발 간 등 록 번 호
11-1613000-001331-01

자동차 튜닝부품 인증기준 및 성능평가 기술개발 최종보고서

2016. 4

비매품
ISBN 978-89-965733-8-8

자동차 튜닝부품 인증기준 및 성능평가 기술개발 최종보고서
2016. 4
국토교통부·국토교통과학기술진흥원·교통안전공단

국토교통부 KAIA 국토교통 과학기술진흥원 TS 교통안전공단

자동차튜닝부품인증기준.indd 1 16. 8. 29. 오후 3:13

제출문

국토교통부장관(국토교통과학기술진흥원장) 귀하

이 보고서를 “자동차 튜닝부품 인증기준 및 성능평가 기술개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2016. 4

주관연구기관명 : 교통안전공단
주관연구책임자 : 강병도 수석연구위원
참 여 연 구 원 : 남궁석완 연구위원
윤영식 연구위원
홍윤석 연구위원
석주식 부연구위원
김성범 부연구위원
김광일 책임연구원
이호상 책임연구원
박진우 책임연구원
조정일 선임연구원
인정민 선임연구원
맹길호 연구원

공동연구기관명 : 경일대학교
공동연구책임자 : 강우종 교수

공동연구기관명 : 자동차부품연구원
공동연구책임자 : 송영식 박사

공동연구기관명 : 신한대학교
공동연구책임자 : 하성용 교수

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제고유번호</td><td></td><td>해 당 단 계
연 구 기 간</td><td>2013.4.25 ~
2016.4.24</td><td>단 계 구 분</td><td>3/3</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 사 업 명</td><td>중 사 업 명</td><td colspan="4">교통물류연구사업</td></tr>
<tr><td>세부 사업명</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 과 제 명</td><td>대 과 제 명</td><td colspan="4">자동차 튜닝부품 인증기준 및 성능평가 기술개발</td></tr>
<tr><td>세부 과제명</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td>연 구 책 임 자</td><td>강 병 도</td><td>총 연구기간
참 여
연구원 수</td><td>총 : 128명
내부 : 128명</td><td>총 연구개발비</td><td>정부 : 242,900천원
계 : 242,900천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및
소 속 부 서 명</td><td colspan="3">교통안전공단 자동차안전연구원</td><td colspan="2">참여기업명</td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="3">-</td><td colspan="2">상대국 연구기관명 :</td></tr>
<tr><td>위 탁 연 구</td><td colspan="3">연구기관명 : 한국산업기술대학교(1차)</td><td colspan="2">연구책임자 : 이재학</td></tr>
<tr><td colspan="3">요 약</td><td colspan="3">보고서 면수 : 505</td></tr>
</table>

- 자동차 튜닝부품 인증기준 및 평가기술 개발
  · 튜닝부품 인증기준 도출 로드맵 수립
  · 튜닝부품 인증기준 및 평가기술 개발 24건 / 연구결과를 반영한 튜닝부품 인증 9건 실시
  · 국내 학술대회 발표 24건
- 튜닝부품 인증제도 개발
  · 자동차관리법 1건, 자동차관리법 시행규칙 1건 개정 및 자동차 튜닝부품인증제 운영에 관한 규정 제정
  · 튜닝부품 인증제도 시행(15.1.8)
- 튜닝업종 관리체계 및 전문인력 양성방안
  · 자동차관리법내 자동차관리사업의 범위에 자동차 튜닝을 포함시켜 관리체계 마련
  · 튜닝 전문인력 양성을 위한 국가직무능력표준(NCS) 및 튜닝 특성화 학교 지정방안 제시
- 튜닝홍보 및 시장활성화 방안 마련
  · 튜닝카 경진대회 2회 개최, 국내외 세미나 개최 2회, 튜닝매뉴얼 제작 및 배포, 불법튜닝방지 포스터 제작 및 배포, 튜닝문화교실 개최 142회, 우수튜닝업체 선정 2회
- 튜닝산업 현황분석 및 전망 보고서 작성
  · 국내 튜닝산업을 산업분류코드로 분석, 국내 튜닝산업 현황 및 일자리 분석
- 튜닝정보 DB 구축 연구
  · 튜닝보험 개발 및 불투명한 수리비 산정에 필요한 데이터베이스 제공
- 튜닝시장 활성화 방안 보고서 작성
  · 튜닝시장 활성화에 필요한 중장기적 방안 제시

요 약 문

연구의 목적 및 내용	– (목적) 자동차 운행성능 향상을 위한 자동차 튜닝부품 인증기준 및 성능평가 기술개발임 – (내용) 본 연구의 목적 달성을 위해 (1)자동차 튜닝부품 인증기준 및 평가기술 개발, (2)자동차 튜닝부품 인증제도 개발, (3)튜닝업종 관리체계 및 전문인력 양성방안, (4)튜닝홍보 및 시장활성화 방안이 주요 연구내용임
연구개발성과	– 자동차 튜닝부품 인증기준 및 평가기술 개발 ·(성과) 튜닝부품 인증기준 및 평가기술 개발 24건 / 연구결과를 반영한 튜닝부품인증 9건 실시 – 튜닝부품 인증제도 개발 ·(성과) 자동차관리법 1건, 자동차관리법 시행규칙 1건 개정 및 자동차 튜닝부품인증제 운영에 관한 규정 제정 – 튜닝업종 관리체계 및 전문인력 양성방안 ·(성과) 자동차관리법 개정 정책제안을 통해 튜닝업종 관리체계 방안 제시 및 튜닝 전문인력 양성방안 제시(국가기술직무평가, 기존 및 신규인력 교육방안 마련) – 튜닝홍보 및 시장활성화 방안 마련 ·(성과) 튜닝카 경진대회 2회 개최, 국내외 세미나 개최 2회, 튜닝매뉴얼 제작 및 배포, 불법튜닝방지 포스터 제작 및 배포, 튜닝문화교실 개최 142회, 우수튜닝업체 선정 2회 – 튜닝산업 현황분석 및 전망 보고서 작성 – 튜닝정보 DB 구축 연구 – 튜닝시장 활성화 방안 보고서 작성
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	– 자동차 튜닝부품 인증기준 및 평가기술 개발 ·(효과) 튜닝부품 인증제도에 활용, 국내 튜닝부품 개발 및 평가에 필요한 방법론 제시 – 튜닝부품 인증제도 개발 ·(효과) 튜닝부품 인증제도 개발 및 시행을 통해 튜닝부품 인증 실시 – 튜닝업종 관리체계 및 전문인력 양성방안 ·(효과) 국내 튜닝업종 관리체계 개선 및 전문인력 양성방안 마련을 통해 산업활성화 및 일자리 창출에 기여 – 튜닝홍보 및 시장활성화 방안 마련 ·(효과) 불법 튜닝방지 및 올바른 튜닝이 국내에서 활성화되도록 소비자(국민)에게 인식 유도 – 국내 튜닝산업 활성화를 위한 기초자료 제공(튜닝 페스티벌 개최)
중심어 (5개 이내)	Car Tuning, Tuning component, Approval regulation, Evaluation technique	

〈 SUMMARY 〉

Purpose& Contents	− (Purpose) Development of certification standard and test procedure to improve performance of automobile − (Contents) For achievements of this research are below (1)Development of certification standard and test procedure for the motor vehicle car tuning (2)Development of certification system for car tuning (3)Managing system of tuning market and plan for training specialty of car tuning (4)Promoting car tuning and plan for invigorating tuning market
Results	− Development of certification standard and test procedure for the motor vehicle tuning · (achievement) 24 certification standards and test procedures are developed 9 tuning parts certificated − Development of certification system for car tuning · (achievement) Motor vehicle Management Act 1 case, Enforcement Rule of the Automobile Management Act 1 case were revised and regulation for certification system for tuning established − Managing system of tuning market and plan for training specialty of tuning · (achievement) Through revision of Motor vehicle Management Act, suggested Managing system of tuning market and plan for training specialty of tuning(NCS(National Competency Standard), plan to educating existing and new human resources) − Promoting car tuning and plan for invigorating car tuning market · (achievement) Tuning car competitive exhibition, Tuning seminar, Establishing and distributing tuning manual, poster for preventing illegal tuning, opening tuning cultural class(142 times), selection best tuning company − Reports about current industry and forecast of car tuning − Car tuning information DB construction research − Reports for car tuning market activation plan
Expected Contribution	− Development of certification standard and test procedure for the motor vehicle tuning · (effect) Provide exact methods for development and evaluation of tuning parts − Development of certification system for car tuning · (effect) Conducting tuning parts certification − Managing system of tuning market and plan for training specialty of car tuning · (effect) Contribution to creating jobs and invigorating industries − Promoting car tuning and plan for invigorating car tuning market · (effect)) Preventing illegal car tuning, Induct to consumers(citizens) legal tuning to activate tuning market − Provide basic data for activating domestic industries of car tuning(Car tuning Festival host)

Keywords	Car Tuning	Tuning component	Approval regulation	Evaluation technique	

영 문 목 차

Chap.1 Research Introduction ·····1

Para.1 Background and necessity of research ·····3

Chap.2 Domestic and International technology and industry trends 7

Para.1 Domestic technology and industry trends ·····9
Para.2 International technology and industry trends ·····10

Chap.3 Contents and results of research ·····13

Para.1 Strategy and method of research ·····15
Para.2 Results of research ·····19

Chap.4 Attainment and contributions ·····447

Para.1 Attainment ratio ·····449
Para.2 Contributions to rated fields ·····457

Chap.5 Application of research ·····465

Para.1 Utilization plan of research ·····467
Para.2 Detail sources of research ·····471

Chap.6 Acquired international information ·····479

Chap.7 Security level of research ·····497

Chap.8 Registered facilities and instruments in NTIS ·····501

Chap.9 Result of safety measures ·····505

Chap.10 Major Research Results ·····509

Chap.11 Reference ·····513

목 차

제1장 연구개발과제 개요 ·····1

1절 연구개발의 추진배경 및 필요성 ·····3
1. 연구개발 추진배경 ·····3
2. 연구개발 필요성 ·····4

제2장 국내외 기술 및 산업 동향 ·····7

1절 국내 기술 및 산업 동향 ·····9
2절 국외 기술 및 산업 동향 ·····10

제3장 연구개발 수행 내용 및 결과 ·····13

1절 연구수행 전략 및 방법 ·····15
1. 연구수행 전략 ·····15
2. 연구수행 방법 ·····17
2절 연구개발 결과 ·····19
1. 자동차 튜닝부품 인증기준 및 평가기술 개발 ·····19
2. 자동차 튜닝부품 인증제도 ·····346
3. 자동차 튜닝업종 관리체계 및 전문인력 양성방안 ·····360
4. 튜닝홍보 및 시장활성화 방안 ·····409

제4장 목표달성도 및 관련분야 기여도 ·····447

1절 최종목표 달성도 ·····449
1. 최종 목표 ·····449
2. 성과지표 ·····450
2절 관련분야 기여도 ·····457
1. 법·제도적 측면 ·····457
2. 기술적 측면 ·····458
3. 경제·산업적 측면 ·····459
4. 사회·문화적 측면 ·····461
5. 종합적 기여도 분석 ·····462

제5장 연구결과의 활용계획 ·····465

1절 연구성과 활용계획 ·····467
1. 자동차 튜닝부품 인증기준 및 평가기술 개발 ·····467
2. 자동차 튜닝부품 인증제도 개발 ·····468
3. 자동차 튜닝업종 관리체계 및 전문인력 양성방안 ·····469
4. 튜닝홍보 및 시장활성화 방안 마련 ·····470
2절 연구성과 상세설명자료 ·····471
1. 자동차 튜닝부품 인증기준 및 평가기술 개발 ·····471
2. 자동차 튜닝부품 인증제도 개발 ·····472
3. 튜닝업종 관리체계 및 전문인력 양성 ·····473
4. 튜닝홍보 및 시장활성화 방안 마련 ·····474
5. 튜닝산업 현황분석 및 전망 ·····475
6. 튜닝정보 DB 구축 연구 ·····476
7. 튜닝시장 활성화 방안 마련 ·····477

제6장 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보 ·····479

1. 1차년도 일본(동경오토살롱) 출장(경일대) ·····481
2. 1차년도 독일(에센모터쇼) 출장(자동차부품연구원) ·····482
3. 2차년도 프랑스 파리 출장(경일대) ·····483
4. 3차년도 독일(VDAT) 출장(신한대) ·····484
5. 3차년도 독일(에센모터쇼) 출장 ·····485

제7장 연구개발결과의 보안등급 ·····497

제8장 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비 현황 ·····501

제9장 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적 ·····505

제10장 연구개발과제의 대표적 연구실적 ·····509

제11장 참고문헌 ·····513

표 목 차

표 1. 자동차 튜닝시장 성장 추이 ····9
표 2. 한국, 일본, 미국의 신차시장 대비 튜닝시장 규모 ····9
표 3. 주요 국가별 자동차 튜닝시장 ····10
표 4. 주요 완성차 업계와 튜닝 브랜드 ····11
표 5. 연구개발 추진계획 ····16
표 6. 연구수행방법 ····17
표 7. 중요도별 재분류 ····22
표 8. 국산 휠의 계장화 압입 시험을 이용한 강도 측정 결과 ····36
표 9. 중국산 휠의 계장화 압입 시험을 이용한 강도 측정 결과 ····37
표 10. 일본산 휠의 계장화 압입 시험을 이용한 강도 측정 결과 ····38
표 11. 계장화 압입시험을 통한 각 휠별 인장강도 ····39
표 12. 튜닝 휠 안전성 인증 평가 시료 및 시험결과 ····40
표 13. 소음기 평가항목 비교표 ····42
표 14. 운행차 배기소음 법정 기준 ····44
표 15. 인증 등급 분류표 (예: 튜닝 머플러) ····45
표 16. 에어필터 품질기능 전개 (요구사항과 고장모드/메커니즘 매트릭스) ····62
표 17. 에어필터 품질기능 전개 (고장모드/메커니즘 대비 시험항목 매트릭스) ····63
표 18. 실험용 더스트 규격 ····65
표 19. 입자 지름 분포 또는 입자 지름 범위 ····65
표 20. 수명 시험의 먼지 포집량 기준 ····66
표 21. 기준 공기량 및 먼지 포집량 ····75
표 22. 오일필터 평가항목 비교표 ····77
표 23. 오일필터 품질기능 전개 (요구사항과 고장모드/메커니즘 매트릭스) ····77
표 24. 오일필터 품질기능 전개 (고장모드/메커니즘 대비 시험항목 매트릭스) ····78
표 25. 등화장치 종류별 시험현황 ····83
표 26. 서스펜션 스트럿 관련 시험항목 비교표 ····95
표 27. 시험항목별 인증기준의 유무 ····96
표 28. 시험항목별 인증기준 비교 ····98
표 29. 감쇠력 특성시험 비교 ····101
표 30. 국내 튜닝 서스펜션 스트럿 감쇠력 특성시험조건 및 방법 ····102
표 31. 대상내구시험 비교 ····103
표 32 국내 튜닝 서스펜션 스트럿 대상내구 시험조건 및 방법 ····103
표 33. 굽힘강도시험 비교 ····104
표 34. 국내 튜닝 서스펜션 스트럿의 굽힘강도 시험조건 및 방법 ····105
표 35. 해외(유럽) 굽힘강도 인증기준 사례 ····111
표 36. 굽힘강도 시험결과 ····112
표 37. 브레이크 캘리퍼 관련 시험항목 비교표-1 ····117
표 38. 브레이크 캘리퍼 관련 시험항목 비교표-2 ····118
표 39. 브레이크 캘리퍼 누설 시험 ····119

표 40. 브레이크 캘리퍼 잔류 드래그 토크 시험 ·····119
표 41. 브레이크 캘리퍼 사이클 복합 내구 시험 ·····119
표 42. Normal temperature stroking test(참고) ·····120
표 43. High temperature stroking test(참고) ·····120
표 44. 시험용 튜닝 캘리퍼 샘플의 종류 및 형상 ·····122
표 45. 샘플 별 시험 계획 ·····123
표 46. 캘리퍼 성능 시험 결과 총괄표 ·····125
표 47. 사이클 복합 내구 시험 결과 총괄표 ·····126
표 48. 브레이크 캘리퍼의 품질성능기준 ·····128
표 49. 브레이크 디스크 패드 관련 시험 및 평가 비교표 ·····130
표 50. 마찰 성능 시험방법 및 절차 비교 ·····131
표 51. 샘플 별 마찰계수 시험결과 ·····134
표 52. 샘플 별 브레이크 패드 마모율 ·····135
표 53. 샘플 별 브레이크 패드 항복강도 및 인장강도 ·····135
표 54. 튜닝용 브레이크 디스크 패드의 성능평가 기준 ·····136
표 55. 타이어 구조 ·····137
표 56. 국내 안전기준 상의 타이어 분류 ·····139
표 57. 타이어 인증기준 유무 비교 ·····140
표 58. 자동차 종류별 타이어의 성능기준 ·····142
표 59. 오일쿨러의 잠재적 고장 형태 및 영향 분석(설계 FMEA) ·····145
표 60. 오일쿨러의 품질 기능 전개(요구사항과 고장모드/메커니즘 매트릭스) ·····146
표 61. 오일쿨러의 품질 기능 전개(고장모드/메커니즘과 시험 항목 매트릭스) ·····146
표 62. 오일 캐치탱크의 품질 기능 전개(요구사항과 고장모드/메커니즘 매트릭스) ·····158
표 63. 오일 캐치탱크의 품질 기능 전개(고장모드/메커니즘과 시험 항목 매트릭스) ·····159
표 64. 오픈형 에어필터의 잠재적 고장 형태 및 영향 분석(설계 FMEA) ·····170
표 65. 오픈형 에어필터의 품질 기능 전개(요구사항과 고장모드/메커니즘 매트릭스) ·····171
표 66. 오픈형 에어필터의 품질 기능 전개(고장모드/메커니즘과 시험 항목 매트릭스) ·····171
표 67. 시험용 더스트 규격 ·····174
표 68. 입자 지름 분포 또는 범위 ·····174
표 69. 블랙박스 시험 샘플 ·····184
표 70. 전자파적합성 기준 ·····199
표 71. 전도성 장해 허용기준 ·····199
표 72. 외국의 자동차 창유리 착색 규제기준 요약 ·····214
표 73. 썬팅필름 시험 샘플 목록 ·····216
표 74. 썬팅필름 시험결과 ·····216
표 75. 썬팅필름 가격대 별 태양열 취득률 ·····217
표 76. 방향지시등 기준 비교 ·····220
표 77. 후미등 기준 비교 ·····221
표 78. 차폭등 기준 비교 ·····222
표 79. 제동등 기준비교 ·····223
표 80. 번호등 기준비교 ·····223

표 81. 끝단표시등 기준비교 ·····224
표 82. 후퇴등 기준비교 ·····225
표 83. 도막품질 부착성 판단기준 ·····240
표 84. 제원인증 기준 ·····240
표 85. 소재인증 적합 소재 ·····240
표 86. 도장인증 요구사항 ·····241
표 87. 부품별 장착 방식 ·····241
표 88. 순정형 스테빌라이저바의 시험결과 ·····245
표 89. 스테빌라이저바 평가시험 결과 ·····247
표 90. 브레이크 디스크 성능평가를 구성하는 테스트의 종류 ·····252
표 91. 브레이크 디스크 관련 시험 항목 비교표 ·····253
표 92. 튜닝 브레이크 디스크 인증 평가 기준 요약 ·····254
표 93. 브레이크 디스크 시험 방법 비교표 ·····255
표 94. 브레이크 디스크 시험 방법 비교표 ·····256
표 95. 제동 전 브레이크 온도 비교 ·····257
표 96. 일반 성능 시험 항목 알림표 ·····258
표 97. 브레이크 디스크 시험 샘플 ·····259
표 98. 고급형 브레이크 디스크 두께변화 (mm) ·····261
표 99. 순정형 브레이크 디스크 두께변화 (mm) ·····261
표 100. 저가형 브레이크 디스크 두께변화 (mm) ·····261
표 101. 인테이크 호스의 잠재적 고장형태 및 영향분석(설계 FMEA) ·····262
표 102. 인테이크 호스의 품질 기능 전개(요구사항과 고장모드/메커니즘 매트릭스) ·····263
표 103. 인테이크 호스의 품질 기능 전개(고장모드/메커니즘과 시험 항목 매트릭스) ·····263
표 104. 라디에이터의 잠재적 고장형태 및 영향분석(설계 FMEA) ·····270
표 105. The specifications of radiator heat capacity performance tester ·····274
표 106. 라디에이터 전열성능 성능 평가 조건 ·····275
표 107. 라디에이터 평가 결과표 ·····276
표 108. LED Retrofit 검토 항목 ·····279
표 109. GTB에서 논의되고 있는 광원 종류 ·····280
표 110. LED Retrofit 시험결과 ·····281
표 111. 등화장치를 이용한 광분포 시험 결과 ·····285
표 112. 카스킨 관련 규격번호 및 규격명 ·····287
표 113. 물리적특성 종류 및 시험방법 ·····288
표 114. 내구성 종류 및 조건 ·····288
표 115. 시공성 종류 및 조건 ·····288
표 116. 스프링 특성 값 ·····294
표 117. 튜닝 서스펜션 스프링 특성 값 ·····295
표 118. 스프링 강성 비교 ·····296
표 119. Hard Point 측정 데이터 ·····297
표 120. 주요 차체 부위별 Damage – 단차로 ·····313
표 121. 주요 차체 부위별 Damage – 벨지안로 ·····316

표 122. 시험 차량 중량 측정 결과 ·····322
표 123. 실차 시험 주행조건 ·····322
표 124. 주행조건별 차량조건 별 주행 시험 ·····323
표 125. 차량조건 별 제동거리 정보 비교 ·····335
표 126. 독일 튜닝제도 분석 ·····347
표 127. 튜닝협회 설립 절차 ·····352
표 128. 인증표시 체계 ·····359
표 129. 튜닝부품 분류 및 표기 ·····359
표 130. 튜닝부품 연도 분류 및 표기 ·····359
표 131. 자동차튜닝 분류관점에 따른 정의 ·····360
표 132. 자동차튜닝 관련 산업 분류 ·····361
표 133. 자동차튜닝 직업정보 및 현황 ·····362
표 134. 산업현장 직무능력 수준 ·····363
표 135. 자동차관리법 개정안(제안) ·····363
표 136. 미국 직무능력 구성현황 ·····366
표 137. 독일 만(MAN)의 산업직 직업교육과정 현황(2013년 2월 말) ·····366
표 138. 독일 만(MAN)의 영업직 직업교육과정 현황(2013년 2월 말) ·····367
표 139. 독일 만(MAN)의 직업대학 병행과정 현황(2013년 2월 말) ·····367
표 140. 영국 직무능력 구성현황 ·····368
표 141. 일본 직무능력 구성현황 ·····368
표 142. 일본 자동차대학교의 교육 내용 사례 ·····370
표 143. 토론회 및 설문조사 현황 ·····371
표 144. 튜닝업체 대상 설문조사 항목 ·····372
표 145. 튜닝업체대상 설문결과 ·····373
표 146. 국가자격별 취득자수 현황 ·····376
표 147. 자동차정비 자격증 현황 ·····377
표 148. 자동차정비 자격증 소지자 통계 ·····377
표 149. 업체별 자동차정비 자격증 합격자 통계 ·····378
표 150. 설문조사에 참여한 튜닝숍의 지역별 보유 자격증 분포 (단위 : %, 기업 수) ·····380
표 151. 설문조사에 참여한 튜닝숍의 규모별 보유 자격증 분포 (단위 : %, 기업 수) ·····381
표 152. 자동차정비 관련 자격증 취득 후 튜닝업무경력 보유의 지역별 분포(단위:%,기업수) ·····382
표 153. 자동차정비 관련 자격증 취득 후 튜닝업무경력 보유의 튜닝 숍 규모별 분포(단위:%, 기업 수) ·····383
표 154. 자동차관리법 개정(안) ·····390
표 155. 자동차관리법 시행령 개정(안) ·····397
표 156. 자동차관리법 시행규칙 개정(안) ·····398
표 157. 튜닝산업 활성화에 따른 시장규모 전망 ·····408
표 158. 튜닝산업 활성화에 따른 직·간접적인 일자리 창출 효과 ·····408
표 159. 1차 우수 튜닝업체 선정 업체 ·····420
표 160. 2차 우수 튜닝업체 선정 업체 ·····421
표 161. 한국자동차튜닝협회 설립 허가증 ·····422
표 162. 튜닝부품 인증기관 및 시험가능기관 현황 ·····424

표 163. 튜닝 문화교실 개최 횟수 및 참석 인원 ·····428
표 164. 자동차 튜닝 승인 건수 현황 ·····428
표 165. 자동차 튜닝 문화교실 세부 참석 현황 (2015년도) ·····429
표 166. 국내 자동차 보수용 부품 시장 규모 ·····435
표 167. 자동차 수리비 및 수리부품대 현황 ·····435
표 168. 수입차 수리비 현황 ·····435
표 169. 국산차 및 수입차 전체 수리비 ·····436
표 170. BER 개정 요약 ·····437
표 171. DB구축 조사대상 튜닝부품 ·····438
표 172. DB구축 조사대상 튜닝 업체 ·····438
표 173. 2차년도 튜닝부품 DB 개수 ·····438
표 174. 3차년도 튜닝부품 DB 개수 ·····439
표 175. 소음기 샘플 DB 예시 ·····439
표 176. 바디킷 샘플 DB 예시 ·····440
표 177. 자동차 튜닝산업 진흥 방안 향후 실행계획 ·····442
표 178. 인증기준 도출 항목 및 국외 기준 유무 여부 ·····458

그 림 목 차

그림 1. 세계 자동차 튜닝시장 및 부품업계 시장 현황 ·····10
그림 2. 연구개발 목표 ·····15
그림 3. 튜닝부품 조사 및 분류 ·····19
그림 4. 선호도 조사결과 비교 ·····19
그림 5. 선호도 조사결과 요약정리 ·····20
그림 6. 주요 장치별 재분류 ·····20
그림 7. 중요도별 재분류 ·····22
그림 8. 인증기준 도출 품목 ·····22
그림 9. 중·장기 연구항목 도출 ·····22
그림 10. 휠의 품질검사 절차 ·····33
그림 11. 계장화 압입 시험을 위한 표준 ·····34
그림 12. 계장화 압입 시험 장치 및 결과분석 ·····35
그림 13. 튜닝 휠 계장화 압입시험 ·····35
그림 14. Impact 시험 후 파손 발생(시료7, 시료9) ·····39
그림 15. 휠 시험장비(Cornering Fatigue, Radial Fatigue, Impact) ·····41
그림 16. 마이크로폰 설치 위치 ·····43
그림 17. 운행차 배기소음 측정 모드 ·····43
그림 18. 가속주행소음 시험장 제원 ·····45
그림 19. 튜닝 머플러(휘발유 차량) 가속주행소음 측정 조건 ·····46
그림 20. 마이크로폰 설치 위치 및 운행차 배기소음 측정 모드 ·····46
그림 21. 튜닝 머플러(휘발유 차량) 제품 사진 ·····47
그림 22. 튜닝 머플러(휘발유 차량) 정차시 배기소음 측정 사진 ·····48
그림 23. 튜닝 머플러(휘발유 차량) 제품 장착 사진 ·····48
그림 24. 튜닝 머플러(휘발유 차량) 배기 차압 측정 위치 ·····49
그림 25. 튜닝 머플러(휘발유 차량) 배기 차압 측정 포트 형상 ·····49
그림 26. 머플러 비교 ·····49
그림 27. 머플러(휘발유 차량) 가속주행소음 측정(순정, 복제품, 유니버셜타입) ·····50
그림 28. 튜닝 머플러(경유 차량) 배기 차압 측정 위치 및 형상 사진 ·····51
그림 29. 튜닝 머플러(경유 차량) 차압 측정 사진 ·····51
그림 30. 튜닝 머플러(경유 차량) 제품 장착 사진 ·····51
그림 31. 튜닝 머플러(휘발유 차량) 정차 시 배기소음 평가 결과 ·····53
그림 32. 순정 머플러(휘발유 차량) 배기 차압 측정 결과 ·····54
그림 33. 국내 튜닝 머플러 메이저급(휘발유 차량) 배기 차압 측정 결과 ·····54
그림 34. 국외 튜닝 머플러 복제품(휘발유 차량) 배기 차압 측정 결과 ·····55
그림 35. 튜닝 머플러(휘발유 차량) 배기소음 대비 가속주행소음 분포 ·····56
그림 36. 튜닝 머플러(휘발유 차량) 운행거리 누적 대비 배기소음 측정 결과 ·····58
그림 37. 튜닝 머플러(경유 차량) 정차시 배기소음 측정 사진 ·····59
그림 38. 튜닝 머플러(경유 차량) 정차시 배기소음 평가 결과 ·····59
그림 39. 순정 머플러(경유 차량) 배기 차압 측정 결과 ·····59

그림 40. 국내 튜닝 머플러 메이저급(경유 차량) 배기 차압 측정 결과 ·····60
그림 41. 국외 튜닝 머플러 복제품(경유 차량) 배기 차압 측정 결과 ·····60
그림 42. 튜닝 소음기 시험장비 ·····61
그림 43. 에어필터 샘플 ·····64
그림 44. 국내외 에어필터 청정 효율 측정 사진 ·····65
그림 45. 국내 에어필터(A) 평가 전 · 후 사진 ·····67
그림 46. 국내 에어필터(B) 평가 전 · 후 사진 ·····68
그림 47. 국내 에어필터(C) 평가 전 · 후 사진 ·····68
그림 48. 국외 에어필터 평가 전 · 후 사진 ·····69
그림 49. 국내외 에어필터 통기저항 평가 결과 비교 ·····69
그림 50. 국내외 에어필터 청정 효율 평가 결과 비교 ·····70
그림 51. 국내외 에어필터 포집량 평가 결과 비교 ·····70
그림 52. 국내 에어필터(A) 평가 전 · 후 사진 ·····71
그림 53. 국내 에어필터(B) 평가 전 · 후 사진 ·····72
그림 54. 국내 에어필터(C) 평가 전 · 후 사진 ·····73
그림 55. 국외 에어필터 평가 전 · 후 사진 ·····73
그림 56. 국내외 에어필터 통기저항 평가 결과 비교 ·····74
그림 57. 국내외 에어필터 청정 효율 평가 결과 비교 ·····74
그림 58. 국내외 에어필터 포집량 평가 결과 비교 ·····75
그림 59. 에어필터 청정 효율 측정기 ·····76
그림 60. 국내외 오일필터 측정 사진(평가#1) ·····79
그림 61. 국내외 오일필터 여과 효율 평가 결과 (평가 #1) ·····80
그림 62. 국내외 오일필터 여과 효율 평가 결과 (평가 #2) ·····81
그림 63. 국내외 오일필터 여과 효율 평가 결과 (평가 #3) ·····82
그림 64. 국내외 오일필터 여과 효율 측정 사진 ·····82
그림 65. 광학시험실 구성 ·····84
그림 66. 옆면표시등 시험 샘플 ·····85
그림 67. 옆면표시등 색도시험 결과 ·····85
그림 68. 보조제동등 시험 샘플 ·····86
그림 69. 보조제동등 색도시험 결과 ·····87
그림 70. 주간주행등 시험 샘플 ·····87
그림 71. 주간주행등 색도시험 결과 ·····89
그림 72. 쇽업소버의 구조 ·····92
그림 73. 자동차 현가계 구조 ·····92
그림 74. 쇽업쇼버의 감쇠력 특성 ·····93
그림 75. 쇽업소버의 종류 ·····94
그림 76. 튜닝 쇽업소버 구분 ·····94
그림 77. 쇽업소버의 품질 문제 ·····94
그림 78. 쇽업소버 감쇠력 범위 ·····97
그림 79. 감쇠력 특성 시험 결과 예시 ·····99
그림 80. 굽힘강도시험 고정 방법 ·····100

그림 81. 굽힘강도 시험 결과 기록 방법 ·····100
그림 82. 감쇠력 특성 시험기 ·····101
그림 83. 대상내구 특성 시험기 ·····102
그림 84. 대상내구시험 샘플과 시험 장치 ·····106
그림 85. 굽힘강도시험 샘플과 시험장치 ·····107
그림 86. 수입(빌스타인)의 댐퍼 기본 성능 ·····107
그림 87. 국산(네오테크)의 댐퍼 기본 성능 ·····107
그림 88. 국산(실크로드)의 댐퍼 기본 성능 ·····108
그림 89. 댐핑 특성 변화: 국산(네오테크) ·····108
그림 90. 댐핑 특성 변화: 국산(실크로드) ·····109
그림 91. 댐핑 특성 벼화: 수입(빌스타인) ·····109
그림 92. 댐핑특성변화: 국산(실크로드) ·····110
그림 93. 댐핑 특성 변화 비교 ·····110
그림 94. 시험결과 : 국산 A사(550,010사이클 후 누유 발생) ·····111
그림 95. 시험결과 : 수입 A사 : 781,663사이클 후 누유 발생 ·····111
그림 96. 굽힘강도 시험결과(하중-변위 선도 비교) ·····112
그림 97. 브레이크 캘리퍼의 작동 원리 ·····113
그림 98. 캘리퍼의 주요 구성 부품 ·····113
그림 99. 튜닝용 캘리퍼의 종류 ·····115
그림 100. 튜닝용 브레이크 디스크 ·····115
그림 101. 2포트 순정 캘리퍼 시험 장치 및 시료장착 ·····123
그림 102. 2포트 순정 캘리퍼 유압누설시험 결과 ·····124
그림 103. 2포트 순정 캘리퍼 잔류드래그 측정시험 결과 ·····124
그림 104. 2포트 튜닝 캘리퍼 시험 장치 및 시료장착 ·····124
그림 105. 2포트 튜닝 캘리퍼 유압누설시험 결과 ·····125
그림 106. 2포트 튜닝 캘리퍼 잔류드래그 시험 결과 ·····125
그림 107. 잔류 드래그 시험기 구성 ·····128
그림 108. 사이클 복합내구 시험기 ·····128
그림 109. 브레이크 패드의 작동 상태와 해부도 ·····129
그림 110. 마찰 성능 시험 샘플 ·····133
그림 111. 마찰 시험기(Chase friction material test system, Link Engineering Company, Plymouth, Michigan, U.S.A.) ··136
그림 112. 타이어 구조 ·····137
그림 113. 타이어 표기 사례 ·····137
그림 114. 타이어 형태 ·····140
그림 115. 타이어 표기의 예 ·····141
그림 116. 트레드 강도 시험장비 ·····143
그림 117. 비드이탈 강도 시험장비 ·····143
그림 118. 내구성능 및 고속 시험장비 ·····143
그림 119. 오일쿨러 방열 성능 시험 ·····147
그림 120. 튜닝 오일쿨러 실차 장착부 및 계측부 ·····149
그림 121. 오일 바이패스 밸브 장착부 상세 ·····149

그림 122. 오일 바이패스 밸브 장착 방법 ·····150
그림 123. 자동변속기 오일쿨러 튜닝 시스템 레이아웃 ·····151
그림 124. 오일쿨러 기밀 시험 후 상세 ·····151
그림 125. 오일쿨러 파괴 시험 상세 사진 ·····152
그림 126. 오일쿨러 방열 성능 평가 결과 - 방열량 ·····153
그림 127. 오일쿨러 방열 성능 평가 결과 - 압력 손실 ·····153
그림 128. 실차 성능 시험용 주행 코스 개략도 ·····154
그림 129. 오일쿨러 실차 성능 시험에서의 각 계측부 온도 분포 ·····155
그림 130. 오일쿨러 방열 성능 시험 장치 ·····156
그림 131. 오일 캐치탱크 작동 원리 설명도 ·····156
그림 132. 튜닝 오일 캐치탱크의 내부 구성도 ·····157
그림 133. 오일 캐치탱크 분리 효율 시험 장치 계통도 ·····160
그림 134. 오일 캐치탱크 분리 효율 시험 장치 계통도 ·····162
그림 135. 오일 캐치탱크 실차 장착부 사진 ·····163
그림 136. 오일 캐치탱크 기밀 시험 불만족 사례 ·····164
그림 137. 오일 캐치탱크 기밀 시험 후 상세 사진 ·····164
그림 138. 오일 캐치탱크 평가 결과 - 유동 차압 ·····165
그림 139. 오일 캐치탱크 평가 결과 - 유량 대비 분리 효율 ·····166
그림 140. 오일 캐치탱크 평가 결과 - 차압 대비 분리 효율 ·····166
그림 141. 오일 캐치탱크 헤드 커버의 내부 구조 ·····167
그림 142. 오일 분리기 순정 부품 내부 상세 구조 ·····167
그림 143. 튜닝 오일 캐치탱크의 올바른 예시 ·····168
그림 144. 에어클리너 어셈블리 성능 시험 장치 ·····175
그림 145. 중국산 오픈형 에어필터(A) 성능 시험 사진 ·····176
그림 146. 중국산 오픈형 에어필터(B) 성능 시험 사진 ·····176
그림 147. 대만산 오픈형 에어필터(A) 성능 시험 사진 ·····177
그림 148. 대만산 오픈형 에어필터(B) 성능 시험 사진 ·····177
그림 149. 미국산 오픈형 에어필터(A) 성능 시험 사진 ·····178
그림 150. 오픈형 에어필터 시험 결과 - 통기 저항 ·····178
그림 151. 오픈형 에어필터 시험 결과 - 청정 효율 ·····179
그림 152. 오픈형 에어필터 시험 결과 - 더스트 포집량 ·····179
그림 153. 에어클리너 어셈블리 성능 시험 장치 ·····180
그림 154. 협대역 방사시험 ·····185
그림 155. 변조된 신호 ·····185
그림 156. 전자파 내성 시험 장면 ·····186
그림 157. 전동성 장애 허용시험 장면 ·····186
그림 158. 자동차 전원 안전성 시험 장면 ·····187
그림 159. 환경 성능 시험 장면 ·····187
그림 160. 데이터 저장 및 보존 성능 시험 장면 ·····188
그림 161. 네비게이션 시험 샘플 ·····201
그림 162. 네이게이션 협대역 방사시험 장면 ·····202

그림 163. 변조된 신호 ····202
그림 164. 네비게이션 내성시험 장면 ····203
그림 165. 네비게이션 전도성 장해 허용시험 장면 ····204
그림 166. 네비게이션 환경 성능 시험 장면 ····204
그림 167. 네비게이션 과도전도 내성시험 장면 ····208
그림 168. DMB 화면 차단 기능 장면 ····209
그림 169. 가시광선 투과율 별 판매분포(수량 기준) ····213
그림 170. 태양 에너지 분포 ····217
그림 171. 분광 측정기 ····219
그림 172. 등화장치의 종류 ····219
그림 173. 광도 및 색도 측정 ····227
그림 174. 시험차종별 시험샘플 ····228
그림 175. 끝단표시등 시험샘플 ····230
그림 176. 번호등 시험샘플 ····230
그림 177. 방향지시등 시험장면 ····231
그림 178. 후미등 시험장면 ····232
그림 179. 차폭등 시험장면 ····233
그림 180. 제동등 시험장면 ····234
그림 181. 번호등 시험장면 ····235
그림 182. 끝단표시등 시험장면 ····236
그림 183. 후퇴등 시험장면 ····237
그림 184. 비철금속 도막 시험방법 ····240
그림 185. 스테빌라지어져바의 고장모드 ····242
그림 186. 스테빌라이져바의 장착 개념도 ····243
그림 187. 비틀림 내구 시험장치 개략도 ····243
그림 188. 비틀림 강성 측정시험 개략도 ····243
그림 189. 시험용 튜닝 스테빌라이저바 ····244
그림 190. 튜닝 스테빌라이저바의 비틀림 내구시험 ····244
그림 191. 튜닝 A사 스테빌라이저바의 시험결과 ····246
그림 192. 튜닝 B사 스테빌라이저바의 시험결과 ····246
그림 193. 계장화압입시험을 통한 소재특성 측정 ····248
그림 194. 순정형 스테빌라이저바의 소재특성 ····248
그림 195. 튜닝 A사 스테빌라이저바의 소재특성 ····248
그림 196. 튜닝 B사 스테빌라이저바의 소재특성 ····249
그림 197. 디스크 재질 튜닝의 예 ····250
그림 198. 솔리드 디스크와 벤틸레이티드 디스크의 예 ····251
그림 199. 디스크 가공의 예 ····251
그림 200. 브레이크 디스크 성능평가 시험 ····259
그림 201. 순정형 디스크 시험결과 ····260
그림 202. 고급형 디스크 시험결과 ····260
그림 203. 저가형 디스크 시험결과 ····260

그림 204. 브레이크 디스크 DTV 측정 위치 ····260
그림 205. 실리콘 호스 ····264
그림 206. 흡기 실리콘 호스 실차 적용 (오픈형 에어필터 포함) ····265
그림 207. 레이저 변위 센서 ····265
그림 208. 레이저 변위 센서의 실차 장착상태 상세 사진 ····266
그림 209. 흡기호스 압력 계측을 위한 실차 장착상태 상세 사진 ····266
그림 210. 흡기 실리콘 호스 실차 (예비) 성능평가 결과 ····267
그림 211. 튜닝 흡기호스의 실차 진동 주파수 및 변위 측정 사진 ····268
그림 212. 내압시험기 및 고온 챔버 ····269
그림 213. 라디에이터 결함 분석 ····271
그림 214. 라디에이터 방열 성능 시험 장치 ····273
그림 215. 라디에이터 전열 성능 평가 장비 개요 ····275
그림 216. Radiator capacity performance tester ····275
그림 217. BK 3.8 튜닝 라디에이터 평가 ····275
그림 218. BK 3.8 순정 라디에이터 평가 ····276
그림 219. 라디에이터 전열성능시험기 ····277
그림 220. LED Retrofit 광원 예 ····277
그림 221. H4 광원 치수 예 ····278
그림 222. 전조등 컷오프선 흐트러짐 발생 ····278
그림 223. 후미등에 LED Retrofit 광원 설치 예 ····278
그림 224. 필라멘트 크기 ····280
그림 225 LED Retrofit 시험샘플 ····280
그림 226. LCL 측정 사진 ····284
그림 227. 광원별 광도 저하 ····285
그림 228. 업체 의견수렴 사진 ····286
그림 229. 카스킨의 원리 ····286
그림 230. 자동식 압착 장치의 보기 ····288
그림 231. 수동식 압착 장치의 일례 ····288
그림 232. 시범사업의 추진 목적 ····290
그림 233. 차량동역학 모델 구축 과정 ····290
그림 234. 서스펜션 튜닝에 따른 차체 영향도 분석 절차 ····291
그림 235. 대상차량 및 제원 ····291
그림 236. 대상차량 중량 측정 ····292
그림 237. 대상차량 서스펜션 구조 조사 ····292
그림 238. 대상차량 관성 모멘트 조사 ····293
그림 239. 스프링 특성시험(전륜 스프링, 후륜 스프링) ····293
그림 240. 댐프 특성 시험 및 측정결과 ····294
그림 241. 댐퍼 특성 시험결과 ····295
그림 242. 튜닝 서스펜션 댐퍼 측정결과 및 특성 ····296
그림 243. 댐퍼 특성 비교 ····296
그림 244. Hard Point 측정 ····297

그림 245. Hard Point 기반의 Full Car 모델 구성 ····298
그림 246. Hard Point 기반의 전륜 및 후륜 모델 구성 ····298
그림 247. 대상차량 동역학 해석 모델 구축(전륜 및 후륜) ····298
그림 248. 전륜 동역학 모델 K&C 평가 ····299
그림 249. 후륜 동역학 모델 K&C 평가 ····299
그림 250. 전차량 동역학 해석 모델 ····299
그림 251. 전차량 동역학 해석 모델 ····299
그림 252. 전륜 동역학 해석 모델 비교 ····300
그림 253. 후륜 동역학 해석 모델 비교 ····300
그림 254. 유연체 기반의 전 차량 동역학 해석 모델 ····300
그림 255. 동역학 해석용 댐퍼 특성 비교 ····301
그림 256. 순정 댐퍼 대비 Case_1, Case_2 비교 ····301
그림 257. 튜닝 댐퍼 대비 Case_3, Case_4 비교 ····302
그림 258. 특수로(단차로, 벨지안로) ····302
그림 259. 단차로 전륜 왼쪽 RLDA 데이터 ····303
그림 260. 단차로 전륜 오른쪽 RLDA 데이터 ····303
그림 261. 단차로 이벤트 하중 – FL, Fz ····303
그림 262. 벨지안로 전륜 왼쪽 RLDA 데이터 ····304
그림 263. 벨지안로 전륜 오른쪽 RLDA 데이터 ····304
그림 264. 동역학 해석 조건 설정 ····304
그림 265. 단차로 동역학 해석 결과–전륜 ····305
그림 266. 단차로 마운트 부 하중 비교 – FL, Fz ····306
그림 267. 벨지안로 동역학 해석 결과 – 전륜 ····307
그림 268. 벨지안로 마운트 부 하중 비교 – FL, Fz ····308
그림 269. 차체 하부 FE 모델 ····309
그림 270. 휠 하우스 역설계 및 FE 모델 ····309
그림 271. 차체 하부 FE 모델 – 휠하우스 모델 반영 ····310
그림 272. 대상차량 단위하중 구조해석 결과 ····311
그림 273. 단차로 서스펜션 별 내구해석 결과 ····312
그림 274. 주요 차체 부위별 Damage 비교 – 단차로 ····313
그림 275. 벨지안로 서스펜션 별 내구해석 결과 ····315
그림 276. 주요 차체 부위별 Damage 비교 – 벨지안로 ····316
그림 277. 시험자동차 제원 ····318
그림 278. 튜닝차량 구성 부품 ····319
그림 279. 17인치 휠, 타이어 장착 차량 ····319
그림 280. 19인치 휠, 타이어 장착 차량 ····319
그림 281. 실차측정 계측장치 ····320
그림 282. 차체 손상도 측정을 위한 스트레인게이지 부착 ····321
그림 283. 순정차량 공차 중량측정 ····321
그림 284. 17인치 차량 중량 측정 ····322
그림 285. 19인치 차량 중량 측정 ····322

그림 286. 실차 시험 주행시험로(벨지안로, 단차로, 빨래판로, 장파형로) ·····322
그림 287. 휠 하중 측정(벨지안로) ·····324
그림 288. 휠 하중 측정(브레이킹) ·····324
그림 289. 휠 하중 측정(단차로) ·····325
그림 290. 휠 하중 측정(슬라럼) ·····325
그림 291. 휠 하중 측정(빨래판로) ·····326
그림 292. 휠 하중 측정(장파형로) ·····326
그림 293. 벨지안로 60km/h 댐퍼마운트 스트레인게이지 측정 값 ·····327
그림 294. 브레이킹 댐퍼마운트 스트레인게이지 측정 값 ·····327
그림 295. 단차로 20km/h 댐퍼마운트 스트레인게이지 측정 값 ·····327
그림 296. 슬라럼 60km/h 댐퍼마운트 스트레인게이지 측정 값 ·····328
그림 297. 빨래판로 40km/h 댐퍼마운트 스트레인게이지 측정 값 ·····328
그림 298. 장파형로 60km/h 댐퍼마운트 스트레인게이지 측정 값 ·····328
그림 299. 벨지안로 60km/h 댐퍼마운트 스트레인게이지 측정 값 ·····329
그림 300. 브레이킹 댐퍼마운트 스트레인게이지 측정 값 ·····329
그림 301. 단차로 20km/h 댐퍼마운트 스트레인게이지 측정 값 ·····330
그림 302. 슬라럼 60km/h 댐퍼마운트 스트레인게이지 측정 값 ·····330
그림 303. 빨래판로 40km/h 댐퍼마운트 스트레인게이지 측정 값 ·····330
그림 304. 장파형로 60km/h 댐퍼마운트 스트레인게이지 측정 값 ·····331
그림 305. 너클 수직방향 가속도비교 ·····332
그림 306. Von Mises Stress 비교 ·····332
그림 307. Von Mises Stress Range Pair 비교 ·····333
그림 308. 댐퍼마운트 부 Von Mises Stress 비교 ·····333
그림 309. Range Pair비교 - FL ·····334
그림 310. Range Pair비교 - FR ·····334
그림 311. 급제동 시 주행방향 가속도 변화 ·····335
그림 312. 차체 Pitch 각도 비교 ·····335
그림 313. Von Mises Stress 비교 ·····336
그림 314. Von Mises Stress Range Pair 비교 ·····336
그림 315. FR_z 너클 가속도 비교 ·····337
그림 316. Von Mises Stress 비교 ·····337
그림 317. Von Mises Stress Range Pair 비교 ·····337
그림 318. 댐퍼마운트 부 Von Mises Stress 비교 ·····338
그림 319. Range Pari 비교 – FL ·····338
그림 320. Range Pari 비교 – FR ·····338
그림 321. 차체 Lateral 가속도 비교 ·····339
그림 322. 차체 Roll 각도 비교 ·····339
그림 323. Von Mises Stress 비교 ·····339
그림 324. Von Mises Stress Range Pair 비교 ·····340
그림 325. 댐퍼마운트 부 Von Mises Stress 비교 ·····340
그림 326. Range Pair비교 - FL ·····341

그림 327. Range Pair비교 - FR ·····341
그림 328. FL_z 너클 가속도 비교 ·····341
그림 329. Von Mises Stress 비교 ·····342
그림 330. Von Mises Stress Range Pair 비교 ·····342
그림 331. FL_z 너클 가속도 비교 ·····342
그림 332. Von Mises Stress 비교 ·····343
그림 333. Von Mises Stress Range Pair 비교 ·····343
그림 334. 주행속도별 Von Mises Stress Range Pair 비교 ·····343
그림 335. 차체 Down 가속도 비교 ·····344
그림 336 차체 Roll 각도 비교 ·····344
그림 337. Von Mises Stress 비교 ·····344
그림 338. Von Mises Stress Range Pair ·····344
그림 339. 실차시험을 통한 튜닝차량 특성분석 ·····345
그림 340. 국내 구조변경 절차 ·····346
그림 341. 튜닝 개선점 조사결과 ·····346
그림 342. StVZO와 UNECE의 관계 ·····349
그림 343. StVZO 적용 ·····349
그림 344. 일본의 구조변경 및 민간인증 절차 ·····349
그림 345. 제품 부착 스티커 ·····350
그림 346. 제품 부착 스티커 ·····350
그림 347. 국내·외 튜닝관련 법령 현황 ·····350
그림 348. 자동차관리법 개정 관보 ·····351
그림 349. 인증 및 시험기관 ·····352
그림 350. 국외 튜닝협회 ·····352
그림 351. 한국자동차튜닝협회 법인설립 허가증 ·····353
그림 352. 자동차관리법 시행규칙 ·····354
그림 353. 인증기관 지정 공고 및 지정서 ·····357
그림 354. 튜닝부품 인증제도 프로세스 ·····357
그림 355. 튜닝부품 인증절차 ·····358
그림 356. 인증표시 ·····358
그림 357. 설문조사에 참여한 튜닝숍의 보유 자격증(단위: %, 기업 수) ·····379
그림 358. 튜닝 숍 엔지니어 기술의 수준 (단위 : %, 기업 수) ·····380
그림 359. 자동차정비 관련 자격증 취득 후 튜닝업무 경력 (단위 : %, 기업 수) ·····382
그림 360. 튜닝업종 종사자 보유 자격증 현황 ·····384
그림 361. 튜닝기술적 난이도 ·····384
그림 362. 새로운 튜닝 자격증제도 도입 응답결과 ·····385
그림 363. 공인기관 인정가능 제도 도입 응답결과 ·····385
그림 364. 튜닝교육과정 기본개념도 ·····386
그림 365. 자동차정비 전문가 인력의 변화 ·····387
그림 366. 튜닝 전문인력양성을 위한 추진체계 ·····389
그림 367. 튜닝산업 분야별 업체 수 동향 (단위: 개) ·····406

그림 368. 튜닝산업 분야별 종사자 수 동향 (단위: 명) ·····407
그림 369. 튜닝산업 분야별 매출액 동향 (단위: 백만원) ·····407
그림 370. 자동차 튜닝 매뉴얼(1차년도) ·····409
그림 371. 자동차 튜닝 매뉴얼(2차년도) ·····410
그림 372. 세부 업무규정 ·····410
그림 373. 불법튜닝방지 포스터 ·····411
그림 374. 자동차 튜닝 매뉴얼(3차년도) ·····411
그림 375. 불법튜닝방지포스터 ·····412
그림 376. 세부 업무규정 ·····412
그림 377. 튜닝카 경진대회 일정 ·····413
그림 378. 튜닝 활성화 세미나 실시 ·····414
그림 379. 예쁜 튜닝카 선발대회 결과 ·····414
그림 380. 슬라럼 경연 장면 ·····415
그림 381. 튜닝카 및 부품 전시 ·····415
그림 382. 튜닝카 경진대회 주요 사진 ·····415
그림 383. 튜닝카 경진대회 국제 세미나 ·····417
그림 384. 튜닝카 경진대회 장면 ·····418
그림 385. 튜닝부품 전시 ·····418
그림 386. 우수튜닝업체 및 특허청 부스 ·····418
그림 387. 튜닝카 경진대회 주요사진 ·····419
그림 388. 인증기관 지정서 ·····422
그림 389. 중장기 사업계획 ·····423
그림 390. 인증기관 및 시험가능기관 지역별 위치 ·····427
그림 391. 튜닝 문화교실 개최 ·····428
그림 392 용도별 자동차 보수용 부품 분류 ·····433
그림 393 유통경로 별 자동차 보수용 부품 분류 ·····434
그림 394. 자동차 튜닝산업 진흥 방안 ·····441
그림 395. 튜닝 홍보 체계 ·····443
그림 396. 국회 정책 세미나 개최 ·····444
그림 397. 튜닝 활성화 세미나 개최 ·····445
그림 398. 튜닝 국제세미나 ·····446
그림 399. 연구개발 목표 체계도 ·····449

제1장 연구개발과제 개요

제1장 연구개발과제 개요

1절 연구개발의 추진배경 및 필요성

1. 연구개발 추진배경

○ 미국, 독일, 일본 등을 포함한 자동차 선진국은 이미 자동차 튜닝(부품 포함)에 대한 인증제도 시행으로 적절한 수준의 자동차 튜닝 허용과 단속이 조화된 효율적인 시스템을 기반으로 운전자가 직접 차체를 만들어 운행할 만큼 자동차 튜닝이 선진화되어 있음

○ 이에 반해, 국내 자동차관리법은 획일적 기준을 고수하고 있어 튜닝대상 및 범위가 불명확하여 구조변경이 어렵고, 불법적인 개조 및 튜닝에 대한 사후관리 미흡 등의 문제가 발생하고 있어 국내 튜닝산업의 경쟁력이 약화되고 있음

○ 현재 국내 자동차 산업은 질적·디자인적 수준이 눈에 띄게 발전했음에도 불구하고, 자동차 튜닝은 단속의 대상이자 불법으로 치부되었고, 튜닝문화를 이해하는 전문가의 부족, 미비한 관련 법규 등으로 인해 세계화 추세에 적절히 대응하지 못함

○ 국산 자동차의 위상이 높아졌지만 중요한 튜닝 시스템 또는 부품 분야 중 세계를 대표하는 독자적인 특허 등은 많이 부족한 상황임. 그러나 국내의 자동차 튜닝산업의 기술발전에 핵심적인 역량을 발휘한다면, 국내 자동차 산업의 전반적인 위상을 향상시킬 수 있을 것으로 예상됨

○ 자동차 튜닝은 자동차 신기술을 개발하는 첨단 시험장이며, 개성이 표현된 나만의 자동차를 구현할 수 있는 자동차 문화의 대표적인 영역이며 모터스포츠와도 상호·발전하여 더욱 풍부한 선진형 자동차 문화를 구축할 수 있는 새로운 분야임

○ 일본은 자동차 튜닝관련 협회에서 튜닝부품을 엄격하게 관리하고, 시장에 유통시켜 신뢰성이 매우 높고, 부품시장 활성화에도 기여하고 있음. 일본의 튜닝시장은 약 20조원에 이르며 국내시장을 일본의 20%만 고려해도 4조원의 튜닝부품 시장이 확보될 것으로 예상됨

○ 자동차 튜닝은 자동차의 산업적·문화적 균형발전에 핵심적인 전환점이 될 수 있으며, 자동차 튜닝산업의 활성화를 통해 새로운 시장 창출과 자동차 기술 개발, 모터스포츠 발전, 청년 일자리 고용 창출과 같은 일석다조의 효과를 기대할 수 있음

○ 따라서 자동차 튜닝산업 활성화를 통해 부품산업의 기술개발 촉진, 자동차 불법 구조변경에 따른 문제점 해소, 튜닝부품에 대한 신뢰성 확보를 위하여 튜닝대상 부품의 안전성 확보 및 품질 검증에 대한 준비가 필요함

- 이러한 이유로 튜닝에 대한 법규를 재정비하고, 선진화된 시스템을 도입하여 튜닝을 제2의 자동차 산업으로 발전시킬 수 있는 체계적인 기반을 마련하기 위해
- 자동차 튜닝부품의 안전성 및 품질 검증에 필요한 인증기준 및 평가기술 개발 연구가 필요함

2. 연구개발 필요성

가. 법 · 제도적 측면

○ 튜닝부품의 품질 및 안전성 평가 기술확보와 더불어 튜닝산업 발전을 위해서는 자동차 튜닝관련 인증제도를 포함하는 법과 제도의 정비가 필요

- 국내 튜닝과 관련된 전문적이고, 독자적인 법령은 존재하지 않고 튜닝을 할 수 있는 법적 근거는 자동차관리법 제34조, 시행령 8조, 시행규칙 제55조임
- 위 규정에는 46개의 경미한 구조 · 장치의 변경이 규정되어 있으나, 튜닝부품의 품질 및 안전과 관련된 구체적이고 실효성 있는 규정이 부족함

○ 자동차 튜닝부품에 대한 품질확보를 위한 인증기준 및 성능평가 기술개발을 위해서는 위 규정에 대한 제 · 개정이 필요함

나. 기술적 측면

○ 자동차 튜닝부품에 대한 인증기준 및 평가기술 제시로 불법적인 자동차 튜닝이 제한되어 튜닝에 대한 부정적인 인식의 개선되며, 인증된 부품 사용으로 불법 구조변경이 해소될 것으로 판단됨

- 인증된 튜닝부품 사용으로 불법 구조변경 감소를 유도하여 자동차 교통사고 예방효과가 발생됨
- 자동차 튜닝부품의 품질향상, 안전성 확보를 위한 기술개발, 안전성 시험평가 기술 향상은 소비자 요구 및 기업경쟁력 강화에 필수적임

○ 자동차 튜닝부품의 품질 확보, 안전기준 정립, 인증제도 도입 및 시행 경험, 평가기술 개발 등은 세계 튜닝시장에서의 경쟁력 확보에 매우 중요하며 튜닝부품 인증제도의 도입 및 시행으로 축적된 경험과 노하우는 향후 국제표준화기구(ISO) 세계 표준에서 선도적 역할을 수행할 수 있음

○ 튜닝부품의 안전성 확보를 위한 인증 및 안전성 평가기술은 자동차 안전정책의 주요 수단이 되어야 하며 안전기준에 적합한 국산 부품생산 기술은 국내 시장은 물론 국산 튜닝부품의 수출 및 국제시장에서의 경쟁력 강화에 초석이 될 수 있음

다. 경제 · 산업적 측면

○ 소비자가 안전성이 검증된 튜닝부품을 구입 · 장착할 수 있다면 해당 부품에 대한 신뢰성이 향상될 수 있으며, 이러한 부품을 개발 · 생산하는 제작자는 안전성에 대한 인증을 받고 판매할 수 있으므로 시장개척 및 자동차 튜닝부품 개발 활성화가 예상됨

○ 자동차 튜닝부품에 대한 품질 · 성능 확보를 위한 인증제도 도입, 안전성 확보를 위한 법 · 제도적 개선 등은 튜닝산업 발전 및 경쟁력 강화 그리고 중소업체의 고용창출 효과가 높을 것으로 예상됨

○ 한국자동차산업협회에 따르면 국내 튜닝시장은 연간 5,000~1조원 수준이나 합법화될 경우 연간 3~5조원 수준으로 성장할 수 있고, 연간 고용창출 효과도 매우 높은 것으로 예측한 바 있음

- 일본의 경우 튜닝시장 규모가 20조원 규모이며, 국내 튜닝시장도 최근 5,000~1조원 수준 규모로 집계되고 있으며 규제완화시 5조원의 시장이 형성될 것으로 예측되고 있음

○ 그러나 아직 국내 튜닝시장은 부정적인 인식이 높은 상태임. 향후 국내에서 튜닝시장이 확대 · 개방되면 국외 유명 자동차 부품업체들의 시장진출이 가속화될 것으로 예측됨.

라. 사회 · 문화적 측면

○ 튜닝은 자동차 소유자들의 독특한 개성을 나타내는 수단이며, 이와 더불어 감성, 상징 등을 표현하고 있음

- 튜너들은 자동차 구매보다 튜닝에 더 많은 지출을 하고 있으며, 튜너간 정보교환이 동호회들을 중심으로 활발하게 확산되고 있음
- 그 결과 튜닝을 선호하는 마니아층을 중심으로 “튜닝족”이라는 용어가 나타났음

○ 그러나 튜닝과 관련된 법과 제도에 대한 인식부족으로 인해 시장에서 혼란이 지속적으로 발생하고 있어 튜닝시장 활성화에 대한 기대감이 떨어지고 있음

○ 자동차 튜닝은 단순 부품교체의 수준이 아니라 자동차를 새롭게 설계 · 제작하는 수준의 기술로 기존 정비와는 차이가 있고, 이를 통해 자동차 문화로 확산되어야 하나 국내 여건상 부족한 부분이 많았음

○ 사회 · 문화적으로 자동차 생산 5위국 위상에 적절한 자동차 산업발전과 문화가 어우러진 선진 튜닝문화 구축의 기반마련이 필요함

제2장 국내외 기술 및 산업 동향

제2장 국내외 기술 및 산업 동향

1절 국내 기술 및 산업 동향

○ 국내 자동차 튜닝기술 및 시장은 완성차 시장 규모에 비해 매우 작음. 국내 자동차 튜닝 시장에 대한 공식 통계가 없어 집계는 어려우나, 조사기관에 따라 약 1,000억 ~ 1조원 정도로 추정

표 1. 자동차 튜닝시장 성장 추이

(단위 : 억 원)

2006	2007	2008	2009
4,400	5,600	7,280	10,000

– 국내 튜닝시장을 크게 예상한 통계치인 1조원을 적용하더라도 신차시장 대비 튜닝시장 규모는 미국의 1/2, 일본의 1/5 수준에 불과함

표 2. 한국, 일본, 미국의 신차시장 대비 튜닝시장 규모

국가	자동차 개조시장 규모(A)	신차 시장 규모(B)	(A/B)*100
한국	1조 원	120만 대	0.8
일본	20조 원	570만 대	3.5
미국	32조 원	1650만 대	1.9

○ 국내에는 약 500여개의 자동차 튜닝관련 업체가 있으나, 튜닝보다는 정비를 주력으로 하는 소규모업체이며 국내 완성차 업계와의 연계성도 약함

– 카렉스, 모비스카페, 스피드메이트 등 대형 부품 정비 체인에서 자동차 튜닝용 부품을 제작 판매하는 것이 일반적이며 튜닝을 주력으로 하는 업체는 소수임
– 해외의 경우 완성차 업체가 튜닝업체를 소유하거나 전문 완성차 차종을 정해놓고 자국 완성차 업체와 연계하여 전문적 자동차 튜닝을 하는 경우가 대부분이나, 국내에서는 완성차 업계와 연계는 낮은 수준임
– 기아자동차는 2008년 국내 완성차 업계로는 최초로 튜온(Tuon)을 런칭하였고, 현대자동차는 2010년 튜익스(Tuix)를 선보임

○ 국내 자동차 튜닝에 대한 소비자(국민) 관심이 높아 성장 가능성이 높은 것으로 평가되고 있으며, 전문가들은 소득 증가에 따라 튜닝수요 및 모터스포츠가 활성화될 경우 국내 튜닝시장 규모는 4~5조에 달할 것으로 예상

○ 제도개선으로 국내 자동차 튜닝산업 성장 시 국내 완성차 업체의 경쟁력 강화 뿐 아니라 부품산업 등 A/S 시장의 동반성장이 기대됨

2절 국외 기술 및 산업 동향

○ 세계 자동차 튜닝시장은 약 100조원 규모로 북미, 유럽, 일본 등 선진국 시장이 전체 시장의 90% 이상을 차지하고 있음

- 2007년 세계 자동차 튜닝시장 규모는 104조원에 달하며 이는 연 약100조원 정도의 시장 크기를 가지고 있는 조선 산업과 비슷한 규모
- 2007년 기준으로 북미시장이 44조원으로 가장 큰 규모이며, 일본이 25조원, 유럽이 24조원으로 세계 시장의 대부분을 선진국 시장이 차지
- 미국은 모터스포츠와 함께 자동차 튜닝산업이 가장 발달한 국가로, 2010년 자동차 특수 부품 업계 매출액이 2010년 286억 달러(약 31조 7,000억)에 달함 (자동차 튜닝용 부품 업계 조합인 SEMA 가입 업체만 6,648개에 이름)

○ 자동차 튜닝 부품 생산업체 또한 북미, 일본, 유럽업체의 비중이 가장 크며, 북미업체 47%, 유럽업체 35 %, 일본업체 11%의 기술력 및 시장점유율을 가짐

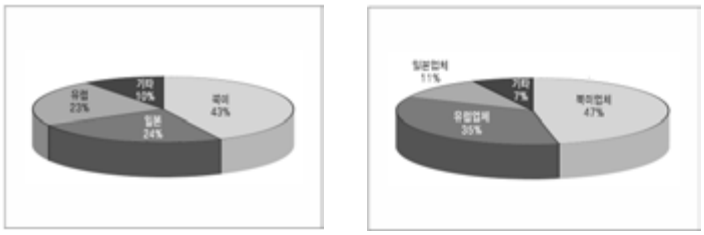


그림 1. 세계 자동차 튜닝시장 및 부품업계 시장 현황

○ 미국, 일본, 유럽 등 주요 선진국 시장은 2008년 이전까지 크게 성장하였으며, 세계 경기 축소와 함께 성장세가 둔화되었으나 최근 수요가 다시 증가

- 경제위기 이전인 2007년까지 선진국 자동차 튜닝용품 시장은 미국이 연 4~12%, 스웨덴이 연 20%, 프랑스 연 32.3% 등 꾸준한 성장세를 보임
- 독일은 지난 몇 년간 신차 수요가 낮은 수준을 유지하였으나, 자동차 튜닝 등 A/S 매출은 꾸준히 증가하는 추세를 보임
- 미국은 2008년 경제위기 이후 자동차 경기 둔화로 수요가 크게 감소하였으며, 2010년도에 자동차 시장 회복으로 소폭 상승하여 2004년 수준으로 회복

표 3. 주요 국가별 자동차 튜닝시장

국가	내용
미국	$318억(2007년), $286억(2010년), 2001년부터 꾸준히 연 4~12% 성장
일본	25조원(2007년), 성능향상을 위한 퍼포먼스 튜닝부문만 약 1조 5,097억 엔 규모 추정
독일	56조원(2004년), 수출이 50% 이상. 애프터마켓 시장 중 60%를 자동차 개조용 부품이 차지
프랑스	$2.5억(2005년), $1.3억(1999년)1994~2005년간 연평균 32.3% 성장
스웨덴	$1억~2억(퍼포먼스 휠, 퍼포먼스 타이어 포함) 연평균 20% 성장 Volvo, Saab, 폭스바겐, 아우디, BMW 등이 주요 개조 모델
영국	자동차 개조산업 규모가 £50억 이상, 4만 명의 고용창출효과
중국	$120~150억 (2008), 자동차 수요 증가와 함께 시장 규모 지속 성장

자료 : SEMA, The U.S. Commercial Service

○ 신흥 시장인 중국, 브라질 등 신흥 시장의 크기는 미국 시장보다 작은 수준이나, 신차 시장이 증가함에 따라 자동차 튜닝용품 시장 또한 빠르게 성장 예상

- 2008년 중국의 자동차 튜닝시장 규모는 $120억 ~ $150억에 달하는 것으로 추정되며, 신차 시장 증가율이 2009년 50%를 초과하는 등 증가세에 있음
- 브라질 자동차와 튜닝시장 규모는 각각 $3,000억, $150억 수준으로 추정되며, 브라질의 신차 시장은 2010년 약 350만대 수준이나, 연 10%이상의 성장률을 보임

○ 선진국의 주요 완성차 업체는 자동차 튜닝업체와 연계하여 제품을 출시하거나, 업체를 자회사로 보유하여 다양한 소비자 요구에 유연하게 대응

- 완성차 업체들은 최고급 기술을 인정받는 자동차 튜닝 회사와 연계하여 양산차량과는 차별화되는 고급 차종을 시장에 출시하고 있음
- 벤츠 전문 튜닝업체 로린저, 브라버스, 포르쉐 전문 튜닝업체 겜발라, 도요타의 TRD 등 최고 기술의 튜닝업체들은 자동차의 개발단계부터 참여하고 있으며, 이들 튜닝업체들은 개별 차량의 튜닝 외에도 모터스포츠 기술을 접목시킨 고급형 컴플리트카를 출시하여 고부가가치를 창출(컴플리트카 : 완성차 메이커의 공인 튜너가 튜닝 및 정비를 마친 차량)

표 4. 주요 완성차 업계와 튜닝 브랜드

완성차 메이커	주요 개조 업체
Porsche	Gemballa/Ruf
Ferrari	Novitec Rosso
Mercedes Benz	Lorinser/Brabus/Carlson
BMW	Hamann/AC Schnitzer/Alpina
Audi, Volkswagen	Oetinger
Honda	Mugen
Toyota	TRD
Nissan	Nismo
Chrysler, Jeep, Dodge	STARTECH

○ 선진국 자동차 튜닝업체는 초기에는 모터스포츠를 위한 작은 정비업체로 시작하였으나 현재는 자체 자동차를 생산할 수 있는 수준까지 도달

- 유명 자동차 튜닝관련 업체들은 모터스포츠를 통해 자신들의 기술을 선보이고, 부품 생산 및 레이싱 기술을 접목한 양산차 생산 등을 통해 성장
- Brabus 등 주요 튜닝업체의 경우 직접 완성차를 제작 할 수 있는 업체로 성장

제3장 연구개발 수행 내용 및 결과

제3장 연구개발 수행 내용 및 결과

1절 연구수행 전략 및 방법

1. 연구수행 전략

가. 연구개발 범위 및 목표

○ 자동차 튜닝부품 인증기준 및 성능평가 기술개발의 최종목표는 “자동차 운행성능 향상을 위한 자동차 튜닝부품 인증기준 및 성능평가 기술개발”이며, 전략목표 2개와 성과목표 4개로 구분하여 추진하였음

○ 전략목표는 자동차 튜닝관련 제도개선과 튜닝시장 활성화 방안 마련으로 추진하였음

○ 성과목표는 자동차 튜닝부품 인증기준 및 평가기술 개발, 자동차 튜닝부품 인증제도 개발, 튜닝업종 관리체계 및 전문인력 양성방안, 튜닝홍보 및 시장활성화 방안 마련으로 추진하였음

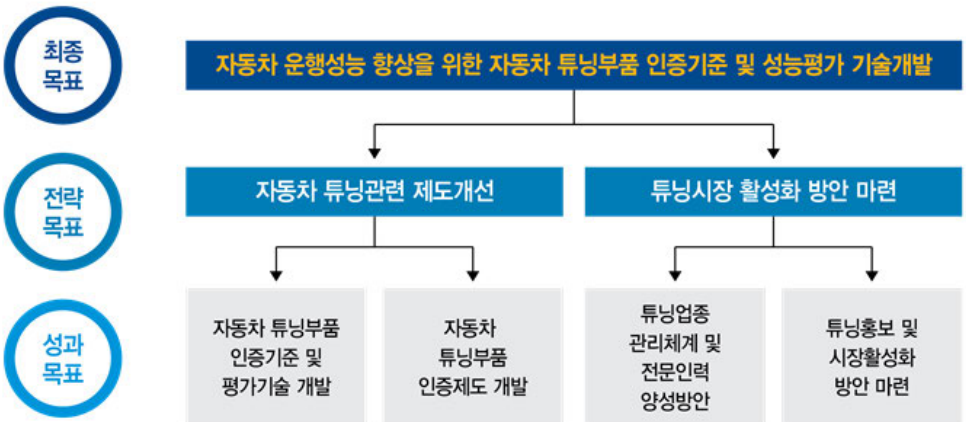


그림 2. 연구개발 목표

○ 성과목표를 중심으로 한 연구개발 세부목표는 아래와 같음

- 자동차 튜닝부품 인증기준 및 평가기술 개발은 튜닝부품 및 선호도 조사 등을 통해 총 24개 부품에 대한 연구 및 평가를 통해 인증기준 및 평가기술 개발
- 자동차 튜닝부품 인증제도 개발은 국내 자동차관리법 및 하위법령 개정을 통해 “튜닝부품 인증제도” 시행에 필요한 법·제도 개정 및 세부적인 절차 마련
- 튜닝업종 관리체계 및 전문인력 양성방안은 새롭게 튜닝업종 신설 및 관리에 대한 체계를 마련하고, 튜닝 전문인력 양성에 필요한 NCS 개발 및 인력 양성방안 그리고 국내 튜닝산업의 규모를 파악하기 위한 튜닝산업 현황을 분석하였음
- 튜닝홍보 및 시장활성화는 그간 부정적인 튜닝에 대한 인식 개선을 위한 홍보체계 마련, 튜닝카 경진대회 개최, 불법 튜닝방지, 튜닝보험 마련에 필요한 DB 구축이 포함되어 있음

나. 연구개발 추진계획

○ 연구성과를 단위성과, 질적성과, 연차별, 해당 연구기관별로 구분하였음

표 5. 연구개발 추진계획

핵심성과	단위성과	질적성과	1차년도				2차년도				3차년도				해당 연구기관
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
인증기준 및 평가기술 개발	튜닝부품 인증기준 도출 로드맵 수립	로드맵 수립 보고서	■	■											
	튜닝부품 인증기준 및 성능평가 기술개발	튜닝부품 연구 및 평가		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	자동차안전연구원 경일대학교
	논문발표	발표실적		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		자동차부품연구원 신한대학교
	튜닝부품 인증기준 제시	인증기준 제시		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
튜닝부품 인증제도 개발	국내 · 외 인증체계 분석	보고서		■	■	■									
	자동차관리법 및 하위법령 개정	법 및 하위법령 개정		■	■	■									자동차안전연구원 신한대학교
	튜닝부품 인증제도 개발	고시 및 인증제도 시행		■	■	■									한국산업기술대학교
	인증기관 설립 및 운영방안 수립	인증기관 설립		■	■	■									
튜닝업종 관리체계 및 전문인력 양성방안	튜닝업종 관리체계 제시	보고서 및 정책제안			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	자동차안전연구원 경일대학교
	전문인력 양성방안 제시	보고서 및 정책제안			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	신한대학교
	튜닝산업 현황분석 및 전망	보고서			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
튜닝홍보 및 시장활성화 방안 마련	튜닝홍보 구축방안 마련	보고서			■	■	■	■	■	■					자동차안전연구원
	튜닝정보 DB 구축 연구	보고서			■	■	■	■	■	■	■	■	■		경일대학교
	불법튜닝 계도방안 마련	리플렛, 업무규정, 포스터 제작 · 배포		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		신한대학교
	시범사업(경진대회) 개최	2건			■	■	■	■	■	■					

2. 연구수행 방법

○ 연구범위별 연구수행방법을 정리하였음

표 6. 연구수행방법

연구범위	연구수행방법(이론적·실험적 접근 방법)
■ 자동차 튜닝부품 인증기준 및 평가기술 개발	○ 튜닝부품 인증 로드맵 수립 튜닝부품 조사 ⇐ · 국내 튜닝부품 조사 실시 · 140여개 튜닝부품 분류 ⇓ 부품별 재분류 · 튠업(퍼포먼스, 파워업) : 103개 · 드레스업 : 37개 · 각 중요장치별 분류 ⇓ 선호도 중요도 검토 · 1차 연구, 국외 현황을 감안한 선호도 재선정 · 재선정된 순위도별 재분류 · 순위별 중요도 검토 ·· 선호도, 필요성, 기술성을 종합하여 중요도로 분류 ⇓ 로드맵 수립 · 24개 튜닝부품 선정 완료(1단계) · 튜닝 시스템 인증, 소량 생산자동차 인증 연구(2단계) – 전문가 자문회의 결과 반영(2회 실시) ○ 튜닝부품 시험 및 평가 실시 – 튜닝부품 로드맵에 의한 부품 시험 및 평가 실시 – 24개 튜닝부품 인증기준(안) 제시
■ 자동차 튜닝부품 인증제도 개발	○ 인증제도와 관련된 국내·외 법령 및 제도 검토 ○ 튜닝부품 인증제도 시행에 필요한 관련법령(안) 제시 – 자동차관리법 시행규칙 개정(14.12.31) – 자동차 튜닝부품인증제 운영에 관한 규정 제정(15.1.2) ○ 튜닝부품 인증기관 지정 공고(15.1.22) – (사)한국자동차튜닝협회 ○ 튜닝부품 인증제도 시행에 필요한 인증절차, 인증표시 마련
■ 자동차 튜닝업종 관리체계 및 전문인력 양성방안	○ 국내 튜닝업종관련 자료 검토(자동차관리법) – 정비업 및 작업제한범위 – 정비업 등록기준 – 국외(일본) 정비업 등록제도 검토 – 업무, 인력, 면적 검토

	○ 전문인력 양성방안 – 별도 교육 프로그램 필요성 검토 – 업계 간담회 및 설문조사 실시 – 국가기술직무평가(NCS) 적용방안 검토 – 신규/기존인력 양성방안 검토 – 튜닝 특성화 학교 지정방안 검토 ○ 튜닝산업 현황분석 및 전망 – 한국표준산업분류 코드에 의한 튜닝산업 분류 – 업계 방문 및 전화통화를 통한 국내 튜닝산업 현황 및 전망 분석
■ 튜닝 홍보 및 시장 활성화 방안 마련	○ 홍보 구축방안 마련 – 올바른 튜닝을 소비자에게 제공하기 위한 체계 마련 – 정부, 교통안전공단, 협회 참여 및 세부 업무방안 마련 – 추진실적 및 향후 활성화 방안 마련 ○ 튜닝정보 DB 구축 연구 – 튜닝부품에 대한 정확한 정보 제공을 위한 기반 연구 추진 – 튜닝부품 인증기준 도출 로드맵에 따른 DB 구축 – 튜닝부품별 부품사진, 부품명, 코드, 가격, 작업시간(실 작업시간+준비 작업시간+여유 작업시간), 시간당 공임 산출 ○ 불법튜닝방지를 위한 포스터, 튜닝 세부 업무규정, 튜닝매뉴얼 제작 배포 ○ 제2회 튜닝 국제세미나 및 튜닝카 경진대회 개최 – 튜닝산업 활성화를 위한 국제세미나 개최(ETO, NAPAC) – 튜닝카 경진대회 개최 · 1만 명 관람, 튜닝카 100여대 전시 · 튜닝매뉴얼 배포

2절 연구개발 결과

1. 자동차 튜닝부품 인증기준 및 평가기술 개발

가. 로드맵 수립

○ 튜닝부품 조사

- 자동차 튜닝은 크게 엔진출력을 향상시키는 파워업 튜닝, 차체 및 섀시의 성능을 향상시키는 퍼포먼스 튜닝 그리고 외관 디자인을 개선하기 위한 드레스업 튜닝 등으로 구분이 가능하며, 튜닝의 종류 및 형식에 따라 다양하게 구분되고 있음
- 국내에서 튜닝이 많이 되고 있는 부품을 조사한 결과, 대략 140여종이 튜닝되는 것으로 확인되었음. 특히 자동차의 기술개발과 더불어 튜닝의 형태도 고전적인 튜닝보다는 전기 및 전자장치의 튜닝이 증가되고 있음

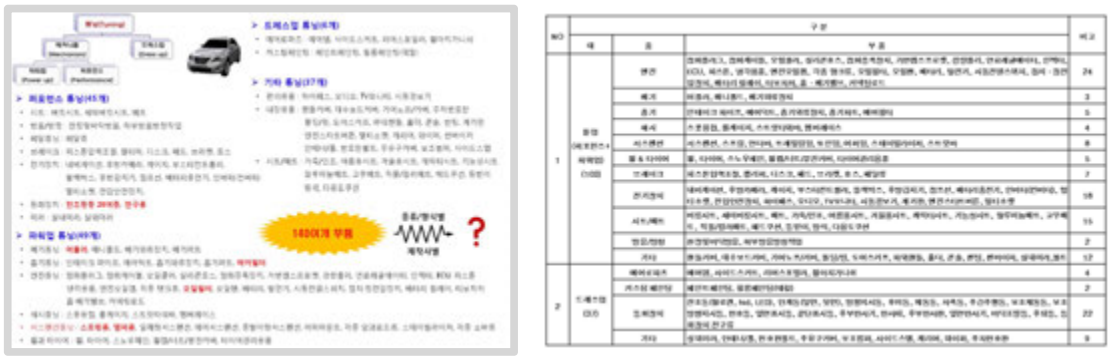


그림 3. 튜닝부품 조사 및 분류

○ 선호도 조사

- 튜닝부품의 선호도는 1차 연구 선호도 결과, SK엔카, 독일튜너협회(VDAT)의 분석결과를 반영하였음
- 튜닝부품 1차 연구 설문조사에서 튜닝 경험 유무를 질의한 결과 머플러 > 에어필터 > 휠 > 터보장착 > 블록교환 > 원동기교환 > 기타 부품에 대한 튜닝이 많이 되었으며, 튜닝을 하고 싶은 선호도를 질의한 결과 엔진 > 브레이크류 > 외관 > 서스펜션류 > 카오디오 > 휠 > 타이어 순서이었음
- 13년 SK엔카에서는 “내가 가장 하고 싶은 튜닝”이라는 주제로 설문조사 결과 서스펜션 > 타이어 및 휠 > 썬팅 > 카오디오 > 엔진 > 흡배기 > 기타(등화장치) 순서이었음
- 12년 독일튜너협회에서 발표한 자료를 보면 독일의 튜닝시장 중 가장 많이 차지하는 부품은 휠 > 섀시 > 서스펜션 > 외관 > 엔진 > 등화장치(전조등) > 실내 순서이었음



그림 4. 선호도 조사결과 비교

NO	1차연구		SK엔카	독일 (VDAT)	순 위
	경험	선호			
1	머플러	엔진	서스펜션	휠	휠/타이어
2	에어필터	브레이크	타이어, 휠	새시	머플러
3	휠	외관	썬팅	머플러	서스펜션(새시)
4	터보장착	서스펜션	카오디오	외관	엔진
5	블랙글라	오디오	엔진	엔진	브레이크
6	원동기글라	휠	플배기	튜닝	외관
7	기타	타이어	기타(튜닝)	실내	전장/튜닝

그림 5. 선호도 조사결과 요약정리

- 선호도를 종합적으로 정리한 결과 휠/타이어 〉 머플러 〉 서스펜션(섀시) 〉 엔진 〉 브레이크 〉 외관 〉 전장/등화장치 순서로 튜닝이 많이 되고 있음을 요약정리할 수 있었음

○ 순위별 재분류

- 선호도 결과에 따라 휠/타이어, 머플러(배기 시스템), 서스펜션(섀시), 엔진 및 흡기, 제동(브레이크 부품), 외관, 전장 및 등화장치와 관련된 세부 부품들을 정리하였음
- 정리된 부품 중 안전 및 환경과 관련이 없는 부품을 제외한 50여개의 부품을 재분류 하였음



그림 6. 주요 장치별 재분류

○ 중요도별 재분류

- 선호도에 따라 인증기준이 필요 없다고 판단되는 부품을 제외하고, 50여종의 부품에 대해 선호도, 필요성, 기술성을 분석하였음
- 선호도는 튜닝의 선호 여부, 필요성은 인증기준 제시 필요 여부, 기술성은 튜닝성능 향상 필요 여부를 종합적으로 판단하여 중요도를 판단하였음. 각 판단조건은 5점 척도를 이용하여 연구진 및 참여진(관련 업체의 의견 수렴 등)의 회의 결과를 반영하였음

  ⇒ 중요도 = 선호도 + 필요성 + 기술성
- 선호도가 4점 이상인 부품을 평가방법 및 인증기준 유·무로 재분류 실시

표 7. 중요도별 재분류

부품	중요도 검토			
휠/ 타이어	 휠 난이도 ●●●●● 필요성 ●●●●● 기술성 ●●●●● 중요도 ●●●●●	 타이어 난이도 ●●●●● 필요성 ●●●●● 기술성 ●●●●● 중요도 ●●●●●		
머플러	 머플러 난이도 ●●●●● 필요성 ●●●●● 기술성 ●●●●● 중요도 ●●●●●	 메니폴드 난이도 ●●●○○ 필요성 ●●●○○ 기술성 ●●●○○ 중요도 ●●●○○	 배기와류 난이도 ●●○○○ 필요성 ●●○○○ 기술성 ●●○○○ 중요도 ●●○○○	
서스 펜션	 서스펜션 난이도 ●●●●● 필요성 ●●●●● 기술성 ●●●●● 중요도 ●●●●●	 스프링 난이도 ●●●○○ 필요성 ●●●○○ 기술성 ●●●○○ 중요도 ●●●○○	 언더바 난이도 ●●○○○ 필요성 ●●○○○ 기술성 ●●○○○ 중요도 ●●○○○	 트레일링암 난이도 ●●○○○ 필요성 ●●○○○ 기술성 ●●○○○ 중요도 ●●○○○
	 토힌암 난이도 ●●○○○ 필요성 ●●○○○ 기술성 ●●○○○ 중요도 ●●○○○	 어퍼암 난이도 ●●○○○ 필요성 ●●○○○ 기술성 ●●○○○ 중요도 ●●○○○	 스트럿바 난이도 ●●●●○ 필요성 ●●●○○ 기술성 ●●●○○ 중요도 ●●●◐○	 스태이빌라이저 난이도 ●●●●○ 필요성 ●●●●○ 기술성 ●●●●○ 중요도 ●●●●○
엔진	 점화플러그 난이도 ●●○○○ 필요성 ●●○○○ 기술성 ●●○○○ 중요도 ●●○○○	 점화케이블 난이도 ●●●●○ 필요성 ●●●●○ 기술성 ●●●●○ 중요도 ●●●●○	 미션오일쿨러 난이도 ●●●●○ 필요성 ●●●●○ 기술성 ●●●●○ 중요도 ●●●●○	 헌팩터 난이도 ●●○○○ 필요성 ●●○○○ 기술성 ●●○○○ 중요도 ●●○○○
	 실리콘호스 난이도 ●●●●○ 필요성 ●●●●○ 기술성 ●●●●○ 중요도 ●●●●○	 캠스프로켓 난이도 ●○○○○ 필요성 ●○○○○ 기술성 ●○○○○ 중요도 ●○○○○	 레귤레이터 난이도 ●●○○○ 필요성 ●●○○○ 기술성 ●●○○○ 중요도 ●◐○○○	 ECU 난이도 ●●●●○ 필요성 ●●●●○ 기술성 ●●●●○ 중요도 ●●●●○
	 피스톤 난이도 ●○○○○ 필요성 ●○○○○ 기술성 ●○○○○ 중요도 ●○○○○	 오일분리기 난이도 ●●●●○ 필요성 ●●●●○ 기술성 ●●●●○ 중요도 ●●●●○	 오일필터 난이도 ●●●●● 필요성 ●●●●● 기술성 ●●●●● 중요도 ●●●●◐	 오일팬 난이도 ●●○○○ 필요성 ●●○○○ 기술성 ●●○○○ 중요도 ●●○○○
	 발전기 난이도 ●○○○○ 필요성 ●○○○○ 기술성 ●○○○○ 중요도 ●○○○○	 에어필터 난이도 ●●●●● 필요성 ●●●●● 기술성 ●●●●● 중요도 ●●●●●	 터보차저 난이도 ●●●●○ 필요성 ●●●○○ 기술성 ●●●○○ 중요도 ●●●◐○	 흡배기밸브 난이도 ●●○○○ 필요성 ●●○○○ 기술성 ●●○○○ 중요도 ●●○○○
	 커넥팅로드 난이도 ●●○○○ 필요성 ●●○○○ 기술성 ●●○○○ 중요도 ●●○○○	 헌테이크파이프 난이도 ●●●●○ 필요성 ●●●●○ 기술성 ●●●●○ 중요도 ●●●●○	 라디에이터 난이도 ●●●●○ 필요성 ●●●●○ 기술성 ●●●●○ 중요도 ●●●●○	 흡기와류장치 난이도 ●●○○○ 필요성 ●●○○○ 기술성 ●●○○○ 중요도 ●●○○○
브레 이크	 캘리퍼 난이도 ●●●●○ 필요성 ●●●●○ 기술성 ●●●●○ 중요도 ●●●●○	 디스크 난이도 ●●●●○ 필요성 ●●●●○ 기술성 ●●●●○ 중요도 ●●●●○	 패드 난이도 ●●●●○ 필요성 ●●●●○ 기술성 ●●●●○ 중요도 ●●●●○	 브라켓 난이도 ●●○○○ 필요성 ●●○○○ 기술성 ●●○○○ 중요도 ●●○○○
외관	 에어댐 난이도 ●●●●● 필요성 ●●●●○ 기술성 ●●●●○ 중요도 ●●●●◐	 사이드스커트 난이도 ●●●●○ 필요성 ●●●●○ 기술성 ●●●●○ 중요도 ●●●●○	 에어스포일러 난이도 ●●●●● 필요성 ●●●●○ 기술성 ●●●●○ 중요도 ●●●●◐	 가니쉬 난이도 ●●●●○ 필요성 ●●●●○ 기술성 ●●●●○ 중요도 ●●●●○
	 카스킨 난이도 ●●●●● 필요성 ●●●●● 기술성 ●●●●● 중요도 ●●●●●	 헌당힐름 난이도 ●●●●○ 필요성 ●●●●○ 기술성 ●●●●○ 중요도 ●●●●○		
전장/ 등화	 내비게이션 난이도 ●●●●● 필요성 ●●●●● 기술성 ●●●●● 중요도 ●●●●●	 후방카메라 난이도 ●●●●○ 필요성 ●●●○○ 기술성 ●●●○○ 중요도 ●●●◐○	 부스터컨트롤러 난이도 ●●○○○ 필요성 ●●○○○ 기술성 ●●○○○ 중요도 ●●○○○	 블랙박스 난이도 ●●●●● 필요성 ●●●●● 기술성 ●●●●● 중요도 ●●●●●
	 후방감지기 난이도 ●●●●○ 필요성 ●●●●○ 기술성 ●●●●○ 중요도 ●●●●○	 등화장치 난이도 ●●●●● 필요성 ●●●●● 기술성 ●●●●○ 중요도 ●●●●◐	 광화 난이도 ●●●●● 필요성 ●●●●● 기술성 ●●●●○ 중요도 ●●●●◐	 계이지 난이도 ●●●●○ 필요성 ●●●○○ 기술성 ●●●○○ 중요도 ●●●◐○

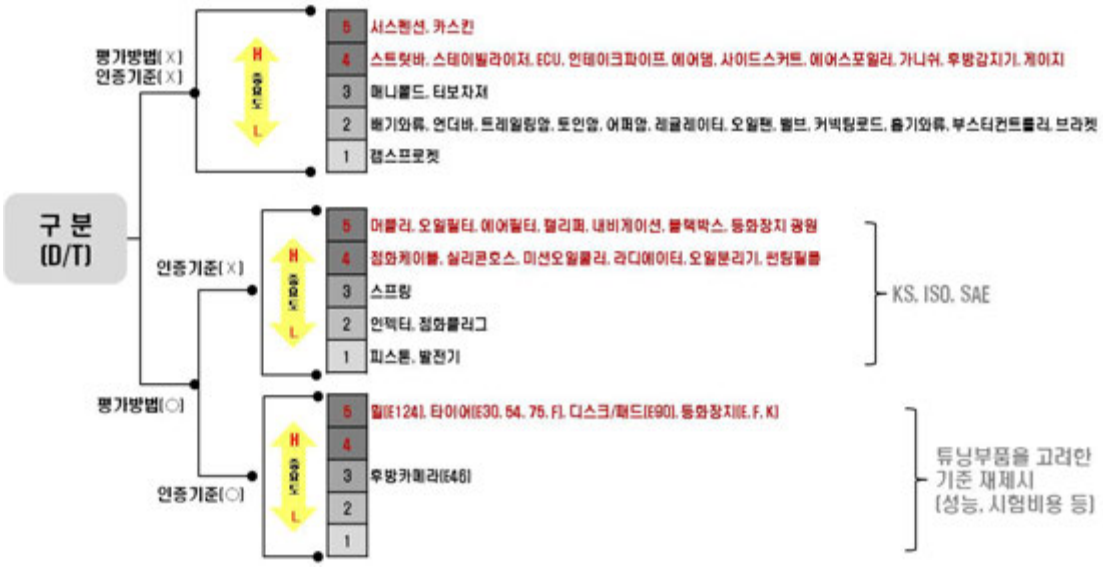


그림 7. 중요도별 재분류

○ 로드맵 수립

– 튜닝부품 인증기준 로드맵 수립은 기본적으로 안전 및 환경을 고려한 최소한의 기준을 제시하는 것으로 튜닝부품 조사 → 선호도 조사 → 순위별 재분류 → 중요도별 재분류와 같은 순서로 수립하였음

구 분	2013년(5)	2014년(13)	2015년(6)
전장/ 등화장치	- 등화장치(열관표시등, 보조제동등, 주간주행등)	- 안정등등 - 내비게이션 & 블랙박스 - 등화장치 (signal 등화, 번사장치류)	- 등화장치(광원)
차체/재시	- 휠	- 서스펜션류 - 브레이크 부품(캘리퍼, 패드) - 타이어	- 스테이빌라이저 - 디스크
엔진/흡배기	- 에어필터 - 오일필터 - 소음기	- 오일쿨러 - 오일분리기 - 오픈형 에어필터	- 인테이크 파이프 - 라디에이터
드래스업	-	- 에어댐 - 에어스포일러	- 카스킨

그림 8. 인증기준 도출 품목



그림 9. 중·장기 연구항목 도출

– 로드맵 수립을 위해 전문가 자문회의를 2회 실시하였고, 관련업체의 의견을 수렴하였음
– 본 연구기간 내에 도출 및 도출예정인 튜닝부품 인증기준이외에 중·장기적인 튜닝연구의 필요성을 제시하고자 시스템 인증 및 소량 생산자동차 연구의 필요성도 제시하였음
– 중·장기적인 2단계 연구에서는 중요도 분류의 2, 3에 해당되는 튜닝부품의 인증기준 연구의 필요성이 제기되며, 자동차 튜닝은 부품이 조합되어 성능을 향상시키는 것으로 시스템 인증방법에 대한 연구가 필요함

나. 인증기준 및 평가기술 요약

(1) 1차년도

부품 구분		1차년도 수행내용	1차년도 요약정리				시험가능기관	비 고 (특이점 및 고려사항)
			참조기준	평가 방법 (성능 및 시험방법)	인증기준 (최소기준, 품질등급 등)	시험장비		
차체/ 섀시	1. 휠	- 국제/국내표준 검토 - 평가항목 선정 - 튜닝부품 구매(9종) - 튜닝부품의 성능 평가를 통한 인증기준 (안) 제시	- KS R 4060 - KS B 3239 - KS R 1083 - JASO C611 - JASO C605 - ABNT NBR 13308 - SAE J 2800 - SAE J 1123	- 휠 충격 시험 - 동적 선회 피로 시험 - 동적반지름방향피로시험	- 휠 충격 시험 육안으로 확인할 수 있는 균열 없을 것 센터 맴버가 림에서 분리되지 않을 것 타이어 공기압이 1분 이내에 50% 이상 손실되지 않을 것 너트 토크가 설치 토크의 60% 미만이지 않을 것 - 동적 선회 피로 시험 휠이 하중을 유지할 수 있을 것 균열이 확대되거나 균열이 휠의 단면을 관동하지 않을 것 - 동적 반지름 방향 피로 시험 휠 하중을 유지할 수 있을 것 균열이 확대되거나 균열이 휠의 단면을 관동하지 않을 것 타이어 공기압이 1분 이내에 50%이상 손실되지 않을 것	- 충격 하중 시험기 - 동적 선회 피로 시험기 - 동적반지름방향피로시험기	- KATECH - 경일대학교 RIC	- 안전도 부품이 아니므로 최소한의 인증기준 제시 - 실차시험을 통한 검증 실시
흡기/ 배기	2. 소음기	- 국제/국내표준 검토 - 평가항목 선정 - 튜닝부품 구매(7종) - 튜닝부품의 성능 평가를 통한 인증기준 (안) 제시	- ISO 10844 - IEC 651 - IEC 942	- 가속주행소음시험 - 배기소음시험 - 기밀성시험	- 가속주행소음 : 78dB(A) 이하 - 배기소음 : 95dB(A) 이하 - 기밀성 : 누설량 5000cc/min 이하	- 소음계 - 소음교정기	- KATRI	- 실차시험을 통한 검증 실시 - 업체의견수렴을 통한 인증기준 설정
	3. 에어필터	- 국제/국내표준 검토 - 평가항목 선정	- ISO 5011 - KSR 1041	- 청정효율시험 - 수명시험	- 청정효율 초기 : 98.0% 이상	- 에어필터 청정효율 시험기	- KATECH - 맨앤휴멜코	- 에어필터 국산 6종, 외산 2종 평가

		- 튜닝부품 구매(8종) - 튜닝부품의 성능 평가를 통한 인증기준(안) 제시	- SAE J 726		전체 : 98.5% 이상 - 수명 : 기준 공기량에 대한 기준 먼지 포집량까지 도달 시간보다 길며, 그 시점의 차압 증가량이 초기 압력대비 3.0kPa 이하 일 것		리아	- 청정효율 상위 50% 이내의 제품만 기준을 통과하도록 설정
	4. 오일필터	- 국제/국내표준 검토 - 평가항목 선정 - 튜닝부품 구매(8종) - 튜닝부품의 성능 평가를 통한 인증기준(안) 제시	- KS R ISO 4548-12	- 여과효율평가	- 입자크기 20㎛ : 평균효율 80% 이상 - 입자크기 50㎛ : 평균효율 99% 이상 - 유해물질 사용 제한	- 오일필터 여과효율 시험장치	- KATECH - 맨앤휴멜코리아	- 오일필터 국산 6종, 외산 2종 평가 - 여과효율 상위 50% 이내 제품만 기준을 통과하도록 설정
등화장치	5. 주간주행등	- 국제/국내표준 검토 - 평가항목 선정 - 튜닝부품 구매(3종) - 튜닝부품의 성능 평가를 통한 인증기준(안) 제시	- UN ECE R. - FMVSS	- 광도시험 - 색도시험 - 진동내구시험 - 내열시험	- 광도 : 최대광도 : 1,200칸델라 이하 - 색도 : 백색 - 진동 : 60분실시 - 내열 : 내열시험 전 광도측정결과의 90%이상	- 광도/색도시험 · Goniometer · 광도/색도센서 · 지그 - 진동시험 · 진동시험기 - 내열시험기	- KATRI	- 내구성 시험 적용 - 전조등이 점등된 경우 주간주행등은 소등되는 구조일 것 - 부품시험을 통한 검증실시
	6. 옆면표시등	- 국제/국내표준 검토 - 평가항목 선정 - 튜닝부품 구매(3종) - 튜닝부품의 성능 평가를 통한 인증기준(안) 제시	- UN ECE R. - FMVSS	- 광도시험 - 색도시험 - 진동내구시험	- 광도 : 최대광도 : 25칸델라 이하 - 색도 : 호박색, 적색 - 진동 : 60분실시	- 광도/색도시험 · Goniometer · 광도/색도센서 · 지그 - 진동시험 · 진동시험기 - 내열시험기	- KATRI	- 내구성 시험 적용 - 부품시험을 통한 검증실시
	7. 보조제동등	- 국제/국내표준 검토 - 평가항목 선정 - 튜닝부품 구매(3종) - 튜닝부품의 성능 평가를 통한 인증기준(안) 제시	- UN ECE R. - FMVSS	- 광도시험 - 색도시험 - 진동내구시험	- 광도 : 최대광도 : 160칸델라 이하 - 색도 : 적색 - 진동 : 60분실시	- 광도/색도시험 · Goniometer · 광도/색도센서 · 지그 - 진동시험 · 진동시험기 - 내열시험기	- KATRI	- 내구성 시험 적용 - 부품시험을 통한 검증실시

(2) 2차년도

부품 구분		2차년도 수행내용	2차년도 요약정리				시험가능기관	비 고 (특이점 및 고려사항)
			참조기준	평가 방법 (성능 및 시험방법)	인증기준 (최소기준, 품질등급 등)	시험장비		
차체/섀시	1. 서스펜션류	- 국제/국내표준 검토 - 평가항목 선정 - 튜닝부품 구매(4종) - 튜닝부품의 성능 평가를 통한 인증기준(안) 제시	- KS R 4060 - KS B 3239 - KS R 1083 - JASO C611 - JASO C605 - ABNT NBR 13308 - SAE J 2800 - SAE J 1123	- 대상내구시험 - 굽힘강도시험	- 대상내구수명: 2,000,000사이클 (4Hz, ±25mm, 70℃) - 굽힘강도 : 파열스트로크 12mm 이상, 외통부 최대하중지지능력 40kN 이상	- linear actuator (2.5ton. 25ton) - 댐퍼 특성시험기	- KATECH - 경일대학교 RIC - 울산TP	- 안전도 부품이 아니므로 최소한의 인증기준 제시 - 실차시험을 통한 검증 실시
	2. 브레이크 (캘리퍼)	- 국제/국내표준 검토 - 평가항목 선정 - 튜닝부품 구매(6종) - 튜닝부품의 성능 평가를 통한 인증기준(안) 제시	- JASO C448 - SAE J1603 - ISO 4930 - KS I 4009	- 누설시험 - 잔류드래그시험 - 복합사이클내구시험	- 누설시험 : 누설 없어야함 - 잔류 드래그시험 : 5 Nm 이하 - 복합 사이클 내구 시험 후, 크랙, 누설 없어야 함	- 누설 및 잔류드래그 시험기 - 복합사이클 내구 시험기	- KATECH - 인천TP	- 실차시험을 통한 검증 실시 - 브레이크 시스템 시험을 통한 평가 필요
	3. 브레이크 (패드)	- 국제/국내표준 검토 - 평가항목 선정 - 튜닝부품 구매(5종) - 튜닝부품의 성능 평가를 통한 인증기준(안) 제시	- JASO C418 - ISO 7881 - SAE J661 - KS R 4024	- 마찰성능평가	- 마찰계수허용범위 : 0.25~0.70 - 마모량 : 3.0 이하(최소기준)	- SAE J661 시험기	- KATECH	- 실차시험을 통한 검증 실시 - 재질에 따른 마찰성능 차이 발생 · 반메탈,카본 : 우수 · 메탈 : 보통 - 브레이크 시스템 시험을 통한 평가 필요
	4. 타이어	- 국제/국내기준 검토 - 기준검토를 통한 인증기준(안) 제시	- UN Regs - FMVSS	- 트레드 강도(파괴에너지) - 비드이탈강도 - 내구성능 a	- 트레드 이탈강도 · 단면너비 160mm미만 : 220J · 단면 너비 160mm이상 : 295J - 비드 이탈강도	- 트레드 강도 시험장비 - 비드 이탈 강도 시험장비 - 내구성능 및 고속	- 한국타이어 - 금호타이어	- 공도 주행허용 레이싱타이어를 부품인증기준에 준하여 인증하며, 공도 주행 불

				– 고속성능 a – 내구성능 b – 고속성능 b	· 단면너비 160mm미만 : 6,670N · 단면 너비 160mm이상 205mm 이하 : 8,890N · 단면 너비 205mm이상 205mm 이하 : 11,120N	성능 시험장비		가 레이싱 타이어는 인증하지 않음 – 북미, 유럽의 타이어 기준이 별도로 있으나, GTR(북미+유럽) 기준으로 인증기준(안) 제시 – 실차시험을 통한 검증 실시
엔진/흡배기	5. 오일쿨러	– 국제/국내표준 검토 – 평가항목 선정 – 튜닝부품 구매(3종) – 튜닝부품의 성능 평가를 통한 인증기준(안) 제시	– SAE J 1468 – JASO E 405 – SAE J 1597	– 방열 성능 시험 – 기밀 시험 – 파괴 시험	– 풍속 2m/s에서 2kW 이상일 것 – 1000kPa 인가 시 누설이 없을 것 – 2000kPa 인가 시 파손이 없을 것	– 방열 성능 시험기 – 기밀 시험기 – 파괴 시험기	– KATECH	– 기존 신뢰성 기준 대비 강화된 기준 적용 – 실차시험 실시
	6. 오일분리기	– 국제/국내표준 검토 – 평가항목 선정 – 튜닝부품 구매(4종) – 튜닝부품의 성능 평가를 통한 인증기준(안) 제시	국제기준 없음	– 기밀 시험 – 공기측 압력손실 – 분리 효율 시험	– 기밀: 20kPa 인가 시 누설이 없을 것 – 압력손실: 90lpm에서 15hPa 이하일 것 – 분리효율: 90lpm에서 45% 이상일 것	– 기밀 시험기 – 분리 효율 시험기 – 상 동	– 만앤휴 멜코리아	– 신규 개발 기준 적용 – 오일분리 역할을 할 수 없는 제품 확인
	7. 오픈형 에어필터	– 국제/국내표준 검토 – 평가항목 선정 – 튜닝부품 구매(6종) – 튜닝부품의 성능 평가를 통한 인증기준(안) 제시	– ISO 5011 – KSR 1041 – SAE J 726	– 청정 효율 시험 – 수명 시험	– 청정효율 초기 : 98.0% 이상 전체 : 98.5% 이상 – 수명 : 기준 공기량에 대한 기준 먼지 포집량까지 도달 시간보다 길며, 그 시점의 차압 증가량이 초기 압력대비 3.0kPa 이하 일 것	– 에어필터 성능시험기	– KATECH	– 실차시험을 통한 검증 실시 – 오픈형 에어필터 설치시 가속주행소음 약 8dB 증가 – 시중에 유통중인 오픈형 에어필터는 엔진조기마모 및 가속주행소음 기준 초과 가능성 높음

전장/ 등화	8. 등화장치							
	8-1. 방향지시등	- 국제/국내기준 검토 (UNRegs, FMVSS) - 평가항목 선정 - 튜닝부품 구매(20종) - 튜닝부품의 성능 평가를 통한 인증기준(안) 제시(광도, 색도, 내구시험)	- UNRegs 6, 7 - FMVSS 108	- 광도시험(최소/최대) - 색도시험 - 내구시험 · 진동, 습기, 부식, 먼지 시험	- 광도 · 앞면 최대광도 : 1000cd 이하 (C-1), 1200cd 이하(C-1a, 1b) · 앞면 최소광도 : 19개 측정 · 뒷면 최대광도 : 500cd 이하 · 뒷면 최소광도 : 19개 측정 · 보조 최대광도 : 280cd 이하 · 보조 최소광도 : 15개 측정 - 색도 : 호박색 - 진동시험 : 60분 실시	- 광도/색도시험 · Goniometer · 광도/색도센서 · 지그 - 휘도시험 · 휘도시험기 - 진동시험 · 진동시험기	- KATRI	- 광도, 색도, 휘도기준은 국제기준 적용 - 튜닝된 부품의 내구성능 확보를 위해 진동시험 포함 - 설치 및 작동조건은 자동차안전기준 적용 필요 - 일부 튜닝부품에서 광도, 색도, 내구시험에 부적합 발생
	8-2. 후미등				- 광도 · 최대광도 : 17cd 이하 · 최소광도 : 19개 측정 - 색도 : 적색 - 진동시험 : 60분 실시			
	8-3. 차폭등				- 광도 · 최대광도 : 140cd 이하 · 최소광도 : 19개 측정 - 색도 : 백색 - 진동시험 : 60분 실시			
	8-4. 제동등				- 광도 · 최대광도 : 250cd 이하 · 최소광도 : 19개 측정 - 색도 : 적색 - 진동시험 : 60분 실시			
	8-5. 번호등		- UNRegs 4 - FMVSS 108	- 휘도시험 - 색도시험 - 내구시험 · 진동, 습기, 부식, 먼지 시험	- 휘도 · 최도휘도 : 2.5cd/m^2 이상 - 색도 : 백색 - 진동시험 : 60분 실시			

	8-6. 끝단표시등		- UNRegs 7 - FMVSS 108	- 광도시험(최소/최대) - 색도시험 - 내구시험 · 진동, 습기, 부식, 먼지 시험	- 광도 · 최대광도 : 140cd 이하 · 최소광도 : 19개 측정 - 색도 · 앞면 : 백색 · 뒷면 : 적색 - 진동시험 : 60분 실시			
	8-7. 후퇴등		- UNRegs 23 - FMVSS 108	- 광도시험(최소/최대) - 색도시험 - 내구시험 · 진동, 습기, 부식, 먼지 시험	- 광도 · 최대광도 : 140cd 이하 · 최소광도 : 19개 측정 - 색도 · 앞면 : 백색 · 뒷면 : 적색 - 진동시험 : 60분 실시			
	9. 블랙박스	- 국제/국내표준 검토 - 평가항목 선정 - 튜닝부품 구매(17종) - 튜닝부품의 성능 평가를 통한 인증기준(안) 제시	- UNRegs 10 - KS C 5078	- 전원부 성능시험 - 전자파 시험 - 영상카메라 성능 - 데이터 저장 및 보안 - 내환경시험 - 구조 기준	- 전원부 성능시험 · 사용 전압 1.5배 60분 인가 · 단전보호 : 15일 단전후 정상 · 완전방지 : 10.8 V 이상 - 전자파 시험 · 방사 및 내성시험 - 영상카메라 성능 · 카메라 : 20fps 이상 · 카메라 렌즈각 : 수평각 80°, 수직각 50° · 야간 및 주간 번호판 식별 - 데이터 저장 및 보안 · 10일 조작후 데이터 정상 - 내환경시험 · 저온/고온/진동 시험 등 - 일반 구조 기준(설치 및 고장시 통보기능 등)	- 전원공급장치 - 전자파무반사실 - 전계강도측정기 - 공중선 - 카운터 타이머 - 운영소프트웨어 - 항온항습기, 진동시험기 등	- KTL - 일부시험 수행 가능업체(SGS 코리아, 모본)	- 전자파 기준은 국제기준 적용 - 튜닝된 부품의 품질 및 성능 확보를 위해 전원부 성능 및 환경시험 등 포함 - 도출된 인증기준(안)은 KS에 반영토록 의견 제시함 - 실차시험을 통한 검증 실시

	10. 내비게이션	- 국제/국내표준 검토 - 평가항목 선정 - 튜닝부품 구매(4종) - 튜닝부품의 성능 평가를 통한 인증기준(안) 제시	- UNRegs 10	- 협대역 방사시험 - 전도성 장해 허용기준 - 환경성능시험 - 과도전도 내성 - 주행중 DMB 화면 정지	- 전자파 방사시험 기준 · 52~53(dBμN/m) - 전도성 장해 허용기준 · 60~66(dBμN) - 환경성능시험 · 저온(-10℃±3) · 고온(60℃±2) - 과도전도 내성 · 시험펄스 1~4	- 전자파무반사실 - 전계강도측정기 - 공중선 - 항온항습기 - 과도내성측정기	- KATECH, KTL, SGS 코리아, 모본, 디티앤시 등	- 전자파 및 과도내성 기준은 국제기준 적용 - 튜닝된 부품의 내구성능 확보를 위해 환경시험 포함 - 실차시험을 통한 검증 실시
	11. 창유리 필름	- 국제/국내표준 검토 - 평가항목 선정 - 튜닝부품 구매(15종) - 튜닝부품의 성능 평가를 통한 인증기준(안) 제시	- UNRegs 125 - ANSI - 도로교통법 - ISO 9050 - KS L 2016 - KS L 2514 - JIS A 5759	- 가시광선 투과율 - 자외선 투과율	- 가시광선 투과율 · 전방 : 70% 이상 · 운전석 좌우 옆뒷면 : 40% 이상 - 자외선 투과율 : 1% 미만	- 분광측정기	- 한국건설생활환경시험연구원(KCL) - 한국건설기술연구원(KICT)	- 사용이 많은 썬팅필름 가시광선 투과율을 15-20%가 대부분임
드레스업	12. 에어댐 13. 에어스포일러	- 단품시험 - 국제/국내 표준 검토 - 기준 및 부품의 성능을 평가 - 국내·외 현황 분석 - 시험/평가안 제안 - 인증 기준 제안	- KS - ISO	- 자동차 기준 검토 - 제원/형상 측정 - 도막 품질 평가 - 소재 신뢰성 평가 - 장착성 평가	1. 제원/형상 - 전장/전폭 : ~50/30mm 이하 - 지상고 : 110mm 이상 - 모서리 형상 : 3R 이상 2. 도막 품질 도료 MSDS(Material Safety Data Sheet)/시험성적서 제출 - 부착성 : M-2.5 - 내충격성 : 20cm 추낙하 박리, 갈라짐 없을 것 - 내후성 : 색차 △E 2.0 이하 3. 소재 신뢰성 - 각 소재별 MSDS/물성표 제출 4. 장착성 평가 - 도면 제출	1.제원/형상 - 도면 제출 - 3D 스케너 - RADIUS GAGE 2~3.도막/소재 품질 - 연필경도시험기 - 도막두께측정기 - 박리시험기 - 항온항습기 - 색차측정기 4.제원/형상 - 제품별 로드 테스트 : 험로, 롤링, 하중 테스트를 통한 이상 유무 확인	- 현대모비스 - KATECH	- 유동장 측정을 통한 유속 측정 검토 필요 - 실차시험을 통한 시험 실시

(3) 3차년도

부품 구분		3차년도 수행내용	3차년도 요약정리				시험가능기관	비 고 (특이점 및 고려사항)
			참조기준	평가 방법 (성능 및 시험방법)	인증기준 (최소기준, 품질등급 등)	시험장비		
차체/섀시	1. 스태빌라이저	- 국제/국내표준 검토 - 평가항목 선정 - 튜닝부품 구매(9종) - 튜닝부품의 성능 평가를 통한 인증기준(안) 제시	- JASO C617	- 비틀림내구시험	- 비틀림내구시험 차량 장착 조건에서 수직방향 왕복 변위 20 mm로 가진 하여 350,000사이클의 내구수명을 만족하여야하며 제품의 파손이 없을 것	- 단축 내구시험기	- KATECH - 경일대학교 RIC	- 튜닝 제품은 순정품에 비하여 비틀림 강성이 강화됨 - 단품시험을 통한 검증 실시
	2. 디스크	- 국제/국내표준 검토 - 평가항목 선정 - 튜닝부품 구매(1종) - 튜닝부품의 성능 평가를 통한 인증기준(안) 제시	- JASO C406 - FMVSS 105 - KS R 1115	- 마찰성능시험 - 열영향 평가	- 마찰성능평가 : 시험 후 DTV 15 μm 이하 - 열영향 평가 : 시험 후 크랙, 비틀림 등의 결함 없어야함	- 관성다이나모미터	- KATECH	- 실차시험을 통한 검증 실시 - 업체의견수렴을 통한 인증기준 설정 - 브레이크 시스템 시험을 통한 평가 필요
흡기/배기	3. 인테이크호스	- 국제/국내표준 검토 - 평가항목 선정 - 튜닝부품 구매(4종) - 튜닝부품의 성능 평가를 통한 인증기준(안) 제시	- ASTM D 380 - ASTM D 412 - ASTM D 430 - ASTM D 471 - ASTM D 572	- 기밀 - 파열 - 저온 - 고온	- 기밀: 500kPa에서 5분간 누설 없을 것 - 파열: 1500kPa, 5분후 누설, 균열 및 파손 없을 것 - 저온: -40℃, 72h시험 후 균열 및 파손 없을 것 - 고온: 130℃, 168h시험 후 30kPa에서 균열 및 파손 없을 것	- 기밀시험기 - 파열시험기 - 항온 챔버	KATECH	- 실차에서 진동 및 압력의 영향이 거의 없었음

	4. 라디에이터	- 국제/국내표준 검토 - 평가항목 선정 - 튜닝부품 구매(3종) - 튜닝부품의 성능 평가를 통한 인증기준(안) 제시	- KS R 2022 - KS R 1043 - SAE J 1597	- 방열성능 - 파괴 - 반복가압	- 방열성능: 순정부품 120% 이상 - 파괴: 280kPa에서 파손 없을것 - 반복가업: 0kPa~150kPa, 5만 사이클에서 누설이 없을 것	- 라디에이터 전열성능 시험기 - 파괴시험기 - 반복가압시험기	- KATECH	- 실차시험을 통한 검증 실시
등화장치	5. 등화장치 광원(Retrofit)	- GTB 문서 검토 - 평가항목 선정 - 튜닝부품 구매(19종) - 튜닝부품의 성능 평가를 통한 인증기준(안) 제시	- CE-5185	- 광원 중심거리 - 광도시험 - 색도시험 - 설치시험	- 광원별 중심거리 및 위치 - 광도 : 광원 장착시 등화장치 기준 - 색도 : 등화별 색상 - 설치시험 : 장착성 확인	- 광원제원측정기 - 광도/색도시험 · Goniometer · 광도/색도센서 · 지그	- KATRI	- LED Retrofit 광원이 등화장치에 설치시 대부분 광도 및 색도 부적합 발생 - LED Retrofit 광원의 기술개발에 따라 최소한의 기준 및 평가기술 제시
드레스업	6. 카스킨	- 국제/국내표준 검토 - 평가항목 선정 - 튜닝부품의 성능 평가를 통한 인증기준(안) 제시	- KS T 1028 - ASTM D 120	- 두께 - 점착력 - 인장강도 - 신장율 - 치수안정도	- 제품명에 따라 KS T 1028에 의해 기준 제시	- 인장시험기 - 압착장치	- KCL - 3M	

다. 각 부품별 인증기준 및 평가기술

(1) 1차년도

(가) 휠

① 개요

○ 휠은 타이어와 직접 연결되어 주행 안정성에 직접적인 영향을 미침

○ 튜닝 실태 및 제품 선호도 조사 결과 소비자들이 인치 업, 외관개선 및 경량화를 이유로 휠 튜닝을 하는 것으로 나타남

○ 차량의 주행 시 다양한 모드(Mode)의 하중을 받으며, 최근 운전자의 개성을 표현하기 위해 다양한 형상의 휠이 사용되고 있어, 휠이 견뎌야 하는 하중의 형태는 점차 복잡해짐

○ 휠의 성능은 국내외의 규격에서 정의하고 있는 충격시험, 동적 선회 피로 시험, 동적 반지름 방향 피로 시험을 수행하기 이전에, 강도 조건을 만족시켜야 함

○ 휠의 강도를 측정하기 위해서는 생산에 사용되는 모 재료의 강도보다는 생산된 후의 형상 구조에 따른 강도 및 강도의 분포가 중요함

② 주요수행내용

㉮ 참조기준

- KS R ISO 3006 : 도로 차량－승용차용 휠－시험방법
- KS R ISO 3894 : 도로 차량－상용차의 휠/림－시험방법
- KS R ISO 7141 : 도로 차량－경합금 휠－충격 시험
- ISO 3006 : Road vehicles —Passenger car wheels for road use —Test methods
- ISO 3894 : Road vehicles —Wheels/rims for commercial vehicles —Test methods
- ISO 7141 : Road vehicles —Light alloy wheels — Impact test
- JWTC : Testing conditions for light alloy road wheels for passenger car
- BS ISO 14400 : Road vehicles —Wheel sand rims —Use, general maintenance and safety requirements and out−of−service conditions
- SAE J 2530 : Aftermarket Wheels~Passenger Cars and Light Truck~Performance Requirements and Test Procedures
- SAE J 175_Wheels_Impact test procedures_road vehicles
- SAE J 267_Wheels_Rims_Performance requirements and test procedures_Truck and Bus
- SAE J 328_Wheels_Passenger car and light truck performance requirements and test procedures

○ 휠 관련 국내외 평가 기술은 크게 ISO 3006 및 ISO 7141로 대표되는 충격시험, 동적선회 피로시험, 동적 반지름 방향 피로시험의 세 가지 성능 평가 시험으로 구성되어 있으며, 국내의 KS 규격은 물론, SAE, BS 등에서도 모두 같은 시험 방법을 따르고 있음

○ 최근 복합축 재현하중을 이용한 휠의 시험방법이 적용되고는 있으나 고가의 시험장비가 필요하고 시험 방법의 표준화가 더 진행될 필요가 있으므로, 본 연구에서는 충격시험, 동적선회 피로 시험, 동적 반지름 방향 피로시험을 통한 국제기준 조화를 통하여 튜닝 휠의 안전성을 평가할 수 있도록 하고자 함

㉯ 성능 및 시험방법

○ 임의의 형상을 가지는 휠에서 강도 실험을 위한 인장 시편을 채취하는 것은 불가능하며 휠 구조에서 강도 분포를 구하기 위해서는 경제적인 강도 측정방법이 요구됨. 따라서 시편을 채취하지 않고 강도 및 경도를 측정할 수 있는 계장화 압입 시험방법을 도입하여 효율적으로 휠의 강도를 측정

○ 휠 관련 국내외 평가 기술은 크게 ISO 3006 및 ISO 7141로 대표되는 충격시험, 동적선회 피로 시험, 동적 반지름 방향 피로시험의 세 가지 성능 평가 시험으로 구성되어 있음

○ 국내 튜닝 샵에서 유통되고 있는 휠 중 12종을 무작위로 선별하여 인지에이원(당진소재)의 시험기를 활용하였으며 CFT(Cornering Fatigue Test), RFT(Radial Fatigue Test), IMPACT 시험을 각각 실시하여 안전성을 평가하였음

㉰ 시험평가

○ 일반적으로 국내외의 완성차 업체에 휠을 공급하는 국내 휠 생산 업체에서 생산된 휠의 품질을 평가하기 위해 아래와 같이 10 단계 이상의 검사를 거침

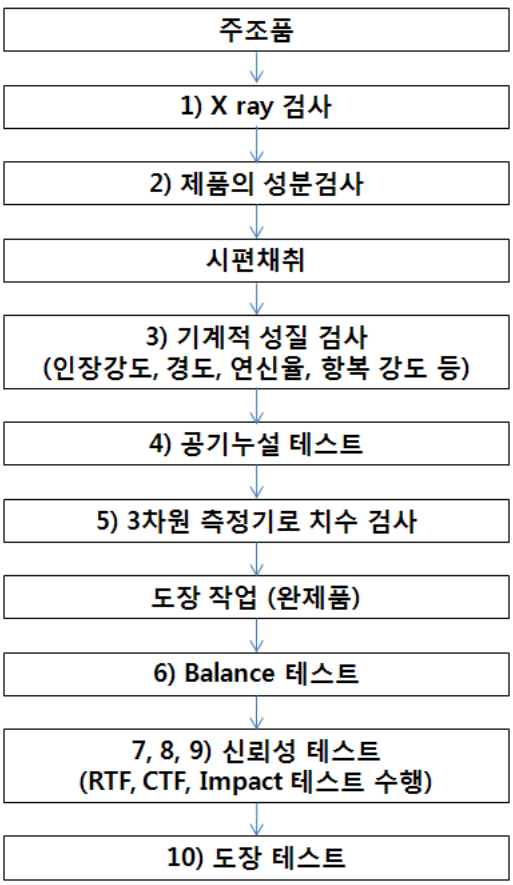


그림 10. 휠의 품질검사 절차

○ 휠의 강도를 측정하기 위해서는 생산에 사용되는 모 재료의 강도보다는 생산된 후의 형상 구조에 따른 강도 및 강도의 분포가 중요하지만 임의의 형상을 가지는 휠에서 강도 실험을 위한 인장 시편을 채취하는 것은 불가능하며 휠 구조에서 강도 분포를 구하기 위해서는 경제적인 강도 측정방법이 요구됨

○ 본 과제에서는 다양한 형상의 휠에서 시편을 채취하지 않고, 강도 및 경도를 측정할 수 있는 계장화 압입 시험 방법을 도입하여, 효율적인 방법으로 휠의 강도를 측정하였음

○ “계장화 압입시험”이란 압입자(Indenter)로 시험편을 압입하면서 압입하중과 압입깊이를 측정하여 재료의 기계적 물성을 평가하는 시험법으로 종래의 대상물을 파괴하는 홀 드릴링(hole drilling)법이나 실험실에서만 측정이 가능한 X선법과 달리 비파괴 적이면서 현장 측정이 가능한 시험법임

○ 계장화 압입시험은 소재에 가해지는 하중과 변위를 연속적으로 측정하여 얻어지는 압입 하중-변위곡선의 분석을 통해 인장 물성, 잔류 응력, 파괴 인성 등의 다양한 기계적 물성을 평가하는 최신 기술임

○ 대표적인 기계적 물성 평가법인 인장 시험, 크리프 시험 파괴 인성 시험 및 잔류응력 측정법(절단법), 홀-드릴링법 등은 대부분 파괴적인 특성을 가지며, 특정 형태의 시편을 요구하는 문제가 있어 현재 가동 중인 현장설비에 적용하기에는 그 활용 가능성이 많이 떨어지는 실정

○ 계장화 압입시험법은 비파괴적으로 물성측정이 가능하고 시편에 제약이 적으며 국소부위의 재료물성을 정량적으로 평가할 수 있어 다양한 산업전반 및 연구에 손쉽게 적용할 수 있는 장점

○ 또한 아래의 그림 11에서 볼 수 있듯이, 그 실험법이 KS로 규정되어 있어, 시험 방법 및 결과에 대한 신뢰성을 확보한 상태임

No	표준번호	표준명	제정/개정일	고시번호	담당부서	담당자
6	KS B 0950	금속재료의 계장화 압입 시험 - 압입 인장 물성 평가	2009/12/30	2009-0988	주력산업표준과	이정근
5	KS B 0951	철강 용접부의 계장화 압입시험- 잔류응력 측정	2008/12/05	2008-0862	주력산업표준과	이정근
4	KS B ISO 14577-1	금속재료의 계장화 압입시험 - 제1부 : 시험방법	2004/12/24	2009-0347	주력산업표준과	이정근
3	KS B ISO 14577-2	금속재료의 계장화 압입시험 - 제2부 : 시험기의 검정 및 교정	2004/12/24	2009-0347	주력산업표준과	이정근
2	KS B ISO 14577-3	금속재료의 계장화 압입시험 - 제3부 : 기준시험편의 보정	2004/12/20	2009-0347	주력산업표준과	이정근
1	KS D ISO 14577-4	금속재료의 계장화 압입시험 - 제 4부 : 금속 및 비금속 코팅용 시험 방법	2011/10/13	2011-0434	주력산업표준과	이정근

그림 11. 계장화 압입 시험을 위한 표준

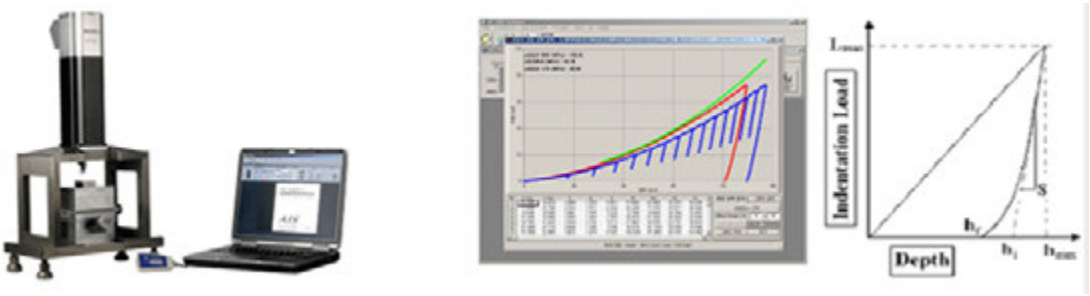


그림 12. 계장화 압입 시험 장치 및 결과분석

○ 17 인치, 18 인치, 19 인치의 크기를 갖는 국산 휠 3종, 중국산 휠 3종, 일본산 휠 3종을 구입하여, 계장화 압입 시험 장치를 이용하여 각각의 휠에서 5 point 이상에서 강도를 측정하여 비교하였음



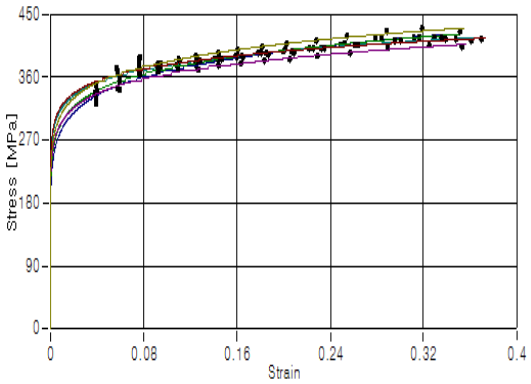
그림 13. 튜닝 휠 계장화 압입시험

㉮ 시험결과

표 8. 국산 휠의 계장화 압입 시험을 이용한 강도 측정 결과

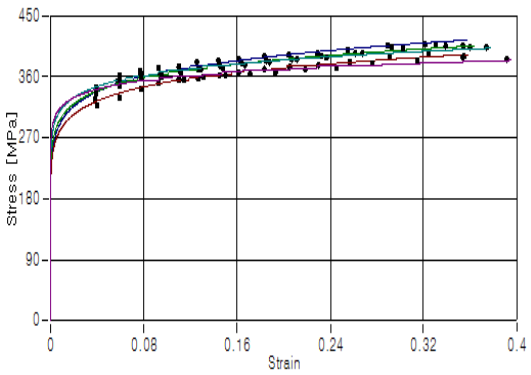
응력-변형률 선도	각 측정 점의 항복강도 및 인장강도

17인치



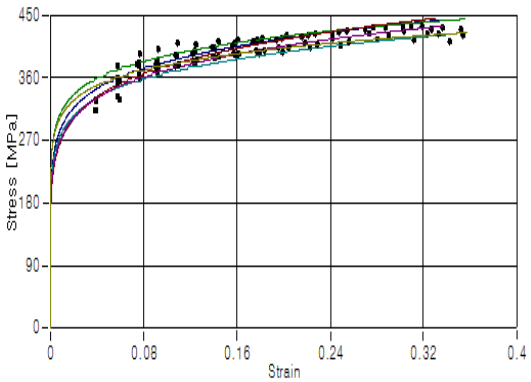
No.	Yield Strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)
1	206.2	333.5
2	206.2	336.8
3	203.9	342.2
4	203.6	343.6
5	199.3	329.6
6	210.1	346.3
Avg	204.9	338.7

18인치



No.	Yield Strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)
1	203	332.8
2	192.8	330.6
3	196.4	334.2
4	191.8	317.8
5	188.2	328.1
Avg	194.4	328.7

19인치

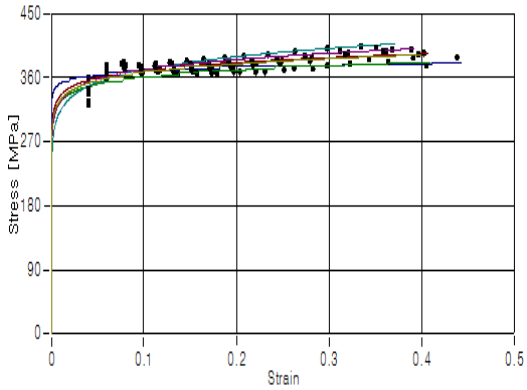


No.	Yield Strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)
1	217.1	347.6
2	218.1	355.1
3	202.2	332.4
4	217.8	343.6
5	211.9	337.3
6	206.4	342.9
Avg	212.3	343.2

표 9. 중국산 휠의 계장화 압입 시험을 이용한 강도 측정 결과

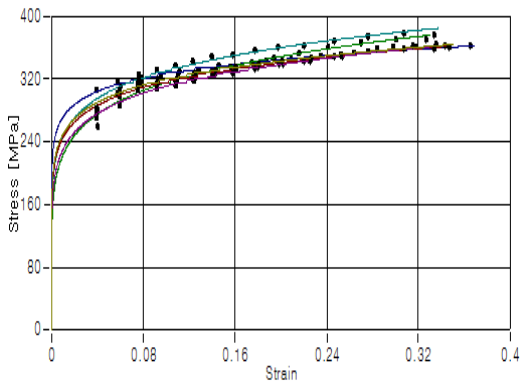
응력-변형률 선도	각 측정점의 항복강도 및 인장강도

17인치



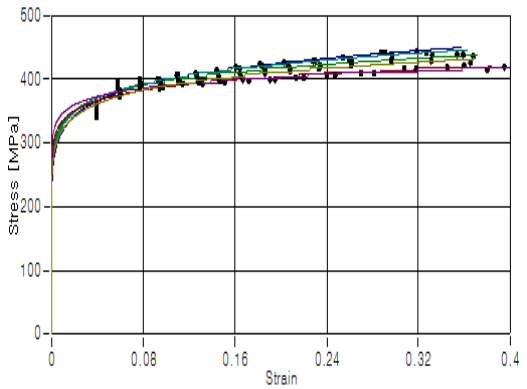
No.	Yield Strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)
1	187.1	349.8
2	188.2	333.2
3	200.2	337.3
4	193.1	342.2
5	196.6	340.1
6	192.5	338.1
Avg	192.9	340.1

18인치



No.	Yield Strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)
1	176.8	296.2
2	182.9	287.9
3	188.1	299.9
4	176.6	286.1
5	176.5	281.5
6	177.7	288.7
Avg	179.8	290

19인치

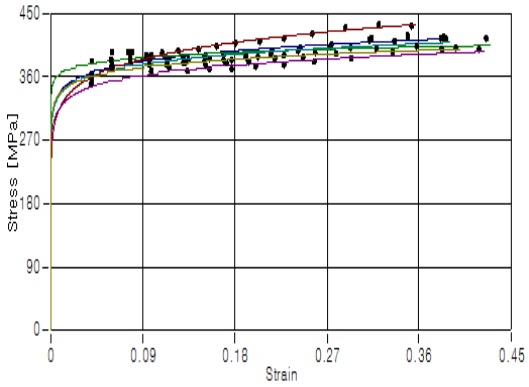


No.	Yield Strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)
1	220.3	360.9
2	214	359.7
3	218.4	362.1
4	206.3	352.9
5	195.7	357.9
6	211.3	352.3
Avg	211	357.6

표 10. 일본산 휠의 계장화 압입 시험을 이용한 강도 측정 결과

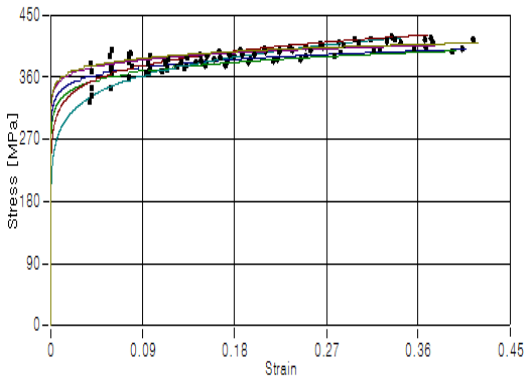
응력-변형률 선도	각 측정 점의 항복강도 및 인장강도

17인치



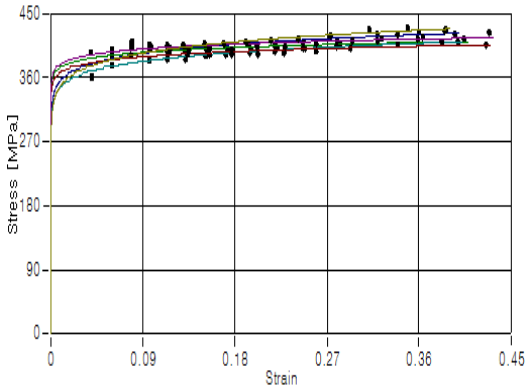
No.	Yield Strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)
1	202.8	352.9
2	198.3	365.3
3	199.7	348.8
4	212.4	352.4
5	190.9	351.1
6	196	346.3
Avg	200	352.8

18인치



No.	Yield Strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)
1	190.9	347.4
2	195.1	339.7
3	203.9	331.1
4	206.5	344.9
5	199.2	341.6
6	201	362.2
Avg	199.4	344.5

19인치



No.	Yield Strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)
1	207.8	365.5
2	207.8	362.5
3	199.4	355.3
4	200.3	367.8
5	204.4	379
6	205.9	363.8
Avg	204.3	365.7

○ 각각의 휠에 대한 인장 강도를 비교해보면 아래의 표 11과 같음

표 11. 계장화 압입시험을 통한 각 휠별 인장강도

(단위 : MPa)

구 분	국산	중국산	일본산
17 인치	338.7	340.1	352.8
18 인치	328.7	290	344.5
19 인치	343.2	357.6	365.7

○ 계장화 압입시험법을 통한 각 휠에 대한 인장 강도를 비교한 결과 중국산 휠의 경우 인장강도가 불균일한 것으로 나타났으며, 미비한 품질관리를 반증하는 것으로 보임. 따라서 저가 수입 휠에 대한 철저한 성능평가가 이루어져야 할 것임

○ 본 사업을 통하여 개발된 “승용 자동차 경합금 튜닝 휠 인증 평가기준”에 따라 국내 튜닝샵에서 유통되고 있는 휠 중 12종을 무작위로 선별하여 안전성을 평가하였음

○ 본 연구기관에 시험기를 보유하고 있지 않기 때문에 인지에이원(당진 소재)의 시험기를 활용하였으며 CFT, RFT, IMPACT 시험을 각각 실시하였으며, 어느 하나의 시험항목에 대해서라도 통과하지 못하였을 경우 Fail로 표기하였음

○ 시료 7, 시료 9에서 파손이 발생하였으며, 이와 같은 파손이 중국에서 제조된 휠에서 주로 관찰된 것을 알 수 있음. 휠은 튜닝 차량의 외관을 돋보이게 하는 기능을 하는 반면에 승객의 생명을 지키는 안전도 부품이기 때문에 건전한 튜닝 문화의 확산을 위해서는 이와 같은 인증 기준 미달의 제품이 시중에 유통될 수 없도록 하는 것이 중요함



그림 14. Impact 시험 후 파손 발생(시료7, 시료9)

표 12. 튜닝 휠 안전성 인증 평가 시료 및 시험결과

제조 원산지	시료	휠 크기	모델명	최종합격여부
국내산	1	17	VB-100	Pass
	2	18	VT-100	Pass
	3	19	SFT-012	Pass
일본산	4	17	SSR type F	Pass
	5	18	Emition XD9	Pass
	6	19	SSR type C	Pass
중국산	7	17	STW-244	**Fail**
	8	18	XH-191(breamer)	Pass
	9	19	SR-118(GAIA)	**Fail**
중국산	10	17	TORES(SJ02)	Pass
	11	18	AIGIS PENTA(8100)	Pass
	12	19	AVIS(5068)	Pass

○ 튜닝 휠 시장에서는 일부 유통업자들이 고가의 휠을 단순히 외형적인 디자인만 복제하여 저가에 유통시키고 있으며 이와 같은 과정에서 소재의 강도 및 설계상 중요한 부분을 간과하고 단순히 제조 원가만을 줄이고자 하는 경향이 있으므로 튜닝 휠의 유통과정에서 인증기준을 충족하고 있는 지의 여부를 엄격하게 관리할 필요가 있음

○ 다만 인증기준 충족여부와 불법 복제된 휠이 유통되는 것을 차단하는 것은 별개의 문제이므로 관련 업계에 종사하고 있는 전문가들과의 충분한 논의 및 대책 수립이 필요할 것으로 보임

③ 인증기준

○ 휠 충격시험

– 다음 중 하나 이상에 해당되는 경우, 해당 휠은 시험에 부적합한 것으로 봄. 다만, 휠 어셈블리에 변형이 발생하거나, 충격 추의 면판과 접촉한 림부에 균열이 발생한 경우에는 해당 휠을 불합격으로 간주하지 않음

· 육안으로 확인할 수 있는 균열(들)이 휠 어셈블리의 센터 멤버 부분을 관통
· 센터 멤버가 림에서 분리
· 타이어의 공기압이 1분 이내에 50% 이상 손실된 경우
· 너트 토크가 설치 토크의 60% 미만인 경우

○ 동적 선회 피로 시험

– 다음 중 하나 이상에 해당되는 경우, 해당 휠은 시험에 부적합한 것으로 봄

· 휠이 하중을 유지할 수 없는 경우
· 시험 이전부터 존재했던 균열(들)이 확대되거나 또는 육안으로 볼 수 있는 새로운 응력에 의한 균열이 휠의 단면을 관통한 경우

○ 동적 반지름 방향 피로 시험

– 다음 중 하나 이상에 해당되는 경우, 해당 휠은 시험에 부적합한 것으로 간주함

· 휠이 하중을 유지할 수 없는 경우
· 시험 이전부터 존재했던 균열(들)이 확대되거나 또는 육안으로 볼 수 있는 새로운 균열이 휠의 단면을 관통한 경우
· 타이어의 공기압이 1분 이내에 50% 이상 손실된 경우

④ 시험장비

○ 충격하중 시험기, 동적 선회 피로 시험기, 동적 반지름방향 피로 시험기



그림 15. 휠 시험장비(Cornering Fatigue, Radial Fatigue, Impact)

⑤ 시험가능 기관

○ INJI, 핸즈코퍼레이션

(나) 머플러

① 개요

○ 배기 머플러는 자동차의 엔진 부품으로서, 엔진으로부터 발생하는 고온 고압의 배기가스가 방출되면서 팽창에 의한 소음을 감소시킴으로서 소음에 의한 승차감 저하를 방지하기 위한 부품임

○ 배기 머플러의 품질 저하는 자동차의 운전자와 보행자에게 소음으로 인한 공해를 유발하며 배기가스 정화용 촉매의 정화 성능에도 영향을 미치게 됨

○ 배기 머플러는 자동차관리법 시행 규칙 제55조에 배기가스 발산장치 및 소음 방지장치는 교통안전공단 허가를 취득하여야 구조변경을 할 수 있도록 규정하고 있음

○ 배기 머플러의 변경은 배압 차이로 인한 출력 변경, 소음 및 배출가스 증가 등에 영향을 줄 수 있기 때문임

② 주요내용

㉮ 참조기준

○ 머플러는 머플러 케이스 및 파이프의 단면 변화와 소음재를 이용하여 배기가스의 유동경로 중간에 단열팽창을 일으키도록 확장공간을 두고 머플러 케이스의 내벽에 소음재를 설치하는 방식을 사용하여 고온 고압의 배기가스를 저온 저압으로 만드는 역할과 엔진에서 발생하는 소음을 차단하는 역할을 함

○ 머플러는 주로 자동차 하부의 출구 파이프 전단에 설치되어 고온 환경과 침수, 먼지 등의 열악한 환경 조건에서 작동하며, 운행 중 열 충격의 영향을 많이 받고, 내부 표면은 배출가스에 의한 부식과 내부에 형성된 응축수로 인한 부식의 영향 하에서 작동함

○ 국내 도로교통법 법규, KS 기준, 자동차부품 신뢰성(RS) 기준, 일본 민간인증 기준, ISO 기준, UNECE No. 51/59 인증 기준에 대한 비교 검토를 수행함

○ 가속 주행소음 평가 항목의 각 법규, 인증 기준별 평가 방법 및 소음 기준을 비교 분석하여 타당성을 검토하였음

표 13. 소음기 평가항목 비교표

항 목	KS R 1045	A사	B사	C사	RS R 0015
1. 배기소음	○	○	○	×	○
2. 축출력, 배기압 및 배기온도	○	○	×	×	×
3. 가속주행 시 배기소음	○	×	×	×	×
4. 타행 시 소음레벨	○	×	×	×	×
5. 배수성	×	○	×	×	×
6. 방사음	×	○	○	×	○
7. 공진 주파수	×	○	×	×	×
8. 누출	○	○	×	×	○
9. 열 사이클	×	○	○	×	○
10. 열 충격	×	○	×	×	○
11. 소음기 피로	×	×	○	○	○
12. 부식	○	×	○	○	○
13. Glass Wool 내구	×	○	×	×	×
14. 정차시 방출소음	○	×	×	○	○

○ 튜닝부품 승인제도는 기존 구조변경 승인을 대체하는 의미이기에 정차시 배기소음은 필수 평가항목임

○ 기밀성 저하시 원하지 않는 배기소음의 급격한 증가, 고온 배기가스의 차체부위 직접 분출에 따른 차량 안전의 치명적 저해 가능성이 대두되기에 필요한 평가항목임

○ 국내 제조업체의 부품 품질검사 기준 2종을 검토하여 인증기준 개발에 적용하였음

○ 총 2개의 평가항목으로 구성된 인증기준 초안을 마련하였음
- 평가항목 : (1) 배기소음
(2) 기밀성

○ 추후 적용이 예상되는 자동차부품 자기인증제도의 경우 가속 주행소음 평가를 요구할 것으로 예상되기에 튜닝부품 제조업체의 적응력 배양을 위하여 충분한 유예기간 설정 등의 해결책 제시가 필요함

○ 순정 머플러 대비 고속 고회전 영역에서의 배압 저감, 출력 향상 등을 유지하면서 순정 머플러 수준의 가속 주행소음을 구현하기 위해서는 수많은 해석적 접근, 실험적 접근, 설계 검증 증의 추가 연구개발이 필요한 상황임

○ 추후 제조업체들의 충분한 의견 수렴과 기술위원회를 거쳐 인증기준을 보완·수정할 계획임

○ 전기 · 전자제품 및 자동차의 자원순환에 관한 법률 시행령 제9조 제1항의 사용제한 유해물질의 대상 · 함유 기준 등에 따라 승용 자동차, 9인승 이하 승합차 및 차량 총중량 3.5톤 이하 화물차의 부분품 및 부속품의 최종 부품에는 인체 및 환경에 부정적인 영향을 미치는 물질(4대 중금속 : 카드뮴, 납, 수은, 6가 크롬)은 함유 기준을 지켜야 함

– 유해물질의 사용 제한

· 카드뮴 : 중량 기준으로 0.01% 미만 함유 기준

· 납, 수은, 6가 크롬 : 중량 기준으로 0.1% 미만 함유 기준

○ 유해물질의 사용여부 검사, 소요 재질의 규격품 사용여부 검사, 소요 재질의 원산지 규명 및 제조사 규명 등의 필요성 제기에 따라 소재 품질 성적서를 첨부 제출 서류에 포함하며, 이는 공인 시험기관의 발행분만을 인정하는 것으로 함

○ 누적 주행거리에 따른 소음재 손실률이 머플러 수명에 절대적인 평가항목임이 규명되었기에 소음재 성적서를 첨부 제출 서류에 포함하며, 이는 공인 시험기관의 발행분에 더하여 생산업체의 발행분도 인정하는 것으로 함

○ 운행차 배기소음 기준 검토

○ 평가 방법 :

– 마이크로폰 위치는 배기관 중심선에서 45±1° 각도에서 연직선 방향 0.5m 떨어진 위치에서 측정

– 변속기어는 중립, 정지가동(아이들링) 상태에서 원동기 최고출력시의 75% 회전속도에서 4초 운전, 그동안 배출되는 소음 크기의 최대치를 측정

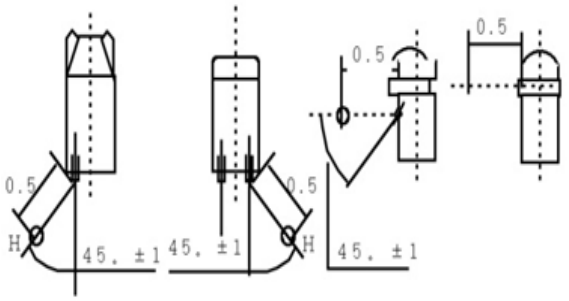


그림 16. 마이크로폰 설치 위치

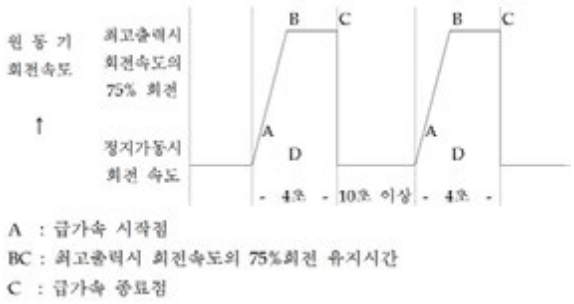


그림 17. 운행차 배기소음 측정 모드

○ 환경정책 기본법 제33조에 차량/차종에 따라 적용되는 소음도는 100~105 dB이하이며, 배기관의 열림 방향은 자동차 중심선에서 후향(좌향 30° 이내 후향으로 봄)이어야 하고, 우향 불가, 최저지상고 12 ㎝이상이며, 다른 장치에 영향을 주지 않아야 하고, 견고하게 설치되어야 한다고 규정하고 있음

○ 튜닝부품 인증제도는 기존 구조변경 승인을 대체하는 의미이기에 튜닝 머플러는 인증기준에 필수 평가항목임

표 14. 운행차 배기소음 법정 기준

소음 항목	배기 소음	
대 상 / 종 류	~1995.12.31	1996.01.01.~ 1999.12.31
경자동차	103 이하	100 이하
승용자동차	↑	↑
소형화물자동차	↑	↑
중량자동차	107 이하	105 이하
이륜자동차	110 이하	↑

소음 항목		배기 소음
대 상 / 종 류		2000.01.01.~ 2005.12.31
경자동차		100 이하
승용자동차	승용1	↑
	승용2	↑
	승용3	↑
	승용4	105 이하
화물자동차	화물1	100 이하
	화물2	↑
	화물3	105 이하
이륜자동차		↑

소음 항목		배기 소음
대 상 / 종 류		2006.01.01.~
경자동차		100 이하
승용자동차	소형	↑
	중형	↑
	중대형	↑
	대형	105 이하
화물자동차	소형	100 이하
	중형	↑
	대형	105 이하
이륜자동차		↑

○ 튜닝 머플러 카테고리 인증 체계(안)

- 개별 차종을 대상으로 인증을 부여하는 경우 신청업체의 부담이 가중되는 현실임
- 국내 법규 “12종 차종 분류”, “ECE/TRANS/WP.29/1045”는 튜닝 머플러 인증용 분류로는 적합하지 않음
- 단순 배기량으로 분류할 경우 터보차저 및 슈퍼차저 엔진에 적합지 않음
- 국내/외 자동차 배기량, 엔진 형식 등을 비교 검토하여 5~6개 카테고리로 분류할 필요성이 제기됨
- 해당 카테고리의 최대 배기량의 차량에서 인증을 획득하면 하위 차종에 대한 카테고리 인증을 부여하는 방안에 대한 실증 필요성이 제기됨

○ 튜닝 부품 인증 등급(안)

- 인증 등급을 2~3개 등급으로 분류하여 차등 신청 및 발급함
- 법규 평가항목이 있는 경우에는 필수 인증을 반드시 받아야 하지만, 나머지 등급은 신청자의 자율적 신청에 의해 인증 평가 후 인증서를 부여함
- 인증을 받은 튜닝 부품을 장착하는 경우에는 구조변경 승인 검사를 생략하여 구매자의 편의성을 증대시키고, 구매 희망자들의 접근성을 향상시킴
- 인증 부품 조회 및 인증 등급 열람, 구매한 인증 부품의 등록이 온라인으로 처리되도록 하여, 일일이 신청 서류와 관련 도면 등을 구비하여 오프라인으로 처리하던 불편함을 해소함

표 15. 인증 등급 분류표 (예: 튜닝 머플러)

등 급	평 가 항 목	비 고
등급 1	○ 피로 ○ 열 사이클 ○ 열 충격 ○ 외부 부식	○ 완성차 수준
등급 2	○ 기밀성	○ 중요 품질 항목
등급 3	○ 정차시 배기소음	○ 법규 항목

㉰ 성능 및 시험방법

○ 가속주행시험

– 시험자동차에 튜닝소음기를 장착한 상태에서 100km이상 예비운전(길들이기)을 실시한 후 운전방법에 정하는 바에 의하여 가속주행시켜서 시험 자동차가 아래 그림 18에 표시된 소음 측정구간에 있는 동안 시험 자동차로부터 배출되는 소음 크기의 최대치를 측정하는 것

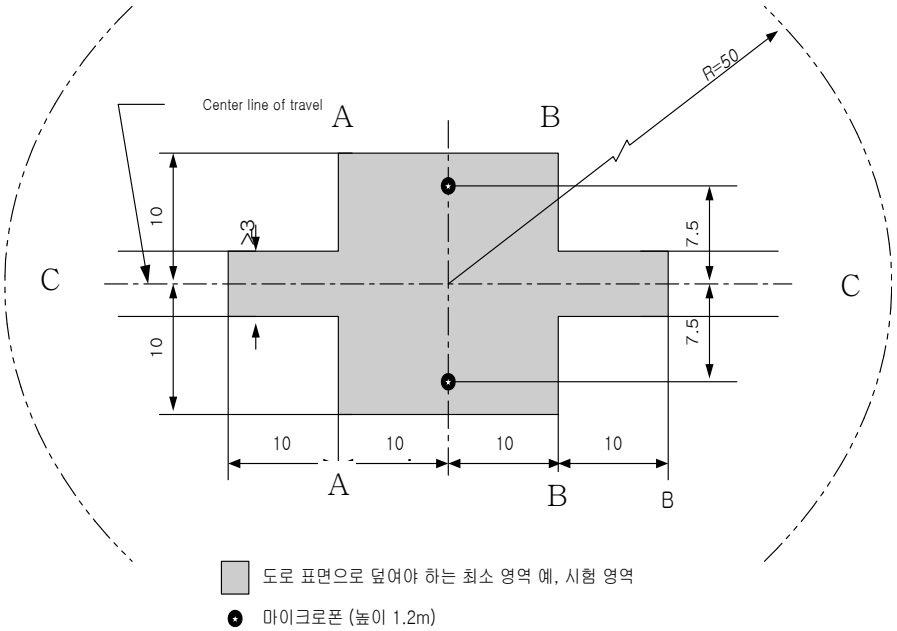


그림 18. 가속주행소음 시험장 제원

– 마이크로폰 위치는 시험로 상의 기준선 CC까지의 거리는 7.5±0.05 m이어야 한다. 마이크로폰은 지상 1.2±0.02 m에 위치하여야 하며 자유음장 조건에서 기준 축은 수평이어야 하며 자동차 주행도로 기준선 CC와 직각을 이루어야 하고, 측정은 최소 2회 이상 차량 좌우 양쪽에서 동시에 또는 순차적으로 측정

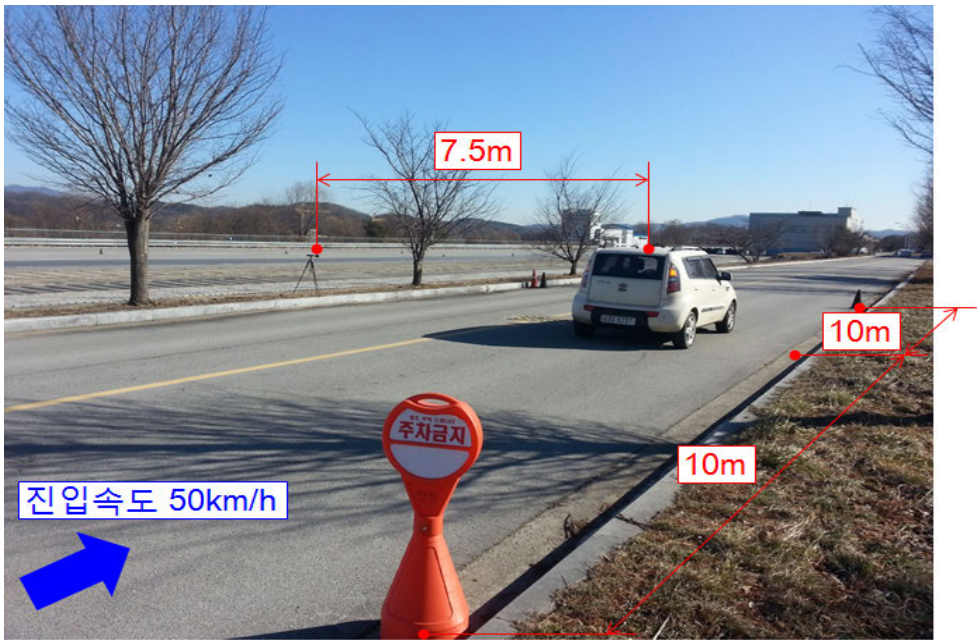


그림 19. 튜닝 머플러(휘발유 차량) 가속주행소음 측정 조건

○ 배기소음시험

– 마이크로폰 위치는 배기관 중심선에서 45±1° 각도에서 연직선 방향 0.5m 떨어진 위치인 동시에 지상으로 부터의 높이는 배기관 중심 높이에서 ±0.05m인 위치에 마이크로폰을 설치해서 측정

○ 기밀성 시험

– 가속주행소음시험 및 배기소음시험을 실시 한 후에 소음기를 상온에 방치하여 충분히 냉각 시킨 뒤 시험을 실시

– 소음기의 양쪽 출입구를 막고 한쪽 방향에 50kPa (0.5kgf/cm2) ±5%의 압력으로 공기를 가압한 후 30초 동안 누설여부를 확인

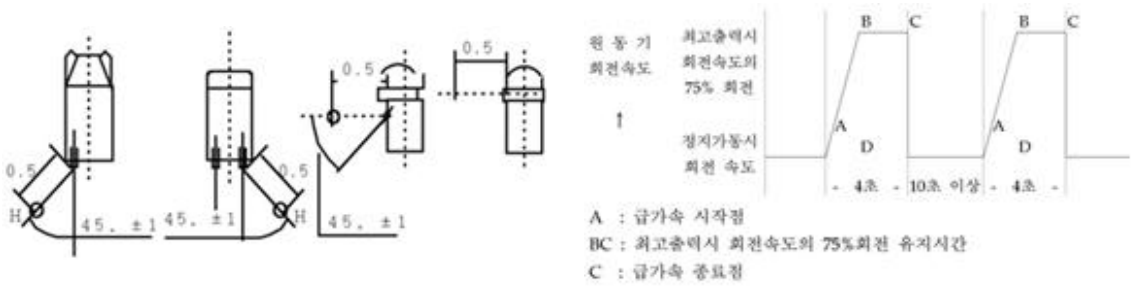


그림 20. 마이크로폰 설치 위치 및 운행차 배기소음 측정 모드

㉰ 시험평가

○ 실험 차량 정보

제 작 자	기아자동차(주)	차 량 명	쏘울
연 식	2009	엔진형식	직렬4기통
배 기 량	1591 cc	구동방식	전륜구동
최고출력 [ps/rpm]	124/6300	최대토크 [kg · m/rpm]	15.9/4300



순정 머플러



튜닝 머플러 메이저급(A)



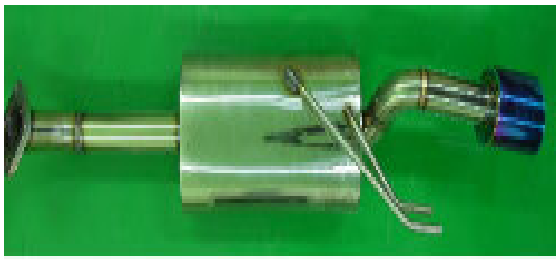
튜닝 머플러 메이저급(B)



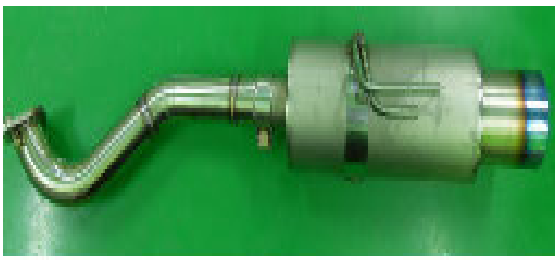
튜닝 머플러 복제품(A)



튜닝 머플러 복제품(B)



튜닝 머플러 복제품(C)



튜닝 머플러 복제품(D)

그림 21. 튜닝 머플러(휘발유 차량) 제품 사진

㉠ 정차시 배기소음

○ 실험 품목



순정 머플러



튜닝 머플러 메이저급(A)



튜닝 머플러 메이저급(B)



튜닝 머플러 복제품(A)



튜닝 머플러 복제품(B)



튜닝 머플러 복제품(C)



튜닝 머플러 복제품(D)

그림 22. 튜닝 머플러(휘발유 차량) 정차시 배기소음 측정 사진



순정 머플러



튜닝 머플러 메이저급(A)



튜닝 머플러 메이저급(B)



튜닝 머플러 복제품(A)



튜닝 머플러 복제품(B)



튜닝 머플러 복제품(C)



튜닝 머플러 복제품(D)

그림 23. 튜닝 머플러(휘발유 차량) 제품 장착 사진

㉡ 배기차압

○ 엔진의 각 회전수별 배기 차압 특성 평가를 수행함

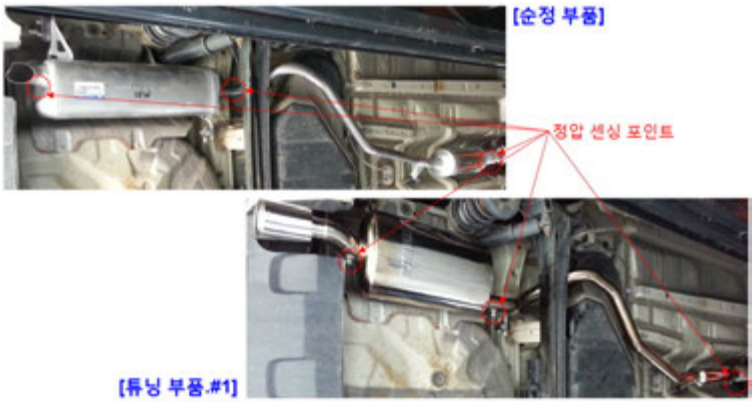


그림 24. 튜닝 머플러(휘발유 차량) 배기 차압 측정 위치

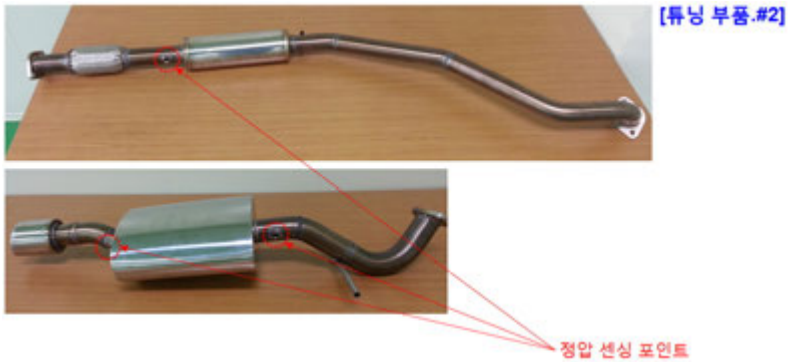


그림 25. 튜닝 머플러(휘발유 차량) 배기 차압 측정 포트 형상



순정 머플러



튜닝 머플러 메이저급(A)



튜닝 머플러 복제품(A)

그림 26. 머플러 비교

○ 실험 품목 : 순정 머플러 (1세트)
국내 튜닝 머플러 메이저급 (1세트)
국내/외 튜닝 머플러 복제품 (1세트)

○ 실험 항목 : 센터 머플러+엔드 머플러의 차압 (dP1)
엔드 머플러의 차압 (dP2)

○ 실험 장치

– 데이터 획득 장치 모델명 : GL200A, 제조사 : GRAPHTEC

– 차압 센서 모델명 : PD1M, 제조사 : SENZORS, 정밀도 : ±0.1 % F.S

㉣ 가속주행소음

○ 제작차 소음 측정방법에 명시된 가속주행소음 특성 평가를 수행함



그림 27. 머플러(휘발유 차량) 가속주행소음 측정(순정, 복제품, 유니버셜타입)

○ 실험 장치 : BSWA 309 (환경부 인증 제품)
휘발유 차량 정차시 배기소음 측정 장치와 동일

○ 실험 품목 : 순정 머플러 (1세트)
국내 튜닝 머플러 복제품 (1세트)
국외 튜닝 머플러 유니버설 타입 (1세트

㉤ 주행거리 누적에 따른 소음

○ 주행거리 누적에 따라 내부 소음재의 손실이 발생하여 소음이 급격히 증가할 것이라는 주장을 확인하기 위하여 총 10,000 km의 도로주행 전/후의 배기소음을 비교 평가함(진행 중)

○ 실험 품목 : 국외 튜닝 머플러 복제품 (1세트)

○ 실험 방법 : UN/ECE R.59의 6.4.1.1에 따름

> 6.4.1.1. 1만km에 대한 지속적인 도로 주행
> 6.4.1.1.1. 주행의 50±20 %가 시내 주행이고 나머지 주행은 장거리 고속 주행으로 구성된다. 연속 도로 주행은 상응하는 주행 시험로로 대체될 수 있다. 두 가지 속도 영역은 최소 두 번 이상 별도로 수행되어야 한다. 전체 테스트 프로그램은 냉각과 응축 효과를 재현하기 위하여 연속 3시간 이상의 휴식을 최소 10회 이상 포함하여야 한다.

