80112995<br>(2008.09.10) | 우선권주장번호 | FR 2007-007501<br>(2007.10.25) |
| 공개번호   | 101835969<br>(2010.09.15)     | 등록번호    | 101835969<br>(2014.08.13)      |
| 출원인    | AIRCELLE                      | 법적상태    | 공개( ) 등록(O) 소멸( )              |

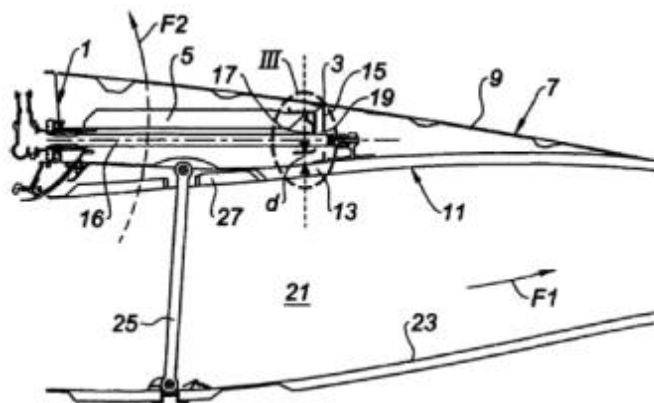
#### 초 록

The patent refers to the field of 'jet-propulsion plants'. The invention relates to a grid-type thrust reverser comprising: a fixed structure (1) on which a rear frame (3) bearing said grids (5) is mounted; a mobile structure (7) comprising an outer wall (9), an inner wall (11) at least partially formed by at least one acoustic panel (13), and at least one partition (15) connecting the outer wall (9) to the acoustic panel (13); and actuators (16) placed between the fixed structure (1) and the mobile structure (7), extending through openings (17, 19) formed in the rear frame (3) and the partition (15). Said thrust reverser is characterised in that the rear frame (3) and the acoustic panel (13) are sufficiently radially close to each other to interfere mutually and in a controlled manner when said mobile structure (7) is in a direct jet position.

#### 청구범위 1

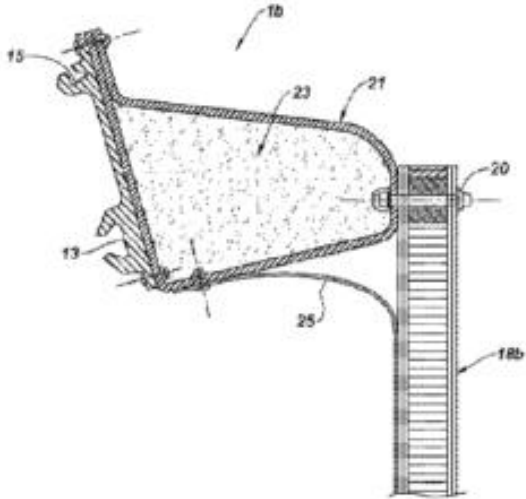
A grid-type thrust reverser, comprising: -Fixed structure (1), which is provided with the supporting the grill blade (5) of the rear end frame (3); -A movable structure (7), which includes an outer wall (9), at least in part by at least one baffle (13) forming the inner wall (11), said and outer wall (9) is connected to the baffle (13) of at least a separating element (15); -An actuator (16), is interposed between the fixed structure (1) and the movable structure (7) between, and extending through to the rear frame (3) and the separating member (15) formed in the orifice (17, 19); Characterized in that the rear frame (3) and said baffle (13) sufficiently close to each other in the radial direction, so that the movable structure (7) is located in the forward injection state, the rear frame (3) and said baffle (13) coherent each other in a controlled manner.

#### 대표도면

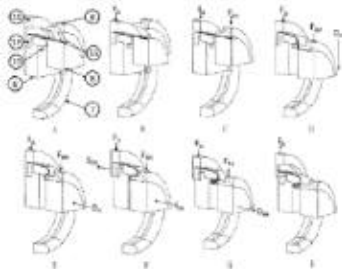


#### 패밀리 정보

US9140211B2, EP2209980A1, WO2009-066037A1

|                                                                                                                                                                                                                                                     |                                    |         |                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------|--------------------------------|
| 핵심특허9                                                                                                                                                                                                                                               | 기술분류:역추진장치                         | 국가      | 중국                             |
| 발명의 명칭                                                                                                                                                                                                                                              | Beam for a cascade thrust reverser |         |                                |
| 출원번호                                                                                                                                                                                                                                                | 2011-80038740<br>(2011.07.28)      | 우선권주장번호 | FR 2010-056647<br>(2010.08.18) |
| 공개번호                                                                                                                                                                                                                                                | 103069141<br>(2013.04.24)          | 등록번호    |                                |
| 출원인                                                                                                                                                                                                                                                 | AIRCELLE                           | 법적상태    | 공개(O) 등록( ) 소멸( )              |
| 초 록                                                                                                                                                                                                                                                 |                                    |         |                                |
| <p>The invention relates to a beam (1b), in particular for a cascade thrust reverser, including a skin (21) made of a composite material and defining a closed section, wherein said beam is filled with a core material (23).</p>                  |                                    |         |                                |
| 청구범위 1                                                                                                                                                                                                                                              |                                    |         |                                |
| <p>A cascade thrust reverser for a beam (1a, 1b), which comprises a casing (21), the casing is composed of a composite material and defining a closure portion, is characterized in that, the beam is formed by a core material (23) is filled.</p> |                                    |         |                                |
| 대표도면                                                                                                                                                                                                                                                |                                    |         |                                |
|                                                                                                                                                                 |                                    |         |                                |
| 패밀리 정보                                                                                                                                                                                                                                              | US2013-0161415, WO2012-022900A1    |         |                                |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                  |         |                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------|--------------------------------|
| 핵심특허10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 기술분류: 인렛                                                         | 국가      | 유럽                             |
| 발명의 명칭                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | METHOD OF MANUFACTURING AN INLET ASSEMBLY FOR AN AIRCRAFT ENGINE |         |                                |
| 출원번호                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2011-000622<br>(2007.07.03)                                      | 우선권주장번호 | US 2006-488980<br>(2006.07.19) |
| 공개번호                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2336500<br>(2011.06.22)                                          | 등록번호    | 2336500<br>(2015.09.02)        |
| 출원인                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | ROHR INC.                                                        | 법적상태    | 공개( ) 등록(O) 소멸( )              |
| 초 록                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                  |         |                                |
| <p>A method of manufacturing an inlet assembly (17) for an aircraft engine nacelle comprises the steps of: providing an inner barrel (39) and an outer barrel (41) which is radially spaced from said inner barrel; forming at least one zone of deformation (71) in a rear support (35, 101) by forming an arcuately extending energy absorber (67, 113) in said rear support (35, 101), said energy absorber being located in said rear support such that said support is deformable in said zone of deformation in response to an applied force during a fan blade-out event to prevent fracture of said rear support; and attaching said rear support to the outer barrel (41) and the inner barrel (39) to form a closed axial end of the inlet assembly. According to the invention, said method further comprises, prior to attaching said rear support (17, 101) to the outer barrel (41) and the inner barrel (39), forming a plurality of circumferentially spaced ribs (61, 107) in said rear support (35, 101).</p> |                                                                  |         |                                |
| 청구범위 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                  |         |                                |
| <p>A method of manufacturing an inlet assembly (17) for an aircraft engine nacelle, said method comprising the steps of: providing an inner barrel (39) and an outer barrel (41) which is radially spaced from said inner barrel; forming a plurality of circumferentially spaced ribs (61, 107) and at least one radial stiffener (63) in said rear support (35, 101); forming at least one zone of deformation (71) in a rear support (35, 101) by forming an arcuately extending energy absorber (67, 113) in said rear support (35, 101), said energy absorber being located in said rear support such that said support is deformable in said zone of deformation in response to an applied force during a fan blade-out event to prevent fracture of said rear support; and attaching said rear support to the outer barrel (41) and the inner barrel (39) to form a closed axial end of the inlet assembly.</p>                                                                                                          |                                                                  |         |                                |
| 대표도면                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                  |         |                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                  |         |                                |
| 패밀리 정보                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | US8438857B2, US7721525B2, WO2008-085542A2                        |         |                                |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                        |         |                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------|--------------------------------|
| 핵심특허11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 기술분류: 인렛                                               | 국가      | 중국                             |
| 발명의 명칭                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Method for forming a sector for a nacelle lip skin     |         |                                |
| 출원번호                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2009-80135268<br>(2009.06.19)                          | 우선권주장번호 | GB 2008-012614<br>(2008.07.10) |
| 공개번호                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 102149489<br>(2011.08.10)                              | 등록번호    | 102149489<br>(2013.05.08)      |
| 출원인                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | UNIV ULSTER                                            | 법적상태    | 공개( ) 등록(O) 소멸( )              |
| <b>초 록</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                        |         |                                |
| <p>A method of forming a sector for a nacelle lip skin from a sheet metal blank comprising the steps of: providing an arcuate or annular punch (7) or mandrel having an inner surface, an outer surface and a leading edge, said punch (7) substantially corresponding in shape to an inner surface of at least a sector of the nacelle lip skin, placing the blank (13) against the outer surface of the punch (7) and clamping a trailing edge of the blank (13) in a clamping means (11,12) to hold the blank (13) against the outer surface of the punch (7), said clamping means (11,12) gripping said trailing edge of the blank without slippage; gripping a leading edge of the blank (13), opposite said trailing edge, in a gripping means (8,9), at a location axially spaced from said punch (7) adjacent and in front of the leading edge of the punch (7), said gripping means (8,9) gripping said blank (13) with sufficient force to permit the blank (13) to flow therethrough in a controlled manner without tearing or wrinkling; displacing the gripping means (8,9) in a first direction, substantially radially with respect to the punch (7), towards the central axis of the punch (7) while drawing the blank through the gripping means (8,9); displacing the gripping means (8,9) in a second direction, substantially axially with respect to the punch (7), towards and past the leading edge of the punch (7), to draw the blank (13) over the leading edge of the punch (7) while drawing the blank (13) through the gripping means (8,9).</p>                                                |                                                        |         |                                |
| <b>청구범위 1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                        |         |                                |
| <p>A sheet metal blank to form a nacelle lip covering method, the method comprises the steps of: Providing arcuate or annular die or mandrel, the said die has an inner surface, outer surface and the guide edge, the said die shape substantially corresponds to the outer nacelle lip edge at least one section of the inner surface; Bear against the stated the blank resettlement the outer surface of the punch die, and the trailing edge of the blank in the jaws of the clamping device, so as to maintain the outer surface of the punch die arrives depending on states the blank, the holding device does not skid states the pliers to clamp the states trailing edge of the blank; With the said die and is close to the axially spaced and located at the said die leading edge at the forward position, the opposite edge of the blank the states trailing the leading edge of the clamping in the clamping device, the clamping device with sufficient force to grip the blank, in order to allow the blank in a controlled way and no tearing flowing through front clamping device; 1st direction relative to said die towards said die along the central axis of the clamping device moves states substantially radial position, at the same time drawing the blank after the clamping device; 2nd direction relative to said die towards said die along the guide edge moves states substantially axial position of the clamping device and the leading edge of the said die, thus the drawing punch die on the leading edge of the blank, the blank at the same time drawing the clamping device.</p> |                                                        |         |                                |
| <b>대표도면</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                        |         |                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                        |         |                                |
| 패밀리 정보                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | JP5781927B2, US9021848B2, EP2328698B1, WO2010-003538A1 |         |                                |

|        |                                                    |         |                                |
|--------|----------------------------------------------------|---------|--------------------------------|
| 핵심특허12 | 기술분류:인렛                                            | 국가      | 미국                             |
| 발명의 명칭 | METHOD FOR FORMING A SECTOR FOR A NACELLE LIP SKIN |         |                                |
| 출원번호   | 2009-003113<br>(2009.06.19)                        | 우선권주장번호 | GB 2008-012614<br>(2008.07.10) |
| 공개번호   | 2011-0162429<br>(2011.07.07)                       | 등록번호    | 9021848<br>(2015.05.05)        |
| 출원인    | UNIVERSITY OF<br>ULSTER                            | 법적상태    | 공개( ) 등록(O) 소멸( )              |

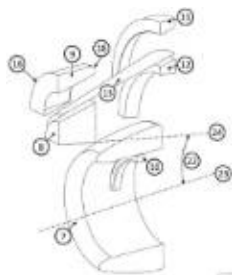
#### 초 록

A method of forming a sector for a nacelle lip skin from a sheet metal blank comprising the steps of: providing an arcuate or annular punch (7) or mandrel having an inner surface, an outer surface and a leading edge, said punch (7) substantially corresponding in shape to an inner surface of at least a sector of the nacelle lip skin, placing the blank (13) against the outer surface of the punch (7) and clamping a trailing edge of the blank (13) in a clamping means (11,12) to hold the blank (13) against the outer surface of the punch (7), said clamping means (11,12) gripping said trailing edge of the blank without slippage; gripping a leading edge of the blank (13), opposite said trailing edge, in a gripping means (8,9), at a location axially spaced from said punch (7) adjacent and in front of the leading edge of the punch (7), said gripping means (8,9) gripping said blank (13) with sufficient force to permit the blank (13) to flow therethrough in a controlled manner without tearing or wrinkling; displacing the gripping means (8,9) in a first direction, substantially radially with respect to the punch (7), towards the central axis of the punch (7) while drawing the blank through the gripping means (8,9); displacing the gripping means (8,9) in a second direction, substantially axially with respect to the punch (7), towards and past the leading edge of the punch (7), to draw the blank (13) over the leading edge of the punch (7) while drawing the blank (13) through the gripping means (8,9).

