R&D / 16TLRP-B068837-04

중형저상버스 표준모델 개발 최종보고서

2018

국토교통과학기술진흥원

국토교통부

Land Infrastructure and Transport R&D Report

보안 과제( ), 일반 과제(○) / 공개(○), 비공개( )

교통물류연구사업 최종보고서

R&D / 16TLRP-B068837-04

중형저상버스 표준모델 개발 최종보고서

2018. 1 . 30 .

주관연구기관 / 타타대우상용차(주)
협동연구기관 / 한국에너지기술연구원
타타대우상용차(주)
(재)자동차융합기술원

국 토 교 통 부
(전문기관) 국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통과학기술원장 귀하

'중형저상버스 표준모델 개발'(연구개발 기간 : 2013. 12. ~ 2017. 12) 과제의 최종보고서를 제출합니다.

2018. 1. 30.

주관연구기관명 : 타타대우상용차(주) (대표자) 김관규 (인)

협동연구기관명 : 한국에너지기술연구원 (대표자) 곽병성 (인)

협동연구기관명 : 타타대우상용차(주) (대표자) 김관규 (인)

협동연구기관명 : (재)자동차융합기술원 (대표자) 이성수 (인)

주관연구기관책임자 : 타타대우상용차(주) 황춘화

협동연구기관책임자 : 한국에너지기술연구원 장진영

협동연구기관책임자 : 타타대우상용차(주) 서윤원

협동연구기관책임자 : (재)자동차융합기술원 노윤식

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제38조에 따라 최종보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제 고유 번호</td><td>16TLRP-B068837-04</td><td>해당 단계
연구 기간</td><td>2016.09.13. ~
2017.12.12</td><td>단계구분</td><td>4 / 4</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구사업명</td><td>중사업명</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>세부사업명</td><td colspan="4">교통물류연구사업</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구과제명</td><td>대과제명</td><td colspan="4">중형저상버스 표준모델 개발</td></tr>
<tr><td>세부과제명</td><td colspan="4">1세부 : 중형저상버스 표준모델 기준 및 운영기술/보급전략 연구
2세부 : 중형저상버스 표준모델 차량 개발
3세부 : 중형저상버스 안전인증을 위한 성능평가 기술개발</td></tr>
<tr><td>연구책임자</td><td>황춘화</td><td>총 연구기간
참여
연구원 수</td><td>총: 144명
내부: 144명
외부: 명</td><td>총
연구비</td><td>정부:13,000,000천원
기업: 4,335,000천원
계:17,335,000천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및
소속 부서명</td><td colspan="3">타타대우상용차(주) LCV팀</td><td colspan="2">참여기업명</td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="3">상대국명:</td><td colspan="2">상대국 연구기관명:</td></tr>
<tr><td>위탁연구</td><td colspan="3">연구기관명:</td><td colspan="2">연구책임자:</td></tr>
<tr><td colspan="4">요약</td><td colspan="2">보고서 면수 : 356</td></tr>
</table>

○ 대도심을 운행하는 저상버스는 모두 11m 급의 대형버스로서 마을버스지역 및 농어촌지역과 같이 폭이 좁은 도로에서 운행하기 어려우므로 교통소외지역을 해소하고 일반인 뿐만 아니라 교통약자들의 이동편의를 증진할 수 있는 크기가 작은 중형저상버스를 개발하였음

○ 교통복지 사각지대 해소를 위한 국내 운행환경(농어촌, 중소도시, 마을버스 등)에 적합한 중형저상버스의 표준모델 기준을 제시하고 보급계획을 수립함. 주요 핵심성과는 아래와 같음.

- 저상버스 표준모델 기준 고시(안) 개발 완료
- 운영기술 및 보급 계획 연구 완료
- 중형저상버스 시작차 5대 제작 완료
- 중형저상버스 시험평가 완료
- 중형저상버스 환경인증 및 안전인증 완료
- 중형저상버스 시범운영을 통한 실증 완료

〈 국문 요약서 〉

연구의 목적 및 내용	중형저상버스 표준모델 차량 개발과 저상버스 표준모델 기준 마련, 보급 활성화 계획 및 운영기술을 연구하여 교통약자를 위한 중형 저상버스의 실용화 기반을 구축 • 연구개발 총괄 및 시스템 엔지니어링 연구 (연구단) - 개발사업의 조정 및 평가 총괄 - 표준모델 기준 및 정책 목표 가이드 라인 제시 - 차량 개발 시스템 엔지니어링 및 연구과제의 조정 및 평가 • 중형저상버스 표준모델 기준 및 운영기술/보급전략 연구 - 중형저상버스 보급에 따른 효과분석 - 중형저상버스 운영기술 개발 - 중형저상버스 표준모델 기준 작성 • 중형저상버스 표준모델 차량 개발 - 디젤 중형저상버스 표준모델 스타일링 및 설계 (CAE 해석 포함) - 디젤 중형저상버스 표준모델 차량 제작 및 시험 평가 • 중형저상버스 안전인증을 위한 성능평가 기술개발 - 안전인증을 위한 시험 항목 도출 및 시험방법 - 디젤 중형저상버스 안전인증 적합성 시험 - 중형저상버스 성능평가 기술 개발 연구
연구개발성과	• 중형저상버스 표준모델 기준 고시안 제시 • 중형저상버스 운영기술 및 보급 계획 연구 • 중형저상버스 표준모델 차량 개발 및 평가 • 중형저상버스 환경인증 및 안전인증 • 중형저상버스 시범운영을 통한 실증
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	• 교통약자 및 농어촌지역 주민의 편익 및 국민복지 향상 • 대중교통용 차량의 다양화와 대중교통 운송시스템의 효율성 향상 • 중형저상버스의 모델 다변화를 통한 다양한 수요에 대응

핵심어 (5개 이내)	중형저상버스	표준모델	보급전략	운영기술	안전인증

〈 SUMMARY 〉

<table>
<tr><td>Purpose & Contents</td><td>To establish the practical use of medium low floor bus through presenting the draft of standard model and Planing the overall plan of dissemination/operation strategy for medium low floor bus

• Overall managing of research and development & system engineering
- Control of development process
- Suggest the guideline and policy target and standard model
- Conduct the system engineering and adjust the overall research

To research the draft of standard model and Planing the overall plan of dissemination/operation strategy for medium low floor bus
- The analysis of benefit and economics for dissemination of medium low floor bus
- Collection of opinions through the meeting and test driving result and developing the operation strategy for medium low floor bus
- Revision of standard model for medium low floor bus through collection of opinions

• To develop the standard model of medium low floor bus
- The styling and engineering of standard model including CAE
- The prototype build and evaluation of standard model

• To conduct the performance evaluation and develop the method of safety certification
- The identification of evaluation item and method for safety certification
- The feasibility testing to meet the safety certification
- The research of technology for performance evaluation</td></tr>
<tr><td>Results</td><td>• Revision of standard model for medium low floor bus

• Development and evaluation of medium low floor bus

• Acquirement of medium low floor bus' certification</td></tr>
<tr><td>Expected Contribution</td><td>• To improve travel convenience of the mobility handicapped including the old and the infirm and enhance welfare and environment

• To address blind spot in the public transportation system (narrow road and rural area)

• To save energy in big cities where large-sized low-floor buses are already in use by replacing them</td></tr>
<tr><td>Keywords</td><td>Medium Low Floor Bus
Standard Model
Dissemination Strategy
Operation Strategy
Safety Certification</td></tr>
</table>

〈 목 차 〉

제1장. 연구개발과제의 개요 ·····9
1. 연구개발 목적 ·····9
2. 연구개발의 필요성 ·····9
3. 연구개발의 범위 ·····10
가. 연구단 - 타타대우상용차 ·····10
나. 제1세부 - 한국에너지기술연구원 ·····10
다. 제2세부 - 타타대우상용차 ·····11
라. 제3세부 - 자동차융합기술원 ·····11
제2장. 국내외 기술 개발 현황 ·····12
1. 국내 저상버스 현황 ·····12
가. 대형저상버스 (전장 11m 급) ·····12
나. 중형버스의 제원 (9m급) ·····13
다. 중형버스의 제원 (7m급) ·····13
라. 저상버스의 보급현황 ·····15
2. 국외 저상버스 보급 및 정책현황 ·····20
가. 일본의 현황 ·····20
나. 유럽의 현황 ·····28
다. 미국의 현황 ·····32
라. 국외 법.제도 검토 ·····34
마. 시사점 ·····35
3. 중형저상버스 표준모델 개발 ·····36
제3장. 연구 수행 내용 및 성과 ·····37
❖ 총괄 연구단 : 개발사업 총괄 및 시스템 엔지니어링 연구 ·····37
1. 목표 달성을 위한 개발시스템 엔지니어링 및 인터페이스 ·····37
가. 세부 및 참여기관 간 유기적인 인터페이스를 통한 과제 수행 ···37
나. 효율적인 과제 수행을 위한 세부별 업무 조율 및 조정 ·····38
다. 시스템 목표 설정 및 일정 관리 ·····38
2. 부품 국산화 및 공용화 추진 ·····39
3. 보급활성화를 위한 정책 목표 가이드라인 제시 ·····40
가. 각종 단체 협의 및 위원회를 통한 의견 수렴 ·····40
나. 보급 활성화 및 정책 목표 가이드라인 제시 ·····41
다. 정책적 활용을 위한 로드맵 ·····42

❖ 제1세부 : 중형저상버스 표준사양 개발 및 운영기술/보급전략 연구 ·····45
1. 중형저상버스 운영 기술 ·····45
가. 국내버스 운영 현황 ·····45
나. 국내 버스 이용 관련 인프라 분석 ·····61
다. 중형저상버스 운영 기술 ·····64
2. 저상버스 표준모델 기준 수립 ·····66
가. 방법론 ·····66
나. 기준개발 ·····66
다. 버스 외 기타 기준 요구사항 ·····71
3. 중형저상버스 보급활성화 방안 마련 ·····74
가. 저상버스 보급 확대의 제약요소 분석 ·····74
나. 제약요소에 대한 극복 방안 ·····77
다. 중형저상버스 보급효과 분석 ·····78
라. 보급활성화 전략 마련을 위한 토론회 및 의견 수렴 ·····104
마. 중형저상버스 보급 활성화 종합계획 ·····115
4. 중형저상버스 시범운영 ·····124
가. 중형저상버스 시범운영 ·····125
나. 시범운영 노선 승객 대상 만족도 설문 조사 ·····130
다. 시사점 ·····135
5. 중형저상버스 표준모델 성공적인 운영 및 보급을 위한 정책 제안 ·136
가. ‘제3차 교통약자이동편의증진계획’ 수정 ·····136
나. 지방정부의 저상버스 구입보조금 매칭 비율 현실화 ·····136
다. 탄력적 노선 운영 ·····136
라. 비수익노선에 대한 저상버스 도입 운영 ·····136
마. 노선버스 이외의 저상버스 도입 ·····136
바. 배차시간 준수 예외 적용 실시 ·····136
❖ 제2세부 ·····137
1. 연구 수행 내용 및 성과 ·····137
가. 연구개발 최종목표 ·····137
나. 연구개발 최종목표의 성격 및 설정근거 ·····137
다. 연구개발 최종목표 설정 및 일정관리 ·····138
라. 연차별 연구목표 및 주요 연구내용 ·····139
2. 버스 비상문 설치 의무화 입법예고 대응방안 ·····275
가. 입법예고 내용 ·····275
나. 설계 검토 내용 및 검증방안 ·····276