㉥ 경유차량 튜닝 머플러 정차 시 배기 소음 비교 평가

○ 튜닝부품 승인제도는 기존 구조변경 승인을 대체하는 의미이기에 튜닝 머플러 인증기준에 필수 평가항목임

○ 실험 장치 : BSWA 309 (환경부 인증 제품)

○ 실험 품목 : 순정 머플러 (1세트)
국내 튜닝 머플러 메이저급 (1세트)
국외 튜닝 머플러 복제품 (1세트)

○ 실험 차량 정보

제 작 자	GM대우자동차(주)	차 량 명	윈스톰
연 식	2008	엔진형식	직렬4기통
배 기 량	1991 cc	구동방식	전륜구동
최고출력 [ps/rpm]	150/4000	최대토크 [kg · m/rpm]	32.7/2000

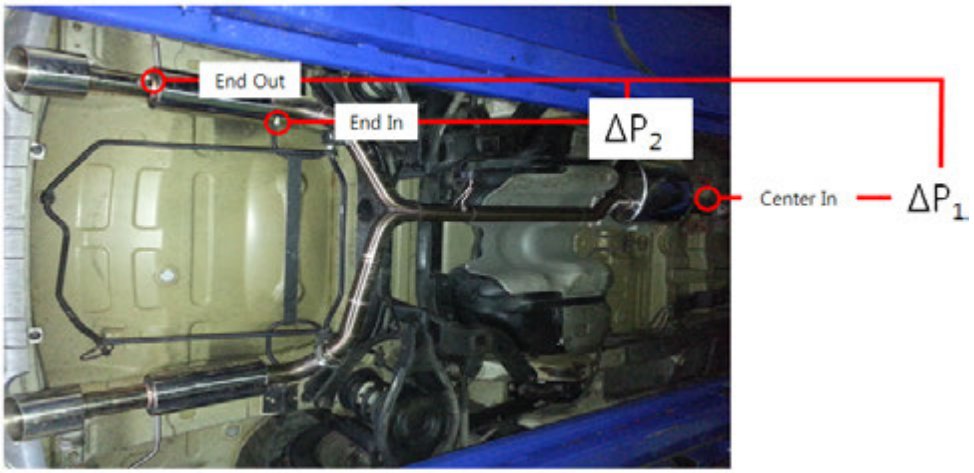


그림 28. 튜닝 머플러(경유 차량) 배기 차압 측정 위치 및 형상 사진



그림 29. 튜닝 머플러(경유 차량) 차압 측정 사진

○ 실험 장치

– 데이터 획득 장치 모델명 : GL200A, 제조사 : GRAPHTEC

– 차압 센서 모델명 : FDW, 제조사 : SENSOTEC

정밀도 : ±0.1 % F.S



그림 30. 튜닝 머플러(경유 차량) 제품 장착 사진

㈑ 시험결과

㉠ 정차 시 배기소음

○ 순정 머플러

시 험 일	2013.10.11		날 씨		맑음	
측정회수	엔진 최고출력시 회전속도 75%의 회전속도(rpm)	암소음 [dB(A)]	배기소음 [dB(A)]		기준치 [dB(A)]	판 정
			측정치	보정치		
1	4725	55.1	82.3	-	100이하	합격
2			81.9	-		
3			82.1	-		

○ 국내 튜닝 머플러 메이저급(A)

시 험 일	2013.10.11		날 씨		맑음	
측정회수	엔진 최고출력시 회전속도 75%의 회전속도(rpm)	암소음 [dB(A)]	배기소음 [dB(A)]		기준치 [dB(A)]	판 정
			측정치	보정치		
1	4725	55.7	84.2	-	100이하	합격
2			84.4	-		
3			84.6	-		

○ 국내 튜닝 머플러 메이저급(B)

시 험 일	2013.12.23		날 씨		맑음	
측정회수	엔진 최고출력시 회전속도 75%의 회전속도(rpm)	암소음 [dB(A)]	배기소음 [dB(A)]		기준치 [dB(A)]	판 정
			측정치	보정치		
1	4725	54.3	83.4	-	100이하	합격
2			83.6	-		
3			83.8	-		

○ 국내 튜닝 머플러 복제품(A)

시 험 일	2013.10.11		날 씨		맑음	
측정회수	엔진 최고출력시 회전속도 75%의 회전속도(rpm)	암소음 [dB(A)]	배기소음 [dB(A)]		기준치 [dB(A)]	판 정
			측정치	보정치		
1	4725	54.9	86.3	-	100이하	합격
2			86.5	-		
3			86.1	-		

○ 국내 튜닝 머플러 복제품(B)

시 험 일	2013.12.23		날 씨		맑음	
측정회수	엔진 최고출력시 회전속도 75%의 회전속도(rpm)	암소음 [dB(A)]	배기소음 [dB(A)]		기준치 [dB(A)]	판 정
			측정치	보정치		
1	4725	54.3	86.7	–	100이하	합격
2			86.4	–		
3			87.1	–		

○ 국내 튜닝 머플러 복제품(C)

시 험 일	2013.12.23		날 씨		맑음	
측정회수	엔진 최고출력시 회전속도 75%의 회전속도(rpm)	암소음 [dB(A)]	배기소음 [dB(A)]		기준치 [dB(A)]	판 정
			측정치	보정치		
1	4725	54.3	84.1	–	100이하	합격
2			85.4	–		
3			84.6	–		

○ 국내 튜닝 머플러 복제품(D)

시 험 일	2013.12.23		날 씨		맑음	
측정회수	엔진 최고출력시 회전속도 75%의 회전속도(rpm)	암소음 [dB(A)]	배기소음 [dB(A)]		기준치 [dB(A)]	판 정
			측정치	보정치		
1	4725	54.3	93.2	–	100이하	합격
2			93.5	–		
3			93.3	–		

○ 순정 머플러, 튜닝 머플러 모든 샘플에서 운행차 배기소음 기준(100 dB 이하일 것)을 만족함

○ 튜닝 머플러 중에서도 유니버설 타입에서 가장 큰 소음 값을 나타내었으며, 최대값에서 95 dB 미만의 값을 나타냄

○ 순정 머플러 대비하여 국내 메이저급 튜닝 머플러의 경우 평균 2 dB, 국내/외 복제품 튜닝 머플러의 경우 평균 4 dB, 최대 11 dB 높게 분포하는 경향을 나타냄

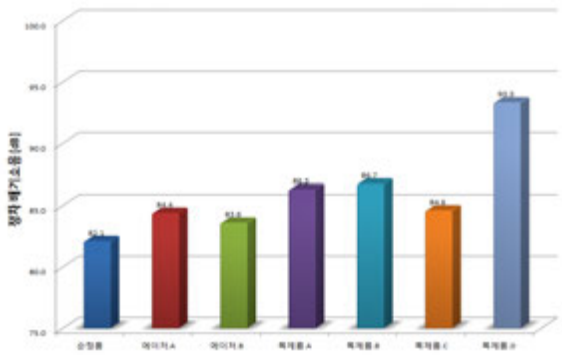


그림 31. 튜닝 머플러(휘발유 차량) 정차 시 배기소음 평가 결과

㉡ 배기 차압

○ 순정 머플러

[단위 : kPa]

	1000 rpm	2000 rpm	3000 rpm	4000 rpm
dP1	1.3	1.5	1.8	2.2
dP2	1.2	1.4	1.7	2.1

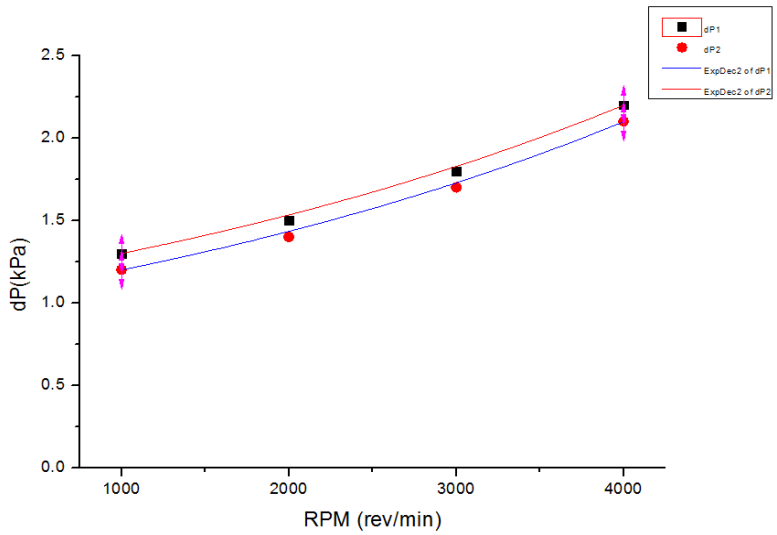


그림 32. 순정 머플러(휘발유 차량) 배기 차압 측정 결과

○ 국내 튜닝 머플러 메이저급(A)

[단위 : kPa]

	1000 rpm	2000 rpm	3000 rpm	4000 rpm
dP1	0.7	0.9	1.1	1.4
dP2	0.6	0.8	1.0	1.3

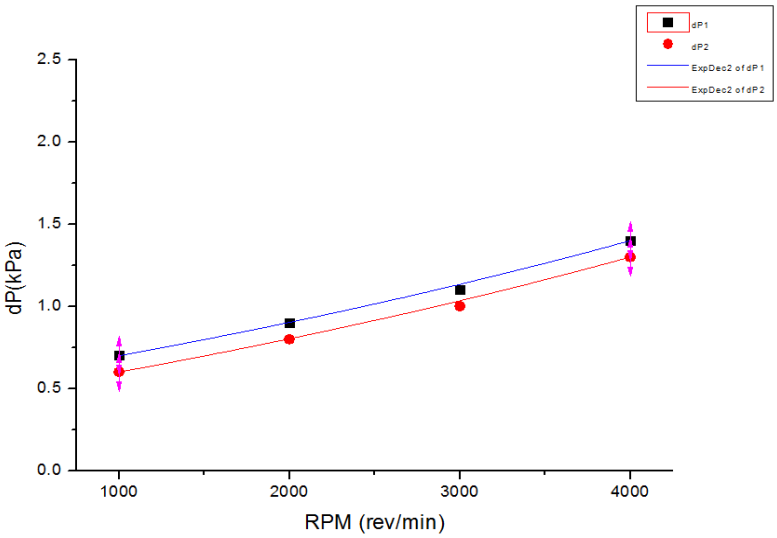


그림 33. 국내 튜닝 머플러 메이저급(휘발유 차량) 배기 차압 측정 결과

○ 국외 튜닝 머플러 복제품(A)

[단위 : kPa]

	1000 rpm	2000 rpm	3000 rpm	4000 rpm
dP1	0.7	0.9	1.1	1.4
dP2	0.6	0.7	0.9	1.2

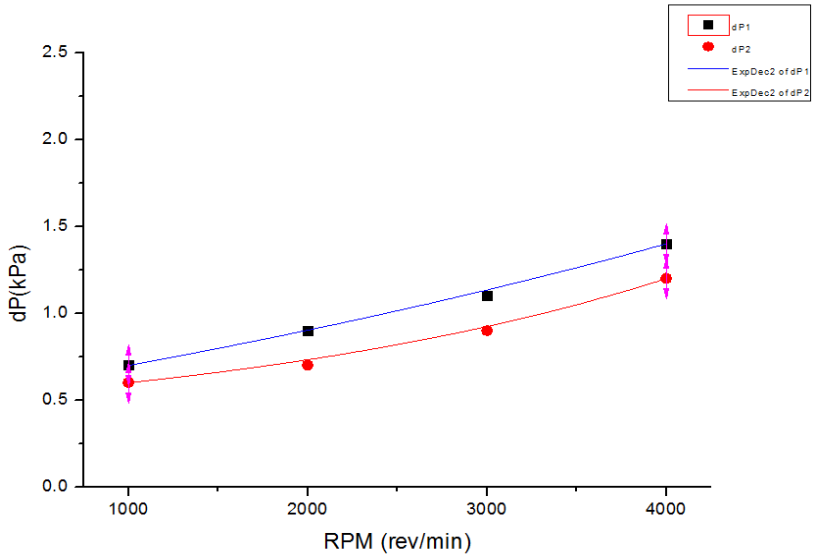


그림 34. 국외 튜닝 머플러 복제품(휘발유 차량) 배기 차압 측정 결과

○ 튜닝 머플러는 고속 주행영역에서의 원활한 배기 배출이 주목적이기에 순정 머플러 대비 배압 저감 특성이 확연히 드러남

○ 튜닝 머플러는 배압 저감 실현을 위하여 순정 머플러 대비 파이프 직경의 확대, 머플러 내부 유로의 단순화, 내부 유로의 단면적 확대 등의 설계 변경을 적용하는 것으로 판단됨

○ 휘발유 차량의 경우 센터 머플러는 보조 소음기이고 엔드 머플러가 주 소음기이기에 엔드 머플러에서 대부분의 배압이 형성됨을 알 수 있음

○ 순정 머플러 대비 메이저급 튜닝 머플러의 경우 평균 33~42% 저감된 차압 특성을 나타내며, 메이저급과 복제품의 차압 특성은 동일한 경향을 나타냄

○ 무리한 배압 저감시 저속 출력/토크 저감, 연비 악화 등의 부작용이 크기에 차량 중량, 엔진 형식, 소비자 요구사항 등에 부합하는 설계/제작 노하우가 튜닝 머플러 제조업체들의 경쟁력으로 부각됨

㉢ 가속주행소음

○ 순정 머플러

시 험 일	2014.02.26	날 씨		맑음	
측정회수	암소음 [dB(A)]	배기소음 [dB(A)]		기준치 [dB(A)]	판 정
		측정치	보정치		
1	45.7	71.9	–	74이하	–
2		73.5	–		
3		72.4	–		
4		72.7	–		
5		72.4	–		

○ 튜닝 머플러 복제품

시 험 일	2014.02.26	날 씨		맑음	
측정회수	암소음 [dB(A)]	배기소음 [dB(A)]		기준치 [dB(A)]	판 정
		측정치	보정치		
1	45.1	80.9	–	74이하	–
2		81.4	–		
3		82.0	–		
4		82.5	–		
5		81.4	–		

○ 튜닝 머플러 유니버설 타입

시 험 일	2014.02.26	날 씨		맑음	
측정회수	암소음 [dB(A)]	배기소음 [dB(A)]		기준치 [dB(A)]	판 정
		측정치	보정치		
1	47.3	88.7	–	74이하	–
2		88.6	–		
3		88.8	–		
4		88.5	–		
5		86.8	–		

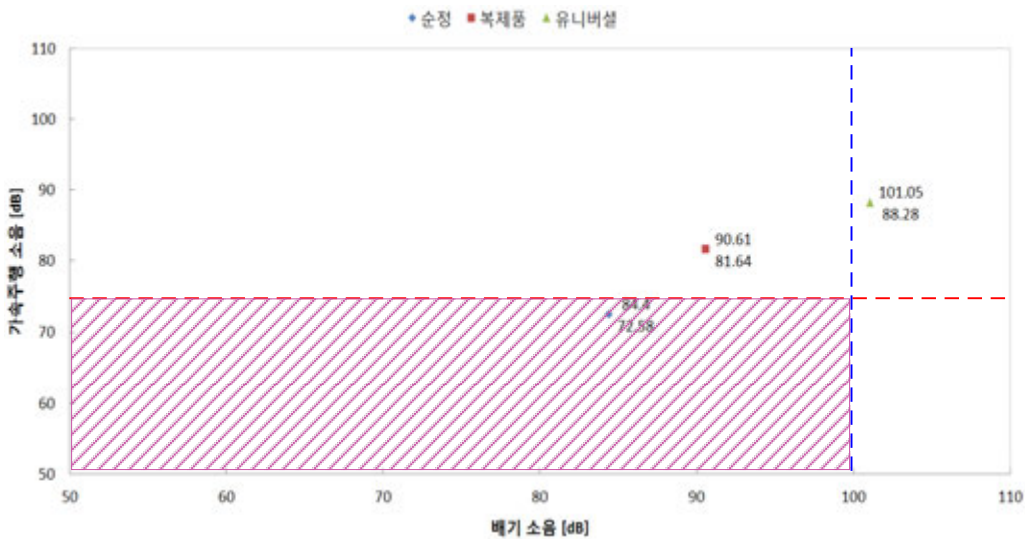


그림 35. 튜닝 머플러(휘발유 차량) 배기소음 대비 가속주행소음 분포

○ 튜닝 머플러는 고속 주행영역에서의 원활한 배기 배출이 주목적이기에 순정 머플러 대비 높은 가속주행소음 특성이 확연히 드러남

○ 제작자동차 소음허용기준 대비 튜닝 머플러 복제품의 경우 평균 8 dB, 튜닝 머플러 유니버설 타입의 경우 평균 14.5 dB 초과하는 경향을 나타냄

○ 순정 머플러를 제외한 모든 튜닝 머플러는 제작자동차 소음허용기준 74 dB을 초과하는 결과를 나타냄

○ 국내 튜닝부품 시장에서 제작자동차 소음허용기준에 부합되는 튜닝 머플러는 국내외 메이저급 및 복제품 부류를 통틀어 존재하지 않는 것으로 파악됨

○ 제작자동차 소음허용기준에 부합되는 튜닝 머플러는 순정 머플러에 대비하여 재질 변경에 따른 내구 성능 향상을 제외하고 추가 연구개발이 필요한 상황임

○ 순정 머플러 대비 고속 고회전 영역에서의 배압 저감, 출력 향상 등을 유지하면서 순정 머플러 수준의 가속주행소음을 구현하기 위해서는 수많은 해석적 접근, 실험적 접근, 설계 검증 등의 다양한 연구개발이 필요한 상황임

㉣ 주행거리 누적에 따른 소음

○ 100 km 주행 후

시 험 일	2013.10.11		날 씨		맑음	
측정회수	엔진 최고출력시 회전속도 75%의 회전속도(rpm)	암소음 [dB(A)]	배기소음 [dB(A)]		기준치 [dB(A)]	판 정
			측정치	보정치		
1	4725	54.9	86.3	–	100이하	합격
2			86.5	–		
3			86.1	–		

○ 2500 km 주행 후

시 험 일	2013.10.11		날 씨		맑음	
측정회수	엔진 최고출력시 회전속도 75%의 회전속도(rpm)	암소음 [dB(A)]	배기소음 [dB(A)]		기준치 [dB(A)]	판 정
			측정치	보정치		
1	4725	55.3	89.4	–	100이하	합격
2			89.2	–		
3			89.7	–		

○ 3000 km 주행 후

시 험 일	2013.10.11		날 씨		맑음	
측정회수	엔진 최고출력시 회전속도 75%의 회전속도(rpm)	암소음 [dB(A)]	배기소음 [dB(A)]		기준치 [dB(A)]	판 정
			측정치	보정치		
1	4725	43.4	90.3	–	100이하	합격
2			90.6	–		
3			90.8	–		

○ 2500 km 누적 주행거리에서 초기 100 km 주행거리 대비 평균 3 dB 증가하는 경향을 나타냄

○ 3000 km 누적 주행거리에서 초기 100 km 주행거리 대비 평균 4 dB 증가하는 경향을 나타냄

○ 누적 주행거리 증가에 따라 소음재의 계속적인 대기 손실에 기인하여 배기소음이 선형적으로 증가하는 경향을 나타냄

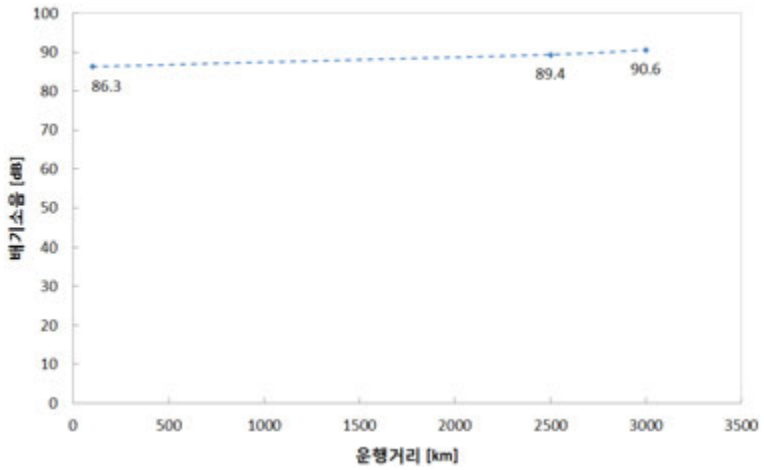


그림 36. 튜닝 머플러(휘발유 차량) 운행거리 누적 대비 배기소음 측정 결과

㉱ 경유차량 튜닝 머플러 정차 시 배기 소음 비교 평가

○ 순정 머플러

시 험 일	2013.09.23		날 씨		맑음	
측정회수	엔진 최고출력시 회전속도 75%의 회전속도(rpm)	암소음 [dB(A)]	배기소음 [dB(A)]		기준치 [dB(A)]	판 정
			측정치	보정치		
1	3000	63.5	76.1	–	100이하	합격
2			76.0	–		
3			75.5	–		

○ 국내 튜닝 머플러 메이저급(A)

시 험 일	2013.12.16		날 씨		흐림	
측정회수	엔진 최고출력시 회전속도 75%의 회전속도(rpm)	암소음 [dB(A)]	배기소음 [dB(A)]		기준치 [dB(A)]	판 정
			측정치	보정치		
1	3000	52.2	76.7	–	100이하	합격
2			77.2	–		
3			77.5	–		

○ 국외 튜닝 머플러 복제품(A)

시 험 일	2013.12.16		날 씨		흐림	
측정회수	엔진 최고출력시 회전속도 75%의 회전속도(rpm)	암소음 [dB(A)]	배기소음 [dB(A)]		기준치 [dB(A)]	판 정
			측정치	보정치		
1	3000	52.3	80.4	–	100이하	합격
2			80.2	–		
3			80.5	–		



그림 37. 튜닝 머플러(경유 차량) 정차시 배기소음 측정 사진

○ 순정 머플러, 튜닝 머플러 모든 샘플에서 운행차 배기소음 기준(100 dB 이하일 것)을 만족함

○ 순정 머플러 대비하여 국내 튜닝 머플러 메이저급의 경우 동등 수준을 나타내었으며, 국외 튜닝 머플러 복제품의 경우 4 dB 높게 분포하는 경향을 나타냄

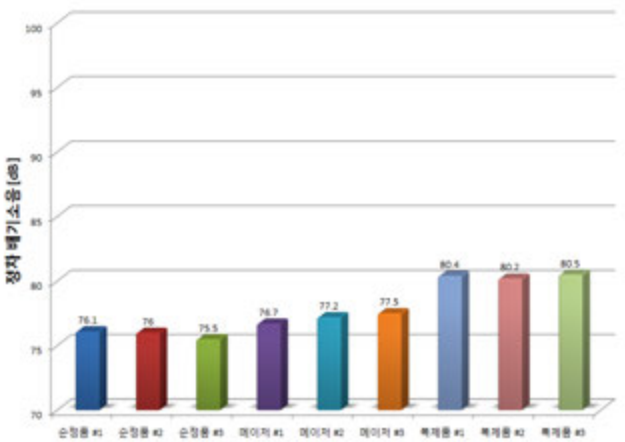


그림 38. 튜닝 머플러(경유 차량) 정차시 배기소음 평가 결과

ⓗ 경유차량 튜닝 머플러 배기 차압 비교 평가

○ 순정 머플러

[단위 : kPa]

	800 rpm	1500 rpm	2000 rpm	2500 rpm	3000 rpm
dP1	0.055	0.089	0.255	1.103	2.564
dP2	0.048	0.068	0.082	0.193	0.406

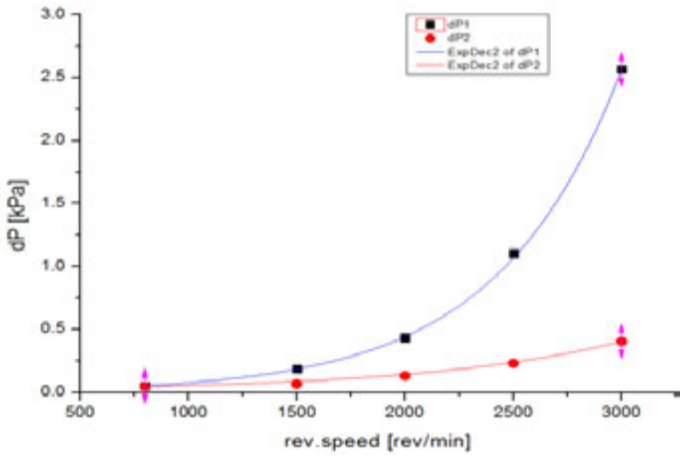


그림 39. 순정 머플러(경유 차량) 배기 차압 측정 결과

○ 국내 튜닝 머플러 메이저급(A)

[단위 : kPa]

	800 rpm	1500 rpm	2000 rpm	2500 rpm	3000 rpm
dP1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.165
dP2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.103

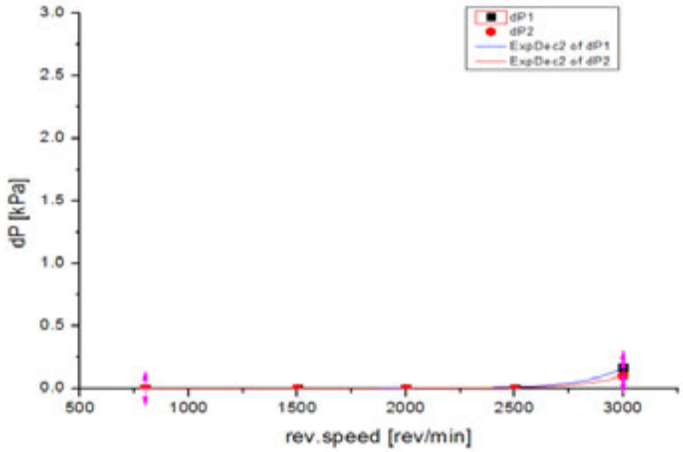


그림 40. 국내 튜닝 머플러 메이저급(경유 차량) 배기 차압 측정 결과

○ 국외 튜닝 머플러 복제품(A)

[단위 : kPa]

	800 rpm	1500 rpm	2000 rpm	2500 rpm	3000 rpm
dP1	0.00	0.00	0.00	0.103	0.482
dP2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

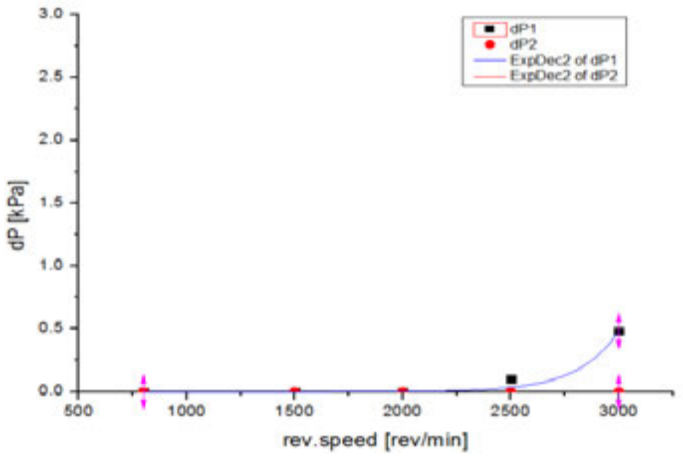


그림 41. 국외 튜닝 머플러 복제품(경유 차량) 배기 차압 측정 결과

○ 튜닝 머플러는 고속 주행영역에서의 원활한 배기 배출이 주목적이기에 순정 머플러 대비 배압 저감 특성이 확연히 드러남

○ 튜닝 머플러는 배압 저감 실현을 위하여 순정 머플러 대비 파이프 직경의 확대, 머플러 내부 유로의 단순화, 내부 유로의 단면적 확대 등의 설계 변경을 적용하는 것으로 판단됨

○ 경유 차량의 경우 센터 머플러가 주 소음기이고 엔드 머플러가 보조 소음기이기에 센터 머플러에서 대부분의 배압이 형성됨을 알 수 있음

○ 순정 머플러 대비 메이저급 튜닝 머플러의 경우 평균 81~93% 저감된 차압 특성을 나타내며, 메이저급 제품에서 복제품보다 더 큰 폭의 차압 저감 경향을 나타냄

○ 무리한 배압 저감시 저속 출력/토크 저감, 연비 악화 등의 부작용이 크기에 차량 중량, 엔진 형식, 소비자 요구사항 등에 부합하는 설계/제작 노하우가 튜닝 머플러 제조업체들의 경쟁력으로 부각됨

③ 인증기준

○ 소음기를 자동차에 장착하였을 때 차체 밖으로 돌출되어서는 아니 되며 자동차안전기준에 관한 규칙 제5조(최저지상고) 및 제37조(배기관)의 조건을 만족하여야 함

○ 가속주행소음은 75 dB(A) 이하

○ 배기소음은 95 dB(A) 이하

○ 기밀성은 누설량이 5000 cc/min 이하

○ 유해물질의 사용 제한

④ 시험장비

○ 소음계, 소음 교정기



그림 42. 튜닝 소음기 시험장비

⑤ 시험가능기관

○ 자동차안전연구원

(다) 에어필터

① 개요

○ 에어필터는 엔진으로 유입되는 공기 속의 먼지를 제거함으로서 엔진의 내구 성능 좌우하는 중요한 부품임

○ 에어필터 개수 및 위치의 변경, 밀폐형에서 오픈형으로의 변경, 공기유량 센서(AFS)의 위치 변경 등은 흡입되는 공기량 검출의 증감에 따라 연료 분사량이 달라지므로 구조변경 승인을 받도록 규정하고 있음

○ 에어필터의 변경은 배압 차이로 인한 여과 효율 변경, 엔진 습동부의 조기 마모에 따른 소음 및 배출가스 증가, 연비 저하 등에 영향을 줄 수 있기 때문임

② 주요내용

㉮ 참조기준

○ 에어필터의 성능은 엔진의 내구 성능과 직결되는 상황이므로 튜닝에 따른 엔진의 신뢰성을 향상시키기 위해서 절대적으로 필요한 성능 항목임

표 16. 에어필터 품질기능 전개 (요구사항과 고장모드/메커니즘 매트릭스)

시험항목 / 고장모드/메커니즘	막 힘	열 변형	찌그러짐	파손, 찢어짐	눌러 붙음
내열	◇	○	◇	◇	○
내열 충격	○	◎	◇	○	○
내진동	◇	◇	◇	◇	◇
청정효율	○	◇	◇	◇	◇
견고성	◇	◇	◎	◇	◇
내구수명	◎	◇	○	◇	◇
가중치 합계	18	16	16	8	10
중요도 우선순위	1	2	2	4	3

※ 비고 중요도에 따라 표시 : 가장 중요 ◎ (9점), 중요 ○ (3점), 보통 ◇ (1점)

○ 주요 고장모드로 내열, 내열 충격, 내진동, 청정 효율 및 수명 등이 제시되며, 고장모드 가중치 분석에 따르면 청정 효율 및 수명이 가장 중요한 평가항목으로 대두됨

○ 제조업체 기준, KS 기준, 자동차부품 신뢰성(RS) 기준, ISO 기준에 대한 비교 검토를 수행함

표 17. 에어필터 품질기능 전개 (고장모드/메커니즘 대비 시험항목 매트릭스)

시험항목 / 고장모드/메커니즘	고온 방치	저온 방치	열충격	복합 진동	동적 기밀성	먼지 포집량	수명 평가
막힘	◇	◇	◇	◇	◇	◎	◎
열 변형	◎	○	◎	○	○	◇	◇
찌그러짐	◇	◇	◇	◎	○	○	◎
파손, 찢어짐	◇	○	◇	○	◇	◇	◇
눌러 붙음	○	◇	○	◇	◇	◇	◇
가중치 합계	15	9	15	16	9	15	21
중요도 우선순위	3	4	3	2	4	3	1

※ 비고 중요도에 따라 표시 : 가장 중요 ◎(9점), 중요 ○(3점), 보통 ◇(1점)

○ 에어필터의 품질 저하를 발생시킬 수 있는 요인으로 먼지의 퇴적에 의해 필터 엘리먼트가 막힘으로서 엔진에 요구되는 정격 공기량의 흐름이 방해받는 것이 제시되며, 사용시간에 따라 필터 엘리먼트의 막힘에 의한 차압 증대가 주요 고장 형태에 나타남

○ 추가로 에어필터가 고온의 엔진룸에 있기 때문에, 차가운 신기의 유입이 있는 경우에는 강제 냉각이 수반되므로 문제가 없지만 차량이 정지한 경우 에어필터로 유입되는 신기가 없으므로 열적인 문제가 발생할 수 있음

○ 기준 먼지 포집량을 근거로 수명 시험을 수행하였을 때 먼지 포집량이 기준량보다 많고 엔진의 성능에 영향을 미치는 차압 범위를 상회하는 것을 기준으로 수명기준을 산정하는 것이 타당함

○ 총 2개의 평가항목으로 구성된 인증기준 초안을 마련하였음
- 평가항목 : (1) 청정효율
  (2) 수명

○ 전기·전자제품 및 자동차의 자원순환에 관한 법률 시행령 제9조 제1항의 사용제한 유해물질의 대상·함유 기준 등에 따라 승용 자동차, 9인승 이하 승합차 및 차량 총중량 3.5톤 이하 화물차의 부분품 및 부속품의 최종 부품에는 인체 및 환경에 부정적인 영향을 미치는 물질(4대 중금속 : 카드뮴, 납, 수은, 6가 크롬)은 함유 기준을 지켜야 함

○ 유해물질의 사용 제한
- 카드뮴 : 중량 기준으로 0.01% 미만 함유 기준
- 납, 수은, 6가 크롬 : 중량 기준으로 0.1% 미만 함유 기준

○ 유해물질의 사용여부 검사, 소요 재질의 규격품 사용여부 검사, 소요 재질의 원산지 규명 및 제조사 규명 등의 필요성 제기에 따라 소재 품질 성적서를 첨부 제출 서류에 포함하며, 이는 공인 시험기관의 발행분만을 인정하는 것으로 함

㉯ 성능 및 시험방법

○ 시험항목

– 초기 통기저항

– 초기 청정 효율 : 분진 공급 6분 후 측정

– 전체 청정 효율 : 초기 청정 효율 측정 후 통기저항 값이 시험 초기량 대비 300 mmAq 증가 후 시간과 공급 더스트량을 기록함

○ 청정효율 시험 방법 : 앱설루트 필터법

– 초기 청정 효율은 RS R 0093 자동차용 공기청정기 엘리먼트 시험 방법에 따라 수행함

– 시험용 더스트 량은 20 g과 시험 공기량의 6배 수치와 같은 g 수를 비교하여 어느 하나 많은 값을 공급 후 측정함

○ 수명 시험 방법

– 대상 시료를 시험장치에 장착

– 에어필터의 흡입 공기 유량이 안정될 때까지 15분 이상 정격 공기량의 공기를 흘려서 에어필터를 시험환경에 순응시킴

– 시험 공기량이 정격 공기량인지 확인하고 먼지 투입량을 기준으로 먼지를 투입

– 각 데이터를 1 Hz의 샘플링 속도로 덕트내 공기의 온도, 습도, 차압, 절대압력, 정격 공기량, 먼지 투입량, 포집량 등의 데이터를 취득

– 시간에 따른 통기저항 증가곡선을 그린 후 상기의 측정값에서 도면 지시 먼지 포집량까지의 시간(T_b)은 기준 먼지 포집량까지의 시간(T_a)보다 길고 시험 종료 시간보다 짧아야함. 즉, 도면 지시 먼지 포집량에 도달하는 시점에서의 차압 증가량이 3.0 kPa이내이어야 함

㉰ 시험평가

○ 실험 품목 : 국내 에어필터(3세트), 국외 에어필터(1세트)



그림 43. 에어필터 샘플

㉠ 청정 효율 및 수명(1차)

○ 실험 품목 : 국내 에어필터 (3세트)
국외 에어필터 (1세트)

○ 실험 조건

- 시험 공기량 : (1차) 6.4±0.1 m3/min (지정된 조건에 따름)
(2차) 7.0±0.1 m3/min (지정된 조건에 따름)
- 더스트 공급량 : 6.0±0.1 g/min
- 공기 공급압력 : 1 bar
- 시험 더스트 : ISO 12103-1, A2 Fine Test Dust

○ 실험 항목

- 초기 통기저항
- 초기 청정 효율 : 더스트 공급 6분 후 측정
- 전체 청정 효율 : 초기 청정 효율 측정 후 통기저항 값이 시험 초기량 대비 300 mmAq 증가 후 시간과 공급 더스트 량을 기록함

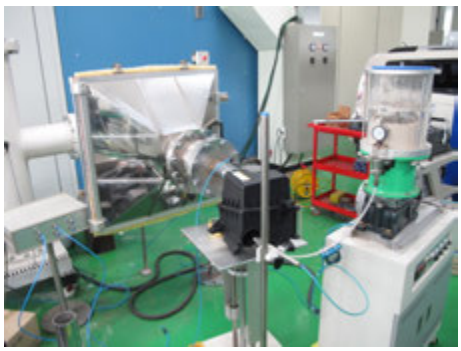



그림 44. 국내외 에어필터 청정 효율 측정 사진

표 18. 실험용 더스트 규격

종 류	사용 재료	체적 밀도 [kg/m^3]	비 고
ISO 12103-1, A2 Fine Test Dust	애리조나 사막 모래	900	KS R ISO 12103-1 도로 차량-필터 평가용 시험 먼지 참조

표 19. 입자 지름 분포 또는 입자 지름 범위

입자 지름 [㎛]	오버 사이즈* (질량 기준) [%]
2	82.5±2.5
5	65±3
10	51±3
20	33±3
40	16±3
75	2±2



※ 비고 오버 사이즈 : 분체의 입자 지름 분포에서 어떤 입자 지름보다 큰 입자군의 전체 분체에 대한 백분율

○ 실험 방법 : 앱설루트 필터법
- 초기 청정 효율은 RS R 0093 자동차용 공기청정기 엘리먼트 시험 방법에 따라 수행함
- 시험용 더스트 량은 20 g과 시험 공기량의 6배 수치와 같은 g 수를 비교하여 어느 하나 많은 값을 공급 후 측정함

○ 실험 장비 사양
- 실험 장비 : 에어클리너 어셈블리 성능 시험 장치
- 공기유량 범위 : 0.5~40 m3/min
- 더스트 공급유량 범위 : 0~40 g/min

○ 평가 기준
- 초기 청정 효율 : 98% 이상이어야 함
- 전체 청정 효율 : 98.5% 이상이어야 함

※ **비고** 청정 효율은 다음 식으로 산출됨

$\eta = \frac{B-C}{B} \times 100$ 여기서, η : 청정 효율 [%]

B : 공급 더스트 량 [g]

C : 앱설루트 필터의 질량 증가량 [g]

표 20. 수명 시험의 먼지 포집량 기준

기준 공기량 [m^3/min]	기준 먼지 포집량 [g]
5	60
10	120
20	240
30	360
40	480

㉮ 시험결과

㉠ 청정 효율 및 수명(1차)

○ 국내 에어필터(A)
- 초기 통기 저항

정격 공기량 대비 초기량	단 위	50%		75%		100%		125%		150%	
		#1	#2	#1	#2	#1	#2	#1	#2	#1	#2
전체 저항	mmAq	70.9	74.5	160.8	463.4	288.3	292.5	463.1	469.0	693.5	703.9
지그 저항	mmAq	29.7	29.1	61.6	64.0	112.9	115.8	181.6	179.5	271.0	269.2
통기 저항	mmAq	41.2	45.4	99.2	99.4	175.4	176.7	281.5	289.5	422.5	434.7

– 청정 효율

항 목		단위	초기 청정 효율		전체 청정 효율	
			#1	#2	#1	#2
더스트 공급량 (B)		g	36.0	36.0	111.4	111.5
앱설루트 필터 질량	시험 전	g	126.69	127.37	127.15	127.70
	시험 후	g	127.15	127.70	127.37	127.82
	증가량 (C)	g	0.46	0.33	0.22	0.12
청정 효율 (η)		%	98.72	99.07	99.80	99.89

– 더스트 포집량 : 146.7/147.1 g




그림 45. 국내 에어필터(A) 평가 전 · 후 사진

○ 국내 에어필터(B)

– 초기 통기 저항

정격 공기량 대비 초기량	단 위	50%		75%		100%		125%		150%	
		#1	#2	#1	#2	#1	#2	#1	#2	#1	#2
전체 저항	mmAq	73.8	74.0	163.2	167.3	292.5	299.8	469.8	479.4	705.2	719.5
지그 저항	mmAq	29.5	30.1	64.9	64.6	115.0	116.7	184.2	183.3	270.6	271.6
통기 저항	mmAq	44.3	43.9	98.3	102.7	177.5	183.1	285.6	296.1	434.6	447.9

– 청정 효율

항 목		단위	초기 청정 효율		전체 청정 효율	
			#1	#2	#1	#2
더스트 공급량 (B)		g	36.0	36.0	131.4	109.0
앱설루트 필터 질량	시험 전	g	121.39	122.36	122.00	122.83
	시험 후	g	122.00	122.83	122.36	123.10
	증가량 (C)	g	0.61	0.47	0.36	0.27
청정 효율 (η)		%	98.26	98.62	99.72	99.74

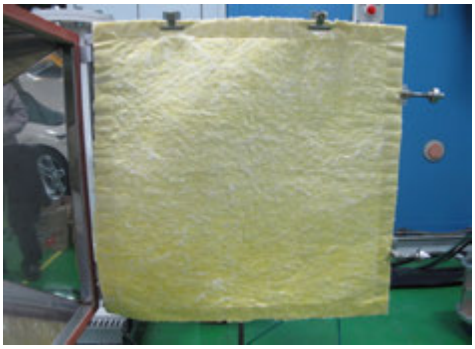
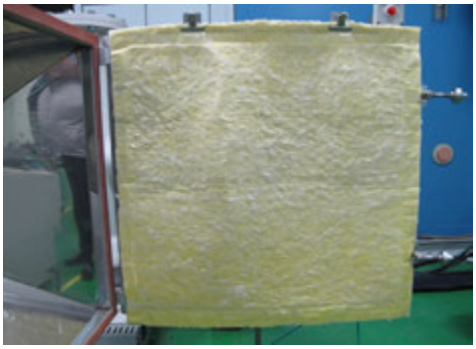



그림 46. 국내 에어필터(B) 평가 전 · 후 사진

– 더스트 포집량 : 166.4/144.2 g

○ 국내 에어필터(C)

– 초기 통기 저항

정격 공기량 대비 초기량	단 위	50%		75%		100%		125%		150%	
		#1	#2	#1	#2	#1	#2	#1	#2	#1	#2
전체 저항	mmAq	70.2	72.4	159.1	159.4	284.0	285.5	457.1	459.8	685.9	689.7
지그 저항	mmAq	29.3	29.3	59.9	60.8	110.2	110.0	179.0	179.6	264.0	263.5
통기 저항	mmAq	40.9	43.1	99.2	98.6	173.8	175.5	278.1	280.2	421.9	426.2

– 청정 효율

항 목		단위	초기 청정 효율		전체 청정 효율	
			#1	#2	#1	#2
더스트 공급량 (B)		g	36.0	36.0	115.8	105.8
앱설루트 필터 질량	시험 전	g	122.99	127.54	123.48	128.04
	시험 후	g	123.48	128.04	123.71	128.31
	증가량 (C)	g	0.49	0.50	0.23	0.27
청정 효율 (η)		%	98.55	98.52	99.79	99.74

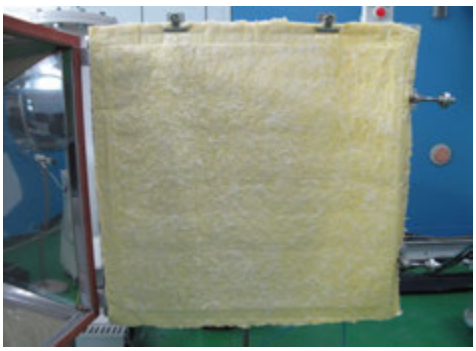



그림 47. 국내 에어필터(C) 평가 전 · 후 사진

– 더스트 포집량 : 151.1/141.0 g

○ 국외 에어필터

– 초기 통기 저항

정격 공기량 대비 초기량	단 위	50%		75%		100%		125%		150%	
		#1	#2	#1	#2	#1	#2	#1	#2	#1	#2
전체 저항	mmAq	74.5	73.3	162.4	162.5	291.1	291.6	466.2	466.0	698.9	701.7
지그 저항	mmAq	28.2	28.4	63.0	63.3	113.4	114.0	182.4	180.7	267.6	268.0
통기 저항	mmAq	46.3	44.9	99.4	99.2	177.7	177.6	283.8	285.3	431.3	433.7

– 청정 효율

항 목		단위	초기 청정 효율		전체 청정 효율	
			#1	#2	#1	#2
더스트 공급량 (B)		g	36.0	36.0	39.9	37.72
앱설루트 필터 질량	시험 전	g	128.32	129.32	128.96	0.57
	시험 후	g	128.96	129.99	129.35	129.99
	증가량 (C)	g	0.64	0.67	0.39	130.56
청정 효율 (η)		%	98.2	98.14	99.02	98.5

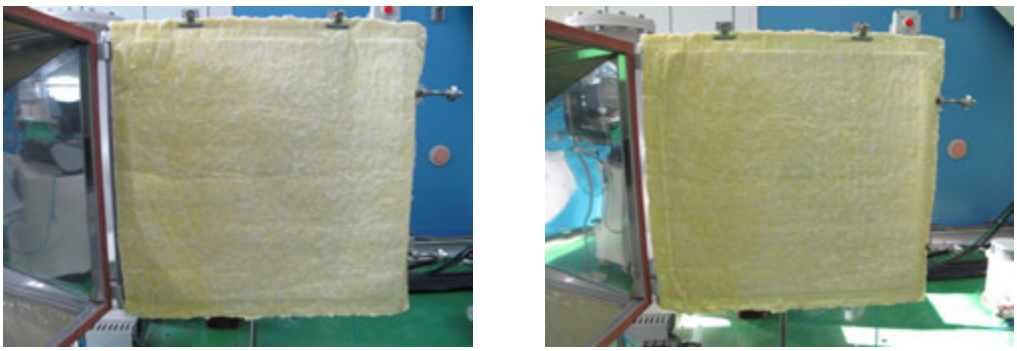


그림 48. 국외 에어필터 평가 전 · 후 사진

– 더스트 포집량 : 74.9/72.7 g

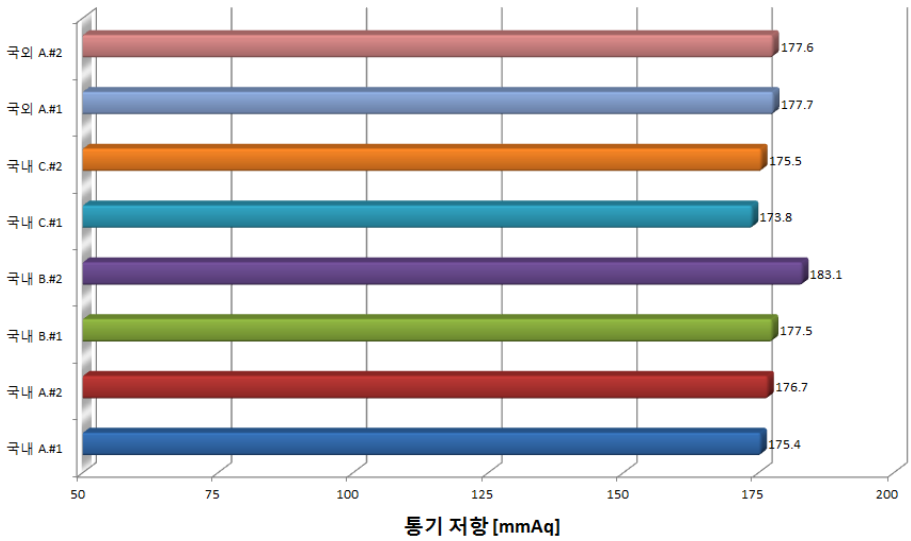


그림 49. 국내외 에어필터 통기저항 평가 결과 비교

○ 통기저항의 평가 결과 국내 · 외 에어필터 모두 동일한 데이터 경향을 나타냄

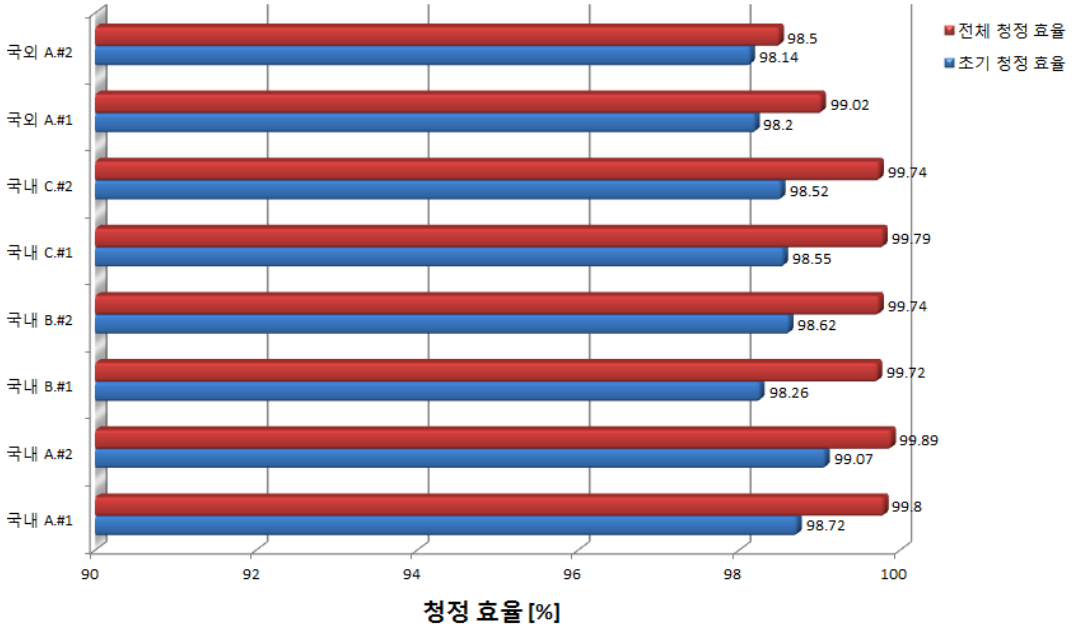


그림 50. 국내외 에어필터 청정 효율 평가 결과 비교

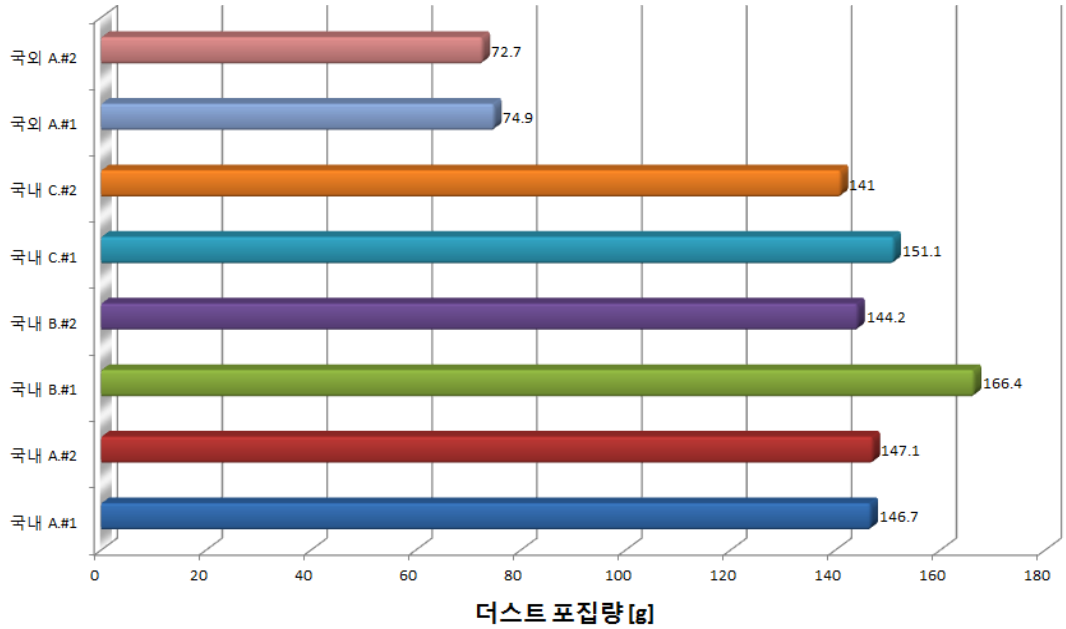


그림 51. 국내외 에어필터 포집량 평가 결과 비교

○ 초기 및 전체 청정 효율 평가 결과 국내 에어필터, 국외 에어필터 모두 평가 기준을 만족하는 결과를 나타냄

○ 수명-더스트 포집량 평가 결과 국내 에어필터는 평가 기준 76.8 g 대비 평균 90~102% 향상된 특성을 나타내었으나, 국외 복제품의 경우 불량이 발생함

㉡ 청정 효율 및 수명(2차)

○ 국내 에어필터(A)

– 초기 통기 저항

정격공기량 대비초기량	단위	50%			75%			100%			125%			150%		
		#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3
전체저항	mmAq	89.5	89.6	88.3	122.9	121.3	123.8	214.2	212.9	216.3	343.0	341.1	347.4	511.9	511.3	523.6
지그저항	mmAq	28.1	28.5	28.6	36.3	37.0	36.8	64.2	63.3	63.2	100.5	99.9	104.3	148.3	150.3	152.6
통기저항	mmAq	61.4	61.1	59.7	86.6	84.3	87.0	150.0	149.6	153.1	242.5	241.2	243.1	363.6	361.0	371.0

– 청정 효율

항 목		단위	초기 청정 효율			전체 청정 효율		
			#1	#2	#3	#1	#2	#3
더스트 공급량 (B)		g	36.0	36.0	36.0	156.7	142.5	141.1
앱설루트 필터 질량	시험 전	g	119.56	119.90	121.00	119.96	120.36	121.55
	시험 후	g	119.96	120.36	121.55	120.73	120.95	122.13
	증가량 (C)	g	0.40	0.46	0.55	0.77	0.59	0.58
청정 효율 (η)		%	98.89	98.76	98.50	99.51	99.60	99.57

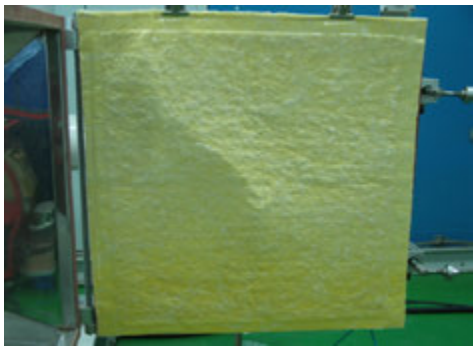
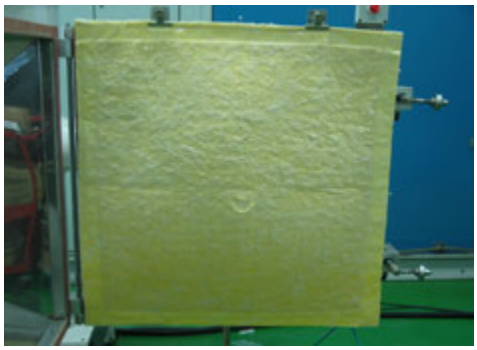



그림 52. 국내 에어필터(A) 평가 전 · 후 사진

– 더스트 포집량 : 192/177/176 g

○ 국내 에어필터(B)

– 초기 통기 저항

정격공기량 대비초기량	단위	50%			75%			100%			125%			150%		
		#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3
전체저항	mmAq	89.8	88.9	87.3	124.5	120.8	122.7	219.3	215.7	214.8	352.8	345.8	346.9	530.3	519.2	523.0
지그저항	mmAq	27.2	27.6	27.4	37.7	36.5	37.1	64.3	64.9	64.6	103.5	102.2	102.9	152.6	152.2	152.4
통기저항	mmAq	62.6	61.3	59.9	86.8	84.3	85.6	155.0	150.8	150.2	249.3	243.6	244.1	377.7	367.0	370.6

- 청정 효율

항 목		단위	초기 청정 효율			전체 청정 효율		
			#1	#2	#3	#1	#2	#3
더스트 공급량 (B)		g	36.0	36.0	36.0	199.4	198.6	210.7
앱설루트 필터 질량	시험 전	g	124.58	119.70	130.16	126.17	121.76	132.02
	시험 후	g	126.17	121.76	132.02	132.40	129.92	139.38
	증가량 (C)	g	1.59	2.06	1.86	6.23	8.16	7.36
청정 효율 (η)		%	95.89	94.80	94.97	97.05	96.14	96.64

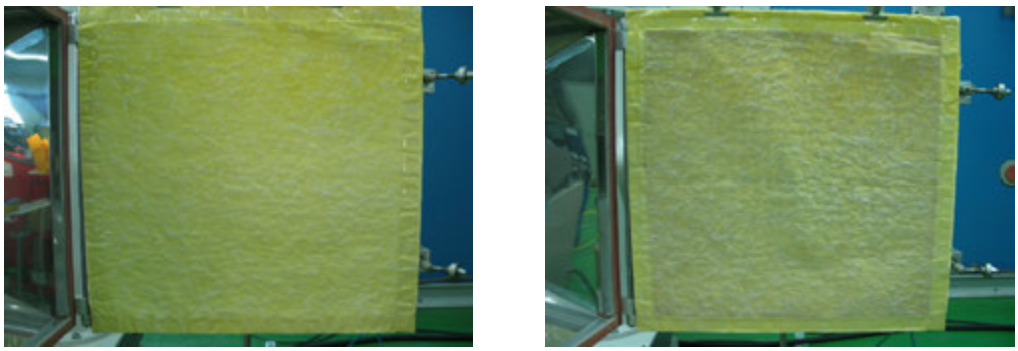


그림 53. 국내 에어필터(B) 평가 전 · 후 사진

- 더스트 포집량 : 228/224/237 g

○ 국내 에어필터(C)

- 초기 통기 저항

정격공기량 대비초기량	단위	50%			75%			100%			125%			150%		
		#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3
전체저항	mmAq	83.6	86.5	87.8	118.3	119.5	116.0	210.9	212.6	208.8	340.8	343.5	337.3	512.2	517.5	508.6
자그저항	mmAq	27.9	26.8	28.9	37.2	36.9	37.4	63.6	61.9	65.2	102.7	103.2	102.2	151.6	151.4	151.8
통기저항	mmAq	55.7	59.7	58.9	81.1	82.6	78.6	147.3	150.7	143.6	238.1	240.3	235.1	360.6	366.1	356.8

- 청정 효율

항 목		단위	초기 청정 효율			전체 청정 효율		
			#1	#2	#3	#1	#2	#3
더스트 공급량 (B)		g	36.0	36.0	36.0	158.6	184.7	215.5
앱설루트 필터 질량	시험 전	g	125.25	130.82	134.69	126.43	132.10	135.65
	시험 후	g	126.43	132.10	135.65	130.60	134.49	141.94
	증가량 (C)	g	1.18	1.28	0.96	4.17	2.39	6.29
청정 효율 (η)		%	96.83	96.50	96.08	97.12	97.41	96.47

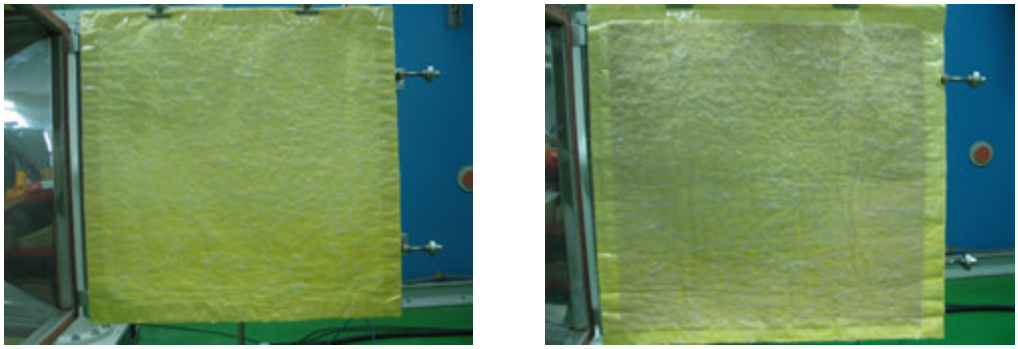


그림 54. 국내 에어필터(C) 평가 전 · 후 사진

– 더스트 포집량 : 189/217/244 g

○ 국외 에어필터

– 초기 통기 저항

정격공기량 대비초기량	단위	50%			75%			100%			125%			150%		
		#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3
전체저항	mmAq	83.1	87.1	88.6	119.1	120.9	122.1	208.6	209.7	214.2	334.7	338.9	341.8	503.6	509.8	516.9
자그저항	mmAq	28.7	27.7	28.7	36.0	35.9	37.3	64.4	63.5	63.7	101.2	100.9	100.7	150.2	150.0	151.9
통기저항	mmAq	54.4	59.4	59.9	83.1	85.0	84.8	144.2	146.2	150.5	233.5	238.0	241.1	353.4	359.8	365.0

– 청정 효율

항 목		단위	초기 청정 효율			전체 청정 효율		
			#1	#2	#3	#1	#2	#3
더스트 공급량 (B)		g	36.0	36.0	36.0	180.1	169.6	176.3
앱설루트 필터 질량	시험 전	g	117.54	122.05	121.01	118.61	123.26	121.94
	시험 후	g	118.61	123.26	121.94	121.91	126.33	124.45
	증가량 (C)	g	1.07	1.21	0.93	3.30	3.07	2.51
청정 효율 (η)		%	97.07	96.85	97.52	98.16	98.25	98.64

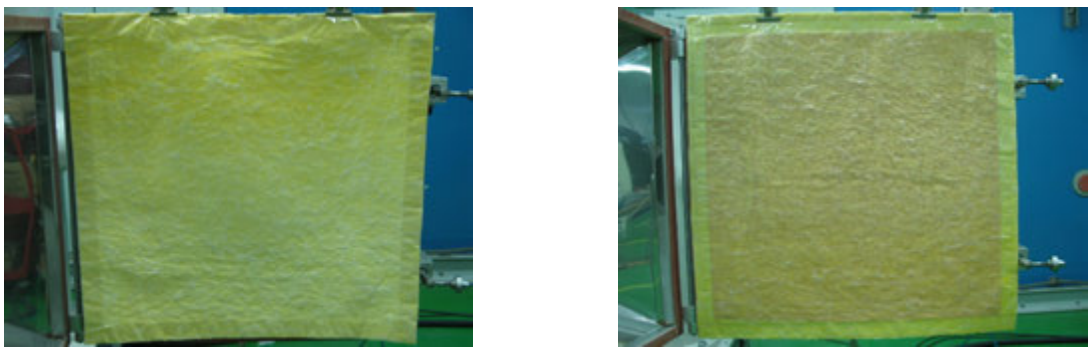


그림 55. 국외 에어필터 평가 전 · 후 사진

– 더스트 포집량 : 212/201/209 g

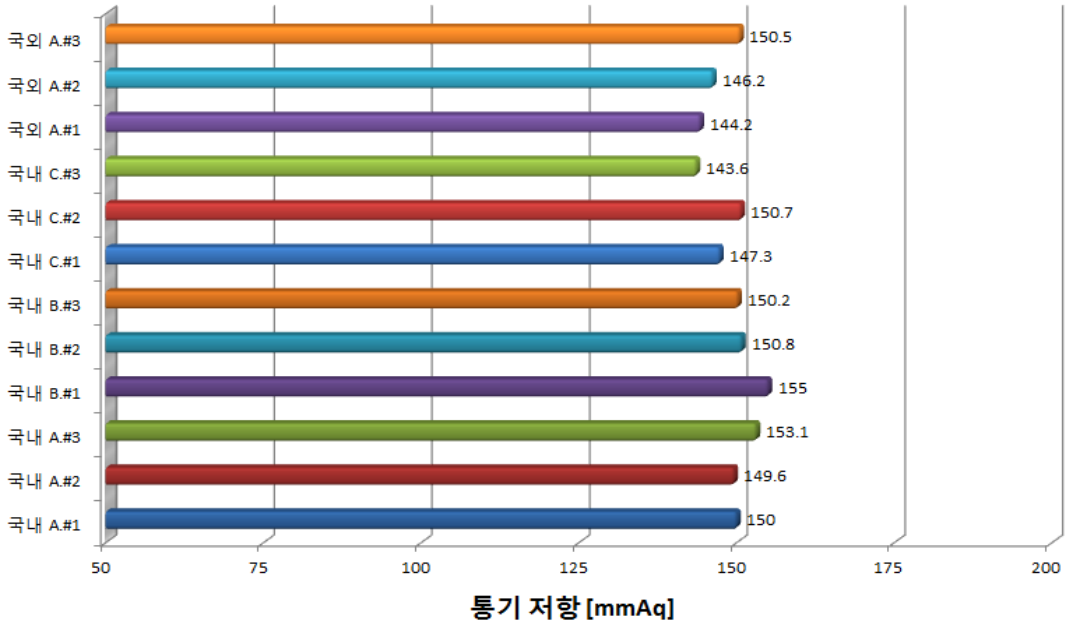


그림 56. 국내외 에어필터 통기저항 평가 결과 비교

○ 통기저항의 평가 결과 국내 · 외 에어필터 모두 동일한 데이터 경향을 나타냄

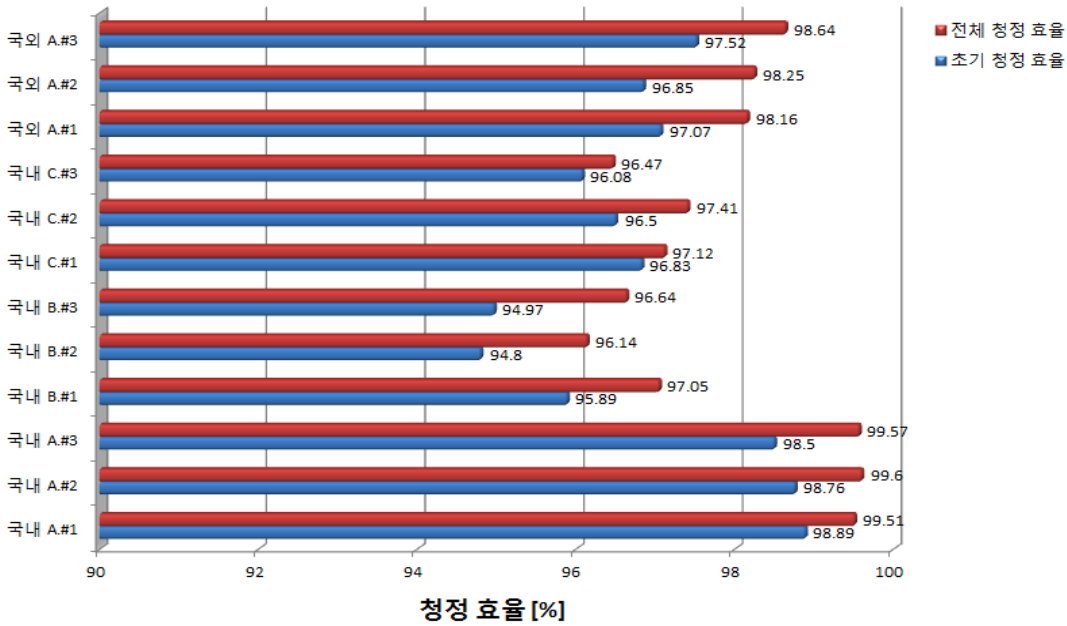


그림 57. 국내외 에어필터 청정 효율 평가 결과 비교

○ 초기 및 전체 청정 효율 평가 결과 국내 에어필터(A)를 제외하고, 국내 에어필터(B), (C), 국외 에어필터 모두 불량이 발생하는 결과를 나타냄

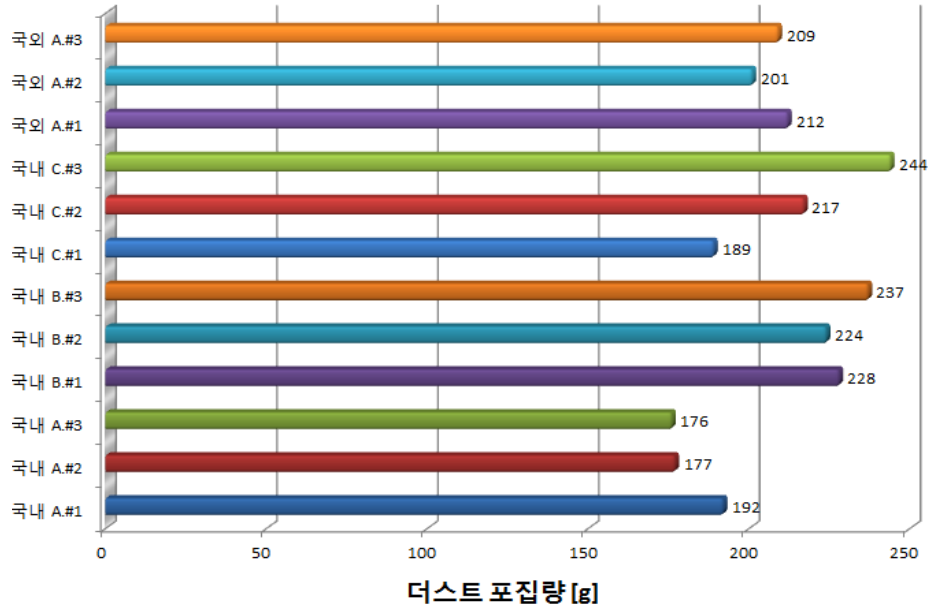


그림 58. 국내외 에어필터 포집량 평가 결과 비교

○ 수명-더스트 포집량 평가 결과 국내 에어필터, 국외 에어필터 모두 평가 기준 84 g 대비 평균 116~173% 향상된 특성을 나타내었음

③ 인증기준

○ 초기 청정 효율 : 98% 이상일 것

○ 전체 청정 효율 : 98.5% 이상일 것

$$\eta = \frac{B - C}{B} \times 100$$

여기서, η : 청정 효율 [%]
B : 공급 더스트량 [g]
C : 앱설루트 필터의 질량 증가량 [g]

– 수명

· 6개의 시험품에 대해 시험한 결과 각 시험품이 다음 기준에 적합한 것

· 아래 표 21에 지시된 먼지 포집량까지 도달하는 시간으로부터 수명을 산출하고 이때의 수명은 기준 공기량에 대한 기준 먼지 포집량까지 도달 시간을 측정한 결과보다 길어야 하며, 그 시점의 차압 증가량이 초기 압력대비 3.0 kPa이하이어야 함

표 21. 기준 공기량 및 먼지 포집량

기준 공기량 [m^3/min]	기준 먼지 포집량 [g]
5	60
10	120
20	240
30	360
40	480

– 유해물질의 사용 제한

④ 시험장비

○ 에어필터 청정 효율 측정기



그림 59. 에어필터 청정 효율 측정기

⑤ 시험가능기관

○ 자동차부품연구원

(라) 오일필터

① 개요

○ 오일필터는 자동차의 엔진 부품으로서, 미세 금속가루, 모래, 먼지 및 슬러지 등 엔진 윤활유 중의 불순물을 여과하여 엔진오일을 청정화 시켜 엔진의 습동부를 보호하고 엔진의 수명이나 연비의 향상에 기여함

○ 오일필터의 품질 저하는 엔진 자체의 수명뿐 아니라 자동차의 내구에 영향을 미치는 중요한 부품임

○ 오일필터의 변경은 배압 차이로 인한 여과 효율 변경, 엔진오일의 조기 오염에 따른 소음 및 배출가스 증가, 연비 저하 등에 영향을 줄 수 있기 때문임

② 주요내용

㉮ 참조기준

○ 오일필터는 엔진 자체의 수명뿐 아니라 자동차의 내구 성능에 영향을 미치는 중요한 부품으로서, 그 자체의 기능적인 성능뿐만 아니라 작동환경 하에서의 내구성이 중요하기에 품질 저하로부터 파급되는 손상을 방지하기 위해서는 필수 평가항목의 선정이 중요함

○ 제조업체 기준, KS 기준, 자동차부품 신뢰성(RS) 기준, ISO 기준에 대한 비교 검토를 수행함

○ 오일필터는 엔진 자체의 수명뿐 아니라 자동차의 내구 성능에 영향을 미치는 중요한 부품으로서, 그 자체의 기능적인 성능뿐만 아니라 작동환경 하에서의 내구성이 중요하기에 품질 저하로부터 파급되는 손상을 방지하기 위해서는 필수 평가항목의 선정이 중요함

○ 제조업체 기준, KS 기준, 자동차부품 신뢰성(RS) 기준, ISO 기준에 대한 비교 검토를 수행함

표 22. 오일필터 평가항목 비교표

항 목	RS R 0002	ISO 4548
1. 압력손실	○	○
2. 릴리프 밸브의 열림압력	○	○
3. 엘리먼트 차압 강도	○	○
4. 여과 효율	○	○
5. 임펄스 내구	○	○
6. 내압	○	○
7. 진동 내구	○	○
8. 드레인 백 유량	○	×
9. 버블	○	×
10. 저온 누설	○	×
11. 내열노화 누설	○	×
12. 염수 분무	○	×

○ 오일필터의 잠재적 고장 형태와 그 영향을 분석해보면, 차량 상태 및 운행 조건에 따라 엔진의 고온 고속 및 저온 저속 조건하에서 피스톤 부위에 퇴적한 불순물로 인한 오일필터의 여과성능 저하, 엔진오일의 누유 발생 등이 일어날 수 있음

○ 오일필터의 품질 저하를 발생시킬 수 있는 요인으로 주행상태에 따른 진동, 온도에 의한 내열 및 내한, 여과 성능 및 수명 등이 제시되며, 고장모드 가중치 분석에 따르면 여과효율이 가장 중요한 평가항목으로 대두됨

○ 여과효율이란 윤활유 내부에 포함된 엔진의 성능이나 마모에 영향을 주는 물질을 걸러주는 역할에 대한 시험이기에 성능 평가항목 중 가장 중요한 항목임

○ 여과효율은 필터의 여과 성능 및 수명에 관한 성능시험으로 필터에 사용하는 엘리먼트의 성능 판정을 위한 유효한 수단으로 판단됨

○ 총 1개의 평가항목으로 구성된 인증기준 초안을 마련하였음
- 평가항목 : (1) 여과효율

표 23. 오일필터 품질기능 전개 (요구사항과 고장모드/메커니즘 매트릭스)

시험항목 / 고장모드/메커니즘	여과효율 미달 (수명)	여과지 파손	릴리프 조정압력 작동불량	접착강도 미달	하우징		플레이트 시밍 캡 마모	시밍 캡 지지역할 상실	엔드 플레이트 오일누설
					크랙	부식			
내충격	◎	◎	○	○	○	◇	◎	○	◎
내 열	○	○	○	◎	○	○	○	○	○
내 한	◎	◇	○	◎	○	○	○	○	○
내부식	○	◇	◇	◇	◇	○	○	◇	◇
내 진	◎	○	◎	○	○	◇	◎	○	○
가중치 합계	33	17	19	25	13	11	27	13	19
중요도 우선순위	1	6	5	3	8	9	2	8	5

※ 비고 중요도에 따라 표시 : 가장 중요 ◎ (9점), 중요 ○ (3점), 보통 ◇ (1점)

표 24. 오일필터 품질기능 전개 (고장모드/메커니즘 대비 시험항목 매트릭스)

시험항목 / 고장모드/메커니즘		내충격	강성	고온 방치	저온 방치	염수분무	진동
여과효율 미달(수명)		◎	◎	○	○	○	○
여과지 파손		○	○	○	○	◇	◎
릴리프 조정압력 작동 불량		○	○	◇	◇	◇	○
접착강도 미달		○	○	◎	◎	◇	◇
하우징	크랙	◇	○	○	○	○	◎
	부식	◇	◇	◇	◇	○	◇
플레이트 시밍 캡 마모		◎	○	○	○	○	◎
시밍 캡 지지역할 상실		○	○	◇	◇	○	○
드레인 백 유량 오일 누설		○	○	○	○	◇	◇
가중치 합계		35	31	27	27	19	39
중요도 우선순위		2	3	5	5	6	1

※ 비고 중요도에 따라 표시 : 가장 중요 ◎ (9점), 중요 ○ (3점), 보통 ◇ (1점)

○ 전기·전자제품 및 자동차의 자원순환에 관한 법률 시행령 제9조 제1항의 사용제한 유해물질의 대상·함유 기준 등에 따라 승용 자동차, 9인승 이하 승합차 및 차량 총중량 3.5톤 이하 화물차의 부분품 및 부속품의 최종 부품에는 인체 및 환경에 부정적인 영향을 미치는 물질(4대 중금속 : 카드뮴, 납, 수은, 6가 크롬)은 함유 기준을 지켜야 함

○ 유해물질의 사용 제한
- 카드뮴 : 중량 기준으로 0.01% 미만 함유 기준
- 납, 수은, 6가 크롬 : 중량 기준으로 0.1% 미만 함유 기준

○ 유해물질의 사용여부 검사, 소요 재질의 규격품 사용여부 검사, 소요 재질의 원산지 규명 및 제조사 규명 등의 필요성 제기에 따라 소재 품질 성적서를 첨부 제출 서류에 포함하며, 이는 공인 시험기관의 발행분만을 인정하는 것으로 함

㉰ 성능 및 시험방법

○ 실험 조건 : · 시험 유량 : 21±0.5 L/min
· 기본 중량 농도(BUGL) : 10±0.1 mg/L
· 종료 차압 : 100±50 kPa
· 사용 분진 : ISO MTD(A3)

○ 실험 방법 : KS R ISO 4548-12의 실험 방법에 따라 상기 실험 조건으로 오일필터의 종료 차압까지 각 마이크로 사이즈별로 효율을 측정함

㉰ 시험평가

㉠ 여과 효율

○ 실험 품목 : 국내 오일필터 (11세트), 국외 오일필터 (2세트)



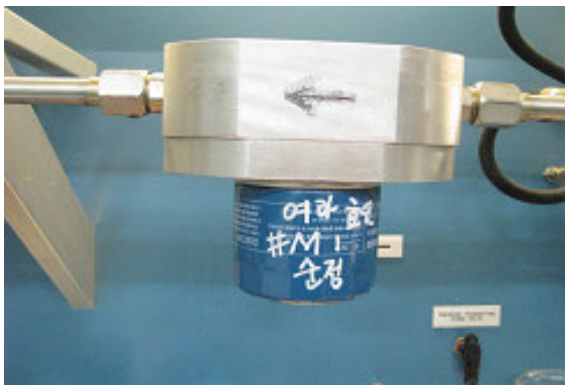


그림 60. 국내외 오일필터 측정 사진(평가#1)

○ 실험 조건 : 시험 유량 : 21±0.5 L/min
기본 중량 농도(BUGL) : 10±0.1 mg/L
종료 차압 : 100±50 kPa
사용 분진 : ISO MTD(A3)

○ 실험 방법 : KS R ISO 4548-12의 실험 방법에 따라 상기 실험 조건으로 오일필터의 종료 차압까지 각 마이크로 사이즈별로 효율을 측정함

○ 평가 기준
- 여과 효율 : 20 ㎛ 조건에서 70% 이상
50 ㎛ 조건에서 99% 이상

㉱ 시험결과

㉠ 여과 효율(1차)

○ 실험 결과

구 분	국내 오일필터(A)		국내 오일필터(B)		국내 오일필터(C)		국외 오일필터	
	#1	#2	#1	#2	#1	#2	#1	#2
어셈블리 초기 차압 [kPa]	64.0	62.5	62.0	65.0	59.0	59.0	61.0	60.0
하우징 차압 [kPa]	48.5	48.5	48.5	48.5	48.5	48.5	48.5	48.5
종료 차압 [kPa]	36.0	37.5	38.0	35.0	41.0	41.0	39.0	40.0

구 분	국내 오일필터(A)		국내 오일필터(B)		국내 오일필터(C)		국외 오일필터	
	#1	#2	#1	#2	#1	#2	#1	#2
20㎛ 평균 효율 [%]	81.9	82.4	85.4	87.5	96.3	97.0	86.3	56.6
50㎛ 평균 효율 [%]	100	99.3	100	100	100	100	93.0	66.5
시험 종료 시간 [시:분:초]	0:17:59	0:19:59	0:14:47	0:12:35	0:53:00	0:39:59	0:23:19	0:10:28

○ 국내 오일필터(A), (B), (C)는 평가 기준을 만족하지만, 국외 오일필터는 성능 산포가 크게 나오며 불량이 발생함

○ 평가 기준 대비 국내 오일필터는 20㎛ 조건에서 평균 17~38% 향상된 여과 효율 특성을 나타냈으며, 특정 제조사 오일필터의 경우 시험 종료 시간도 월등히 향상된 성능 특성을 나타냄

○ 참고한 자동차 부품 신뢰성 기준에서는 20㎛ 조건의 평균 효율이 50% 이상일 것으로 제시한 상항임

○ 튜닝 부품의 특수성, 제품 기술력 및 시장 요구사항 증대를 고려하여 20㎛ 조건에서의 여과 효율 70% 이상일 것을 제시하고자 함

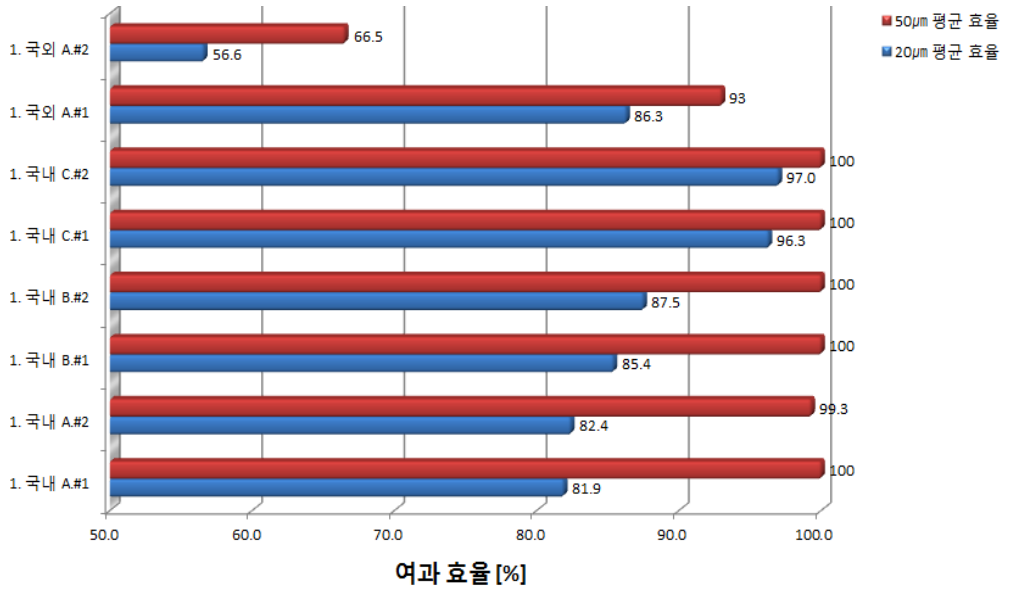


그림 61. 국내외 오일필터 여과 효율 평가 결과 (평가 #1)

㉡ 여과 효율(2차)

○ 실험 결과

구 분	국내 오일필터(A)		국내 오일필터(B)		국내 오일필터(C)		국외 오일필터	
	#1	#2	#1	#2	#1	#2	#1	#2
어셈블리 초기 차압 [kPa]	66.0	73.1	62.0	60.5	60.0	59.5	60.0	60.0
종료 차압 [kPa]	44.0	36.9	48.0	49.5	50.0	50.5	50.0	50.0
20㎛ 평균 효율 [%]	78.9	81.6	82.4	81.2	84.2	87.1	74.8	73.9
50㎛ 평균 효율 [%]	100	100	90.8	91.6	95.8	100	95.7	100

구 분	국내 오일필터(A)		국내 오일필터(B)		국내 오일필터(C)		국외 오일필터	
	#1	#2	#1	#2	#1	#2	#1	#2
시험 종료 시간 [시:분:초]	0:14:33	0:10:45	0:41:00	0:43:56	0:21:28	0:20:00	0:13:36	0:12:00

○ 20㎛ 조건에서는 국내 오일필터, 국외 오일필터 모두 평가 기준을 만족하지만, 50㎛ 조건에서 국내 오일필터(A)만 평가 기준을 만족하고 국내 오일필터(B), (C), 국외 오일필터는 불량이 발생함

○ 평가 기준 대비 20㎛ 조건에서 국내 오일필터는 평균 12~16%, 국외 오일필터도 평균 4% 향상된 여과 효율 특성을 나타냈으나, 50㎛ 조건에서는 국내 오일필터(A)를 제외하고 성능 산포가 크게 나타남

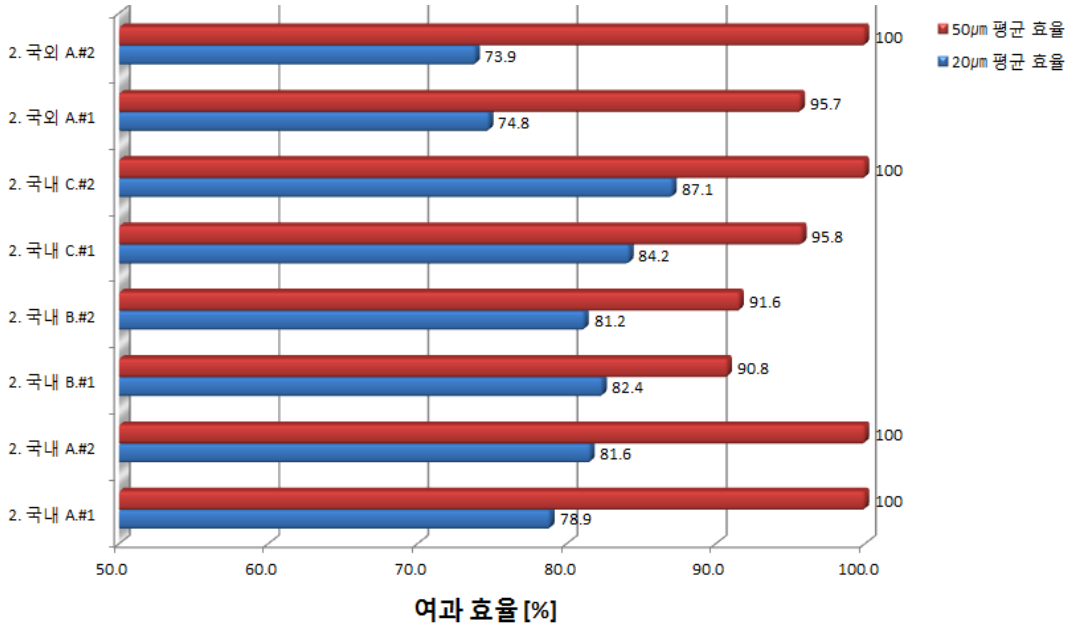


그림 62. 국내외 오일필터 여과 효율 평가 결과 (평가 #2)

㉢ 여과 효율 (3차)

○ 실험 결과

구 분	국내 오일필터(A)	국내 오일필터(B)	국내 오일필터(C)	국내 오일필터(D)	국내 오일필터(E)
어셈블리 초기 차압 [kPa]	63.7	63.5	60.5	64.0	70.0
종료 차압 [kPa]	46.3	46.5	49.5	46.0	40.0
20㎛ 평균 효율 [%]	78.6	75.9	86.8	93.1	80.3
50㎛ 평균 효율 [%]	100	99.4	99.6	100	93.3
시험 종료 시간 [시:분:초]	0:23:39	1:04:21	0:30:51	0:34:42	0:17:37

○ 20㎛ 조건에서는 국내 오일필터 모두 평가 기준을 만족하지만, 50㎛ 조건에서 국내 오일필터(A), (B), (C), (D)는 평가 기준을 만족하고 국내 오일필터(E)는 불량이 발생함

○ 평가 기준 대비 20㎛ 조건에서 국내 오일필터는 평균 6~13% 향상된 여과 효율 특성을 나타냈으며, 50㎛ 조건에서는 국내 오일필터(E)를 제외하고 국내 오일필터(A), (B), (C), (D)는 평가 기준을 만족함

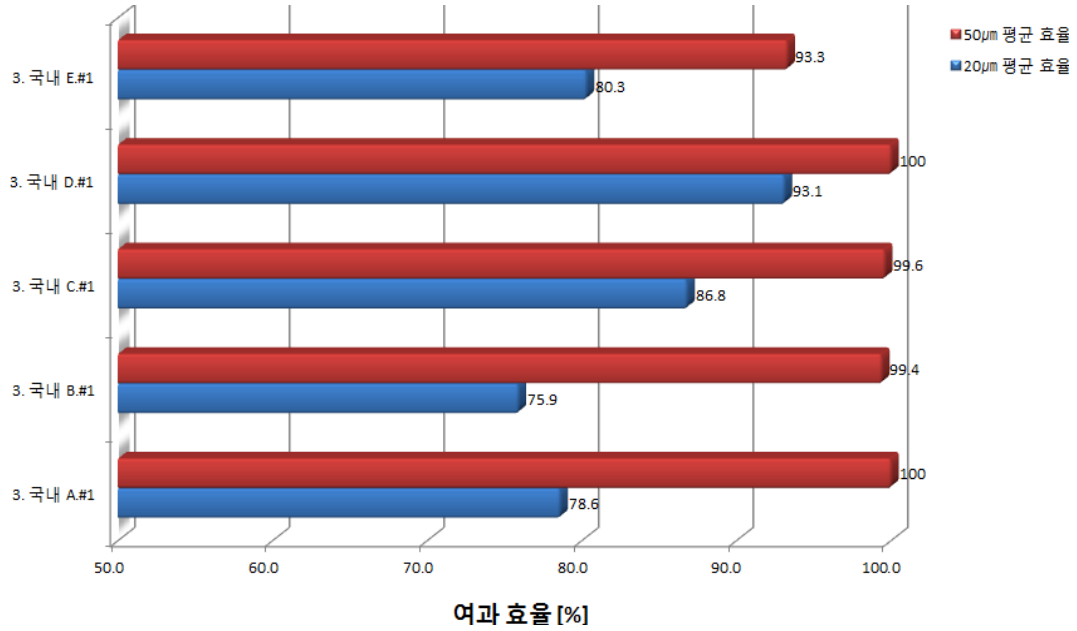


그림 63. 국내외 오일필터 여과 효율 평가 결과 (평가 #3)

③ 인증기준

○ 여과 효율 : 20 ㎛ 조건에서 70% 이상일 것
50 ㎛ 조건에서 99% 이상일 것

④ 시험장비

○ 에어필터 청정효율 시험기



그림 64. 국내외 오일필터 여과 효율 측정 사진

⑤ 시험가능기관

○ 자동차부품연구원, SE 시스템

(마) 등화장치(옆면표시등, 보조제동등, 주간주행등)

① 개요

○ 국내·외 등화장치는 약 20종이 자동차에 적용되고 있으며, 각각의 등화장치는 고유한 기능, 광도, 색도, 작동조건, 설치위치 등이 명확하게 정의되어 있지만, 이를 지키지 않고 무분별하게 설치되어 작동될 경우 주·야간 교통 환경은 매우 혼란스러워질 수 있음

○ 등화장치에 대한 인증기준 및 평가기술을 제시하기 전, 국내·외 기준을 검토한 결과 대부분 자국의 안전기준을 적용하고 있음을 확인할 수 있었음

○ 현재 국내 자동차안전기준에관한규칙은 UN Regs.와 기준조화를 추진하고 있고, 2006년 1월부터 개정될 국내 자동차안전기준에관한규칙이 적용되므로 이를 근거로 등화장치 시험을 실시하였음

○ 튜닝부품 인증기준으로 제시하고자 하는 등화장치는 옆면표시등, 주간주행등, 보조제동등으로 선정하였음. 선정근거는 자동차안전연구원에서 과거 2년 동안 구조변경(튜닝) 시험을 가장 많이 실시한 부품임

표 25. 등화장치 종류별 시험현황

등화장치 종류	합계
후퇴등	4
후미등	4
제동등	3
뒷면방향지시등	3
주간주행등	**6**
후부반사판	4
보조제동등	**5**
번호등	1
옆면표시등	**8**
총계	38

② 주요내용

㉮ 참조기준

○ UN ECE R. 6, 7, 87, FMVSS 108, SAE J575

㉯ 성능 및 시험방법

○ 광도 및 색도시험

- 시험장치의 회전중심과 광도 및 색도 센서의 중심은 일치하여야 하며 그 거리는 3m 이상이어야 함
- 테스트 스탠드에 부착된 시험품은 그 광학적 중심이 시험장치의 회전중심과 일치하도록 기준축을 맞추어 시험품을 설치

- 시험품에 시험전압을 인가하여 점등. 기준 부적합시, 기준축 방향에서 0.25° 이하로 재조준하여 시험할 수 있음
- 각 측정점의 광도 및 색도를 측정 및 기록

○ 진동내구시험
- 진동시험장비의 시험용 플레이트는 등화장치 테스트 스텐드를 완전히 포함하여야 함
- 주파수는 10~50Hz를 반복
- 가속도는 1 + 0.1 / −0.0mm(peak to peak)를 인가
- 시험시간은 60분을 실시
- 등화장치 시험결과를 기록

○ 내열시험
- 주위온도 23±5℃에서 1시간 동안 연속점등
- 1시간 점등 후 뒤틀림, 변형, 균열 또는 색변화가 발생하지 않아야 하며, 내열시험 전 광도측정결과와 비교하여 90% 이상이어야 함

㉰ 시험평가

○ 광도 및 색도측정 시험은 외부의 광원으로부터 어떠한 영향을 받지 않는 암실에서 아래와 같은 배광시험장비로 실시하였음

○ 전조등의 경우 광도측정은 센서와 25.01m 거리에서 실시하였으며 색도측정은 3.16m 거리에서 실시하였음

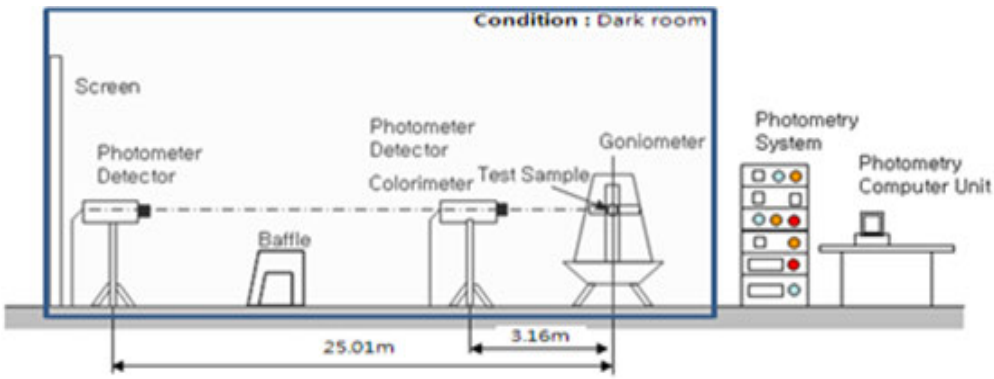


그림 65. 광학시험실 구성

○ 튜닝용 부품을 구매하고 시험용 지그를 제작하여 시험을 실시하였음

○ 등화장치에 인가되는 시험전압은 옆면표시등, 보조제동등, 주간주행등의 경우 국내 및 유럽에서 적용하고 있는 13.5V를 인가하여 광도와 색도를 측정하였고, 마찬가지로 전조등에는 12.8V를 인가하여 측정하였음

㉮ 시험결과

㉠ 옆면표시등



그림 66. 옆면표시등 시험 샘플

○ 광도시험결과

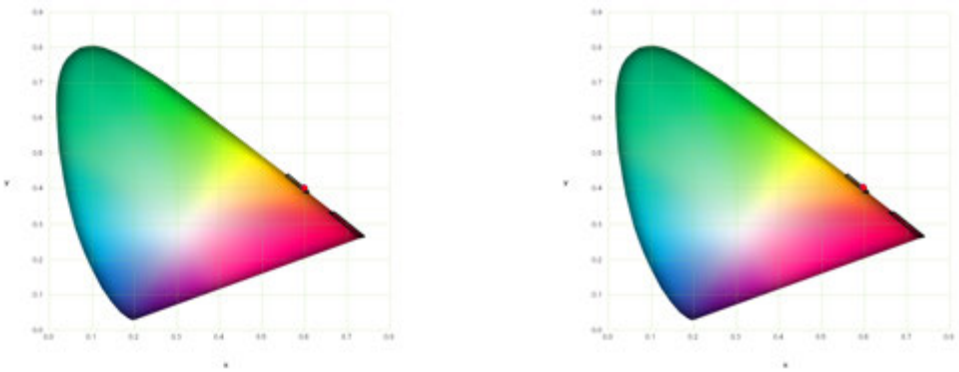
– 최대광도 측정결과

기준값 (칸델라)	측정값 (칸델라)		측정 결과	
	S-1	S-2	S-1	S-2
25칸델라 이하	6.1	10.4	적 합	적 합

– 최소광도 측정

측 정 점		기준값 (칸델라)	측정값 (칸델라)		측정 결과	
			S-1	S-2	S-1	S-2
10U ~ 10D	45R ~ 45L	0.6 이상	1.5	2.2	적 합	적 합
H	V	4.0 이상	4.3	7.6	적 합	적 합

○ 색도시험결과



S – 1 S – 2

그림 67. 옆면표시등 색도시험 결과

○ 광도 및 색도시험결과, 시중에 유통 중인 옆면표시등은 제시된 기준에 적합함을 확인할 수 있었음

㉡ 보조제동등



그림 68. 보조제동등 시험 샘플

○ 광도시험결과

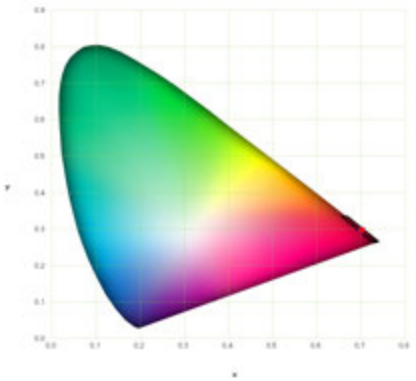
– 최대광도 측정결과

기준값 (칸델라)	측정값(칸델라)		측정 결과	
	S-1	S-2	S-1	S-2
160 이하	48.0	39.9	적 합	적 합

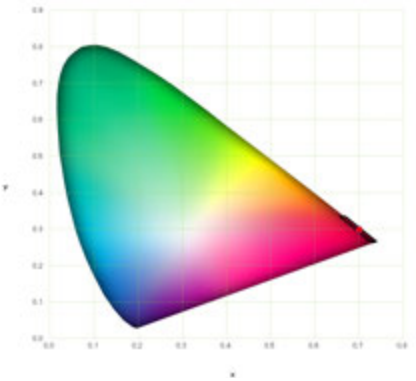
– 최소광도 측정결과

측 정 점		기준값 (칸델라)	측정값 (칸델라)		측정 결과	
			S-1	S-2	S-1	S-2
10 U	10 L	8 이상	32.5	14.8	적 합	적 합
	V	16 이상	31.1	17.1	적 합	적 합
	10 R	8 이상	32.0	14.4	적 합	적 합
5 U	10 L	16 이상	34.4	39.2	적 합	적 합
	5 L	25 이상	34.1	38.0	적 합	적 합
	V	25 이상	31.9	35.2	적 합	적 합
	5 R	25 이상	33.4	38.4	적 합	적 합
	10 R	16 이상	33.3	38.8	적 합	적 합
H	10 L	16 이상	36.1	35.8	적 합	적 합
	5 L	25 이상	34.7	31.1	적 합	적 합
	V	25 이상	32.7	30.8	적 합	적 합
	5 R	25 이상	33.8	34.1	적 합	적 합
	10 R	16 이상	34.7	37.3	적 합	적 합
5 D	10 L	16 이상	33.4	31.4	적 합	적 합
	5 L	25 이상	32.8	27.6	적 합	적 합
	V	25 이상	30.9	29.1	적 합	적 합
	5 R	25 이상	32.0	31.6	적 합	적 합
	10 R	16 이상	32.6	33.9	적 합	적 합

○ 색도시험결과



S - 1



S - 2

그림 69. 보조제동등 색도시험 결과

○ 광도 및 색도시험결과, 시중에 유통 중인 보조제동등은 제시된 기준에 적합함을 확인할 수 있었음

㉢ 주간주행등





그림 70. 주간주행등 시험 샘플

○ 광도시험결과

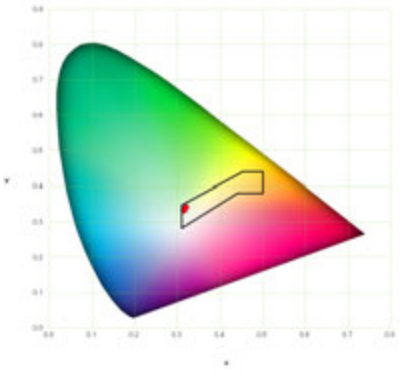
- 최대광도 측정결과

측정구역	기준값 (칸델라)	측정값 (칸델라)		측정 결과	
		S-1	S-2	S-1	S-2
H선 상부	1,200 이하	1,191.3	1,167.0	적 합	적 합
H선 하부	1,200 이하	993.0	1,169.0	적 합	적 합

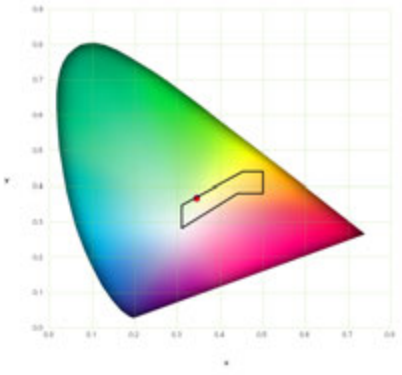
- 최소광도 측정결과

측 정 점		기준값 (칸델라)	측정값 (칸델라)		측정 결과	
			S-1	S-2	S-1	S-2
10 U	5 L	80 이상	565.0	365.6	적 합	적 합
	V	80 이상	593.2	362.8	적 합	적 합
	5 R	80 이상	594.6	334.1	적 합	적 합
5 U	20 L	40 이상	415.1	424.1	적 합	적 합
	10 L	80 이상	755.8	792.7	적 합	적 합
	V	280 이상	683.9	811.1	적 합	적 합
	10 R	80 이상	710.6	713.6	적 합	적 합
	20 R	40 이상	412.3	280.9	적 합	적 합
H	20 L	100 이상	414.5	545.2	적 합	적 합
	10 L	280 이상	888.8	1,071.6	적 합	적 합
	5 L	360 이상	1,020.3	1,107.1	적 합	적 합
	V	400 이상	732.2	1,097.5	적 합	적 합
	5 R	360 이상	746.9	1,040.7	적 합	적 합
	10 R	280 이상	780.0	976.5	적 합	적 합
	20 R	100 이상	452.5	366.9	적 합	적 합
5 D	20 L	40 이상	348.5	443.3	적 합	적 합
	10 L	80 이상	558.8	863.4	적 합	적 합
	V	280 이상	640.0	894.4	적 합	적 합
	10 R	80 이상	618.4	782.6	적 합	적 합
	20 R	40 이상	349.2	306.7	적 합	적 합

○ 색도시험결과



S - 1



S - 2

그림 71. 주간주행등 색도시험 결과

○ 광도 및 색도시험결과, 시중에 유통 중인 주간주행등은 제시된 기준에 적합함을 확인할 수 있었음. 다만, 주간주행등이 점등될 경우 전조등은 점등되지 않는 구조이어야 하므로 적합하게 점등되도록 별도의 전기적 결선조건도 확인이 필요

③ 인증기준

○ 옆면표시등

- 광도기준
  · 최대광도 : 25칸델라 이하
  · 최소광도

측정점 및 측정구역(각도)	광도(칸델라)
H-V	4 이상
10U~10D-45L~45R	0.6 이상

- 색도기준

등광색	색도기준
자동차 옆면 : 호박색 자동차 뒷옆면 : 호박색 또는 적색	※ 호박색 y = x - 0.120 y = 0.390 y = 0.790 - 0.670x ※ 적색 y = 0.335, y = 0.980 - x

- 진동내구기준 : 부품의 변형, 균열, 접촉불량이 발생하지 아니할 것

○ 보조제동등

– 광도기준

· 최대광도 : 160칸델라 이하

· 최소광도

측 정 점(도)		기준값(칸델라)
10U	10L	8 이상
	V	16 이상
	10R	8 이상
5U	10L	16 이상
	5L	25 이상
	V	25 이상
	5R	25 이상
	10R	16 이상
H	10L	16 이상
	5L	25 이상
	V	25 이상
	5R	25 이상
	10R	16 이상
5D	10L	16 이상
	5L	25 이상
	V	25 이상
	5R	25 이상
	10R	16 이상

– 색도기준

등광색	색도기준
적 색	y = 0.335, y = 0.980 − x

– 진동내구기준 : 부품의 변형, 균열, 접촉 불량이 발생하지 아니할 것

○ 주간주행등

– 광도기준

· 최대광도 : 1,200칸델라 이하

· 최소광도

측 정 점		기준값(칸델라)
10U	5L	80 이상
	V	80 이상
	5R	80 이상
5U	20L	40 이상
	10L	80 이상
	V	280 이상
	10R	80 이상
	20R	40 이상
H	20L	100 이상
	10L	280 이상
	5L	360 이상
	V	400 이상
	5R	360 이상
	10R	280 이상
	20R	100 이상
5D	20L	40 이상
	10L	80 이상
	V	280 이상
	10R	80 이상
	20R	40 이상

– 색도기준

등광색	색도기준
백 색	y = 0.150 + 0.640x y = 0.440, x = 0.500, y = 0.382 y = 0.050 + 0.750x x = 0.310

– 진동내구기준 : 부품의 변형, 균열, 접촉불량이 발생하지 아니할 것

– 내열성능기준 : 내열시험 전 광도측정결과와 비교하여 90% 이상이어야 함

④ 시험장비

○ Goniometer, 광도/색도센서, 지그, 진동시험기, 내열시험기

⑤ 시험가능기관

○ 자동차안전연구원

(2) 2차년도

(가) 서스펜션

① 개요

○ 자동차 서스펜션(suspension)은 차축과 차체를 연결하여 주행 중에 차축이 노면으로부터 받는 충격과 진동을 줄여주어 승차감을 좋게 하는 장치로서, 노면에서 받는 충격을 완화시키는 새시 스프링(chassis spring)과 새시 스프링의 자유 진동을 흡수하여 승차감을 향상시키는 쇽업소버(shock absorber)와 자동차의 좌, 우로 흔들리는 것을 방지하는 스테이빌라이져(stabilizer) 등으로 구성됨

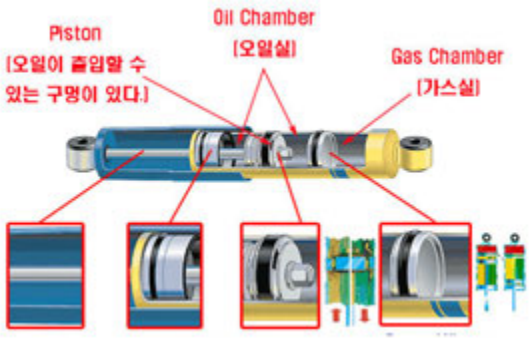


그림 72. 쇽업소버의 구조

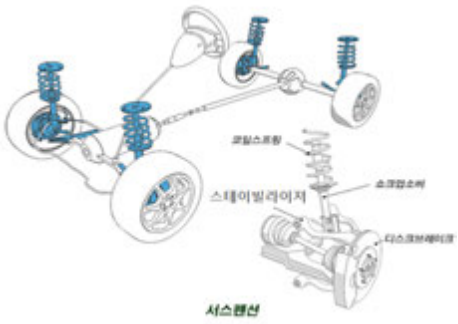


그림 73. 자동차 현가계 구조

○ 쇽업소버는 바퀴와 차체 사이에 배치된 부품으로써, 노면에서 받는 충격에 의해 새시 스프링이 신축하면 그 움직임을 멈추게 하고 스티어링 계통의 진동이나 크랭크 샤프트의 비틀림 진동을 억제하여 주행 중 노면에서 받는 진동이나 충격을 최대한 흡수하여 차체가 상하로 계속 움직이거나 진동하는 것을 약화시켜 승차감과 안전성을 향상시키는 역할을 담당함

○ 쇽업소버는 점성 저항을 발생하는 매체를 채운 통에, 아래 그림 74와 같이 앞부분에 피스톤을 붙인 피스톤 로드를 넣어 스트로크(stroke)시키며, 피스톤은 오일 내부에서 이동하게 됨. 오일식 쇼크 업소버는, 통의 구조에 의해 크게 복통식과 단통식 2종류로 분류되며, 오일은 통상적으로 봉입되어 있기 때문에 들어가거나 흘러나오는 일은 없어야 함

○ 최근 들어 자동차 출력의 증가에 따라 고속주행의 R&H 성능을 유지하기 위한 고성능 튜닝 서스펜션 기술이 업체의 시장 경쟁력 확보를 위하여 매우 중요한 상황이며, 최적화 되지 않은 쇽업쇼버는 차량의 노후화를 가속시켜 안전성에 위협이 되기 때문에 고속 주행에 대한 안전성 및 열 발생에 대한 내구성 확보를 위한 기술이 요구됨

○ 현재 국내·외 대부분의 쇽업쇼버는 아래 그래프와 같은 댐핑 감쇠력 특성을 가지고 있으며, 튜닝용 쇽업쇼버의 품질과 성능을 확보하기 위한 인증기준이 필요함

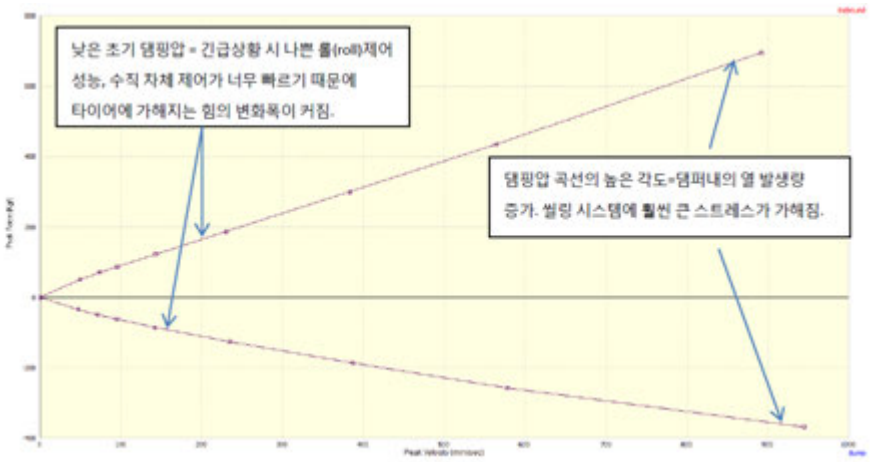


그림 74. 쇽업쇼버의 감쇠력 특성

○ 표준 복통형 쇽업쇼버(Twin tube식 standard shock absorber)는 outer tube+inner tube+소구경 피스톤+Base valve +대기압 공기층의 구조를 가지며 다음과 같은 특징을 보임

- 적절한 댐핑압을 지속적으로 유지시키지 못하고 소음이 발생함: 피스톤이 왕복 행정시 피스톤 아래쪽에 공기층으로부터 대기압만큼 기름을 흡수하며 Cavitation이라는 오일 속에 용해되어있던 공기가 기포가 되면서 발생
- 충격을 빠르게 흡수하기 어려움: 피스톤의 지름이 매우 작으며, 오일/가스 혼합물이 통과해야할 장애물도 많고 움직여야할 거리도 길기 때문
- 열 방출이 어려움 : 피스톤 지름이 매우 작기 때문에 오일 이동 시 가진운동으로 인해 생긴 열은 복통 구조로 인해 방출시간이 오래 걸림
- 제작 단가가 낮음 : 구조적 이점, 가공의 용이성으로 인해 가격이 낮음
- 열 내구성이 떨어짐: 구조적으로 주입 할 수 있는 오일의 양이 적기 때문

○ 가스 주입식 복통형 쇽업쇼버(Twin tube식 gas 주입 Shock absorber)는 outer tube+inner tube+소구경 피스톤+저압 질소가스층의 구조로 다음과 같은 특징을 보임

- 고속 주행에서 성능 내구성 유지가 어려움: 고속주행 및 반복적인 가진운동에서는 Cavitation으로 인한 감쇠력 저하가 발생하기 때문
- 충격을 빠르게 흡수하기 어려움: 피스톤의 지름이 매우 작으며, 오일/가스 혼합물이 통과해야할 장애물도 많고 움직여야할 거리도 길기 때문
- 열 방출이 어려움 : 피스톤 지름이 매우 작기 때문에 오일 이동 시 가진운동으로 인해 생긴 열은 복통으로 된 구조로 인해 방출시간이 오래 걸림
- 제작 단가가 높음 : gas 주입과 작동 원리 개선을 위한 구조 개선으로 인함
- 저속 주행시 승차감을 확보할 수 있다 : 구조 개선 및 가스 주입으로 인함

○ 가스 주입식 단통형 쇼업쇼버(Mono tube식 gas 주입 Shock absorber)는 main cylinder+대구경 피스톤고압 질소가스층+프리피스톤의 구조로 다음과 같은 특징이 있음(프리피스톤 : 가스와 오일이 서로 섞이지 않게 막으면서 오일 이동에 따른 충격흡수)

- 제작단가가 높음 : 고압가스 충전을 위해 부품 정밀도가 높아져야 하며 견고한 실링(sealing)시스템을 갖춰야하기 때문

– 열 발생량이 적음 : 단동형 쇽업소버는 대구경 피스톤을 사용하기 때문에 유량의 흐름이 복통형 쇽업소버보다 원활하기 때문
– 내구성이 높고 잡소리가 적음: 오일/가스 분리 피스톤으로 Cavitation 현상이 현저히 적게 발생하며, 구조적 이점으로 오일 용량이 크기 때문

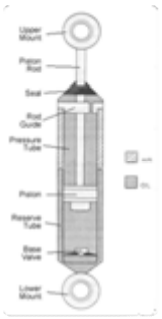
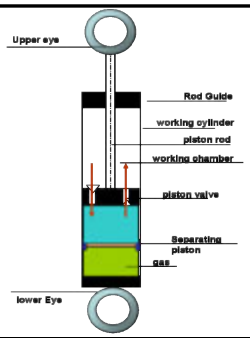
		
1)표준 복통형 쇽업소버	2)Mono tube형 쇽업소버	3) 가스주입식 복통형 쇽업소버

그림 75. 쇽업소버의 종류

○ 차량 튜닝에 적용될 경우 그림 76과 같이 스프링이 분리 가능한 형태와 스프링과 일체형이 있음




그림 76. 튜닝 쇽업소버 구분

○ 쇽업소버는 다음과 같은 품질 문제를 일으킬 가능성이 있음
– 반복 가진 운동 시 피스톤 형상, 씰링 구조로 인한 감쇠력 저하 발생. 지속적인 가진 운동으로 인해 발생되는 마찰열에 대한 내구성이 낮으며 동일행정 반복운동 시 일정하지 못한 감쇠력 발생
– 쇽업소버의 탈부착이 복잡하며 쇽업소버 테스트를 위해서는 고가의 전문 진단장비 필요
– 고속 주행 및 오프로드 주행시 약한 내구성으로 오일 누유 현상 발생

	
유압오일의 누유 현상	감쇠력 저하로 인한 주행 안전성 감소

그림 77. 쇽업소버의 품질 문제

② 주요내용

㉮ 참조기준

○ 서스펜션 관련 평가기술 현황
- KS R 4060 : 자동차용 서스펜션 스트럿
- JASO C611-93: Suspension struts for automobiles
- ABNT NBR 13308 : Road vehicles - Suspension shock-absorber - and Performance durability verification-test method
- ABNT NBR 15830 : Road vehicles - Suspension shock-absorber - Classification, terminology and identification
- KS B 3239 : 토션 바 스프링
- KS R 1083 : 자동차용 현가 스프링 강도 시험 방법
- JASO C605-97 Coil springs for automobile suspension
- SAE J 2492 : Considerations for suspension modification
- SAE J 2800 : Laboratory corrosion_fatigue testing of vehicle suspension coil spring
- SAE J 1123 : Leaf springs for motor vehicle suspension

○ 서스펜션 스트럿(쇽업소버)는 국제적으로 감쇠력 특성시험, 대상내구시험 등 약 10종의 시험 방법이 있으며 일본, 유럽, 국내의 관련 시험 표준을 비교하면 다음과 같음

표 26. 서스펜션 스트럿 관련 시험항목 비교표

시험항목	JASO	KS	유럽	국내튜닝
감쇠력특성시험	o	o	o	o
대상내구시험	o	o	o	o
굽힘강도시험	o	o	o	o
미끄럼저항시험	o	o	x	x
온도특성시험	o	o	x	x
작동소음시험	o	x	x	x
댐핑어셈블리 인장력시험	x	x	o	x
스프링시트 고정저항	x	x	o	x
부식저항	x	x	o	x
유압잠금시험	x	x	o	x

표 27. 시험항목별 인증기준의 유무

시험항목	JASO	KS	유럽	국내튜닝
감쇠력특성시험	o	o	x	x
대상내구시험	x	x	o	o
굽힘강도시험	x	x	o	o
미끄럼저항시험	x	x	–	–
온도특성시험	x	x	–	–
작동소음시험	x	–	–	–
댐핑어셈블리 인장력시험	–	–	o	–
스프링시트 고정저항	–	–	o	–
부식저항	–	–	o	–
유압잠금시험	–	–	o	–

○ 국내 서스펜션 스트럿의 시험 표준(KS R 4060)은 일본 JASO C611-93과 유사하나 작동소음시험에 대한 표준을 제정하지 않고 있음

○ 유럽의 경우 국내 및 일본과는 다르게 강도시험 항목이 많으며 부식저항 및 유압잠금시험 등을 시행하고 있음

○ 국내 및 일본의 경우 시험 표준을 제정하고 있지만 댐퍼 특성시험을 제외하고는 상세한 시험 spec.은 규정하고 있지 않으며 인증에 관련한 기준 또한 없음(제조자와 사용자 간의 합의로 성능을 평가하고 있음)

○ 총 10 종의 표준 시험방법 중 국내표준, 일본표준, 유럽에서 공통적으로 시행하고 있는 것은 감쇠력 특성시험, 대상대구시험, 굽힘강도시험이며 기타 표준 시험 방법은 국가별로 차이가 있음

○ 국내 및 일본의 경우 아래 그림 78과 같이 스트로크 속도 0.3m/s에서 감쇠력에 대한 규정을 하고 있으나 유럽의 경우 그에 대한 사항은 규정하고 있지 않으며, 튜닝용 서스펜션 스트럿의 경우에도 감쇠력 특성시험 과도한 규정으로 작용할 우려가 있으므로 시험항목에서 제외하는 것이 바람직할 것으로 판단됨. 다만 감쇠력 특성 변화가 대상내구시험에 포함되므로 인증기준에서는 제외하되 시험은 실시할 필요가 있음

감쇠력의 범위(신장측)

피스턴속도 0.3 m/s에서의 값

단위 : N

로드 바깥지름 (mm)	196	294	392	490	588	686	785	883	981	1079	1177	1275	1373	1471
16														
18														
20														
22														
25														

감쇠력의 범위(압축측)

피스턴속도 0.3 m/s에서의 값

단위 : N

로드 바깥지름 (mm)	98	196	294	392	490	588	686	785	883	981
16										
18										
20										
22										
25										

그림 78. 쇽업소버 감쇠력 범위

○ 중소 튜닝부품 제조 업체의 특성상 많은 인증시험 항목은 과도한 규제로 작용할 우려가 있으며, 서스펜션 스트럿의 경우 차량 주행 안전성을 저해할 요인이 매우 작으므로 최소한의 시험항목으로 인증시험기준을 도출할 필요가 있음

○ 따라서 각국에서 공통적으로 시행하고 있는 감쇠력특성시험, 대상내구시험, 굽힘강도시험을 시행하며, 이중 감쇠력 특성시험은 대상내구시험의 인증판정에만 사용하며 그 자체의 시험결과로는 인증기준에 포함시키지 않음

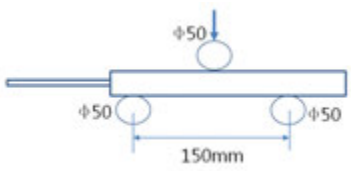
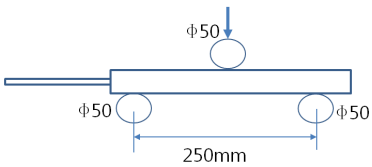
○ 국내 및 일본의 시험 표준에는 인증기준이 없으므로 유럽의 인증기준과 본 사업을 통하여 제시된 자동차 튜닝용 서스펜션 스트럿의 인증기준을 비교하면 다음과 같음

○ 국내 튜닝부품 인증기준의 경우 감쇠력 특성시험은 유럽의 5구간 측정과 달리 KS R 4060에 따라 0.1m/s, 0.3m/s, 0.6m/s, 1m/s의 4 구간에서 측정하며, 시험 제품의 인증기준에는 사용하지 않음

○ 대상내구시험의 방법은 5.0Hz로 작동 스트로크를 80mm로 하여 댐핑 속도는 유럽과 거의 유사하며, 실링의 이동 거리를 크게 증가시켜 시험을 가속화하였음. 또한 측면힘을 1,000N으로 증가시켜 실제와 유사한 측면 힘이 작용할 수 있도록 가혹도를 높였음. 따라서 선형적으로 약 130만 사이클의 목표수명이 도출되나 유럽기준 보다 강화하기 위하여 인증기준을 170만 사이클로 설정함

○ 굽힘강도성능의 경우 자동차의 주행안전성에 미치는 영향은 없으나 충돌과 같은 사고 발생시 안전성 확보를 위하여 필요한 시험 항목이므로 유럽의 시험방법 및 기준과 동일하게 사용함

표 28. 시험항목별 인증기준 비교

<table>
<tr><th>시험 종류</th><th colspan="2">시험방법</th><th>인증기준</th></tr>
<tr><td rowspan="2">감쇠력 특성시험</td><td>유럽</td><td>0.052m/s
0.131m/s
0.262m/s
0.393m/s
0.524m/s</td><td>대상내구시험 인증판정에
참조하며,
인증기준에 미포함</td></tr>
<tr><td>국내튜닝
(KS R4060에
따름)</td><td>0.1m/s
0.3m/s
0.6m/s
1.0m/s</td><td>대상내구시험 인증판정에
참조하며,
인증기준에 미포함</td></tr>
<tr><td rowspan="3">대상내구시험</td><td rowspan="2">유럽</td><td>고주파: 11.5Hz, 30mm
stroke</td><td>3.5백만 사이클
(고주파)</td></tr>
<tr><td>(저주파: 1.67Hz, 80mm
stroke)
side force: 600N</td><td>-</td></tr>
<tr><td>국내튜닝</td><td>고주파: 4.0Hz, 25mm
stroke
(시험의 비용 측면을
고려하여 고주파 시험을
실시함)</td><td>2,000,000사이클</td></tr>
<tr><td rowspan="2">굽힘강도시험</td><td>유럽</td><td> 
</td><td>
<table>
<tr><th>로드 직경 (mm)</th><th>최소힘 (KN)</th><th>최소 파열힘 KN</th><th>파열 최소 밴딩길이 (mm)</th></tr>
<tr><td>18</td><td>13</td><td>29</td><td>15</td></tr>
<tr><td>20</td><td>18</td><td>39</td><td>12</td></tr>
<tr><td>22</td><td>22</td><td>52</td><td>10</td></tr>
<tr><td>25</td><td>35</td><td>80</td><td>8</td></tr>
<tr><td>28</td><td>38</td><td>87</td><td>7</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>국내튜닝</td><td> 
</td><td>최대파열 스트로크:
12 mm이상

최대하중지지능력
40 KN이상</td></tr>
</table>

㉯ 시험방법

㉠ 감쇠력 특성 시험

○ 시험 조건

- 시험실의 온도 : 상 온
- 시험 시작시의 시험체의 온도 : 20±3 ℃
- 가진(加振) 전진폭 : ±40 mm
- 가진 속도(피스턴 속도) : 0.1 m/s, 0.3 m/s, 0.6 m/s, 1.0 m/s

- 가진 위치 : 스트로크의 거의 중앙
- 가진 방향 : 정립(또는 역립, 제조사가 결정) 수직

○ 시험 순서
- 지정 온도로 한 시험품의 상단을 장치에 부착
- 하단부를 부착
- 기준선을 그음
- 시험 조건으로 가진시키고, 수회 작동 후 감쇠력을 연속적으로 계측 기록

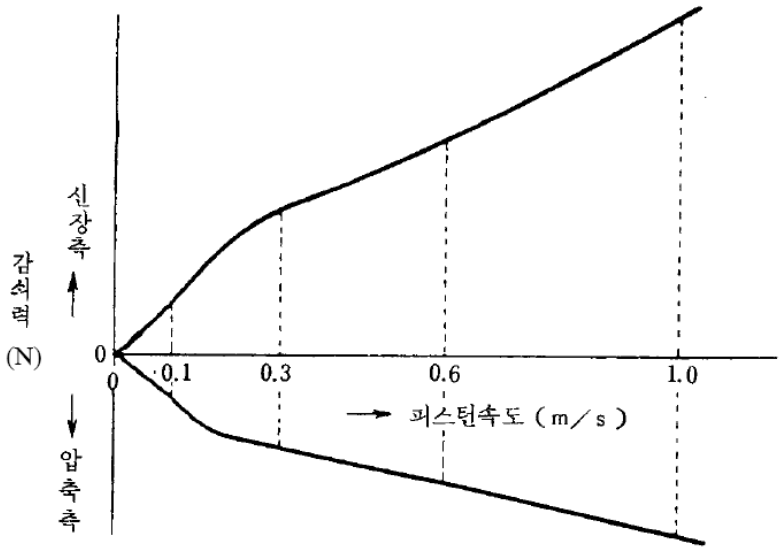


그림 79. 감쇠력 특성 시험 결과 예시

㉡ 내구성 시험

○ 스트럿 몸체의 대상(台上)에서의 작동 내구성 시험을 실시함

○ 장 치 : 스트럿 몸체의 로드 가이드부에 횡하중을 가한 상태에서 상하로 진동시킬 수 있는 구조로 함. 또한, 시험품의 온도를 일정하게 하기 위한 냉각 장치를 갖는 것으로 함

○ 시험 조건
- 시험실의 온도 : 실 온
- 시험품의 온도 : 70±10 ℃
- 가진 전진폭 : 4 Hz±3 %, ±25 mm(±8 %), 정현파
- 가진 위치 : 스트로크의 거의 중앙
- 가진 방향 : 정립(또는 역립, 당사자 간의 협의로 결정) 수직
- 냉각 방법 : 강제 냉각

○ 시험 순서
- 시험품을 감쇠력 특성 시험의 방법에 따라 계측 기록
- 시험품의 상단을 장치에 부착
- 하단을 부착

- 시험품의 로드 가이드부에 일정한 횡 하중을 가함
- 시험 조건으로 진동시켜 시험품의 온도가 지정 온도 범위에 들도록 냉각 장치를 조정
- 시험품의 온도가 지정 온도 범위에 들은 후 지정 반복 횟수까지 연속하여 시험실시
- 시험하는 동안에 시험품의 기름 누설, 부착 부품의 이상 등을 관찰하여, 이상 발생시 시험을 종료하고 계측 기록
- 2,000,000 사이클 도달 후 시험품의 0.3 m/s에서의 감쇠력을 감쇠력 특성 시험의 방법에 따라 계측 기록
- 시험 후 시험품을 분해 조사하여 부품의 손모 상태를 점검

㉣ 굽힘 강도 시험

○ 스트럿 몸체의 굽힘 하중에 대한 로드 및 외통의 변형 측정

○ 장 치 : 스트럿 몸체를 너클을 개재하여 고정하고 로드 단부에 2 mm/min의 속도로 하중을 가하여 외통의 휨을 계측 기록하는 구조의 것으로 함

○ 시험 조건

- 하단 부 고정점 및 부하 작용점은 아래 그림 80에 따름

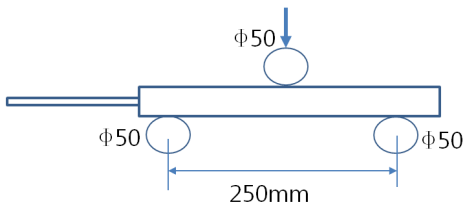


그림 80. 굽힘강도시험 고정 방법

- 부하 방향 차량 부착시의 전 후 및 좌 우 방향

○ 순서

- 스트럿 몸체를 너클을 개재하여 장치에 부착
- 기준선을 그음
- 로드 단부에 하중을 가하여 외통의 휨을 계측 기록
- 기록의 양식 기록의 양식은 아래 그림 81에 따름

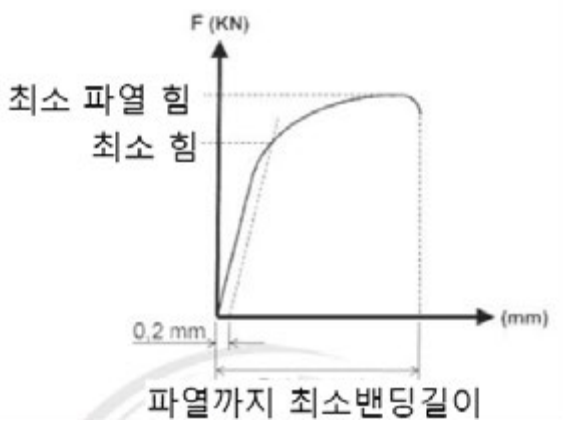


그림 81. 굽힘강도 시험 결과 기록 방법

㉰ 시험평가

○ 험은 아래와 같은 감쇠력 측정 장비를 활용하며, 스트럿 몸체의 피스턴 속도에 대한 감쇠력을 측정함

○ 일본표준의 경우 0.05m/s, 0.1m/s, 0.3m/s, 0.6m/s, 1m/s, 유럽의 경우에는 0.052m/s, 0.131m/s, 0.262m/s, 0.393m/s, 0.524m/s의 5 구간에서 측정하며, 국내표준의 경우 0.1m/s, 0.3m/s, 0.6m/s, 1m/s의 4 구간에서 측정함. 국내 튜닝 부품의 경우 KS R4060에 따라 4구간에서 측정하는 것으로 하고자 함

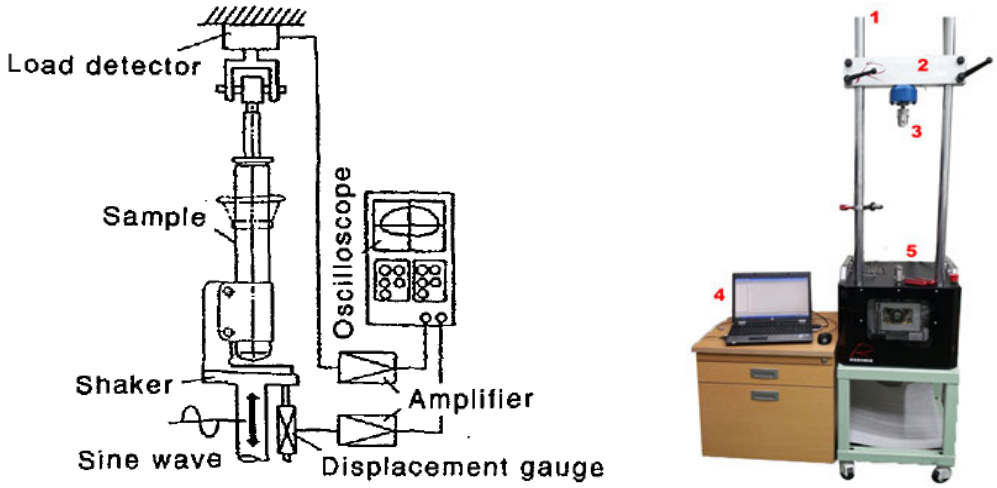


그림 82. 감쇠력 특성 시험기

표 29. 감쇠력 특성시험 비교

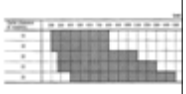
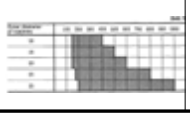
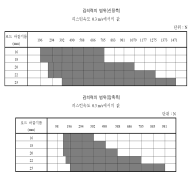
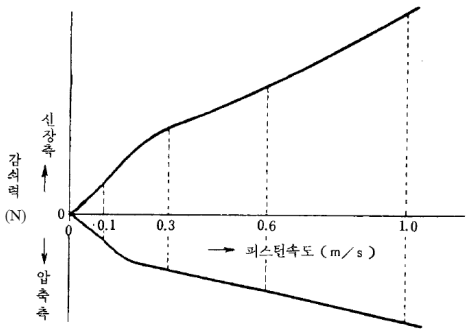
시험항목		JASO	KS	유럽	국내 튜닝
감쇠력특성시험	측정속도	0.5 ~ 1m/sec	0.1m/s 0.3m/s 0.6m/s 1.0m/s	0.052m/s 0.131m/s 0.262m/s 0.393m/s 0.524m/s	KS와 동일
	온도	상온	상온	상온	
	스트로크	–	20~150mm	–	
	인증기준	front:  rear: 		없음	없음

표 30. 국내 튜닝 서스펜션 스트럿 감쇠력 특성시험조건 및 방법

시험조건	1) 시험실의 온도: 상 온 2) 시험 시작시의 시험체의 온도: 20±3 ℃ 3) 가진(加振) 전진폭: 20~150 mm 4) 가진 속도(피스턴 속도): 0.1 m/s, 0.3 m/s, 0.6 m/s, 1.0 m/s 5) 가진 위치: 스트로크의 거의 중앙 6) 가진 방향: 정립(또는 역립, 제조사가 결정) 수직
시험방법	1) 지정 온도로 한 시험품의 상단을 장치에 부착한다. 2) 하단부를 부착한다. 3) 기준선을 긋는다. 4) 시험 조건으로 가진시키고 수 회 작동 후 해당 속도에서 감쇠력 계측 5) 기록의 양식 기록의 양식은 아래와 같음  감쇠력 특성 시험 결과 예시

○ 대상내구시험은 아래와 같은 내구시험 장비를 활용하며, 스트럿 몸체의 로드 가이드부에 횡하중을 가한 상태에서 상하로 진동시킬 수 있는 구조로 하고 시험품의 온도를 일정하게 하기 위한 냉각 장치를 갖는 것으로 함

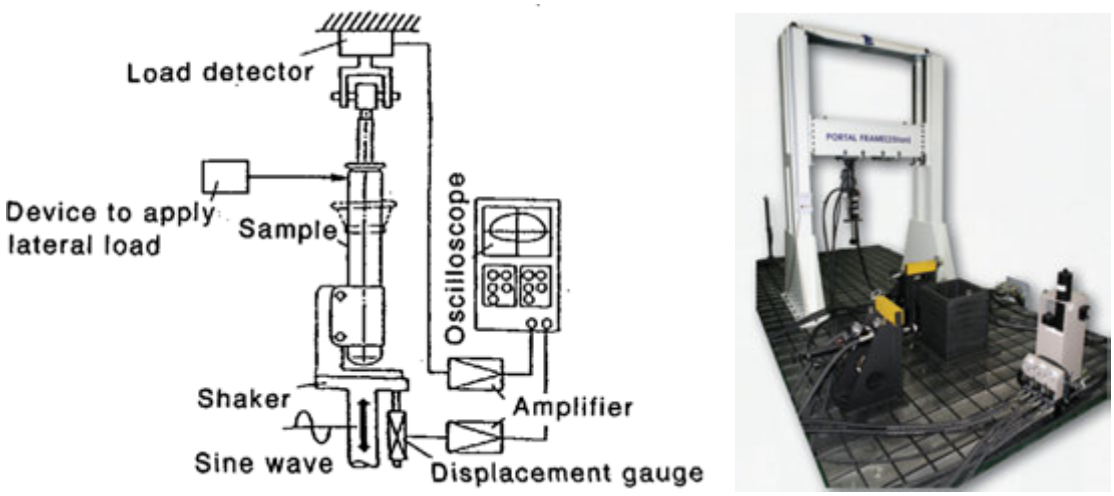


그림 83. 대상내구 특성 시험기

표 31. 대상내구시험 비교

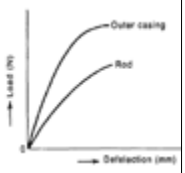
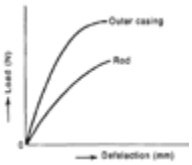
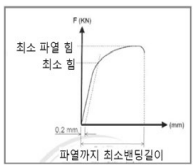
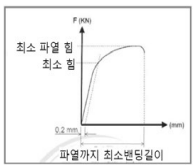
시험항목		JASO	KS	유럽	국내 튜닝
대상내구시험	가진속도	0.5m/s ~1.0m/s	0.5m/s ~1.0m/s	고주파: 11.5Hz (0.69mm/s) 저주파: 1.67Hz (0.267m/s)	고주파: 4.0Hz
	가진변위	당사자 간 합의로 결정	40~70mm	고주파: 30mm 저주파: 80mm	고주파: 50mm
	측면힘	당사자 간 합의로 결정	당사자 간 합의로 결정	600N	0N
	온도	70℃	70℃	80℃	70℃
	냉각방법	강제냉각	강제냉각	강제냉각	강제냉각
	인증기준 (수명)	당사자 간 합의로 결정	당사자 간 합의로 결정	고주파: 3.5백만 사이클	고주파: 2.0백만 사이클

표 32 국내 튜닝 서스펜션 스트럿 대상내구 시험조건 및 방법

시험조건	1) 시험실의 온도 : 실 온 2) 시험품의 온도 : 70±10℃ 3) 가진 전진폭 : 4.0Hz±3%, ±25mm, 정현파(총 스트로크 50mm) 4) 가진 위치 : 스트로크의 거의 중앙 5) 횡 하중 : 있음 6) 가진 방향 : 정립(또는 역립, 당사자간의 협의로 결정) 수직 7) 냉각 방법 : 강제 냉각
시험방법	1) 시험품을 감쇠력 특성 시험의 방법에 따라 계측 기록한다. 2) 시험품의 상단을 장치에 부착한다. 3) 하단을 부착한다. 4) 시험품의 로드 가이드부에 일정한 횡 하중을 가한다. 5) 시험품의 온도가 지정 온도 범위에 들도록 냉각 장치를 조정한다. 6) 시험품의 온도가 지정 온도 범위에 들은 후 지정 반복 횟수까지 연속하여 시험한다. 7) 시험하는 동안에 시험품의 기름 누설, 부착 부품의 이상 등을 관찰한다. 8) 시험 후 시험품을 감쇠력 특성 시험의 방법에 따라 계측 기록한다. 9) 시험 후 시험품을 분해 조사하여 기능 부품의 손모 상태를 점검한다.

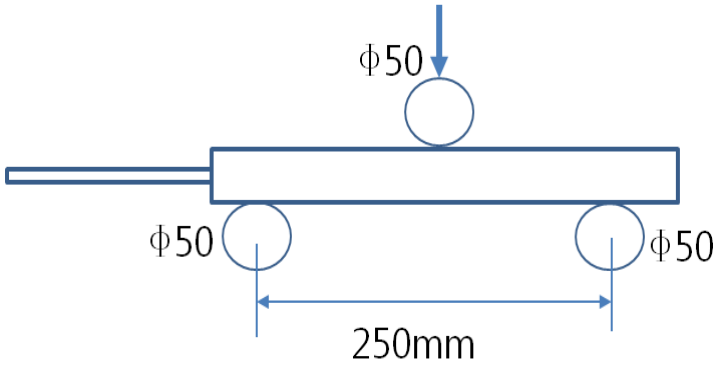
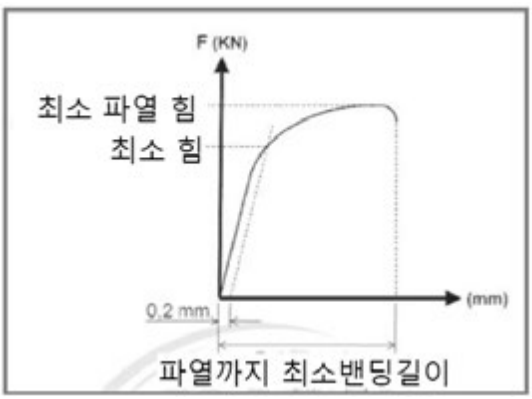
○ 굽힘 강도 시험은 스트럿 몸체의 굽힘 하중에 대한 로드 및 외통의 변형을 측정하는 것으로 스트럿 몸체를 너클을 이용하여 고정하고 로드 단부에 2mm/min의 속도로 하중을 가하여 로드 및 외통의 휨을 계측 기록하는 구조의 것으로 함

표 33. 굽힘강도시험 비교

시험항목		JASO	KS	유럽	국내 튜닝
굽힘강도시험	시험속도	당사자 간 합의로 결정	당사자 간 합의로 결정	2.0mm/min	2.0mm/min
	하중점	로드를 빼낸 치수를 당사자 간 합의로 결정	로드를 빼낸 치수를 당사자 간 합의로 결정	로드를 밀어넣고 측정	로드를 밀어 넣고 측정
	기록방법	 외통과 로드의 하중-변위	 외통과 로드의 하중-변위	 외통의 하중-변위 및 파열시까지의 변위	 외통의 하중-변위 및 파열시까지의 변위
	인증기준	없음	없음		최대파열 스트로크: 12mm이상 최대하중지지능 력 40KN이상

○ 국내 튜닝 서스펜션 스트럿의 굽힘강도 시험조건과 방법은 다음과 같음

표 34. 국내 튜닝 서스펜션 스트럿의 굽힘강도 시험조건 및 방법

시험조건	1) 하단 부 고정점 및 부하 작용점은 아래와 같다.  2) 부하 방향 차량 부착시의 **전 후(또는 좌 우, 제조사 결정)** 방향
시험방법	1) 스트럿 몸체를 너클을 개재하여 장치에 부착한다. 2) 로드를 7.4.2 a) 에 장치한다. 3) 로드 단부에 하중을 가하고 그 후 하중을 제거한다. 4) 기준선을 긋는다. 5) 로드 단부에 하중을 가하여 로드 및 외통의 휨을 계측 기록한다. 6) 기록의 양식 기록의 양식은 아래와 같다. 

㉠ 시험샘플 및 시험장치

○ 서스펜션 스트럿의 대상내구시험과 굽힘강도 시험을 위한 샘플은 다음과 같으며, 국내에서 판매되고 있는 스트럿을 대상으로 하여 국내외 샘플에 대한 시험을 수행하였음

○ 내구시험은 국산 제품과 인지도가 높은 수입 제품을 대상으로 하였으며(네오테크, 빌스타인), 굽힘강도시험은 역립 타입과 정립타입을 포함하여 4개의 제조사 제품을 대상으로 하였음

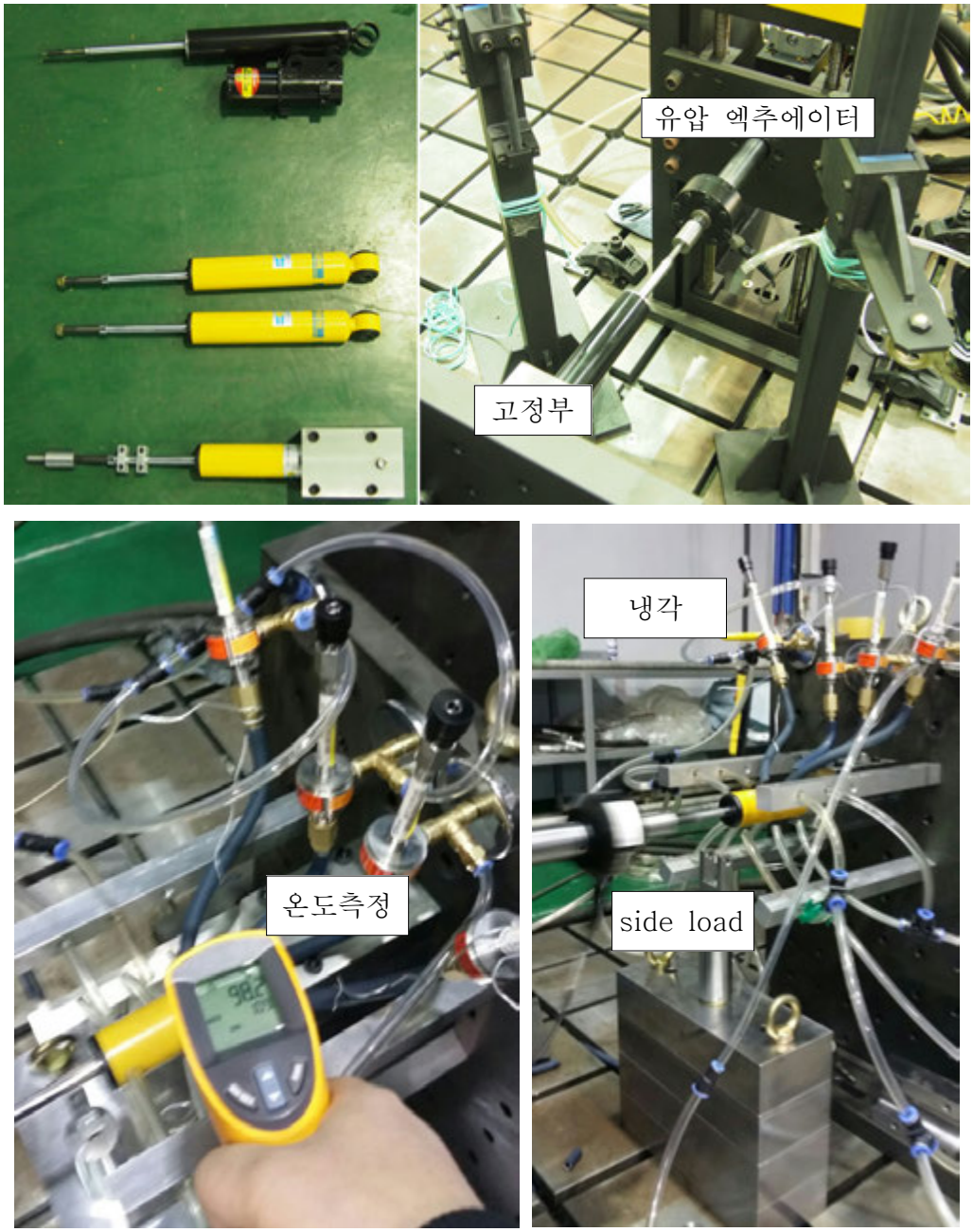


그림 84. 대상내구시험 샘플과 시험 장치

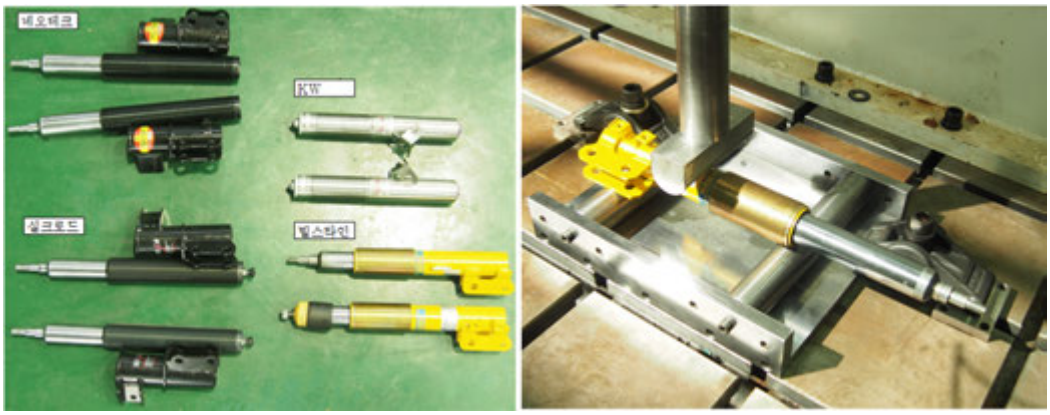


그림 85. 굽힘강도시험 샘플과 시험장치

샘플 / 기준	빌스타인	KW	네오테크	실크로드
로드 지름 (mm)	-	21.93	-	-
실린더 지름 (mm)	51.8	50.5	54.6	52.0

○ 대상내구 시험대상인 네오테크(후륜) 스트럿과 빌스타인 후륜 스트럿의 기본 성능 시험을 실시하여 댐핑 특성과 100도 도달 이후 댐핑 특성의 변화를 측정하였음

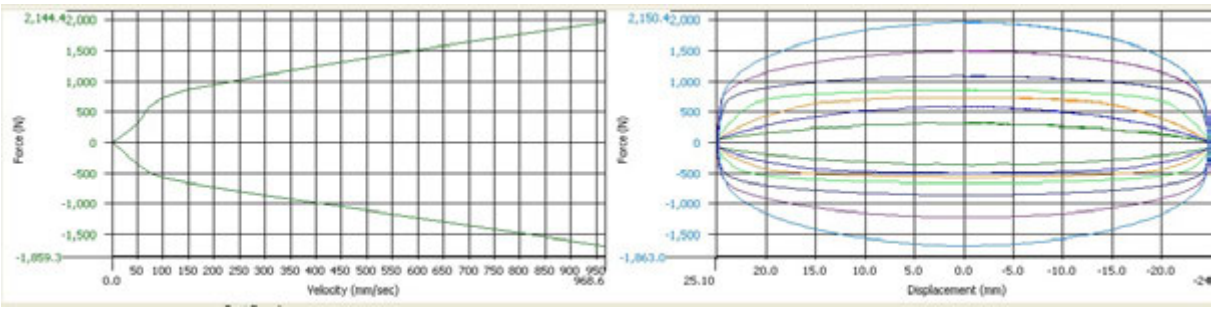


그림 86. 수입(빌스타인)의 댐퍼 기본 성능

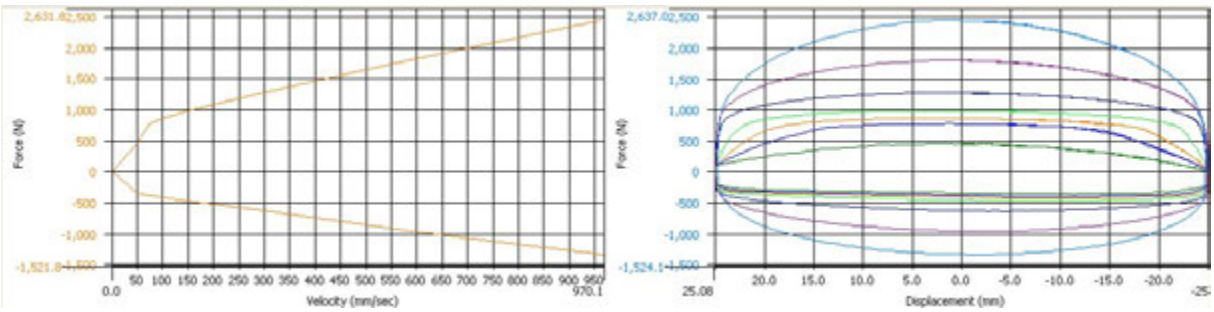


그림 87. 국산(네오테크)의 댐퍼 기본 성능

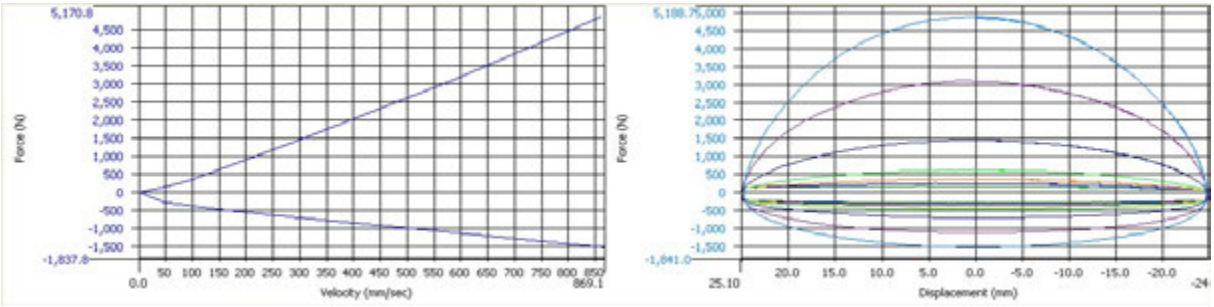


그림 88. 국산(실크로드)의 댐퍼 기본 성능

○ 국산(네오테크)와 수입(빌스타인)의 댐퍼 기본 성능은 크게 차이가 나지 않았으며, 대상내구시험을 위한 비교 샘플로 선정하여 내구시험을 진행하였음. 국산(실크로드)의 제품은 댐핑 특성이 다른 제품과 크게 차이가 났으며 고속에서 약 2배 정도의 댐핑력을 나타내고 있었음

○ 특히 100도로 온도를 상승한 후 댐핑 성능을 비교한 결과 각 제품의 댐핑력이 감소하는 경향을 보였으며, 그 차이는 국산(실크로드)의 경우에 가장 크게 나타났음

○ 대상 내구시험시 강제냉각을 하지 않을 경우 200도 이상의 온도 상승이 발생하게 되며, 열화에 의한 씰링의 손상이 빠르게 진행될 것으로 판단됨

○ 그러나 100도 정도의 온도에서 댐핑력의 큰 차이를 보이지 않는 수준으로 품질관리를 진행하고 있는 것으로 판단되므로 대상 내구시험의 관리 온도를 90에서 약 10도 정도 상승을 허용하는 수치로 시험 기준을 설정하였음

Ⓐ 온도 상승에 따른 댐핑 특성의 변화

○ 국산(네오테크)

- 100 ° c 까지의 도달 시간 : 2분55초 소요.
- 2차 테스트 각각 0.3m/s 의 기준 : Compression 측 변화폭 : 15.3% DOWN
  Rebound 측 변화폭 : 11.9% DOWN

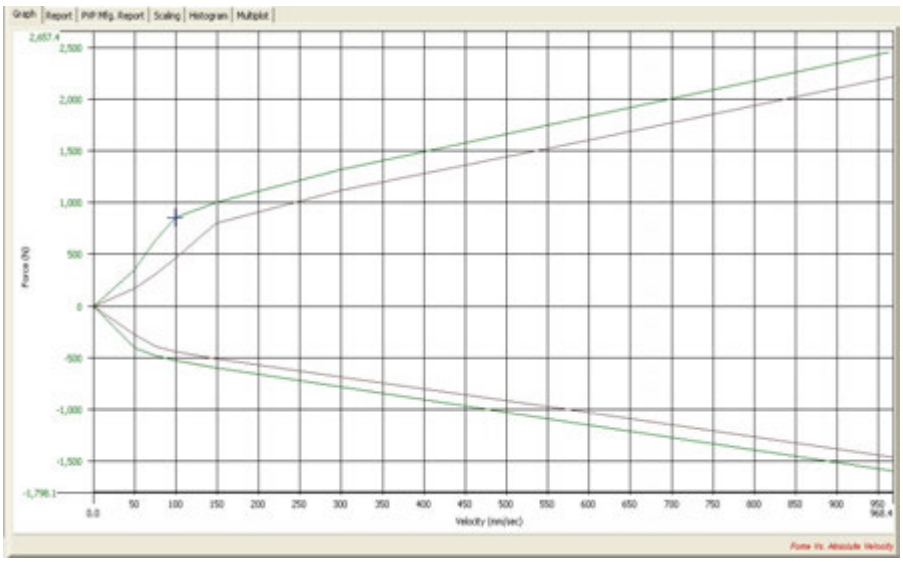


그림 89. 댐핑 특성 변화: 국산(네오테크)

○ 국산(실크로드)

– 100 ˚c 까지의 도달 시간 : 1분 59초 소요.

– 2차 테스트 각각 0.3m/s 의 기준으로 Compression 측 변화폭 : 17.8% DOWN
Rebound 측 변화폭 : 11.2% DOWN

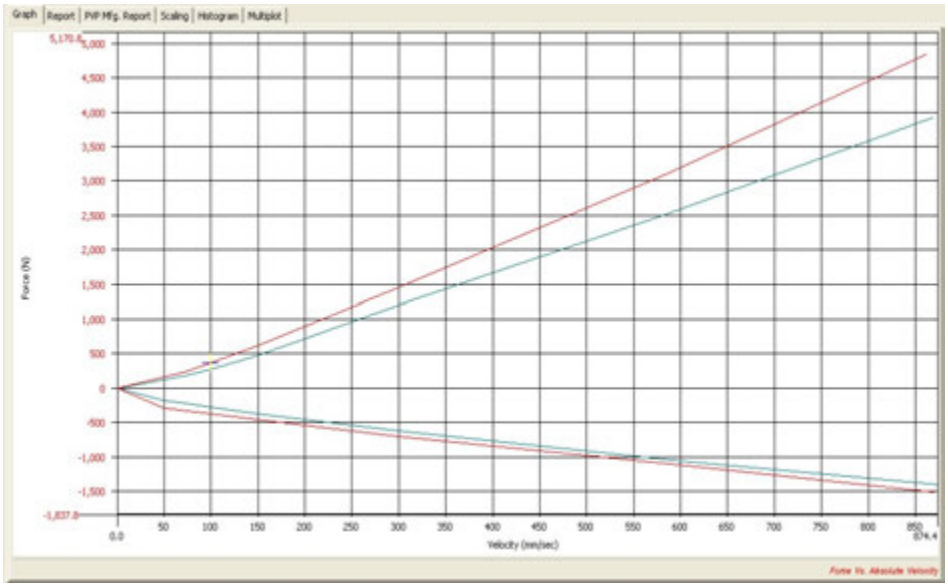


그림 90. 댐핑 특성 변화: 국산(실크로드)

○ 수입(빌스타인)

– 100 ˚c 까지의 도달 시간 : 3분 52초 소요.

– 2차 테스트 각각 0.3m/s 의 기준으로 Compression 측 변화폭 : 15.3% DOWN
Rebound 측 변화폭 : 18.4% DOWN

※ 전륜 맥퍼슨 스트럿 타입의 쇼바는 테스트 조건이 맞지 않아서 rear 사양으로 테스트진행. (비교 대상 네오테크 rear 사양 참조)

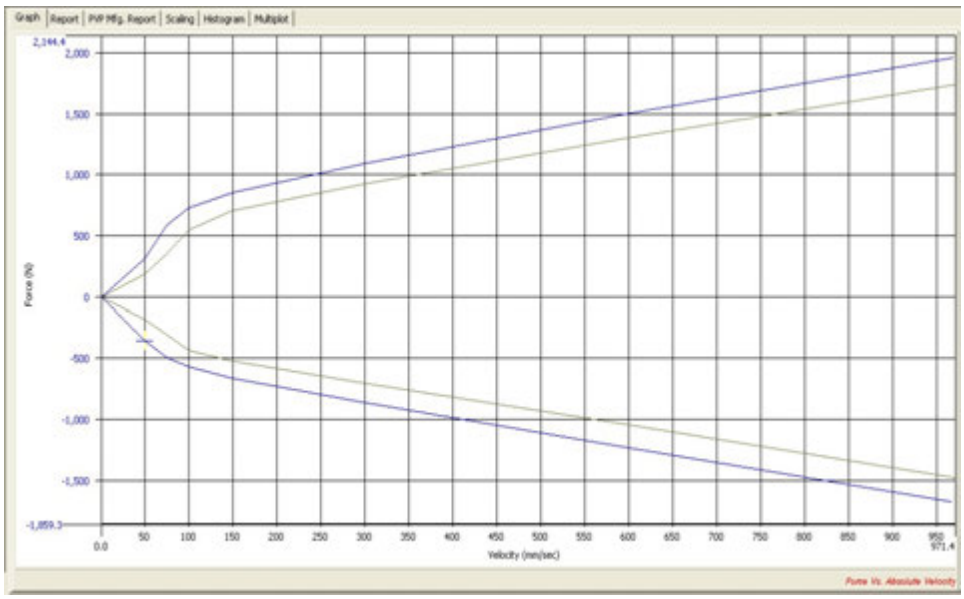


그림 91. 댐핑 특성 벼화: 수입(빌스타인)

○ 국산(실크로드)

– 100 ° c 까지의 도달 시간 : 4분 00초 소요.