#### 청구범위 1

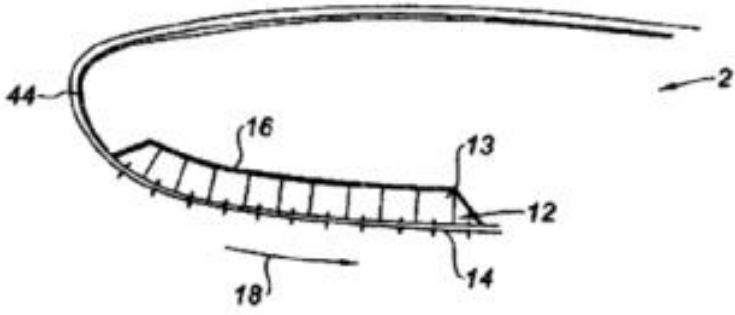
A method of forming a sector for a nacelle lip skin from a sheet metal blank comprising the steps of: providing an arcuate or annular punch or mandrel having an inner surface, an outer surface and a leading edge, said punch substantially corresponding in shape to an inner surface of at least a sector of the nacelle lip skin; placing the blank against the outer surface of the punch and clamping a trailing edge of the blank in a clamping means to hold the blank against the outer surface of the punch, said clamping means gripping said trailing edge of the blank without slippage; gripping a leading edge of the blank, opposite said trailing edge, in a gripping means, at a location axially spaced from said punch adjacent and in front of the leading edge of the punch, said gripping means gripping said blank with sufficient force to permit the blank to flow therethrough in a controlled manner without tearing or wrinkling; displacing the gripping means in a first direction, substantially radially with respect to the punch, towards the central axis of the punch while drawing the blank through the gripping means; displacing the gripping means in a second direction, substantially axially with respect to the punch, towards and past the leading edge of the punch, to draw the blank over the leading edge of the punch while drawing the blank through the gripping means.

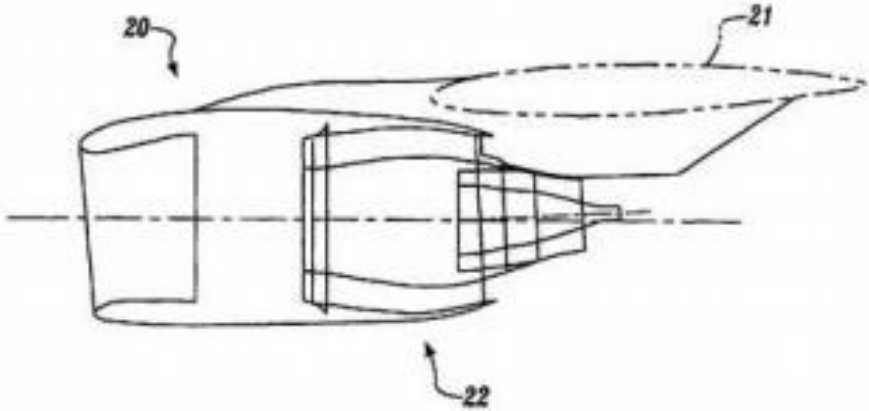
#### 대표도면



#### 패밀리 정보

JP5781927B2, CN102149489B, EP2328698A1

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                |         |                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------|--------------------------------|
| 핵심특허13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 기술분류: 인렛                                                       | 국가      | 중국                             |
| 발명의 명칭                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Method for making acoustic panel for air intake lip of nacelle |         |                                |
| 출원번호                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2009-80134525<br>(2009.08.14)                                  | 우선권주장번호 | FR 2008-004823<br>(2008.09.03) |
| 공개번호                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 102143889<br>(2011.08.03)                                      | 등록번호    | 102143889<br>(2013.12.25)      |
| 출원인                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | AIRCELLE                                                       | 법적상태    | 공개( ) 등록(O) 소멸( )              |
| <b>초 록</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                |         |                                |
| <p>The invention relates to a method for making an acoustic panel (12) for an air intake lip (2) of a nacelle (1) that includes the steps of obtaining a perforated de-icing assembly (14) including at least one array of conducting members obtained by a photolithographic method, said de-icing member (14) being secured to a structure with a cellular web (13). The invention also relates to an air intake lip and to a nacelle.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                |         |                                |
| <b>청구범위 1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                |         |                                |
| <p>A method for manufacturing the engine compartment (1) of the air inlet lip (2) of the baffle board (12) of the method, comprises the following steps: Manufacturing A. for re-construction of the air inlet lip (2) of the surface of the middle layer is mad the generatrix (20); B. in the outer surface layer (20) is fixed on the conductive layer (22), said conductive layer (22) comprises an electrically conducting element; C. in the conductive layer (22) is fixed on the photosensitive layer (26), the photosensitive layer (26) comprises at least one photosensitive element; Using perforated device D. (27) the piercing material forming the same, and therefore, in order to form the acoustics hole (28); In step E. D obtained by the end of the photosensitive material layer (26) laid on the cover (30), in order to form the conductive element array, the conductive element array will not be blocked from step D the hole (28); F. using photolithography exposes the array; In step g. F the surface of the array of electrically insulating; G H. by the end of the steps of the de-icing assembly (14) on structure fixed cellular shape core (13); In step H I. therefore the end of the de-icing assembly (14) laid on the 2nd layer (16), so as to form a sound absorbing plate (12).</p> |                                                                |         |                                |
| <b>대표도면</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                |         |                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                |         |                                |
| 패밀리 정보                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | EP2311179B1, US8584363B2, WO2010-026305                        |         |                                |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                         |         |                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------------------------|
| 핵심특허14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 기술분류: 카울                                                                                | 국가      | 유럽                             |
| 발명의 명칭                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Engine nacelle outer cowl panel with integral track fairings and method for making same |         |                                |
| 출원번호                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1998-202571<br>(1998.07.30)                                                             | 우선권주장번호 | US 1997-054284<br>(1997.07.30) |
| 공개번호                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0894715<br>(1999.02.03.)                                                                | 등록번호    | 0894715<br>(2007.04.25.)       |
| 출원인                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | THE BOEING COMPANY                                                                      | 법적상태    | 공개( ) 등록(O) 소멸( )              |
| 초 록                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                         |         |                                |
| <p>An outer cowl panel (24) for an engine nacelle (20). The outer cowl panel (24) includes integral track fairings (30) at aft side edges of the outer cowl panel. The outer cowl panel (24) also includes a chamfered leading edge having outer face sheets (88A, 88B) that extend over the leading edges of a stepped stack of prepreg sheets (88C, 88D, 88E, 88F).</p> |                                                                                         |         |                                |
| 청구범위 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                         |         |                                |
| <p>A method for making a composite nacelle engine outer cowl panel defining an aft edge comprising: fabricating a track fairing for extending around tracks for translating the outer cowl panel, the track fairing formed integral with the aft edge of the outer cowl panel.</p>                                                                                        |                                                                                         |         |                                |
| 대표도면                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                         |         |                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                         |         |                                |
| 패밀리 정보                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | US6129311A                                                                              |         |                                |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                             |         |                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------|--------------------------------|
| 핵심특허15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 기술분류: 카울                                    | 국가      | 일본                             |
| 발명의 명칭                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 항공기 엔진 카울 및 그 제조 방법                         |         |                                |
| 출원번호                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2012-122586<br>(2012.05.30)                 | 우선권주장번호 | US 2011-149039<br>(2011.05.31) |
| 공개번호                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2012-251552<br>(2012.12.20)                 | 등록번호    |                                |
| 출원인                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | MRA SYSTEMS<br>INC                          | 법적상태    | 공개(O) 등록( ) 소멸( )              |
| 초 록                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                             |         |                                |
| <p>항공기 엔진의 카울 및 카울을 총형 구조 및 고온성능을 가지도록 제조하는 방법을 제공한다. 카울136의 총형 구조는 내부 중공 셀 148을 포함한 셀형 구조를 가지는 코어 부재 144 및 코어 부재 144의 반대 측의 면에서 셀 148의 테두리부 152에 납염된 제1 및 제2 스킨 140, 142를 포함한다. 제1 및 제2 스킨 140, 142 및 코어 부재 144는 티탄합금에서 형성되고 제1 및 제2 스킨 140, 142는 코어 부재 144에 납염되고 카울 136의 총형 구조는 제2 스킨 142 및 제2 스킨 142를 코어 부재 144의 제2 면에서 셀 벽테두리부 152에 설치하는 납염 결합부 150을 열 보호하는 것이 가능한 단열재를 구비하지 않았다.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                             |         |                                |
| 청구범위 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                             |         |                                |
| <p>항공기 엔진(10)의 카울(136)로서, 상기 카울(136)이 반대 방향에 배치된 제1 및 제2 면을 가지는 코어 부재(144)와 상기 코어부재(144)가 제1 및 제2 스킨(140, 142)의 사이에 오도록, 상기 코어부재(144)의 상기 제 1 및 제2 면에 각각 설치된 제1 및 제2 스킨(140, 142)을 포함한 총형 구조를 가지며, 상기 코어부재(144)가 상기 제 1 및 제2 면에서 셀 벽테두리부(152)를 구획하는 내부 중공 셀(148)을 포함한 셀형 구조를 가지며, 상기 제 1 및 제2 스킨(140, 142)이 상기 코어부재(144)의 상기 제 1 및 제2 면에서 상기 셀 벽테두리부(152)에 각각 설치되어 있어 상기 제 1 스킨(140)이 소리에 관련된 압력파를 상기 코어부재(144) 내 상기 내부 중공 셀(148)로 향하게 함으로써 노이즈를 억제하도록 적합한 관통 구멍(146)을 가지도록 음향적으로 처리되어 있는 어쿠스틱 스킨(140)인 카울(136)에 있어서 상기 제 1 및 제2 스킨(140, 142) 및 상기 코어부재(144)가 티탄합금으로 형성되어 있고 상기 제 1 및 제2 스킨(140, 142)이 상기 제 1 및 제2 스킨(140, 142)을 상기 코어부재(144)의 상기 제 1 및 제2 면에서 상기 셀 벽테두리부(152)에 설치하는 납염 결합부(150)를 구획하도록, 상기 코어부재(144)에 납염되어 있고, 상기 카울(136)의 상기 총상 구조는 상기 제 2 스킨(142) 및 상기 제 2 스킨(142)을 상기 코어부재(144)의 상기 제 2 면에서 상기 셀 벽테두리부(152)에 설치하는 상기 납염 결합부(150)를 열 보호하는 것이 가능한 단열재를 구비하지 않은 것을 특징으로 하는 카울(136).</p> |                                             |         |                                |
| 대표도면                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                             |         |                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                             |         |                                |
| 패밀리 정보                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | CN102817719A, US2012-0308379A1, EP2530016A2 |         |                                |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                              |         |                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------|-------------------|
| 핵심특허16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 기술분류: 카울                     | 국가      | 미국                |
| 발명의 명칭                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Engine Cowl and Inlet Cover  |         |                   |
| 출원번호                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2014-564533<br>(2014.12.09)  | 우선권주장번호 |                   |
| 공개번호                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2015-0089879<br>(2015.04.02) | 등록번호    |                   |
| 출원인                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | The Boeing Company           | 법적상태    | 공개(O) 등록( ) 소멸( ) |
| 초 록                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                              |         |                   |
| <p>A method for covering an end of a housing for an engine. A cover is positioned relative to the end of the housing for the engine. The cover comprises a structure, a flange comprised of a deformable material extending from the structure around a circumference of the structure, and a retaining feature configured to extend from a middle portion of the structure such that the retaining feature and the flange form a channel configured to receive the end of the housing. The cover is moved in a direction towards the end of the housing for the engine such that the retaining feature extends into an inlet of the engine through an opening of the housing to form an interference fit between the retaining feature and a portion of an interior surface of the housing.</p> |                              |         |                   |
| 청구범위 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                              |         |                   |
| <p>A manufacture comprising: a secondary retention system for a cover configured to cover, such that in operation the cover covers, an opening of a housing for an engine, the secondary retention system comprising a Darkscrew comprising a manual operation feature connected to a sealing feature connected to a capture feature connected to a contingent retraction feature connected to an engagement feature configured to connect, such that in operation the engagement feature connects, to the engine housing.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                   |                              |         |                   |
| 대표도면                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                              |         |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                              |         |                   |
| 패밀리 정보                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | US8950701B2, US8651415B1     |         |                   |

|        |                                                           |         |                         |
|--------|-----------------------------------------------------------|---------|-------------------------|
| 핵심특허17 | 기술분류: 파일론                                                 | 국가      | 미국                      |
| 발명의 명칭 | Composite base structure and end fitting joint and method |         |                         |
| 출원번호   | 1982-454603<br>(1982.12.30)                               | 우선권주장번호 |                         |
| 공개번호   |                                                           | 등록번호    | 4469730<br>(1984.09.04) |
| 출원인    | The Boeing Company                                        | 법적상태    | 공개( ) 등록(O) 소멸( )       |

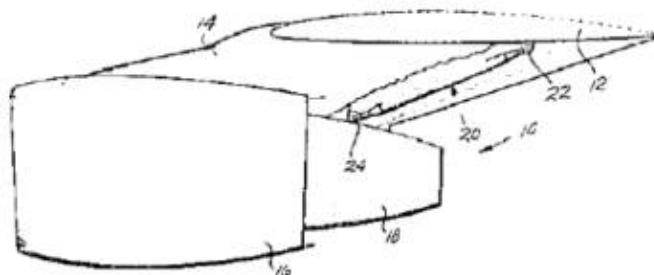
#### 초 록

A composite base structure (70) and end fitting (26) are secured together by a composite joint to form a graphite-epoxy composite nacelle diagonal strut (20). The elongated base structure (70) has a wall (72) formed of a cured epoxy reinforced with layers of graphite fibers (100, 102, 104, 106) extending in elongated and transverse directions. The layers of fibers in the elongated direction (100, 104) and transverse direction (102, 106) extend onto a large diameter end (52) of a conical end portion (46) of an end fitting (26) and terminate on the conical portion adjacent a small diameter end (60). The layers of the elongated and transverse fibers (100, 102, 104, 106) are interlayered with layers (110, 112, 114, 116, 118) of graphite fibers generally circumferentially wrapped on the conical portion (46), the layers on the conical portion being impregnated with the cured epoxy. At the small diameter end of the conical portion (46) a transverse shoulder (60) extends outwardly and the fibers on the conical portion abut the shoulder. A method of joining an end fitting (26) to a fiber reinforced base structure (70) includes forming an elongated base structure (70) by applying layers of elongated fibers (100, 104) in the elongated or axial direction and applying layers of fibers (102, 106) in a transverse direction on a removable mandrel (90). The layers of fibers in the elongated and transverse directions are extended onto large diameter end of a conical end portion of an end fitting of large diameter end (52). Layers (110, 112, 114, 116, 118) are circumferentially wrapped on the conical portion so as to be interlayered with the layers of elongated and transverse fibers, the fibers being impregnated with an epoxy, and the epoxy being cured. The mandrel (90) is removed after the epoxy is cured.