❖ 제3세부 ····· 280
1. 연구 수행 내용 및 결과 ····· 280
2. 도입차량의 선정 ····· 282
가. 도입차량 검토 ····· 282
나. 도입차량 선정 ····· 284
다. 도입차량 평가 계획 수립 ····· 285
3. 차량성능평가 (Vs 벤치마킹차량) ····· 286
가. 기본제원평가 ····· 287
나. 휠체어 슬로프 접근성 평가 ····· 288
다. 평가 결과 종합 ····· 289
라. 최대경사안전각도 측정 ····· 290
마. 좁은 도로에서 90도 회전성능평가 ····· 293
바. 가속 및 최고속도 성능평가 ····· 297
사. 연료경제성 평가 ····· 299
아. 실증연비평가 ····· 302
4. 자동차 안전 인증 ····· 315
가. 안전인증 평가 항목 선정을 위한 국내 법규 검토 ····· 315
나. 안전인증을 위한 평가 (공인인증기관 평가) ····· 322
5. 중형저상버스 안전인증 획득 ····· 336
6. 중형저상버스 환경인증 ····· 337
가. 배출가스 인증 ····· 337
나. 소음 인증 ····· 339
다. 자동차 환경 인증 획득 ····· 340
제4장. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 ····· 342
제5장. 연구개발성과의 활용 계획 ····· 347
제6장. 연구 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보 ····· 348
제7장. 연구개발성과의 보안등급 ····· 348
제8장. 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설 · 장비 현황 ····· 348
제9장. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전 조치 이행 실적 ····· 348
제10장. 연구개발과제의 대표적 연구 실적 ····· 349
제11장. 기타 사항 ····· 355
제12장. 참고 문헌 ····· 356

제1장. 연구개발과제의 개요

1. 연구개발 목적

본 연구는 기존에 개발되어 현재 시내버스에 보급되고 있는 저상버스(이하 대형저상버스)의 운행한계성으로 인해 저상버스가 보급되기 어려운 지역인 교통 소외지역(농어촌지역과 마을버스 운행지역)에 대한 교통복지 사각지대 해소를 통한 교통약자의 이동편의를 향상시키기 위해 국내 환경 및 자동차 안전 기준을 만족시키는 중형저상버스 표준모델을 개발하여 보급을 활성화하기 위함임

- 교통복지 사각지대 해소를 위한 친환경 수요자 중심의 중형 저상버스(7m~9m) 표준모델 차량 개발
- 국내 운행환경(농어촌, 중소도시, 마을버스 등)에 적합한 중형저상버스 표준모델기준 마련
- 중형저상버스 보급 활성화를 위한 종합계획 수립
- 중형저상버스의 안전인증을 위한 성능평가 기술개발

2. 연구개발의 필요성

지속적으로 증가되고 있는 고령화로 인한 노인 및 고통약자 증가와 경제 발전으로 경제활동 인구 증가에 따른 대중교통을 이용하는 인구 증가로 교통약자의 대중교통 이용여건 개선에 대한 요구가 계속적으로 증가하고 있음

기존 대형저상버스는 운행 환경이 좋지 않은 지역(좁은 도로 / 굽은 길 등)인 농어촌 및 마을지역에는 운행이 쉽지 않아 보급이 되고 있지 않으며 고령자 및 장애인 등 사회적 약자를 우선적으로 배려하는 국토교통부의 정책과 교통약자의 사회적 참여기회 확대 및 공정한 사회를 구현하고자 하는 정부의 복지 교통 정책과 부합하는 중형저상버스 표준모델을 개발하여 보급할 필요가 있음

교통소외 지역인 농어촌 지역은 고령화가 심화되고 또한 인구가 계속적으로 감소하고 있으므로 버스 운송사의 경영 현황은 날이 갈수록 악화되고 있어 운송사와 운행 버스 역시 이에 따라 감소하고 있음. 따라서 버스 운송사의 경영수지 개선과 교통약자들의 이동편의를 위해 대형버스 보다는 중형저상버스의 투입이 절실함.

2016년 기준 저상버스의 보급률은 계획 대비 미달이며 대형저상버스 1대 가격으로 중형저상버스 2대를 보급할 수 있으므로 저상버스 보급률을 높일 수 있는 적합한 대안임



3. 연구개발 범위

가. 연구단 - 타타대우상용차

① 개발 목표

- 차량개발 시스템엔지니어링 및 부품 국산화 / 공용화 지원
- 보급 활성화를 위한 정책 목표 가이드라인 제시 및 활동

② 개발 내용 및 범위

- 개발목표간 상호 소통을 통한 목표 달성 추진
- 프로젝트 목표 일정 관리
- 기관간 공동 협의체 활동
- 시스템의 기술적 인터페이스 조정
- 부품 국산화/공용화 방향 수립
- 정책지원 관련 협의회, 공청회 개최
- 실증운영을 위한 지원 및 시범사업 총괄

나. 제1세부 - 한국에너지기술연구원

① 개발 목표

- 중형저상버스 표준모델 기준(안) 개발
- 중형저상버스 보급계획 수립
- 중형저상버스 시범운영

② 개발 내용 및 범위

- 세미나, 자문회의 또는 공청회를 통한 중형저상버스 표준모델 기준 고시(안) 확정
- 전문가 및 관계자 의견 수렴을 통한 저상버스 표준모델 기준 및 부칙 수정
  - 저상면적 비율 : 현행 35%에서 중형저상버스에 적합한 유효저상면적 제시
    -> 설문조사결과 좌석수가 모자라다는 의견이 많았음 (농어촌 12석, 도시형 10석)
    -> 농어촌지역의 경우 승객의 짐을 놓는 공간도 필요함
- 중형저상버스 보급 시나리오 수립 및 '3차 교통약자 이동편의 증진계획'에 반영
  - 지역별/노선별 버스당 재차인원 분석을 통한 보급계획 타당성 확인
    -> 지역별 버스승차인원 데이터 확보 (카드이용데이터)
    -> 시간대별 버스 1대당 재차인원 분석
    -> 중형저상버스 대체 가능 노선 확보 (25인 이하 재차 구간)
  - 지자체 방문 또는 간담회를 통한 보급관련 의견 수렴
    -> 마을버스 운행지역 지자체 담당자 미팅
    -> 시범운행 설명회를 이용한 보급가능성에 대한 의견 수렴
- 시범운영 계획 수립, 진행, 설문조사
  - 시범운영 진행
    -> 2개 업체에서 3개월간 1대씩 운행
  - 시범운영 모니터링
    -> 운영비용에 대한 모니터링
    -> 승객에 대한 만족도 조사

다. 제2세부 - 타타대우상용차

① 개발 목표

- 기획보고서의 과제제안요구서(RFP)를 만족하는 중형저상버스 표준모델 차량 개발

② 개발 내용 및 범위

- 중형저상버스 표준모델 차량 개발
- 개발차량 연비 및 배기평가
- 중형저상버스 안전성능검사
- 차량 최대안전경사각 확인 검토
- 개발사양 만족도 평가
- 시승평가를 통한 고객 요구사항, 제작 & 시험평가 결과 Feedback 후 표준모델 차량 반영
- 요구서(RFP)를 만족하는 중형저상버스 표준모델 차량 개발
- 시작차 제작 & 시험평가 중 개선 필요 사양의 표준설계에 반영
- 버스운영사, 장애인단체, 지자체 등의 시승평가 후 차량 개선 요구사항의 표준설계에 반영

라. 제3세부 - 자동차융합기술원

① 개발 목표

- 표준차량 인증평가 진행
  - 중형저상버스 표준차량에 대한 안전 및 환경 관련 법규사항에 대하여 법규에서 규정하고 있는 인증 평가를 통하여 법규 적합성을 입증
  - 제작사인 타타대우상용차와 연계하여 자기인증 및 공인인증 평가 진행 및 인증 획득

- 전자파성능평가 진행
  - 중형저상버스 표준차량에 대한 전기적 적합성 평가를 인증 사전 단계에서 진행
  - 사전평가 결과를 토대로 타타대우상용차와 협업하여 전자파성능 인증평가 진행 및 획득

- 성능평가 절차서 개발
  - 중형저상버스 표준모델의 자기인증 및 공인인증 평가 진행 및 결과를 토대로 안전인증을 위한 성능평가 절차 작성

② 개발 내용 및 범위

- 중형저상버스 표준 차량의 안전 및 평가와 관련된 법규 및 항목 정리 및 계획 수립
- 중형저상버스 표준차량의 안전성능 평가
- 중형저상버스 표준차량의 전기적 적합성 평가
- 중형저상버스 안전인증을 위한 성능평가 절차 마련
  - 중형저상버스 표준 차량의 안전 및 평가와 관련된 법규 및 항목 정리 및 계획 수립
  - 표준차량의 안전성능 평가
  - 표준차량의 전기적 적합성 인증평가 진행 전 본 연구기관에 구축된 전자파평가 장치를 이용하여 사전평가 진행
  - 사전평가 결과를 토대로 전기적적합성 인증평가 진행
  - 중형저상버스 안전인증을 위한 성능평가 절차 마련

제2장. 국내외 기술 개발 현황

1. 국내 저상버스 현황

가. 대형저상버스 (전장 11m급)

대형저상버스는 현대자동차, 자일대우버스, 에디슨모터스 3곳에서 양산하고 있음. 현대자동차는 뉴슈퍼에어로시티를 저상버스(CNG, 하이브리드, 전기)로 양산중이며, 자일대우버스는 저상버스인 뉴로얄 논스텝 BS110를 CNG 연료 차량으로만 생산하고 있음. 일반적인 보급 측면에서 현대자동차와 자일대우버스보다 적은 물량을 생산 및 보급하고 있는 에디슨모터스는 CNG 및 전기로 운행할 수 있는 저상버스를 양산하고 있음.

[표] 국내 대형 일반버스 및 저상버스 비교

구 분		현대자동차 뉴슈퍼에어로시티 (일반버스)		현대자동차 뉴슈퍼에어로시티 (저상버스)	현대자동차 일렉시티 (저상버스)	대우 뉴로얄시티 BS106 (일반버스)		대우 뉴로얄 논스텝 BS110CN (저상버스)		에디슨모터스 프리머스
연료		Diesel	CNG	CNG	전기	Diesel	CNG	Diesel	CNG	CNG
전장 (mm)		10,955			10,998	10,505		11,000		11,055
전폭 (mm)		2,490			2,490	2,490				2,485
전고 (mm)		3,180			3,420	3,200		3,250		3,265
축거 (mm)		5,400			5,400	5,200		5,400		5,400
윤거	전(mm)	2,010			2,060	2,050		2,096		2,116
	후(mm)	1,860			1,835	1,853		1,836		1,854
최소회전반경(m)		8.9			8.9	8.8		8.9		8.9
연료탱크(ℓ)		200	876		256 kwh	200	847	847		945
엔진 명		H-300	Q-290		영구자석형 전기모터	DL08K	GL11K	GL11K		GE12A
배기량(cc)		9,960	11,149		-	7,640	11,051	11,051		11,051
최대출력(ps)		300	290		326	300	290	290		290
최대 토크(kg·m)		120	110		-	115				115
총중량 (kg)		14,040	14,360	15,445	-	13,100	13,005	12,600		13,600
타이어		11R22.5-16PR		275/70R 22.5-16PR	275/70R 22.5-16PR	11R22.5-16PR		275/70R 22.5-16PR		275/70R 22.5-16PR

나. 중형버스의 제원 (9m 급)

시내버스로 양산되고 있는 9m 급 중형 버스는 현대자동차의 그린시티와 자일대우버스의 NEW BS090이 있음. 이들 차종은 저상버스로는 양산되고 있지 않으며, 기본 제원은 아래 표와 같음.