– 2차 테스트 각각 0.3m/s 의 기준으로 Compression 측 변화폭 : 5.8% DOWN
Rebound 측 변화폭 : 31.1% UP

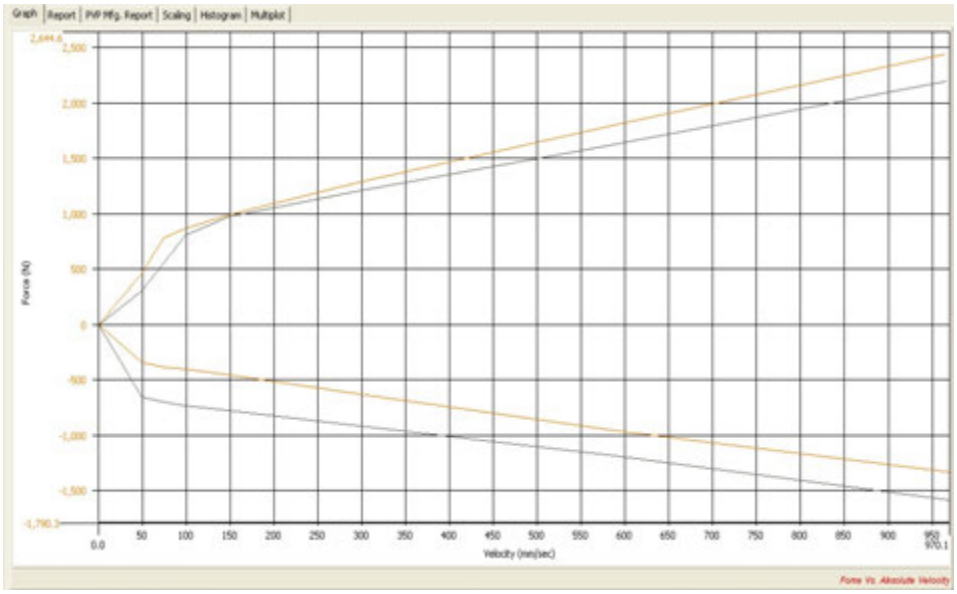


그림 92. 댐핑특성변화: 국산(실크로드)

○ 100도 상승에 따른 댐핑 특성 변화 비교

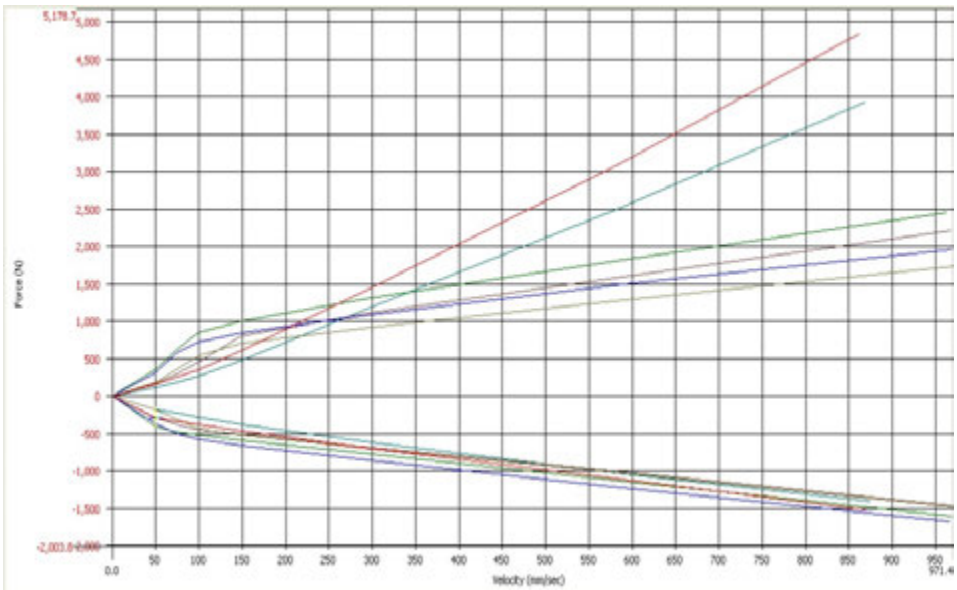


그림 93. 댐핑 특성 변화 비교

㉮ 시험결과

○ 대상내구시험 결과 비교: 국산 A사의 경우 55만 사이클 후 누유가 발생하였으며, 수입 A사의 경우 72만 사이클 후 누유가 발생하였음

○ 국산 A사의 경우 인증기준(70만 사이클)을 충족시키지 못하였으며, 외산의 경우 인증기준을 만족하였으나, 오일 캡이 분리되는 현상이 발생하였음

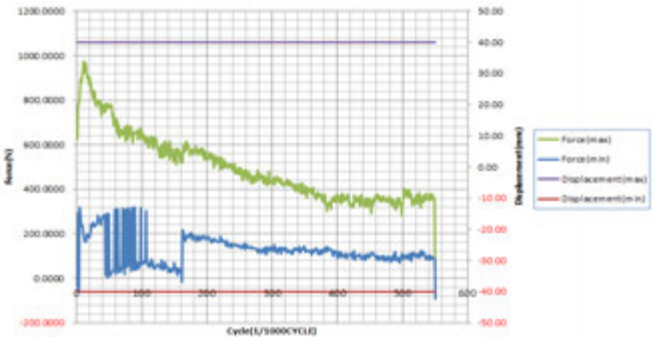
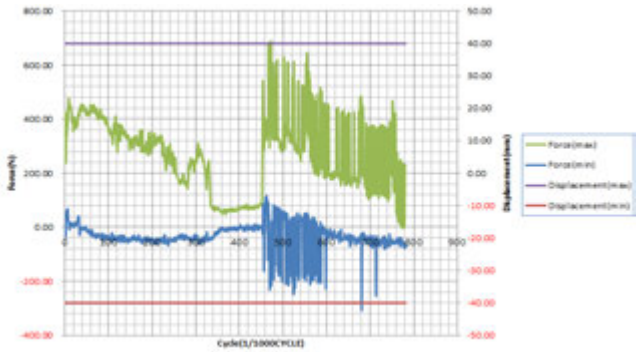




그림 94. 시험결과 : 국산 A사(550,010사이클 후 누유 발생)



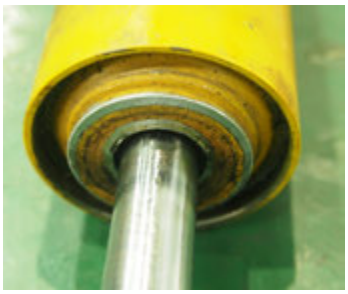


그림 95. 시험결과 : 수입 A사 : 781,663사이클 후 누유 발생

○ 유럽의 굽힘강도 인증기준은 로드의 직경에 대하여 아래와 같이 기준을 제시하고 있으나 튜닝용 스트럿의 경우 고성능을 얻기 위하여 역립 타입의 스트럿을 선호하고 있으며, 이 경우 로드의 직경에 따른 품질 관리가 매우 어렵게 됨

○ 또한 모노튜브 형태의 스트럿을 선호하고 있는 만큼 외통의 굽힘강도를 평가하여 인증기준으로 제시할 필요가 있다고 판단됨

○ 다만 파열시까지의 벤딩길이는 작은 로드직경(20mm)에 대하여 12mm를 제시하고 있으므로 튜닝 스트럿의 파열 벤딩길이는 12mm이상을 만족해야 할 것으로 보임

표 35. 해외(유럽) 굽힘강도 인증기준 사례

로드직경(mm)±0.3	최소 힘 (0.2mm까지) KN	최소 파열 힘 KN	파열까지 최소밴딩길이(mm)
18	13	29	15
20	18	39	12
22	22	52	10
25	35	80	8
28	38	87	7

○ 튜닝 스트럿의 굽힘강도 시험을 실시한 결과 KW사의 제품을 제외하고 30mm의 스트로크에서 모든 스트럿에 파열이 발생하였음

표 36. 굽힘강도 시험결과

수입산(빌스타인)	
수입산(KW)	
국산(네오테크)	
국산(실크로드)	

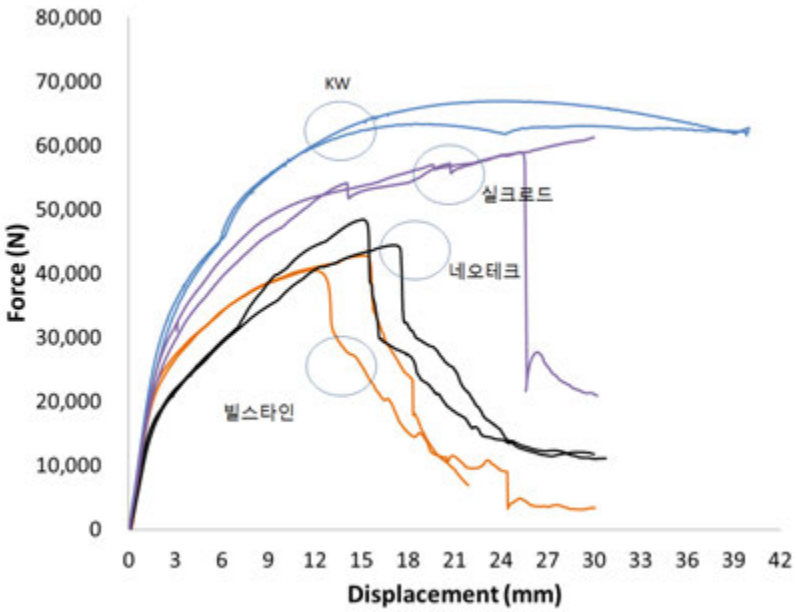


그림 96. 굽힘강도 시험결과(하중-변위 선도 비교)

○ 이상의 시험 결과로부터 국내에 유통되고 있는 튜닝 스트럿의 외통에 대한 굽힘 강도는 40kN이상 발생하고 있으며, 파열시까지의 최대 스트로크는 12mm이상 나타나고 있음

○ 수입(빌스타인)의 경우 굽힘강도 성능이 타사 제품에 비하여 떨어지는 것으로 나타났음

○ 스트럿의 굽힘강도는 차량의 주행 안전에 미치는 영향이 크지 않은 만큼 최소한의 안전기준을 설정하여 파열시까지의 최대스트로크 12mm이상, 최대하중지지 능력 40kN으로 설정하고자 함

③ 인증기준

○ 대상내구수명 : 700,000사이클
○ 굽힘강도 : 파열스트로크 12mm 이상, 외통부 최대하중지지능력 40kN이상

④ 시험장비

○ linear actuator (2.5ton. 25ton)
○ 댐퍼 특성시험기

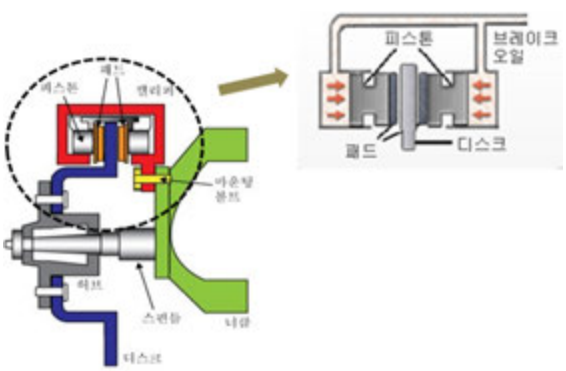
⑤ 시험가능기관

○ 경일대학교 RIC, 자동차부품연구원, 울산TP

(나) 브레이크 캘리퍼

① 개요

○ 브레이크 캘리퍼는 디스크 브레이크를 사용하는 자동차에서 제동을 하기 위해 디스크와 마찰재를 접촉시켜 마찰을 발생시켜야 하는데, 이 때 운전자가 브레이크 작동 시 마찰재를 디스크에 접촉시키는 유압장치임



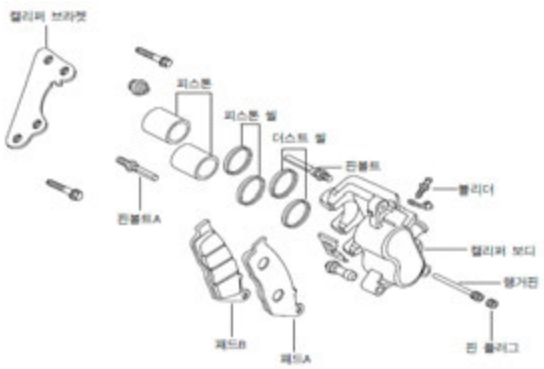


그림 97. 브레이크 캘리퍼의 작동 원리　그림 98. 캘리퍼의 주요 구성 부품

○ 브레이크 페달을 밟으면 마스터 실린더 내부에서 유압이 발생하고 브레이크 파이프와 호스를 거쳐 캘리퍼 내의 실린더에 유압이 작동하면 피스톤이 움직여 디스크에 패드를 압착함. 이때 반작용에 의해 부동 상태로 있던 캘리퍼가 우측으로 이동하면서 반대측의 패드를 디스크에 압착시켜 제동이 발생함

○ 브레이크 페달을 놓으면 실린더 내의 유압이 저하되어 피스톤 실에 의해 피스톤이 제자리로 돌아오는데 이 원리 때문에 항상 브레이크 패드와 디스크 사이의 간격은 항시 일정하게 유지됨. 즉, 제동 시 캘리퍼 내의 실이 변형되었다가 해제 시는 실이 원위치로 복원되는 힘에 의해 피스톤이 되돌아오면서 제동이 해제됨

○ 유압에 의해 마찰재를 디스크와 접촉 또는 이격시키는 주요 기능이 정상적으로 작동하지 않을 경우 한 쪽 패드만 마찰되어 편마모가 발생하여 제동성능을 감소시키거나, 계속되는 마찰 등에 의해 패드의 조기 마모, 과열 등에 의해 제동성능을 발휘하지 못하게 하여 사고로 직결될 수 있음

○ 브레이크 캘리퍼에 요구되는 주요 성능은 다음과 같음
- 압력이 가해질 때 지지할 수 있는 캘리퍼 강성
- 브레이크를 작동시키는 드래그 토크
- 압력이 제거되었을 때 피스톤의 복원
- 오일 누설
- 반복적인 브레이킹에 의한 작동 내구 성능

○ 브레이크 캘리퍼의 주요 고장 모드는 아래와 같음
- OFF 브레이크 드래그 발생
- 캘리퍼 상대 부품간 간섭
- 캘리퍼 부품 위치 이탈
- PEDAL TRAVEL 과다
- 오일 누설
- NOISE & JUDDER

○ 캘리퍼의 종류는 주로 피스톤의 개수에 따라 1-피스톤, 2-피스톤, 4-피스톤, 6-피스톤 캘리퍼가 있으며, 최근에는 8-피스톤 캘리퍼도 유통되고 있으며, 캘리퍼 보디가 2개의 부품으로 구성되느냐 단일 부품으로 구성되느냐에 따라 2-pieces 캘리퍼 및 모노블럭(monoblock) 캘리퍼로 구분됨

○ 차량의 브레이킹 토크(제동 토크)는 다음과 같은 식으로 구할 수 있으며, 이를 향상시켜 차량의 제동 성능을 향상시키기 위한 튜닝이 주로 이루어지고 있음

- 제동 토크 = 캘리퍼 피스톤의 압착력 × 디스크의 유효 반지름 × 패드와 디스크의 마찰계수

○ 주로 이루어지는 차량의 브레이크 튜닝은 다음과 같음
- 캘리퍼의 피스톤 개수 증가 (4-piston, 6-piston의 적용 사례가 증가)
- 디스크 및 캘리퍼의 크기 증가
- 캘리퍼의 강성 및 내구 성능 향상을 위해 2-pieces 캘리퍼에서 모노블럭 캘리퍼로 튜닝
- 차량 경량화를 위해 알루미늄 등의 경량소재 및 단조로 제조된 캘리퍼 보디를 가지는 경량 캘리퍼의 사용
- 디스크 및 패드의 마찰계수 증가
- 열로 인한 영향을 감소시키기 위한 디스크의 타공 및 사선 가공



2 피스톤 캘리퍼



4 피스톤 캘리퍼



6 피스톤 캘리퍼



2-pieces 캘리퍼



모노블럭 캘리퍼

그림 99. 튜닝용 캘리퍼의 종류



사선 가공 디스크



타공 가공 디스크

그림 100. 튜닝용 브레이크 디스크

○ 대부분의 고장 형태는 브레이크 캘리퍼가 유압에 의해 작동되는 것에 의한 오일 누설, 압력에 의한 실링 불량, 유압에 의한 변형, 유압이 제거 되었을 때의 복원 저하 등이기 때문에, 튜닝 브레이크 캘리퍼의 인증 기준도 위와 같은 고장 모드를 사전에 감지하여 예방할 수 있는 시험을 포함하도록 제정되어야 함

② 주요내용

㉮ 참조기준

○ 국내외의 다양한 브레이크 관련 시험 규정을 살펴보면 다음과 같음

- SAE J46 Wheel-Slip Brake-Control System Road Test Code
- SAE J201 In-Service Brake Performance Test Procedure Passenger-Car and Light-Duty Truck
- SAE J1729 Parking Brake Drawbar Pull Test Procedure-Commercial Vehicle
- SAE J134 Brake System Road Test Code - Passenger Car and Light-Duty Truck-Trailer Combinations
- SAE J1247 Simulated Mountain-Brake Performance Test Procedure
- SAE J1603 Rubber Seals for Hydraulic Disc Brake Cylinders
- KS R ISO 7629 도로 차량-브레이크 라이닝-디스크 브레이크 패드-시험 후의 표면 및 재료 결함의 평가
- KS R ISO 6313 도로 차량-브레이크 라이닝- 디스크 브레이크 패드의 치수와 형상에 미치는 열의 영향-시험 방법
- KS R ISO 6312 도로 차량-브레이크 라이닝-디스크 브레이크 패드 및 드럼 브레이크 슈 어셈블리 전단 시험 절차
- KS R ISO 4038 도로 차량-유압 브레이크 시스템-심플 플레어 파이프, 나사 구멍, 수나사 피팅 및 호스 엔드 피팅
- KS R ISO 11157 도로 차량-브레이크 라이닝 어셈블리-관성 다이나모미터 시험방법
- KS R 4057 자동차용 브레이크 드럼
- KS R 4056 자동차용 브레이크 허브
- KS R 4024 자동차용 브레이크 라이닝 및 패드
- KS R 1118 승용차용 브레이크 실차 요구 성능
- KS R 1117 승용차용 브레이크 실차 시험 방법
- KS R 1115 승용차용 브레이크 마찰재의 다이너모미터 성능 시험 방법
- KS R 1101 자동차용 디스크 브레이크 패드의 접착면 녹 발생 시험 방법
- KS R 1097 도로 차량-브레이크 라이닝-라이닝 재료의 내부 전단 강도-시험 방법
- KS R 1076 자동차 브레이크 시험 방법 통칙
- KS R 1009 자동차 브레이크 시험 방법
- KS R 0080 자동차용 마찰재의 물성 시험방법
- KS R 0079 관성 동력계에 의한 브레이크 라이닝 및 패드의 마모 시험방법
- KS R 0024 자동차 브레이크 용어-종류, 역학 및 작동
- KS I 4009 자동차용 재제조 브레이크 캘리퍼 시험방법
- JASO C448 Disc Brake Califer Bench Test Procedure-passenger car
- JASO C441 Service Brake Structural Durability Bench Test Procedure
- ISO 7635 Road vehicles -Air and air/hydraulic braking systems of motor vehicles, including those with electronic control functions - Test procedures

- ISO 6597	Road Vehicles - Motor Vehicles with Hydraulic Braking Systems with and Without Antilock Device - Measurement of Braking Performance
- ISO 4930	Road vehicles - Elastomeric seals for hydraulic disc brake cylinders using a non-petroleum base hydraulic brake fluid (Service temperature 150 degrees)
- FMVSS 135	Passenger Car Brake Systems
- ECE 90-2	Replacement brake lining assemblies, drum brake linings and discs and drums for power-driven vehicles and their trailers
- ASTM F377	Standard Practice for Calibration of Braking/Tractive Measuring Devices for Testing Tires

○ 브레이크의 성능 평가와 관련된 국내외 규정은 위와 같이 다수 존재하지만, 브레이크 캘리퍼의 성능평가와 직접적으로 관련있는 규정은 아래의 네 가지임

- JASO C448	Disc Brake Califer Bench Test Procedure-passenger car
- SAE J1603	Rubber Seals for Hydraulic Disc Brake Cylinders
- ISO 4930	Road vehicles - Elastomeric seals for hydraulic disc brake cylinders using a non-petroleum base hydraulic brake fluid (Service temperature 150 degrees)
- KS I 4009	자동차용 재제조 브레이크 캘리퍼 시험방법

○ 각 규정의 브레이크 캘리퍼의 시험항목을 비교하면 아래의 표 37과 같음

표 37. 브레이크 캘리퍼 관련 시험항목 비교표-1

시험항목	JASO	SAE	ISO	KS	튜닝
Leakage test (누설 시험)	o	x	x	o	o
Fluid displacement test	o	x	x	x	x
Residual drag torque test (잔류드래그시험)	o	x	x	o	o
Structural integrity test by pressure	o	x	x	x	x
Structural integrity test by torque	o	x	x	x	x
Structural durability test (I)	o	x	x	x	x
Structural durability test (II)	o	x	x	x	x
High fluid pressure durability test	o	x	x	x	x
Normal temperature stroking test	o	o	o	x	x
High temperature stroking test	o	o	o	x	x
Vibration durability test	o	x	x	x	x
Water proof test	o	x	x	x	x
Corrosion resistance test	o	x	x	x	x
Low temperature leakage test	o	x	x	x	x
사이클 복합 내구 테스트	x	x	x	o	o

표 38. 브레이크 캘리퍼 관련 시험항목 비교표-2

시험항목	JASO	SAE	ISO	KS	튜닝
Leakage test (누설 시험)	o	x	x	o	o
Fluid displacement test	x	x	x	x	x
Residual drag torque test (잔류드래그시험)	x	x	x	o	o
Structural integrity test by pressure	x	x	x	x	x
Structural integrity test by torque	x	x	x	x	x
Structural durability test (I)	x	x	x	x	x
Structural durability test (II)	x	x	x	x	x
High fluid pressure durability test	o	x	x	x	x
Normal temperature stroking test	o	o	o	x	x
High temperature stroking test	o	o	o	x	x
Vibration durability test	x	x	x	x	x
Water proof test	x	x	x	x	x
Corrosion resistance test	x	x	x	x	x
Low temperature leakage test	o	x	x	x	x
사이클 복합 내구 테스트	x	x	x	o	o

○ 이중 JASO C448이 브레이크 캘리퍼와 관련된 가장 많은 평가 방법을 가지고 있으며, SAE J1603 및 ISO 4930은 캘리퍼를 포함한 유압 기기의 실링에 대한 실험 방법을 포함하고 있음. 국내 규정으로는 2014년에 제정된 '자동차용 재제조 브레이크 캘리퍼 시험 방법' 이 유일하지만, 재제조 캘리퍼의 안전성 및 성능 여부를 판단하기 위한 기준이므로 튜닝용 캘리퍼 평가 인증 기준과 유사한 목적을 가지고 제정된 규정이라고 할 수 있음

㉠ 시험방법 및 절차 비교

○ 본 과제를 통해 제시하고자 하는 자동차 튜닝용 브레이크 캘리퍼의 성능평가 기준은 기본 성능에 중점을 두었으며 시장에 유통되고 있는 튜닝용 브레이크 캘리퍼의 안전성 평가를 위한 현실적인 기준을 마련하였음

○ 튜닝용 캘리퍼의 성능에 관해서, 기본 성능에 있어서는 순정품과 비슷한 기준을 가지고 평가하는 것이 소비자 입장과 튜닝용 캘리퍼 제조업체에서도 이익이 될 것으로 판단되지만, 내구 성능 기준에 대해서는 일정 기준을 제시하고, 그에 대한 성능을 나타내는 것을 확인하여 최소 신뢰 기준을 보장하는 것이 튜닝용 캘리퍼 제조 업체나 튜닝 시장의 활성화를 위해서 필요하다고 판단됨

○ 아래의 표 39에서 누설 시험은 캘리퍼의 가장 기본적인 성능에 대한 평가 방법이며 KS의 재제조 캘리퍼 시험방법보다는 약간 강화되었음. JASO에서 수행하는 24시간 누설 시험은 사이클 복합 내구 테스트에서 캘리퍼가 약 157시간 동안의 압력을 받기 때문에 중복된다고 판단되어 삭제하였음

표 39. 브레이크 캘리퍼 누설 시험

Standards / Test conditions	JASO C 448			KS I 4009		튜닝	
온도 (℃)	4 ~ 35			4 ~ 35		4 ~ 35	
압력 (MPa)	0.69	0.0098	13.7	0.196 (공압)	13.7	0.69	13.7
압력 지속 시간	5분	24시간	1분	5초	5초	5분	1분
품질 성능 기준	누설 또는 압력 강하 없을 것			좌동		좌동	

표 40. 브레이크 캘리퍼 잔류 드래그 토크 시험

Standards	JASO C 448	KS I 4009	튜닝
Test procedures	0.98 MPa의 압력을 가한 후와 6.86 MPa의 압력을 가한 후의 잔류 드래그 토크를 측정	6.9 MPa의 압력을 가한 후의 잔류 드래그 토크 측정	6.9 MPa의 압력을 가한 후의 잔류 드래그 토크 측정
품질 성능 기준	없음	6.5 N·m	5.0 N·m

표 41. 브레이크 캘리퍼 사이클 복합 내구 시험

Standards / Test conditions	KS I 4009			튜닝		
온도 (℃)	20±5	120±5	−30±5	20±5	120±5	−30±5
압력 (MPa)	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9
사이클 회수 (cycles)	120,000	30,000	7,000	120,000	30,000	7,000
시간당 사이클 (cycle/hour)	1,000±100			1,000±100		
품질 성능 기준	테스트 후 누설, 변형, 크랙 등이 없어야 하며, 잔류드래그 테스를 통과해야 함			좌동		

표 42. Normal temperature stroking test(참고)

Standards / Test conditions	JASO C 448	ISO 4930	SAE J 1603
온도 (℃)	4 ~ 35	18 ~ 32	18.3~32.2
압력 (MPa)	6.9±3.0	7.0±3.0	7.0±3.0
사이클 회수 (cycles)	500,000	500,000	500,000
시간당 사이클 (cycle/hour)	1,000±100	3,600±360	3,600 or less

표 43. High temperature stroking test(참고)

Standards / Test conditions	JASO C 448	ISO 4930	SAE J 1603
온도 (℃)	120±5	120±2	120±2
압력 (MPa)	6.9±0.3	7.0±3.0	7.0±3.0
사이클 회수 (cycles)	70,000	70,000	70,000
시간당 사이클 (cycle/hour)	1,000±100	1,000±100	1,000±100

○ 잔류 드래그 토크 시험 방법은 KS의 재제조 캘리퍼 시험방법과 동일하지만, 품질 성능 기준은 6.5 N·m에서 5 N·m로 강화하였음. 잔류 드래그 토크는 캘리퍼의 피스톤이 복원된 후, 남아있는 토크를 측정하는 시험이므로, 값이 작을수록 성능이 우수하다고 할 수 있음. 재제조 캘리퍼의 품질 성능 기준은 재제조 캘리퍼임을 감안하여 약간의 여유를 둔 것으로 생각되며, 만도 등의 순정 캘리퍼 제조업체에서 적용되는 일반적인 순정품의 잔류 드래그 토크값을 적용하였음

○ 브레이크 캘리퍼의 수명 시험은 일반적으로 통용되고 있는 자동차 수명에 근거하여 10년 또는 160,000 km를 보증하는 것으로 고려함. 그리고 일반적으로 도로에서 주행 중 운전자가 제동시에 브레이크에 전달되는 제동압력은 일반적으로 −0.3 g (감속도) 기준으로 5.0 MPa 정도로 전달된다고 볼 수 있음

○ 브레이크 캘리퍼의 작동 횟수는 선진국에서 사용되고 있는 공인 연비 시험 모드로부터 제동횟수를 계산하였음. 다양한 차량 내구 테스트 모드 중에서 1m /s2 이상이 되는 제동 횟수만 고려하였음. FTP-75 모드 : 252,110회, FHTS(Federal

Highway Test Schedule) 모드 : 24 250회, ECE-15+EUDC 모드 : 159,855회 중, 가장 가혹한 조건인 252,110회를 제동횟수로 채택하였음

○ 가속 시험 설계 방법과 SAE J 1927에 따라 가속 계수를 계산하고, 브레이크 캘리퍼의 필드 고장 데이터를 활용하여 수명 분포 및 모수를 추정한 결과 형상모수(β)가 2.0인 와이블(Weibull) 분포를 따른다고 하고, 신뢰수준 90%로 B1 수명을 보증하기 위한 시험 시간은 약 124,000회임

○ 브레이크 캘리퍼의 내구 성능 평가를 위해 상온 80%, 고온 15%, 저온 5% 의 조건에 준하고, 상온 및 고온 조건에 약 0.3의 안전계수를 고려하여 상온작동 120,000회 고온 작동 30,000회 저온작동 7,000회의 사이클 복합 내구 시험을 제안하였음

㉯ 성능 및 시험방법

○ 잔류 드래그 토크 시험 방법은 KS의 재제조 캘리퍼 시험방법과 동일하지만, 품질 성능 기준은 6.5 N·m에서 5 N·m로 강화하였음. 잔류 드래그 토크는 캘리퍼의 피스톤이 복원된 후, 남아있는 토크를 측정하는 시험이므로, 값이 작을수록 성능이 우수하다고 할 수 있음. 재제조 캘리퍼의 품질 성능 기준은 재제조 캘리퍼임을 감안하여 약간의 여유를 둔 것으로 생각되며, 만도 등의 순정 캘리퍼 제조업체에서 적용되는 일반적인 기존부품의 잔류 드래그 토크 값을 적용하였음

○ 브레이크 캘리퍼의 작동 횟수는 선진국에서 사용되고 있는 공인 연비 시험 모드로부터 제동횟수를 계산하였음. 다양한 차량 내구 테스트 모드 중에서 1m /s^2 이상이 되는 제동 횟수만 고려하였음

○ FTP-75 모드: 252,110회, FHTS(Federal Highway Test Schedule) 모드: 24 250회, ECE-15+EUDC 모드: 159,855회 중, 가장 가혹한 조건인 252,110회를 제동횟수로 채택하였음

○ 가속 시험 설계 방법과 SAE J 1927에 따라 가속 계수를 계산하고, 브레이크 캘리퍼의 필드 고장 데이터를 활용하여 수명 분포 및 모수를 추정한 결과 형상모수(β)가 2.0인 와이블(Weibull) 분포를 따른다고 하고, 신뢰수준 90%로 B1 수명을 보증하기 위한 시험 시간은 약 124,000 회임

○ 브레이크 캘리퍼의 내구 성능 평가를 위해 상온 80%, 고온 15%, 저온 5% 의 조건에 준하고, 상온 및 고온 조건에 약 0.3의 안전계수를 고려하여 상온작동 120,000회 고온작동 30,000회 저온작동 7,000회의 사이클 복합 내구 시험을 제안하였음

㉰ 시험평가

㉠ 시험샘플

○ 아래 표 44는 시험에 사용된 튜닝 캘리퍼 샘플의 종류와 형상임

표 44. 시험용 튜닝 캘리퍼 샘플의 종류 및 형상

테스트 캘리퍼의 구분		형상	비고
2-pistion	2-piece 타입		소형차 튜닝용 (현대모비스 순정품)
	경량 2-piece 타입		알루미늄 소재 (튜닝용 경량 제품)
4-pistion	모노블럭 타입		2-piece에 비해 성능 우수 (만도 순정품)
	2-piece 타입		제작 및 정비 용이 (튜닝용 제품)
6-pistion	모노블럭 타입		2-piece에 비해 성능 우수 (튜닝용 제품)
	2-piece 타입		제작 및 정비 용이 (튜닝용 제품)

○ 튜닝용 브레이크 캘리퍼의 성능 평가 인증 기준의 검증을 위해 시중에서 가장 많이 사용되고 있는 전륜 캘리퍼를 대상으로 2-piston, 4-piston, 6-piston 캘리퍼에 대해서 누설 시험, 잔류 드래그 토크 시험, 사이클 복합 내구 시험을 실시하였음

○ 대표적인 캘리퍼 타입인 2, 4, 6-piston 제품에 대해서 튜닝용과 순정부품을 시험하여 결과를 비교하였음

○ 2-piston 캘리퍼의 경우 경량화를 위한 알루미늄 소재의 캘리퍼로 교체하는 튜닝이 많이 이루어고 있기 때문에 순정품과 알루미늄으로 제작된 튜닝용 경량 캘리퍼의 기본 성능을 비교하였음

○ 4-piston, 6-piston 캘리퍼의 경우 모노블럭 타입의 캘리퍼로 교체하는 튜닝이 대다수이므로 각각의 캘리퍼에 대해 시중에 유통 중인 제품을 구매하여 테스트 실시하였음

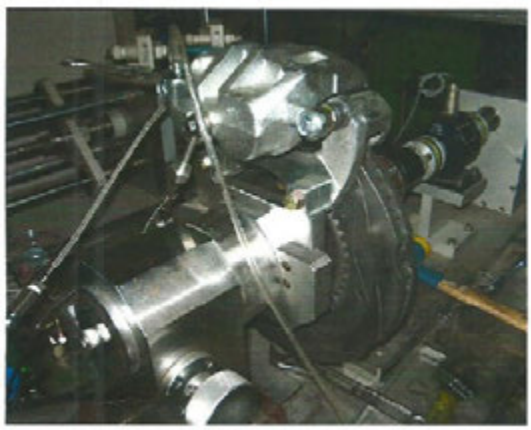
○ 사이클 복합 내구 시험은 가장 많은 튜닝이 이루어지고 있는 4-piston 제품에 대해서 수행하였음

표 45. 샘플 별 시험 계획

시험 항목	2-piston 캘리퍼		4-piston 캘리퍼		6-piston 캘리퍼		비고
	샘플1	샘플2	샘플3	샘플4	샘플5	샘플6	
누설 시험	○	○	○	○	○	○	○
잔류 드래그 시험	○	○	○	○	○	○	○
사이클 복합 내구 시험			○	○			

㉱ 시험결과

○ 2포트 순정 캘리퍼 누설시험, 잔류드래그 측정시험



〈 사진 1. 성능시험기 〉



〈 사진 2. 시험 시료 〉

그림 101. 2포트 순정 캘리퍼 시험 장치 및 시료장착

○ 유압 누설시험(0.69MPa에서 5분유지, 13.7MPa에서 1분 유지)

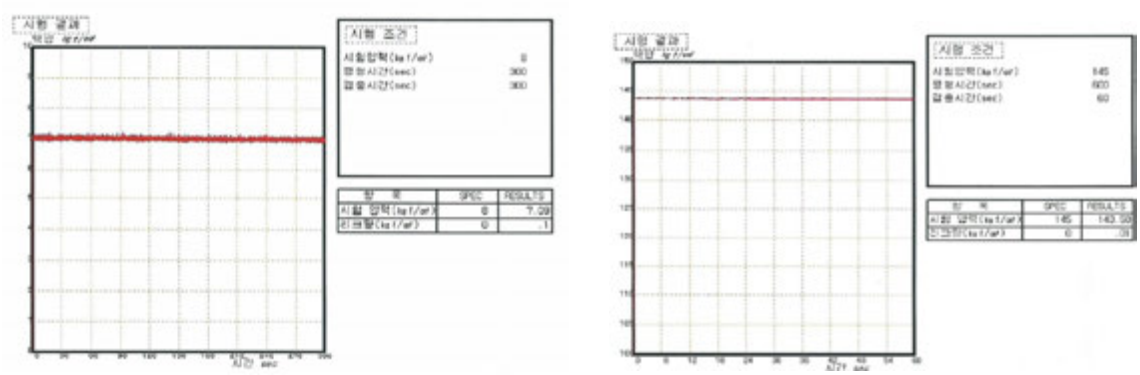


그림 102. 2포트 순정 캘리퍼 유압누설시험 결과

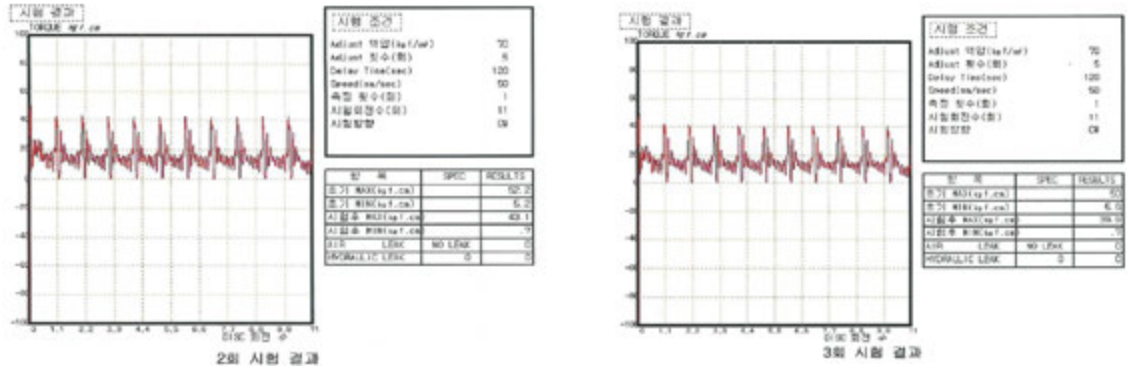
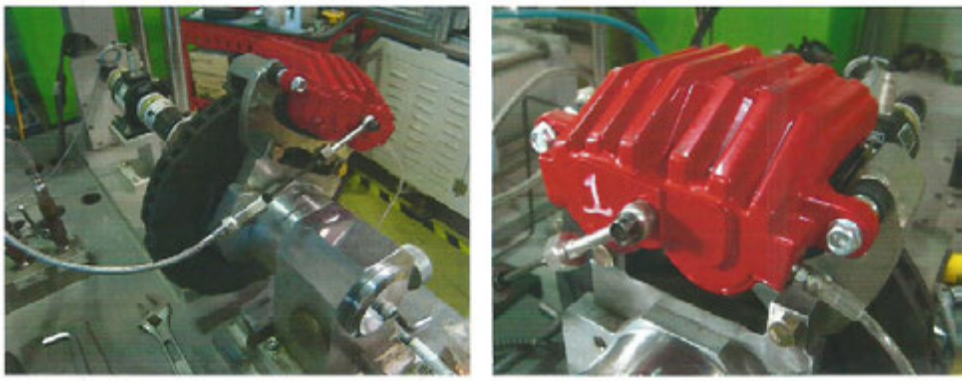


그림 103. 2포트 순정 캘리퍼 잔류드래그 측정시험 결과

○ 2포트 튜닝 캘리퍼 누설시험, 잔류드래그 측정시험



《 사진 1. 성능시험기 》 《 사진 2. 시험 시료 》

그림 104. 2포트 튜닝 캘리퍼 시험 장치 및 시료장착

○ 유압 누설시험(0.69MPa에서 5분유지, 13.7MPa에서 1분 유지)

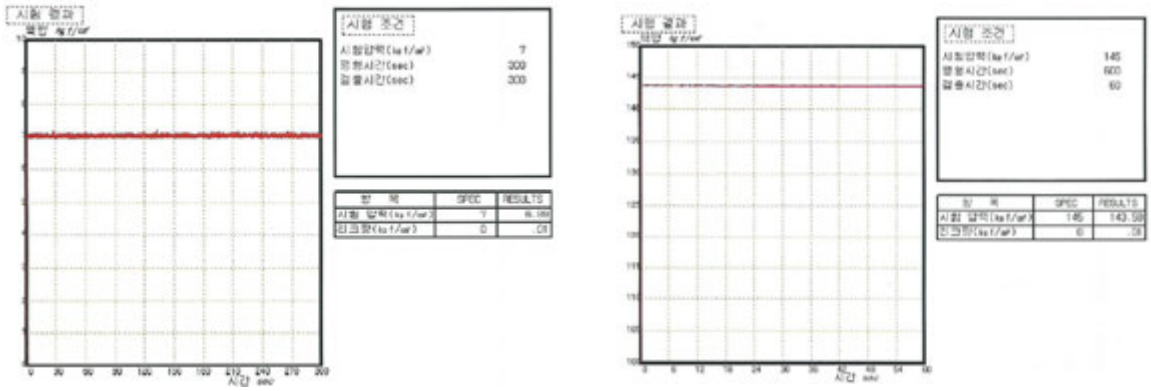


그림 105. 2포트 튜닝 캘리퍼 유압누설시험 결과

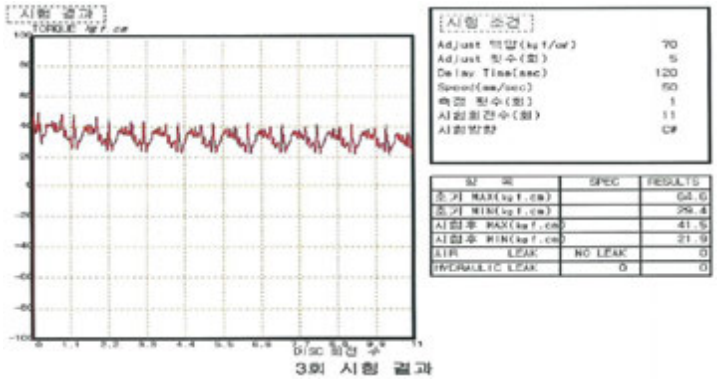


그림 106. 2포트 튜닝 캘리퍼 잔류드래그 시험 결과

표 46. 캘리퍼 성능 시험 결과 총괄표

시험 항목	시험 조건	성능 평가 기준	품질 평가 결과					
			2-piston 캘리퍼		4-piston 캘리퍼		6-piston 캘리퍼	
			샘플1	샘플2	샘플3	샘플4	샘플5	샘플6
누설 시험	액압 : 0.69 MPa → 5분간 유지 액압 : 13.7 MPa → 1분간 유지	누설 없을 것	누설 없음 합격	누설 없음 합격	누설 없음 합격	누설 없음 합격	누설 없음 합격	누설 있음 불합격
잔류 드래그 토크 시험	액압 : 6.9 MPa 5초간 인가 후 디스크 10회전 후 잔류 드래그 토크 측정	5 N·m 이하	4.24 합격	3.98 합격	7.98 불합격	측정 불가 불합격	2.14 합격	3.17 합격

표 47. 사이클 복합 내구 시험 결과 총괄표

시험 항목	시험 조건	성능 평가 기준	품질 평가 결과	
			4-piston 캘리퍼	
			샘플3	샘플4
사이클 복합 내구 시험	액압 : 0.69 MPa 사이클 속도 : 1000±100 cycles/hour 온도 20±5℃ →120,000 사이클 온도 120±5℃ →30,000 사이클 온도 -30±5℃ →7,000 사이클	테스트 후에 →누설 없을 것 →잔류드래그토크 시험 통과 →변형, 크랙 등의 이상 없어야 함	내구 시험 후 육안 검사 시, 누설 없음 잔류 드래크 토크 시험 불합격	내구 시험 후 육안 검사 시, 누설 없음 잔류 드래크 토크 시험 불합격

○ 누설 시험은 한 종류의 튜닝용 6-piston 캘리퍼 (샘플 6)을 제외하고, 5 종류의 브레이크 캘리퍼는 인증 기준을 모두 통과하였음

○ 테스트 결과에 따라, 통과하지 못한 캘리퍼를 검사해본 결과, 설계상의 오차가 있었음을 확인하였음

○ 따라서 본 보고서에서 제안된 누설 시험 및 잔류 드래그 시험은 튜닝 브레이크 캘리퍼의 성능 평가에 적합한 것으로 판단됨

○ 또한 잔류 드래그 토크 시험 결과, 신품인 2, 6-piston 브레이크 캘리퍼는 모두 테스트를 통과한 반면, 사이클 복합내구 시험을 거친 4-piston 브레이크 캘리퍼의 경우 잔류 드래그 시험을 통과하지 못했음

○ 테스트를 거친 캘리퍼를 검사해보고, 시험 수행기관과의 논의 결과 사이클 복합 내구 시험을 거친 캘리퍼가 잔류 드래그 시험을 통과하지 못한 원인은, 캘리퍼 자체의 원인 보다는 내구 시험을 위한 캘리퍼의 탈부착, 그리고 테스트 수행 기관으로의 이동에서 발생한 브레이크 캘리퍼의 결함 때문인 것으로 확인되었음

○ 따라서 향후 튜닝용 브레이크 캘리퍼의 성능 평가 기준을 위해서는 한 기관에서 모든 테스트를 수행하는 것이 바람직할 것으로 판단됨

○ 이상의 시험 결과를 확인해본 결과, 현재 제시된 브레이크 캘리퍼의 성능 평가 기준은 타당한 것으로 판단됨

㉠ 업체의견수렴

○ 일반적으로 브레이크 캘리퍼의 피스톤 수가 늘면 이에 따라 더 큰 로터와 패드를 사용함으로써 보다 강한 제동력을 얻을 수 있음

○ 여러 개의 피스톤이 패드를 균일하게 누를 수 있기에 마찰력을 극대화 시킬 수 있으며, 선형적인 제동감이나 모노블록으로서의 열 변형 감소 같은 장점도 동시에 얻을 수 있음

○ 피스톤 수가 많을수록 브레이크 패드를 더 넓은 면적에서 누를 수 있고, 캘리퍼 양쪽에 피스톤이 있게 되면 더 고르고 균일한 마찰을 일으킬 수 있기 때문에 브레이크의 성능을 향상시킬 수 있음

○ 캘리퍼 피스톤의 수를 늘리기 위해서는 캘리퍼의 크기도 또한 커져야 하며, 이에 따라 필연적으로 디스크 로터의 지름도 커지게 됨. 그리고 여러 개의 피스톤이 패드를 누르기 위해서는 패드의 크기도 당연히 커져야 함. 이 같은 더 넓은 마찰면적은 피스톤 수 의 증가와 함께 변형을 줄인 채 마찰할 수 있도록 하기 때문에, 캘리퍼 피스톤 수 증가에 따른 부가적인 요소(로터 및 패드 크기 증대)들도 제동력 향상을 발생시킴

○ 또한 디스크 로터의 지름이 커지면 냉각 효율이 증대되며 패드의 피로도를 낮출 수 있음. 순정 브레이크의 경우, 딱 한 번 멈추는 경우에는 부족함 없는 힘을 내지만, 수십 번 제동을 반복하면 마찰열 때문에 제동력이 저하되는 페이드 현상이 쉽게 발생함. 하지만 피스톤의 수를 늘리고, 디스크 로터의 크기를 키워 냉각 효율을 높이며 패드에 가해지는 피로도를 줄이면 이를 경감시킬 수 있음

○ 브레이크 캘리퍼의 튜닝 방법으로는 크게, 튜닝용 4-piston 또는 6-piston 캘리퍼를 구매하여 가공하지 않고 장착하는 경우와 튜닝하려는 차량보다 큰 차량의 순정 브레이크 캘리퍼를 가공하여 차량에 장착하는 경우가 있음. 예를 들면, 에쿠스용 브레이크 캘리퍼를 소나타에 적합하도록 가공·장착하여 튜닝하는 방식임

○ 국내 양산되는 완성차의 경우 대부분 1-piston, 또는 2-piston 캘리퍼를 장착하여 판매되고 있으며, 이를 4-piston의 캘리퍼로 튜닝하는 것이 대부분의 튜닝 사례임. 즉, 튜닝용 캘리퍼 중 4-piston 캘리퍼가 가장 선호하는 타입이라고 할 수 있음

○ 캘리퍼의 구조는 2-piston 캘리퍼에서 모노블럭(Monoblock) 구조를 가지는 캘리퍼로 튜닝 경향이 변화하고 있음

○ 중국산 등의 저가 캘리퍼는 국내 시장에서는 거의 유통되지 않고 있음. 10년 전쯤에 유통된 경우가 있으나, 워낙 성능이 저하될 뿐만 아니라, 몇몇 고가의 외국 브랜드를 제외하고는 국산 캘리퍼의 성능대비 가격이 저렴한 편이기 때문에 소비자들이 굳이 저가 제품을 찾지 않아도 되는 상황이기 때문에 자연스럽게 외면되어 사라졌음

○ 소비자의 안전을 보장하기 위해서는 당연히 그에 대한 인증 테스트는 수행해야 하지만, 가혹한 인증 기준으로 인해 튜닝 부품 인증 기준이 현재 튜닝 업체들에게 또 다른 장벽으로 작용하지 않아야 함

○ 튜닝 업계 측에서는 차량의 최종 브레이크 성능은 브레이크 캘리퍼 뿐만 아니라 디스크, 패드, 타이어, 브레이크 액 등이 복합적으로 작용하여 결정되기 때문에, 튜닝용 브레이크 캘리퍼의 인증 기준 마련을 위해서는 브레이크 캘리퍼 단품으로서 소비자의 안전을 보장할 수 있는 최소한의 성능을 만족시킬 수 있는 인증 기준을 제정해야 함

③ 인증기준

표 48. 브레이크 캘리퍼의 품질성능기준

품질성능 평가항목	품질성능기준	시료수
1. 기밀 시험	- 누설이 없을 것	3
2. 잔류 드래그시험	- 잔류 드래그 값이 5.0 N·m 이내일 것	3
3. 사이클 복합 내구 시험	- 파괴, 누설이 없을 것 - 시험후의 잔류 드래그 시험을 만족할 것	3

④ 시험장비

○ 유압 누설 시험기, 잔류드래그 시험기, 사이클 복합내구 시험기

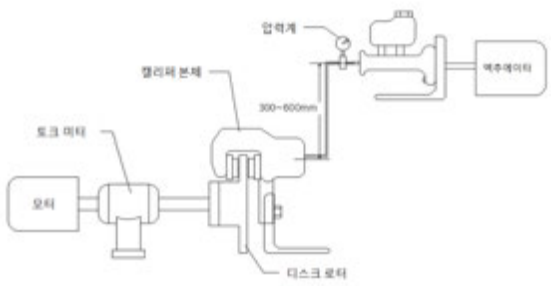


그림 107. 잔류 드래그 시험기 구성



그림 108. 사이클 복합내구 시험기

⑤ 시험가능기관

○ 인천 TP, 자동차부품연구원

(다) 브레이크 패드

① 개요

○ 자동차 제동장치에서 가장 주된 역할을 담당하는 마찰재료는 반복적인 미끄럼 마찰과 큰 토크를 견뎌야 하는 매우 가혹한 요구조건으로 특별한 기능을 갖추어야 함

○ 브레이크 패드는 마찰재의 성분에 따라 유기질 패드, 메탈릭 패드, 소결 패드로 구분됨. 유기질 패드(주재료 비석면)는 소음이 적고 저온에서 동작성이 우수하며 디스크 공격성(패드가 디스크를 깎아 먹는 현상)이 약하지만 고온에서 성능이 저하되며, 일반적인 양산차량에 많이 사용됨

○ 메탈릭 패드(주재료 메탈)는 마모가 빠르고 소음과 분진이 많이 발생하며 디스크 공격성이 높고 저온에서 성능이 떨어지는 단점이 있지만, 고온에서 꾸준한 제동 성능을 보여주는 장점이 있어 고출력 튜닝 차량이나 서킷을 주행하는 레이싱 카에 주로 사용됨

○ 세라믹 패드(주재료 세라믹)는 고온 성능이 우수할 뿐만 아니라 소음과 마모가 적고 분진 또한 적게 배출되고 디스크의 공격성도 낮기 때문에 순정차량에서 부터 레이싱용 차량까지 폭넓게 사용됨

○ 마지막으로 소결 패드(주재료 구리합금 분말)는 제동력을 발휘하기 위한 Warm-up 이 거의 필요 없고, 저온에서 고온까지 넓은 구간에서 고른 성능을 보여주며 가혹한 사용에도 Fade 현상이 발생되지 않음. 또한 재료가 반 다공질이기 때문에 비, 눈, 진흙과 같은 어떠한 주행조건에서도 일정한 성능을 나타냄. 하지만 패드 재료가 대부분 금속이기 때문에 디스크 공격성이 강하며 소음이 많이 발생하고 재료와 공정의 단가가 비싸기 때문에 위에 나열한 패드 중에 가장 고가임

○ 브레이크 패드는 기본적으로 마찰계수가 높고 변형이 적으며 속도 · 면압 · 온도 등의 사용 범위가 넓고 마모가 적어야 하며, 충분한 열적, 기계적 강도와 디스크에 손상을 주지 않음과 동시에 열전도율이 좋아야 함



그림 109. 브레이크 패드의 작동 상태와 해부도

○ 위 그림 109는 브레이크 패드가 캘리퍼(caliper)에 장착되어 작동되는 상태와 브레이크 패드의 해부도임. 센서는 마찰재가 마모한계 기준(일반적으로 2.5mm)에 도달했는지 여부를 감지하는 역할을 하며, 면취부는 마찰재의 소음 저감 역할, 분체도장

은 제품의 외관을 보호하는 기능, 심(shim)은 제동 시 발생하는 열이 실린더로 전달되지 못하도록 하고 진동을 감소시켜 소음 발생을 최소화하는 역할, 상층 마찰재는 디스크와 마찰을 발생하여 제동력을 발휘하며, 그루빙(grooving)은 마찰재의 열발산 및 소음 저감 역할, 하층재는 단열 및 접착력을 강화하는 역할을 함. 그리고 접착재는 백 플레이트와 마찰재를 접착시키며, 백 플레이트는 캘리퍼에 고정시키는 철판으로 유압실린더가 힘을 미치는 부분임

○ 브레이크 패드의 주요 고장 모드는 아래와 같음
- 마찰재의 배합이상으로 인한 패드의 과도한 마모
- 내열성 부족으로 인한 패드의 변형

○ 브레이크 패드의 고장 형태는 마찰재로서의 마찰에 의해 발생하는 경우가 대부분이므로 마찰재로서의 특성 및 성능을 측정할 수 있는 테스트가 본 인증 규정에 포함되어야 함

○ 임의의 형상을 가지는 브레이크 패드의 강도 실험을 위한 인장 시편을 채취하는 것은 불가능하기 때문에 본 과제에서는 다양한 형상의 브레이크 패드에서 시편을 채취하지 않고, 강도 및 경도를 측정할 수 있는 계장화 압입 시험 방법을 도입하였음

② 주요내용

㉮ 참조기준

- JASO C418 : Brake lining friction characteristics test procedure
- ISO 7881 : Brake linings – Evaluation of friction material characteristics
- SAE J661 : Brake lining quality test procedure
- KS R 4024 : Brake linings and pads for automobiles

㉠ 기준(표준) 비교

표 49. 브레이크 디스크 패드 관련 시험 및 평가 비교표

시험항목	JASO	ISO	SAE	KS	튜닝
마찰 성능 시험	o	o	o	o	o
열의 영향 시험	x	o	o	o	x
표면 및 재료 결함의 평가	x	o	x	o	x

㉡ 시험방법 및 절차 비교

표 50. 마찰 성능 시험방법 및 절차 비교

시험항목	JASO	ISO	SAE	KS	튜닝
시험기	SAE 시험기	SAE 시험기	SAE 시험기	SAE 시험기	SAE 시험기
시험편	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4
마찰방법	단속+연속	단속+연속	단속+연속	단속+연속	단속+연속
온도측정	드럼나비 중심	드럼나비 중심	드럼나비 중심	드럼나비 중심	드럼나비 중심
면압(kPa)	700 / 1,050	700 / 1,050	700 / 1,032	700 / 1,032	700 / 1,032
속도(m/s)	4.5 / 6.15	4.5 / 6.15	4.57 / 6.1	4.57 / 6.1	4.57 / 6.1
온도(℃)	100~350	100~350	93~343	93~343	93~343
1차 기준시험	6.15 m/s, 1,050 kPa, 100 ℃, 20회	6.15 m/s, 1,050 kPa, 100 ℃, 20회	6.10 m/s, 1,032 kPa, 100 ℃, 20회	6.10 m/s, 1,032 kPa, 100 ℃, 20회	6.10 m/s, 1,032 kPa, 100 ℃, 20회
1차 열가혹시험	6.15 m/s, 1,050 kPa, 300 ℃, 10분	6.15 m/s, 1,050 kPa, 300 ℃, 10분	6.10 m/s, 1,032 kPa, 288 ℃, 10분	6.10 m/s, 1,032 kPa, 288 ℃, 10분	6.10 m/s, 1,032 kPa, 288 ℃, 10분
1차 열회복시험	6.15 m/s, 1,050 kPa, 단속(10초)	6.15 m/s, 1,050 kPa, 단속(10초)	6.10 m/s, 1,032 kPa, 단속(10초)	6.10 m/s, 1,032 kPa, 단속(10초)	6.10 m/s, 1,032 kPa, 단속(10초)
마모시험	6.15 m/s, 1,050 kPa, 200 ℃, 100회	–	6.10 m/s, 1,032 kPa, 204 ℃, 100회	6.10 m/s, 1,032 kPa, 204 ℃, 100회	6.10 m/s, 1,032 kPa, 204 ℃, 100회
2차 열가혹시험	6.15 m/s, 1,050 kPa, 350 ℃, 10분	6.15 m/s, 1,050 kPa, 350 ℃, 10분	6.10 m/s, 1,032 kPa, 344 ℃, 10분	6.10 m/s, 1,032 kPa, 343 ℃, 10분	6.10 m/s, 1,032 kPa, 343 ℃, 10분
2차 열회복시험	6.15 m/s, 1,050 kPa, 단속(10초)	6.15 m/s, 1,050 kPa, 단속(10초)	6.10 m/s, 1,032 kPa, 단속(10초)	6.10 m/s, 1,032 kPa, 단속(10초)	6.10 m/s, 1,032 kPa, 단속(10초)
2차 기준시험	6.15 m/s, 1,050 kPa, 100 ℃, 20회	6.15 m/s, 1,050 kPa, 100 ℃, 20회	6.10 m/s, 1,032 kPa, 100 ℃, 20회	6.10 m/s, 1,032 kPa, 100 ℃, 20회	6.10 m/s, 1,032 kPa, 100 ℃, 20회

㉣ 성능 및 시험방법

○ 기준 시험

– 시험용 드럼의 온도가 82~93 ℃일 때 시험을 시작하고, 냉각 공기를 사용하여 시험 중의 온도가 82~104 ℃에서 유지되도록 함. 667 N, 417 rpm에서 10초간 하중을 가하고 20초간 하중을 제거하는 사이클을 20회 반복하며, 마지막 하중을 가할 때 냉각 장치의 작동을 중지함

○ 1차 열가혹 시험

– 드럼의 회전 장치, 가열 장치와 냉각 장치의 작동을 중지하고 드럼을 냉각시킴. 82 ℃에서 시험을 시작하고 가열 장치를 작동 시킨다. 667 N, 417 rpm에서 연속적으로 제동하는 10분과 288 ℃ 중 먼저 도달할 때까지 시험을 실시. 93 ℃에서 시작하여 28 ℃ 간격으로 마찰력을 읽는다. 288 ℃에 도달하기까지 걸린 시간을 기록함

○ 1차 열회복 시험

– 1차 열가혹시험을 완료한 후 가열 장치의 작동을 중지하고 냉각 장치의 작동시킴. 냉각 중에 260 ℃, 204 ℃, 149 ℃ 그리고 93 ℃에서 667 N, 417 rpm으로 10초간 시험 실시

○ 2차 마모 측정

– 초기의 마모 측정인, 드럼이 정지하고 드럼 온도가 90～100 ℃이며, 시험편에 656 N이 가해진 상태에서 샘플 홀더의 높이를 기록

○ 마모 시험

– 667 N, 417 rpm에서 20초간 하중을 가하고 10초간 하중을 제거하는 사이클을 100회 반복. 드럼의 온도가 193～204 ℃일 때 시험을 시작하고, 냉각 공기를 사용하여 시험 중의 온도가 193～216 ℃에서 유지되도록 함

○ 3차 마모 측정

– 드럼이 정지하고 드럼 온도가 88～99 ℃이며, 시험편에 667 N이 가해진 상태에서 샘플 홀더의 높이를 기록

○ 2차 열가혹 시험

– 3차 마모 측정이 끝난 후, 드럼의 회전 장치, 가열 장치와 냉각 장치의 작동을 중지하고 드럼을 냉각. 82 ℃에서 시험을 시작하고 가열 장치를 작동. 667 N, 417 rpm에서 연속적으로 제동하는 10분과 343 ℃ 중 먼저 도달할 때까지 시험을 실시. 93 ℃에서 시작하여 28 ℃ 간격으로 마찰력을 읽는다. 343 ℃에 도달하기까지 걸린 시간을 기록

○ 2차 열회복 시험

– 2차 열가혹 시험을 완료한 후 가열 장치의 작동을 중지하고 냉각 장치의 작동시킴. 냉각 중에 316 ℃, 260 ℃, 204 ℃, 149 ℃ 그리고 93 ℃에서 667 N, 417 rpm으로 10초간 시험 실시

○ 2차 기준 시험

– 시험용 드럼의 온도가 82～93 ℃일 때 시험을 시작하고, 냉각 공기를 사용하여 시험 중의 온도가 82～104 ℃에서 유지. 667 N, 417 rpm에서 10초간 하중을 가하고 20초간 하중을 제거하는 사이클을 20회 반복하며, 마지막 하중을 가할 때 냉각 장치의 작동을 중지

· 최종 마모, 두께, 무게 그리고 시험의 끝점에서 마찰 계수를 측정

㉰ 시험평가

○ 경기도 광주시에 위치한 ㈜SE System에서 마찰 성능 시험이 수행되었으며, 시험 방법은 다음과 같음

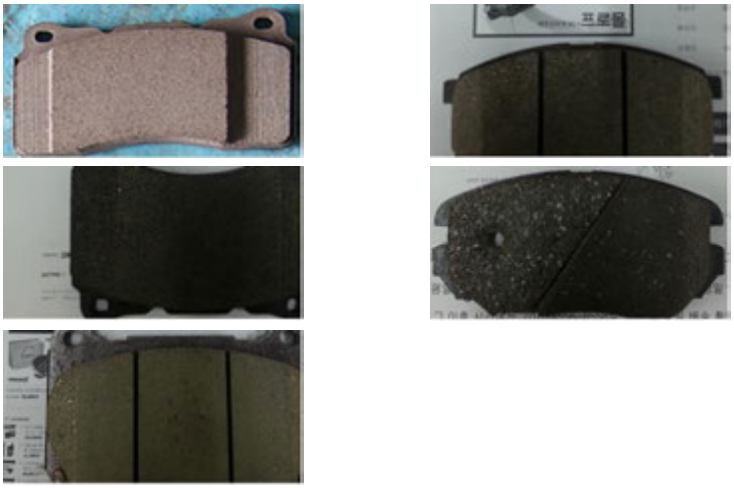


그림 110. 마찰 성능 시험 샘플

○ 기준 시험: 시험용 드럼의 온도가 82~93 ℃일 때 시험을 시작하고, 냉각 공기를 사용하여 시험 중의 온도가 82~104 ℃에서 유지되도록 함. 667 N, 417 rpm에서 10초간 하중을 가하고 20초간 하중을 제거하는 사이클을 20회 반복하며, 마지막 하중을 가할 때 냉각 장치의 작동을 중지함

○ 1차 열가혹 시험: 드럼의 회전 장치, 가열 장치와 냉각 장치의 작동을 중지하고 드럼을 냉각시킴. 82 ℃에서 시험을 시작하고 가열 장치를 작동시킴. 667 N, 417 rpm에서 연속적으로 제동하는 10분과 288 ℃ 중 먼저 도달할 때까지 시험을 실시함. 93 ℃에서 시작하여 28 ℃ 간격으로 마찰력을 읽음. 288 ℃에 도달하기까지 걸린 시간을 기록함

○ 1차 열회복 시험: 1차 열가혹 시험을 완료한 후 가열 장치의 작동을 중지하고 냉각 장치의 작동시킴. 냉각 중에 260 ℃, 204 ℃, 149 ℃ 그리고 93 ℃에서 667 N, 417 rpm으로 10초간 시험함

○ 2차 마모 측정: 초기의 마모 측정인, 드럼이 정지하고 드럼 온도가 90~100 ℃이며, 시험편에 656 N이 가해진 상태에서 샘플 홀더의 높이를 기록함

○ 마모 시험: 667 N, 417 rpm에서 20초간 하중을 가하고 10초간 하중을 제거하는 사이클을 100회 반복함. 드럼의 온도가 193~204 ℃일 때 시험을 시작하고, 냉각 공기를 사용하여 시험 중의 온도가 193~216 ℃에서 유지되도록 함

○ 3차 마모 측정: 드럼이 정지하고 드럼 온도가 88~99 ℃이며, 시험편에 667 N이 가해진 상태에서 샘플 홀더의 높이를 기록함

○ 2차 열가혹 시험: 3차 마모 측정이 끝난 후, 드럼의 회전 장치, 가열 장치와 냉각 장치의 작동을 중지하고 드럼을 냉각시킴. 82 ℃에서 시험을 시작하고 가열 장치를 작동시킴. 667 N, 417 rpm에서 연속적으로 제동하는 10분과 343 ℃ 중 먼저 도달할 때까지 시험을 실시함. 93 ℃에서 시작하여 28 ℃ 간격으로 마찰력을 읽음. 343 ℃에 도달하기까지 걸린 시간을 기록함

○ 2차 열회복 시험: 2차 열가혹 시험을 완료한 후 가열 장치의 작동을 중지하고 냉각 장치의 작동시킴. 냉각 중에 316 ℃, 260 ℃, 204 ℃, 149 ℃ 그리고 93 ℃에서 667 N, 417 rpm으로 10초간 시험함

○ 2차 기준 시험: 시험용 드럼의 온도가 82~93 ℃일 때 시험을 시작하고, 냉각 공기를 사용하여 시험 중의 온도가 82~104 ℃에서 유지되도록 함. 667 N, 417 rpm에서 10초간 하중을 가하고 20초간 하중을 제거하는 사이클을 20회 반복하며, 마지막 하중을 가할 때 냉각 장치의 작동을 중지함

- 최종 마모, 두께, 무게를 측정
- 시험의 끝점에서 마찰 계수를 측정

㈑ 시험결과

○ 각 Sample 당 5개의 샘플(샘플 당 시편 3개)을 시험한 결과(마찰 계수)는 다음과 같으며, 5개의 샘플 모두 인증 기준(0.25 - 0.70)을 만족하였음

표 51. 샘플 별 마찰계수 시험결과

마찰 계수		일반 조건	고온 조건
Sample A	시편 1	0.503	0.455
	시편 2	0.496	0.467
	시편 3	0.468	0.498
	평균값	0.489	0.473
	Pass / Fail	Pass	Pass
Sample B	시편 1	0.434	0.385
	시편 2	0.418	0.394
	시편 3	0.430	0.381
	평균값	0.427	0.386
	Pass / Fail	Pass	Pass
Sample C	시편 1	0.407	0.454
	시편 2	0.415	0.455
	시편 3	0.416	0.437
	평균값	0.413	0.449
	Pass / Fail	Pass	Pass
Sample D	시편 1	0.388	0.389
	시편 2	0.385	0.396
	시편 3	0.390	0.427
	평균값	0.388	0.407
	Pass / Fail	Pass	Pass
Sample E	시편 1	0.419	0.471
	시편 2	0.396	0.471
	시편 3	0.416	0.485
	평균값	0.410	0.476
	Pass / Fail	Pass	Pass

○ 5개의 샘플(샘플 당 시편 3개)의 마모율은 다음과 같으며, 4개의 샘플이 인증 기준(3.0 % 이하)을 만족하였음

표 52. 샘플 별 브레이크 패드 마모율

구 분		시험 전 무게(g)	시험 후 무게(g)	마모율(%)
Sample A	시편 1	8.25	8.05	2.4
	시편 2	8.44	8.10	4.0
	시편 3	8.37	7.99	4.5
	평균값	8.35	8.05	**3.7**
	Pass / Fail	Fail		
Sample B	시편 1	10.17	9.97	2.0
	시편 2	10.37	10.14	2.2
	시편 3	10.22	10.02	2.0
	평균값	10.25	10.04	**2.1**
	Pass / Fail	Pass		
Sample C	시편 1	8.85	8.69	1.8
	시편 2	8.83	8.67	1.8
	시편 3	8.50	8.35	1.8
	평균값	8.73	8.57	**1.8**
	Pass / Fail	Pass		
Sample D	시편 1	7.92	7.86	0.8
	시편 2	8.36	8.26	1.2
	시편 3	7.83	7.79	0.5
	평균값	8.04	7.97	**0.8**
	Pass / Fail	Pass		
Sample E	시편 1	7.85	7.77	1.0
	시편 2	7.99	7.91	1.0
	시편 3	7.60	7.52	1.1
	평균값	7.81	7.73	**1.0**
	Pass / Fail	Pass		

○ 마모율 인증기준을 만족시키지 못한 샘플 A의 경우 인장강도 편차가 가장 크게 나타나는 것을 알 수 있으며, 패드 전 영역의 강도 분포를 고르게 해야 함을 알 수 있음

표 53. 샘플 별 브레이크 패드 항복강도 및 인장강도

구 분		항복강도(MPa)	인장강도(MPa)
Sample A	평균	48.7	115.1
	편차	23.9	128.2
Sample B	평균	40.2	65.1
	편차	20.0	69.9
Sample C	평균	측정실패	측정실패
	편차	측정실패	측정실패
Sample D	평균	47.2	80.7
	편차	69.6	57.7
Sample E	평균	21.4	39.5
	편차	21.7	40.9

㉠ 업체 의견수렴

○ 브레이크의 고열로 인한 대표적인 문제점 중에 하나인 페이드 현상은 브레이크 로터와 패드 사이에서 일어나는 마찰열이 증가하여 마찰계수를 떨어뜨리는 현상을 말하며, 페이드 현상이 일어나게 되면 마찰계수가 감소되면서 제동능력이 저하되어 감속 중 브레이크 페달이 딱딱해지고 떨림 현상이 동반되는 현상임. 페이드 현상을 감소시키기 위한 가장 대표적인 방법은 세라믹, 반메탈, 카본 등의 재질로 만들어진 패드의 적용과 로터와 캘리퍼의 사이즈의 향상 또는 브레이크 부품에 방열성이 높은 재질의 적용 등의 개선 방법이 있음

○ 패드의 재질과 제조 공정에 따라 마찰계수와 페이드가 유발되는 온도에 차이가 나타나며, 반메탈계 재질의 경우 고온/저온 하에서 우수한 제동 성능을 나타내며, 메탈계열의 재질은 저온에서의 낮은 마찰계수가 문제점으로 나타나고 있다. 카본계열은 가격이 높은 것이 단점임

○ 제동성능의 향상 및 주행 안전성을 보장하기 위해서 적합한 인증 테스트를 고려해야 하지만, 적절하지 못한 가혹한 인증 기준의 브레이크 패드 인증 기준이 브레이크 튜닝 패드 제조업을 위축시키지는 않아야 함

○ 브레이크 튜닝 부품 제조 업체에서는 브레이크의 최종 성능은 브레이크 패드 뿐만 아니라 디스크, 캘리퍼, 타이어, 브레이크 액 등이 종합적으로 작용하여 결정되기 때문에, 튜닝용 브레이크 패드의 인증 기준 마련을 위해서는 브레이크 패드 단품으로서 소비자의 안전을 보장할 수 있는 부품 성능 확보를 위한 인증 기준을 제정해야 함

③ 인증기준

○ 브레이크 디스크 패드의 마찰 계수 및 허용 오차와 마모율은 정해진 시험을 수행했을 때 아래의 성능을 만족하여야 함

표 54. 튜닝용 브레이크 디스크 패드의 성능평가 기준

품질성능 평가항목	시험 온도, 400 ℃ 이하의 품질 성능 기준
1. 마찰 계수 허용 범위	0.25~0.70
2. 마찰 계수의 허용 오차	±0.15
3. 마모율(%)	3.0 이하

④ 시험장비

○ 마찰 시험기

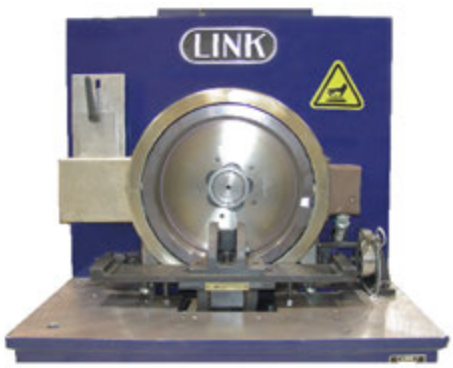


그림 111. 마찰 시험기(Chase friction material test system, Link Engineering Company, Plymouth, Michigan, U.S.A)

⑤ 시험가능기관

○ SE 시스템, 자동차부품연구원

(라) 타이어

① 개요

○ 자동차용 공기압고무타이어는 노면으로부터 발생하는 충격을 완충함과 동시에 구동력, 제동력을 전달하기 위한 것으로 다음과 같은 구조를 가지고 있음



그림 112. 타이어 구조

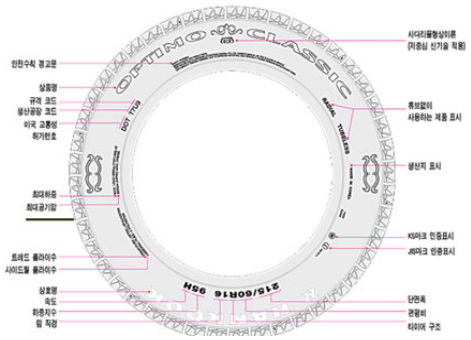


그림 113. 타이어 표기 사례

표 55. 타이어 구조

명칭	재질	역할
TREAD	고무	노면과 접촉 / 내마모성 및 내충격성이 요구됨
SIDE WALL	고무	굴곡운동 / 내 굴곡성이 요구됨
CARCAS	나일론/ 폴리에스테르	타이어를 림에 고정 / 내부 공기압 감당
BELT	Steel	TREAD 파손 방지 / 접촉면적 확보

○ 타이어의 표기 기준은 다음과 같음

㉮ 공기압고무타이어 트레드 부분에는 트레드 깊이가 1.6밀리미터까지 마모된 것을 표시하는 트레드 마모지시기를 표기할 것

㉯ 타이어 사이드 월에는 다음의 사항이 모두 표기되어 있을 것

○ 제작사명 또는 제작사를 표시하는 기호

○ 제작번호 또는 그에 상당하는 기호

○ 타이어의 호칭(다음 사항을 말하며, 세부표기방법은 국토교통부장관이 정하는 방법에 따른다)

- 타이어 너비
- 편평비(타이어 너비에 대한 높이의 비율을 말한다)
- 타이어를 구성하는 내부 구조
- 타이어의 비드부가 장착되는 림 지름(inch)
- 하중 지수(LI) 별 최대허용하중

(단위 : N)

LI	최대허용하중	LI	최대허용하중	LI	최대허용하중	LI	최대허용하중	LI	최대허용하중	LI	최대허용하중
0	441.3	43	1,520.0	86	5,197.5	129	18,142.3	172	61,781.9	215	213,785.0
1	453.1	44	1,569.1	87	5,344.6	130	18,632.6	173	63,743.2	216	219,669.0
2	465.8	45	1,618.1	88	5,491.7	131	19,123.0	174	65,704.6	217	225,553.0
3	477.6	46	1,667.1	89	5,687.9	132	19,613.3	175	67,665.9	218	231,436.9

4	490.3	47	1,716.2	90	5,884.0	133	20,201.7	176	69,627.2	219	238,301.6
5	505.0	48	1,765.2	91	6,031.1	134	20,790.1	177	71,588.5	220	245,166.3
6	519.8	49	1,814.2	92	6,178.2	135	21,378.5	178	73,549.9	221	252,521.2
7	534.5	50	1,863.3	93	6,374.3	136	21,966.9	179	76,001.5	222	259,876.2
8	549.2	51	1,912.3	94	6,570.5	137	22,555.3	180	78,453.2	223	267,231.2
9	568.8	52	1,961.3	95	6,766.6	138	23,143.7	181	80,904.9	224	274,586.2
10	588.4	53	2,020.2	96	6,962.7	139	23,830.2	182	83,356.5	225	284,392.9
11	603.1	54	2,079.0	97	7,158.9	140	24,516.6	183	85,808.2	226	294,199.5
12	617.8	55	2,137.8	98	7,355.0	141	25,252.1	184	88,259.9	227	301,554.5
13	637.4	56	2,196.7	99	7,600.2	142	25,987.6	185	90,711.5	228	308,909.5
14	657.0	57	2,255.5	100	7,845.3	143	26,723.1	186	93,163.2	229	318,716.1
15	676.7	58	2,314.4	101	8,090.5	144	27,458.6	187	95,614.8	230	328,522.8
16	696.3	59	2,383.0	102	8,335.7	145	28,439.3	188	98,066.5	231	338,329.4
17	715.9	60	2,451.7	103	8,580.8	146	29,420.0	189	101,008.5	232	348,136.1
18	735.5	61	2,520.3	104	8,826.0	147	30,155.4	190	103,950.5	233	357,942.7
19	760.0	62	2,598.8	105	9,071.2	148	30,890.9	191	106,892.5	234	367,749.4
20	784.5	63	2,667.4	106	9,316.3	149	31,871.6	192	109,834.5	235	380,007.7
21	809.0	64	2,745.9	107	9,561.5	150	32,852.3	193	112,776.5	236	392,266.0
22	833.6	65	2,843.9	108	9,806.7	151	33,832.9	194	115,718.5	237	404,524.3
23	858.1	66	2,942.0	109	10,100.8	152	34,813.6	195	119,150.8	238	416,782.6
24	882.6	67	3,010.6	110	10,395.0	153	35,794.3	196	122,583.1	239	429,040.9
25	907.1	68	3,089.1	111	10,689.2	154	36,774.9	197	126,015.5	240	441,299.3
26	931.6	69	3,187.2	112	10,983.4	155	38,000.8	198	129,447.8	241	453,557.6
27	956.1	70	3,285.2	113	11,277.6	156	39,226.6	199	133,370.4	242	465,815.9
28	980.7	71	3,383.3	114	11,571.8	157	40,452.4	200	137,293.1	243	478,074.2
29	1010.1	72	3,481.4	115	11,915.1	158	41,678.3	201	142,196.4	244	490,332.5
30	1039.5	73	3,579.4	116	12,258.3	159	42,904.1	202	147,099.8	245	505,042.5
31	1068.9	74	3,677.5	117	12,601.5	160	44,129.9	203	152,003.1	246	519,752.5
32	1098.3	75	3,795.2	118	12,944.8	161	45,355.8	204	156,906.4	247	534,462.4
33	1127.8	76	3,922.7	119	13,337.0	162	46,581.6	205	161,809.7	248	549,172.4
34	1157.2	77	4,040.3	120	13,729.3	163	47,807.4	206	166,713.1	249	568,785.7
35	1186.6	78	4,167.8	121	14,219.6	164	49,033.3	207	171,616.4	250	588,399.0
36	1225.8	79	4,285.5	122	14,710.0	165	50,504.2	208	176,519.7	251	603,109.0
37	1255.3	80	4,413.0	123	15,200.3	166	51,975.2	209	181,423.0	252	617,819.0
38	1294.5	81	4,530.7	124	15,690.6	167	53,446.2	210	186,326.4	253	637,432.3
39	1333.7	82	4,658.2	125	16,181.0	168	54,917.2	211	191,229.7	254	657,045.6
40	1372.9	83	4,775.8	126	16,671.3	169	56,878.6	212	196,133.0	255	676,658.9
41	1422.0	84	4,903.3	127	17,161.6	170	58,839.9	213	202,017.0	256	696,272.2
42	1471.0	85	5,050.4	128	17,652.0	171	60,310.9	214	207,901.0	257	715,885.5

주) "하중 지수(LI : Load Index)"란 타이어의 최대허용하중을 나타내는 지수를 말함

- 속도 기호 별 최고 속도

속도 기호	최고 속도(km/h)
B	50
C	60
D	65
E	70
F	80

G	90
J	100
K	110
L	120
M	130
N	140
P	150
Q	160
R	170
S	180
T	190
U	200
H	210
V	240
W	270
Y	300 또는 300 초과속도

○ 국내 자동차 안전기준에서 타이어를 다음과 같이 분류하고 있으며 레이싱 타이어에 대한 별도의 분류기준은 없음

표 56. 국내 안전기준 상의 타이어 분류

구 분	사이드 월의 표기	비 고
레이디얼 타이어	RADIAL	1. 영문자는 대문자 또는 소문자로 표기할 수 있다. 다만, 응급용 타이어 및 T타입 응급용 타이어의 경우에는 대문자(단위 표기는 제외한다)로 한다. 2. 호칭 또는 제품명 등으로 명확하게 타이어의 종류를 구분할 수 있는 경우에는 표기를 생략할 수 있다.
튜브리스 타이어	TUBELESS	
겨울용 타이어	SNOW, M+S 또는 그에 상당하는 기호	
응급용 타이어	TEMPORARY USE ONLY	
T타입 응급용 타이어	TEMPORARY USE ONLY 및 INFLATE TO 420 kPa(60 psi)	
경형승합자동차 또는 경형화물자동차 타이어	ULTRA LIGHT TRUCK 또는 그 약칭	
소형승합자동차 또는 소형화물자동차 타이어	LIGHT TRUCK 또는 그 약칭	
중형승합자동차·중형화물자동차 또는 대형승합자동차·대형화물자동차 타이어	HIGHWAY TREAD-J(HW-J) 또는 EXTRA HEAVY TREAD(EHT). 다만, 겨울용 바이어스 타이어는 표기를 생략할 수 있다.	

② 주요내용

표 57. 타이어 인증기준 유무 비교

시험항목	북미			유럽			국내		
	일반	레이싱		일반			일반		
		공도 주행 가능	공도 주행 불가		공도 주행 가능	공도 주행 불가		공도 주행 가능	공도 주행 불가
트레드강도	o	o	x	o	o	x	o	별도의 분류체계 없음	
비드이탈강도	o	o	x	o	o	x	o		
내구성능	o	o	x	o	o	x	o		
고속성능	o	o	x	o	o	x	o		

○ 해외의 경우 포뮬러 등 레이싱 전용의 타이어는 별도의 인증기준을 적용하지 않고 있으며, 레이싱 전용 타이어는 공도 주행을 허용하지 않음

○ 투어링(비컴피티션), 랠리 등 일부 레이싱 경기에 사용되는 타이어는 공도 주행 겸용이 가능하므로, 이러한 레이싱 타이어는 일반 타이어와 동일한 안전기준을 적용하고 있음

○ 제조사는 공도 주행이 가능한 레이싱 타이어에 대하여 일반 타이어에 준하는 안전기준을 만족해야 하며, 안전기준 획득 마크를 타이어에 표기해야 함

○ 제조사가 개발한 레이싱 타이어를 공도주행을 허용하고자 한다면, 일반 타이어와 동일한 안전기준을 만족해야 함

○ 타이어를 구성하는 각 부분의 명칭은 다음과 같음

- "카카스"란 타이어의 골격을 형성하는 코드 층을 말함
- "트레드"란 타이어 접지 부분의 고무층으로 노면과 접촉하는 부분을 말함
- "비드"란 강선에 고무를 피복하여 타이어가 림에 장착될 때 고정되는 부분을 말함
- "벨트"란 레이디얼 타이어의 트레드와 카카스 사이에 위치하여, 카카스를 원둘레 방향으로 강하게 죄어 트레드의 강성을 높이고 노면에 닿는 트레드 부위를 넓게 하여 주행안정성을 높이는 보강재 역할을 하는 부분을 말함
- "코드"란 카카스, 벨트 등의 고무층을 구성하도록 짜인 섬유선 또는 금속선을 말함
- "사이드월"이란 트레드와 비드 사이 부분의 고무층을 말함
- "이너 라이너"란 튜브리스 타이어의 공기압을 유지하도록 하기 위하여 카카스 내면에 부착된 기밀성이 높은 고무층을 말함
- "레이디얼 타이어"란 트레드 중심선에 대하여 카카스 고무층 코드가 90° 각도로 배열된 구조를 가지며, 벨트에 의하여 단단히 보강된 타이어를 말함(아래 그림 114 참조).

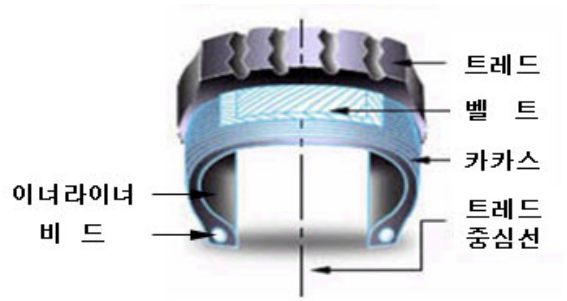


그림 114. 타이어 형태

- "튜브리스 타이어"란 림에 타이어를 조립할 때 튜브를 사용하지 않도록 설계된 타이어 형태를 말함
- "겨울용 타이어"란 눈길 또는 빙판길에서 일반 타이어보다 조종안정성 및 구동, 제동 성능을 우수하게 발휘할 수 있도록 설계된 타이어를 말함
- "응급용 타이어"란 자동차에 장착된 타이어가 파손 등의 고장으로 사용할 수 없는 상황에서 일시적으로 사용할 목적으로 제작된 중량, 부피 등이 감소된 타이어로서 꺾어 접은 상태로 보관하는 중첩식 응급용 타이어와 일반용 표준 타이어보다 단면너비가 적고 높은 공기압을 사용하는 T타입 응급용 타이어를 말함
- "M+S"란 진흙(Mud)길이나 눈(Snow)길에서 사용할 수 있도록 설계된 타이어를 말함
- "HIGHWAY TREAD-J(HW-J)"란 중형승합자동차·중형화물자동차·대형승합자동차 또는 대형화물자동차의 트레드 깊이가 얕은 타이어를 말함
- "EXTRA HEAVY TREAD(EHT)"란 중형승합자동차·중형화물자동차·대형승합자동차 또는 대형화물자동차의 트레드 깊이가 깊은 타이어를 말함
- "바이어스 타이어"란 트레드 중심선에 대하여 카카스 고무층 코드가 경사진 각도로 교차하는 구조를 갖는 타이어를 말함(아래 그림 115 참조).

○ 제품명

- 제작시기[제작하는 주(週)와 년도]: 해당 "주"와 "제작년도"를 각각 두 자리의 숫자로 순차적으로 표기한다. 예) 4012: 2012년 40번째 주
- 제작국명

○

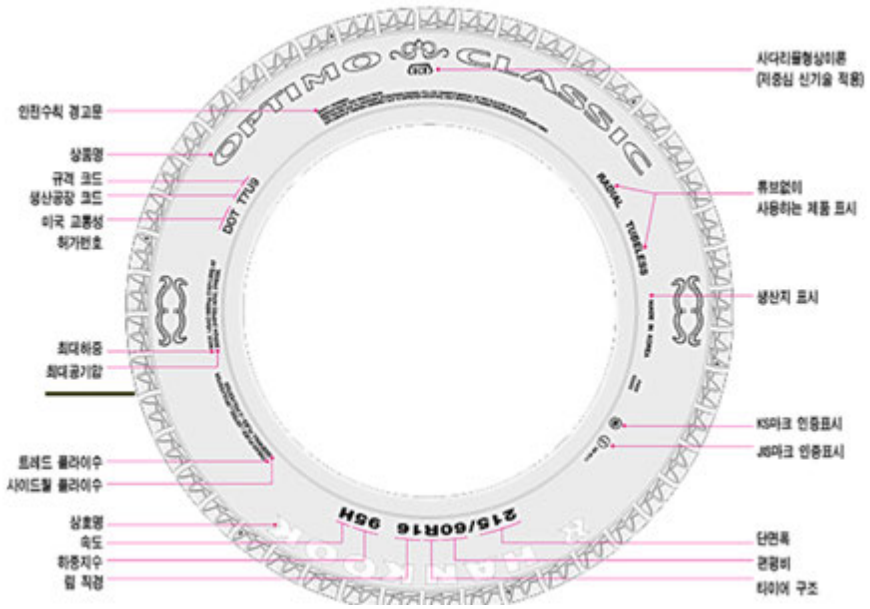


그림 115. 타이어 표기의 예

㉮ 참조기준

○ UN ECE Regulation, FMVSS

③ 인증기준

○ 타이어 구조 기준

– 타이어에 작용되는 적차 상태의 하중은 해당 타이어의 제작사가 표시하는 최대 허용 하중의 범위 이내 일 것

– 타이어의 최대 허용속도가 표기되어 있을 것

– 타이어의 최대 허용속도는 해당 자동차의 최고 속도 이상일 것. 다만, 다음 어느 하나에 해당하는 타이어는 그러하지 아니함

· 응급용 타이어

· 겨울용 타이어

· 험로주행 등 특수한 사용 조건하에서 성능을 발휘할 수 있도록 설계된 트레드 패턴을 가진 타이어

– 금이 가고 갈라지거나 코드층이 노출될 정도의 손상이 없어야 하며, 트레드깊이가 1.6밀리미터 이상 유지될 것

– 타이어의 용도를 알 수 있는 타이어 제원에 대한 정보가 외부에서 보기 쉬운 곳에 지워지지 않도록 양각 또는 음각으로 표기되어 있을 것

○ 타이어 성능기준

– 타이어가 장착되는 자동차의 종류별로 아래 표 58에 따른 성능 기준 A 또는 B 중의 하나를 만족하여야 함

표 58. 자동차 종류별 타이어의 성능기준

타이어 종류 / 성능 기준		승용자동차		경형승합자동차 또는 경형화물자동차	소형승합자동차 또는 소형화물자동차			중형승합자동차, 대형승합자동차, 중형화물자동차 또는 대형화물자동차
					8PR 이하		10PR 이상	
					림 지름			
		튜브 타입	튜브리스		15인치 미만	15인치 이상		
성능 기준 A	트레드 강도	○	○	○	○	○	○	○
	비드이탈 강도	–	○	–	–	–	–	–
	내구성능 a	○	○	○	○	○	○	○
	고속성능 a	○	○	○	○	–	–	–
성능 기준 B	내구성능 b	–	–	○	○	○	○	○
	고속성능 b	○	○	–	–	–	–	–

④ 시험장비

○ 트레드 강도 시험장비, 비드이탈 강도 시험장비, 내구성능 및 고속 시험장비

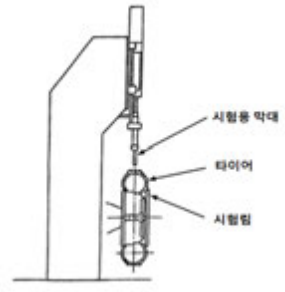


그림116. 트레드 강도 시험장비

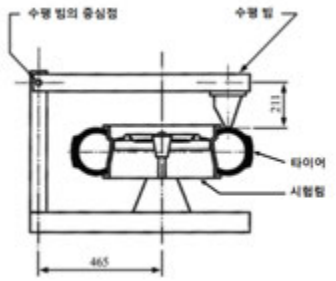


그림117. 비드이탈 강도 시험장비

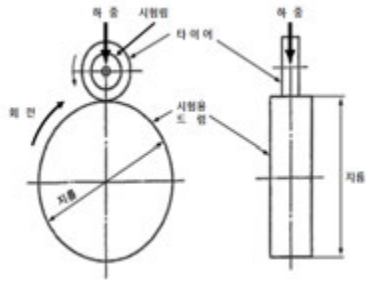


그림118. 내구성능 및 고속 시험장비

(마) 오일쿨러

① 개요

○ 오일쿨러는 엔진/자동변속기로 재순환하는 엔진/자동변속기 오일의 온도를 적정 수준으로 냉각시켜줌으로서 엔진/자동변속기 오일의 윤활 성능을 보호하여 엔진/자동변속기의 내구 성능을 지속시켜주는 필수 구성 부품임

○ 엔진 오일쿨러는 기장착된 순정의 수냉식 오일쿨러에 더하여 오일필터 어댑터를 장착함으로서 외장형 오일쿨러를 추가하여 엔진 오일 냉각 능력을 증대시키고자하는 목적으로 장착되는 튜닝 부품임

○ 자동변속기 오일쿨러는 기장착된 순정의 수냉식 혹은 수랭식-공랭식 조합의 오일 냉각 루프에 외장형 오일쿨러를 추가하여 자동변속기 오일 냉각 능력을 증대시키고자하는 목적으로 장착되는 튜닝 부품임

○ 오일쿨러는 냉각 방식별로 공랭식과 수랭식으로 분류되나, 수랭식의 경우 기존 냉각수 라인에서 분지해야 하기에 기존 시스템에 추가 열원으로 작용하여 안전성을 저해할 가능성이 존재하기에 통상 튜닝용으로 장착되는 오일쿨러는 공랭식에 국한되어 고려함

○ 공랭식 오일쿨러는 형식별로 오발관 핀-튜브형, 적층형, 평판 핀-관형, 핀-관형 등으로 분류되나, 제작의 용이성, 단가, 설비 인프라 등의 이유로 튜닝용으로 장착되는 오일쿨러는 적층형이 대부분을 차지함

○ 엔진/자동변속기 오일이 엔진 냉간 시에도 순환하여 과도하게 냉각되거나 열간 시에도 과도하게 냉각되어 엔진/자동변속기를 순환하게 되면 엔진/자동변속기가 정상상태에 도달하는 시간을 지연시켜 주행 연비의 저하, 유해 배기가스 배출, 기어 변속 충격 유발 등의 부작용이 발생할 수 있음

○ 이러한 부작용을 예방하기 위하여 엔진/자동변속기 오일의 온도를 적정 수준으로 유지하기 위하여 오일 바이패스 밸브의 추가 장착이 필요한 경우가 대부분임

○ 오일 바이패스 밸브는 오일이 적정 온도에 도달하기 전에는 바이패스 밸브를 차단하여 내부 순환만 이루어지도록 구성하고, 적정 온도에 도달한 이후에는 바이패스 밸브를 개방하여 추가된 오일쿨러를 통과하여 적정 수준으로 냉각된 오일이 엔진/자동변속기로 재순환하도록 구성하는 목적으로 장착되는 부품임

② 주요내용

㉮ 참조기준

㉠ 기준 및 표준 검토

○ 오일쿨러는 엔진, 자동변속기 자체의 수명뿐만 아니라 자동차의 내구 성능에 영향을 미치는 중요한 부품으로서, 그 자체의 기능적인 성능뿐만 아니라 작동환경 하에서의 내구성이 중요하기에 품질 저하로부터 파급되는 손상을 방지하기 위해서는 필수 평가 항목의 선정이 중요함

○ 제조업체 기준, KS 기준, 자동차 부품 신뢰성(RS) 기준, ISO 기준에 대한 비교 검토를 수행함

○ 국내/외 기준(표준)을 검토한 결과, SAE/JASO/JIS/KS 등에서 시험 방법을 규정하는 기준들은 존재하나 인증 기준을 제시하는 기준은 존재하지 않는 것으로 판단됨

○ 공통요소

- KS M 2121 : 내연기관용 윤활유
- KS B 6311 : 송풍기의 시험 및 검사 방법
- SAE J 311 : Fluid for passenger car type automatic transmissions
- JASO M 315 : Automatic transmission fluids

○ 방열성능

- SAE J 1468 : Application testing of oil-to-air oil coolers for heat transfer performance
- SAE J 1994 : Laboratory testing of vehicle and industrial heat exchangers for heat transfer performance
- JASO E 405 : Heat dissipation test method of automatic transmission oil cooler for automobile

○ 염수분무

- KS D 9502 : 염수 분무 시험방법

○ 압력 사이클

- SAE J 1597 : Laboratory testing of vehicle and industrial heat exchangers for pressure cycle durability

○ 진동 내구

- KS R 1034 : 자동차 부품 진동 시험 방법
- SAE J 1598 : Laboratory testing of vehicle and industrial heat exchangers for durability under vibration-induced loading
- JIS D 1601 : Vibration testing methods for automobile parts

○ 열 사이클

- SAE J 1542 : Laboratory testing of vehicle and industrial heat exchangers for thermal cycle durability

㉡ 시험항목 우선순위 분석

○ 오일쿨러의 잠재적 고장 형태와 그 영향을 분석한 결과, 초기의 방열 성능과 장기주행 후의 방열 성능을 파악하여야 하고, 차량의 진동 내구 시험, 온도 조절기(Thermostat)의 작동에 따른 고압의 엔진/자동변속기 오일의 단속적인 공급에 의한 반복 가압을 평가하기 위한 반복 가압 시험, 오일쿨러의 기밀과 내압 성능을 평가하기 위한 기밀 시험과 파괴 시험, 외부 환경에 의한 부식을 평가하기 위한 외부 부식 시험과 염수 분무 시험을 실시하여야 하는 것으로 판단됨

표 59. 오일쿨러의 잠재적 고장 형태 및 영향 분석(설계 FMEA)

부품/기능	잠재적 고장 형태	고장의 잠재적 영향	심각도	고장의 잠재적 원인/발생 과정	발생도	현 설계관리	검출도	위험우선순위
오일쿨러 조립품	누설 발생	- 변속성능 저하 - 오일 유출	7	- 튜브 평판 접합 불량	2	- 기밀 성능 시험 - 파괴 시험 - 외부 부식 시험 - 염수 분무 시험 - 반복 가압 시험	3	42
			7	- 외력에 의한 균열	2	- 기밀 성능 시험 - 파괴 시험 - 열 충격 시험 - 진동 내구 시험 - 반복 가압 시험	3	42
위/아래 튜브 평판	튜브 평판 접합 불량	- 누설 발생으로 방열성능 저하	5	- 튜브 평판 접합 면적 미흡	2	- 방열 성능 시험 - 기밀 성능 시험	3	30
			5	- 외력에 의한 균열 감안 설계 미흡	2	- 기밀 성능 시험 - 파괴 시험 - 열 충격 시험 - 진동 내구 시험 - 반복 가압 시험	3	30
			4	- 접합부 평면도 불량	2	- 기밀 성능 시험	3	24
입/출구 파이프	호스 이탈 및 조립부 누설 발생	- 누설 발생으로 방열성능 저하	4	- 호스 조립부 형상 불량	2	- 기밀 성능 시험 - 파괴 시험 - 진동 내구 시험 - 반복 가압 시험	3	24
			4	- 파이프 끝단부 버 발생	2	- 기밀 성능 시험 - 파괴 시험 - 진동 내구 시험 - 반복 가압 시험	3	24
위/아래 브래킷	균열 및 파손	- 진동 소음 발생 - 관련부품 연쇄 파손 유도	6	- 강도 부족	2	- 열 충격 시험 - 진동 내구 시험	3	36

비고 1. 심각도=1~10 / 발생도=1~10 / 검출도=1~5

2. 위험발생순위 : 심각도×발생도×검출도

○ 오일쿨러의 결함을 분석한 결과, 규정된 엔진/자동변속기 오일을 사용하지 않아 생긴 막힘 등을 제외하면 누설에 의한 고장이 주된 고장이기에 성능 평가 수행 이후에 기밀 성능을 파악하여 고장 여부를 판단해야 됨

○ 오일쿨러의 주요 고장 부품은 조립품, 위/아래 튜브 평판, 입/출구 파이프, 위/아래 브래킷으로 파악되어 4가지 부품에 대해서 각 요구사항에 따라 중요도를 분석하였음

표 60. 오일쿨러의 품질 기능 전개(요구사항과 고장모드/메커니즘 매트릭스)

부 품	오일쿨러 조립품	위/아래 튜브 평판	입/출구 파이프	위/아래 브래킷
고장모드 / 요구사항	누설	누설	누설	크랙/파손
기밀성	◎	◎	◎	○
내압성	◎	◎	○	◇
내열충격	○	○	○	◇
내염성	○	◎	○	◇
내진성	○	◇	○	◎
내충격성	○	◎	○	○
가중치 합계	30	40	24	18
중요도 우선순위	2	1	3	4

※ 신뢰성에 관련된 중요도에 따라 표시 : ◎: 가장 중요(9점), ○: 중요(3점), ◇: 보통(1점)

표 61. 오일쿨러의 품질 기능 전개(고장모드/메커니즘과 시험 항목 매트릭스)

부 품	시험항목 / 고장모드	파괴	열충격	염수분무	진동내구	반복가압
오일쿨러 조립품	누설	◎	○	○	○	○
위/아래 튜브 평판	누설	◎	○	◎	◇	◎
입/출구 파이프	누설	○	○	○	○	○
위/아래 브래킷	크랙/파손	◇	◇	◇	◎	○
영향점수	가중치 합계	22	10	16	16	18
	중요도 우선순위	1	4	3	3	2

※ 신뢰성에 관련된 중요도에 따라 표시 : ◎: 가장 중요(9점), ○: 중요(3점), ◇: 보통(1점)

○ 오일쿨러의 주요 고장 부품에 대해서 각 시험 항목별로 중요도에 따라 분석한 결과, 위/아래 튜브 평판이 1순위를 차지하였으며 그 다음으로 조립품, 입/출구 파이프, 위/아래 브래킷 순으로 우선순위를 차지하였음

○ 오일쿨러의 주요 시험 항목에 대해서 주요 고장 부품별로 중요도에 따라 분석한 결과, 파괴 항목이 1순위를 차지하였으며 그 다음으로 반복 가압, 진공 내구, 염수 분무 등이 우선순위를 차지하였음

○ 방열 성능 시험은 누설과 함께 기본적으로 충족이 요구되는 기본 성능 시험 항목이나 인증 기준으로서 “만족/불만족”을 판정할 기준이 존재하지 않기에 필수 인증 항목에 포함시키는 것은 불가한 것으로 판단됨

○ 그러나 방열 성능은 누설과 함께 기본 성능 항목이기에 기 수행된 성적서를 첨부하도록 하여 도면 표기 성능의 만족여부를 판단하는 것으로 대체하는 것이 타당함

○ 우선순위의 시험 항목
– 기밀 시험
– 파괴 시험
– 방열 성능 시험

㉯ 성능 및 시험방법

○ 오일쿨러의 잠재적 고장 형태와 그 영향을 분석한 결과, 초기의 방열 성능과 장기주행 후의 방열 성능을 파악하여야 하고, 차량의 진동 내구 시험, 온도 조절기(Thermostat)의 작동에 따른 고압의 엔진/자동변속기 오일의 단속적인 공급에 의한 반복 가압을 평가하기 위한 반복 가압 시험, 오일쿨러의 기밀과 내압 성능을 평가하기 위한 기밀 시험과 파괴 시험, 외부 환경에 의한 부식을 평가하기 위한 외부 부식 시험과 염수 분무 시험을 실시

○ 기밀 시험 방법
– 피드 압력 1,000 kPa (gauge)을 가하여 30초 이상 유지한 상태에서 물 수조에 담근 후 누설 여부 및 부위를 기록

○ 파괴 시험 방법
– 파괴 시험 방법은 최대 압력을 2,000 kPa (gauge)로 설정하고 최대 압력에서 시험 중 및 완료 후에 각 부위에서의 균열 및 파손 여부, 기밀 성능을 시험하고 부위를 기록

○ 방열 성능 시험
– 오일쿨러에 유입되는 오일 입구 온도는 110±2.0℃, 두 유체의 입구 온도차는 특별한 지정이 없는 한 75±2.0℃를 유지하도록 함
– 오일쿨러를 순환하는 오일 유량은 10±0.2 L/min을 유지하도록 함
– 오일쿨러를 통과하는 공기 전면 풍속은 통상 2~8 m/s를 측정하므로, 차량 속도 100 km/h에 상응하는 4±0.2 m/s를 대표값으로 함

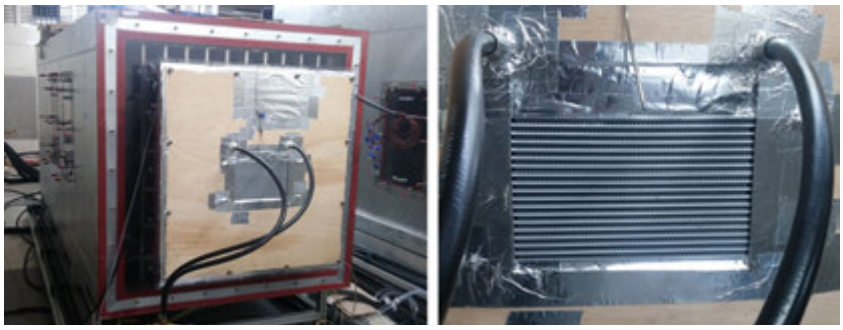


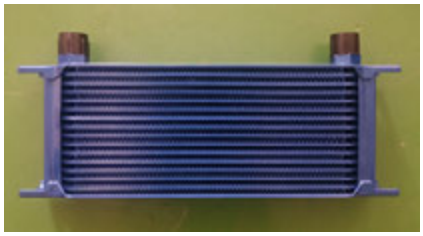
그림 119. 오일쿨러 방열 성능 시험

㉰ 시험평가

㉠ 시험 샘플

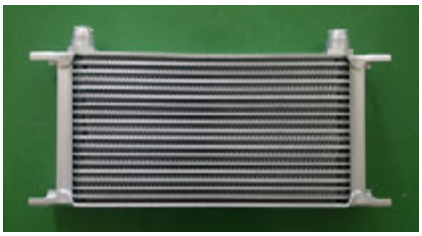
○ 중국산 튜닝 오일쿨러

1. 코어 사이즈 : [W]232×[H]111×[D]50 [mm]
2. 코어 타입 : 라미네이트 타입(적층형)
3. 튜브 수 : 14 row



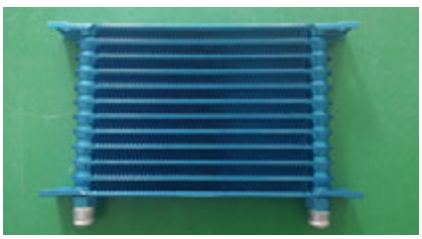
○ 대만산 튜닝 오일쿨러

1. 코어 사이즈 : [W]232×[H]137×[D]50 [mm]
2. 코어 타입 : 라미네이트 타입(적층형)
3. 튜브 수 : 17 row



○ 국내산 튜닝 오일쿨러

1. 코어 사이즈 : [W]200×[H]160×[D]32 [mm]
2. 코어 타입 : 라미네이트 타입(적층형)
3. 튜브 수 : 10 row



○ 각 출처 국가별로 중국산/대만산/국내산/미국산 각각 1종씩의 튜닝용 오일쿨러를 선정/수급하여 성능 평가를 수행하였음

○ 튜닝용 오일쿨러는 특수한 경우를 제외하고는 공랭식 오일쿨러만이 시장을 형성하기에 공랭식만으로 국한하였으며, 제작의 용이성, 단가, 설비 인프라 등의 이유로 튜닝용으로 장착되는 오일쿨러는 적층형만이 수급이 가능하였음

㉡ 시험 및 평가 실시

○ 우선순위의 시험 항목으로 선정된 기밀 시험, 파괴 시험, 방열 성능 시험에 대해서 시험 조건 및 방법, 기록 사항 등을 정의하고 각 샘플별로 시험을 실시하였음

Ⓐ 실차성능시험

○ 실험 차량 정보

제 조 사	기아자동차(주)	모 델 명	쏘울
연 식	2009	엔진형식	직렬4기통
배 기 량	1591 cc	구동방식	전륜구동
최고출력 [ps/rpm]	124/6300	최대토크 [kg·m/rpm]	15.9/4300

○ 자동변속기의 가혹/고 부하 조건(고 경사각 언덕 코스) 주행에 따른 오일쿨러 튜닝의 효용성 판정을 목적으로 실차 성능 시험을 수행함

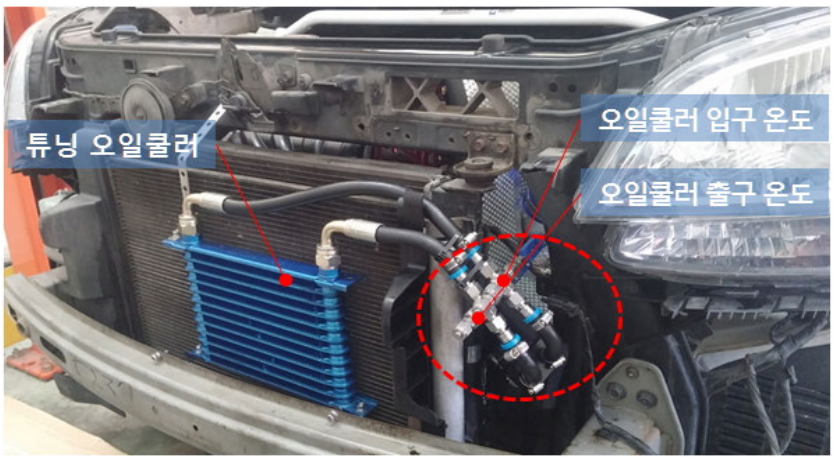


그림 120. 튜닝 오일쿨러 실차 장착부 및 계측부



그림 121. 오일 바이패스 밸브 장착부 상세

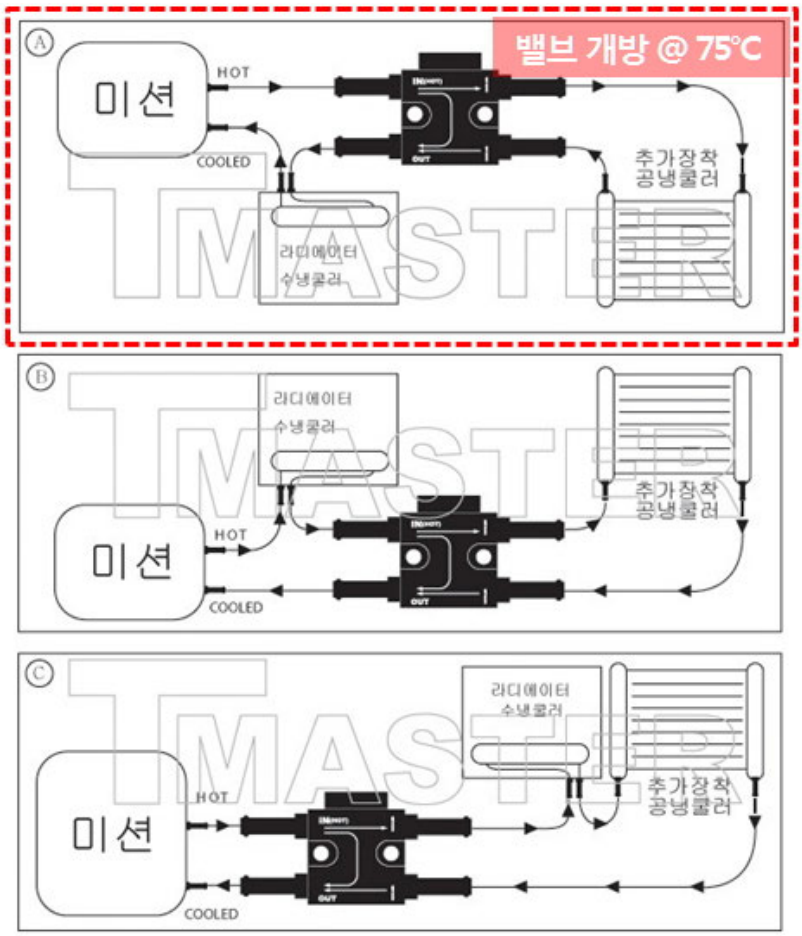


그림 122. 오일 바이패스 밸브 장착 방법

- 프런트엔드 모듈 전면에서 차량 전면 공기 온도를 측정하고, 추가 장착된 튜닝 공랭식 오일쿨러의 입구/출구 오일 온도를 측정함
- 엔진/자동변속기 오일의 온도를 적정 수준으로 유지하기 위하여 추가 장착하는 오일 바이패스 밸브의 설치 방법에 따라 특성을 부여함
- 오일 바이패스 밸브-추가 오일쿨러-기존 오일쿨러 순으로 순환하도록 설치하는 (A)안이 일반적인 방법임
- (B)안은 먼저 냉각된 오일이 바이패스 밸브에 도달하므로 (A)안 대비 오일 온도가 3~4℃ 늦게 바이패스 밸브가 개방되는 특성이 있음
- (C)안은 최대한 냉각에 초점이 맞춰진 안이지만, 만약 밸브 고장 시 자동변속기가 과열되어 내부 고착될 위험이 존재함
- 따라서 최적 안으로 (A)안을 선정하여 적용하였음
- 기존 레이아웃 : 자동변속기→라디에이터 내장형 오일쿨러→자동변속기
- 수정 레이아웃 : 자동변속기→오일 바이패스 밸브→공랭식 튜닝 오일쿨러→오일 바이패스 밸브→라디에이터 내장형 오일쿨러→자동변속기
- 자동변속기 오일이 냉간 시 오일 바이패스 밸브에서 공랭식 오일쿨러를 바이패스하여 라디에이터 내장형 오일쿨러로 순환시켜 과냉을 방지하도록 함

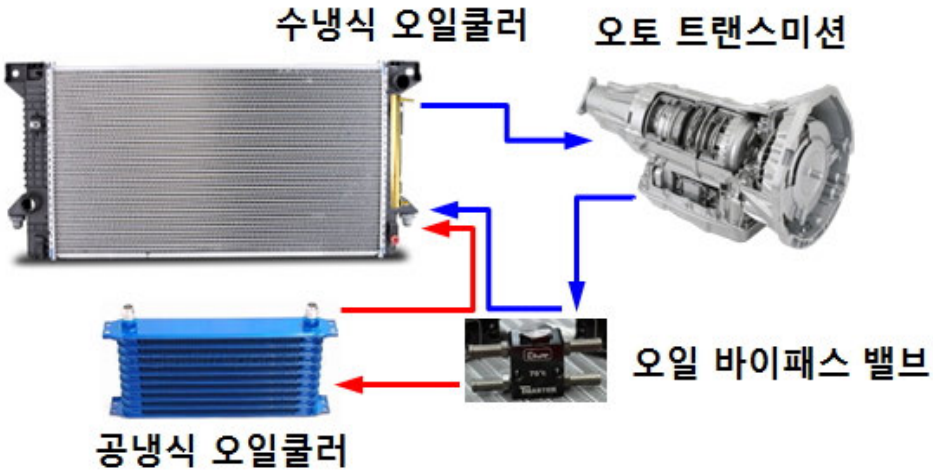


그림 123. 자동변속기 오일쿨러 튜닝 시스템 레이아웃

㉢ 시험 및 평가 결과

Ⓐ 기밀 시험

○ 상온의 질소를 압력 레귤레이터로 출구 압력을 제어하여 피드 압력 1,000 kPa (gauge)을 가하여 30초 이상 유지한 상태에서 물 수조에 담근 후 누설 여부 및 부위를 기록하였음



(a) 중국산 (b) 대만산 (c) 국내산

그림 124. 오일쿨러 기밀 시험 후 상세

○ 기밀 시험에서 3개 샘플 모두 양호한 것으로 나타남

○ 기밀 시험은 오일쿨러의 오류 발생 시 엔진 및 자동변속기의 고착이 발생할 수 있다는 점에서 필수 평가 항목임을 확인할 수 있음

Ⓑ 파괴 시험

○ 상온의 자동변속기 오일을 압력 레귤레이터로 출구 압력을 제어하여 최대 압력을 2,000 kPa (gauge)로 설정하고 최대 압력에서 시험 중 및 완료 후에 각 부위에서의 균열 및 파손 여부, 기밀 성능을 시험하고 부위를 기록하였음



(a) 중국산 (b) 대만산 (c) 국내산

그림 125. 오일쿨러 파괴 시험 상세 사진

○ 파괴 시험은 3개 샘플 모두 양호한 것으로 나타남

○ 파괴 시험은 내부 온도 조절기에 의해 특히 냉간 상태에서의 주행 시에 순간적으로 최고의 내부 오일 압력이 작용하기에 오일쿨러의 오류 발생 시 엔진 및 자동변속기의 고착이 발생할 수 있다는 점에서 필수 평가 항목임을 확인할 수 있음

○ 친환경 자동차에 적용되는 오일 워머의 경우에는 저온에서의 오일 점성 증가분을 고려하여 파괴 시험 압력을 4,000 kPa (gauge)로 설정하고 있는 실정이기에 추후 추가적인 연구개발을 통하여 파괴 시험 압력의 상승도 고려해볼 필요가 있다고 판단됨

Ⓒ 방열성능 시험

○ 시험 조건 및 방법에 따라 성능 시험을 수행하여 대기압, 온도, 습도, 오일 입구/출구 온도, 오일 유량, 공기 입구 온도, 공기 풍량, 오일측 압력 손실, 공기측 압력 손실을 계측하였음

○ 시험 조건 및 방법

- 작동 유체 : 자동변속기용 오일류
- 오일 입구 온도 : 110±2.0℃
- 오일 유량 : 10±0.2 L/min
- 공기 입구 온도 : 35±2.0℃
- 전면 공기 풍속 : 2/4/6/8±0.2 m/s

○ 방열 성능은 전면 풍속 변화에 따라 RS(중국산) 오일쿨러의 경우 2.5~5.6 kW, A9(대만산) 오일쿨러의 경우 3.9~9.1 kW, Soul(국내산) 오일쿨러의 경우 3.2~7.2 kW의 성능 분포를 나타냄

○ 방열 성능의 대표값은 RS(중국산) 오일쿨러의 경우 4.0 kW, A9(대만산) 오일쿨러의 경우 6.4 kW, Soul(국내산) 오일쿨러의 경우 5.4 kW의 성능 분포를 나타냄

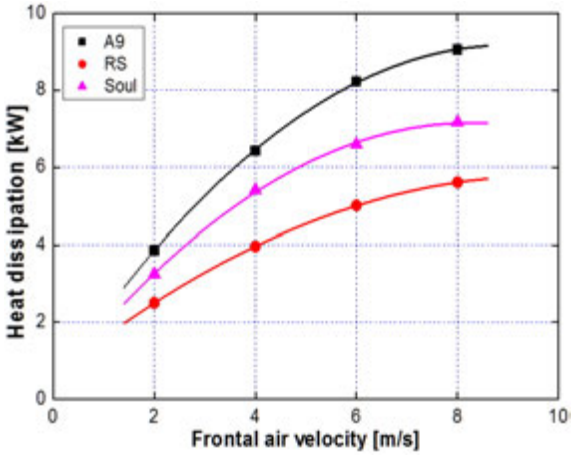
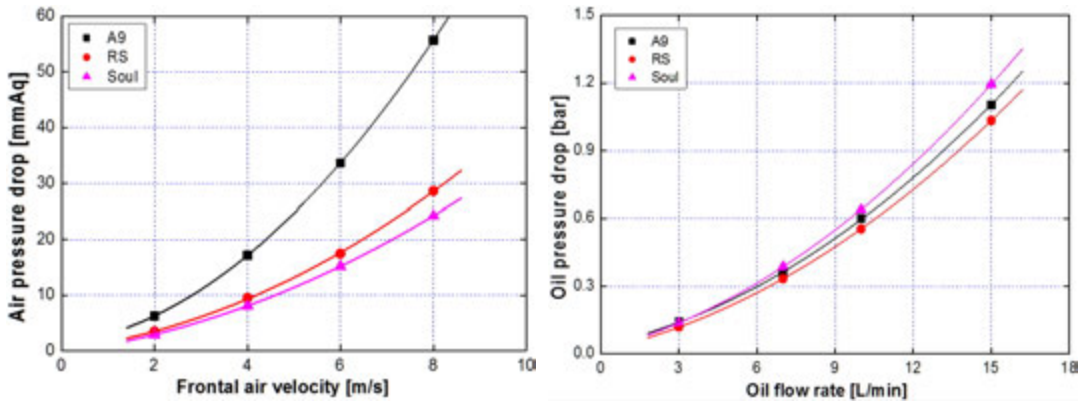


그림 126. 오일쿨러 방열 성능 평가 결과 - 방열량

○ 공기측 압력 손실은 전면 풍속 변화에 따라 RS(중국산) 오일쿨러의 경우 3.5~28.6 mmAq, A9(대만산) 오일쿨러의 경우 6.3~55.7 mmAq, Soul(국내산) 오일쿨러의 경우 2.9~24.2 mmAq의 성능 분포를 나타냄

○ 공기측 압력 손실의 대표값은 RS(중국산) 오일쿨러의 경우 9.5 mmAq, A9(대만산) 오일쿨러의 경우 17.2 mmAq, Soul(국내산) 오일쿨러의 경우 8.1 mmAq의 성능 분포를 나타냄



(a) 공기측 압력 손실 (b) 오일측 압력 손실

그림 127. 오일쿨러 방열 성능 평가 결과 - 압력 손실

○ 오일측 압력 손실은 오일 유량 변화에 따라 RS(중국산) 오일쿨러의 경우 1.2~10.3 kPa, A9(대만산) 오일쿨러의 경우 1.4~11.0 kPa, Soul(국내산) 오일쿨러의 경우 1.4~11.9 kPa의 성능 분포를 나타냄

○ 오일측 압력 손실 대표값은 RS(중국산) 오일쿨러의 경우 5.5 kPa, A9(대만산) 오일쿨러의 경우 6.0 kPa, Soul(국내산) 오일쿨러의 경우 6.4 kPa의 성능 분포를 나타냄

○ 방열 성능은 소비자가 요구하는 대표 성능으로서, 과냉/과열을 방지할 수 있는 적절한 수준의 성능 확보가 요구됨

○ 공기측 압력 손실은 기존 시스템 냉각 팬의 추가적인 부하로 작용하기에 기존 시스템에 허용되는 최대값 설정의 사용자 노하우가 추가 요구됨

○ 오일측 압력 강하는 기존 오일펌프의 추가 부하로 작용하기에 기존 시스템에 허용되는 최대값 설정의 사용자 노하우가 추가 요구됨

○ 방열 성능 시험은 누설과 함께 기본적으로 충족이 요구되는 기본 성능 시험 항목이나 인증 기준으로서 “만족/불만족”을 판정할 기준이 존재하지 않기에 필수 인증 항목에 포함시키는 것은 불가한 것으로 판단됨

○ 그러나 방열 성능은 누설과 함께 기본 성능 항목이기에 기 수행된 성적서를 첨부하도록 하여 도면 표기 성능의 만족여부를 판단하는 것으로 대체하는 것이 타당함

Ⓓ 실차 성능시험



그림 128. 실차 성능 시험용 주행 코스 개략도

○ 자동변속기의 가혹/고 부하 조건(고 경사각 언덕 코스) 주행에 따른 오일쿨러 튜닝의 효용성 판정을 목적으로 실차 성능 시험을 수행함

○ 공회전 상태에서 출발하여 총 900초 동안 경사 고개를 등반하는 동안 프런트엔드 모듈 전면에서 차량 전면 공기 온도를 측정하고, 추가 장착된 튜닝 공랭식 오일쿨러의 입구/출구 오일 온도를 측정함

○ 전면 공기 온도는 시작 지점인 마곡사에서 17℃로 시작하여 종료 지점인 광덕산 정상에서 13℃를 기록하였음

○ 공랭식 오일쿨러로 유입되는 입구 오일 온도가 평균 93.0~101.7℃로 변화하는 동안 추가 장착된 튜닝 오일쿨러를 통과하여 자동변속기로 재순환되는 자동변속기 오일 입구 온도는 평균 80~86℃로 계측되었음

○ 시험 시작 지점보다 종료 지점이 4℃ 더 차가운 환경 조건임에도 불구하고 주행 거리 누적에 따라 자동변속기 오일 온도가 급속히 증가하여 650초 경과 시점부터 100℃를 초과하였으나 튜닝 오일쿨러를 통과하여 평균 86℃로 냉각되어 자동변속기로 재순환됨을 확인할 수 있음

○ 튜닝 오일쿨러 입구/출구의 온도 차는 평균 14~16℃ 발생하여 연비 향상 및 자동변속기 보호 온도가 통상 75~95℃임을 감안하였을 때 자동변속기 오일의 열화 방지 성능을 확인할 수 있음

○ 주위 공기 온도가 17℃로 비교적 서늘한 조건에서의 지방도로 등반에서 11분 경과한 시점부터 자동변속기 출구 오일 온도가 오일 열화 온도 100℃를 초과한다는 사실에 주목할 필요가 있음

○ 주위 조건이 열악한 여름철에 같은 코스에서의 평가 시에는 보다 일찍 오일 열화 온도를 초과할 것이고 오일쿨러를 통과한 이후에도 냉각 효율이 저하되기에 오일 온도 차이가 작게 발생하기에 보다 높은 영역의 오일 온도를 기록할 것으로 판단되므로 오일쿨러 추가 장착의 효용성은 충분한 것으로 판단됨

○ 오일 열화 온도에 머무는 시간, 빈도, 열화 온도 차이 등에 따라 오일이 급속히 열화가 진행됨에 따라 내부 윤활, 가속 및 연비 성능이 저하되고 수명이 급속히 단축된다는 사실을 인지하면 결과적으로 오일 교체 주기의 연장이 가능해지므로 소비자의 유지 비용 저감에도 도움이 된다는 사실을 확인할 수 있음

○ 추후 OBDⅡ 단자로부터 자동변속기 하우징 내부의 오일 온도, 차속 및 엔진 회전수 등의 추가가 이루어지는 경우 오일의 열화가 진행되는 시점의 자동변속기 내부, 엔진 상태 계측이 가능해져서 보다 상세한 가혹 조건 분석이 가능할 것으로 판단됨

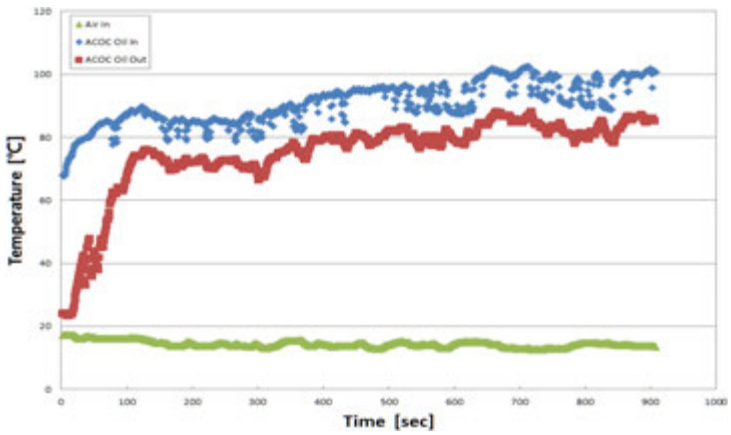


그림 129. 오일쿨러 실차 성능 시험에서의 각 계측부 온도 분포

③ 인증기준

○ 기밀시험 : 1000kPa 인가 시 누설이 없을 것

○ 파괴시험 : 2000kPa 인가 시 누설이 없을 것

○ 방열 성능 시험 : 도면 표기 성능 확인

○ 유해물질의 사용 제한

- 카드뮴 : 중량 기준으로 0.01% 미만 함유 기준
- 납, 수은, 6가 크롬 : 중량 기준으로 0.1% 미만 함유 기준

④ 시험장비

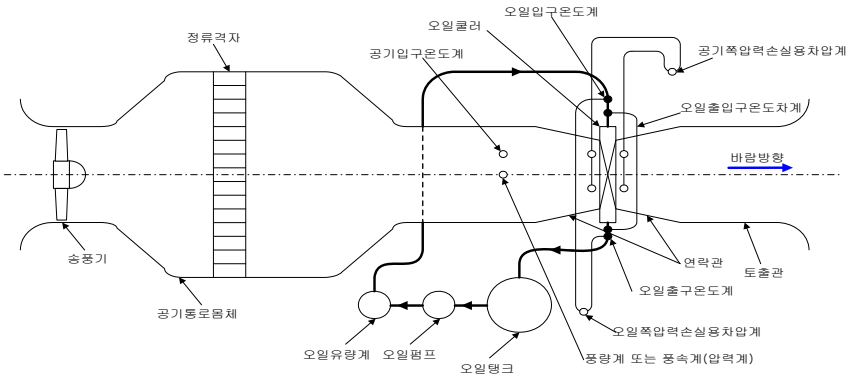


그림 130. 오일쿨러 방열 성능 시험 장치

⑤ 시험가능기관

○ 자동차부품연구원

(바) 오일분리기

① 개요

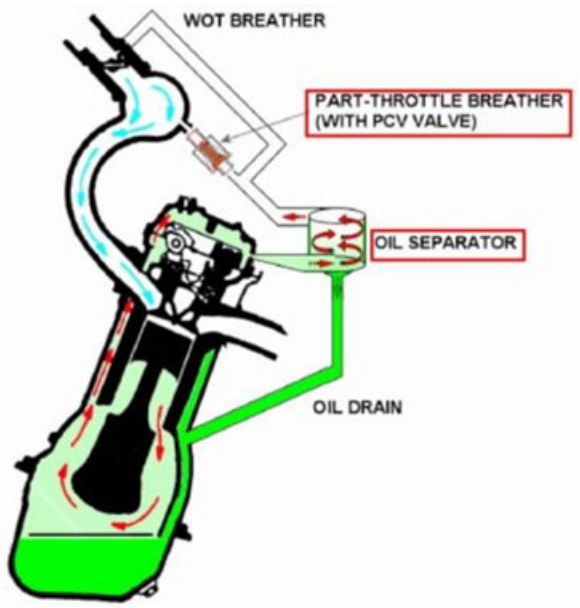


그림 131. 오일 캐치탱크 작동 원리 설명도

○ 블로우바이 가스란 압축 행정 시 실린더 벽과 피스톤 사이의 틈새로 미량의 혼합가스가 새어 나오게 되는데 이런 현상을 블로우바이 현상이라고 하며, 그 혼합기를 의미함

○ 오일 캐치탱크는 엔진 헤드 커버에 모인 블로우바이 가스와 같이 유입되는 오일 찌꺼기를 저장하여 흡기 시스템의 오염을 방지하고자 장착되는 부품을 의미함

○ 순정 부품으로 장착되는 오일 캐치탱크도 존재하며, 오일 캐치탱크에서 분리된 오일 유체 분량은 전용 포트를 통하여 크랭크실로 다시 보내짐

○ 순정 부품으로 장착되는 오일 캐치탱크는 전문 제조업체의 설계 및 성능 검증을 통하여 분리 효율 향상을 위한 사이클론 타입의 분리/유도 가이드, 콘 형상의 액적 유도 형상 등이 적용되어 있으나, 튜닝용으로 장착되는 오일 캐치탱크는 중소 제조업체들의 여건상 제작의 용의성, 단가, 설비 인프라 등의 이유로 원통형 혹은 사각형이 대부분을 차지함

○ 튜닝용 오일 캐치탱크는 분리 효율의 향상을 위하여 타공형 분리판, 가이드 고무호스, 액적의 비산 방지용 스펀지 등을 적용하여 저비용으로 순정 부품에 대응 가능한 분리 효율을 확보하려 하고 있으나, 이마저도 무시하는 경향도 존재함

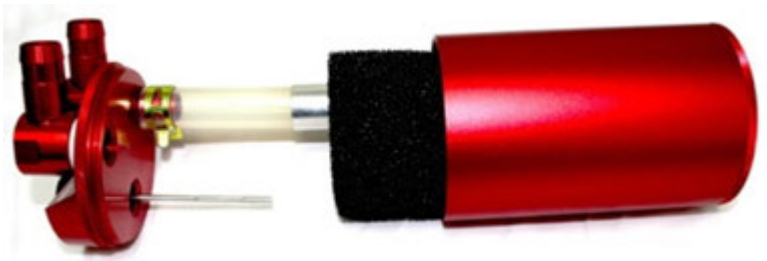


그림 132. 튜닝 오일 캐치탱크의 내부 구성도

② 주요내용

㉮ 참조기준

㉠ 기준 및 표준 검토

○ 오일 캐치탱크는 흡기 시스템의 청정도 및 흡기 매니폴드 내부 구성부품들의 기능적인 성능뿐만 아니라 내구 성능에 영향을 미치는 중요한 부품이기에 품질 저하로 파급되는 손상을 방지하기 위해서는 필수 평가 항목의 선정이 중요함

○ 제조업체 기준, KS 기준, 자동차 부품 신뢰성(RS) 기준, ISO 기준에 대한 비교 검토를 수행함

○ 국내 제조업체에서는 기밀 시험만을 품질 기준으로 규정하고 있음을 확인함

○ 자동차 제조업체에서도 순정부품에서 함께 모듈화 되는 PCV 밸브에 대한 기준을 규정할 뿐 오일 분리기에 대한 어떠한 기준도 규정된 바가 없음을 확인할 수 있음

○ 자동차 부품 신뢰성(RS) 기준에서 가장 유사한 기능을 보유하면서 유사한 작동환경에 노출되는 부품을 선정하고 그 기준에 대한 검토를 수행함

○ 가장 유사한 품질 인증 기준

- RS R 0102 : 자동차용 냉각수 보조 탱크
- RS R 0120 : 자동차용 파워스티어링 오일 보조 탱크

○ 국내/외 기준(표준)을 검토한 결과, SAE/JASO/JIS/KS 등에서 시험 방법을 규정하는 기준들은 존재하나 인증 기준을 제시하는 기준은 존재하지 않는 것으로 판단됨

○ 공통요소

- KS A 0006 시험 장소의 표준 상태
- KS B 6311 송풍기의 시험 및 검사 방법

○ 염수 분무

- KS D 9502 염수 분무 시험 방법

○ 진동 내구

- KS R 1034 자동차 부품 진동 시험 방법
- JIS D 1601 Vibration testing methods for automobile parts

○ 니플 강도/고온/온도 사이클/충격

- KS R 1081 자동차용 플라스틱 성형 부품의 시험 방법
- KS M 3015 열경화성 플라스틱 일반 시험 방법

㉡ 시험 항목 우선순위 분석

○ 오일 캐치탱크의 잠재적 고장 형태와 그 영향을 분석한 결과, 씰 손상 및 기본 구조의 손상에 따른 기밀 성능을 파악하여야 하고, 플라스틱 부품의 특성상 중요한 니플 강도, 고온/가압 조건에서 노출되는 엔진룸 환경 모사를 위한 고온 시험, 고온가압 시험 및 온도 사이클 시험, 차량의 진동 내구 시험, 단속적 부품 탈거에 따른 추락 위험에 대비하기 위한 충격 시험, 압력 사이클에 노출된 작동 환경에서의 수명 시험을 실시하여야 하는 것으로 판단됨

○ 오일 캐치탱크의 결함을 분석한 결과, 내부 기본 구조의 파손에 따른 분리판 파손의 고장모드를 제외하면 피팅 파손, 씰 손상, 하우징 파손의 고장모드 모두 누설에 의한 고장이 주된 고장모드이기에 성능 평가 수행 이후에 기밀 성능을 파악하여 고장 여부를 파악해야 됨

표 62. 오일 캐치탱크의 품질 기능 전개(요구사항과 고장모드/메커니즘 매트릭스)

부 품	본체(구성품)		연결부	하우징
고장모드 / 요구사항	분리판 파손	씰 손상	피팅 파손	하우징 파손
내압성	○	◎	○	○
내열성	○	◇	○	○
내한성	○	○	◇	◇
내진성	○	◇	◇	◇
내진동	◎	○	◎	○
내부식성	◇	◇	◇	○
가중치 합계	22	18	18	14
중요도 우선순위	1	2	2	4

※ 신뢰성에 관련된 중요도에 따라 표시 : ◎: 가장 중요(9점), ○: 중요(3점), ◇: 보통(1점)

표 63. 오일 캐치탱크의 품질 기능 전개(고장모드/메커니즘과 시험 항목 매트릭스)

부 품	시험항목 / 고장모드	내압	온도 사이클	고온	저온	내수	분진	진동	염수 분문	작동 내구
본체 (구성품)	분리판 파손	○	◎	○	○	◇	○	◎	◇	◎
	씰 손상	◎	◇	◇	◇	○	◇	○	◇	◇
연결부	피팅 파손	◎	◎	◎	○	◇	◇	◎	◇	◎
하우징	하우징 파손	○	○	○	◇	○	◇	◇	◎	◇
영향점수	가중치 합계	24	22	16	8	8	6	22	12	20
	중요도 우선순위	1	2	5	7	7	9	2	6	4

※ 신뢰성에 관련된 중요도에 따라 표시 : ◎: 가장 중요(9점), ○: 중요(3점), ◇: 보통(1점)

○ 오일 캐치탱크의 주요 고장 부품은 본체 분리판, 본체 씰링, 입/출구 피팅, 본체 하우징으로 파악되어 4가지 부품에 대해서 각 요구사항에 따라 중요도를 분석하였음

○ 오일 캐치탱크의 주요 고장 부품에 대해서 각 요구사항별로 중요도에 따라 분석한 결과, 본체 분리판이 1순위를 차지하였으며 그 다음으로 본체 씰링, 입/출구 피팅이 공동 2순위, 마지막으로 본체 하우징 순으로 우선순위를 차지하였음

○ 오일 캐치탱크의 주요 시험 항목에 대해서 주요 고장 부품별로 중요도에 따라 분석한 결과, 파괴 항목이 1순위를 차지하였으며 그 다음으로 온도 사이클, 진동 내구, 작동 내구, 고온, 염수 분무, 저온, 내수, 분진 등이 우선순위를 차지하였음

○ 순정부품은 플라스틱 재질로 제작되고 PCV밸브와 모듈화 되어 제작되는 특성상 내압 항목이 1순위, 온도 사이클, 진동이 공동 2순위, 작동 내구가 4순위, 고온이 5순위 등을 차지하였으나, 튜닝 오일 캐치탱크는 알루미늄 재질로 제작되고 PCV 밸브와 별개로 구성되는 특성상 작동부가 없으므로 내압, 온도 사이클, 진동, 작동 내구 시험의 우선순위로서의 의미가 상당수 퇴색됨을 확인할 수 있음

○ 국내 제조업체에서는 기밀 시험만을 품질 기준으로 규정하고 있기에 기밀 시험을 필수 평가 항목으로 규정하는 것이 타당함

○ 분리 효율 시험은 누설과 함께 기본적으로 충족이 요구되는 기본 성능 시험 항목이나 인증 기준으로서 “만족/불만족”을 판단하기 위해서 참고할만한 인증 기준이 존재하지 않기에 인증 기준을 지정하기 위해서는 순정부품, 각 형상별 튜닝 부품들의 성능 평가 결과를 바탕으로 현재 시장상황에 근거한 적절한 인증 기준 선정이 요구될 것으로 판단됨

○ 우선순위의 시험 항목

- 기밀 시험
- 분리 효율 시험

㈏ 성능 및 시험방법

○ 기밀 시험

– 기밀 시험에 사용되는 작동유체는 상온의 공기 또는 질소를 규정하기에 실제 시험 시 상온의 공기를 압력 레귤레이터로 출구 압력을 제어하였음

– 기밀 시험 방법은 피드 압력 20±5 kPa (gauge)을 가하여 30초 이상 유지한 상태에서 물 수조에 담근 후 누설 여부 및 부위를 기록하였음

○ 분리 효율 시험

– 오일 분무 압력은 100±10 kPa (gauge), 오일 온도 80±2℃, 오일 유량은 30±1 L/min을 유지하도록 함

– 오일 캐치탱크를 통과하는 공기-오일 미스트 혼합기의 유량은 통상 40~110 L/min 범위를 측정하므로 90±2 L/min을 대표값으로 함

– 공기-오일 미스트 혼합기 유량은 출구에서 측정하고, 출구 압력은 0 kPa (gauge)의 압력이 되도록 입구 압력을 각 모드별로 조절하도록 함

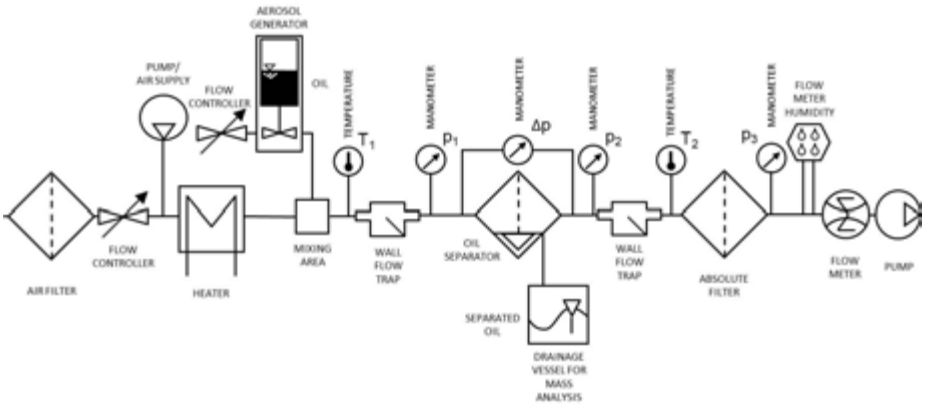


그림 133. 오일 캐치탱크 분리 효율 시험 장치 계통도

㈐ 시험평가

㉠ 시험 샘플

○ 각 출처 국가별로 각각 1종씩의 튜닝용 오일쿨러를 선정/수급하였으나 모두 대만산인 것을 보면 대부분 주문자 상표 부착 방식으로 판단됨

○ 대만산 튜닝 오일 캐치탱크(원형)

1. 코어 사이즈 : [D]82×[H]150 [mm]

2. 형태 : 원형

3. 포트 사이즈 : 10/14 [mm]



○ 대만산 튜닝 오일 캐치탱크(사각형)

1. 코어 사이즈 : [W]65×[D]80×[H]175 [mm]
2. 형태 : 사각형
3. 포트 사이즈 : 10 [mm]



○ 순정품 오일 캐치탱크

1. 코어 사이즈 : [Ø]45×[L]148 [mm]
2. 형태 : 콘형
3. 포트 사이즈 : 22/20 [mm]



○ 성능 비교 대상으로 국내 몇몇 차종에 제한적으로 순정 부품으로 채용 중인 PCV 밸브 – 오일 분리기 모듈을 선정하여 튜닝 부품과 동일한 조건으로 평가를 시행하였음

㉡ 시험 및 평가 실시

○ 우선순위의 시험 항목으로 선정된 기밀 시험, 분리 효율 시험에 대해서 시험 조건 및 방법, 기록 사항 등을 정의하고 각 샘플별로 시험을 실시하였음

Ⓐ 기밀 시험

○ 오일 캐치탱크의 작동 압력 범위, 국내/외 제조업체 규격을 참고하여 시험 조건, 판정 기준을 선정하였음

○ 기밀 시험에 사용되는 작동유체는 상온의 공기 또는 질소를 규정하기에 실제 시험시 상온의 공기를 압력 레귤레이터로 출구 압력을 제어하였음

○ 기밀 시험 방법은 피드 압력 20±5 kPa (gauge)을 가하여 30초 이상 유지한 상태에서 물 수조에 담근 후 누설 여부 및 부위를 기록하였음

○ 시험 조건 및 방법

– 작동 유체 : 상온의 공기 또는 질소
– 지정 압력 : 20±5 kPa (gauge)
– 지속 시간 : 30 sec

○ 기록 사항
– 지정 압력 및 지속 시간
– 누설 여부 및 부위

Ⓑ 분리 효율 시험

○ 오일 캐치탱크의 작동 압력 범위, 국내/외 제조업체 규격을 참고하여 시험 조건, 판정 기준을 선정하였음

○ 분리 효율 시험에 사용되는 작동유체는 특별한 지정이 없는 한 자동차용 엔진 오일로 규정하기에 실제 시험 시 자동차용 엔진 오일을 사용하였음

○ 시험실 조건은 특별한 지정이 없는 한 상온(5~45℃), 상습(45~85%)으로 하고, 시험 장치의 오일, 공기 및 냉각수의 온도에 크게 영향을 주지 않는 환경 조건으로 함

○ 시험 장치는 자동차용 엔진 오일 회로와 공기 회로로 구성됨

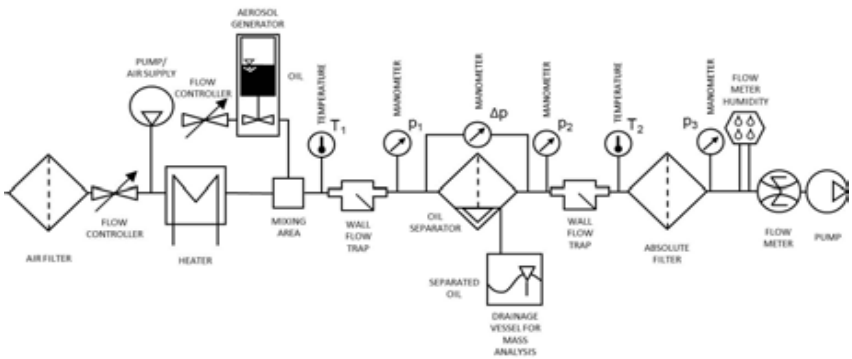


그림 134. 오일 캐치탱크 분리 효율 시험 장치 계통도

○ 오일 분무 압력은 100±10 kPa (gauge), 오일 온도 80±2℃, 오일 유량은 30±1 L/min을 유지하도록 함

○ 오일 캐치탱크를 통과하는 공기-오일 미스트 혼합기의 유량은 통상 40~110 L/min 범위를 측정하므로 90±2 L/min을 대표값으로 함

○ 공기-오일 미스트 혼합기 유량은 출구에서 측정하고, 출구 압력은 0 kPa (gauge)의 압력이 되도록 입구 압력을 각 모드별로 조절하도록 함

○ 계측 항목은 대기압, 온도, 습도, 오일 분무 압력, 오일 온도, 오일 유량, 혼합기 통과 유량, 분리 효율, 공기측 압력 손실임

○ 시험 조건 및 방법
– 작동 유체 : 자동차용 엔진 오일류
– 오일 분무 압력 : 100±10 kPa (gauge)
– 오일 온도 : 80±2℃
– 오일 유량 : 30±1 L/min
– 공기 유량 : 90±2 L/min

○ 기록 사항

– 오일 분무 압력/온도/유량, 공기 유량

– 오일 분리 효율

– 공기측 압력 손실

Ⓒ 실차 성능 시험

○ 실제 도로 주행 상황에서의 누적 주행거리별 오일 포집량 정보를 수집할 목적으로 실차에 오일 캐치탱크를 장착하고 관찰하였음

○ 실험 차량 정보

제 조 사	기아자동차(주)	모 델 명	쏘울
연 식	2009	엔진형식	직렬4기통
배 기 량	1591 cc	구동방식	전륜구동
최고출력 [ps/rpm]	124/6300	최대토크 [kg·m/rpm]	15.9/4300

○ 기존 순정상태에서는 엔진 헤드 커버에 모인 블로우바이 가스를 어떠한 여과 장치나 분기 회로 없이 직결 방식으로 흡기 매니폴드 입구에 연결되었음



그림 135. 오일 캐치탱크 실차 장착부 사진

○ 엔진 헤드 커버에서 나오는 호스 중간에 튜닝 오일 캐치탱크를 설치하고 출구는 다시 흡기 매니폴드에 보내지는 계통도를 가짐

○ 순정 부품으로 장착되는 오일 캐치탱크처럼 액적 상태로 분리된 오일 유체 분량을 크랭크실로 다시 보낼 전용 포트가 없기에 오일 레벨을 수시 관찰하여 수동으로 드레인 시키는 수밖에는 없음

○ PCV 밸브 기능이 없기에 드레인 포트를 임의 개방 시 스로틀 개방에 따라 형성된 흡기 부압에 따라 외부 이물질이 흡기 매니폴드에 혼입될 위험성이 상주하기에 항시 오일 캐치탱크는 기밀이 유지되도록 유의할 필요가 있음

㉢ 시험 및 평가결과

Ⓐ 기밀 시험

○ 상온의 공기를 압력 레귤레이터로 출구 압력을 제어하여 피드 압력 20 kPa (gauge)을 가하여 30초 이상 유지한 상태에서 물 수조에 담근 후 누설 여부 및 부위를 기록하였음



(a) 대만산 #1 (b) 대만산 #2

그림 136. 오일 캐치탱크 기밀 시험 불만족 사례

○ 기밀 시험에서 최초 압력 인가 시 원형 및 사각형 오일 캐치탱크 모두 불만족 결과를 나타내었음

○ 원형 오일 캐치탱크는 오일 레벨 모니터링용 에어 피팅부에서 누설이 발생하였으며, 사각형 오일 캐치탱크는 바디 가스켓 부위에서 누설이 발생하였음

○ 각 구성부품들이 분해되어 배송된 상태에서 소비자가 자가 조립 및 장착을 해야 하는 튜닝 오일 캐치탱크의 특성상 제품 오류가 아니라 사용자 부주의에 의한 단순 실수로 볼 수 있는 상황임

○ 기밀 시험은 오일 캐치탱크의 누설 발생 시 스로틀 개방에 따라 형성된 흡기 부압에 따라 외부 이물질이 흡기 매니폴드에 혼입될 위험성이 상주한다는 점에서 필수 평가 항목임을 확인할 수 있음

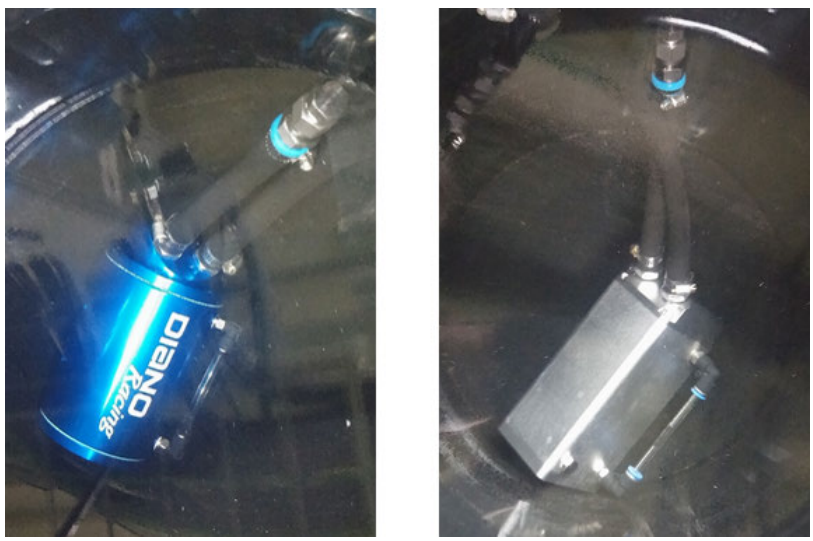


그림 137. 오일 캐치탱크 기밀 시험 후 상세 사진

Ⓑ 분리 효율 시험

○ 시험 조건 및 방법에 따라 성능 시험을 수행하여 대기압, 온도, 습도, 오일 분무 압력, 오일 온도, 오일 유량, 혼합기 통과 유량, 분리 효율, 공기측 압력 손실을 계측하였음

○ 시험 조건 및 방법
- 작동 유체 : 자동차용 엔진 오일류
- 오일 분무 압력 : 100±10 kPa (gauge)
- 오일 온도 : 80±2℃
- 오일 유량 : 30±1 L/min
- 공기 유량 : 40/70/90/110±2 L/min

○ 분리 효율(η_s)

$$\eta_s = 1 - M_f/(M_d + M_f) \times 100$$

여기서, η_s : 분리 효율 [%]

M_d : 퇴적 오일 무게 [g]

M_f : 필터링 오일 무게 [g]

○ 분리 효율 평가 장비를 가동하고서 일정 시간 경과 후 Backup 필터의 무게를 측정하고 드레인된 오일 무게를 측정하여 오일 분리 효율을 계산하였음

○ 기록 사항
- 오일 분무 압력/온도/유량, 공기 유량
- 오일 분리 효율
- 공기측 압력 손실

○ 공기 유량을 40~110 L/min 범위에 대해서 변화시켜가며 공기측 압력 손실을 측정한 결과, 순정 부품은 2.2~12.5 hPa, 원통형 튜닝 부품은 5.2~28.9 hPa, 사각형 튜닝 부품은 6.8~39.1 hPa의 성능 분포를 나타냄

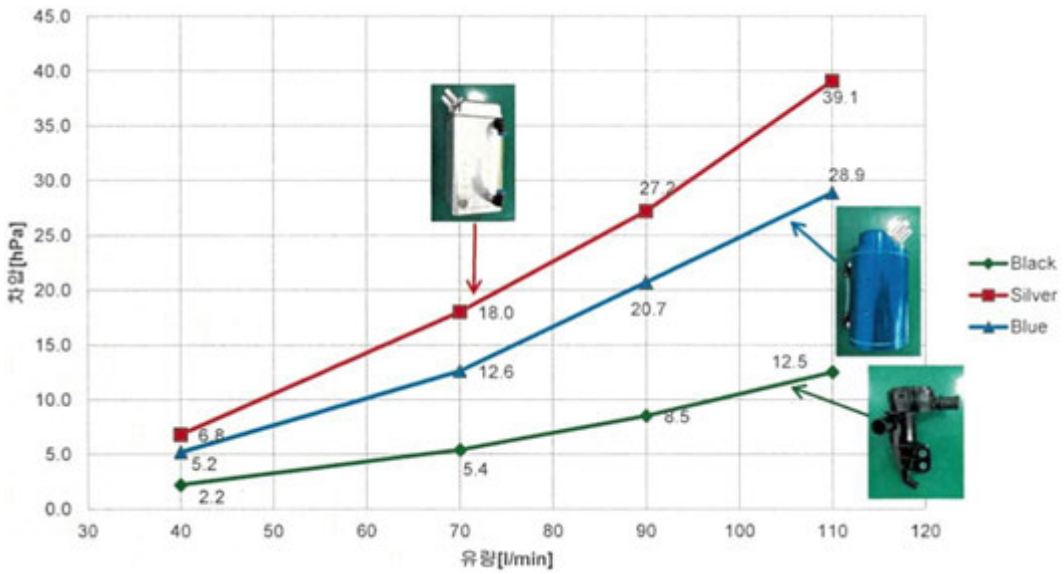


그림 138. 오일 캐치탱크 평가 결과 - 유동 차압

○ 공기측 압력 손실의 대표값은 순정 부품은 8.5 hPa, 원통형 튜닝 부품은 20.7 hPa, 사각형 튜닝 부품은 27.2 hPa의 성능 분포를 나타냄

○ 공기측 압력 손실의 평가 결과, 순정 부품이 가장 낮게 나타났고 원통형이 순정 대비 243%, 사각형이 순정 대비 320% 높게 분포하였음

○ 공기 유량을 40~110 L/min 범위에 대해서 변화시켜가며 오일 분리 효율을 측정한 결과, 순정 부품은 27.2~59.8%, 원통형 튜닝 부품은 13.6~32.1%, 사각형 튜닝 부품은 0.1~31.4%의 성능 분포를 나타냄

○ 오일 분리 효율의 대표값은 순정 부품은 48.7%, 원통형 튜닝 부품은 20.1%, 사각형 튜닝 부품은 32.1%의 성능 분포를 나타냄

○ 오일 분리 효율의 평가 결과, 순정 부품이 가장 높게 나타났고 그다음으로 사각형 튜닝 부품, 원통형 튜닝 부품 순으로 효율이 낮게 분포하였음

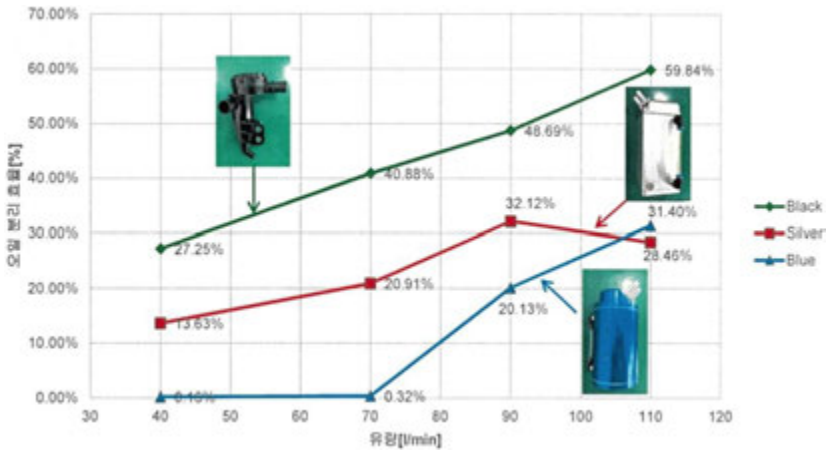


그림 139. 오일 캐치탱크 평가 결과 - 유량 대비 분리 효율

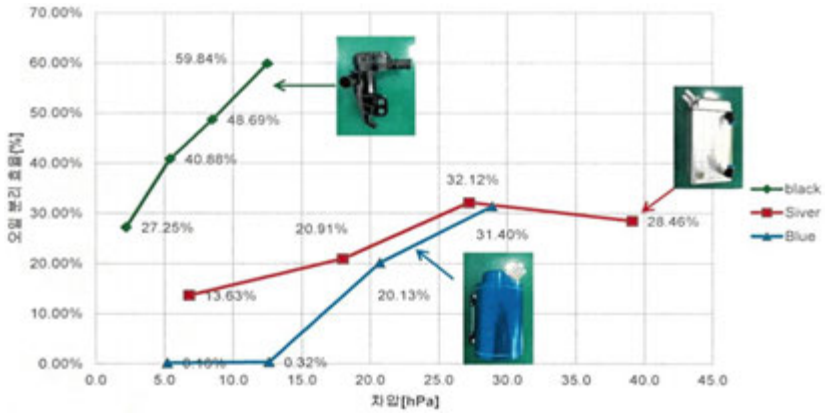


그림 140. 오일 캐치탱크 평가 결과 - 차압 대비 분리 효율

○ 순정 부품 대비 50%대, 70%대에 머무는 낮은 오일 분리 효율을 의아하게 생각하여 2종의 튜닝 부품의 헤드 커버를 분해한 결과, 타공형 분리판, 가이드 고무호스, 액적의 비산 방지용 스펀지 등 저비용으로도 대응 가능한 어떠한 대비책이 전무한 상황임을 확인할 수 있었음

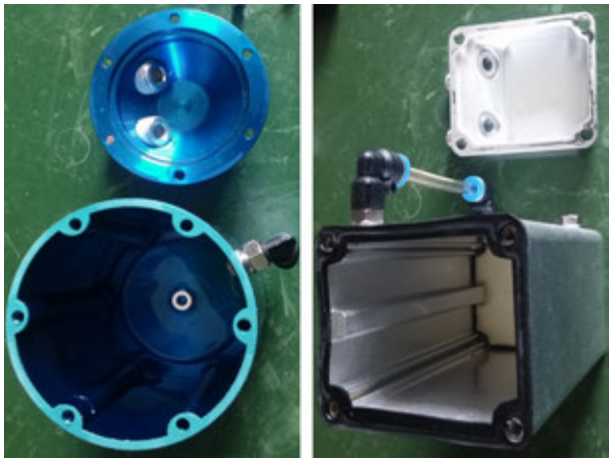


그림 141. 오일 캐치탱크 헤드 커버의 내부 구조

○ 이러한 영향으로 특히 원통형 부품의 경우 공기 유량 70 L/min까지 분리 효율이 0%에 머무는 결과를 나타내었음

○ 이론 블로우바이 가스 체적 계산

$V = N \cdot S \cdot VE \cdot \eta / 2$

여기서, V : 가스 체적 [L]

N : 회전수 [rpm]

S : 배기량 [L]

VE : 체적 효율 [−]

η : 블로우바이 효율 [−]

○ 체적 효율을 0.9, 블로우바이 효율을 0.01을 가정한 경우, 원통형 오일 캐치탱크는 3,000cc 배기량의 엔진에 장착하여도 5,000 rpm 회전수까지 오일 분리 효율은 0%인 결과를 나타냄

○ 타공형 분리판, 가이드 고무호스, 액적의 비산 방지용 스펀지 등은 구매 소비자가 자가 설치를 하는 경우 저비용으로 분리 효율 향상이 가능하여 본래의 튜닝 부품 장착 의도를 만족시킬 수 있을 것으로 예상됨



그림 142. 오일 분리기 순정 부품 내부 상세 구조

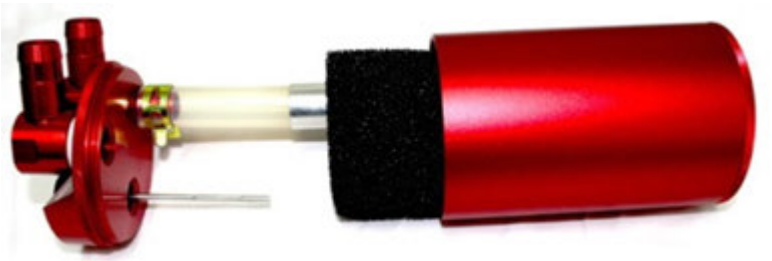


그림 143. 튜닝 오일 캐치탱크의 올바른 예시

Ⓒ 실차 성능 시험

- 실제 도로 주행 상황에서의 누적 주행거리별 오일 포집량 정보를 수집할 목적으로 실차에 오일 캐치탱크를 장착하고 관찰하였음
- 상기 오일 분리 효율의 평가 결과에서 예상되는 바와 같이 누적 오일 포집량은 전무에 가까웠으며 약간의 오일이 함유된 응축수만이 내부에 관찰되었음
- 추후 타공형 분리판, 가이드 고무호스, 액적의 비산 방지용 스펀지 등을 추가 장착하여 얼마만큼 오일 분리 효율이 향상되는지 추이를 관찰하는 것은 의미가 있을 것으로 판단됨

③ 인증기준

- 기밀시험 : 20kPa 인가 시 누설이 없을 것
- 분리 효율 시험 : 20%이상 일 것
- 유해물질의 사용 제한

– 카드뮴 : 중량 기준으로 0.01% 미만 함유 기준
– 납, 수은, 6가 크롬 : 중량 기준으로 0.1% 미만 함유 기준

④ 시험장비

- 기밀시험기, 분리효율 시험기

⑤ 시험가능기관

- 만 앤 휴멜 코리아

(사) 오픈형 에어필터

① 개요

- 에어필터는 엔진으로 유입되는 공기 속의 먼지를 제거함으로서 엔진의 내구 성능 좌우하는 중요한 부품임
- 에어필터 개수 및 위치의 변경, 밀폐형에서 오픈형으로의 변경, 공기유량 센서(AFS)의 위치 변경 등은 흡입되는 공기량 검출의 증감에 따라 연료 분사량이 달라짐

○ 에어필터의 변경은 배압 차이로 인한 여과 효율 변경, 엔진 습동부의 조기 마모에 따른 소음 및 배출가스 증가, 연비 저하 등에 영향을 줄 수 있음

○ 오픈형 에어필터는 형상에 따라 머쉬룸 타입, 실린더 타입, 콘 타입으로 분류됨

○ 오픈형 에어필터는 사용 조건에 따라 순정 부품과 동일하게 권장 수명에 따라 1:1 교체 방식의 건식과 권장 수명 사용 후 세척 오일로 청소/건조시켜 규격 오일을 도포하고 재사용하는 방식의 습식으로 분류됨

○ 오픈형 에어필터는 사용되는 필터 재질에 따라 메탈 메쉬, 폼, 합성섬유, 코튼 거즈로 크게 분류되며, 주로 순정 부품에 사용되는 건식의 합성섬유와 튜닝용 에어필터에 사용되는 코튼 거즈가 대다수를 차지한다고 볼 수 있음

○ 건식으로 사용되는 메탈 메쉬 재질과 습식으로 사용되는 폼 재질은 집진 성능이 매우 취약하기에 단기간 사용의 특수한 경우를 제외하고는 실사용에 각별한 주의를 요구하는 항목임

○ 특히 튜닝 에어필터는 실제 판매 시 어떠한 검증자료 없이 소비자를 현혹하는 자료로만 포장된 경우가 대부분이기에 이들을 분별할 수 있는 인증 기준이 절대적으로 요구되는 상황임

② 주요내용

㉮ 참조기준

㉠ 기준 검토

○ 에어필터는 엔진 자체의 수명뿐만 아니라 자동차의 내구 성능에 지대한 영향을 미치는 중요한 부품으로서, 그 자체의 기능적인 성능뿐만 아니라 작동환경 하에서의 내구성이 중요하기에 품질 저하로부터 파급되는 손상을 방지하기 위해서는 필수 평가 항목의 선정이 중요함

○ 제조업체 기준, KS 기준, 자동차 부품 신뢰성(RS) 기준, ISO 기준에 대한 비교 검토를 수행함

○ 국내/외 기준(표준)을 검토한 결과, SAE/JASO/JIS/KS 등에서 시험 방법을 규정하는 기준들은 존재하나 인증 기준을 제시하는 기준은 존재하지 않는 것으로 판단됨

○ 공통요소

- KS A 0006 시험 장소의 표준 상태
- KS R 1041 자동차용 공기청정기 시험 방법
- KS R ISO 5011 내연기관과 압축기용 흡입 공기청정기-성능 시험
- ISO 5011 Inlet air cleaning equipment for internal combustion engines and compressors-performance testing
- SAE J 726 Air cleaner test code
- 자동차용 튜닝 순정형 에어필터 품질인증 기준

○ 통기 저항, 청정 효율, 먼지 포집량

- KS R ISO 5011 내연기관과 압축기용 흡입 공기청정기-성능 시험
- ISO 5011 Inlet air cleaning equipment for internal combustion engines and compressors-performance testing

○ 기타 고온 방치, 저온 방치, 열 충격, 복합 진동 시험 방법은 국내/외 제조업체의 사내 규격을 참조하였음

㉡ 시험 항목 우선순위 분석

○ 에어필터의 품질 저하를 발생시킬 수 있는 요인으로 먼지의 퇴적에 의해 필터 엘리먼트가 막힘으로서 엔진에 요구되는 정격 공기량의 흐름이 방해받는 것이 제시되며, 사용시간에 따라 필터 엘리먼트의 막힘에 의한 차압 증대가 주요 고장 형태에 나타남

○ 추가로 에어필터가 고온의 엔진룸에 있기 때문에, 차가운 신기의 유입이 있는 경우에는 강제 냉각이 수반되므로 문제가 없지만 차량이 정지한 경우 에어필터로 유입되는 신기가 없으므로 열적인 문제가 발생할 수 있음

○ 오픈형 에어필터의 잠재적 고장 형태와 그 영향을 분석한 결과, 기본 성능 목표인 먼지 포집량 및 청정 효율, 수명 성능을 파악하여야 하고, 고온/저온 환경에 노출되는 엔진룸 환경 모사를 위한 고온/저온 방치 시험, 열 충격 시험, 동적 기밀성 시험 및 복합 진동 시험, 차량의 진동 내구 시험을 실시하여야 하는 것으로 판단됨

표 64. 오픈형 에어필터의 잠재적 고장 형태 및 영향 분석(설계 FMEA)

부품/기능	잠재적 고장 형태	고장의 잠재적 영향	심각도	고장의 잠재적 원인 /발생 과정	발생도	현 설계관리	검출도	위험우선순위
엘리먼트 (부직포)	막힘	- 차압 발생 - 엔진 흡입공기 저하 - 엔진 출력 저하	9	- 과도한 먼지 흡입 - 엘리먼트 설계 불량	3	- 수명 시험 - 먼지 포집량 시험	3	81
	파손, 찢어짐	- 청정효율 저하 - 먼지 포집 불량	7	- 과도한 먼지 흡입에 의한 차압 발생 - 수분 및 오일 흡입에 따른 막힘 - 엘리먼트 설계 불량	2	- 저온 방치 시험 - 수명 시험 - 열 충격 시험 - 진동 내구 시험	2	28
	찌그러짐	- 청정효율 저하 - 먼지 포집 불량	7	- 과도한 먼지 흡입에 의한 차압 발생 - 엘리먼트 설계 불량	2	- 수명 시험 - 먼지 포집량 시험 - 동적 기밀성 시험	2	28
	눌러 붙음	- 청정효율 저하 - 차압 발생 - 엔진 출력 저하	5	- 엔진룸 고온에 노출 - 엘리먼트 설계 불량	1	- 고온 방치 시험 - 열 충격 시험	2	10
엘리먼트 프레임	파손, 찌그러짐	- 청정효율 저하 - 먼지 포집 불량	7	- 과도한 하우징 커버 체결 - 기계적 충격 - 프레임 설계 불량	1	- 복합 진동 시험 - 열 충격 시험	1	7
하우징	변형 파손, 부식	- 하우징기밀문제 발생 - 청정효율 저하	5	- 기계적 충격	2	- 복합 진동 시험 - 열 충격 시험	2	20
	열 변형	- 청정효율 저하 - 차압 발생	5	- 고온에 의한 열 변형 - 하우징 재질 관리 불량	1	- 고온 방치 시험 - 열 충격 시험 - 복합 진동 시험	2	10
브래킷	파손	- 에어필터 이탈 - 소음 발생	3	- 과도한 체결 - 과도한 충격	2	- 복합 진동 시험	1	6
체결장치	이탈	- 에어필터 이탈 - 소음 발생	7	- 진동 충격에 의한 이탈 - 체결장치 설계 불량 - 체결력 부족	3	- 복합 진동 시험	1	21

비고 2. 심각도=1~10 / 발생도=1~10 / 검출도=1~5
2. 위험발생순위 : 심각도×발생도×검출도

표 65. 오픈형 에어필터의 품질 기능 전개(요구사항과 고장모드/메커니즘 매트릭스)

부 품	하우징	엘리먼트 프레임	체결장치	엘리먼트 (부직포)	
고장모드 / 요구사항	하우징 변형	찌그러짐	체결 이탈	막힘	파손, 찢어짐
기밀성	○	◇	○	◇	◇
내압성	○	◇	○	◇	○
내열충격	○	○	○	○	○
내염성	◇	◎	◇	◎	◎
내진성	◎	◇	◎	◇	◇
내충격성	◇	○	◇	◎	○
가중치 합계	20	18	20	24	20
중요도 우선순위	2	5	2	1	2

※ 신뢰성에 관련된 중요도에 따라 표시 : ◎: 가장 중요(9점), ○: 중요(3점), ◇: 보통(1점)

표 66. 오픈형 에어필터의 품질 기능 전개(고장모드/메커니즘과 시험 항목 매트릭스)

부 품	시험항목 / 고장모드	고온방치 저온방치	열 충격	복합진동	청정효율	먼지 포집량	수명
하우징	하우징 변형	○	○	○	◇	◇	◇
엘리먼트 프레임	찌그러짐	◇	◇	○	◎	◎	○
체결장치	체결 이탈	○	○	○	◇	◇	◇
엘리먼트 (부직포)	막힘	◇	◇	○	◎	◎	◎
	파손, 찢어짐	◇	○	○	◎	◎	○
영향점수	가중치 합계	9	11	15	29	29	17
	중요도 우선순위	6	5	4	1	1	3

※ 신뢰성에 관련된 중요도에 따라 표시 : ◎: 가장 중요(9점), ○: 중요(3점), ◇: 보통(1점)

○ 고장 심각도의 최우선순위로 지목된 엘리먼트는 잠재적 고장 형태로 막힘, 파손 및 찢어짐, 찌그러짐, 눌어붙음의 순으로 심각도, 발생도, 검출도가 분석되었으며, 설계 관리 사항으로 청정 효율 및 먼지 포집량, 수명 시험, 저온 방치 시험, 열 충격 시험, 진동 내구 시험, 동적 기밀성 시험이 지목되었음

○ 오픈형 에어필터의 주요 고장 부품은 엘리먼트, 엘리먼트 프레임, 하우징, 브래킷, 체결장치로 파악되어 4가지 부품에 대해서 각 요구사항에 따라 중요도를 분석하였음

○ 오픈형 에어필터의 결함을 분석한 결과, 엘리먼트 기본 구조의 파손에 따른 엘리먼트 파손 및 찢어짐, 막힘의 고장모드를 제외하면 하우징 변형, 체결장치 이탈, 엘리먼트 프레임 찌그러짐의 고장모드 모두 기계적 누설에 의한 고장이 주된 고장모드이기에 청정 효율 및 먼지 포집량 성능을 파악하여 고장 여부를 파악해야 됨