#### 청구범위 1

A base structure and end fitting having a strong joint in which the base structure and joining structures are made from fiber reinforced material, comprising: an elongated base structure having a wall formed of a cured epoxy reinforced with layers of fibers extending in an elongated direction and in a transverse direction; layers of said fibers in the elongated direction and transverse direction of said wall extending onto a large diameter end of a conical end portion of an end fitting and on the conical portion to terminate substantially adjacent a small diameter portion of the conical portion; layers of said elongated and transverse fibers being interlayered with layers of fibers generally circumferentially wrapped on said conical portion; tensile or pull apart forces applied axially to the end fitting being resisted by hoop tension in the circumferentially wrapped fibers; said layers on said conical portion being impregnated with a cured epoxy; and an annular transverse shoulder extends outwardly from adjacent a small diameter end of the conical portion; fibers on said conical portion abutting the shoulder, the shoulder being adapted to receive compression forces in the fibers.

#### 대표도면



#### 패밀리 정보

## 별지 부록 2. FAA Repair Station Manual

This document may not be disclosed or reproduced in whole or in part without prior written permission from a representative of the Company with the authority to grant such permission.

Revision Controlled Quality Manual # \_\_\_\_\_

### Tips:

Double click grey area at top and bottom of page to edit header/footer

Search for the word "your" throughout doc and replace as required

## FAA Repair Station Manual

Mo/Yr

| Revisions    |                           |                   | Rev:  |                             |
|--------------|---------------------------|-------------------|-------|-----------------------------|
| Letter       | E.O. Number - Description |                   | Date  |                             |
|              |                           |                   |       |                             |
|              |                           |                   |       |                             |
|              |                           |                   |       |                             |
|              |                           |                   |       |                             |
|              |                           |                   |       |                             |
|              |                           |                   |       |                             |
|              |                           |                   |       |                             |
| Used On      | Contract#:                | Your Company Name |       |                             |
| Prepared By: | Date                      |                   |       |                             |
| Your Dept:   | Date                      |                   |       |                             |
| Your Dept:   | Date                      |                   |       |                             |
| Your Dept:   | Date                      | YOUR PROGRAM      |       |                             |
| Your Dept:   | Date                      | Your Procedure #  |       |                             |
| Your Dept:   | Date                      | Size: A           | CAGE: | Your Item # (mo/yr) 1 of 25 |

Your Company Logo

This document may not be disclosed or reproduced in whole or in part without prior written permission from a representative of the Company with the authority to grant such permission.

## TABLE OF CONTENTS

|                                                                                                                             |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.0 Repair Station Manual</b>                                                                                            | <b>3</b>  |
| 1.1 <i>Revision Control</i>                                                                                                 | 3         |
| 1.2 <i>Electronic Format</i>                                                                                                | 4         |
| <b>2.0 Organization</b>                                                                                                     | <b>6</b>  |
| 2.1 <i>Organization Chart</i>                                                                                               | 6         |
| 2.2 <i>Duties and Responsibilities</i>                                                                                      | 6         |
| <b>3.0 Repair Station Personnel Roster</b>                                                                                  | <b>7</b>  |
| <b>4.0 Operations, Housing, Facilities, Equipment, and Materials</b>                                                        | <b>8</b>  |
| 4.1 <i>Operations</i>                                                                                                       | 8         |
| 4.2 <i>Housing and Facilities</i>                                                                                           | 8         |
| 4.3 <i>Equipment and Materials</i>                                                                                          | 8         |
| <b>5.0 Capabilities List</b>                                                                                                | <b>10</b> |
| 5.1 <i>Limited Certification Services</i>                                                                                   | 10        |
| <b>6.0 Training Program (due 4-6-05)</b>                                                                                    | <b>11</b> |
| <b>7.0 Work Performed at Another Location</b>                                                                               | <b>12</b> |
| <b>8.0 Maintenance, Preventive Maintenance and Alterations Performed for Air Carriers under Parts 121, 125, 129 and 135</b> | <b>14</b> |
| <b>9.0 Contract Maintenance Information</b>                                                                                 | <b>17</b> |
| <b>10.0 Required Records and Recordkeeping</b>                                                                              | <b>20</b> |
| 10.1 <i>Electronic Recordkeeping Systems</i>                                                                                | 21        |
| <b>11.0 Definition of Terms</b>                                                                                             | <b>23</b> |

|                   |     |      |                  |        |
|-------------------|-----|------|------------------|--------|
| Your Company Name | REV | CAGE | DOC#:            | 2 of 2 |
|                   |     |      | Your Procedure # |        |

## 1.0 Repair Station Manual

Sections 145.207(e), 145.209(j), 145.209(k), 145.211(c)(4), 145.211(d), and AC 120-78

The repair station shall operate a station management system to:

- a) maintain manual revision(s) and notify the CHDO,
- b) identify and control sections of the manual,
- c) prepare an organization chart to:
  - identify each management position
  - define the area of responsibility assigned to each management position
  - define duties and responsibilities,
- d) prepare rosters and procedure(s) for their maintenance and revision,
- e) describe operations, including housing, facilities, equipment and materials,
- f) prepare a capabilities list and procedure(s) for (if applicable):
  - revision
  - CHDO notification
  - self-evaluation before revision
  - methods
  - frequency
  - reporting Results,
- g) prepare a training program and procedures for:
  - revision
  - submitting to CHDO,
- h) prepare procedures governing work performed at another location,
- i) prepare procedures for maintenance, preventive maintenance or alterations for air carriers,
- j) prepare contracts and procedures for:
  - maintaining and revising the list of approved maintenance functions, including submitting revisions to the CHDO
  - maintaining and revising the list of contract maintenance providers, including submitting revisions to CHDO, and
- k) maintain required records and recordkeeping system.

### 1.1 Revision Control

The Quality Manager is responsible for making manual revisions and shall submit revisions to the Federal Aviation Administration (FAA) for review and acceptance. Revisions to the manual shall be distributed and made available to the FAA and electronic or manual systems. The repair station shall not incorporate changes to manual revisions that are unacceptable to the FAA or do not conform to applicable regulations. Maintenance and/or administrative actions performed under manual revisions that were found unacceptable to the FAA shall be corrected. The repair station shall ensure that each manual holder or designated location receives each revision.

|                   |     |      |                  |        |
|-------------------|-----|------|------------------|--------|
| Your Company Name | REV | CAGE | DOC#             | 2 of 2 |
|                   |     |      | Your Procedure # |        |

This document may not be disclosed or reproduced in whole or in part without prior written permission from a representative of the Company with the authority to grant such permission.

Revisions to the manual shall be identified by a vertical bar in the margin or other suitable method to indicate the revised portion of text.

This is accomplished by:

- a) selecting the revision number, the date of the revision, the pages revised and a place to sign or initial for the person making the revisions to the assigned manual,
- b) revising the manual and notifying the Certificate Holding District Office (CHDO) of revisions, including the method for notifying the FAA of revisions,
- c) manual control number and assignment. Each manual shall have a unique number assigned to it and the name of the individual, department or group assigned to each manual, and
- d) identifying who will maintain a master distribution list that contains the manual number, assigned individual and revision status.

NOTE: An acknowledgement form may be used for tracking the receipt and insertion of the revision by the manual holder to ensure accountability. After receiving a revision, each manual holder shall insert the revised pages into the manual, record incorporation of the revision in the record of revisions and return the signed acknowledgement form to the person responsible for manual control.

## 1.2 Electronic Format

Manual(s) may be maintained on a computer network or other electronic medium, such as a floppy disk or compact disk. If the manual is maintained on a network server, the repair station shall provide for the following:

- a) Security  
The repair station shall ensure that only authorized personnel make any changes.  
The Quality Manager is authorized by delegation from the repair station manager to make changes to the manual(s).
- b) Access  
Employees shall be trained to access the manual on the network. Access shall be protected by passwords. All supervisors and inspectors shall have access to the manual.
- c) Revisions  
Users shall know that the manual has been revised and shall be aware of the content of the revision(s).
- d) Availability  
The repair station shall ensure that current revision manual(s) are available for all shifts.

If the manual is maintained on a floppy or compact disk, the repair station shall provide for the following:

- a) The manual and any subsequent revisions shall be distributed. Receipt of each revision shall be documented.
- b) The software used for writing the manual shall be compatible with the software used by all manual holders, including the FAA.

|                   |     |      |                  |        |
|-------------------|-----|------|------------------|--------|
| Your Company Name | REV | CAGE | DOC#             | 2 of 2 |
|                   |     |      | Your Procedure # |        |

This document may not be disclosed or reproduced in whole or in part without prior written permission from a representative of the Company with the authority to grant such permission.

c) All manual holders shall be trained on the procedures necessary to access the manual at their workstations.

d) Station personnel shall verify the revision level of the disks before use.

NOTE:

All repair station document submissions, regardless of the media used, shall be signed by an appropriate manager and shall be accompanied by a cover letter that describes the submission.

|                   |     |      |      |                  |
|-------------------|-----|------|------|------------------|
| Your Company Name | REV | CAGE | DOC# | 2 of 2           |
|                   |     |      |      | Your Procedure # |

## 2.0 Organization

Section 145.209(a)

### 2.1 Organization Chart

An organization chart shall identify (by title only) each management position with authority to act on behalf of the repair station. Positions described in the organizational chart shall be included in the duties and responsibilities section 2.2. When the repair station performs work for air carriers or air operators under 145.205 and is performing RII, the chart shall reflect the separation between the maintenance and inspection departments.

This is accomplished by:

- a) an organization chart,
- b) describing titles and the reporting structure for the organization chart that are appropriate for the repair station,
- c) recording only position titles on the organization chart,
- d) identifying each management position that has the authority to act on behalf of the repair, and
- e) designating an accountable manager.

### 2.2 Duties and Responsibilities

The repair station shall ensure that the duties and responsibilities are appropriate and the positions exist within the facility. Duties and responsibilities that are outside the scope of management but are part of the regulatory requirements shall be described (e.g., equipment maintenance, approval for return to service, applications for repairmen, etc.) Only titles, not names, shall appear.

This is accomplished by:

- a) defining the areas of responsibility assigned to each management position,
- b) describing the reporting structure (to what other position does each report),
- c) describing the job function(s) that personnel perform (e.g., calibration, training, personnel management),
- d) ensuring that duties and responsibilities of supervisory and inspection personnel are performed in their absence,
- e) determining if a supervisor or inspector is qualified for any delegated duties.

The following conditions shall be considered when assigning duties and responsibilities within the repair station:

- Is each supervisor certificated?
- Do the inspectors understand, read, and write English?
- Are persons with approval for return to service authority certificated?

|                   |     |      |                  |        |
|-------------------|-----|------|------------------|--------|
| Your Company Name | REV | CAGE | DOC#             | 2 of 2 |
|                   |     |      | Your Procedure # |        |

### 3.0 Repair Station Personnel Roster

Part 145, sections 145.161, 145.209(b), 145.161(a)(4), and Part 65

A personnel roster shall be maintained that lists individuals within the facility that are authorized to perform certain functions, such as approval for return to service, signing off required inspection items or that hold certain management and supervisory positions. The roster shall be accessible for review and inspection by the FAA. The repair station shall maintain a personnel roster or rosters that list managers, supervisors, inspectors, including RII inspectors, and those individuals authorized to approve an article for return to service.

This is accomplished by:

- a) describing the location of the roster,
- b) describing how the roster will be changed within 5 business days of the termination, reassignment, change in duties or scope of assignment, or addition of any personnel,
- c) providing, when appropriate, a combination roster, to include initials, signatures, stamp numbers, certificate numbers or any other information used to designate the authority of inspection or supervisory personnel that can sign/stamp work documents or approve articles for return to service,
- d) providing employment summaries for each person whose name appears on the roster,
- e) defining the primary and alternate responsible authority (by title) for maintaining the rosters,
- f) describing the authority to approve an article for return to service,
- g) describing who is responsible for designating "return-to-service" individuals and how the individuals are designated and certificated,
- h) defining the managers, supervisors, inspectors and persons that are authorized to approve articles for return to service, and
- i) defining the type of certification for supervisors.

|                   |     |      |                  |        |
|-------------------|-----|------|------------------|--------|
| Your Company Name | REV | CAGE | DOC#             | 2 of 2 |
|                   |     |      | Your Procedure # |        |

This document may not be disclosed or reproduced in whole or in part without prior written permission from a representative of the Company with the authority to grant such permission.

#### **4.0 Operations, Housing, Facilities, Equipment, and Materials**

Part 43 and part 145, sections 145.101 through 145.109

##### **4.1 Operations**

The repair station shall operate a quality management system to control:

- a) revision procedures and notifying the CHDO,
- b) qualifying and surveillance of non-certificated persons performing maintenance, preventative maintenance or alteration for the repair station,
- c) establishing and maintaining proficiency of inspection personnel,
- d) establishing and maintaining current technical data,
- e) inspection activities:
  - incoming raw material inspection
  - preliminary inspection
  - hidden damage inspection
  - final inspection and return to service
- f) calibration of measuring and test equipment, including intervals of calibration,
- g) corrective action, and
- h) inspection forms and instructions for their completion (may be a separate manual).

##### **4.2 Housing and Facilities**

The repair station shall make available a description of the housing and facilities and reference to a drawing showing the floor plan. The drawing may include the entrance(s), parking areas and street locations. The drawing and description may include the type of heating, lighting, equipment location, shop areas, electrical and compressed air outlets. A description of any facilities used for spray painting, avionics, engine or airframe repair or any other work that would have special requirements shall be included.

##### **4.3 Equipment and Materials**

The repair station shall have the equipment, tools and materials necessary to perform the maintenance. The equipment, tools and materials shall be located on the premises and be under the repair station's control when the work is being done. Equipment shall be obtained by lease, rental or other means as required to perform the maintenance. The location that equipment is used and the special handling for sensitive tools and equipment shall be described.

A description of the equipment used to perform maintenance shall be provided with sufficient information to prevent a manual revision. The equipment, tools and materials shall be those recommended by the manufacturer of the article or shall be at least equivalent to those recommended by the manufacturer and accepted by the FAA. The list shall be available for review by the FAA.

###### **4.3.1 Equivalent Tools and Equipment**

When the repair station uses equipment, tools or materials other than those recommended by the manufacturer, the equivalency of equipment, tools and materials shall be defined and

|                   |     |      |                  |        |
|-------------------|-----|------|------------------|--------|
| Your Company Name | REV | CAGE | DOC#             | 2 of 2 |
|                   |     |      | Your Procedure # |        |

This document may not be disclosed or reproduced in whole or in part without prior written permission from a representative of the Company with the authority to grant such permission.

documented by comparing the technical requirements of the special equipment or test apparatus recommended by the manufacturer with the proposed replacements. The equipment or test apparatus shall be capable of performing all necessary tests and checking all required parameters of the articles. The level of accuracy shall be equal to or better than that recommended by the manufacturer of the equipment/tools. Reverse engineering shall include the data, drawings, testing or reports necessary to determine that the article is equivalent to the article recommended by the manufacturer. The basis of equivalency shall be that the article meets the manufacturer's standards and specifications in all respects regarding tolerances, repeatability and accuracy. Each piece of special equipment or test apparatus shall have a unique part number and serial number to identify it within the inventory system for calibration and tracking purposes.