[표] 국내 중형버스의 제원(9m 급)

제작사		현대자동차	자일대우버스
모델명		Green City	NEW BS090
외관			
전장(mm)		9,085	8,930
전폭(mm)		2,490	2,490
전고(mm)		3,225	3,200
축거(mm)		4,240	4,200
원동기	종류	G260	GL08K
	최고출력(ps)	260	240
	최대토크(kg · m)	100	90
	총배기량(cc)	6,798	8,100
최소회전반경(m)		7.5	7.3
타이어		11R22.5-16PR	11R22.5-16PR

다. 중형버스의 제원 (7m 급)

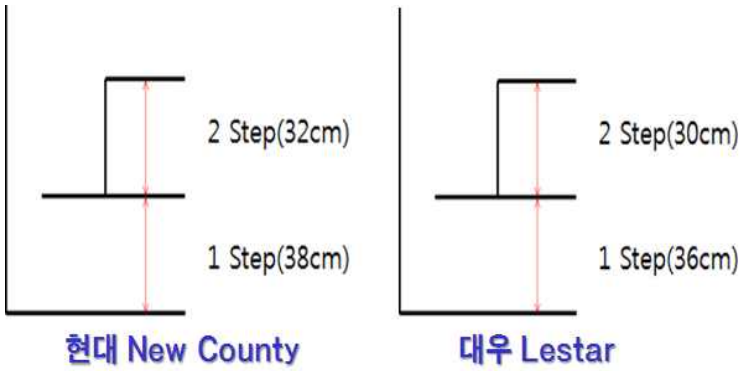
마을버스로 사용되는 7m급 중형버스는 현대자동차의 뉴 카운티와 자일대우버스의 레스타가 있음.
뉴 카운티의 전장은 7,085㎜이며 레스타의 전장은 7,180㎜임. 두 차종의 기본 제원은 아래 표와 같음.

[표] 국내 중형버스의 제원 (7m 급)

제작사		현대자동차	자일대우버스
모델명		New County	Lestar
외관			
전장(mm)		7,085	7,180
전폭(mm)		2,035	2,040
전고(mm)		2,755	2,820
축거(mm)		4,085	4,100
원동기	종류	F엔진(170마력)	커민스엔진
	최고출력(ps)	170	170
	최대토크(kg · m)	62	61
	총배기량(cc)	3,900	3,800
최소회전반경(m)		7.4	7.4
타이어		205/75R-17.5	205/75R17.5

뉴 카운티와 레스타에 장착된 도어의 너비 및 계단의 단차를 조사한 결과 두 차량 모두 계단은 2 step 으로 되어 있었으며, 도어 너비는 800㎜ 임.





[그림] 7m급 국내 중형버스의 도어 및 계단

[표] 7m급 국내 중형버스의 도어 크기 및 계단 높이

모델명		New County	Lestar
도어 크기	높이	1,740 m	1,780 m
	너비	800 m	800 m
	너비 (폴딩부분 제외)	640 m	700 m
계단 높이	1 step	380 m	360 m
	2 step	320 m	300 m

라. 저상버스의 보급 현황

1) 저상버스 보급률

정부는 교통약자 이동편의 증진법 제6조(교통약자 이동편의 증진계획의 수립 등)를 바탕으로, 교통약자 이동편의 증진을 위하여 5년 단위 증진계획을 수립하여야 하며, 이에 「제1차 교통약자 이동편의 증진계획 (`07-`11)」을 시작으로 「제2차 교통약자 이동편의 증진계획 (`12-`16)」, 「제3차 교통약자 이동편의 증진계획(`17-`21)」을 확정 · 고시하였음.

2016년 12월 발표된 「제3차 교통약자 이동편의 증진계획」에서는 저상버스 목표연도(2021년) 보급률을 42.0%로 명시하고 있는데, 이는 「제2차 교통약자 이동편의 증진계획」에서 밝힌 저상버스 목표연도(2016년) 보급률 41.5%보다 5년간 0.5%p 높힌 수치임. 아래 표에서 보듯이 2016년 저상버스 보급률 실적은 19%로서 「제2차 교통약자 이동편의 증진계획」에서 목표로 정한 41.5%보다 훨씬 낮은 보급률을 보이고 있음.

[표] 저상버스의 현재 보급률과 제2, 3차 교통약자 이동편의 증진계획 목표연도 보급률

현재 보급률 실적 (2016년)	제2차 교통약자 이동편의 증진계획 보급률 목표 (2016년)	제3차 교통약자 이동편의 증진계획 보급률 목표 (2021년)
19.0 %	41.5 %	42.0 %

자료: 제3차 교통약자 이동편의 증진계획, 2016

[표] 지역별 제2, 3차 교통약자 이동편의 증진계획 보급률 목표

교통약자 이동편의 증진계획	서울	경기도	6대광역시	8개도
제2차	55 %	40 %	40 %	30 %
제3차	65 %	32 %	45 %	32 %

자료: 제2차, 제3차 교통약자 이동편의 증진계획, 2015, 2016

위의 표에서 보듯이, 제2, 3차 교통약자 이동편의 증진계획에 나타난 지역별 저상버스 보급률 목표를 보면, 제2차 계획에 비해 제3차 계획에서 경기도를 제외한 모든 지역에서 목표 보급률을 높인 것을 알 수 있음. 경기도의 경우, 나머지 8개도 수준의 32% 보급률을 목표로 정하여 제2차 계획의 40%에 비해 8%p 낮아졌음.

[표] 저상버스 도입 현황

(단위: 대)

구분	보급율	계	2004-11	2012	2013	2014	2015	2016
계	19.0 %	6,447	3,673	731	686	723	505	129
서울특별시	37.1 %	2,757	1,739	197	263	236	186	136
부산광역시	18.4 %	461	180	79	76	64	53	9
대구광역시	22.7 %	345	145	26	30	25	80	39
인천광역시	12.7 %	296	127	42	47	81	-3	2
광주광역시	17.1 %	171	72	14	19	12	37	17
대전광역시	23.2 %	224	111	24	26	14	39	10
울산광역시	11.2 %	82	59	9	8	7	-2	1
세종특별자치시	29.0 %	40	-	-	26	6	-	8
경기도	9.9 %	1,051	761	147	73	203	32	-165
강원도	29.3 %	167	95	29	18	8	14	3
충청북도	19.7 %	114	75	15	7	3	11	3
충청남도	9.0 %	85	17	3	22	15	1	27
전라북도	18.2 %	151	-	54	6	48	25	18
전라남도	8.4 %	60	33	5	8	-	9	5
경상북도	7.6 %	91	10	14	19	4	34	10
경상남도	21.0 %	347	239	73	39	-3	-7	6
제주특별자치도	-	5	10	0	-1	0	-4	0

자료: 국토교통부, 『2016년도 교통약자 이동편의 실태조사』, 2017

주1: 저상버스 보급률은 운행 중인 저상버스 대수를 시내버스 대수로 나누어 산정함.

주2: 저상버스 보급대수의 음수는 저상버스가 폐차된 후 대차되지 않아 감차된 숫자를 의미함.

주3: 2016년 자료는 7월 기준임.

위의 표는 2016년도 교통약자 이동편의 실태조사에 실린 저상버스 도입 현황임. 2016년도를 기준으로 6,447대의 저상버스가 보급되어 운행 중이며 전국시내버스 대수 33,887대의 19.0%에 해당함.

2) 저상버스 보급 계획

제3차 교통약자 이동편의 증진계획에서는 시내버스 차령 및 지자체 재정여건 등 저상버스 보급 관련 요인들을 고려하여 2021년 전국 시내버스의 42.0%까지 보급할 것을 고시했음

또한 연차별 보급계획은 2016년 현재 저상버스 보급대수는 6,447대이며, 2021년에는 전체 시내버스 중 저상버스 15,178대가 운행 예정으로 제3차 증진계획 기간 동안 시내버스 증가추이 및 대.폐차를 고려한 예측치임.

[표] 저상버스 연차별 보급계획

		총계	2016년현재	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년
당해연도 저상버스	도입대수	12,176		698	2,894	2,791	2,806	2,987
	폐차대수	3,445		498	878	773	561	735
저상버스 누적 보급대수			6,447	6,647	8,663	10,681	12,926	15,178
시내버스 대수		-	33,867	34,302	34,737	35,172	35,607	36,042
보급율		-	19%	19%	25%	30%	36%	42%

자료: 제3차 교통약자 이동편의 증진계획, 2016

주1 : 도입대수 - 저상버스를 도입한 차량대수 (신차, 대폐차)

주2 : 제3차 계획기간(5개년) 동안 총 12,176대를 추가 보급하나 3,445대가 폐차 예정으로 순증 보급은 8,731대임

3) 중형 저상버스 보급 계획

- 정부는 저상버스 보급의 확대 방안으로 중형저상버스 보급을 계획하였음.
- 농어촌 지역은 시내버스의 운영 수익 감소로 인해 지자체의 적자보조금의 규모가 급격히 증가함
- 중형저상버스 R&D 사업을 통해 교통소외지역, 지역적 한계를 가지고 있는 지역에 중형저상버스를 도입할 계획임
- 목표 도입대수는 교통카드 이용 자료를 토대로 시간대별 버스 재차인원 분석을 통해 산정했으며, 전체 시내버스 차량 중 5%를 중형저상버스로 대체 가능함
- 9년의 차령을 적용하였을 경우, 대체 가능한 시내버스 대수는 2019년부터 2021년까지 총 540대이며, 매년 180대 보급을 목표로 하고 있음.
- 중형저상버스의 시범운영 및 연구개발 과제 완료는 2017년이며, 2018년 양산화 준비를 거쳐 2019년부터 보급을 시작할 예정임.
- 중형저상버스의 보급을 통해 농어촌지역과 같은 교통소외지역의 교통 복지에 크게 기여할 것으로 기대하고 있음.

4) 현행 저상버스 표준모델 기준

정부는 저상버스 표준모델이란 「교통약자 이동편의 증진법」 제2조 제1항에서 정의된 교통약자(장애인, 고령자, 임산부, 영유아를 동반한 사람, 어린이 등 일상생활에서 이동에 불편을 느끼는 사람)의 이동편의 증진뿐만 아니라 일반 승객이 승하차하기 편리하도록 차실바닥 높이를 낮게 제작한 구조의 버스로써 저상면의 넓이가 전체 차실 바닥의 35% 이상이고, 저상버스 표준모델이 세부기준을 충족하는 버스를 말함.

「교통약자 이동편의 증진법」 제26조 제1항2호 (저상버스의 표준모델 개발)에 근거해 저상버스의 표준모델 개발에 대한 연구·개발 사업 추진 및 저상버스 표준모델 개발을 위해 차량크기, 편의시설 등 저상버스 표준모델의 세부기준을 아래 표와 같이 정하고 있음.

본 연구과제인 중형저상버스 표준모델의 보급 활성화를 위해서 대형저상버스 위주로 설정되어 있는 표준모델 기준을 본 연구과제에서 도출된 중형저상버스의 차량 크기 및 교통약자 편의시설에 대한 내용을 변경 추진 중임.