○ 오픈형 에어필터의 주요 고장 부품에 대해서 각 시험 항목별로 중요도에 따라 분석한 결과, 엘리먼트가 1순위를 차지하였으며 그 다음으로 하우징, 체결장치, 엘리먼트 프레임 순으로 우선순위를 차지하였음

○ 오픈형 에어필터의 주요 시험 항목에 대해서 주요 고장 부품별로 중요도에 따라 분석한 결과, 청정 효율 및 먼지 포집량이 공동 1순위를 차지하였으며 그 다음으로 수명 시험, 복합 진동 시험, 열 충격 시험, 고온/저온 장치 시험 등이 우선순위를 차지하였음

○ 우선순위의 시험 항목
– 청정 효율 시험

㉯ 성능 및 시험방법

○ 오픈형 에어필터의 결함을 분석한 결과, 엘리먼트 파손 및 찢어짐, 막힘의 고장모드를 제외하면 하우징 변형, 체결장치 이탈, 엘리먼트 프레임 찌그러짐의 고장모드 모두 기계적 누설에 의한 고장이 주된 고장모드이기에 청정 효율 및 먼지 포집량 성능을 파악하여 고장 여부를 파악해야 됨

○ 청정 효율의 산출은 앱설루트 필터 법에 따르는 것으로 하며 더스트 공급량은 20g과 정격 공기량의 6배 수치와 같은 g 수를 비교하여 어느하나 많은 값으로 지정함

○ 청정 효율

$$\eta = \frac{(B - C)}{B} \times 100$$ 여기서, η : 청정 효율 [%]

B : 공급 더스트 량 [g]

C : 앱설루트 필터의 질량 증가량 [g]

– 초기 청정 효율 : 더스트 공급 6분 후 측정
– 전체 청정 효율 : 초기 청정 효율 측정 후 통기저항 값이 시험 초기량 대비 300 mmAq 증가 후 시간과 공급 더스트 량을 기록함

○ 정격 공기량

$$V_r = \frac{\eta_v \times V_d \times N_{\max}}{R_c}$$ 여기서, V_r : 정격 공기량 [m^3/min]

η_v : 체적효율 [–]

V_d : 엔진 배기량 [cc]

$N_{\max}$: 최고회전수 [rpm]

R_c : 사이클당 회전수 [rev/cycle]

㉰ 시험평가

㉠ 시험샘플

○ 각 출처 국가별로 중국산/대만산/미국산 각각에 대해서 튜닝용 오픈형 에어필터를 선정/수급하여 성능 평가를 수행하였음

○ 중국산/대만산의 경우 머쉬룸형/실린더형, 건식/습식 유형별로 각각 선정/수급하였으며, 미국산의 경우 실린더형 습식 유형만 존재하기에 선정/수급하였음

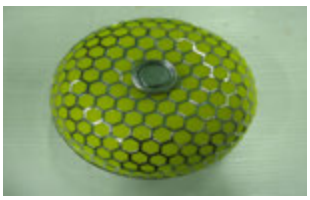
○ 중국산 튜닝 오픈형 에어필터 #1

1. 형태/타입 : 실린더형/건식
2. 코어 사이즈 : [ϕ_1]110[ϕ_2]140×[H]125 [mm]
3. 포트 사이즈 : 70 [mm]



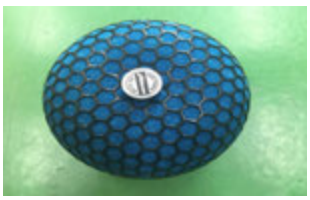
○ 중국산 튜닝 오픈형 에어필터 #2

1. 형태/타입 : 머쉬룸형/건식
2. 코어 사이즈 : [ϕ]154×[H]66 [mm]
3. 포트 사이즈 : 70 [mm]



○ 대만산 튜닝 오픈형 에어필터 #1

1. 형태/타입 : 머쉬룸형/습식
2. 코어 사이즈 : [ϕ]166×[H]87 [mm]
3. 포트 사이즈 : 70 [mm]



○ 대만산 튜닝 오픈형 에어필터 #2

1. 형태/타입 : 실린더형/습식
2. 코어 사이즈 : [ϕ_1]89[ϕ_2]126×[H]135 [mm]
3. 포트 사이즈 : 70 [mm]



○ 미국산 튜닝 오픈형 에어필터 #1

1. 형태/타입 : 실린더형/습식
2. 코어 사이즈 : [ϕ_1]115×[H]127 [mm]
3. 포트 사이즈 : 70 [mm]



㉡ 시험 및 평가 실시

○ 우선순위의 시험 항목으로 선정된 청정 효율 시험에 대해서 시험 조건 및 방법, 기록 사항 등을 정의하고 각 샘플별로 시험을 실시하였음

○ 시험실 조건은 특별한 지정이 없는 한 상온(5~45℃), 상습(45~85%)으로 하고, 시험 장치의 오일, 공기 및 냉각수의 온도에 크게 영향을 주지 않는 환경 조건으로 함

○ 청정 효율의 산출은 앱설루트 필터법에 따르는 것으로 함

○ 정격 공기량에서의 청정 효율을 측정하는 일정 공기량 시험을 수행함

○ 더스트 공급량은 20 g과 정격 공기량의 6배 수치와 같은 g 수를 비교하여 어느 하나 많은 값으로 지정함

○ 시험 방법은 KS R ISO 5011의 시험 방법 및 측정 방법에 따라 수행함

○ 청정 효율

$$\eta = \frac{(B-C)}{B} \times 100$$ 여기서, η : 청정 효율 [%]

B : 공급 더스트 량 [g]

C : 앱설루트 필터의 질량 증가량 [g]

- 초기 청정 효율 : 더스트 공급 6분 후 측정
- 전체 청정 효율 : 초기 청정 효율 측정 후 통기저항 값이 시험 초기량 대비 300 mmAq 증가 후 시간과 공급 더스트 량을 기록함

○ 실험 차량 정보

제 조 사	기아자동차(주)	모 델 명	쏘울
연 식	2009	엔진형식	직렬4기통
배 기 량	1591 cc	구동방식	전륜구동
최고출력 [ps/rpm]	124/6300	최대토크 [kg·m/rpm]	15.9/4300

표 67. 시험용 더스트 규격

종 류	사용 재료	체적 밀도	비 고
ISO 12103-1, A2 Fine Test Dust	애리조나 사막 모래	900 [kg/m^3]	KS R ISO 12103-1 도로 차량 - 필터 평가용 시험 먼지 참조

표 68. 입자 지름 분포 또는 범위

입자 지름 [㎛]	오버 사이즈* (질량 기준) [%]
2	82.5±2.5
5	65±3
10	51±3
20	33±3
40	16±3
75	2±2



※ 오버 사이즈 : 분체의 입자 지름 분포에서 어떤 입자 지름보다 큰 입자군의 전체 분체에 대한 백분율

○ 시험 장치 사양

- 시험 장치 : 에어클리너 어셈블리 성능 시험 장치
- 공기 유량 : 0.5~40 m^3/min
- 더스트 공급 유량 : 0~40 g/min

○ 계측 항목은 대기압, 온도, 습도, 공기 공급 압력, 시험 공기량, 시험 더스트, 더스트 공급량, 청정 효율 측정 방법, 초기/전체 청정 효율, 먼지 포집량, 초기 통기 저항임



그림 144. 에어클리너 어셈블리 성능 시험 장치

○ 정격 공기량

$$V_r = \frac{\eta_v \times V_d \times N_{\max}}{R_c}$$

여기서, V_r : 정격 공기량 [m^3/min]

η_v : 체적효율 [−]

V_d : 엔진 배기량 [cc]

$N_{\max}$: 최고회전수 [rpm]

R_c : 사이클당 회전수 [rev/cycle]

○ 시험 조건 및 방법

- 공기 공급 압력 : 100 kPa (gauge)
- 시험 공기량 : 정격 공기량 5.0±0.1 m^3/min @ 1.6L 엔진
- 시험 더스트 : ISO 12103−1, A2 Fine Test Dust
- 더스트 공급량 : 5.0±0.1 g/min (정격 공기량 대비)

○ 기록 사항

- 대기압, 온도, 습도
- 공기 공급 압력
- 시험 공기량
- 더스트 공급량
- 초기 통기 저항
- 청정 효율 측정 방법
- 초기/전체 청정 효율
- 먼지 포집량

㉣ 시험 및 평가결과

○ 중국산 에어필터(A) (실린더형/건식)

- 초기 통기 저항

정격 공기량 대비 초기량	단위	50%	75%	100%	125%	150%
전체 저항	mmAq	35.8	77.0	139.9	217.0	310.8
지그 저항	mmAq	19.1	39.0	68.8	110.0	160.4
통기 저항	mmAq	16.7	38.0	**71.1**	107.0	150.4

– 청정 효율

항 목		단위	초기 청정 효율	전체 청정 효율
더스트 공급량 (B)		g	30.01	43.92
앱설루트 필터 질량	시험 전	g	140.35	142.42
	시험 후	g	142.42	143.09
	증가량 (C)	g	2.07	0.67
청정 효율 (η)		%	**93.00**	**95.98**

– 더스트 포집량 : **41.16 g**

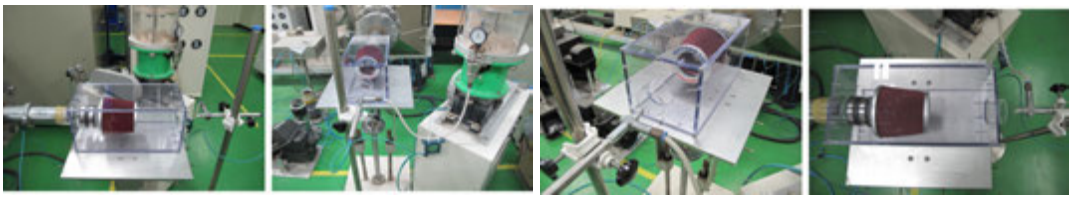


그림 145. 중국산 오픈형 에어필터(A) 성능 시험 사진

○ 중국산 에어필터(B) (머쉬룸형/건식)

– 초기 통기 저항

정격 공기량 대비 초기량	단위	50%	75%	100%	125%	150%
전체 저항	mmAq	43.0	88.8	162.2	250.8	361.6
지그 저항	mmAq	18.3	37.4	61.4	100.7	147.1
통기 저항	mmAq	24.7	51.4	**100.8**	150.1	214.5

– 청정 효율

항 목		단위	초기 청정 효율	전체 청정 효율
더스트 공급량 (B)		g	30.01	338.18
앱설루트 필터 질량	시험 전	g	200.86	209.55
	시험 후	g	209.55	287.35
	증가량 (C)	g	8.69	77.8
청정 효율 (η)		%	**70.73**	**48.75**

– 더스트 포집량 : **251.68 g**



그림 146. 중국산 오픈형 에어필터(B) 성능 시험 사진

○ 대만산 에어필터(A) (머쉬룸형/습식)

– 초기 통기 저항

정격 공기량 대비 초기량	단위	50%	75%	100%	125%	150%
전체 저항	mmAq	39.6	82.7	149.8	230.8	331.5
지그 저항	mmAq	18.2	36.2	65.2	103.7	147.0
통기 저항	mmAq	21.4	46.5	**84.6**	127.1	184.5

– 청정 효율

항 목		단위	초기 청정 효율	전체 청정 효율
더스트 공급량 (B)		g	30.01	188.59
앱설루트 필터 질량	시험 전	g	198.13	209.53
	시험 후	g	209.53	262.59
	증가량 (C)	g	11.4	53.06
청정 효율 (η)		%	**62.50**	**53.07**

– 더스트 포집량 : **124.12 g**

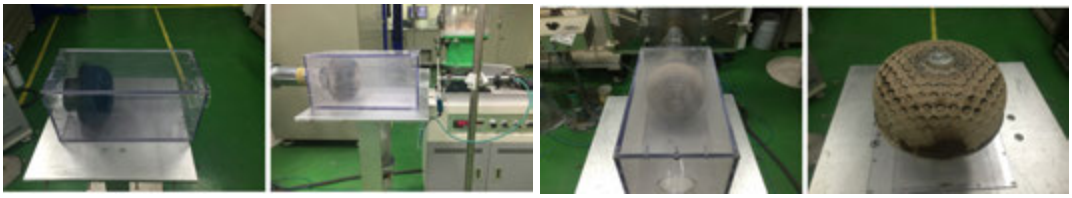


그림 147. 대만산 오픈형 에어필터(A) 성능 시험 사진

○ 대만산 에어필터(B) (실린더형/습식)

– 초기 통기 저항

정격 공기량 대비 초기량	단위	50%	75%	100%	125%	150%
전체 저항	mmAq	39.2	77.1	143.4	229.1	328.8
지그 저항	mmAq	18.7	37.9	65.9	98.0	147.1
통기 저항	mmAq	20.5	39.2	**77.5**	131.1	181.7

– 청정 효율

항 목		단위	초기 청정 효율	전체 청정 효율
더스트 공급량 (B)		g	30.01	40.93
앱설루트 필터 질량	시험 전	g	195.78	200.55
	시험 후	g	200.55	201.32
	증가량 (C)	g	4.77	0.77
청정 효율 (η)		%	**83.42**	**83.86**

– 더스트 포집량 : **35.38 g**

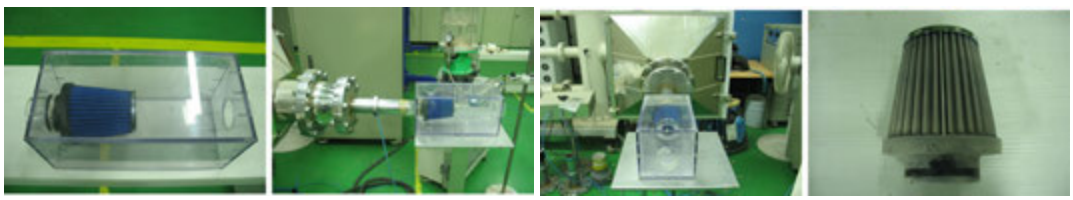


그림 148. 대만산 오픈형 에어필터(B) 성능 시험 사진

○ 미국산 에어필터(A) (실린더형/습식)

– 초기 통기 저항

정격 공기량 대비 초기량	단위	50%	75%	100%	125%	150%
전체 저항	mmAq	38.6	75.4	144.6	223.2	327.8
지그 저항	mmAq	17.4	34.9	64.8	91.5	129.1
통기 저항	mmAq	21.2	40.5	**79.8**	131.7	198.7

– 청정 효율

항 목		단위	초기 청정 효율	전체 청정 효율
더스트 공급량 (B)		g	30.01	77.81
앱설루트 필터 질량	시험 전	g	194.82	195.53
	시험 후	g	195.53	196.08
	증가량 (C)	g	0.71	0.55
청정 효율 (η)		%	**97.69**	**98.84**

– 더스트 포집량 : **76.54 g**

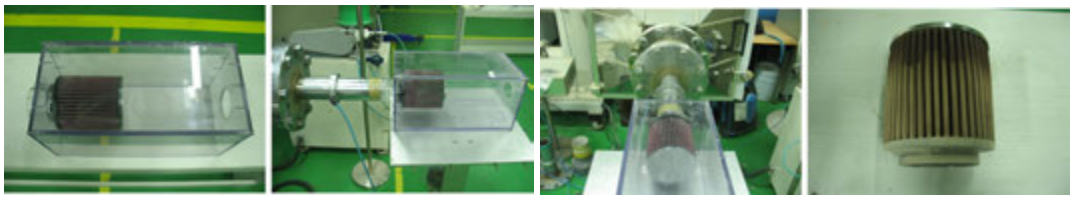


그림 149. 미국산 오픈형 에어필터(A) 성능 시험 사진

○ 시험 조건 및 방법에 따라 성능 시험을 수행하여 대기압, 온도, 습도, 공기 공급 압력, 시험 공기량, 시험 더스트, 더스트 공급량, 청정 효율 측정 방법, 초기/전체 청정 효율, 먼지 포집량, 초기 통기 저항을 계측하였음

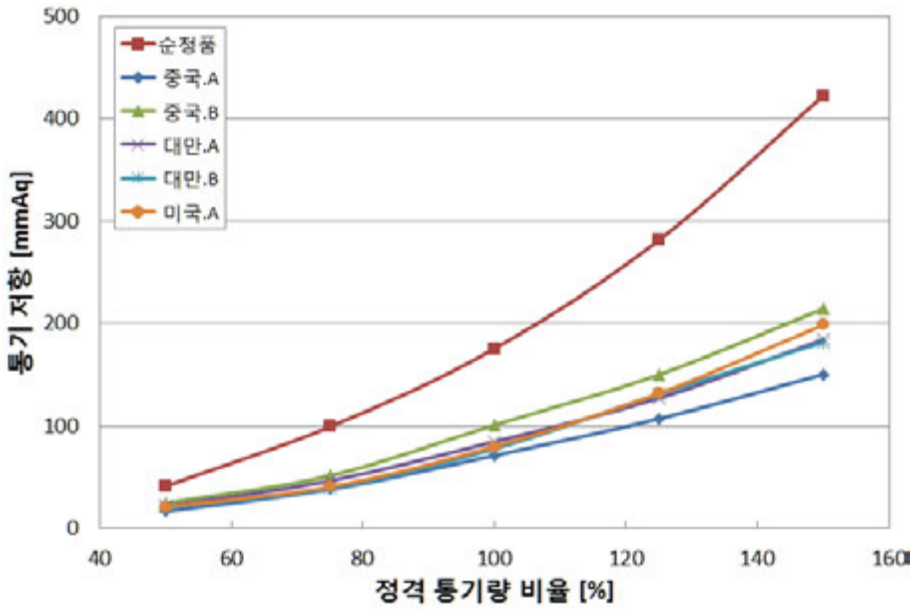


그림 150. 오픈형 에어필터 시험 결과 - 통기 저항

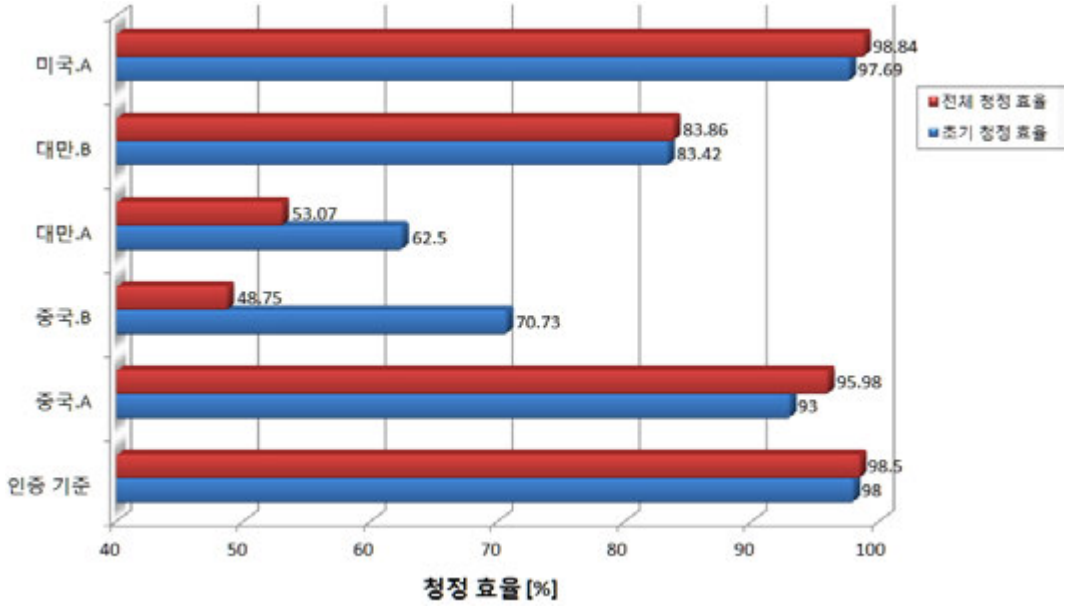


그림 151. 오픈형 에어필터 시험 결과 - 청정 효율

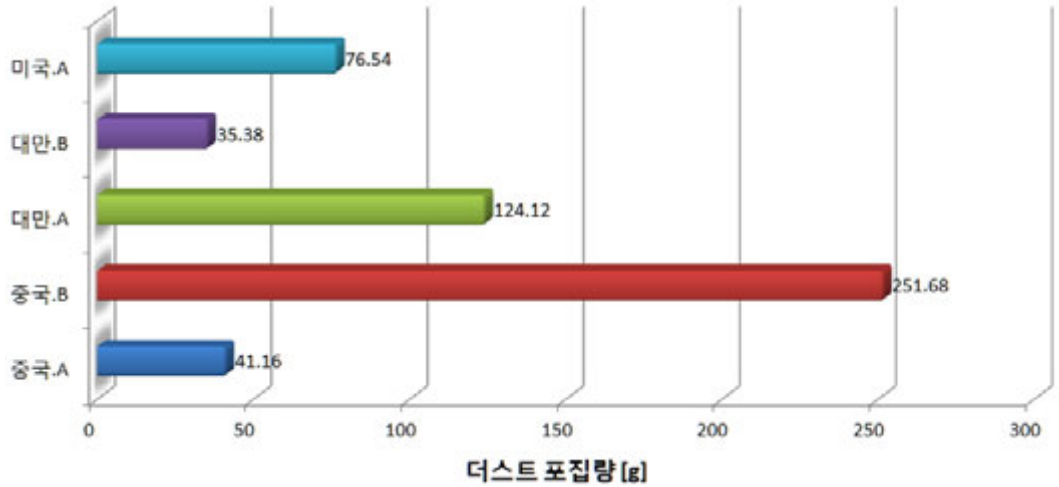


그림 152. 오픈형 에어필터 시험 결과 - 더스트 포집량

- ○ 초기 통기 저항의 대표값은 중국산 A 부품은 71.1 mmAq, 중국산 B 부품은 100.8 mmAq, 대만산 A 부품은 84.6 mmAq, 대만산 B 부품은 77.5 mmAq, 미국산 A 부품은 79.8 mmAq, 순정 부품은 175.4 mmAq의 성능 분포를 나타냄
- ○ 통기 저항의 평가 결과 오픈형 에어필터 모두 순정 부품대비 평균 50% 낮은 영역에 분포하였으며, 중국산, 대만산, 미국산 모두 동일한 데이터 경향을 나타내었음
- ○ 통기 저항의 평가 시에 건식/습식 사용 조건별 및 실린더형/머쉬룸형 형상별 특이사항은 발견되지 않았음
- ○ 초기 청정 효율의 평가 결과, 중국산 A 부품은 93.0%, 중국산 B 부품은 70.7%, 대만산 A 부품은 62.5%, 대만산 B 부품은 83.4%, 미국산 A 부품은 97.7%의 성능 분포를 나타냄
- ○ 전체 청정 효율의 평가 결과, 중국산 A 부품은 96.0%, 중국산 B 부품은 48.8%, 대만산 A 부품은 53.1%, 대만산 B 부품은 83.9%, 미국산 A 부품은 98.8%의 성능 분포를 나타냄

○ 청정 효율의 평가 결과 미국산 샘플만 오차 범위 내에서 인증 기준을 만족하였을 뿐 중국산/대만산 샘플들은 큰 격차를 보이며 인증 기준을 만족시키지 못하는 결과를 나타내었음

○ 중국산 B 샘플 및 대만산 A 샘플의 경우 초기 청정 효율 대비 전체 청정 효율은 더 떨어지는 특이한 결과를 나타내었음

○ 에어필터의 인증 기준의 경우 초기에 필터를 통과하고도 시스템을 순환하며 계속적으로 필터를 통과하는 오일필터의 경우와 달리 흡입공기는 단 한번 에어필터를 통과하여 엔진에 유입되기에 엔진 내구 성능의 보장을 위해서는 에어필터 선택에 신중을 기해야함을 여실히 증명해주는 결과로 판단됨

○ 더스트 포집량은 청정 효율과 함께 기본적으로 평가가 요구되는 기본 성능 시험 항목이나 인증 기준으로서 “만족/불만족”을 판정할 기준이 존재하지 않기에 필수 인증 항목에 포함시키는 것은 불가한 것으로 판단됨

○ 그러나 더스트 포집량은 청정 효율과 함께 기본 성능 항목이기에 도면 표기 성능의 만족여부를 판단하는 것으로 대체함

③ 인증기준

○ 청정 효율 시험 : 초기 청정 효율 98.0% 이상일 것
전체 청정 효율 98.5% 이상일 것

○ 유해물질의 사용 제한

- 카드뮴 : 중량 기준으로 0.01% 미만 함유 기준
- 납, 수은, 6가 크롬 : 중량 기준으로 0.1% 미만 함유 기준

④ 시험장비

○ 에어필터 성능시험 장치



그림 153. 에어클리너 어셈블리 성능 시험 장치

⑤ 시험가능기관

- 자동차부품연구원
- 만 앤 휴멜 코리아

(아) 블랙박스

① 개요

○ 블랙박스(이하 자동차용 주행영상 저장장치라 함)란 자동차에 전방 및 후방 등에 부착되어 영상정보를 전자기록매체에 저장하여 제공할 수 있는 장치를 의미함

○ 본 연구에 적용되는 자동차용 주행영상 저장장치는 저장된 자동차 영상정보의 무결성 검증 기능을 갖추지 않은 일반형 제품과 자동차용 전자식 운행기록장치 또는 자동차용 사고기록장치와 연동되지 않고 독립적으로 사용되는 독립형 제품에 대하여 평가를 실시함

○ 최근에 IT · 전자통신 기술발전에 따라 자동차 내부에 TPMS, ECM 미러 등 각종 첨단전기장치가 꾸준하게 확대 적용됨에 따라 자동차의 전자파 환경 변화 등을 고려한 기준 연구를 실시함

② 주요내용

㉮ 참조기준

○ 자동차안전기준에 관한 규칙 제111조의2(전자파적합성)에 의거하여 자동차의 부품 시험기준을 명시하고 있음

– 주요 시험항목에는 광대역방사기준, 협대역방사기준, 내성기준 및 전도 기준 등이 있음

구 분	시험 주파수(㎒)		
	30 ~ 75	75 ~ 400	400 ~ 1000
광대역 방사기준	62−25.13log(f/30)	52+15.13log(f/75)	63
협대역 방사기준	52−25.13log(f/30)	42+15.13log(f/75)	53
내성 기준	가. 전자파방사 : 30V/m 나. 150㎜스트립선로 : 60V/m 다. 800㎜스트립선로 : 15V/m 라. TEM cell : 75V/m 마. BCI(벌크전류인가) : 60㎃		
전도 기준	가. 과도전도 내성기준 : 펄스 1~4 나. 과도전도 방사기준 : +75V/−100V (12V 부품)		

○ WP29 UN/ECE R.10(UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF VEHICLES WITH REGARD TO ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY)

– 자동차 및 부품의 전자파 기준을 명시하고 있으며 시험 항목은 국내 자동차안전기준과 유사함

– 개정된 UN/ECE R.10.4 기준에는 전기자동차 등에 적용되는 DC 전원을 사용하는 부품에 대하여 전도성 장해 허용기준을 명시하고 있음

구 분	시험 주파수(㎒)	
	0.15~0.5	0.5~30
허용기준 (dB㎶)	66	60

○ 방송통신기자재등의 적합성평가(KC)

– 전파법 제58조의2(방송통신기자재등의 적합성평가)에 의거하여 모든 방송통신기자재는 전자파적합성 등록 대상 제품임

> – 전파법 제58조의2(방송통신기자재등의 적합성평가)
> 방송통신기자재와 전자파장해를 주거나 전자파로부터 영향을 받는 기자재(이하 "방송통신기자재등"이라 한다)를 제조 또는 판매하거나 수입하려는 자는 해당 기자재에 대하여 다음 각 호의 기준(이하 "적합성평가기준"이라 한다)에 따라 제2항에 따른 적합인증, 제3항 및 제4항에 따른 적합등록 또는 제7항에 따른 잠정인증(이하 "적합성평가"라 한다)을 받아야 한다.

– 시험항목으로 전도장해, 방사장해, 방사성 RF 내성 등이며 주로 가정용 전자파적합성(EMC) 위주로 기준 및 시험방법이 명시됨

○ 한국산업표준(KS)

– 한국산업표준으로 자동차용 사고영상 기록장치(KS C 5078)에는 기능적 요구사항 및 일반 요구사항으로 구분하여 상세하게 기준 및 평가방법이 명시되어 있음

– 기능적 요구사항에는 사고영상 기록장치의 기본적 기능, 사고 기록정보의 종류, 전원공급부 및 전기안전성 등으로 구성되어 있음

– 일반 요구사항에는 시험 일반사항, 사고영상 기록장치 성능시험, 내환경시험 등으로 구성되어 있음

– 기타 제품표시 및 공장인증 심사 등 제조사가 제품인증을 취득하기 위해서는 많은 기간 소요 및 비용이 요구됨

○ 시험항목 선정

– 시험 항목은 자동차용 부품의 전자파 안전기준, 유럽기준, KS 기준 등 국내외 기준, 소비자 불만사항 및 제조사 의견수렴 등을 참고하여 선정함

– 최근 자동차 내부에 첨단전기장치가 꾸준하게 보급 장착됨에 따라 자동차 내부 환경 및 제품 품질 성능을 고려함

– 시험 방법은 자동차 내부 환경 특성, 제품 자체의 안전, 품질, 성능 등 시험환경과 여건을 고려하여 중요도 순으로 항목을 선택함

– 주요 시험 항목은 전자파적합성, 자동차 전원안전성, 환경성능, 데이터 저장 성능 및 기타 품질 성능을 확인함

㈏ 성능 및 시험방법

○ 국내에서 시판되는 제품 중 인지도, 가격 등을 고려하여 총 8종으로 시험 실시

○ 전자파 적합성

– 협대역 방사시험

· 시험품은 정상작동 상태이며 후방카메라 설치 등 최대 작동조건으로 실시함

· 시험품의 전원은 13.5±0.5V이며 시험품 및 관련 배선은 시험 테이블의 접지 면에서 50±5 밀리미터 높이의 비전도성이며 저유전체($\varepsilon_r \leq 1.4$) 위에 배치함
· 공중선은 수평 및 수직극성으로 구분하여 시험을 실시함
· 측정 주파수 범위는 30~1,000 MHz로 전 범위에서 기준에 적합한지 여부를 확인함

- 내성시험
· 시험품은 정상작동 상태이며 후방카메라 설치 등 정상 작동조건으로 실시함
· 시험 신호는 20 MHz에서 800 MHz까지는 1kHz 정현파에 변조도(m)는 80%로 진폭 변조된 신호를 사용하며 800 MHz에서 2,000 MHz까지는 tON이 577㎲, 주기가 4,600㎲인 펄스 변조된 신호를 사용함
· 공중선은 수직극성으로 시험을 실시함

- 자동차 전원 안전성
· 상시전원을 사용하는 자동차용 주행영상 저장장치는 장시간 사용에 따른 자동차용 배터리의 방전을 보호하기 위하여 일정전압 이하로 떨어지는 경우 작동이 중지되는지를 확인하기 위함
· 전원공급장치로 시험품에 정상 작동전압을 인가함
· 전압을 강하하여 11.5V(24V의 경우 22.5V)이하에서 작동이 중지되는지를 확인함

- 환경성능
· 시험품의 저온 및 고온 환경에서 정상적인 작동 여부를 확인하기 위함
· 정상 작동되는 시험품을 항온기에 설치함
· 온도조건은 저온(−20℃±3)에서 고온(100℃±2)까지 10분 간격으로 10℃씩 증가하면서 시험을 실시함
· 또한 70℃±2 온도조건에서 4시간 동안 고온작동 시험을 실시함
· 시험 후 정상 작동 및 외형상 변형 여부를 확인함

- 데이터 저장 및 보존 성능
· 시험품의 저장매체를 포맷함
· 시험품에 사용전압을 공급한 후에 10분 통전, 전원 차단 1분을 연속적으로 4시간 반복 후에도 시간정보(연월일시분초), 데이터의 누락 및 손실이 발생 여부를 확인함

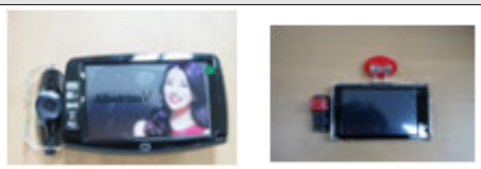
- 기타성능
· 화질 및 메모리 저장 용량 등을 확인함
· 영상(프레임률은 20 fps 이상), 카메라 사양 등을 확인함
· 화재 등을 방지하기 위하여 상시 전원용 케이블 또는 제품에 퓨즈 등 과전류 차단 기능을 확인함
· 전방 및 후방 등 채널수를 확인함
· 충격감지의 민감도를 소비자가 설정할 수 있는 가속도 구분 감지 기능을 확인함
· 자동주차 기능 등을 확인함

㉰ 시험평가

㉠ 시험샘플

○ 시험샘플은 국내에서 시판되는 제품 중 인지도, 가격 등을 고려하여 총 8종(총 17개 제품)으로 시험을 실시함

표 69. 블랙박스 시험 샘플

제조사	제조국	가 격	제 품 사 진
미동전자 현대	국내	고가 (3십만원 이상)	
만도, 다본다, 불스아이	국내	중가 (1~2십만원)	
디텍시규리티 블루칩수 에스투제이몰	중국	저가 (1십만원 이하)	

○ 각 제품별로 2개 이상을 구매하여 전자파, 환경성능 및 기타 품질 성능을 확인함

㉡ 전자파 적합성

Ⓐ 협대역 방사시험

○ 시험 방법

- 시험품은 정상작동 상태이며 후방카메라 설치 등 최대 작동조건으로 실시함
- 시험품의 전원은 13.5±0.5V이며 시험품 및 관련 배선은 시험 테이블의 접지면에서 50±5 밀리미터 높이의 비전도성이며 저유전체($\varepsilon_r \leq 1.4$) 위에 배치함
- 시험품 및 공중선의 어느 부분도 바닥면을 제외하고 시험실 흡수체로부터는 1.0 미터, 벽면으로부터는 2 미터 이상의 간격이 유지되어야 함
- 공중선의 어느 부분도 바닥면으로부터 최소 0.25 미터 이상의 간격이 유지되어야 함
- 접지면의 정면에 놓여진 시험 배선의 길이는 1.5±0.75 미터로 함
- 공중선의 기준점과 시험 배선간의 측정 거리는 1.0±0.01미터 유지하여야 하며 공중선의 중심은 시험 배선의 중심에 위치함
- 측정 장비는 국제 무선장해 특별위원회의 규격 조건에 준하는 것을 사용 하여야 하며, 측정은 평균치 검파기로 실시함
- 공중선은 수평 및 수직극성으로 구분하여 시험을 실시함
- 측정 주파수 범위는 30~1,000 MHz로 전 범위에서 기준에 적합한지 여부를 확인함
- 측정값은 120 kHz 대역폭에서 매미터당 마이크로볼트(dBμV/m) 단위로 기록함

○ 시험 장면

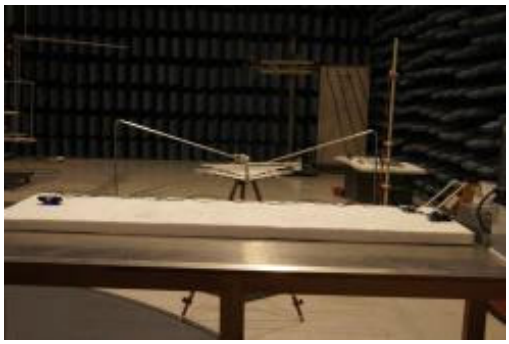
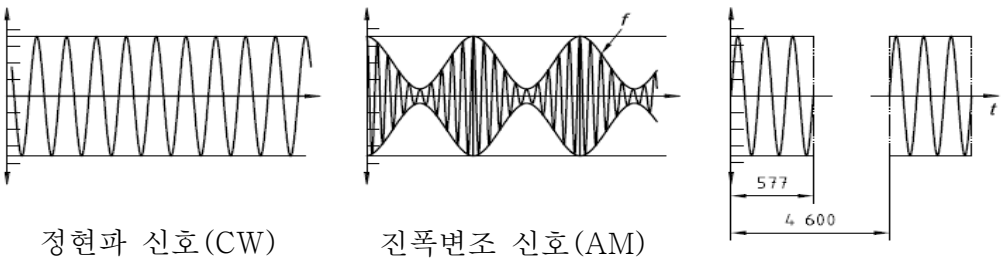
	
시험 구성도	시험품 작동

그림 154. 협대역 방사시험

Ⓑ 내성 시험

○ 시험 방법

- 시험품은 정상작동 상태이며 후방카메라 설치 등 정상 작동조건으로 실시함
- 시험품의 전원은 13.5±0.5V이며 시험품 및 관련 배선은 시험 테이블의 접지면에서 50±5 밀리미터 높이의 비전도성이며 저유전체($\varepsilon^r \leq 1.4$) 위에 배치함
- 교정 시험은 비변조된 정현파로 실시하고 내성시험은 교정시 사용된 것과 동일한 장치 및 신호를 인가함
- 전계강도는 30 v/m이며 시험 주파수는 20 MHz에서 2,000 MHz 범위 내에서 실시함
- 시험 신호는 20 MHz에서 800 MHz까지는 1kHz 정현파에 변조도(m)는 80%로 진폭 변조된 신호를 사용하며 800 MHz에서 2,000 MHz까지는 tON이 577μs, 주기가 4,600μs인 펄스 변조된 신호를 사용함



정현파 신호(CW) 진폭변조 신호(AM) 펄스변조 신호(PM)

그림 155. 변조된 신호

- 공중선의 위상 중심은 시험 테이블 위로 0.1 미터에 위치하며 수직극성으로 시험을 실시하며 공중선의 어느 부위도 바닥으로부터 0.25 미터, 흡수체로부터 0.5 미터, 벽면으로부터 1.5 미터 이상 이격함
- 공중선과 시험 배선간의 거리는 1.0±0.01 미터로 실시함
- 측정 주파수 20~2,000 MHz 범위에서 시험품의 오동작 여부를 제어실에서 확인함

○ 시험 장면

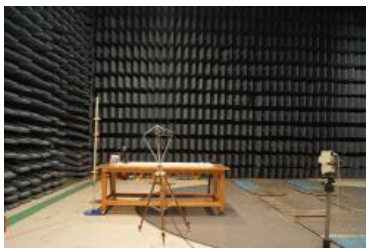
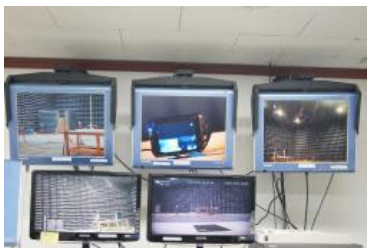
	
20 MHz ~ 200 MHz(수직극성)	200 MHz ~ 1 GHz(수직극성)
	
1 GHz ~ 2 GHz(수직극성)	제어실 관측 장면

그림 156. 전자파 내성 시험 장면

ⓒ 전도성 장해 허용시험

○ 시험 방법

- 시험품은 정상작동 상태이며 후방카메라 설치 등 최대 작동조건으로 실시함
- 시험품의 전원은 13.5±0.5V이며 시험품 및 관련 배선은 시험 테이블의 접지면에서 50±5 밀리미터 높이의 비전도성이며 저유전체($\varepsilon_r \leq 1.4$) 위에 배치함
- 시험 테이블의 높이는 접지면에서 900±100 밀리미터 높이로 실시함
- 측정 장비는 국제 무선장해 특별위원회의 규격 조건에 준하는 것을 사용 하여야 하며, 측정은 평균치 검파기로 실시함
- 측정 주파수 범위는 0.15~30 MHz로 전 범위에서 기준에 적합한지 여부를 확인하며 주파수 범위를 2개 주파수 대역(0.15~0.5, 0.5~30 MHz)으로 구분하여 각 대역별 최대값을 해당 주파수 대역의 측정값으로 함
- 측정값은 9kHz 대역폭에서 마이크로볼트(dBμV) 단위로 기록함

○ 시험 장면

	
시험 구성도	시험품 작동

그림 157. 전동성 장애 허용시험 장면

㉣ 자동차 전원 안전성

○ 시험방법

- 상시전원을 사용하는 자동차용 주행영상 저장장치는 장시간 사용에 따른 자동차용 배터리의 방전을 보호하기 위하여 일정전압 이하로 떨어지는 경우 작동이 중지되는지를 확인하기 위함
- 전원공급장치로 시험품에 정상 작동전압을 인가함
- 전압을 강하하여 11.5V(24V의 경우 22.5V)이하에서 작동이 중지되는지를 확인함

○ 시험 장면





그림 158. 자동차 전원 안전성 시험 장면

㉤ 일반 성능기준

Ⓐ 환경 성능

○ 시험 방법

- 시험품의 저온 및 고온 환경에서 정상적인 작동 여부를 확인하기 위함
- 정상 작동되는 시험품을 항온기에 설치함
- 온도조건은 저온(−20℃±3)에서 고온(100℃±2)까지 10분 간격으로 10℃씩 증가하면서 시험을 실시함
- 또한 70℃±2 온도조건에서 4시간 동안 고온작동 시험을 실시함
- 시험후 정상 작동 및 외형상 변형 여부를 확인함

○ 시험 장면





시험 전	시험 후

그림 159. 환경 성능 시험 장면

Ⓑ 데이터 저장 및 보존 성능

○ 시험방법

– 시험품의 저장매체를 포맷함

– 시험품에 사용전압을 공급한 후에 10분 통전, 전원 차단 1분을 연속적으로 4시간 반복 후에도 시간정보(연월일시분초), 데이터의 누락 및 손실이 발생 여부를 확인함

○ 시험 장면

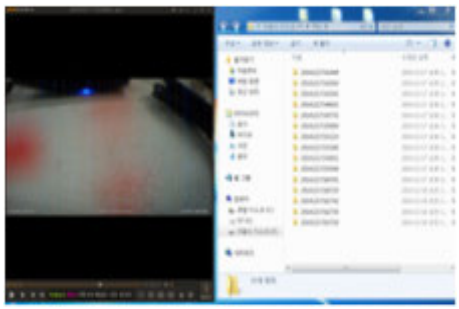
	
시험 장면	데이터 확인

그림 160. 데이터 저장 및 보존 성능 시험 장면

Ⓒ 기타 성능

○ 화질 및 메모리 저장 용량 등을 확인함

○ 영상(프레임률은 20 fps 이상), 카메라 사양 등을 확인함

○ 화재 등을 방지하기 위하여 상시 전원용 케이블 또는 제품에 퓨즈 등 과전류 차단 기능을 확인함

○ 전방 및 후방 등 채널수를 확인함

○ 충격감지의 민감도를 소비자가 설정할 수 있는 가속도 구분 감지 기능을 확인함

○ 자동주차 기능 등을 확인함

㉮ 시험결과

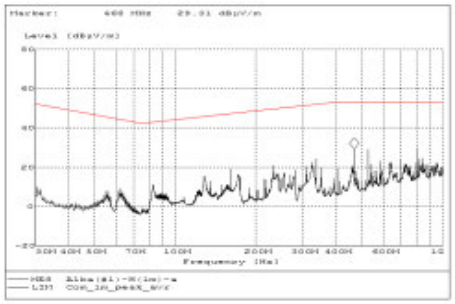
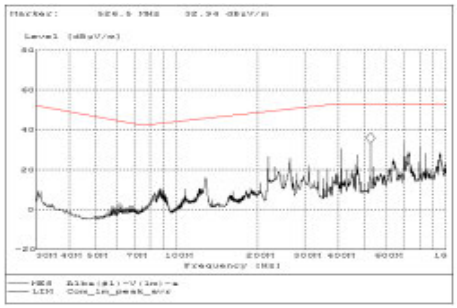
㉠ 전자파 적합성

Ⓐ 협대역 방사시험

ⓐ 제품 1 (국내 MD사)

○ 측정거리는 1미터이며 30 MHz에서 1 GHz까지 측정함

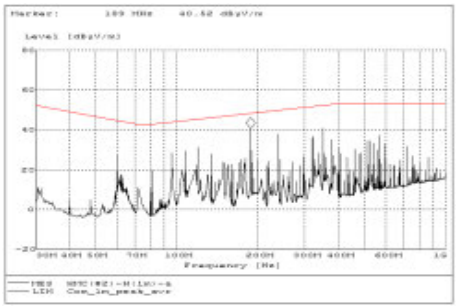
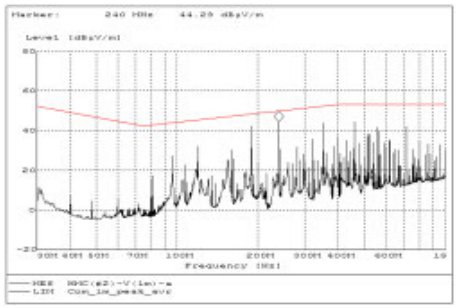
○ 협대역 방사시험 기준에 만족함

	
공중선 수평 극성	공중선 수직 극성

ⓑ 제품 2 (국내 H사)

○ 측정거리는 1미터이며 30MHz에서 1GHz까지 측정함

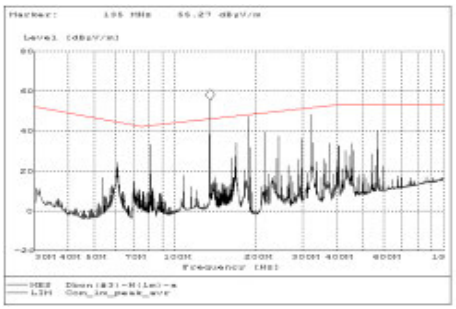
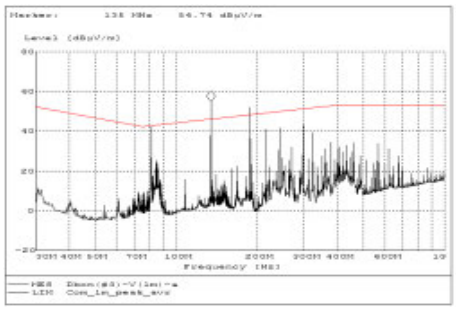
○ 협대역 방사시험 기준에 만족함

	
공중선 수평 극성	공중선 수직 극성

ⓒ 제품 3 (국내 D사)

○ 측정거리는 1미터이며 30MHz에서 1GHz까지 측정함

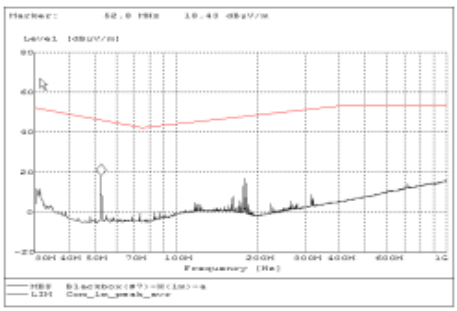
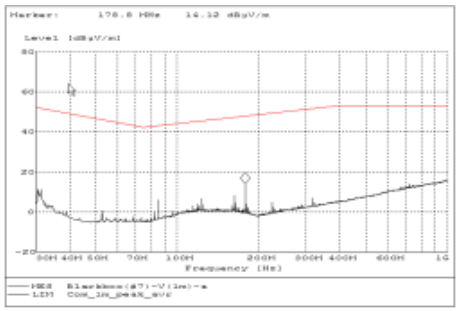
○ 협대역 방사시험 기준에 불만족함

	
공중선 수평 극성	공중선 수직 극성

ⓓ 제품 4 (중국 D사)

○ 측정거리는 1미터이며 30MHz에서 1GHz까지 측정함

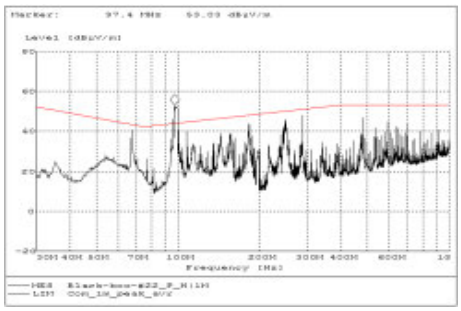
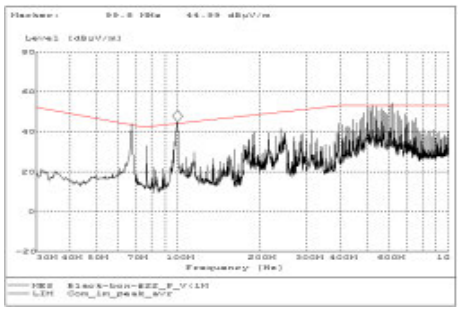
○ 협대역 방사시험 기준에 만족함

	
공중선 수평 극성	공중선 수직 극성

ⓔ 제품 5 (중국 B사)

○ 측정거리는 1미터이며 30MHz에서 1GHz까지 측정함

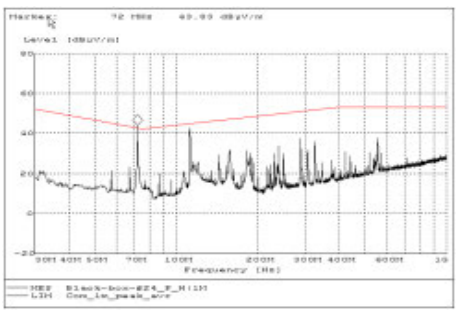
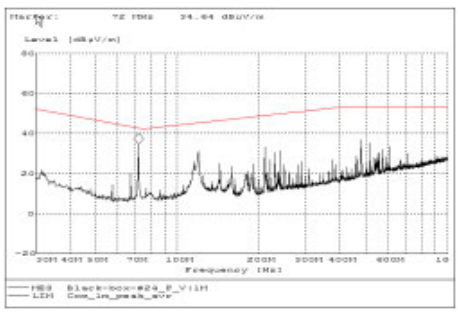
○ 협대역 방사시험 기준에 불만족함

	
공중선 수평 극성	공중선 수직 극성

ⓕ 제품 6 (중국 A사)

○ 측정거리는 1미터이며 30MHz에서 1GHz까지 측정함

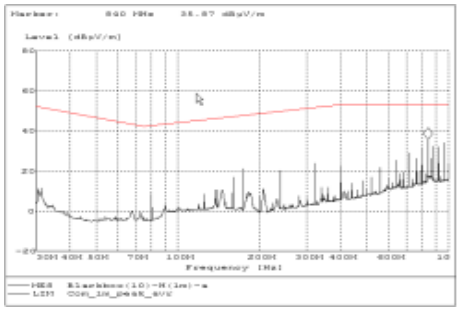
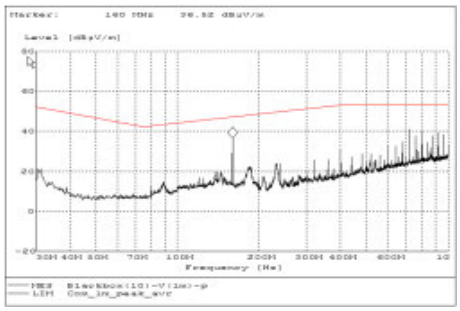
○ 협대역 방사시험 기준에 불만족함

	
공중선 수평 극성	공중선 수직 극성

ⓖ 제품 7 (국내 M사)

○ 측정거리는 1미터이며 30MHz에서 1GHz까지 측정함

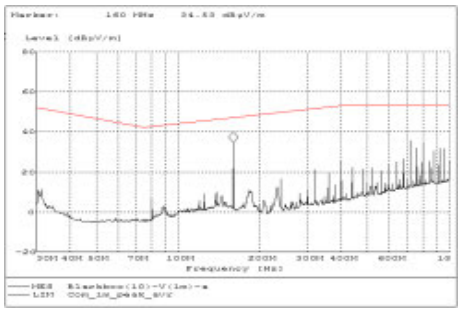
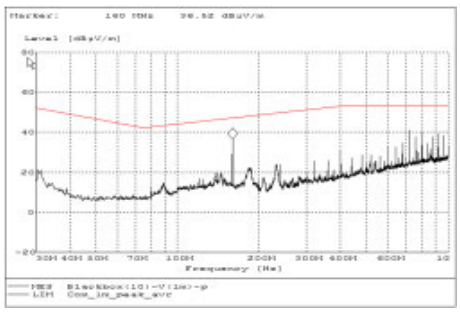
○ 협대역 방사시험 기준에 만족함

	
공중선 수평 극성	공중선 수직 극성

ⓗ 제품 8 (국내 B사)

○ 측정거리는 1미터이며 30MHz에서 1GHz까지 측정함

○ 협대역 방사시험 기준에 만족함

	
공중선 수평 극성	공중선 수직 극성

○ 총 8개 제품중 5개 제품이 기준에 만족함

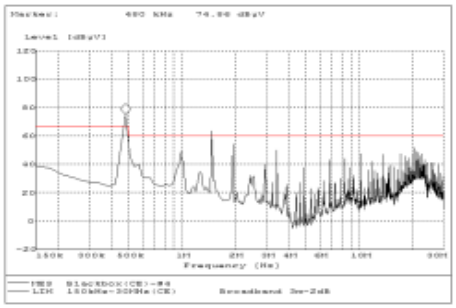
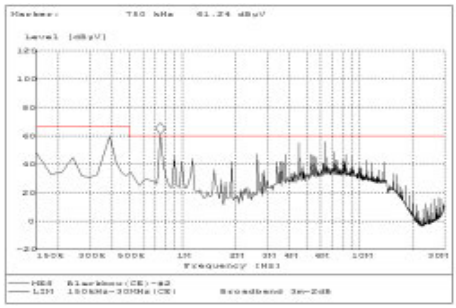
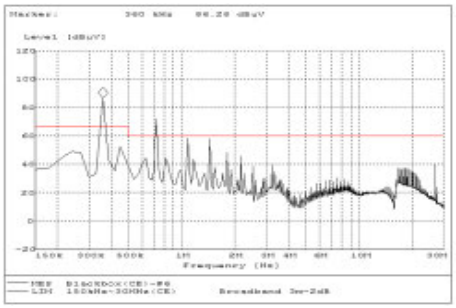
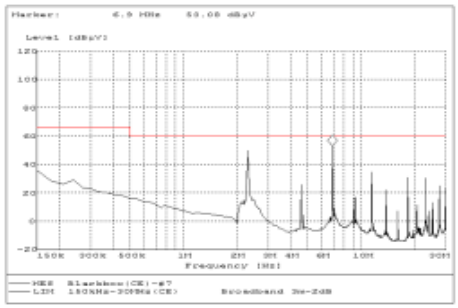
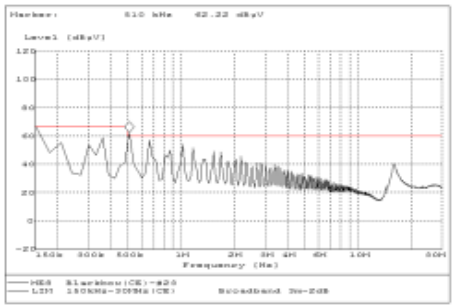
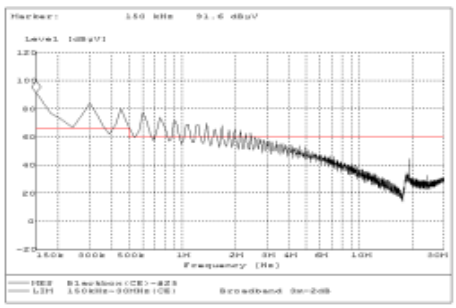
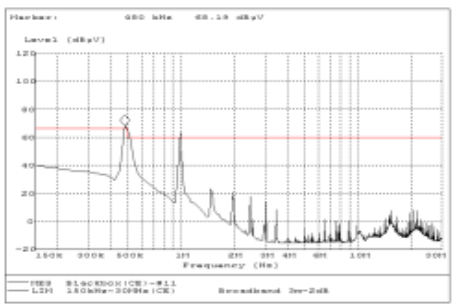
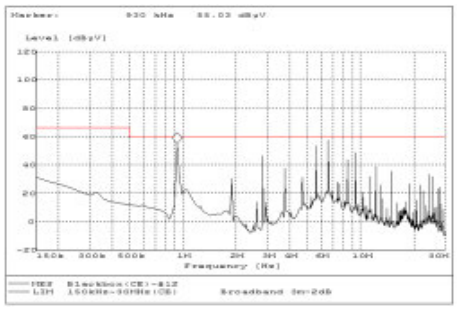
Ⓑ 내성시험

○ 시험주파수 범위는 20~2,000 MHz에서 제품의 오동작 여부를 확인함

○ 총 8개 제품을 시험한 결과 부품의 고장 현상은 발생되지 않았음

○ 전도성 장해 허용시험

- 측정 주파수 범위는 0.15~30 MHz 범위에서 전원라인에서 발생하는 전도 노이즈를 평가함
- 8개 제품을 측정한 결과 2개 제품이 기준에 만족함

	
제품 1	제품 2
	
제품 3	제품 4
	
제품 5	제품 6
	
제품 7	제품 8

㉡ 자동차 전원 안전성

○ 자동차에 장착된 배터리를 보호하기 위하여 일정전압 이하로 떨어지는 경우 제품의 전원 차단 여부를 확인함

○ 소비자가 차단전압을 설정할 수 있는 기능 보유 유무를 확인함

Ⓐ 시험 결과

시험품	차단 전압	외부 차단전압 설정 기능
제품 1	10.8 V	보 유
제품 2	6.5 V	미 보유
제품 3	11.6 V	보유
제품 5	5.5 V	미 보유
제품 6	2.5 V	미 보유
제품 7	11.8 V	보유
제품 8	10.8 V	보유

- 차단 전압이 11.5V 이상의 제품은 총 7개 제품 중 2개 제품임
- 소비자가 차단 전압을 설정할 수 있는 기능을 보유한 제품은 총 4개 제품임

㉢ 일반 성능기준

Ⓐ 환경 성능

○ 온도 변화(−20℃ ~ +100℃, 10℃씩 상승 10분 대기) 및 고온 작동(70℃, 4시간) 시험을 실시함

시험품	온도 변화 시험	고온 작동 시험
제품 1	+80℃ : LCD 보호모드 변환	정상 작동
제품 2	+80℃ : 전원 꺼짐	정상 작동
제품 3	+90℃ : 화면 흔들림 +100℃ : 전원 꺼짐	정상 작동
제품 5	+100℃ : 전원 꺼짐	정상 작동
제품 6	+100℃ : 전원 꺼짐 및 외관 변형	정상 작동
제품 7	+100℃ : 전원 꺼짐	정상 작동
제품 8	+90℃ : 화면 흔들림 +100℃ : 전원 꺼짐	외형 변형

Ⓑ 데이터 저장 및 보존 성능

○ 사용전압을 공급한 후에 10분 통전, 전원 차단 1분을 연속적으로 3시간 반복 후에도 데이터의 누락 및 손실이 발생 여부를 확인함

○ 총 7개 제품을 시험한 결과, 2개 제품에서 SD 카드 불량 및 데이터 누락 제품이 발생함

ⓒ 기타 성능

○ 화질, 메모리 저장 용량, 채널수, 충격 감지 기능 및 자동주차 기능 등을 확인함

시험품	화 질 (전방카메라)	메모리 저장용량	채널수	충격감지 기능	자동주차 기능
제품 1	Full HD	16G	2	보유	보유
제품 2	HD	16	2	보유	보유
제품 3	HD	16	2	보유	보유
제품 4	HD	2	1	×	×
제품 5	HD	4	1	×	×
제품 6	Full HD	4	1	×	×
제품 7	HD	16	2	보유	보유
제품 8	HD	16	2	보유	보유

* 후방카메라는 Full HD의 화질을 가진 제품은 없음

㈐ 업체 의견수렴 및 연구 결론

㉠ 제품 제조사 의견

○ 자동차 배터리 방전 방지를 위하여 제품의 작동중지 전압 상향을 요청함

○ 데이터 저장 및 보존 성능기준은 Overwrite 기능 확인을 위하여 시험시간 확대를 요청함

㉡ 유관 기관 의견

○ 소비자 단체 및 국회 등에서는 기존 KS 규격보다 강화된 기준과 무결성(위변조 탐지 및 삭제탐지 기능) 기능 등의 보완 및 추가를 요청하고 있는 실정임

○ KS 규격은 2011년 제정 이후 현재까지 총 4회에 걸쳐 지속적으로 기준을 강화 및 보완하고 있는 있음

ⓐ 1차 주요 개정사항(2011.12.30.)

○ 내장 메모리의 사용 여부와 관계없이 사고정보의 위변조 시 이에 대해 표시가 되는, 즉 무결성 기능이 있는 제품은 적합한 것으로 개정함

○ 추가된 저장 사고기록정보
- 제품의 추적이 가능하도록 제품 개체식별번호 추가

○ 변경된 자동차용 영상 사고기록정보 기준 등
- 영상입력 저장주기 : 29 fps → 20 fps
- 영상입력 화소 : 30 만 → 90 만
- 자동차 거동정보 저장주기 : 500 Hz → 20 Hz
- 음성정보 불가 → 보안형만 불가
- 사고 인식 충격량 : 1.5 g → 표시치

○ 필요성이 떨어지는 내역전압, 단자보호, 환경유해성 등의 항목은 삭제하고 불량 카메라에 대한 평가로 번호판 식별시험을 추가하고 메모리 장치의 수명시험으로 에이징 시험을 추가하였음

ⓑ 2차 주요 개정사항(2013.2.15.)

○ 유사 중복시험 삭제
- 고온/저온 동작 시험은 118/70 시간을 24 시간으로 단축
- 저온방치, 고온방치는 시험항목에서 제외
- 전원전압 변동 적응성 시험 및 에이징 시험을 제외
- 데이터 유지 시험을 에이징과 같이 ON/OFF 하는 것으로 함

○ 고유 기능시험
- 영상 FOV : 모서리 네부분의 영상이 기록되면 합격

○ 필수 저장시간
- 카메라 화소수 증가에 따라 (−10 ~ 10) 초로 개정

○ 번호판 식별
- 번호판 인식시험을 번호판 식별시험으로 변경하였고, KS A ISO 12233의 1 배 혹은 4 배 등 해상도 차트를 사용하는 것을 원칙으로 하나 제조사의 품질관리는 2011년도 시험방법대로 4 lux, 400 lux의 번호판과 5 m 거리에서 눈으로 식별하는 수동식도 가능하도록 함

○ 완전방전 방지
- 시동이 꺼진 상태에서 작동됨을 제품 매뉴얼에 표기 : 시험방법 보완(저전압 인가 후 1 분 후 판정)

○ 내부 클럭
- 내부클럭이 배터리를 가지도록 규정 추가 : 사고기록정보 생성 시각을 정확하게 기록하기 위해, 영상 사고기록장치의 내부 시계장치는 자동차의 시동이 ON/OFF 되는 상태와 관계없이 지속적으로 동작될 수 있어야 함

○ KC와 동일한 전자파 시험 항목 적용

○ 보안(무결성)
- 보안형의 경우 저장정보를 위변조할 수 없도록 무결성을 갖추도록 하였으며 조만간 기술표준원에서는 완벽한 무결성시스템을 갖춘 후 보완할 예정이고 기밀성(암호화)도 검토할 예정이다. 무결성 알고리즘은 시험기관에서도 평가가 가능하나 KTL, TTA 등 전문기관에서 평가하고 SW나 칩은 평가서 복사본으로도 평가 확인이 가능함

○ 사고판단 성능
- 가속도의 절대값(표시치) 뿐만 아니라 가속도의 변화로 사고를 판단하는 제품의 경우도 고려하여 제품의 표시치 조건을 삭제하고 가속도 저장 성능시험으로 평가함

○ 장착 등
- 전방 카메라가 전방 중앙을 중심으로 명기된 렌즈각을 확보하고 전체 영상 취득에 대한 방해물이 없는 위치에 장착되어야 한다. 또한 센서부가 차량의 가속도와 각속도 움직임을 되도록 정확하게 감지할 수 있는 위치에 견고하게 장착되어야 함

ⓒ 3차 주요 개정사항(2013.5.29.)

○ 공개된 장소에서 음성녹음 금지
- 개인정보보호법(제 25조 5항)에 따라 영상 정보처리기기 운영자가 공개된 장소에서 영상 정보처리기기(사고기록장치)의 녹음기능을 사용할 수 없도록 명시하고 음성녹음 차단 기능에 대한 시험을 추가

○ KS 코드 변경
- 영상 사고기록장치의 경우 기술적으로 수송기계보다 전기전자에 가까워 C 코드로 변경

○ KS 표시 사항
- 영상 사고기록장치의 제품 표면적이 한정되어 있어 제품 표시를 포장 표시로 변경하고 KS 마크 등 제품 필수 표시 사항은 인증심사기준에 명시

ⓓ 4차 주요 개정사항(2015.2.2.)

○ 표준명 변경
- “자동차용 영상 사고기록장치”에서 “자동차용 사고영상기록장치”로 변경하고, 본문의 전체내용에서 “영상 사고기록장치“를 “사고영상기록장치“로 변경

○ 필수저장 사고 기록정보 (전방 카메라 영상)의 저장주기 기준 보완
- 전방 카메라 영상에 단서 “단 변화가 없는 복사된 프레임은 배제한다”라는 단서규정을 추가하여, 저장된 프레임 중 동일(복사) 프레임은 제외하도록 개정

○ 사고발생 모의시험
- 사고 발생 모의 시험기 중에서 일부 동작하지 않는 제품이 있으므로, 진동시험은 제외

○ 카메라 렌즈각의 평가기준 보완
- 기존에 네 개의 꼭지점이 영상에 나타나면 성능을 만족하였으나, 사각형 중간에 보이지 않는 잘리는 부분이 있어 이를 개선하기 위하여, 사각형의 모든 변이 촬영된 영상에 포함되도록 보완

○ 무결성 기능 검증
- 무결성기능 검증항목에 위·변조 탐지기능과 함께 삭제탐지기능에 대한 시험방법 추가

○ 내환경 시험 중 고온 방치(85 ℃) 시험 추가 등

○ 따라서 기술표준원 및 소비자 단체 등에서는 별도 기준 제정보다는 KS 기준과 동일한 기준 적용은 요청함

ⓔ 연구 결론

○ 소비자 및 정부기관 등에서 관심이 주목된 제품으로 지속적으로 관련 기준이 강화되는 추세임

○ 따라서 완화된 튜닝기준의 제정보다는 KS 기준과 동일하게 추진하는 것이 필요하다고 판단됨(향후 정책적인 판단 필요)

○ 본 연구결과를 토대로 일부 KS 규격의 보완사항에 대하여 기술표준원에 개정 건의함

㉣ KS 규격 기준 개정(안) 건의 사항

Ⓐ 자동차 배터리 완전방전 방지 기준

○ (현행) 배터리 사용전압이 10.8V 이하에서 제품의 작동 중지

○ (배경) 동절기에 자동차 배터리가 10.8V 이하까지 떨어질 경우 익일 시동성 문제 우려

○ (개정 의견)

○ 제품 작동 중지 전압 기준 상향 (예, 11.5V 이상) 또는

○ 소비자가 본인의 차량용 배터리의 성능을 고려하여, 선택적으로 전압을 조절(Voltage Setting) 기능 포함

Ⓑ 전자파 협대역 방사기준(전자파 복사 방출시험)

○ (현행) 제품의 전자파 규격(복사 방출시험)은 전파법 제47조 3(전자파적합성 등)에 적합하여야 함

○ (건의 배경)
- 최근 자동차에 하이패스단말기, TPMS(타이어공기압경고장치) 및 각종 첨단전기장치가 차량 내부에 장착되고 있음
- 차량용 블랙박스에서 발생하는 전자파가 상기 자동차 내부의 첨단 전기장치에 영향을 줄 수 있음
- 현행 전파법에서는 가정용 정보기기 또는 자동차부품으로 인증을 받을 수 있음

○ (개정 의견)
- 복사 방출시험은 자동차부품(1GHz 이하의 경우) 기준에 적합하도록 별도 명시
- 현재 자동차에 첨단전기장치가 지속적으로 보급 장착됨에 따라 추후 블랙박스 제품의 복사 방출시험(EMI) 기준 강화 검토 요망

Ⓒ 구조 기준

○ (현행) 제품 장착시 운전자의 전방시야 방해 금지 및 자동차 실내의 탑승자에 대한 영상 기록 금지 기준

○ (건의 배경) 상기 구조 기준은 운전자가 선택적으로 장착할 수 있는 내용으로 제품 단품 상태에서는 확인 및 평가하기 어려운 기준임

○ (개정 의견) 제품 장착시 운전자의 전방시야 방해 금지 및 자동차 실내의 탑승자에 대한 영상 기록 금지 항목의 기준 적용은 적절하지 않음

③ 인증기준

(1안) 제품의 기준 강화 추세 및 부처 간 기준 일원화를 위하여 기본적으로 현행 KS 기준을 준용하며 시행하는 방안

(2안) 제품의 인증 소요기간 및 비용 등 제조사의 부담을 절감하고 연구결과를 반영하여 일부 시험항목을 보완하여 시행하는 방안

○ 주요 변경 내용

- 적용제품은 저장된 자동차 사고기록정보의 무결성 검증 기능을 갖추지 않은 일반형 제품으로 한정함
- 자동차 배터리 완전방전 방지 기준 및 복사 방출시험 : 자동차 조건으로 기준 보완
- 과전압 견딤 및 단전보호 기능 제외 : 자동차 내부에서 사용전압의 1.5배(약 18V)로 1시간을 유지하는 경우는 쉽지 아니하며, 단전보호 기능은 제품의 기본적인 품질 사항으로 인증 소요기간 축소 및 산업 활성화 등을 위하여 제외함
- 운전자의 전방시야 방해 및 자동차 실내의 탑승자 촬영 금지 기준은 단품상태에서 확인이 어려워 제외함

④ 시험장비

○ 전자파무반시설, 전계강도측정기, 공중선, 항온항습기, 진동시험기 등

⑤ 시험가능기관

○ KTL, 일부시험 수행 가능업체(SGS 코리아, 모본 등)

(자) 네비게이션

① 개요

○ 내비게이션이란 지도를 보이거나 지름길을 찾아 주어 자동차 운전을 도와주는 장치를 의미함

② 주요내용

㉮ 참조기준

㉠ 자동차 안전기준

○ 자동차안전기준에 관한 규칙 제111조의2(전자파적합성)에 의거하여 자동차 부품의 시험기준을 명시하고 있음

○ 주요 시험항목에는 광대역방사기준, 협대역방사기준, 내성기준 및 전도 기준 등이 있음

표 70. 전자파적합성 기준

구 분	시험 주파수(㎒)		
	30 ~ 75	75 ~ 400	400 ~ 1000
광대역 방사기준	62-25.13log(f/30)	52+15.13log(f/75)	63
협대역 방사기준	52-25.13log(f/30)	42+15.13log(f/75)	53
내성 기준	가. 전자파방사 : 30V/m 나. 150㎜스트립선로 : 60V/m 다. 800㎜스트립선로 : 15V/m 라. TEM cell : 75V/m 마. BCI(벌크전류인가) : 60㎃		
전도 기준	가. 과도전도 내성기준 : 펄스 1~4 나. 과도전도 방사기준 : +75V/-100V (12V 부품)		

○ WP29 UN/ECE R.10(UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF VEHICLES WITH REGARD TO ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY)

○ 자동차 및 부품의 전자파 기준을 명시하고 있으며 시험항목은 국내 자동차안전기준과 유사함

○ 개정된 UN/ECE R.10.4 기준에는 전기자동차 등에 적용되는 DC 전원을 사용하는 부품에 대하여 전도성 장해 허용기준을 명시하고 있음

표 71. 전도성 장해 허용기준

구 분	시험 주파수(㎒)	
	0.15~0.5	0.5~30
허용기준 (dBμV)	66	60

○ 방송통신기자재등의 적합성평가(KC)

○ 전파법 제58조의2(방송통신기자재등의 적합성평가)에 의거하여 모든 방송통신기자재는 전자파적합성 등록 대상 제품임

> – 전파법 제58조의2(방송통신기자재등의 적합성평가)
> 방송통신기자재와 전자파장해를 주거나 전자파로부터 영향을 받는 기자재(이하 "방송통신기자재등"이라 한다)를 제조 또는 판매하거나 수입하려는 자는 해당 기자재에 대하여 다음 각 호의 기준(이하 "적합성평가기준"이라 한다)에 따라 제2항에 따른 적합인증, 제3항 및 제4항에 따른 적합등록 또는 제7항에 따른 잠정인증(이하 "적합성평가"라 한다)을 받아야 한다.

○ 시험항목으로 전도장해, 방사장해, 방사성 RF 내성 등이며 주로 가정용 전자파적합성(EMC) 위주로 기준 및 시험방법이 명시됨

㉰ 성능 및 시험방법

○ 전파 적합성 시험
– 공중선의 기준점과 시험 배선간의 측정 거리는 1.0±0.01미터 유지하여야 하며 공중선의 중심은 시험 배선의 중심에 위치
– 측정 주파수 범위는 30~1,000 MHz로 전 범위에서 기준에 적합한지 여부를 시험하며 주파수 범위를 13개 주파수 대역으로 나누어 각 대역별 최대 방사 값을 해당 주파수 대역의 측정값으로 함

○ 전도성 장해 허용시험
– 공칭 임피던스(50Ω/50 μH)를 가지는 의사전원회로망을 사용하여 시험 실시
– 측정 주파수 범위는 0.15~30 MHz로 전 범위에서 기준에 적합한지 여부를 확인하며 주파수 범위를 2개 주파수 대역(0.15~0.5, 0.5~30 MHz)으로 나누어 각 대역별 최대값을 해당 주파수 대역의 측정값으로 함

○ 환경 시험
– 온도조건은 저온(−10℃±3) 및 고온(60℃±2)으로 설정
– 시험시간은 각각 4시간으로 함
– 정상작동 및 외형상 변형 여부를 확인함

○ 과도전도 내성시험
– 시험 펄스 파형을 측정할 수 있는 장비를 사용하여 교정을 실시한 후에 과도 펄스 발생기로 시험품의 전원에 인가함
– 시험 펄스 1, 2a, 2b, 3a, 3b, 4의 파형을 인가 한 후 정상적으로 작동여부 확인

○ 주행중 DMB 화명 자동 중지 기능 확인

㉱ 시험평가

○ 시험샘플은 국내에서 시판되는 제품 중 인지도, 가격 등을 고려하여 총 4종(8개 제품)으로 시험을 실시함

제조사	제조국	가 격	제 품 사 진
파인드라이브	국내	고가 (3십만원대)	
아이나비, 만도	국내	중가 (2십만원대)	 
SOC	국내	저가 (1십만원대)	

그림 161. 네비게이션 시험 샘플

○ 각 제품별로 2개를 구매하여 전자파, 환경성능, 주요기능 등을 확인함

㉠ 전자파 적합성

Ⓐ 협대역 방사시험

○ 시험 장소
- 시험은 자동차안전연구원의 전자파 무반사실에서 실시함

○ 시험 방법
- 시험품은 정상작동 상태이며 최대 작동조건으로 실시함
- 시험품의 전원은 13.5±0.5V이며 시험품 및 관련 배선은 시험 테이블의 접지면에서 50±5 밀리미터 높이의 비전도성이며 저유전체($\varepsilon^r \leq 1.4$) 위에 배치함
- 시험품 및 공중선의 어느 부분도 바닥면을 제외하고 시험실 흡수체로부터는 1.0 미터, 벽면으로부터는 2 미터 이상의 간격이 유지되어야 함
- 공중선의 어느 부분도 바닥면으로부터 최소 0.25 미터 이상의 간격이 유지되어야 함
- 접지면의 정면에 놓여진 시험 배선의 길이는 1.5±0.75 미터로 함
- 공중선의 기준점과 시험 배선간의 측정 거리는 1.0±0.01미터 유지하여야 하며 공중선의 중심은 시험 배선의 중심에 위치함
- 측정 장비는 국제 무선장해 특별위원회의 규격 조건에 준하는 것을 사용 하여야 하며, 측정은 평균치 검파기로 실시함
- 공중선은 수평 및 수직극성으로 구분하여 시험을 실시함
- 측정 주파수 범위는 30~1,000 MHz로 전 범위에서 기준에 적합한지 여부를 확인함
- 측정값은 120 kHz 대역폭에서 매미터당 마이크로볼트(dBμV/m) 단위로 기록함

○ 시험 장면

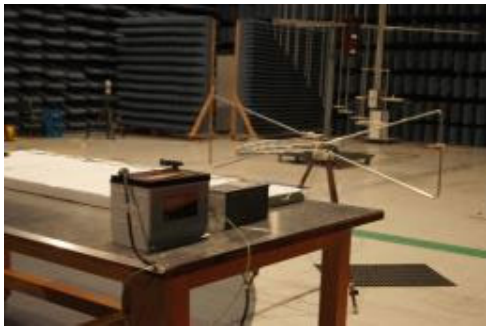
	
시험 구성도	시험품 작동

그림 162. 네이게이션 협대역 방사시험 장면

Ⓑ 내성시험

○ 시험 장소

– 시험은 자동차안전연구원의 전자파 무반사실에서 실시함

○ 시험 방법

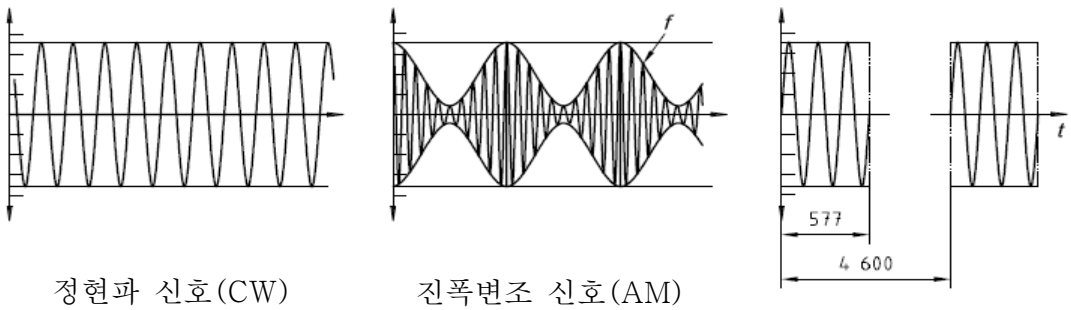
– 시험품은 정상작동 상태이며 정상 작동조건으로 실시함

– 시험품의 전원은 13.5±0.5V이며 시험품 및 관련 배선은 시험 테이블의 접지면에서 50±5 밀리미터 높이의 비전도성이며 저유전체($\varepsilon^r \leq 1.4$) 위에 배치함

– 교정 시험은 비변조된 정현파로 실시하고 내성시험은 교정시 사용된 것과 동일한 장치 및 신호를 인가함

– 시험 주파수는 20 MHz에서 2,000 MHz 범위 내에서 실시함

– 시험 신호는 20 MHz에서 800 MHz까지는 1kHz 정현파에 변조도(m)는 80%로 진폭 변조된 신호를 사용하며 800 MHz에서 2,000 MHz까지는 tON이 577μs, 주기가 4,600μs인 펄스 변조된 신호를 사용함



정현파 신호(CW) 진폭변조 신호(AM) 펄스변조 신호(PM)

그림 163. 변조된 신호

– 공중선의 위상 중심은 시험 테이블 위로 0.1 미터에 위치하며 수직극성으로 시험을 실시하며 공중선의 어느 부위도 바닥으로부터 0.25 미터, 흡수체로부터 0.5 미터, 벽면으로부터 1.5 미터 이상 이격함

– 공중선과 시험 배선간의 거리는 1.0±0.01 미터로 실시함

– 측정 주파수 20~2,000 MHz 범위에서 시험품의 오동작 여부를 제어실에서 확인함

○ 시험 장면

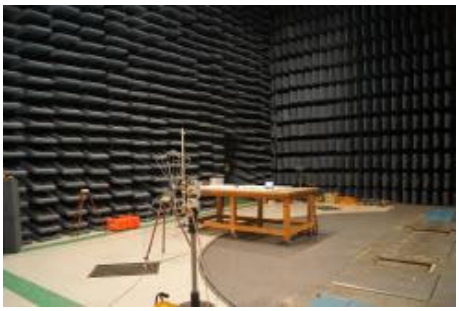
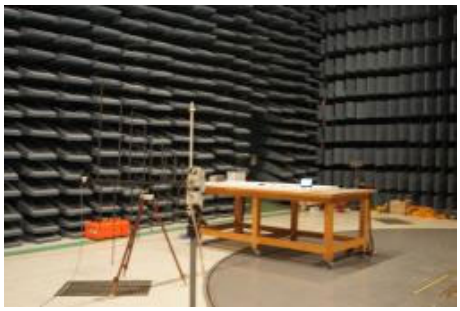
	
20 MHz ~ 200 MHz(수직극성)	200 MHz ~ 1 GHz(수직극성)
	
1 GHz ~ 2 GHz(수직극성)	시험 구성도

그림 164. 네비게이션 내성시험 장면

Ⓒ 전도성 장해 허용시험

○ 시험 장소

– 시험은 자동차안전연구원의 전자파 무반사실에서 실시함

○ 시험 방법

– 시험품은 정상작동 상태이며 최대 작동조건으로 실시함
– 시험품의 전원은 13.5±0.5V이며 시험품 및 관련 배선은 시험 테이블의 접지면에서 50±5 밀리미터 높이의 비전도성이며 저유전체($\varepsilon^r \leq 1.4$) 위에 배치함
– 시험 테이블의 높이는 접지면에서 900±100 밀리미터 높이로 실시함
– 측정 장비는 국제 무선장해 특별위원회의 규격 조건에 준하는 것을 사용 하여야 하며, 측정은 평균치 검파기로 실시함
– 측정 주파수 범위는 0.15~30 MHz로 전 범위에서 기준에 적합한지 여부를 확인하며 주파수 범위를 2개 주파수 대역(0.15~0.5, 0.5~30 MHz)으로 구분하여 각 대역별 최대값을 해당 주파수 대역의 측정값으로 함
– 측정값은 9kHz 대역폭에서 마이크로볼트(dBμV) 단위로 기록함

○ 시험 장면

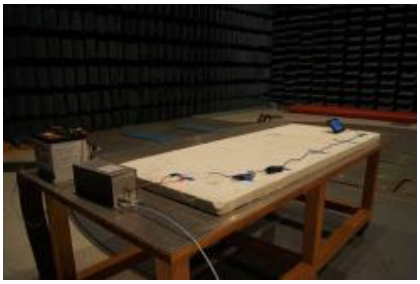
	
시험 구성도	시험품 작동

그림 165. 네비게이션 전도성 장해 허용시험 장면

㉡ 환경 성능

Ⓐ 시험 방법

○ 시험품의 저온 및 고온 환경에서 정상적인 작동 여부를 확인하기 위함

○ 정상 작동되는 시험품을 항온기에 설치함

○ 온도조건은 저온(−20℃±3)에서 고온(100℃±2)까지 10분 간격으로 10℃씩 증가하면서 시험을 실시함

○ 또한 60℃±2 온도조건에서 4시간 동안 고온작동 시험을 실시함

○ 시험후 정상 작동 및 외형상 변형 여부를 확인함

Ⓑ 시험 장면

	
시험 전	시험 후

그림 166. 네비게이션 환경 성능 시험 장면

㉢ 과도전도 내성시험

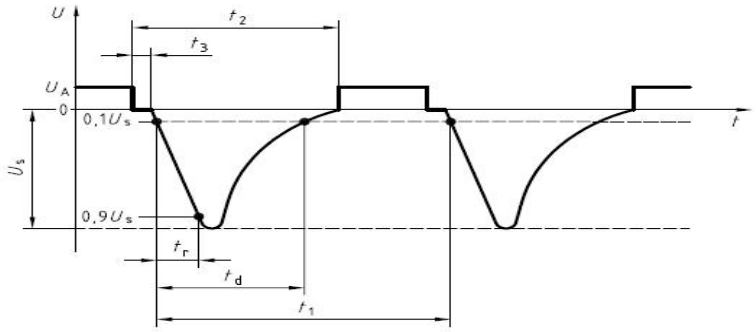
Ⓐ 시험 방법

○ 시험품의 전원선에 적용하여 실시함

○ 시험 펄스 파형을 측정할 수 있는 장비를 사용하여 교정을 실시한 후에 과도 펄스 발생기로 시험품의 전원에 인가함

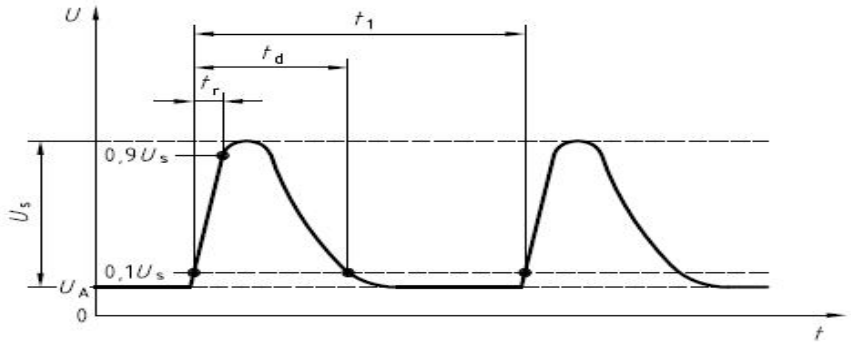
○ 과도 펄스 발생기는 시험 펄스 1, 2a, 2b, 3a, 3b, 4의 파형을 만들 수 있는 장비로 파형은 다음과 같음

○ 시험 펄스 1



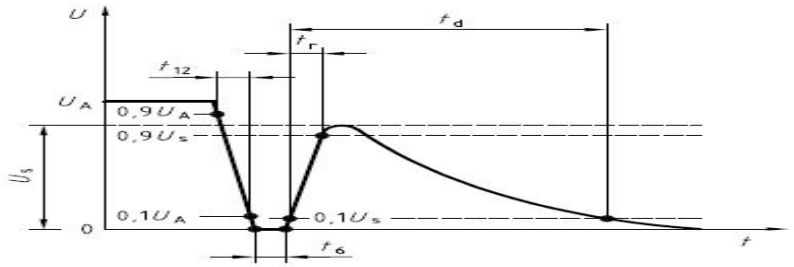
	12 V 시스템	24 V 시스템
U_s	− 75 V	− 450 V
U_A	13.5 ± 0.5 V	27 ± 1 V
R_i	10 Ω	50 Ω
t_d	2 ms	1 ms
t_r	$1^{\ 0}_{-0.5}\ \mu s$	$1^{\ 0}_{-1.5}\ \mu s$
t_1	0.5~5 s	
t_2	200 ms	
t_3	< 100 us	
인가 횟수	최소 5,000 펄스	

○ 시험 펄스 2a



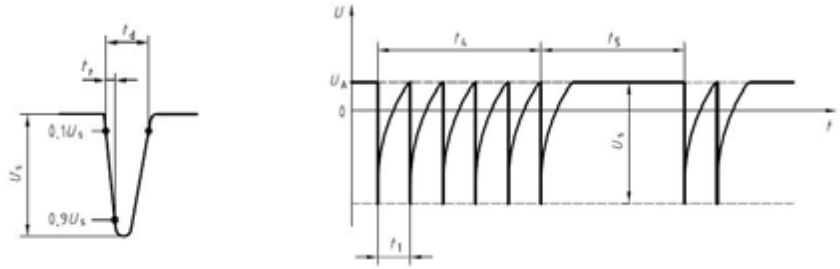
	12V 시스템	24V 시스템
U_A	13.5 ± 0.5 V	27 ± 1 V
U_s	+ 37V	
R_i	2 Ω	
t_d	0.05 ms	
t_r	$10^{\ 0}_{-0.5}\ \mu s$	
t_1	0.2~5 s	
인가 횟수	최소 5,000 펄소	

○ 시험 펄스 2b



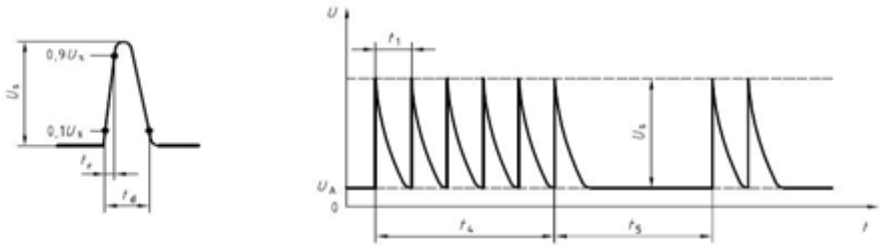
	12V 시스템	24V 시스템
U_A	13.5 ± 0.5 V	27 ± 1 V
U_s	10 V	20 V
R_i	0~0.05 Ω	
t_d	0.2~2 s	
t_{12}	1 ± 0.5 ms	
t_r	1 ± 0.5 ms	
t_6	1 ± 0.5 ms	
인가 횟수	최소 10 펄스	

○ 시험 펄스 3a



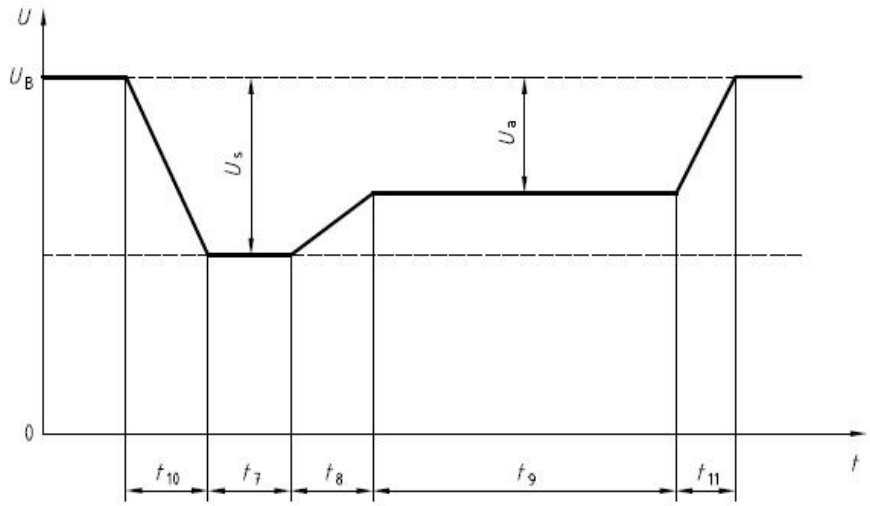
	12V 시스템	24V 시스템
U_A	13.5 ± 0.5 V	27 ± 1 V
U_s	− 112 V	− 150 V
R_i	50 Ω	
t_d	$0.1\,^{+0.1}_{0}\ \mu s$	
t_r	5 ± 1.5 ns	
t_1	100 □s	
t_4	10 ms	
t_5	90 ms	
인가 횟수	최소 1 시간	

○ 시험 펄스 3b



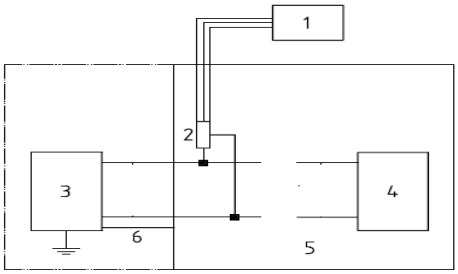
	12V 시스템	24V 시스템
U_A	13.5 ± 0.5 V	27 ± 1 V
U_s	+ 75 V	+ 150 V
R_i	50 Ω	
t_d	$0.1^{+0.1}_{0}\ \mu s$	
t_r	5 ± 1.5 ns	
t_1	100 us	
t_4	10 ms	
t_5	90 ms	
인가 횟수	최소 1 시간	

○ 시험 펄스 4

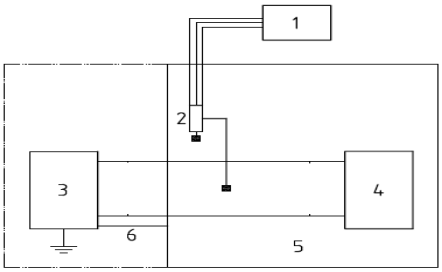


	12V 시스템	24V 시스템
U_s	− 6 V	− 12 V
U_a	− 2.5 V~− 6V ($\|Ua\| \leq \|Us\|$)	−5 V~− 12V ($\|Ua\| \leq \|Us\|$)
R_i	0 ~ 0.02 Ω	
t_7	15 ms~40ms	50 ms~100 ms
t_8	≤ 50 ms	
t_9	0.5 s~20 s	
t_{10}	5 ms	10 ms
t_{11}	5 ms~100 ms	10 ms~100 ms
인가 횟수	최소 1 펄스	

○ 시험 펄스 3a, 3b의 경우에는 펄스 발생기의 종단 및 시험품간의 선은 시험 테이블의 접지면에서 50 밀리미터 높이 위에 배치하며 길이는 0.5 ± 0.1 미터로 함



펄스 교정



펄스 인가

1. 오실로스코우프 또는 등가
2. 전압 프로브
3. 시험 펄스 발생기
4. 시험품
5. 접지면
6. 접지 연결선(< 100 ㎜)

○ 시험 완료후 정상적으로 작동여부를 시험결과 별지에 기록함

Ⓑ 시험 장면

	
인가 펄스(Pulse 1)	인가 펄스(Pulse 2a)
	
인가 펄스(Pulse 2b)	인가 펄스(Pulse 3a)
	
인가 펄스(Pulse 3b)	인가 펄스(Pulse 4)

	
시험 장면(Pulse 1, 2a, 3a 3b)	시험 장면(Pulse 2b, 4)

그림 167. 네비게이션 과도전도 내성시험 장면

㉣ 기타 시험

○ 주행중에는 DMB 화면이 자동으로 차단되는 기능을 확인함

	
시험 장면(62km/h)	시험 장면(100km/h)

그림 168. DMB 화면 차단 기능 장면

㉤ 시험 결과

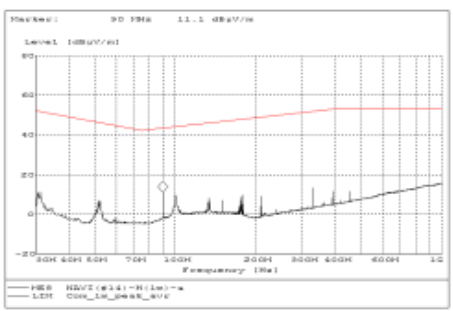
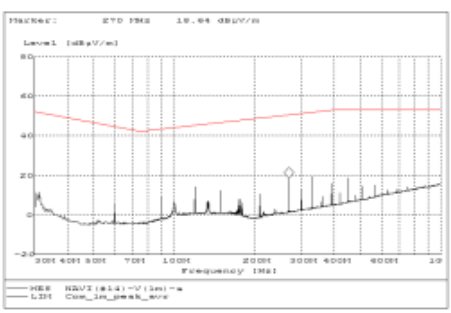
㉠ 전자파 적합성

Ⓐ 협대역 방사시험

ⓐ 제품 1 (국내 F사)

○ 측정거리는 1미터이며 30MHz에서 1GHz까지 측정함

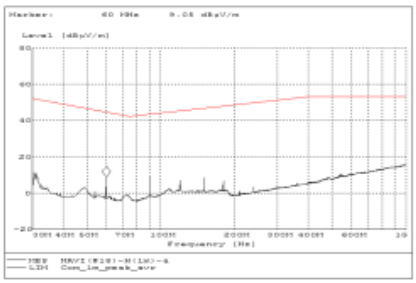
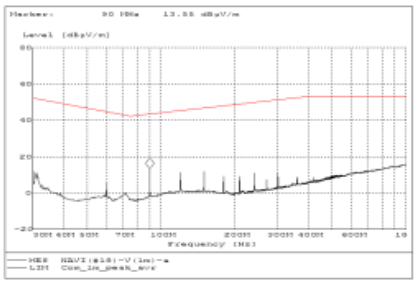
○ 협대역 방사시험 기준에 만족함

	
공중선 수평 극성	공중선 수직 극성

ⓑ 제품 2 (국내 I사)

○ 측정거리는 1미터이며 30MHz에서 1GHz까지 측정함

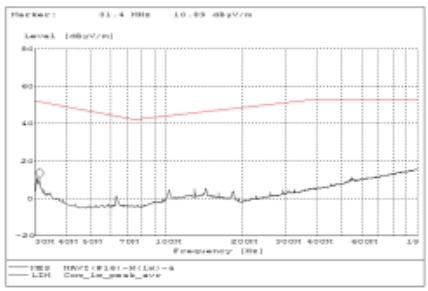
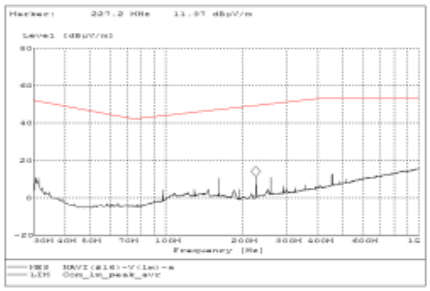
○ 협대역 방사시험 기준에 만족함

	
공중선 수평 극성	공중선 수직 극성

ⓒ 제품 3 (국내 M사)

○ 측정거리는 1미터이며 30MHz에서 1GHz까지 측정함

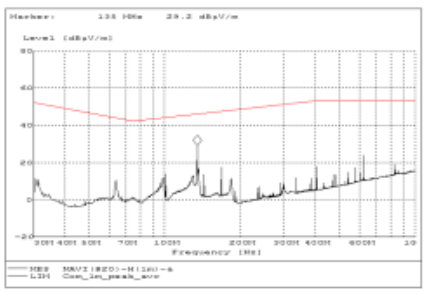
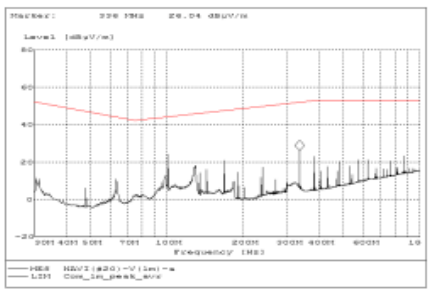
○ 협대역 방사시험 기준에 만족함

	
공중선 수평 극성	공중선 수직 극성

ⓓ 제품 4 (국내 S사)

○ 측정거리는 1미터이며 30MHz에서 1GHz까지 측정함

○ 협대역 방사시험 기준에 만족함

	
공중선 수평 극성	공중선 수직 극성

○ 총 4개 제품이 기준에 만족함

Ⓑ 내성 시험

- 시험주파수 범위는 20~2,000 MHz에서 제품의 오동작 여부를 확인함
- 총 4개 제품 중 1개 제품에서 일부 주파수에서 재부팅 현상이 발생되었으나 안전성능 및 고장 현상 등은 발생되지 않았음

Ⓒ 전도성 장해 허용시험

- 측정 주파수 범위는 0.15~30 MHz 범위에서 전원라인에서 발생하는 전도 노이즈를 평가함
- 4개 제품을 측정한 결과 3개 제품이 기준에 만족함

㉮ 환경 성능

- 온도 변화(-20℃ ~ +100℃, 10℃씩 상승 10분 대기) 및 고온 작동(70℃, 4시간) 시험을 실시함

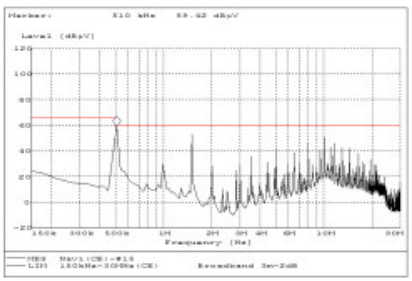
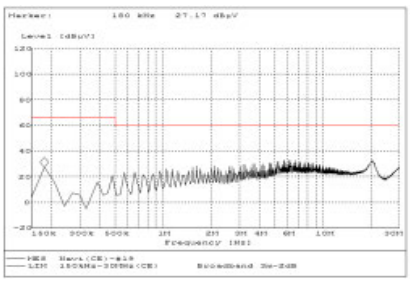
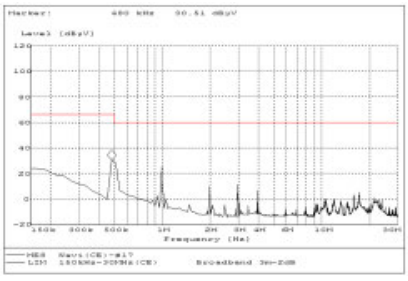
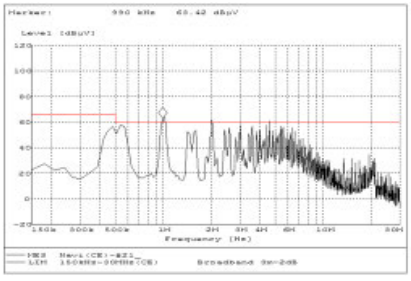
시험품	온도 변화 시험	고온 작동 시험
제품 1	정상 작동	정상 작동
제품 2	+90℃ : 화면 흔들림 +100℃ : 전원 꺼짐	정상 작동
제품 3	+100℃ : 전원 꺼짐	정상 작동
제품 4	정상 작동	정상 작동

㉯ 과도 전도내성

- 모든 제품은 일부 펄스(Pulse 1 및 2b)에서 전원 리셋현상이 발생되나 시험 완료 후 정상적으로 작동됨

㉰ DMB 화면 중지 기능

- 일부 제품은 초기 환경설정에서 소리음만 나오도록 설정하는 기능은 갖고 있지만 운행중에 자동적으로 화면이 차단되는 기능은 모든 제품이 갖고 있지 아니함

	
제품 1	제품 2
	
제품 3	제품 4

㈐ 업체 의견수렴

○ 환경 성능은 제품이 주행중에만 작동됨에 따라 −10℃ 및 60℃로 완화를 요청함

○ 과도전압 인가시험을 적용하기로 함

③ 인증기준

○ 전자파 방사시험 기준 : 52~53 (dBμN/m)

○ 전도성 장해 허용기준 : 60~66 (dBμN)

○ 환경성능 시험 : 저온(−10℃±3), 고온(60℃±2)

○ 과도전도 내성 : 시험펄스 1~4

④ 시험장비

○ 전자파무반사실, 전계강도측정기, 공중선, 항온항습기, 과도내성측정기

⑤ 시험가능기관

○ 자동차부품연구원, KTL, SGS 코리아, 모본, 디티엔시 등

(차) 썬팅필름

① 개요

○ 선팅이라고 하는 것은 흔히 자동차 유리에 햇빛이 들어오지 못하도록 유리 겉면에 필름을 부착하는 것을 뜻함. 새 차를 구입하면 운전자들은 눈부심을 방지하고 자외선을 차단하며 외관을 꾸미기 위해 선팅(차광)필름을 부착하고 있음

○ 도로를 달리는 차량 중 선팅을 하지 않은 차를 보기 어려울 정도로 일반적이며, 대리점 영업사원이 소비자에게 선팅을 한 후에 인도 해줄 정도로 선팅이 보편화 되어 있음

○ 여름철 차내 온도가 80~90℃까지 상승하는데 선팅을 실시 할 시 실내 온도를 일정수준까지 떨어뜨릴 수 있음. 따라서 여름철 연료를 사용하는 에어컨 사용량을 줄일 수 있어 연비 개선 효과를 느낄 수 있으며 CO_2 배출을 줄일 수 있음. 또한 자외선을 차단하여 운전자의 피부 손상 방지 및 각종 차량기기의 손상을 예방 가능함

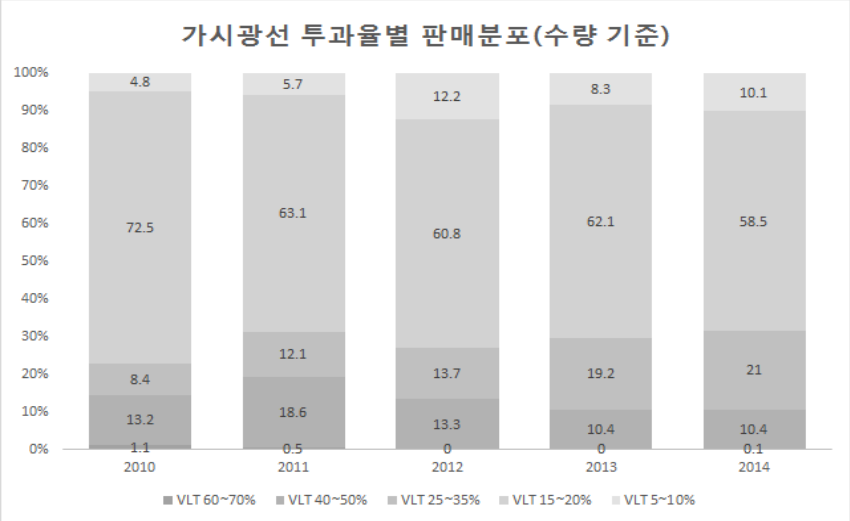


그림 169. 가시광선 투과율 별 판매분포(수량 기준)

○ A사의 가시광선 투과율별 판매분포를 보면 최근에는 가시광선 투과율이 15~35%의 필름이 전체 판매량의 약 80%를 차지하고 있으며 매년 줄어들고는 있지만 가시광선 투과율이 15%~20%의 필름의 60% 가량을 차지하고 있음. 소비자들이 가시광선 투과율이 낮은 제품을 선호하는 것을 알 수 있음

○ 자동차 유리에 부착된 선팅필름의 가시광선 투과율에 따라서 사고 및 범죄활동에 영향을 미칠 수 있는 것을 이해하지 못하는 일부 운전자들은 불필요한 규제로 보고 있음

○ 자동차용 선팅필름의 인증기준을 제시하여 적절하지 못한 선팅필름을 사용하여 악천후로 시야가 매우 불량하거나 야간 운전을 하는 경우에 운전자의 시야를 방해 및 차량 내부에서 일어날 수 있는 사고를 방지하고 소비자들이 올바른 선팅(차광)필름을 선택할 수 있도록 유도하고자 함

② 주요내용

㉮ 참조기준

- ISO 9050 : Glass in building – Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance, ultraviolet transmittance and related glazing factors
- KS L 2016 : 창 유리용 필름
- KS L 2514 : 판유리의 가시광선 투과율, 반사율, 방사율, 태양열 취득률, 자외선 투과율, 연색성 시험 방법
- JIS 5759 : Adhesive Films for Glazings

○ 국내에서는 자동차 및 자동차부품의 성능 기준에 관한 규칙 제3장 제작자동차 등의 안전기준 가운데 제94조(운전자의 시계범위)2항에서 ‘자동차의 앞면 창유리 및 운전자좌석 좌우 창유리 또는 창은 가시광선 투과율이 70퍼센트 이상이어야 한다’ 라고 제작 자동차에 관한 규칙을 설정해 놓고 있음

○ 또한, 도로교통법 제49조 제1항3호에 따라 자동차의 앞면 창유리와 운전석 좌우 옆면 창유리의 가시광선의 투과율을 아래와 같이 정하고 있음

- 앞면 창유리: 70퍼센트 미만
- 운전석 좌우 옆면 창유리: 40퍼센트 미만

○ 외국의 자동차 창유리 착색 규제기준을 살펴보면 많은 국가가 운전자의 시야 확보를 위해 창유리의 가시광선 투과율에 대해 규정하고 있음. 외국의 자동차 창유리 착색 규제기준은 다음 표 72와 같이 요약할 수 있음

표 72. 외국의 자동차 창유리 착색 규제기준 요약

구분	미국	캐나다	일본	영국	EU	호주	뉴질랜드
불가	7	6					
70% 이상	7	1	단일		단일	2	
50% 이상	5						
50% 미만	32	1		단일		3	단일
미확인	1	2					

○ 국내/외 기준(표준)을 검토한 결과, 자동차용 필름에 관한 규격은 따로 존재하지 않고 창유리용 필름에 관한 규격만 존재함. 창유리용 필름에 관한 규격은 JIS A 5759와 KS L 2016 등으로 조사 됐음. 업체에서는 KS L 2514와 ISO 9050의 판유리용 시험 방법을 필름을 붙인 상태로 시험하여 그 결과 값을 표시하고 있음

○ 또한, 위의 규격에서 시험 방법만 규정하고는 있고, JIS A 5759에서만 가시광선 투과율 87% 미만, 열 관류율 5.9W/m² K 미만, 자외선 투과율 3% 미만의 기준을 제시하고 있음

㉰ 성능 및 시험방법

○ 광학적 성능시험

- 시험시편은 KS L 2016과 JIS A 5759에 명시되어 있으며, 두께 3mm의 판유리에 동일한 크기로 필름을 부착하여 시험을 실시함
- 가시광선 투과율
  · 분광 광도계를 사용하여 파장 380nm 780nm까지 파장 간격 10nm마다, 즉 41개 파장 점의 분광 투과율을 측정하여, 다음 식에 따라 계산

$$T_V = \frac{\sum_{380}^{780} P_{\lambda_i} V_{\lambda_i} T_{\lambda_i}}{\sum_{380}^{780} P_{\lambda_i} V_{\lambda_i}} \times 100$$

여기에서,

P_{λ_i} : 표준 광 A의 분광 분포값

V_{λ_i} : 2도 시야에서 밝은 곳 표준 비시감도

T_{λ_i} : 분광 투과율

T_V : 가시광선 투과율(%)

– 가시광선 투과율

· UV 투과율은 300nm에서 380nm(300nm에서 315nm 범위의 UV-B와 315nm에서 380nm 범위의 UV-A) 범위에서 투과되는 입사태양광 복사의 일부분임. UV 투과율을 계산하기 위해 사용한 상대 분광 분포 $S_\lambda \triangle\lambda$는 KS B ISO 9845-1:2003에 주어진 지구 태양복사로부터 유도

자외선 투과율은 다음과 같이 계산

$$\tau_{uv} = \frac{\sum_{\lambda=300nm}^{380nm} \tau(\lambda) S_\lambda \triangle\lambda}{\sum_{\lambda=300nm}^{380nm} S_\lambda \triangle\lambda}$$

여기에서,

S_λ : UV 복사의 상대 분광분포

$\tau(\lambda)$: 분광 투과율

$\triangle\lambda$: 파장간격

㉰ 시험평가

○ 시중에서 가장 많이 판매되고 있는 두 업체의 가격대별 가시광선 투과율 15%~70% 제품을 구매하였음

			
<투명 판유리>	<샘플1_15%>	<샘플2_50%>	<샘플3_35%>
			
<샘플4_50%>	<샘플5_15%>	<샘플6_50%>	<샘플7_40%>
			
.<샘플8_60%>	<샘플9_90%>	<샘플10_35%>	<샘플11_70%>
			
<샘플12_20%>	<샘플13_50%>	<샘플14_15%>	<샘플15_50%>

표 73. 썬팅필름 시험 샘플 목록

구분	업체명	모델명	가시광선 투과율(%)	사용처	가격대
1	루마필름	artisan	15	측후면용	저
2			50	전면용	저
3		LATITUDE	35	측후면용	중
4			50	전면용, 측후면용	중
5		VERTEX	15	측후면용	고
6			50	전면용, 측후면용	고
7	3M	Crystalline	40	측후면용	고
8			60	전면용	고
9			90	전면용	고
10		RE	35	측후면용	중
11			70	전면용, 측후면용	중
12		CF	20	측후면용	중
13		WS	50	전면용	중
14		DK	15	측후면용	저
15			50	전면용	저

○ 15종의 시편의 가시광선 투과율, 자외선 투과율 및 태양열 취득률을 측정해 본 결과 표 74와 같음

표 74. 썬팅필름 시험결과

구분	모델명	가시광선 투과율(%)		자외선 투과율(%)	태양열 취득률	두께 (mm)	가격대
		표시	측정				
판유리	-	-	92.8	62.0	0.84	3.00	
1	artisan	15	20.8	1.0 미만	0.54	0.06	저
2		50	54.0	1.0 미만	0.63	0.06	저
3	LATITUDE	35	39.1	1.0 미만	0.43	0.07	중
4		50	51.1	1.0 미만	0.51	0.07	중
5	VERTEX	15	14.5	1.0 미만	0.37	0.07	고
6		50	52.6	1.0 미만	0.47	0.07	고
7	Crystalline	40	40.4	1.0 미만	0.40	0.08	고
8		60	63.3	1.0 미만	0.47	0.08	고
9		90	86.2	1.0 미만	0.66	0.08	고
10	RE	35	34.3	1.0 미만	0.43	0.06	중
11		70	72.1	1.0 미만	0.68	0.06	중
12	CF	20	20.8	1.0 미만	0.49	0.07	중
13	WS	50	53.6	1.0 미만	0.53	0.07	중
14	DK	50	48.8	1.0 미만	0.68	0.05	저
15		15	16.0	1.0 미만	0.53	0.05	저

○ 제품에 표시된 가시광선 투과율과 측정된 가시광선 투과율의 차이가 비교적 적었으며, 시편에 부착된 필름의 부착상태에 따라서 오차가 발생 할 수 있음

○ 자외선 투과율은 가격대 및 업체의 구분 없이 판유리의 62.0% 보다 낮은 1.0% 미만으로 측정되었음 이것으로 보아 시중에 유통되고 있는 필름의 자외선 투과율은 대부분 1% 미만일 것이라고 판단됨

○ 필름의 두께를 측정 했을 시 저가 필름에서 고가 필름으로 갈 수 록 두께가 두꺼워지는 것을 확인 할 수 있는데 이는 고 기능성 필름일수록 제작 시 코팅의 횟수가 많이지기 때문임

○ 가격대 별로 가시광선투과율 50%의 시편들을 살펴보면 높은 가격대의 필름의 태양열 취득률이 낮은 것으로 나타났음

표 75. 썬팅필름 가격대 별 태양열 취득률

구분	모델명	가시광선 투과율(%)		자외선 투과율(%)	태양열 취득률	가격대
		표시	측정			
2	artisan	50.0	54.0	1.0	0.63	저
14	DK	50.0	48.8	1.0	0.68	저
4	LATITUDE	50.0	51.1	1.0	0.51	중
13	WS	50.0	53.6	1.0	0.53	중
6	VERTEX	50.0	52.6	0.1	0.47	고

○ 태양열 취득계수는 가시광선 투과율과도 관련이 있음 이는 자외선, 가시광선, 적외선의 태양에너지 분포비가 5:43:52이기 때문에 가시광선 투과율이 낮을수록 태양열 취득계수는 낮아져 단열 성능이 높아지게 됨

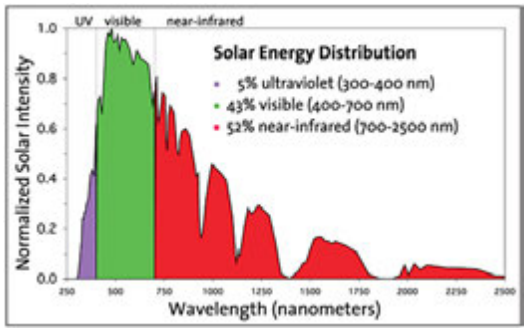


그림 170. 태양 에너지 분포

○ 자동차 및 자동차부품의 성능 기준에 관한 규칙 및 도로교통법에서 가시광선 투과율의 기준을 정하고 있으며, 이에 맞는 선팅필름의 가시광선 투과율 인증기준(안)을 마련하였음. 또한, 눈과 피부에 생물학적 영향을 미칠 수 있고 각종 차량기기의 손상을 줄 수 있는 자외선 투과율 항목을 인증기준 제시 항목으로 선정하였음

○ 평가항목

– 가시광선 투과율
– 자외선 투과율

○ 인증기준

– 가시광선 투과율 : 전면용 70% 이상, 측면용 40% 이상
– 자외선 투과율 : 전면용 · 측면용 1.0% 미만

○ 소비자들이 단열 성능은 “만족” 또는 “불만족”으로 판정할 수 있는 기준이 존재하지 않으므로 태양열취득률(SHGC)을 기입하여 소비자가 비교 판단 할 수 있도록 하는 것이 타당함

○ IWFA(International Window Film Association), 미국에너지부, 에너지스타 등 국제단열필름관련단체에서는 태양열 차단 능력의 우수성을 판단하기 위한 기준으로 태양열취득률(SHGC)을 태양열 차단 능력을 비교하는 수단으로 사용하고 있음

<IWFA, 국제윈도우필름연합>
Solar properties for fenestration systems are calculated following recommended industry standard procedures.
Total heat control performance comparisons between glazing systems can be done using the Solar Heat Gain Coefficient (SHGC). The US Department of Energy, the Energy Star Program, the International Code Council and the National Fenestration Rating Council require the use of the SHGC. The SHGC provides the consumer with a tool to compare the total heat gain of different glazing systems.

○ 또한 전면에 금속성분이 들어간 선팅필름을 사용할 경우 IT · 전자기 전파 수신을 방해하여 하이패스나 아파트 출입카드, GPS 등이 오작동할 수 있기 때문에 금속 함유 여부를 표시하는 것이 타당함

○ 시험이 가능한 기관으로는 한국건설생활환경시험연구원(KCL), 한국건설기술연구원(KICT), 한국세라믹연구원(KICET), 한국유리공업(주) 기술연구소 등이 있으며, 시험기간은 내후성시험 제외 시 약 1주일, 내후성 시험 포함 시 약 1개월 가량임. 시험수수료는 약 150만원 가량으로 조사됨

㉱ 업체 의견수렴

○ 각 자동차용 선팅(차광)필름 업체는 소비자들이 선택하는데 도움이 되고 자사 제품을 홍보하기 위해서 기술데이터를 제공하고 있음. 또한 KS L 2016, KS L 2514, ISO 9050의 시험방법으로 시험한 성적서를 보유하고 품질관리를 하고 있음

○ 각 제품의 성적서를 보유하고 가시광선 투과율 및 자외선 투과율의 기준에 적합할 시 인증을 해주는 것을 검토

③ 인증기준

○ 가시광선 투과율 : 전면유리 : 70% 이상, 운전석 좌우 옆면 : 40%이상

○ 자외선 투과율 : 1% 미만

④ 시험장비

○ 분광측광기



그림 171. 분광 측정기

⑤ 시험가능기관

○ 한국건설생활환경시험연구원(KCL), 한국건설기술연구원(KICT)

(카) 등화장치

① 개요

○ 자동차 등화장치는 최근 LED(발광소자)의 급속한 발전으로 튜닝 숍을 중심으로 쉽게 튜닝되고 있으며, 이와 더불어 운전자의 개성을 쉽게 들어낼 수 있는 외관(exterior) 튜닝이 많이 되고 있음

○ 쉽게 튜닝이 가능한 등화장치는 기준(국내, 국외)에서 정하고 있는 등화장치 설치요건 및 성능을 만족하지 못하는 장치의 부착으로 소비자의 불만이 높아지고 있으며, 무분별한 LED의 부착으로 야간운전에 방해가 되는 혼란이 발생되고 있음

○ 자동차에 설치할 수 있는 등화장치는 승용 및 승합 그리고 화물차에 따라 개수는 상이하며 대략 20여종의 등화장치가 설치되고 있음



그림 172. 등화장치의 종류

○ 1차년도 연구에서는 주간주행등, 보조제동등, 옆면표시등에 대한 인증기준을 도출하였으며, 2, 3차년도 연구에서는 그 이외의 등화장치에 대해 인증기준을 도출하고자 로드맵을 수립하였음

- 2차년도 : 방향지시등(앞면, 뒷면, 보조), 후미등, 차폭등, 제동등, 번호등, 끝단표시등(앞면, 뒷면)

- 3차년도 : 등화장치 광원(LED)

○ 전조등과 안개등은 튜닝부품으로 인증이 되더라도 설치의 문제로 인해 대향차 운전자에게 눈부심을 유발할 수 있으므로 제외하였고, 후부반사기도 부품자기인증항목에 포함되어 있어 제외하였음

② 주요내용

㉮ 참조기준

○ 등화장치는 대표적인 기준(regulation)인 UN Regs와 FMVSS 108와 대표적인 표준(standard)은 ISO가 있으며, 각국에서는 기준에 따른 시험방법과 절차를 따르고 있음

○ 세부적인 기준 비교는 국내(자동차안전기준), 유럽(UN Regs), 미국(FMVSS 108), 일본(보안기준)을 비교하였음

㉠ 방향지시등(앞면, 뒷면, 보조)

표 76. 방향지시등 기준 비교

국 가	국 내	미 국	유 럽	일 본
관련법규	자동차안전기준에 관한 규칙 제 44조	FMVSS 108	UN R 7, 48	도로운송차량보안기준 제41조
설치기준 등	(방향지시등) 1. 등광색 : 호박색 2. 적용대상 - 전 차종 적용 필수 3. 설치개수 : 앞(2), 뒤(2) 4. 설치위치 - 높이 : 350~1,500(2,100)mm - 너비 : 자동차 최외측에서 400mm이내, 양쪽 방향지시등의 발광면간 600mm이상 - 발광면적 : 12.5cm^2 5. 관측각도 - 상하(15), 내(45), 외(80도) 6. 조사방향 : 앞, 뒷면의 관측각도에 적합한 방향 7. 작동조건 - 다른 등화장치와 독립적으로 점·소등되는 구조일 것 8. 표시장치 - 시각적 또는 청각적 표시장치 설치 필수 9. 기타 요구사항 - 점멸횟수는 60~120회 - 뒷면방향지시등은 조건에 따라 가변광도 적용 - 1등당 광도	1. 등광색 : 호박색, 적색 2. 적용대상 - 전차종 적용 필수 3. 설치개수 : 2개 4. 설치위치 - 높이 : 380~1,830mm - 유효조광면적 : 22cm^{2}이상(전면), 50(1등당22)cm^2 5. 관측각도 - 상하(15), 내(45), 외(80도) 6. 조사방향 : 후방 7. 작동조건 - 차폭등·옆면표시등·번호등과 동시에 점·소등되는 구조일 것 8. 표시장치 9. 기타 요구사항 - 1등식 광도 : 80~300cd - 2등식 광도 : 95~360cd - 3등식 광도 : 110~420cd (그룹 배광 기준 있음)	(방향지시등) 1. 등광색 : 호박색 2. 적용대상 - 전차종 적용 필수 3. 설치개수 : 앞(2), 뒤(2) 4. 설치위치 - 높이 : 350~1,500(2,100)mm - 너비 : 자동차 최외측에서 400mm이내, 양쪽 방향지시등의 발광면간 600mm이상 - 발광면적 : 12.5cm^2 5. 관측각도 - 상하(15), 내(45), 외(80도) 6. 조사방향 : 앞, 뒷면의 관측각도에 적합한 방향 7. 작동조건 - 다른 등화장치와 독립적으로 점·소등되는 구조일 것 8. 표시장치 - 시각적 또는 청각적 표시장치 설치 필수 9. 기타 요구사항 - 점멸횟수는 60~120회 - 뒷면방향지시등은 조건에 따라 가변광도 적용 - 1등당 광도	UN 기준과 동일 (기준조화 완료)

구 분	최소광도(칸델라)	최대광도(칸델라)	
		단일등화	D-등화
앞면방향지시등(1)	175 이상	1000 이하	500 이하
앞면방향지시등(1a)	250 이상	1200 이하	600 이하
앞면방향지시등(1b)	400 이상	1200 이하	600 이하
뒷면방향지시등(2a)	50 이상	500 이하	250 이하
뒷면방향지시등(2b)	50 이상	1000 이하	500 이하

10. 단품기준
 - UN R7과 동일

(보조 방향지시등)
1. 등광색 : 호박색
2. 적용대상
 - 전차종 적용 필수
3. 설치개수 : 양측 각 1개
4. 설치위치
 - 높이 : 350~1,500(2,300)mm
 - 길이 : 1,800mm 이내
5. 관측각도
 - 상하(15), 측방(30~85)
 - 상(30), 하(5), 측방(30~85)
6. 작동조건
 - 다른 등화장치와 독립적으로 점·소등되는 구조일 것
8. 표시장치
 - 시각적 또는 청각적 표시장치 설치 필수
9. 기타 요구사항
 - 점멸횟수는 60~120회
 - 1등당 광도

구 분	최소광도(칸델라)	최대광도(칸델라)	
		단일등화	D-등화
보조방향지시등(5)	0.6 이상	280 이하	140 이하
보조방향지시등(6)	0.6 이상	280 이하	140 이하

10. 단품기준
 - UN R7과 동일

10. 단품기준
 - 내환경성시험 기준 있음

구 분	최소광도(칸델라)	최대광도(칸델라)	
		단일등화	D-등화
앞면방향지시등(1)	175 이상	1000 이하	500 이하
앞면방향지시등(1a)	250 이상	1200 이하	600 이하
앞면방향지시등(1b)	400 이상	1200 이하	600 이하
뒷면방향지시등(2a)	50 이상	500 이하	250 이하
뒷면방향지시등(2b)	50 이상	1000 이하	500 이하

10. 단품기준
 - UN R7과 동일

(보조 방향지시등)
1. 등광색 : 호박색
2. 적용대상
 - 전차종 적용 필수
3. 설치개수 : 양측 각 1개
4. 설치위치
 - 높이 : 350~1,500(2,300)mm
 - 길이 : 1,800mm 이내
5. 관측각도
 - 상하(15), 측방(30~85)
 - 상(30), 하(5), 측방(30~85)
6. 작동조건
 - 다른 등화장치와 독립적으로 점·소등되는 구조일 것
8. 표시장치
 - 시각적 또는 청각적 표시장치 설치 필수
9. 기타 요구사항
 - 점멸횟수는 60~120회
 - 1등당 광도

구 분	최소광도(칸델라)	최대광도(칸델라)	
		단일등화	D-등화
보조방향지시등(5)	0.6 이상	280 이하	140 이하
보조방향지시등(6)	0.6 이상	280 이하	140 이하

10. 단품기준
 - UN R7과 동일

㉡ 후미등

표 77. 후미등 기준 비교

국 가	국 내	미 국	유 럽	일 본
관련법규	자동차안전기준에 관한 규칙 제 42조	FMVSS 108	UN R 7, 48	도로운송차량보안기준 제37조
설치기준 등	1. 등광색 : 적색 2. 적용대상 - 전차종 적용 필수 3. 설치개수 : 2개 4. 설치위치 - 높이 : 350~1,500(2,10	1. 등광색 : 적색 2. 적용대상 - 전차종 적용 필수 3. 설치개수 : 2개 4. 설치위치 - 높이 : 380~1,830mm	1. 등광색 : 적색 2. 적용대상 - 전차종 적용 필수 3. 설치개수 : 2개 4. 설치위치 - 높이 : 350~1,500(2,10	UN 기준과 동일 (기준조화 완료)

	0)mm – 너비 : 자동차 최외측에서 400mm이내, 양쪽 후미등의 발광면간 600mm이상 – 발광면적 : 12.5cm^2 5. 관측각도 – 상하(15), 내(45), 외(80도) 6. 조사방향 : 후방 7. 작동조건 – 차폭등・끝단표시등・옆면표시등・번호등과 동시에 점・소등되는 구조일 것 8. 표시장치 – 설치 필수 9. 기타 요구사항 – 1등당 광도 구 분 / 최소광도(칸델라) / 최대광도(칸델라): 단일등화, D–등화 고정광도 / 4 이상 / 17 이하 / 8.5 이하 가변광도 / 4 이상 / 42 이하 / 21 이하 10. 단품기준 – UN R7과 동일	– 간격 : 2등식(560mm 이내), 3등식(410mm 이내) 5. 관측각도 – 상하(15), 내(45), 외(80도) 6. 조사방향 : 후방 7. 작동조건 – 차폭등・옆면표시등・번호등과 동시에 점・소등되는 구조일 것 8. 표시장치 9. 기타 요구사항 – 1등식 광도 : 2~18 cd – 2등식 광도 : 3.5~20 cd – 3등식 광도 : 5~25 cd (그룹 배광 기준 있음) 10. 단품기준 – 내환경성시험 기준 있음	0)mm – 너비 : 자동차 최외측에서 400mm이내, 양쪽 후미등의 발광면간 600 mm이상 5. 관측각도 – 상하(15), 내(45), 외(80도) – 투영면적 : 12.5cm^2 6. 조사방향 : 후방 7. 작동조건 – 차폭등・끝단표시등・옆면표시등・번호등과 동시에 점・소등되는 구조일 것 8. 표시장치 – 설치 필수 9. 기타 요구사항 – 1등당 광도 구 분 / 최소광도(칸델라) / 최대광도(칸델라): 단일등화, D–등화 고정광도 / 4 이상 / 17 이하 / 8.5 이하 가변광도 / 4 이상 / 42 이하 / 21 이하 10. 단품기준 – UN R7과 동일	

㉢ 차폭등

표 78. 차폭등 기준 비교

국 가	국 내	미 국	유 럽	일 본
관련법규	자동차안전기준에 관한 규칙 제 40조	FMVSS 108	UN R 7, 48	도로운송차량보안기준 제37의2조
설치기준 등	1. 등광색 : 백색, ~~황색, 호박색~~ 2. 적용대상 – 전차종 적용 필수 3. 설치개수 : 2개 4. 설치위치 – 높이 : 350~1,500(2,100)mm – 너비 : 자동차 최외측에서 400mm이내, 양쪽 차폭등의 발광면간 600mm이상 5. 관측각도 – 상하(15), 내(45), 외(80도) 6. 조사방향 : 전방 7. 작동조건 – 후미등・끝단표시등・옆면표시등・번호등과 동시에 점・소등되는 구조일 것 8. 표시장치 – 설치 필수 9. 기타 요구사항 – 1등당 광도	1. 등광색 : 백색, 호박색 2. 적용대상 – 전차종 적용 필수 3. 설치개수 : 2개 이하 4. 설치위치 – 높이 : 380~1,830mm 5. 관측각도 – 상하(15), 내(45), 외(80도) 6. 조사방향 : 전방 7. 작동조건 – 후미등・옆면표시등・번호등과 동시에 점・소등되는 구조일 것 8. 표시장치 9. 기타 요구사항 – 1등당 광도 ・H선상측 : 4~125cd	1. 등광색 : 백색 2. 적용대상 – 전차종 적용 필수 3. 설치개수 : 2개 4. 설치위치 – 높이 : 350~1,500(2,100)mm – 너비 : 자동차 최외측에서 400mm이내, 양쪽 차폭등의 발광면간 600 mm이상 5. 관측각도 – 상하(15), 내(45), 외(80도) 6. 조사방향 : 전방 7. 작동조건 – 후미등・끝단표시등・옆면표시등・번호등과 동시에 점・소등되는 구조일 것 8. 표시장치 – 설치 필수 9. 기타 요구사항 – 1등당 광도	UN 기준과 동일 (기준조화 완료)

	구 분 | 최소광도(칸델라) | 최대광도(칸델라) 단일등화 | 최대광도(칸델라) D-등화 차폭등 | 4 이상 | 140 이하 | 70 이하 차폭등(전조등내) | 4 이상 | 140 이하 | - 10. 단품기준 - UN R7과 동일	· H선하측 : 4~250cd (그룹 배광 기준 있음) 10. 단품기준 - 내환경성시험 기준 있음	구 분 | 최소광도(칸델라) | 최대광도(칸델라) 단일등화 | 최대광도(칸델라) D-등화 차폭등 | 4 이상 | 140 이하 | 70 이하 차폭등(전조등내) | 4 이상 | 140 이하 | - 10. 단품기준 - UN R7이 단품기준임	

㉣ 제동등

표 79. 제동등 기준비교

국 가	국 내	미 국	유 럽	일 본
관련법규	자동차안전기준에 관한 규칙 제 43조	FMVSS 108	UN R 7, 48	도로운송차량보안기준 제39조
설치기준 등	1. 등광색 : 적색 2. 적용대상 - 전차종 적용 필수 3. 설치개수 : 2개 4. 설치위치 - 높이 : 350~1,500(2,100)mm - 너비 : 자동차 최외측에서 400mm이내, 양쪽 후미등의 발광면간 600mm이상 5. 관측각도 - 상하(15), 내외(45) 6. 조사방향 : 후방 7. 작동조건 - 차폭등·끝단표시등·옆면표시등·번호등과 동시에 점·소등되는 구조일 것 8. 표시장치 - 비점멸 고장표시장치 설치 필수 9. 기타 요구사항 - 1등당 광도 구 분 | 최소광도(칸델라) | 최대광도(칸델라) 단일등화 | 최대광도(칸델라) D-등화 고정광도 | 60 이상 | 260 이하 | 130 이하 가변광도 | 60 이상 | 730 이하 | 365 이하 10. 단품기준 - UN R7과 동일	1. 등광색 : 적색 2. 적용대상 - 전차종 적용 필수 3. 설치개수 : 2개 4. 설치위치 - 높이 : 380~1,830mm - 유효조광면적 : 22cm^{2}이상 5. 관측각도 - 상하(15), 내(45), 외(80도) 6. 조사방향 : 후방 7. 작동조건 - 차폭등·옆면표시등·번호등과 동시에 점·소등되는 구조일 것 8. 표시장치 9. 기타 요구사항 - 1등식 광도 : 80~300 cd - 2등식 광도 : 95~360 cd - 3등식 광도 : 110~420 cd (그룹 배광 기준 있음) 10. 단품기준 - 내환경성시험 기준 있음	1. 등광색 : 적색 2. 적용대상 - 전차종 적용 필수 3. 설치개수 : 2개 4. 설치위치 - 높이 : 350~1,500(2,100)mm - 너비 : 자동차 최외측에서 400mm이내, 양쪽 후미등의 발광면간 600 mm이상 5. 관측각도 - 상하(15), 내외(45) 6. 조사방향 : 후방 7. 작동조건 - 차폭등·끝단표시등·옆면표시등·번호등과 동시에 점·소등되는 구조일 것 8. 표시장치 - 비점멸 고장표시장치 설치 필수 9. 기타 요구사항 - 1등당 광도 구 분 | 최소광도(칸델라) | 최대광도(칸델라) 단일등화 | 최대광도(칸델라) D-등화 고정광도 | 60 이상 | 260 이하 | 130 이하 가변광도 | 60 이상 | 730 이하 | 365 이하 10. 단품기준 - UN R7과 동일	UN 기준과 동일 (기준조화 완료)

㉤ 번호등

표 80. 번호등 기준비교

국 가	국 내	미 국	유 럽	일 본
관련법규	자동차안전기준에 관한 규칙 제 41조	FMVSS 108	UN R 4, 48	도로운송차량보안기준 제36조
설치기준 등	1. 등광색 : 백색 2. 적용대상	1. 등광색 : 백색 2. 적용대상	1. 등광색 : 백색 2. 적용대상	1. 등광색 : 백색 2. 적용대상

	– 전 차종 장착 필수 3. 설치개수 : 1개 이상 4. 설치위치 – 번호판을 잘 비추는 위치에 설치 5. 작동조건 – 후미등·차폭등·옆면 표시등·끝단표시등과 동시에 점·소등되는 구조일 것 6. 표시장치 – 차폭등과 후미등 표시장치로 대체 가능 7. 휘도기준 – Min : 2.5cd/m^2 – 임의의 두 측정점의 휘도 차이를 두 측정점의 거리(cm)로 나눈 값은 측정된 최소휘도값의 2배 이하일 것 $\frac{B_2 - B_1}{(1,2\text{측정점 사이의 거리})} \leq 2 \times B_0$ B_0 = 측정된 최소휘도값 B_1, B_2 = 임의의 두 측정점의 휘도값 – 입사각 : 8° 이상 8. 단품기준 – UN R4와 동일	– 전 차종 장착 필수 3. 설치개수 : 1개 이상 4. 설치위치 – 번호판 위나 옆에 설치 5. 작동조건 – 전조등이나 parking lamp 작동시 점등 6. 표시장치 7. 조도기준 – Min : 8 lx – 균등조도 : 20배 이내 – 입사각 : 8° 이상 8. 단품기준 – 내환경성시험 기준 있음	– 전 차종 장착 필수 3. 설치개수 : 1개 이상 4. 설치위치 – 번호판을 잘 비추는 위치에 설치 5. 작동조건 – 후미등·차폭등·옆면 표시등·끝단표시등과 동시에 점·소등되는 구조일 것 6. 표시장치 – 차폭등과 후미등 표시장치로 대체 가능 7. 휘도기준 – Min : 2.5cd/m^2 – 임의의 두 측정점의 휘도 차이를 두 측정점의 거리(cm)로 나눈 값은 측정된 최소휘도값의 2배 이하일 것 $\frac{B_2 - B_1}{(1,2\text{측정점 사이의 거리})} \leq 2 \times B_0$ B_0 = 측정된 최소휘도값 B_1, B_2 = 임의의 두 측정점의 휘도값 – 입사각 : 8° 이상 8. 단품기준 – UN R4와 동일	– 전 차종 장착 필수 3. 설치개수 : 1개 이상 4. 설치위치 – 번호판 위나 옆에 설치 5. 작동조건 – 전조등이나 parking lamp 작동시 점등 6. 표시장치 7. 조도기준 – Min : 8 lx – 균등조도 : 20배 이내 – 입사각 : 8° 이상 8. 단품기준 – 내환경성시험 기준 있음(JIS D5500)

ⓗ 끝단표시등(앞면, 뒷면)

표 81. 끝단표시등 기준비교

국 가	국 내	미 국	유 럽	일 본
관련법규	자동차안전기준에 관한 규칙 제 40조의2	FMVSS 108	UN R 7, 48	도로운송차량보안기준 제34의2, 제37의4
설치기준 등	1. 등광색 : 앞(백색), 뒤(적색) 2. 적용대상 – 너비 2,100mm 초과 차종 적용 필수, 1,800~2,100mm 차종은 선택사항 3. 설치개수 : 앞(좌우 각 1 또는 2개), 뒤(좌우 각 1 또는 2개) 4. 설치위치 – 높이 : 앞(앞면창유리 최상단보다 높게 설치), 뒤(차체구조 및 작동조건 고려 최상단에 설치) – 너비 : 자동차 최외측에서 400mm이내 5. 관측각도 – 상(5), 하(20), 외(80도) 6. 조사방향 : 앞, 뒷면의 관측각도에 적합한 방향 7. 작동조건 – 후미등·차폭등·옆면	1. 등광색 : 앞(호박색), 뒤(적색) 2. 적용대상 – 너비 2,032mm 이상 차종 3. 설치개수 : 앞, 뒤 2개씩 4. 설치위치 5. 관측각도 6. 조사방향 : 전방, 후방 7. 작동조건	1. 등광색 : 앞(백색), 뒤(적색) 2. 적용대상 – 너비 2,100mm 초과 차종 적용 필수, 1,800~2,100mm 차종은 선택사항 3. 설치개수 : 앞(좌우 각 1 또는 2개), 뒤(좌우 각 1 또는 2개) 4. 설치위치 – 높이 : 앞(앞면창유리 최상단보다 높게 설치), 뒤(차체구조 및 작동조건 고려 최상단에 설치) – 너비 : 자동차 최외측에서 400mm이내 5. 관측각도 – 상(5), 하(20), 외(80도) 6. 조사방향 : 앞, 뒷면의 관측각도에 적합한 방향 7. 작동조건 – 후미등·차폭등·옆면	UN 기준과 동일 (기준조화 완료)

<table>
<tr>
<td></td>
<td>표시등·번호등과 동시에 점·소등되는 구조일 것
8. 표시장치
– 차폭등과 후미등 표시장치로 대체 가능
9. 기타 요구사항
– 1등당 광도
<table><tr><th colspan="2" rowspan="2">구 분</th><th rowspan="2">최소 광도 (칸델라)</th><th colspan="2">최대광도 (칸델라)</th></tr><tr><th>단일 등화</th><th>D– 등화</th></tr><tr><td colspan="2">끝단표시등 (앞)</td><td>4 이상</td><td>140 이하</td><td>70 이하</td></tr><tr><td rowspan="2">끝단표시등 (뒤)</td><td>고정</td><td>4 이상</td><td>17 이하</td><td>8.5 이하</td></tr><tr><td>가변</td><td>4 이상</td><td>42 이하</td><td>21 이하</td></tr></table>10. 단품기준
– UN R7과 동일</td>
<td>8. 표시장치

9. 기타 요구사항
– 1등당 광도
· 적색 : 0.25~15cd
· 호박색 : 0.62cd

10. 단품기준
– 내환경성시험 기준 있음</td>
<td>표시등·번호등과 동시에 점·소등되는 구조일 것
8. 표시장치
– 차폭등과 후미등 표시장치로 대체 가능
9. 기타 요구사항
– 1등당 광도
<table><tr><th colspan="2" rowspan="2">구 분</th><th rowspan="2">최소 광도 (칸델라)</th><th colspan="2">최대광도 (칸델라)</th></tr><tr><th>단일 등화</th><th>D– 등화</th></tr><tr><td colspan="2">끝단표시등 (앞)</td><td>4 이상</td><td>140 이하</td><td>70 이하</td></tr><tr><td rowspan="2">끝단표시등 (뒤)</td><td>고정</td><td>4 이상</td><td>17 이하</td><td>8.5 이하</td></tr><tr><td>가변</td><td>4 이상</td><td>42 이하</td><td>21 이하</td></tr></table>10. 단품기준
– UN R7과 동일</td>
<td></td>
</tr>
</table>

㉺ 후퇴등

표 82. 후퇴등 기준비교

국 가	국 내	미 국	유 럽	일 본
관련법규	자동차안전기준에 관한 규칙 제 39조	FMVSS 108	UN R 23, 48	도로운송차량보안기준 제37의2조
설치기준 등	1. 등광색 : 백색 2. 적용대상 – 전차종 적용 필수 3. 설치개수 : 2개 이하 4. 설치위치 – 높이 : 250∽1,200mm 5. 관측각도 – 상(15), 하(5), 내(45 or 30), 외(45도) 6. 조사방향 : 후방 7. 작동조건 – 변속장치를 후퇴위치로 조작할 때에 점등되도록 할 것 8. 표시장치 – 선택적으로 설치 9. 기타 요구사항 – 1등당 광도 ·등화중심선 위쪽 : 80∽600cd ·등화중심선 아래쪽 : 80∽5,000cd 10. 단품기준 – UN R23 기준과 동일	1. 등광색 : 백색 2. 적용대상 – 전차종 적용 필수 3. 설치개수 : 2개 이하 4. 설치위치 – 높이 : – 5. 관측각도 – 차량 후방 0.9m, 좌우 0.9m, 높이 0.6∼1.8m의 위치에서 렌즈의 중심이 보일 것 6. 조사방향 : 후방 7. 작동조건 – 변속장치를 후퇴위치로 조작할 때에 점등되도록 할 것 8. 표시장치 – 9. 기타 요구사항 – 1등당 광도 ·등화중심선 위쪽 : 80∽500cd – 주광축은 하향 ·자동차뒷쪽 75미터이내의 지면을 비출 것 10. 단품기준 – 내환경성시험 기준 있음	1. 등광색 : 백색 2. 적용대상 – 전차종 적용 필수 3. 설치개수 : 2개 이하 4. 설치위치 – 높이 : 250∽1,200mm 5. 관측각도 – 상(15), 하(5), 내(45 or 30), 외(45도) 6. 조사방향 : 후방 7. 작동조건 – 변속장치를 후퇴위치로 조작할 때에 점등되도록 할 것 8. 표시장치 – 선택적으로 설치 9. 기타 요구사항 – 1등당 광도 ·등화중심선 위쪽 : 80∽600cd ·등화중심선 아래쪽 : 80∽5,000cd 10. 단품기준 – UN R23이 단품기준임	UN 기준과 동일 (기준조화 완료)

◎ 시험방법 및 절차 비교

○ 등화장치 시험방법 및 절차는 UN Regs에 기반을 둔 유럽, 국내, 일본이 유사하며, FMVSS 108에 기반을 둔 미국은 다소 차이가 있음

○ 두 개의 기준을 요약하여 비교하면 다음과 같음

Ⓐ UN Regs(유럽, 국내, 일본)

ⓐ 시험전압

○ 시험전압은 필라멘트 광원 및 기타 형식의 비교환식 광원을 사용할 경우에는 각각 6.75V, 13.5V, 28V를 인가(제작자가 제시한 전압 인가)

○ 제작자는 해당 광원에 전원을 공급하는 전자식 광원제어장치와 적용된 기능을 제시해야 하며 해당 등화에 인가하는 전압 제시 가능

○ 필라멘트 광원을 사용하지 않는 등화의 광도측정은 점등 1분 후 그리고 30분 후 최소 및 최대 요구사항을 만족하여야 하고, 점등 1분 후 광도측정값은 점등 1분 후의 HV 측정값과 점등 30분 후의 HV측정값의 비율을 30분 후에 측정된 각 측정점의 값에 곱하여 1분 후의 측정값으로 계산

ⓑ 광도 측정방법

○ 시험 장소는 외부 광선의 영향을 받지 않으면서 바닥, 벽면 등으로 부터의 반사광이 수광부에 영향을 주지 않는 암실이어야 하며, 시험품과 측정 장치가 정면으로 대치될 수 있는 수평한 평탄면으로 함

○ 등화장치의 전원공급장치는 각 광원의 특성에 따라 규정된 광속이 나올 수 있도록 전압 조정이 가능한 정전압 전원장치 사용

○ 시험장치의 회전중심과 광도계 감지기의 중심은 일치하여야 하며, 그 거리는 3m 이상

○ 테스트 스탠드에 부착된 시험품을 그 광학적 중심이 시험장치의 회전중심과 일치하도록 시험품 설치

○ 시험품에 시험전압을 가하여 점등

○ 각 측정점의 광도를 측정, 기록

Ⓑ FMVSS 108(미국)

ⓐ 광도 및 색도측정 방법

○ 시험장치의 회전중심과 광도계 감지기의 중심은 일치하여야 하며, 그 거리는 3m 이상

○ 테스트 스탠드에 부착된 시험품을 그 광학적 중심이 시험장치의 회전중심과 일치하도록 시험품 설치

○ 시험품에 시험전압을 가하여 점등

○ 각 측정점의 광도 및 색도를 측정, 기록

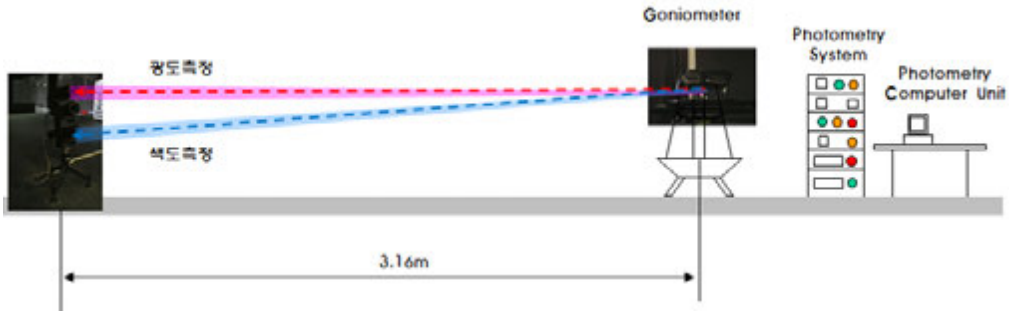


그림 173. 광도 및 색도 측정

ⓑ 내구시험 방법

○ Vibration test

- (기계식진동) 샘플을 용수철의 장력이 60~70 pound, 진폭이 1/8 inch인 진동시험기로 750cpm의 진동수로 1시간동안 시험 후 육안검사
- (전자식진동) 주파수는 10~250Hz, G-Load Power Spectrum Density는 0.1 g2/Hz(10Hz) ~ 0.00408 g2/Hz(250Hz), 허용오차범위는 ±3dB, RMS 값은 1.81 g, 진동은 수직방향으로 6시간 동안 시험 후 육안검사

○ Moisture test

- 습도시험실 내에서 4rpm의 속도로 회전시키면서 45도 방향 위에서 0.1inch/min으로 12시간 살수
- 시험 후 등화장치 내에 2cc이상의 수분이 없어야함, 또는 육안으로 물기가 보이지 않아야함

○ Dust test

- 챔버 내에 모래바람을 2초/15분 주기로 5시간 분사
- 시험 후 천으로 표면을 닦은 뒤에 모래의 흔적이 발견되지 않아야함
- 샘플 내에 모래의 흔적이 보인다면 최대광도를 측정하여 10%이내이어야 함

○ Corrosion test

- 등화장치 가장 넓은 면적의 수직축에 대해 15~30도 기울기로 염수(36도, 200ppm이하 또는 질량백분율 4~6% 소금물) 분무
- 24시간 노출, 1시간 건조의 2사이클
- 시험 후 37도 이하의 수돗물로 세척
- 등화장치의 작동을 방해하는 부식의 흔적이 없어야함(만약 부식되었다면 광도시험 실시)

○ 튜닝된 시험샘플의 시험은 국제기준은 UN Regs에 제시된 방법으로 광도 및 색도를 측정하였으며, 내구시험 방법은 FMVSS 108을 적용하였음

㉮ 성능 및 시험방법

○ 시험전압은 필라멘트 광원 및 기타 형식의 비교환식 광원을 사용할 경우에는 각각 6.75V, 13.5V, 28V를 인가(제작자가 제시한 전압 인가)

○ 필라멘트 광원을 사용하지 않는 등화의 광도측정은 점등 1분 후 그리고 30분 후 최소 및 최대 요구사항을 만족하여야 하고, 점등 1분 후 광도측정값은 점등 1분 후의 HV 측정값과 점등 30분 후의 HV측정값의 비율을 30분 후에 측정된 각 측정점의 값에 곱하여 1분 후의 측정값으로 계산

○ 광도 및 색도시험
- 시험장치의 회전중심과 광도 및 색도 센서의 중심은 일치하여야 하며 그 거리는 3m 이상이어야 함
- 테스트 스탠드에 부착된 시험품은 그 광학적 중심이 시험장치의 회전중심과 일치하도록 기준축을 맞추어 시험품을 설치
- 시험품에 시험전압을 인가하여 점등. 기준 부적합시, 기준축 방향에서 0.25° 이하로 재조준하여 시험할 수 있음
- 각 측정점의 광도 및 색도를 측정 및 기록

○ 진동내구시험
- 진동시험장비의 시험용 플레이트는 등화장치 테스트 스텐드를 완전히 포함하여야 함
- 주파수는 10~50Hz를 반복
- 가속도는 1 + 0.1 / −0.0mm(peak to peak)를 인가
- 시험시간은 60분을 실시
- 등화장치 시험결과를 기록

㉰ 시험평가

○ 시험샘플은 시중에서 유통 중인 제품을 구매하였음

○ 대부분의 구매 제품은 중국 또는 대만에서 생산된 제품이었음

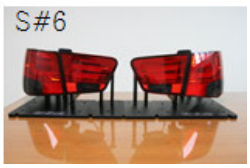
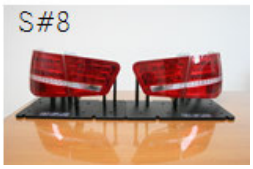
㉠ 차종별 시험샘플

○ 자동차에 설치되는 등화장치는 조합된 형태로 제작되며, 후미등/제동등/방향지시등/후퇴등/반사기 기능이 포함됨

○ 튜닝된 등화장치는 대부분 전구 형태에서 LED 형태로 변경되며, 광학적 설계 및 디자인이 다양해지고 있음

Ⓐ 등화장치별 시험 샘플

구 분	자동차에 설치된 등화	튜닝된 등화	변경사항
아반떼			후퇴등 광원의 변경사항이 없으나 설계형태가 변경.

		S#2 	
		S#3 	
		S#4 	
포르테		S#5 	
		S#6 	
포르테		S#7 	
		S#8 	
투싼 ix		S#9 	
		S#10 	
YF소나타		S#1 	차폭등의 설계변경과 광원은 LED로 변경

스포티지R			

그림 174. 시험차종별 시험샘플

○ 끝단표시등

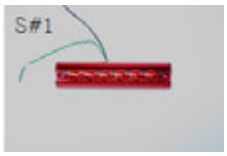
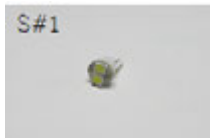
구 분	자동차에 설치된 등화	튜닝된 등화	비 고
두에고		   	LED 광원 사용

그림 175. 끝단표시등 시험샘플

○ 번호등

구 분	자동차에 설치된 등화	튜닝된 등화	변경사항
K3		  	1대1 교체형으로 기존 번호등 광원(W16W)을 LED로 교체

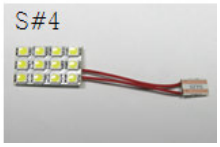
			

그림 176. 번호등 시험샘플

㉡ 시험실시 및 결과

Ⓐ 시험실시

○ 등화장치별 시험은 UN Regs의 절차에 따라 광도 및 색도시험을 실시하였고, 관련 업계(필립스, 오스람, 수LED 등)의 의견을 수렴하여 진행하였음

○ 내구시험은 FMVSS 108의 진동, 습기, 먼지, 부식시험을 실시하여 부품의 변형, 균열, 접촉 불량 발생 여부를 확인하였음

Ⓑ 시험결과

ⓐ 방향지시등

○ 시험사진은 다음과 같음

	
시험사진	점등사진
	
진동 시험	습기 시험
	
먼지 시험	부식 시험

그림 177. 방향지시등 시험장면

○ 시험결과는 다음과 같음

구분	설치 등화	#1 (뒷면)	#2 (뒷면)	#3 (뒷면)	#4 (뒷면)	#5 (뒷면)	#6 (뒷면)	#7 (뒷면)	#8 (뒷면)	#9 (뒷면)	#10 (뒷면)	#11 (앞면)	#12 (앞면)
광도	○	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
색도	○	○	○	○	X	X	X	○	○	○	○	X	○
진동	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
습기	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
먼지	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
부식	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

ⓑ 후미등

○ 시험사진은 다음과 같음



시험사진



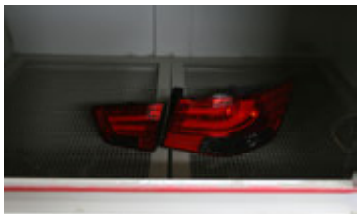
점등사진



진동 시험



습기 시험



먼지 시험



부식 시험

그림 178. 후미등 시험장면

○ 시험결과는 다음과 같음

구분	설치 등화	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10
광도	○	○	○	○	○	X	○	○	○	○	○
색도	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
진동	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
습기	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
먼지	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
부식	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

ⓒ 차폭등

○ 시험사진은 다음과 같음

구분	설치등화		
광도	○	○	○
색도	○	X	X
진동	○	○	○
습기	○	○	○
먼지	○	○	○
부식	○	○	○

○ 시험결과는 다음과 같음

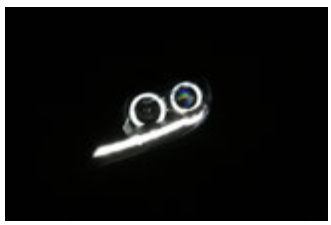
	
시험사진	점등사진
	
진동 시험	습기 시험
	
먼지 시험	부식 시험

그림 179. 차폭등 시험장면

ⓓ 제동등

○ 시험사진은 다음과 같음

	
시험사진	점등사진
	
진동 시험	습기 시험
	
먼지 시험	부식 시험

그림 180. 제동등 시험장면

○ 시험결과는 다음과 같음

구분	설치 등화	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10
광도	○	○	○	X	X	X	X	X	○	○	X
색도	○	○	○	○	○	X	○	○	○	○	○
진동	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
습기	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
먼지	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
부식	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

ⓔ 번호등

○ 시험사진은 다음과 같음

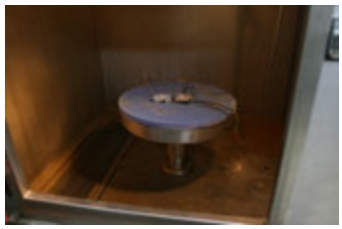
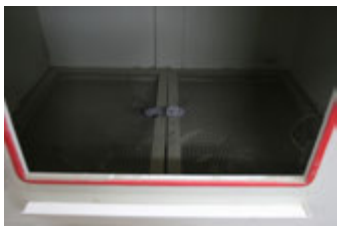
	
시험사진	점등사진
	
진동 시험	습기 시험
	
먼지 시험	부식 시험

그림 181. 번호등 시험장면

○ 시험결과는 다음과 같음

구분	설치등화	#1	#2	#3	#4
광도	○	X	X	○	○
색도	○	X	○	○	○
진동	○	○	○	○	○
습기	○	○	○	○	○
먼지	○	○	○	○	○
부식	○	○	○	○	○

ⓕ 끝단표시등

○ 시험사진은 다음과 같음

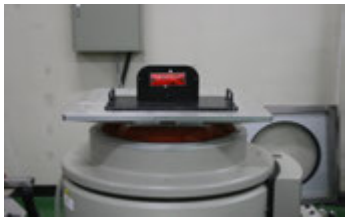
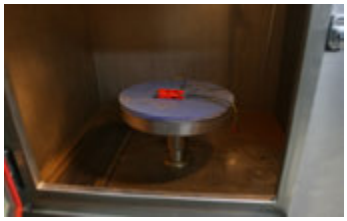
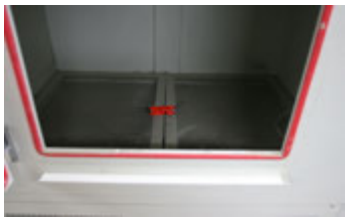
	
시험사진	점등사진
	
진동 시험	습기 시험
	
먼지 시험	부식 시험

그림 182. 끝단표시등 시험장면

○ 시험결과는 다음과 같음

구분	설치등화	#1	#2	#3	#4
광도	○	○	○	○	X
색도	○	○	○	○	X
진동	○	X	○	○	○
습기	○	○	○	○	○
먼지	○	○	○	○	○
부식	○	○	○	○	○

ⓖ 후퇴등

○ 시험사진은 다음과 같음

	
시험사진	점등사진
	
진동 시험	습기 시험
	
먼지 시험	부식 시험

그림 183. 후퇴등 시험장면

○ 시험결과는 다음과 같음

구분	설치 등화	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10
광도	○	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
색도	○	○	X	○	○	○	○	○	X	X	○
진동	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
습기	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
먼지	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
부식	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

③ 인증기준

○ 방향지시등

– 앞면방향지시등 최대광도 : 1000cd 이하(카테고리-1), 1200cd 이하(카테고리-1a, 1b)

· 앞면방향지시등 최소광도 측정점 : 19개

– 뒷면방향지시등 최대광도 : 500cd 이하

· 뒷면방향지시등 최소광도 측정점 : 19개

– 보조방향지시등 최대광도 : 280cd 이하

· 보조방향지시등 최소광도 측정점 : 15개 측정

– 색도 : 호박색

– 진동내구기준 : 부품의 변형, 균열, 접촉불량이 발생하지 아니할 것

○ 후미등

– 최대광도 : 17cd 이하

· 최소광도 측정점 : 19개 측정

– 색도 : 적색

– 진동내구기준 : 부품의 변형, 균열, 접촉불량이 발생하지 아니할 것

○ 차폭등

– 최대광도 : 140cd 이하

· 최소광도 측정점 : 19개 측정

– 색도 : 백색

– 진동내구기준 : 부품의 변형, 균열, 접촉불량이 발생하지 아니할 것

○ 제동등

– 최대광도 : 250cd 이하

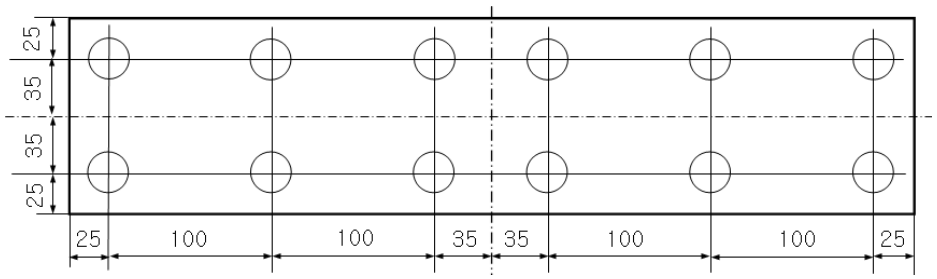
· 최소광도 측정점 : 19개 측정

– 색도 : 적색

– 진동내구기준 : 부품의 변형, 균열, 접촉불량이 발생하지 아니할 것

○ 번호등

– 최도휘도 : 2.5cd/m^2 이상



– 두 측정점 사이의 휘도 차이

– 색도 : 백색

– 진동내구기준 : 부품의 변형, 균열, 접촉불량이 발생하지 아니할 것

○ 끝단표시등

– 최대광도 : 140cd 이하

· 최소광도 측정점 : 19개 측정

– 색도 : 앞면 : 백색, 뒷면 : 적색
– 진동내구기준 : 부품의 변형, 균열, 접촉불량이 발생하지 아니할 것

○ 후퇴등
– 최대광도 :
· H선 윗부분 : 300cd 이하
· H-H~5D : 600cd 이하
· 5D 아랫부분 : 8,000cd 이하
· 최소광도 측정점 : 19개 측정
– 색도 : 백색
– 진동내구기준 : 부품의 변형, 균열, 접촉불량이 발생하지 아니할 것

④ 시험장비

○ Goniometer, 광도/색도센서, 지그, 진동시험기, 내열시험기, 휘도시험기

⑤ 시험가능기관

○ 자동차안전연구원

(타) 에어댐, 에어스포일러

① 개요

○ 자동차의 언더보디로 인하여 발생하는 저항을 줄이기 위하여 앞 펜더 및 범퍼 하부에 부착하는 공기 역학적 모양의 횡방향 부착물 혹은 스포일러를 말함

○ 스포일러는 외관 형상 업그레이드뿐 아니라 주행안정성의 기능적인 역할까지 하는 제품으로 윙타입과 립타입이 대표적인 드레스업 튜닝용품. 최근 리어 글라스 상단 또는 측면에 작용되는 글라스 스포일러가 등장하고 있음.