This is accomplished by:

- a) a description of how the repair station operates,
- b) a drawing of the repair station that identifies the various work areas within the building(s) and a narrative description of the construction of the housing and facilities,
- c) identifying areas with special requirements,
- d) a generic overview of the equipment,
- e) describing the lease/rent process and responsibility for managing the program, including the required calibration/verifications,
- f) ensuring that the equipment is in place and under the repair station's control when the work is performed,
- g) determining the equivalency of special equipment or tools other than those recommended by the manufacturer, and
- h) describing the stock room/area, how inventory is requisitioned for particular jobs and how shelf life inventory is maintained.

|                   |     |      |                  |        |
|-------------------|-----|------|------------------|--------|
| Your Company Name | REV | CAGE | DOC#:            | 2 of 2 |
|                   |     |      | Your Procedure # |        |

## 5.0 Capabilities List

Part 145, sections 145.209(d), 145.215, and 145.215(c)

### 5.1 Limited Certification Services

When the repair station performs limited certification services of maintenance, preventive maintenance or alterations on an article, it shall be listed on a current capability list acceptable to the FAA. The revised list and any other necessary technical data shall be submitted with a cover letter within 5 business days to the Principal Inspector (PI) at the CHDO. The latest revision of the capability list shall be shown by a list of effective pages or equivalent document that is signed by the authorized representative of the repair station and the FAA PI. When the repair station no longer wishes to maintain an article on its capability list, the article shall be deleted. The repair station shall have the necessary tools, equipment, housing, facilities and trained personnel to maintain articles on the capability list at the time the work is performed. The repair station shall audit the capability list on a regular basis to ensure that it continues to have the housing, facilities, equipment and technical data that meet all necessary requirements to maintain the articles listed in the document. Whenever equipment, tooling, personnel and data must be obtained in order to perform the maintenance or alteration on an article that is going to be added to the capabilities list, the repair station shall explain how it will ensure these items will be available when the work is being performed. When the capability list is maintained on electronic media, the repair station shall work with the CHDO to ensure compatibility of the media, equipment and software.

This is accomplished by:

- a) revising the list and periodically notifying the CHDO,
- d) documentation of approval by the company as well as acceptance by the FAA,
- e) revising the list and performing self-evaluation,
- f) revising the list and notifying the Certificate Holding District Office (CHDO) of the title of the person responsible for maintaining the list and communicating any revisions,
- g) deleting articles from the list and forwarding the revised list to the FAA for acceptance,
- h) defining the title of the person that will maintain the capability list,
- m) defining how items will be added to and deleted from the list,
- n) defining how changes are clearly indicated on the document,
- o) informing the CHDO about hardware and software compatible,

|                   |     |      |                  |        |
|-------------------|-----|------|------------------|--------|
| Your Company Name | REV | CAGE | DOC#             | 2 of 2 |
|                   |     |      | Your Procedure # |        |

## 6.0 Training Program (due 4-6-05)

Part 145, sections 145.163 and 145.209(e)

The training program shall address who will be responsible for managing the training program and who will be responsible for ensuring that revisions are submitted to the PI at the CHDO for review and approval. Procedures shall include the instructions for approval by the repair station before submission to the FAA as well as provisions for the FAA PI's approval of the program and its revisions. The training program shall address how often the program will be reviewed to determine if it is current and adequate for the type of maintenance being performed at the repair station. A periodic review of training needs shall be performed. The procedures shall include who will be responsible for planning recurrent training and any new training that may be necessary. The repair stations management review program shall include review of the training program. The training program may be documented as a section of the RSM or as a separate document within the manual system. If the training program is a separate document, the document shall include the procedures for submission to and approval by the FAA.

This is accomplished by:

- a) defining who is responsible for submitting the initial training program and its revisions to the FAA,
- b) defining when the revision be submitted,
- c) defining how the revision be approved (include facility approval as well as FAA),
- d) defining how often the training program be reviewed for currency and completeness,
- e) defining who will perform the review,
- f) defining how revisions be recorded and implemented, and
- g) defining how the revised text be identified.

|                   |     |      |                  |        |
|-------------------|-----|------|------------------|--------|
| Your Company Name | REV | CAGE | DOC#             | 2 of 2 |
|                   |     |      | Your Procedure # |        |

## 7.0 Work Performed at Another Location

Part 43 section 43.9, Part 65 and Part 145 section 145.203.

Work may be performed away from the repair station's fixed location on a temporary basis under two circumstances: (1) when a special circumstance arises, or (2) when it is necessary to perform such work on a recurring basis. Normally, work performed at another location does not include working outside the repair station's country where the repair station is located; however, work performed outside the country as a special circumstance may be authorized under section 145.203(a). To perform work outside the repair station's country, the repair station shall obtain any required approvals from the country where the work is to be performed. The repair station shall notify the local CHDO to obtain the FAA's approval for each instance.

A procedure shall be established for identifying the Customer and describing the work requested or anticipated, the location at which the work will be performed, the type of material, equipment and personnel that is required to perform the anticipated work, the way the material, equipment and personnel will be transported, and the precautions that will be taken to ensure that the material and equipment are adequate for the work that actually needs to be performed. The following shall be determined:

- a) the title of the person who will notify the CHDO,
- b) how the notification will be made, and
- c) how the approval/denial will be recorded and stored.

Section 145.203(b) permits work away from a repair station's fixed location when it is necessary to perform such work on a recurring basis. A procedure shall be established for work performed at another location on a recurring basis.

This is accomplished by:

- a) determining the method for accomplishing maintenance, preventive maintenance, alterations or specialized services at a place other than the repair station's fixed location,
- b) describing the preparations and conditions to be met before performing any work away from the repair station,
- c) defining who is responsible for supervising the maintenance performed at another location,
- d) providing the appropriate sections of the RSM at the remote site,
- e) determining how the repair station ensures the availability of adequate housing, facilities, tools, equipment, personnel and current technical data at the site and if materials, tools and equipment must be transported, how will their calibration be ensured,
- f) supervising persons unfamiliar or un-certificated for the work to be performed,
- g) defining when and how the article is inspected and the inspector's qualifications and authorization and listing on the roster,
- h) defining how the work is recorded and the records needed to meet the requirements of part 43, section 43.9,
- i) providing forms from the repair station for use at the other location,

|                   |     |      |                  |        |
|-------------------|-----|------|------------------|--------|
| Your Company Name | REV | CAGE | DOC#:            | 2 of 2 |
|                   |     |      | Your Procedure # |        |

This document may not be disclosed or reproduced in whole or in part without prior written permission from a representative of the Company with the authority to grant such permission.

- j) defining who is responsible for transporting and storing the records and where they will be stored,
- k) defining how the repair station ensures that each location stays in compliance with its manual and part 145, and

The activity shall not allow continuous, uninterrupted operations at another location without applying for a repair station or satellite certificate at that location. A combination of storing equipment, tools, parts, etc., and having repair station personnel permanently positioned at a site and performing maintenance on a daily basis away from its permanent fixed base indicates a continuous, uninterrupted operation. A repair station that operates in this fashion no longer meets the intent of section 145.203. If the repair station continues its operations in this manner, then it shall apply for certification as a satellite or stand-alone repair station. Additionally, work that is to be performed at another location does not include other authorizations, such as having a line maintenance authorization to perform work for an air carrier. The repair station shall maintain a permanent fixed location even if the majority of their work is done at another repair station.

|                   |     |      |                  |        |
|-------------------|-----|------|------------------|--------|
| Your Company Name | REV | CAGE | DOC#             | 2 of 2 |
|                   |     |      | Your Procedure # |        |

## **c8.0 Maintenance, Preventive Maintenance and Alterations Performed for Air Carriers under Parts 121, 125, 129 and 135**

Part 43 section 43.13(c), Part 145 section 145.205

The repair station shall describe the procedures to ensure that maintenance is performed according to the air carrier's program and maintenance manual. The procedures shall ensure that the air carrier has provided the repair station with the information necessary to ensure compliance with this requirement. The repair station may use the applicable sections of the air carrier's maintenance program or manuals at the time the work is performed. The purchase order or other contractual documents from the air carrier shall clearly state the source of the data (manufacturer's or air carrier's manual) used to perform the requested maintenance along with any other requirements of its program or maintenance manual. When the repair station performs an inspection for a certificate holder conducting operations under part 125, the facility shall ensure the inspections are performed according to the operator's approved inspection program. The procedures shall identify who is responsible (by title) for keeping all of the operators' data current and where these manuals/sections will be located if retained at the repair station. The procedures shall also explain what air carrier or commercial operator information must be available to maintenance personnel when the work is performed. Additional procedures may be required to ensure that purchase orders are thoroughly reviewed. The review shall ensure that the air carrier has clearly specified what technical data to use for performing the maintenance. Employees shall receive additional training to properly perform the review. The traveler or work-order system may be used to integrate the information into the quality control system. The procedure shall clearly explain how to transfer requirements from the air carrier or commercial operator to its maintenance personnel using special instructions on the work order or traveler. The repair station performing maintenance for an air carrier shall have an organization adequate to perform the work, which includes the ability to distinguish the work performed for different operators. Additionally, when the repair station performs RII inspections, the organizational structure shall provide separation of maintenance and inspection personnel. The repair station shall not determine the maintenance actions that are RII. When repair station inspectors are authorized to perform RII for the air carrier, the air carrier shall ensure that the inspectors are trained on the carrier's RII procedures, including how the inspection is performed and recorded.

This is accomplished by:

- a) requiring inspectors that are performing RII for the carrier to be qualified and authorized in writing by the carrier.
- b) defining who will maintain a list of current RII inspectors, how an inspector is added to the list and where the list is located.
- c) requesting information from the air carrier or commercial operator pertaining to the following issues:
  - RII,

|                   |     |      |                  |        |
|-------------------|-----|------|------------------|--------|
| Your Company Name | REV | CAGE | DOC#             | 2 of 2 |
|                   |     |      | Your Procedure # |        |

This document may not be disclosed or reproduced in whole or in part without prior written permission from a representative of the Company with the authority to grant such permission.

- training requirements for the work being performed on the operator's behalf, including who will provide the training,
- maintenance duty time requirements,
- special maintenance or alteration instructions per engineering orders, build lists and other methods, techniques and practices in the operator's manual, and
- recordkeeping requirements, including who is responsible for maintaining the files.

The repair station may perform line maintenance for an air carrier conducting operations under parts 121, 129, and 135, provided that:

- a) the repair station performs the maintenance according to the operator's manual, if applicable, and approved maintenance program,
- b) the repair station has the necessary equipment, trained personnel and technical data to perform the line maintenance, and
- c) the repair station's OpSpecs include an authorization to perform line maintenance.

When the repair station performs line maintenance, it shall ensure that the necessary equipment, technical data and trained personnel are available before the maintenance is performed.

The repair station shall define who, by title, will be responsible for ensuring that the necessary equipment, technical data and trained personnel will be available when the work is being performed. The repair station's training program shall be conducted in coordination with the air carrier. The specific training an employee receives shall be recorded in the employee's training record. The procedure shall include who, by title, is responsible to ensure that training is conducted and recorded. The repair station shall maintain a list of individuals who are trained by the air carrier to perform line maintenance. The repair station shall follow its training program requirements with respect to conducting the training, recording the training in employee training records and qualifying those individuals authorized to perform line maintenance for an air carrier. Air carrier training shall not relieve the repair station from the requirement to ensure its personnel are trained for the maintenance it is rated to perform.

This is accomplished by:

- a) defining who is responsible (by title) for keeping a file of the air carrier's procedures, including the necessary technical data,
- b) defining who is responsible (by title) for review and amendment of purchase orders for complete and correct instructions and the training of the responsible person,
- c) defining who will maintain the list of current RII inspectors,
- d) including procedures to ensure that the necessary equipment, trained personnel and technical data will be available for line maintenance,
- e) defining who is responsible for coordinating the training program with the air carrier,
- f) including authorization for individuals performing line maintenance and RII on the roster, and
- g) defining how the repair station ensures personnel comply with its manual and appropriate sections of the air carrier's manual - regardless of location.

|                   |     |      |                  |        |
|-------------------|-----|------|------------------|--------|
| Your Company Name | REV | CAGE | DOC#             | 2 of 2 |
|                   |     |      | Your Procedure # |        |

This document may not be disclosed or reproduced in whole or in part without prior written permission from a representative of the Company with the authority to grant such permission.

NOTE: The authorization to perform line station maintenance for an air carrier is not a rating. A certificated repair station must have established housing and facilities. Only the requirement to provide suitable housing to enclose the largest type and model aircraft for airframe-rated repair stations has been waived by section 145.205(d).

|                   |     |      |                  |        |
|-------------------|-----|------|------------------|--------|
| Your Company Name | REV | CAGE | DOC#             | 2 of 2 |
|                   |     |      | Your Procedure # |        |

## 9.0 Contract Maintenance Information

Part 145, sections 145.209(h), 145.211(c), and 145.217.

The repair station shall establish procedures for maintaining and revising the contract maintenance information required by section 145.217. This information shall be provided for contracting to both certificated and non-certificated facilities, which shall include the information required for the approved maintenance function to be contracted and the name of each outside repair station that the repair station has contracts for maintenance. When the contracted repair station is certificated, the information shall include the type of certificate and ratings. The repair station shall have the material and equipment necessary to perform the functions appropriate to its rating; however, it does not need to have the tools and equipment for functions it is authorized to contract out pursuant to its FAA-approved list of maintenance functions. The repair station shall acquire FAA approval to contract maintenance functions to FAA certificated facilities and non-FAA certificated sources. The repair station shall request approval before it contracts for a maintenance function. When the FAA approves the contracted maintenance function, the repair station shall determine who will perform the maintenance.