[표] 저상버스 표준모델의 기준 <국토교통부 고시 제2016-271호>
출처 : 「교통약자 이동편의 증진법」 제26조 제3항

항목		주요내용	비고
차량 크기	▪ 전체 길이	▪ 10,500㎜ 이상	
	▪ 저상면 높이	▪ 340㎜ 이하 ＊단, 휠체어가 편리하고 안전하게 승하차 할 수 있는 범위 내에서 도로여건 등을 감안, 높이 조정 가능	공차기준
	▪ 차실천장 높이	▪ 저상면 : 2,100㎜ 이상 ▪ 뒷부분 통로면 : 1,900㎜이상	
	▪ 출입문 유효폭	▪ 중간문 : 1,200㎜ 이상 ▪ 앞 문 : 900㎜ 이상	
교통약자 편의시설	▪ 자동경사판 (Sliding Ramp)	▪ 경사도 1/12 이하	
	▪ 차체 경사장치 (kneeling system)	▪ 60㎜ 이상 조절 가능	
	▪ 휠체어 고정장치	▪ 전동식, 수동식 휠체어 공용 가능한 2개 이상	
	▪ 좌석 팔걸이	▪ 통로쪽 좌석에 설치	
	▪ 정차 벨	▪ 휠체어 탑승자와 어린이 등도 쉽게 누를 수 있는 위치에 충분한 개수 설치	
	▪ 행선지 표시	▪ 승객들이 쉽게 알 수 있도록 차량 전면 및 측면에 LED 전광판으로 설치	
출입문		▪ 자동문으로 설치하되, 비상시 수동도 가능 ▪ 도어 끼임방지, 개문발차 방지, 도어 오픈방지, 발끼임 방지(커버 부착 등) 시스템 등 안전장치를 설치	
CNG 탱크 안전장치		▪ 화재 및 가스 누출경보장치, 소화장치 설치	
안전장치 (전기저상버스)		▪ 추진계통관리 표시를 운전석에 표시 ▪ 비상시 대처 방법을 운전석에 표시 ▪ 구동축전지 형식에 적합한 소화기 설치	국가공인기관에서 확인

[표] 이동편의시설의 구조·재질 등에 관한 세부기준

출처 : 「교통약자 이동편의 증진법 시행규칙」 제2조제1항

1. 교통수단

가. 버스

1) 자동안내방송시설

가) 자동안내방송은 도착정류장의 이름 등을 명확하게 알아들을 수 있는 음량과 음색으로 하여야 한다.

나) 자동안내방송은 국어와 영어로 하여야 한다.

2) 전자문자안내판

가) 전자문자안내판은 도착정류장의 이름·행선지 등을 명확하게 읽을 수 있도록 버스 안의 전면(前面) 윗부분 또는 중간문 부근에 설치하여야 한다. 이 경우 전자문자안내판의 문자 및 기호는 굵은 글씨체로 표시하고 바탕색과 구별하기 쉬운 색상을 사용하여야 한다.

나) 전자문자안내는 한글과 영문으로 하여야 한다.

3) 행선지 표시

가) 버스의 행선지는 버스 외부의 정면·후면 및 측면에 알아보기 쉽도록 표시하여야 한다.

나) 행선지 표시는 밤에도 알아볼 수 있는 소재를 사용하고 강한 햇빛에서도 쉽게 확인할 수 있도록 하여야 한다.

4) 휠체어 승강설비

가) 저상형 시내버스는 좌석 공간을 제외한 차량 안 바닥면적의 35퍼센트 이상이 승강구의 첫 번째 발판과 같은 면에 있어야 하고, 휠체어 및 유모차를 이용하는 교통약자가 승차할 수 있도록 자동경사판 등의 승강설비를 갖추어야 한다.

나) 계단이 있는 버스는 교통약자가 편리하게 승차·하차할 수 있도록 노면으로부터 승강구의 제1계단의 높이는 가급적 낮추어야 하며, 휠체어 및 유모차를 이용하는 교통약자가 승차할 수 있는 승강설비를 갖출 수 있다.

다) 휠체어 승강설비를 갖춘 버스는 하나 이상의 승강구를 휠체어 사용자의 주 출입구로 정하고 해당 **승강구 유효폭을 0.8미터 이상** 확보하여야 한다.

라) 승강구의 바닥면은 미끄러지지 아니하는 재질로 마감하여야 한다.

마) 승강구의 계단코와 그 주위 부분은 색상 및 명도 차이를 크게 하여 계단을 쉽게 알아볼 수 있도록 하여야 한다.

5) 교통약자용 좌석

가) 교통약자용 좌석은 승강구 부근의 앉기 편리한 위치에 지정하되, 전체 좌석의 3분의 1 이상의 좌석을 교통약자용으로 지정하여야 한다.

나) 교통약자용 좌석 옆에는 교통약자를 위한 좌석임을 나타내는 안내판을 부착하여야 한다.

다) 정차 스위치는 교통약자가 좌석에 앉은 상태에서 사용할 수 있는 위치에 설치하여야 한다.

라) 휠체어 승강설비가 설치된 버스에는 휠체어 사용자를 위한 전용공간을 길이 1.3미터 이상, 폭 0.75미터 이상 확보하여야 하며, 지지대 등 휠체어를 고정할 수 있는 설비를 갖추어야 한다.

6) 수직손잡이

가) 저상형·일반형 시내버스 및 농어촌버스에는 교통약자의 안전을 위하여 좌석을 기준으로 2열 또는 3열마다 하나씩 수직손잡이를 설치하여야 한다.

나) 수직손잡이의 지름은 30밀리미터 안팎으로 하여야 한다.

다) 승강구에는 승강용 수직손잡이를 설치하여야 한다.

7) 장애인 접근가능 표시

휠체어 사용자를 위한 전용공간이 설치된 버스의 승강구에는 장애인이 이용할 수 있음을 나타내는 그림표지를 부착하여야 한다.

2. 국외 저상버스 보급 및 정책 현황

1976년 독일에서 처음 개발된 이후 독일 · 영국 · 덴마크 · 캐나다 등 선진국의 대도시에서는 1990년대 초부터 일반화되었음. 일본의 경우는 1997년부터 운행하고 있음.

가. 일본의 현황

일본에서는 고령자, 신체장애자 등의 공공교통기관을 이용한 이동의 원활화의 촉진에 관한 법률(교통배리어프리법)이 2000년 11월부터 시행되어, 동법 및 관련 법령에 의해 승합버스사업자가 신규로 버스를 도입할 때에는 저상버스의 도입이 의무화되었음. 또한 동법 제8조 제1항에 의거하여, 이동 등 원활화를 위해 필요한 여객시설 또는 차량 등의 구조 및 설비에 관한 기준을 규정하는 법령이 제정되어 버스 등을 포함한 여객시설과 차량 등에 대한 기준을 규정하고 있음.

한편 2002년에는 「논스텝버스 표준사양 책정 검토회」에서 규정한 「차세대 보급형 논스텝버스의 표준사양」에 기초하여 2003년 12월에 「표준사양 논스텝버스 인정요령」을 규정하여, 2004년 1월부터 당해 표준사양을 만족하는 논스텝버스에 대하여 인증을 하고 있으며, 2006년 3월 20일에 개정하여 현재에 이르고 있음. 참고로 일본에서는 아래 표와 같이 대형, 중형 및 소형 논스텝버스가 양산되고 있음.

1) 승강구

- 제37조 승강구의 발판의 단부 전체가, 그 주위 부분과 색의 명도, 색상 또는 채도의 차이가 커서, 발판을 용이하게 식별할 수 있도록 할 것
- 승강구 중의 하나 이상은 다음의 기준에 적합할 것
  ▷ 폭은 80㎝ 이상일 것
  ▷ 슬로프판 기타 휠체어 사용자의 승강을 원활히 하는 설비가 구비되어 있을 것

2) 바닥면

- 제38조 국토교통장관이 정하는 방법에 따라 측정된 바닥면의 지상면으로 부터의 높이는 65㎝ 이하일 것
- 바닥의 표면은 미끄러지기 어려운 표면처리가 행해져 있을 것

3) 휠체어 공간

- 제39조 버스차량에는 다음의 기준에 적합한 휠체어 공간을 하나 이상 설치할 것
  ① 휠체어 사용자가 원활하게 이용할 수 있는 위치에 손잡이가 설치되어 있을 것
  ② 휠체어 사용자가 이용할 때에 지장이 되는 단차가 없을 것
  ③ 휠체어를 고정할 수 있는 설비가 구비되어 있을 것
  ④ 휠체어 공간에 좌석을 둘 때에는, 당해 좌석은 용이하게 접을 수 있는 것으로 할 것
  ⑤ 다른 법령의 규정에 의해 여객이 승차하려고 할 때에 용이하게 그 취지를 운전자에게 통보하기 위한 부저 등의 장치를 구비해야 하는 버스차량인 경우에는, 휠체어 사용자가 이용 가능한 위치에, 당해 부저 등의 장치를 구비할 것
  ⑥ 휠체어공간임을 표시할 것
  ⑦ 위 각호 외에 길이, 폭 등에 대하여 국토교통대신이 정하는 기준한 적합한 것일 것

4) 통로

- 제40조 제37조 제3항의 기준에 적합한 승강구와 휠체어 공간 사이의 통로의 폭(용이하게 접을 수 있는 좌석이 설치되어 있는 경우에는 당해 좌석을 접었을 때의 폭)은 80㎝ 이상일 것
- 통로에는 국토교통장관이 정하는 간격으로 손잡이를 둘 것

5) 운행정보제공설비 등

- 제41조 버스차량 내에는 다음에 정차하는 정류장의 명칭과 기타 해당 버스차량의 운행에 관한 정보를 문자 등에 의해 표시하기 위한 설비 및 음성에 의해 제공하기 위한 설비를 갖출 것
- 버스차량에는 차외용 발송설비를 갖출 것.
- 버스차량의 전면, 좌측면 또는 후면에, 버스차량의 행선지를 보기 쉽도록 표시할 것

6) 의사소통을 꾀하기 위한 설비

- 제42조 버스차량 내에는, 청각장애자가 문자에 의해 의사소통을 꾀하기 위한 설비를 마련할 것. 이 경우에, 당해 설비를 보유하고 있음을 당해 버스차량 내에 표시할 것