② 주요내용

㉮ 참조기준

○ 자동차 안전기준에 관한 규칙 제29조제2항 · 제32조제1항 및 제50조제2항에 따라 사고예방을 위한 자동차의 제원측정을 명시하고 있으며 주요 항목으로는 길이, 너비, 높이, 최저 지상고 등이 있음 또한 제조업체 기준, KS, 자동차 부품 신뢰성(RS), ISO 기준에 대한 비교 검토를 수행함

㉯ 성능 및 시험방법

○ 제원 및 형상 측정
– 도면 제출 및 검토
– 3D 스캐너를 이용한 실측
– Radius 게이지를 이용한 모서리 R값 측정

○ 도막 품질 평가

– 비철금속 도막 시험방법

· Cross Cut (층간 밀착시험)

· 면도날을 30° 로 소지에 닿을 때까지 완전히 밀착시켜 두 개의 관통선에 대해 60° 로 Cross Cut

· Cross Cut 위에 폭 24mm 셀로판테이프를 충분히 압착 후, 90° 시험항목내용 방향으로 0.5초간 등속으로 단숨에 당겨 박리

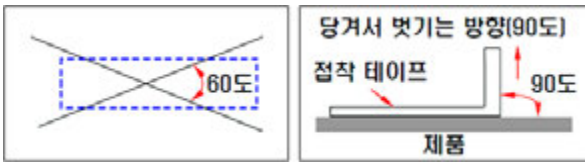


그림 184. 비철금속 도막 시험방법

– 부착성 판단기준

표 83. 도막품질 부착성 판단기준

등급	판정 기준
5	전혀 인지되지 않는 것
4	조금 인지되지만 거의 눈에 뛰지 않는 것
3	조금 있지만 명백히 인지되는 것
2	현저한 것
1	과도한 것

○ 내후성

– 시험편을 가로, 세로 70, 150mm크기의 시편의 도장표면을 내후시험기내에서 조사후 미 조사품과 비교하여 육안에 의한 외관, 광택, 색차를 조사

③ 인증기준

○ 제원인증

표 84. 제원인증 기준

구분	구분	전장	전폭	지상고	모서리R
1	세단	~50mm	~30mm	110mm	최소 5R 이상
2	쿠페	~60mm	~40mm	110mm	최소 5R 이상
3	SUV	~60mm	~40mm	110mm	최소 5R 이상
4	미니밴	~60mm	~40mm	110mm	최소 5R 이상

○ 소재인증

표 85. 소재인증 적합 소재

바디킷 부품	적합 소재
에어댐	FRP, PP, PU, 카본
스포일러	FRP, ABS, PP, PU, 카본

○ 도장인증

표 86. 도장인증 요구사항

구분	시험 항목	요구사항
1	부착성	M-2.5 (부품별 적합 면적)
2	내충격성	20cm 높이에서 추를 낙하시켜 도막의 박리, 갈라짐 등이 생기지 않을 것
3	내수성	도막에 현저한 벽색, 퇴색, 평윤, 갈라짐, 광택 저하 등이 없고 부착성이 M- 이상일 것
4	내열성	
5	내열싸이클성	
6	내염수분무성	
7	내산성	도막에 현저한 벽색, 퇴색, 팽윤, 갈라짐, 피착재 노출 등이 없을것
8	내알칼리성	
9	내약품성	
10	내후성	색차 : △E 2.0 이하

○ 장착기준

표 87. 부품별 장착 방식

대상 품목		장착 방식	조건
에어댐	범퍼형	파스너, 볼트, 브래킷	기본 범퍼 부착 방식
	립	볼트, 브래킷, 양면테이프	지정 위치는 반드시 브래킷 사용하여 고정
스포일러		볼트, 클립, 양편테이프	지정 위치는 반드시 볼트나 클립을 사용하여 고정

④ 시험장비

○ 3D 스캐너, Radius 게이지, 연필경도시험기, 도막두께 측정기, 항온항습기, 색차측정기

⑤ 시험가능기관

○ 현대모비스, 자동차부품연구원

(3) 3차년도

(가) 스테이빌라이저

① 개요

- 스테빌라이저바(stabilizer bar)는 차량의 조종안정성을 개선하기 위하여 서스펜션과 차체에 연결 장착하는 부품으로써 앤티롤바(anti-roll bar) 또는 스웨이바(sway bar)라고 불리며 주로 차량의 선회 운동시 spring rate을 증가시켜 차체의 rolling을 저감시킬 수 있는 구조로 설계됨
- 스테빌라이저바의 한 쪽은 차체에 다른 한 쪽은 서스펜션에 고정되어있기 때문에 서스펜션의 상하 움직임에 따라 스테빌라이저바가 비틀어지면서 토션바 스프링으로서의 기능을 하게 되며, 좌우 바퀴의 스프링이 아래위로 서로 반대 방향으로 움직일 때 이를 잡아주는 역할을 함. 즉, 좌우 바퀴가 제각기 움직이는 비포장도로에서나 포장도로에서 코너링시 차량의 조종안정성을 향상시키게 됨
- 현가계 튜닝을 하게 될 경우 강성이 증대된 스프링을 사용하는 것이 일반적이기 때문에 튜닝용 스테빌라이저바의 경우에도 순정 스테빌라이저바에 비하여 비틀림 강성이 증대되는 것이 일반적임. 즉, 튜닝스프링이 장착된 차량에 순정 스테빌라이저바를 그대로 사용할 경우 스테빌라이저바의 조종안정성 기능이 나타나기 힘듬
- 따라서 시중에 유통되고 있는 튜닝용 스테빌라이저바 제품은 지름이 순정에 비하여 크게 제조되고 있으며, 일부 제품은 비틀림 강도를 소비자가 단계별로 조정할 수 있도록 설계되어 있기 때문에 튜닝용 스프링과의 조화를 높일 수 있음
- 탄성학적으로 스태빌라이저바의 비틀림 강성은 바 지름의 4제곱에 비례하기 때문에 순정대비 동일 소재의 지름이 2배인 튜닝 제품을 사용하면 강성은 약 16배 증가하게 됨
- 본 과제의 2차년도 연구결과에서도 나타난 바와 같이 차체 보강 없이 현가계의 강성만을 증가시키는 튜닝을 하게 된다면 차체에 손상을 주게 될 가능성이 매우 높아지기 때문에 스테빌라이저바의 튜닝은 현가계 튜닝에서 매우 중요한 역할을 하게 됨
- 스테빌라이저바는 차량의 롤링을 개선하여 승차감과 안정성을 획기적으로 개선하기 위한 효과적인 튜닝 제품으로써 널리 사용되고 있으며 더 나아가 스태빌라이저의 앞뒤 강성을 조절하여 스티어링 특성을 변화시키는 데에도 사용되고 있음. 즉, 후륜을 강화하여 약간의 오버스티어가 유도되도록 하여 FF차량의 문제인 언더스티어를 해결할 수 있으며 그 반대로 전륜을 강화하여 언더스티어를 유도할 수 있음
- 스테빌라이저바의 고장모드는 Link 구조의 조인트부에서 파손이 관찰되는 경우가 많으며 주로 비틀림 하중을 많이 받는 구조이기 때문에 바의 비틀림 내구성을 증가시킬 수 있는 설계 및 제조가 요구됨

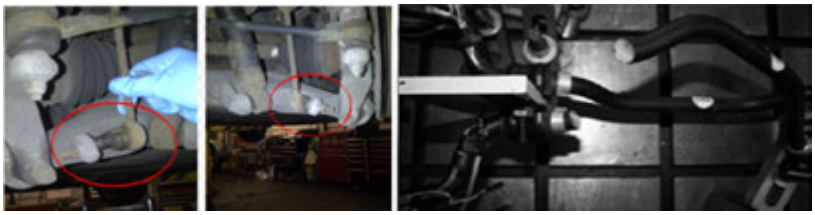


그림 185. 스테빌라지어져바의 고장모드

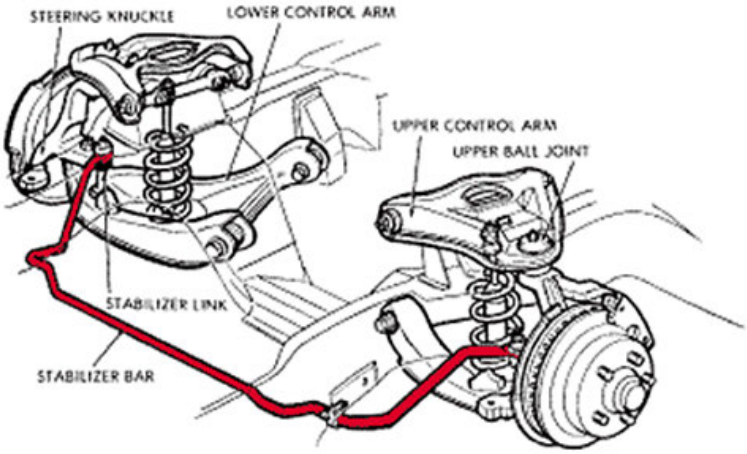


그림 186. 스테빌라이져바의 장착 개념도

② 주요내용

㉮ 참조기준

○ 국내외의 stabilizer bar에 대한 인증기준 또는 평가방법에 대한 규정은 JASO C617이 있으며 비틀림 강성의 측정과 비틀림 내구성능 시험에 대한 내용으로 구성되어 있음

– JASO C617 : Automotive parts – stabilizer bar

○ 시험 방법은 아래 그림 187, 188과 같이 arm부의 한 쪽을 고정하고 다른 한 쪽에 부하를 작용시켜 비틀림 하중이 발생하도록 하고 있으며 차량에 장착되는 것과 유사하게 하중 장치를 설계해야 함. 인증기준 또는 작용하는 부하의 크기 등은 나타나 있지 않음. 다만 비틀림 내구시험의 경우 정해진 변위를 1~2Hz로 왕복하여 반복적인 비틀림 하중이 가해지도록 시험 장치를 구성하도록 함

○ 튜닝 스테빌라이저바의 고장모드와 작용하중의 조건을 고려할 경우 비틀림 내구시험을 통한 성능검증을 통하여 안전성을 평가할 수 있을 것으로 판단되며, 내구시험을 기본으로 하는 인증기준을 제시하고자 함

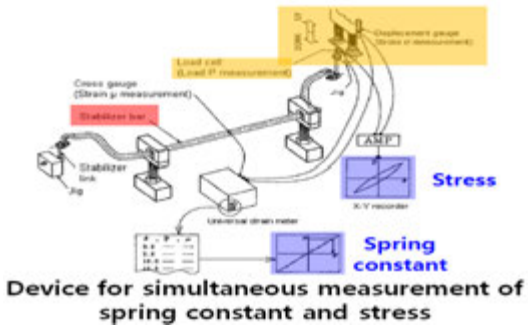


그림 187. 비틀림 내구 시험장치 개략도

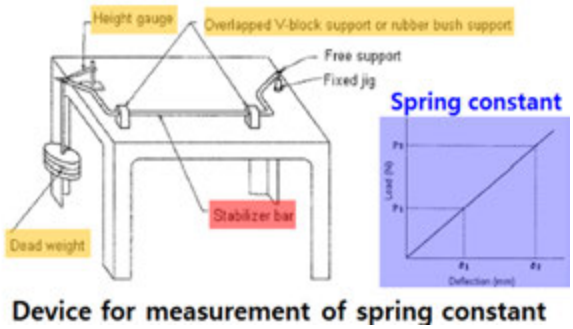


그림 188. 비틀림 강성 측정시험 개략도

㉯ 성능 및 시험방법

○ 초기계측 : 스테빌라이져바의 직경을 측정하여 기록

○ 장착 : 대상 차량의 링크를 이용하여 시험기에 장착

○ 시험 : 시험속도 2Hz, 왕복 변위 ±20mm의 조건으로 시험 실시

○ 스테빌라이저바를 시험기에 장착하기 위해 사용된 링크의 파손 또는 볼 조인트의 파손이 발견될 시 링크 부품을 교체 장착한 후 시험을 계속 진행

㉰ 시험평가

㉠ 시험샘플

○ 비틀림 내구시험을 통하여 스테빌라이저바의 성능 평가를 실시하고자 하며, 2Hz의 가진 조건에서 상하방향 수직 변위 값을 결정하는 것이 중요함. 따라서 순정형 스테빌라이저바의 성능을 3가지 가진 변위 조건에서 평가한 후 시중에 유통되고 있는 튜닝 스테빌라이저의 인증기준 제시를 위한 가진 변위 값을 도출하고자 함. 따라서 아래 그림 189에 나타난 바와 같이 순정형 스테빌라이저바, A사의 튜닝 스테빌라이저바, B사의 튜닝 스테빌라이저바를 이용하여 인증기준을 제시하고자 하였음

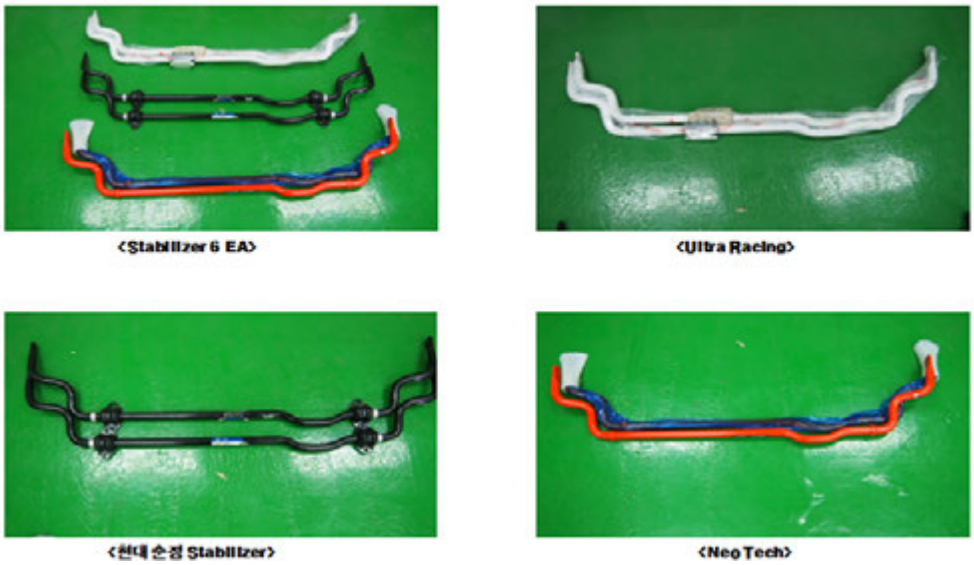


그림 189. 시험용 튜닝 스테빌라이저바

㉡ 시험방법 및 결과

○ 시험은 아래 그림 190과 같이 스테빌라이저바의 arm부를 차량 장착조건으로 고정하여 2Hz로 반복적인 비틀림 하중이 가해질 수 있도록 하였으며, 경일대학교 RIC의 MTS사의 리니어엑츄에이터를 이용하였음

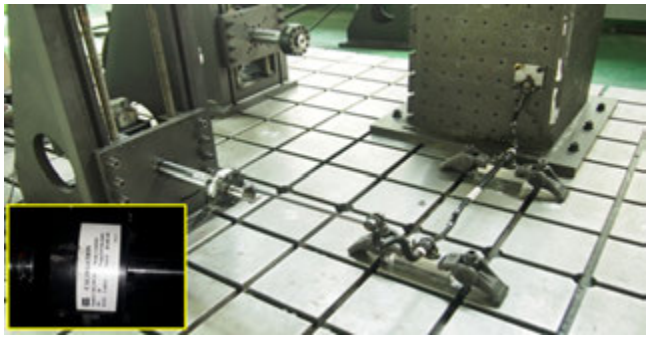


그림 190. 튜닝 스테빌라이저바의 비틀림 내구시험

○ 순정형 스테빌라이저의 시험결과는 아래와 같으며 최대 왕복 40mm가진 변위에서 350,000사이클의 가진시험에서 파손이 발생하지 않았음. 이때 최대하중은 1,179N으로 튜닝 스테빌라이저바에 비하여 낮은 최대하중값을 보였음

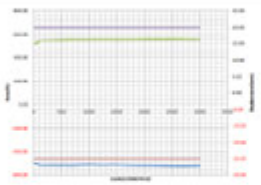
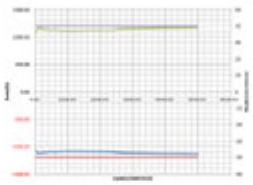
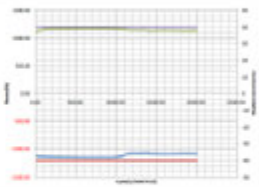
○ 일반적으로 순정 스테빌라이저바의 목표 수명이 왕복 10mm 가진 조건에서 약 100,000~200,000사이클 인 것을 감안하면 가혹한 조건의 시험인 것으로 판단됨

○ 따라서 튜닝용 스테빌라이저의 목표 수명을 우선적으로 350,000사이클로 설정하고 튜닝 스테빌라이저바의 최대하중과 강성을 분석한 후 조정하고자 함

○ 순정용 스테빌라이저바를 상하 20mm가진 시켜 150,000사이클 도달여부를 확인한 결과 부품의 파손이 발생하지 않았으며, 2차 샘플을 이용하여 30mm가진시키고 250,000사이클의 도달여부를 확인한 결과 마찬가지로 파손이 발생하지 않았음. 250,000사이클 도달 후 2차 샘플의 가진을 40mm로 증가시킨 경우 목표수명 350,000사이클에서 파손이 발생하지 않았음

○ 순정용 스테빌라이저바는 수직변위에 대한 강성이 29N/mm로 현가계 스프링의 강성과 거의 유사한 수준이며 고속선회시 롤링저감 효과는 크지 않을 것으로 판단됨. 다만 부품이 매우 유연하기 때문에 대변위 가진에 대하여 충분한 내구수명을 가질 것으로 판단됨

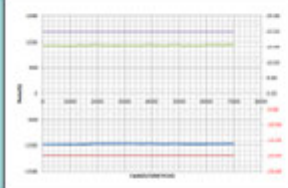
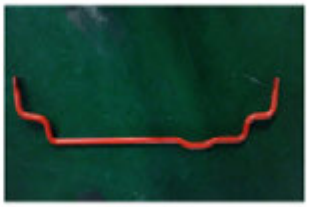
표 88. 순정형 스테빌라이저바의 시험결과

Stroke	20mm	30mm	40mm
Target cycle	150,000	250,000	350,000
Max load(N)	560	1,179	1,179
하중변위선도			
파손여부			

○ 튜닝 A사의 스테빌라이저바는 40mm가진 조건에서 시험하였을 경우 350,000사이클의 목표수명은 도달할 수 없었으며 30mm 가진 조건에서는 350,000사이클의 목표수명에 도달함을 알 수 있음

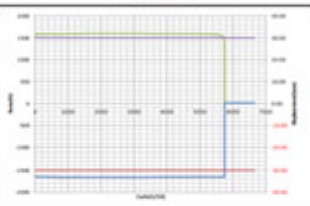
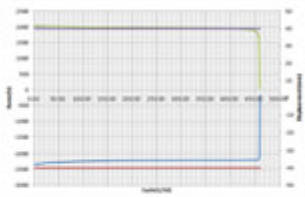
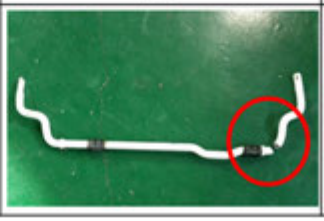
○ 40mm 가진 조건에서 최대하중은 약 1,880N으로 순정형에 비하여 60% 정도 증가된 것으로 나타났음. 따라서 실제 차량 장착시 튜닝 스테빌라이저바가 왕복 40mm의 수직방향 가진을 할 가능성이 매우 낮기 때문에 40mm 가진 조건은 매우 가혹하여 소성변형이 유발될 수 있을 것으로 판단됨

그림 191. 튜닝 A사 스테빌라이저바의 시험결과

Stroke	20mm	30mm	40mm
Target cycle	350,000	350,000	350,000
Max load(N)	950	1,420	1,880
하중변위선도			
파손여부			

○ 튜닝 B사의 스테빌라이저바는 40mm가진 조건과 30mm가진 조건에서 파손이 발생하였으며 350,000사이클의 목표수명은 도달할 수 없었음. 그러나 최대하중은 40mm 가진에서 2,042N, 30mm 가진에서 1,615N으로 시험한 샘플들 중 가장 높은 수치를 보였으며, 20mm 가진 조건에서는 최대하중 1,095N으로 목표수명 350,000사이클에 도달하였음

그림 192. 튜닝 B사 스테빌라이저바의 시험결과

Stroke	20mm	30mm	40mm
Target cycle	350,000	350,000	350,000
Max load(N)	1,095	1,615	2,042
하중변위선도			
파손여부			

○ 이상의 시험결과를 종합하면 아래의 표 89와 같으며, 튜닝 A사, 튜닝 B사 모두 순정형 스테빌라이저바의 강성보다 증가된 강성을 갖고 있음을 확인할 수 있으며, 상하방향 20mm 가진 조건에서 모두 350,000사이클의 내구수명에 도달함을 알 수 있음

○ 20mm~30mm의 가진 조건에서 튜닝용 스테빌라이저바의 최대하중은 950N~1,615N사이에 관찰되었으며, 다만 1,650N이 발생한 튜닝 B사의 제품은 350,000사이클에 도달하지 못하였음

○ 각 제조사별로 설계한 강성이 다르기 때문에 인증시험을 위해서는 동일한 기준제시가 필요할 것으로 판단됨. 따라서 수직변위 20~30mm사이에서 목표수명 350,000사이클을 설정하는 것이 타당할 것으로 판단됨

○ 동일한 기준제시를 위하여 변위값을 고정하는 대신 최대하중의 크기를 고정하여 시험하는 것이 타당할 것으로 판단되나 제조사별로 설계한 강성이 매우 다르고 또 적용되는 차량의 중량에 맞도록 설계 목표가 변경될 수 있기 때문에 하중 값을 고정하는 것은 어려울 것으로 판단됨

○ 따라서 이상의 시험 결과로부터 튜닝용 스테빌라이저바는 최대 수직변위 20mm로 왕복 가진을 가하여 목표수명 350,000사이클에 도달하는가의 여부로 인증기준을 제시하고자 함

표 89. 스테빌라이저바 평가시험 결과

제조사	Stroke (mm)	Max. Load (N)	Stiffness (N/mm)	Life cycle/target	파손
순정	20	560	28.0	150,000/150,000	없음
	40	1,179	29.4	250,000/250,000	없음
	40	1,179	29.4	350,000/350,000	없음
튜닝 A	20	950	47.5	350,000/350,000	없음
	30	1,420	47.3	350,000/350,000	없음
	40	1,880	47.0	230,000/350,000	발생
튜닝 B	20	1,095	54.8	350,000/350,000	없음
	30	1,615	53.8	285,000/350,000	발생
	40	2,042	51.0	23,000/350,000	발생

○ 앞서 도출된 결론의 신뢰성을 높이기 위해서는 튜닝용 스테빌라이저바의 제조에 사용된 소재의 성능을 검사할 필요가 있음. 즉, 소재의 성능 저하로 목표수명에 도달하지 못하였을 경우 상하방향 20mm 가진 조건을 더 가혹하게 높일 필요가 있을 것으로 판단됨

○ 따라서 1, 2차년도 연구에서 적용하였던 계장화압입시험에 의하여 소재의 강도와 편차를 분석하였음

○ 아래 그림 193에 나타난 바와 같이 각 스테빌라이저바 샘플에서 시료를 채취하여 계장화압입시험을 실시하였으며 그 결과를 표 89로 나타내었음

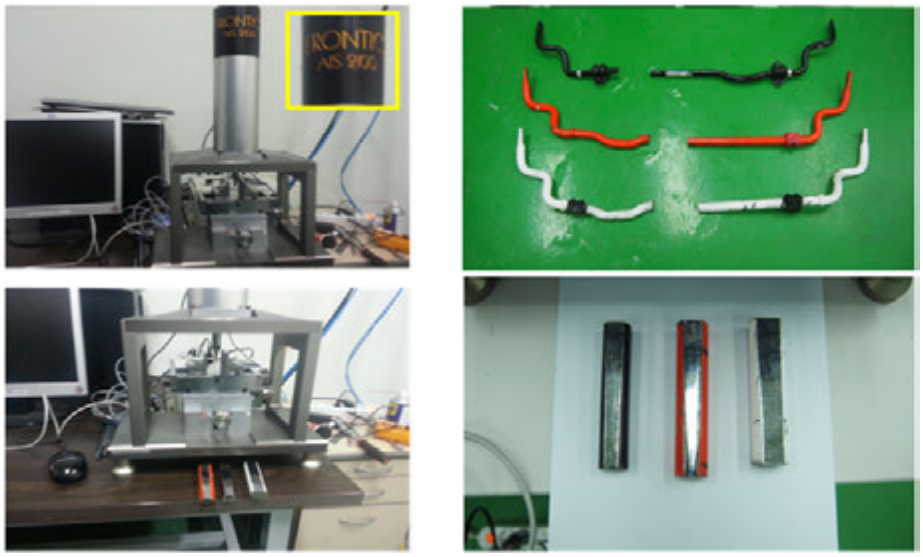
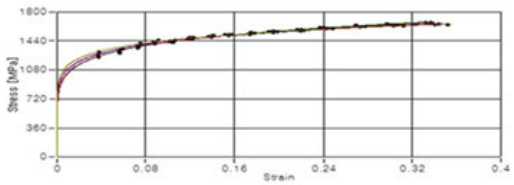


그림 193. 계장화압입시험을 통한 소재특성 측정

○ 그 결과 순정형 스테빌라이저바에 사용된 소재는 평균 항복강도가 691MPa이었으며, 튜닝 A의 제품에 사용된 소재는 499MPa, 튜닝 B사의 제품에 사용된 소재는 402MPa로 나타났음

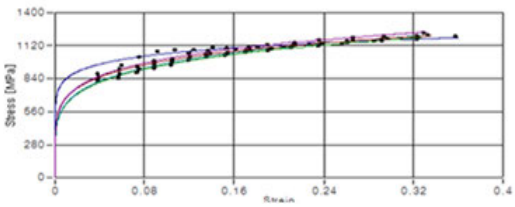
○ 순정품의 소재 강도 편차는 약 1.5%, 튜닝 A사의 강도편차는 1.5%, 튜닝 B사의 강도편차는 1.4%로 소재 자체의 불균일성은 크게 문제가 되지 않는 것으로 나타났음

○ 따라서 튜닝용 스테빌라이저의 파손원인이 소재의 불량에 기인한 것이 아님을 확인할 수 있으며, 앞서 제시한 인증기준이 유효함을 알 수 있음



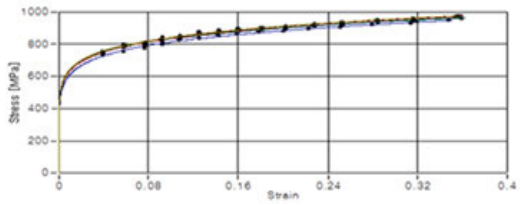
No.	File name	Yield Strength	Tensile Strength
1	160112_001.dpt	681.9	1295.8
2	160112_002.dpt	698.9	1296.3
3	160112_003.dpt	694.4	1291.5
4	160112_004.dpt	696	1292.2
5	160112_005.dpt	686.9	1300.1
6	160112_006.dpt	688.2	1308.6
Avg		691	1297.4

그림 194. 순정형 스테빌라이저바의 소재특성



No.	File name	Yield Strength	Tensile Strength
1	160112_001.dpt	494.3	950
2	160112_002.dpt	491.7	889.9
3	160112_003.dpt	498.3	900.8
4	160112_005.dpt	498.2	910.5
5	160112_006.dpt	512.3	930
Avg		499	916.2

그림 195. 튜닝 A사 스테빌라이저바의 소재특성



No.	File name	Yield Strength	Tensile Strength
1	160113_001.dpt	394.5	736.8
2	160113_002.dpt	403.6	758.4
3	160113_003.dpt	400.8	753.9
4	160113_004.dpt	403	756
5	160113_005.dpt	406.4	762.5
6	160113_006.dpt	406.8	763.1
Avg		402.5	755.1

그림 196. 튜닝 B사 스테빌라이저바의 소재특성

③ 인증기준

○ 대상내구시험 : 목표수명 350,000사이클 시험 후의 스테빌라이저바에서 크랙, 비틀림, 찌그러짐 등의 결함이 발견되지 않을 것

④ 시험장비

○ 단축 내구시험기

⑤ 시험가능기관

○ 경일대학교 RIC, 자동차부품연구원

(나) 브레이크 디스크

① 개요

○ 브레이크 디스크는 마찰이 큰 소재로 만들어진 패드를 압착하여 디스크와 패드의 마찰력으로 인해 차량의 운동 에너지를 열에너지로 전환하면서 차량을 제동시킴

○ 마찰력이 높다고 하더라도 열을 방출시키지 못하면 초기 감속력은 크지만, 페이드 현상으로 인해 제동력을 상실할 수 있음. 따라서 방열 성능이 뛰어날수록 고속에서 강한 제동력을 발휘함

○ 브레이크 제동 시 브레이크 패드와 디스크의 접촉면 사이의 마찰 및 온도의 급상승하며, 이로 인해, 디스크의 마멸, 열 크랙, 여러 가지 열적 거동현상이 발생하여 소음과 진동은 물론, 브레이크 시스템의 수명을 단축시키거나 고장으로 이어지게 되어 차량의 안정성에 큰 영향을 주게 됨

○ 따라서, 제동시의 브레이크 시스템의 열 발산 능력은 브레이크의 성능과 수명에 많은 영향을 미치고 있으므로 디스크 브레이크 성능 평가 시 열 발산 능력을 평가하는 것이 중요함

○ 주로 이루어지는 브레이크 디스크 튜닝은 디스크 크기 증가, 디스크 재질 변경, 디스크 냉각 방식 변경, 디스크 가공 등으로 구분됨

○ 브레이크 디스크 크기 증가

– 브레이크 디스크를 순정보다 더 직경이 큰 제품으로 교체하면, 같은 마찰력으로도 더 높은 제동력을 얻을 수 있음. 단, 브레이크 디스크는 휠 안쪽에 위치하게 되므로 휠의 크기에 비해 너무 큰 디스크는 장착하는 것이 불가능함

○ 디스크 재질 변경

– 일반적으로 브레이크 디스크는 주철 합금 재질로 제작되지만 고가의 튜닝 브레이크 디스크는 세라믹이나 카본으로 제작되는 경우도 있음. 세라믹이나 카본 재질은 주철 재질에 비해 내열 한계가 높아 강력한 제동에도 성능을 유지하고, 고열에 의한 디스크 변형이 적고, 주철 디스크에 비해 무게가 가벼운 것이 장점이지만 가격이 비쌈



카본 디스크　　복합재료 디스크

그림 197. 디스크 재질 튜닝의 예

○ 디스크 냉각 방식 변경

– 디스크 중간에 공기가 통하는 구멍을 뚫어 놓은 것이 벤틸레이티드 디스크이고, 반대로 구멍이 없는 것은 솔리드 디스크라고 하며, 최근에는 차량의 성능이 전반적으로 좋아짐에 따라 벤틸레이티드 디스크로 튜닝하는 경우가 증가하고 있으며, 솔리드 디스크에 비해 냉각이 빨라 브레이크 파열을 막아주는 효과가 있음



그림 198. 솔리드 디스크와 벤틸레이티드 디스크의 예

○ 디스크 가공: 디스크에 사선 홈(슬릿)이나 불규칙한 곡선 홈을 가공하거나, 일정한 간격으로 구멍을 내어 패드와 디스크가 서로 마찰할 때 발생하는 분진이나 가스 등을 신속하게 배출하여 제동력을 유지시키는 효과를 발생시키고, 또한 디스크의 공기 접촉 면적이 넓어져 열을 쉽게 배출하게 됨. 다만 타공을 하는 경우 디스크의 내구성이 저하되어 크랙이 생기기 쉬워지는 단점이 있고, 홈 가공은 패드가 빨리 닳는 단점이 있음



그림 199. 디스크 가공의 예

○ 브레이크 디스크의 대부분의 고장 형태는 다음과 같음

– 피로하중으로 인한 크랙
– 디스크 표면에 발생하는 서로 연결된 미세 균열 (Heat checks)
– 마찰열에 의한 과도한 열변형
– 열과 습도 등에 의한 부식
– 차량 주행 중의 충격에 의한 충격 파손

○ 브레이크 디스크의 고장 형태는 대부분 브레이크 디스크와 마찰재 사이에서 발생하는 마찰열에 의한 열변형, 마모 등에 의한 크랙, 파손, 소음 등이기 때문에, 튜닝 브레이크 디스크의 인증 기준도 위와 같은 고장 모드를 사전에 감지하여 예방할 수 있는 시험을 포함하도록 제정되어야 함

② 주요내용

㉮ 참조기준

- JASO C406 : Passenger car-Braking device-Dynamometer test procedures
- FMVSS 105 : Hydraulic and electric brake systems
- KS R 1115 : 승용차용 브레이크 마찰재의 다이나모미터 성능시험방법

○ 브레이크 디스크의 성능을 평가하는 국내·외 표준은 모두 다이나모미터를 사용하여 브레이크 디스크의 열적 성능 및 제동 성능을 평가하는 테스트로 구성되어 있으며, 다음의 과정을 일련의 순서에 따라 수행함

표 90. 브레이크 디스크 성능평가를 구성하는 테스트의 종류

갈아 맞춤	• 패드와 브레이크 디스크 사이에 물리적으로 충분한 접촉면을 확보하기 위하여 수행하는 예비 제동 시험
효력 시험	• 계측 온도에서 브레이크 디스크의 효력을 일련의 순서로 조사하는 시험
페이드 시험	• 몇 차례의 연속 제동에 의해 변화하는 브레이크 디스크의 효력을 일련의 순서로 조사하는 시험
리커버리 시험	• 페이드 시험 수에 시험 열에 의해 변화한 브레이크 디스크의 효력 회복 정도를 일련의 순서로 조사하는 시험
워터 리커버리 시험	• 브레이크 디스크가 물에 젖은 경우 통상의 마찰 계수를 확인하는 시험

○ 본 과제를 통해 제시하고자 하는 자동차 튜닝용 브레이크 디스크의 성능평가 기준은 기본 성능에 중점을 두었으며 시장에 유통되고 있는 튜닝용 브레이크 디스크의 안전성 평가를 위한 현실적인 기준을 마련하기 위해 노력함

○ 튜닝용 브레이크 디스크의 성능 평가 기준의 개발에 있어서 중점적으로 고려한 사항은 다음과 같음

- 일반적으로 브레이크 튜닝을 하는 운전자는 목표하는 제동 성능 향상에 최우선 순위를 두고, 내구성은 크게 고려하지 않음
- 브레이크 성능 향상을 위한 마찰 계수 등의 사용 환경이 가혹해 짐에 따라 순정 부품에서 요구되는 수준의 내구성능은 튜닝 디스크에는 적합하지 않음
- 또한 브레이크 디스크의 내구성 평가에 소요되는 시간(보름 이상)과 비용(약 1,000만원/ea)이 너무 과도함
- 따라서 튜닝 브레이크 디스크 인증 평가 기준은 내구성 테스트는 포함하지 않고, 사용자의 안전을 보장할 수 있는 성능 평가 기준을 바탕으로 개발
- 가능한 국제 규격과 어긋나지 않도록 함
- 브레이크 디스크의 성능을 충분히 파악, 안정성을 확보할 수 있는 평가 방법 개발

○ 각 규정의 브레이크 디스크의 시험항목을 비교하면 아래의 표 91과 같음

표 91. 브레이크 디스크 관련 시험 항목 비교표

시험 항목		JASO C406	FMVSS 105	KS R 1115	튜닝 성능평가
1. 초기 계측		○	○	○	○
2. 갈아 맞춤 전 점검		○	○	○	○
3. 제1효력 시험		○	○	○	○
4. 갈아 맞춤		○	○	○	○
5. 제 2효력 시험		○	○	○	○
6. 제 1 재갈아 맞춤		○	○	○	○
7. 비상 브레이크 시험		○	X	X	X
8. 제1 페이드 리커버리 시험	베이스 라인 점검	○	○	○	○
	페이드 시험	○	○	○	○
	리커버리 시험	○	○	○	○
	효력점 점검	○	X	X	X
9. 제 2 재갈아맞춤		○	○	○	○
10. 제2 페이드 리커버리 시험	베이스 라인 점검	○	○	○	○
	페이드 시험	○	○	○	○
	리커버리 시험	○	○	○	○
11. 제 3 재갈아맞춤		○	○	○	○
12. 제 3 효력 시험		○	○	○	○
13. 제 4 재갈아맞춤		○	○	○	○
14. 워터 리커버리 시험	베이스라인 점검	○	○	○	○
	침수	○	○	○	○
	리커버리 시험	○	○	○	○
15. 최종 계측 및 점검		○	○	○	○

○ 위의 국내·외 규격에서 시험의 순서 및 방법에 큰 차이는 없지만, 시험 방법에서 온도, 제동 감속도 등의 구체적인 수치에서 약간의 차이만 존재함

○ 아래의 표 92에 본 과제에서 개발한 튜닝 브레이크 디스크의 인증 평가 기준의 요약본을 나타내었음

표 92. 튜닝 브레이크 디스크 인증 평가 기준 요약

구 분			제동 초속도 (km/h)	제동 간격 (초)	제동 전 브레이크 온도 (℃)	제동 감속도 (G)	제동 횟수 (회)	비고
1	초기 계측		–	–	–	–	–	디스크 두께 등의 측정
2	갈아 맞춤 전 점검		50	120	–	0.3	10	
3	제 1 효력 시험		50 100	–	80	0.1~0.8	각 제동 초속도에 대하여 6회 이상	
4	갈아맞춤		65	–	120	0.35	200	
5	제 2 효력 시험		50 100 130	–	80	0.1~0.8	각 제동 초속도에 대하여 6회 이상	
6	제 1 재갈아맞춤		65	–	120	0.35	35	
7	제 1 페이드 리커버리 시험	베이스 라인 점검	65	–	80	0.3	3	페이드 시험 후 리커버리 시험까지의 냉각 간격은 120초
		페이드 시험	130	35	60 (제 1 회째)	0.45	10	
		리커버리 시험	65	120	–	0.3	15	
8	제 2 재갈아맞춤		65	–	120	0.35	35	
9	제 2 페이드 리커버리 시험	베이스 라인 점검	50	–	80	0.3	3	페이드 시험 후 리커버리 시험까지의 냉각 간격은 120초
		페이드 시험	100	35	60 (제 1 회째)	0.45	15	
		리커버리 시험	50	120	–	0.3	15	
10	제 3 재갈아맞춤		65	–	120	0.35	35	
11	제 3 효력 시험		50 100 130	–	80	0.1~0.8	각 제동 초속도에 대하여 6회 이상	
12	제 4 재갈아맞춤		65	–	120	0.35	35	
13	워터 리커버리 시험	베이스 라인 점검	50	–	80	0.3	3	
		침수	브레이크 디스크를 120초간 물에 담근다.					
		리커버리 시험	50	60	–	0.3	15	
14	최종 계측 및 점검		브레이크 디스크 및 패드의 두께 측정 및 점검					

○ 튜닝 브레이크 디스크 인증 평가 기준은 사용자 입장에서는 기본적인 제동 성능 및 안전을 보장할 수 있으며, 제조업체 입장에서는 최소한의 비용과 시간으로 개발된 브레이크 디스크의 성능을 평가할 수 있는 현실적인 평가 기준을 마련하기 위해 노력하였음

○ 아래의 표 93에 본 튜닝 브레이크 디스크 인증 평가 기준과 개발 과정에서 고려한 국내·외 규격과의 비교를 나타내었음

표 93. 브레이크 디스크 시험 방법 비교표

종 목		JASO C 406-87					FMVSS 105~75			
		제동 초속도 km/h		제동간격 초	제동 감속도 m/s^2	제동횟수 회	제동초속도 km/h	제동간격 초	제동 감속도 G	제동횟수 회
1.초기 계측		-			-	-	-	-	-	-
2.갈아맞춤 전 점검		50		120	2.9	10	48 이하 또는 64~16	100	0.311 이하	10 이하
3. 제1효력 시험		구분 1 구분 2 구분 3 구분 4	50 100 50 100 50 80 50 65	-	1.0~7.8	각 제동 초속도에 대하여 5점 이상	48 97	0.772 0.660	-	6
4. 갈아맞춤		전	65	-	3.4	200	64	-	0.373	200
5. 제 2효력 시험		구분 1 구분 2 구분 3 구분 4	50 100 130 50 80 100 50 80 - 50 65 -	-	1.0~7.8	각 제동 초속도에 대하여 5점 이상	48 97 129	0.778 0.706 0.631	-	6 6 4
6. 제 1 재갈아맞춤		4.의 갈아맞춤을 반복한다. 다만 횟수는 35회로 한다.					64	-	0.373	35
7. 비상 브레이크 시험		구분 1 구분 2 구분 3 구분 4	80 80 65 50	-	1.0~2.5	4점 이상	-	-	-	-
8. 제1 페이드 리커버리 시험	베이스 라인 점검	전	50	-	2.9	3	48	-	0.311	3
	페이드 시험	구분 1 구분 2 구분 3 구분 4	100 80 65 65	35 40 45 45	4.4	10	97	35	0.467 0.156~0.467 사이의 최대	5 5
	리커버리 시험	전	50	120	2.9	12 이상	48	100	0.311	5
	효력점 점검	구분 1 구분 2 구분 3 구분 4	100 80 65 65	-	4.4	2	-	-	-	-
9. 제 2 재갈아맞춤		6.의 제1 재갈아맞춤을 반복하여 실시한다.					6.의 제 1 재갈아맞춤을 반복하여 실시한다.			
10. 제2 페이드 리커버리 시험	베이스 라인 점검	8.의 제 1페이드 리커버리 시험을 반복하여 실시한다. 다만 페이드 횟수는 15회로 한다.					48	-	0.311	3
	페이드 시험						97	35	0.467 0.156~0.467 사이의 최대	10 5
	리커버리 시험						48	100	0.311	5
11. 제 3 재갈아맞춤		6.의 제1 재갈아맞춤을 반복하여 실시한다.					6.의 제1 재갈아맞춤을 반복하여 실시한다.			
12. 제 3 효력 시험		5.의 제2 효력 시험을 반복하여 실시한다.					97	-	-	6
13. 제 4 재갈아맞춤		6.의 제1 재갈아맞춤을 반복하여 실시한다.					6.의 제1 재갈아맞춤을 반복하여 실시한다.			
14. 워터 리커버리 시험	베이스 라인 점검	전	50	-	2.9	3	48	-	0.311	3
	침수	전	브레이크 120초간 충분히 물에 담는다.				수심 15.2cm의 수중을 속도 8km/h로 2분간 주행			
	리커버리시험	전	50	60	2.9	15 이상	48	-	0.311	5
15. 최종 계측 및 점검		전	-	-	-	-	라이닝 부착, 금강, 기름 누설 등			

표 94. 브레이크 디스크 시험 방법 비교표

종 목		KS R 1115					튜닝			
		제동 초속도 km/h		제동 간격 초	제동 감속도 m/s²	제동횟수 회	제동 초속도 km/h	제동 간격 초	제동 감속도 G	제동횟수 회
1.초기 계측		라이닝 또는 패드 두께, 그 밖의 필요한 부분의 치수 측정					패드 및 디스크 두께 측정			
2.갈아맞춤 전 점검		50		120	2.9	10	50	120	0.3	10
3. 제1효력 시험		구분 1 구분 2 구분 3 구분 4	50 100 50 100 57 80 50 65	–	1.0~7.8	각 제동 초속도에 대하여 5점 이상	50 100	–	0.1~0.8	각 제동 초속도에 대하여 6점 이상
4. 갈아맞춤		전	65	–	3.4	200	65	–	0.35	200
5. 제 2효력 시험		구분 1 구분 2 구분 3 구분 4	50 100 130 50 80 100 50 80 – 50 65 –	–	1.0~7.8	각 제동 초속도에 대하여 5점 이상	50 100 130	–	0.1~0.8	각 제동 초속도에 대하여 6점 이상
6. 제 1 재갈아맞춤		4.의 갈아맞춤을 반복한다. 다만 횟수는 35회로 한다.					4.의 갈아맞춤을 반복한다. 다만 횟수는 35회로 한다.			
7. 비상 브레이크 시험		–	–	–	–	–	–	–	–	–
8. 제1 페이드 리커버리 시험	베이스 라인 점검	전	50	–	2.9	3	50	–	0.3	3
	페이드 시험	구분 1 구분 2 구분 3 구분 4	100 80 65 65	35 40 45 45	4.4	10	100	35	0.45	10
	리커버리 시험	전	50	120	2.9	12 이상	50	120	0.3	12
	효력점 점검	–	–	–	–	–	–	–	–	–
9. 제 2 재갈아맞춤		6.의 제1 재갈아맞춤을 반복하여 실시한다.					6.의 제1 재갈아맞춤을 반복하여 실시한다.			
10. 제2 페이드 리커버리 시험	베이스 라인 점검 페이드 시험 리커버리 시험	8.의 제 1페이드 리커버리 시험을 반복하여 실시한다. 다만 페이드 횟수는 15회로 한다.					8.의 제 1페이드 리커버리 시험을 반복하여 실시한다. 다만 페이드 횟수는 15회로 한다.			
11. 제 3 재갈아맞춤		6.의 제1 재갈아맞춤을 반복하여 실시한다.					6.의 제1 재갈아맞춤을 반복하여 실시한다.			
12. 제 3 효력 시험		5.의 제2 효력 시험을 반복하여 실시한다.					5.의 제2 효력 시험을 반복하여 실시한다.			
13. 제 4 재갈아맞춤		6.의 제1 재갈아맞춤을 반복하여 실시한다.					6.의 제1 재갈아맞춤을 반복하여 실시한다.			
14. 워터 리커버리 시험	베이스 라인 점검	전	50	–	2.9	3	50	–	0.3	3
	침수	전	브레이크 120초간 충분히 물에 담는다.				브레이크 120초간 충분히 물에 담는다.			
	리커버리 시험	전	50	60	2.9	15 이상	50	60	0.3	15 이상
15. 최종 계측 및 점검		전	라이닝 부착, 금강, 기름 누설 등				디스크 두께 및 크랙, 비틀림, 찌그러짐 등			

표 95. 제동 전 브레이크 온도 비교

시험 항목		JASO C406	FMVSS 105	KS R 1115	튜닝 성능평가
갈아맞춤		120±15℃	110~132℃	120±15℃	120±15℃
효력시험		80±15℃	66~93℃	80±15℃	80±15℃
페이드 리커버리 시험	베이스 라인 점검	80±15℃	66~93℃	80±15℃	80±15℃
	페이드 시험	60±15℃	54~66℃	60±15℃	60±15℃
워터 리커버리 시험	베이스 라인 점검	80±15℃	66~93℃	80±15℃	80±15℃

○ JASO C 406, KS R 1115, FMVSS 105-75 등의 국내·외 규격에서는 차량의 속도에 따라 다음과 같이 구분하지만, 본 과제에서 개발하고 있는 튜닝 브레이크 디스크 성능 및 인증 기준에서는 일반적인 승용차용 튜닝 부품을 대상으로 하고 있으므로, 차량의 최고 속도가 140 km/h를 초과하는 것으로 고려하여 인증 기준을 개발하였음
- 구분 1 : 최고 속도가 140 km/h를 초과하는 차량
- 구분 2 : 최고 속도가 110 km/h를 초과, 140 km/h 이하인 차량
- 구분 3 : 최고 속도가 90 km/h를 초과, 110 km/h 이하인 차량
- 구분 4 : 최고 속도가 90 km/h 이하인 차량

○ JASO C 406에서는 비상 브레이크 시험 및 제 1 페이드 리커버리 시험에서 효력점검이 포함되어 있으나 임의항목으로 지정되어 있고, 그 외의 규격 및 디스크 제조사의 평가 방법에는 포함되어 있지 않으므로 튜닝 브레이크 디스크 성능평가 기준에는 포함시키지 않았음

○ 사용자의 안전성을 확보하기 위해, 브레이크 디스크 제조 업체에서의 성능 평가 기준을 반영하여 제 1 페이드 리커버리 시험에서 제동 초속도를 JASO C 406, KS R 1115에서 제시한 속도에 비해 130% 증가된 속도로 결정하였음

㉯ 성능 및 시험방법

표 96. 일반 성능 시험 항목 알림표

구 분			제동 초속도 (km/h)	제동 간격 (초)	제동 전 브레이크 온도 (℃)	제동 감속도 (G)	제동 횟수 (회)	비고
1	초기 계측		-	-	-	-	-	디스크 두께 등의 측정
2	갈아 맞춤 전 점검		50	120	-	0.3	10	
3	제 1 효력 시험		50 100	-	80	0.1~0.8	각 제동 초속도에 대하여 6회 이상	
4	갈아맞춤		65	-	120	0.35	200	
5	제 2 효력 시험		50 100 130	-	80	0.1~0.8	각 제동 초속도에 대하여 6회 이상	
6	제 1 재갈아맞춤		65	-	120	0.35	35	
7	제 1 페이드 리커버리 시험	베이스 라인 점검	65	-	80	0.3	3	페이드 시험 후 리커버리 시험까지의 냉각 간격은 120초
		페이드 시험	130	35	60 (제 1 회째)	0.45	10	
		리커버리 시험	65	120	-	0.3	최소 12회	
8	제 2 재갈아맞춤		65	-	120	0.35	35	
9	제 2 페이드 리커버리 시험	베이스 라인 점검	50	-	80	0.3	3	페이드 시험 후 리커버리 시험까지의 냉각 간격은 120초
		페이드 시험	100	35	60 (제 1 회째)	0.45	15	
		리커버리 시험	50	120	-	0.3	최소 12회	
10	제 3 재갈아맞춤		65	-	120	0.35	35	
11	제 3 효력 시험		50 100 130	-	80	0.1~0.8	각 제동 초속도에 대하여 6회 이상	
12	제 4 재갈아맞춤		65	-	120	0.35	35	
13	워터 리커버리 시험	베이스 라인 점검	50	-	80	0.3	3	
		침수	브레이크 디스크를 120초간 물에 담근다.					
		리커버리 시험	50	60	-	0.3	15	
14	최종 계측 및 점검		브레이크 디스크 및 패드의 두께 측정 및 점검					

㉰ 시험평가

㉠ 시험샘플

○ 대표적인 튜닝 디스크 타입인 벤틸레이티드 디스크와 순정 디스크, 그리고 저가형 디스크에 대하여 2회씩, 총 6개의 디스크에 대해 테스트를 실시하였음

○ 브레이크 디스크의 성능 평가 기준에 사용된 브레이크 캘리퍼와 브레이크 패드는 디스크의 크기에 맞는 순정 부품을 사용하였음

○ 향후, 개발된 브레이크 디스크 성능 평가 기준이 산업계에 적용될 때, 브레이크 디스크의 성능 평가 테스트에 사용되는 캘리퍼와 패드는 2차년도에 개발된 튜닝 캘리퍼, 튜닝 패드 인증 기준을 만족하는 신품을 사용하는 것으로 함

○ KS R 1115와 JASO C 406에 기초한 튜닝 브레이크 디스크 인증 기준 초안과 페이드 리커버리 시험 조건을 강화시킨 인증 기준의 두 가지 타입의 규격으로 테스트하여 구체적인 시험 조건을 최종 선택하였음

○ 아래 표 97은 시험에 사용된 튜닝 디스크 샘플의 종류와 형상임

표 97. 브레이크 디스크 시험 샘플

디스크의 종류	형상	디스크 크기 (inch)	샘플 개수
고급형 (벤틸레이티드)		17	1개
순정형		17	1개
저가형 (중국산)		15	1개

○ 경기도 광주시에 위치한 ㈜SE System에서 마찰 성능 시험이 수행되었으며, 시험 샘플 및 시험모습은 다음과 같음

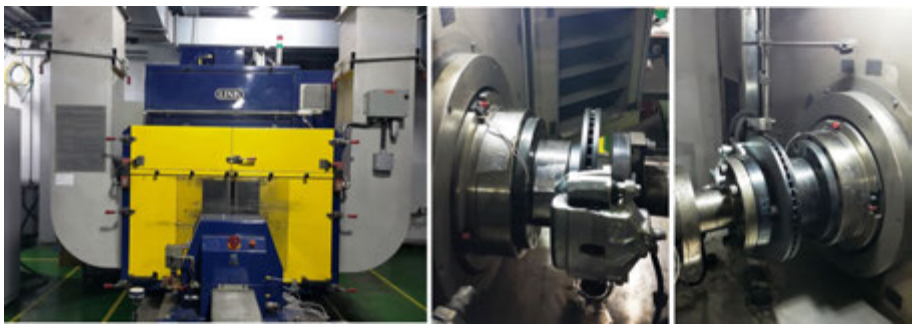


그림 200. 브레이크 디스크 성능평가 시험

㉡ 시험 결과

○ 고급형, 순정형, 저가형 디스크를 테스트한 결과, 모든 샘플이 모두 성능에 영향을 줄만한 균열, 크랙, 비틀림 등의 결함이 발견되지 않았음



그림 201. 순정형 디스크 시험결과

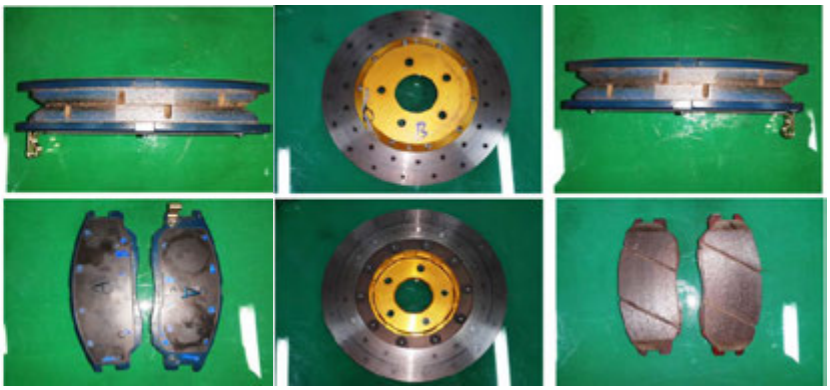


그림 202. 고급형 디스크 시험결과

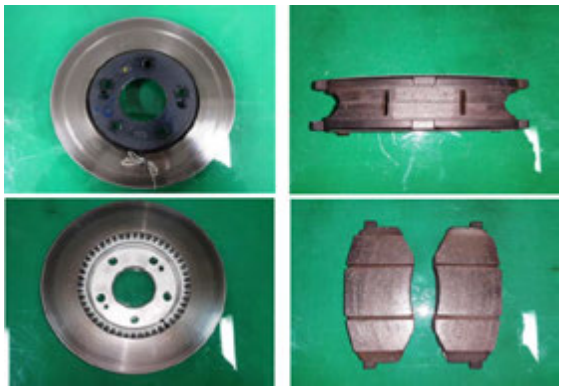


그림 203. 저가형 디스크 시험결과

○ DTV (Disc Thickness Variation) 측정 위치

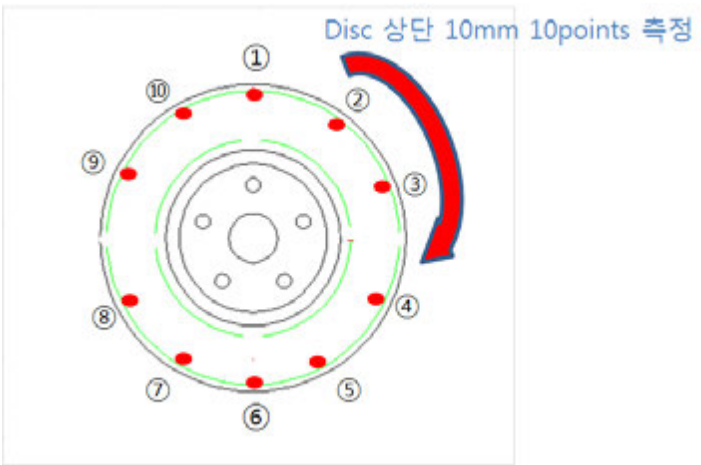


그림 204. 브레이크 디스크 DTV 측정 위치

○ DTV (Disc Thickness Variation) 측정 결과

표 98. 고급형 브레이크 디스크 두께변화 (mm)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Avg	DTV
Initial	28.663	28.663	28.661	28.661	28.662	28.663	28.662	28.664	28.663	28.663	28.662	0.002
Final	28.656	28.656	28.655	28.653	28.653	28.654	28.654	28.654	28.654	28.654	28.654	0.003

표 99. 순정형 브레이크 디스크 두께변화 (mm)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Avg	DTV
Initial	27.918	27.918	27.920	27.919	27.919	27.918	27.918	27.917	27.917	27.917	27.918	0.003
Final	27.915	27.914	27.914	27.913	27.915	27.915	27.915	27.914	27.914	27.914	27.914	0.002

표 100. 저가형 브레이크 디스크 두께변화 (mm)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Avg	DTV
Initial	25.992	25.991	25.992	25.990	25.993	25.993	25.993	25.992	25.991	25.991	25.992	0.003
Final	25.988	25.988	25.987	25.987	25.988	25.987	25.987	25.986	25.986	25.987	25.987	0.002

○ 고급형, 순정형, 저가형 디스크를 테스트한 결과, 모든 샘플의 DTV가 모두 15 μm 이하로서 합격 수준에 도달하였음

③ 인증기준

○ 시험 후의 브레이크 디스크에서 크랙, 비틀림, 찌그러짐 등의 결함이 발견되지 않아야 함

○ 시험 후의 브레이크 디스크의 DTV(Disc Thickness Variation)가 15 μm 이하

④ 시험장비

○ 관성다이나모미터

⑤ 시험가능기관

○ 자동차부품연구원, SE시스템

(다) 인테이크 호스

① 개요

○ 엔진으로 유입되는 공기 흐름의 저항 저감 ⇒ 출력 증대, 소음 감소

○ 엔진의 가속/감속에 따라 급격한 배압/부압에 노출 ⇒ 수명에 영향

○ 엔진룸 내의 가혹한 환경조건에 노출 ⇒ 내환경 성능이 요구됨

② 주요내용

㉮ 참조기준

- ASTM D380 Standard Test Methods for Rubber Hose
- ASTM D412 Standard Test Methods for Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers— Tension
- ASTM D430 Standard Test Methods for Rubber Deterioration—Dynamic Fatigue
- ASTM D471 Standard Test Methods for Rubber Property—Effect of Liquids
- ASTM D572 Standard Test Methods for Rubber—Deterioration by Heat and Oxygen
- ASTM D573 Standard Test Methods for Rubber—Deterioration in an Air Oven
- ASTM D624 Standard Test Methods for Tear Strength of Conventional Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers
- ASTM D1149 Standard Test Methods for Rubber Deterioration—Cracking in an Ozone Controlled Environment
- ASTM D1171 Standard Test Methods for Rubber Deterioration—Surface Ozone Cracking Outdoors or Chamber
- ASTM D2000 Standard Classification System for Rubber Products in Automotive Application

표 101. 인테이크 호스의 잠재적 고장형태 및 영향분석(설계 FMEA)

기능	잠재적 고장형태	고장의 잠재적 영향	심각도	고장의 잠재적 원인/발생 과정	발생도	고장 예방	검출도	위험우선순위
흡기이동 통로	노화	호스 파열	7	– 고온, 오존 등에 의한 호스의 노화	3	– 고온 시험 – 오존 시험 – 온도사이클 시험	3	63
	경화	호스 파열 및 크랙 으로 인한 흡기 누설	7	– 저온 등에 의한 호스의 경화	3	– 저온 시험 – 내유 시험 – 내액 시험	3	63
	크랙	국부적인 균열로 인한 크랙	8	– 호스 표면의 취약점을 통한 미세 크랙의 가속 – 진동과 반복가압에 의한 크랙	5	– 기본 성능 시험 – 저온 시험 – 온도사이클 시험 – 반복 가압 시험	4	160
	파손	호스 파열로 인한 흡기 누설	7	– 쓰로틀 밸브 단속에 의한 반복 가압 – 회전 피로에 의한 누설 – 마멸에 의한 누설	5	– 반복 가압 시험 – 파열 시험 – 내압 시험	3	105

표 102. 인테이크 호스의 품질 기능 전개(요구사항과 고장모드/메커니즘 매트릭스)

고장모드/메커니즘 / 요구사항	크랙	변형	열화	경화	국부적 팽창	피로 파괴
내열성	○	◎	◎	○	◎	○
내한성	◎	◇	◇	○	◇	◇
내진동성	◇	◇	◇	◇	◇	○
내오존성	○	◇	○	○	◇	◇
내유성	◇	◇	○	◇	○	◇
내액성	◇	◇	○	◇	○	◇
누설이 없을 것	◎	◇	◇	◇	◇	◎
변형이 없을 것	◇	◎	○	◇	○	○
가중치 합계	28	24	24	14	22	22
중요도 우선순위	1	2	2	6	4	4

※ 신뢰성에 관련된 중요도에 따라 표시 : ◎: 가장 중요(9점), ○: 중요(3점), ◇: 보통(1점)

표 103. 인테이크 호스의 품질 기능 전개(고장모드/메커니즘과 시험 항목 매트릭스)

시험항목 / 고장모드/메커니즘	저온	고온	오존	내유	내액	염수 분무	반복 가압
크랙	◎	○	○	◇	◇	○	◇
변형	◇	◎	◇	◇	◇	◇	◎
열화	◇	◎	○	○	○	◇	◇
경화	○	○	○	◇	◇	◇	◇
국부적 팽창	◇	◎	◇	○	○	◇	○
피로 파괴	◇	○	◇	◇	◇	◇	○
가중치 합계	16	36	12	10	10	8	18
중요도 우선순위	3	1	4	5	5	7	2

※ 신뢰성에 관련된 중요도에 따라 표시 : ◎: 가장 중요(9점), ○: 중요(3점), ◇: 보통(1점)

㉰ 성능 및 시험방법

○ 기밀

– 시험조건 : 최종 압력 500±20 kPa (gauge), 가압 속도 1500±50 kPa/min

– 시험방법

· 호스 어셈블리를 물 속에 담그고 건조공기 또는 불활성 가스로 시험 조건에 따라 가압 하여 5분 동안 유지

· 최종 압력에서 누설 여부, 균열 및 파손 부위를 기록

○ 파열

– 시험조건 : 최종 압력 500±20 kPa (gauge), 가압 속도 1500±50 kPa/min

– 시험방법

· 내부에 상온의 물을 채우고 시험 조건에 따라 가압하여 5분 동안 유지

○ 저온 내구

– 시험조건

· 시험 온도 : −40±2℃

· 시험 시간 : 72시간

– 시험방법

· 시험 조건에 따라 방치 후 시험조 내에서 호스 바깥지름 10배의 지름을 갖는 호스를 감아 5초 이내로 구부림

· 호스 외면의 균열 및 파손 등의 이상 유무를 기록

○ 고온 내구

– 시험조건

· 시험 온도 : 130±2℃

· 시험 시간 : 168시간

– 시험 방법

· 마개를 한 시험편을 비우고 공기 또는 질소를 30 kPa 충전한 후 시험 조건에 따라 방치

· 상온에서 24시간 동안 방치

· 마개를 제거하고 누설 여부, 균열 및 파손 부위를 기록

㉱ 시험평가 및 결과

㉠ 시험샘플



그림 205. 실리콘 호스

㉡ 시험 평가

Ⓐ 흡기 실리콘 호스 실차 평가



그림 206. 흡기 실리콘 호스 실차 적용 (오픈형 에어필터 포함)

- 가혹 조건(고 경사각 언덕 코스)에서의 1차 성능평가 수행
- OBDⅡ 스캔 데이터로거를 활용한 실주행 엔진 데이터 계측
- 외기 온도, 엔진 회전수, 차량 속도, 흡기 매니폴드 압력, 엔진 부하 값, 흡기 온도, 스로틀 밸브 위치 등 계측

Ⓑ 흡기 호스 진동 평가

- 평가 차량 : 튜닝 시범 차량(아반떼MD 1.6 GDI)
- 실험 목적: 엔진 회전수별 진동에 의한 변위 측정
- 시험 조건: 엔진회전수 800rpm, 2000rpm, 4000rpm, 5000rpm
- 실험장치: 레이저 변위 센서
  - 모델명 KEYENCE LK-H050
  - 기준거리 50mm
  - 측정범위 ±10mm
  - 직선성 ±0.02% of F.S.
  - 반복정도 0.025μm
  - 샘플링주기 2.55/5/10/20/50/100/200/500/1000μs (9단계)



그림 207. 레이저 변위 센서




그림 208. 레이저 변위 센서의 실차 장착상태 상세 사진

Ⓒ 흡기 호스 내부 압력 측정

- 평가 차량 : 튜닝 시범 차량(아반떼MD 1.6 GDI)
- 실험 목적: 엔진 회전수별 진동에 의한 내부 측정
- 시험 조건: 엔진회전수 800rpm, 2000rpm, 4000rpm, 5000rpm



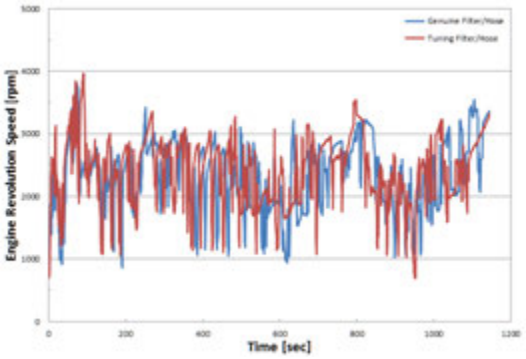


그림 209. 흡기호스 압력 계측을 위한 실차 장착상태 상세 사진

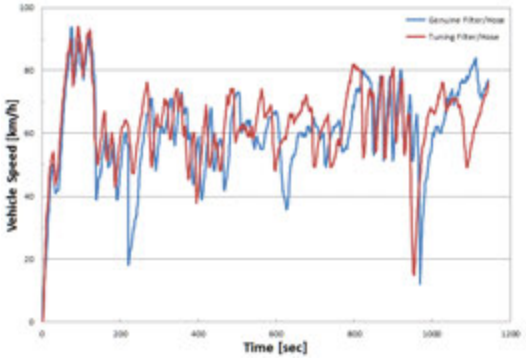
㉰ 시험 결과

Ⓐ 흡기 실리콘 호스 실차 평가

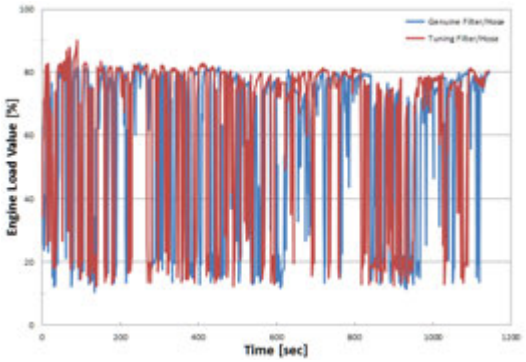
- 공회전 상태에서 출발하여 총 1,200초 동안 경사 고개의 등반 결과,
  - 전면 공기 온도 : 18℃~19℃로 일정
  - 엔진 회전수, 차량 속도, 스로틀 밸브 위치 : 튜닝 오픈형 필터/실리콘 호스 적용시 순정 시스템 대비 10초 이상 빠른 반응성 및 2~4% 높은 경향
  - 엔진 부하 값, 흡기 매니폴드 압력 : 튜닝 오픈형 필터/실리콘 호스 적용시 순정 시스템 대비 10초 이상 빠른 반응성은 동일하나, 절대 값은 동일한 경향
  - 흡기 온도 : 튜닝 오픈형 필터/실리콘 호스 적용시 순정 시스템 대비 6℃~12℃ 낮은 데이터 경향 → 높은 산소 포화도 효과
- 흡기 시스템의 가혹 조건/고부하 조건에서 안정적으로 낮은 흡기 온도의 보장, 10초 이상 빠른 반응성 및 2~4% 높은 작동상태 확인



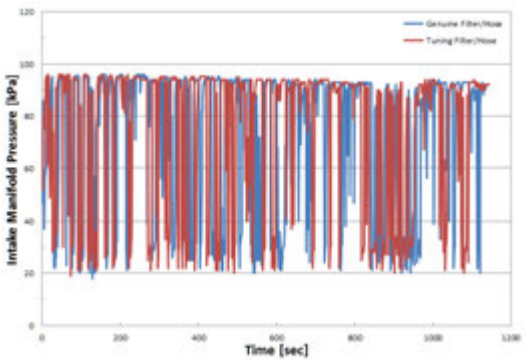
(a) 엔진 회전수



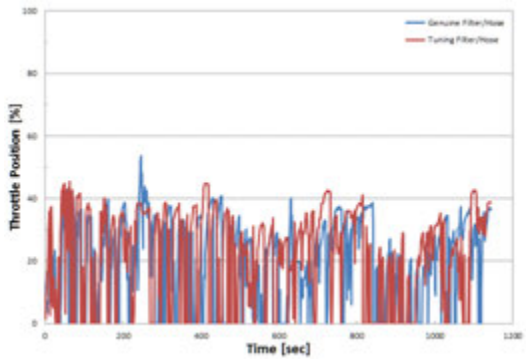
(b) 차량 속도



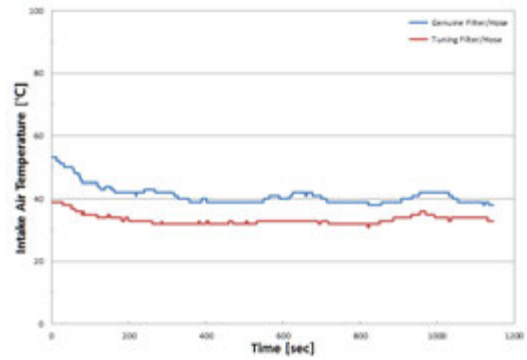
(c) 엔진 부하 값



(d) 흡기 매니폴드 압력



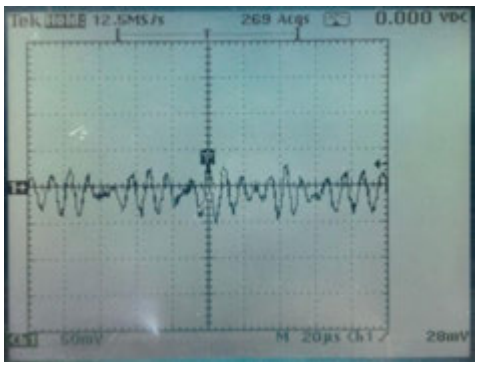
(e) 스로틀 밸브 위치



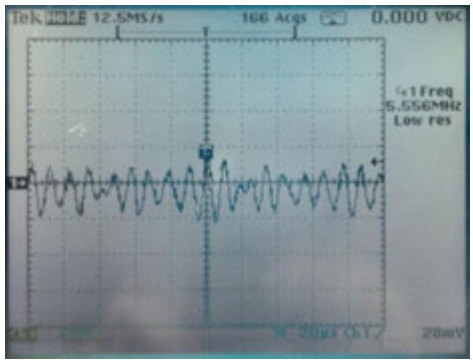
(f) 흡기 온도

그림 210. 흡기 실리콘 호스 실차 (예비) 성능평가 결과

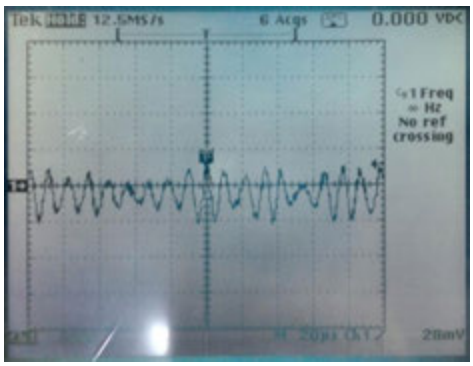
Ⓑ 흡기 호스 진동 평가



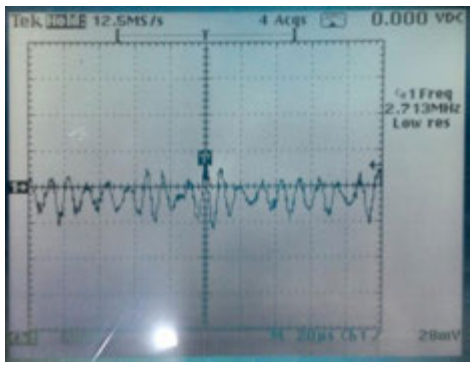
(a) 800 rpm



(b) 2000 rpm



(c) 4000 rpm



(d) 50000 rpm

그림 211. 튜닝 흡기호스의 실차 진동 주파수 및 변위 측정 사진

- 진동 주파수는 ~90 kHz, 진동 변위는 Max. ±30 ㎛
- 엔진 회전수 변화와 무관한 반응을 나타냄
- 튜닝 흡기호스가 매우 짧은 관계로 엔진에서의 진동 유입이 매우 큰 영향을 끼치는 것으로 판단됨

Ⓒ 흡기 호스 내부 압력 측정

- 엔진 회전수에 따른 유의미한 변화가 관측되지 않음
- 튜닝 에어필터의 통기저항이 매우 적은 것이 원인으로 판단됨

③ 인증기준

- 3개의 시험품에 대해 시험해야 하며, 각 시험품은 다음 평가 기준에 적합할 것
- 내압 : 내압 500kPa에서 누설, 균열 및 파손이 없을 것
- 영구 압축 줄음율 : 5% 미만일 것
- 고온 내구 : 180℃에서 166시간 시험 후 30kPa에서 누설, 균열 및 파손이 없을 것

④ 시험장비

○ 내압시험기, 압축 지그, 고온 챔버





그림 212. 내압시험기 및 고온 챔버

⑤ 시험가능기관

○ 자동차부품연구원

(라) 라디에이터

① 개요

○ 엔진 냉각수 폐열을 방출, 안정적 엔진 출력 구현 ⇒ 엔진의 내구 성능 좌우

○ 엔진의 가혹한 작동 조건에서도 엔진 보호가 필수

○ 엔진룸 내의 가혹한 환경조건에 노출 ⇒ 높은 신뢰성 요구

② 주요내용

㉮ 참조기준

- KS R 2022 내연기관용 방열기
- KS R 2011 자동차용 냉각수 주입구 및 캡의 모양 및 치수
- JIS D 2502 Pressure caps and filler necks for automobile radiators
- KS R 1043 자동차용 방열기 – 방열 성능 시험 방법
- KS D 9502 염수 분무 시험 방법
- ASTM G-85 Standard practice for modified salt spray(fog) testing
- KS R 1034 자동차 부품 진동 시험 방법
- SAE J 1598 Laboratory testing of vehicle and industrial heat exchangers for durability under vibration-induced loading
- JIS D 1601 Vibration testing methods for automobile parts
- SAE J 1597 Laboratory testing of vehicle and industrial heat exchangers for pressure cycle durability

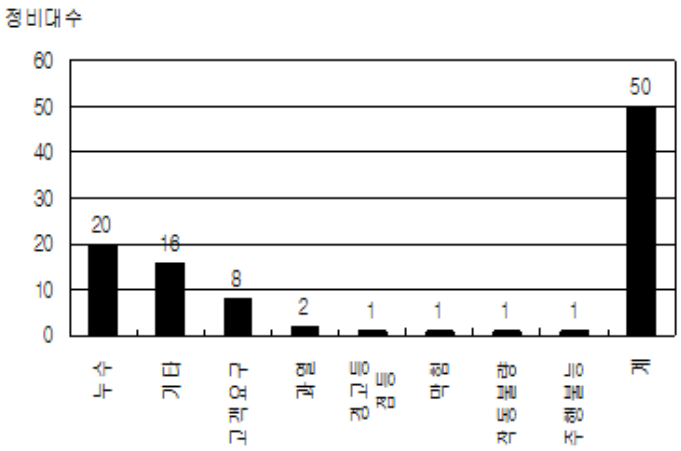
○ 라디에이터 시험 항목 우선순위 분석 결과

표 104. 라디에이터의 잠재적 고장형태 및 영향분석(설계 FMEA)

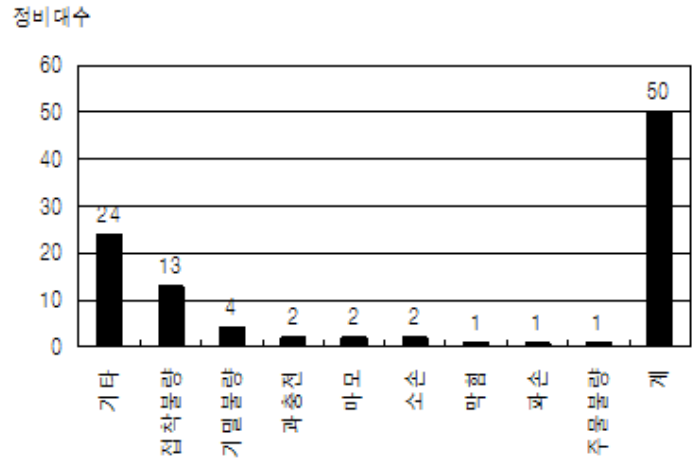
기 능	잠재적 고장 형태	고장의 잠재적 영향	심각도	고장의 잠재적 원인/발생 과정	발생도	고장 예방 / 검지 대책	검지도	위험우선순위
엔진 내의 열을 방출한다.	초기 방열 성능 부족	타 System 영향 :엔진 관련 부품 손상 소비자 불만 :주행/정지시 냉각수 유출로 인한 불만	9	방열 성능 부족	1	-방열량 시험 -차량 냉각 시험	2	18
			9	냉각 Fin 손상	1	-작업자 교육	1	18
			9	Tank 냉각수 유동불량	1	-Tube 유동시험	1	9
			9	System내 공기빼기 불량	1	-Hose 경로 검토 -차량 냉각 시험	2	18
	장기 주행 후 방열 성능 부족	타 System 영향 :엔진 관련 부품 손상 소비자 불만 : 주행/정지시 냉각수 유출로 인한 불만	9	Core 외부 이물질 유입	1	-내구 차량 확인 -장기 주행 차량 냉각 성능 시험	1	18
			9	Tube내 이물질로 인한 냉각수 유량감소	1	-라디에이터 검사 -장기 주행 차량 냉각 성능 및 유량 측정 시험	3	27
냉각수 유로를 형성한다.	누수	타 System 영향 : 엔진 관련 부품 손상	9	Tube와 Header간의 용접 불량	3	-진동 내구 시험 -반복 가압 시험	2	54
			9	Tube 불량	1	-재질 재검토 -진동 내구 시험 -반복 가압 시험	1	9
			9	피로 파괴에 의한 Tube 균열	1	-진동 내구 시험 -반복 가압 시험	2	36
			9	Gasket 재질 불량	1	-내 부동액 시험 -진동 내구 시험 -반복 가압 시험	1	9
			9	Hose 연결부 누수		-상대 Part 치수 -체결력 측정 -탱크의 내열/내부동액성 재검토	2	36
			9	TOC 조립부 누수		-조립 치수 검토 -체결력 재검토	2	36
			9	냉각수 주입시의 진공압에 의한 Tube 손상		-진공압 시험	1	9

기 능	잠재적 고장 형태	고장의 잠재적 영향	심각도	고장의 잠재적 원인/발생 과정	발생도	고장 예방 / 검지 대책	검지도	위험우선순위
Fan 및 Pipe유를 장착한다	절손	타 시스템 영향 : 간섭에 의한 파손 소비자 불만: 이음	7	Tank 내구성 부족	3	-System 내구성 시험	1	7
	체결력 불량	타 System 영향 : 간섭에 의한 파손 소비자 불만: 이음	7	적절하지 못한 체결력	1	-체결력 재검토 -시스템 내구성 시험	1	7
			7	Tank 내 Nut 고정 불량	1	-체결력 재검토 -작업자 교육	1	7
견고한 구조를 가진다	Tube 파손	타 System 영향 : 엔진 부품 손상 소비자 불만 :	9	피로 파괴에 의한 Tube 균열	1	-진동 내구 시험 -반복 가압 시험	1	9
	Mounting Pin 파손	타 System 영향 : 간섭에 의한 파손 소비자 불만: 이음	8	Mounting Pin 강성 부족		-핀 절단력 시험 -타사 차량 벤치 마킹	2	36
	Bracket 이탈	타 System 영향 : 간섭에 의한 파손 소비자 불만: 이음	8	Mounting Bumper와 Matching 불량		-치수 재검토 -진동 내구 시험	2	36
			8	Body panel 변형		-차량 내구 시험	1	8
냉각수를 교환한다	냉각수 교환 불편	소비자 불만 :	2	Drain Cock 풀림 Torque 과다	2	-조작 토크 설정 -별도 공구를 사용하지 않도록 설계 검토	3	12
	교환후 재조립시 누수	타 System 영향 : 엔진 부품 손상 소비자 불만 :	7	Drain Cock이 열에 의해 변형	2	-내구차량의 냉각수 교환 실시 : Leak 여부 확인	2	28
			7		2	-체결/풀림 5회 반복후 리크 시험	2	28

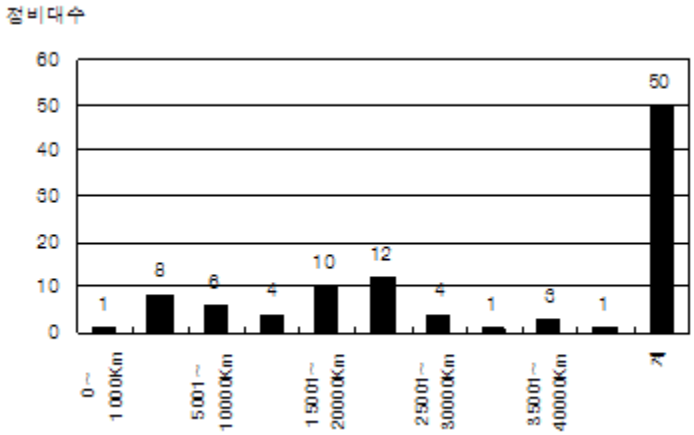
○ 라디에이터 결함 분석



결함 현상별 분석



결함 원인별 분석



주행 거리별 분석

그림 213. 라디에이터 결함 분석

㉰ 성능 및 시험방법

○ 방열 성능

– 시험조건

· 시험실 : 상온(5～45℃), 상습(45～85%)으로 하고, 시험 장치의 냉각수 및 공기의 온도에 크게 영향을 주지 않는 환경 조건

· 냉각수 : 자동차용 부동액의 50:50 희석액을 사용

· 작동조건 : 냉각수 입구 온도는 90±2℃, 냉각수 유량 40±0.2 L/min, 공기 입구 온도는 35±2℃, 전면 공기 풍속 4±0.2 m/s를 유지

– 시험장치 및 방법

· 시험 장치 : 냉각수 회로와 공기 회로로 구성

· 계측 항목 : 대기압, 온도, 습도, 공기 입/출구 온도 및 풍량, 냉각수 입구/출구 온도 및 유량, 방열량, 공기측 및 냉각수측 압력 손실

· 순정부품을 평가한 이후에 시험품을 평가

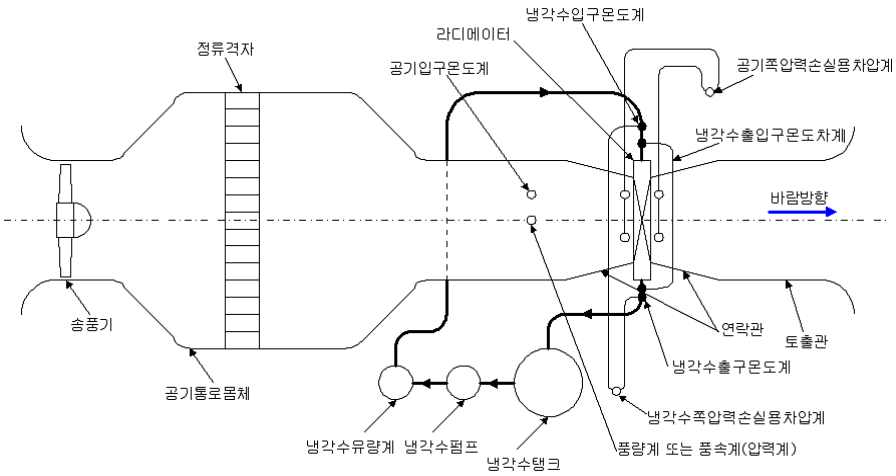


그림 214. 라디에이터 방열 성능 시험 장치

○ 파괴시험

– 내부에 상온의 물을 채우고 2 kPa/s의 가압 속도로 압력을 가하여 최대 압력 280 kPa 도달할 때까지 가압

– 최대 압력에서 누설 여부, 균열 및 파손 부위를 기록

○ 반복가압

– 시험 조건

· 냉각수: 50% LLC (Long Life Coolant)

· 냉각수 온도 : 90±2℃

· 반복 압력: 0 kPa ~ 150± kPa

· 반복 주파수 : 0.2 Hz (12 cpm)

– 시험 방법

· 90℃의 50% LLC를 채운 후 0.2Hz 속도로 0kPa~150kPa 압력을 50,000사이클 반복

· 반복 사이클 이후에 누설 여부, 균열 및 파손 부위를 기록

㉮ 시험평가 및 결과

㉠ 시험 샘플

1. 차종 : 제네시스 쿠페 3.8 튜닝용
2. 장착 타입 : 커스텀



1. 차종 : 제네시스 쿠페 3.8 순정
2. 장착 타입 : 순정



㉡ 시험 평가

Ⓐ 라디에이터 전열 성능 시험 장치

○ 라디에이터 전열 성능 시험 장치는 아래 그림 215와 같이 환경 챔버 외부에서 챔버 내의 라디에이터에 냉각수를 공급하기 위한 냉각수 순환 회로와 모듈 전면 풍량 제어를 위해 6개의 멀티 노즐(D=130mm)을 이용한 Push 방식 풍동을 포함한 공기 측 순환 회로 등 크게 4개의 주요 순환 회로로 구성됨

○ 이들 4가지 순환 회로 제어를 위한 제어기는 환경 챔버 밖에 위치해 제어하도록 되어 있고 측정된 각 데이터는 데이터 취득 장치를 이용해 컴퓨터에 저장하고 분석 가능하며, 라디에이터 전열 시험장치 사양을 아래 표 105에 나타내었음

○ 대형 환경 챔버 외부에 위치한 라디에이터 냉각수는 1,000L급 항온조에 각각 60kW급 전열 히터로 구성하고 PID 제어 및 5마력 급 펌프를 이용해 냉각수를 라디에이터에 공급한다. 라디에이터 방열량은 열교환기 입, 출구와 밀착된 지점에 T-type 열전대와 압력 센서(라디에이터 1bar)를 이용하여 측정하였음

○ 라디에이터 전면 풍량 제어용 풍동은 인버터 제어방식의 송풍기로 강제 순환시켰으며, 풍동으로 이물질의 유입 방지와 실험 샘플 입구의 유동의 균일도를 유지하기 위해 4곳에 격자망을 설치함

○ 입구 2개, 출구 16개의 T-type 열전대를 이용하여 시료 전, 후의 공기 측 온도를 측정 및 평균하였으며 노즐 및 시료 전, 후의 공기 측 압력은 차동압력센서(0~100mmAq)를 이용하여 차압으로 측정하였음

○ 이와 같이 모듈 전열 성능 평가 장치는 모두 대형 환경 챔버 내에 설치되고 모듈의 열적 부하는 챔버 두개의 대형 냉동기(R-22, 50hp×2)를 이용하여 내부 룸 온도가 제어됨

표 105. The specifications of radiator heat capacity performance tester

	Item	value
Environment chamber	Outside dimensions	(W)8m×(D)10m×(H)3m
	Temp. control range	-35℃~65℃
	Max. product load	114kW cooling system
	Water supply system	Max. 100℃(@ Max. 300L/min)
	Oil supply system	Max. 130℃(@ Max. 50L/min)
Wind tunnel	Cooling module	Max. 200m^3/min Test core size : (W)1,100mm×(H)1,500mm

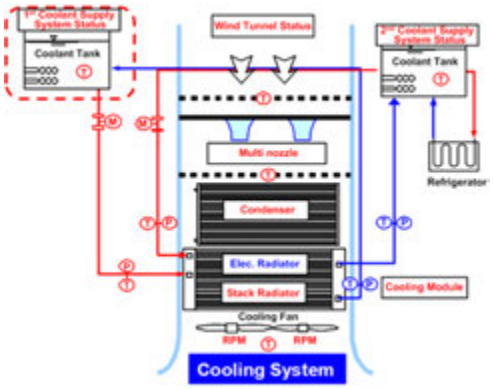
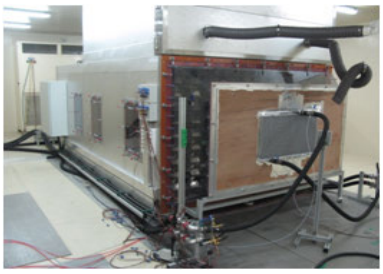


그림 215. 라디에이터 전열 성능 평가 장비 개요



Climate control Chamber





wind tunnel and coolant supply equipment

그림 216. Radiator capacity performance tester

○ 라디에이터에 대한 전열성능 분석을 위한 시험 조건은 기존 내연기관 성능평가 기준을 참고하였음

표 106. 라디에이터 전열성능 성능 평가 조건

Item	Conditions
Frontal air velocity [m/s]	2, 4, 5
Air inlet Temperature	20℃
Coolant inlet temp.	80℃ (ITD : 60℃)
Coolant flow rate[LPM]	40, 60

○ BK 3.8 SS

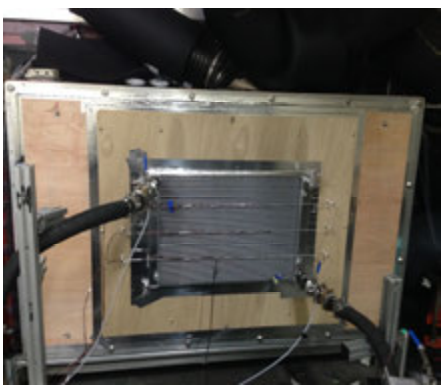




그림 217. BK 3.8 튜닝 라디에이터 평가

○ BK 3.8 OEM

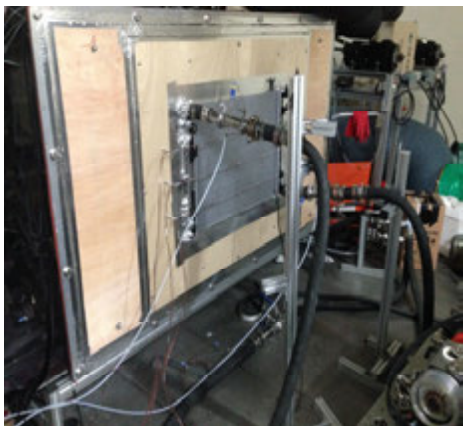



그림 218. BK 3.8 순정 라디에이터 평가

㉮ 시험 결과

○ 라디에이터 전열성능 평과 결과는 다음과 같음

표 107. 라디에이터 평가 결과표

구분	Coolant Flow	Air velocity	Coolant Out Temp.	Air Out Temp.	Coolant Pressure Drop	Air Pressure Drop	Heat Capacity
	[L/min]	[m/s]	[℃]	[℃]	[bar]	[mmAq]	[kW]
BK 3.8 SS (튜닝)	40.09	2.15	66.12	67.26	0.008	6.51	37.92
	40.09	4.00	59.20	58.55	0.008	17.62	56.90
	40.05	5.01	56.73	54.34	0.007	24.82	63.64
	60.24	2.05	70.68	69.73	0.025	5.95	38.22
	60.30	4.02	64.75	62.69	0.024	18.08	62.70
	60.28	5.02	62.67	58.96	0.024	25.27	71.26
BK 3.8 OEM (순정)	39.88	2.00	69.77	54.61	0.070	2.23	27.79
	39.88	4.00	65.28	44.70	0.067	6.60	40.03
	39.85	5.00	63.83	41.51	0.063	9.44	43.92
	60.07	2.00	72.89	56.36	0.142	2.28	29.07
	60.04	4.00	69.49	46.73	0.144	6.65	42.99
	60.04	5.00	68.35	43.46	0.144	9.48	47.65

③ 인증기준

○ 2개의 시험품에 대해 시험해야 하며, 각 시험품은 다음 평가 기준에 적합할 것

· 방열 성능 : 순정부품 이상일 것
· 파괴 : 누설, 균열 및 파손이 없을 것
· 반복가압 : 누설, 균열 및 파손이 없을 것
· 일반사항 : 유해물질의 사용 제한

④ 시험장비

○ 라디에이터 전열성능 시험기



그림 219. 라디에이터 전열성능시험기

⑤ 시험가능기관

○ 자동차부품연구원

(마) 등화장치(LED Retrofit 광원)

① 개요

○ 최근 자동차 등화장치용 광원 중 할로겐 필라멘트 광원을 대체할 수 있는 LED Retrofit 광원이 개발되고 있음

○ LED Retrofit 광원은 기존에 사용되고 있는 필라멘트 광원을 대체하기 위해 개발되고 있으나, 등화장치의 광학적 특성 및 광원의 특성을 고려하지 않고 제작되어 유통되고 있음

○ 자동차 제작사 및 부품사는 LED Retrofit 광원 사용에 따른 문제점(오작동 또는 A/S 발생 가능성 등)을 제기하고 있으나, 광원업계는 이와 반대로 긍정적인 입장을 제기하고 있음

○ LED 광원은 장수명, 고광량으로 자동차 등화장치에 많이 사용되고 있으나, LED Retrofit 광원은 성능에 대한 인증기준 및 평가기술이 전무한 상태로 국내 튜닝시장에 적용하기 위해 인증기준 및 평가기술을 개발하고자 함



그림 220. LED Retrofit 광원 예

② 주요내용

㉮ 기준 및 표준 검토

○ LED Retrofit 광원에 대한 인증기준 및 평가기술은 없는 것으로 조사되었음

○ 최근 GRE(WP29 산하 등화장치 그룹)와 GTB(국제 등화장치 연구그룹)에서 논의되고 있는 LED Retrofit 광원 자료와 UNRegs 37을 검토하였음

- UNRegs 37은 필라멘트 광원 기준으로 필라멘트 광원의 크기, 광속, 전압 등이 표기되어 있고, 이에 따라 인증되고 있음

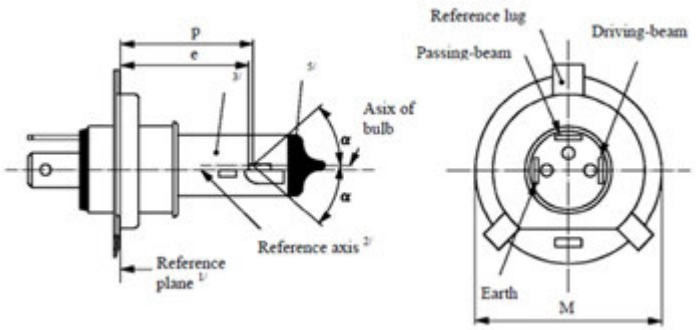


그림 221. H4 광원 치수 예

- 등화장치 설계시 광원의 크기 및 치수를 정확히 계산하여 광학설계를 하기 때문에 무분별하게 제작된 LED Retrofit 광원을 설치할 경우 배광패턴이 흐트러지게 됨. 특히 전조등의 경우 컷오프선이 흐트러지게 되어 과도한 눈부심이 발생할 수 있음

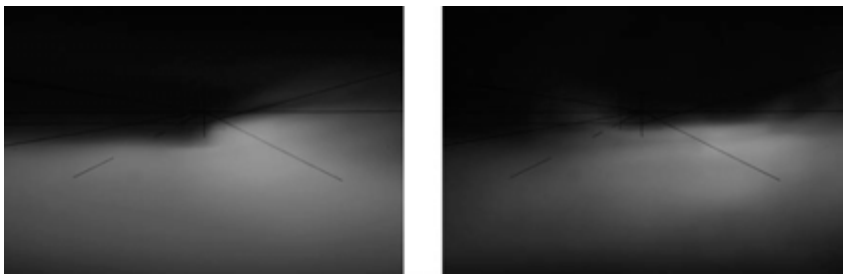


그림 222. 전조등 컷오프선 흐트러짐 발생



그림 223. 후미등에 LED Retrofit 광원 설치 예

- 등화장치의 광학적 특성을 고려하지 않고 LED Retrofit 광원을 무분별하게 사용하게 되면 등화장치 고유의 성능을 발휘할 수 없고, 오히려 교통안전에 부정적인 영향을 줄 수 있음
- WP29 GRE에서는 최소한의 규정으로 LED Retrofit 광원을 사용하기 위해 최근 논의를 시작하였으나, 제작사 및 부품사 그리고 광원업계의 의견이 상이하여 많은 논의를 하고 있음

○ WP29 GRE에서 논의되고 있는 자료는 GRE-65-38, GRE-69-41, GRE-70-47을 검토하였고, GTB 자료는 CE-5115, 5134, 5158, 5175, 5196, 5197, 5198을 검토하였음

○ GRE, GTB에서 논의되고 있는 세부적인 사항은 다음과 같음

- GTB CE 5185
  · LED Retrofit 광원은 등화장치의 형식승인 용도로 사용 불가
  · COP(conformity of production) 용도로 사용 불가
  · 3,000K 이상의 백색광원과 백색이외의 다른 색상 사용 불가
  · Variable luminous intensity control 제외
  · 주요 설명자료 포함(failure-detection, OBD 가능 여부 등)
- LED Retrofit 광원으로 필라멘트 광원을 대체하기 위해서는 다음과 같은 사항이 검증되어야 한다고 주장하고 있음

표 108. LED Retrofit 검토 항목

Parameter
1. Parameters with the same values
1-1 Cap (as in in accordance with the given IEC Publication 60061)
1-2 Maximum lamp outline dimensions
1-3 Electrical connector
1-4 Test voltage
1-5 Objective luminous flux
1-6 Colour of emitted light
1-7 Light centre length
1-8 Distortion free zone (if any)
2. Parameters with similar values
2-1 Normalized luminous intensity distribution
2-2 Size and position of the light-emitting-area
2-3 Homogeneity of the light-emitting-area
3. Parameters with different values
3-1 Maximum electrical power consumption
3-2 The minimum voltage range
3-3 The spectral content
4. Additional parameters
4-1 Thermal behaviour
5. Requirements regarding failure detection

- LED Retrofit 광원이 위 검토항목을 만족하기는 어렵기 때문에 UNRegs 37의 광원자료를 검토하였고, 필라멘트 광원의 크기 및 위치가 중요한 요소임을 알 수 있었음

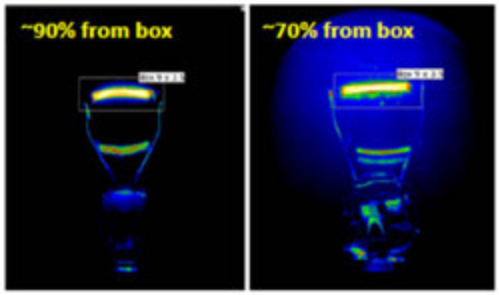
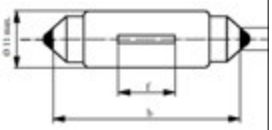
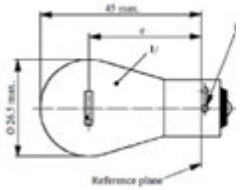
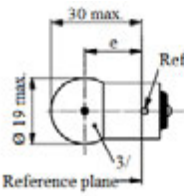
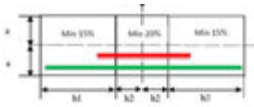
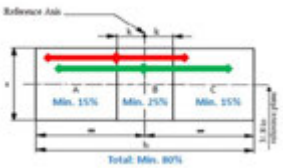
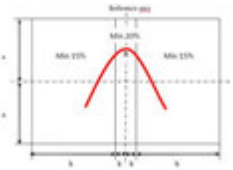


그림 224. 필라멘트 크기

- GRE, GTB에서 LED Retrofit 광원으로 허용을 검토하고 있는 광원은 C5W, PY21W, R5W 3종임

표 109. GTB에서 논의되고 있는 광원 종류

구 분	C5W	PY21W	R5W
광원			
필라멘트 크기 범위			

㉯ 시험샘플

○ LED Retrofit 시험샘플은 시중에 유통중인 안개등용 7종, 후미/제동등용 5종, 후미/번호등용 7종을 구매하였음

○ 그리고 LED Retrofit 광원이 설치될 수 있는 등화장치를 구매하였고, 지그를 제작하였음



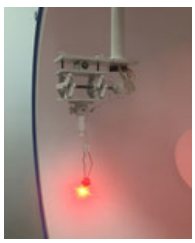
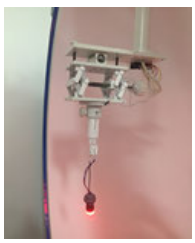
그림 225 LED Retrofit 시험샘플

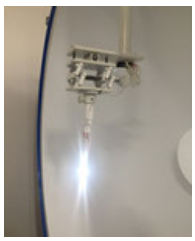
㉰ 시험평가

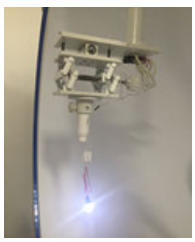
○ LED Retrofit 시험 및 평가는 광원 자체적인 특성과 광원이 등화장치에 설치된 경우로 구분하여 시험하였음

○ LED Retrofit 광원 시험은 색도, 파장, 광속, 전력, 전압, 전류를 측정하였음

표 110. LED Retrofit 시험결과

1			색도	x	0.30512
				y	0.31468
			파장(nm)		482.47
			광속(lm)		196.86
			전력(W)		2.5
			전압(V)		13.51
			전류(A)		0.1849
2			색도	x	0.68393
				y	0.31741
			파장(nm)		616
			광속(lm)		106.16
			전력(W)		1.89
			전압(V)		13.52
			전류(A)		0.1399
3			색도	x	0.68622
				y	0.3146
			파장(nm)		617.23
			광속(lm)		15.04
			전력(W)		1.16
			전압(V)		13.49
			전류(A)		0.0859
4			색도	x	0.68814
				y	0.31198
			파장(nm)		618.4
			광속(lm)		107.35
			전력(W)		2.01
			전압(V)		13.52
			전류(A)		0.1483
5			색도	x	0.27275
				y	0.28283
			파장(nm)		479.91
			광속(lm)		56.06
			전력(W)		2.32
			전압(V)		13.51
			전류(A)		0.1719

6			색도	x	0.68906
				y	0.31091
			파장(nm)		618.87
			광속(lm)		45.32
			전력(W)		2.34
			전압(V)		13.51
			전류(A)		0.1734
7			색도	x	0.26686
				y	0.28025
			파장(nm)		480.43
			광속(lm)		44.48
			전력(W)		2.15
			전압(V)		13.55
			전류(A)		0.1586
8			색도	x	0.29686
				y	0.31873
			파장(nm)		486.3
			광속(lm)		136.19
			전력(W)		2.24
			전압(V)		13.51
			전류(A)		0.1662
9			색도	x	0.28655
				y	0.31051
			파장(nm)		485.17
			광속(lm)		170.7
			전력(W)		2.96
			전압(V)		13.52
			전류(A)		0.2192
10			색도	x	0.32514
				y	0.3377
			파장(nm)		498.74
			광속(lm)		51.89
			전력(W)		0.85
			전압(V)		13.5
			전류(A)		0.0627
11			색도	x	0.30554
				y	0.3232
			파장(nm)		486.78
			광속(lm)		44.83
			전력(W)		0.69
			전압(V)		13.5
			전류(A)		0.0511

12			색도	x	0.28296
				y	0.29424
			파장(nm)		480.75
			광속(lm)		80.97
			전력(W)		1.01
			전압(V)		13.49
			전류(A)		0.075
13			색도	x	0.269
				y	0.26974
			파장(nm)		476.98
			광속(lm)		47.12
			전력(W)		0.9
			전압(V)		13.5
			전류(A)		0.0665
14			색도	x	0.32875
				y	0.3356
			파장(nm)		498.3
			광속(lm)		81.79
			전력(W)		1.3
			전압(V)		13.49
			전류(A)		0.0966
15			색도	x	0.27116
				y	0.26585
			파장(nm)		475.28
			광속(lm)		17.82
			전력(W)		0.57
			전압(V)		13.51
			전류(A)		0.0419
16			색도	x	0.30012
				y	0.32326
			파장(nm)		487.6
			광속(lm)		911.89
			전력(W)		10.94
			전압(V)		13.49
			전류(A)		0.8111
17			색도	x	0.28504
				y	0.26244
			파장(nm)		465.45
			광속(lm)		144.73
			전력(W)		3.01
			전압(V)		13.5
			전류(A)		0.2232

18			색도	x	0.45821
				y	0.48742
			파장(nm)		575.49
			광속(lm)		568.37
			전력(W)		10.83
			전압(V)		13.49
			전류(A)		0.8026
19			색도	x	0.29596
				y	0.28842
			파장(nm)		472.6
			광속(lm)		142.32
			전력(W)		4.57
			전압(V)		13.48
			전류(A)		0.3386
20			색도	x	0.36083
				y	0.36486
			파장(nm)		576.38
			광속(lm)		1478.81
			전력(W)		18.79
			전압(V)		13.53
			전류(A)		1.3889

- LED Retrofit 광원의 색도 및 파장은 기준에 적합한 것이 많았으나, 광속은 필라멘트 광원과 비교하여 많이 낮았음

○ 광원의 특성에 대한 시험 및 평가결과 기존 할로겐 필라멘트 광원의 광학적 특성을 만족시키지 못하였음

○ 광원이 등화장치에 설치된 경우의 시험결과 후미등에 대한 광도기준은 불만족하였으며, 색도기준은 적합하였음

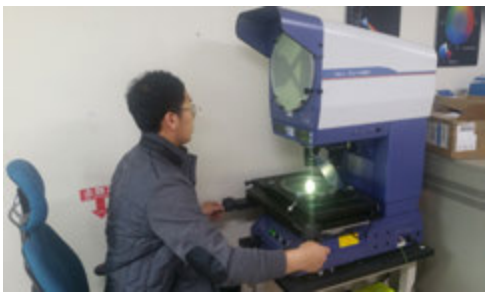
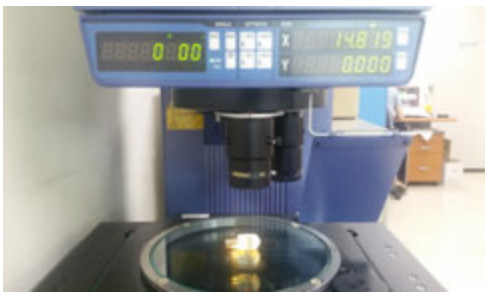
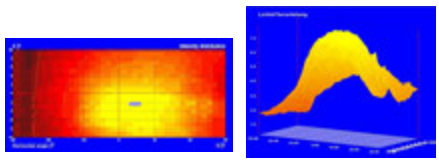
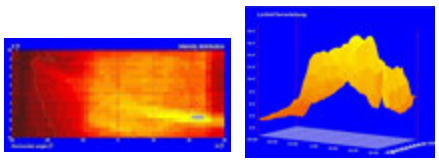
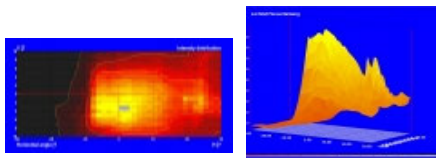
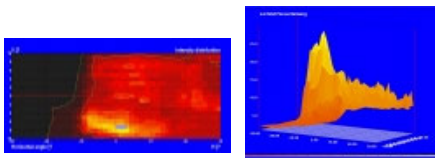
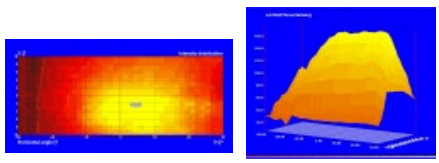
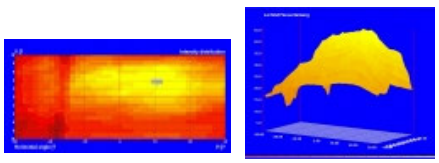
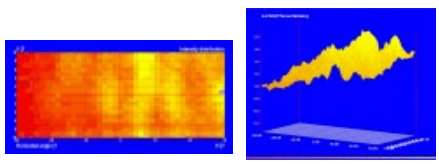
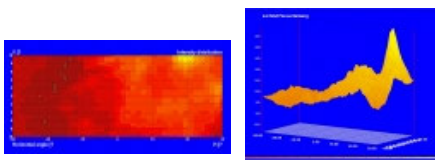



그림 226. LCL 측정 사진

○ 광분포 패턴분석에서도 기존 할로겐 필라멘트 광원과 비교하여 차이가 많이 발생하고 있음

표 111. 등화장치를 이용한 광분포 시험 결과

	
기존 광원을 이용한 광분포(후미등)	LED Retrofit 광원을 이용한 광분포(후미등)
	
기존 광원을 이용한 광분포(제동등)	LED Retrofit 광원을 이용한 광분포(제동등)
	
기존 광원을 이용한 광분포(후퇴등)	LED Retrofit 광원을 이용한 광분포(후퇴등)
	
기존 광원을 이용한 광분포(측면방향지시등)	LED Retrofit 광원을 이용한 광분포(측면방향지시등)

㉱ 시험 및 평가결과

○ LED Retrofit 시험 및 평가결과, 광원의 광학적 특성 및 광원이 등화장치에 설치된 상태에서 성능(광도 및 색도)을 만족하지 못하였음

○ 이와 더불어 방열의 문제로 인해 광도 저하가 많이 발생하였음

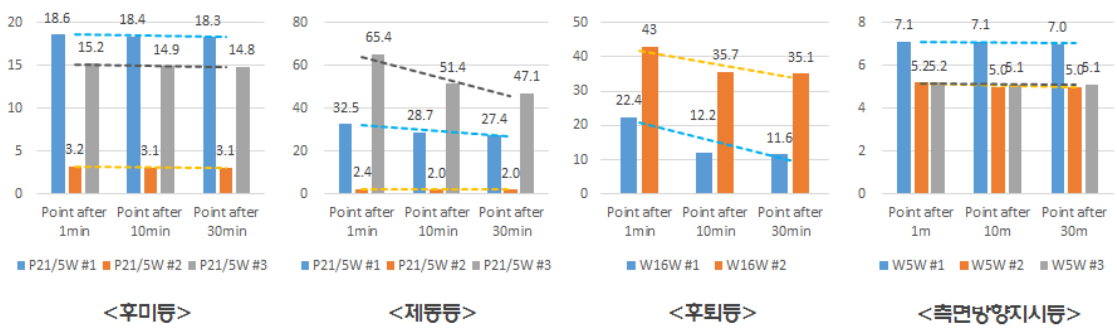


그림 227. 광원별 광도 저하

③ 업계 의견수렴

○ LED Retrofit 광원 업계에서는 최소기준 적용을 통해 튜닝부품 인증기준으로 제시를 원하고 있음

○ 이를 반영하여 LED Retrofit 광원의 인증기준 및 평가기술을 다음과 같이 제시하였음

– 광원의 광학적 특성 : 광원 기저면에서 점등부위까지의 거리(LCL : Light center length)
– 광원이 등화장치에 설치된 상태 : 해당 등화장치의 광도 및 색도기준



그림 228. 업체 의견수렴 사진

④ 기타사항

○ LED Retrofit 광원은 기존 광원을 대체하는 용도로 사용되므로 기존 자동차 제작사 및 부품사에서 설계된 광학적 특성(작동조건, tell-tale 등)과 상이하게 작동될 가능성이 있음

○ 이에 대한 세부적인 사항을 고려하여 튜닝부품으로 LED Retrofit 광원을 인증시, 적용 차종의 점등 및 작동조건을 고려한 설치가 필요할 것임

(바) 카스킨

① 개요

○ 카스킨이란 자동차 도장면에 외장필름을 씌우는 것을 뜻하며 새 차를 구입하면 운전자들은 도장표면의 긁힘, 스톤칩, 변색등을 보호하기 위해 카스킨 필름을 부착하고 있음

○ 카스킨 필름을 도장면에 부착할 시 자신만의 개성을 연출할 수 있으며, 광고용차량, 경주차등에서 데칼 작업이 흔히 이루어지고 있는 것을 알 수 있음



그림 229. 카스킨의 원리

② 주요내용

㉮ 참조기준

○ 카스킨 필름의 두께, 점착력, 인장강도, 신장율, 치수안정도 등의 물리적 특성을 측정하기 위한 시험방법으로는 KS T 1028, ASTM D 1204가 있음

표 112. 카스킨 관련 규격번호 및 규격명

규 격 번 호	규 격 명
KS T 1028	2009 점착 테이프 및 점착 시트의 시험방법 (Testing Methods of Pressure Sensitive Adhesive Tapes and Sheets)
ASTM D 1204	2008 Standard Test Method for Linear Dimensional Changes of Nonrigid Thermoplastic Sheeting or Film at Elevated Temperature

㉯ 성능 및 시험방법

○ 두께

– 측정기 : 두께의 측정에는 KS B 5206에 규정된 다이얼 게이지를 사용함, 이 경우 다이얼 게이지의 접촉면은 평면으로 지름은 5 mm로 하고, 측정력은 약 0.8 N으로 함

– 측정방법 : 길이 약 1 m의 시험편을 취하여 두께 0.1 mm를 초과하는 테이프 및 시트는 5.1의 0.01 mm 눈금 다이얼 게이지로, 두께 0.1 mm 이하의 테이프는 0.001 mm 눈금 다이얼 게이지로 길이 방향으로 거의 같은 간격으로 3곳을 측정함

– 결과 : 결과는 각 측정점의 평균값을 밀리미터로 기록함

○ 점착력

– 시험편 : 시험편은 테이프의 경우 롤 상태에서 약 300 m/s의 속도로 감고 약 300mm의 간격으로 길이 약 250 mm의 시험편 3매를 취함
시험편은 가장자리 부위가 상처입지 않도록 예리한 칼로 절단함
시험하는 부분의 점착면에는 먼지 또는 기타의 이물질이 있어서는 안됨
양면 테이프는 박리 라이너지를 떼어낼 때 시험하지 않은 점착면을 얇은 종이 또는 KS C 2344 에 규정된 호칭 25번의 폴리에스테르 필름으로 바르고 시험함

㉰ 시험평가

○ 물리적 특성

표 113. 물리적특성 종류 및 시험방법

종류	시험방법	근거
두께 (Thickness, mm)	KS T 1028	부착성 및 내구성 확보
점착력 (Adhesion, N/10mm)	KS T 1028	부착성 및 내구성 확보
인장강도 (Tensile, N/10mm)	KS T 1028	시공성 및 내구성 확보
신장율 (Elongation, %)	KS T 1028	시공성 및 내구성 확보
치수안정도 (Dimensional Stability, %)	ASTM D 1204	외형 내구성 확보

○ 내구성

표 114. 내구성 종류 및 조건

종류	조건
제거성	상온에서 필름 제거시 열원을 사용해 필름의 점착 잔사 없이 차량 도장면으로부터 손쉬운 제거가능
내화학성	약산성, 약알칼리성, 수분 및 미량의 차량 연료에 저항성 존재
제품 옥외 성능	갈라짐, 떨어짐, 색상변화, 수축 등을 포함하여 상당한 정도의 외형변화 없이 차량의 수직면 3년, 수평면 1년 의 옥외 내구성
수축성	평면부 부착 후 최대 열수축 1mm 미만

○ 시공성

표 115. 시공성 종류 및 조건

종류	조건
부착면 형태	차량의 평면, 단순곡면, 3D 복합곡면 부착 가능
부착 용이성	차량 표면의 시공시 부착 용이성을 위함 점착면 기포 배출 기능
시공 용이성	점착 필름의 정확하고 쉬운 위치조절을 위한 점착제 위치조절 기능

③ 인증기준

○ 제품명에 따라 KS T 1028에 의해 기준 제시

④ 시험장비

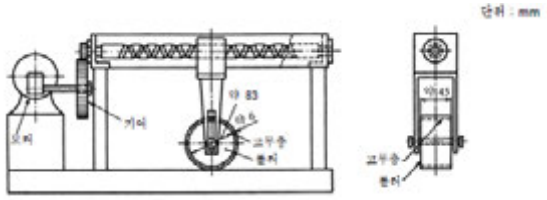


그림 230. 자동식 압착 장치의 보기

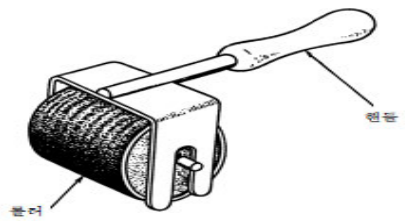


그림 231. 수동식 압착 장치의 일례

⑤ 시험가능기관

○ 한국건설생활환경시험연구원

(4) 실차시험

(가) 차체 및 섀시 튜닝의 연관성을 고려한 인증기준 개발

① 연구목적

○ 튜닝으로 엔진 출력을 향상시키기 위해서는 제동성능과 주행 시 조종안정성을 높이기 위한 서스펜션 튜닝이 필요함

○ 튜닝으로 성능이 향상된 브레이크는 급격한 감속력을 유발할 수 있으므로 차체에 영향을 줄 수 있음

○ 차체 롤링을 저감하기 위하여 강성을 증가시키는 서스펜션(스프링-댐퍼 시스템) 튜닝은 링크 구조를 이루는 또 다른 서스펜션 부품과 차체에 영향을 줄 수 있음(하중 작용 경로의 변화, 서스펜션 마운팅 포인트의 입력 하중 변화 등)

○ 이와 같이 차체의 강성과 강도를 고려하지 않은 튜닝은 차량 전체의 내구성을 저하시킬 수 있으며 차체 파손으로 안전성에 심각한 위해 요인으로 작용할 수 있음(실제로 이와 같은 파손 사례들이 튜닝 차량에서 나타나고 있음)

○ 따라서 차체/섀시 개별 튜닝 부품의 평가기술 및 인증기준이 마련되는 것이 필요하지만 더 나아가 단품들이 서로 조합되었을 경우 차체의 강성과 강도를 고려한 허용 가능한 튜닝의 범위를 설정하는 것이 매우 중요함

○ 모든 차종에 대한 이와 같은 종합적 튜닝 범위에 대한 인증기준을 정립할 필요가 있으나 많은 비용과 시간이 소요되기 때문에 본 시범사업에서는 중소형 승용자동차를 대상으로 차체 특성을 고려한 섀시 부품 튜닝에 대한 종합적 인증기준을 마련하여 궁극적으로 차량의 안전성을 저해하지 않은 범위 내에서 주행안정성을 향상시키기 위한 튜닝기준을 마련하고자 함

② 시범사업 추진전략

○ 차체/섀시의 종합적 안전을 고려한 튜닝 기준을 정립하기 위해서는 실차 수준의 주행안정성과 차체의 구조적 안전성을 검토할 필요가 있으며, 다양한 튜닝 부품의 조합에 대하여 가능한 모든 실험을 수행하는 것은 매우 비효율적이므로 본 사업에서는 시뮬레이션 기술로 실차시험을 최소화하여 접근하고자 함

○ 개발된 차체/섀시 튜닝의 종합적 인증기준 검증을 위하여 튜닝카 경진대회를 실시하고 그 결과를 피드백 받아 인증기준 개선에 활용함

○ 시범 사업의 결과로 다음의 두 가지 경우에 대한 인증기준이 도출될 수 있음

○ 차체의 구조 강도를 변화시키지 않는 범위내에서 섀시 부품 튜닝 기준 마련

○ 섀시 부품 튜닝 성능을 인증기준 이상으로 하고자 할 경우 필요한 차체 구조 기준

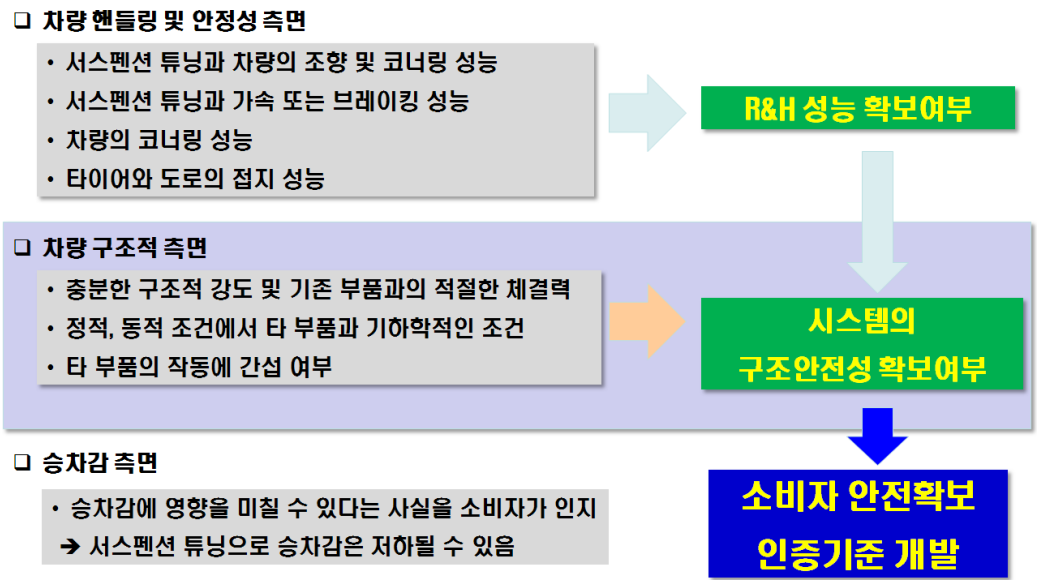


그림 232. 시범사업의 추진 목적

③ 시범사업 연구내용

○ 차체 및 새시 튜닝의 연관성을 고려한 종합적 인증기준 개발

– 차체/새시 튜닝 부품 단품의 평가 기준 개발: 서스펜션, 브레이크, 휠, 스트럿 바 등 튜닝부품 시장조사 결과 반영

– 실차 주행성능 및 구조 안전성 분석을 위한 해석 모델 구축: 구조해석 및 다물체동역학 모델 구축

– 해석 모델 구축을 위한 기본 입력데이터 획득(스프링강성, 댐핑력, 구조강도 등 특성시험 수행)

○ 차체 구조안전 기준 마련을 위한 Body 강성 및 강도 측정 시험(중소형 승용차 대상)

○ 사용자조건을 고려한 주행안정성 및 구조안전성 분석

○ 차체/섀시(스프링-댐퍼 시스템) 튜닝 종합적 인증기준 1차안 도출



그림 233. 차량동역학 모델 구축 과정

○ 본 연구에서는 서스펜션 튜닝에 따른 서스펜션 특성 변경이 차체에 미치는 영향을 파악하였음. 서스펜션 튜닝에 따른 차체 영향도를 분석하기 위한 방법으로는 실차 시험을 통한 분석 방법과 해석기법을 이용한 분석 방법이 활용될 수 있음

○ 실차 시험의 경우 실제 차량의 각 현가계와 차체 주요부에 센서를 부착하여 주행 시험을 통해 계측될 수 있음. 그러나 이러한 실차 시험의 경우 차체 전반의 영향도를 분석하기 위하여 다양한 종류의 센서 부착에 따른 비용 발생과 실차 시험에 시간이 많이 소요되어 현실적으로 어려움이 있음

○ 반면에 해석을 통한 영향도 분석은 대상차량의 차량 정보와 정확한 해석 모델이 확보된다면 비용과 시간에 구애 받지 않고 결과를 얻을 수 있다는 장점이 있음. 따라서 본 연구에서는 해석을 통하여 서스펜션 튜닝에 따른 차체 영향도를 예측하여 분석하였음. 다음 그림 234는 해석을 통하여 서스펜션 튜닝에 따른 차체 영향도 분석 절차를 나타내고 있음



그림 234. 서스펜션 튜닝에 따른 차체 영향도 분석 절차

④ 대상차량 선정 및 제원 조사

○ 서스펜션 튜닝에 따른 차체(BIW)의 영향도를 분석하기 위하여 국내에서 생산 시판중인 승용차 중 튜닝이 가장 많이 이뤄지는 2,000cc급 차종인 YF쏘나타를 대상 차량으로 선정하였음. 다음 그림 235는 대상차량과 제원을 나타내고 있음. 대상차량의 공개된 제원을 바탕으로 동역학 모델 구성을 위하여 차량의 실제 차량의 총 중량 및 축 하중 측정 및 서스펜션 구조 및 관성 모멘트에 대한 추가 시험 및 조사를 수행하였음



배기량	1,999cc
연료	가솔린
구동방식	전륜구동(FF)
전륜서스펜션	맥퍼슨 스트럿
후륜서스펜션	멀티링크 코일스프링
공차 중량	1,410kg
전장	4,820mm
전폭	1,835mm
전고	1,470mm
축거	2,795mm
전후륜타이어	205mm/65/16inch

그림 235. 대상차량 및 제원

○ 차량 무게 측정 장비를 사용하여 대상차량의 총 중량 및 축 하중을 측정하였음. 측정 시 고려 사항으로는 타이어의 공기압은 33psi이고, 연료는 약 18L인 상태이었으며, 공차 중량을 측정하였음. 다음 그림 236은 실제 차량의 중량 측정 상태 및 중량 측정 결과를 나타내고 있음



타이어공기압 : 33 psi



연료 약 18L



차량 무게 측정 장비



	FL	FR	RL	RR
공차	451kg	447kg	297kg	227kg
총중량	1,472kg			
2UP (140kg)	488kg	485kg	320kg	319kg
총중량	1,613kg			

그림 236. 대상차량 중량 측정

○ 차량 동역학 모델 구축을 위해서는 차량을 구성하고 있는 각 부품간의 연결 위치와 연결 형태를 정확히 파악해야 정확한 기구학적 거동 묘사가 가능함. 따라서, 대상 차량의 서스펜션 구조조사를 수행하였음

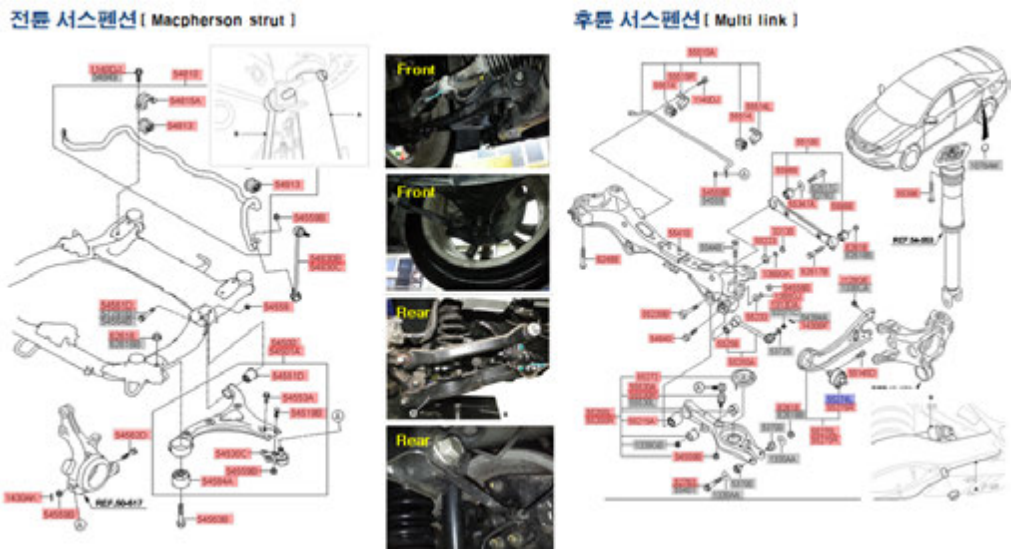


그림 237. 대상차량 서스펜션 구조 조사

○ 차량의 동역학 모델 구축 시 관성 모멘트(Moments of Inertia)와 무게중심(COG:Center of Gravity)은 차량의 주행 거동에 매우 영향이 큰 인자임. 따라서 대상 차량의 정확한 동역학 모델 구축을 위해서는 관성 모멘트와 무게중심이 필수로 요구됨. 일반적으로 차량의 관성 모멘트와 무게중심은 설계 도면을 통하여 계산하거나 전용장비를 이용하여 측정하는 방법이 있으나 대상차량의 전차량 도면 확보가 불가능하고 전용 측정 장비도 고가이기 때문에 획득하기에 어려움이 있음. 본 연구에서는 대처방안으로 미국 NHTSA(Ntional Highway Traffic Safety Administration)의 정보를 바탕으로 대상차량과 유사한 모델의 관성 모멘트와 무게 중심을 이용하였음. 다음 그림 238은 NHTSA의 관성모멘트 정보를 나타내고 있음

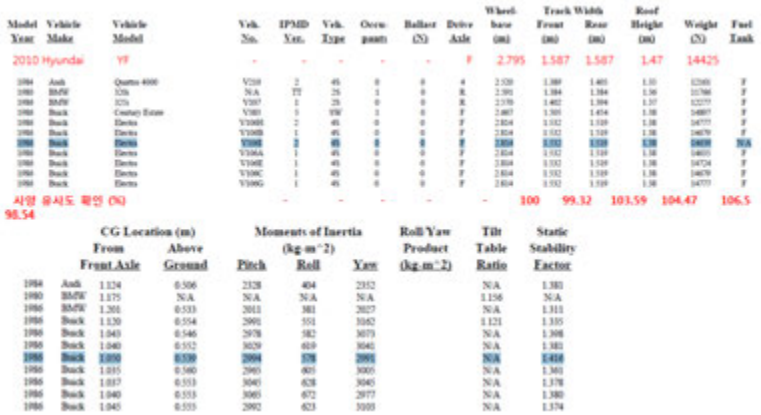


그림 238. 대상차량 관성 모멘트 조사

○ 이와 같이 조사와 계측을 통하여 획득한 대상 차량 정보를 이용하여 대상차량의 동역학 모델 구성에 활용하였음

⑤ 스프링 댐퍼 특성 시험

○ 대상차량의 서스펜션 특성 튜닝에 따른 BIW 영향도 분석을 위하여 차량 출고 시 장착되어 있는 순정 서스펜션과 시중에서 판매하고 있는 대상차량 용 튜닝 서스펜션을 구입하여 특성 분석 시험을 수행하였음

㉮ 순정 서스펜션 특성 시험

○ 다음 그림 239는 스프링 특성을 얻기 위한 시험으로 단축 엑츄에이터를 이용하여 스프링에 하중을 서서히 가하는 Quasi-static 조건에서의 변위-하중 선도를 측정하였음



그림 239. 스프링 특성시험(전륜 스프링, 후륜 스프링)

○ 대상 차량의 전륜 서스펜션은 맥퍼슨 스트러트 형식으로 스프링에 Pre-Load가 가해져 있는 상태임. 따라서 스프링 시험을 위하여 스트러트에 장착된 상태에서 실시하였음. 다음 표 116은 스프링 시험 결과로 얻어진 변위-하중 선도를 바탕으로 얻어진 순정 서스펜션 스프링 강성 및 측정된 Free Length와 Installed Length을 나타내고 있음

표 116. 스프링 특성 값

특성 값	전륜	후륜
Stiffness(N/mm)	26.7	46.1
Free Length(mm)	300	300
Installed Length(mm)	220	300

○ 댐퍼는 노면으로부터 발생하는 하중과 진동을 전체 전달하는 부품으로 비선형성 특성을 가지고 있음. 따라서 댐퍼 특성을 파악하기 위해서는 전용시험기를 사용해야 함. 다음 그림 240은 댐퍼 전용시험기를 이용한 댐퍼 특성 시험과 시험을 통해 취득된 결과를 나타내고 있음

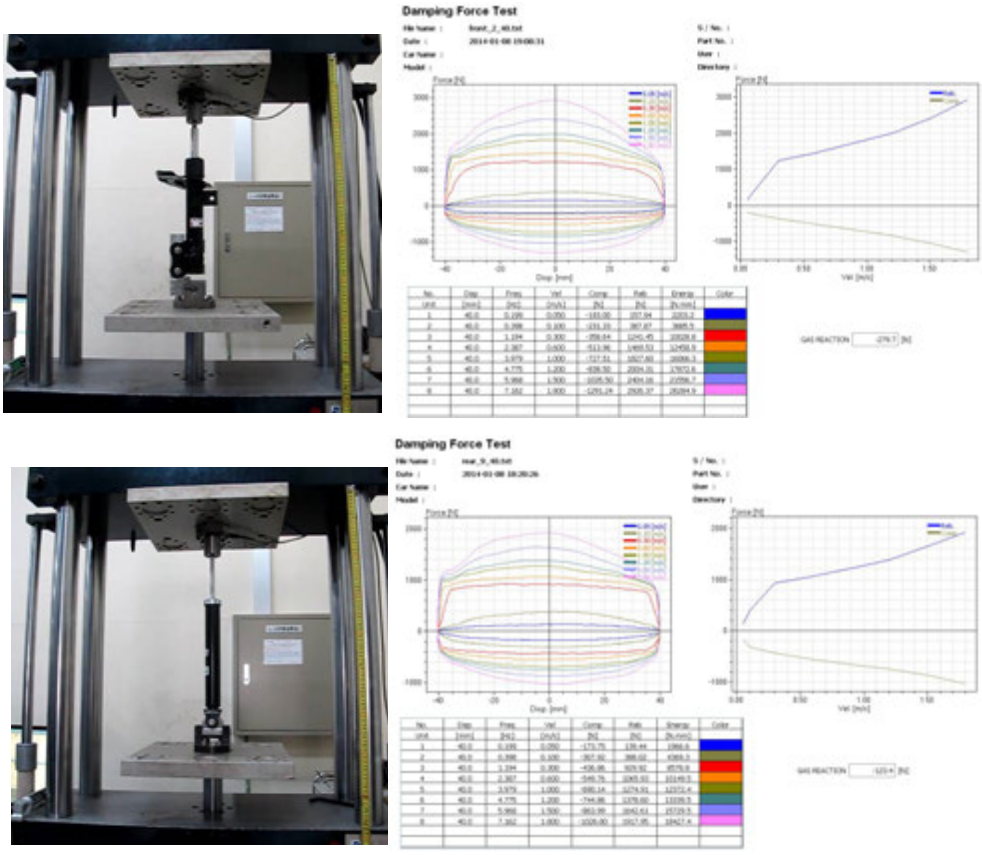


그림 240. 댐프 특성 시험 및 측정결과

○ 특성 시험을 통하여 측정된 데이터를 바탕으로 속도-하중 선도를 그려보면 다음 그림 241과 같음

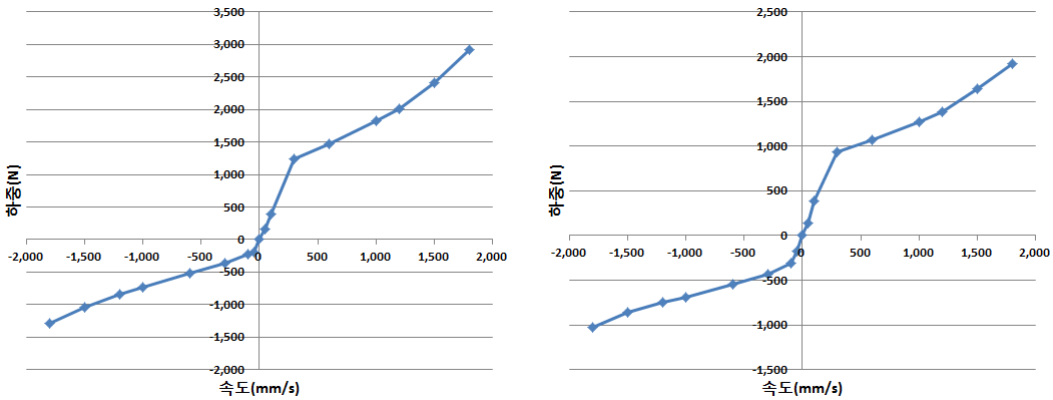


그림 241. 댐퍼 특성 시험결과

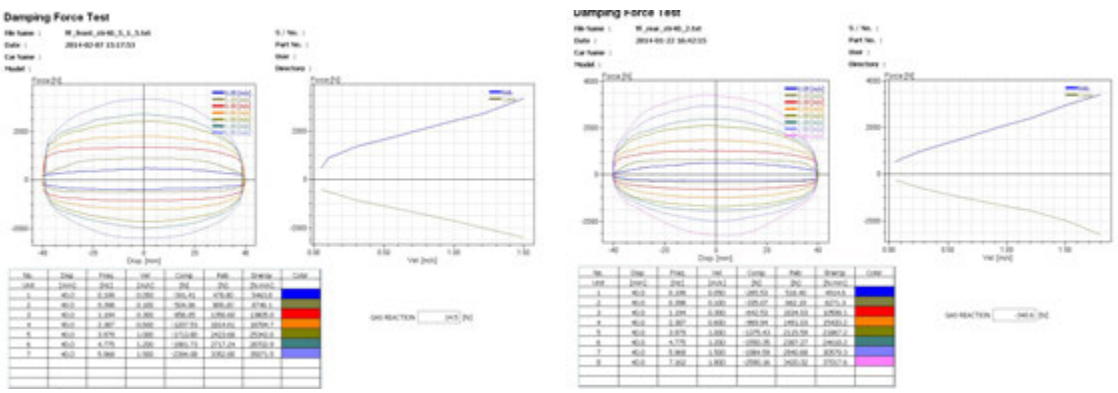
㉰ 튜닝 서스펜션 특성 시험

○ 순정 서스펜션 특성 시험과 동일한 방법으로 튜닝 서스펜션에 대한 특성 분석을 위한 시험을 실시하였으며, 다음 표 117은 튜닝 서스펜션 스프링 특성 결과를 나타내고 있음

표 117. 튜닝 서스펜션 스프링 특성 값

특성 값	전륜	후륜
Stiffness(N/mm)	77.5	56.8
Free Length(mm)	200	215
Installed Length(mm)	200	215

○ 댐퍼 특성 시험 또한 순정 부품과 동일한 시험방법으로 수행하였으며, 아래 그림 242는 시험을 측정된 결과와 이를 바탕으로 얻어진 튜닝 댐퍼의 속도-하중 선도임



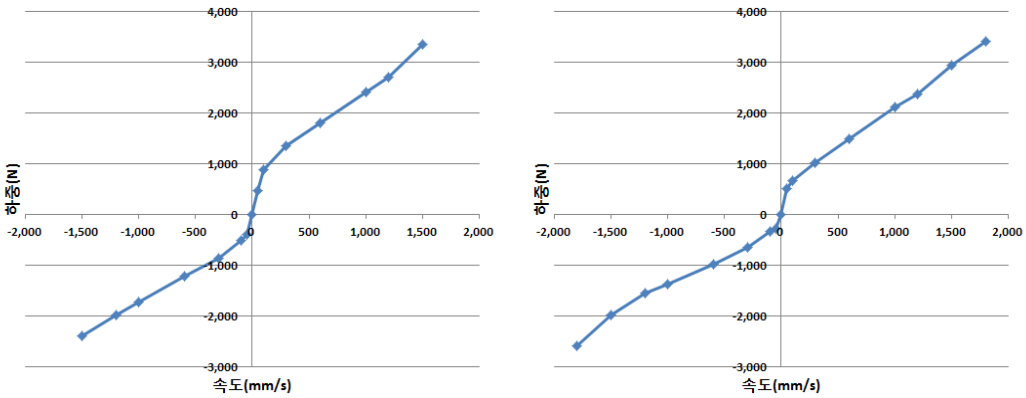


그림 242. 튜닝 서스펜션 댐퍼 측정결과 및 특성

㉰ 순정 서스펜션과 튜닝 서스펜션 비교

○ 순정 서스펜션 특성 시험 결과와 튜닝 서스펜션 특성 시험 결과를 바탕으로 두 서스펜션의 특성을 비교하였음

○ 다음 표 118은 스프링 강성을 비교한 결과로 튜닝 스프링이 순정 스프링 대비 전륜은 약 3배, 후륜은 1.2배 강성이 강한 것으로 파악되었음

표 118. 스프링 강성 비교

특성 값	순정	튜닝
전륜 Stiffness(N/mm)	26.7	77.5
후륜 Stiffness(N/mm)	46.1	56.8

○ 다음 그림 243은 댐퍼 특성을 비교한 것으로 전•후륜 댐퍼 모두 튜닝 댐퍼가 순정 댐퍼에 비하여 하드한 것으로 파악되었음

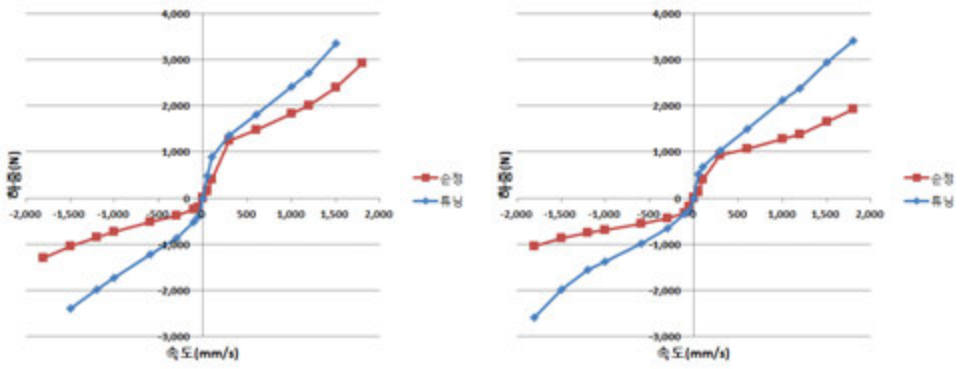


그림 243. 댐퍼 특성 비교

○ 일반적으로 서스펜션을 하드하게 튜닝하는 경우 고속주행을 위한 것으로, 조향력 향상 및 코너링, 제동력 향상의 장점이 있으나 충격 흡수가 잘 되지 않는 단점이 있는 것으로 알려져 있음.

⑥ Hard Point 측정 및 차량모델 구성

○ 대상 차량의 다물체 동역학 해석 모델 구축을 위해서는 차량을 구성하고 있는 각 부품간의 연결 위치와 연결 형태를 정확히 파악해야 기구학적인 부품 거동뿐만 아니라, 조인트와 각 부품 연결부의 반력을 쉽게 계산할 수 있다. 따라서 대상 차량의 정확한 Hard Point 측정이 필요함

○ Hard Point는 차량의 기구학적 거동 특성을 결정하고 부품 상호간의 하중 전달 역할을 하는 위치 점으로 차량의 운동 특성과 부품의 상호 상관관계를 결정함. 따라서 신차 개발시 최우선으로 결정되는 설계치 이며 수많은 시험과 해석을 통해 결정되고 있음. 완성차 업체의 경우 그들의 설계기술과 철학이 공개되는 것을 극히 꺼려하고 있기 때문에 Hard Point를 얻는 것은 사실상 불가능함. 따라서 3차원 Laser 측정기를 이용한 Hard Point 측정을 수행함

○ 측정은 그림 244와 같은 3차원 측정기를 이용하여 각 설계 위치 점을 3차원 공간상의 좌표로 구하여 가상 공간상의 차량 모델의 구성하는 방법을 사용함



그림 244. Hard Point 측정

○ 대상차량의 총 55개의 주요 Hard Point를 측정하였으며 다음 표 119는 Hard Point 측정을 통하여 획득 된 데이터의 일부를 나타내고 있음

표 119. Hard Point 측정 데이터

Front			
Node Number	Node Coordinates		
global (0,0,0)	0	0	0
FL_whl_center	-6.440440833	785.3871456	-2.628790979
FL_Lwr_out_ball	7.661204365	758.8271008	-141.1045263
FL_Lwr__A_bush	-10.54351254	391.5933247	-132.5802454
FL_Lwr__Z_bush	-306.5631029	350.4841326	-105.720164
FL_strut_lwr_hub_fix	-8.899540415	637.9664796	83.75038259
FL_topmount	-60.33873794	567.9542628	527.4334087
FL_stabil_link_lwr_ball_J	88.49554193	589.1016107	-40.05817798
FL_stabil_link_upr_ball_J	-24.14831508	573.3902519	301.5034076
FL_DRV_shaft_body			
FL_DRV_shaft_wheel			
FL_tierod_inner_ball_j	-199.8820207	368.430562	-66.72890644
FL_tierod_outer_ball_j	-125.3957805	746.6329975	-88.74127101

○ 측정된 55개의 Hard Point를 바탕으로 차량 전•후륜 기본 모델을 구성하였음. 다음 그림 245, 246은 구성된 모델을 나타내고 있음

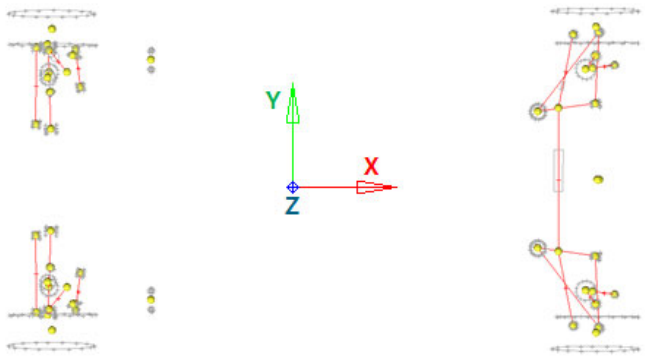


그림 245. Hard Point 기반의 Full Car 모델 구성

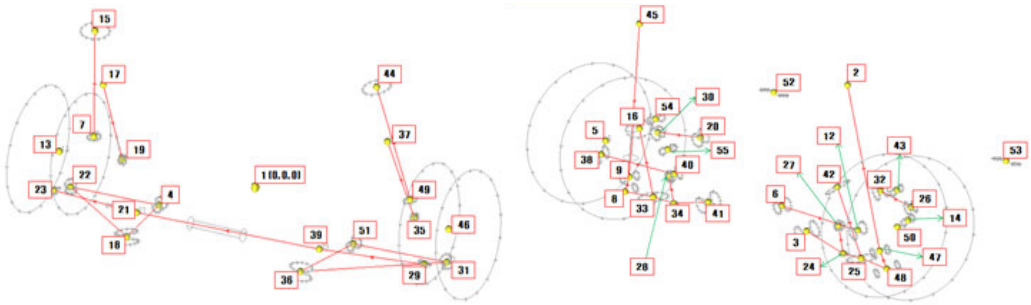


그림 246. Hard Point 기반의 전륜 및 후륜 모델 구성

○ 상용 동역학 해석 프로그램인 ADAMS Car를 이용하여 대상 차량의 Hard Point와 각 부품간의 연결부의 조인트 종류와 특성을 고려하여 전륜과 후륜의 차량 동역학 해석 모델을 구성하였음. 다음 그림 247은 구축된 전륜과 후륜의 동역학 해석모델을 보여주고 있음

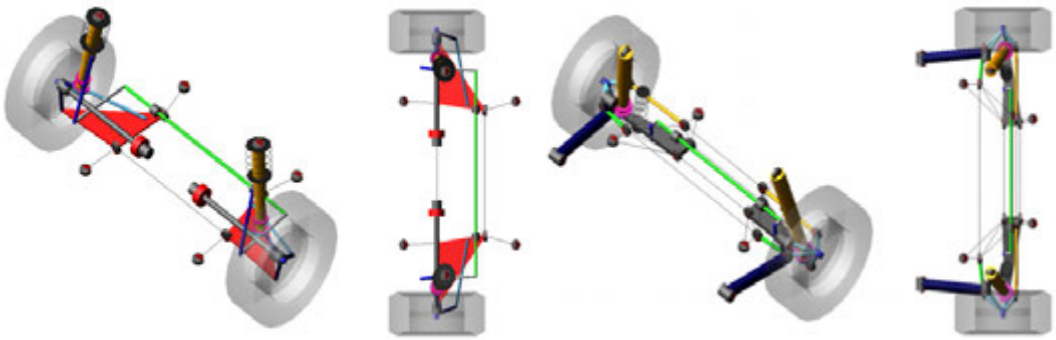


그림 247. 대상차량 동역학 해석 모델 구축(전륜 및 후륜)

○ 그림에서 보이는 바와 같이 각 부품간의 연결부는 실제 연결과 동일하게 부쉬 및 조인트로 구성하였으며, ADAMS에 기본 서스펜션 모델을 생성 후 시험을 통해 획득한 스프링, 댐퍼 특성 값을 각각 입력하였음. 구성된 전·후륜 동역학 해석 모델의 검증을 위하여 K&C(Kinematic & Compliance) 평가를 수행하였음. 다음 그림 248, 249는 K&C 평가 결과를 나타내고 있음

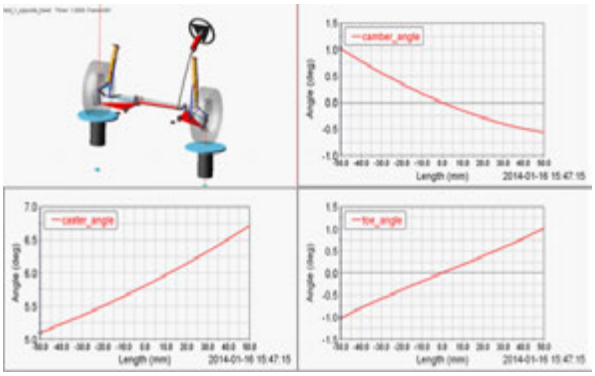


그림 248. 전륜 동역학 모델 K&C 평가

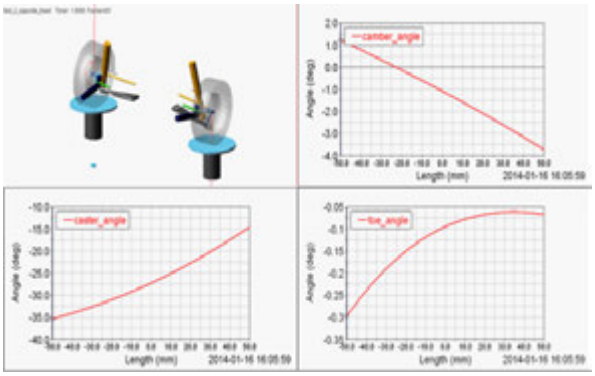


그림 249. 후륜 동역학 모델 K&C 평가

○ 구축 된 전·후륜 동역학 모델을 바탕으로 전차량 동역학 해석 모델을 구축하였음. 다음 그림 250은 구축된 전차량 동역학 해석 모델을 나타내고 있음

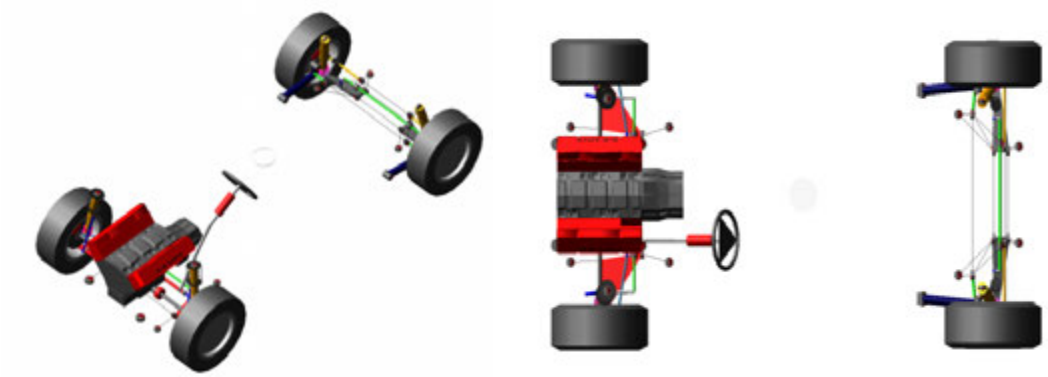


그림 250. 전차량 동역학 해석 모델



그림 251. 전차량 동역학 해석 모델

○ 구성된 동역학 해석 모델의 경우 Stabilizer Bar가 추정치를 바탕으로 강체로 우선 구축하였으나, 보다 정확한 거동 분석을 위하여 실제 전·후륜의 Stabilizer Bar를 역설계 후 유연체 모델을 구성하여 동역학 모델에 적용하였음. 다음 그림 252는 강체로 구성된 모델과 유연체 Stabilizer Bar가 적용된 동역학 모델을 비교한 것임

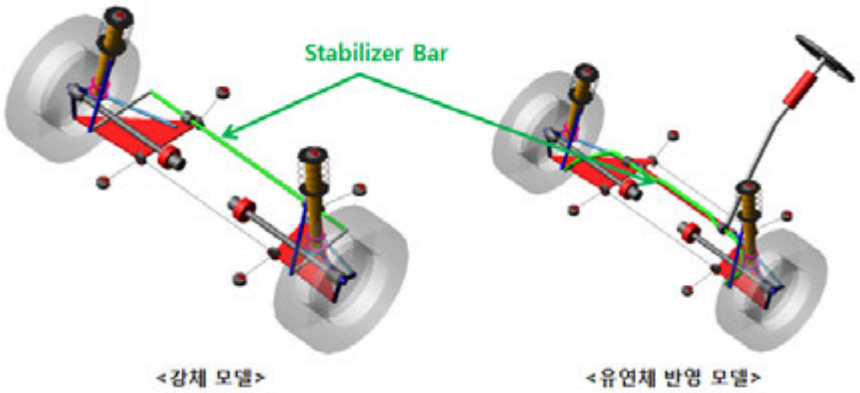


그림 252. 전륜 동역학 해석 모델 비교

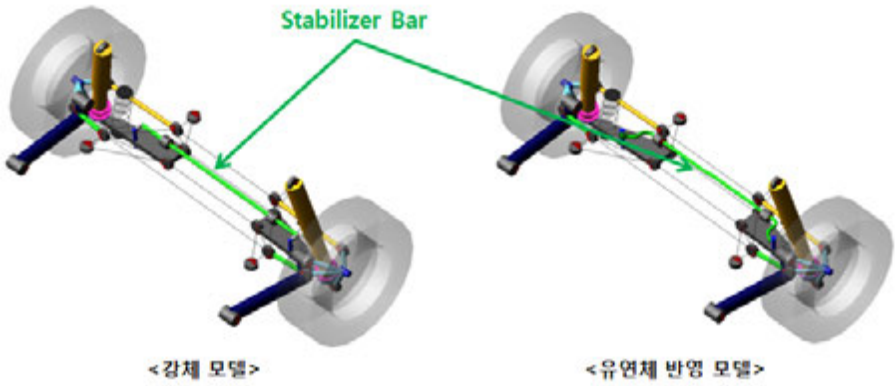


그림 253. 후륜 동역학 해석 모델 비교

○ 구축된 유연체 기반의 전·후륜 동역학 모델을 바탕으로 전차량 동역학 해석 모델을 구축하였음. 다음 그림 254는 최종 구축된 전 차량 동역학 해석 모델을 나타내고 있음

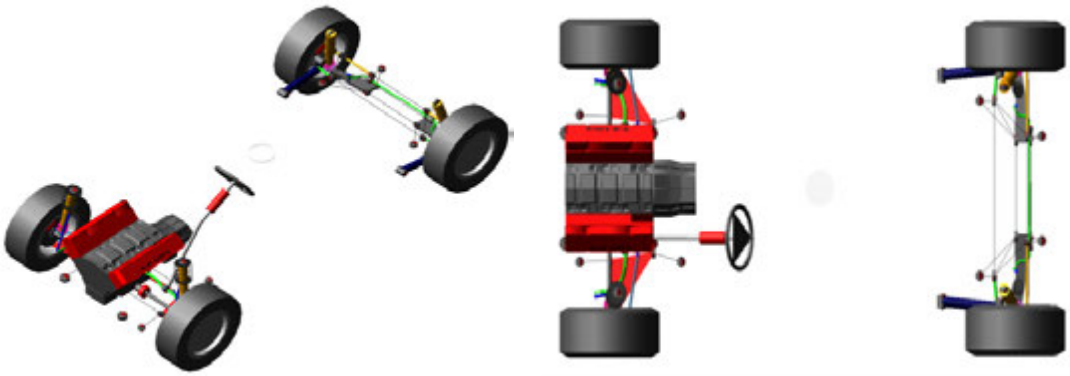


그림 254. 유연체 기반의 전 차량 동역학 해석 모델

⑦ 차량동역학 해석

○ 구축된 차량 동역학 모델을 기반으로 서스펜션 튜닝에 따른 차체 댐퍼 마운트 부의 하중을 축출하기 위하여 동역학 해석을 수행하였음

㉮ 튜닝 서스펜션 특성 설정

○ 시험을 통해 얻어진 대상차량의 순정 서스펜션 특성과 튜닝 서스펜션 특성을 파악하였으며, 이를 이용하여 차량 동역학 모델을 구성하였음. 그러나 단 두 종류의 서스펜션 특성으로는 서스펜션 특성에 따른 차체 영향도 분석이 어려울 것으로 판단하여, 측정된 두 서스펜션 특성을 바탕으로 새로운 특성을 생성하여 동역학 해석에 적용하였음

○ 다음 그림 255는 측정된 댐퍼 특성 및 새로이 만들어진 댐퍼 특성을 나타내고 있음

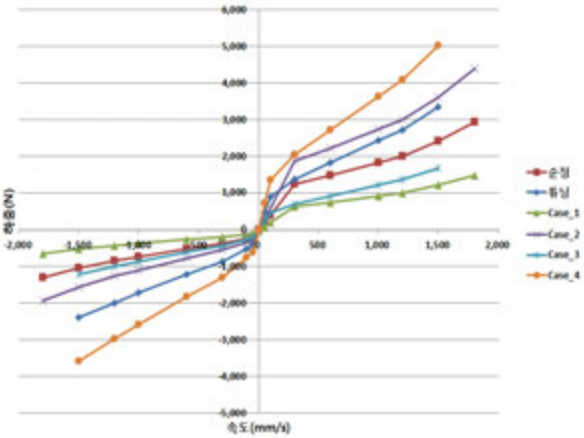


그림 255. 동역학 해석용 댐퍼 특성 비교

○ 그림 256에서 보이는 바와 같이 총 4종의 새로운 댐퍼 특성을 생성하였음. 새로 만들어진 댐퍼 특성 중 Case_1과 Case_2의 경우 순정 댐퍼 특성을 이용하여 ±50% 가감하여 생성되었으며 순정 부품 대비 Case_1는 소프트하고 Case_2는 하드하게 설정하였음. 다음 그림 256은 순정 댐퍼와 Case_1, Case_2를 비교한 결과임

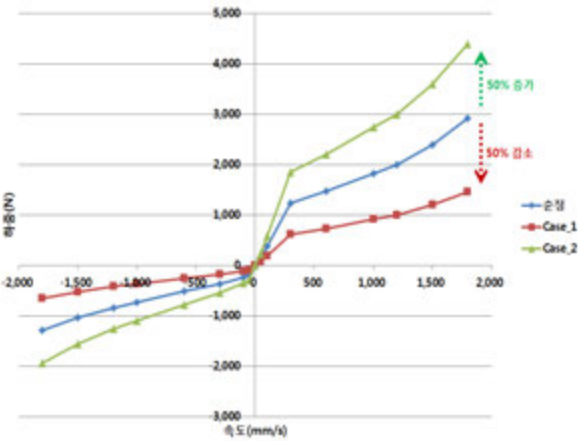


그림 256. 순정 댐퍼 대비 Case_1, Case_2 비교

○ Case_3과 Case_4의 경우 튜닝 댐퍼를 기준으로 ±50% 가감하여 생성되었으며 튜닝 부품 대비 Case_3는 소프트하고 Case_4는 하드하게 설정하였음. 다음 그림 257은 튜닝 댐퍼와 Case_3, Case_4를 비교한 결과임

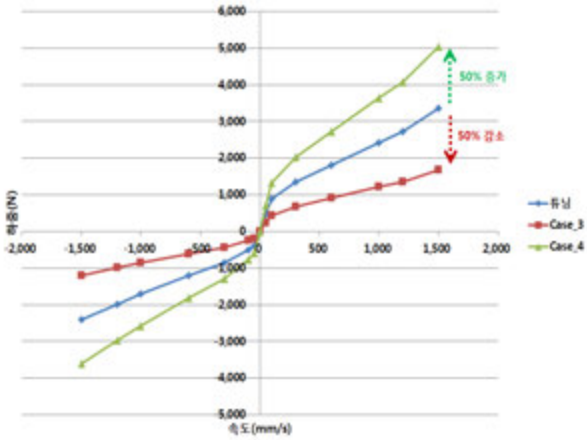


그림 257. 튜닝 댐퍼 대비 Case_3, Case_4 비교

○ 본 연구에서 사용된 댐퍼의 특성을 정리해 보면 Case_1이 가장 소프트하고 다음 Case_3, 순정 댐퍼, 튜닝 댐퍼, Case_2, Case_4 순으로 하드한 것으로 예상됨. 스프링 특성의 경우 댐퍼 특성에 의한 영향도 분석을 위하여 Case_1, Case_2는 순정 부품과 동일하게 적용하였으며, Case_3과 Case_4는 튜닝 부품과 동일하게 적용하였음

㉰ 동역학 해석을 위한 휠하중 설정

○ 차량 동역학 해석 방법으로는 크게 VPG(Virtual Proving Ground)와 VTL(Virtual Testing Lab.) 해석 방법이 사용됨. VPG의 경우 Proving Ground 노면형상을 해석 모델로 구현하여 차량 동역학 모델을 가상 주행 시 가상 노면과 접촉을 통해 발생하는 하중이 각 부품에 미치는 영향을 계산하는 방식으로, 휠 하중에 영향을 미치는 차량의 변경이나 현가계 형식 변경에 효과적으로 대응할 수 있으나, 검증된 노면 해석 모델 및 노면과 접촉하는 타이어 모델의 정확성이 요구되는 어려움이 있음

○ 본 연구에서는 타이어 모델 및 신뢰성 확보와 가상노면 확보에 어려움으로 인하여 VTL기법을 이용하여 동역학 해석을 수행하였음. 따라서 대상차량의 특수로 주행을 통하여 계측된 RLDA(Road Load Data Acquisition) 데이터를 획득하여 동역학 해석에 이용하였음. 사용된 RLDA 데이터는 자동차부품연구원의 시험차로(Proving Ground)에서 계측된 데이터로, 다양한 특수로 중 이벤트성이 강한 단차로와 자동차 및 부품평가에 가장 많이 사용되는 벨지안로에 대한 데이터임. 다음 그림 258은 자동차부품연구원의 단차로와 벨지안로를 보여주고 있음



그림 258. 특수로(단차로, 벨지안로)

○ 단차로의 경우 총 도로 길이 100m를 60Km/h로 왕복하는 조건의 RLDA데이터를 계측하였고, 벨지안로의 경우 총 도로 길이 200m를 40Km/h로 왕복하는 조건으로 RLDA 데이터를 계측하였음. 다음 그림 259, 260은 계측된 단차로의 RLDA 데이터를 나타내고 있음

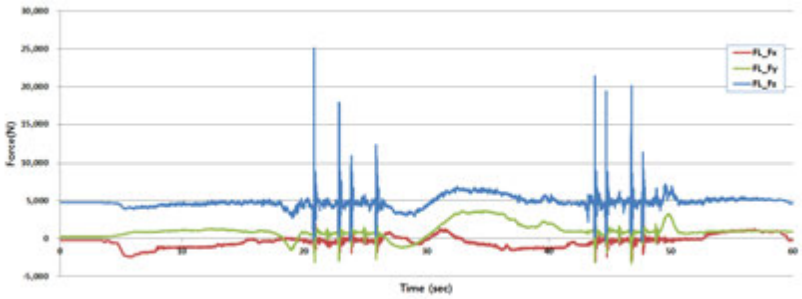


그림 259. 단차로 전륜 왼쪽 RLDA 데이터

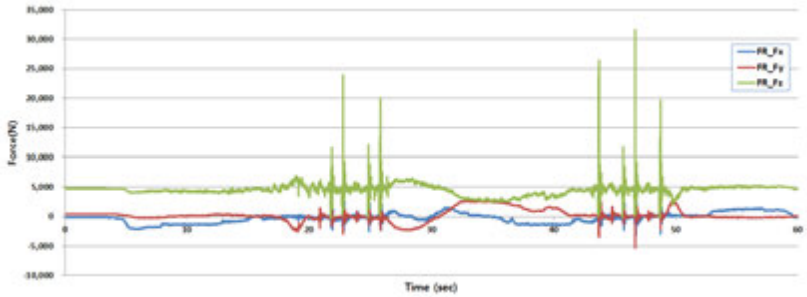


그림 260. 단차로 전륜 오른쪽 RLDA 데이터

○ 단차로의 RLDA 데이터의 경우 주행 중 단을 통과할 때 이벤트 발생이 확실하게 나타나고 있는 것을 볼 수 있음. 아래 그림 261은 단을 통과 할 때 발생하는 Z 방향의 하중의 변화를 보여주고 있음

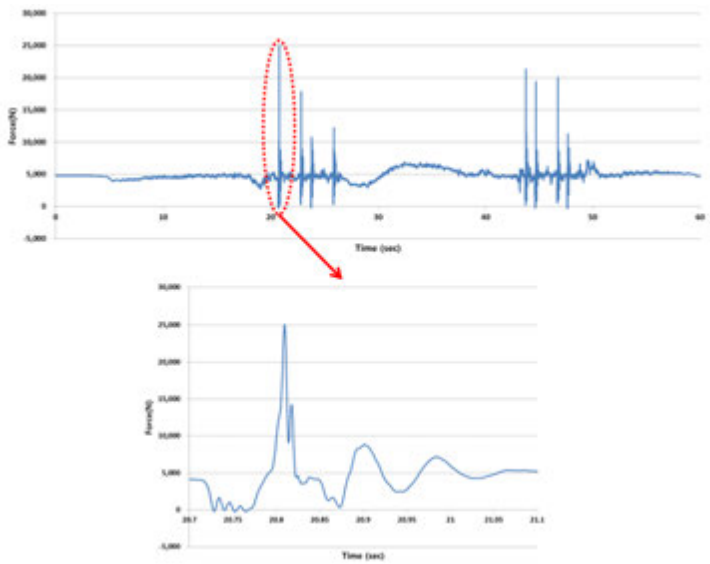


그림 261. 단차로 이벤트 하중 – FL, Fz

○ 위 그림 261에서와 같이 단차로 통과 시 전륜에 최대 약 25,000N의 하중이 발생하는 것으로 파악되었음. 아래 그림 262, 263은 계측된 벨지안로의 RLDA 데이터를 나타내고 있음

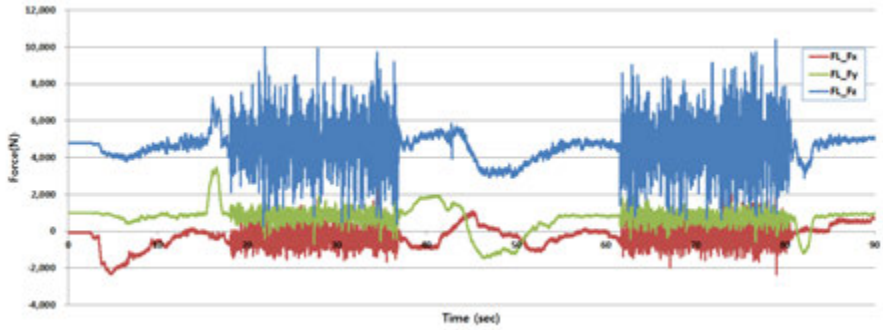


그림 262. 벨지안로 전륜 왼쪽 RLDA 데이터

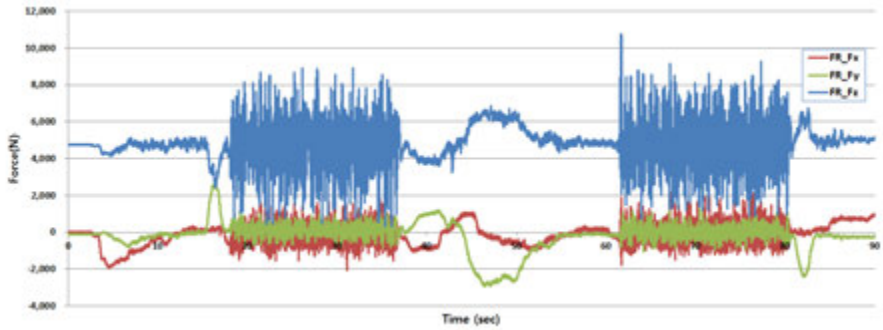


그림 263. 벨지안로 전륜 오른쪽 RLDA 데이터

○ 벨지안로를 통과할 때 하중이 심하게 진동하는 것을 알 수 있으며 최대 약 10,000N의 축 하중이 발생하는 것으로 파악되었음

○ 앞서 결정한 댐퍼 특성 6종이 적용된 차량 동역학 모델에 측정된 단차로와 벨지안로의 RLDA 데이터를 입력 하중으로 선정하여 동역학 해석 조건을 설정하여 서스펜션 특성에 따른 차체 영향도 분석을 위한 동역학 해석을 수행하여 댐퍼마운트 부하중을 구하였음

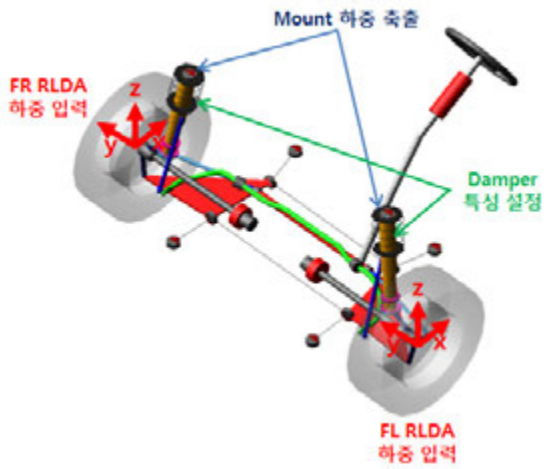


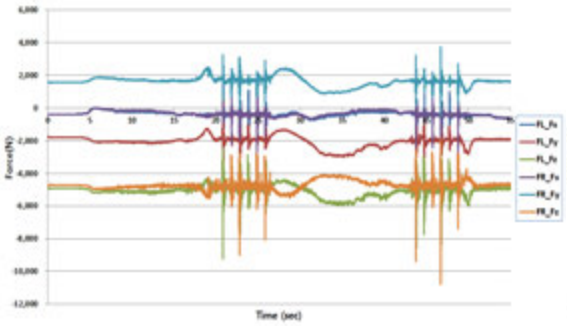
그림 264. 동역학 해석 조건 설정

(나) 차량동역학 해석 결과 분석

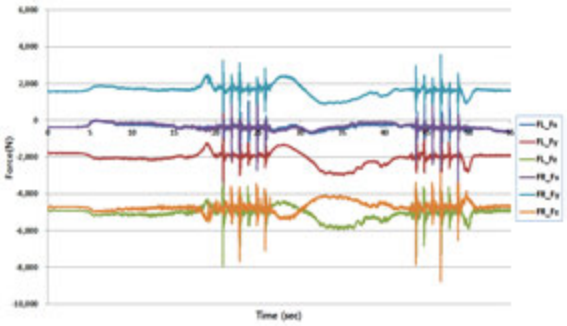
○ 동역학 해석 조건 설정 후 단차로와 벨지안로에 대하여 각 서스펜션 특성별 동역학 해석을 수행하여 그 결과를 비교하였음