The repair station shall list the types of contracts that must be contracted because the repair station does not have the housing, facilities, materials or equipment available on its premises and under its control. These may include plating, heat treatment, special NDT or inspection or the maintenance or alteration of components or sub-assemblies. The list shall be categorized broadly, such as specialized services or components of articles for which the repair station has the overall rating. The repair station shall also list those maintenance functions for which it has the housing, facilities, equipment and materials "in-house" but may need to contract to another repair station because of workload or emergency situations. For example, an airframe rated repair station may have the capability to perform maintenance or alteration on landing gear but if the in-house repair station cannot accomplish the work scope within a specified time it may want to contract that work to another repair station. The repair station shall not contract the work unless the maintenance function is on its FAA-approved list. Additionally, the repair station shall provide a method for which a maintenance function can be added to its FAA-approved list on an emergency basis. This shall be accomplished by explaining how the maintenance function would be added and how the FAA approval would be obtained in a short period of time. The repair station shall coordinate closely with its Principal Inspector (PI) and its local CHDO regarding these emergency procedures.

This is accomplished by:

- establishing procedures to obtain approval for the maintenance function,
- establishing procedures to qualify the contractor,
- establishing procedures for surveillance of the contractor if it is not a certificated repair station,
- establishing a list of contractors and procedures to properly maintain the list,

|                   |     |      |                  |        |
|-------------------|-----|------|------------------|--------|
| Your Company Name | REV | CAGE | DOC#             | 2 of 2 |
|                   |     |      | Your Procedure # |        |

This document may not be disclosed or reproduced in whole or in part without prior written permission from a representative of the Company with the authority to grant such permission.

- e) establishing technical training on contracted functions for receiving inspection personnel, and
- f) establishing procedures for receiving inspections that provide enough technical detail to determine acceptability of an article.

When the repair station contracts a maintenance function to another FAA-certificated repair station, the repair station performing the maintenance function shall be responsible for approval for return to service of maintenance performed on each article. The originating repair station shall determine that the contractor repair station is properly rated to perform the maintenance. Items received from a certificated repair station shall be properly processed through the repair station's receiving inspection procedures. The originating repair station shall be responsible for all the work performed on parts used in the maintenance of the article being approved for return to service. When the repair station contracts to non FAA certificated facilities, the repair station shall ensure that:

- a) the non-FAA-certificated repair station follows a quality control program equivalent to the FAA certificated repair station's system with respect to the work being performed for the certificated repair station,
- b) the work is satisfactory by verified testing and/or inspection, and
- c) the article is airworthy with respect to the work performed by the non-certificated source.

The repair station shall be responsible for approving for return to service any article on which work has been performed and shall ensure its airworthiness. Inspection procedures shall enable the repair station to determine the airworthiness of the work performed on each article received. When the repair station cannot determine the quality of the contracted work by inspection or test, the work shall be contracted only to an FAA certificated repair station that is able to inspect the work performed for compliance with part 43. Procedures shall include the title of the person responsible for the contract maintenance program. The procedures shall also include provisions for maintaining the contracting information in a format acceptable to the FAA. The information shall identify:

- a) the name of each outside contracted repair station,
- b) the maintenance function(s) contracted to each repair station, and
- c) the type of certificate and ratings, if any, held by that repair station.

The procedures shall describe how the non FAA certificated repair station is initially qualified. The procedures shall also describe how the repair station ensures that the non FAA certificated repair station continues to follow the quality control program for the work being performed on the repair station's behalf. Procedures shall be established for coordinating communication between the repair station and the contracted source. When the repair station performs any maintenance for an air carrier, the procedures shall explain any special requirements such as performing the work according to the air carrier's program.

|                   |     |      |                  |        |
|-------------------|-----|------|------------------|--------|
| Your Company Name | REV | CAGE | DOC#             | 2 of 2 |
|                   |     |      | Your Procedure # |        |

This document may not be disclosed or reproduced in whole or in part without prior written permission from a representative of the Company with the authority to grant such permission.

Procedures shall describe how the repair station would address any problems that relate to quality or delivery. Any recurring problems shall be addressed in the corrective action program. Maintenance contracts with non FAA certificated facilities shall include provisions that allow the FAA to make an inspection and observe the non certificated repair station's work on the article. The repair station shall include procedures to ensure that contracts contain the provision for FAA inspections. The individual in charge of the contract maintenance program or a delegated assistant/auditor shall be required to accompany the FAA during the inspections. The inspections shall determine if the repair station is able to continue to contract the maintenance function(s) to a non-certificated source.

This is accomplished by:

- a) defining who, by title, is responsible for the contract maintenance program,
- b) defining what is the title of the person responsible for maintaining the list of contract maintenance functions,
- c) defining what is the title of the person responsible for maintaining the list of facilities to which maintenance functions are contracted,
- d) defining what is the title of the person responsible for forwarding revisions of the lists to the CHDO,
- e) defining how will the CHDO approve additions to the list of maintenance functions,
- f) defining when will the CHDO be notified of revisions to the list,
- g) defining how will the CHDO be notified,
- h) determining the CHDO has compatible hardware and software to review/refer to the contract maintenance list and procedures when the list is maintained on electronic media,
- i) defining who will maintain current copies of the Air Agency Certificates and OpSpecs for the certificated contract facilities (initial as well as revisions),
- j) determining if the contract provisions for non-FAA-certificated facilities include provisions for FAA inspection,
- k) defining how non-FAA-certificated maintenance contract providers will be qualified,
- l) defining how often the repair station will perform surveillance of the non-FAA-certificated sources,
- m) determining if the auditors that inspect contract maintenance sources are trained,
- n) defining how receiving inspection is performed on articles returned after maintenance from certificated and non-certificated sources,
- o) determining if the receiving inspectors are properly trained,
- p) determining if the receiving inspectors have the appropriate technical data to determine airworthiness,
- q) determining what criteria to use to determine if the contracted source is meeting all requirements, and
- r) determining if discrepancies with contracted sources are included in the repair station's corrective action program.

|                   |     |      |                  |        |
|-------------------|-----|------|------------------|--------|
| Your Company Name | REV | CAGE | DOC#             | 2 of 2 |
|                   |     |      | Your Procedure # |        |

## 10.0 Required Records and Recordkeeping

Part 43, section 43.9, and part 145, sections 145.209(i) and 145.219.

The repair station shall determine the required records and the recordkeeping system to use to obtain, store and retrieve records. The records shall be in English and comply with part 43. The record content shall include a description of the work performed, the date the work was completed and the name of the person performing the work. The record shall also include the signature, certificate number and type of certificate of the person approving the work for return to service. The repair station may use the Customer's work order to record the repair or use FAA Form 337 for major repairs made according to an FAA-approved manual or other approved data. The repair station shall use FAA Form 337 to record major alterations. Records may be in different formats depending on the type of work performed. Samples of the various forms that are part of the repair station's records shall be available. Maintenance record entries for an air carrier shall be completed according to the air carrier's procedures. The entries may include the use of forms specifically required by the air carrier. The procedures, forms and records may differ from those normally used. The procedures shall describe the contents of the repair station's work package, if applicable. This work package shall include a traveler or router that describes each step of the maintenance or alteration performed. It shall contain areas for the signatures or identifiers such as stamps, bar codes, badge numbers and electronic signatures of the person performing the work and of the inspector. When the repair station performs aircraft inspections, the records shall include the checklist used to perform the inspections, discrepancy lists and corrective actions needed and/or taken, including compliance with any ADs and/or SBs. When the repair station performs repairs according to DER approved technical data, a copy of FAA Form 8110-3 shall be included in the records package. DER approved technical data shall require additional FAA approval when used for major alterations. (See FAA Order 8110.37, Designated Engineering Representative (DER) Guidance Handbook, for DER authorization).

Supplemental forms in a work package may include, but are not limited to:

- a) a list of replacement parts,
- b) inspection methods sheets,
- c) SB and/or AD compliance sheets,
- d) copies of manufacturer's technical data, and
- e) functional test and/or calibration results.

The repair station shall provide a copy of the maintenance release to the owner/operator.

When FAA Form 8130-3 is used as a maintenance release, the records shall include a copy of the completed form. The procedures shall describe who would review the records for accuracy and completeness before approval for return to service. Records shall be made available to the FAA and the National Transportation Safety Board (NTSB). Records shall be organized for easy retrieval. Procedures shall describe the onsite and/or offsite locations of the records and the system used to retrieve the records.

|                   |     |      |                  |        |
|-------------------|-----|------|------------------|--------|
| Your Company Name | REV | CAGE | DOC#             | 2 of 2 |
|                   |     |      | Your Procedure # |        |

This document may not be disclosed or reproduced in whole or in part without prior written permission from a representative of the Company with the authority to grant such permission.

The retention interval and retrieval process shall be determined. Storage provisions shall include environmental protection as well as security.

The procedures shall include the title of the person responsible for maintaining the records for the repair station and where the records will be located. The records shall be maintained for at least 2 years from the date the article was approved for return to service. The customer purchase order or contract may require storage for a longer period of time.

### 10.1 Electronic Recordkeeping Systems

When an electronic recordkeeping system is used, directions about how to use the system shall be available to each person using the system. The electronic system shall ensure confidentiality of the information and ensure that it is not alterable in an unauthorized way.

This is accomplished by an operation manual that contains a procedure for:

- a) making required records available to the NTSB and/or FAA personnel.  
An employee or a representative that is familiar with the computer system may need to assist NTSB or FAA personnel in accessing the computerized information. The computer system shall be capable of producing paper copies of the viewed information at the Administrator's request,
- b) conducting a review of the computerized personal identification codes system to prevent password duplication (if applicable),
- c) periodic audit of the computer system to ensure the integrity of the system and each workstation,
- d) ensuring that any records for an aeronautical product are transferred to the owner/operator with the required information in an acceptable format, either electronically or on paper,
- e) describing the training procedure and requirements needed for access to the computerized system,
- f) addressing periodic backup of records and files.

The repair station shall address guidelines and requirements for electronic signatures according to AC 120-78 and shall provide a copy of the procedures for implementing an electronic recordkeeping system to the CHDO.

This is accomplished by:

- a) defining who (by title) is responsible for maintaining the recordkeeping system,
- b) defining what documents are included in a typical records package and defining what additional forms may be included,
- c) defining where the records are stored,
- d) defining what method is use to organize the records,
- e) determining the retrieval process for onsite and offsite records,
- f) defining who (by title) reviews records for accuracy and completeness before approval for return to service and the training requirements for the individual,
- g) providing a completed copy of FAA Form 8130-3 in the records package,
- h) establishing procedures for security, backup and retrieval of files,
- i) converting records to English according to section 43.9,

|                   |     |      |      |        |
|-------------------|-----|------|------|--------|
| Your Company Name | REV | CAGE | DOC# | 2 of 2 |
| Your Procedure #  |     |      |      |        |

This document may not be disclosed or reproduced in whole or in part without prior written permission from a representative of the Company with the authority to grant such permission.

- j) determining what records will be provided to the owner/operator,
- k) determining how the repair station will process records received from contractors,
- l) providing procedures for distribution and storage of FAA Form 337, and
- m) defining how the repair station documents special inspections such as hydrostatic tests, functional tests, etc.

|                   |     |      |                  |        |
|-------------------|-----|------|------------------|--------|
| Your Company Name | REV | CAGE | DOC#             | 2 of 2 |
|                   |     |      | Your Procedure # |        |

## 11.0 Definition of Terms

### a. Acceptable

Data is acceptable when it meets the requirements of the applicable regulations.

### b. Accountable Manager

The person designated by the certificated repair station who is responsible for and has the authority over all repair station operations that are conducted under part 145. This person's duties include ensuring that repair station personnel follow the regulations and serving as the primary contact with the Federal Aviation Administration (FAA).

### c. Approved

Approved by the Administrator unless used with reference to another person. Approval is granted to a repair station when the information, such as a process specification or rating, is listed on the operations specifications (OpSpecs).

### d. Article

An aircraft, airframe, aircraft engine, propeller, appliance, or component part.

### e. Contracting

Entering into an agreement between two or more persons for the performance of maintenance functions on an article.

### f. Correction

An action taken to eliminate a detected nonconformity. For repair stations electing to use an International Organization for Standardization (ISO 9000) quality system, a correction may involve repair or rework and may be made in conjunction with a corrective action.

### g. Corrective Action

An action taken to eliminate the cause of a detected nonconformity or other undesirable condition to prevent its recurrence. For repair stations electing to use an ISO 9000 or similar system, the undesirable condition may include potential regulatory violations, which differs from a nonconformity requiring correction.

### h. Designated Engineering Representative (DER)

A private person designated by the FAA Administrator to act as its representative for examining, inspecting, and testing aircraft and related data. A DER may recommend approval or approve data within the limitations of his or her certificate of authority.

### i. Directly in Charge

Responsible for the work of a certificated repair station that performs maintenance, preventive maintenance, alterations, or other functions affecting aircraft airworthiness. A person directly in charge doesn't need to physically observe and direct each worker constantly, but must be available for consultation on matters requiring instruction or decision from higher authority.

### j. Line Maintenance

- (1) Any unscheduled maintenance resulting from unforeseen events; or
- (2) Scheduled checks that contain servicing and/or inspections that do not require specialized training, equipment, or facilities.

|                   |     |      |                  |        |
|-------------------|-----|------|------------------|--------|
| Your Company Name | REV | CAGE | DOC#             | 2 of 2 |
|                   |     |      | Your Procedure # |        |

This document may not be disclosed or reproduced in whole or in part without prior written permission from a representative of the Company with the authority to grant such permission.

k. Maintenance

Inspection, overhaul, repair, preservation, and the replacement of parts, excluding preventive maintenance.

l. Maintenance Function

A step or series of steps in the process of performing maintenance, preventative maintenance, or alterations, which result in approving an article for return to service.

m. Major Alteration

An alteration not listed in the aircraft, aircraft engine, or propeller specifications that:

- (1) Might appreciably affect weight, balance, structural strength, performance, power plant operation, flight characteristics, or other qualities affecting airworthiness, or
- (2) Is not done according to accepted practices or cannot be done by elementary operations.

n. Major Repair

A repair that:

- (1) If improperly done, might appreciably affect weight, balance, structural strength, performance, power plant operation, flight characteristics, or other qualities affecting airworthiness; or
- (2) Is not done according to accepted practices or cannot be done by elementary operations.

o. Operations Specifications (Op Specs)

The official document that describes the authorizations, ratings, and limitations of the repair station.

p. Preventive Action

An action taken to eliminate the cause of a potential nonconformity or other potentially undesirable situation. For repair stations electing to use an ISO 9000 system, preventative action is taken to prevent an occurrence, whereas corrective action is taken to prevent a recurrence. For a repair station using an American Society for Quality (ASQ) system, preventative action is taken to remove or improve a process to prevent potential future occurrences of a nonconformance.

q. Preventive Maintenance

Simple or minor preservation operations and the replacement of small standard parts not involving complex assembly operations.

r. Procedure

A specified way to perform an activity or a series of steps, such as a procedure that describes the methods, steps, or means to carry out policy.

s. Quality Control Manual (QCM)

A manual that describes the inspection and quality control procedures used by the repair station.

t. Rating

A statement that, as a part of the repair station's certificate, describes the special conditions, privileges, or limitations issued under part 145, sections 145.59 and/or 145.61.

u. Repair Station Manual (RSM)

A manual that describes the procedures and policies of a repair station's operations.

v. Required Inspection Item (RII)

|                   |     |      |                  |        |
|-------------------|-----|------|------------------|--------|
| Your Company Name | REV | CAGE | DOC#:            | 2 of 2 |
|                   |     |      | Your Procedure # |        |

This document may not be disclosed or reproduced in whole or in part without prior written permission from a representative of the Company with the authority to grant such permission.