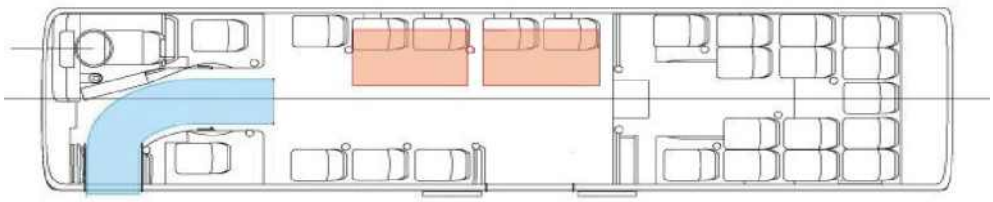
[표] 일본의 논스텝버스 표준사양

부 위	표준사양
승강구	• 승강부의 단부는 노면과 명확히 식별한다 • 승강구에 스텝 조사등 등의 발밑 조명을 설치하여, 야간 시인성을 향상시킨다 • 휠체어를 승강시키는 승강구의 유효폭은 900㎜ 이상(소형은 800㎜ 이상)으로 한다 • 대량 승강을 상정한 대형차량의 경우에는 승강구 유효폭은 1,000㎜ 이상으로 한다 • 승강시의 스텝 높이는 270㎜ 이하로 한다 • 경사는 최대한 작게 한다 • 승강구의 양측(소형에서는 편측)에 잡기 쉽고 자세를 유지하기 쉬운 손잡이를 설치한다 • 승강구에 설치하는 손잡이의 두께는 25㎜ 정도로 한다 • 손잡이의 표면은 미끄러지기 어려운 소재나 마감으로 한다
저상부 통로	• 승강구 부근을 제외한 저상부분의 통로에는 단차나 경사를 두지 않는다 • 휠체어가 이동하는 부분의 통로폭은 800㎜ 이상으로 한다 • 저상부의 모든 통로 폭을 600㎜ 이상으로 한다(단, 전폭이 2.3m급 이하의 버스이고, 구조상 기준을 만족하기 어려운 것에 대해서는 그러하지 않는다
바닥	• 바닥은 미끄러지기 어려운 재질 또는 마감으로 한다
후부 단차	• 단차의 끝부분은 주위의 바닥과 명확히 식별한다 • 저상부와 고상부 사이의 통로에 단차를 두는 경우에는, 그 높이는 1단당 200㎜ 이하로 한다 • 저상부와 고상부 사이의 통로에 슬로프 두는 경우에는, 그의 각도는 5도(약 9% 구배) 이하로 한다 • 슬로프와 계단 사이에는 300㎜ 정도의 수평부분을 둔다 • 단차부에 손잡이 등을 설치한다
손잡이	• 고령자, 장애자 등이 벽을 잡고 걷는 것을 고려한 손잡이 등을 설치한다 • 휠체어 공간에 대해서는 휠체어의 이동에 지장을 주지 않도록 손잡이 등을 배치함과 함께 입석자용의 천정 손잡이 등을 병용한다 • 수직 손잡이봉은 좌석 2열(횡방향 좌석의 경우는 2석, 휠체어공간의 횡방향 좌석이 3인용 접이식 시트부는 3석에 하나)별로 하나 배열한다 • 타이어하우스에는 높이 800㎜ 정도의 높이의 위치에 수평 손잡이를 설치한다 • 손잡이 등은 승객이 잡기 쉬운 형상으로 한다 • 손잡이 등의 두께는 30㎜ 정도로 한다
차내 표기	• 차내 표기는 이해하기 쉬운 표기로 한다 • 차내표기는 가능한 픽토그램에 의한 표기로 한다 • 픽토그램 및 그의 크기는 첨부도를 참조한다 • 인지도가 낮은 픽토그램에 대해서는 최소한의 문자표기를 병용한다

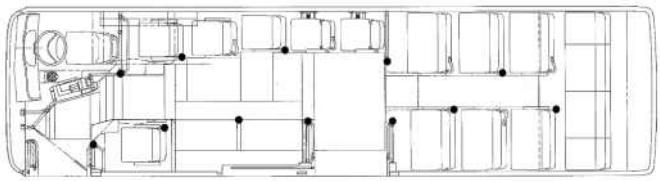
[표] 일본의 논스텝버스 표준사양(계속)

부 위	표준사양
하차 버튼	• 하차 버튼은 이해하기 쉽고 누름에 틀림이 없는 위치에 설치한다 • 시각장인을 배려하여 누름버튼의 높이를 통일한음. 단, 우선석이나 휠체어공간에 설치하는 누름버튼은 이를 따르지 않아도 된다 • 수직 손잡이봉에 배치하는 누름버튼은 바닥면에서 1,400㎜ 정도의 높이로 한다 • 좌석 부근의 벽면에 배치하는 누름버튼은 바닥면에서 1,200㎜의 높이로 한다
슬로프판	• 휠체어를 승강시키기 위한 슬로프판의 폭은 800㎜ 이상으로 한다 • 지상고 150㎜의 버스베이에서 휠체어를 승강시킬 때의 슬로프 각도는 7도(약 12% 구배) 이하로 하고, 길이는 1,050㎜ 이하로 한다 • 슬로프판의 표면은 미끄러지기 어려운 재질 또는 마감으로 한다 • 슬로프판은 용이하게 꺼낼 수 있는 장소에 수납한다
휠체어 공간	• 버스에는 2개분 이상(휠체어 이용자의 빈도가 적은 노선에서는 1개분)의 휠체어 공간을 확보한다 • 휠체어를 꺼내기 위한 공간이 작은 소형버스 등의 경우는 1개분이라도 좋다 • 휠체어 사용자가 버스를 이용하기 쉬운 위치에 휠체어 공간을 설치한다 • 승강구에서 3,000㎜ 이내에 설치한다 • 휠체어 공간은 휠체어를 꺼낼 수 있는 넓이로 한다 • 휠체어를 고정하는 경우의 공간은 1,300(길이)×750㎜(폭)×1,300㎜(높이) 이상 (2개의 휠체어를 앞방향에 종렬로 두는 경우에는 2개째의 길이는 1,100㎜ 이상)으로 한다 • 역주행방향으로 휠체어를 고정하는 경우에는 휠체어 공간 이외에 휠체어의 회전공간을 확보한다 • 휠체어 고정장치는 단시간에 확실히 휠체어를 고정할 수 있는 구조로 한다 • 앞방향의 경우에는 휠체어를 3점 벨트에 의해 바닥에 고정한다 • 역방향의 경우에는 등판을 설치하고, 횡벨트로 고정한다 • 앞방향의 경우에는 3점벨트식 고정장치 부속의 人벨트를 장착한다 • 역방향의 경우에는 휠체어용 자세유지벨트를 용의하여 희망에 따라 이것을 장착한다 • 휠체어 사용자가 버스 승차중에 이용가능한 손잡이 등을 설치한다 • 휠체어 사용자가 용이하게 사용할 수 있는 누름버튼을 설치한다 • 누름버튼은 손이 부자유한 승객도 사용 가능한 것으로 한다
차외 표시장치	• 휠체어 마크는 차 외의 승객이 용이하게 확인할 수 있도록 한다
차외 방송장치	• 차 외의 승객과 버스 승무원이 용이하게 정보 교환할 수 있도록 한다
우선석	• 우선석은 승강구에 가까운 위치에 3석 이상(중형버스에서는 2석 이상, 소형버스에서는 1석 이상) 설치한다 • 우선석은 대상승객이 안전하게 착좌할 수 있고, 일어서기 쉽게 배려한 구조로 한다 • 승객의 교체가 빈번한 노선에서는 우선석은 약간 높은(400㎜~430㎜) 좌면으로 한다 • 우선석에는 승객이 이용하기 쉬운 위치에 이해하기 쉬운 누름버튼을 설치한다 • 누름버튼은 손이 부자유한 승객도 사용할 수 있는 것으로 한다 • 승객이 몸을 크게 꼬거나, 구부리는 위치에 하차버튼의 배치를 피한다
실내 색채	• 좌석, 수직 손잡이봉, 통로 및 주의부위는 고령자나 시각장애자도 이해하기 쉬운 배색으로 한다 • 고령자 및 색각장애자로 볼 수 있도록 수직 손잡이봉, 누름버튼 등 명시하고 싶은 부분에는 주황색 또는 황색을 사용한다 • 천정, 바닥, 벽면 등 이들의 배경이 되는 부분은 좌석, 수직 손잡이봉, 통로 및 주의부위 등에 대하여 충분한 명도차를 둔다

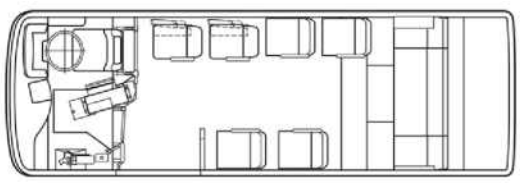
[표] 일본의 대형저상버스

부 위	기준
전장	9m 이상
전폭	약 2.5m (2.5m 미만)
전고	약 2.9m~약 3.8m (3.8m 미만)
저상버스 평면도	

[표] 일본의 중형저상버스

부 위	기준
전장	7m 이상, 9m 미만
전폭	약 2.3m
전고	약 2.8m~약 3.1m
저상버스 평면도	

[표] 일본의 소형 저상버스

부 위	표준사양
전장	7m 미만
전폭	약 2.1m~약 2.0m
전고	약 2.7m~약 2.4m
저상버스 평면도	

[표] 일본의 저상버스 지원제도 개요(2011년 이후)

<table>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">보조명</td><td colspan="2">지역공공교통확보유지 개선사업</td><td rowspan="2">저공해차 보급촉진대책비 보조</td></tr>
<tr><td>지역공공교통확보 유지사업</td><td>지역공공교통배리어 해소촉진 등 사업</td></tr>
<tr><td colspan="2">① 보조금</td><td>- 논스텝버스 1,500만엔
- 원스텝버스 1,300만엔
- 소형차량(논, 원 이외) 1,200만엔
* 국가의 상한은 상기액의 1/2
* 차량감가상각비 보조방식</td><td>- 보조대상경비의 1/4 또는 당해 보조대상경비와 통상차량가격(하기 ☆)과의 차액의 1/2 중 낮은 쪽
* 국가의 상한 190만엔</td><td>[신차]
- 보조대상경비의 1/4 또는 당해 보조대상경비와 통상차량가격(☆)과의 차액의 1/3 중 낮은 쪽
[사용과정차]
- 보조대상경비의 1/3</td></tr>
<tr><td rowspan="3">② 보조 요건</td><td>협조보조 요건</td><td>무</td><td>무</td><td>유(국가와 도도부현 또는 시정촌 등)</td></tr>
<tr><td>보조대상 차량</td><td>논, 원스텝버스, 소형차량</td><td>논스텝버스, 리프트장착차량</td><td>저공해차(CNG, 하이브리드, 전기 등)</td></tr>
<tr><td>기타 주요 요건</td><td>지역간 간선계통(구 지방버스보조대책노선)과 지역내 Feeder 계통에 합하여 50% 이상 운행용으로 제공하는 차량일 것 등</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">③ 기타</td><td>[지방버스보조에서의 주요 변경점]
국가에 의한 단독보조 가능</td><td rowspan="2">[배리어프라보조제도로부터의 주요 변경점]
국가에 의한 단독보조 가능</td><td rowspan="2">* 상기 외에, 전기버스를 활용한 의욕적인 사업전개 등을 행하는 버스사업자에 대한 도입지원으로서, 공공교통그린화사업을 실시
* 신규도입 및 사용과정차의 개조에 의한 전기버스도입 등에 대한 보조 실시
[보조액]
신차본체가격 및 전기버스로의 개조비의 1/2
[협조보조요건] 없음
* 본 사업은 2010년에 예산 조치, 21년도에 집행</td></tr>
<tr><td>동일본대지진지역 특별(2015년까지)
* 대상은 지역간 간선계통
[주요특별사항]
* 차량감가상각비 등 국고보조금(분할교부)또는 차량구입비 국고보조금(일괄교부)중에서 선택 가능</td></tr>
</table>

[표] 일본의 저상버스 지원 금액(2011년 4월 현재)

차량의 길이	지역공공교통 배리어 해소촉진 등 사업	저공해차량 보급촉진대책비 보조
소형(7m 미만)	1,280만 엔	-
중형(7m 이상 9m 미만)	1,430만 엔	1,893만 엔
대형(9m 이상)	1,840만 엔	2,323만 엔