㉮ 단차로 동역학 해석 결과 분석

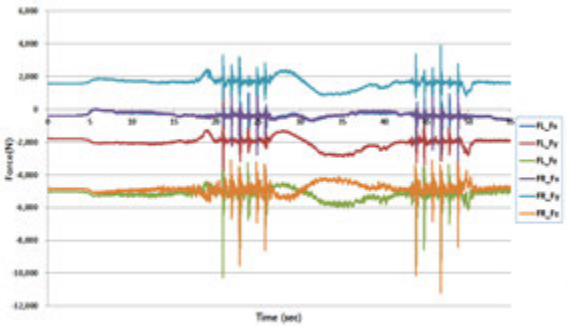
○ 다음 그림 265는 서스펜션 특성별 단차로 RLDA 데이터를 이용한 해석결과임



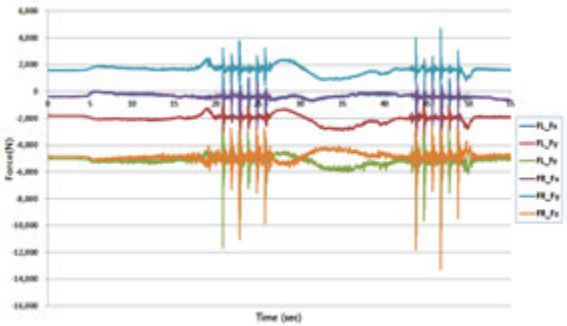
순정 서스펜션 마운트 하중



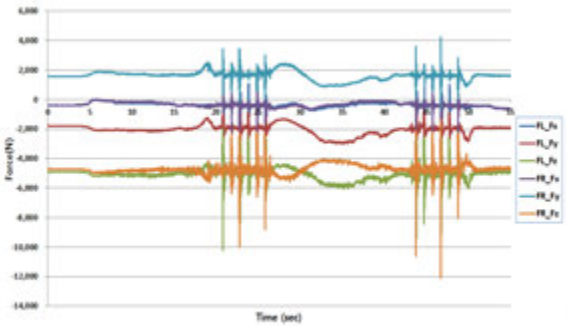
Case_1 서스펜션 마운트 하중



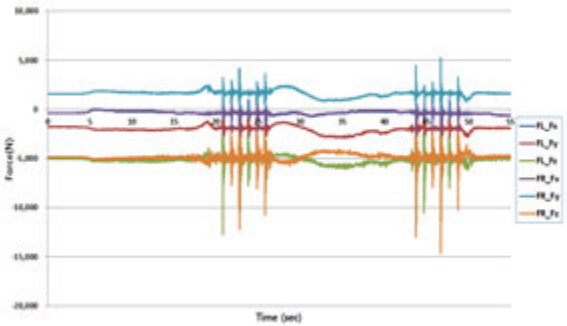
Case_3 서스펜션 마운트 하중



튜닝 서스펜션 마운트 하중



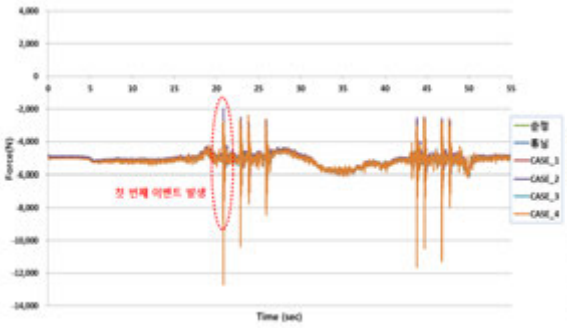
Case_2 서스펜션 마운트 하중



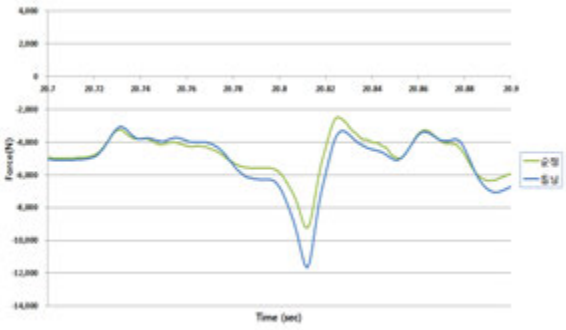
Case_4 서스펜션 마운트 하중

그림 265. 단차로 동역학 해석 결과-전륜

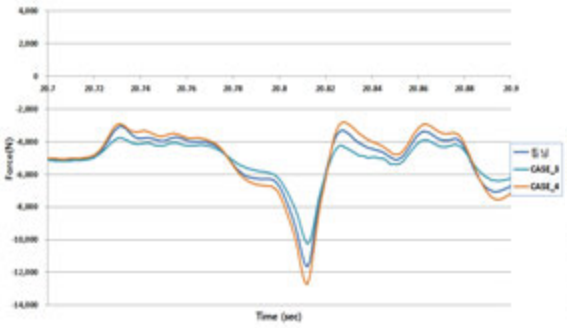
○ 동역학 해석을 통해 얻어진 서스펜션 특성별 마운트 하중 데이터를 비교하기 위하여 하중이 크게 발생하는 전륜 왼쪽 z축 하중 중 첫 번째 이벤트로 발생하는 시점의 하중을 다음 그림 266과 같이 비교하였음



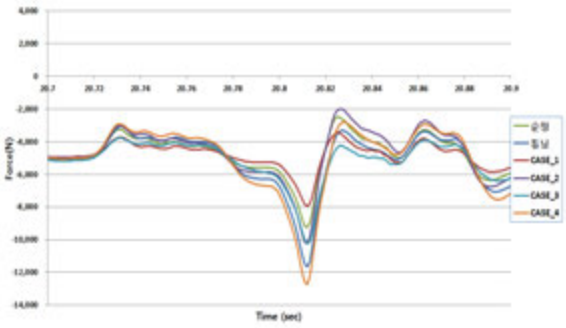
전륜 왼쪽 마운트 부 하중 비교-Fz



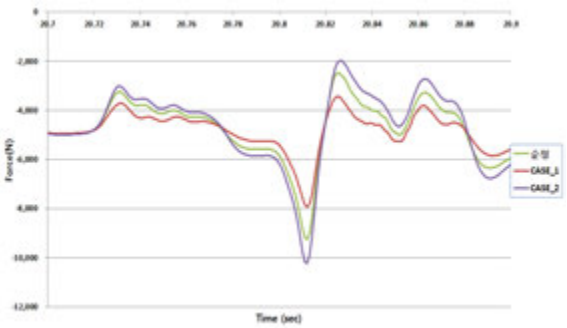
순정 서스펜션 대 튜닝 서스펜션 비교



튜닝 서스펜션 대 Case_3, Case_4 하중 비교



서스펜션 특성별 하중 비교



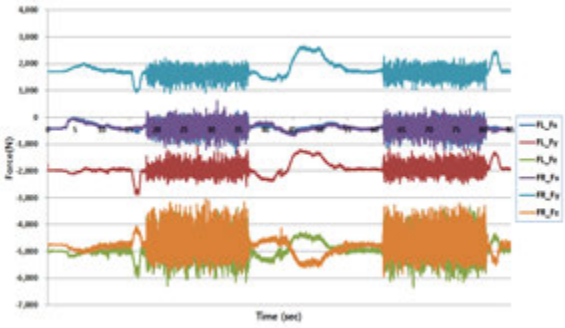
순정 서스펜션 대 Case_1&2 하중 비교

그림 266. 단차로 마운트 부 하중 비교 – FL, Fz

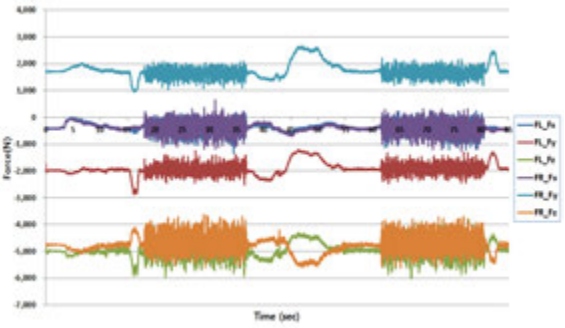
- ○ 이벤트 발생 시 순정 서스펜션에 비하여 튜닝 서스펜션의 하중이 높게 나타는 것으로 파악되었음. 순정 서스펜션의 최대 하중은 약 −9,241.3N이며 튜닝 서스펜션의 최대 하중은 −11,648.0N으로 약 26% 정도 증가한 것으로 파악되었으며, 이벤트 발생 시 하중만 증가한 것이 아니라 전 구간에서 튜닝 서스펜션을 장착한 모델의 마운트 하중이 증가한 것으로 파악되었음
- ○ 이러한 현상은 댐퍼 특성이 소프트해지면 하중이 감소하고, 하드해지면 증가하는 것으로 파악되었음. 순정 서스펜션을 기준으로 이벤트 발생 시 최대하중이 Case_1은 −7,929.2N으로 14% 감소하였고, Case_2의 경우 최대하중이 −10,221.5N으로 11%로 증가하였음. 튜닝 서스펜션 관련한 Case_3의 경우도 최대하중이 −10,242.5N으로 튜닝 서스펜션 대비 12% 감소, Case_4의 경우 −12,710.2N으로 9%로 증가한 것으로 파악되었음. 이러한 현상은 해석 결과 값 전 구간에서 나타나고 있으며 마운트 하중을 이용한 차체 내구해석 시 영향이 있을 예상되어 짐

㉰ 벨지안로 동역학 해석 결과 분석

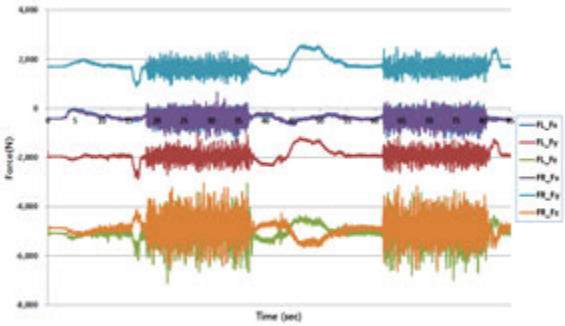
○ 다음 그림 267은 벨지안로 RLDA 데이터를 이용한 서스펜션 특성별 동역학 해석 결과를 나타내고 있음



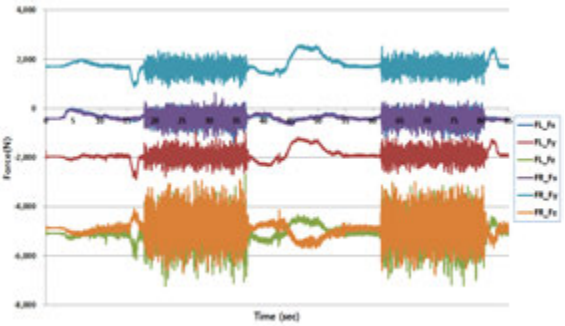
순정 서스펜션 마운트 하중



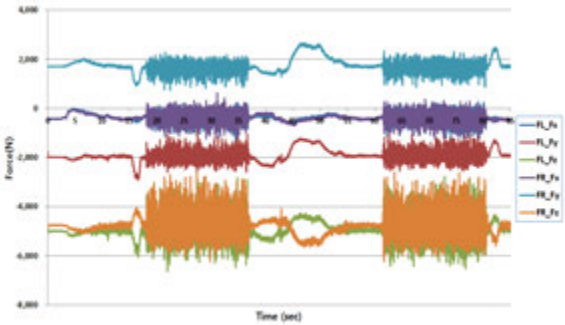
Case_1 서스펜션 마운트 하중



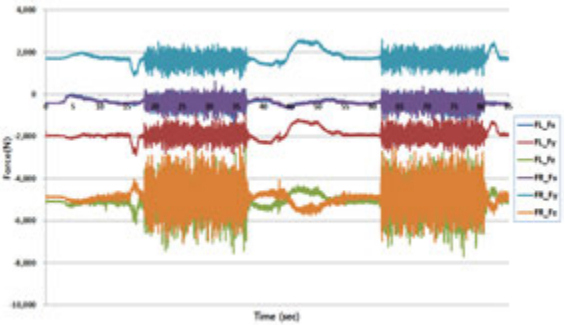
Case_3 서스펜션 마운트 하중



튜닝 서스펜션 마운트 하중



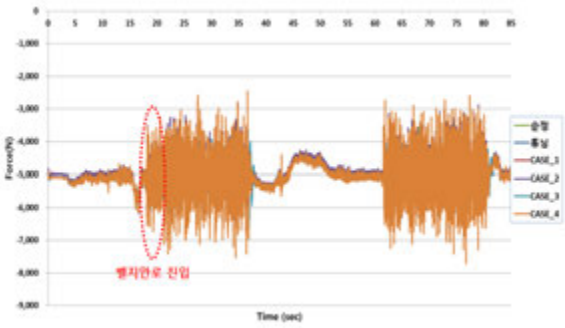
Case_2 서스펜션 마운트 하중



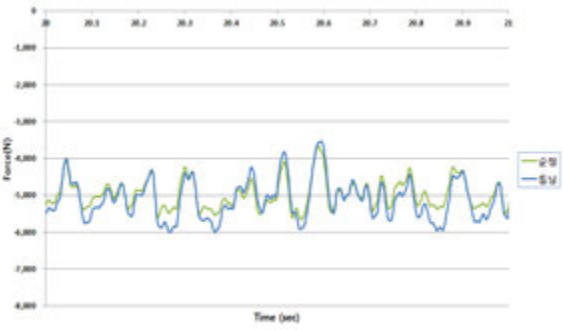
Case_4 서스펜션 마운트 하중

그림 267. 벨지안로 동역학 해석 결과 – 전륜

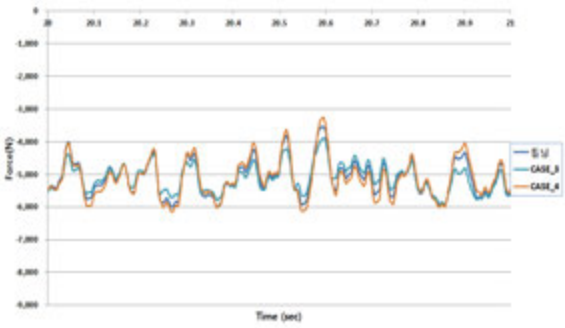
○ 서스펜션 특성 변화에 따른 하중 변화를 비교하기 위하여 벨지안로 초기 진입시 z 방향 하중을 다음 그림 268과 같이 비교하였음



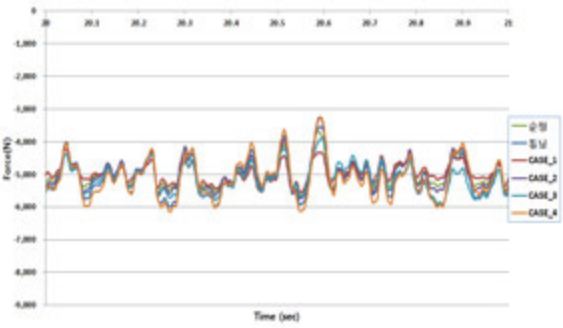
전륜 왼쪽 마운트 부 하중 비교 – Fz



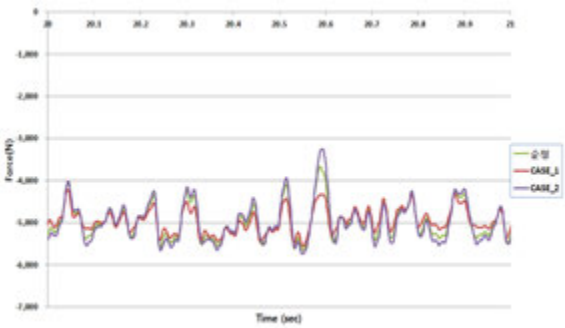
순정 서스펜션 대 튜닝 서스펜션 비교



튜닝 서스펜션 대 Case_3&4 하중 비교



서스펜션 특성별 하중 비교



순정 서스펜션 대 Case_1&2 하중 비교

그림 268. 벨지안로 마운트 부 하중 비교 – FL, Fz

○ 벨지안로 해석 결과도 단차로 해석결과와 유사한 경향을 보이고 있음. 하드한 댐퍼를 사용 할수록 하중이 크게 발생하고 있으며 소프트 할 경우 하중이 감소하는 것으로 파악되었음. 벨지안로 첫 번째 구간에서 축 하중을 중심으로 평균 진폭이 순정 서스펜션 대비 튜닝 서스펜션이 약 33%로 증가하는 것으로 파악되었으며, 순정 서스펜션 대비 Case_1은 약 23% 감소, Case_2는 약 15% 증가하는 것으로 파악되었음. 또한 튜닝 서스펜션 대비 Case_3의 경우 약 14% 감소하였으며, Case_4의 경우 12% 증가하는 것으로 파악되었음

○ 서스펜션 특성 변경에 따른 차체에 미치는 영향도를 파악하기 위하여, 동역학 해석을 통하여 얻어진 노면별, 서스펜션 조건별 마운트 하중을 내구해석에 적용할 수 있도록 각 조건별 하중 히스토리를 생성하였음

① BIW 역설계 및 유한요소 모델 구축

○ 동역학 해석을 통하여 획득된 댐퍼 마운트의 하중이 BIW에 미치는 영향을 파악하기 위해서는 댐퍼 마운트 하중을 이용한 BIW 내구해석을 실시하여 BIW 주요 부위에 Damage 분포를 파악해야함. 일반적으로 내구해석은 구조해석으로 얻어진 응력과 하중히스토리를 기반으로 예측되어 짐. 따라서 BIW 유한요소 모델 구축을 통한 구조해석이 우선 수행되어야 함

○ FE 모델뿐만 아니라 차체 하부(Underbody) 전체의 FE 모델이 필요함. 본 연구에서는 차체 하부 모델을 입수하여 FE 모델을 구축하였음. 다음 그림 269는 차체 하부 FE 모델을 나타내고 있음

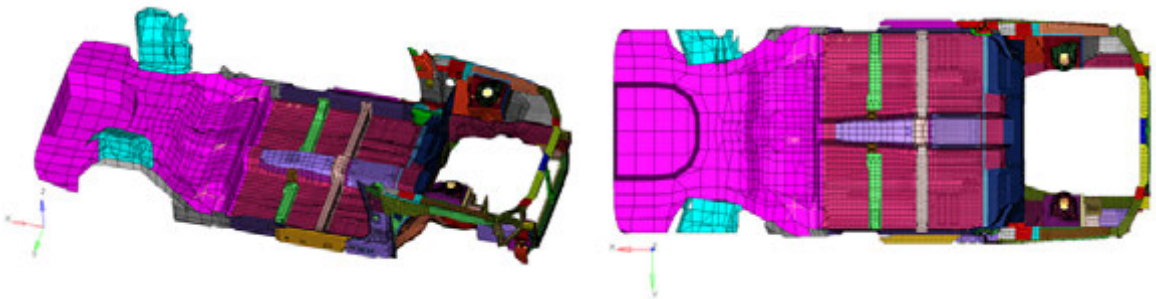


그림 269. 차체 하부 FE 모델

○ 수집된 차체 하부 FE 모델은 요소크기가 크게 구성되어 정밀도가 다소 떨어질 수 있으나, 하중에 따른 BIW 영향도를 파악하기에는 충분할 것으로 판단됨

○ 그러나 하중의 주요 전달 경로인 댐퍼 마운트 부에 대해서는 보다 세밀한 응력 분포 검토와 내구해석 결과를 위하여 보다 정밀한 FE 모델 구축이 필요함. 따라서 대상차량의 휠하우스 부품을 구입하여 댐퍼 마운트 부에 대하여 역설계를 실시하였음. 다음 그림 270은 휠하우스 댐퍼 마운트 부의 역설계 절차 및 생성된 댐퍼 마운트 부 FE 모델을 나타내고 있음

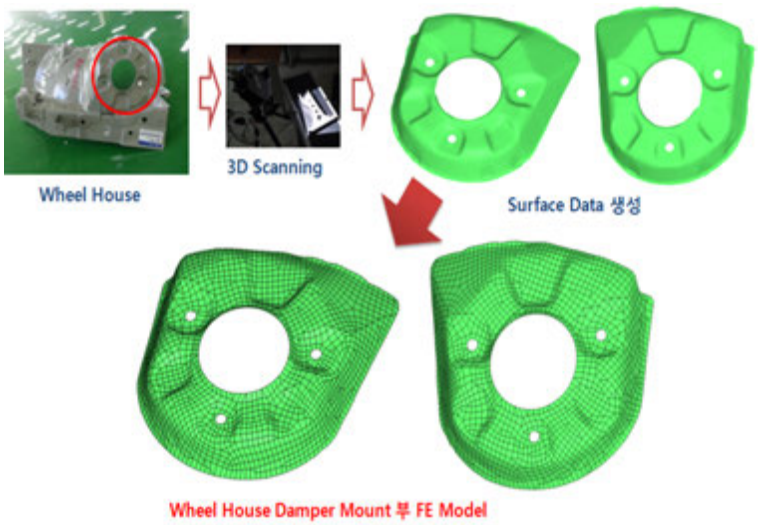


그림 270. 휠 하우스 역설계 및 FE 모델

○ 생성된 휠하우스 FE 모델을 입수된 차체 하부 FE 모델에 반영하였음. 다음 그림 271은 역설계 된 휠하우스 FE 모델이 반영된 차체 하부 해석 모델을 나타내고 있음

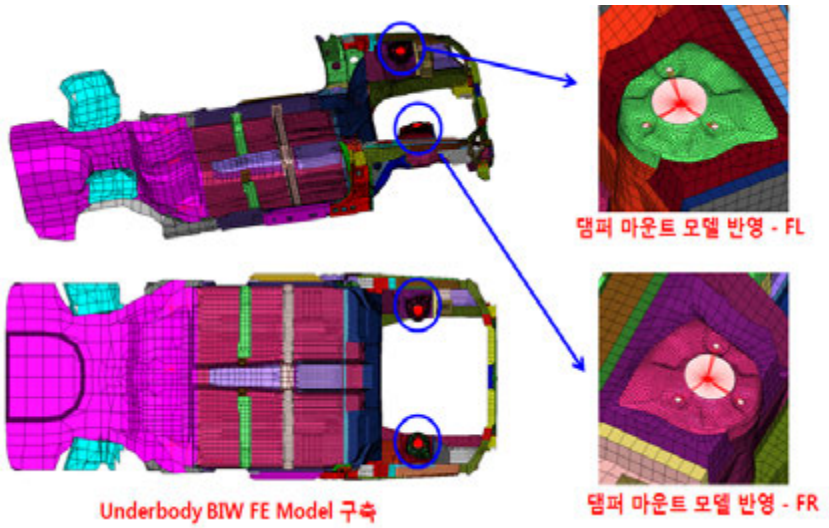


그림 271. 차체 하부 FE 모델 – 휠하우스 모델 반영

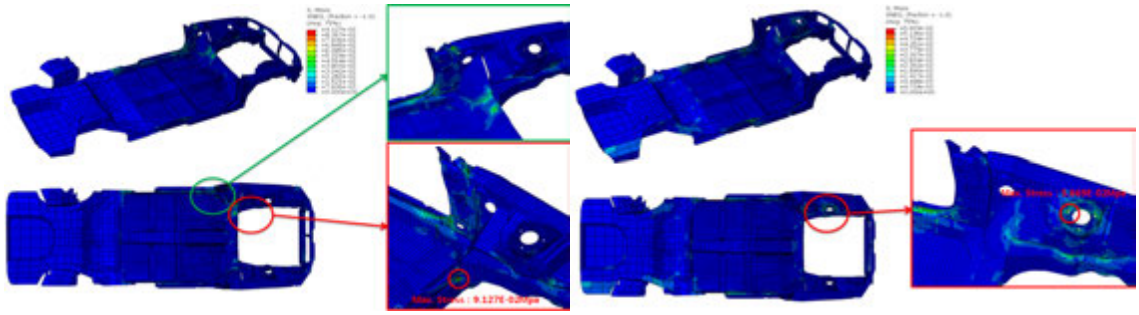
○ 최종 구축된 차체 하부 FE 모델은 요소 37,442와, 절점 37,330개로 구성되어 있으며, 댐퍼 마운트 체결 부의 하중 부여를 위하여 체결부 중앙을 중심으로 체결부 절점을 강체로 연결하여 FE 모델을 구성하였음

② BIW FE 모델 구조 · 내구해석 및 결과 분석

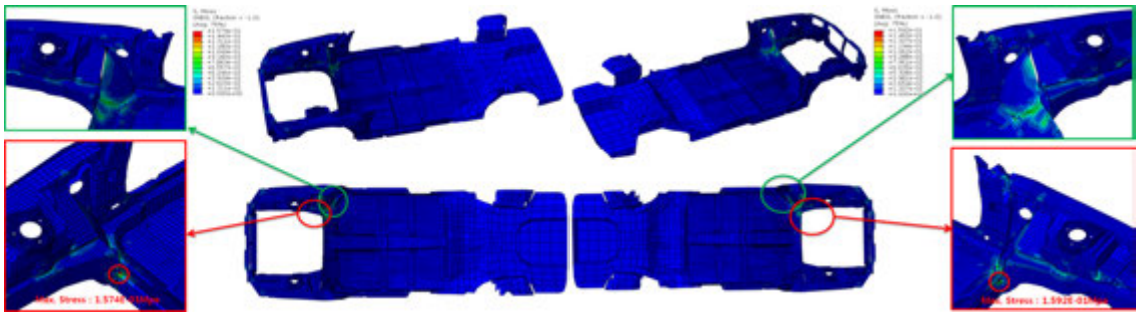
○ 동역학 해석을 통하여 얻어진 서스펜션 마운트부 하중과 구축된 대상차량 차체 하부 FE 모델을 기반으로 서스펜션 특성 변화에 따른 차체 영향도 분석을 위한 내구해석을 진행하였음. 내구해석을 위해서는 차체 하부 FE 모델의 단위하중 기반의 구조해석이 선행되어야 함으로 상용 구조해석 프로그램을 이용하여 서스펜션 마운트부의 하중 방향별 단위 하중에 대한 구조해석을 수행하였음. 구조해석은 상용코드 FEMFAT을 사용하여 내구해석을 수행하여 결과를 분석하였음

㉮ 구조해석 및 결과 분석

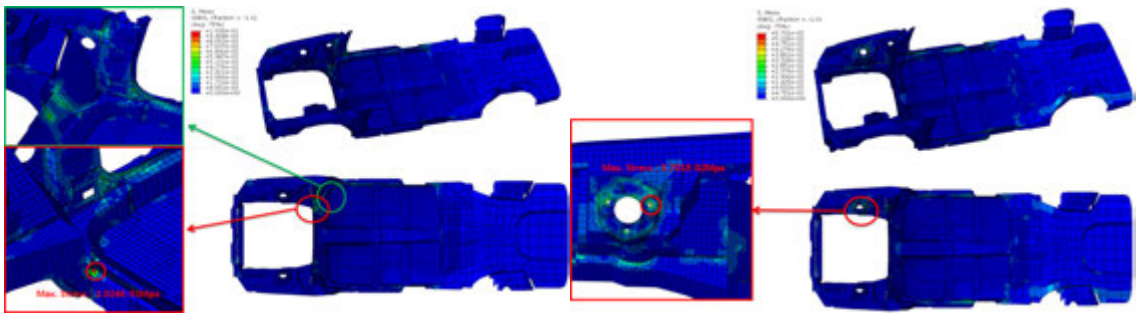
○ 구축된 차량 하부 FE 모델을 바탕으로 구조해석을 위하여 전륜 좌우 서스펜션 마운트에 하중 1N에 대하여 하중 방향별로 부여하였음. 본 연구에서는 경계조건 없이 하중으로 해석이 가능하도록 Inertia Relief 옵션을 사용하여 구조해석을 수행하였음. 다음 그림 272는 구조해석 결과를 나타내고 있음



FL, Fx 단위 하중 구조해석 결과　　Fl, Fz 단위 하중 구조해석 결과



FR, Fy 단위 하중 구조해석 결과　　FL, Fy 단위 하중 구조해석 결과



FR, Fx 단위 하중 구조해석 결과　　FR, Fz 단위 하중 구조해석 결과

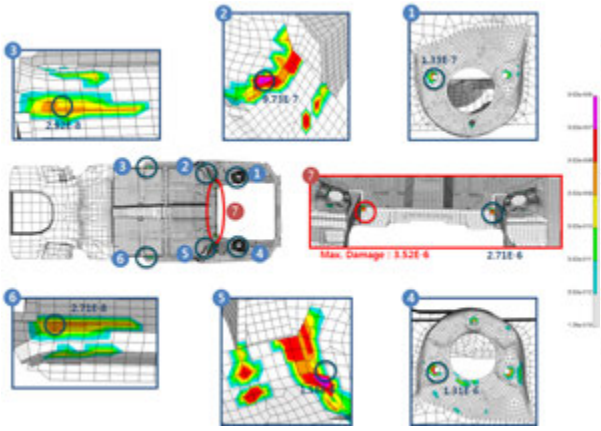
그림 272. 대상차량 단위하중 구조해석 결과

○ 단위 하중 해석결과 최대 응력 발생 부위는 서스펜션 마운트부와 대쉬패널(Dash Panel)과 휠하우스 접합부를 중심으로 안쪽(운전석 쪽)과 바깥쪽(엔진룸)에서 발생하는 것으로 파악되었으며 기타 검토가 필요한 부위로는 사이드실 안쪽(Side Sill Inner) 부분으로 응력 값이 크게 발생하지는 않으나 타 부품에 비하여 크게 발생하는 것으로 파악되었음

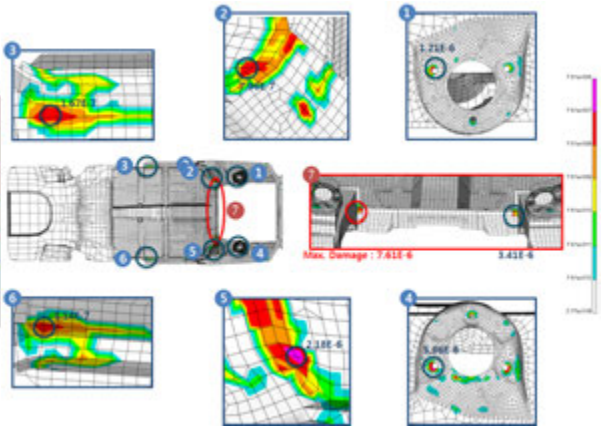
㉰ 내구해석 및 결과 분석

○ 구조해석 결과와 동역학 해석으로 얻어진 서스펜션 별 서스펜션 마운트 하중을 이용하여 내구해석을 수행하였음. 본 연구에서는 서스펜션 별 영향도 분석을 위하여 각 부품별 용접 특성에 대한 평가는 생략하였음

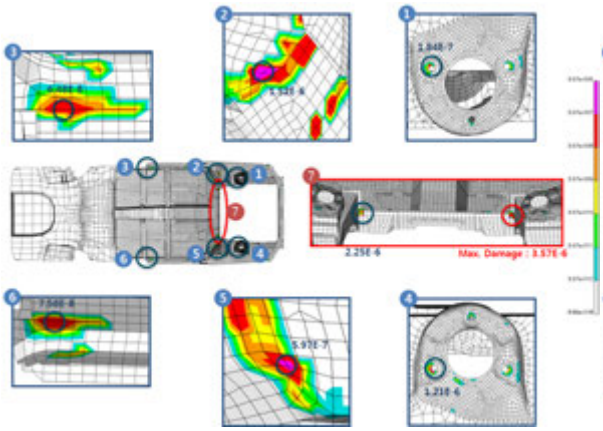
○ 다음 그림 273은 단차로 동역학 해석을 통하여 얻어진 서스펜션 별 마운트 하중을 기반으로 내구해석을 수행한 결과로 Damage가 크게 발생하는 주요 부위와 Damage 값을 나타내고 있음



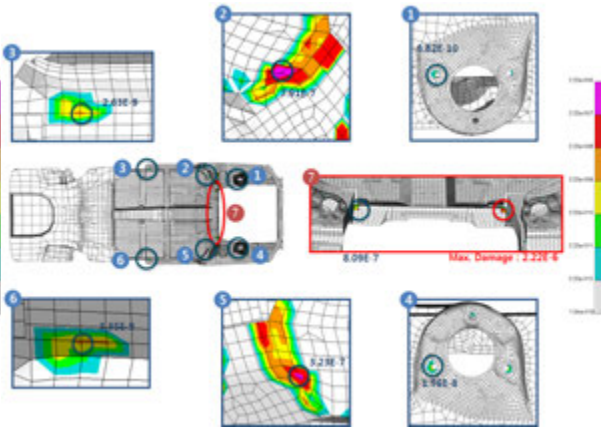
순정 서스펜션 내구해석 결과



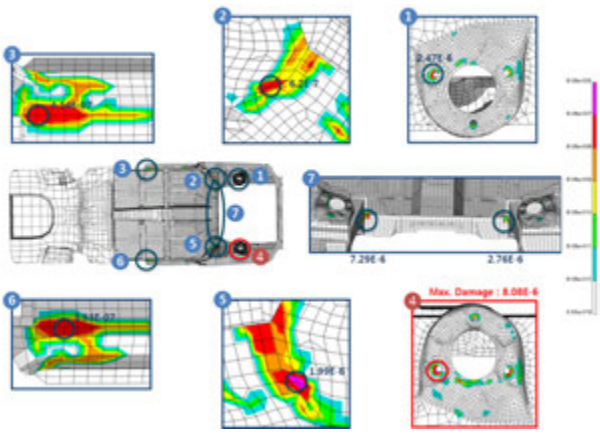
Case_2 서스펜션 내구해석 결과



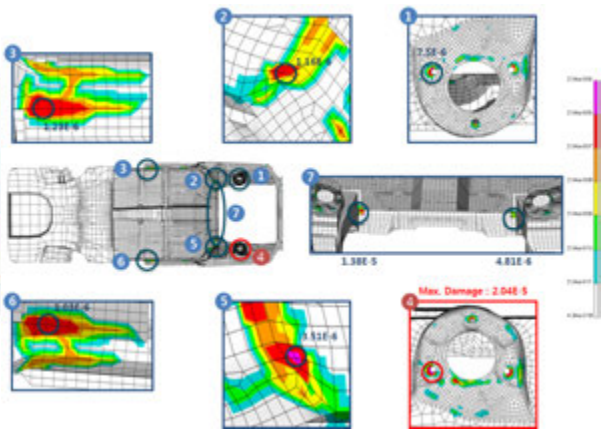
Case_3 서스펜션 내구해석 결과



Case_1 서스펜션 내구해석 결과



튜닝 서스펜션 내구해석 결과



Case_4 서스펜션 내구해석 결과

그림 273. 단차로 서스펜션 별 내구해석 결과

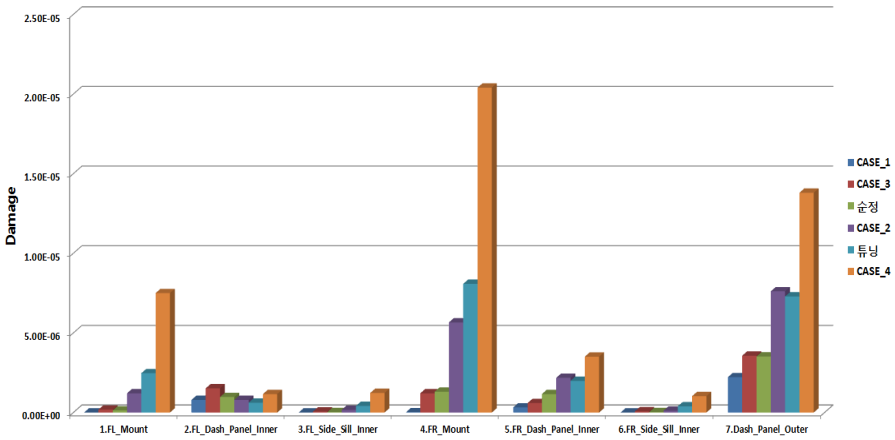
- 주요 Damage 부위로는 1, 4번 서스펜션 마운트 좌우, 2, 5번 대쉬패널과 휠하우스 접합부 안쪽 좌우, 5, 6번 사이드실 안쪽 좌우, 7번 대쉬패널과 휠하우스 접합부 바깥쪽 좌우임

- 단차로 주행에 대한 내구해석 결과 서스펜션 특성이 가장 하드한 튜닝과 Case_4를 제외한 4종의 서스펜션 특성의 경우 최대 Damage가 7번 부위인 대쉬패널과 휠하우스 접합부 바깥쪽에서 예측되었으며, 튜닝 서스펜션과 Case_4의 경우 4번 전륜 오른쪽 마운트 부분에서 최대 Damage가 예측되었음

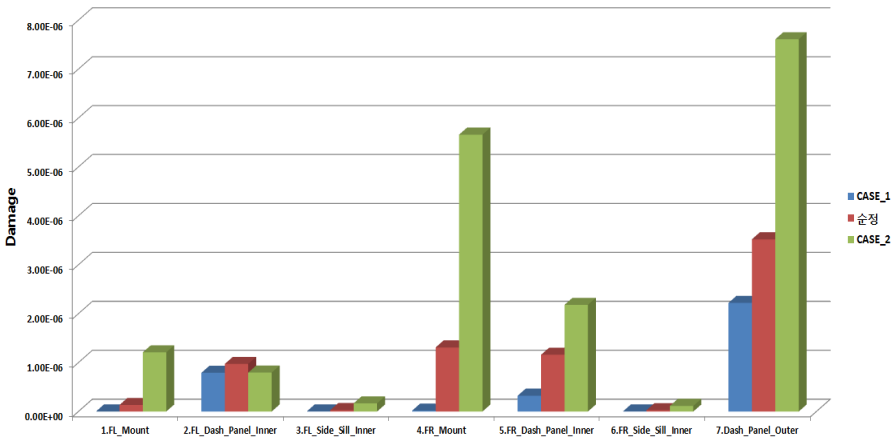
○ 다음 표 120는 단차로 내구해석 결과인 주요 차체 부위별 Damage 값을 나타내고 있으며, 그림 274는 주요 차체 부위별 Damage값을 비교한 결과임

표 120. 주요 차체 부위별 Damage – 단차로

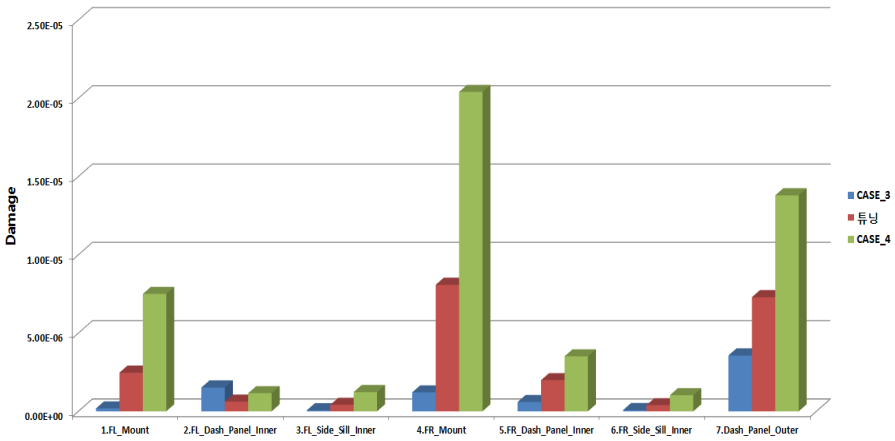
	CASE_1	CASE_3	순정	CASE_2	튜닝	CASE_4
1.FL_Mount	6.82E-10	1.84E-07	1.33E-07	1.21E-06	2.47E-06	7.50E-06
2.FL_Dash_Panel_Inner	7.91E-07	1.52E-06	9.73E-07	7.96E-07	6.20E-07	1.16E-06
3.FL_Side_Sill_Inner	2.63E-09	6.48E-08	2.92E-08	1.67E-07	4.14E-07	1.23E-06
4.FR_Mount	1.96E-08	1.21E-06	1.31E-06	5.66E-06	8.08E-06	2.04E-05
5.FR_Dash_Panel_Inner	3.23E-07	5.97E-07	1.16E-06	2.18E-06	1.99E-06	3.51E-06
6.FR_Side_Sill_Inner	3.35E-09	7.58E-08	2.71E-08	1.14E-07	3.93E-07	1.03E-06
7.Dash_Panel_Outer	2.22E-06	3.57E-06	3.52E-06	7.61E-06	7.29E-06	1.38E-05



주요 차체 부위 Damage 비교



순정 부품 대 Case_1, Case_2, Damage 비교

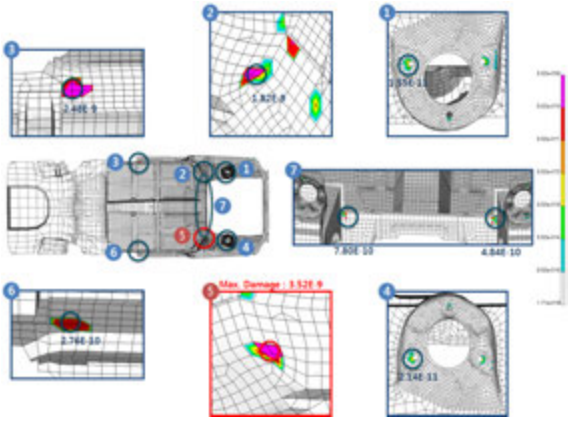


튜닝 부품 대 Case_3, Case_4 Damage 비교

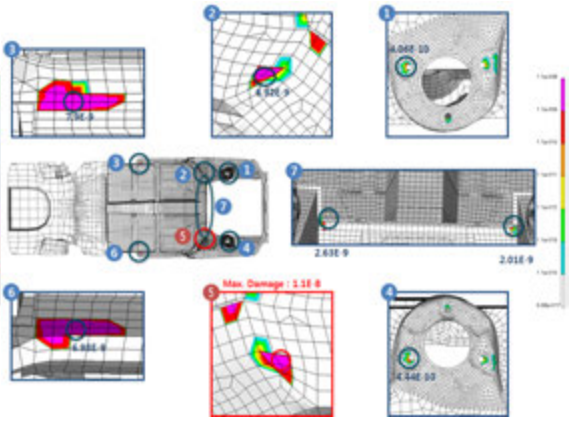
그림 274. 주요 차체 부위별 Damage 비교 – 단차로

○ 그림 275에서와 같이 서스펜션이 하드 할 때 차체 주요 부 전반의 Damage가 증가하는 것으로 예측되었음. Damage가 크게 발생하는 7번 대쉬패널과 휠하우스 접합부 바깥쪽의 경우 순정 부품의 Damage 3.52E-6을 기준으로 소프트한 Case_1의 경우 2.22E-6으로 37% 감소하였고, 튜닝 서스펜션은 7.29E-6로 약 2배 증가 하였으며, 가장 하드한 Case_4의 경우 1.38E-5로 약 4배 증가한 것으로 파악되었음. 가장 소프트한 Case_1 대비 Case_4는 Damage가 약 6배 증가한 것으로 예측되었음

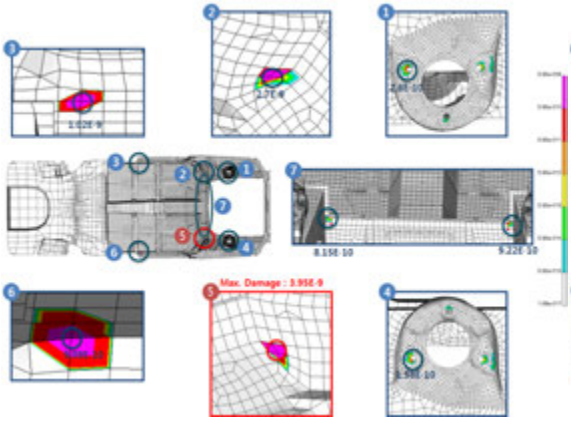
○ 또한 4번인 오른쪽 서스펜션 마운트 Damage의 변화가 큰 것으로 파악되었으며, 순정 부품 Damage 1.31E-6 대비 Case_1은 1.96E-8로 99%감소한 것으로 파악되었으며, 튜닝 서스펜션의 Damage는 8.08E-6으로 약 6배 증가한 것으로 예측되었음. 가장 하드 한 Case_4의 경우 2.04E-5으로 순정 부품 대비 약 15배의 증가를 보이고 있음. 이러한 현상은 오른쪽 서스펜션 마운트만 아니라 왼쪽 서스펜션 마운트 부에서도 비슷하게 예측되었으며, 이는 하드 한 서스펜션의 경우 단차로 주행 시 이벤트로 인하여 발생하는 큰 하중을 효과적으로 흡수하지 못하여 차체에 하중이 그대로 전달되어 Damage에 증가에 영향을 미치는 것으로 예상됨. 단차로와 동일한 방법으로 벨지안로 동역학 해석을 통하여 얻어진 서스펜션 별 마운트 하중을 기반으로 내구해석을 수행하였으며, 다음 그림 275는 벨지안로 내구해석 수행한 결과로 Damage가 크게 발생하는 주요 부위와 Damage 값을 나타내고 있음



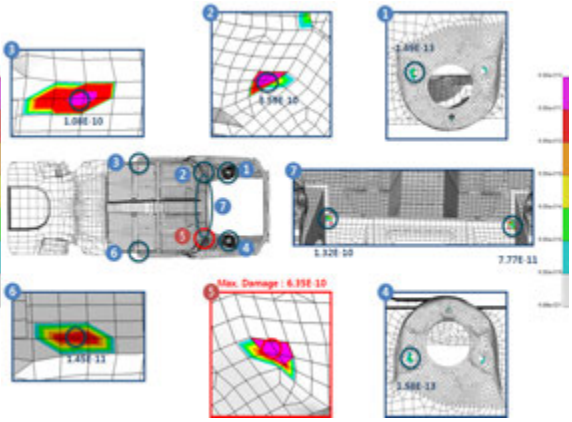
순정 서스펜션 내구해석 결과



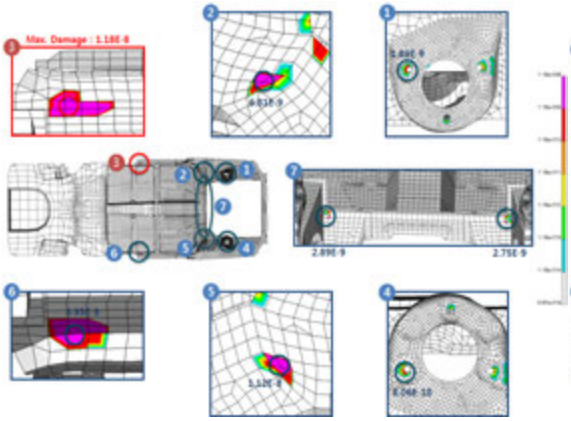
Case_2 서스펜션 내구해석 결과



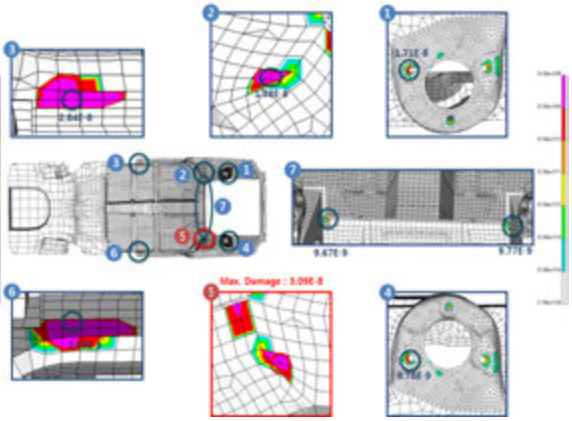
Case_3 서스펜션 내구해석 결과



Case_1 서스펜션 내구해석 결과



튜닝 서스펜션 내구해석 결과



Case_4 서스펜션 내구해석 결과

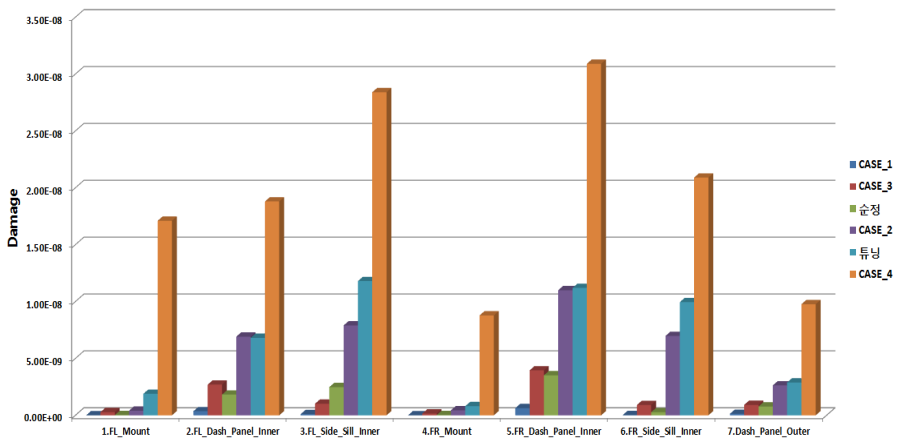
그림 275. 벨지안로 서스펜션 별 내구해석 결과

○ 벨지안로 내구해석 결과는 앞서 단차로 내구해석 결과와 달리 최대 Damage 예측 부위가 5번 오른쪽 대쉬패널과 휠하우스 접합부 안쪽에서 예측되고 있으며, 3번 부위인 왼쪽 사이드실 안쪽에서도 Damage가 크게 예측되었음. 단차로의 경우 주행 시 이벤트 발생으로 순간 큰 하중이 발생하는 반면에 벨지안로의 경우 큰 하중이 발생되지 않지만, 지속적인 반복하중이 발생하기 때문인 것으로 예상됨

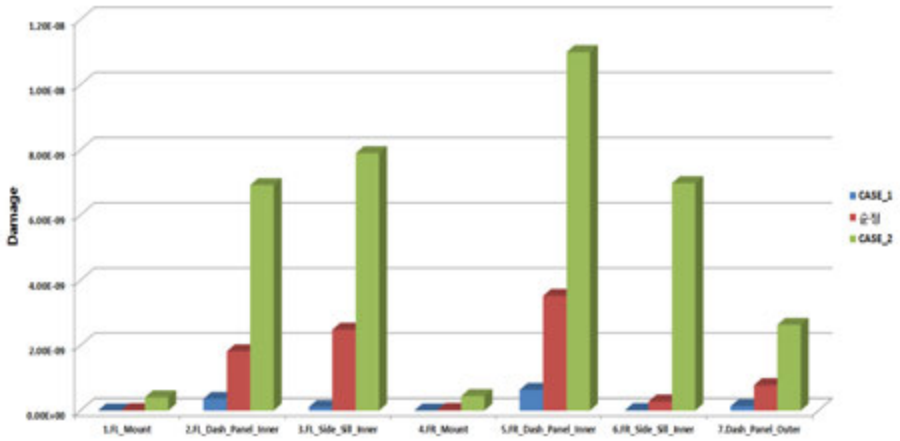
○ 다음 표 121은 벨지안로 내구해석 결과인 주요 차체 부위별 Damage 값을 나타내고 있으며, 다음 그림 276은 주요 차체 부위별 Damage 값을 비교한 결과임

표 121. 주요 차체 부위별 Damage – 벨지안로

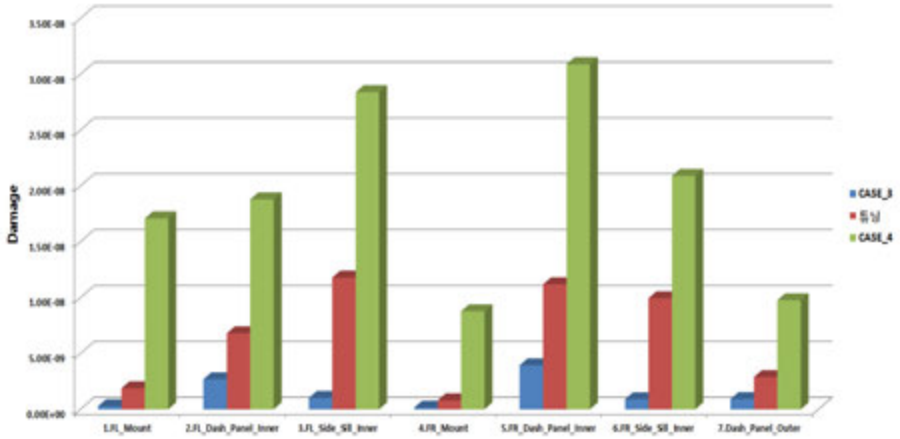
	CASE_1	CASE_3	순정	CASE_2	튜닝	CASE_4
1.FL_Mount	1.49E-13	2.80E-10	1.55E-11	4.06E-10	1.89E-09	1.71E-08
2.FL_Dash_Panel_Inner	3.59E-10	2.70E-09	1.82E-09	6.92E-09	6.81E-09	1.88E-08
3.FL_Side_Sill_Inner	1.08E-10	1.02E-09	2.48E-09	7.90E-09	1.18E-08	2.84E-08
4.FR_Mount	1.58E-13	1.58E-10	2.14E-11	4.44E-10	8.06E-10	8.78E-09
5.FR_Dash_Panel_Inner	6.35E-10	3.95E-09	3.52E-09	1.10E-08	1.12E-08	3.09E-08
6.FR_Side_Sill_Inner	1.45E-11	9.09E-10	2.76E-10	6.98E-09	9.95E-09	2.09E-08
7.Dash_Panel_Outer	1.32E-10	9.22E-10	7.80E-10	2.63E-09	2.89E-09	9.77E-09



주요 차체 부위 Damage 비교



순정 부품 대 Case_1, Case_2 Damage 비교



튜닝부품 대 Case_3, Case_4 Damage 비교

그림 276. 주요 차체 부위별 Damage 비교 – 벨지안로

○ 단차로 내구해석 결과와 마찬가지로 서스펜션이 하드 할 때 차체 주요부 전반의 Damage 증가가 뚜렷하게 나타나고 있음. Damage가 크게 발생하고 있는 5번 오른쪽 대쉬패널과 휠하우스 접합부 안쪽의 경우 순정 부품의 Damage 3.52E-9를 기준으로 소프트한 Case_1의 경우 Damage 6.35E-10로 82% 감소하였고, 튜닝 서스펜션의 경우 1.12E-8로 약 3배 증가한 것으로 파악되었으며, 가장 하드한 Case_4의 경우 3.09E-8로 8배 증가한 것으로 예측되었음. 가장 소프트한 Case_1 대비 Case_4는 Damage가 약 48배의 차이가 나는 것으로 예측되었음

○ 또한 3번인 왼쪽 사이드 사이드실 안쪽에서도 Damage가 크게 예측되었으며 순정 부품 Damage 2.48E-9 대비 Case_1은 1.08E-10으로 96% 감소, 튜닝 서스펜션은 1.18E-8로 약 5배 증가, Case_4는 2.84E-8로 약 11배 증가한 것으로 예측되었음. 벨지안로 내구해석 결과는 단차로 내구해석 결과와 달리 서스펜션 특성이 하드 할 경우 차체 주요부 전반에 Damage 매우 크게 상승하였음. 특히 타 서스펜션 특성 대비 Case_4의 Damage 증가량이 뚜렷하게 나타나고 있어, 하드한 타입의 서스펜션의 경우 벨지안로 같은 거친 도로에서의 차체 손상도가 매우 클 것으로 예상되어짐

(다) 서스펜션 튜닝기준 검증

① 실차 시험 준비

○ 본 연구에서는 차량 서스펜션 튜닝이 차체에 미치는 영향을 정확하게 파악하기 위하여 대상 차량의 실차 주행시험을 통한 주요 주행데이터를 계측하여 비교 분석함

○ 실차 시험의 경우 측정하고자하는 시험 목적에 따라 차량의 현가계 및 차체 주요부에 적합한 센서 및 계측장비를 부착한 후 주행조건에 따른 주행 시험을 통하여 데이터가 계측될 수 있음

○ 따라서 차량의 튜닝 상태에 따른 차체의 영향을 비교 분석하기 위하여 대상차량의 순정차량 상태에서 실차 주행 시험과 튜닝 조건별 실차 주행 시험을 위한 계측장비 구성하였으며, 시험 목적에 적합한 주행조건을 수립하여 실차 시험을 수행함

○ 서스펜션 튜닝에 따른 차체의 영향도를 분석하기 위하여 국내에서 생산 시판중인 승용차 중 1,600CC급 차종인 더 뉴 아반떼를 대상 차량으로 선정하였으며, 다음 그림 277은 대상차량과 제원을 나타내고 있음



배기량	1,591cc
연료	가솔린
구동방식	전륜구동(FF)
전륜서스펜션	맥퍼슨 스트럿
후륜서스펜션	토션빔
공차 중량	1,210kg
전장	4,550mm
전폭	1,775mm
전고	1,435mm
축거	2,700mm
전후륜타이어	195mm/45/15inch

그림 277. 시험자동차 제원

② 튜닝차량 구성

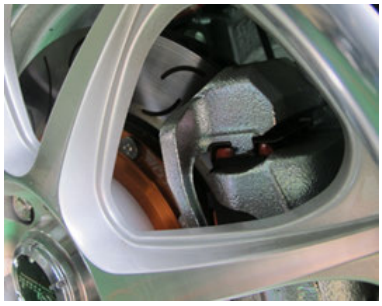
○ 튜닝에 따른 차체 영향도 분석을 위하여 대상 차량의 서스펜션 및 관련 부품의 튜닝을 실시하였음. 적용된 튜닝 부품으로는 전, 후륜 서스펜션, 스태빌라이저, 스트럿바, 브레이크 디스크 및 캘리퍼로 다음 그림 278은 사용된 튜닝 부품을 나타내고 있음



(a) 전륜 서스펜션



(b) 후륜 서스펜션



(c) 스트럿바



(d) 스태빌라이저

(e) 브레이크 디스크 및 캘리퍼

그림 278. 튜닝차량 구성 부품

○ 실차 시험에 사용된 튜닝차량은 그림 279, 280의 튜닝 부품이 장착된 차량을 기반으로 휠 인치에 따라 두 종류로 구분하여 각각 실차 시험을 진행하였으며, 적용된 휠과 타이어는 17인치와 19인치 두 종류이고 그림 279, 280은 적용된 휠, 타이어를 나타내고 있음





그림 279. 17인치 휠, 타이어 장착 차량





그림 280. 19인치 휠, 타이어 장착 차량

○ 따라서 총 3종의 차량 조건에 대한 실차 시험을 진행하였으며, 진행 순서로는 순정 차량 상태에서 계측기 및 센서 장착 후 실차 시험을 수행하였고, 전문 튜닝업체를 통하여 관련 튜닝 부품을 장착하였으며, 튜닝차량에 계측장비 장착 후 17인치, 19인치 각각의 조건에 대한 실차 시험을 진행함

(라) 시험차량 개작

○ 실차 시험은 시험 목적에 따라 다양한 종류의 센서와 계측기를 필요하게 됨. 계측기와 센서의 구성에 따라 주행상태에서 매우 다양의 차량의 거동 변화 및 부품별 주요 부위 하중, 변위 등 많은 정보를 얻을 수 있으나 계측기 추가에 따른 비용 및 시간

소요가 크게 발생함으로 모든 데이터를 계측하기엔 현실적으로 어려움. 따라서 실차 시험의 목적에 따른 얻고자하는 데이터를 결정하여야 함

○ 이번 실차 시험의 주된 목적으로는 튜닝 부품에 따른 주행 시 차체의 영향도 분석으로 순정차량 대비 튜닝차량의 조정 안정성, 거친 노면에서의 차체 하중의 차이, 제동거리 비교 분석이 목적으로 이와 관련된 계측기를 선정 장착하였음. 다음 그림 281은 실차시험에 사용된 계측기 현황을 나타내고 있음



그림 281. 실차측정 계측장치

○ 장착된 계측기 중, RT3000과 GPS 센서의 경우 차량 주행 시 차체의 속도 및 각속도를 좌표계에 따라 측정하는 역할을 함. 특히 슬라럼이나 장파형로, 브레이킹 같은 차량의 흔들림이 큰 시험조건에서 각 방향별 차체의 거동을 측정 분석할 수 있음

○ 감속도계와 브레이크 담력 센서의 경우 차량 감속을 위한 브레이크 페달 조작 시 발생되는 답력을 측정하고, 감속도를 디스플레이 함으로써 시험 차량의 정지 상태를 파악할 수 있는 계측기임

○ GPS의 경우 시험 주행 시 정확한 차량의 속도 디스플레이하고 기록하는 계측장비로, 실차 시험 중요 조건인 주행 속도를 정확하게 파악, 유지할 수 있도록 함

○ 제동력 측정 장비의 경우 브레이킹 시험 시 차량의 제동거리, 차량 감속도, 제동 경과시간 등의 정보를 측정 할 수 있는 계측기임

○ WFT(Wheel Force Transducer)의 경우 주행 시험 시 노면으로부터 발생되는 휠 하중을 측정하는 계측 장비로 시험차량 전륜에 장착하여 휠 하중을 측정함

○ 가속도계의 경우 WFT와 별개로 노면으로부터 발생하는 하중에 따른 휠 가속도의 변화를 측정하기 위하여 휠에 근접한 전륜 좌우 너클에 장착하여 주행 시 발생하는 3축 가속도를 측정함

○ 마지막으로 E-DAQ은 Data Acquisition 장비로 모든 계측기의 신호를 받아 측정 및 저장하는 장비임

○ 앞서 구축한 계측 장비와 별개로 서스펜션 튜닝 시 노면에서 발생하는 하중에 따른 댐퍼마운트 부 하중 측정을 위하여 댐퍼마운트 부 Stress 측정을 위한 3축 스트레인 게이지를 별도로 장착하였음. 다음 그림 282는 댐퍼마운트 부 스트레인 게이지 장착 부위와 스트레인 게이지를 나타내고 있음



그림 282. 차체 손상도 측정을 위한 스트레인게이지 부착

○ 우선 순정차량을 대상으로 계측기 부착을 위한 시험차량 개작을 실시하였으며, 개작 완료 후 주행 시험을 통하여 총 35채널의 각종 데이터를 측정함

○ 튜닝차량의 경우 순정차량에 비하여 WFT가 제외된 시험차량 개작을 실시하였으며, 이에 따라 총 25채널의 데이터가 측정하였음. 튜닝차량에서 WFT를 제외한 이유로는 휠 튜닝 및 브레이크 디스크 튜닝에 따른 WFT 장착이 어려우며, WFT 장착 및 제작 휠의 무게 차이에 따라 휠 튜닝에 따른 주행 거동 변화를 파악 할 수 없으므로 WFT를 제외하고 개작함

○ 개작이 완료된 차량은 주행 시험 전 차량의 중량을 측정하였으며, 중량 측정은 공차중량과 실차 시험 조건에 대하여 각각 측정하였음. 다음 그림 283은 순정차량 및 튜닝차량의 중량 측정을 보여주고 있으며, 표 122는 시험 차량 중량 측정 결과를 나타내고 있음



그림 283. 순정차량 공차 중량측정



그림 284. 17인치 차량 중량 측정

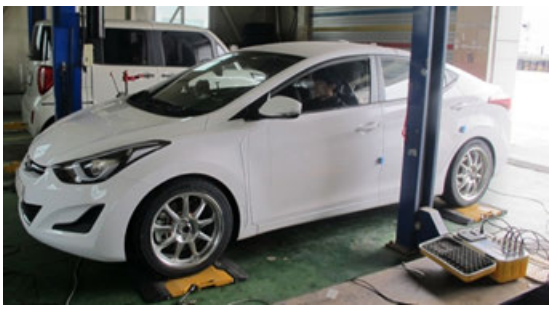


그림 285. 19인치 차량 중량 측정

표 122. 시험 차량 중량 측정 결과

구분	순정차량		17인치 차량		19인치 차량	
	공차	2UP	공차	2UP	공차	2UP
전륜 좌	395kg	430kg	384kg	415kg	378kg	412kg
전륜 우	386kg	426kg	390kg	432kg	401kg	440kg
후륜 좌	246kg	276kg	259kg	290kg	274kg	304kg
후륜 우	250kg	282kg	254kg	285kg	247kg	279kg
총 중량	1,277kg	1,414kg	1,287kg	1,422kg	1,300kg	1,435kg

(마) 주행조건 수립 및 주행시험

○ 주행 시험 목적에 따라 개작 된 시험 차량을 기반으로 실차 시험 목적에 맞는 주행조건을 수립하였음. 주행조건의 경우 실차 시험 목적에 따라 다양한 주행조건을 수립할 수 있으나, 이번 실차 시험 목적에 맞는 적당한 주행조건을 선정하였음. 다음 표 123은 이번 실차 시험에서 실시한 주행조건 및 정보를 나타내고 있음

표 123. 실차 시험 주행조건

주행조건	주행속도	비고
벨지안로	60km/h	
브레이킹	100km/h 후 브레이킹	
단차로	20km/h 40km/h	40km/h 기본차량
슬라럼	60km/h	
빨래판로	20km/h 40km/h 60km/h	60km/h 기본차량
장파형로	60km/h	

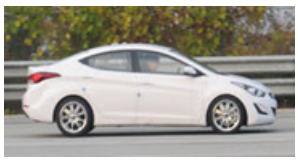
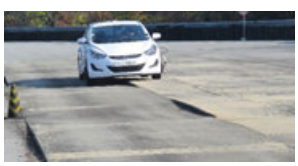


그림 286. 실차 시험 주행시험로(벨지안로, 단차로, 빨래판로, 장파형로)

○ 위의 그림 286은 실차 시험 주행조건에 사용된 특수로로 자동차부품연구원 내의 시험차로(PG : Proving Ground)를 활용하여 실차 시험 주행조건을 수립하였음. 실차 시험 주행조건의 경우 크게 세 가지 목적으로 구분되어 짐. 첫 번째 목적으로 불규칙한 노면이나 충격이 발생 되는 벨지안로, 단차로, 빨래판의 특수로 주행을 통하여 차체에 즉 댐퍼마운트 부에 전달되는 하중에 변화를 비교 분석하기 위하여 주행조건을 선정하였음. 튜닝차량의 경우 휠 변경과 서스펜션 교체에 따라 기존 차량에 비하여 타이어와 휠 하우스 간의 간격이 적어 충격량이 큰 단차로 40km/h와 빨래판로의 60km/h의 시험 조건은 타이어 파손에 따른 사고 위험이 있어 순정차량만 실시하였음. 두 번째 목적으로는 슬라럼과 장파형 특수로 주행과 같은 차체의 흔들림이 큰 주행조건을 통하여 튜닝에 따른 차체의 흔들림 및 차체 영향도를 비교 분석할 수 있는 주행조건을 선정하였으며, 마지막으로 급제동시 제동거리의 변화 및 차체 흔들림, 차체 영향도를 평가할 수 있는 브레이킹 시험으로 실차 시험 주행조건을 수립하였음

○ 수립된 주행조건을 바탕으로 주행조건 별, 차량조건 별 주행시험을 실시함

표 124. 주행조건별 차량조건 별 주행 시험

주행조건	기본차량	17인치	19인치
벨지안로			
브레이킹			
단차로			
슬라럼			
빨래판로			
장파형로			

① 주행시험 결과

○ 실차 시험의 주요 목적인 튜닝 부품에 따른 주행 시 차체의 영향도 분석위해 개작된 순정차량 및 튜닝차량에 대하여 수립된 실차 시험 주행조건에 따라 실차 시험을 진행하여, 각각의 개작 차량에 대한 주행조건별 주행 시험 데이터를 확보하였음

㉮ 순정차량 실차시험 결과

○ 순정차량에 대하여 실차시험 계측장비 개작 후 주행조건에 따라 실차시험을 진행하였으며, 각 주행조건별 WFT 데이터를 포함한 총 35종류의 데이터를 획득하였음. 다음 그림 287은 주행조건 중 벨지안로 60km/h의 WFT를 통해 계측된 전륜 왼쪽과 오른쪽의 각 방향 Fx, Fy, Fz의 값을 나타내고 있음

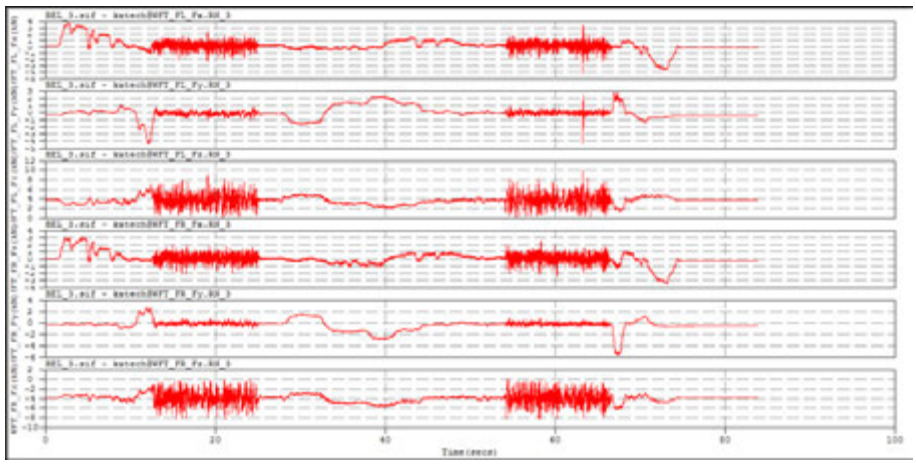


그림 287. 휠 하중 측정(벨지안로)

○ 벨지안로 주행시험 결과에서 보이는 바와 같이 벨지안로를 왕복 운행하여 데이터를 측정 하였으며, 측정 데이터 검토 결과 전 채널 데이터가 문제없이 측정되었음

○ 다음 그림 288은 순정차량의 브레이킹 주행시험 데이터 중 WFT의 계측 결과를 나타내고 있음. 브레이킹 주행시험 결과 또한 최초 100km/h 까지 가속 후 급정거 상황에 따른 하중 변화 이벤트가 뚜렷이 나타나고 있으며, 측정 데이터 검토 결과 특별한 문제없이 전 채널 데이터가 측정되었음

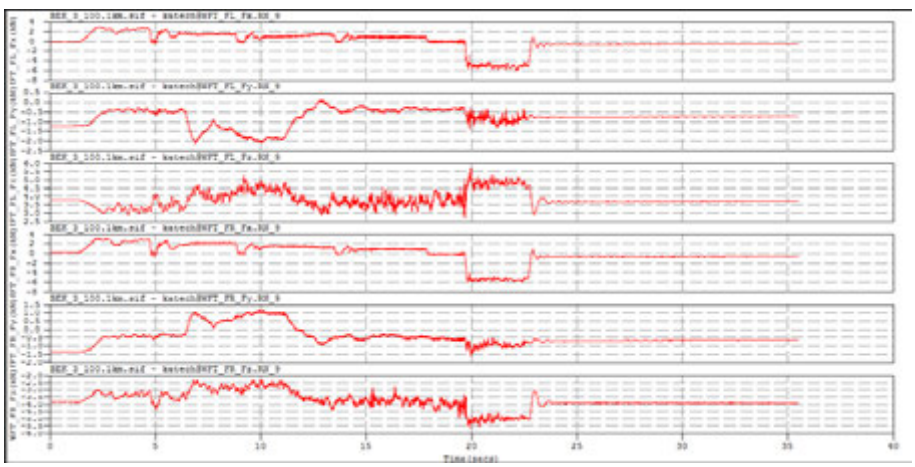


그림 288. 휠 하중 측정(브레이킹)

○ 다음 그림 289는 주행조건 중 단차로 20km/h의 WFT를 통해 계측된 데이터를 보여주고 있음. 벨지안로와 동일하게 단차로를 왕복 주행하여 데이터를 계측하였다. 단차로 단 통과시 발생되는 하중 이벤트가 잘 표현되고 있는 것으로 판단되며, 나머지 채널 데이터 또한 특이사항 없이 측정되었음

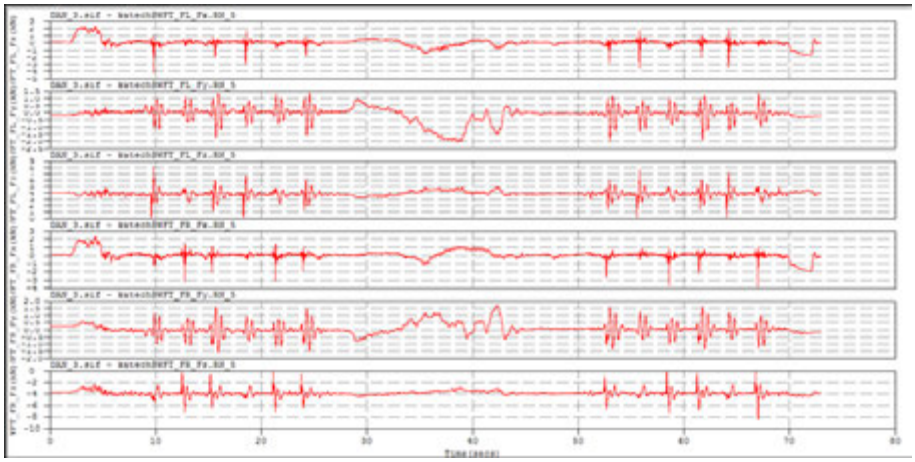


그림 289. 휠 하중 측정(단차로)

○ 다음 그림 290은 슬라럼 60km/h의 WFT 계측 결과를 나타내고 있다. 슬라럼 주행의 경우 차량의 좌우 흔들림에 대하여 y축 방향 하중과 z축 방향 하중이 sin 파 형상이 묘사되어야 함. 슬라럼 주행 시험 결과 측정된 y축과 z축의 하중에 문제가 없는 것으로 판단되어지며, 다른 채널의 계측 값 또한 특이사항이 없는 것으로 판단됨

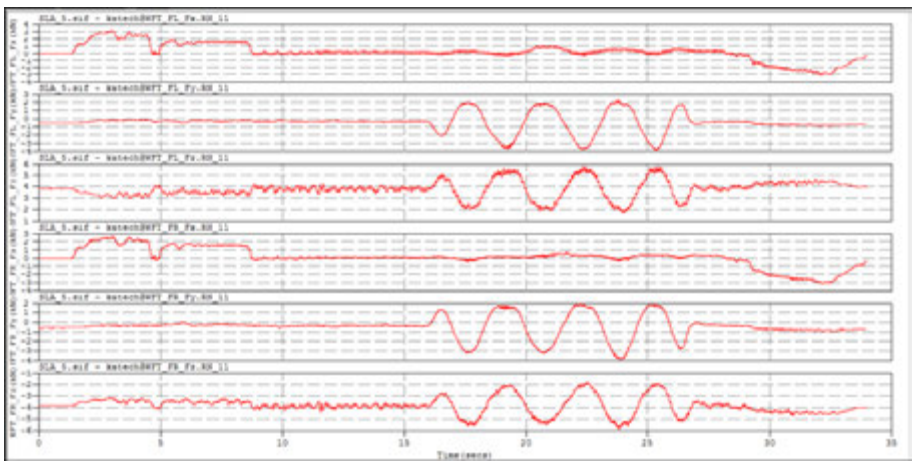


그림 290. 휠 하중 측정(슬라럼)

○ 다음 그림 291은 빨래판로 40km/h의 WFT 계측 결과를 나타내고 있음. 다른 특수로 중행과 동일하게 왕복 주행하였으며, 계측된 데이터에 특이사항 없는 것으로 파악되었음

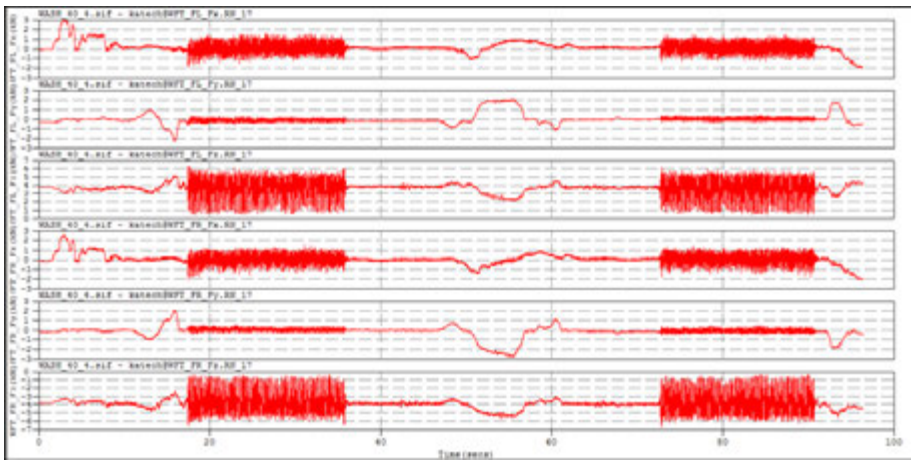


그림 291. 휠 하중 측정(빨래판로)

○ 마지막으로 다음 그림 292는 장파형로 60km/h의 WFT 계측 결과를 나타내고 있음. 장파형로의 주행 하중의 경우 슬라럼과 유사한 형태를 보이나, 슬라럼은 차량의 좌우 흔들림에 따른 y축 하중의 변화가 크게 발생하나, 장파형로는 상하 방향 z축 하중의 변화가 크게 발생되는 것으로 파악되었음. 측정된 전 채널의 데이터 값 검토 결과 특이사항은 없는 것으로 파악되었음

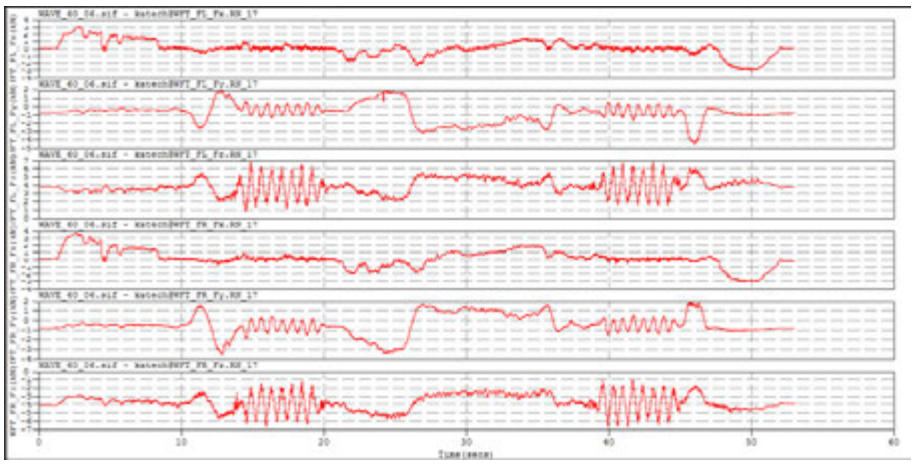


그림 292. 휠 하중 측정(장파형로)

○ 이와 같이 순정차량에 대하여 각 주행조건 별 실차시험 데이터를 확보함으로써 튜닝 차량과 주행조건에 따른 차체 영향도를 비교분석 할 수 있는 기준 데이터를 확보함

㉮ 17인치 튜닝차량 실차시험 결과

○ 대상 차량에 대하여 17인치 휠, 타이어를 포함한 튜닝 개작을 실시 후 순정차량 실차시험과 동일한 주행조건에 대한 주행시험 데이터를 계측하였음. 다음 그림 293-298은 각각 17인치 튜닝차량에 대한 주행시험 결과로 댐퍼마운트 부 스트레인게이지 측정값을 나타내고 있음

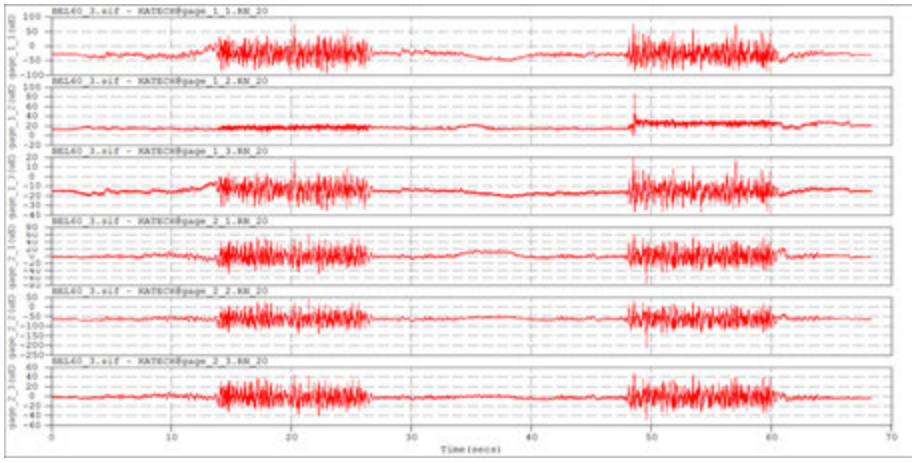


그림 293. 벨지안로 60km/h 댐퍼마운트 스트레인게이지 측정 값

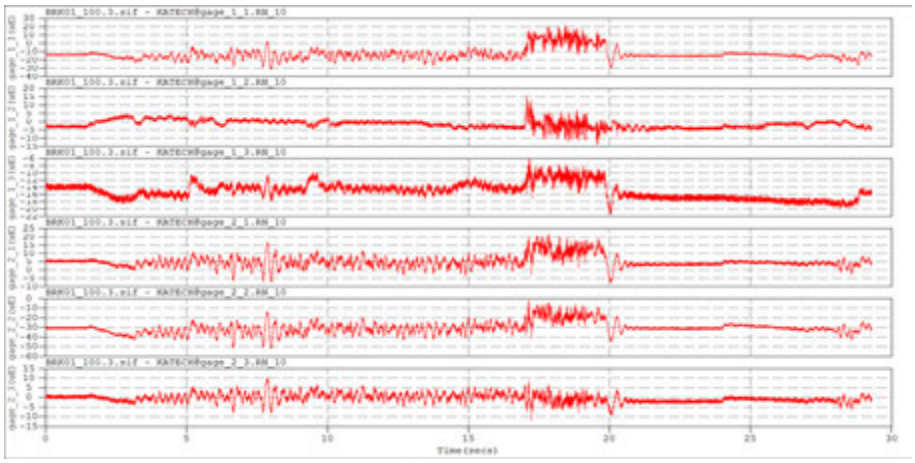


그림 294. 브레이킹 댐퍼마운트 스트레인게이지 측정 값

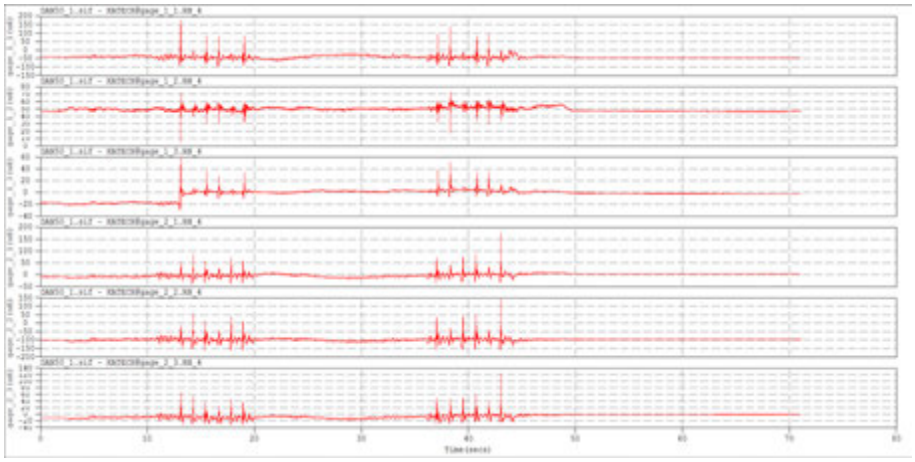


그림 295. 단차로 20km/h 댐퍼마운트 스트레인게이지 측정 값

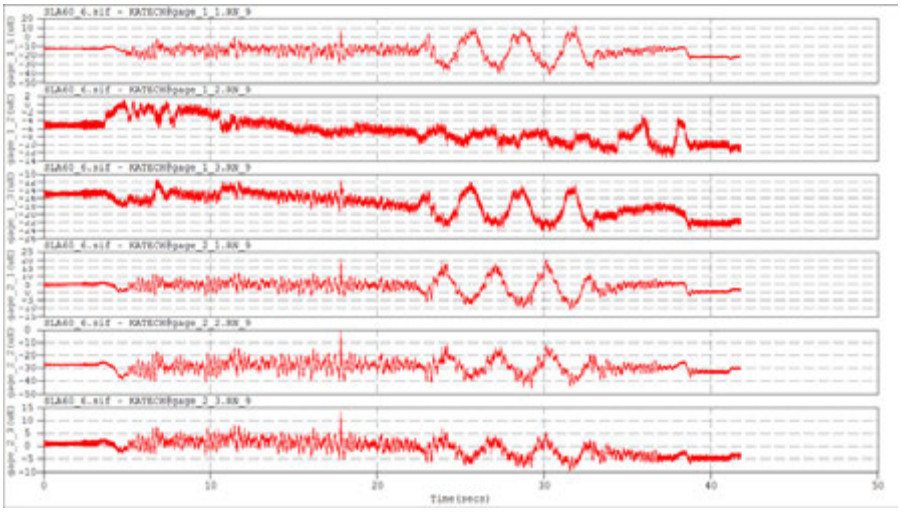


그림 296. 슬라럼 60km/h 댐퍼마운트 스트레인게이지 측정 값

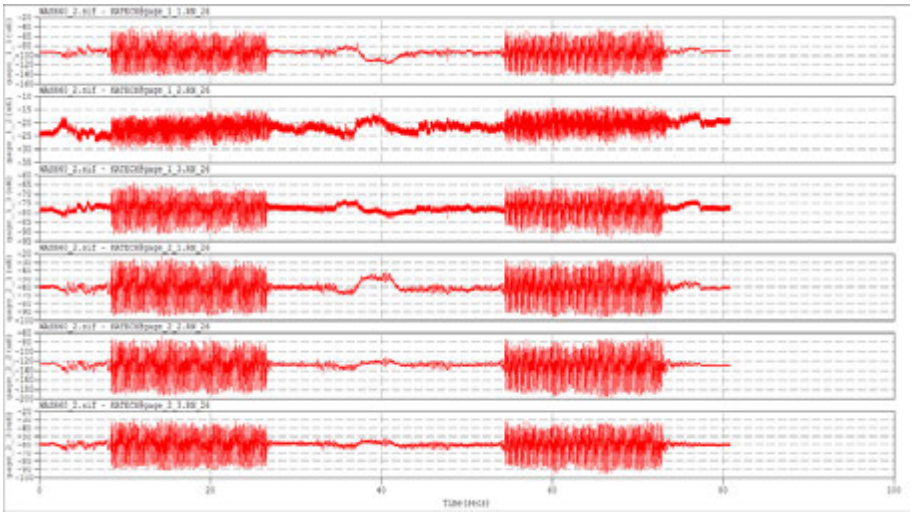


그림 297. 빨래판로 40km/h 댐퍼마운트 스트레인게이지 측정 값

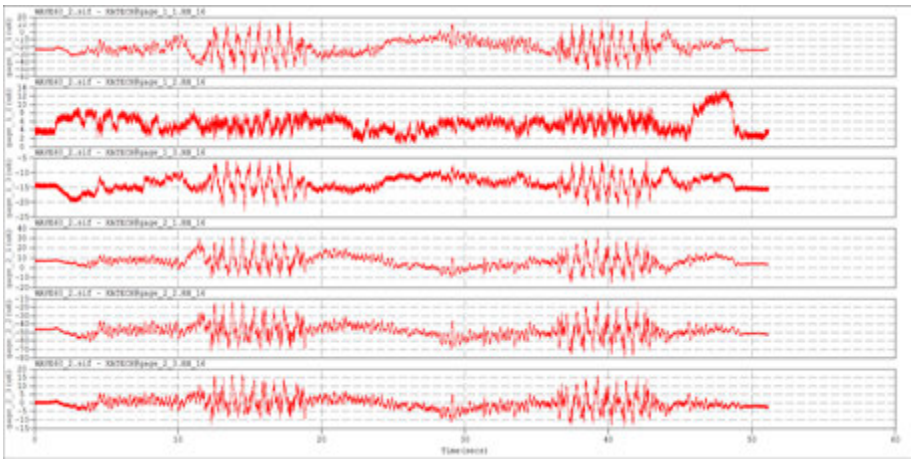


그림 298. 장파형로 60km/h 댐퍼마운트 스트레인게이지 측정 값

○ 순정차량 주행시험 조건에서 사고 위험성이 있는 단차로 40km/h와 빨래판로 60km/h를 제외한 동일한 주행조건의 실차시험 데이터 계측을 완료하였음. 계측된 17인치 튜닝차량의 주행조건 별 데이터 분석 결과, 계측 데이터에 주행조건 특성이 잘 포함되어 계측 되어진 것으로 파악되어 순정차량 주행시험 결과와 비교 분석 하는데 문제가 없을 것으로 판단됨

㉯ 19인치 튜닝차량 실차시험 결과

○ 17인치 튜닝차량 주행 시험 완료 후 튜닝차량에 19인치 휠과 타이어로 교체하여 17인치 튜닝차량 주행 시험과 동일한 주행조건에서 주행시험 데이터를 계측하였음. 다음 그림 299-304는 19인치 튜닝차량에 대한 주행시험 결과로 댐퍼마운트 부 스트레인게이지 측정 값을 나타내고 있음

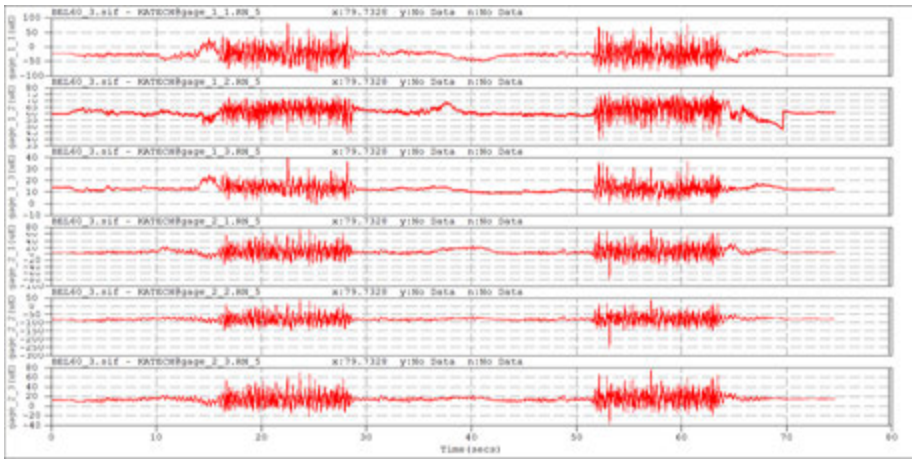


그림 299. 벨지안로 60km/h 댐퍼마운트 스트레인게이지 측정 값

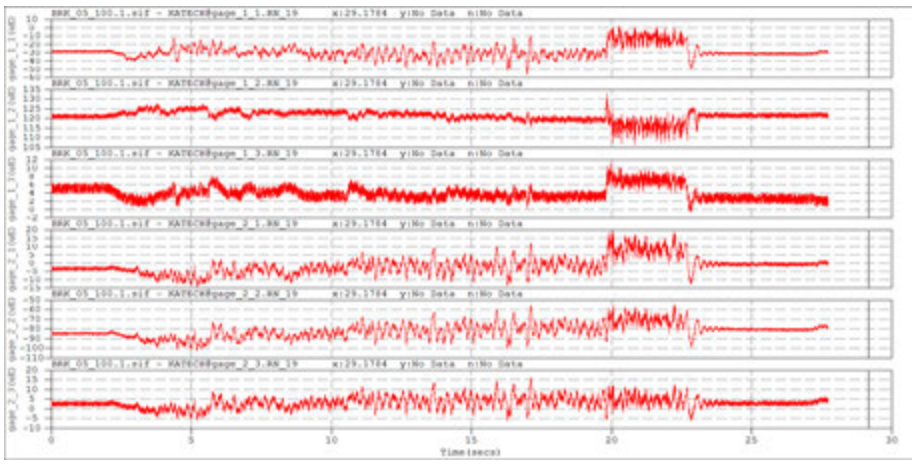


그림 300. 브레이킹 댐퍼마운트 스트레인게이지 측정 값

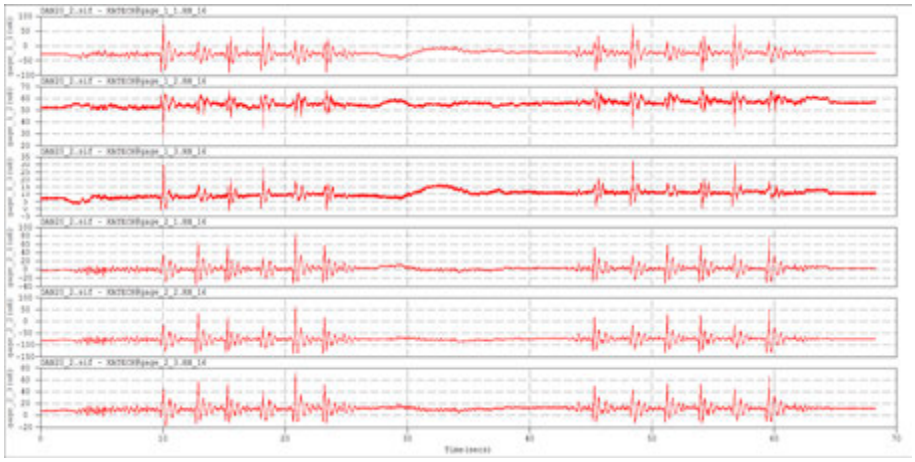


그림 301. 단차로 20km/h 댐퍼마운트 스트레인게이지 측정 값

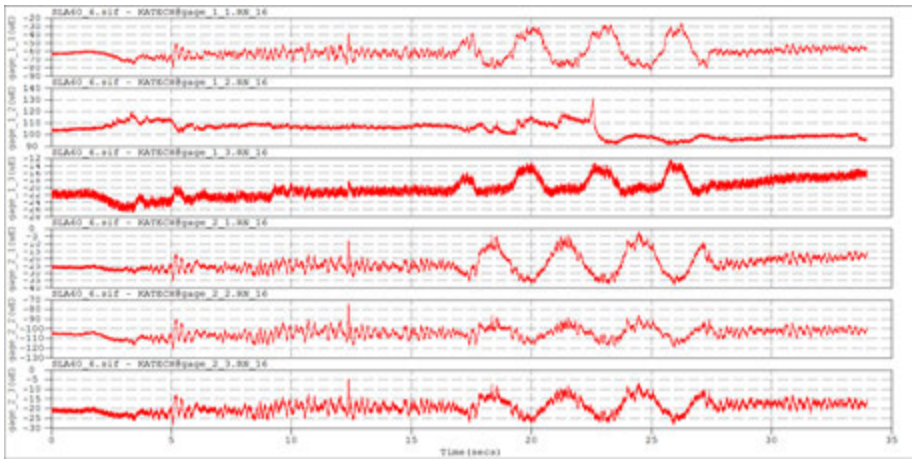


그림 302. 슬라럼 60km/h 댐퍼마운트 스트레인게이지 측정 값

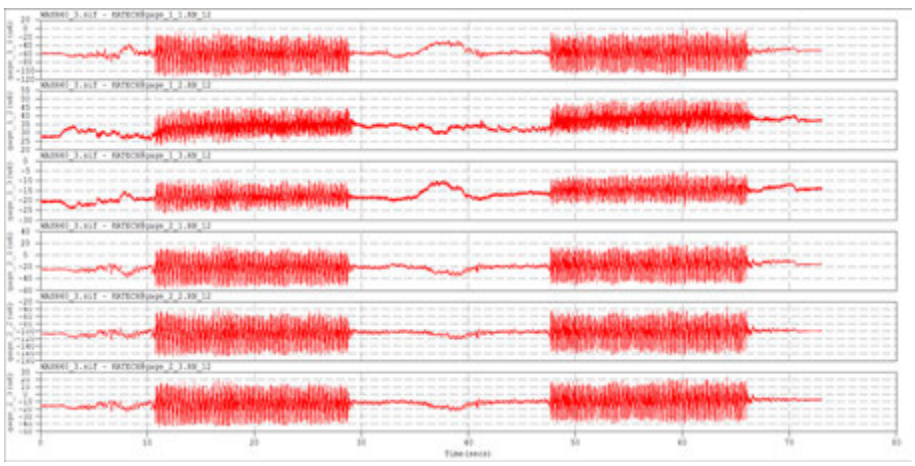


그림 303. 빨래판로 40km/h 댐퍼마운트 스트레인게이지 측정 값

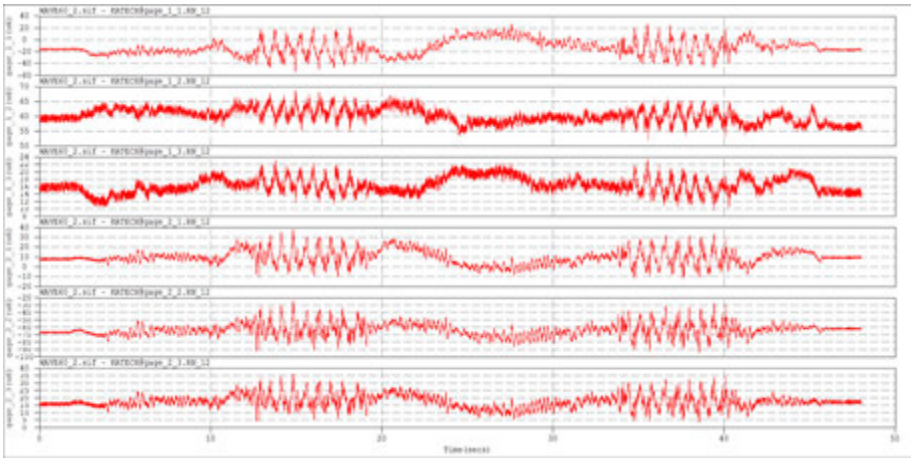


그림 304. 장파형로 60km/h 댐퍼마운트 스트레인게이지 측정 값

○ 17인치 튜닝차량과 동일한 주행조건별 실차시험 데이터 계측을 완료하였음. 계측된 19인치 튜닝차량의 주행조건 별 데이터 분석 결과 계측 데이터에 주행조건 특성이 잘 포함 되어 계측 되어진 것으로 파악 되어 다른 차량 조건의 주행시험 결과와 비교 분석하는데 문제가 없을 것으로 판단됨

○ 차량 개작 상태에 따라 주행조건 별 주행시험을 통하여 획득한 각종 계측기의 데이터의 신뢰성을 검토결과 데이터에 특별이 문제점이 발생하지 않은 것으로 파악되었음. 따라서 순정차량과 17인치 튜닝차량, 19인치 튜닝차량에 대한 실차 주행 시험 데이터를 비교하여 튜닝에 따른 차체 영향을 분석함

㉱ 주행시험 데이터 비교 분석

○ 실차 시험을 통해 차량 조건 별 주행시험 데이터 측정하였으며, 주행시험은 측정하고자 하는 목적에 따라 주행조건 별로 구분하여 실시함

○ 시험 중 장착된 계측기와 센서를 통해 측정된 데이터는 튜닝차량 기준 최소 25개 종류의 데이터가 획득되어 짐. 각각 데이터의 측정 목적과 데이터가 의미하는 바가 서로 다르기 때문에 주행조건에 따라 측정된 데이터의 중요도가 달라짐. 따라서 주행조건 별 측정 목적 따라 측정된 데이터 중 중요 데이터를 선별하여 비교 분석하였음. 각 주행조건의 목적 별로 중요 계측 데이터 선정 기준으로는 주행조건 중 불규칙한 노면이나 이벤트성 충격이 발생 되는 벨지안로, 단차로, 빨래판의 특수로 주행의 경우 차체의 흔들림이 불규칙함으로 차체 거동을 비교 분석하기에 적합하지 않으므로 댐퍼마운트 부에 발생되는 Stress 데이터 위주의 분석을 진행하였으며, 슬라럼과 장파형 특수로 주행과 같이 차체의 흔들림이 크게 발생되는 주행조건 데이터의 경우 주행 시 차체 흔들림에 대한 차체 거동 데이터와 차체 흔들림 시 발생되는 댐퍼마운트 부의 Stress 데이터가 중요 데이터로 선별하였음. 또한 브레이킹 시험의 경우 튜닝에 따른 제동거리의 변화와 제동 시 차량 쏠림, 차량 쏠림에 따른 댐퍼마운트 부의 Stress에 해당하는 데이터 위주로 비교 분석하였음

② 밸지안로 실차시험 결과

○ 벨지안로의 경우 실차 시험에서 가장 대표적인 거친 노면으로 다양한 자동차 성능 테스트에 사용됨. 벨지안 주행 시 차체의 흔들림이 매우 불규칙하게 발생함으로 측정된 데이터 중 차체 거동 데이터는 비교하기 어려운 반면에, 일반 아스팔트 포장도로에 비하여 주행하중이 크게 발생함으로 주행하중이 차체에 미치는 영향을 비교 분석하기에 적합함. 따라서 각 차량 조건별 댐퍼마운트 부 Stress 데이터에 대하여 비교 분석함

○ 차량 조건 별 댐퍼마운트 부 Stress 데이터 비교 분석에 앞서 노면으로부터 발생되는 가속도의 차를 비교해 보기 위하여 전륜 왼쪽(FL) 너클에 부착된 가속도 센서의 z방향 가속도에 대하여 비교 분석하였음. 다음 그림 305는 차량 조건 별 전륜 왼쪽 z방향 너클 가속도를 비교를 나타내고 있음

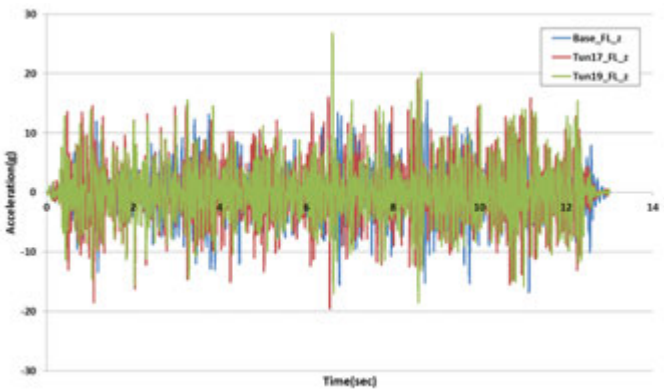


그림 305. 너클 수직방향 가속도비교

○ 위의 그림 305에서 Base_FL_z는 순정차량, Tun17_FL_z는 17인치 튜닝차량, Tun19_FL_z 는 19인치 튜닝차량을 나타내고 있음. 각 차량 조건별 주행 데이터를 비교한 것으로 각 차량 마다 벨지안로 진입 시간이 달라 비교하는데 어려움이 있음. 벨지안로 진입 시간이 같게 offset하여 비교하였음. 비교 결과 각 차량 조건에 따라 큰 차이를 보이지 않고 있는 것으로 파악되어 튜닝에 대한 영향도를 파악할 수 없었음

○ 다음 그림 306은 각각 벨지안로 주행하중이 차체에 미치는 영향을 비교하기 위하여 측정된 댐퍼마운트 부의 각 방향의 Stress 데이터 비교하기 쉽게 Von Mises Stress로 변환하여 비교하였음

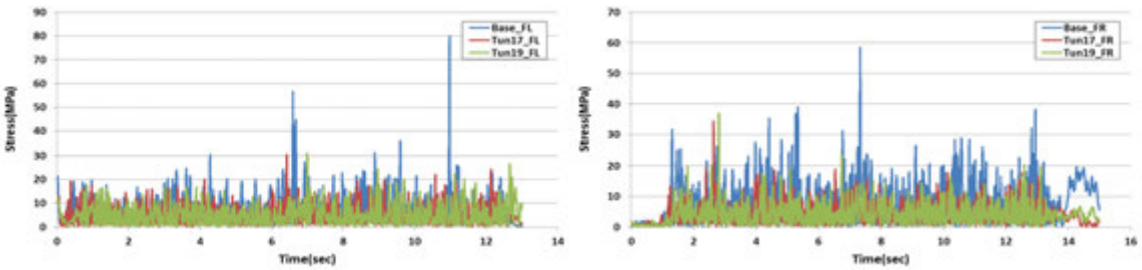


그림 306. Von Mises Stress 비교

○ 순정차량에 비하여 튜닝차량의 댐퍼마운트 부 Stress가 다소 줄어든 것으로 보임. 보다 정확한 비교를 위하여 각 차량 조건 별 댐퍼마운트 부 Von Mises Stress를 Range Pair로 변환하여 비교함

○ 순정차량에 비하여 튜닝차량의 Stress가 훨씬 작게 발생되는 것으로 확인되었음. 반면 17인치 튜닝차량과 19인치 튜닝차량의 Stress의 경우 별 차이를 보이지 않는 것으로 보아 휠, 타이어 튜닝에 따른 영향은 없는 것으로 판단되어 짐. 따라서 휠, 타이어를 제외한 다른 튜닝 부품이 튜닝차량의 차체 Stress의 감소의 원인으로 볼 수 있음

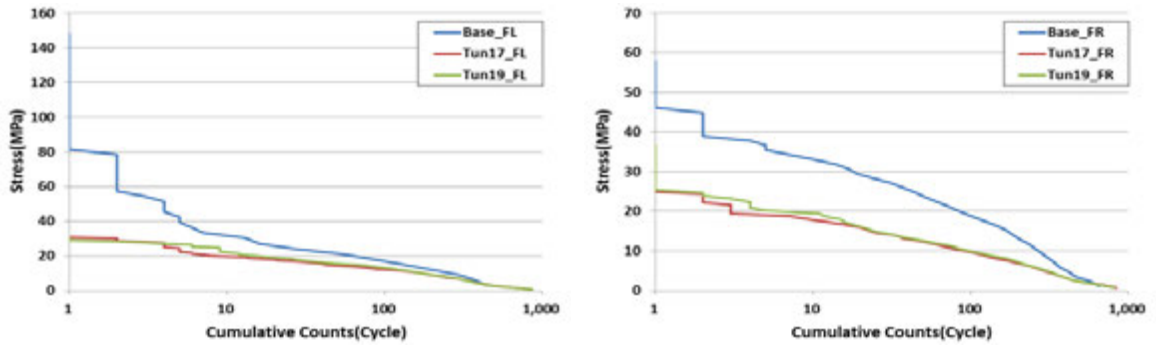


그림 307. Von Mises Stress Range Pair 비교

○ 대상 차량에 적용된 튜닝 서스펜션의 경우 순정 부품보다 하드한 것으로 파악되었음. 일반적으로 하드한 서스펜션이 소프트한 서스펜션에 비해 마운트 부 하중이 더 발생되는 것으로 알려져 있음. 그러나 서스펜션은 하드 함을 결정하는 스프링, 댐퍼 이외에도 댐퍼 Stoper와 마운트 부분에 Mount Rubber 등 충격을 흡수 할 수 있는 요소들과 함께 구성되어 있으므로 꼭 하드한 서스펜션이 차체 하중을 증가 시킨다고 단정할 수 없음. 또한 이번 시험에 사용된 튜닝차량의 경우 댐퍼마운트 부 Stress에 영향이 적을 것으로 판단되는 휠과 타이어를 제외하고도 스트럿바, 스태빌라이저와 같은 차체로 전달되는 충격을 완화시켜 주는 튜닝 부품이 장착되어 있기 때문에 튜닝차량의 댐퍼마운트 부 Stress가 감소한 원인으로 보임

○ 실차 시험에 사용된 17인치 튜닝차량을 대상으로 튜닝 부품의 영향을 파악하기 위하여 스트럿바를 제외한 상태에서 댐퍼마운트 부 Von Mises Stress 측정을 위한 벨지안로 주행시험을 실시하였음

○ 다음 그림 308은 스트럿바 유무에 따른 Von Mises Stress 비교 결과임

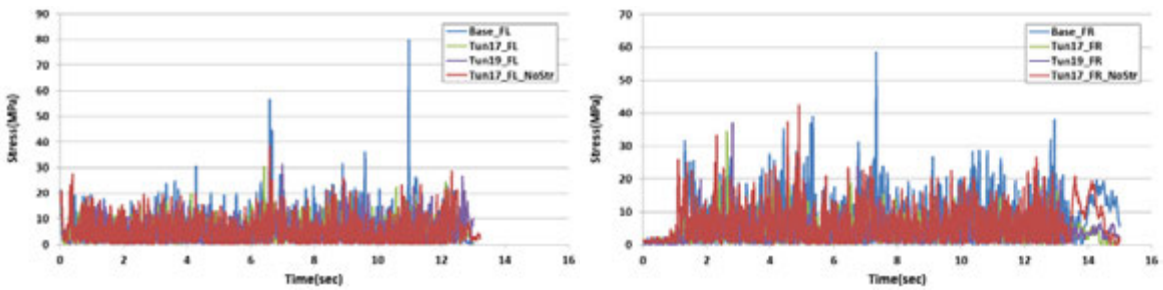


그림 308. 댐퍼마운트 부 Von Mises Stress 비교

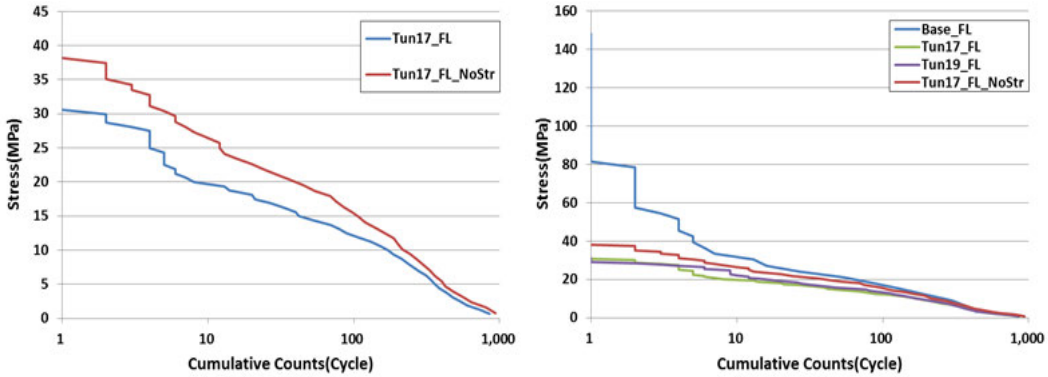


그림 309. Range Pair비교 - FL

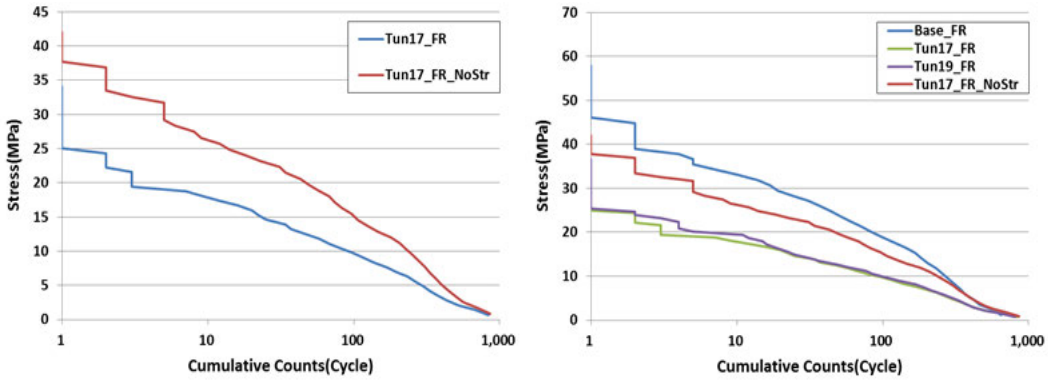


그림 310. Range Pair비교 - FR

○ 일반적으로 스트럿바는 엔진룸 안쪽의 댐퍼마운트 상단에 장착되어 주행 중 서스펜션에 받는 충격을 줄여줌과 동시에 선회 시 차체의 뒤틀림을 줄여주는 역할 함. 따라서 기존의 17인치 튜닝차량 시험 결과와 비교하여 스트럿바가 없을 경우 댐퍼마운트 부의 Stress가 현격히 증가하는 것으로 나타났음. 그렇다 하더라도 순정차량에 비하여 낮은 Stress를 보이고 있으며 이는 앞서 말한 여러 튜닝 부품이 복합적으로 작용하여 하드한 서스펜션에서 발생하는 하중을 완화시켜 주는 것으로 예상됨

○ 전륜 왼쪽에 비하여 전륜 오른쪽의 Stress 변화 폭이 더 큰 것으로 파악되었음. 이는 순정차량과 튜닝차량의 차 축 중량의 변화에 의한 것으로 앞서 시험 차량 중량 측정 결과를 참고해 보면 기존의 순정차량이 전륜 왼쪽 축 중량이 오른쪽 축 중량에 비하여 무거운 것으로 계측 되었으나, 튜닝차량의 경우 축 중량이 변화되어 전륜 오른쪽이 더 무거워 진 것으로 계측되었음. 축 중량 변화에 따라 튜닝차량에서 전륜 오른쪽의 하중 변화가 보다 크게 발생되어 댐퍼마운트 부의 Stress에 영향을 미치는 것으로 보임

③ 브레이킹 실차시험 결과

○ 브레이킹 시험의 경우 튜닝 상태에 따른 급정차 시 제동거리 및 제동시간의 변화를 측정 하고, 이때 발생하는 차량 쏠림에 의한 차체의 흔들림 및 하중 전달의 변화를 비교 분석하였음

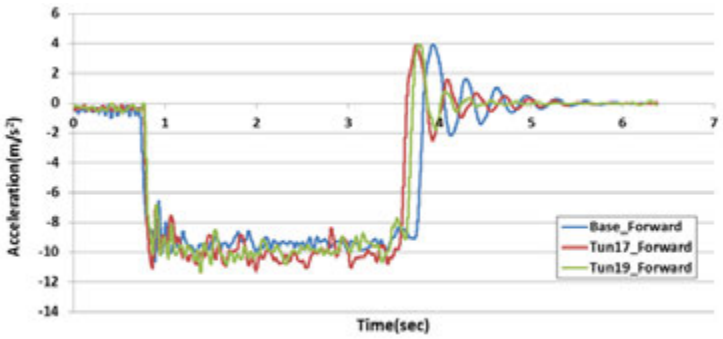


그림 311. 급제동 시 주행방향 가속도 변화

○ 차체 가속도 비교에서 보이는 바와 같이 순정차량에 비하여 튜닝차량이 제동시간이 짧아지는 것으로 보임. 이는 제동력측정 장비를 통하여 계측된 차량 별 제동거리 정보에서도 나타나고 있음. 다음 표 125는 제동력측정 장비를 통하여 계측된 차량 별 제동거리 정보를 나타내고 있음

표 125. 차량조건 별 제동거리 정보 비교

구분	기본차량	17인치	19인치
Start Speed (km/h)	99.7	99.8	99.8
Total Elapsed Time (sec)	3.2	2.9	2.9
Distance Travelled (m)	46.9	39.4	39.8
Average Deceleration (m/s^2)	−8.7	−7.5	−7.3

○ 위의 표 125에서 보이는 바와 같이 순정차량에 비하여 튜닝차량이 제동거리, 제동시간 모두 감소하는 것으로 확인되었음. 이는 브레이크 디스크와 캘리퍼 교체로 제동성능이 향상된 것으로 파악되며 17인치 튜닝차량과 19인치 튜닝차량과 차이는 거의 없는 것으로 파악되었음

○ 차량 급정차 시 차량은 주행방향으로 쏠림이 발생함. 주행방향의 쏠림은 차량 좌표계에서 Pitch 방향의 각도의 변화로 파악할 수 있으며, 다음 그림 312는 급정차 시 발생하는 Pitch 방향의 각도의 변화를 나타내고 있음

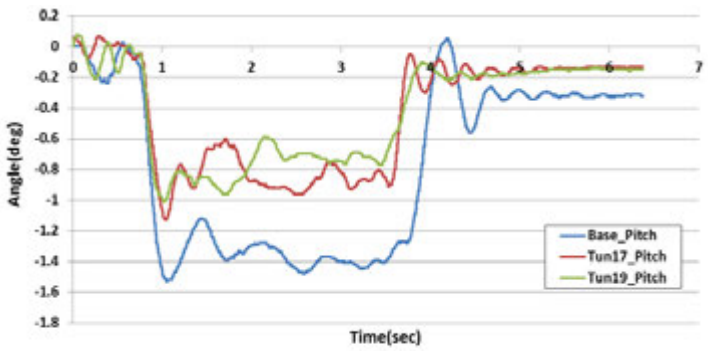


그림 312. 차체 Pitch 각도 비교

○ 다음 그림 313에서 보이는 바와 같이 급정차 시 순정차량 보다 튜닝차량의 Pitch 각의 변화가 더 적은 것으로 측정되어, 순정차량에 비하여 차량 쏠림이 덜 한 것으로 측정되었음. 급정거 시 Pitch 방향의 각도의 변화는 전륜 서스펜션 하중 증가의 원인이 되며, 이로 인해 댐퍼마운트 부 하중 증가가 예상되어 짐

○ 따라서 차량별 급정거시 댐퍼마운트 부의 Stress의 변화를 비교 분석 하였음. 다음 그림 313은 각각 급정차 시 차량 쏠림에 따른 좌우측 전륜 댐퍼마운트 부의 Von Mises Stress의 변화를 나타내고 있음

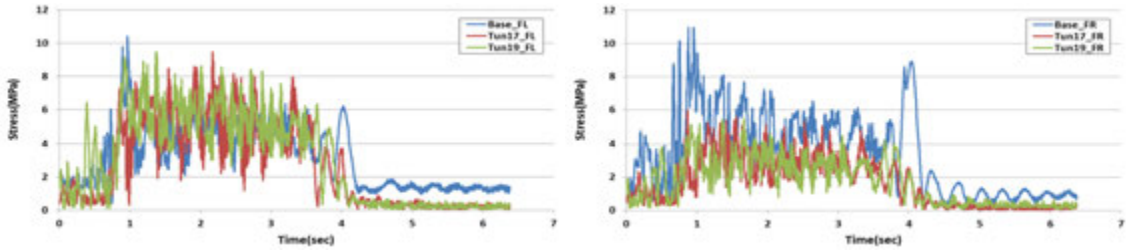


그림 313. Von Mises Stress 비교

○ 순정차량과 튜닝차량의 댐퍼마운트 부 Stress가 다소 차이가 있는 것으로 보임. 보다 정확한 비교를 위하여 각 차량 조건 별 댐퍼마운트 부 Von Mises Stress를 Range Pair로 변환하여 비교하였음

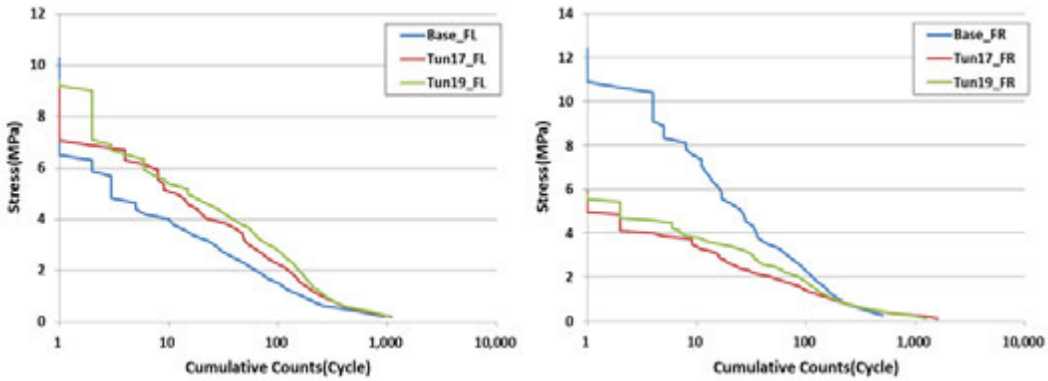


그림 314. Von Mises Stress Range Pair 비교

○ 순정차량과 튜닝차량의 Stress 차이가 있음을 확인할 수 있으며, 17인치 튜닝차량과 19인치 튜닝차량의 차이는 거의 없는 것으로 확인되었음. 전륜 왼쪽과 전륜 오른쪽의 차이는 앞서 말한 순정차량과 튜닝차량의 차 축 중량의 변화에 의한 것으로 판단됨

○ 브레이킹 시험결과 전륜 왼쪽의 차체 영향도가 순정차량과 조금 높은 것으로 계측되었으나, 부착된 튜닝 부품의 복합적인 작용으로 인하여 차체 전반에 미치는 영향은 감소한 것으로 보이며, 순정차량에 비하여 제동거리 및 제동시간 단축의 이점이 있는 것으로 파악됨

④ 단차로 실차시험 결과

○ 단차로 주행시험은 특수로의 단 형상에 따라 통과 시 순차적으로 발생하는 충격하중에 의한 차체에 미치는 영향을 비교 분석하기에 적합

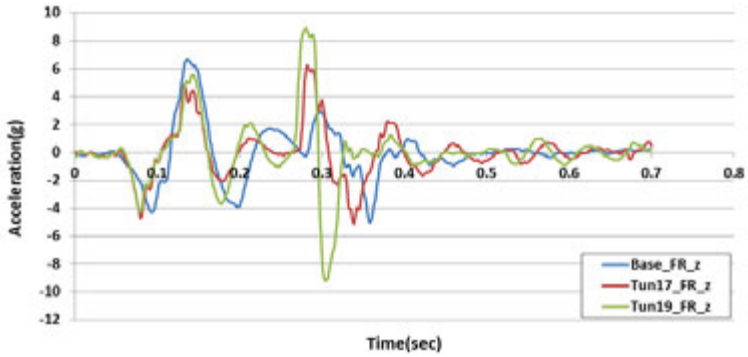


그림 315. FR_z 너클 가속도 비교

○ 순정차량에 비하여 튜닝차량의 경우 휠, 타이어 튜닝에 따라 차고가 낮아 단통과시 너클 가속도가 증가하는 것으로 계측됨

○ 단차로 단 통과 시 발생하는 충격하중에 대한 댐퍼마운트 부의 Von Mises Stress 변화를 다음 그림 316에서 비교하여 나타내고 있음

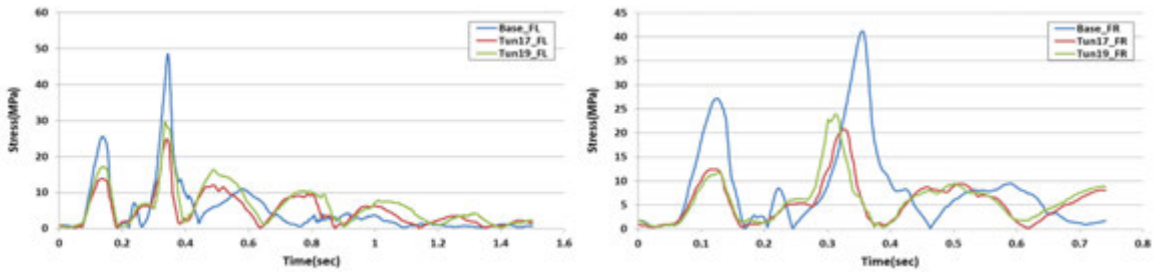


그림 316. Von Mises Stress 비교

○ 앞서 너클 가속도의 경우 튜닝차량이 더 크게 발생하였으나, 댐퍼마운트 부 Stress는 순정차량이 더 크게 발생하고 있는 것으로 계측되었음. 보다 정확한 비교를 위하여 각 차량 조건 별 댐퍼마운트 부 Von Mises Stress를 Range Pair로 변환하여 비교하였음

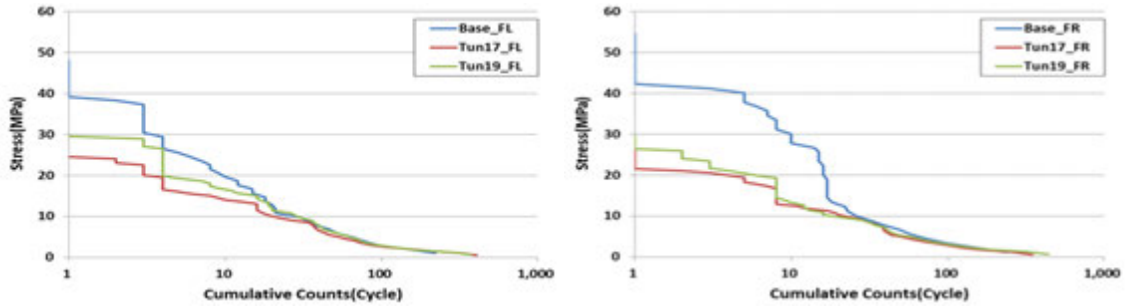


그림 317. Von Mises Stress Range Pair 비교

○ 단차로 주행 시 순정차량에 비하여 튜닝차량의 댐퍼마운트 부 Von Mises Stress가 감소한 것으로 파악되었으며, 17인치 튜닝차량과 19인치 튜닝차량의 차이는 거의 없는 것으로 확인됨

○ 단차로 주행조건에서 튜닝 부품의 영향을 파악하기 위하여 스트럿바의 유무에 따른 댐퍼 마운트 부 Von Mises Stress의 비교 분석을 실시하였음. 다음 그림 318-320은 단차로 주행조건에서 스트럿바 유무에 따른 Von Mises Stress 비교 결과이며, 댐퍼마운트 부 Von Mises Stress를 Range Pair로 비교 결과를 보여주고 있음

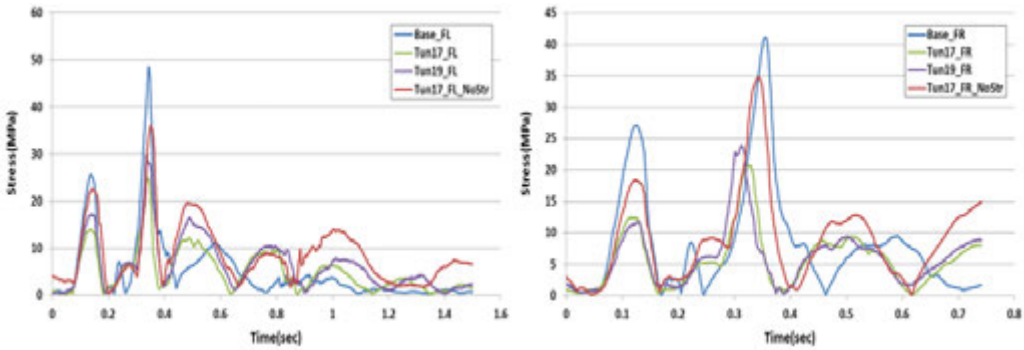


그림 318. 댐퍼마운트 부 Von Mises Stress 비교

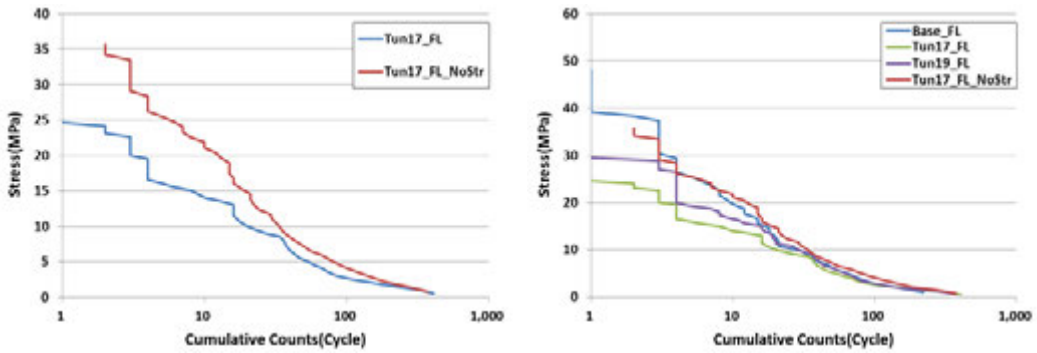


그림 319. Range Pari 비교 – FL

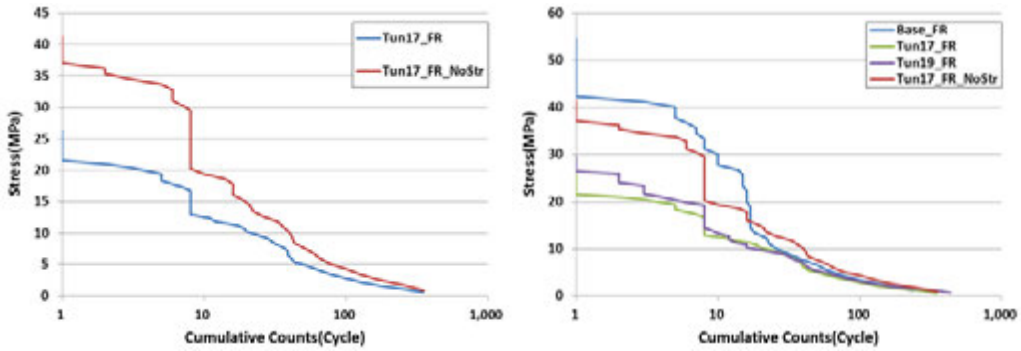


그림 320. Range Pari 비교 – FR

○ 스트럿바가 없을 경우 댐퍼마운트 부의 Stress가 현격히 증가하여 순정차량과 비슷한 수준의 Stress가 발생하는 것으로 파악되었음. 이러한 Stress 증가는 스트럿바가 단차로와 같은 순간적으로 발생되는 충격 하중을 보다 잘 완화시켜 차체에 영향을 줄여주는 것으로 예상됨

⑤ 슬라럼 실차시험 결과

○ 슬라럼 주행시험의 경우 일정하게 배치되어 있는 콘을 빠르게 지그재그로 통과 하면서 발생하는 차량 쏠림에 의한 차체 흔들림과 이에 따른 차체에 전달되는 하중을 측정함

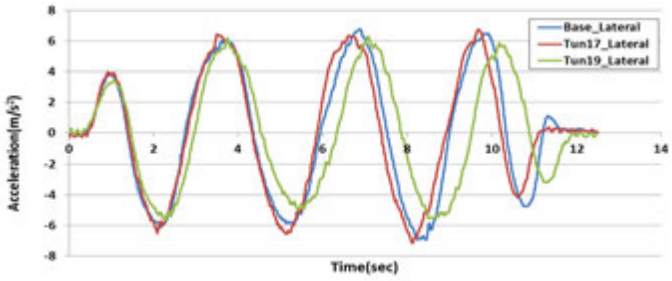


그림 321. 차체 Lateral 가속도 비교

○ 차체 Lateral 가속도의 경우 차량 조건별 큰 차이가 없는 것으로 판단됨

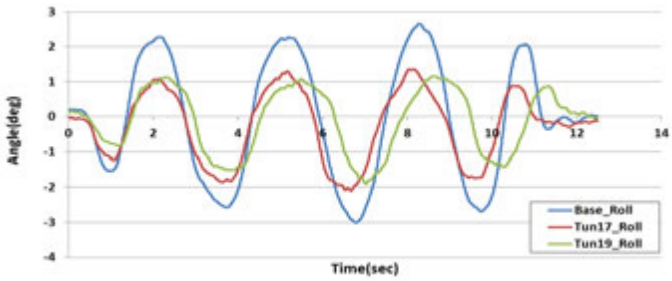


그림 322. 차체 Roll 각도 비교

○ 슬라럼 주행 시 튜닝차량의 차체 각도의 변화가 순정차량에 비하여 작은 것으로 계측되었음. 이는 고속 코너링에서 튜닝 차량의 흔들림이 적어 주행 안전성이 더 높은 것으로 예측됨. 튜닝 차량 간의 휠 사이즈에 따른 Roll 각도 변화는 거의 없는 것으로 파악됨

○ 슬라럼 지그재그 주행 시 발생하는 차량 쏠림에 대한 댐퍼마운트 부의 Stress 변화를 측정하여 비교 분석하였으며, 슬라럼 주행 시 발생하는 댐퍼마운트 부의 Von Mises Stress의 변화를 나타내고 있음

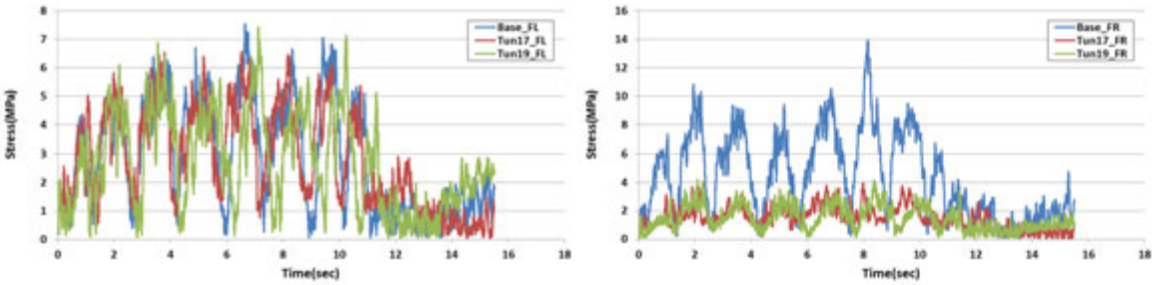


그림 323. Von Mises Stress 비교

○ 순정차량과 튜닝차량의 댐퍼마운트 부 Stress가 차이가 있는 것으로 보임. 특히 전륜 오른쪽에서 확연한 차이를 보이고 있음. 보다 정확한 비교를 위하여 각 차량 조건 별 댐퍼 마운트 부 Von Mises Stress를 Range Pair로 변환하여 비교하였음

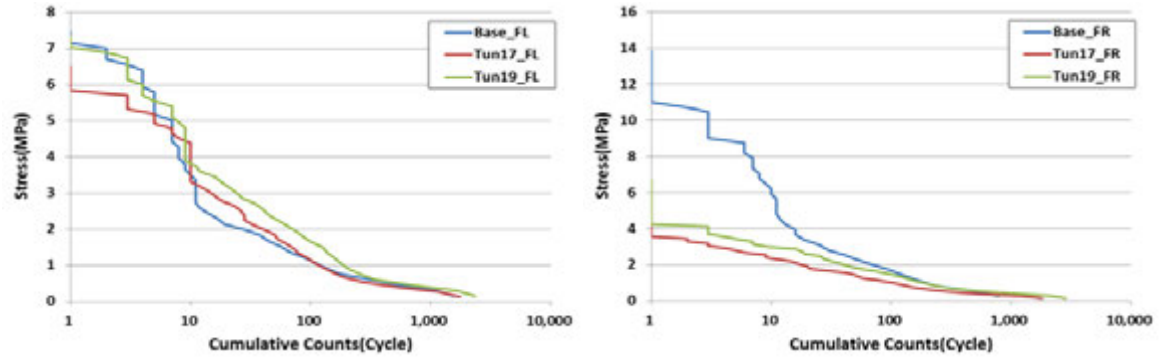


그림 324. Von Mises Stress Range Pair 비교

○ 다음 그림 325-327과 같이 차량 조건 별 댐퍼마운트 부의 Stress는 차이를 보이고 있음. 전륜 오른쪽의 경우 순정차량에 비하여 Stress가 많이 감소한 것으로 계측되었으며, 전륜 왼쪽의 경우 순정차량과 유사한 것으로 판단되어짐. 특히 슬라럼 주행의 경우 17인치 튜닝차량과 19인치 튜닝차량의 근소한 차이로 19인치 튜닝차량의 Stress가 더 높게 나타나는 것으로 보임

○ 슬라럼 주행조건에서도 튜닝 부품 유무에 따른 영향을 파악하기 위하여 스트럿바 유무에 따른 댐퍼마운트 Von Mises Stress를 측정하여 비교하였음. 다음 그림 325-327은 슬라럼 주행조건에서 스트럿바 유무에 따른 Von Mises Stress 비교 결과이며, 댐퍼마운트 부 Von Mises Stress를 Range Pair로 비교 결과를 보여주고 있음

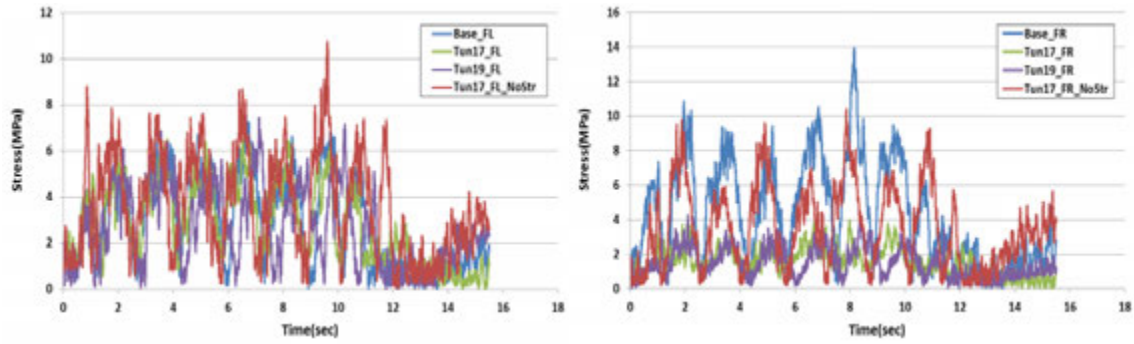


그림 325. 댐퍼마운트 부 Von Mises Stress 비교

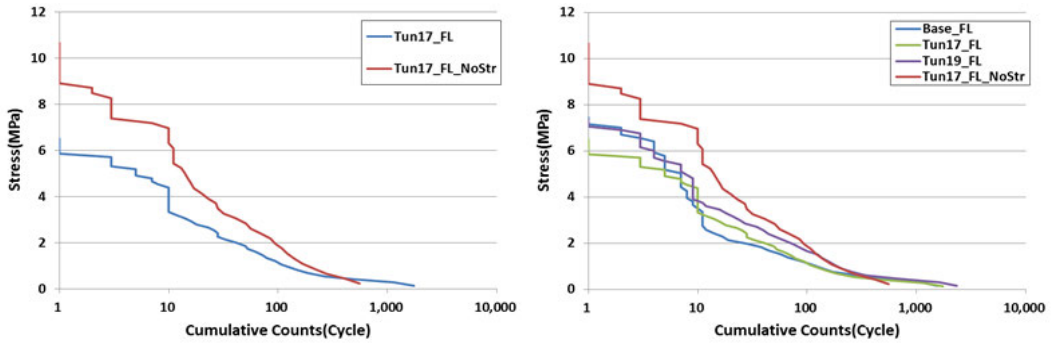


그림 326. Range Pair비교 - FL

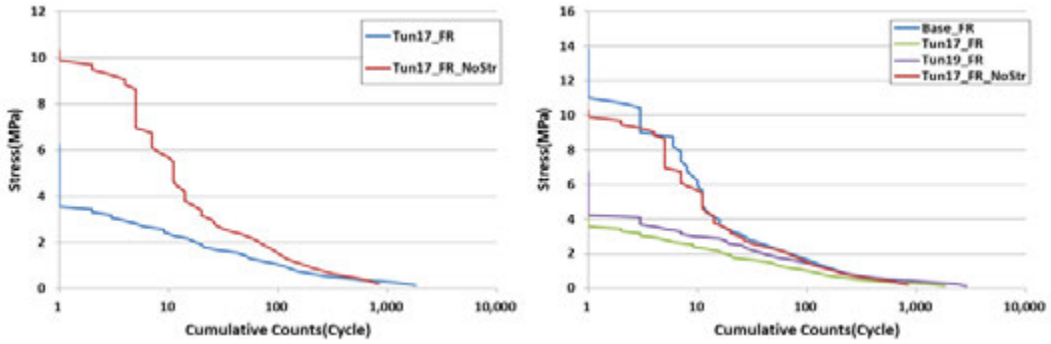


그림 327. Range Pair비교 - FR

○ 위 그림 325-327에서 보이는 바와 같이 슬라럼 주행 시 스트럿바의 유무에 따라 댐퍼마운트 부 Stress의 차가 크게 발생하는 것으로 계측되었음. 전륜 왼쪽의 경우 기존의 순정차량 보다 큰 하중이 부여되는 것으로 파악되었으며, 전륜 왼쪽의 경우 순정차량과 유사한 정도의 하중이 부여되는 것으로 파악되었음. 이는 서스펜션의 충격 감소와 선회시 차체의 뒤틀림을 줄여주는 스트럿바의 역할이 복합적으로 작용되어 차이가 크게 발생한 것으로 보임

⑥ 빨래판로 실차시험 결과

○ 빨래판로 주행시험은 일정한 형상 및 패턴을 가지는 특수로 주행을 통하여 발생하는 하중을 측정하여 비교 분석하였으며, 수립된 주행 조건에 따라 주행속도 20km/h와 40km/h에 대하여 비교 분석하였음

○ 빨래판로 주행속도 20km/h에서 전륜 왼쪽 z방향 너클 가속도를 비교를 나타내고 있음

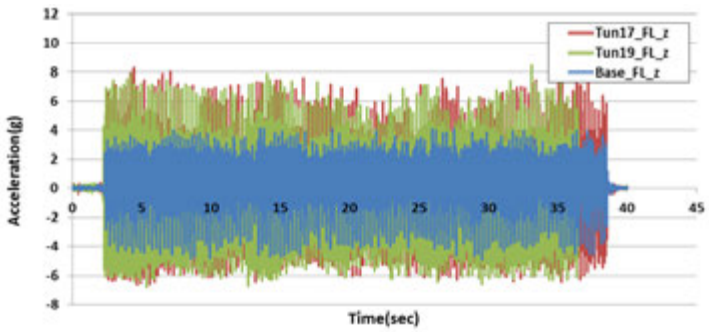


그림 328. FL_z 너클 가속도 비교

○ 순정차량에 비하여 튜닝차량의 너클 가속도 변화가 큰 것으로 파악되었음. 이는 튜닝에 의하여 낮아진 차고와 서스펜션 변경에 따른 영향인 것으로 예상됨

○ 다음 그림 329는 빨래판로 주행 시 발생되는 좌우 댐퍼마운트 부의 Von Mises Stress 변화를 나타내고 있음

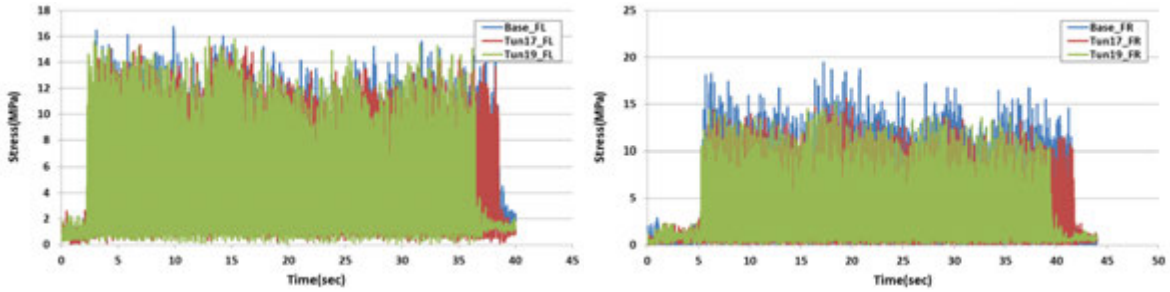


그림 329. Von Mises Stress 비교

○ 정확한 비교를 위하여 각 차량 조건 별 댐퍼마운트 부 Von Mises Stress를 Range Pair로 변환하여 비교하였음

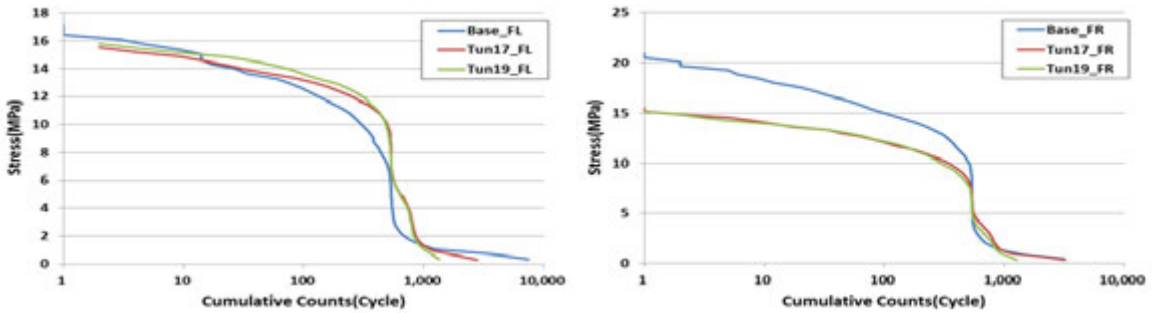


그림 330. Von Mises Stress Range Pair 비교

○ 그림 330에서와 같이 전륜 왼쪽의 경우 순정차량과 튜닝차량의 Stress가 유사하게 나타나고 있으며 전륜 오른쪽의 경우 튜닝차량의 Stress가 현저히 낮아지는 것으로 파악됨

○ 빨래판로 주행시험 조건에 따라 주행속도 40km/h에 대한 주행시험 데이터를 비교 분석하였음

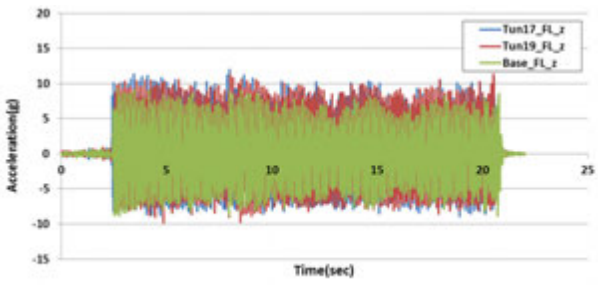


그림 331. FL_z 너클 가속도 비교

○ 주행속도가 40km/h로 증가하면서 순정차량의 너클 가속도 변화가 증가한 것 보이고 있으며, 이에 따라 주행 시 발생되는 차체 영향의 변화를 파악하기 위하여 다음

그림 332-333과 같이 댐퍼마운트 부의 Von Mises Stress를 계측하여 비교하였으며, 각 차량 조건 별 계측된 댐퍼마운트 부 Von Mises Stress를 Range Pair로 변환하여 비교 분석함

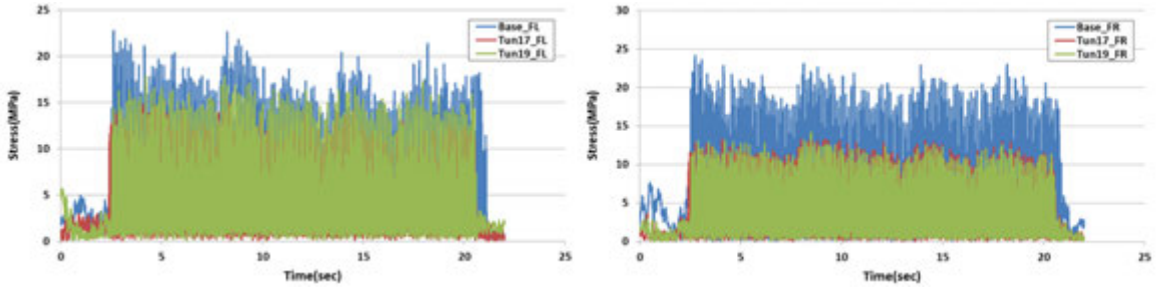


그림 332. Von Mises Stress 비교

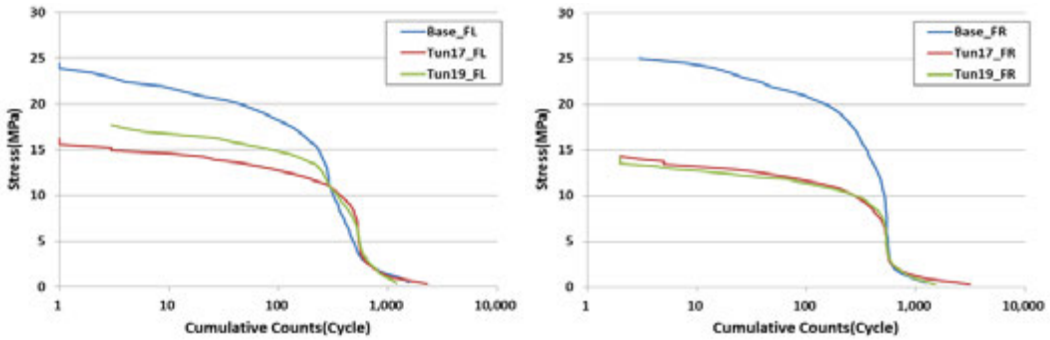


그림 333. Von Mises Stress Range Pair 비교

○ 아래 그림 334와 같이 주행속도 20km/h에 비하여 전륜 왼쪽 경우 순정차량과 튜닝차량의 Stress 차이가 확연히 나타나고 있음. 순정차량의 주행 중 발생하는 Stress가 증가하는 것으로 파악되었으며, 전륜 오른쪽도 같은 현상이 발생되고 있는 것으로 파악되었음. 다음 그림 334는 주행속도에 따른 빨래판로 Von Mises Stress Range Pair을 비교하였음

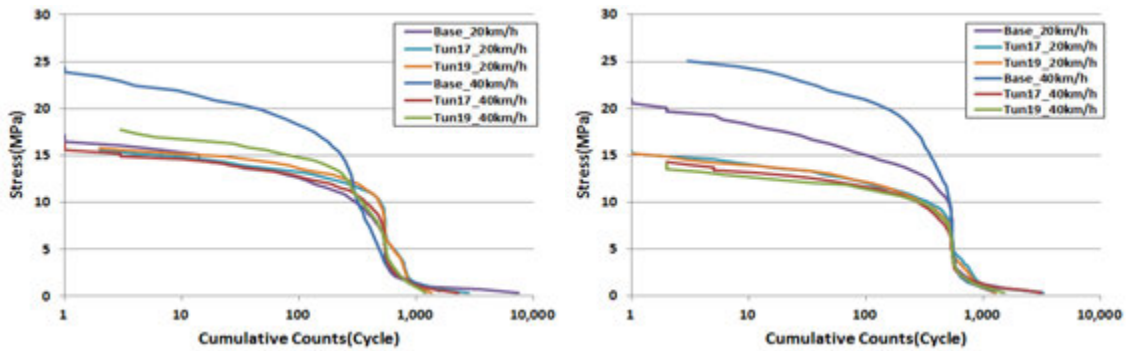
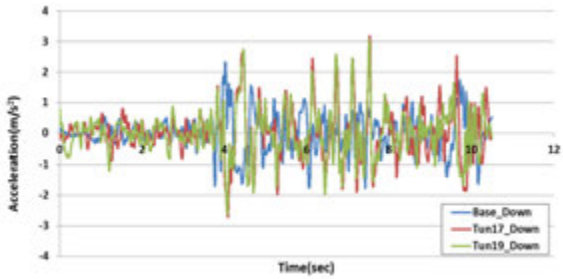


그림 334. 주행속도별 Von Mises Stress Range Pair 비교

○ 주행속도 증가에 따른 Stress의 증가는 순정차량에서 가장 크게 나타나고 있으며, 튜닝 차량의 경우 영향이 거의 없는 것으로 파악됨

○ 장파형로 주행시험의 경우 주행방향의 긴 파형으로 노면이 구성되어 있어 주행 시 차체 흔들림이 발생하며, 이에 따른 주행 안전성과 차체의 전달되는 하중을 측정함

⑦ 장파형로 실차시험 결과



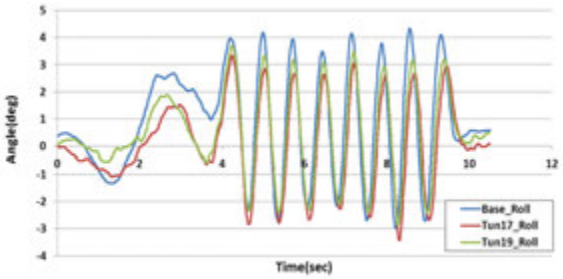
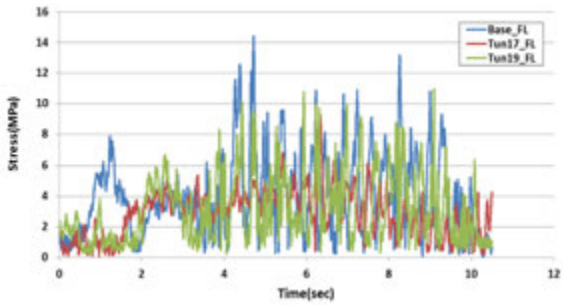


그림 335. 차체 Down 가속도 비교　　그림 336 차체 Roll 각도 비교

○ 차체 Down 가속도의 경우 순정차량에 비하여 튜닝 차량의 가속도 변화량이 좀 더 큰 것으로 보이고 있으며, 튜닝차량의 차체 각도의 변화가 순정차량에 비하여 다소 작은 것으로 계측 되었으며, 튜닝 차량 간의 Roll 각도 변화는 거의 없는 것으로 파악됨



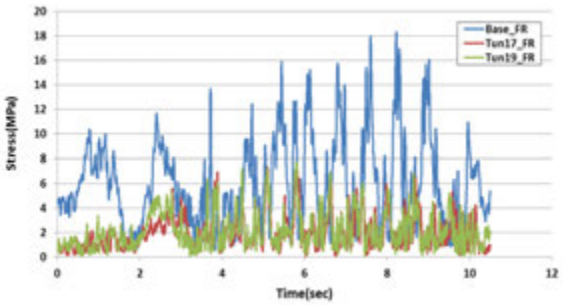
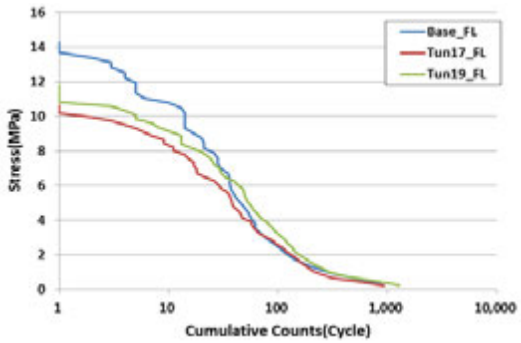


그림 337. Von Mises Stress 비교

○ 순정차량에 비하여 튜닝차량의 댐퍼마운트 부 Stress가 감소되는 것으로 보임. 특히 전륜 오른쪽에서 확연한 차이를 보이고 있으며, 보다 정확한 비교를 위하여 각 차량 조건 별 댐퍼마운트 부 Von Mises Stress를 Range Pair로 변환하여 비교하였음



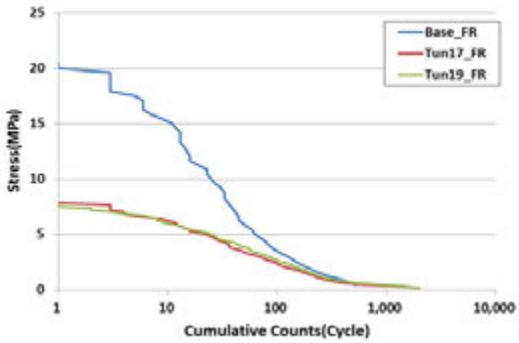


그림 338. Von Mises Stress Range Pair

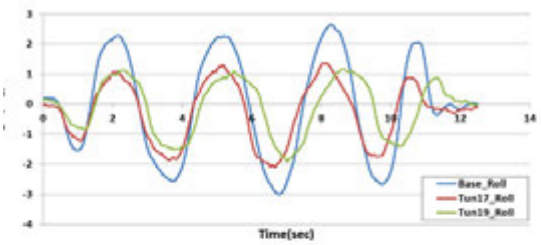
(바) 결론

○ 순정차량에 비하여 튜닝차량의 Stress가 감소되는 것으로 파악되었으며 특히 전륜 오른쪽 댐퍼마운트 부 Stress의 감소가 확연히 나타나고 있는 것으로 파악됨

○ 튜닝 차량 주행시험과 순정차량의 주행시험 및 차체 손상도를 비교한 결과 서스펜션을 강화한 튜닝의 경우 차체 손상도를 증가시키는 경향이 발생하였으며, 추가적으로 스트럿바, 스테빌라이저 등으로 보강한 경우 차체 손상을 저감할 수 있었음

○ 따라서 서스펜션 강화 튜닝의 경우 차체 보강 튜닝을 병행하여 시행할 필요가 있을 것으로 판단되며, 튜닝을 원하는 소비자들에게 권고할 필요가 있음

▪ **조종안정성 향상**



구 분	Base	Tun17	Tun19
start speed (km/h)	99.7	99.8	99.8
total elapsed time(sec)	3.2	2.9	2.9
distance travelled(m)	46.9	39.4	39.8
Average deceleration(m/s^2)	-8.7	-7.5	-7.3

▪ **차체 손상도: 스트럿바 튜닝 등 보강 튜닝을 할 경우 차체 손상도 저감**

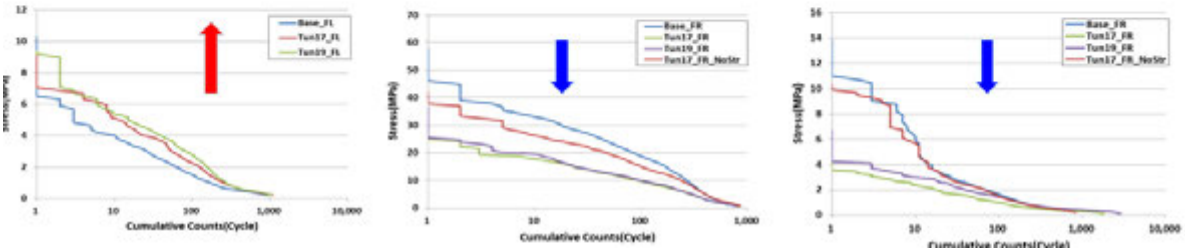


그림 339. 실차시험을 통한 튜닝차량 특성분석

2. 자동차 튜닝부품 인증제도

가. 국내 제도분석

○ 자동차의 구조·장치를 법 테두리 내에서 튜닝할 수 있는 형태로 운영되고 있음

○ 자동차관리법 제34조, 시행령 제8조, 시행규칙 제55조 그리고 자동차 구조·장치 변경에 관한 규정에서 튜닝에 대한 세부적인 내용을 규정하고 있으며, 이와 더불어 교통안전공단의 자동차 구조·장치 변경 세부 업무 규정을 따르고 있음

○ 자동차 튜닝은 크게 불허, 승인 및 검사 필요, 승인없이 변경이 가능한 항목으로 구분되고 있으며, 세부적인 절차를 살펴보면 자동차 소유자 ⇒ 변경승인 신청 ⇒ 변경승인 완료 ⇒ 변경작업 의뢰 ⇒ 구조변경작업완료 증명서 교부 ⇒ 튜닝(구조변경) 신청 ⇒ 튜닝(구조변경) 검사 ⇒ 구조변경 결과보고의 순서로 진행되고 있음

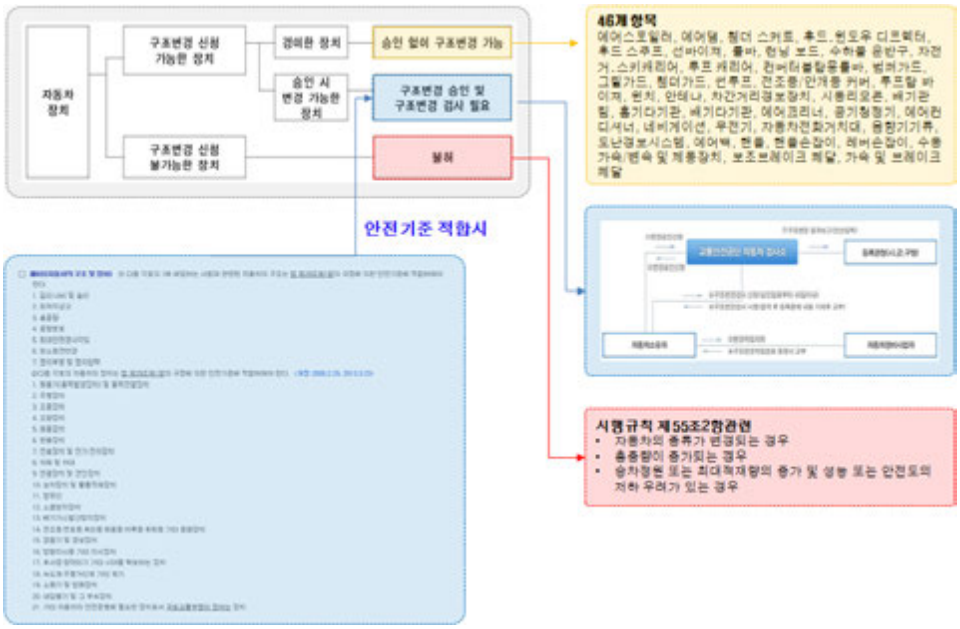


그림 340. 국내 구조변경 절차

○ 튜닝에 대한 개선점은 튜닝 선호도 설문조사를 통해 확인할 수 있었으며, 튜닝에 대한 문제(개선)점은 대상 모호 〉 법적규제 〉 안전문제 〉 가격 등의 순서로 인해 활성화가 되지 못한 것으로 조사됨

○ 이를 근거로 관련 규정을 명확히 하고, 안전문제 해결을 위해 튜닝부품 인증제도 시행 그리고 적극적인 홍보에 따라 국내에서 튜닝에 대한 활성화가 가능함을 예상할 수 있었음

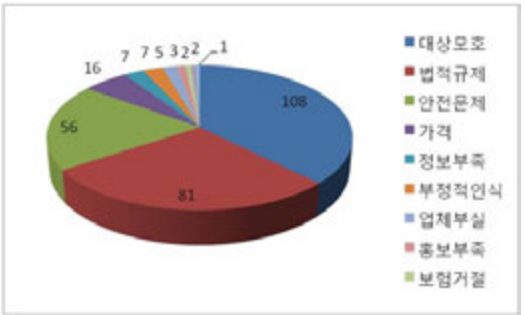


그림 341. 튜닝 개선점 조사결과

○ 국토교통부에서는 국내 튜닝산업을 활성화시키기 위해 ‘13년 8월 1일 보도자료 배포를 통해 튜닝 규제를 네거티브 방식으로 전환함과 동시에 자동차관리법을 개정하여 튜닝의 개념과 승인기준을 명확히 하고, 승인이 필요 없는 구조·장치의 변경 대상을 확대하는 방안을 제시하였음

나. 국외 제도분석

(1) 독일

○ 독일은 정부인증으로 튜닝을 하고 있으며, KBA에서 승인을 하고 있는 ABE, ABG는 시간이 오래 걸리고 비용이 많이 드는 반면 주의 행정당국에서 승인을 하고 있는 TGA는 시간과 비용이 많이 들지 않기 때문에 튜닝인증에 많이 사용되고 있음

○ 특히, TGA는 시험기관 또는 정부공인자격기술자들이 시험 및 확인을 통해 안전성 여부를 판단하기 때문에 신기술의 적용 및 새로운 부품 등에 대한 인증시험이 쉬워 튜닝이 활성화되고 있는 것으로 판단할 수 있으며, 세부적인 내용은 아래와 같음

표 126. 독일 튜닝제도 분석

구 분	ABE_일반승인 (예 : 장치+부품승인)	ABG_일반부품승인 (예 : 부품승인)	TGA (부품인가서)
승인기관	KBA(정부)		주(州)의 행정당국
승인기준	KBA 선정 (국내/국제기준_StVZO 22a)	StVZO 22a	시험기관 기준 (예 : VDTUV)
신 청 자	부품제조자/법적대리인		부품제조자/운전자
시험기관	KBA에서 지정된 시험기관 (예 : Technical sevices)		KBA에서 지정된 시험기관 또는 정부공인자격기술자 (예 : Technical sevices)
부 품 명	·EEC/ECE 그리고 독일 국내기준에 의한 모든 부품류 ·Seats ·Steering wheels ·Heaters ·Pneumatic tyres ·Anti-skid equipment ·Windows ·Front protection systems ·overrun brakes ·Equipment for the connection of vehicles ·Main/dipped Headlamps ·Front position lamps ·Rear side marker lamps ·Side marker lamps ·Parking lamps / warning signs ·End outline marker lamps ·Front fog lamps ·Blue flashing lamps	·StVZo 22a 부품	·EEC/ECE + StVZo 22a ·서스펜션류 ·알루미늄 휠 ·교환형 머플러 ·브레이크 시스템 ·기타 신기술

	·Yellow flashing lamps ·Reversing lamps ·Rear position lamps ·Stop lamps ·Reflex reflectors ·Hazard warning triangles / warning signals ·Rear fog lamps ·Direction indicators ·Portable flashing lamps / red-white markings for platform hoists ·Bulbs for lighting equipment ·Warning devices(horn) ·Tachographs ·Lighting devices for registration plates ·Pedal cycles ·Motor vehicles safety belts and other restraint systems ·Lamps indicating wide loads ·Child restraints in motor vehicles		
부품수	EEC/ECE + 34개 (모든 부품)	36개 부품	ABE + ABG + TGA 포함
승인마크	 (KBA 43656 : German Federal Authority+Approval number)	 (Wavy line + category of component + approval number) D : for safety glass and films to be applied to windows of vehicles E : for tachographs F : for overrun brakes and parts thereof G : for safety belts, restraint devices for children in motor vehicles K : for lighting devices L : for wheel slide protection devices M : for devices for coupling vehicles R : for tyres S : for heaters W : for warning devices	TÜVRheinland Precisely Right.
기타사항	·정부인증의 최상위법 ·인증시간 : 3개월 소요 ·고가의 비용 소요 ·E마크로 대체 가능	·사문화되고 있는 법 ·인증시간 : 3개월 소요 ·고가의 비용 소요 ·E마크로 대체 가능	·시험기관의 인증을 득할 경우 정식 판매허가를 얻을 수 있음 ·인증시간 : 2-3주 소요

승인절차	승인신청 (부품제조자/법정대리인) ↓ 제조자 품질시스템 검증 (by KBA) ↓ 시험 (by Technical Service) ↓ ABE 인가서 발행 (by KBA)	승인신청 (부품제조자/법정대리인) ↓ 제조자 품질시스템 검증 (by KBA) ↓ 시험 (by Technical Service) ↓ ABE 인가서 발행 (by KBA)	정부공인자격기술자 (부품성적서(TGA) 발행) ↓ 부품제조자는 포장박스내 TGA 동봉 ↓ 해당부품 설치후 검사실시 및 검사성적서 취득 ↓ 운전자는 TGA, 검사성적서 Local Authority에 제출 ↓ 자동차 등록증 갱신

○ UN Regs와 StVZO 기준은 거의 유사하며, 특정부품 및 장치는 UN Regs를 우선적으로 적용하고 있고, UN Regs에 기준이 없는 경우 별도로 StVZO를 적용하고 있음

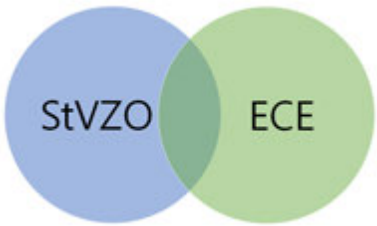


그림 342. StVZO와 UNECE의 관계



그림 343. StVZO 적용

(2) 일본

○ 일본의 경우, 10개 신고항목에 대해서는 정부가 구조변경 절차를 통해 자동차에 장착하고 있으며, 그 이외의 부품은 NAPAC(일본자동차부품애프터마켓진흥회)에서 민간인증을 하고 있음

○ 일본에서 운영하고 있는 10개의 신고항목은 국내의 구조변경 절차와 유사한 방식으로 운영되고 있음

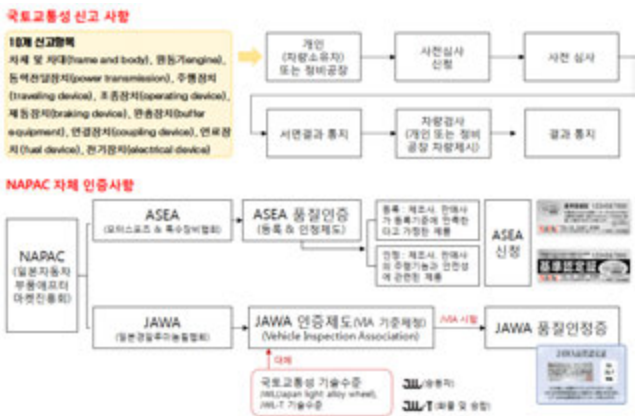


그림 344. 일본의 구조변경 및 민간인증 절차

○ 일본의 민간인증제도는 자체품질인증제도로 운영되고 있음

ASEA(Autosport&Special Equipment Association) 기준등록제
"안전 · 안심 · 신뢰"를 모터스포츠부품 선택의 지침으로 삼기 위해「ASEA 기준」은 「등록제도」와「인정제도」 두개의 제도로 운영되고 있음

– 등록제도

· 제조업체, 판매회사가 아래 기본 조건을 만족하고 있다는 전제로 신청받은 부품을 대상으로 하고 있으며, 자사가 정한 기준 및 규격, 품질에 만족함을 근거로 ASEA에 신청하며 ASEA는 사양 등의 확인을 거쳐 등록 후 등록증 발행 및 제품에 부착



그림 345. 제품 부착 스티커

– 인정제도

· 제조업체, 판매회사가 주행기능과 안전성에 관련된 제품을 대상으로 하고 있으며, 자사가 시험 한 보고서를 ASEA로 제출하고 ASEA의 기준위원회에서 심사(실제 제품 또는 취급설명서과 같은 서류 확인 등) 후 인증 등록증 발행 및 제품에 부착



그림 346. 제품 부착 스티커

다. 국내·외 제도분석 요약

○ 튜닝관련 국내·외 관련법령은 아래와 같이 조사되었음

구 분	국내	독일	미국	일본
관리주체	국토교통부	KBA[1] (자동차교통청)	NHTSA[2]	국토교통성 MLIT
제 도	구조변경	형식승인	자기인증	구조변경
법	자동차관리법	StVG[4]	CFR 49 (Code of Federal Regulations)	도로운송차량법
기 준	자동차안전기준	UNRegs/EEC/StVZO[4] FzTV, ABE, ABG, TGA[3]	FMVSS[5]	보안기준
확 인	교통안전공단 (승인+검사)	기술검사협회 (변경검사)	각 주(州)별 정기검사	자동차검사법인 (변경검사)
지원기관	-	VDAT[6]	SEMA[7]	NAPAC[8]

1) KBA : Kraftfahrt-Bundesamt / Federal Motor Transport Authority
2) NHTSA : National Highway Traffic Safety Administration
3) ABE(Allgemeine Betriebserlaubnis Fuer Fahrzeugteile), ABG(Allgemeine Bauartgeneh-migung), TGA(Teilegutachten)
4) UN Regs : UNECE Regulations / EEC : European Economic Community / FzTV : Fahrzeugteileverordnung / 자동차부품규정
StVG : Straßenverkehrsgesetz(도로교통법) / StVZO : Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung / 독일도로교통허가규정
5) FMVSS : FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS AND REGULATIONS
6) VDAT : Verband Der Automobil Tuner / 독일 자동차 튜너협회
7) SEMA : Speciality Equipment Market Association / 튜닝부품 제조협회
8) NAPAC : Nippon Auto Parts Aftermarket Committee

그림 347. 국내·외 튜닝관련 법령 현황

○ 국내의 경우 구조 및 장치의 변경절차(승인 + 검사)에 따라 승인없이 구조변경 가능, 구조변경 승인 및 구조변경 검사, 구조변경 불허로 구분하고 있음

○ 독일의 경우 형식승인 절차에 따라 튜닝이 되고 있으며, 세부적인 기준은 ABE, ABG, TGA을 적용하고 있으며, VDAT(독일자동차튜너협회)에서 튜닝을 활성화시키고 있음

○ 미국의 경우 특별한 방식의 튜닝절차는 없는 것으로 조사되었으며, SEMA(튜닝부품제조협회)에서 튜닝을 활성화시키고 있음

○ 일본의 경우 국내와 유사하게 구조변경 절차에 따라 튜닝을 하고 있으며, 정부와 민간에서 변경하는 부분이 구분되어 있음

라. 국내 자동차관리법 및 하위법령 개정

○ 국내의 튜닝산업 활성화를 위해 자동차관리법이 '14년 1월 7일 개정되었고, 시행은 '15년 1월 8일임

○ 자동차관리법 개정사유는 다음과 같음

– 최근 자동차 튜닝시장이 꾸준히 증가하고 있는 현실을 고려하여 튜닝 자동차에 대한 안전성 확보와 튜닝시장의 건전한 발전을 위해 자동차 튜닝의 범위와 안전기준, 튜닝 부품 인증제 도입 등 관련 제도 마련 필요

○ 자동차관리법 개정내용은 다음과 같이 요약할 수 있음

– 제2조(정의) 11. "자동차의 튜닝"이란 자동차의 구조·장치의 일부를 변경하거나 자동차에 부착물을 추가하는 것을 말한다.