An item of maintenance that, if not performed properly or if improper parts or materials are used, could result in a failure, malfunction, or defect, endangering the safe operation of the aircraft. An RII must be inspected by a trained, qualified, and authorized inspector. The inspector must be listed on the repair station's roster but can't be the same individual who performed the work. (See parts 121, 125, and 135, sections 121.371, 125.251, and 135.429 for details of this requirement.)

w. Supervisor

A person who directs the work performed under the repair station's certificate and Op Specs. (See part 145, section 145.153 for supervisory personnel requirements.)

|                   |     |      |                  |        |
|-------------------|-----|------|------------------|--------|
| Your Company Name | REV | CAGE | DOC#:            | 2 of 2 |
|                   |     |      | Your Procedure # |        |

## 11. 별지 부록

# : Repair Station 인가신청 FAA Form 8400-6

Form Approved  
OMB No. 2120-0563  
Expiration Date: 04/30/2019

|  <b>PREAPPLICATION STATEMENT OF INTENT</b><br>U.S. Department of Transportation<br>Federal Aviation Administration                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                           |                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Paperwork Reduction Act Statement:</b> A federal agency may not conduct or sponsor, and a person is not required to respond to, nor shall a person be subject to a penalty for failure to comply with a collection of information if it does not display a currently valid OMB Control Number. The OMB Control Number for this collection of information is 2120-0563. Public reporting for this collection of information is estimated to be approximately 30 hours per response, including the time for reviewing instructions, searching existing data sources, gathering and maintaining the data needed, completing and reviewing the collection of information, and reviewing the collection of information. All responses to this collection of information are mandatory per 5 CFR Part 115. Send comments regarding this burden estimate or any other aspect of this collection of information, including suggestions for reducing this burden, to the FAA at 800 Independence Ave. SW, Washington, DC 20591, Airframe Information Collection Clearance Officer, 800-110.</p> <p><b>Section 1A. To Be Completed By All Applicants</b></p> |                                                                                                                           |                                                                                                 |
| 1. Name and mailing address of company                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                           | 2. Address of principal base where operations will be conducted<br>(do not use post office box) |
| 3. Proposed Start-up date                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 4. Requested three-letter company identifier in order of preference<br>1.                      2.                      3. |                                                                                                 |
| Company Email Address                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Doing Business As (DBA)                                                                                                   |                                                                                                 |
| 5. Management Personnel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                           |                                                                                                 |
| Name (Last, first, middle)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Title                                                                                                                     | Telephone (include area code) and Email Address                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                           |                                                                                                 |
| Section 1B. To Be Completed By Air Operators                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                           |                                                                                                 |
| 6. Proposed type of operation (check as many as applicable)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                           |                                                                                                 |
| <input type="checkbox"/> Air Carrier Certificate <input type="checkbox"/> Part 121 <input type="checkbox"/> Passenger and Cargo <input type="checkbox"/> Single Pilot Operator<br><input type="checkbox"/> Operating Certificate <input type="checkbox"/> Part 125 <input type="checkbox"/> Cargo Only <input type="checkbox"/> Single Pilot-In-Command Operator<br><input type="checkbox"/> Part 133 <input type="checkbox"/> Scheduled Operations <input type="checkbox"/> Basic Part 135 Operator<br><input type="checkbox"/> Part 135 <input type="checkbox"/> Non-scheduled Operations                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                           |                                                                                                 |
| Section 1C. To Be Completed By Air Agencies                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                           |                                                                                                 |
| 7. Proposed type of agency and rating(s)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                           |                                                                                                 |
| <input type="checkbox"/> Part 145 Repair Station <input type="checkbox"/> Part 147 Maintenance Technical School<br><input type="checkbox"/> Domestic <input type="checkbox"/> Airframe <input type="checkbox"/> Airframe<br><input type="checkbox"/> Foreign <input type="checkbox"/> Powerplant <input type="checkbox"/> Powerplant<br><input type="checkbox"/> Satellite <input type="checkbox"/> Radio <input type="checkbox"/> Radio<br><input type="checkbox"/> Airframe <input type="checkbox"/> Instrument <input type="checkbox"/> Instrument<br><input type="checkbox"/> Powerplant <input type="checkbox"/> Accessory <input type="checkbox"/> Accessory<br><input type="checkbox"/> Propeller <input type="checkbox"/> Specialized Service <input type="checkbox"/> Specialized Service<br><input type="checkbox"/> Radio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                           |                                                                                                 |
| Section 1D. To Be Completed By Air Operators                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                           |                                                                                                 |
| 8. Aircraft Data                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                           | 9. Geographic area of intended operations                                                       |
| Number and type of aircraft (include Registration if available)<br>(by make, model, and serial)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                           | Number of passenger seats or cargo payload capacity                                             |
| (by make, model, and serial)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                           |                                                                                                 |

## Section 1E. To Be Completed By All Applicants

10. Additional information that provides a better understanding of the proposed operation or business (attach additional sheets, if necessary)

11. The statements and information contained on this form denote an intent to apply for FAA certification.

Signature \_\_\_\_\_

|       |
|-------|
| Datum |
|-------|

| Name and Title |
|----------------|
|----------------|

## Section 2. To Be Completed By FAA District Office

Received by (distri of office):

|                          |
|--------------------------|
| Pre-certification Number |
|--------------------------|

12

LEAD COUNCIL ON ENVIRONMENTAL AFFAIRS

|         |
|---------|
| Remarks |
|---------|

## 별지 부록 3. Repair Station 인가신청 FAA Form 8310-3

OMB Approval  
2150-0052  
August 13, 2015

(This document cannot be processed by any other FAA Form processing software or system)

| Application for Repair Station Certificate and/or Rating                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                           |                                      |                                     |                                    |                                |                                     |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |  |                                  |                                  |                                  |  |  |  |                                  |                                      |                                             |  |  |  |                                  |                                   |                                      |                                       |                                      |                                  |                                 |                                       |                                 |       |                                  |                                    |                                |                                           |       |  |                                     |                                |                                         |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--|--|--|----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------|--|--|--|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|-------|----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|-------|--|-------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------|-------|
| U.S. Department of Transportation<br>Federal Aviation Administration                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                           |                                      |                                     |                                    |                                |                                     |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |  |                                  |                                  |                                  |  |  |  |                                  |                                      |                                             |  |  |  |                                  |                                   |                                      |                                       |                                      |                                  |                                 |                                       |                                 |       |                                  |                                    |                                |                                           |       |  |                                     |                                |                                         |       |
| 1. Repair Station Name, Number, Location and Address                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                             | 2. Reasons for Submission                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                           |                                      |                                     |                                    |                                |                                     |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |  |                                  |                                  |                                  |  |  |  |                                  |                                      |                                             |  |  |  |                                  |                                   |                                      |                                       |                                      |                                  |                                 |                                       |                                 |       |                                  |                                    |                                |                                           |       |  |                                     |                                |                                         |       |
| a. Official Name of Station                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Number                                      | <input type="checkbox"/> Original Application for Certificate and Rating<br><input type="checkbox"/> Change in Rating<br><input type="checkbox"/> Change in Location or Housing and Facilities<br><input type="checkbox"/> Change in Ownership<br><input type="checkbox"/> Other (Specify)<br>_____<br>_____<br>_____ |                                           |                                      |                                     |                                    |                                |                                     |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |  |                                  |                                  |                                  |  |  |  |                                  |                                      |                                             |  |  |  |                                  |                                   |                                      |                                       |                                      |                                  |                                 |                                       |                                 |       |                                  |                                    |                                |                                           |       |  |                                     |                                |                                         |       |
| b. Location where business conducted                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                           |                                      |                                     |                                    |                                |                                     |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |  |                                  |                                  |                                  |  |  |  |                                  |                                      |                                             |  |  |  |                                  |                                   |                                      |                                       |                                      |                                  |                                 |                                       |                                 |       |                                  |                                    |                                |                                           |       |  |                                     |                                |                                         |       |
| c. Official Mailing Address of Repair Station (Number, Street, City, State & ZIP)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                           |                                      |                                     |                                    |                                |                                     |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |  |                                  |                                  |                                  |  |  |  |                                  |                                      |                                             |  |  |  |                                  |                                   |                                      |                                       |                                      |                                  |                                 |                                       |                                 |       |                                  |                                    |                                |                                           |       |  |                                     |                                |                                         |       |
| d. Doing Business As:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                           |                                      |                                     |                                    |                                |                                     |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |  |                                  |                                  |                                  |  |  |  |                                  |                                      |                                             |  |  |  |                                  |                                   |                                      |                                       |                                      |                                  |                                 |                                       |                                 |       |                                  |                                    |                                |                                           |       |  |                                     |                                |                                         |       |
| 3. Ratings Applied for:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                           |                                      |                                     |                                    |                                |                                     |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |  |                                  |                                  |                                  |  |  |  |                                  |                                      |                                             |  |  |  |                                  |                                   |                                      |                                       |                                      |                                  |                                 |                                       |                                 |       |                                  |                                    |                                |                                           |       |  |                                     |                                |                                         |       |
| <table border="0"><tr><td><input type="checkbox"/> Airframe</td><td><input type="checkbox"/> Powerplant</td><td><input type="checkbox"/> Propeller</td><td><input type="checkbox"/> Radio</td><td><input type="checkbox"/> Instrument</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/> Class 1</td><td><input type="checkbox"/> Class 1</td><td><input type="checkbox"/> Class 1</td><td><input type="checkbox"/> Class 1</td><td><input type="checkbox"/> Class 1</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/> Class 2</td><td><input type="checkbox"/> Class 2</td><td><input type="checkbox"/> Class 2</td><td><input type="checkbox"/> Class 2</td><td><input type="checkbox"/> Class 2</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/> Class 3</td><td><input type="checkbox"/> Class 3</td><td></td><td><input type="checkbox"/> Class 3</td><td><input type="checkbox"/> Class 3</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/> Class 4</td><td></td><td></td><td></td><td><input type="checkbox"/> Class 4</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/> Accessories</td><td><input checked="" type="checkbox"/> Limited</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td><input type="checkbox"/> Class 1</td><td><input type="checkbox"/> Airframe</td><td><input type="checkbox"/> Accessories</td><td><input type="checkbox"/> Rotor Blades</td><td>Specialized Services (specify) _____</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/> Class 2</td><td><input type="checkbox"/> Engine</td><td><input type="checkbox"/> Landing Gear</td><td><input type="checkbox"/> Fabric</td><td>_____</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/> Class 3</td><td><input type="checkbox"/> Propeller</td><td><input type="checkbox"/> Float</td><td><input type="checkbox"/> Emergency Equip.</td><td>_____</td></tr><tr><td></td><td><input type="checkbox"/> Instrument</td><td><input type="checkbox"/> Radio</td><td><input type="checkbox"/> Non-Dest. Test</td><td>_____</td></tr></table> |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                           | <input type="checkbox"/> Airframe    | <input type="checkbox"/> Powerplant | <input type="checkbox"/> Propeller | <input type="checkbox"/> Radio | <input type="checkbox"/> Instrument | <input type="checkbox"/> Class 1 | <input type="checkbox"/> Class 1 | <input type="checkbox"/> Class 1 | <input type="checkbox"/> Class 1 | <input type="checkbox"/> Class 1 | <input type="checkbox"/> Class 2 | <input type="checkbox"/> Class 2 | <input type="checkbox"/> Class 2 | <input type="checkbox"/> Class 2 | <input type="checkbox"/> Class 2 | <input type="checkbox"/> Class 3 | <input type="checkbox"/> Class 3 |  | <input type="checkbox"/> Class 3 | <input type="checkbox"/> Class 3 | <input type="checkbox"/> Class 4 |  |  |  | <input type="checkbox"/> Class 4 | <input type="checkbox"/> Accessories | <input checked="" type="checkbox"/> Limited |  |  |  | <input type="checkbox"/> Class 1 | <input type="checkbox"/> Airframe | <input type="checkbox"/> Accessories | <input type="checkbox"/> Rotor Blades | Specialized Services (specify) _____ | <input type="checkbox"/> Class 2 | <input type="checkbox"/> Engine | <input type="checkbox"/> Landing Gear | <input type="checkbox"/> Fabric | _____ | <input type="checkbox"/> Class 3 | <input type="checkbox"/> Propeller | <input type="checkbox"/> Float | <input type="checkbox"/> Emergency Equip. | _____ |  | <input type="checkbox"/> Instrument | <input type="checkbox"/> Radio | <input type="checkbox"/> Non-Dest. Test | _____ |
| <input type="checkbox"/> Airframe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <input type="checkbox"/> Powerplant         | <input type="checkbox"/> Propeller                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <input type="checkbox"/> Radio            | <input type="checkbox"/> Instrument  |                                     |                                    |                                |                                     |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |  |                                  |                                  |                                  |  |  |  |                                  |                                      |                                             |  |  |  |                                  |                                   |                                      |                                       |                                      |                                  |                                 |                                       |                                 |       |                                  |                                    |                                |                                           |       |  |                                     |                                |                                         |       |
| <input type="checkbox"/> Class 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <input type="checkbox"/> Class 1            | <input type="checkbox"/> Class 1                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <input type="checkbox"/> Class 1          | <input type="checkbox"/> Class 1     |                                     |                                    |                                |                                     |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |  |                                  |                                  |                                  |  |  |  |                                  |                                      |                                             |  |  |  |                                  |                                   |                                      |                                       |                                      |                                  |                                 |                                       |                                 |       |                                  |                                    |                                |                                           |       |  |                                     |                                |                                         |       |
| <input type="checkbox"/> Class 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <input type="checkbox"/> Class 2            | <input type="checkbox"/> Class 2                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <input type="checkbox"/> Class 2          | <input type="checkbox"/> Class 2     |                                     |                                    |                                |                                     |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |  |                                  |                                  |                                  |  |  |  |                                  |                                      |                                             |  |  |  |                                  |                                   |                                      |                                       |                                      |                                  |                                 |                                       |                                 |       |                                  |                                    |                                |                                           |       |  |                                     |                                |                                         |       |
| <input type="checkbox"/> Class 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <input type="checkbox"/> Class 3            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <input type="checkbox"/> Class 3          | <input type="checkbox"/> Class 3     |                                     |                                    |                                |                                     |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |  |                                  |                                  |                                  |  |  |  |                                  |                                      |                                             |  |  |  |                                  |                                   |                                      |                                       |                                      |                                  |                                 |                                       |                                 |       |                                  |                                    |                                |                                           |       |  |                                     |                                |                                         |       |
| <input type="checkbox"/> Class 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                           | <input type="checkbox"/> Class 4     |                                     |                                    |                                |                                     |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |  |                                  |                                  |                                  |  |  |  |                                  |                                      |                                             |  |  |  |                                  |                                   |                                      |                                       |                                      |                                  |                                 |                                       |                                 |       |                                  |                                    |                                |                                           |       |  |                                     |                                |                                         |       |
| <input type="checkbox"/> Accessories                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <input checked="" type="checkbox"/> Limited |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                           |                                      |                                     |                                    |                                |                                     |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |  |                                  |                                  |                                  |  |  |  |                                  |                                      |                                             |  |  |  |                                  |                                   |                                      |                                       |                                      |                                  |                                 |                                       |                                 |       |                                  |                                    |                                |                                           |       |  |                                     |                                |                                         |       |
| <input type="checkbox"/> Class 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <input type="checkbox"/> Airframe           | <input type="checkbox"/> Accessories                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <input type="checkbox"/> Rotor Blades     | Specialized Services (specify) _____ |                                     |                                    |                                |                                     |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |  |                                  |                                  |                                  |  |  |  |                                  |                                      |                                             |  |  |  |                                  |                                   |                                      |                                       |                                      |                                  |                                 |                                       |                                 |       |                                  |                                    |                                |                                           |       |  |                                     |                                |                                         |       |
| <input type="checkbox"/> Class 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <input type="checkbox"/> Engine             | <input type="checkbox"/> Landing Gear                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <input type="checkbox"/> Fabric           | _____                                |                                     |                                    |                                |                                     |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |  |                                  |                                  |                                  |  |  |  |                                  |                                      |                                             |  |  |  |                                  |                                   |                                      |                                       |                                      |                                  |                                 |                                       |                                 |       |                                  |                                    |                                |                                           |       |  |                                     |                                |                                         |       |
| <input type="checkbox"/> Class 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <input type="checkbox"/> Propeller          | <input type="checkbox"/> Float                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <input type="checkbox"/> Emergency Equip. | _____                                |                                     |                                    |                                |                                     |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |  |                                  |                                  |                                  |  |  |  |                                  |                                      |                                             |  |  |  |                                  |                                   |                                      |                                       |                                      |                                  |                                 |                                       |                                 |       |                                  |                                    |                                |                                           |       |  |                                     |                                |                                         |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <input type="checkbox"/> Instrument         | <input type="checkbox"/> Radio                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <input type="checkbox"/> Non-Dest. Test   | _____                                |                                     |                                    |                                |                                     |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |  |                                  |                                  |                                  |  |  |  |                                  |                                      |                                             |  |  |  |                                  |                                   |                                      |                                       |                                      |                                  |                                 |                                       |                                 |       |                                  |                                    |                                |                                           |       |  |                                     |                                |                                         |       |
| 4. List of Maintenance Functions Contracted to Outside Agencies:<br><br><br><br><br>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                           |                                      |                                     |                                    |                                |                                     |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |  |                                  |                                  |                                  |  |  |  |                                  |                                      |                                             |  |  |  |                                  |                                   |                                      |                                       |                                      |                                  |                                 |                                       |                                 |       |                                  |                                    |                                |                                           |       |  |                                     |                                |                                         |       |
| 5. Applicant's Certification                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                           |                                      |                                     |                                    |                                |                                     |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |  |                                  |                                  |                                  |  |  |  |                                  |                                      |                                             |  |  |  |                                  |                                   |                                      |                                       |                                      |                                  |                                 |                                       |                                 |       |                                  |                                    |                                |                                           |       |  |                                     |                                |                                         |       |
| Name of Owner (include name(s) of individual owner, all partners, or corporation name giving state and date of incorporation)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                           |                                      |                                     |                                    |                                |                                     |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |  |                                  |                                  |                                  |  |  |  |                                  |                                      |                                             |  |  |  |                                  |                                   |                                      |                                       |                                      |                                  |                                 |                                       |                                 |       |                                  |                                    |                                |                                           |       |  |                                     |                                |                                         |       |
| I hereby certify that I have been authorize by the repair station identified in Item 1 above to make this application and that statements and attachments hereto are true and correct to the best of my knowledge.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                           |                                      |                                     |                                    |                                |                                     |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |  |                                  |                                  |                                  |  |  |  |                                  |                                      |                                             |  |  |  |                                  |                                   |                                      |                                       |                                      |                                  |                                 |                                       |                                 |       |                                  |                                    |                                |                                           |       |  |                                     |                                |                                         |       |
| Date                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Authorized Signature                        | Printed Name of Authorized Signer                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Title                                     |                                      |                                     |                                    |                                |                                     |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |  |                                  |                                  |                                  |  |  |  |                                  |                                      |                                             |  |  |  |                                  |                                   |                                      |                                       |                                      |                                  |                                 |                                       |                                 |       |                                  |                                    |                                |                                           |       |  |                                     |                                |                                         |       |
| <small>(Department Instruction A-1)(Partnership) A Federal agency may not conduct or sponsor, and a person who is subject to the provisions of section 504 of the Rehabilitation Act of 1973 may not, shall a person be subject to a penalty for failure to comply with a collection of information if it does not display a currently valid OMB Control Number. The OMB Control Number for this collection of information is 2150-0052. Public reporting burden for this collection of information is estimated to be approximately 15 minutes per response, including the time for reviewing instructions, searching existing data sources, gathering and maintaining the data needed, completing and reviewing the collection of information. All responses to this collection of information are requested to either be shown to Bureau of Economic Analysis under 5 CFR 101.116. You may submit comments regarding this burden estimate or any aspect of this collection of information, including suggestions for reducing the burden to the National American Administration, Bureau of Economic Analysis, Paperwork Reduction Project (2150-0052), Washington, DC 20503. A Review PAN: 2150-0052.</small>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                           |                                      |                                     |                                    |                                |                                     |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |  |                                  |                                  |                                  |  |  |  |                                  |                                      |                                             |  |  |  |                                  |                                   |                                      |                                       |                                      |                                  |                                 |                                       |                                 |       |                                  |                                    |                                |                                           |       |  |                                     |                                |                                         |       |
| FAA Form 33-10-5 (12-2011) Supersedes Previous Edition                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                           |                                      |                                     |                                    |                                |                                     |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |  |                                  |                                  |                                  |  |  |  |                                  |                                      |                                             |  |  |  |                                  |                                   |                                      |                                       |                                      |                                  |                                 |                                       |                                 |       |                                  |                                    |                                |                                           |       |  |                                     |                                |                                         |       |
| ISBN: 0052-0052-1002                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                           |                                      |                                     |                                    |                                |                                     |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |  |                                  |                                  |                                  |  |  |  |                                  |                                      |                                             |  |  |  |                                  |                                   |                                      |                                       |                                      |                                  |                                 |                                       |                                 |       |                                  |                                    |                                |                                           |       |  |                                     |                                |                                         |       |