[표] 일본의 배리어프리차량 감세 조치

대상사업	대상차량	자동차 중량세 (2012.5.1부터 2015.4.30까지 신차에 관한 신규검사를 받는 차량)	자동차 취득세 (2012.4.1부터 2015.3.31까지 신차에 관한 신규등록을 받는 차량
일반승합여객자동차운송사업 (노선정기운행에 한함) (도로운송법 제21조의 허가사항을 제외)	저상버스	구조·설비기준에 적합한 차량의 초회분을 면세	구조·설비기준에 적합한 차량의 취득금액에서 1,000만엔을 공제
	리프트장착버스 (승차정원 30인 이상)	구조·설비기준에 적합한 차량의 초회분을 면세	구조·설비기준에 적합한 차량의 취득금액에서 650만엔을 공제
	리프트장착버스 (승차정원 30인 미만)	구조·설비기준에 적합한 차량의 초회분을 면세	구조·설비기준에 적합한 차량의 취득금액에서 200만엔을 공제
일반승용여객자동차운송사업	유니버설디자인택시	특히 우수한 유니버설디자인택시로서 국가에서 지정된 차량의 초회분을 면세	특히 우수한 유니버설디자인택시로서 국가에서 지정된 차량의 취득금액에서 100만원을 공제

[표] 일본의 논스텝버스 보급 현황

년도	논스텝버스		대상차량수(대) 주1)
	차량수(대)	실적(%)	
2010	16,534	35.5	46,555
2011	17,661	38.4	46,025
2012	18,672	41.0	45,495

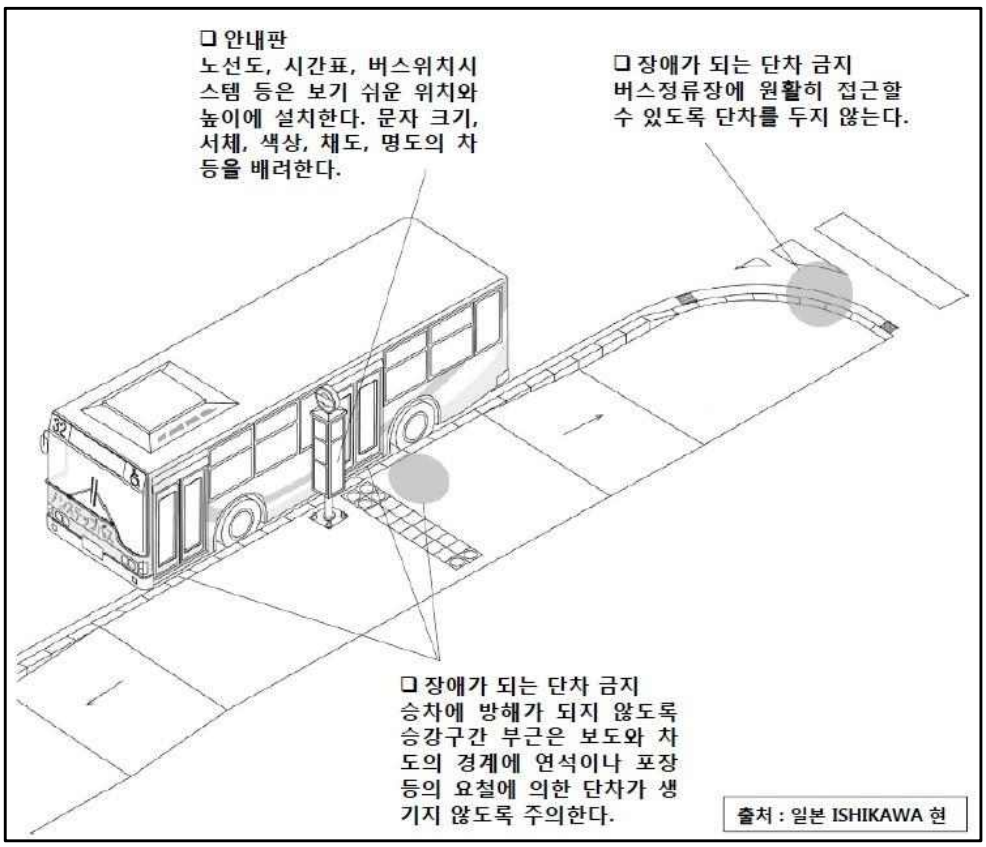
주1) 논스텝버스의 대상차량수는 승합버스 총차량수에서 이동원활화기준 적용외 차량을 제외한 대수임.

7) 일본 Ishikaw 현 정류장 현황

일본의 Ishikawa 현을 예로 들면, 1일 승차인원이 적은 경우에는 아래 그림과 같이 정류장에 버스의 행선지, 운행계통, 시간표 등을 표시하는 안내판과 시각장애인용 블럭 등이 구비되어 있으며, 1일 승차인원이 500명 이상인 경우에는 이 에 추가하여 벤치나 지붕, 음성안내설비 등을 추가하고, 휠체어 사용자 등을 배려하여 휠체어 사용자가 정류장에 구비된 승차의사 표시버튼을 누르면, 버스 운전자가 이를 쉽게 파악하여 정확한 위치에 정차함은 물론 휠체어 탑승자를 위한 경사판을 바로 준비하고 탑승을 도울 수 있도록 하고 있음.



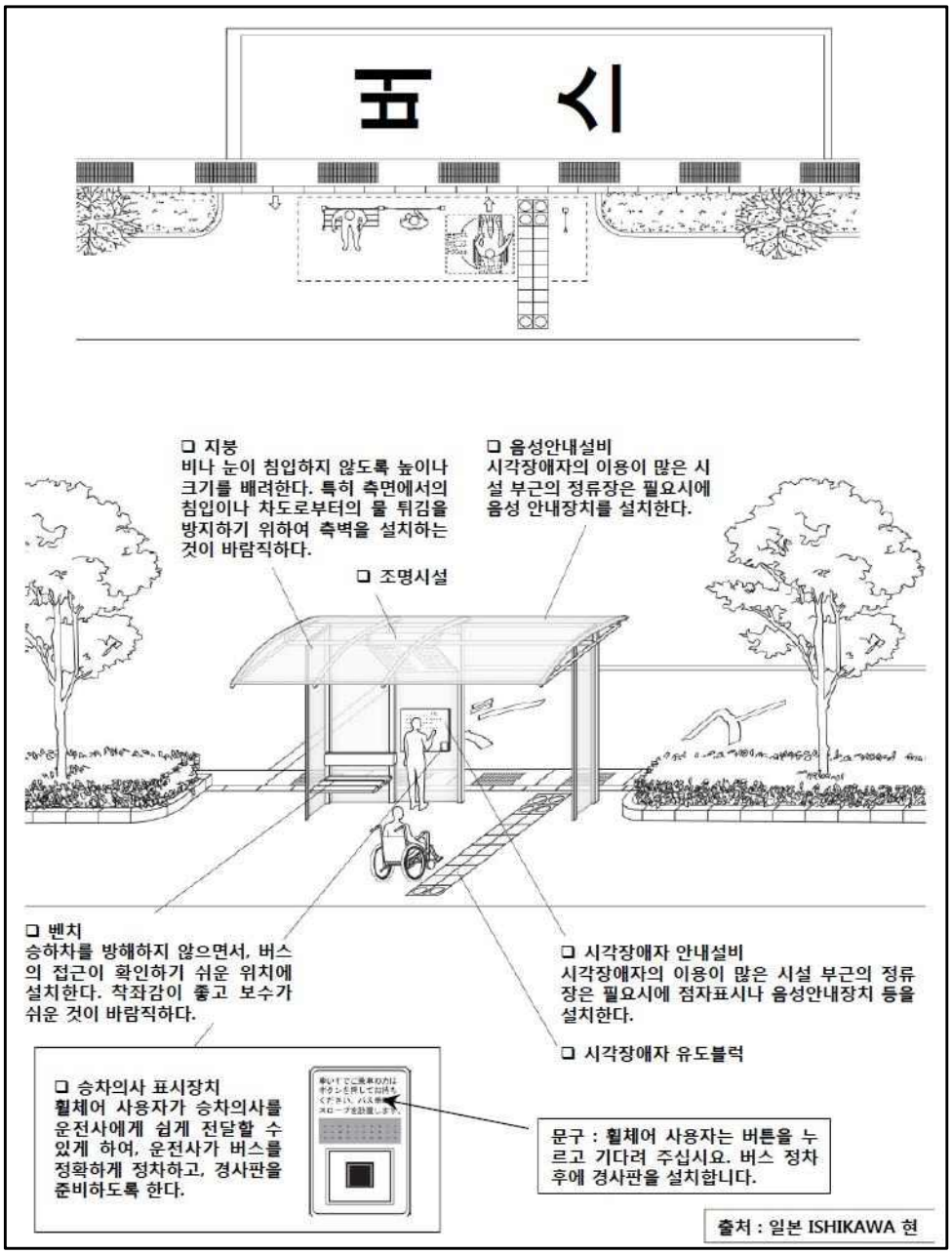
[그림] 일본의 시내버스 정류장의 예



[그림] 일본 이시카와현의 버스정류장 시설기준(승차인원 1일 500명 이하)

또한, 버스는 반드시 지정된 승차위치에만 정차해야 하며 이를 유도하기 위하여 우리나라와는 반대로 도로에 면한 쪽에 투명아크릴로 제작된 격벽과 탑승구가 설치되어 있음. 이는 버스정류장에 버스가 연이어 진입하는 경우라도 아래 그림에서 보는 바와 같이 최선단의 1개 버스만이 탑승자 대기구간에 정차하고, 후속차량은 선두버스의 탑승이 완료되어 출발해야만 탑승위치에 정차하도록 하기 위함임.

따라서, 탑승에 요하는 시간은 다소 증가하나 교통약자를 포함한 모든 탑승자의 편리한 승차가 가능. 이때에 후속차량에서는 탑승구간이 아니라도 하차는 가능하도록 하여 승하차에 걸리는 시간을 다소 줄이고자 하고 있음.



[그림] 일본 이시카와현의 버스정류장 시설기준(승차인원 1일 500명 이상)

반면에, 우리나라의 버스정류장은 격벽이 도로 반대편에 설치되어 있는 경우가 많아서 바람과 비를 피하는 용도로만 사용될 뿐 정해진 위치에서 승하차가 가능하도록 유도하는 설비는 아님. 따라서, 정류장에 버스가 줄지어 정차하여 동시에 승하차하는 상황이 빈번히 발생하며, 탑승자는 승차할 버스를 찾아서 우왕좌왕함은 물론 심지어는 달리기를 해야 하는 상황도 발생하여, 특히나 교통약자는 시내버스의 탑승에 엄청 부담이 있는 실정임. 이를 배제하기 위해서는, 승하차에 다소 시간은 소요되지만 일본 등과 같이 탑승구간은 하나로 제한하는 정류장 시설기준 등을 규정하여 교통약자가 편리하게 승하차 가능하도록 할 필요가 있으며, 휠체어사용자 등의 교통약자가 승차의사를 버스 운전자에게 전달할 수 있는 장치의 도입도 필요한 것으로 생각됨. 승차의사 전달장치는 설치에 크게 어려움이 없고 커다란 비용도 수반하지 않으나, 다수의 노선버스가 정차하는 정류장인 경우에는 모든 버스의 운전자가 교통약자의 탑승 여부를 확인해야 하기 때문에 시간이 많이 소요되며, 이를 완화하기 위해서는 휠체어 사용자가 어느 노선의 버스를 탑승하기 원하는지 번호를 입력하는 시스템을 구비하면 보다 원활한 승하차가 가능할 것을 생각됨. 이들 기능은 현행 BIS(버스안내시스템)에 연계하여 구비하는 것이 바람직하다고 생각됨.