– 제34조(자동차의 튜닝) ① 자동차소유자가 국토교통부령으로 정하는 항목에 대하여 튜닝을 하려는 경우에는 시장 · 군수 · 구청장의 승인을 받아야 한다.
② 제1항에 따른 승인 대상 항목에 대한 승인기준 및 승인절차에 관한 사항은 국토교통부령으로 정한다.

– 제34조의2(튜닝 자동차의 안전성 확보) ① 국토교통부장관은 자동차의 튜닝에 따른 안전성 확보를 위하여 다음 각 호를 시행할 수 있다.
1. 자동차의 튜닝에 따른 안전성 확보를 위한 조사 · 연구 및 장비개발
2. 자동차 튜닝용 부품의 인증제의 도입
3. 그 밖에 국토교통부장관이 필요하다고 인정하는 사항
② 제1항에 따른 인증제 도입에 필요한 사항은 국토교통부령으로 정한다.


대한민국정부

관보

제18177호 2014. 1. 7.(화)

국회에서 의결된 자동차관리법 일부개정법률을 이에 공포한다.

대 통 령 박 근 혜

2014년 1월 7일

국무총리 정 홍 원

국무위원 국토교통부장관 서 승 환

★법률 제12217호

자동차관리법 일부개정법률

자동차관리법 일부를 다음과 같이 개정한다.

제2조제8호 본문 중 "구조·장치의 변경작업을"을 "튜닝작업을"로 하고, 같은 호 단서 중 "경우"를 "자동차"로 하며, 같은 조에 제11호 및 제12호를 각각 다음과 같이 신설한다.

그림 348. 자동차관리법 개정 관보

마. 튜닝부품 인증기관 설립 및 지정

○ 튜닝이 활성화된 독일 또는 일본의 경우, 정부 및 민간 인증 및 시험기관을 운영하고 있으며, 협회 등을 설립하여 민간차원의 튜닝이 활성화되도록 장려하고 있음



그림 349. 인증 및 시험기관



그림 350. 국외 튜닝협회

○ 특히, 기준(Regulation)이 개정되기 전 신기술의 적용이 필요하거나, 새로운 부품이 개발된 경우 인증기관에서는 전문성을 밑바탕으로 안정성을 판단하여 인증하고 있기 때문에 자동차에 쉽게 적용할 수 있는 장점이 있음

○ 이러한 이유로 인증 및 시험기관의 설립 필요성이 대두되고 있으며, 민간 비영리 공익단체의 협회 설립 추진도 필요

○ 인증 및 시험기관의 설립 그리고 협회 설립 등을 통해 튜닝을 활성화시킬 경우 기존 연구에서 제시하고 있는 4~5조의 튜닝시장을 형성하는데 기여할 것으로 예상됨

○ 자동차 튜닝산업의 발전을 위해 “한국자동차튜닝협회(이하 ” 협회 “ 라 한다)설립을 추진하였음

○ 협회는 비영리 공익단체로 자동차 튜닝산업의 건전한 육성과 회원 상호간의 친목을 도모하고 국민경제 향상에 기여함을 목적으로 추진하였으며 설립계획 및 절차는 아래와 같음

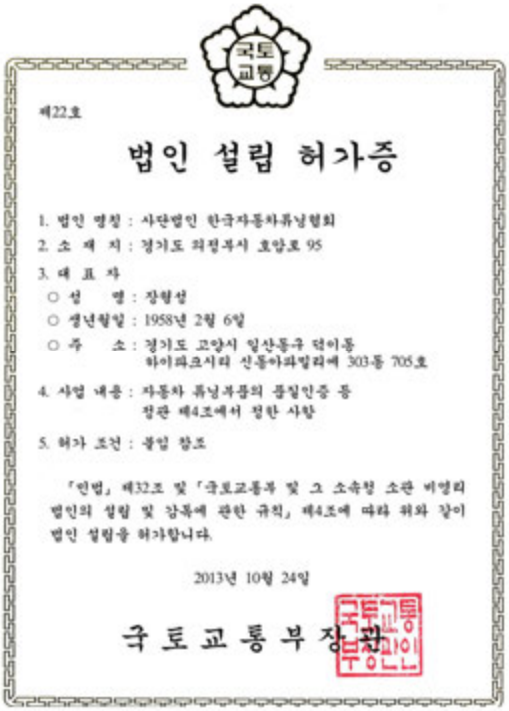
표 127. 튜닝협회 설립 절차

구분	세부내용	7월	8월	9월	10월	11월	12월	비고
설립 준비	① 목적 설정	—						
	② 설립자 구성		—					
	③ 명칭 선정		—					
	④ 정관 작성		—					
	⑤ 창립총회 개최			—				
설립 허가	⑥ 설립대상 법인의 주무관청 확인			—				
	⑦ 주무관청에 설립허가 신청				—			
	⑧ 주무관청으로부터 설립허가				—			
설립 등기	⑨ 관할법원에 설립등기					—		
	⑩ 설립신고						—	
	⑪ 설립등기 보고						—	

○ 협회의 주요사업은 다음과 같음

- 튜닝부품의 품질인증에 관한 사항
- 튜닝부품의 시험지원 및 연구개발에 관한 사항
- 국내·외 튜닝시장 현황조사에 관한 사항
- 튜닝관련 통계, 정보수집 및 간행물 발간
- 튜닝관련 각종 전시회 개최 및 홍보에 관한 사항
- 불법튜닝 계도에 관한 사항
- 튜닝관련 전문인력 양성에 관한 사항
- 기타 협회의 목적달성에 필요한 사업

○ 위 절차 및 주요사업에 대해 국토교통부는 '13년 10월 24일 법인 설립을 허가하였음


제22호

법인 설립 허가증

1. 법인 명칭 : 사단법인 한국자동차튜닝협회
2. 소 재 지 : 경기도 의정부시 호암로 95
3. 대 표 자
○ 성 명 : 장형섭
○ 생년월일 : 1958년 2월 6일
○ 주 소 : 경기도 고양시 일산동구 덕이동 하이파크시티 산동아파빌리에 303동 705호
4. 사업 내용 : 자동차 튜닝부품의 품질인증 등 정관 제4조에서 정한 사항
5. 허가 조건 : 공익 참조

「민법」 제32조 및 「국토교통부 및 그 소속청 소관 비영리 법인의 설립 및 감독에 관한 규칙」 제4조에 따라 위와 같이 법인 설립을 허가합니다.

2013년 10월 24일

국토교통부장관

그림 351. 한국자동차튜닝협회 법인설립 허가증

○ 튜닝부품 인증은 민간자율인증의 형식으로 추진하고, 협회에서 인증업무를 수행하는 것으로 검토되고 있음

○ 협회에서 인증하는 부품은 안전 및 환경에 중요한 부품을 제외하고, 인증을 하는 것으로 추진됨

바. 튜닝부품 인증제도 개발

(1) 자동차관리법 및 하위법령 개정

(가) 자동차 관리법 개정

○ 최근 자동차 튜닝시장이 꾸준히 증가하고 있는 현실을 고려하여 튜닝 자동차에 대한 안전성 확보와 튜닝시장의 건전한 발전을 위해 자동차 튜닝의 범위와 튜닝부품 인증제도입 등 관련 제도를 마련하고자 '14년 1월 7일 자동차관리법이 개정되었음

① 주요내용

○ 주요 개정내용은 아래와 같으며, 자동차 튜닝의 용어 정의 및 튜닝부품 인증제도 도입에 관한 내용이 포함되었음

○ 개정된 자동차관리법에서는 기존 구조·장치의 변경이 튜닝 변경으로 개정되었으므로, 하위법령(시행규칙 및 고시)의 개정을 통해 절차 및 방법의 마련이 필요

○ 이와 더불어 튜닝 활성화를 위한 타부처의 관련법도 검토를 통해 개정의 필요성이 제기됨

(나) 자동차관리법 시행규칙 개정

○ 자동차관리법 개정에 따라 법률에서 위임된 사항과 그 시행을 위하여 필요한 사항을 정하고자 시행규칙의 개정을 추진하였음. 시행규칙 개정은 주관연구기관에서 초안을 작성하여 국토교통부와 지속적인 업무협의를 하였음

○ 시행규칙 개정(안)은 '14년 9월 5일 국토교통부 공고 제2014-1112호로 입법예고 되었고, '14년 12월 31일 일부 개정되었음



자동차관리법 시행규칙

[시행 2015.1.8.] [국토교통부령 제172호, 2014.12.31., 일부개정]

【제·개정이유】 제·개정문 | 전체 제·개정이유

[일부개정]

◇ 개정이유 및 주요내용

튜닝 자동차에 대한 안전성 확보와 튜닝 시장의 건전한 발전을 위하여 자동차 튜닝의 범위와 안전 기준, 튜닝부품 인증제 도입 등 관련 제도를 마련하는 내용으로 「자동차관리법」이 개정(법률 제12217호, 2014. 1. 7. 공포, 2015. 1. 8. 시행)됨에 따라 자동차 튜닝용 부품의 성능 및 품질에 관한 인증제도 도입에 관한 사항을 규정하는 등 법률에서 위임된 사항과 그 시행을 위하여 필요한 사항을 정하려는 것임.

〈국토교통부 제공〉

【제·개정문】 제·개정이유

◎국토교통부령 제172호

자동차관리법 시행규칙 일부개정령을 다음과 같이 공포한다.

2014년 12월 31일

국토교통부장관 (인)

그림 352. 자동차관리법 시행규칙

① 주요내용

○ 튜닝부품 인증제 시행에 필요한 부품의 구분, 인증기관 지정, 인증표시 등에 관한 사항을 포함하고 있고, 세부적인 내용은 다음과 같음

- 튜닝부품의 성능 및 품질 인증기관은 국토교통부장관으로부터 인가를 받은 협회 중에서 지정하여 인증업무의 전문성·신뢰성 확보
- 튜닝부품의 안전성 확보를 위하여 성능시험대행자로 하여금 튜닝부품의 인증업무 및 성능·품질상태 등을 확인하게 하도록 함
- 튜닝부품 인증기관이 갖추어야 할 세부 지정기준은 국토교통부장관이 정하도록 함
- 튜닝부품의 인증기준·표시에 관한 세부기준 및 절차는 국토교통부장관이 정하도록 함

○ 전산시스템으로 구조·장치 변경 신청을 하는 경우 개인정보를 입력하도록 함

- 자동차 구조·장치 변경 처리절차 간소화를 위하여 전산시스템으로 구조·장치 변경을 신청할 경우 신청자와 차량소유주와의 동일성 확인을 위하여 사업자등록번호 및 주민등록번호 정보 필요

○ 구조·장치 변경작업 완료 증명서를 전산시스템으로 대체할 수 있도록 함(제56조제4항)
  - 자동차정비업자가 구조·장치의 변경을 완료한 후 작업완료증명서를 자동차소유자에게 발급하여야 하나, 처리절차 간소화를 위하여 정비업자가 변경작업 완료내역을 전산시스템에 등록한 경우 정비업자가 작업완료증명서를 발급한 것으로 인정함

사. 튜닝부품 인증제도 시행

(1) 자동차 튜닝부품인증제 운영에 관한 규정 제정

○ 자동차관리법, 자동차관리법 시행규칙 개정에 따라 '14년 9월 24일 "자동차 튜닝부품 인증제 운영에 관한 규정" 제정(안)이 행정예고 되었음. 규정 제정은 주관연구기관에서 초안을 작성하여 국토교통부와 지속적인 업무협의를 하였음

○ 규정 제정 이유는 튜닝 후 자동차의 안전성 확보와 튜닝 시장의 건전한 발전을 위해 튜닝의 범위와 절차, 튜닝부품 인증제 도입 등 제도 마련과 튜닝부품의 성능과 소비자 신뢰 제고가 주요 골자임

(2) 제정 주요 내용

○ 튜닝부품의 인증기관 지정기준, 인증서 교부, 인증기관 지정취소에 관한 사항

○ 튜닝부품의 성능·품질에 대한 인증시험을 위하여 인증기관이 시험기관을 지정·운영할 수 있음

○ 인증기관은 인증대상 선정, 인증기준 마련, 인증서 유효기간, 인증관련 분쟁해결 등 심의를 위한 기술위원회 운영

○ 튜닝부품 인증신청, 서류심사, 성능·품질시험, 인증표시 등 인증절차에 관한 사항

○ 튜닝부품 인증서의 유효기간을 2년으로 하고, 기술위원회에서 부품별 특성에 따라 따로 정할 수 있도록 함

○ 부적절한 인증방지를 위하여 성능시험대행자로 하여금 인증품과 인증업무에 대한 적합성을 조사할 수 있도록 함

○ 튜닝부품의 품질확보를 위하여 기준에 적합하지 않을 경우, 인증을 취소하고, 인증기관이 사후관리를 하도록 함.

○ 인증기관은 인증업무 세부 운영규정을 마련하여 장관의 승인을 받아 운영하도록 함

(3) 튜닝부품인증제 운영에 관한 규정 제정 고시

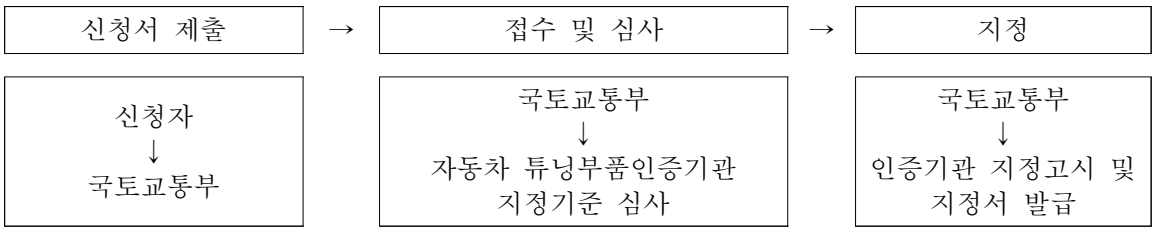
○ 행정예고를 통해 "자동차 튜닝부품 인증제 운영에 관한 규정"은 국토교통부 고시 2015-1호로 '15년 1월 2일 제정되었고, 튜닝부품 인증제도 시행에 필요한 하위법령 개·제정이 완료되었음

(4) 인증절차 개발 및 표시

(가) 인증기관 지정

○ “자동차 튜닝부품 인증제 운영에 관한 규정” 제정에 따라 국토교통부에서는 ‘15년 1월 5일 “자동차 튜닝부품 인증기관 지정 신청”을 공고하였음(국토교통부 공고 제2015-8호)

○ 인증기관 지정(심사) 절차와 기준은 아래와 같음



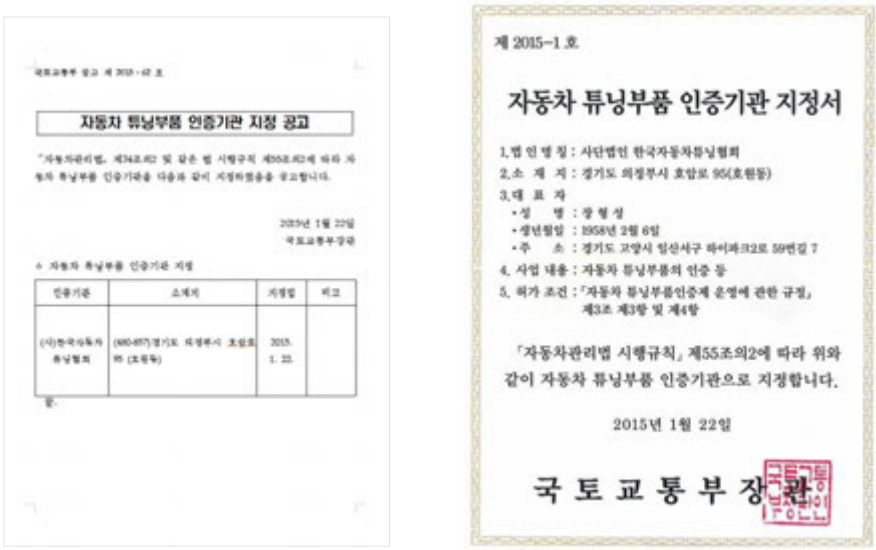
〈튜닝부품 인증기관 지정 기준〉

튜닝부품인증기관의 지정 기준 등(제3조제1항 관련)

1. 자동차의 튜닝 및 튜닝부품과 관련된 비영리법인 또는 단체일 것
2. 다음 각 호의 전산정보처리시스템을 갖출 것
   가. 인증신청, 조회, 인증서·인증마크 발행 및 유통관리를 종합적으로 관리할 수 있는 시스템을 갖출 것
   나. 시스템은 외부의 침입을 방지하고 자료를 안전하게 보호 및 관리할 수 있는 보안장치가 되어 있을 것
3. 튜닝부품인증검사에 요구하는 시험설비를 보유할 것. 다만, 인증기관이 인증시험을 수행할 수 있는 시험기관과의 협약서가 있는 경우 시험설비를 보유한 것으로 본다.
4. 아래 표의 자격기준을 갖춘 인력을 보유할 것

업무내용	자격요건	인원
가. 튜닝부품인증제도 기획, 튜닝부품 사용 활성화를 위한 제도 및 유관기관 협력	-	1명
나. 튜닝부품인증 접수 및 고객 대응	-	1명
다. 튜닝부품인증 전산관리 시스템 개발 및 관리	가. 관련학과 학사 이상 전공한 자 나. 정보처리산업기사 자격증 또는 이와 동등이상의 자격증 소지자	1명
라. 튜닝부품인증기준 마련 및 관리	가. 관련학과 학사 이상 졸업 또는 관련업계 4년 이상 근무한 자 나. 일반기계기사, 자동차정비기사 자격증 또는 이에 준하는 자동차정비자격증소지자로 관련업계 4년 이상 종사한 자	2명
마. 튜닝부품시험기관 관리 및 튜닝부품제조사 사후관리	가. 관련학과 전문대학 이상 졸업 또는 관련업계 2년 이상 근무한 자 나. 자동차정비산업기사, 자동차정비기능사 자격증소지자 또는 이에 준하는 자동차정비자격증소지자로 관련업계 4년 이상 종사한 자	1명

○ 인증기관 지정(심사) 절차와 기준에 따라 '15년 1월 22일 국토교통부 공고 제 2015-62호로 (사)한국자동차튜닝협회가 인증기관으로 지정되었음



자동차 튜닝부품 인증기관 지정 공고

제 2015-1 호

자동차 튜닝부품 인증기관 지정서

1. 법 인 명 칭 : 사단법인 한국자동차튜닝협회
2. 소 재 지 : 경기도 의정부시 호암로 95(호원동)
3. 대 표 자
   • 성 명 : 장 형 성
   • 생년월일 : 1958년 2월 6일
   • 주 소 : 경기도 고양시 일산서구 하이파크2로 59번길 7
4. 사업 내용 : 자동차 튜닝부품의 인증 등
5. 허가 조건 : 「자동차 튜닝부품인증제 운영에 관한 규정」 제3조 제3항 및 제4항

「자동차관리법 시행규칙」 제55조의2에 따라 위와 같이 자동차 튜닝부품 인증기관으로 지정합니다.

2015년 1월 22일

국 토 교 통 부 장 관

그림 353. 인증기관 지정 공고 및 지정서

(나) 인증절차 개발 및 표시

① 인증절차 개발

○ 튜닝부품 인증제도의 전반적인 업무 수행절차는 다음과 같음



그림 354. 튜닝부품 인증제도 프로세스

- 국토교통부는 자동차관리법상의 튜닝과 관련된 규정 운영, 정책조정, 인증기관 세부 업무규정 승인 등의 업무를 수행함
- 교통안전공단 자동차안전연구원은 성능시험대행자로서 필요시 인증기관의 업무를 대행할 수 있으며, 아래의 경우 튜닝부품 인증을 확인할 수 있음
  - 튜닝부품인증기관 및 인증된 튜닝부품에 대하여 사회적으로 문제화된 경우
  - 그 밖에 국토교통부장관이 조사가 필요하다고 인정하는 경우

- 인증기관인 (사)한국자동차튜닝협회는 시험기관 지정 및 운영, 기술위원회 운영, 튜닝부품 인증대상·인증기준·인증절차 개발, 인증표시·인증방법·인증표시, 인증품의 사후관리, 수수료 산정, 세부 업무규정의 운영 등의 업무를 수행함
- 인증기관의 기술위원회에서 인증에 필요한 의사결정기구로 자동차 및 자동차부품 관련 학계, 연구기관, 시민단체가 참여하며 아래와 같은 사항을 결정함
  - 인증대상 선정, 인증기준 제·개정
  - 인증의 유권해석, 인증서 유효기간, 시험기관 지정
  - 이해당사자간 분쟁 협의 등
- 시험기관은 튜닝부품에 대한 시험을 대행할 수 있는 시설과 인력을 갖춘 곳으로 인증기관이 지정함

○ 튜닝부품 인증절차는 시험기관을 통한 인증과 시험시설을 가지고 있는 업체에서 인증하는 두 가지 방법이 있으며 절차는 그림 335와 같음

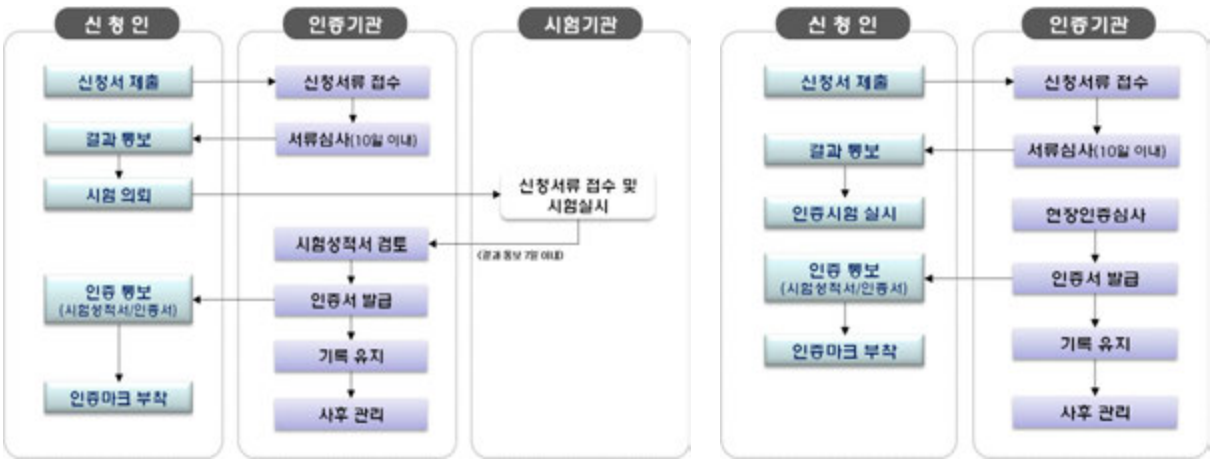


그림 355. 튜닝부품 인증절차

(다) 인증표시 및 번호

① 인증표시

○ 튜닝부품의 인증표시는 "Korea Automobile Tuning & Multipurpose Organization"의 약자인 KATMO로 표시함



그림 356. 인증표시

㉯ 인증번호

○ 튜닝표시이외에 인증번호는 8자리로 표기되며 부품분류, 부품 제작사, 일련번호, 인증연도로 구성됨

○ 인증번호는 인증로고와 함께 부품에 표기하여야 함. 다만, 부품의 크기가 작아 표기가 불가능하거나 기타 표기사항 등으로 표기공간이 부족할 경우에는 인증번호의 위치를 변경할 수 있음

○ 튜닝부품 인증표시는 부품에 육안으로 확인하기 쉬운 위치에 훼손되지 않도록 표시하여야 함

표 128. 인증표시 체계

구 분	1	2	3	4	5	6	7	8
부여기준	부품분류	튜닝부품제작사		일련번호			연도	

㉰ 튜닝부품의 분류

표 129. 튜닝부품 분류 및 표기

구분	표기	구분	표기
원동기 및 동력전달 관련 부품 및 시스템	A	조향부품 및 시스템	B
주행부품 및 시스템	C	제동부품 및 시스템	D
소음방지장치	E	차체 및 차대부품 및 시스템	F
조종부품 및 시스템	G	완충부품 및 시스템	H
연료부품 및 시스템	I	전기 및 전자부품 및 시스템	J
연결 및 견인부품 및 시스템	K	등화부품 및 시스템	L
실내의장 부품 및 시스템	M	기타 부품 및 시스템	N
드레스업 부품 및 시스템	O	빌드업 부품 및 시스템	P

○ 튜닝부품제작사는 고유번호로 정하며, 일련번호는 서류심사 통보 순서로 정함

㉱ 튜닝부품의 연도구분

표 130. 튜닝부품 연도 분류 및 표기

월(月)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
표기방식(7자리)	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M
년(年)	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
표기방식(8자리)	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
년(年)	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
표기방식(8자리)	P	R	S	T	V	W	X	Y	1	2	3	4
년(年)	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2041	2042	2043	2044	2045
표기방식(8자리)	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	G

3. 자동차 튜닝업종 관리체계 및 전문인력 양성방안

가. 자동차 튜닝업종 관리체계 마련

(1) 튜닝업종 관리체계 구축방안

(가) 자동차 튜닝의 정의 및 분류

○ 자동차의 튜닝이란 자동차의 공학적 지식을 바탕으로 자동차의 구조 또는 장치의 일부를 변경하여 자동차의 성능을 향상시키고 또한 외관을 개선하는 것임

○ 튜닝은 기존 자동차의 가치를 높일 수 있는 고부가가치 산업으로써 대량 생산체계의 자동차에 대한 질적 향상을 도모하여 자동차의 성능을 향상시키는 새로운 성장 동력이라 할 수 있음

○ 자동차 튜닝산업은 튜닝부품 연구개발, 제조, 판매, 서비스 등이 결합되어 제조사, 판매사, 소비자 모두의 이익실현이 가능한 창조산업의 영역에 있으며 산업군에 따라 분류하면 아래와 같음

표 131. 자동차튜닝 분류관점에 따른 정의

분류관점	정의
제조사	고부가가치의 튜닝부품을 제조하여 판매하는 산업
판매사	튜닝부품의 장착 및 유통을 통해 수익을 실현하는 산업
소비자	튜닝부품을 장착하여 차량의 성능과 외장을 향상시키는 산업

○ 또한 자동차 튜닝산업을 광의의 개념으로 파악할 경우 튜닝부품 제조, 유통 및 서비스업 및 연관 산업 등으로 분류할 수 있음

○ 제조산업은 자동차 및 트레일러 제조업, 자동차부품 제조업에 해당되며 여기서 튜닝 관련 업종은 스포츠카, 수제차 제조업, 캠핑카 및 푸드트럭 등의 차체 및 특장차 제조업, 튜닝부품 등이 속하는 그외 기타 자동차부품제조업이 있음

○ 튜닝관련 자동차 및 부품 판매업과 수리업에 속하는 유통 및 서비스산업에는 광폭타이어, 기능 타이어등의 자동차 타이어 및 튜브판매업, 튜닝부품 등의 기타자동차 신품부품 및 내장품 판매업, 튜닝부품장착 및 유지관리를 위한 자동차 종합 및 전문 수리업 등을 들 수 있음

○ 이외에도 자동차 튜닝산업의 연관 산업으로는 스포츠 및 오락관련서비스업, 사업지원 서비스업, 보험 및 연금업, 교육 서비스업, 협회 및 단체, 종합건설업 등이 있음 즉 자동차 경주장 운영과 연관이 있는 경주장 운영업, 튜닝차 전시, 컨벤션, 축제와 연관이 있는 사업지원 서비스업, 튜닝관련 손해·보증보험과 연관이 있는 보험 및 연금업, 대학,전문대 등에서의 튜닝교육과 연관이 있는 교육서비스업, 튜닝협회와 연관이 있는 협회 및 단체, 테마파크 및 자동차 경주장 건설과 연관이 있는 종합건설업이 이에 해당한다고 볼 수 있음

○ 국가 공식통계인 통계청 도소매업, 서비스업 조사 및 전국사업체 조사에서의 한국표준산업 분류상으로 보면 튜닝산업이 하나의 독립된 산업이 아니고, 세부산업 내에서도 튜닝업종과 여타 업종과 혼재되어 있기 때문에 튜닝산업 만의 정확한 규모를 산정하기 어려운 측면이 있음

○ 튜닝산업의 규모는 튜닝산업(부품)과 가장 연관성이 높다고 판단되는 기타 자동차 신품부품 및 내장품 판매업을 중심으로 규모를 파악해 볼 수 있음

표 132. 자동차튜닝 관련 산업 분류

분류코드	산업	튜닝관련업종
① 제조산업 : 자동차 및 트레일러 제조업, 자동차부품 제조업		
C30121	승용차 및 여객용 자동차 제조업	스포츠카, 수제카
C30201	차체 및 특장차 제조업	캠핑카, 푸드트럭 등
C30202	트레일러 및 세미트레일러 제조업	캠핑트레일러 등
C30399	그 외 기타 자동차부품제조업	튜닝부품
② 유통 및 서비스산업 : 자동차 및 부품 판매업과 수리업		
G45211	자동차 타이어 및 튜브 판매업	광폭타이어, 기능타이어
G45219	기타자동차 신품부품 및 내장품 판매업	튜닝부품
S95211	자동차종합수리업	장착 및 유지관리
S95212	자동차전문수리업	장착 및 유지관리
③ 연관산업 : 스포츠 및 오락관련 서비스업, 사업지원 서비스업, 보험 및 연금업, 교육서비스업, 협회 및 단체, 종합건설업		
R91113	경주장운영업	자동차 경주장 운영
N75	사업지원서비스업	전시, 컨벤션, 축제
K65	보험 및 연금업	튜닝관련 손해·보증 보험
P85	교육서비스업	튜닝교육
S94	협회 및 단체	튜닝협회
F41	종합건설업	테마파크 및 자동차 경주장 건설

① 직업정보(추가)

○ 자동차(기계)공학 기술자 및 연구원은 자동차(기계)공학의 원리를 응용하여, 산업생산설비의 설계, 제조, 운영 및 관리를 담당하고 기계장치와 산업설비를 연구, 개발 운영하는 일을 함

○ 자동차산업인력 수요전망 보고서와 비교하면, 자동차 역시 남성비율이 83.5%로 높게 나타나 있으며 2010년 9월 기준 자동차산업의 평균연령은 만 39.9세로, 기계공학 기술자 및 연구원 평균연령 대비 약간 높게 나타남. 이는 정년이 보장되는 생산직 비중이 높은 자동차 산업의 특성에 기인한 결과로 분석됨

○ 자동차산업 취업자들의 근속년수는 2010년 9월 현재 7.9년으로 근속년수 1~5년 미만자가 30.8%를 차지하였으나, 이어 15년 이상자가 30.8%, 5~10년 미만자가 18.5% 등으로 10년 이상 장기근속자들이 32.8%로 다수를 차지하고 있기 때문이라 사료됨

표 133. 자동차튜닝 직업정보 및 현황

세 분 류		자동차튜닝
직 업 명		자동차튜닝 기술자 및 연구원
종 사 자 수		35천명
종 사 현 황	연 령	평균 34.8세
	임 금	평균 320.5만원
	학 력	평균 12.8년
	성 비	남성 : 97.2%, 여성 2.8%
	근속년수	평균 7.9년
관 련 자 격 (자동차관련)		차량기술사 자동차정비산업기사 자동차정비기사 자동차정비기능장 자동차정비기능사 자동차차체수리기능사 자동차보수도장기능사 그린전동자동차기사

※ 자료 : 워크넷(http://www.work.go.kr)의 직업정보, 자동차튜닝활성화 고용영향평가연구(노동연구원)

② 업종 체계

○ 제작사(완성차)업체마다 자동차 튜닝설계분야의 직급체계는 유사하며 연구원 제도를 채택한 회사의 경우 연구원에서 (주임)연구원까지는 4년, (주임)연구원에서 선임연구원까지는 5년, 선임연구원에서 책임연구원까지는 6년이 소요됨

○ 현장의 자동차튜닝 생산(조립)분야는 자동차제작사의 경우 기술사원, 기사보, 기사, 기장보, 기장, 기성보, 기성, 기감 등의 경로로 직급이 상향되며 이러한 직급으로 조장, 반장, 주임 등의 직책을 맡게 되어 있으며 일반 사무직급의 경우에는 사원, 대리, 계장, 과장, 차장 ,부장 등의 승급체계를 가지고 있음

○ 자동차튜닝정비(장착)분야는 자동차정비분야 국가직무능력표준 활용패키지 개발 결과를 참고하여 각 직무별 2수준은 초급정비사로 도출이 되었음

○ 개발 직무명에 따라 자동차전기 · 전자장치정비 직무는 3수준에 자동차전기 · 전자장치 중급 정비사, 4수준은 자동차전기 · 전자장치 고급 정비사이며, 자동차 엔진정비 직무는 3수준에 자동차엔진정비 중급 정비사, 4수준에 자동차엔진정비 고급 정비사이며 자동차 새시정비 직무는 3수준에 자동차 섀시정비 중급 정비사, 4수준에 자동차 새시정비 고급정비사로 도출이 되었음

○ 자동차 차체정비 직무 3수준은 자동차 차체정비 중급 정비사, 4수준은 자동차 차체정비 고급 정비사이며 자동차 도장 직무는 3수준은 자동차 도장 중급 정비사, 4수준은 자동차 고급 정비사이며 자동차 정비검사 직무는 3수준은 자동차 정비검사 중급 정비사, 4수준은 자동차 정비검사 고급 정비사로 나타남

표 134. 산업현장 직무능력 수준

세 분 류 / 직 능 수 준	자동차튜닝
Ⅳ.특급(직무경험 16~21년)	책임연구원(부장)
Ⅲ.중급(직무경험 10~15년)	선임연구원(과장, 차장)
Ⅱ.증급(직무경험 5~9년)	(주임)연구원(기사, 계장)
Ⅰ.초급(직무경험 1~4년)	연구원(대리, 주임)

○ 체계적인 자동차 튜닝 관리체계 마련을 위해서는 산업분류상 혼재되어있는 튜닝업에 대한 코드를 신설하는 방안이 필요함

○ 이는 자동차관리법상 자동차튜닝을 정비가 아닌 기획, 설계, 제조, 유통등의 분야를 포함하고 있는 체계구축을 통하여 가능함

○ 이를 통하여 자동차산업 전반에 걸친 선순환 구조 정착으로 시장변화를 선도하는 효과를 가져올 것임

표 135. 자동차관리법 개정안(제안)

구분 / NO		자동차관리법		개정안(제안)
1	제 1조	제1조 (목적) 이 법은 자동차의 등록, 안전기준, 자기인증, 제작결함 시정, 점검, 정비, 검사 및 자동차관리사업 등에 관한 사항을 정하여 자동차를 효율적으로 관리하고 자동차의 성능 및 안전을 확보함으로써 공공의 복리를 증진함을 목적으로 한다.	⇒	제1조 (목적) 이 법은 자동차의 등록, 안전기준, 자기인증, 제작결함 시정, 점검, 정비, 검사, **튜닝** 및 자동차관리사업 등에 관한 사항을 정하여 자동차를 효율적으로 관리하고 자동차의 성능 및 안전을 확보함으로써 공공의 복리를 증진함을 목적으로 한다.
3	제 2조	6. "자동차관리사업"이란 자동차매매업·자동차정비업 및 자동차해체재활용업을 말한다.	⇒	6. "자동차관리사업"이란 자동차매매업·자동차정비업, 자동차해체재활용업 및 **튜닝**을 말한다.
		3. 제53조에 따라 등록한 자동차정비업자에게 자동차의 점검·정비 및 검사에 필요한 기술지도·교육과 고장진단기·정비매뉴얼 등 정비관련 장비 및 자료의 제공. 이 경우 기술지도·교육의 대상 및 방법, 정비 장비·자료의 종류 및 제공 방법 등 필요한	⇒	3. 제53조에 따라 등록한 자동차정비업자에게 자동차의 점검·정비 및 검사와 **튜닝**에 필요한 기술지도·교육과 고장진단기·정비매뉴얼 등 정비관련 장비 및 자료의 제공. 이 경우 기술지도·교육의 대상 및 방법, 정비 장비·자료의 종류 및 제

		사항은 국토교통부령으로 정한다.		공 방법 등 필요한 사항은 국토교통부령으로 정한다.
4	제64조	제64조 (점검・정비책임자의 선임 등) ① 자동차정비사업자는 자동차 점검・정비에 관한 사항을 담당할 점검・정비책임자(이하 "정비책임자"라 한다)를 선임하고 시장・군수・구청장에게 신고하여야 한다. 이를 해임한 경우에도 또한 같다.	⇒	제64조 (점검・정비책임자의 선임 등) ① 자동차정비사업자는 자동차 점검・정비・**튜닝**에 관한 사항을 담당할 점검・정비책임자(이하 "정비책임자"라 한다)를 선임하고 시장・군수・구청장에게 신고하여야 한다. 이를 해임한 경우에도 또한 같다.

③ 기술 인력

○ 현재 튜닝업에 종사하는 인력은 대부분 자동차정비기능사 이상의 자격증을 소지하고 있으며, 실무경험을 바탕으로 특수 전문분야에서는 정비업에서 종사하는 인력과 비교할 때 기술력이 더 우수하다고 할 수 있음

○ 튜닝 산업을 활성화하고 이 제도를 조기에 정착시키기 위하여, 또 다른 규제가 될 수 있는 새로운 자격증 제도를 도입하는 것보다는 현행 자격증 제도를 유지하면서 그 보완책으로 튜닝 교육을 실시하여 추가 자격증을 부여하는 방안이 현실적이라고 판단됨

○ 튜닝교육은 국토교통부가 지정하는 자동차튜닝부품인증기관에서 주관하는 것이 바람직하며, 튜닝 관련 제도 등 법규교육이 포함되어야 함

○ 제도 시행 후 필요에 따라 튜닝 전문인력 양성을 위한 시험제도를 도입하는 방안도 대안이 될 수 있음

○ 튜닝자동차는 기본적으로 자동차관리법의 안전기준 및 검사기준을 준수하여야 하며, 특히 엔진 튜닝 자동차는 교통안전공단에서 검사를 받아 배출가스 기준을 만족해야 함

○ 정부의 불법 튜닝 단속에 대비하여 튜닝적합증명서 또는 튜닝 이력내역서를 자동차에 보관 의무화 할 필요가 있음

○ 튜닝 서비스 공급자 측면에서도 교통안전공단이나 자동차튜닝부품인증기관에서 전산망을 구축하여 튜닝 업체가 튜닝을 하면 그 내역을 전산망에 입력하도록 제도화 한다면 전국적인 튜닝 관리 및 현황 파악에 크게 도움이 될 것으로 판단됨

(나) 자동차 튜닝 업종의 구축

① 해외 직무능력 구성 및 전문인력 육성 현황

㉮ 미국

○ 미국에서 튜닝 전문인력 육성은 크게 대학, 기술직업교육소, 협회 등의 자동차 정비 기술 교육훈련을 통해 이루어지는 것으로 파악되며 자동차 튜닝 인력만을 전문적으로 육성하는 단독 기관은 없으며 자동차 정비기술 교육훈련이 대부분을 차지함

○ 미국 자동차전문장비시장협회(Specialty Equipment Market Association, SEMA)는 6,383개의 튜닝 관련 제조업자, 유통업자, 소매업자, 출판사, 언론사, 자동차 딜러, 수리업자, 카레이싱 회사 등 다양한 회원을 보유하고 있는 단체로 자체 교육기관을 통해 전문인력 양성을 시행하고 있음

○ 전문인력 교육을 담당하고 있는 SEMA 에듀케이션 인스티튜트(SEMA Education Institute, SEI)는 제품 교육부터 이러닝 센터(e-Learning Center) 운영까지 다양한 방식의 교육훈련 프로그램을 도입하고 있음

○ 특히 SEMA는 자동차 애프터마켓 산업 생태계의 활성화 및 지속가능성을 보장하기 위해서는 테크니션, 엔지니어뿐만 아니라 마케팅, 판매, IT, 그래픽 디자인 등 관련 산업의 전문인력 육성이 매우 중요하다는 점을 강조하여 교육하고 있음

○ 이에 따라 차세대 전문인력 육성을 위해 회계, 행정, 광고, 디자인/그래픽, 엔지니어링, IT, 제조, 사진/언론, 자동차 경주용 선수/승무원, 판매/마케팅, 테크니션, 운송 전공 학생 중 향후 자동차 산업에 종사할 학생들을 대상으로 SEMA 메모리얼 장학금을 수여함

○ 교육 후속 지원방안으로는 대학이나 직업학교 졸업생들이 자동차 산업 분야에서 성공적인 첫 발을 내디딜 수 있도록 SEMA 회원사들이 이들에게 대출을 제공하는 SEMA 론 포기브니스 프로그램(SEMA Loan Forgiveness Program)을 운영하고 있음

○ 또한 미국 자동차정비협회(Car Care Association)는 전국 50만개 독립 제조업자, 유통업자, 부품판매업자, 정비업자 등이 참여하고 있는 사업자 단체로 노쓰우드대학교(Northwood University) 내 애프터마켓대학교(University of the aftermarket)라는 교육기관과 제휴해 전문인력을 양성하고 있음

○ 애프터마켓대학교에서는 자동차애프터마켓전문과정(Automotive Aftermarket Professional, AAP)과 마스터자동차애프터마켓전문과정(Master Automotive Aftermarket Professional,MAAP)을 운영하며 교육과정 참여자는 AAP는 3년 이상, MAAP는 7년 이상의 자동차애프터마켓 종사경력이 필요함

○ 또한 Occupational Skill Standards를 운영하고 있으며, 이중 Automotive Technician Cluster가 자동차와 관련되어 있으나 서비스에 한정되어 있음

○ 미국의 경우 자동차 튜닝 전문인력양성을 위한 직무만 여러 분야로 나누어 설명하고 있을 뿐 세부적인 교육 방안에 대해서는 구체화되지 못하는 한계를 가지고 있음

표 136. 미국 직무능력 구성현황

중 분 류	소분류	세분류 (직무)	능력단위
자동차 제조	자동차 관리	서비스	엔진 수리
			자동 트랜스미션
			수동 트랜스미션
			현가 및 조향장치
			브레이크
			전기전자장치
			냉난방장치
			엔진성능

※ ERIC(Eric.ed.gov)

㉯ 독일

○ 독일의 경우에는 초등교육 후 중등교육부터 직업 훈련이 가능하고 국립 직업학교와 기업이 공동으로 훈련을 담당하는 이원화 체계로 이루어져 있으며 직업학교에서는 일반 이론, 기업에서는 현장 실습을 병행하고 있음

○ 하지만 미국의 경우와 마찬가지로 직업교육 시스템 내에서 튜닝 전문교육은 실시되고 있지 않으며 자동차 관련 직업교육을 통해 육성하고 있음

○ 예를 들어, 독일의 버스·트럭 제조사인 만(MAN)은 총 22개의 직업교육훈련 프로그램을 통해 연 130여 명의 인재를 양성하고 있음

표 137. 독일 만(MAN)의 산업직 직업교육과정 현황(2013년 2월 말)

산업직	1년차	2년차	3년차	4년차	합계
창고/물류 전문인력	15	12	9	–	36
차량 도색/도장공	6	6	2	–	14
금속기계공	10	12	12	–	34
금속기계공 (직업대학 병행)	6	5	–	–	11
산업기계공	11	11	10	–	32
차체/차량설비기계공	6	5	5	–	16
자동차기계공	10	11	9	–	30
자동차기계공 (직업대학 병행)	5	2	1	2	10
전자기계공	11	11	5	–	27
금속가공직	4	4	–	–	8
부품가공직	4	4	–	–	10
절단기술직	10	10	10	–	31
합계	83	93	63	2	259

표 138. 독일 만(MAN)의 영업직 직업교육과정 현황(2013년 2월 말)

영업직	1년차	2년차	3년차	4년차	합계
사무영업직	5	–	–	–	5
전산업무직	4	2	3	–	9
산업영업직	8	12	7	–	27
합계	17	14	10	–	41

※ 자료 : KOTRA, 독일 직업교육 훈련제도 현황, 2013. 3에서 재구성

표 139. 독일 만(MAN)의 직업대학 병행과정 현황(2013년 2월 말)

산업직	1년차	2년차	3년차	4년차	합계
경영직/산업	5	1	6	4	16
경영직/운송, 물류	1	–	4	1	6
자동차기술/전자기계공	1	–	2	1	4
기계설비/생산기술직	2	–	1	–	3
경영정보기술직	–	1	–	–	1
경영설계직/프로젝트경영	6	4	3	1	14
경영설계직/기술분배	3	3	3	3	12
합계	18	9	19	10	56

※ 자료 : KOTRA, 독일 직업교육 훈련제도 현황, 2013. 3에서 재구성

○ 또한 독일 정부는 1970년대부터 수공업 중심의 마이스터 제도를 산업 마이스터 자격 제도로 확대 운영해 기업들이 전문 기술인력을 확보할 수 있도록 지원하고 있음

○ 기술인력 육성을 위하여 ‘레어링(Lehrling, 견습생)→게젤레(Geselle, 전문가)→마이스터(Meister, 장인)로 이어지는 ‘마이스터’ 제도 운용을 통해 기술인력 육성 각 단계에서 이론과 실습을 병행하도록 유도 하여 자동차 산업의 기술 경쟁력을 확보하고 있음

㉯ 영국

○ 영국의 경우 NOS(National Occupational Standards)가 있으나 기능사에 대한 교육이고, 자동차의 경우, 도제, 견습생이 있으나 실제 훈련은 훈련 기관에서 시행함

○ 교육체계는 일반중등교육자격, 일반 직업자격, 직업학교 수료, 학사심화과정, 석사과정, 박사과정이 있으며 능력단위별 요소는 아래 표 140과 같음

표 140. 영국 직무능력 구성현황

중분류	소분류	능력단위	능력단위 요소
자동차 제조	자동차 관리	자동차차체수리기능사	자동차 차체수리
		자동차용접기능사	용접
		자동차도장기능사	자동차 도장 작업
		자동차메이크업기능사	색상 조정 및 마무리 작업
		자동차마무리기능사	도장 미흡 부분 마무리
		자동차해체기능사	기계부품, 전장 및 트림 해체
		자동차전자기능사	전장부품 수리 및 교체
		자동차차체조립기능사	자동차 차체조립
		캠핑카유지보수수리기능사	캠핑카 유지 보수
		전기&하이브리드카기능사	전기차 및 하이브리드차 유지 보수
		리프트트럭유지보수기능사	리프트 트럭 유지 보수
		소형차유지보수기능사	소형차 유지 보수
		대형차유지보수기능사	대형차 유지 보수
		대형트레일러유지보수기능사	대형 트레일러 유지 보수
		오토바이유지보수기능사	오토바이 유지 보수

※ 자료: The Institute of the Motor Industry(http://theimi.org.uk),
※ 자료: UK commission for employment and skills(http://www.ukses.org.uk)

㉮ 일본

표 141. 일본 직무능력 구성현황

중 분 류	소분류	능력단위
자동차 제조	자동차 관리	1급 대형자동차정비사
		1급 소형자동차정비사
		1급 이륜자동차정비사
		2급 가솔린자동차정비사
		2급 디젤자동차정비사
		2급 자동차섀시정비사
		2급 이륜자동차정비사
		3급 자동차섀시정비사
		3급 자동차가솔린엔진정비사
		3급 자동차디젤엔진정비사
		3급 이륜자동차정비사
		자동차타이어정비사
		자동차전기장치정비사
		자동차차체정비사

※ 자료: 국토교통성(www.milt.go.jp)

○ 일본의 경우, 한국의 NCS(직무능력표준)에 해당하는 '직업능력평가기준(www.javada.or.jp)이 자동차 제조(조립)에 한해 있으며 직무능력 평가기준이 레벨1, 레벨2, 레벨3, 레벨4로 나누어져 있음

○ 자동차 관련 자격증 제도는 국토교통성에서 시행하고 있음 튜닝 엔지니어가 되기 위한 특별한 자격증이나 자격시험은 없으며, 자동차 관련 대학이나 전문학교에서 기술을 익힌 후 자동차 제조사, 자동차 정비 공장, 튜닝전문 공장에 취업함

○ 자동차 정비사 자격증을 취득한 경우에는 튜닝 엔지니어로 성장하는데 유리함 이와 관련하여 자격증은 자동차정비사, 1급 대형 자동차정비사, 1급 소형 자동차정비사, 자동차 차체 정비사, 3급 자동차 섀시 정비사, 2급 자동차 샤시 정비사, 3급 자동차 가솔린엔진 정비사, 2급 가솔린 자동차 정비사, 자동차 타이어 정비사, 자동차 전기장치 정비사 등이 있음

○ 교육기관으로는 자동차대학교가 있으며 주로 자동차 정비 관련 학과를 보유한 전문학교가 학교명으로 이용하고 있음 국토교통성이 2005년부터 1급 자동차 정비사 양성과정(4년제, 단 2급 정비사 소유자에 대해서는 2년) 설치를 지정하면서 많은 자동차 정비 전문학교가 교명을 자동차대학교로 변경하였음

○ 자동차대학교 중 완성차 제조사가 운영하는 곳도 있는데, 도요타가 운영하는 도요타 도쿄 자동차대학교, 혼다가 운영하는 혼다 인터내셔널 테크니컬 컬리지 등이 이에 포함됨 그리고 오사카 소재 일본 모터스포츠(日本モータースポーツ) 전문학교에는 2년제의 커스터마이즈 자동차공학과 튜닝 코스가 개설되어 자동차 튜닝에 관한 기술·지식의 습득이 가능하며, 이와 함께 커스터마이즈 자동차공학과 커스텀 코스, 모터사이클학과 커스텀 및 튜닝 코스를 개설하였음 또한 도쿄공과 자동차대학교에서도 2년제 엔진 메인터넌스과에서 다양한 엔진 유지·보수 기술과 함께 튜닝 기술도 교육하고 있음

표 142. 일본 자동차대학교의 교육 내용 사례

교육기관명	교육내용
도쿄공과(東京工科) 자동차대학교	o 엔진 메인터넌스과 : 2년 – 엔진으로 특화한 커리큘럼을 갖고 엔진에 강한 메커닉(mechanic) 육성. 다양한 엔진의 메인터넌스 기술, 튜닝 기술, 전자제어에 관련된 ROM조정까지 배워 엔진관련 스페셜리스트 양성 o 자동차 정비과 : 2년 o 1급 자동차 정비과 : 4년 o 자동차 정비과 카 컨시어지(Car Concierge) 코스 : 2년
도요타 도쿄 자동차대학교	o 도요타 직영 전문학교로 90% 이상이 도요타 계열 기업에 취업 o 1급 자동차과 : 4년 o 자동차 정비과 : 2년 o 1급 전문과(2급정비사 취득자 대상) : 2년 o 스마트 모빌리티과(2급 정비사 취득자 대상) : 2년

	o 바디 크래프트(body craft)과(2급 정비사 취득자 대상) : 1년 o 1년간 판금·도장기술 및 커스터마이즈를 보다 심도깊게 학습하고 하이테크, 영업공장관리
일본 모터스포츠 전문학교	o 모터스포츠 자동차공학과(레이싱 코스) : 2년제 - 레이싱카 세팅 기술과 레싱 테크닉을 습득해서 레이싱 드라이버를 육성하는 코스 o 모터스포츠 자동차공학과(메커닉 코스) : 2년제 - 레이싱카 튜닝과 정비하는 레이싱 메카닉을 육성하는 코스 o 커스터마이즈 자동차공학과 튜닝 코스 : 2년제 - 자동차 튜닝에 관한 고도기술과 지식을 습득할 수 있는 코스 - 튜닝의 기본이 되는 엔진구조와 바퀴 등의 장착부에 대한 이해부터 전자제어기기의 원리 등 - 고도의 지식까지 습득. 주행실습을 통해 직접 튜닝한 자동차를 운행할 수 있도록 함 o 커스터마이즈 자동차공학과 커스텀 코스 : 2년제 o 모터사이클학과 커스텀 코스 : 2년제 o 모터사이클학과 튜닝코스 : 2년제 o 2급 정비사학과 : 2년제
혼다 인터내셔널 테크니컬 컬리지	o 자동차 회사계열 자동차 정비학교로 직영학교 o 1급 자동차 정비연구과 : 4년 o 국제 자동차정비과 : 3년 o 자동차 정비과 : 2년 o 자동차개발 엔지니어과 : 2년
닛산 아이치(愛知) 자동차 대학교	o 1급 자동차공학과 : 4년 o 자동차 정비과 : 2년 o 차체정비 전공과 : 1년

※ 자료 : 각 교육기관 홈페이지

② 자동차 부품 튜닝 토론회 및 설문조사

㉮ 토론회 및 설문조사의 배경 및 목적

○ 튜닝 업체 관리 및 인력양성방안 수립을 위하여 튜닝업을 직접 영위하는 CEO 혹은 종사자를 대상으로 튜닝 업종의 분류 및 자격기준, 전문 인력의 자격기준 및 양성방안 등을 파악하고자 함. 따라서 관련된 튜닝업종의 구축과 인력양성 방안에 관한 내용 및 설문조사를 실시한 자동차튜닝 NCS 내용을 인용함

표 143. 토론회 및 설문조사 현황

NO	구분	일시	참석자	사진
1	1차회의	09월 19일	현장전문가 교육훈련전문가 자격전문가 퍼실리데이터 심의위원 개발진 등 총 25명	
2	2차회의	10월 03일		
3	3차회의	10월 09일		
4	중간보고회의	10월 31일		
5	1차검토회의	11월 04일		
6	4차회의	11월 07일		
7	5차회의	11월 14일		
8	2차검토회의	11월 17일		
9	최종보고회의	11월 21일		
10	3차검토회의	11월 26일		

○ 설문을 통하여 현재 튜닝업 종사자의 생생한 현장의 의견을 수렴하고, 현실에 맞는 업종 관리 및 자격제도 수립을 위한 자료로 활용하고자 함

㉯ 튜닝업체 대상 설문조사 시행 결과

○ 튜닝사업의 특성을 반영하고자 튜닝산업의 대표성을 유지하는 50개의 사업체를 선정하여 설문조사 진행하였음

○ 설문목적은 튜닝전문인력양성을 위한 개발내용이 교육 및 작업현장에서 적합한지에 대한 여부를 파악하기 위한 것이었음

표 144. 튜닝업체 대상 설문조사 항목

구분	설문내용
직무 및 능력단위	직무정의 도출
	능력단위 구성
	능력단위 정의
	능력단위 크기
능력단위 요소	능력단위요소 도출
	적절수준 설정
	수행준거
	필요지식 제시
	필요기술 제시
	필요태도 제시
적용범위 및 작업상황	고려사항 제시
	관련서류 제시
	장비 및 도구 제시
평가지침	평가방법 제시
	평가기준 제시
작업기초능력	직업기초능력 제시
관련자격 개선의견	활용지식 제시
	자격 개선의견
	훈련/교육 개선의견
평생경력개발경로	직책설정
	경력이동 제시
직무기술서	직무기술서 적절히 제시

표 145. 튜닝업체대상 설문결과

구 분	세 부 내 용	업체수	평 균 점 수	평 가 결 과
1. 직무 및 능력단위	1.1 직무정의	50	4.32	적절함
	1.2 능력단위 구성	50	4.12	적절함
	1.3 능력단위 정의	50	4.1	적절함
	1.4 능력단위 크기	50	4.18	적절함
2. 능력단위요소	2.1 능력단위요소	50	4.22	적절함
	2.2 수준	50	4.32	적절함
	2.3 수행준거	50	4.04	적절함
	2.4 지식	50	4.04	적절함
	2.5 기술	50	4.06	적절함
	2.6 태도	50	4.38	적절함
3. 적용범위 및 작업상황	3.1 고려사항	50	4.34	적절함
	3.2 자료 · 관련서류	50	4.46	적절함
	3.3 장비 · 도구	50	4.34	적절함
4. 평가지침	4.1 평가방법	50	4.3	적절함
	4.2 평가기준	50	4.14	적절함
5. 직업기초능력	5.1 직업기초능력 제시	50	4.38	적절함
6. 관련자격 개선 의견	6.1 자격제시	50	4.12	적절함
	6.2 자격 개선 의견	50	4.22	적절함
	6.3 훈련/교육 개선의견	50	4.2	적절함
7. 평생경력개발경로	7.1 직책 설정	50	4.26	적절함
	7.2 경력이동	50	4.24	적절함
8. 직무기술서	8.1 필요사항	50	4.14	적절함

나. 자동차튜닝업종 관리체계 방안

(1) 장착위주의 튜닝업종 관리체계방안

○ 현재의 3급 부분정비업의 면적 기준은 부대시설 면적을 포함하여 50㎡ 이상이지만, 실제로 엔진성능 튜닝이나 주행성능 튜닝을 위한 면적으로서는 너무 적고 일본의 경우도 분해정비 업체의 등록 요건은 180.5 ㎡ 이상이므로 이에 준하는 수준으로 상향 조정이 필요할 것으로 판단됨

○ 튜닝산업의 활성화를 위해서 튜닝업의 현실을 고려하여 다음과 같이 튜닝 업종의 분류 및 작업범위, 튜닝업의 시설기준, 인력기준에 대한 방안을 제시하고자 함

(가) 튜닝 업종의 분류 및 작업범위

○ 현재 튜닝업을 영위하는 업종을 명확히 구분하고 정부차원에서 튜닝업종을 효율적으로 관리하기 위하여 튜닝업종을 다음과 같이 정의함

- 엔진성능 향상 튜닝(power-up tuning)업
  출력 또는 연비를 향상시키기 위하여 엔진의 부품, 흡배기다기관, 터보과급기, 연료

장치, 촉매장치 등의 제작·개조·교체 및 이를 위한 용접 등의 작업과 엔진 분해조립 및 튜닝부품의 탈부착 작업, 엔진전자장치(ECU)의 조정작업(ECU 맵핑)
단, 이들 부품을 동일한 다른 부품으로 교체하는 작업은 불포함

- 주행성능 향상 튜닝(performance-up tuning)업
휠, 서스펜션, 브레이크 등의 제작·개조·교체 등의 작업

- 외관 및 편의장치 튜닝(dress-up tuning)업
스포일러 부착, 등화장치 개조, 실내 장식 등의 작업

① 시설기준

○ 엔진성능 향상 튜닝업
- 차대동력계
- 공연비 측정장비
- 배출가스 측정장비
- ECU 조정장비

※ 자동차 3급 정비업체 등록된 자

※ 상기 장비를 보유한 튜닝업체와 시설사용계약을 체결한 경우 시설을 보유한 것으로 간주

○ 주행성능 향상 튜닝업
- 핏트 또는 리프트
- 회전반경측정기
- 휠밸런스
- 토인측정기
- 캠버캐스터측정기

※ 자동차 3급 정비업체 등록된 자

○ 외관 및 편의장치 튜닝업
- 자동차의 안전과 무관한 외관 및 편의장치의 튜닝은 별도 시설기준 없음

② 면적기준

○ 엔진성능 향상 튜닝업 : 부대시설 면적을 포함하여 150㎡ 이상

○ 주행성능 향상 튜닝업 : 부대시설 면적을 포함하여 150㎡ 이상

○ 외관 및 편의장치 튜닝업 : 부대시설 면적을 포함하여 50㎡ 이상

③ 인력기준

○ 현행 튜닝업 종사자의 등록 허가기준: 자동차정비기능사 이상 자격증 소지자로 관련 경력 3년 이상인 자로서 자동차튜닝부품인증기관의 교육을 이수한 자

○ 향후 신규 인력 허가기준(2016년 1월 1일부터):자동차정비기능사 이상 자격증을 소지하고 자동차튜닝부품인증기관이 주관하는 필기시험에 합격한 자로서 동기관의 교육을 이수한 자

(2) 기술인력 관리체계방안

○ 기술 인력의 경우 현재 튜닝업에 종사하는 인력은 대부분 자동차정비기능사 이상의 자격증을 소지하고 있으며, 이러한 인력은 자동차의 성능 향상 등을 위하여 실무경험 등을 바탕으로 한 기술을 접목시킬 수 있으므로 특수분야에서는 정비업에서 종사하는 인력과 비교할 때 기술력에서 더 우수하다고 할 수 있음

○ 튜닝 산업을 활성화하고 이 제도를 조기에 정착시키기 위하여, 새로운 자격증 제도를 도입하는 것보다는 현행 자격증 제도를 유지하면서 그 보완책으로 튜닝 교육을 실시하여 추가 자격증을 부여하는 방안이 현실적이라고 판단됨

○ 튜닝교육은 국토교통부가 지정하는 자동차튜닝부품인증기관에서 주관하는 것이 바람 직하며, 튜닝 관련 제도 등 법규교육이 포함되어야 함

○ 제도 시행 후 필요에 따라 튜닝 전문인력 양성을 위한 시험제도 등 추가적적인 제도를 도입하는 방안도 대안이 될 수 있음

○ 튜닝자동차는 기본적으로 자동차관리법의 안전기준 및 검사기준을 준수하여야 하며, 특히 엔진 튜닝 자동차는 교통안전공단에서 검사를 받아 배출가스 기준을 만족해야 함

○ 정부의 불법 튜닝 단속에 대비하여 튜닝적합증명서 또는 튜닝 이력내역서를 자동차에 보관 의무화 할 필요가 있음

○ 튜닝 서비스 공급자 측면에서도 교통안전공단이나 자동차튜닝부품인증기관에서 전산망을 구축하여 튜닝 업체가 튜닝을 하면 해당 튜닝 자동차와 튜닝 내용 등의 입력을 의무화한다면 전국적인 튜닝 관리 및 현황 파악에 크게 도움이 될 것으로 판단됨

다. 튜닝 전문인력 양성방안

(1) 자동차 튜닝 전문 인력 추진배경 및 필요성

(가) 추진배경

○ 튜닝된 자동차는 획일하게 설계 제작되는 양산차에 비하여 사용자의 다양한 요구를 반영하여 제작하는 자동차로 소득수준이 향상됨에 따라 그 요구가 점차 늘어나고 있는 것이 현실임 따라서 일부의 자동차 양산 회사에서는 고객의 요구를 반영하여 생산에서부터 차별화된 자동차를 제작 판매하고 있으며, 점차 증가할 것으로 사료 됨

○ 튜닝 자동차는 개인의 사용 목적, 용도 등에 따라 양산된 자동차의 디자인 변경, 엔진출력 증대, 주행·제동장치 등의 성능 및 편의성을 향상시킴으로서 한 단계 업그레이드된 자동차로 제작되고 있으며 이를 반영하여 자동차 양산회사에서는 동일 자동차 생산 모델이라도 특별한 자동차를 원하는 고객의 요구에 맞추어 성능을 높인 자동차를 생산하고 있음

○ 특별한 자동차에 대한 수요 증가에 따라 점차 일반 양산자동차에 영향을 미치게 되어, 생산회사의 브랜드 가치를 높이는데 기여됨. 그 예로써 캠핑카, 푸드카 등 생활밀착형 및 특수용도 자동차 빌드업 튜닝이 활발히 진행되고 있음

(나) 필요성

○ 자동차 튜닝은 대량 생산된 자동차를 소비자 취향에 맞게 디자인 변경 및 다양한 성능을 향상시키기 위한 또 하나의 제작방식으로 볼 수 있으며, 자동차의 튜닝분야가 광범위하기 때문에 소규모 제작자 창업과 일자리창출 효과가 클 것으로 사료 됨

○ 튜닝기술은 단순 부품 교환이 아닌 성능이 개선된 부품 또는 장치를 장착하기 위해 자동차에 미치는 영향을 공학적인 관점에서 고려하여 자동차를 안전하게 튜닝 할 수 있는 고도의 기술이 필요함

○ 따라서 튜닝의 종류별(엔진, 섀시, 빌드업 튜닝)로 전문적인 기술 및 관련 법령 등에 대한 종합적인 전문가 필요함

○ 자동차 튜닝은 기존 자동차 대학 과정과 차별화된 기능과 설계를 갖춘 능력이 필요하고, 튜닝자동차 관련 기준, 설계(부품설계 및 개발 포함), 제작, 유통, 검사, 교육, 모터스포츠에 활용할 수 있는 별도의 전문고급기술의 인재를 양성할 수 있는 4년제 자동차튜닝대학을 통한인력 양성이 필요함

○ 또한 엔진출력 향상에 따른 제동성능 향상, 서스펜션 적합 기술, 조향 및 변속 시스템 적용 기술, 타이어 적용 기술 등 종합적으로 튜닝에 따른 시스템의 변경 기술을 적용할 수 있는 기술인력 필요함

○ 더불어 복합적 튜닝시스템 검사기술을 통하여 시스템의 변경에 따른 안전도 확인 검사 기술 인력이 필요함

○ 자동차의 튜닝은 각 분야별 소규모 벤쳐산업과 같아 취업, 창업을 유도하는데 도움이 되어 일자리 창출이 쉽게 이루어질 수 있으며, 전문인력의 소요와 더불어 기능인력도 필요 함

(2) 자동차튜닝 관련 자격증의 종류

○ 자동차튜닝관련 유관 국가기술자격은 차량기술사, 자동차정비기사, 자동차정비산업기사, 그린전동자동차기사, 자동차정비기능장, 자동차정비기능사, 자동차차체수리기능사, 자동차보수도장기능사가 있으며, 그 외 유관 자격증으로 일반기계기사, 기계설계기사, 메카트로닉스기사, 기계가공조립산업기사, 기계정비산업기사가 있음

표 146. 국가자격별 취득자수 현황

등 급	종 목	취 득 자 수(명)			
		누 계	'11	'12	'13
기술사	차량기술사	15	4	6	5
기사	자동차정비기사	230	108	72	50
	일반기계기사	1,756	625	517	614
	기계설계기사	23	4	4	15

	메카트로닉스기사	4	1	0	3
산업기사	자동차정비산업기사	1,926	719	610	597
	기계가공조립산업기사	1,332	566	399	367
	기계정비산업기사	3,392	1,034	976	1,382
기능장	자동차정비기능장	691	283	171	237
기능사	자동차정비기능사	21,638	6,693	7,030	7,915
	자동차차체수리기능사	1,441	410	473	558
	자동차보수도장기능사	2,700	875	926	899

(3) 자동차정비 관련 자격증 시험

○ 현재 자동차정비 관련 자격증 시행 체제인 ‘자동차정비기능사’ → ‘자동차정비산업기사’ → ‘자동차정비기사’의 자격증 시험형태와 시험과목은 다음 표 147과 같음

표 147. 자동차정비 자격증 현황

	자동차정비기능사	자동차정비산업기사	자동차정비기사
합격률 (2001~2012)	(필기)29.4%, (실기)57.5%	(필기)24.4%, (실기)34.5%	(필기)26.9%, (실기)31.1%
필기시험 과목	자동차기관, 자동차새시, 자동차전기 및 안전관리 (60문항, 60분)	일반기계공학, 자동차기관, 자동차새시, 자동차전기(2시간)	일반기계공학, 기계열역학, 자동차기관, 자동차새시, 자동차전기 (2시간 30분)
실기시험 과목	자동차정비 작업 (작업형, 60분)	자동차정비 작업 (작업형 6시간 정도)	필답형(1시간 30분) & 작업형(6시간 정도)

○ 지난 35년간 배출된 자동차정비 자격증 소지자 관련 통계는 다음 표 148과 같음

표 148. 자동차정비 자격증 소지자 통계

연도	자동차정비기능사		자동차정비산업기사		자동차정비기사	
	최종 합격자	합격률(%)	최종 합격자	합격률(%)	최종 합격자	합격률(%)
2012	7,030	68.20%	610	35.10%	72	22.60%
2011	6,693	70.20%	719	40.80%	108	33.90%
2010	7,511	66.40%	662	38.20%	140	33.10%

2009	7,659	63.10%	857	37.40%	160	37.90%
2008	7,673	66.20%	1,128	37.50%	200	33.80%
2007	8,894	64.30%	1,468	37.50%	235	33.70%
2006	8,677	65.80%	1,196	37.30%	238	34.30%
2005	8,594	63.20%	835	37.20%	154	30%
2004	9,694	65%	942	42.40%	190	37%
2003	9,101	72.20%	888	41.40%	210	34.80%
2002	8,823	71.90%	1,385	38%	471	40.20%
2001	11,220	71.10%	1,485	42.10%	447	38.40%
2000년 이전	150,033 (1978~2000년)	52.40%	18,346 (1977~2000년)	32.20%	3,084 (1978~2000년)	28.20%
합계(평균)	**251,602**	57.50%	**30,521**	34.50%	**5,709**	31.1%

○ 공학적 지식을 갖춘 자동차정비기사의 누적 합격자가 5,709명으로 종합정비업과 소형정비업의 합계인 5,467개 업체를 약간 상회하고 있음

표 149. 업체별 자동차정비 자격증 합격자 통계

자동차정비 업체 수			자동차정비산업기사		자동차정비기사	
규모별 업체 수		총 업체 수	자격증 취득자 누적 인원 (~2012)	정비업체 당 평균 인원	자격증 취득자 누적 인원 (~2012)	정비업체 당 평균 인원
종합 정비업	3,565	35,221	30,521명	**0.87명/업체**	5,709명	**0.16명/업체**
소형 정비업	1,802					
부분 정비업	29,662					
원동기 정비업	192					

(4) 튜닝숍의 자동차정비 전문 인력 현황 조사 요약(2013년 설문조사)

○ 실제 튜닝을 시행하고 있는 정비업체 종사자가 보유하고 있는 자격증에 대한 설문에서 자동차정비기능사가 71.3%로 가장 많은 것으로 나타났으며 자동차정비기사(16.1%), 자동차정비산업기사(6.9%) 등의 순으로 조사됨

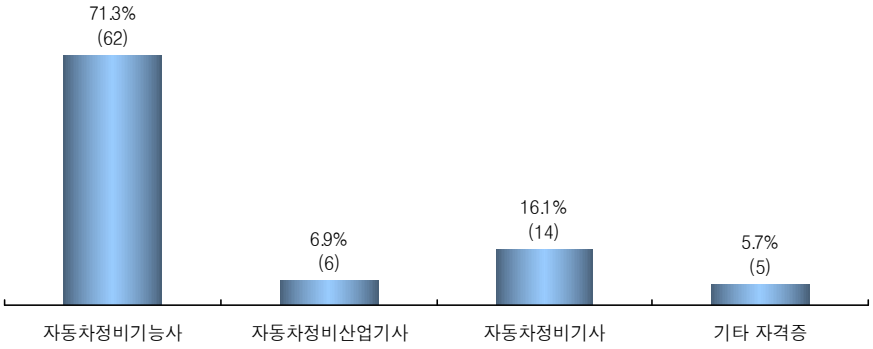


그림 357. 설문조사에 참여한 튜닝숍의 보유 자격증(단위: %, 기업 수)

○ 대학(2년제 대학 포함) 수준의 이론적 교육을 받고 실무능력을 겸비한 전문 정비인력(자동차정비산업기사 이상의 자격증 취득자)의 비율(23%)이 상대적으로 매우 낮음

○ 반면 자동차의 기계적인 결함이나 사고 등의 원인을 찾아내어 정비를 주로 하는 자동차정비기능사가 절대적인 비율(71.3%)을 차지하고 있음

○ 자동차정비기능사의 역할이 고장부위를 진단하고 알맞은 부품으로 교체하거나 수리하는 직무를 수행하는 것이 주된 업무임을 감안한다면, 자동차의 안전에 직접적인 영향을 미칠 수 있는 구조 변경을 주로 시행하는 튜닝 업무에 적합한 것인지에 대한 검토가 필요함 → 자동차 튜닝 인력에 대한 법규 도입 시, 기존의 튜닝 숍 인력을 흡수하기 위한 전문교육과정 이수가 고려되어야 함

○ 튜닝 숍이 소재한 지역별로 분석하면, 수도권의 튜닝 전문 인력이 상대적으로 더 고난도의 자격증을 보유하고 있는 것으로 나타남

○ 수도권 다음으로 대경권의 튜닝 전문 인력이 상대적으로 고난도 자격증을 보유하고 있는 것으로 나타났으며, 다른 권역(동남권, 충청권, 전라권)의 튜닝 인력은 대부분 ‘자동차정비기능사’ 자격증을 기반으로 튜닝 숍을 운영하고 있는 것으로 조사되었음

표 150. 설문조사에 참여한 튜닝숍의 지역별 보유 자격증 분포 (단위 : %, 기업 수)

구 분			현재 보유하고 있는 자격증							
			자동차 정비기능사		자동차정비 산업기사		자동차 정비기사		기타 자격증	
전 체		87	62	71.3%	6	6.9%	14	16.1%	5	5.7%
지역	수도권	31	16	51.6%	4	12.9%	7	22.6%	4	12.9%
	대경권	33	25	75.8%	2	6.1%	6	18.2%		
	동남권	7	7	100.0%						
	충청권	9	7	77.8%			1	11.1%	1	11.1%
	전라권	7	7	100.0%						

○ 반면 튜닝 숍에서 근무하는 엔지니어들의 기술 수준에 대한 설문 응답을 분석해 보면, 튜닝 숍 엔지니어가 보유하고 있는 자격증 수준과 차이가 있음을 파악할 수 있음

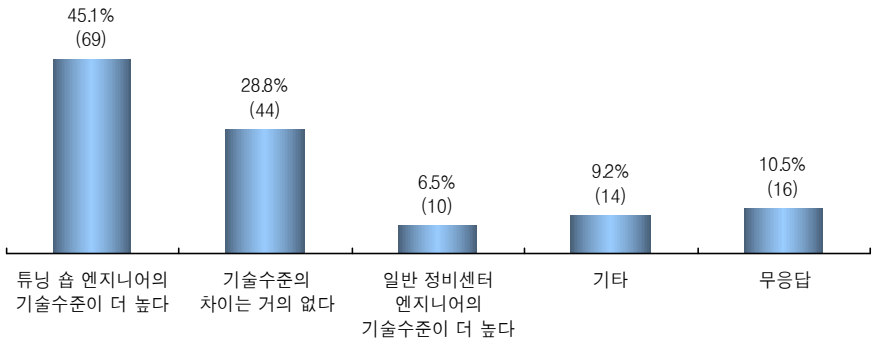


그림 358. 튜닝 숍 엔지니어 기술의 수준 (단위 : %, 기업 수)

○ 튜닝 숍 엔지니어들의 기술 수준을 평가하기 어려운 현재의 상황에서 객관적으로 증명할 수 있는 자격증을 기준바탕으로 분석하면, 보유하고 있는 관련 자격증의 수준에 비해 자신들의 기술수준을 과대평가하는 경향이 있는 것으로 판단됨

○ 튜닝숍의 규모별로 분석하면, 종사자 규모나 면적 측면에서 모두 튜닝숍의 규모가 커질수록 보유하고 있는 자격증의 수준이 높은 것으로 조사됨

○ 종사자 규모로 보면 5명 이상 근무하는 튜닝 숍에서는 '자동차정비기사' 자격증을 보유한 엔지니어의 비율이 50%로 공학적 지식을 바탕으로 구조변경 업무를 수행할 수 있을 것으로 예상됨

○ 반면, 종사자 규모가 4명 이하의 작은 튜닝 숍에서는 '자동차정비기사' 자격증을 보유한 엔지니어의 비율이 10% 수준이고, 대부분 '자동차정비기능사' 자격증을 기반으로 튜닝 숍을 운영하고 있음. 따라서 공학적 지식을 기반으로 한 구조변경 또는 ECU 매핑 조정 업무를 수행할만한 능력이 상대적으로 낮을 것으로 예상됨

○ 면적 규모로 보면 200m^2 이상의 튜닝 숍은 '자동차정비기사' 자격증을 보유한 엔지니어의 비율이 20% 수준으로 소규모 면적의 튜닝 숍에 비해 상대적으로 고급 자격증을 보유하고 있음

○ 반면, 면적 규모가 200m^2 이하의 소규모 튜닝 숍은 '자동차정비기사' 자격증을 보유한 엔지니어의 비율이 상대적으로 낮고, 특히 100m^2 이하의 튜닝숍의 경우 '자동차정비기사' 자격증 보유 비율이 10% 미만으로 떨어짐 → 작은 규모의 튜닝 숍에서 공학적 지식이 필요한 고도의 구조변경 또는 ECU 매핑 조정 업무를 수행하기 위해서는 해당 정비 인력에 대한 조금 더 상세한 교육이 필요할 것으로 판단됨

표 151. 설문조사에 참여한 튜닝숍의 규모별 보유 자격증 분포 (단위 : %, 기업 수)

구 분			현재 보유하고 있는 자격증							
			자동차 정비기능사		자동차정비 산업기사		자동차 정비기사		기타 자격증	
전 체		87	62	71.3%	6	6.9%	14	16.1%	5	5.7%
종사자 규모	1~2명	49	36	73.5%	3	6.1%	6	12.2%	4	8.2%
	3~4명	27	20	74.1%	3	11.1%	3	11.1%	1	3.7%
	5명 이상	10	5	50.0%			5	50.0%		
	무응답	1	1	100.0%						
면적 규모 (㎡)	50m² 미만	1					1	100.0%		
	50-100㎡ 미만	24	17	70.8%	2	8.3%	2	8.3%	3	12.5%
	100-200㎡ 미만	26	19	73.1%	2	7.7%	4	15.4%	1	3.8%
	200-400㎡ 미만	25	18	72.0%	1	4.0%	5	20.0%	1	4.0%
	400㎡ 이상	10	7	70.0%	1	10.0%	2	20.0%		
	무응답	1	1	100.0%						

○ 튜닝업무를 수행하고 있는 경력에 대해 설문을 진행한 결과, 5~10년 미만이 16.3%로 가장 높은 것으로 나타났고, 다음으로는 10~15년 미만(13.1%), 15~20년 미만(11.1%), 3~5년 미만(10.5%), 1~3년 미만(9.8%), 1년 미만(5.2%), 20년 이상(3.9%)등의 순으로 조사됨

○ 해당 분야의 전문성을 갖추기 시작하는 5년 이상 경력의 엔지니어 비율이 44.4%이고, 전문성을 쌓고 있는 5년 미만의 엔지니어 비율이 25.5%임. → 전문성을 갖춘 5년 이상 경력의 엔지니어 비율이 상대적으로 높아서 튜닝 문화의 확산을 위한 기반은 갖춘 것으로 분석됨

○ 하지만 무응답의 비율이 30.1%로 매우 높아서 5년 미만의 비율이 상대적으로 증가할 수도 있을 것으로 예상됨

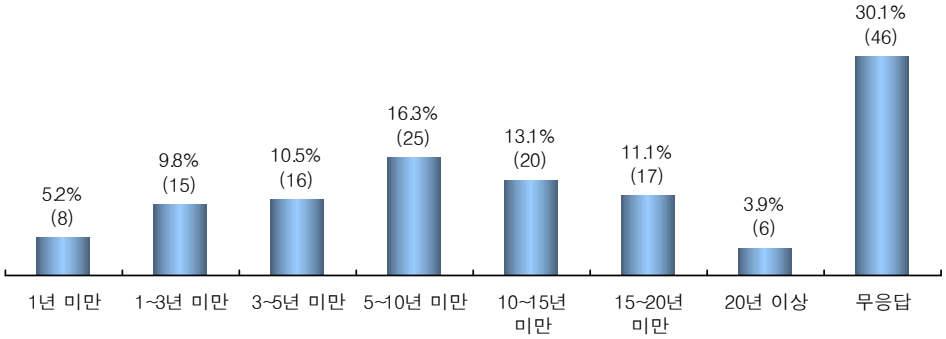


그림 359. 자동차정비 관련 자격증 취득 후 튜닝업무 경력 (단위 : %, 기업 수)

○ 지역별로 엔지니어의 경력 보유 현황을 분석하면, 자동차정비 관련 자격증 취득 후 5년 이상 경력을 쌓은 엔지니어의 비율이 높은 지역은 전라권(60%), 수도권(50.1%), 대경권(42.7%), 동남권(38.5%), 충청권(33.3%) 순임

표 152. 자동차정비 관련 자격증 취득 후 튜닝업무경력 보유의 지역별 분포(단위:%,기업수)

구 분		해당 자격증 취득 후 튜닝 업무 경험한 경력							
		1년 미만	1~3년 미만	3~5년 미만	5~10년 미만	10~15년 미만	15~20년 미만	20년 이상	무응답
전 체	153	8 5.2%	15 9.8%	16 10.5%	25 16.3%	20 13.1%	17 11.1%	6 3.9%	46 30.1%
지역	수도권 52	2 3.8%	6 11.5%	9 17.3%	12 23.1%	7 13.5%	4 7.7%	3 5.8%	9 17.3%
	대경권 54	3 5.6%	5 9.3%	2 3.7%	3 5.6%	7 13.0%	11 20.4%	2 3.7%	21 38.9%
	동남권 13	3 23.1%		2 15.4%	2 15.4%	2 15.4%		1 7.7%	3 23.1%
	충청권 24		2 8.3%	2 8.3%	5 20.8%	3 12.5%			12 50.0%
	전라권 10		2 20.0%	1 10.0%	3 30.0%	1 10.0%	2 20.0%		1 10.0%

표 153. 자동차정비 관련 자격증 취득 후 튜닝업무경력 보유의 튜닝 숍 규모별 분포(단위:%, 기업 수)

구 분			해당 자격증 취득 후 튜닝 업무 경험한 경력							
			1년 미만	1~3년 미만	3~5년 미만	5~10년 미만	10~15년 미만	15~20년 미만	20년 이상	무응답
전 체		153	8 5.2%	15 9.8%	16 10.5%	25 16.3%	20 13.1%	17 11.1%	6 3.9%	46 30.1%
종사자 수	1~2명	99	5 5.1%	8 8.1%	11 11.1%	15 15.2%	13 13.1%	11 11.1%	2 2.0%	34 34.3%
	3~4명	36	1 2.8%	5 13.9%	4 11.1%	8 22.2%	7 19.4%	3 8.3%	2 5.6%	6 16.7%
	5명 이상	17	2 11.8%	2 11.8%		2 11.8%		3 17.6%	2 11.8%	6 35.3%
	무응답	1			1 100%					
업체 규모 (㎡)	50㎡ 미만	12		1 8.3%		1 8.3%	2 16.7%	1 8.3%	1 8.3%	6 50.0%
	50-100㎡ 미만	55	2 3.6%	3 5.5%	5 9.1%	8 14.5%	6 10.9%	6 10.9%	2 3.6%	23 41.8%
	100-200㎡ 미만	41	4 9.8%	5 12.2%	4 9.8%	7 17.1%	8 19.5%	3 7.3%	1 2.4%	9 22.0%
	200-400㎡ 미만	32	2 6.3%	6 18.8%	6 18.8%	6 18.8%	2 6.3%	5 15.6%	2 6.3%	3 9.4%
	400㎡ 이상	12				3 25.0%	2 16.7%	2 16.7%		5 41.7%
	무응답	1			1 100%					

- ○ 자동차정비 관련 자격증 취득 후 5년 이상 경력을 쌓은 전문가의 비율은 튜닝숍의 종사자 수 규모에 대해서는 큰 차이를 보이지 않음
- ○ 3~4명 규모의 튜닝숍의 경우 자격증 취득 후 5년 이상 경력자의 비율이 55.5%로 가장 높은 반면, 1~2명 규모와 5명 이상 규모의 튜닝숍의 경우 해당 비율이 약 41% 수준으로 차이를 보이지 않음
- ○ 자동차정비 관련 자격증 취득 후 5년 이상 경력을 쌓은 전문가의 비율은 튜닝숍 면적 규모가 증가함에 따라 증가하는 것으로 나타남
- ○ 면적 규모 400㎡ 이상의 튜닝숍의 경우 자격증 취득 후 5년 이상 경력자의 비율이 58.4%로 가장 높음
- ○ 면적 규모 100㎡ 이상 400㎡ 미만의 튜닝숍의 경우 자격증 취득 후 5년 이상 경력자의 비율이 46~47% 수준이었으며, 면적 규모 100㎡ 미만의 튜닝숍의 경우 해당 비율이 약 40% 수준임

(5) 튜닝에 적합한 자격증에 대한 의견

- ○ 총 30명의 튜닝업종 종사자를 대상으로 튜닝에 적합한 자격증에 대한 의견을 설문조사함 설문조사 대상 30명의 튜닝업종 종사자가 보유한 자격증 현황은 다음과 같음
- ○ 약 56.7%(17명)가 자동차정비기능사 자격증을 보유하고 튜닝 숍을 운영하고 있음
- ○ 전문적인 공학 교육을 받은 것으로 간주되는 자동차정비산업기사 이상의 자격증을 보유한 경우는 20%(자동차정비산업기사 13.3%, 자동차정비기사 6.7%)에 불구함

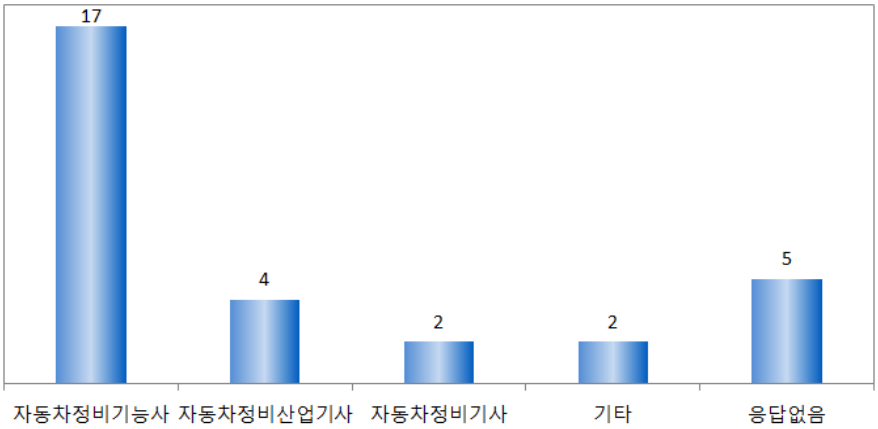


그림 360. 튜닝업종 종사자 보유 자격증 현황

○ 튜닝 종류별로 나타난 가장 큰 특징은 엔진 튜닝의 경우 상대적으로 공학 지식을 바탕으로 하는 자동차정비산업기사 이상의 자격증이 필요하다고 응답한 비율(40%, 자동차정비산업기사 23.3%, 자동차정비기사 16.7%)이 가장 높음

○ 반면 외장 튜닝의 경우 자동차정비산업기사 이상의 자격증이 필요하다고 응답한 비율(20%, 자동차정비산업기사 10%, 자동차정비기사 10%)이 가장 낮음 이를 통해 튜닝 종사자들이 생각하는 튜닝의 기술적 난이도는 엔진 튜닝>섀시 튜닝>외장 튜닝 순으로 높은 것으로 파악됨

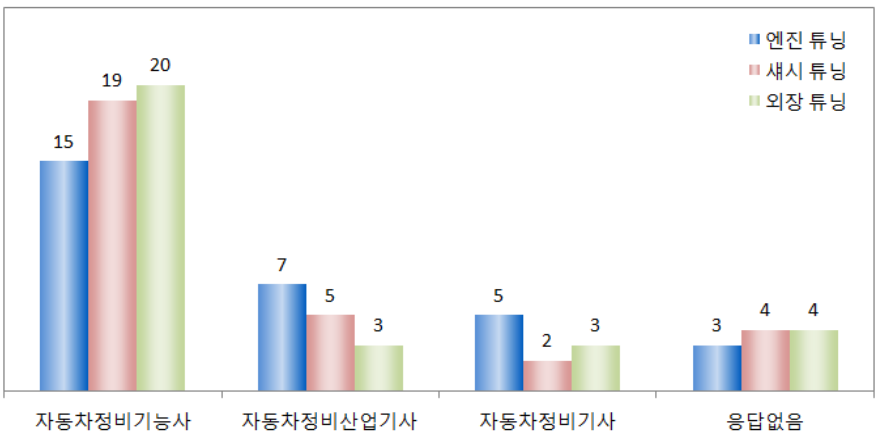


그림 361. 튜닝기술적 난이도

○ 별도의 튜닝 자격증이 필요하다고 응답한 비율은 23.3%(7명)이고, 필요 없다고 응답한 비율은 56.7%(17명)임

○ 이 질문에서 파악된 튜닝 종사자 그룹은 과반수가 새로운 자격증 제도의 도입 없이 튜닝 업종에 종사하기를 기대하고 있음

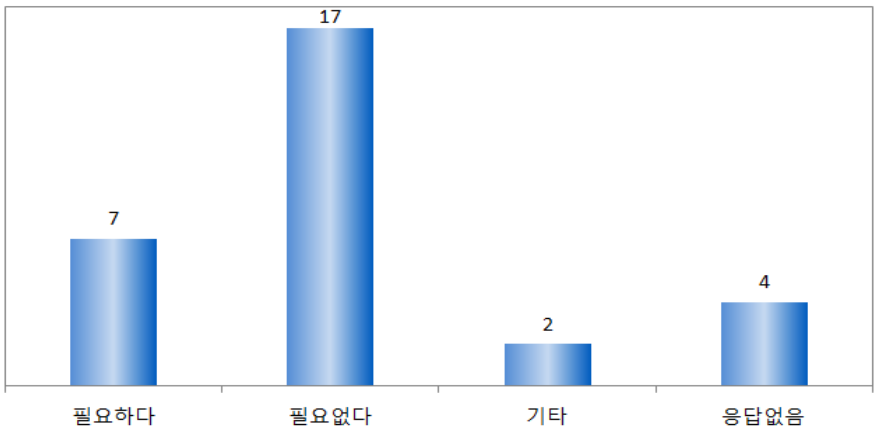


그림 362. 새로운 튜닝 자격증제도 도입 응답결과

○ 튜닝전문가 제도가 필요하다고 응답한 비율은 67.7%(20명)로 필요 없다고 응답한 비율13.3%(4명)보다 압도적으로 높음

○ 튜닝 종사자 그룹은 자신들의 활동이 공인기관으로부터 인정받을 수 있는 제도의 도입을 절실하게 희망하고 있는 것으로 분석됨

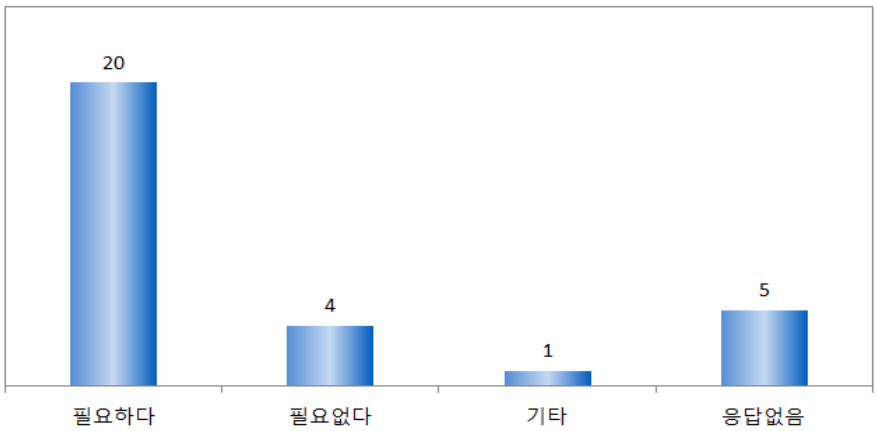


그림 363. 공인기관 인정가능 제도 도입 응답결과

(6) 튜닝 종사자 교육방안

○ 튜닝 숍 운영자들 대상의 설문조사에 따르면, 튜닝을 위한 별도의 자격증 제도도입은 과반수가 반대하지만 공인된 튜닝전문가 제도도입에 대한 찬성비율은 압도적으로 높은 것으로 나타남

○ 별도 자격증 제도도입에 대한 반대는 자신들이 종사하고 있는 튜닝 시장을 보호하고 싶은 의견을 반영하며, 튜닝전문가 제도도입에 대한 찬성은 튜닝 엔지니어로서 확실하게 인정받지 못하고 불투명한 튜닝 시장의 현재 상황을 반영한 것으로 분석됨

○ 따라서 튜닝산업을 활성화하려고 하는 환경에서 처음부터 별도의 자격증 제도를 도입하게 되면 튜닝업계 종사자들의 강한 반발을 야기할 수 있음

○ 현재 튜닝 숍 운영자들을 효과적으로 흡수하여 튜닝에 필요한 공학적 지식수준을 향상시키고 튜닝 산업을 활성화시킬 수 있는 효율적인 교육제도를 운영할 필요가 있음.
→ 이를 통하여 현재 활동하는 튜닝 숍 운영자들에 대해서는 별도의 자격증 없이도 일정한 교육을 이수하여 전문성을 확보한 후 튜닝 숍을 운영하도록 유도할 필요가 있음

(가) 튜닝 관련 법규와 제도의 교육

○ (튜닝 업계 종사자들과의 대화를 통해) 많은 튜닝 종사자가 자동차구조변경에 대한 제도나 불법 구조변경의 범위를 제대로 인지하지 못한 채 자신들의 사업 영역만을 보호하고자 하는 경우가 많음

○ 따라서 자동차구조변경과 관련한 최신 법규와 제도에 대한 교육을 필수 공통으로 적용할 필요성이 있음 법규와 제도에 대한 교육을 통하여 불법 튜닝을 사전에 예방할 수 있고 일반 소비자들의 신뢰를 확보할 수 있을 것으로 기대됨

(나) 튜닝 분야별 세분화된 교육과정

○ 앞의 설문조사에서 나타났듯이 튜닝 종사자들은 튜닝 분야별(엔진, 새시, 외장)로 요구되는 기술수준이 다르다는 것을 명확하게 인지하고 있음

○ 튜닝 기술의 난이도를 고려하여 분야별로 별도의 교육 과정을 이수하도록 하고, 세부분야의 교육과정을 이수한 엔지니어를 보유하고 있는 튜닝 숍에서만 해당 분야의 튜닝을 실시할 수 있도록 하는 제도가 필요함

(다) 기존 자동차정비자격증 수준별 차별화된 교육과정

○ 현재 운영되고 있는 자동차정비자격증(기능사 → 산업기사 → 기사) 수준에 따라 자동차 구조에 대한 공학지식과 이해도는 (개인에 따라 차이가 있겠지만) 일반적으로 차이가 있음

○ 따라서 튜닝 숍에서 활동하고 있는 자격증 보유 엔지니어라고 하더라고 자격증의 수준에 따라 교육과정의 차별적 적용이 필요함

○ 전술한 전문 교육과정의 기본 방향을 고려한 교육과정의 기본 개념도는 다음과 같음

○ 보유 자격증 수준별 교육을 차별화하여 상위 자격증을 보유한 기존 엔지니어를 우대할 수 있는 환경 조성, 튜닝의 세부 분야별로 교육을 별도로 실시하여 영역별 전문성 확보 도모



그림 364. 튜닝교육과정 기본개념도

(7) 튜닝 전문인력 양성방안

○ 튜닝 산업을 활성화시키기 위해서는 기존에 활동하던 자동차정비 인력의 흡수도 중요하지만, 전문적인 튜닝인력을 양성하는 교육시스템 기반 구축이 병행되어야 함

○ 공학 지식을 겸비하고 있는 자동차정비산업기사와 자동차정비기사의 신규 취득자 규모는 2010년 이후 1,000명 미만 수준으로 급격하게 감소하고 있는 추세임(2010년 802명 → 2011년 827명 → 2012년 682명). 특히 대학교 졸업 수준의 공학 지식을 보유한 자동차정비기사의 신규 취득자는 100명 미만 수준임(2012년 72명)

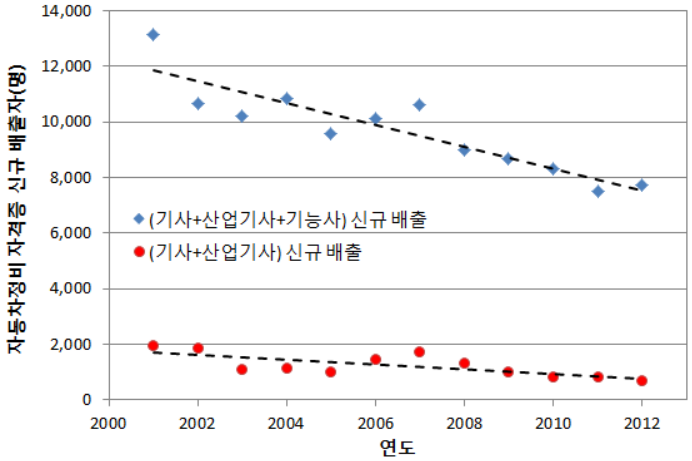


그림 365. 자동차정비 전문가 인력의 변화

○ 자동차정비 관련 자격증 보유 인력은 튜닝산업에 종사할 수 있는 대체 인력으로 분류할 수 있지만, 튜닝산업을 위해 교육을 받은 고도화된 전문 인력으로 판단할 수 없음(튜닝 전문 인력양성 교육기관 필요함)

○ 국내의 자동차 튜닝관련 교육기관은 자동차정비를 포함하여 15개 정도임
- 2년제 대학 6개 (연간 485명),
- 일반 훈련기관 1개 (연간 100명)
- 특성화 교교 8개 (연간 650명)

○ 위의 15개 교육 기관 중에서도 일부 특성화된 2년제 대학과 훈련기관을 제외하면, 자동차 튜닝 전문 교육과정이라기보다는 자동차정비 또는 일반자동차 교육과정에 해당함, 따라서 전문적인 자동차튜닝 교육기관을 기술 단계별로 구축하여 지원하고(특성화 고교→2년제 대학→4년제 대학), 이를 통한 체계화된 전문 튜닝인력 양성 방안이 필요함

○ 자동차튜닝 기술을 단계별로 구분하여 튜닝 기술인력(4년제 대학)과 튜닝 기능인력(특성화 고교 및 2년제 대학)을 양성할 수 있는 교육 체계 마련이 필요함

(가) 튜닝 기술인력 양성

○ 4년제 대학교 중 자동차공학에 특성화된 대학은 다수 존재하나, 비주류 산업으로 인식되어 온 자동차튜닝을 교육하는 4년제 대학은 현재까지 전무한 상태이므로, 튜닝 기술인력을 양성하기 위해서는 교육과정과 지원체계로 분류하여 지원할 필요가 있음

○ 자동차튜닝 교육과정 운영

- (기존 자동차공학 교육과정 개편) 튜닝 인력 양성을 위한 자동차공학 계열의 교육과정 개편 및 현장 실무중심의 특화 인력양성 프로그램 마련
- (IT융복합 교육과정 제공) 튜닝 부품의 첨단화 및 지능화에 따라 IT융복합 지식을 교육할 수 있는 프로그램 개발
- (계약학과 운영) 기존 튜닝 산업 종사자들을 대상으로 특화된 산업인력 맞춤형 프로그램인 계약학과를 운영하여 단기간에 우수 현장인력 배출
- (전문 트랙 과정 설치) 자동차공학(또는 기계공학) 과정에 자동차 튜닝 전문 트랙을 설치하여 운영하고, 해당 트랙 졸업생들은 전원 자동차정비기사 이상의 자격을 취득하는 것으로 목표로 교육 진행
- (캡스톤디자인) 자동차튜닝을 주제로 장기(3~4학기) 캡스톤디자인을 운영하여 자동차 공학 졸업 자격요건을 취득함과 동시에 튜닝 실무능력을 갖출 수 있도록 운영 (캡스톤디자인의 성과물을 튜닝카 경진대회, 포뮬러 대회, 그린카 대회 등에 출전하도록 유도)
- (현장실습) 자동차튜닝 전문기업에서 취업맞춤형 현장실습제도를 시행하여 학생들의 실무능력을 강화함과 동시에 자동차 튜닝 전문기업의 인력확보를 지원함
- (튜닝 관련 R&D 연계 교육) 튜닝 전문기업의 취약한 기술개발 지원을 위하여 교수진과 학생, 튜닝 전문기업이 연계한 과제해결형 현장실습을 운영
- (인턴십 및 국내외 연수) 국내·외 인턴 프로그램, 해외 교육기관(유럽, 미국 등) 연수, 국내·외 튜닝전문가 특강 및 겸임교수 활용 등을 통한 교육의 내실화

○ 자동차튜닝 인력 양성을 위한 교육 지원체계 구축

- (장학제도) 우수인력의 자동차 튜닝분야 영입 및 자격 취득 장려를 위한 장학금 지원 (튜닝 전문 트랙 이수 장려)
- (해외연수) 우수 튜닝 인력의 해외 연수 지원
- (동아리 활동) 비교과 교육활동의 일환으로 자동차 튜닝 동아리 결성 및 활동 지원
- (각종 경진대회 개최) 학생들의 교육활동(캡스톤디자인, 현장실습, 동아리 등)을 실제 적용하도록 유도하는 자작 튜닝자동차경진대회 개최 및 출전 지원

(나) 튜닝 기능인력 양성

○ 자동차 튜닝에 특화된 특성화 고교 및 전문대를 선정하여, 자동차 튜닝산업에서 활동할 실무인력 양성을 위한 실습 중심의 교육 프로그램 개발 및 운영

○ (기존 자동차공학 교육과정 개편) 튜닝 인력 양성을 위한 자동차 또는 자동차정비 계열의 교육과정을 현장 실무중심의 기능 인력양성 프로그램으로 전환

○ (교육지원) 특성화 고교에 대해서는 장학금, 튜닝교육훈련 장비구입, 현장실습 및 견학, 전문가 특강 등을 지원

(다) 자동차 튜닝 전문인력 양성기관 지정 및 지원 추진체계

○ 주관기관(국토교통부): 인력양성사업 총괄 · 관리 · 감독, 운영위원회 심의결과 최종 승인

○ 사업전담기관: 전문인력 양성기관을 선정하고 사업을 실무적으로 관리 · 감독하는 전담기관(현재 조직되어 있는 '교통안전공단' 이 전담기관으로 활동할 수 있음)

- 사업운영위원회 운영, 사업예산 집행, 위탁기관 관리 · 감독 등
- 정부지침에 따라 사업을 관리하며, 위탁기관 지도감독 등 사업진행에 필요사항 수행
- 위탁교육기관 선정과 사업계획 및 실적 평가의 공정성 및 객관성 확보를 위하여 운영위원회를 구성하여 운영
- 국고보조금의 신청 및 관리, 사업비 집행 및 회계 관리, 사업비 정산 및 환수, 양성사업 결과보고, 사후관리 및 기타 필요사항 수행

○ 위탁기관(4년제 대학, 2년제 대학, 고등학교)

- 전문인력 양성사업단 설치 · 운영(4년제 대학: 자동차튜닝 전문인력 양성사업단, 2년제 대학 및 특성화 고등학교: 자동차튜닝 기능인력 양성사업단)
- 튜닝 전문인력 양성을 위한 전문 프로그램 개발 및 운영, 산학연계 강화, 학생 교육결과 평가, 개별 학생능력 평가 등의 세부 프로그램 실시
- 주관기관(국토교통부) 및 사업대행기관이 요구하는 정기 및 수시보고 이행

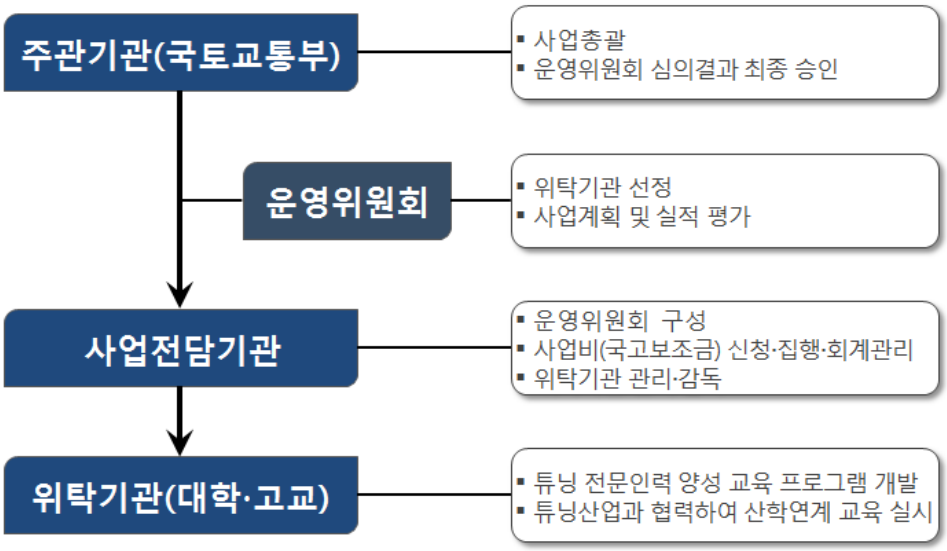


그림 366. 튜닝 전문인력양성을 위한 추진체계

라. 자동차 튜닝업종 관리체계 제도 개선(안)

(1) 자동차관리법 개정(안)

(가) 제안이유

○ 최근 청년층을 중심으로 자동차의 성능과 외관을 취향에 따라 변경하려는 수요가 꾸준히 증가하면서 자동차 튜닝산업이 발전하고 있으나, 연평균 5%씩 성장하고 있는 세계 튜닝시장과 비교하여 우리나라는 아직 튜닝산업의 활성화가 미흡한 실정임. 또한 현행법에서 자동차 튜닝작업을 일반 자동차 정비업자가 할 수 있도록 하고 있으나, 일부 튜닝은 자동차 성능의 향상을 위하여 고도의 전문기술을 요하는 작업으로 단순한 정비기술만으로는 한계가 있음

○ 이에 자동차정비업과 분리하여 자동차관리사업 중 하나로 자동차튜닝업을 규정함으로써 튜닝산업 지원제도의 기반을 구축하고, 음성적으로 만연하던 튜닝산업을 양성화하여 튜닝시장을 활성화하려는 것임

(나) 주요내용

○ 「자동차관리법」의 목적에 튜닝을 포함하고, 자동차정비업에서 분리하여 자동차관리사업 중 하나로 자동차 튜닝업을 신설함(안 제1조 · 제2조 및 제4장의2 신설)

○ 자동차를 튜닝하는 경우에는 제29조에서 규정하는 자동차 안전기준에 적합하도록 할 것 등 자동차튜닝업자의 준수사항을 신설함(안 제58조제6항)

○ 등록된 사업장 외의 장소에서 튜닝작업을 하는 경우 등 자동차튜닝업의 취소·정지 사유를 규정함(안 제66조제1항제13호의2 신설)

(다) 신구조문 대비표

표 154. 자동차관리법 개정(안)

현 행	개 정 안
제1조(목적) 이 법은 자동차의 등록, 안전기준, 자기인증, 제작결함 시정, 점검, 정비, 검사 및 자동차관리사업 등에 관한 사항을 정하여 자동차를 효율적으로 관리하고 자동차의 성능 및 안전을 확보함으로써 공공의 복리를 증진함을 목적으로 한다.	제1조(목적) ----------검사, 튜닝----------
제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.	제2조(정의) ----------.
1. ~ 7. (생 략)	1. ~ 7. (현행과 같음)
8. “자동차정비업”이란 자동차(이륜자동차는 제외한다)의 점검작업, 정비작업 또는 튜닝작업을 업으로 하는 것을 말한다. 다만, 국토교통부령으로 정하는 작업은 제외한다.	8. ----------점검작업이나 정비작업을----------. ----------.
<신 설>	8의2. “자동차튜닝업”이란 자동차의 구

	조·장치의 일부를 변경하거나 자동차에 부착물 추가를 업으로 하는 것을 말한다.
9. ~ 14. (생 략)	9. ~ 14. (현행과 같음)
제32조의2(자기인증을 한 자동차에 대한 사후관리 등) ①·② (생 략)	제32조의2(자기인증을 한 자동차에 대한 사후관리 등) ①·② (현행과 같음)
③ 자동차제작자등이 제1항제1호에 따라 무상수리를 하는 경우 제30조의5에 따라 인증받은 대체부품과 제34조의2에 따라 인증받은 튜닝용 부품 사용을 이유로 수리를 거부하여서는 아니 된다. 다만, 자동차제작자등이 대체부품과 튜닝용 부품의 사용이 고장 원인임을 입증하는 경우에는 그러하지 아니한다.	③ ----------제42조----------. ----------.
④ (생 략)	④ (현행과 같음)
제34조(자동차의 튜닝) ① 자동차소유자가 국토교통부령으로 정하는 항목에 대하여 튜닝을 하려는 경우에는 시장·군수·구청장의 승인을 받아야 한다. ② 제1항에 따라 튜닝 승인을 받은 자는 자동차정비업자 또는 국토교통부령으로 정하는 자동차제작자등으로부터 튜닝 작업을 받아야 한다. 이 경우 자동차제작자등의 튜닝 작업 범위는 국토교통부령으로 정한다. ③ 제1항에 따른 승인 대상 항목에 대한 승인기준 및 승인절차에 관한 사항은 국토교통부령으로 정한다.	<삭 제>
제34조의2(튜닝 자동차의 안전성 확보) ① 국토교통부장관은 자동차의 튜닝에 따른 안전성 확보를 위하여 다음 각 호를 시행할 수 있다. 1. 자동차의 튜닝에 따른 안전성 확보를 위한 조사·연구 및 장비개발 2. 자동차 튜닝용 부품의 인증제의 도입 3. 그 밖에 국토교통부장관이 필요하다고 인정하는 사항 ② 제1항에 따른 인증제 도입에 필요한 사항은 국토교통부령으로 정한다.	<삭 제>
제35조의8(내압용기의 재검사) ① 내압용기가 장착된 자동차의 소유자는 제34조 및 제43조제1항제3호에 따라 내압용기 장착에 대한 튜닝을 마친 후 또는 제35조의7제1항 본문에 따라 내압용기장착검사를 받거나 같은 항 단서에 따라 자동차자기인증을 한 후 다음 각 호의 구분에 따라 그 내압용기에 대하여 국토교통부장관이 실시하는 검사(이하 "내압용기재검사"라 한다)를 제44조제1항에 따라 자동차검사를 대행하는 자(이하 "자동차검사대행자"라 한다)에게 받아야	제35조의8(내압용기의 재검사) ① ----------제41조----------

한다. 다만, 액화석유가스를 연료로 사용하는 자동차의 경우에는 제43조제1항제2호에 따른 정기검사 또는 제43조의2제1항에 따른 종합검사로 내압용기재검사를 갈음한다.	---------- ---------- ---------- ----------.
1.·2. (생 략)	1.·2. (현행과 같음)
② ~ ⑥ (생 략)	② ~ ⑥ (현행과 같음)
제37조(점검 및 정비 명령 등) ① 시장·군수·구청장은 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자동차 소유자에게 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 점검·정비·검사 또는 원상복구를 명할 수 있다. 다만, 제2호 또는 제3호에 해당하는 경우에는 이를 명하여야 한다.	제37조(점검 및 정비 명령 등) ① ------- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ------.
1. (생 략)	1. (현행과 같음)
2. 제34조에 따른 승인을 받지 아니하고 튜닝한 자동차	<삭 제>
3.·4. (생 략)	3.·4. (현행과 같음)
② ~ ④ (생 략)	② ~ ④ (현행과 같음)
<신 설>	제4장의2 자동차의 튜닝
<신 설>	제41조(자동차의 튜닝) ① 자동차 소유자가 국토교통부령으로 정하는 항목에 대하여 튜닝을 하려는 경우에는 시장·군수·구청장의 승인을 받아야 한다. ② 제1항에 따라 튜닝 승인을 받은 자는 자동차튜닝업자 또는 국토교통부령으로 정하는 자동차제작자등으로부터 튜닝 작업을 받아야 한다. 이 경우 자동차제작자등의 튜닝 작업 법위는 국토교통부령으로 정한다. ③ 제1항에 따른 승인 대상 항목에 대한 승인기준 및 승인절차 등에 필요한 사항은 국토교통부령으로 정한다. ④ 시장·군수·구청장은 제1항에 따른 승진을 받지 아니하고 튜닝한 자동차에 해당하는 자동차 소유자에게 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 원상복구를 명하여야 한다.
<신 설>	제42조(튜닝 자동차의 안전성 확보) ① 국토교통부장관은 자동차의 튜닝에 대한 안전성 확보를 위하여 다음 각 호를 시행할 수 있다. 1. 자동차의 튜닝에 따른 안전성 확보를 위한 조사·연구 및 장비개발 2. 자동차 튜닝용 부품의 인증제의 도입 3. 그 밖에 국토교통부장관이 필요하다고

	인정하는 사항 ②제1항에 따른 인증제 도입에 필요한 사항은 국토교통부령으로 정한다.
제43조(자동차검사) ① 자동차 소유자(제1호의 경우에는 신규등록 예정자를 말한다)는 해당 자동차에 대하여 다음 각 호의 구분에 따라 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 국토교통부장관이 실시하는 검사를 받아야 한다.	제43조(자동차검사) ① ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- --.
1.·2. (생 략)	1.·2. (현행과 같음)
3. 튜닝검사: 제34조에 따라 자동차를 튜닝한 경우에 실시하는 검사	3. ----------제41조---------- ----------
4.·5. (생 략)	4.·5. (현행과 같음)
② ~ ⑥ (생 략)	② ~ ⑥ (현행과 같음)
제52조(이륜자동차에 대한 준용) 이륜자동차에 관하여는 제7조, 제9조, 제10조제5항(제10조제7항에서 준용하는 경우를 포함한다), 제13조제3항부터 제7항까지, 제18조, 제20조, 제22조, 제23조, 제26조, 제28조, 제29조, 제30조, 제30조의2부터 제30조의5까지, 제31조, 제31조의2, 제32조, 제33조, 제33조의2, 제34조 및 제37조를 준용한다. 이 경우 "시·도지사"는 "시장·군수·구청장"으로, "등록"은 "신고"로, "자동차"는 "이륜자동차"로, "자동차안전기준"은 "이륜자동차의 안전기준"으로, "부품안전기준"은 "이륜자동차의 부품안전기준"으로, "자동차자기인증"은 "이륜자동차의 자기인증"으로, "부품자기인증"은 "이륜자동차의 부품자기인증"으로, "자동차제작자등"은 "이륜자동차의 제작자등"으로, "부품제작자등"은 "이륜자동차의 부품제작자등"으로, "자동차 기술검토 및 안전검사"는 "이륜자동차 실측확인"으로 본다.	제52조(이륜자동차에 대한 준용) -------- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ----------제34조, 제37조 및 제41조 ----------. ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ----------

의무 등) ① ~ ⑤ (생 략)	의무 등) ① ~ ⑤ (현행과 같음)
<신 설>	⑥ 자동차튜닝업자는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다 1. 자동차를 튜닝하는 경우에는 제29조에서 규정하는 자동차 안전기준에 적합하도록 할 것 2. 표준튜닝시간을 인터넷과 인쇄물 등 국토교통부령으로 정하는 방법에 따라 공개할 것 3. 국토교통부령으로 정하는 주요 튜닝 작업에 대해서는 시간당 공임 및 표준튜닝시간을 튜닝의뢰자가 잘 볼 수 있도록 사업장 내에 게시할 것 4. 튜닝을 의뢰한 자에게 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 튜닝견적서와 튜닝명세서를 발급하고 사후관리 내용을 고지할 것 5. 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 사후관리를 할 것 6. 거짓으로 튜닝견적서와 튜닝명세서를 작성하여 발급하지 아니할 것
⑦ 자동차관리사업자가 제1항, 제4항 및 제5항에 따른 업무를 수행한 경우에는 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 기록·관리하며 보존하여야 한다.	⑦ ----------제4항, 제5항 및 제6항----------.
⑧ (생 략)	⑧ (현행과 같음)
제66조(사업의 취소·정지) ① 시장·군수·구청장은 자동차관리사업자가 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 등록을 취소하거나 6개월 이내의 기간을 정하여 그 사업의 전부 또는 일부의 정지를 명할 수 있다. 다만, 제1호, 제15호 또는 제16호에 해당하는 경우에는 그 등록을 취소하여야 한다.	제66조(사업의 취소·정지) ① ----------.
1. ~ 12. (생 략)	1. ~ 12. (현행과 같음)
13. 자동차정비업자가 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 경우	13. ----------
가. ~ 라. (생 략)	가. ~ 라. (현행과 같음)
마. 제57조제2항을 위반하여 제34조(제52조에서 준용하는 경우를 포함한다)에 따른 승인을 받지 아니하고 자동차 튜닝 작업을 하거나, 승인을 받은 내용과 다르게 자동차를 튜닝한 경우	<삭 제>
바. ~ 자. (생 략)	바. ~ 자. (현행과 같음)
<신 설>	13의2. 자동차튜닝업자가 다음 각 목의 어

	느 하나에 해당하는 경우 가. 제53조제1항에 따라 등록된 사업장 외의 장소에서 튜닝작업을 한 경우 나. 제53조제2항을 위반하여 세분된 자동차튜닝업의 업무 범위를 초과하여 자동차를 정비한 경우 다. 제57조제2항을 위반하여 제41조(제52조에서 준용하는 경우를 포함한다)에 따른 승인을 받지 아니하고 자동차 튜닝 작업을 하거나, 승인을 받은 내용과 다르게 자동차를 튜닝한 경우 라. 제58조제6항에 따른 준수 사항을 이행하지 아니한 경우
14. ~ 16. (생 략)	14. ~ 16. (현행과 같음)
② 국토교통부장관은 제34조제2항에 따른 자동차제작자등이 제57조제2항을 위반하여 제34조에 따른 승인을 받지 아니한 자동차를 튜닝하거나 승인을 받은 내용과 다르게 자동차를 튜닝한 경우에는 등록을 취소하거나 6개월 이내의 기간을 정하여 그 사업의 전부 또는 일부의 정지를 명할 수 있다.	② ----------제41조제2항--------- ---------- 제41조---------- ---------- ---------- ---------- ----------.
③ (생 략)	③ (현행과 같음)
제76조(수수료) 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 국토교통부령(종합검사지정정비사업자 지정신청 또는 종합검사의 신청의 경우에는 공동부령을 말한다)으로 정하는 바에 따라 국토교통부장관, 시·도지사, 시장·군수·구청장, 성능시험대행자에게 수수료를 내야 한다. 다만, 국토교통부장관, 시·도지사 또는 시장·군수·구청장이 제30조제3항(제52조에서 준용하는 경우를 포함한다)에 따른 자동차의 기술검토 및 안전검사, 제32조제3항(제52조에서 준용하는 경우를 포함한다)에 따른 자동차의 부품 또는 장치의 성능시험, 제35조의6제1항에 따른 내압용기검사, 제35조의7제1항에 따른 내압용기장착검사, 제35조의8에 따른 내압용기재검사, 제44조제1항에 따른 자동차검사, 제44조의2제1항에 따른 종합검사, 제45조제1항에 따른 정기검사, 제45조의2제1항에 따른 종합검사, 제47조제2항에 따른 택시미터의 검정, 제77조제6항에 따른 압류의 해제에 필요한 사무의 대행에 관한 업무, 자기인증의 면제, 기계·기구의 정밀도검사 및 자동차이력관리 정보의 제공, 제77조제7항에 따른 전자적 방법(「전자정부법」에 따른 전자문서와 전자화문서를 포함한다. 이하 같다)으로 신청받은 등록에 관한 사무, 제77조제8항에 따른 자동차 튜닝에 관한 승인, 제77조제10항에 따른 전산정보처리조직의 설치·운영에 관한 업무를 대행 또는 위탁한 경우에는 그 업무를 대행 또는 위	제76조(수수료) ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ----------.----- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ----------

탁받은 자가 정하는 수수료를 그 대행 또는 위탁받은 자에게 내야 한다.	----------.
1. ~ 9. (생 략)	1. ~ 9. (현행과 같음)
10. 제34조(제52조에서 준용하는 경우를 포함한다)에 따라 자동차 또는 이륜자동차의 튜닝 승인을 신청하는 자	10. 제41조----------
10의2. ~ 18. (생 략)	10의2. ~ 18. (현행과 같음)
제77조(권한의 위임 및 위탁) ① ~ ⑦ (생 략)	제77조(권한의 위임 및 위탁) ① ~ ⑦ (현행과 같음)
⑧ 시장·군수·구청장은 제34조(제52조에서 준용하는 경우를 포함한다)에 따른 승인에 관한 권한, 제59조제1항 및 제64조제1항에 따른 신고의 수리에 관한 권한을 대통령령으로 정하는 바에 따라 「교통안전공단법」에 따라 설립된 교통안전공단, 조합등 또는 제68조에 따른 연합회에 위탁할 수 있다.	⑧ ----------제41조----------.
⑨ ~ ⑪ (생 략)	⑨ ~ ⑪ (현행과 같음)
제80조(벌칙) 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 2년 이하의 징역 또는 2천만원 이하의 벌금에 처한다.	제80조(벌칙) ----------.
1. ~ 5. (생 략)	1. ~ 5. (현행과 같음)
5의2. 제57조제2항을 위반하여 제34조에 따른 승인을 받지 아니한 자동차를 튜닝하거나 승인을 받은 내용과 다르게 자동차를 튜닝한 자동차제작자등	5의2. ----------제41조----------
5의3. ~ 9. (생 략)	5의3. ~ 9. (현행과 같음)
제81조(벌칙) 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 1년 이하의 징역 또는 1천만원 이하의 벌금에 처한다.	제81조(벌칙) ----------.
1. ~ 18. (생 략)	1. ~ 18. (현행과 같음)
19. 제34조(제52조에서 준용하는 경우를 포함한다)를 위반하여 시장·군수·구청장의 승인을 받지 아니하고 자동차에 튜닝을 한 자	19. 제41조----------
20. 제34조(제52조에서 준용하는 경우를 포함한다)를 위반하여 튜닝된 자동차인 것을 알면서 이를 운행한 자	20. 제41조----------
20의2. ~ 28. (생 략)	20의2. ~ 28. (현행과 같음)
제84조(과태료) ① (생 략)	제84조(과태료) ① (현행과 같음)
② 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자에게는 100만원 이하의 과태료를 부과한다.	② ----------.

1. ~ 22. (생 략)	1. ~ 22. (현행과 같음)
<신 설>	22의2. 제58조제6항 각 호의 어느 하나를 위반한 자동차튜닝업자
23.·24. (생 략)	23.·24. (현행과 같음)
③·④ (생 략)	③·④ (현행과 같음)
제85조(통칙) ① (생 략)	제85조(통칙) ① (현행과 같음)
② 이 장에서 "범칙자"란 범칙행위를 한 사람으로서 다음 각 호의 어느 하나에 해당하지 아니하는 사람을 뜻한다.	② ----------.
1. (생 략)	1. (현행과 같음)
2. 도난자동차 또는 제34조를 위반한 자동차에 대하여 튜닝을 한 자동차정비업자	2. ----------제41조를 위반한 자동차에 대하여 튜닝을 한 자동차튜닝업자
3.·4. (생 략)	3.·4. (현행과 같음)
③·④ (생 략)	③·④ (현행과 같음)

(2) 자동차관리법 시행령 개정(안)

(가) 제안이유

○ 자동차튜닝업의 도입여부를 검토하기 위해 튜닝업의 종류를 분류하도록 함

(나) 신구조문 대비표

표 155. 자동차관리법 시행령 개정(안)

현 행	개 정 안
제12조(자동차정비업의 세분) ①·② (생 략)	제12조(자동차관리사업의 세분) ①·② (현행과 같음)
<신 설>	③ 법 제53조제2항에 따른 자동차튜닝업의 종류는 다음 각 호와 같이 세분한다. 1. 빌드업 튜닝업 2. 튠업 튜닝업 3. 드레스업 튜닝업
<신 설>	④ 제3항에 따라 세분된 자동차튜닝업의 종류별 작업의 범위는 국토교통부령으로 정한다.

(3) 자동차관리법 시행규칙 개정(안)

(가) 제안이유

○ 자동차튜닝업의 도입여부를 검토하기 위해 이를 세분할 필요가 있으므로, 그 종류 및 작업 범위를 시행규칙에서 정하도록 함

(나) 신구조문 대비표

표 156. 자동차관리법 시행규칙 개정(안)

현 행	개 정 안
제18조(표기를 지우는 행위등) ① 법 제23조 제1항 단서에서 "부득이한 사유"라 함은 다음 각호의 1에 해당하는 경우를 말한다.	제18조(표기를 지우는 행위등) ① ----------.
1. 다음 각목의 사유로 인하여 표기부분의 식별이 곤란하거나, 표기부분의 정비가 불가피하게 된 경우. 다만, 차대(차대가 없는 경우에는 차체를 말한다. 이하 같다)를 교환하는 경우를 제외한다.	1. ----------.
가. (생 략)	가. (현행과 같음)
나. 법 제34조의 규정에 의한 승인을 얻어 행하는 튜닝	나. 법 제41조----------
2. ~ 4. (생 략)	2. ~ 4. (현행과 같음)
② ~ ④ (생 략)	② ~ ④ (현행과 같음)
<신 설>	제4절의2 자동차튜닝업
제4절 자동차의 안전도 평가	<삭 제>
제55조(튜닝의 승인대상 및 승인기준 등) ① 법 제34조에서 "국토교통부령으로 정하는 항목"이라 함은 다음 각호의 구조·장치를 말한다. 다만, 범퍼의 외관변경 등 국토교통부장관이 정하여 고시하는 경미한 구조·장치를 제외한다.	제55조(튜닝의 승인대상 및 승인기준 등) ① 법 제41조----------. ----------.
1.·2. (생 략)	1.·2. (현행과 같음)
② ~ ④ (생 략)	② ~ ④ (현행과 같음)
<신 설>	제55조의2(자동차제작자등의 튜닝작업 시설·장비 등의 기준 및 확인절차 등) ① 법 제41조제2항 전단에 따른 "국토교통부령으로 정하는 자동차제작자등"이라 함은 다음 각 호에 모두 해당되고 제55조의3에 따른 튜닝작업 범위에 적합한지 여부에 대하여 교통안전공단의 확인을 받은 자를 말한다.

	1. 제32조 및 제33조에 따라 자동차제작자등의 등록을 한 자일 것(수입자는 제외한다) 2. 다음 각목의 시설·장비 등을 포함하여 튜닝작업에 필요한 시설·장비 등을 갖춘 자일 것(해당 시설·장비 등이 페인트 날림 방지, 오·폐수 정화 시설 설치 등 환경관련 법령에 따라 갖추어야 할 사항이 있는 경우에는 그 법령이 정하는 바에 따라야 한다) 가. 시설면적: 400㎡ 이상(작업장·검차장·사무실·부품창고 등을 포함한 면적) 나. 시설·장비 1) 검사시설 : 피트 또는 리프트(승용자동차 및 경형·소형의 승합·화물·특수자동차를 튜닝하는 경우에 한한다) 2) 도장시설(도장작업이 필요하고 직접 도장을 하는 경우에 한하며 이 경우 스프레이 건을 포함한다) 다. 검사 기구: 제동시험기(제동장치에 대한 튜닝을 하거나 튜닝작업에 의해 차량중량이 안전기준에서 정한 제원의 허용차 범위를 초과하는 경우에 한한다) 라. 그 밖에 국토교통부장관이 튜닝작업에 필요하다고 인정하여 고시하는 시설과 장비 등 3. 「국가기술자격법」에 따른 자동차정비에 관한 기능사 이상의 자격을 취득하고 튜닝 작업을 수행하는 기술 인력을 1인 이상 확보한 자일 것 ② 제1항에 따른 교통안전공단의 확인을 받으려는 자동차제작자등은 별지 제32호의3 서식의 자동차제작자등의 튜닝작업 시설 등 확인 신청서(전자문서로 된 신청서를 포함한다)에 다음 각 호의 서류(전자문서를 포함한다)를 첨부(해당하는 경우에만 첨부한다)하여 교통안전공단에 제출하여야 한다. 1. 자동차제작자등의 등록증(다만, 교통안전공단이 전산정보처리조직으로 확인할 수 있는 경우에는 그 확인으로 제출에 갈음할 수 있다) 2. 제1항제2호부터 제3호까지에 따른 시설·장비·인력 등의 확보를 증명하는 서류 3. 제55조의3에 따른 튜닝작업 범위 내의 사업계획서 ③ 교통안전공단은 제2항에 따른 신청을 받은 때에는 제1항제1호부터 제3호까지에 모두 해당되고 제55조의3에 따른 튜닝작업 범위에 적합하다고 인정되는 경우에 한하여 별지 제32호의4 서식의 자동차제작자등의 튜닝작업 시설 등 확인증을 신청인에게 발급하고, 그 확인결과를 국토교통부장관에게 보고하여야 한다. 다만, 보고내용을 전산정보처리조직에 입력한 경우에는 보고하지 않을 수 있다.

	④ 교통안전공단은 제3항에 따른 시설·장비·인력 등의 확인에 소요되는 실제 비용을 신청인에게 청구할 수 있다. 이 경우 비용의 산정근거를 제시하여야 한다. ⑤ 제2항부터 제4항까지의 규정은 제3항에 따른 확인증을 받은 자동차제작자등이 다음 각 호의 어느 하나를 변경하려는 경우에 준용한다. 다만, 제1호의 경우 별지 제19호 서식의 제작자등 등록증의 해당 사항이 변경된 경우에는 제2항에 따라 신청한 것으로 본다. 1. 신청인에 관한 사항 2. 튜닝작업 시설·장비·인력 등 3. 튜닝작업 범위 ⑥ 국토교통부장관은 제3항에 따라 확인된 사항이 실제와 일치하는지 여부에 대하여 교통안전공단으로 하여금 조사하게 할 수 있다. 조사결과 제3항에 따라 확인된 사항이 실제와 일치하지 않는 경우 교통안전공단은 그 사항을 자동차제작자등에게 통보하고, 통보받은 자동차제작자등은 제5항에 따라 지체 없이 변경하여야 한다. ⑦ 제1항부터 제6항까지에서 규정한 사항 외에 자동차제작자등의 튜닝작업과 관련하여 필요한 사항은 국토교통부장관이 정하여 고시한다.
<신 설>	제55조의3(자동차제작자등의 튜닝작업 범위 등) 법 제41조제2항 후단에 따른 "자동차제작자등의 튜닝작업 범위"라 함은 다음 각호를 말한다. 1. 특정한 용도에 따라 다음 각목의 구조·장치를 변경하는 작업 가. 영 제8조제1항제1호의 길이·너비 및 높이 나. 영 제8조제1항제3호의 총중량 다. 영 제8조제2항제8호의 차체 및 차대 라. 영 제8조제2항제9호의 연결장치 및 견인장치(피견인자동차에 대하여 가목부터 다목까지 및 마목의 구조·장치를 튜닝하려는 경우에 한정한다) 마. 영 제8조제2항제10호의 승차장치 및 물품적재장치 2. 제1호와 유사한 경우로서 국토교통부장관이 필요하다고 인정하여 고시하는 작업 3. 그 밖에 기술의 발전 등으로 미리 예측이 어려운 경우로서 교통안전공단 등 관련 전문가가 필요하다고 판단하여 국토교통부장관의 승인을 받은 작업
제55조의2(튜닝용 부품의 인증 등) ① 국토교통부장관은 법 제34조의2제1항제2호에 따라 자동차 튜닝용 부품의 성능 및 품질에 관한 인증(이하 "튜닝부품인증"이라 한다)을	제55조의4(튜닝용 부품의 인증 등) ① ----------- 법 제42조제1항제2호---------- ----------

할 수 있다.	------.
② ~ ⑥ (생 략)	② ~ ⑥ (현행과 같음)
제56조(튜닝의 승인신청 등) ① 법 제34조에 따라 자동차의 튜닝승인을 받으려는 자는 별지 제33호서식의 튜닝승인신청서에 다음 각호의 서류를 첨부하여 교통안전공단에 제출하여야 한다.	제56조(튜닝의 승인신청 등) ① 법 제41조----------.
1. ~ 4. (생 략)	1. ~ 4. (현행과 같음)
② (생 략)	② (현행과 같음)
③ 제2항에 따라 자동차의 튜닝승인을 받은 자는 자동차정비업자로부터 튜닝과 그에 따른 정비를 받고 승인받은 날부터 45일이내에 법 제43조제1항제3호의 규정에 의한 튜닝검사를 받아야 한다. <후단 신설>	③ ----------. 제55조의2제3항에 따른 확인증을 받은 자동차제작자등으로부터 튜닝을 받은 경우에도 또한 같다.
④ 제3항에 따라 튜닝을 완료한 자동차정비업자는 지체없이 다음 각 호의 사항을 전산정보처리조직에 입력하여야 한다.	④ ---------- 자동차정비업자 또는 제55조의2제3항에 따른 확인증을 받은 자동차제작자등은 지체 없--.
1.·2. (생 략)	1.·2. (현행과 같음)
3. 정비업등록번호	3. 정비업등록번호 또는 제작자등록번호
4. ~ 7. (생 략)	4. ~ 7. (현행과 같음)
<신 설>	⑤ 제3항에 따라 튜닝을 완료한 자동차정비업자 또는 제55조의2제3항에 따른 확인증을 받은 자동차제작자등은 자동차 소유자가 요구하는 경우에는 별지 제34호의2 서식의 튜닝작업 확인서를 발급하여야 한다.
제68조(정밀도검사의 대상·기준등) ① 법 제40조제1항의 규정에 의한 정밀도검사를 받아야 하는 기계·기구는 다음 각호와 같다.	제68조(정밀도검사의 대상·기준등) ① ----------.
1. 제동시험기	1. 제동시험기(제55조의2제1항제2호다목의 경우를 포함한다)
2. ~ 6. (생 략)	2. ~ 6. (현행과 같음)
② 제1항 각호의 1에 해당하는 기계·기구를 제작·조립 또는 수입하여 판매하는 자는 당해기계·기구를 설치한 날부터 30일이내에 정밀도검사(이하 "최초정밀도검사"라 한다)를 받아야 한다. 이 경우 당해 기계·기구에는 그 형식 ·제작번호 및 제작일자를 표시하여야 한다.	② --------- 어느 하나에 ----------.
③ 제1항 각호의 기계·기구를 사용하는 자는 제2항의 규정에 의한 최초정밀도검사 또	③ ---------- 자(법 제34조제2항에 따른 자동차제작자등을 포

는 제4항의 규정에 의한 구조변경정밀도검사를 받은 날부터 12월이 되는 날이 속하는 달마다 정밀도검사(이하 "정기정밀도검사"라 한다)를 받아야 한다. 다만, 시·도지사는 천재지변 기타 부득이한 사유로 인하여 필요하다고 인정하는 때에는 그 기간을 조정할 수 있다.	합한다. 이하 이 조에서 같다)는 ----------. ----------.
④·⑤ (생 략)	④·⑤ (현행과 같음)
제80조(검사의 실시등) ① (생 략)	제80조(검사의 실시등) ① (현행과 같음)
② 자동차검사대행자 또는 지정정비사업자는 제1항에 따른 검사결과에 대하여 적합여부를 판정하여야 한다. 다만, 정기검사를 실시한 결과 적합하지 아니한 사항이 있는 경우 해당 사항이 다음 각 호의 어느 하나에 해당하지 아니하는 때에는 적합판정을 하고 해당 자동차소유자에게 이의 시정을 권고할 수 있다.	② ----------. ----------.
1. ~ 13. (생 략)	1. ~ 13. (현행과 같음)
14. 법 제34조에 따른 승인을 받지 아니하고 튜닝한 자동차의 구조·장치	14. 법 제41조----------
15. (생 략)	15. (현행과 같음)
③ ~ ⑤ (생 략)	③ ~ ⑤ (현행과 같음)
<신 설>	제4절의2 자동차튜닝업
<신 설>	제137조의2(자동차튜닝업의 작업범위 등) ① 영 제12조제3항 각 호의 자동차튜닝업(이하 "튜닝업"이라 한다)의 종류별 작업범위는 별표27과 같다. ② 제55조제4항에 따른 자동차에 대한 튜닝작업의 범위와 기술인력의 자격기준 등에 대하여는 국토교통부장관이 정하여 고시할 수 있다.
제145조(사업자단체의 설립구분) ① 자동차관리사업자는 법 제67조제1항의 규정에 의하여 다음 각호의 구분에 따라 시·도단위의 조합 또는 전국단위의 협회(이하 "조합등"이라 한다)를 설립할 수 있다.	제145조(사업자단체의 설립구분) ① ----------.
1. ~ 3. (생 략)	1. ~ 3. (현행과 같음)
<신 설>	4. 자동차튜닝협회 : 자동차튜닝업의 활성화와 자동차튜닝업자의 공동이익을 도모하기 위하여 설립하는 협회

② 제1항제1호의 규정에 의한 자동차매매사업조합, 제1항제2호의 규정에 의한 자동차정비사업조합 및 제1항제2호의2의 규정에 의한 자동차전문정비사업조합은 시·도지사의 설립인가를, 제1항제3호의 규정에 의한 자동차해체재활용사업협회는 국토교통부장관의 설립인가를 받아야 한다.	② ----------자동차해체재활용사업협회 및 제1항제4호의 규정에 의한 자동차튜닝협회--.
③ 제1항제3호의 규정에 의한 자동차해체재활용사업협회는 정관이 정하는 바에 따라 시·도에 그 지부 또는 지회를 둘 수 있다.	③ ----------자동차해체재활용사업협회 및 제1항제4호의 규정에 의한 자동차튜닝협회----------.
제150조(전산처리하는 업무) ① 전산정보처리조직을 이용하여 처리하는 업무는 다음 각호와 같다.	제150조(전산처리하는 업무) ① -------------------------.
1. ~ 5. (생 략)	1. ~ 5. (현행과 같음)
6. 법 제34조에 따른 튜닝승인 및 그에 따른 제원관리에 관한 업무	6. 법 제41조----------
6의2. ~ 9. (생 략)	6의2. ~ 9. (현행과 같음)
②·③ (생 략)	②·③ (현행과 같음)

마. 튜닝산업 현황분석 및 전망

(1) 튜닝산업 정의

○ 튜닝산업은 자동차 튜닝산업 활성화 정책에 따라 관련 정의 및 산업 범주 확대로 인해 시장규모의 재편이 필요함

- 2012년 08월, 제조업 연계 8대 신서비스 활성화방안
- 2013년 08월, 자동차튜닝산업 종합 활성화 대책
- 2013년 12월, 자동차관리법 개정안 국회통과
- 2014년 06월, 자동차튜닝산업 진흥 대책
- 2015년 01월, 자동차관리법 개정안 시행

○ 튜닝산업은 자동차의 성능 개선을 위해 기술적·외관적 변형을 가하는 산업으로 일반적으로 지칭되다가 자동차의 성능향상이나 외관단장을 위한 구조·장치 변경 또는 부착물 추가(자동차관리법 제2조)와 관련된 산업으로 정의됨

○ 튜닝산업의 영역을 튜닝차 제작과 부품(용품 포함), 제조 및 유통, 장착 서비스 시장을 포함하였으며, 2015년 1월 8일부터 시행되는 개정된 자동차관리법에 따라 구조·장치 변경 시장도 포함됨

○ 그리고 튜닝산업 활성화 정책에 따라 모터스포츠, 튜닝보험, 튜닝교육, 튜닝관련 전시 및 컨벤션 등도 튜닝관련 연관산업으로 정의함

(2) 튜닝 분류

(가) 빌드업 튜닝(Build up tuning)

○ 일반 승합·화물자동차 등을 이용하여 사용목적에 적합하게 특수한 적재함이나 차실 등의 구조를 변경하거나 원래 형태로 변경하는 튜닝

- 내장·냉동탑차, 소방차, 견인차, 탱크로리, 청소차, 크레인카고 등
- 자동차등록원부 및 자동차등록증에 자동차 용도, 최대적재량 및 자동차 총중량 등을 튜닝 후의 제원으로 기재사항을 변경 필요

(나) 튠업 튜닝(Tune up tuning)

○ 엔진 및 동력전달장치, 주행·조향·제동·연료·차체 및 차대·연결 및 견인·승차·소음방지·배출가스발산방지·등화·완충장치 등의 성능향상을 목적으로 하는 튜닝

- 터보장착, LPG 및 CNG·소음기·쇽압소버·브레이크디스크 변경 등
- 자동차등록원부 및 자동차등록증에 연료의 종류, 변경된 장치의 안전기준 적합여부를 확인하기 위한 튜닝 승인 및 검사가 필요

(다) 드레스업 튜닝(Dress up tuning)

○ 주로 개인의 취향에 맞게 자동차를 꾸미기 위하여 외관을 변경·색칠하거나 부착물 등을 추가하는 튜닝

- 에어댐 장착, 바디 페인팅, 칼라필름 부착, 에어스포일러 장착, LED등화 설치, 휠 또는 타어어 교환, 음향기기 장착, 차실내장재 교환 등

(3) 튜닝산업 분류

○ 한국표준산업분류 코드(9차 개정, 2006년부터 적용)를 활용하여 튜닝산업을 분류함

○ 튜닝산업 분야를 제조산업과 유통·서비스산업, 연관 산업 3대 분야로 분류함

(가) 제조산업

○ 튜닝 제조 산업 분류로는 자동차 및 트레일러 제조업과, 자동차 부품 제조업이 있음

- 자동차용 엔진 및 자동차 제조업 하위 분야로 수제차 등을 제작하는 승용차 및 기타 여객용 자동차 제조업
- 자동차 차체 및 트레일러 제조업 하위 분야로 특수자동차와 캠핑카, 푸드트럭 등을 제조하는 차체 및 특장차 제조업, 캠핑트레일러 등을 제작하는 트레일러 및 세미트레일러 제조업
- 자동차 부품 제조업 하위 분야로 튜닝 부품 등을 제작하는 그 외 기타 자동차 부품 제조업

○ 산업분류

- 승용차 및 기타 여객용 자동차 제조업(분류코드 : C30121) ⇒ 스포츠카, 수제차
- 차체 및 특장차 제조업(분류코드 : C30201) ⇒ 캠핑카, 푸드트럭 등
- 트레일러 및 세미트레일러 제조업(분류코드 : C30202) ⇒ 캠핑 트레일러 등

- 그 외 기타 자동차 부품 제조업(분류코드 : C30399) ⇒ 튜닝 부품

(나) 유통 및 서비스 산업

○ 튜닝 유통 및 서비스 산업 분류로는 자동차 및 부품 판매업과 수리업이 있음

- 자동차 판매업 하위 분야로 수제차 등을 판매하는 자동차 신품 판매업
- 자동차 부품 및 내장품 판매업 하위 분야로 광폭/기능타이어 등을 판매하는 타이어 및 튜브 판매업
- 튜닝 및 용품/액세서리 등을 판매하는 기타 부품 판매업
- 자동차 및 모터사이클 수리업 하위 분야로 튜닝숍 등의 자동차 전문 수리업

○ 산업분류

- 자동차 판매업(분류코드 : G45110) ⇒ 스포츠카, 수제차
- 자동차 타이어 및 튜브 판매업(분류코드 : G45211) ⇒ 광폭 및 기능타이어
- 기타 자동차 신품 부품 및 내장품 판매업(분류코드 : G45219) ⇒ 튜닝 부품
- 자동차 종합 수리업(분류코드 : S95211) ⇒ 장착 및 유지관리
- 자동차 전문 수리업(분류코드 : S95212) ⇒ 장착 및 유지관리

(다) 연관 산업

○ 튜닝 연관 산업 분류로는 스포츠 및 오락관련 서비스업과 사업지원 서비스업, 보험 및 연금업, 교육서비스업, 협회 및 단체, 종합건설업 등이 있음

- 스포츠 및 오락관련 서비스업 하위 분야로 자동차경주장을 운영하는 경주장 운영업
- 사업지원 서비스업 하위 분야로 튜닝 관련 전시/컨벤션, 축제 등을 지원하는 전시 및 행사 대행업
- 보험 및 연금업 하위 분야로 자동차 튜닝 보험의 손해 보험업과 튜닝 부품을 보증하는 보증 보험업
- 교육 서비스업 하위 분야로 튜닝관련 교육을 실시하는 고등 교육기관과 기술 및 직업훈련학원
- 협회 및 단체 하위 분야로 튜닝협회 등의 산업단체
- 종합건설업 하위 분야로 자동차 경주장 및 테마파크 등을 건설하는 기타 토목시설물 건설업

○ 산업분류

- 경주장 운영업(분류코드 : R91113) ⇒ 자동차 경주장 운영
- 전시 및 행사 대행업(분류코드 : N75992) ⇒ 전시/컨벤션, 축제
- 손해 및 보증 보험업(분류코드 : K65121) ⇒ 튜닝관련 손해/보증 보험
- 기타 기술 및 직업훈련학원(분류코드 : P85659) ⇒ 기타 기술 및 직업훈련학원
- 산업단체(분류코드 : S94110) ⇒ 튜닝협회
- 기타 토목시설물 건설업(분류코드 : F41229) ⇒ 테마파크 및 자동차 경주장 건설

(4) 국내 튜닝산업 및 일자리 동향

(가) 조사개요

○ (조사 대상) 튜닝사업을 진행중인 100개 업체

○ (조사 내용) 종업원수, 매출액 등

○ (조사 기간 및 방법) 2015년 12월 1일 ~ 12월 31일(전화조사)

(나) 조사결과

○ 2015년 기준 튜닝산업 사업체 수는 7,671개, 종사자 수는 1만 7,725명, 매출액은 1조 410억원으로 나타남

○ 튜닝산업 사업체 수

- 튜닝산업 사업체 수는 2011년 이후 2015년까지 연평균 2.05% 증가(598개 증가)했으며, 2015년에도 전년대비 1.00%(76개 증가) 증가함
- 2015년 튜닝샵과 썬팅/광택 등 전문튜닝 사업체 수는 4,033개로 튜닝산업 사업체 수의 전체의 52.57%를 점유함
- 2015년 내비게이션/블랙박스/카오디오 등 차량용 디지털 기기를 포함한 자동차 용품 및 액세서리 사업체 수는 3,638개로 47.43%를 점유함

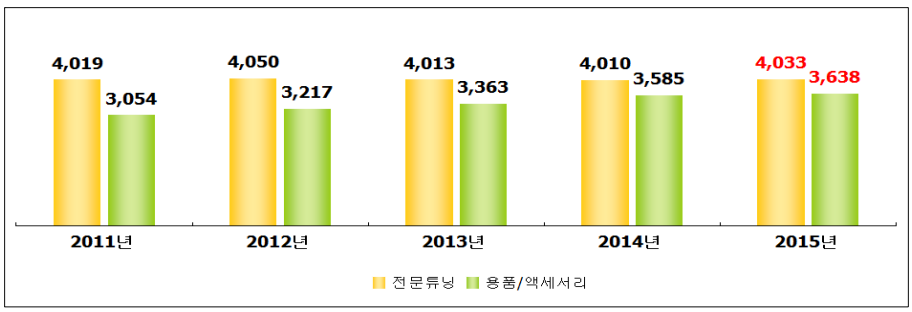


그림 367. 튜닝산업 분야별 업체 수 동향 (단위: 개)

○ 튜닝산업 종사자 수

- 튜닝산업 종사자 수는 2011년 이후 2015년까지 연평균 0.66% 증가(459명 증가)했으나, 2015년에는 전년대비 5.10%(952명 감소) 감소함
- 2015년 튜닝샵 등 전문튜닝 종사자 수는 9,722명으로 튜닝산업 종사자 수 전체의 54.85%를 점유함
- 2015년 내비게이션/블랙박스/카오디오 등 차량용 디지털 기기를 포함한 자동차 용품 및 액세서리 종사자 수는 8,003명으로 45.15%를 점유함

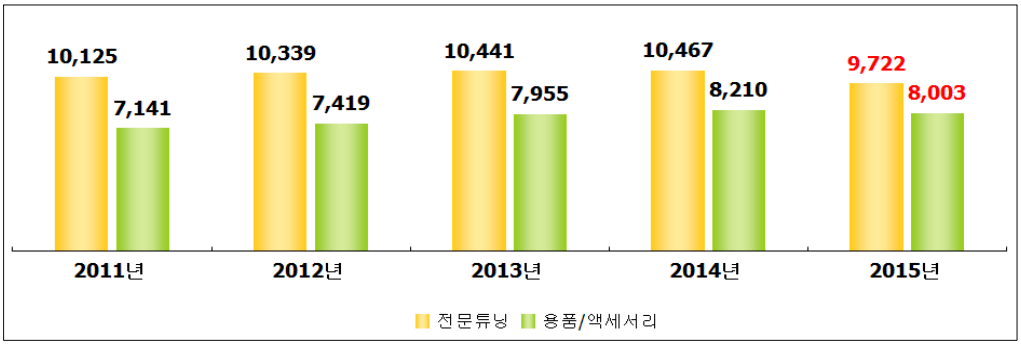


그림 368. 튜닝산업 분야별 종사자 수 동향 (단위: 명)

○ 튜닝산업 매출액

- 튜닝산업 매출액은 2011년 이후 2015년까지 연평균 0.01% 감소(35억 600만원 감소)했으며, 2015년에도 전년대비 3.78%(408억 6,700만원 감소) 감소함
- 2015년 튜닝샵 등 전문튜닝 매출액은 4,328억 2,300만원으로 튜닝산업 매출액의 전체의 41.58%를 점유함
- 2015년 내비게이션/블랙박스/카오디오 등 차량용 디지털 기기를 포함한 자동차 용품 및 액세서리 매출액은 6,081억 5,300만원으로 58.42%를 점유함

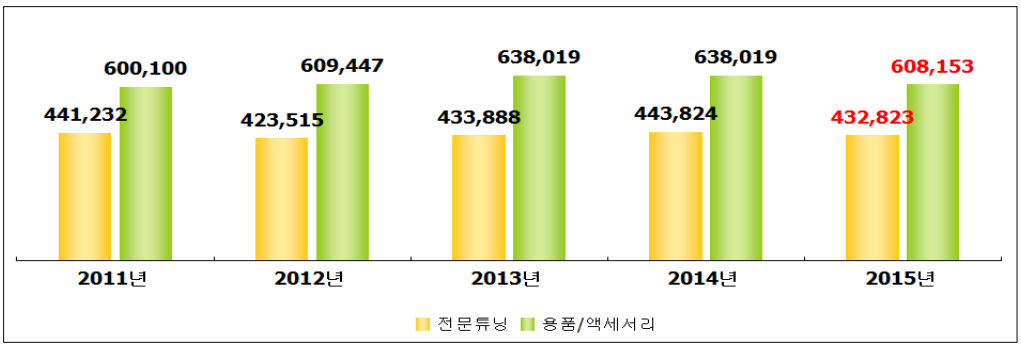


그림 369. 튜닝산업 분야별 매출액 동향 (단위: 백만원)

○ 2014년~2015년에 튜닝산업 업체수, 업체종사자 수 및 매출액이 감소하는데 이는 2015년도에 메르스와 국내외적인 경기침체로 소비자들의 소비심리가 약화되고 각종 튜닝산업 관련 행사가 취소됨에 따른 것으로 추정함

○ 튜닝산업 전망 및 일자리 창출 효과

- 2015년 이후 2020년까지 연평균 증가율은 구조변경이 4.72%로 튜닝산업 내 최고로 전망되며, 전문튜닝 3.89%, 용품 및 액세서리 3.19%, 연관 산업 0.96% 순임

표 157. 튜닝산업 활성화에 따른 시장규모 전망

(단위 백만원)

	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년
전문튜닝	432,823	442,778	457,390	477,057	502,341	523,942
용품/액세서리	608,153	617,883	633,948	656,771	686,982	711,713
구조변경	2,213,695	2,327,037	2,469,451	2,595,887	2,702,838	2,787,166
연관 산업	157,617	168,617	184,517	134,400	149,800	165,300
튜닝산업	3,412,288	3,556,315	3,745,306	3,864,115	4,041,961	4,188,121

- 튜닝산업 활성화에 따라 2015년부터 2020년까지 6년간 직·간접적인 일자리 창출 효과는 총 9,920명으로 전망됨

표 158. 튜닝산업 활성화에 따른 직·간접적인 일자리 창출 효과

(단위 명)

	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년
전문튜닝	-284	257	377	507	652	557
용품/액세서리	-591	193	318	452	598	490
구조변경	407	873	1,097	974	824	649
연관 산업	1,366	191	236	-656	215	218
튜닝산업	898	1,514	2,028	1,277	2,289	1,914

○ 2018년도에 튜닝시장규모 및 직 · 간접적인 일자리가 감소하는데 이는 연관산업 중 건설사업 부분에서 진행되고 있는 인제 스피디움 등 모터스포츠 경기장 및 튜닝 테마파크 등이 완공됨에 따라 감소하는 것으로 추정함

4. 튜닝홍보 및 시장활성화 방안

가. 불법튜닝 계도방안 마련

(1) 1차년도

(가) 알기 쉬운 자동차 튜닝 매뉴얼 제작 배포

○ 불법 튜닝방지를 위한 알기 쉬운 자동차 튜닝 매뉴얼을 제작 배포함

○ 주요내용
- 자동차 튜닝의 정의 / 튜닝의 종류
- 승인이 필요한 튜닝 / 승인이 필요 없는 튜닝 / 하면 안되는 튜닝 등 정리
- 불법튜닝 주요 사례 소개

○ 배포처 : 자동차 검사소, 정비업체, 지방자치단체 등

○ 제작 및 배포 : 30,000부



그림 370. 자동차 튜닝 매뉴얼(1차년도)

(2) 2차년도

(가) 알기 쉬운 자동차 튜닝 매뉴얼 제작 배포

○ 불법 튜닝방지를 위한 알기 쉬운 자동차 튜닝 매뉴얼을 제작 배포함

○ 주요내용
- 튜닝관련 법령
- 2014년 달라진 튜닝제도
- 튜닝 절차안내
- 승인을 받아야 하는 튜닝 / 튜닝 승인없이 변경할 수 있는 경미한 튜닝 / 튜닝이 불가능한 튜닝

○ 배포처 : 자동차 검사소, 정비업체, 지방자치단체 등

○ 제작 및 배포 : 50,000부



그림 371. 자동차 튜닝 매뉴얼(2차년도)

(나) 자동차튜닝 세부 업무규정 제작 배포

○ 튜닝의 승인 범위 및 조건을 명확히 하고자 자동차 튜닝 세부업무규정을 제작 배포함

○ 주요내용

– 자동차 튜닝제도 개선 방향
– 사이버검사소 전자승인매뉴얼
– 구조·장치 변경승인 신청서 등의 작성방법
– 구조·장치 변경 세부업무규정
– 자동차 구조·장치 변경에 관한 규정
– 자동차 제원측정 방법

○ 배포처 : 자동차 검사소 등 60개소

○ 제작 및 배포 : 1,000부



그림 372. 세부 업무규정

(다) 불법 튜닝방지 포스터 제작 배포

○ 불법 튜닝방지를 위한 포스터를 제작 및 배포함

○ 배포처 : 서울 교통지도과 등 32개

○ 제작 및 배포 : 7,200부

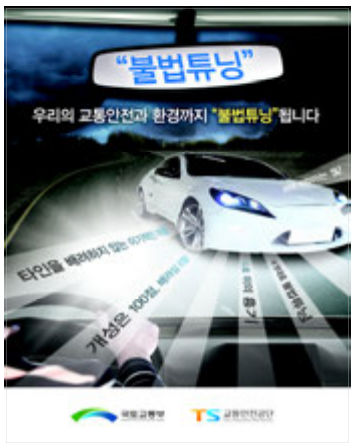


그림 373. 불법튜닝방지 포스터

(3) 3차년도

(가) 알기 쉬운 자동차 튜닝 매뉴얼 제작 배포

○ 불법 튜닝방지를 위한 알기 쉬운 자동차 튜닝 매뉴얼을 제작 배포함

○ 주요내용

- 튜닝관련 법령
- 2015년 달라진 튜닝제도
- 튜닝 절차안내
- 승인을 받아야 하는 튜닝 / 튜닝 승인없이 변경할 수 있는 경미한 튜닝 / 튜닝이 불가능한 튜닝

○ 배포처 : 자동차 검사소, 정비업체, 지방자치단체 등

○ 제작 및 배포 : 80,000부



그림 374. 자동차 튜닝 매뉴얼(3차년도)

(나) 불법 튜닝방지 포스터 제작 배포

○ 불법 튜닝방지를 위한 포스터를 제작 및 배포함

○ 배포처 : 서울 교통지도과 등 32개

○ 제작 및 배포 : 7,200부

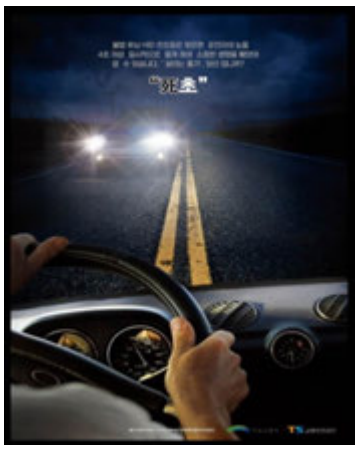


그림 375. 불법튜닝방지포스터

(다) 자동차튜닝 세부 업무규정 제작 배포

○ 튜닝의 승인 범위 및 조건을 명확히 하고자 자동차 튜닝 세부업무규정을 제작 배포함

○ 주요내용

- 자동차 튜닝제도 개선 방향
- 사이버검사소 전자승인매뉴얼
- 튜닝 승인 신청서 등의 작성방법
- 자동차 튜닝 세부업무규정
- 자동차 구조·장치 변경에 관한 규정
- 자동차 제원측정 방법
- 청렴한 구조변경 업무

○ 배포처 : 자동차 검사소 등 61개소

○ 제작 및 배포 : 2,000부



그림 376. 세부 업무규정

나. 튜닝카 경진대회 개최

(1) 제1회

○ 개최 목적

– 튜닝에 대한 부정적 인식개선과 올바른 자동차 튜닝문화 확산
– 튜닝된 자동차의 주행안정성 확인을 위한 시범사업

○ 개요

– (일시) 2013년 12월 1일(일) 10:30~17:00
– (장소) 고양 꽃박람회장 실내·외 전시장
– (규모) 튜닝자동차 80여대 참여 / 관람객 2,000여명 참석
– (주최) 국토교통부
– (주관) 교통안전공단, 경일대학교, 국토교통과학기술진흥원, 한국자동차튜닝협회

※ 주요 참석자

· (국회) 새누리당 김태원 국회의원, 민주당 유은혜 국회의원
· (국토교통부) 여형구 차관, 권석창 자동차정책기획단장, 윤진환 자동차운영과장
· (고양시) 최성 시장
· (경일대학교) 정현태 총장
· (한국자동차안전학회) 유송민 회장
· (교통안전공단) 강현철 자동차안전연구원장
· (한국자동차튜닝협회) 장형성 회장