| For FAA Use Only                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                 | Record of Action Repair<br>Station Inspection                             |  | For FAA Use Only                                                                                              |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>6. Remarks (Priority by color number, include drawings found, ratings shown)</b><br><br>Place an "X" in the ( ) as applicable.<br>( ) I have reviewed and attached the PASI, and the EMD Form.<br>( ) I have provided the AMO with the final FAA Designator number, I have reviewed and approved the AMO FAA Supplement in accordance with the MAG Section C Appendix 1, and I have conducted an oversight audit for compliance with FAA Special Conditions and the FAA supplement. The AMO does not have any outstanding findings of non-compliance from AA oversight audits.<br>( ) I have approved the list of functions to be subcontracted/contracted on behalf of the FAA as listed in Block 4.<br>( ) I have completed FAA Annex to EASA Form 6 for the applicant AMO recommending approval.<br>( ) As applicable, for Op Spec A101, a list of the additional fixed locations that will use the AMO's FAA certificate privileges is attached. The list includes the address of each location, the FAA liaison telephone number and e-mail address, if available, and identifies the AA office with oversight responsibility. I have included a separate FAA Annex to EASA Form 6 and a signed recommendation for each additional fixed location that will utilize the 14 CFR part 145 privileges.<br>( ) As applicable, for Op Spec D107, a list is attached with the Name of the Air Carrier, the Air Carrier 4 letter FAA designation, the Aircraft by Make and Model, the ICAO Airport Identifier and Name of Airport, the physical address where the Line Maintenance is being performed to include Street, City, State/Country, and Postal code, and the Line Maintenance Limitations. These line stations are under the direct surveillance of an AA listed in Annex 2, Appendix 2 of the Agreement and hold an EASA line station approval. I have included a separate FAA Annex to EASA Form 6 and a signed recommendation for each line station that will utilize the 14 CFR part 145 privileges.<br>( ) As applicable, attached is the applicant's letter certifying that its employees, contractors, and subcontractors have been trained in the transportation of dangerous goods in accordance with ICAO standards. (Only applicable if the AMO is involved with the transport of dangerous goods, including shipping and receiving. An updated certifying letter must accompany the application on each renewal or amended certificate.)<br>( ) A copy of the AMO's AA Certificate and approval schedule, EASA Form 3, is attached.<br>( ) I have retained one current copy of the FAA Supplement to the MOE in the English Language.<br>( ) As applicable, for Op Spec A025, Electronic Recordkeeping, I have indicated the required information:<br>( ) Paragraph A: Electronic Recordkeeping, Procedure is Located in FAA Supplement Section ____ Page ____<br>( ) Paragraph B: Digital Signature, Procedure is Located in FAA Supplement Section ____ Page ____<br>( ) Paragraph C: Electronic Repair Station Manual, Procedure is Located in FAA Supplement Section ____ Page ____<br>( ) As applicable, for Op Spec D100, Work Away From Station, I have provided the required information below:<br>Procedure is Located in FAA Supplement Section ____ Page ____ |                                                 |                                                                           |  |                                                                                                               |  |
| <b>7. Findings - Recommendations</b><br><br><input type="checkbox"/> A. Station was found to comply with requirements of FAR 145.<br><input type="checkbox"/> B. Station was found to comply with requirements of FAR 145 except for deficiencies listed in Item 6.<br><input type="checkbox"/> C. Recommend certificate with rating applied for on application be issued.<br><input type="checkbox"/> D. Recommend Certificate with rating applied for on application (EXCEPT those listed in Item 6) be issued.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                 |                                                                           |  | <b>8. Date of inspection:</b><br><br><div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div> |  |
| 9. Office                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Signature(s) of Inspector(s)                    | Printed Name(s) of Inspector(s)                                           |  |                                                                                                               |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                 |                                                                           |  |                                                                                                               |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                 |                                                                           |  |                                                                                                               |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                 |                                                                           |  |                                                                                                               |  |
| <b>10. Supervising or Assigned Inspector</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                 |                                                                           |  |                                                                                                               |  |
| <b>ACTION TAKEN</b><br><br><input type="checkbox"/> APPROVED<br><small>as shown on certificate listed on date shown.</small><br><br><input type="checkbox"/> DISAPPROVED                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>CERTIFICATE ISSUED</b><br>Number<br><br>Date | <b>Inspector's Signature</b><br><br>Inspector's Printed Name<br><br>Title |  |                                                                                                               |  |

## 약 어 집

1. **Cascade [케스캐드] 형** : 역 추진장치의 추진력 방향을 변경하는 한 형태로 Translating cowl이 뒤로 이동 후 엔진의 흡입 공기방향(cold stream)을 내부 Block Door로 막아 공기의 흐름을 역으로 흐리게 하여 Cascade(배수도랑)형태의 Vane으로 공기를 내보내는 방식
2. **Clamshell Door 형** : 역 추진장치의 추진력 방향을 변경하는 한 형태로 Clamshell(조개껍질)이 Door 형태로 열리면서 엔진의 흡입 공기방향(Hot Stream)을 내부 Block Door로 막아 공기의 흐름을 역으로 내보내는 방식
3. **Bucket Target 형** : 역 추진장치의 추진력 방향을 변경하는 한 형태로 엔진 끝단에 Bucket(바구니)형태의 가 펼쳐지면서 엔진의 흡입 공기방향(Hot Stream)을 막아 공기의 흐름을 역으로 흐리게 하는 방식
4. **RTO(Rejected Take Off)** : 항공기의 최대하중으로 이륙직전 제동하는 조건
5. **Power Back** : 역추진장치를 역 작동시키는 파워
6. **Fan Reverser Support Assembly [팬 역추진지지 조립품]** : 역 추진장치의 앞뒤 이동카울(Translating Cowl)을 지지하는 부품
7. **Fan Reverser Block Door [팬 역추진 블록 도어]** : 역 추진장치의 공기흐름을 막아 역으로 흐르도록 하는 블록
8. **Fan Reverser Translation Cowl[팬 역추진 이동카울]** : 역 추진장치의 외곽 구조물로 역추진장치 가동시 뒤쪽으로 슬라이딩 이동하여 역추진 공기를 외부로 내보내도록 하는 최 외곽 구조물
9. **Bypass Air [통과공기]** : 터보팬 엔진의 추력을 발생시키기 위한 공기를 흡입하여 연소관으로 흐르는 공기를 발하며, 엔진의 성능은 흡입공기량과 배출공기량의 비율로 결정되는데 이때의 공기 양을 BPR(Bypass Ratio)로 표현한다.
10. **Thermal Impact [열충격]** : 고온의 열공기에 의한 역추진장치 구조물에 미치는 열적충격
11. **FOD[Foreign Object Damage]** : 외부물질에 의한 결함/파손
12. **Honeycomb[하니콤]** : 역추진장치 구조물의 내부에 벌집모양 코아
13. **CFRP[Carbon Fiber Reinforced Plastic]** : 탄소보강플라스틱 복합재
14. **Water Ingression or Intrusion** : 외부 물/수분등이 복합재 구조물 안쪽 코아 또는 샌드 위치구조에 침투한 결함의 형태
15. **Shark Bite** : 상어가 물어 찢겨나간 형상의 결함형태
16. **Delamination** : 두 개의 적층 층이 분리되는 현상