나. 유럽의 현황[1)2)3)]

유럽은 90년대 중·후반부터 교통약자에 대한 교통환경을 개선하기 위한 노력을 하였으며, 그에 따라 저상버스와 같은 교통약자를 위한 운송수단에 대한 제작·보급을 포함하는 교통약자관련 법제도를 마련하였음. 이에 따라 주요 유럽 국가(영국, 독일, 프랑스, 스웨덴 등)의 저상버스 보급률이 거의 100%임.

1) 스웨덴

스웨덴의 경우 1960년부터 70년대 초반에 걸쳐 이동과 관련된 교통환경을 장애인의 요구에 적합하게 정비하고자 하는 움직임이 있었음. 이때 발간된 보고서에는 당시의 기술수준이나 교통사업자의 자본능력을 고려하여 75%의 사람들에게 초점을 맞추었으며, 휠체어사용자에 대한 대책은 차내의 휠체어용 공간 확보 등 비교적 채용하기 쉬운 대책에 머물렀고 ST(Special Transport)서비스에 내맡겨지는 형태를 취하게 되었음. 1979년에는 이 제안을 기초로 "대중교통수단의 장애인용시설에 관한 법률"이 제정되었음. 이 법률의 목표는 1979년 현재로 이용 가능한 모든 기술을 활용하여 1980년대 말까지 대중교통수단을 장애인이 이용 가능하게 하는 것이었음. 주요내용은 아래와 같음.

- 대중교통정책당국 및 대중교통운영자는 대중교통수단을 장애인의 요구에 적합하게 할 의무가 있음.
- 대중교통의 계획과 실시에 있어서는 장애인의 특별한 요구를 가능한 수용함.
- 차량을 장애를 가진 승객에게 가능한 한 적합하게 하도록 차량의 개선의무를 정함.
- 차량의 적합화는 목적에 따라 혹은 대중교통운영자의 기술적·경제적 자원을 감안하여 합리적인 정도와 범위로 실시함.
- 차량의 적합화에 있어서는 인구밀집지역의 대중교통에 맞는 특별한 조건을 고려함.

스웨덴에서는 차량의 개선이 의무화되어 있기 때문에 권고적 성격의 규칙이나 전적으로 사업자의 재량에 맡겨진 경우에 비하여 정부의 재정보조가 없어도 빠르고 일관성 있는 성과를 기대할 수 있었음. 즉 교통사업자가 운임수입으로 조달하여 개선비용에 대한 부분을 책임져야 했음. 하지만 신차량의 경우에는 설계단계부터 개선조치를 취하기 때문에 비교적 비용이 적게 소요되었음. 국가차원에서의 특별한 보조제도는 없으나 지역교통의 유지·진흥을 위한 국고보조가 있으며 지역교통의 대중교통 수단의 모빌리티대책에 대해 보조금을 교부하였음. 1988년에는 휠체어 대책을 목적으로 개선조치에 대해 초과비용의 50%인 5000만 크로나(약65억 원)가 제공되었음.
이러한 스웨덴 정부의 노력으로 인해 현재는 저상버스와 Kneeling버스가 100% 가까이 도입되었음. 또한 각 도시마다 버스서비스를 잘 갖추고 있으며, 2010년 기준 총 13,866대의 버스를 운행하고 있고, 스톡홀름 시 2,610대, 스코네 지방은 1,430대의 버스를 운행하고 있음.

2) 영국

과거영국에서의 재정된 교통약자 관련 법령으로는, 요금할인에 관한 「1968년 운수법(Transport Act 1968)」과 「1969년 운수(런던)법(Transport Act(London) 1969)」의 규정이 있었을 뿐이었다. 1980년대에 들어 「1984년 런던지역운수법(London Regional Transport Act 1984)」과 「1985년 운수법(Transport Act 1985)」 등 2개의 중요한 법률이 제정되었음. 「1984년 런던지역운수법」은 런던광역시 소관이던 런던운수공사를 정부소관의 런던지역운수로 변경시킨 법률임. 이 법률에는 런던지역운수에 대해, 교통서비스를 제공할 때에는 장애인의 요구에 충분히 대처할 것을 의무화하고 있음.

---

1) 교통개발연구원(2000), 교통약자를 고려한 교통수단제공 및 시설정비지침연구
2) 전북발전연구원(2008), 교통약자 이동권 보장을 위한 방안 연구
3) 대구광역시(2008), 대구광역시 교통약자 이동편의증진계획(안)

「1985년 운수법」의 주요내용은 다음과 같음.

- 여객운수위원회(PTA)·여객운수공사(PTE)에 대해, 고령자·장애인의 교통요구에 대처하는 것을 의무화하는 규정(제57조 제7항)
- PTA, PTE가 없는 지역의 주에 대해, 제57조 제7항과 같은 의무를 부과하는 규정 (제63조 제8항)
- PTA, 주 및 군에 대해, 고령자·장애인을 위한 운임할인과 사업자에의 보상조치를 인정하는 규정 (제93조-105조)
- PTA, PTE, 주, 군, 런던특별구에 대해, 장애인을 위한 차량·설비·시설의 제공·유지·개량에 관해 교통사업자 등에 보조금 지급을 인정하는 규정 (제106조)
- 장애인교통자문위원회의 설치와 조직을 정하는 규정(125조)

1985년 운수법 이후, 런던지역운수국의 장애인에 대해서는 Door-to-door형 ST서비스는 비용이 높고, 휠체어사용자 이외의 이용이 많기 때문에 리프트장착노선버스와 장애인전용의 버스를 개발하여 운행했음. 런던의 버스는 버스서비스의 수준 및 기준을 유지시키기 위해 버스의 운영과 안전, 버스 우선시설 등 일반적인 버스정책을 TFL에 의하여 일원적으로 수립하고 운영은 민간버스회사에 의해 이루어지고 있음. TFL과의 계약에 의하여 운행되고 있는 각각의 버스운영회사는 노선 및 지역수요에 맞추어 탄력적인 버스서비스를 제공하고 있으며, 또한 내부시설을 개조하여 단체관광이나 개별 임대하는 전세버스로도 운영하여 수익을 확보하고 있음.
TFL은 노선과 운행횟수 등에 대한 지도·감독을 하고 있고 비수익적. 사회적으로 필요한 노선에 대한 버스서비스를 제공토록 하고 있으며, 이를 위하여 중앙정부보조금이 지원, 운영되고 있음. 이와 함께 런던지역으로부터 추가보조금 지원도 시행되고 있음. 런던버스는 초기 대형버스 위주의 운행에서 지금은 약 25~34인승의 미디버스(Midi Buses)가 도입되어 약 1,000대 이상 운행되고 있음. 미디버스는 적은 운행횟수의 이층버스를 대신하여 많은 운행횟수로 증가되는 수요를 탄력적으로 처리하기 위한 것으로 버스이용수요가 많은 번잡한 지역이나 교외 연결의 신설노선 등에 투입되고 있으며, 이와 함께 장애인을 포함한 모든 승객의 접근성 등 이용편의를 증대시키는 저상버스의 확대를 적극 추진하여 이미 노선버스의 일반형을 저상버스로 전환시켜 나가고 있음.
2002년 현재, 런던시는 인구 630만명의 도시로, 445개의 정규노선, 63개의 야간노선, 11개의 일요노선이 각각 있으며 이들 노선에 총 6,500여대의 버스를 투입하여 1일 약 400만명의 승객을 수송하고 있음. 민영과 공영제를 거쳐 1995년과 1996년 사이에 100% 민영화되어 39개 업체가 저상버스 서비스를 제공하고 있음. 런던의 버스는 노선입찰제 형태로 운영되고 있으며, 교통업무는 광역런던청 산하의 집행기관(Exclusive Agency)으로 구성된 런던통합교통기구(Transport for London)를 통해 이루어지고 있음. 최근에는 런던의 2층 버스를 모두 저상형으로 출고하고 있음. 이에, 현재 런던의 저상버스 도입률은 100%로, 런던의 모든 버스가 저상버스임.

3) 독일

독일은 1953년에 제정된 독일연방기본법(헌법) 제3조 제3항에는 “누구도 장애로 인해 불이익을 받아서는 안 된다.”와 “차별금지” 조항이 있음. 기본법 속에서 대중교통수단 및 이용조건, 또한 차량 및 시설에 대하여 장애인의 이용곤란에 대한 해결책을 추구할 수 있도록 요구하고 있음. 또한 각 교통수단별로 직접적인 책임을 지는 기관이 존재하고 있으며, 연방정부는 교통약자가 공공 및 민간에서 운영하고 있는 교통수단을 전면적으로 이용할 수 있도록 각종 정책을 제공하고 있음. 1990년 10월 30일 독일 연방의회에서는, 모든 교통수단을 교통약자가 이용 가능하게 할 것을 요구하는 교통정책을 실시토록 결정하였음.
독일에서의 정부차원에서의 지원은 지역교통보조법에 근거하고 있음. 하지만 중증장애인에게 제공되는 ST서비스에 대해서 연방정부로부터의 지원은 없음. 주(州)차원에서는 교통기업이나 지자체에 재정을 지원하는 사업을 추진하고 있음. 대중교통을 위한 인프라정비와 버스·철도차량의 구입 등을 기준으로 삼아 주가 지원하는 체제로 되어 있음.
독일 프랑크푸르트에서는 시내버스와 교외버스 모두 저상화를 추진하였으며, 시내버스 1,800대 중 700대가 저상버스임. 시외버스의 경우에는 720대 중 130대가 저상화 되어 있음.

4) 유럽의 저상버스 표준

가) 경사판

앞서 일본의 경우와 마찬가지로 유럽의 경우 아래와 같이 수동 경사판에 대하여 자동 또는 수동에 대한 언급 없이 사용하고 있음.

3.11.4.1.2. Edges on the outside shall be rounded to a radius of no less than 2.5 mm. Corners on the outside shall be rounded to a radius of not less than 5 mm.

3.11.4.1.3. The useable surface of a ramp shall be at least 800 mm wide. The slope of the ramp, when extended or folded out on to a kerb of 150 mm in height, should not exceed 12 per cent. The slope of the ramp, when extended or folded out to the ground, should not exceed 36 per cent. A kneeling system may be used to achieve this test.

3.11.4.1.4. Any ramp which when ready for use exceeds 1,200 mm in length shall be fitted with a device to prevent the wheelchair rolling off the sides.

3.11.4.1.5. Any ramp shall be capable of operating safely with a load of 300 kg.

[그림] 유럽의 경사판 기준

나) 출입문 유효폭

출입문 유효폭과 관련하여 일본에서는 휠체어를 승강시키는 승강구의 유효폭을 900㎜이상(소형은 800㎜) 이상으로 하고 있으며, 유럽의 경우에는 900㎜ 이상으로 하고 있음.

3.6.2. There s... s can pass. In the c... or shall be a servi... ing device complying with the provisions of paragraph 3.11.3. (a lift) or 3.11.4. (a ramp).

3.6.3. A door for wheelchair access, that is not a service door, shall have a minimum height of 1,400 mm. The minimum width of all doors providing wheelchair access to the vehicle shall be 900 mm which may be reduced by 100 mm when the measurement is made at the level of handholds.

3.6.4. It shall be possible for a wheelchair user to move freely and easily from the outside of the vehicle through at least one of the doors for wheelchair access into the special area(s) with the reference wheelchair, the dimensions of which are shown in Annex 4, Figure 21.