○ 일정

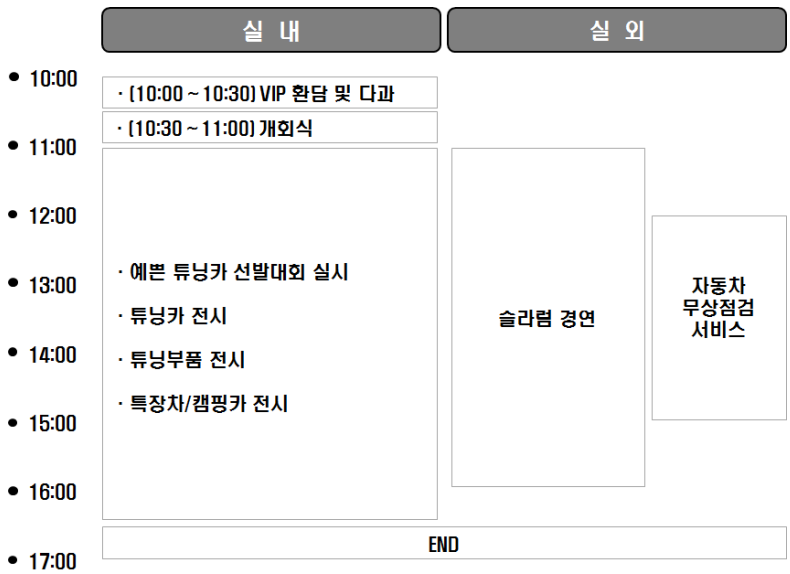


그림 377. 튜닝카 경진대회 일정

○ 주요내용 및 결과

– 튜닝 활성화 세미나 실시

· 자동차 튜닝산업 발전방안(교통안전공단 자동차안전연구원 강병도 실장)

· 한국자동차튜닝협회 활동방향(문성대학교 홍승준 교수)

· 자동차 튜닝을 중심으로 하는 자동차 융복합 클러스터 단지 조성(신한대학교 하성용 교수)

		
세미나 주요 참석자	튜닝산업 발전방향 세미나–1	튜닝산업 발전방향 세미나–2

그림 378. 튜닝 활성화 세미나 실시

– 예쁜 튜닝카 선발대회

· 대상 : 튜닝카 70여대 참여

· 일반 관람객 선호도에 의한 5대 선정 후 자동차 전문가로 구성된 심사위원 5명이 심사 및 선정

		
1등		2등
		
3등	인기상	인기상

그림 379. 예쁜 튜닝카 선발대회 결과

– 슬라럼 경연

· 목적 : 튜닝된 자동차 주행안정성 확인

· 튜닝 동호회에서 10명의 경연자와 튜닝자동차 섭외



그림 380. 슬라럼 경연 장면

– 튜닝카 및 부품 전시
· 대상 : 튜닝카 80여대 참여
·· 튜닝카(70대), 캠핑 및 특장차(7대), 아트카 등(3대)
· 튜닝부품 16개 업체 참여

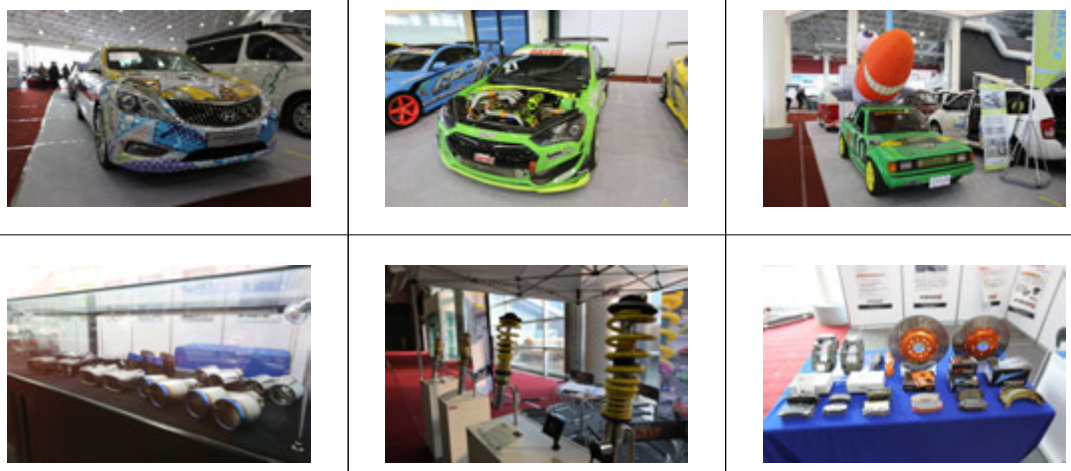


그림 381. 튜닝카 및 부품 전시

– 주요사진

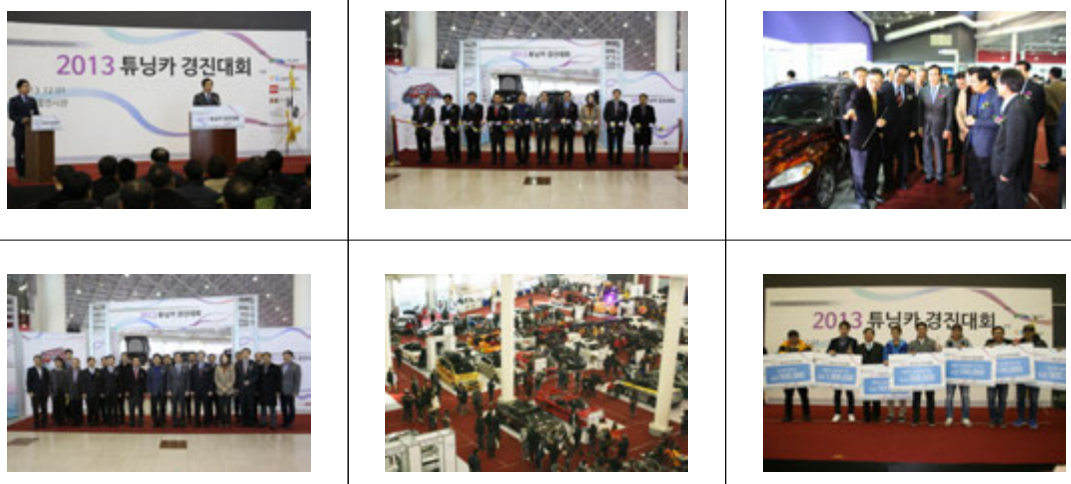


그림 382. 튜닝카 경진대회 주요 사진

– 개최 기대효과

· 다양한 튜닝카 · 부품 전시로 튜닝산업의 현주소 확인 및 자동차 튜닝에 대한 이해도 증진
· 정책 세미나 및 튜닝 매뉴얼 · 리플렛 배포 등 제도적 설명을 통한 소비자(국민) 신뢰도 향상 및 안전도 확보 인식 개선
· 소비자(국민)들의 직접 참여로 올바른 튜닝문화 확산 및 불법 튜닝 계도
· 튜닝 동호회가 참여한 슬라럼 경연으로 튜닝자동차 주행안정성 확인

(2) 제2회

○ 개최 목적

– 튜닝된 자동차의 안전성 확보, 올바른 자동차 튜닝문화 확산, 튜닝산업 활성에 기여

▸ **(국제세미나)** 국내·외 튜닝산업 동향 및 활성화 방안 논의
▸ **(튜닝카 경진대회)** 튜닝카 안전성 확보 및 올바른 튜닝문화 소개

○ 개요

– (일시) 2014년 11월 21~22일(금, 토) 10:00~17:00
– (장소) 고양시 킨텍스 제2전시장 7홀
– (주최) 국토교통부, 산업통상자원부
– (주관) 교통안전공단, 국토교통과학기술진흥원, 신한대학교
– (후원) 경기도, 고양시, 한국자동차튜닝협회, 한국자동차경주협회, 한국자동차공학회 등
– (규모) 튜닝자동차 100여대 참여 / 관람객 10,000여명 참석 / 튜닝부품 30여개 업체

※ 주요 참석자

· (국토교통부) 서승환 장관, 권석창 자동차정책기획단장, 윤진환 자동차운영과장
· (고양시) 최성 시장 / (교통안전공단) 오영태 이사장, 우경갑 자동차안전연구원장
· (신한대학교) 김병옥 총장 / (고양도시관리공사) 성주현 사장
· (고양케이월드AMC) 박선배 사장 / (한국자동차공학회) 박병완 회장
· (한국자동차튜닝협회) 장형성 회장 / (한국자동차경주협회) 변동식 회장
· (전국자동차검사정비조합) 박재완 이사장 / (킨텍스) 임창열 대표

○ 일정

<table>
<tr><th rowspan="2">일자
시간</th><th colspan="2">21일(금)</th><th colspan="2">22일(토)</th></tr>
<tr><th>실내</th><th>실외</th><th>실내</th><th>실외</th></tr>
<tr><td>10:00</td><td rowspan="4">올해의 멋진 튜닝카 선발
우수 카오디오 튜닝카 선발
우수 빌드업 튜닝카 선발
튜닝부품 전시
튜닝기술 및 특허상담
카레이싱 체험 이벤트</td><td rowspan="2">–</td><td rowspan="4">올해의 멋진 튜닝카 선발
우수 카오디오 튜닝카 선발
우수 빌드업 튜닝카 선발
튜닝부품 전시
튜닝기술 및 특허상담
카레이싱 체험 이벤트</td><td rowspan="2">–</td></tr>
<tr><td>11:00</td></tr>
<tr><td>12:00</td><td rowspan="3">자동차
무상점검
서비스</td><td rowspan="3">자동차
무상점검
서비스</td></tr>
<tr><td>13:00</td></tr>
<tr><td>14:00</td><td>개회식</td></tr>
<tr><td>15:00</td><td rowspan="3">국제세미나</td><td rowspan="3">–</td><td rowspan="3">–</td></tr>
<tr><td>16:00</td><td>선발대회 심사 실시</td></tr>
<tr><td>17:00</td><td>시상 및 폐막</td></tr>
</table>

○ 주요내용 및 결과

– 국제 세미나 실시

· 자동차 튜닝정책의 현안과 대책(국토교통부 자동차운영과장 윤진환)
· 자동차복합서비스 시범단지 조성방안(고양도시관리공사 본부장 최명훈)
· 자동차 튜닝산업발전과 지식재산권의 중요성(특허청 자동차심사과 사무관 함중현)
· 유럽의 튜닝산업시장과 자동차튜닝법률에 관하여(유럽튜닝자동차협회 사무총장 안드레아 피커톤)
· 일본의 자동차산업과 튜닝과의 역학적 관계(일본튜닝협회장 타가세 미네오)
· 한·유럽의 튜닝산업 활성화 방안(한·유럽통상기술진흥재단 부대표 찐마이스터)
· 튜닝부품평가기술 및 인증제도(교통안전공단 자동차안전연구원 실장 강병도)
· 차체/새시 튜닝부품 평가기술개발(경일대학교 교수 강우종)
· 엔진/흡배기 튜닝부품 평가기술개발(자동차부품연구원 책임연구원 송영식)
· 드레스업 튜닝부품 평가기술개발(신한대학교 교수 하성용)
· 튜닝부품정보 DB 구축 및 개발(창원문성대학교 교수 홍승준)

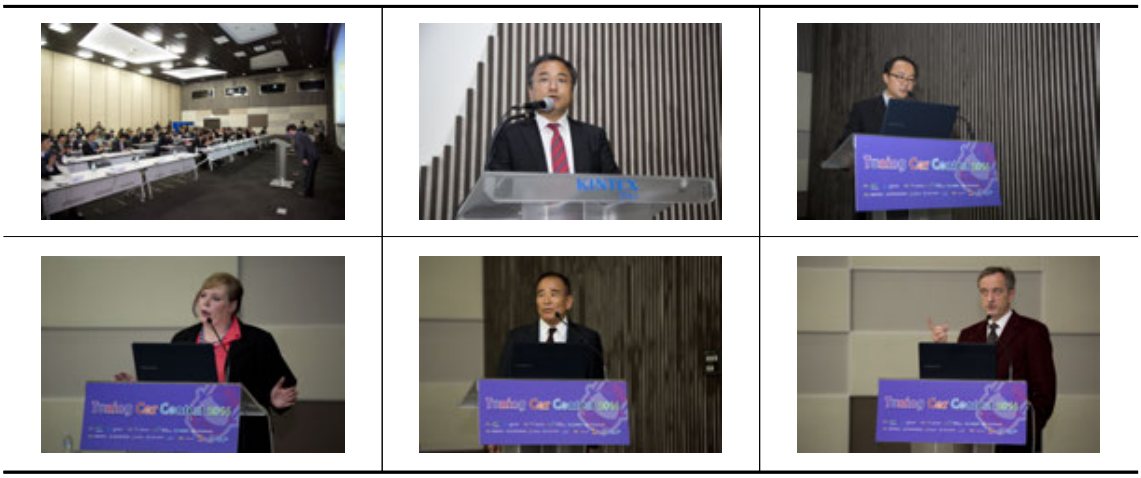


그림 383. 튜닝카 경진대회 국제 세미나

– 튜닝카 경진대회

· 대상 : 튜닝카 79대 참여

· 일반 관람객 선호도에 의한 5대 선정 후 자동차 전문가로 구성된 심사위원 5명이 심사 및 선정

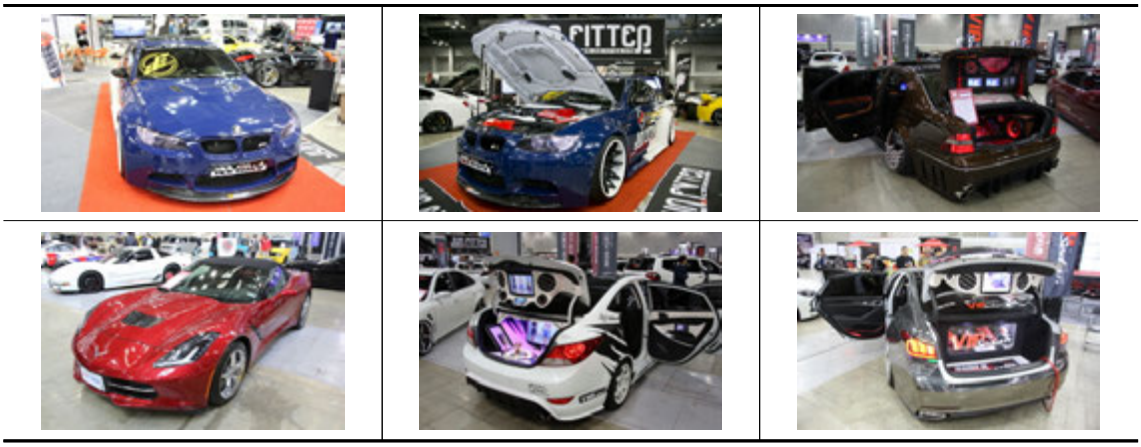


그림 384. 튜닝카 경진대회 장면

– 튜닝부품 전시

· 튜닝부품 업체 30개 참여

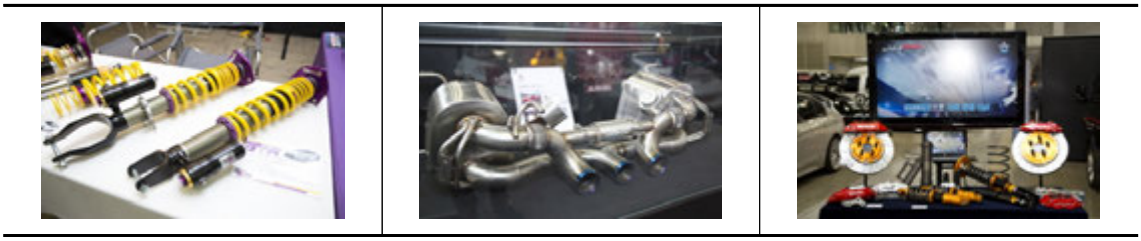
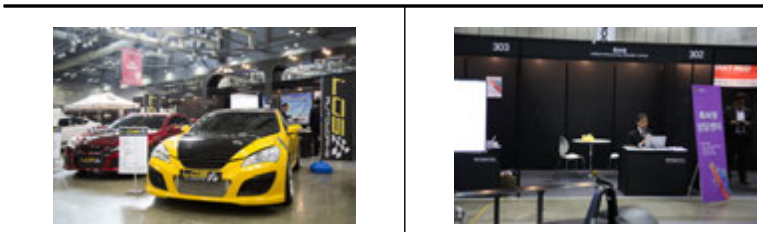


그림 385. 튜닝부품 전시

– 튜닝기술 및 특허상담

· 우수튜닝업체 및 튜닝부품사 합동 운영

· (특허청) 기술 및 디자인 관련 특허 지적재산권 상담



우수튜닝업체 선정 업체 부스	특허청 부스

그림 386. 우수튜닝업체 및 특허청 부스

– 기타 부대행사 개최

· 자동차 무상점검 서비스

· 자동차 튜닝매뉴얼 배포

· · 튜닝에 대한 부정적 인식개선 및 올바른 자동차 튜닝문화 확산에 기여
· 레이싱 시뮬레이터 체험
· · 체험활동으로 튜닝에 대한 관심도 증가
· 모터스포츠 경기 챔프카 시승
· 튜닝 서비스 상담 부스 운영

– 주요사진

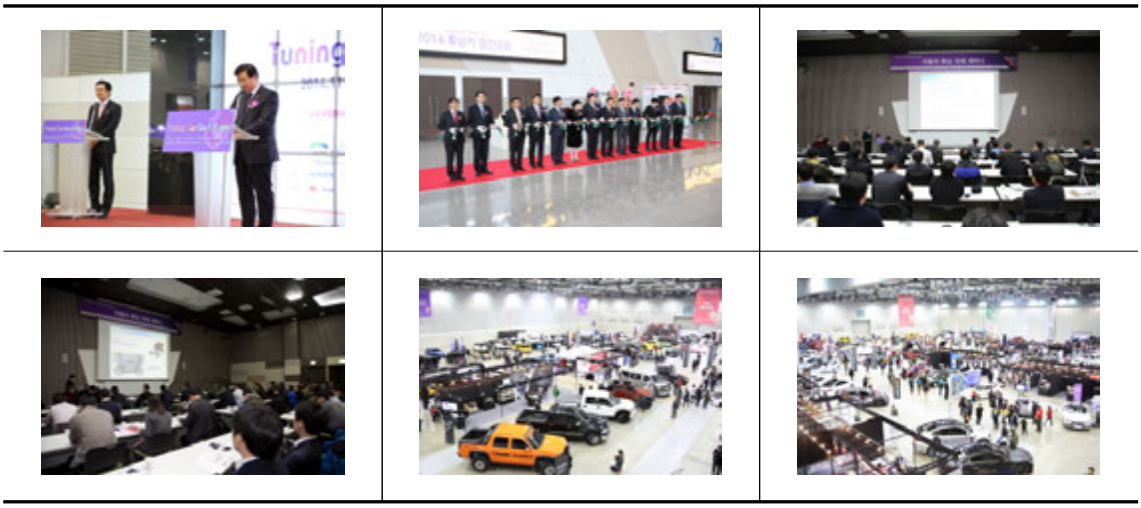


그림 387. 튜닝카 경진대회 주요사진

다. 우수 튜닝업체 선정

(1) 1차

○ 추진배경

– 우수 튜닝업체 선정은 높은 수준의 기술력과 품질관리 능력을 갖춘 전문업체 선정을 통해 소비자(국민)에게 신뢰 높은 튜닝 서비스를 제공하기 위함
– 튜닝의 부정적 인식 개선, 올바른 튜닝문화 구현, 열악한 튜닝업계 개선 및 튜닝산업 활성화 기대

○ 자격 및 선정기준

– (신청자격) 한국자동차튜닝협회, 자동차제작자협회, 자동차정비관련 연합회 등에 소속된 업체 중 연간 튜닝실적 50대 이상 업체 대상
– (심사항목) 사업역량, 전문성, 작업환경·안전관리, 품질·서비스의 4대 분야에 대한 적합성 심사를 통해 튜닝업체 선정
– (선정방법) 신청업체의 사업역량, 전문성, 작업환경 및 안전관리, 품질 및 서비스 분야에 대한 역량을 평가하여 고득점 순으로 선정

○ 신청업체

– 총 신청업체 : 38개
– 서류심사 : 12개 업체
– 현장심사를 통해 5개 업체 선정(2014년 11월 18일)
– 선정결과

표 159. 1차 우수 튜닝업체 선정 업체

연번	업체명	소재지	업 종	사진
1	로스 오토웍스	경기	· 퍼포먼스 튜닝 전문 · 수퍼차저, 터보 인스톨 전문	 
2	클럽 레퍼드 모터스	경남	· 퍼포먼스 튜닝 전문 샵 · 체계화된 튜닝 및 고객품질관리	
3	(주)YLK 오토	서울	· 서스펜션, 브레이크, 머플러 전문 · 협회활동, 모터스포츠 적극참여	
4	주식회사 카렉스	서울	· 시설공간 장점 · 자동차 용품 제조 등	
5	에스엔피 모터파크	경기	· 각 차종의 서스펜션 튜닝 전문 · 서스펜션 튜닝 강의 / 기술력 강소업체	

(2) 2차

○ 추진배경

– 튜닝 업체의 사업역량, 전문성, 작업환경 및 안전관리, 품질 및 서비스 분야에 대한 역량을 평가하여 선정
– 튜닝의 부정적 인식 개선, 올바른 튜닝문화 구현, 열악한 튜닝업계 개선 및 튜닝산업 활성화 기대

○ 자격 및 선정기준

– (신청자격) 한국자동차튜닝협회, 자동차제작자협회, 자동차정비관련 연합회 등에 소속된 업체 중 연간 튜닝실적 50대 이상 업체 대상
– (심사항목) 사업역량, 전문성, 작업환경·안전관리, 품질·서비스의 4대 분야에 대한 적합성 심사를 통해 튜닝업체 선정
– (선정방법) 신청업체의 사업역량, 전문성, 작업환경 및 안전관리, 품질 및 서비스 분야에 대한 역량을 평가하여 고득점 순으로 선정

○ 신청업체

– 총 신청업체 : 15개
– 현장심사를 통해 6개 업체 선정(2015년 12월 28일)

○ 선정결과

표 160. 2차 우수 튜닝업체 선정 업체

연번	업체명	소재지	업 종	사 진
1	인치바이인치	경기	· 드레스업 튜닝	
2	프로씨드	경남	· 튠업 튜닝	
3	바별카튜닝	광주	· 튠업 튜닝	
4	피드백	전북	· 튠업 튜닝	
5	스타일	경기	· 튠업 튜닝	
6	사운드뷰 카오디오	경기	· 카오디오 튜닝	



라. 한국자동차튜닝협회 설립

○ 설립 목적

– 한국자동차튜닝협회는 비영리 공익단체로서 자동차 튜닝산업의 건전한 육성과 회원 상호간의 친목을 도모하고 국민경제 향상에 기여코자 설립
– 사단법인 한국자동차튜닝협회는 KATMO(Korea Automobile Tuning & Multipurpose Organization)로 함

○ 주요사업 범위

– 튜닝부품의 품질인증에 관한 사항
– 튜닝부품의 시험지원, 연구 및 정책개발에 관한 사항
– 국내 튜닝시장 현황조사에 관한 사항
– 해외 튜닝협회 등 유관기관과 국제적 정보교류에 관한 사항
– 튜닝관련 통계, 정보수집 및 간행물 발간
– 튜닝관련 각종 전시회 개최 및 홍보에 관한 사항
– 불법튜닝 계도에 관한 사항
– 튜닝관련 전문인력 양성에 관한 사항
– 기타 협회의 목적달성에 필요한 사업

○ 설립

– 발기인 및 창립총회
· (일시) 2013년 9월 6일(금) 14:00~16:20
· (장소) 신한대학교 국제관 세미나실
· 주요내용
·· 설립 발기인 실시
·· 이사회 상견례
·· 총회전 가입서 작성 및 등록 / 정관검토 및 정관통관





- (13.9.13) 법인 설립허가 신청서 제출
- (13.10.24) 법인 설립허가(국토교통부)
- (13.11.6) 법원등기

표 161. 한국자동차튜닝협회 설립 허가증







○ 튜닝부품 인증기관 지정
- 국토교통부는 2015년 1월 5일 튜닝부품 인증기관 지정을 위한 공고를 함
- 한국자동차튜닝협회는 2015년 1월 9일 “자동차 튜닝부품 인증기관 지정” 신청을 다음과 같은 서류를 포함하여 제출하였음

· 신청서
· 법인등기부등본
· 정관사본 1부
· 시설확보(기관 지정) 계획
· 인력보유현황
· 사업장의 위치 및 중·장기 사업계획
· 튜닝부품 인증 업무규정
· 인증시스템 구축(안)

- 국토교통부는 2015년 1월 22일 (사)한국자동차튜닝협회를 자동차 튜닝부품 인증기관으로 지정하였음

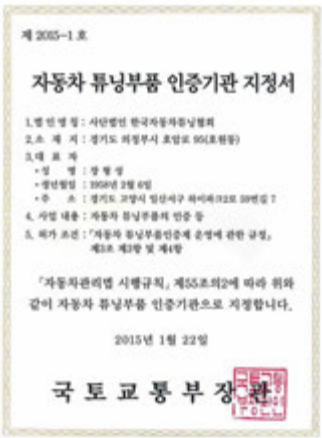


그림 388. 인증기관 지정서

○ 중장기 사업계획



그림 389. 중장기 사업계획

– 튜닝부품 인증센터 구축으로 소비자에게 신뢰 확보
· 튜닝부품 인증센터 인력 확보
· 자동차안전연구원과 세부 운영방안 구축
· 튜닝부품 DB 정보 및 구축(보험상품과 연계)
– 튜닝 전문인력 양성 및 회원사 확보
· 튜닝기술 전문인력 양성 및 협회·회원사간 주기적인 소통으로 튜닝정보 공유
· 지역·분과별 간담회 진행 및 우수튜닝업체 선정
– 튜닝 홍보방안 마련
· 온·오프라인을 활용한 불법 튜닝계도 및 전시회 개최
· 협회지(KATMO) 주기적 발간
· 지속적인 튜닝카 경진대회 개최
– 튜닝 문화교실 개최
· 전국지역 거점별 튜닝문화교실 개최
– 튜닝 국제교류 추진
· 독일(VDAT), 일본(NAPAC), 미국(SEMA)와 업무협약 추진

○ 튜닝부품 인증 및 시험기관

– 튜닝부품별 시험 가능기관은 다음과 같이 조사되었음

표 162. 튜닝부품 인증기관 및 시험가능기관 현황

튜닝부품		인증기관	시험가능기관 현황	
휠		KATMO 사단법인 한국자동차튜닝협회	핸즈코퍼레이션 자동차부품연구원 경일대학교	HANDS KATECH KIU
소음기			자동차안전연구원	TS
에어필터 오일필터 오일분리기			자동차부품연구원 만앤휴멜코리아	KATECH MANN+HUMMEL
등화장치 광원			자동차안전연구원	TS
서스펜션			자동차부품연구원 울산테크노파크 경일대학교	KATECH KIU 울산테크노파크 Ulsan Technopark
캘리퍼 패드			자동차부품연구원 인천테크노파크	KATECH ITP
타이어			한국타이어 금호타이어 등	HANKOOK KUMHO TIRE
오일쿨러			자동차부품연구원	KATECH
내비게이션 블랙박스			한국산업기술시험원 SGS, 모본	ktl 한국산업기술시험원 SGS MOVON
썬팅필름			한국건설환경시험연구원 한국건설기술연구원 3M	KCL 한국건설생활환경시험연구원 KICT 한국건설기술연구원 3M Science. Applied to Life.
에어댐 스포일러			자동차부품연구원 현대모비스 한국산업기술시험원	KATECH HYUNDAI MOBIS ktl 한국산업기술시험원
스테이빌라이져			자동차부품연구원 경일대학교	KATECH KIU
디스크 인테이크호스 라디에이터			자동차부품연구원	KATECH
카스킨			한국건설환경시험연구원 3M	KCL 한국건설생활환경시험연구원 3M Science. Applied to Life.

– 튜닝부품 연구를 통해 현재까지 튜닝부품 인증은 9개 부품(휠, 주간주행등, 소음기, 엠블렘)이 인증되었으며, 향후 증가가 예상됨

– 특히, 서스펜션, 필터, 캘리퍼 및 패드 등에 대한 업계의 수요가 높아 인증 대기중인 상태임

○ 시험가능기관 현황

– 핸즈코퍼레이션

· 전문 자동차 휠 시험기관

– 인천테크노파크

· 차량 동역학/샤시모듈 평가기술

· 차량 동특석 해석

· 샤시 모듈 해석, 샤시 단품 강도 해석

· 샤시 단품 피로 내구해석 및 시험 평가 기술

· 부품 및 시스템 신뢰성 평가 기술

· 현가 조향 시스템 설계 및 평가 기술

· 진동 및 강도해석

· 재제조 품질인증 등

· 각종 신뢰성 및 연구 지원 가능

– 교통안전공단 자동차안전연구원

· 자동차 충돌 및 충격시험, 소음/전파시험, 등화/시계시험, 주행/제동시험

· 엔진/환경시험, 배출가스시험 등

– 자동차부품연구원

· 그린카파워시스템 연구

·· 클린엔진시스템, 차세대엔진시스템, 가스엔진기술, 배기 및 연비성능

· 자동차융합부품기술 연구

·· 전장시스템, 에너지부품, 열제어시스템

· 스마트자동차 기술 연구

·· 차량IT융합, 자율주행기술, 자능제어시스템

· 지능형차체섀시 연구

·· 섀시플랫폼, 섀시융합제어, 주행안전기술

· 자동차친환경신소재 기술 연구

·· 청정에너지소재기술, 친환경소재기술, 스마트소재

· 자동차소재융합시스템 연구

·· 소재융합디자인, 경량화융합소재, 융합소재공정

· 신뢰성 연구

·· 신뢰성연구, 전자기파, 극한기술, 융합시스템안전기술

– 한국타이어, 금호타이어

· 타이어 시험기관

– 한국건설생활환경시험연구원

· 내후성 분야

·· 옥외폭로 및 실내촉진 시험/평가, 기밀/수밀/내풍압 시험, 유리의 물성 및 내구성 시험

· 방수방식분야

·· 도막방수재, 시트방수재

· 진동시험분야

·· 자동차, 전자제품 등의 진동 및 충격시험, 운송시험 등

– 한국건설기술연구원

· 화학/환경, 전기/전자, 기계/부품, 금속/재료
· 섬유/플라스틱
– 3M
· 썬팅, 창유리, 카스킨, 반사지, 코팅 등
– 모본
· 자동차 전장품
· 신뢰성 시험
·· 진동, 자동차부품, 환경 및 부식, 기계적 특성
– 한국산업기술시험원
· 인증업무
·· 전기부품평가, 전기용품평가
· 시스템융합
·· 기계요소기술, 신뢰성기술, 소재부품기술
· 디지털산업
·· 전파응용기술, EMC평가
· 산업표준
·· 표준사업개발, 기계역학표준, 전기전자표준, 공업물리표준 등
– SGS
· 자동차 개념설계, 자동차 및 부품 생산·조립, 승인 업무
· 자동차 전반적인 인증 업무
– 맨앤휴멜코리아
· 자동차용 필터류, 여과장치 등
– 울산테크노파크
· 그린카사업 및 부품개발
· 전기차 핵심장비 구축(배터리충방전기, 배터리 열충격시험 등)
· 전기전자부품효율평가
· 신뢰성시험
·· 부품피로/내구시험, 샤시부문 모듈품 시험평가
·· 자동차 부품 및 모듈품 소음/진동 개발시험
· 안전시험전문
·· 충돌/충격시험, 보행자보호
– 경일대학교
· 자동차 진동, 마스트, 다축내구, 환경, 전기특성, 재료 및 3D 측정

○ 인증 및 시험기관 지역별 위치 및 특성

– 튜닝부품 인증기관인 한국자동차튜닝협회는 인천에 위치하고 있으며, 기타 튜닝부품에 대한 시험이 가능한 기관들은 대부분 수도권에 위치하고 있고, 대전 및 대구권 등에 분산되어 있음



그림 390. 인증기관 및 시험가능기관 지역별 위치

– 현재 한국자동차튜닝협회에서 튜닝부품별 특성을 감안하여 지정한 시험기관 현황은 아래와 같음

· 휠 : 핸즈코퍼레이션
· 소음 및 난연성 항목 : 대솔오시스
· 브레이크 캘리퍼 : 이래오토모티브시스템
· 서스펜션 및 스트럿바 : 전북자동차기술원

– 튜닝부품 및 시스템 인증 가능 여부를 고려하여 시험 가능한 기관은 다음과 같음

· 자동차 및 시스템 튜닝 시험기관 : 자동차안전연구원, 자동차부품연구원, 울산테크노파크, 인천테크노 파크, SGS
· 전장품 시험기관 : 한국산업기술시험원, 모본
· 타이어 시험기관 : 한국타이어, 금호타이어 등
· 필터류 시험기관 : 자동차부품연구원, 맨앤휴멜코리아
· 필름류 시험기관 : 한국건설생활환경시험연구원, 한국건설기술연구원, 3M
· 섀시 시험기관 : 자동차부품연구원, 경일대학교 등
· 엔진 부품류 시험기관 : 자동차부품연구원

– 튜닝부품 인증제도에서는 인증기관이 부품별 인증시험 가능여부를 판단하여 시험기관을 지정할 수 있는 권한이 있으며, 향후 인증기관과 협조하여 시험기관 확대 및 협업이 가능하도록 추진 필요

마. 튜닝 문화교실 개최

○ 배경

– 합법적인 튜닝 유형, 최신 튜닝트렌드 및 제도개선 소개 등을 통해 튜닝 수요 창출 및 건전한 튜닝문화 확산 등을 위한 튜닝문화교실 운영

○ 개요

– (대상) 자동차 관련 대학, 시·도 공무원, 경찰 및 민간단체 등
– (주제) 합법적인 튜닝유형, 최신 튜닝관련 규제완화 등 소개
– (운영) 담당자 방문 강의
– (결과) 142회 개최, 수강인원 5,610명

표 163. 튜닝 문화교실 개최 횟수 및 참석 인원

분야	횟수	인원	비고
공공기관	7	421	공무원, 경찰, 도로공사
산학협력	15	1,327	고등학생, 대학생
관련업계	4	634	제작자, 정비업체
교통약자	4	345	어린이집, 여성운전자, 안전재단
검사기술인력	112	2,883	공단검사원, 민간검사원
합계	142회	5,610명	

○ 결과

– 자동차 튜닝 세부업무규정 2,000부 배포
· 검사소(600), 튜닝업체(1,000), 기타 학교 및 자치단체 등(400)
– 알기 쉬운 튜닝 매뉴얼 8만부 배포
· 검사소(2만), 정비단체(3만), 학교(1만), 경찰 및 자치단체 등(2만)



그림 391. 튜닝 문화교실 개최

– 자동차 튜닝현황
· 튜닝 승인건수(24.3% 증가) : ‘14년(128,169건) → ’ 15년(159,345건)

표 164. 자동차 튜닝 승인 건수 현황

2013	2014	2015	비고
124,860	128,169	159,345	24.3%(↑)

– 세부 참석결과

표 165. 자동차 튜닝 문화교실 세부 참석 현황 (2015년도)

분야	세부목록	일정	인원	장소
운행차/제작차 튜닝 문화교실	제작자 튜닝문화교실	3.12	70명	서울/공군회관
	자동차대학 튜닝문화교실(전라도)	4.2	80명	조선이공대
	경찰 및 지자체 공무원 튜닝문화교실	4.9~10	107명	대전 kt인재개발원
	전문정비업체 노원지회 튜닝문화교실	4.17	39개 업체	노원검사소
	경기도 지정검사원 튜닝문화교실	4.18	230명	경기도교통연수원
	자동차대학 튜닝문화교실(경기도 안성)	4.28(화) 10시	100명	두원공과대학교
	자동차대학 튜닝문화교실(경기도 파주)	5.6(수) 11시	80명	서영대학교
	서울특별시 지정검사원 튜닝문화교실	5.7(목) 17시	63명	서울/교통회관
	자동차대학 튜닝문화교실(경기도 여주)	5.7(목) 11시	100명	여주대학교
		5.7(목) 13시	160명	
	자동차대학 튜닝문화교실(충남 당진)	5.12(화) 10시	80명	신성대학교
	자동차대학 튜닝문화교실(전남 담양)	5.21(목) 13시	85명	전남도립대학교
	자동차대학 튜닝문화교실(경남 김해)	5.22(금) 10시	60명	김해대학교
	자동차대학 튜닝문화교실(대구)	5.22(금) 15시	72명	계명대학교
	어린이통학버스(한국어린이안전재단)	7.15(수) 14시	20명	국회도서관
	춘천기계공고 학생	9.1	70명	학교
	강릉폴리텍대학 대학생	9.9	60명	학교
	상지영서대학교 대학생	9.16	70명	학교
	고속도로순찰대 7지구대 경찰	9.16	15명	경찰서
	한국도로공사 튜닝문화교실	9.11(금) 11시	30명	인력개발원(화성)
	자동차대학 튜닝문화교실(대구)	9.16(수) 15시	100명	경일대학교
	어린이통학버스(한국어린이집총연합회)	9.16(수) 10시	300명	라카이샌드(강릉)
	자동차대학 튜닝문화교실(충남 보령)	9.23(수) 16시	150명	아주자동차대학
	제작차 튜닝문화교실	10.13(화) 16시	25명	경인본부
	검사발전 세미나(경북보건대)	11.20(금) 16시	60명	교통안전공단(김천)
	부천시 정비업체 튜닝문화교실	11.29(일) 15시	500명	부천시청
	합계	26회	2,726명	
맞춤형 튜닝 문화교실	교통안전관리자 튜닝문화교실 1차	4월30일	80명	한국철도시설공단(대전)
	자동차관리담당공무원 튜닝문화교실 1차	7.16(목)	22명	우정공무원교육원 (천안)
	자동차관리담당공무원 튜닝문화교실 2차	7.23(목)	23명	
	교통안전관리자 튜닝문화교실 2차	9.14(월)	144명	한국철도시설공단(대전)
	검사소 튜닝문화교실 운영	3월 시행(48곳)	447개업체	각 검사소
		3,5월 시행	17(12+5)	
		7.5	6(어린이)	
	여성운전자 튜닝문화교실 운영	5.28	13명	주부대상
		6.20	12명	한국여성소비자연합회
	전국 검사소 튜닝담당자 교육	7.23~24	56명	대전kt인재개발원
	전국 검사소 민간검사원 튜닝 교육	7.25(58곳)	2,064	각 검사소
	합계	116회	2,884명	

바. 튜닝정보 DB 구축

(1) 자동차튜닝 부품정보 DB 구축의 필요성

(가) 배경

○ 자동차 2천만대 시대를 맞아 청년층을 중심으로 본인의 개성과 멋에 따라 차량의 성능과 외관을 변경하려는 수요가 지속적으로 증가될 것으로 예상되어 민관 합동으로 다양한 자동차 튜닝산업 진흥대책이 추진되고 있으나, 그 간 튜닝시장은 양성화되지 못하고 보험사의 손해사정에 필요한 정보가 불투명하여 튜닝 소비자 보호를 위한 보험 대상에서 튜닝 부품은 제외되어 왔음

○ 특히, 튜닝 보험 상품 개발에 필수적 요소 중 하나는 사고 튜닝 차량의 보험처리를 위한 객관적 수리비 산정인데 수리비 산정에 필요한 튜닝정보가 불투명하여 보험 처리에 어려움 발생 이에 따라 보험 처리에 활용을 위한 튜닝정보 DB를 구축고자 함

○ 튜닝보험 활용을 위한 튜닝정보 DB는 보험사에서 튜닝차량의 수리비 손해산정에 필요한 부품정보, 표준작업시간 정보 및 시간당공임 정보를 말함

(나) 필요성

○ 튜닝 소비자 보호를 위해서는 튜닝 부품·자동차의 손상을 보장하는 튜닝보험 상품 개발이 필수적이나, 튜닝 차량 보험 미신고 등 제도적 뒷받침이 미흡하고 손해사정의 기준이 되는 튜닝 정보가 투명하지 않음

○ 특히, 사고 튜닝 차량의 수리비 산정에 필수적인 튜닝 부품가격, 튜닝 작업에 필요한 튜닝 숍의 시간당공임 및 작업시간에 대한 정보가 없어 객관적 수리비 산정이 불가한 상황임

(2) 튜닝 보험의 역할과 기본원칙

(가) 튜닝 시장에서의 보험의 역할

① 튜닝 자동차 소유주의 사고 시 피해보상 불안감 해소

○ 자동차 소유주가 자신의 개성과 취향에 따라 본인 차량을 튜닝 후 소유, 사용, 관리하는 동안에 생긴 피보험 튜닝 자동차의 사고로 인하여 자기차량, 타인 차량, 자기신체 및 타인신체에 피해를 입힌 경우 피해보상에 대한 불안감을 해소함

② 튜닝 부품 업체의 제조물배상 책임보험을 통한 안정적 기업 활동

○ 튜닝부품에 설계 및 제조상의 결함으로 소비자가 사고로 피해를 입은 경우 튜닝부품을 제작한 업체가 배상할 책임을 제조물배상책임보험으로 안정적 기업 활동 가능

③ 튜닝 숍 또는 정비업자의 튜닝작업 오류로 인한 리스크 보장

○ 튜닝 부품을 장착 또는 정비하는 과정에서 부품 제조상의 결함이 아닌 작업자의 오류로 발생한 사고로 인한 손해 또는 차량 시스템의 고장에 대하여 보험사가 손해배상을 보장함으로서 튜닝 숍의 적극적인 영업 활동을 지원함

④ 민간 인증 단체의 인증업무 수행에 따른 리스크 보장

○ 튜닝 부품의 인증 기준 및 업체의 관리 미흡으로 튜닝이 원인이 되어 자동차의 사고 또는 고장 발생 시 피해에 관한 인증업무 리스크 보장

(나) 자동차보험 기본원칙 및 전제조건

① 자동차보험 기본원칙

○ 손해보험은 동질의 우연한 위험에 처한 여러 사람이 리스크 보장을 위해 해당 위험에 합당한 일정한 금액을 분담하여 해당 사고를 당한 구성원에게 피해를 보상하여 경제적 불안을 제거하고자 하는 경제적 제도임

○ 보험이 성립하기 위해서는 사고 발생여부, 발생시점 및 피해규모가 예측 불가능한 것으로 예측 가능한 당연한 위험이나 의도적인 사고는 보험으로 취급할 수 없으나

○ 개개인의 사고는 우연으로 발생 할 수 있으나, 전체 사고의 모수 집단이 크면 일정한 법칙을 발견 할 수 있다는 대수의 법칙이 적용되어 위험률 산정이 가능함

○ 손해보험은 수지상등의 원칙에 따라 발생된 개인에게 발생된 손해에 대해 고액의 보험금을 지급하는 대신 여러사람이 나누어 분담하는 보험료에 의해 운영됨

○ 구성원 당 지급한 보험료를 P, 구성원 수를 n, 사고 당 평균 지급보험금을 K, 보험금을 받은 구성원 수를 n 이라고 하면 nP=nK의 공식이 성립되는 수지상등의 원칙 하에서 운영됨

○ 보험은 이득금지의 원칙에 의해 사고와 손해가 인과성이 인정되는 경우에 대해 보험금을 지급하므로 사고 이전의 손해보다 큰 보상금을 받아서는 안된다는 법칙으로 실손 보상의 의미를 내포함

○ 급부, 반대급부의 원칙에 따라 여러 사람이 지급한 총 보험료는 대수의 법칙에 따라 산정된 사고발생 확률과 지급보험금을 곱한 것과 같아야 함

② 튜닝 보험상품 개발 전제조건

○ 손해보험의 기본원칙들에 따라 튜닝한 자동차가 사고 또는 고장으로 인한 피해보상을 받기 위해서는 적정 보험료의 산정과 피해를 산정 할 수 있는 기본적인 정보가 필요한데 튜닝시장이 성숙되지 않은 상태에서는 사고의 모수가 극히 적기 때문에 대수의 법칙을 적용해 사고 위험 확률을 산정하기 어렵기 때문에 적정 보험료의 산정이 어려움

○ 또한 대물, 자차와 같은 차량에 대한 손해사정 시 적정 수리비 산정에 필수적인 부품대, 작업시간 및 공임 표준정보가 없으므로 보험사의 손해액 산정도 불가한 상태임

○ 초기 진입단계인 자동차 튜닝 시장 활성화를 위해서는 튜닝 부품에 대한 사고 위험도를 평가하고, 수리비 손해사정에 필수적인 부품대, 표준작업시간 및 적정 공임을 데이터베이스화해야 함

(3) 자동차보험 수리비 구성

(가) 보험수리비 구성

○ 자동차사고로 인한 보험사의 수리비 산정은 부품가격과 공임으로 구성되며 공임은 부품별 탈부착 시간당공임과 작업시간의 곱으로 결정되므로 튜닝 부품가격, 튜닝 부품별 탈부착 작업시간, 시간당공임은 보험사의 수리비 손해 평가에 필수적인 요소임

- 수리비 = 부품 가격 + 공임
- 공임 = 시간당공임 × 작업시간(손상부품별 탈부착 작업시간 총합)

① 부품정보

○ 부품정보의 경우, 부품가격, 부품 공급형태, 부품 코드가 튜닝 차의 수리 시 정비공장이나 튜닝 숍의 부품대의 적정성을 판단하는데 중요한 정보임

○ 부품가격에 대한 산정을 위해서는 해당 부품이 어셈블리(Assembly)로 공급되는지 파셜(Partial)로 공급되는지의 시장공급 형태에 대한 정보가 필요하며, 동일한 차량 모델이라도 연식과 사양에 따라 다른 부품이 적용 될 수 있어 부품코드 정보도 필수적임

- 어셈블리(Assembly) : 몇 개의 부품이 모여 하나의 큰 부품 단위로 제공되는 공급형태
- 파셜(Partial) : 부품의 공급형태를 최대한 나눌 수 있는 최소 단위

○ 이러한 부품정보를 기준으로 튜닝 숍의 실수로 인해 기존 부품과는 다른 부품이 탈·부착되는 것을 방지하고, 허위청구나 확대수리를 방지하여 도덕적 해이로 국민의 보험금 누수를 방지 할 수 있어 보험사의 손해사정에 필수적인 정보가 됨

○ 부품가격의 경우, 공급자와 소비자간 연도별 가격 상승 정보의 불투명으로 인한 시장 혼란 방지, 자동차 소비자의 알권리 보호 및 자동차 튜닝부품 가격 투명성 확보 측면에서도 중요한 DB 임

② 표준작업시간

○ 표준작업시간의 경우, 실제 작업시간에 해당하는 정비작업시간, 작업을 위해 사전에 공구 및 설비를 준비하는 준비 작업시간, 작업 중 불규칙하게 작용하는 여유 작업시간으로 구성됨

- 정미 작업시간: 실제 튜닝 작업을 수행하는 시간
- 준비 작업시간: 작업을 위해 공구 및 장비 등을 준비하는 시간
- 여유 작업시간: 튜닝 작업 중 발생되는 불규칙한 시간
  (땀딱기, 화장실 가기, 물 마시기 등)

○ 작업시간은 작업자의 숙련도, 공장 설비조건 및 배치 등에 따라 달라 질 수 있으므로 표준화된 작업을 기준으로 결정됨

○ 즉, 평균적인 숙련도를 가진 작업자가 평균수준의 설비를 구축한 표준공장 수준에서 일반적인 작업 속도로 측정한 작업시간으로 정의함

○ 표준 작업시간은 해당 부품을 탈부착하기 위한 주 작업시간과 주 작업을 하기 위해 필요한 주변 작업(주변 부품 탈부착 등)인 부대 작업으로 구성됨

○ 작업시간의 경우 공장이나 튜닝 숍 입장은 임금을 확보하기 위해 늘리기를 희망하나 보험사는 손해를 최소화하기 위해 빠른 작업시간 내 작업을 완료하기를 희망하는 만큼 보험사와 정비업계간 작업시간의 적정성은 항상 논쟁이 됨

③ 시간당공임

○ 시간당공임의 경우, 작업시간과는 달리 공학적· 과학적 평가를 통한 산정 방식이 아닌 수요·공급 원칙, 물가 등 다양한 인자를 감안해 산정되나, 주로 보험사와 정비공장간 협상에 의해 결정됨

○ 국내 손보업계는 보험사별로 정비공장의 서비스 등급을 평가와 국토교통부의 적정 정비수가 용역 결과를 참조하여 대략 시간당 2만 4천원에서 2만 8천원의 시간당공임을 책정하고 있음

○ 시간당공임도 작업시간과 마찬가지로 손보업계와 정비업계의 이해가 상충되는 만큼 항상 적정성에 대한 논란이 됨

(4) 자동차 보수용 부품의 이해

(가) 자동차 보수용 부품의 특징 및 종류

① 자동차 보수용 부품의 정의

○ 자동차 보수용 부품이란 자동차가 사고 및 기능상의 문제가 발생할 경우 원래의 기능과 성능을 유지하기 위해 소요되는 부품을 총칭함

○ 자동차의 외형을 구성하는데 기본적으로 필요한 기능부품 및 외장부품을 협의의 보수용 부품이라 칭하며 반드시 필요하지는 않으나 편의성 향상 또는 장식의 목적으로 사용되는 부품을 말함

② 자동차 보수용 부품의 분류

㉮ 용도별 분류

○ OEM 부품 : 완성차 제작 시 소요되는 완성차 제작용 부품

○ A/S 부품 : 자동차 사고 또는 고장에 대하여 기능상의 문제를 유지하는데 소요되는 수리보수용 부품



그림 392 용도별 자동차 보수용 부품 분류

㉯ 유통 경로별 분류

○ 순정부품(OEM부품): 완성차 제작사 또는 제작사 부품 계열업체 및 판매업체 유통망을 통하여 소비자에게 공급되는 A/S 보수용 부품으로서 자체 품질인증 홀로그램이 부착되어 있음

○ 비순정부품(Non-OEM부품): 완성차 제작사의 유통경로를 벗어나 부품 생산업체나 부품 유통업체에 의해 소비자에게 공급되는 모든 자동차 A/S 부품을 지칭하며 튜닝 부품도 비순정 부품의 범주에 해당함

○ 중고·재생부품: 폐차 또는 사고 차량의 부품이 해체 작업을 통하여 공급되는 부품으로 별도의 재가공 없이 유통되는 중고부품과 재가공을 거쳐 공급되는 재생 또는 재제조 부품으로 분류됨



그림 393 유통경로 별 자동차 보수용 부품 분류

㉰ 자동차 보수용 부품의 특징

○ 부품종류의 다양성

- 일부 차량모델은 부품 공유화가 이루어지고 있으나 자동차 A/S 보수용 부품 종류는 차량모델 당 약 3만여 개가 있어 그 종류가 복잡, 다양함

○ 수요의 비예측성

- 자동차 A/S 보수용 부품 중 소모성 부품을 제외한 대부분의 부품이 사고나 고장으로 발생하는 불특정 수요이므로 수요 예측이 불가능함

○ 수요와 공급의 불균형

- 자동차 보수용 부품은 그 종류가 매우 복잡, 다양하나 실제 수요 발생 빈도가 높은 부품은 그 수량이 적음. 국내 A사의 공급 필요 부품수 50만 품목 중 월평균 4만 5천 품목만이 수요가 발생하여 재고 보유 및 대기운영중인 재고 비중이 90%를 넘음

○ 전국적 소량 발생

- 자동차 보수용 부품은 불특정 지역에서 다품종 극소량의 수요가 발생하는 특성을 가지므로 수급 불균형 부품을 전국 유통망에 상시 제고로 운영해야만 하는 구조임

○ 부품공급의 긴박성

- 자동차 A/S 보수용 부품 중 98% 품목은 전국적으로 월 평균 50개 이하로 판매되는 부품으로 상시 제고 부품수량이 매우 적어 긴급 수요에 대한 결품 발생 우려가 있음

(나) 자동차 부품시장 현황 및 유통구조

① 자동차부품 매출 현황

○ 국내 자동차 보수용(A/S) 부품 시장 규모는 2008년 약 2조원에서 2013년 3조 규모로 증가하였음(외산차 부품 제외)

표 166. 국내 자동차 보수용 부품 시장 규모

구 분	매출실적(억원)			
	OEM	A/S	수출	합계
2008	368,486	22,109	105,271	495,866
2009	342,236	20,533	82,689	445,458
2010	440,794	26,448	121,285	588,527
2011	516,293	30,978	130,912	678,183
2012	519,732	30,184	199,443	750,359
2013	507,352	30,441	210,510	748,303

② 자동차 수리비와 수리부품대 현황

○ 자동차 사고로 인한 수리비는 2009년 약 3조 5천억원에서 최근 5년간 급속도로 증가하여 2013년에는 5조원에 달함(외산차 포함)

표 167. 자동차 수리비 및 수리부품대 현황

(단위 : 억원, %)

구 분		2009	2010	2011	2012	2013
수리비		35,684	43,453	45,633	46,166	51,189
	전년대비	-	21.8	5.0	1.2	10.9

주) 대물·차량담보의 과실상계 전 금액

○ 외산차 수리비는 2009년 약 4천 7백억원에서 2013년에는 2배 수준인 약 1조원대로 증가함

표 168. 수입차 수리비 현황

(단위 : 억원, %)

구 분		2009	2010	2011	2012	2013	연평균
수리비		4,170	5,503	6,482	7,832	9,673	23.5
	전년대비	-	32.0	17.8	20.8	23.5	

주) 대물·차량담보의 수리비는 과실상계 전

○ 2013년 전체 수리비 5조 1,189억원 중 부품비로 2조 3,460억원이 지급되어 수리비 중 부품대 점유율은 42.6%를 차지하였으며, 외산차의 경우 부품대 점유율은 약 60%에 달함

표 169. 국산차 및 수입차 전체 수리비

(단위 : 천원, 억원, %)

구분	국산		외산		전체	
	평균	보험금	평균	보험금	평균	보험금
부품	435	17,677	2,016 (4.6)	5,784	540	23,460
비중		42.6		59.8		45.8

주) ( ) 내의 수치는 국산차 대비 외산차 비율

(5) 보험수리 견적 프로그램

(가) 보험수리 견적 프로그램

○ 보험수리 견적 프로그램은 사고차량의 수리비 산정을 위해 차량 모델별 작업부분에 대한 부품대, 작업시간, 시간당공임을 전산화하여 보험업계와 정비업계에 제공함으로써 합리적인 수리비 사정을 위해 사용되고 있음

○ 국제적으로 사양한 견적 프로그램이 사용되고 있으며 유럽은 Audatex, 북미는 Mitchell, 우리나라는 AOS가 각 국가에서 주로 사용되는 보험수리 견적 프로그램임

① AOS(보험개발원)

○ AOS는 ARECCOM On-line System의 약어로 자동차 사고 보험수리 시 보험사와 정비업계의 수리비 산정에 사용되는 프로그램으로 국산차 모델별 부품대, 작업시간 및 부품공급 형태 등을 전산화한 프로그램으로 온라인 보험수리 청구 시스템 임

○ 사용자의 목적에 따라 정비공장용, 보험사용, 부품대리점용 및 렌터카용 온라인 보험수리 청구 시스템을 온라인으로 제공하고 있으나, 외산차의 경우 보험수리 견적을 위한 데이터를 탑재하고 있지 않음

② 해외 보험수리 견적 프로그램

㉮ Mitchell

○ 주로 미국에서 사용되는 보험수리 견적 프로그램으로 탑재된 작업시간은 제작사가 제시하는 작업시간을 정비업계가 사고차량의 작업시간에 적합하게 보정하여 사용함

㉯ Audatex

○ 다른 나라로 진출한 Global 견적 프로그램 중 시장점유율이 가장 높은 견적 프로그램이며, EU 전체 견적 프로그램 시장의 약 70%를 차지하고 있음. Audatex의 유럽내 국가별 시장 점유율은 독일 60%, 영국 70%, 프랑스 75%, 네덜란드 70%, 스페인 60%임

○ Audatex는 자동차 제작사 작업시간인 LTS을 기반하여 견적에 사용되는 작업시간을 제공하고 있는데, 全 세계의 모든 제작사로부터 세부적인 내역(LTS 및 정비/수리 매뉴얼)을 제출받아, 부품별 작업별로 구분하고 세부단위까지 세분화하고, 세분화된 작업내역을 제작사에서 제시하는 매뉴얼에 따라 작업을 재그룹하여 작업시간을 재산출

○ AUDATEX는 자동차제작사로부터 작업시간과 관련된 정보를 구매하여 수집하며, 만약, 제작사에서 판매를 거부하는 경우, 유럽 Block Exemption Regulation에 의해 요구하고 있음

표 170. BER 개정 요약

규정	1차 BER EUReg.123/85	2차 BER EUReg.1475/95	3차 BER EUReg.1400/2000
적용기간	'85.10~'95.09	'95.10~'02.09	'02.10~'10.05
AS센터	· 특정제조업체만을 위한수리시설운영	· 동일설비내타사 차량수리정비가능	· 좌동+딜러정비 하도급가능
부품	· OEM부품만을사용	· 동등품질인정 · 사용	· OEM부품범위확대
기술정보	· 일반업체에기술정보 공개거부가능	· 일반업체에기술정보 제공의무 (단,지적재산권거부)	· 일반업체에기술정보 제공의무부담 · 지적재산정보제공 거부남용금지

(6) 튜닝부품 정보 DB 구축 방법 및 범위

(가) DB 구축 방법

○ 튜닝 차량의 사고 시 보험수리 견적의 적정성을 평가하기 위한 부품가격, 작업시간, 시간당공임과 부품청구의 손해사정에 필요한 부품명, 부품번호를 주요항목으로 함

○ 현재 국내의 경우, 튜닝차 사고 수리 시 합리적인 견적에 필요한 어떠한 부품가격, 작업시간 및 시간당공임이 공식적으로 조사된 바가 없고, 튜닝 업체의 영세성으로 데이터의 신뢰도 확보에 어려움이 예상됨

○ 따라서 향후 튜닝시장을 리딩할 것으로 예상되는 선도업체를 한국자동차튜닝협회를 통해 정보를 입수하여 품목별 부품업체와 튜닝 숍의 시장조사를 통한 1차적인 DB(시장초기 기준 DB)를 구축함

○ 부품가격, 작업시간 및 시간당공임은 튜닝부품 제조사, 튜닝 숍 및 정비공장, 보험사의 경제적 이해관계와 맞물려 있어 향후 DB 구축과 함께 이해 관계자간 간담회 등을 통한 상호 합의를 끌어내는 과정이 필수적 임

○ 부품정보의 경우, 튜닝 부품별 판매 실적이 높은 선도업체를 대상으로 시장조사를 하여 소비자에게 판매하는 부품의 공급형태의 최소단위를 파셜(Partial) 또는 어셈블리(Assembly)별로 부품명과 부품 고유번호 및 소비자 공급가격의 DB를 구축함

○ 작업시간의 경우, 튜닝부품 및 튜닝숍 선도업체를 대상으로 대상 차종, 모델별로 튜닝 수행에 요구되는 작업시간을 조사함

○ 국산차는 보험수리 견적 프로그램의 시장 점유율 95%를 점유하는 보험개발원의 AOS 견적 프로그램내 차종별 순정품 작업시간을 기준으로 하고, 외산차는 글로벌 견적 프로그램인(Audatex 또는 Mitchell)내 작업시간을 기준으로 하였음

○ 시간당공임(보험수가)의 경우, 해당 튜닝 부품 작업에서 행해지는 인건비에 해당하는 기술료 조사를 실시

(7) DB구축 범위

○ 조사대상 튜닝부품

표 171. DB구축 조사대상 튜닝부품

구 분	구 분		튜 닝 부 품
2차년도	엔진, 흡배기		머플러
	차체/섀시		서스펜션, 휠, 브레이크, 클러치
	등화장치		LED 헤드램프
3차년도	드레스업	외장	바디킷(프론트, 리어, 사이드)
		등화	후미등, 실내등, Indoor Light Plate 등

○ 조사대상 튜닝업체

표 172. DB구축 조사대상 튜닝 업체

구 분	대상 업체
튜닝부품업체	- 한국자동차튜닝협회 가입 또는 추천 업체 - DB 제공 의사가 있는 선도업체

○ 조사대상 차종

- 튜닝 부품별 시장 수요도가 높은 차종 모델

(가) DB구축 분야

○ 튜닝부품 : 부품사진, 부품명, 부품코드, 부품가격

○ 작업시간 : 실작업시간, 준비 작업시간, 여유 작업시간 포함

○ 시간당공임 : 전문 튜닝 작업자 기술료

(8) 2차년도 DB 구축

표 173. 2차년도 튜닝부품 DB 개수

부품	업체	DB
소음기(Muffler)	A.JUN, 준비엘	160Set
서스펜션(Suspension)	네오테크, 실크로드코리아	137Set
브레이크(Brake)	로드텍코리아, 네오테크	67Set
휠(Wheel)	인지에이원, 핸즈코퍼레이션	68Set
클러치(Clutch)	썸밑테크	26Set
LED Lamp	LEDIST	64Set
총 계		522Set

(9) 3차년도 DB 구축

표 174. 3차년도 튜닝부품 DB 개수

업체	튜닝부품	DB
익시온디자인 토마토에이앤피 엠앤에스이브이	프론트 바디킷	75Set
	리어 바디킷	53Set
	사이드 바디킷	40Set
LEDIST, SULED	전조등, 안개등	113Set
SULED	후미등	83Set
	서클아이 아이라인	76Set
	데이라이트	44Set
	리플렉터, 사이드미러	106Set
SULED, 토마토에이앤피	엠블럼	146Set
LEDIST	실내등, 도어내캐치	92Set
총 계		828Set

(10) 소음기(Muffler) 샘플 DB(예시)

표 175. 소음기 샘플 DB 예시

NO	적용차종	제품사진	제품명	제품번호	제품가격(원)	시간당 공임(원)	작업시간 (h)
1	제네시스쿠페 3.8		앤드듀얼 머플러 풀셋	ajun-cat-back-01	1,200,000	30,000	3
2	제네시스쿠페 2.0		앤드듀얼머플러 풀셋	ajun-cat-back-02	1,050,000	30,000	3
3	그랜저HG 2.4/3.0/Lpi 공용		앤드 듀얼머플러	ajun-cat-back-03	850,000	30,000	3

(11) 바디킷 샘플 DB(예시)

표 176. 바디킷 샘플 DB 예시

NO	적용차종	제품사진	제품명	제품번호	제품가격(원)	시간당 공임(원)	작업시간 (h)
1	그랜저 HG F/L (2014 ~)		프론트 바디킷	B14-1	330,000	장착업체 별도책정 (도색,장착비 별도)	도색: 3 장착: 1
2			리어 바디킷	B14-2	350,000	장착업체 별도책정 (도색,장착비 별도)	도색: 3 장착: 1
3			사이드 스커트	B14-3	370,000	장착업체 별도책정 (도색,장착비 별도)	도색: 3 장착: 1
4			리어 스포일러	A25-5	170,000	장착업체 별도책정 (도색,장착비 별도)	도색: 1 장착: 0.5

사. 홍보체계 구축

(가) 개요

○ 국내에서 튜닝이 활성화되지 못했던 이유를 크게 분류하면 제도적·문화적 관점으로 요약할 수 있음

– 제도적 관점

· 국내에서는 자동차 튜닝을 규제의 대상으로 판단하였고, 관련 규정 또한 불분명하였음

– 문화적 관점

· 소비자(국민)들은 자동차 튜닝을 불법 또는 위화감 조성 대상으로 인식

○ 국외에서는 이와 같은 문제점을 해결하고자 튜닝에 대한 정확한 정보를 제공하고, 관련 규정을 개정하고 보완하여 튜닝 산업을 활성화시키고 있음

○ 튜닝을 활성화시키기 위해서는 객관적인 정보를 명확히 제공하고 홍보할 수 있는 공조체계가 매우 필요함

(나) 추진현황

○ 13년 창조경제의 일환으로 일자리 창출이 높은 산업으로 자동차 튜닝에 대한 관심도가 급격히 높아짐에 따라 정부에서는 활성화 방안을 마련하기 시작하였음

○ 국토교통부에서는 ‘13년 자동차 튜닝시장 활성화 방안과 ’ 14년 6월 17일 정부부처 합동으로 자동차 튜닝산업 진흥대책을 발표하였음



그림 394. 자동차 튜닝산업 진흥 방안

○ 그리고 향후 실행계획을 마련하여 중·장기적으로 추진하고 있음

표 177. 자동차 튜닝산업 진흥 방안 향후 실행계획

분야	세부과제	세부일정	주관부처	협조부처
1. 튜닝규제 개선	구조 · 장치 변경규정 개정	14.6	국토부	
	자동차관리법 시행규칙 개정	14.8	국토부	
	튜닝 승인절차 간소화	14.6	국토부	
	불법튜닝 집중단속	연중2회	경찰청, 지자체	국토부 교통공단
	불법튜닝 홍보포스터 제작 · 배포	14.6	국토부	지자체
2. 튜닝제도 기반구축	튜닝부품 인증제 도입	14.12	국토부	산업부
	튜닝부품 인증시스템 구축	15~16	국토부 등	기재부
	튜닝보험상품 개발	15.1	금융위	국토부
	튜닝카 보증거부 관행 제도개선	15.12	국토부	
	제작단계별 자기인증제 도입	15.12	국토부	
	특장차 기술검토 및 안전검사 지원	15~17	국토부	기재부
	소량생산 자동차 별도인증제 도입	15.12	국토부	
	소량생산 자동차 검사비용 경감	15.1	국토부	기재부
	완성차 업계 참여 확대	15~	산업부, 국토부	
	완성차-튜닝업계 기술협력포럼 지원	15~	산업부	국토부
	튜닝부품업체 기술지도	15~	산업부	국토부
	모범 튜닝업체 선정/튜닝설명회	14.6	국토부	
	튜닝특성화 고교/전문대/대학 육성	15~19	국토부 등	
	튜닝 온라인쇼핑몰 개설	15.1	산업부	
	튜닝업체 수출지원	15~	산업부	
	중소튜닝업체 세제 및 자금지원	16~	금융위 등	
	자동차서비스 복합단지 지정	15.12	국토부	
	전남 R&D 인프라 구축	14~17	산업부	
	대구 서비스 인프라 구축	14~17	산업부	
	튜닝 기술개발 지원	15~19	산업부, 국토부	
3. 건전한 튜닝문화 조성	오토살롱 개최	14.7	산업부	국토부
	튜닝카 경진대회 개최	14.12	국토부	산업부
	튜닝매뉴얼 추가 제작 · 배포	14.10	국토부	
	튜닝협회 통합	14.12	국토부, 산업부	

○ 단기적으로는 관련 규정에 대한 정비와 같은 정부 주도가 필요하나, 장기적으로는 자동차 제작사, 부품사, 관련협회, 보험업계 등의 협조가 필수적임

○ 튜닝산업 활성화를 위한 정부 및 민간의 노력을 소비자들에게 전달할 수 있는 홍보체계 구축이 필요함

(다) 홍보체계 구축

○ 튜닝에 대한 홍보체계는 국토교통부를 중심으로 교통안전공단과 한국자동차튜닝협회로 다음과 같이 구축하였음



그림 395. 튜닝 홍보 체계

○ 향후 홍보 활성화 방안

- 자동차 튜닝은 고성능 자동차를 생산하기 위한 필수적인 단계로 국외에서는 자동차 제작사 및 튜닝업체간 활발한 교류를 통해 우수한 성능의 자동차를 고가로 판매하고 있음
- 튜닝에 대한 부정적인 이미지를 해소하고자 정부위주로 튜닝에 대한 홍보가 추진되었으나, 장기적으로는 튜닝업계의 모임인 (사)한국자동차튜닝협회가 중추적인 역할을 수행하는 것이 타당함
- 협회에서는 튜닝에 대한 이미지를 개선하고, 각종 통계자료 작성 등 튜닝산업을 발전시킬 수 있는 근간을 만들어야 하며, 소비자(국민)들에게 적극적인 홍보를 통해 튜닝된 자동차의 안전성에 대한 정보를 제공하여야 할 것임

아. 세미나 및 워크숍 참석

(1) 국회 정책 세미나 개최

○ 개요

- (세미나명) 자동차서비스 및 튜닝산업 선진화 방안 국회정책세미나
- (주최) 국토교통부, 한국자동차공학회
- (일시) 2013년 10월 16일(수) 09:00~12:00
- (장소) 국회도서관 B1 세미나실
- (인원) 학계, 튜닝업계 등 150여명 참석

○ 주요내용

– 자동차 2천만대 시대의 자동차 서비스업 발전방향
· 자동차 관리현황과 문제점
· 자동차 서비스 개선전략
· 자동차 서비스업 선진화 추진
– 자동차 튜닝시장의 현주소와 발전방향
· 자동차 튜닝의 정의, 분류 소개
· 국내·외 튜닝현황 및 문제점
· 튜닝산업 활성화 방안 및 기대효과
· 튜닝부품 인증제 도입
· 튜닝업계 및 전문인력 관리방안
· 튜닝부품 인증절차 간소화 및 인증체계 구축 방안 마련

○ 결과

– 자동차 2천만대 시대에 적합한 자동차 서비스업 및 튜닝산업 선진화에 정부 및 민간의 협조 필요
– 튜닝산업 활성화를 위한 실효적인 규제완화 및 단계적으로 추진 필요

○ 세미나 주요사진



그림 396. 국회 정책 세미나 개최

(2) 튜닝 활성화 세미나

○ 개요

– (세미나명) 튜닝 활성화 및 발전방향 세미나
– (주최) 국토교통부, 국토교통과학기술진흥원, 교통안전공단, 한국자동차튜닝협회
– (일시) 2013년 12월 1일(일) 11:00~12:00
– (장소) 고양 꽃박람회장 2층 세미나실
– (인원) 학계, 튜닝업계 등 70여명 참석

○ 주요내용

– 자동차 튜닝산업 발전방안 발표
· (발표) 교통안전공단 자동차안전연구원 강병도 실장
– 한국자동차튜닝협회 향후 활동방향 발표
· (발표) 창원문성대학 홍승준 교수
– 자동차 튜닝을 중심으로 하는 자동차 융복합 클러스터 단지 조성 발표
· (발표) 신한대학교 하성용 교수

○ 결과

– 자동차 튜닝산업 활성화 방안 및 한국자동차튜닝협회 역할·활동방향 발표
– 자동차 융복합 클러스터 단지 조성 발표

○ 세미나 주요사진







그림 397. 튜닝 활성화 세미나 개최

(3) 튜닝 국제세미나

○ 개요

– (세미나명) 자동차 튜닝 국제세미나
– (주최) 국토교통부, 산업통상자원부, 국토교통과학기술진흥원, 교통안전공단, 한국자동차튜닝협회
– (일시) 2014년 11월 21일(금) 14:30~17:00
– (장소) 킨텍스 제2전시장 2강연장
– (인원) 학계, 튜닝업계 등 200여명 참석

○ 주요내용

– 자동차 튜닝 활성화를 위한 정부정책방안 논의

내 용	발 표 자
자동차튜닝정책의 현안과 대책	국토교통부 자동차운영과 과장 윤진환
자동차복합서비스 시범단지 조성방안	고양도시관리공사 본부장 최명훈
자동차 튜닝산업발전과 지식재산권의 중요성	특허청 자동차심사과 사무관 함중현

– 자동차튜닝 국제세미나

내 용	발 표 자
유럽의 튜닝산업시장과 자동차튜닝법률에 관하여	유럽튜닝자동차협회 사무총장 안드레아 피커톤
일본의 자동차산업과 튜닝과의 역학적 관계	일본튜닝협회장 회장 타가세 미네오
한 · 유럽 튜닝산업 활성화 방안	한·유럽통상기술진흥재단 부대표 찐마이스터

– 자동차튜닝 인증기준 및 성능평가 기술개발 세미나

내 용	발 표 자
튜닝부품평가기술 및 인증제도	교통안전공단 자동차안전연구원 실장 강병도
차체/새시 튜닝부품 평가기술개발	경일대학교 교수 강우종
엔진/흡배기 튜닝부품 평가기술개발	자동차부품연구원 책임연구원 송영식
드레스업 튜닝부품 평가기술개발	신한대학교 교수 하성용
튜닝부품정보 DB구축 및 개발	창원문성대학교 교수 홍승준

○ 결과

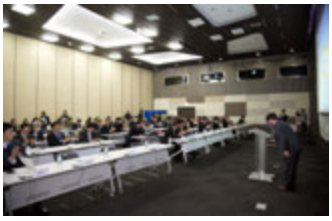
		
세미나 개회식	국토교통부 환영사	자동차공학회 격려사
		
한국자동차튜닝협회 격려사	국토교통부 정책소개	고양시 정책소개
		
특허청 정책소개	국제세미나(ETO)	국제세미나(NAPAC)
		
국제세미나(한·독재단)	교통안전공단	
		
자동차부품연구원	경일대학교	신한대학교

그림 398. 튜닝 국제세미나

제4장 목표달성도 및 관련분야 기여도

제4장 목표달성도 및 관련분야 기여도

1절 최종목표 달성도

1. 최종 목표

가. 연구개발 최종 목표

○ 자동차 튜닝부품 인증기준 및 성능평가 기술개발의 최종목표는 “자동차 운행성능 향상을 위한 자동차 튜닝부품 인증기준 및 성능평가 기술개발”이며, 전략목표 2개와 성과목표 4개로 구분하여 추진하였음

○ 2개 전략목표는 자동차 튜닝관련 제도개선과 튜닝시장 활성화 방안 마련, 그리고 4개 성과목표는 자동차 튜닝부품 인증기준 및 평가기술 개발, 자동차 튜닝부품 인증제도 개발, 튜닝업종 관리체계 및 전문인력 양성방안, 튜닝홍보 및 시장활성화 방안 마련임

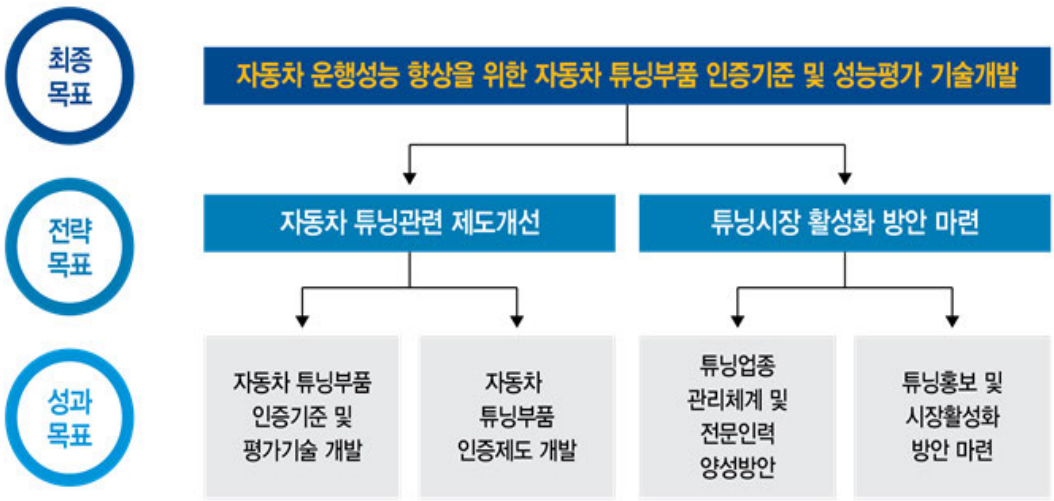


그림 399. 연구개발 목표 체계도

나. 개발내용 및 범위

○ 최종 목표 달성을 위해 3차년도에 걸쳐 성과목표별로 세부적인 단위성과와 지표를 설정하였고, 연차적인 계획을 수립하여 연구를 수행하였음

○ 연구과제를 수행함에 있어 튜닝시장을 활성화시키기 위한 다양한 방안을 국토교통부와 협의하여 추진하였고, 정책을 제안하였음

2. 성과지표

가. 1차년도

○ 정량적 성과목표

연차별 성과목표	성 과 목 표	평가 방법	목표	달성	가중치
자동차 튜닝부품 인증기준 및 평가기술	튜닝부품시장 및 선호도 조사 보고서	보고서	1건	1건	20%
	우선 인증 대상 부품 선정 및 인증 부품 평가결과 보고서	결과보고서	1건	1건	30%
	튜닝부품 인증기준(안)	인증기준(안)	5건	5건	30%
	시범사업 개최	경진대회 개최	1회	1회	20%
소 계					100%
자동차 튜닝부품 인증제도	해외 인증체계 및 법령 분석 보고서	보고서	1건	1건	20%
	국내 관련법령 조사 및 개선점 분석 보고서	보고서	1건	1건	20%
	인증기관 설립 필요성 분석 보고서	보고서	1건	1건	20%
	사단법인 튜닝 협회 설립 허가증	법인설립 허가증	-	허가	10%
	법령 제정 및 개정 (자동차 관리법)	자동차관리법 개정 관보	-	개정	30%
소 계					100%
자동차 튜닝업종 관리체계	튜닝업종 현황조사 보고서	보고서	1건	1건	40%
	자격기준 및 교육형태 기초조사 보고서	보고서	1건	1건	30%
	튜닝업종에 따른 자격기준 및 등록기준 정립 보고서	보고서	1건	1건	30%
소 계					100%

○ 연구개발 목표 달성도

목 표	달성도(%)	내 용
자동차 튜닝부품 인증기준 및 평가기술 개발	100%	○ 국내·외 튜닝시장 및 선호도 조사 ○ 국내·외 인증기준 및 평가기술 현황조사 ○ 인증대상 부품 선정 ○ 인증대상 부품 평가 – 5개 튜닝부품 평가(에어필터, 오일필터, 등화장치, 휠, 소음기) – 시뮬레이션 및 단품시험 기반 평가 ○ 5개 튜닝부품 인증기준 및 평가기술 제시 ○ 시범사업 실시(제1회 튜닝카 경진대회)
자동차 튜닝부품 인증제도	100%	○ 해외 인증체계 및 법령분석 – 국외 튜닝부품 인증체계 현황 조사 ○ 국내 관련법령 조사 및 개선점 분석 – 구조변경 절차 및 개선점 분석 ○ 자동차관리법 개정 ○ 자동차 튜닝부품 인증제도(안) 제시 ○ 인증기관 설립 필요성 분석 – 한국자동차튜닝협회 설립방안 검토 – 각 지자체(RIC 등)의 튜닝인증 참여방안 검토
자동차 튜닝업종 관리체계	100%	○ 튜닝업종 현황조사 ○ 튜닝업종 관리체계 및 자격기준 선호도 조사 – 튜닝업종 관리체계 – 튜닝 종사자 자격기준 및 업체 등록기준 분석 – 튜닝업종 자격기준 및 교육형태 조사 ○ 보험관련기관과 튜닝보험 상품 개발 협의

나. 2차년도

○ 정량적 성과목표

연차별 성과목표	성 과 목 표	평가 방법	목표	달성	가중치
자동차 튜닝부품 인증기준 및 평가기술	튜닝부품 인증 로드맵 수립	보고서	1건	1건	20%
	튜닝부품 평가 및 평가기술개발 보고서	평가 및 시험보고서	1건	1건	40%
	인증기준 및 평가기술 제시	인증기준(안)	13건	13건	40%
소 계					100%
자동차 튜닝부품 인증제도	자동차관리법 하위법령 작성	규칙(안)	1건	시행규칙 개정 1건	30%
	인증기관 지정 및 운영방안 수립	보고서	1건	세부 운영방안 제시	35%
	인증제도 시행준비	고시(안)	1건	고시개정 1건	35%
소 계					100%
자동차 튜닝업종 관리체계	튜닝업종 관리체계 구축방안	보고서	1건	1건	40%
	교육 및 인력양성방안 제시	보고서	1건	1건	30%
	튜닝산업 현황분석 및 전망	보고서	1건	1건	30%
소 계					100%
튜닝홍보 및 시장활성화 방안	홍보체계 구축방안 마련	보고서	1건	1건	20%
	튜닝정보 DB 구축 연구	보고서	1건	1건	30%
	불법튜닝 계도방안 마련	튜닝매뉴얼, 리플렛 배포	1건	1건	30%
	시범사업 개최 (제2회 튜닝카 경진대회 개최)	경진대회 결과 보고서	1회	1회	20%
소 계					100%

○ 연구개발 목표 달성도

목 표	달성도(%)	내 용
자동차 튜닝부품 인증기준 및 평가기술 개발	100%	○ 튜닝부품 인증 로드맵 수립 – 사용빈도가 높은 튜닝부품 조사 – 부품별 재분류 – 선호도, 중요도 검토 실시 – 로드맵 수립 ○ 전문가 자문회의 결과 반영
		○ 로드맵 수립 결과에 따른 튜닝부품 평가 실시 – (엔진/흡배기) 오일쿨러, 오일분리기, 오픈형 에어필터 – (차체/섀시) 서스펜션류, 브레이크 부품(캘리퍼, 패드), 타이어 – (전장/등화장치) 썬팅필름, 내비게이션 & 블랙박스, 등화장치 – (드레스업) 에어댐, 에어스포일러 ○ 13개 튜닝부품 시험 및 평가 실시
		○ 13개 튜닝부품 인증기준 및 평가기술 제시 ○ 튜닝기준 검증(실차시험) – 기준 검증을 위한 실차 2대 구매 – 자동차와 연계된 튜닝기준 검증 ○ 서스펜션, 소음기, 에어필터, 연비, 제동 등 실차시험을 실시하여 기준 검증 및 연구 추진
자동차 튜닝부품 인증제도 개발	100%	○ 자동차관리법 하위법령 작성 – 자동차관리법 시행규칙 개정(안) 작성 – 자동차 튜닝부품인증제 운영에 관한 규정 제정(안) 작성 ○ 자동차관리법 하위법령 개정 및 제정 완료 – (14.12.31) 자동차관리법 시행규칙 개정 – (15.1.2) 자동차 튜닝부품인증제 운영에 관한 규정 제정
		○ 인증기관 설립 및 지정, 운영방안 수립 – (15.1.5) 인증기관 지정 신청 공고 – (15.1.22) 인증기관 지정 공고 ○ 인증기관 지정 및 세부 운영방안 마련 – 인증방안, 인증실시, 사후관리방안 등 – 기술위원회, 시험기관 지정 등
		○ 인증제도 시행준비 – 인증제도 시행을 위한 세부 방안 준비 – 전산망 구축 등
자동차 튜닝업종 관리체계 및 전문인력 양성방안	100%	○ 튜닝 업종 관리체계 마련 – 튜닝업종 분류 및 작업범위 개선(안) 마련 – 튜닝업종별 작업범위(안) 마련 – 작업면적별 기준(안) 마련

		○ 튜닝기술력 검증방안 및 전문인력 양성방안 – 튜닝숍 설문조사 실시 – 튜닝범위별 전문성 확보 개선(안) 마련 – 전문인력 양성기관 지정 및 지원 추진체계(안) 마련
		○ 튜닝산업 현황분석과 전망 – 튜닝산업 재분류(관리법, 한국산업표준코드) – 산업현황 및 일자리 동향 분석
튜닝 홍보 및 시장 활성화 방안 마련	100%	○ 튜닝 활성화를 위한 홍보체계 구축방안 수립 – 해외 튜닝 홍보체계 조사 – 국내 실정을 반영한 홍보체계 구축(안) 제시
		○ 시장투명성을 위한 튜닝 정보 DB 구축 연구 – 튜닝보험 마련을 위한 자료조사 – 튜닝 DB 구축 실시 – 튜닝보험 활성화 방안 마련
		○ 불법튜닝 계도방안 마련 – 불법튜닝 방지 포스터 제작 배포 – 튜닝 세부 업무규정 배포 – 불법튜닝방지 매뉴얼 제작 배포
		○ 시범사업 2: 제2회 튜닝카 경진대회 개최 – 튜닝 국제세미나 개최(NAPAC, ETO 등 해외 튜닝협회 참석) – 제2회 튜닝카 경진대회 개최

다. 3차년도

○ 정량적 성과목표

연차별 성과목표	성 과 목 표	평가 방법	목표	달성	가중치
자동차 튜닝부품 인증기준 및 평가기술	튜닝부품 평가 및 평가기술개발 보고서	평가 및 시험보고서	1건	1건	50%
	인증기준 및 평가기술 제시	인증기준(안)	6건	6건	50%
소 계					100%
자동차 튜닝업종 관리체계	튜닝업종 관리체계 구축방안	보고서	1건	1건	40%
	교육 및 인력양성방안 제시	보고서	1건	1건	30%
	튜닝산업 현황분석 및 전망	보고서	1건	1건	30%
소 계					100%
튜닝홍보 및 시장활성화 방안	튜닝시장 활성화 방안 마련	보고서	1건	1건	40%
	튜닝정보 DB 구축 연구	보고서	1건	1건	30%
	불법튜닝 계도방안 마련	튜닝매뉴얼, 리플렛 배포	1건	1건	30%
소 계					100%

○ 연구개발 목표 달성도

목 표	달성도(%)	내 용
자동차 튜닝부품 인증기준 및 평가기술 개발	100%	○ 로드맵 수립 결과에 따른 튜닝부품 평가 실시 – (엔진/흡배기) 인테이크 호스, 라디에이터 – (차체/섀시) 스테이빌라이저, 디스크 – (전장/등화장치) LED 광원(Retrofit) – (드레스업) 카스킨(랩핑) ○ 튜닝기준 검증(실차시험) – 엔진/흡배기 및 카스킨 ○ 6개 튜닝부품 인증기준 제시
자동차 튜닝업종 관리체계 및 전문인력 양성방안	100%	○ 튜닝 업종 관리체계 마련 – 자동차관리사업의 범위내 튜닝포함 – 튜닝업종에 대한 등록기준 제시(면적, 작업범위, 인력 등) – 튜닝업종 분류(엔진성능, 주행성능, 외관 및 편의장치)

		○ 튜닝기술력 검증방안 및 전문인력 양성방안 – 튜닝 국가기술직무평가 의견 제시 – 기존/신규인력 양성방안 – 자동차 튜닝 특성화 학교 지정 검토(고등학교, 전문대학, 대학)
		○ 튜닝산업 현황분석과 전망 – 국내 튜닝산업 및 일자리 동향 – 튜닝관련 제조산업 동향 – 튜닝관련 유통산업 동향 – 튜닝관련용품 소비자 구매 형태 – 튜닝관련 연관산업 동향 – 해외 튜닝산업 현황
튜닝 홍보 및 시장 활성화 방안 마련	100%	○ 튜닝시장 활성화 방안 마련 – 튜닝제도 개선(튜닝 인증제도 확대, 튜닝승인 및 규제 완화, 튜닝업종 관리체계 개선, 튜닝 전문인력 양성) – 튜닝산업 생태계 구축(완성차 업계 참여 확대, 소비자 보호대책 마련, 서비스 복합단지 지원, 문화산업 육성방안 마련) – 튜닝 R&D 활성화(특장차 튜닝모델 연구, 중소 부품업체 지원방안 연구, ICT 기반 튜닝시스템 연구, 고성능 튜닝자동차 개발 연구) – 대국민 홍보 활성화(고용창출 시스템 구축, 튜닝카 경진대회 활성화, 협회 활성화 지원, 대국민 홍보확대)
		○ 시장투명성을 위한 튜닝 정보 DB 구축 연구 – 튜닝부품 : 부품사진, 부품명, 부품코드, 부품가격 – 작업시간 : 실작업시간, 준비작업시간, 여유작업시간 – 시간당공임 : 전문튜닝 작업자 기술료 – 튜닝부품 정보 DB 표준화
		○ 불법 튜닝 계도방안 마련 – 불법튜닝 방지 포스터 제작 배포 – 튜닝 세부 업무규정 배포 – 불법튜닝방지 매뉴얼 제작 배포

2절 관련분야 기여도

1. 법·제도적 측면

가. 자동차관리법 개정

○ 2014년 1월 7일 자동차관리법 제2조 개정을 통해 자동차 튜닝에 대한 정의가 삽입되었고, 자동차관리법 제34조의2를 신설하여 튜닝 자동차의 안전성 확보를 위한 조사·연구 및 장비개발 그리고 튜닝부품 인증제 도입에 필요한 기반을 마련하였음

○ 2015년 8월 11일 자동차관리법 제34조제2항 개정을 통해 튜닝작업을 할 수 있는 범위를 자동차제작자등으로 확대하여 자동차 튜닝을 할 수 있는 범위를 확대하였음

나. 자동차관리법 시행규칙 개정

○ 2014년 12월 31일 자동차관리법 시행규칙 제55조의2를 신설하여 튜닝부품 인증제 도입, 인증기관 지정, 튜닝부품인증 대상, 성능·품질상태 확인, 튜닝용 부품의 표시가 가능하도록 개정하였음

○ 2015년 10월 7일 자동차관리법 시행규칙 제56조제4항을 신설하여 자동차 튜닝시 전산정보를 입력하여 소비자의 안전성을 강화하도록 개정하였음

다. 고시 개정

○ 2015년 1월 2일 국토교통부 고시 제2015-1호 “자동차 튜닝부품인증제 운영에 관한 규정”을 제정하여 튜닝부품인증제 운영에 필요한 사항을 신설하였음

라. 자동차 튜닝 세부 업무규정 개정

○ 2014년 6월 그리고 2015년 2월 자동차 튜닝 세부 업무규정 개정을 통해 튜닝의 허용범위 및 절차를 간소화시켰음

○ 세부적으로 승합자동차의 캠핑카 구조변경 허용, 푸드트럭 변경 허용, 구조변경 중량제원 허용범위 확대, 도로작업용 유도표시등 허용, 도로작업용 자동차 충격흡수장치 설치 허용, 경미한 구조·장치 변경 대상을 확대하였고, 당일 구조·장치변경 승인 및 검사제도가 가능하도록 절차를 개선하였음

마. 자동차 튜닝업종 관리체계 마련

○ 자동차관리법 제2조제6항 개정 제안을 통해 자동차관리사업의 범위내에 튜닝 삽입 및 하위법령 개정 제안

○ 자동차관튜닝업종에 대한 등록기준 제시(면적, 작업범위, 인력 등)

○ 튜닝업종 분류 제안

바. 자동차 튜닝 전문인력 양성방안 마련

○ 고용노동부, 산업인력관리공단에 튜닝을 국가기술직무평가에 포함되도록 의견 제시

○ 기존/신규 튜닝인력 양성을 위한 방안 제시

○ 자동차 튜닝 특성화 학교 지정을 위한 방안 제시

2. 기술적 측면

가. 인증부품 선정

○ 인증부품 선정은 선호도 조사를 통해 순위를 선정하였고, 중요도별 재분류를 하였음 중요도별 재분류는 부품별 선호도, 필요성, 기술성을 고려하는 방법을 적용하였음

○ 위와 같은 방법론을 적용하면 추후 튜닝 인증부품 선정시 타당성을 확보할 수 있을 것으로 예상됨

나. 인증기준 및 성능평가 기술 도출

○ 성능평가를 위한 시험은 국내·외 기준(Regulations)과 표준(Standard)을 고려하였음

○ 기준과 표준을 분석하여 안전과 과도한 시험기간 및 비용을 최소화하는 방안으로 인증기준 및 평가기술을 도출한 우월성이 있으며, 단품 및 실차시험을 통해 이를 검증하였음

표 178. 인증기준 도출 항목 및 국외 기준 유무 여부

구 분	도출 항목			국외 기준 유/무	단품/ 시스템시험
	2013	2014	2015	E(유럽)/F(미국)/J(일본)	
전장/ 등화	옆면표시등			E / F / J	단품
	보조제동등			E / F / J	
	주간주행등			E / F	단품+시스템
		썬팅필름		–	단품
		NAVI		–	
		블랙박스		–	
		등화장치		E / F / J	단품+시스템
			등화(튜닝광원)	–	단품
차체/ 섀시	휠			E / F / J	
		서스펜션		–	
		캘리퍼		–	
		패드		–	
		타이어		E / F / J	
			스테이빌라이저	–	
			디스크	–	
엔진/ 흡배기	에어필터			–	
	오일필터			–	
	소음기			E / F / J	단품+시스템
		오일쿨러		–	단품
		오일분리기		–	
		오픈에어필터		–	
			인테이크	–	
			라디에이터	–	
드레스업		에어댐		–	단품+시스템
		에어스포일러		–	
			카스킨	–	
계	5개 (등화 1개)	13개	6개		

○ 참조할 수 없는 기준 및 표준이 없는 경우, 연관된 부품의 제작사/부품사 성능평가 방법을 활용하였음

○ 인증기준 및 성능평가 기술 결과물은 적용범위, 용어정의, 제출서류 및 시험품, 시험기준, 시험조건, 시험방법, 시험결과, 결과 기록표 순서로 제시하여 관련업계의 이해도가 쉽도록 작성하였음

3. 경제·산업적 측면

가. 정량적 측면

○ 현재까지 자동차 튜닝에 대한 통계 및 규모가 명확하지 않았으나, 본 연구를 통해 국내 튜닝산업에 대한 규모, 종사자, 매출액에 대한 규모를 알 수 있었음 이를 통해 국내 튜닝산업의 통계를 잡을 수 있는 기반이 마련되었다고 할 수 있음

- 2015년 기준 튜닝산업 사업체 수는 7,761개, 종사자 수는 1만 7,725명, 매출액은 1조 410억원으로 나타남
- 튜닝산업 업체수는 2011년 이후 2015년까지 2.05% 증가했으며, 2015년에도 전년대비 1.00%(76개 증가) 증가함
- 튜닝산업 종사자수는 2011년 이후 2015년까지 연평균 0.66% 증가했으며, 2015년에는 전년대비 5.10%(952명 감소) 감소함
- 튜닝산업 매출액은 2011년 이후 2015년까지 연평균 0.01% 감소했으며, 2015년에도 전년대비 3.78%(408억 6,700만원 감소) 감소함

○ 자동차 튜닝에 대한 경제·산업적 분석이 가능하도록 튜닝산업을 한국표준산업분류 코드(9차 개정)를 활용하여 분류하였음

- 제조산업, 유통·서비스산업, 연관산업 3대 분야로 분류하였고, 각 분야별 튜닝관련 산업분류를 통해 튜닝산업의 범위를 명확히 구분하여 제시하였음

○ 1차년도 연구시점부터 튜닝산업 활성화를 위한 전문가 및 자료조사를 통해 4대 주요과제 및 16개 세부추진사업을 제시하였고, 이 연구결과는 국토교통부 자동차정책기본계획에 포함되도록 정책제안을 하였음

- 4대 주요과제는 튜닝제도 개선, 튜닝산업 생태계 구축, 튜닝 R&D 활성화, 대국민 홍보 활성화로 제시하였음

나. 정성적 측면

○ (자료-1) http://www.mt.co.kr/view/mtview.php?type=1&no=2014112817060120498&outlink=1

- 인제군은 모터스포츠 클러스터 조성
- 자동차 관련 연구소 설립, 모터스포츠와 연계된 팀 유치 등 클러스터 특구 지정 추진

○ (자료-2) http://www.domin.co.kr/news/articleView.html?idxno=1048369

- 대구시는 2017년까지 총 390억원을 투자해 대구 튜닝전문지원센터 설립

○ (자료-3) http://www.joongdo.co.kr/jsp/article/article_view.jsp?pq=201411250242

- 박근혜 대통령은 “자동차 성능과 외관을 개선하는 튜닝을 대폭 완화한 결과, 과거에 불법시 되던 튜닝이 상당한 투자와 일자리를 가져다주는 매력적은 유망산업으로 탈바꿈했다”고 소개

○ (자료-4) http://www.seoul.co.kr/news/newsView.php?id=20141025012002

- 1만 5000개 일자리 창출이 예상되는 친환경 자동차 클러스터 사업은 고양시 일자리 창출의 핵심
- 자동차 클러스터가 완공되면 주변 상권 활성화 등 연간 1조원 규모의 생산 유발 효과가 발생하고 지역 주민을 우선 고용해 1만 5000개 이상의 일자리가 창출될 것으로 전망

○ (자료-5) http://www.newsis.com/ar_detail/view.html?ar_id=NISX20141007_0013215947&cID=10809&pID=10800

- F1 경주장 주변 부지(99만여㎡)에 자동차 튜닝부품 업체 100여개를 유치하겠다는 야심찬 계획 수립
- 삼포 자동차 튜닝밸리가 조성되면 양질의 일자리 1만 개가 창출되고, 국제시장을 겨냥한 강소기업 육성이 가능할 것으로 전남도는 전망

○ (자료-6) http://www.renews.co.kr/news/articleView.html?idxno=62316

- 서울시는 장안평 일대를 국내 최초·최대 규모의 “자동차산업복합단지”로 조성한다고 밝힘
- 정비산업 밀집지구는 최근 각광받는 튜닝산업으로 전환해 ‘튜닝산업특화단지’ 로 조성하고 협동조합 설립·튜닝 교육·공동장비·영세정비업체 공공임대·환경저감시설 설치 등을 지원

○ (자료-7) http://www.iusm.co.kr/news/articleView.html?idxno=647194

- 울산자동차경주협회는 ‘자동차튜닝 비즈니스 센터 조성 준비, 자동차 튜닝 문화보급 및 확산사업, 자동차튜닝 전문 인력 양성, 자동차 튜닝 전략 연구사업 등 4개 사업을 추진
- 자동차튜닝의 올바른 인식 재고 및 홍보를 위해 하반기에 튜닝페스티벌을 개최

○ (자료-8) http://news.donga.com/3/all/20150602/71607086/1

- 대구시는 2015년 6월 2일 보쉬와 경창산업이 50%씩 투자해 설립한 ㈜KB와이퍼시스템과 투자협약을 체결
- 2016년 1월 대구국가산업단지 66,000m² 에 2,000여억 원을 투자하여 와이퍼 제조공장을 착공해 9월 준공하고 연말부터 생산에 들어갈 예정이며 2020년까지 연매출 3,000억원과 고용창출 700여명이 목표

○ (자료-9) http://www.etnews.com/20160316000204

- 자동차부품업체 삼보모터스는 독일 튜닝전문업체 칼슨을 인수했으며 특장차 업체 KC모터스가 커스텀 리무진 전문업체 KC노블을 설립
- 2014년 튜닝산업 발전 진흥대책을 정부부처 합동으로 발표한 후 법 개정이 순차적으로 이뤄지고 있고, 튜닝의 발목을 잡고 있던 AS 문제가 먼저 해결될 전망

- 국토교통부는 올 초 자동차 매매와 정비·튜닝 등 자동차 관련 통합 서비스를 한 곳에서 이용할 수 있는 자동차서비스복합단지에 관한 가이드라인을 마련하였고, 법적 기반이 마련된 만큼 몇 년내 서비스 복합단지가 국내에 들어설 전망이며 소비자가 좋은 인프라 안에서 각종 정비와 튜닝을 한꺼번에 받을 수 있어 인식 개선도 상당부분 이뤄질 것으로 기대

○ 본 연구 기간 중 국토교통부의 “13년 자동차 튜닝산업 종합 활성화 대책”과 “14년 자동차 튜닝산업 진흥대책” 지원을 통해 튜닝산업 활성화의 기반 마련에 기여하였음

4. 사회·문화적 측면

가. 튜닝 홍보 추진

○ 국내에서 자동차 튜닝이 활성화되지 못한 이유는 다양하게 지적되고 있으나, 튜닝에 대한 범위 및 절차 등이 명확히 제시되지 않고 불분명한 부분으로 인해 튜닝이 불법이고 부정적인 인식이 높았음

○ 튜닝에 대한 긍정적인 인식을 높이고, 건전한 튜닝문화 확산에 기여하고자 아래와 같은 노력을 하였음

- 자동차 튜닝 세부 업무규정을 제작하여 자동차검사소 및 정비업체에 올바른 튜닝이 되도록 배포하였음
- 불법 튜닝방지를 위한 포스터를 제작하여 배포하였음
- 알기 쉬운 자동차 튜닝 매뉴얼을 제작하여 자동차검사소, 정비업체, 지자체에 배포하여 튜닝의 범위를 제시하였음
- 자동차 튜닝 문화교실을 142회 개최하여 5,610명의 인원이 합법적인 튜닝 유형, 제도 개선 소개에 참여하였음
- 우수 튜닝업체(Best Tuner) 선정에 2회 참여하여 업체 중심의 올바른 튜닝이 되도록 기여하였음

○ 자동차 튜닝에 대한 적극적인 홍보를 통해 산업 활성화로 유도하기 위해 정부, 공공기관, 제작사, 부품사 등이 논의를 할 수 있는 홍보체계도 구축하였음

나. 튜닝카 경진대회 및 국제세미나 개최

○ 튜닝에 대한 부정적 인식개선 및 올바른 자동차 튜닝문화 확산을 위해 2회에 걸쳐 튜닝카 경진대회를 개최하여 국제 세미나 개최, 튜닝된 자동차의 안전성을 대국민 홍보하였음

○ 2회에 걸친 튜닝카 경진대회에서 일반 국민 12,000명이 참여하였으며, 국제세미나에서는 독일(VDAT), 일본(NAPAC)의 튜닝협회 관계자가 참여하여 튜닝 활성화 방안을 논의하였음

다. 튜닝정보 DB 구축

○ 국내에서 튜닝된 자동차에 대한 보험처리는 객관적 수리비 산정에 대한 정보가 불투명하여 보험상품 개발에 제약이 발생함

○ 튜닝정보 DB는 보험사에서 튜닝된 자동차의 수리비 손해산정에 필요한 부품정보, 표준 작업시간 정보 및 시간당공임 정보를 의미하여, 객관적인 DB 구축을 통해 보험상품 개발의 필요성이 높음

라. 튜닝협회 설립

○ 자동차 튜닝산업의 건전한 육성과 회원 상호간의 친목을 도모하고 국민경제 향상에 기여코자 (사)한국자동차튜닝협회를 설립하여 민간 위주의 튜닝산업 활성화의 기반을 마련하였음

○ (사)한국자동차튜닝협회는 튜닝부품 인증기관으로 지정되어 다양한 튜닝부품의 인증업무를 수행하고 있음

5. 종합적 기여도 분석

가. 법·제도적 측면

○ 자동차관리법에서 튜닝은 구조 및 장치의 변경으로 통용되어 왔으나, 본 연구를 통해 튜닝의 정의 및 튜닝부품 인증제 도입에 필요한 기반을 마련할 수 있도록 자동차관리법 및 하위법령을 개정하였음

○ 또한 자동차 튜닝 세부 업무규정 개정을 통해 튜닝의 허용범위 확대 및 절차를 간소화 시켰음

○ 향후 법·제도적 개선을 통해 튜닝산업 활성화에 필요한 기반을 마련할 수 있을 것으로 예상됨

나. 기술적 측면

○ 자동차 튜닝부품 인증기준 및 성능평가 기술개발은 튜닝부품에 대한 안전성 및 품질검증의 필요성으로 추진되었음

○ 튜닝이 많이 되고, 안전성 및 품질검증의 필요성이 제기된 24개의 부품에 대한 인증기준 및 성능평가 기술을 개발하였고, 이 기준을 통해 4개의 부품은 이미 튜닝부품 인증제도로 인증이 되어 자동차에 장착되고 있어 연구결과의 우월성 및 기여한 점이 높다고 판단됨

다. 경제·산업적 측면

○ 자동차 튜닝산업에 대한 규모, 사업체, 종사자에 대한 조사를 통해 국가적 통계 작성에 필요한 기초자료를 확보하였고, 기반을 마련하였음

○ 이와 더불어 자동차 튜닝은 산업분류코드에 반영하여 체계적으로 발전할 수 있는 기반을 마련하였음

○ 정부의 튜닝산업 활성화에 대한 의지 표명을 통해 국내 튜닝산업이 다시 발돋음할 수 있는 기반을 마련하였음

○ 튜닝관련 제도개선 및 규제완화를 통해 ‘14년 대비 ’ 15년 튜닝승인 건수가 24.3% 증가되었음

라. 사회·문화적 측면

○ 튜닝에 대한 부정적인 인식을 개선하고자 튜닝 홍보 추진, 튜닝카 경진대회 및 국제세미나 개최, 튜닝정보 DB 구축, 튜닝협회 설립, 튜닝산업 활성화 방안을 제시하였음

○ 자동차 튜닝에 대한 긍정적인 인식개선으로 국내 지자체 및 업계의 투자가 증가되고 있음을 정성적인 결과를 통해 확인할 수 있었음

마. 종합적 측면

○ ‘13.4월부터 3차년도에 걸쳐 추진된 본 연구를 통해 다양한 분야에서 국내 튜닝산업이 다시금 발돋음할 수 있는 기반을 마련한 것이 우월성 및 기여한 점이라 판단됨

○ 연구를 수행함에 있어 연구결과를 조기에 도출하고, 이를 통해 튜닝부품 인증제도가 연구과정에서 시행되는 성과가 나타났음

○ 튜닝산업 활성화를 위한 다양한 의견을 제시하였음

제5장 연구결과의 활용계획

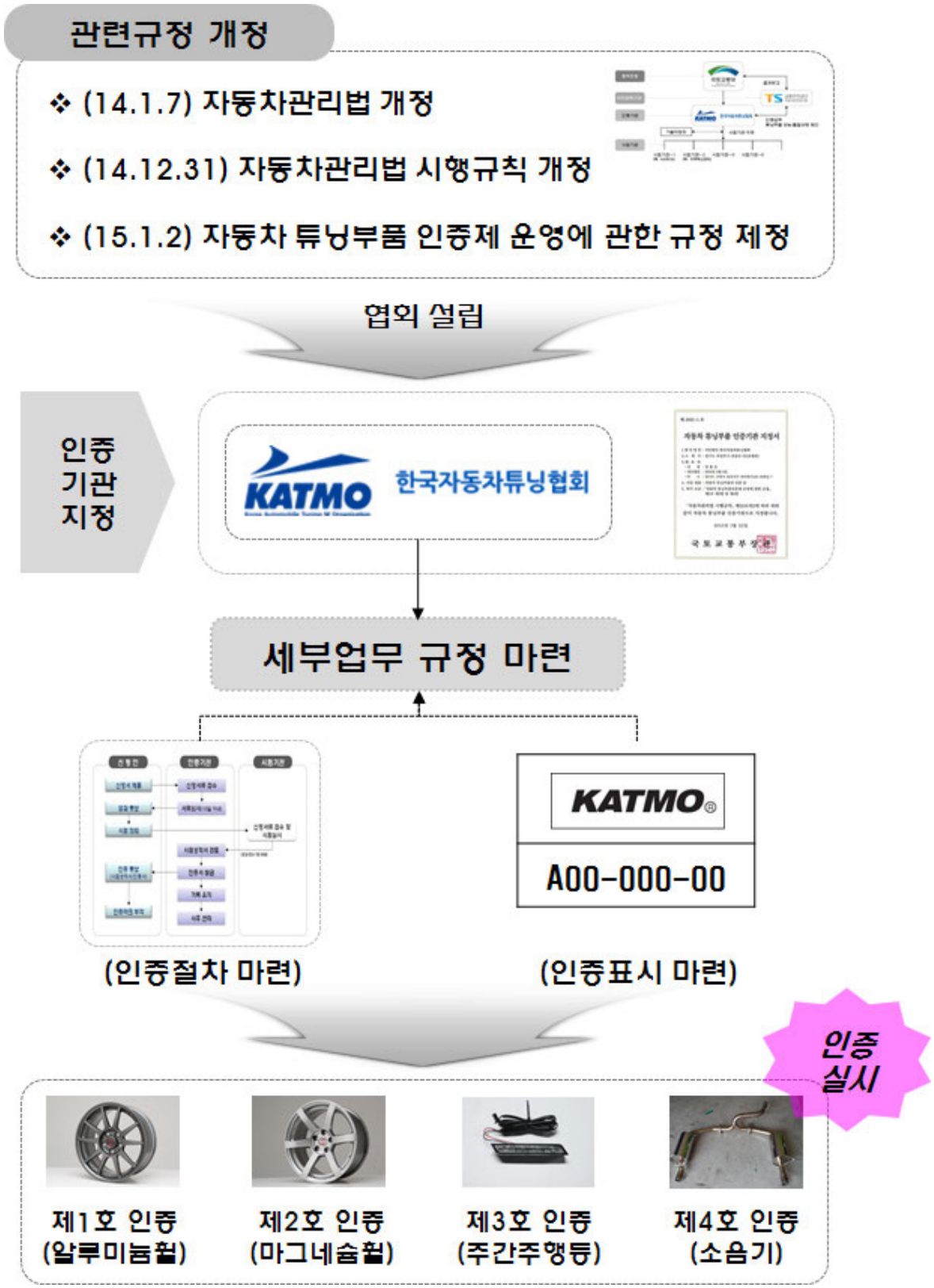
제5장 연구결과의 활용계획

1절 연구성과 활용계획

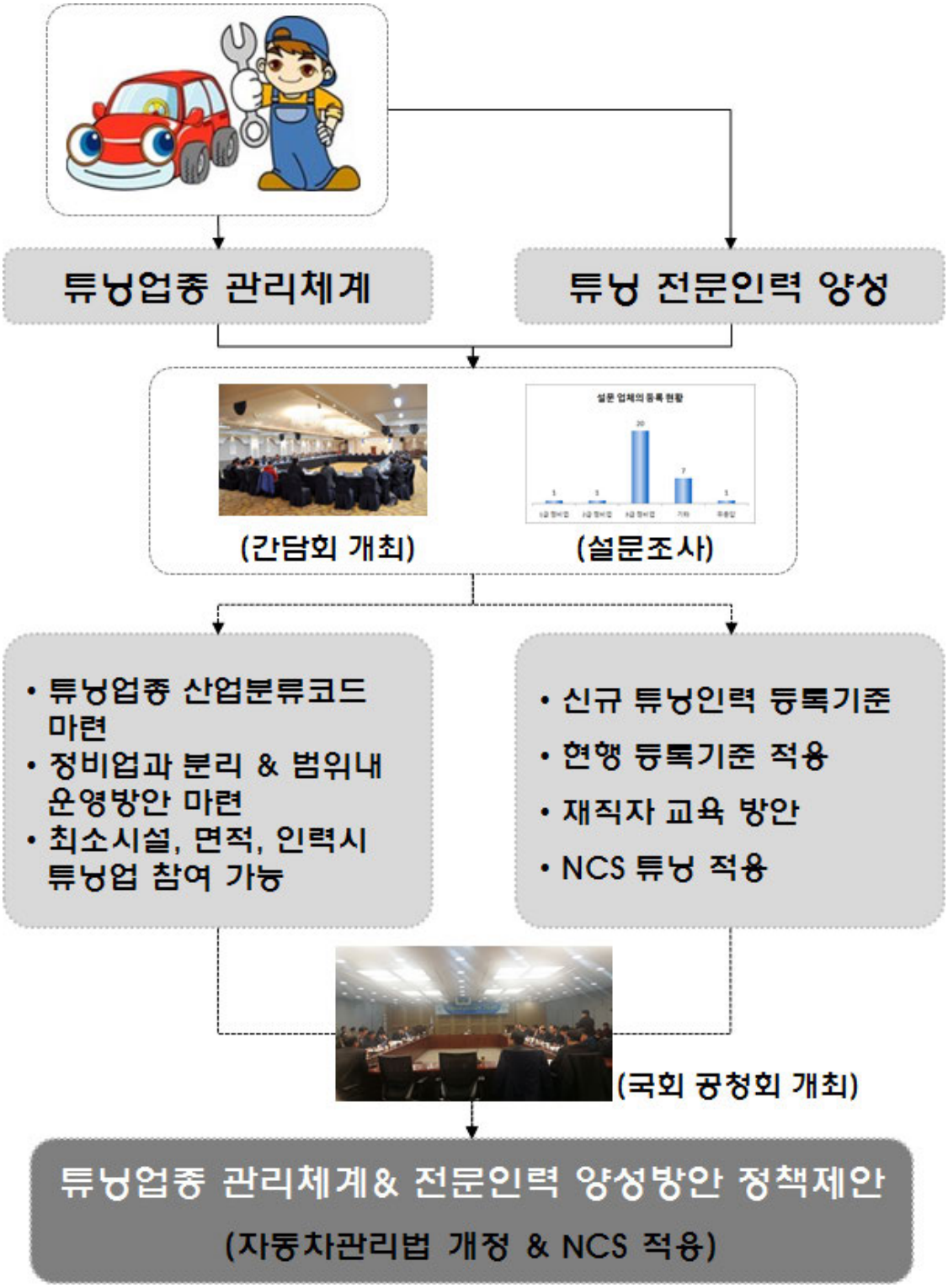
1. 자동차 튜닝부품 인증기준 및 평가기술 개발



2. 자동차 튜닝부품 인증제도 개발



3. 자동차 튜닝업종 관리체계 및 전문인력 양성방안



4. 튜닝홍보 및 시장활성화 방안 마련



2절 연구성과 상세설명자료

1. 자동차 튜닝부품 인증기준 및 평가기술 개발

<table>
<tr><td>정의</td><td colspan="6">* 튜닝부품 인증제도의 인증기준 및 평가기술로 활용</td></tr>
<tr><td>목적</td><td colspan="6">* 인증기준 및 평가기술 개발을 통해 튜닝부품 인증제도 활용
* 안전성이 확보된 튜닝부품을 소비자(국민)에게 제공
* 중장기적 튜닝부품 인증기준 및 평가기술 도출시 방법론으로 활용</td></tr>
<tr><td>담당기관
(책임자)</td><td colspan="6">* 강병도(자동차안전연구원) : 등화 및 전장 ⇒ 6건
* 강우종(경일대학교) : 차체 및 새시 ⇒ 7건
* 송영식(자동차부품연구원) : 엔진 및 흡배기 ⇒ 8건
* 하성용(신한대학교) : 드레스업 ⇒ 3건</td></tr>
<tr><td>대표
이미지</td><td colspan="6">* 연구결과를 반영한 튜닝부품 인증 실시(15.6.23)
  </td></tr>
<tr><td>성능수준
(질적성과)</td><td colspan="6">* (기존기술 수준) 국내 튜닝부품 인증기준 없음
* (개발기술 수준) 국제기준 동등수준의 인증기준 및 평가기술 개발
* (개발기술 수준 설정근거) 소비자의 안전 및 시험기간과 비용을 고려하여 수준 결정</td></tr>
<tr><td rowspan="2">양적성과</td><td>특허 출원</td><td>특허 등록</td><td>SCI 논문</td><td>비SCI
논문</td><td>S/W</td><td>기타</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>국내 학술대회
발표 24건</td><td></td><td>인증기준 24건
보고서</td></tr>
<tr><td>파급 및
기대 효과</td><td colspan="6">* 24개 튜닝부품 인증기준 및 평가기술 개발을 기반으로 다양한 튜닝부품으로 확대 적용 가능(예 : 시스템 및 빌드업 튜닝 분야)
* 안전성이 확보된 튜닝부품 소비자(국민) 보급 가능
* 튜닝산업 활성화 및 일자리 창출에 기여</td></tr>
<tr><td>성과
활용실적 및
계획</td><td colspan="6">* (최종수요처 및 분야) 소비자, 튜닝업계 및 자동차제작사
* (활용시기) 15년 1월 8일 이후
* (방식) 튜닝부품 인증제도에 활용
* (활용실적) 현재 9건 인증실시 8건 인증대기 중
* (계획) 튜닝부품에 대한 신뢰 제고를 통해 인증 활성화 추진</td></tr>
<tr><td>향후
성과관리
계획</td><td colspan="6">* 인증결과를 튜닝부품 인증센터 전산망에 탑재
* 튜닝부품 인증 활성화 추진</td></tr>
</table>

2. 자동차 튜닝부품 인증제도 개발

<table>
<tr><td>정의</td><td>* 튜닝부품 안전성 확보를 위한 튜닝부품 인증제도 마련</td></tr>
<tr><td>목적</td><td>* 소비자(국민)에게 안전성이 확보된 튜닝부품 제공을 위한 인증제도 개발
* 튜닝부품 사후관리 방안 마련을 통해 소비자 보호 확대 가능</td></tr>
<tr><td>담당기관
(책임자)</td><td>* 강병도(자동차안전연구원)</td></tr>
<tr><td>대표
이미지</td><td>* 연구결과를 반영한 자동차관리법 및 하위법령 개정으로 제도 개발 및 도입
* 튜닝부품 전산망에 탑재
  </td></tr>
<tr><td>성능수준
(질적성과)</td><td>* (기존기술 수준) 국내 튜닝부품 인증제도 없음
* (개발기술 수준) 국제수준의 인증제도 개발
* (개발기술 수준 설정근거) 독일, 일본의 인증제도를 고려하여 수준 결정</td></tr>
<tr><td>양적성과</td><td>
<table>
<tr><th>특허 출원</th><th>특허 등록</th><th>SCI 논문</th><th>비SCI
논문</th><th>S/W</th><th>기타</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>·자동차관리법 개정(1건)
·시행규칙 개정(1건)
·고시 개정(1건)</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>파급 및
기대 효과</td><td>* 다양한 튜닝부품의 안전성을 확보하여 소비자(국민)에게 보급할 수 있는 제도 기반 마련
* 국내 튜닝부품업체 기술개발 유도 가능
* 튜닝산업 활성화 및 일자리 창출에 기여</td></tr>
<tr><td>성과
활용실적 및
계획</td><td>* (최종수요처 및 분야) 소비자, 튜닝업계 및 자동차제작사
* (활용시기) 15년 1월 8일 이후
* (방식) 튜닝부품 인증제도 개발로 다양한 부품으로 확대 가능
* (활용실적) 현재 9건 인증실시 및 향후 활성화 예상
* (계획) 튜닝부품에 대한 신뢰 제고를 통해 인증 활성화 추진</td></tr>
<tr><td>향후
성과관리
계획</td><td>* 인증결과를 튜닝부품 인증센터 전산망에 탑재
* 튜닝부품 인증 활성화 추진
* 현재 시행중인 제도의 개선 및 절차 간소화 추진
www.cartuning.kr 자동차튜닝부품인증센터</td></tr>
</table>

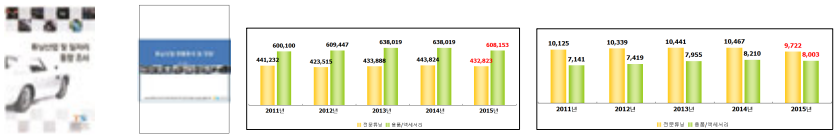
3. 튜닝업종 관리체계 및 전문인력 양성

<table>
<tr><td>정의</td><td>* 튜닝업종 관리체계를 검토하여 튜닝업의 접근성 확대 추진
* 튜닝업의 전문인력 양성방안을 마련하여 튜닝산업 발전의 기반 마련</td></tr>
<tr><td>목적</td><td>* 현재 자동차관리사업의 범위에 자동차 튜닝을 포함시켜 관리체계를 마련하여 튜닝산업 발전에 기여
* 튜닝 전문인력 양성을 위한 국가직무능력표준(NCS) 및 튜닝 특성화 학교 지정방안 제시</td></tr>
<tr><td>담당기관
(책임자)</td><td>* 강병도(자동차안전연구원)
* 강우종(경일대학교)
* 하성용(신한대학교)</td></tr>
<tr><td>대표
이미지</td><td>* 연구결과를 반영한 공청회 개최(16.2.25)
   </td></tr>
<tr><td>성능수준
(질적성과)</td><td>* (기존기술 수준) 튜닝업종 관리체계, 전문인력 양성방안 검토된 바 없음
* (개발기술 수준) 국내 튜닝업종 및 전문인력 수준을 감안한 체계 마련
* (개발기술 수준 설정근거) 국내 자동차 튜닝업종 관리체계 및 전문인력 양성방안이 없는 관계로 정비업종과 타 전문인력 방안을 고려하여 설정</td></tr>
<tr><td>양적성과</td><td>
<table>
<tr><th>특허 출원</th><th>특허 등록</th><th>SCI 논문</th><th>비SCI
논문</th><th>S/W</th><th>기타</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>공청회 개최
정책제안 1건</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>파급 및
기대 효과</td><td>* 튜닝업종 관리체계 개선을 통해 튜닝업의 접근성 확대
* 튜닝 전문인력 양성에 기반이 되는 국가직무능력표준(NCS)에 튜닝분야를 포함시켜 산업영역에 포함
* 튜닝 특성화 학교(대학, 전문대학, 고등학교) 지정 방안 등을 통해 튜닝분야 전문성 확대에 기여</td></tr>
<tr><td>성과
활용실적 및
계획</td><td>* (최종수요처 및 분야) 튜닝업계, 자동차제작사, 학계, 튜닝전문가 등
* (활용시기) 제도마련 후
* (방식) 튜닝업종 확대 및 전문인력 양성방안 기반 마련
* (활용실적) 제도마련 후
* (계획) 국토교통부 정책제안을 통해 단계적 추진 실시</td></tr>
<tr><td>향후
성과관리
계획</td><td>* 정책제언을 통한 단계적 성과관리 실시</td></tr>
</table>

4. 튜닝홍보 및 시장활성화 방안 마련

<table>
<tr><td>정의</td><td>* 자동차 튜닝의 부정적인 인식을 개선하기 위한 올바른 튜닝정보 제공 및 향후 시장 활성화 방안 마련</td></tr>
<tr><td>목적</td><td>* 올바른 정보제공을 통한 튜닝의 불법적인 이미지 개선
* 중장기적 튜닝시장 활성화 방안 마련</td></tr>
<tr><td>담당기관
(책임자)</td><td>* 강병도(자동차안전연구원)
* 강우종(경일대학교)
* 하성용(신한대학교)</td></tr>
<tr><td>대표
이미지</td><td>* 연구결과를 반영한 다양한 활동 수행(튜닝카 경진대회, 국제세미나, 튜닝 매뉴얼, 포스터, 세부 업무규정, 튜닝 문화교실, 우수 튜닝업체 선정 등)
  </td></tr>
<tr><td>성능수준
(질적성과)</td><td>* (기존기술 수준) 튜닝활성화에 대한 연구는 일부 진행된 바 있으나, 체계적으로 추진된 연구는 없음
* (개발기술 수준) 다양한 형태의 홍보 및 시장활성화 방안 제시
* (개발기술 수준 설정근거) 국내 기존 연구자료 및 전문가 자문 등을 통해 수준 설정</td></tr>
<tr><td>양적성과</td><td>
<table>
<tr><th>특허 출원</th><th>특허 등록</th><th>SCI 논문</th><th>비SCI 논문</th><th>S/W</th><th>기타</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>경진대회(2회)
세미나(3회)
매뉴얼(3회)
포스터(2회)
업무규정(2회)
문화교실(142회)
우수튜닝업체(2회)</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>파급 및
기대 효과</td><td>* 튜닝카 경진대회를 개최하여 일반국민 12,000명에게 올바른 튜닝정보 제공
* 국내·외 세미나를 개최하여 튜닝산업 발전방안 및 제도개선 소개
* 튜닝 매뉴얼 및 업무규정을 제작 및 배포하여 올바른 튜닝방법 및 절차 소개
* 포스터를 제작 및 배포하여 불법튜닝 방지 정보 제공
* 142회 튜닝문화교실을 개최하여 5,610명에게 정보 제공
* 우수튜닝업체를 선정하여 튜닝의 안전성 정보 제공</td></tr>
<tr><td>성과
활용실적 및
계획</td><td>* (최종수요처 및 분야) 튜닝업계, 자동차제작사, 학계, 튜닝전문가 등
* (활용시기) 중장기적인 활용
* (방식) 불법 이미지 개선을 위한 홍보 등
* (활용실적) 각종 성과를 통해 이미지 개선 및 홍보 실시
* (계획) 중장기적인 활용</td></tr>
<tr><td>향후
성과관리
계획</td><td>* 중장기적인 산업 활성화 및 일자리 창출 기여</td></tr>
</table>

5. 튜닝산업 현황분석 및 전망

<table>
<tr><td>정의</td><td>* 국내 튜닝산업 현황분석 및 전망</td></tr>
<tr><td>목적</td><td>* 국내 튜닝산업의 정확한 분석을 통해 향후 발전방향 및 조사 연구에 필요한 기초통계로 활용</td></tr>
<tr><td>담당기관
(책임자)</td><td>* 강병도(자동차안전연구원)</td></tr>
<tr><td>대표
이미지</td><td>* 국내 튜닝산업 정의 및 분류, 산업 및 일자리 동향, 튜닝관련 제조·유통·구매형태, 연관 산업 동향 보고서
  </td></tr>
<tr><td>성능수준
(질적성과)</td><td>* (기존기술 수준) 국내에서 체계적인 튜닝산업 및 일자리 동향 자료 최초 작성
* (개발기술 수준) 전화, 설문조사를 통한 분석
* (개발기술 수준 설정근거) 국내 튜닝산업에 대한 다양한 형태의 산업 동향 분석</td></tr>
<tr><td>양적성과</td><td>
<table>
<tr><th>특허 출원</th><th>특허 등록</th><th>SCI 논문</th><th>비SCI 논문</th><th>S/W</th><th>기타</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>보고서 2건</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>파급 및
기대 효과</td><td>* 국내 튜닝산업 및 일자리 동향 파악
* 튜닝부품 및 연관산업, 소비자 구매 형태별 동향 파악
* 국내 튜닝산업의 통계자료로 활용 가능
* 한국표준산업분류 코드를 활용하여 튜닝산업 분류</td></tr>
<tr><td>성과
활용실적 및
계획</td><td>* (최종수요처 및 분야) 튜닝업계, 자동차제작사, 학계 등
* (활용시기) 중장기적인 활용
* (방식) 기초 통계자료로 활용
* (활용실적) 고용노동부 고용영향평가 자료로 활용
* (계획) 중장기적인 통계자료로 활용 및 산업동향 파악</td></tr>
<tr><td>향후
성과관리
계획</td><td>* 중장기적인 통계자료로 활용 및 산업동향 파악</td></tr>
</table>

6. 튜닝정보 DB 구축 연구

<table>
<tr><td>정의</td><td>* 튜닝보험 개발 및 불투명한 수리비 산정에 필요한 DB 제공</td></tr>
<tr><td>목적</td><td>* 자동차 튜닝에 의한 소비자 보호 기능 강화를 위한 보험개발 필요
* 튜닝자동차 수리비 손해산정에 필요한 정보 제공</td></tr>
<tr><td>담당기관
(책임자)</td><td>* 하성용(신한대학교)
위탁연구 : 홍승준(창원문성대학)</td></tr>
<tr><td>대표
이미지</td><td>* 튜닝정보 DB 구축
  </td></tr>
<tr><td>성능수준
(질적성과)</td><td>* (기존기술 수준) 국내에서 튜닝부품 DB 구축 연구 최초 작성
* (개발기술 수준) 1,350개 튜닝부품에 대한 적용차종, 제품사진, 제품명, 제품번호, 제품가격, 시간당 공임, 작업시간 조사
* (개발기술 수준 설정근거) 튜닝 부품별 시장 수요도가 높은 차종 중심으로 DB 구축 추진</td></tr>
<tr><td>양적성과</td><td>
<table>
<tr><th>특허 출원</th><th>특허 등록</th><th>SCI 논문</th><th>비SCI
논문</th><th>S/W</th><th>기타</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>보고서 2건</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>파급 및
기대 효과</td><td>* 튜닝 자동차 보험상품 개발 및 손해사정 기초 DB 구축
* 튜닝부품 시장의 소비자 정보 투명성 확보 기반자료 작성
* 소비자 온라인 몰(mall) 탑재에 필요한 정보 제공</td></tr>
<tr><td>성과
활용실적 및
계획</td><td>* (최종수요처 및 분야) 튜닝업계, 자동차제작사, 소비자 등
* (활용시기) 튜닝보험 적용 및 손해사정 시
* (방식) 기초 데이터로 활용
* (활용실적) 없음
* (계획) 튜닝보험 적용 및 손해사정 시</td></tr>
<tr><td>향후
성과관리
계획</td><td>* 튜닝보험 적용 및 손해사정 시</td></tr>
</table>

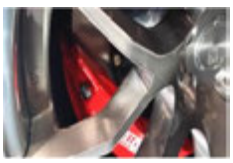
7. 튜닝시장 활성화 방안 마련

<table>
<tr><td>정의</td><td>* 튜닝시장 활성화에 필요한 중장기적 방안 제시</td></tr>
<tr><td>목적</td><td>* 기존 연구자료 및 산업계 동향을 반영한 활성화 방안 제시
* 분야별(튜닝제도 개선, 튜닝산업 생태계 구축, 튜닝 R&D 활성화, 대국민 홍보 활성화) 방안 제시</td></tr>
<tr><td>담당기관
(책임자)</td><td>* 강병도(자동차안전연구원)</td></tr>
<tr><td>대표
이미지</td><td>* 중장기적 튜닝시장 활성화 방안 마련
   </td></tr>
<tr><td>성능수준
(질적성과)</td><td>* (기존기술 수준) 자동차 튜닝문화 활성화 방안 제시
* (개발기술 수준) 기존 연구와 비교하여 체계적인 활성화 방안 제시
* (개발기술 수준 설정근거) 튜닝업계 및 전문가 의견을 반영하여 수준 설성</td></tr>
<tr><td>양적성과</td><td>
<table>
<tr><th>특허 출원</th><th>특허 등록</th><th>SCI 논문</th><th>비SCI 논문</th><th>S/W</th><th>기타</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>보고서 1건</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>파급 및
기대 효과</td><td>* 튜닝규제 완화 및 공정한 산업 생태계 조성을 위한 활성화
* 적극적 R&D 및 민간부문 활성화
* 문화산업(모터스포츠 연계)으로 육성 추진</td></tr>
<tr><td>성과
활용실적 및
계획</td><td>* (최종수요처 및 분야) 튜닝업계, 자동차제작사, 정부 등
* (활용시기) 중장기적 튜닝활성화 추진시
* (방식) 튜닝활성화 방안 마련시 정책자료로 활용
* (활용실적) 없음
* (계획) 중장기적 튜닝활성화 추진시</td></tr>
<tr><td>향후
성과관리
계획</td><td>* 중장기적 튜닝활성화 추진시</td></tr>
</table>

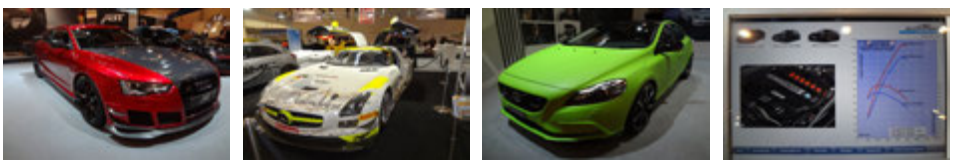
제6장 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

제6장 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

1. 1차년도 일본(동경오토살롱) 출장(경일대)

출장목적	- 자동차 튜닝부품(휠) 인증기준 자료조사 및 오토살롱 참관
기관(출장자)	경일대학교(강우종, 우현구)
출장기간	'14. 01. 10(금) ~ '14. 01. 12(일)
출장결과	-드레스업튜닝, 퍼포먼스 튜닝, 개조 차량 차량 전시  -휠 업체들의 전시가 많은 것이 특징임  -휠 업체들의 전시 제품들은 VIA의 인증마크가 새겨져 있음  - 퍼포먼스 튜닝을 위한 요소품 전시  - 고성능 초경량 브레이크 부품 전시 
요약	-퍼포먼스 튜닝을 위한 요소 부품들이 전시되는 것이 특징적임 -단순한 제품 홍보차원이 아닌 요소부품들의 전시 및 개별 튜닝 부품제조사들의 독자적인 기술개발능력을 홍보하는 경향이 뚜렷하게 나타남

2. 1차년도 독일(에센모터쇼) 출장(자동차부품연구원)

출장목적	- 유럽 최대의 튜닝카 전시회인 에센모터쇼에 참석하여 유럽의 튜닝 산업 현황을 분석하고, 이를 바탕으로 국내 튜닝 산업 활성화 및 튜닝 연구의 방향 정립에 활용하고자 함
기관(출장자)	자동차부품연구원, 선임연구원 이동혁
출장기간	'13. 12. 2(월) ~ 12. 7(토) (4박6일)
출장결과	- Sporty Series Vehicle  - Classic Car  - Motor Sport  - Tuning - Complete Car  - Tuning - System & Parts  
요약	- Sporty 테칼 스티커, 경량 휠, 광폭 타이어, 실내 패널 도색 등 세미튜닝 수준 - Classic 클래식/올드카를 원형 부품으로 복원 또는 전혀 상관없는 형태로 변형 - M. Sport 메이저, 컴플리트 카 및 튜닝 시스템/부품 제조사 등 다양한 전시 - T. Car 원형 모델과 동시 협력 개발을 통해 컴플리트카 형태로 신차 출고 원형 모델 대비 컴플리트카 성능 비교, 튜닝 시스템 우수성 전시 - T. Parts TUV 인증 모델로 기존 차량에 1:1 교체 장착 가능한 형태로 출시 각자의 취향에 따라 다양한 디자인, 성능 등으로 개성 표출 일체형 구조 변경 검사/등록 필요 없이 간단한 전산등록만으로 완료

3. 2차년도 프랑스 파리 출장(경일대)

출장목적	– 자동차 튜닝부품(브레이크) 인증기준 자료조사 경향 파악 및 오토살롱 참관
기관(출장자)	경일대학교(김경진)
출장기간	‘14. 10. 11(토) ~ ‘14. 10. 18(토)
출장결과	– 친환경 자동차 및 연비 향상의 측면에서 Faurecia, Aisin 등을 비롯한 자동차 부품의 기술 개발은 대부분 경량화에 초점을 두고 있음  – 본 과제의 2차년도 대상 부품인 브레이크 부품에 대한 전시가 다수 있었음  – 고급화 드레스업 튜닝 부품의 예 
요약	– 브레이크 부품의 경우, 기존에 주물로 제작되던 철제 캘리퍼, 디스크 등을 알루미늄이나 카본복합소재로 대체한 부품이 다수 개발되었음 – 또한 시트, 새시 부품 등도 기존의 스틸 부품을 알루미늄 부품으로 대체되었음

4. 3차년도 독일(VDAT) 출장(신한대)

출장목적	– 유럽 튜닝관련 기관(VDAT, BRABUS,Aachen)을 방문하여 튜닝과 관련된 기술·업계동향, 전문인력 양성방안, 제도운영 및 관련 전문기관을 방문하여 연구결과에 반영함
기관(출장자)	신한대학교 교수 장형성
출장기간	'14. 11. 2(일) ~ 11. 10(일) (6박8일)
출장결과	– VDAT 협회장과의 미팅  – 아헨공대 방문(튜닝교육과정)  – BRABUS 방문(튜닝업계 방문) 
요약	– (에센) 에센모터쇼를 국내 개최여부에 대한 의견개진 및 mou – (VDAT) 협회장 미팅을 통한 국제협혁방안 강구 – (아헨공대) 자동차기술연구소 방문하여 기술인력방안 협의 – (BRABUS) 튜닝카 제작 및 기술교류 방안 협의

5. 3차년도 독일(에센모터쇼) 출장

출장목적	– 유럽 튜닝관련 기관(VDAT, BRABUS, DEKRA, Aachen)을 방문하여 튜닝과 관련된 기술·업계동향, 전문인력 양성방안, 제도운영 및 관련 전문가 업무회의를 통해 다양한 정보를 수집하고 – 유럽 최대의 튜닝카 전시회(에센)에 참석하여 국내 튜닝산업 활성화를 위한 자료(튜닝산업 현황, 튜닝 전문인력 양성, 인증절차 등)를 확보하여 최종 연구결과에 반영코자 함
기관(출장자)	자동차안전연구원, 연구책임자 강병도, 책임연구원 이호상/신한대학교 교수 하성용
출장기간	'15. 11. 29(일) ~ 12. 6(일) (6박8일)
출장결과	– 에센모터쇼 참석  – VDAT 회의 참석  – 아헨공대 방문(튜닝교육과정)  – BRABUS 방문(튜닝업계 방문)  – 필립스 방문(Retrofit 광원)  – DEKRA 방문(전문인력 양성) 
요약	– (에센) 유럽 최대규모 전시회로 현장에서 부품 등 판매 가능 – (VDAT) 기준에 적합한 튜닝이 활성화되도록 홍보(120개 업체 참여) – (아헨공대) 자동차 선행 및 정책 연구등 산학 협력 실무위주 교육 실시 – (BRABUS) 자동차 제작사와 협업하여 튜닝카 제작 – (DEKRA) 이론 및 실습위주의 교육을 통해 최고수준의 전문인력 양성

○ 목적

– 유럽 튜닝관련 기관(VDAT, BRABUS, DEKRA, Aachen대학)을 방문하여 튜닝관련 기술, 업계동향, 제도운영, 전문인력 양성방안 등 다양한 정보를 수집함

※ VDAT(Verband Der Automobil Tuner) : 독일자동차튜너협회
BRABUS : 벤츠튜닝업체
DEKRA(Deutscher Kraftfahrzeug-Überwachungs-Verein) : 독일자동차인증기관
Aachen : 독일아헨공대

– 유럽 최대의 튜닝카 전시회(에센)에 참석하여 국내 튜닝산업 활성화를 위한 자료(튜닝산업 현황, 인증절차 등)를 확보 함

※ 에센 튜닝카 전시회는 독일 노르트라인베스트팔렌주(主) 에센에서 열리는 국제적 전시회임(11.28～12.6)

○ 출장개요

– 출 장 자 : 첨단안전평가실장 강병도, 책임연구원 이호상
– 출장기간 : ‘15. 11. 29(일) – 12. 6(일) (6박8일)
– 출 장 지 : 에센, 호켄하임, 알텐슈타이크 등

○ 에센 튜닝카 전시회 참석

– 전시회 개요

· 개최기간 : 2015. 11. 27 ~ 12. 6(10일)
· 전시업체 : 695개 업체
· 개최업체 : MESSE ESSEN
· 전시회 구분(8개 카테고리로 구분되어 전시됨)
① Automobiles, ② Car fittings & accessories, spare parts
③ Tuning, ④ Motor cycles, ⑤ Oldtimer & Classic Cars
⑥ Tools, appliances, accessories & workshop equipment
⑦ Fuel, preservative agents, lubricants
⑧ Services, institutions

– 전시회 참석

· Automobiles





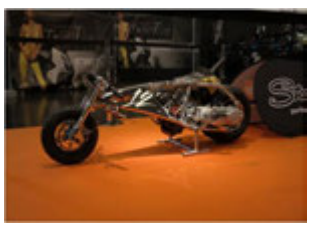

· Car fittings & accessories, spare parts




· Tuning



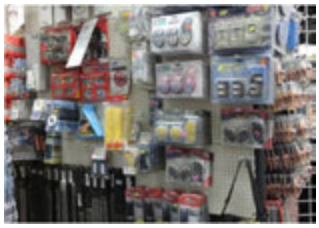

· Motor cycles



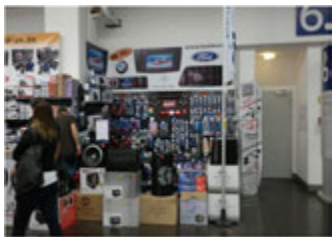

· Old timer & Classic Cars




· Tools, appliances, accessories & workshop equipment

· Fuel, preservative agents, lubricants

· Services, institutions




– 참관기

· 문화적 관점

·· 에센 튜닝카 전시회는 자동차를 삶의 일부로 생각하는 독일의 문화가 포함되어 있었음

·· 한국의 자동차 전시회 또는 모터쇼와는 다르게 소음 및 과도한 선정성이 배제되고, 정제된 형태로 진행되고 있었음

·· 전시회 참석기간 중 다양한 연령의 독일 국민들이 참여하고 있었으며, 신기술 발전과 더불어 올드카를 복원하고 삶의 일부로 활용하려는 기술도 활발히 적용되고 있었음

· 산업적 관점

·· VDAT와 협의결과, 독일의 튜닝산업은 대략 23조원 규모라고 함

·· 독일 자동차 소유자의 10% 정도가 튜닝에 관심이 있고, 튜닝을 한다고 함

·· 에센 튜닝카 전시회에서는 다양한 튜닝 자동차, 부품, 캠핑카, 액세서리, 이륜자동차, 오일, 의류, 헬멧 등 다양한 업체가 참여하고 있었고, 현장에서 물품판매가 되고 있음. 향후 국내 튜닝카 경진대회시 도입이 필요한 사항이라 판단됨

· 제도적 관점

·· 에센 튜닝카 전시회에 참여한 자동차 및 부품 등은 대부분 유럽의 형식승인을 득한 경우가 대부분이었으며, 국내와 비교하여 경미한 구조변경 항목도 형식승인을 득한

후 판매되고 있었음(예 : 휠, 경미한 차체구조 변경 등)

‥ 푸드카, 특장차, 특수자동차 등은 독일의 범주에 포함되지 않으며, 이러한 자동차는 TUV, DEKRA에서 제작차 인증을 통해 사용되고 있음

‥ 튜닝전문인력 양성 및 자격증은 없으며, 마이스터 제도를 통해 양성된 인력이 전문성과 기술경력을 기반으로 튜닝하고 있음

‥ 형식승인의 제도적인 범주내에서 자유롭게 튜닝을 하고 있으며, 범주를 벗어난 경우 엄격한 규제가 따름

– VDAT(유럽튜닝협회) 회의 참석





※ Harald Schmidtke(Geschäftsführer_VDAT 회장)

– VDAT 회의 주요내용

· VDAT는 제작사, 부품업체, 튜닝전문업체를 중심으로 120여개 업계가 참여하고 있으며, 튜닝숍은 참여하고 있지 않음

· 독일의 튜닝산업 규모는 대략 180억 유로(23조)이며, 운전자의 10%가 튜닝을 하고 있다고 함(2,500~5,000Euro/1대)

– 튜닝 자동차 보험

· 튜닝된 자동차에 대한 보험도 항목별로 차이가 있으며, Case by case로 적용하고 있음

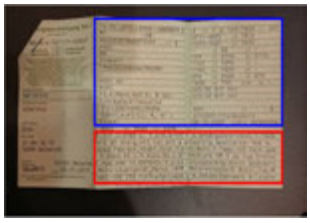
· 일반적으로 튜닝을 실시한 업체에서 보증 실시(예 : BRABUS 보증)

· 보험회사는 튜닝된 자동차에 대해 지불을 하지 않으려 하며, 운전자가 튜닝내용을 보험회사에 송부할 경우 보험요율 적용

· 자동차 등록증이 2가지(Part 1, 2)로 제시되며, Part 1은 자동차 등록에 필요한 모든 내용이 기재되어 있고, Part 2에서는 요약된 내용이 기재되어 있음

· Part 2를 보면 파란색(자동차 기본 제원), 빨간색(튜닝된 부품 및 장치류)으로 구분되며, 경찰 단속시 Part 2 등록증을 제시하면 튜닝을 하였더라도 단속이 되지 않는다고 함





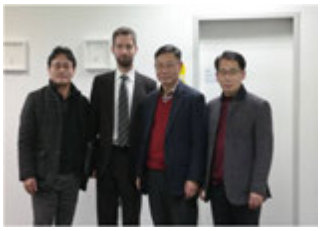
– 아헨공대 소개

RWTH AACHEN UNIVERSITY

Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen

· (위치) 노르트라인베스트팔렌주(主) 아헨
· (규모) 3만명 이상이 재학중이며, 독일에서 2번째 규모의 공대
· (개교) 1870년 10월
· (예산) 6억유로(1조원)/1년
· (개설학부) 9개
  ⇒ 수리정보 및 자연과학부, 건축학부, 건설 및 토목공학부, 기계공학부, 자원 및 재료공학부, 전기·전자 정보처리공학부, 인문·시회학부, 경제·경영학부, 의학부
· (국내 교류협정 대학)
  ⇒ 고려대학교, 동아대학교, 부산대학교, 서울대학교, 연세대학교, 이화여자대학교, 인하대학교, 한양대학교, KAIST, POSTECH, 홍익대학교

– ika, fka 소개 및 교육과정

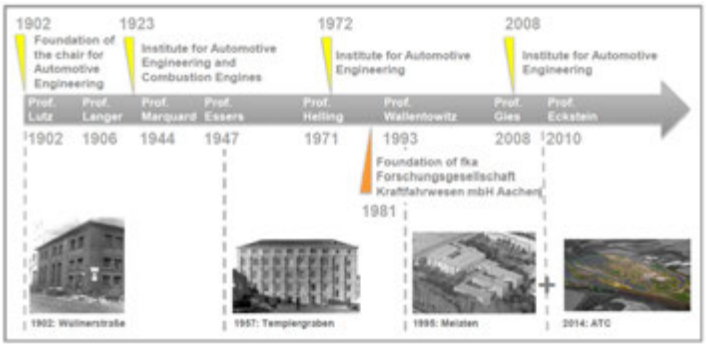






※ Dr. Peter Urban(ika 부소장)

· ika는 Institute for Automotive Engineering의 약자로 자동차 연구를 위해 1902년 설립되었음. 그리고 fka는 기업형 회사 개념으로 Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen mbH Aachen의 약자임



· ika의 교육체계는 크게 Education, Public research, Industrial research로 구분됨



·· ika는 350여명(Engineer_90명, Workers_56명, Student workers_200명)이 참여하고 있으며, fka는 70여명이 포함되어 전체 420여명이 근무하고 있음

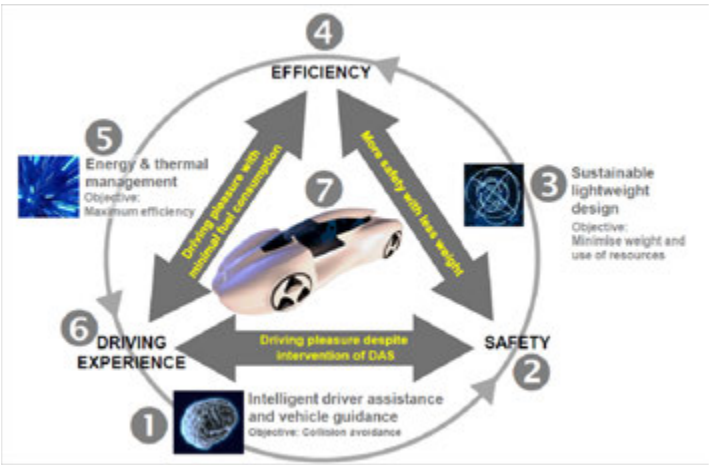
·· 주요 연구영역은 세가지로 구분되며 55%(Advanced engineering), 20%(Serial vehicle development), 25%(Future development and others)를 수행하고 있음

· 아헨공대 교육은 학사(Bachelor) 3.5년, 석사(Master) 1.5년으로 변경되고 있음

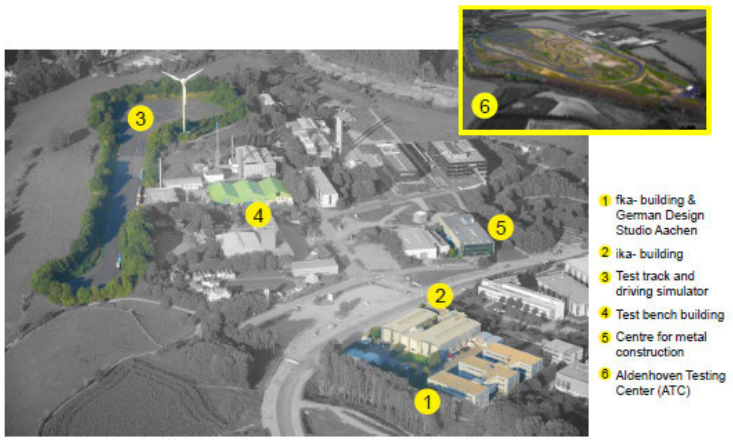
· 자동차를 25개 분야로 구분하여 정치·학술·산업적으로 업무영역을 구분하고 있음



· 연구 범위는 크게 Efficiency, Driving experience, Safety를 추구하며, 각 연구범위별 이해관계를 해결하기 위해 Sustainable lightweight design, Energy & thermal management, Intelligent driver assistance and vehicle guidance



· 시험시설은 6개로 분리되어 있으며, 주행시험장에서는 유럽 갈릴레오 신호를 이용한 내비게이션 시험도 수행하고 있음



– 아헨공대 방문 결과

· 아헨공대 자동차 연구는 ika, fka를 통해 수행하고 있고, 420여명의 연구인력을 보유하고 있음

· 자동차 튜닝과 관련된 특별한 교육과정은 없으며, 기존 교육과정을 통해 튜닝을 할 수 있는 전문가로 육성하고 있음

· 교육은 이론과 실무를 병행하고 있음

· 현재 진행되고 있는 주요 연구과제는 전기차 소음 및 진동, 타이어 시험, 바람 및 흔들임에 의한 시뮬레이션, 부품위주의 충돌시험, 내장품 거동 연구, 자전거 충돌시험, 리어범퍼 충돌시험 등을 수행하고 있음

· 향후 우리 연구원과 다양한 분야(충돌·충격, 인간공학, 시뮬레이션, 진동 등)의 연구가 가능할 것으로 예상됨

– BRABUS(독일 튜닝업체) 참관





※ Christoph Dietze(Vertrieb Export / Sales Manager)

· BRABUS는 1976년 설립되어 자동차이외에 비행기 자전거 등에 대한 튜닝을 하고 있으며, 생산품의 80% 이상을 수출하고 있음

· 본부 건물을 포함하여 5개의 공장을 가지고 있으며, 자동차 전부분을 제조할 수 있는 정도의 기술력을 가지고 있음

– 주요 내용

· BRABUS에서는 Benz 이외에도 Discovery, Landrover, Bentley, Ferrari 차종도 튜닝을 하고 있음

· AMG와는 경쟁관계를 유지하고 있으나, BRABUS가 더 업그레이드된 서비스를 제공하고 있음
· 각 분야별로 튜닝된 자동차는 상주하고 있는 TUV 인증관을 통해 다양한 시험(소음, 제동, 주행시험 등)을 실시한 후 판매되고 있음
· 시험동-2에서는 다임러사와 50%씩 출자를 통해 공기역학, 엔진시험, 다양한 부품 제작을 하고 있음
· 시험동-3에서는 엔진튜닝 및 업그레이드, 특별한 부품생산이 이루어지고 있음
· 시험동-4에서는 최대한 올드카를 복원하는데 초점을 맞추고 있으며, BRABUS가 무엇을 할 수 있는지를 보여주기 위한 시험동이며 엔진을 포함한 모든 부품을 업그레이드 및 복원하고 있음

- BRABUS 참관 결과

· BRABUS는 일반적으로 Benz만을 튜닝하는 것으로 알고 있었으나, Benz이외에 다른 차종도 튜닝을 하고 있음
· BRABUS는 일반적인 튜닝수준의 기술을 넘어 자동차를 생산할 수 있는 기술 및 인력을 가지고 있고, 기준(UNRegs, Stvzo)에 적합하게 생산하고 있음
· BRABUS는 생산된 자동차의 80% 이상을 수출하고 있음
· BRABUS 방문결과, 독일의 튜닝산업이 발전할 수 있는 기반이 되어 있음을 확인할 수 있었음

- DEKRA 방문







※ Peter Herget / Frank Zollner(country manager)

· DEKRA는 1925년 설립되어 세가지(road, work, home) 분야에서 안전을 위한 인증, 교육 등의 업무를 수행하고 있고, 50여개 국가에서 35,000명이 인력이 활동하고 있음
· Altensteig Wart에 위치한 DEKRA 교육센터에서는 자동차기술검사 및 사고분석 판정관 등 1년에 600명을 교육하고 있고 140개의 교육생 숙소를 보유하고 있음
·· 자동차기술검사관 : 200명
·· 자동차기술검사 판정관 : 200명
·· 사고 손해보험 판정관 : 600명

– 주요 내용

· 전문인력 양성을 위해 DEKRA에서는 이론교육 실시후 현장실습교육을 실시하고 있고, 손해보험 판정관은 소비자, 공업사, 보험사간 이해관계를 조율하는 교육도 실시하고 있음

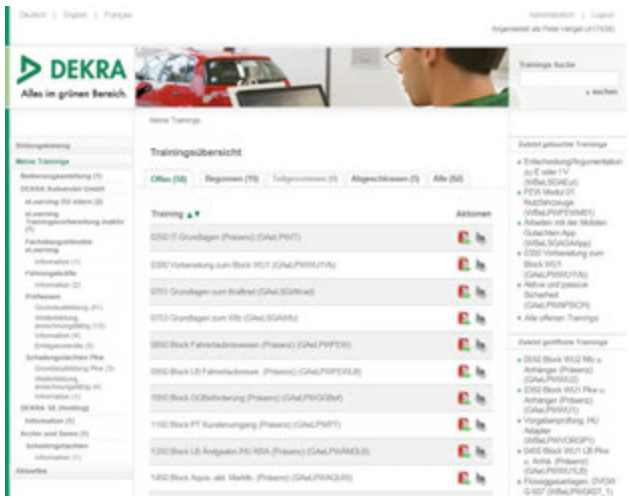




· 전문인력 양성에 필요한 기본교육 과정은 아래와 같은 절차에 다라 8당 교육을 통해 양성하고 있음



· 기본교육을 이수한 자들은 점진적으로 상위 교육을 통해 전문적인 엔지니어로 활동할 수 있으며, 교육내용 및 이력사항은 전산시스템(SAP)에서 개인적인 관리가 되고 있음



· 유럽내에서도 튜닝관련 법규는 2014/45/EU Directive를 적용하고 있으나 국가별로 서로 다른 부분이 있음

· 독일의 경우 StVZO 19(www.stvzo.de)에 변경조건 규정을 포함하고 있고, 더 엄격하게 적용하고 있음

· 튜닝관련 규정은 다음과 같이 정리할 수 있음

·· ABE : 일반적 운행허가(general operating licence) ⇒ KBA 승인



·· EBE : 개별 운행허가(single operating licence)

·· ABG : general design certification approvals



·· EGB : single design certification approvals



– 질의 내용

· (질의-1) 튜닝을 하면 차가격이 증가되면 어떻게 되는가?
  ⇒ (답변) 보험사에 신고를 하고, 증가된 보험료를 소비자가 내고 이에 따라 사고시 배상을 받고 있음

· (질의-2) 독일의 불법적인 튜닝은 어떻게 되는가?
  ⇒ (답변) 불법은 용납되지 않으며, 특별한 튜닝은 관련 전문가의 확인을 받아야 함

· (질의-3) 광폭타이어를 부착하게 되면 어떻게 되는가?
  ⇒ (답변) 전문가가 있는 공업사에서 부착시 인정을 하고 있으나, 개인이 교체한 것은 꼼꼼한 확인을 하고 있음

· (질의-4) 검사기관이 다수일 경우, 부실검사는 어떻게 방지를 하는가?
  ⇒ (답변) 검사기관 협의체를 구성하여 주기적인 확인절차를 거쳐 동일한 방법으로 검사가 되도록 조율하고 있음

– DEKRA 방문결과

· 독일은 자동차 튜닝 및 검사시 명확한 기준을 통해 적용하고 있음

· 자동차 튜닝시, ABE·EBE·ABG·EGB에 의해 인증된 결과물이 있는 경우 단속되지 않음

· 명확한 기준 적용을 위해 DEKRA에서는 기본교육(8개월)을 실시하여 전문인력을 양성하고 있으며, 교육과정을 수료한 인력이 자동차 튜닝, 검사, 보험업무 등에 투입되고 있음

· 기본교육을 이수한 전문인력은 SAP 프로그램내의 교육과정을 지속적으로 수료시, 전문가로 활동할 수 있음

· 교육과정은 이론, 실습을 위주로 하고 있으며, 주요 자동차 기술별 동영상을 제작하여 다양화된 자료를 가지고 있음

○ 전체 요약

- 에센 튜닝카 전시회는 유럽 최대규모로 다양한 튜닝카, 전기차, 올드카, 이륜차, 부품, 액세서리 등이 전시되고 있었으며, 현장에서 판매되고 있었음
- VDAT 회의결과, 기준에 적합한 튜닝이 활성화되도록 홍보하고 있었으며 120여개 업체가 참여하고 있음
- 아헨공대 방문결과, 자동차 선행 및 정책 등 다양한 연구를 추진하고 있고, 산학 협업을 통해 실무위주의 교육을 시키고 있음. 특히 인상적인 부분은 대학 연구소임에도 불구하고 420여명의 근무하면서 최고 수준의 연구결과를 도출하여 국가정책 및 자동차 신기술에 적용하고 있었음
- BRABUS 방문결과, 벤츠 이외의 자동차 제작사와 협업하여 최고 수준의 자동차를 튜닝하고 이를 통해 부가가치를 창출하고 있었음. 또한 80% 이상을 외국에 판매하고 있었고, BRABUS 자체 기술력만으로도 고성능 자동차를 생산할 수 있다고 함
- DEKRA 방문결과, 전문인력을 양성하기 위해 이론 및 실습 위주의 교육을 시켜 최고수준의 인력을 양성하여 업무에 투입하고 있었음. 그리고 신기술 개발에 따른 재교육을 통해 자동차 검사, 판정 등에 최적화된 전문가들을 육성하고 있었음
- 독일 출장결과, 대학교육 → 튜닝업체 → 인증기관 → 튜닝산업 활성화로 이어지는 연결고리를 통해 전문성 있는 인력이 양성되고, 양성된 인력은 튜닝업계에 종사하고, 업계에서 생산된 자동차를 기준에 적합하게 검증하는 체계가 마련되어 있음을 알 수 있었음
- 한국에서도 위와 같은 체계 마련을 통해 올바른 튜닝이 활성화될 수 있는 기반을 중·장기적으로 만들어야 할 것이라는 결과를 얻을 수 있었음

제7장 연구개발결과의 보안등급

제7장 연구개발결과의 보안등급

○ 일반

제8장 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비 현황

제8장 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설 · 장비 현황

구입 기관	연구시설/연구장비명	규격(모델명)	수량	구입 연월일	구입 가격(천원)	구입처(전화번호)	비고(설치장소)	NTIS장비 등록번호
경일대학교	계장화압입시험기		1	2014. 1	86,000		경일대학교	KICTEP-2014-005821

제9장 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

제9장 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

○ 본 연구과제 중 인증제도와 같이 법령의 제·개정을 위한 연구 분야는 심각한 위험요소가 발생하지 않는 분야에 해당함 주로 자료 수집 및 분석 등과 같은 업무로 연구원 내에서 발생할 가능성이 있는 기술적 위험요소는 극히 드묾. 다만 컴퓨터 등 전자기기장치 주변의 관리 소홀로 인한 온도 상승, 발열로 인한 화재 등 비상 상황 발생 시 대처할 수 있는 안전시설의 구비 및 대처 방법 숙지가 반드시 필요함

○ 자동차 튜닝부품에 대한 성능평가 연구는 실제 부품들의 성능을 평가하기 위하여 여러 장비들을 활용해야하기 때문에 장치에 대한 주기적 점검, 소모품 교체 및 안전관리에 유의해야 함

○ 정기점검 및 안전진단

- 정기점검 : 시설팀 안전 관리자에 의한 연 1회 순회 점검 실시
- 정비점검 : 한국산업기술시험원에 의뢰하여 장비의 정교정을 점검
- 개인보호구, 가스누출경보장치, 시약케비넷, 구급약품함, 세안기 등 연구실 안전과 관련된 안전장비 구입을 지원하고 있음
- 각 연구시험실에 비치된 에너지 일일 점검표를 작성하여 체크리스트 항목에 따라 육안으로 점검 후 기록함
- 또한, 화기가능성이 있는 유해물질 점검에 대하여도 체크리스트 항목에 따라 잔량 및 점검 등을 시행함

제10장 연구개발과제의 대표적 연구실적

제10장 연구개발과제의 대표적 연구실적

번호	구분	논문명	소속기관명	역할	논문게재지	논문 게재일	기타
1	논문	자동차 튜닝부품 인증제도 소개	교통안전공단	제1저자	오토저널	2015.3	학회지
2		자동차 브레이크 패드의 기계적 특성 연구	경일대학교		자동차안전학회	2015.9	학회지
3		자동차서비스 및 튜닝산업 선진화 방안 국회 정책 세미나 보고	신한대학교		오토저널	2013.12	학회지
4	발표	자동차튜닝관리체계 수립 방안	신한대학교		자동차공학회	2016.2	국회포럼
5		자동차 튜닝부품 인증기준 및 성능평가 기술개발	경일대학교			2015.11	학술대회
6		자동차 튜닝부품 인증기준 및 성능평가 기술개발	신한대학교				학술대회
7		자동차 드레스업 튜닝부품 데이터베이스 개발	문성대학교				학술대회
8		튜닝용 LED광원 적용에 따른 자동차 등화장치 배광성능 연구	교통안전공단				학술대회
9		자동차 튜닝부품 인증제도 및 성능평가 기술개발	교통안전공단			2015.9	세미나
10		자동차튜닝관리체계 구축방안	신한대학교				세미나
11		자동차 튜닝부품 정보 데이터베이스 개발 연구	문성대학교			2015.5	학술대회
12		튜닝부품 인증제도 및 활성화 방안	신한대학교				학술대회
13		제2차년도 튜닝부품 인증 연구개발 (드레스업)	신한대학교				학술대회
14		엔진, 흡/배기 튜닝부품 평가기술 및 인증기준 제안	자동차부품연구원				학술대회
15		자동차튜닝정책의 일자리창출과 효율적인 복합단지 구축	신한대학교			2015.4	워크숍
16		자동차 튜닝부품 인증기준 및 성능평가 기술개발	교통안전공단			2014.11	국제 세미나
17		엔진,흡배기 튜닝부품 인증기준 및 평가기술 개발	자동차부품연구원				국제 세미나
18		드레스업 튜닝부품 평가 기술개발	신한대학교				국제 세미나
19		자동차튜닝 부품 정보 데이터베이스 구축	문성대학교				국제 세미나
20		자동차튜닝 시장활성화 방안 정책 연구	문성대학교			2013.12	학술대회
21		자동차 튜닝산업 활성화 방안	교통안전공단			2013.10	세미나
22		자동차 튜닝인증제 도입	산업기술대학교				세미나
23		자동차 차체/섀시분야 튜닝현황과 업계관리방안	경일대학교				세미나
24		튜닝에 의한 소비자 및 생산자 분쟁 감소를 위한 제언	자동차부품연구원				세미나
25	제도 시행	튜닝 휠 등 4종	한국자동차 튜닝협회				

제11장 참고문헌

제11장 참고문헌

- 자동차튜닝 활성화 고용영향평가 연구, 고용노동부 한국노동연구원, 2015
- 자동차 튜닝산업을 위한 활성화 방안 연구, 자동차부품연구원, 2014. 4.
- 국내외 전기차 충전기술 · 인프라관련 사업실태와 전기차 개조 · 튜닝 시장동향과 전망, ISSUEQUEST, 2014. 6.
- 자동차 튜닝문화 활성화 방안연구, 교통안전공단, 2012. 11.
- 자동차 개조 인허가 제도 개선방안, 전국경제인연합회, 2011.
- 2.5차 자동차산업의 발전방안, 시장경제연구원, 20008.
- 이호승, 자동차 사용의 정체성 표출 수단으로서의 드레스업 튜닝에 대한 고찰, Korea Society of Design Studies Vol. 11 No. 3, 1998.
- 장성국, 자동차 튜닝 이해하기, 오토저널 Special edition, 2012. 12.
- 한창희, 제3의 자동차 산업, 튜닝에 대한 관심은 지속된다.-자동차 튜닝의 향후 흐름과 정답은, 오토저널 Special edition, 2012. 12.
- 자동차관리법/시행령/시행규칙
- 공익법인의 설립 · 운영에 관한 법률/시행령
- 비영리민간단체지원법/시행령
- 국내 단계별 자기인증제 도입방안 연구보고서, (사)한국자동차안전학회, 2014. 12.
- 최상수, 자동차 부품 튜닝, 경영사, 2005. 10.
- 오영만 등., 튜닝박사-엔진편, 골든벨, 2014. 3.
- 이봉우, 최영석, 김택진, 박경준., 자동차 튜닝 실무, 경영사, 2008. 5.
- 이진구, 오영만, 하재기, 이민우, 임채상, 김철영., 자동차 튜닝, 서울특별시교육청. 2014. 1.
- 임의정, 조영일., 엔진튜닝은 이렇게, 골든벨, 2012. 3.
- Motor Fan illustrated 튜닝 F1 머신, 골든벨, 2013. 1.
- 김광희, 김영일, 이동훈., 파워 엔진튜닝, 골든벨, 2006.
- 자동차 구조 · 장치 변경승인 매뉴얼, 교통안전공단, 2009. 11.
- 박영재, 그림으로 쉽게 배우는 자동차튜닝, 경영사, 2011. 5.
- 보험개발원 CEO 리포트, 자동차보험 수리비 적정화를 위한 대체부품(Non-OEM) 활성화 방안, 2012.3,
- 홍승준 외1명, 자동차 충돌수리 부품 시장에 관한 국내외 비교 조사연구, 삼성교통안전문화연구소, 2007
- 현대경제연구원, 자동차 A/S 문화 개선방안 연구, 2004.4
- 오재건, 국내 자동차 A/S용 부품 유통문제와 대책 연구, 2005.4
- 보험개발원 보도자료, 자동차보험 수리비 5조 1,189억원 사상 최대치 기록, 2014, 12
- BSI PAS 125:2011 Automotive Services - Specification for Vehicle Damage Repair Processes
- 권순익외 2명, 자동차 수리견적 실무, 미전사이언스, 2013년
- 목진영, 한영규, 자동차보험 손해사정실무, 미전사이언스, 2012년
- 보험개발원 기술연구소(http://www.kart.or.kr)
- Thatcham Motor Insurance Repair Research Centre(http://www.thatcham.org)
- RCAR(http://www.rcar.org)
- 한국자동차산업협동조합(www.kaica.or.kr)