17. **Laminate Repair** : 복합재의 층간 결함 수리방법
18. **Double Side Repair** : 복합재의 외부 양면에 patch 또는 Doubler를 접합 수리하는 방법
19. **OOA[Out of Autoclave] Cure** : 복합재의 구조물 제조 및 수리에 사용되는 고압성형장비인 Autoclave이외의 성형 방식을 총칭
20. **FAA Repair Station** : 미 Federal Aviation Authority에서 인가한 전문 수리 조직 및 시설구비
21. **PPM[Product Portfolio Management]** : 전략적 강점을 지닌 특정 사업 혹은 제품에 대한 지원을 결정하기 위한 전략을 포트폴리오 전략(Portfolio Strategy)이라 하며, 분석을 위한 대표적 모델 중 하나
22. **Cash Cow, Dog, Star, Question Mark** : BCG(Boston Consulting Group)이 기업의 제품개발과 다각화된 시장전략수립을 위한 시장성장률과 시장점유율 기준으로 4개의 사업군(Cash Cow, Dog, Star, Question Mark)으로 구분하는 성장-점유율 매트릭스로 제품포트폴리오관리(PPM: Product Portfolio Management) 기법 중 하나
23. **MRO[Maintenance Repair Overhaul]** : 항공기 부품의 정비, 수리, 분해수리를 총칭하는 말
24. **ATL[Automated Tape Laying]** : 복합재 구조물을 제작하는 방식으로 일방향 프리프레그 Tape (3 ~ 12 inches : 폭)를 자동적층하는 장비
25. **AFP[Automotive Fiber Placement]** : 복합재 구조물을 제작하는 방식으로 하나 또는 그 이상의 creel의 함침된 프리프레그 tow 또는 얇은 Tape(0.125 ~ 0.5 inch: 폭)를 자동적층하는 장비
26. **EASA [European Airworthiness and Safety Administration]** : 미국의 FAA 동일한 유럽의 감항당국
27. **DER [Designated Engineering Representatives]** : 미 FAA 산하 인가된 기술지원 및 관리, 인가자(국)
28. **Off-set (절충)**: 외국에서 물품 수입시 판매하는 측이 수출하는 대가로 기술이전을 해주거나 관련 부품을 수입국에서 조달하는 것을 의미한다.
29. **LCC(Low Cost Carrier)** : 저가 항공사
30. **Cosmetic(Non-Structural) Repair** : 복합재 구조물의 외부형상에 대한 매끄러운 수리방식
31. **Resin Injection Repair**: 복합재 구조물(샌드위치등)의 레진 주입 수리 방식
32. **Structural Bonded External Doubler Repair** : 복합재 구조물(샌드위치등)의 외부에 복합재 및 금속판재를 접합수리하는 방식으로 균일(uniform)하게 접합하거나 수리부위에 스텝

(step)을 주어 외부 판재를 접합하는 방식

- 33. Taper Sanded Repair(Scarf Repair) :** 복합재 구조물(샌드위치등)의 수리부위를 원폴형태로 깎아낸 후 적층수리 판재도 동일한 형태로 만들어 수리부위와 동일 평면이 되도록 수리하는 방식
- 34. Permanent In-house Developed DER Approval Repair:** FAA/EASA Repair Station을 인가받은 곳에서 CMM(Component Maintenance Manual)/SRM(Structure Repair Manual)에 기준하지 않은 결함에 대해 수리기술을 개발하여 DER에 영구히 인가받은 표준 개발수리기술
- 35. Narrow Body :** 민간항공기의 크기를 구분하는 기준으로 객실 내 복도가 1개 인 항공기로 보잉 B737, 에어버스 A320 계열이 있음.
- 36. Wide Body :** 민간항공기의 크기를 구분하는 기준으로 객실내 복도가 2개 이상인 항공기로 보잉 B747, B777X, 에어버스 A380 계열이 있음 .
- 37. AMO[Approved Maintenance Organization] :** 정비조직인가-국제 민간항공협약에 따라 항공운항사업자는 정비인가를 받은 조직이 항공기를 정비하고 최종 확인하여야 항공기를 운항할 수 있음. 우리나라는 각 지방항공청에서 인가.
- 38. FAA(Federal Aviation Administration, 미연방항공국) :** 규정과 교육으로 항공교통안전을 증진시키는 책임을 갖는 미 연방 정부의 교통부 내 기구.
- 39. CACRC(Commercial Aircraft Composite Repair Committee) :** 소재 및 기술, 교육의 표준화를 통해서 민항기 복합재 구조물의 수리비용을 절감하고자 만들어진 기구. 항공사, 항공기 제작사, 부품제작업체 등으로 구성.
- 40. JAA[Joint Aviation Authorities] :** 유럽항공연합
- 41. PAMA[Professional Aviation Maintenance Association] :** 항공정비를 위한 미국의 항공정비 전문성향상과 교육을 위한 연합
- 43. AMOPM[Approved Maintenance Organization Procedure Manual] :** 정비조직인가 절차 및 교범
- 45. Spring Back :** 복합재 성형시 잔류응력에 의해 발생하는 수축(shrinkage) 및 면의 뒤틀림에 의한 변형으로 발생하는 현상
- 46. RTM[Resin Transfer Molding] :** 복합재 구조물을 제작하는 방식으로 fabric등에 레진을 주입하는 방식으로 제작
- 47. Wingtip/Sharklet :** 항공기의 운항거리 및 연료효율을 높이기 위해 날개 끝에 장착되는 상어 지느러미 형태 구조물
- 48. DER Temporary Approval :** CMM(Component Maintenance Manual)/SRM(Structure

Repair Manual)에 기준하지 않은 결함에 대해 AMO 및 라인정비 인가 항공사등이 수리기술을 개발하여 경결함 수리에 대해 DER에 일시적으로 인가받아 수리하는 형태

49. OOM[Out of Manual] : CMM 및 SRM에 명기되지 않은 수리기술 및 수리범위/한계

50. OOA[Out of Autoclave] Cure : 복합재의 구조물 제조 및 수리에 사용되는 고압성형장비인 Autoclave이외의 성형 방식을 총칭

51. DVD[Double Vacuum Debulking] : 이중진공감압 방식의 성형수리 방법

52. CMM[Component Maintenance Manual] : 구성품의 정비지침서

53. SRM[Structure Repair Manual] : 구조물 수리에 대한 지침서

54. SPM[Standard Practices Manual] : 구조물 수리에 대한 세부수리 절차 및 규격, 지침서

55 Interlaminar Strength : 복합재 적층 층간 강도

56. In-plane Shear Strength (torsion load) : 복합재 적층방향에 대한 비틀림 강도에 대한 면내 전단강도

57. Starch Media Blasting : 복합재 구조물 및 내부결함이 발생하지 않도록 하기위해 화공녹말매체를 페인트에 강하게 때려 페인트를 제거하는 방식

58. Heat Blanket : 복합재 구조물의 one side 수리시 성형온도를 제어할 수 있는 Thermocouple이 장착되어 수리부위에 균일한 가열을 할 수 있는 가열 시트

59. CTE[Coefficient Thermal Expansion] : 소재의 고유 특성으로 온도의 단위 변화에 대한 재료 치수의 변화 비율로 복합재 접합 및 성형시 사용되는 Tool의 변형을 최소화하는데 재료선정의 기준

60. FEM[Finite Element Method] : 유한요소해석법

61. NADCAP[National Aerospace and Defense Contractor Accreditation Program]: SAE(Society of Automotive Engineers) 산하 PRI(Performance Review Institute)에서 생산 및 제조, 시험평가등의 평가 및 인증을 수행하는 프로그램으로, 특히 복합재 생산 및 제조, 시험평가등 분야에 자동차 뿐 아니라 항공기 분야까지 아우르는 국제적 공인인증 상용 인증이다.

## [참고문헌]

1. "Global MRO Market Economic Assessment", Aeronautical Repair Station Association, ICF SH&E, 2013.03.13.
2. "Global MRO Market Economic Assessment Air Transport" Aeronautical Repair Station Association, Teamsai, 2014.01
3. "Global Aircraft Component MRO Market 2015-2019", TechNavio(Infiniti Research Ltd.)
4. "Global Engine Fleet Market Forecast 2015-2025", Tom Cooper, CAVOK/Oliver Wyman, 2015,04,14
5. "Utilization of Thrust Reverser Mechanism in Turbofan Engine-A Review", International Journal of Technical Research and Applications, Vol. 1, Issue 3, PP 56-59, 2013.07-08
6. "Overview of Composite Material Trends in Aviation Manufacturing", National Institute for Aviation Research.
7. "The Outlook for Thermoplastics in Aerospace Composites, 2014-2023", CompositesWorld, Mr. Chris Red, 2014.09.01
8. "Review of Thrust Reverser Mechanism used in Turbofan Jet Engine Aircraft", Mohd Anees Siddiqui, Md Shakibul Haq, International Journal of Engineering Research and Technology, Vol 6, No. 5 PP 717-726
9. "CF6-80C2 Thrust Reverser Routing Project", MARS, Triumph Aviation Service Asia., Ltd., 2015.4.15.
10. "Composites in Commercial aircraft engines, 2014-2023", Composites World, 2015.1.6.
11. "Lufthansa Persepctive on Application & Field Experiences for Composite Airframe Structures", Lufthansa Technik.
12. "Impact of Composite Materials on Maintenance Costs", Lufthansa Technik.
13. "The Use of composites in aerospace : Past, present and future challenges", Dr. Faye Smith, Avalon Consultancy Services Ltd. 2013.
14. "Composite Materials for Aerospace Structures", Dr. Douglas S. Cairns, Lysle A. Wood, Department of Mechanical and Industrial Engineering Montana State University, 2010
15. "Emission Reduction Roadmap", Annual Report 2011/Annual Review 2014, IATA
16. " Toray's Business Strategy for Carbon Fiber Composite Materials", Mr. Moriyuki Onishi, 2012.09
17. "항공기 부품 생산 및 품질인증 - 동향 및 전망", 서성호, 강현무, 한국과학기술정보연구원,

2013.11

18. “ Global 항공 MRO Market Economic Assessment”, TeamSAI, 2014
19. "Advances in Composite Repair", Aircraft Composite Repair Management Forum, Lufthansa Technik. 2012.10.
20. "Economical Validation of a New Repair Concept For CF-Thermoplastics by its Comparison with an ongoing repair process", ECCM15-15th European Conference on Composite Materials, Venice, Italy, 24-28 June 2012.
21. "Airbus-Where are we going next(evolution or revolution)?" Neil Scott, IMechE Western Aerospace Center 2013 Prestige Lecture
22. FAA Order 8900.1 Volume 2 Chapter 11. Certification of a Title 14 CFR Part 145 Repair Station, Section 3. International Field Office Procedures for Certificating/Renewing/Amending a Part 145 Repair Station Located Outside the United States and Its Territories and not under a Maintenance Implementation Procedure
23. FAA 8310-3, Application for Repair Station Certificate and/or Rating
24. "AC 65-33, Development of Training/Qualification Programs for Composite Maintenance Technicians", U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration.
25. "AC 145-9, Guide for Developing and Evaluating Repair Station and Quality Control Manual", U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration.
26. "Thrust Reverser Translating Cowl Wire Mesh Repair-CF680E1", JET AIRWAY
27. " Bonded Repair Service Provider-Service History and Substantiation", 2015 FAA/Bombardier/TCCA/EASA/Industry Composite Transport Damage Tolerance and Maintenance Workshop, Mr. John M. Welch, SPRIT Aerosystems, 2015.09
28. "Essentials of Advanced Composite Repair", Louis C. Dorworth, Abaris Training, 2007.
29. "The Market for OOA Aerocomposites, 2013-2022", CompositesWorld, 2014.03
30. "Global Engine Fleet and Market Forecast, 2015-2025", CAVOK(A Division of Oliver Wyman), 2015.4.15.
31. "Global Market Forecast 2015-2034", John Leahy, Airbus
32. "Composites in Commercial Aircraft Engines, 2014-2023", CompositeWorld, 2015.01
33. “항공정비산업(MRO) 육성전략“, 국토교통부 보도자료, 2015.1.15.
34. “국내외 항공 MRO 산업의 최근 동향과 발전과제”, 산업연구원, 2015
35. “ 국내 항공사 항공기 보유현황”, 데이터분석정보/교통, 2015
36. "Nash Pumps for Processing Composites in Autoclaves", NASH

37. ACS 항공인증시스템, <http://atis.casa.go.kr/acs/index.asp>
38. "Essentials of Advanced Composite Fabrication & Repair", Louis C. Dorworth, Ginger L. Gardiner, Greg M. Mellema, 2009
39. "Engine Nacelles- On Condition Only Maintenance Police Can Cost You A Lot" AirFrance Industries KLM
40. "Component Maintenance Manual 78-32-02 Repair 023/026, 78-32-03 Repair 012/014, 78-32-31/32 Repair 009/021-A", MRAS
41. DOT/FAA/AR-00/46 "Repair of Composite Laminates" Final Report, 2000.12
42. DOT/FAA/AR-03/74 "Bonded Repair of Aircraft Composites Sandwich Structures" Final Report, 2004.02
43. DOT/FAA/AR-08/54 " Guidelines for the Development of Critical Composite Maintenance and Repair Issues Awareness Course" Final Report, 2000.02
44. DOT/FAA/AR-04/36 " Title 12 Code of Federal Regulations Part 145 Approved Training Program-Research and Recommendations" Final Report, 2004.10
45. DOT/FAA/AR-06/10 " Guideliness and Recommended Criteria for the Development of a Materials Specification for Carbon Fiber/Epoxy Fabric Prepregs
46. DOT/FAA/AR-03/19 " Materials Qualification and Equivalency for Polymer Matrix: Composite Material Syatems: Updated Procedure" Final Report, 2003.09
47. "Composite Repair", Hexcel Composites
48. "Commercial Aircraft Maintenance, Repair & Overhaul(MRO) Market Forecast 2015-2025", Visiongain
49. "Global Aircraft Engine MRO Industry 2015 Marker Research Report", QYResearch Machinery & Equipment Research Center, 2016.03

## 주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 항공기 엔진 역추진장치의 핵심정비기술 국산화 개발 기획에 관한 연구사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 항공기 엔진 역추진장치의 핵심정비기술 국산화 개발 기획에 관한 연구사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표하거나 공개하여서는 안됩니다.