[그림] 유럽의 출입문 유효폭 기준

다) 휠체어 자리

유럽의 경우에는 Class 1에 대하여 1개 이상의 휠체어 자리를 요구하고 있음.

5. Requirements

5.1. All vehicles shall comply with the provisions set out in Annex 3 to this Regulation. Bodywork approved separately shall comply with Annex 10. The approval of a vehicle incorporating a bodywork approved in accordance with Annex 10 shall be completed in accordance with that annex.

5.2. Vehicles of Class I shall be accessible for people with reduced mobility, including at least one wheelchair user, according to the technical provisions laid down in Annex 8.

[그림] 유럽의 휠체어자리 개수 기준

5) 유럽 저상버스 제원

현재 유럽의 도시들은 거의 모든 시내버스가 저상버스로 차량의 크기는 다양함. 대부분의 차량에 차고 조절장치나 닐링시스템을 적용하고 있음. 아래 표는 유럽에서 운용중인 대표적인 중형저상버스의 제원임.[4)]

[표] 대표적인 유럽 중형버스의 제원

구 분		Optare	BredaMenarinibus
		M710(M780)	Vivacity+C
		33(23+10) (39(27+12))	54(12+41+1) (56(14+41+1))
외 관			
전장(mm)		7,100(7,800)	7,900(8,000)
전폭(mm)		2,336	2,350
전고(mm)		2,730	3,055(3,270)
축거(mm)		4,135(4825)	4,080
오버항	전(mm)	675	2,030(2,040)
	후(mm)	2,300	1,790(1,875)
엔진	배기량(cc)	4,250(4825)	4,764(6,880)
	출력(ps/RPM)	115 kW/2200	158kW/2300 (170kW/2200)
	최대토크(N.m)		800/1200 (808/1400)
최소회전반경(m)		6.4(8.0)	12.1(12.6)
직각 점유도로 폭(m)		-	-
타이어		235/75R17.5	315/60R22.5
하중(kg)	KERB	-	8,500(9,100)
	GVW	8,000	-
최저지상고(mm)		265/200	140
FLOOR높이(mm)		265	312
Suspension		Air(2+4)	Air(2+4)

4) 한국철도기술연구원(2012), 중형저상버스 표준모델 개발 기획보고서

다. 미국의 현황

미국도 유럽의 주요 나라와 마찬가지로 90년대 중반부터 교통약자에 대한 보호를 위한 법률제정을 통하여 저상버스가 보급되지 않은 경우라도 휠체어 사용자를 포함한 장애인의 이용이 가능한 버스가 보급되고 있음. 하와이의 경우 저상버스 보급률이 100%로 알려져 있음.
미국은 「1964년 도시대중교통법」을 개정한 1970년의 법률에서 고령자·장애인의 이동성확보를 최초로 명시하였음. 이 법률에서 정하고 있는 주요 내용은 다음과 같음.

- 고령자·장애인이 도시대중교통수단(지하철, 버스 등)을 이용함에 있어서는 일반인과 동등한 권리를 갖도록 할 것
- 그들이 도시대중교통수단을 확실하게 이용 가능하게 할 수 있도록 계획과 설계시 특별한 노력을 기울일 것
- 도시대중교통분야에서 연방정부의 보조를 받는 모든 프로그램에는 위의 방침을 실행하기 위한 규정을 포함할 것
- 고령자·장애인대책을 위해 연방정부의 보조금 및 임대금을 교부할 수 있도록 할 것

보조금에 관한 규정은 제16조 b항(2)호이며 이 규정에 따라 고령자·장애인용의 설비(차량 등)에 관해 자본비보조(구입비보조)를 하게 되었음. 이에 따라 1984년부터 1990년까지 7년간 연평균 약 3,000만 달러가 교부되었음. 「도시대중교통법」은 1991년 제정된 「1991년 육상교통효율화법(Intermodal Surface Transportation Efficiency Act of 1991: ISTEA)」으로 개칭되어 보조금의 예산범위는 6년간 총액 4억 2,800만 달러로 결정되었음. 이 자본비 보조는 구입비의 80%를 보조하지만 휠체어용 리프트에 대해서는 90%를 보조하고 있음.
미국에서 교통약자의 이동성확보대책전개에 큰 영향을 가져다 준 것은 「1973년 사회복귀법(Rehabilitation Act of 1973)」 제504조와 그에 따른 운수성의 규칙제정(1979년)임. 「사회복귀법」제504조는 "신체 부자유의 이유만으로 연방정부의 재정보조를 받는 프로그램 또는 활동에 참가하는 것, 또는 그 편익을 받는 것으로부터 거부 혹은 차별대우를 받는 일이 있어서는 안 된다"라고 하여 여러 가지 시설·설비 및 서비스의 개선을 요구하고 있음. 또한 연방정부의 각 성은 이 규정에 따라 구체적인 시행규칙을 제정하는 것을 의무화하고 있음. 운수성의 규칙은 1979년에 제정되어 연방정부의 보조를 받고 있는 지하철, 버스, 철도, 항공 등에 있어 개선해야 할 항목과 실시기한을 정하고 있음. 예를 들어 버스에 있어서는 (1)새 차량을 구입할 경우, 휠체어사용자를 포함한 모든 장애인의 이용이 가능한 차량을 구입토록 할 것, (2)정기노선버스에 있어서는 기존의 버스를 포함한 모든 차량을 3년 이내에 휠체어사용자를 포함한 모든 장애인의 이용이 가능하도록 할 것 등이 정해졌음.
하지만 「1973 사회복귀법」의 적용범위가 좁은 것 때문에 보다 포괄적이고 강력한 법률의 필요성 때문에 ADA(Americans with Disabilities Act of 1990)가 나오게 되었음. ADA는 고용, 대중교통수단, 공공시설, 전기통신 각 분야에 걸쳐 공적부문과 민간부문 쌍방에 있어 장애인의 차별을 금지하고 있으나 특히 교통분야에 관한 규정의 비중이 크다. 공적사업자(각 도시의 운수공사, 전국여객철도공사)의 주된 의무사항은 아래와 같음.

- 버스, 지하철, 전국여객철도공사, 통근철도에 있어서는 법률제정 후 30일 이후에 구입하는 신차는 모두 휠체어사용자를 포함한 모든 장애인이 이용 가능하도록 해야 한다. 이에 더하여 이러한 차량조차 이용할 수 없는 중증 장애인을 위해 법률 제정후 18개월 이내에 보조교통수단의 제공을 의무화 해야 한다.
- 버스, 지하철, 전국여객철도공사, 통근철도에 있어서는 역사를 신설할 경우, 휠체어사용자를 포함한 모든 장애인이 이용 가능하도록 해야 한다.

또한 민간사업자의 주된 의무사항은 아래와 같이 요약할 수 있음.

- 민간사업자(대부분 버스 사업자)가 법률제정 후 30일 이후에 구입하는 신차는 모두 휠체어사용자를 포함한 모든 장애인이 이용 가능하도록 해야 한다.
- 단, 장거리버스에 있어서는 대규모 사업자의 경우 6년 이후, 소규모 사업자의 경우 7년 이후에 구입하는 차량이 대상이 된다.
- 기존의 터미널 시설(버스터미널, 버스정류장)에 있어서는, 간단히 물리적 장벽을 제거할 수 있는 경우는 법률제정 후 18개월 이후에 휠체어사용자를 포함한 모든 장애인이 이용 가능하도록 해야 하며, 이것이 용이하지 않을 때에는 대체적 수단을 강구해야 한다.
- 법률제정 후 30개월 이후에 신설되는 터미널시설에 있어서는 구조상 불가피한 경우를 제외하고는 장애인의 이용이 가능하도록 해야 한다.

라. 국외 법.제도 검토

우리나라와 비교하여 조기에 장애인의 이동권 보장에 관심을 가진 선진 외국은 교통약자에 대한 포괄적인 권리규정과 교통측면에서 구체적인 기준을 제시하고 있으며, 재정지원책 등으로 정책의 실현가능성을 높이고 있음.

다음 표는 일본, 영국, 스웨덴, 미국의 교통약자이동편의증진을 위한 관련법 · 제도를 비교한 것임.

[표] 외국의 교통약자이동편의증진을 위한 관련법 · 제도

국가	법률	내용
일본	우수성 대책	지침의 제공을 통한 정책의 일원화 가능 - 공공교통 터미널에서의 신체장애인용 시설정비 가이드라인 - 심신장애인 · 고령자를 위한 공공교통기관의 차량구조에 관한 모델디자인 - 공공교통터미널에서의 고령자 · 장애인 등을 위한 시설정비 가이드라인
	건설성 대책	보 · 차도의 높이차 해소, 점자블록설치 등에 관한 지침 움직이는 보도의 건설에 대한 보조금 지급
	후생성 대책	복지모델도시사업 - 장애인 복지도시 추진사업, 장애인이 살기 편한 지역정비, 장애인과 고령자에게 편리한 지역정비 추진사업
	지자체 대책	복지형 지역정비지침 - 고령자 · 장애인의 시점에서 공공건축물 · 도로정비의 가이드라인 설정
영국	교통법	모든 주나 지방의 위원회에 장애인을 위한 양도 버스요금을 제공
	런던 교통법	장애인과 노인의 교통욕구를 충족시켜줄 특별한 의무에 대해 명시 - 콜서비스, 택시카드 등 대중교통을 이용할 수 없는 사람들이 저렴한 요금으로 교통수단을 이용할 수 있도록 지원 - 교통부 산하 장애인교통자문위원회 운영 - 이미 장애인의 대중교통의 접근성을 확보하고 있더라도 계속해서 접근 가능한 교통체계를 확립하기 위해서 노력해야 한다고 지시 - 교통비 원조, 여행할인권, 주차장확보
스웨덴	대중교통수단의 장애인 이용시설에 관한 법률	택시를 제외한 모든 대중교통수단 장애인에 대처하도록 의무화 - 저상버스 및 Kneeling버스 도입, 운임할인 장애인을 위한 차량 · 터미널 개선에 대해 국고 보조제도 도입
미국	도시대중 교통법	장애인, 노인이 공공교통시설이나 서비스를 평등하게 이용할 수 있는 권리를 갖는다는 사실을 명확히 규정하고 있고 교통계획, 운행에 있어 그들을 배려한 특별한 노력을 하도록 규정
	장애인법	휠체어 사용자를 포함하는 모든 장애인이 노선버스, 철도 등에 접근할 수 있어야 한다고 규정(고정노선을 운용하는 모든 공공기관은 휠체어를 이용하는 장애인을 포함하여 모든 장애인이 접근할 수 있는 버스를 구입)
	재활법	노선버스의 50%에 리프트를 설치하되 불가한 경우 이원체계로 대응

마. 시사점

앞서 살펴본 바와 같이 국외의 경우에는 장애인과 비장애인의 차별을 줄이기 위한 여러 노력을 하고 있는데, 이중 우리나라에도 반영할 것들은 다음과 같음.

● 정류장 관련

일본의 예에서와 같이 정류장 설치 및 버스 승하차시 지정 승하차 구간에서 승하차가 이루어질 수 있도록 하여 장애인이 버스 승하차 위치를 따라다니지 않도록 하며, 장애인 탑승버튼을 정류장에 설치하여 버스기사가 정류장에 도착하지 전에 장애인 탑승에 대하여 인지할 수 있도록 해야할 것임.

● 버스 기준 관련

. 경사판 관련

우리나라의 저상버스 표준모델 기준에는 경사판에 대하여 자동 발판이라고 명시하고 있어 수동경사판을 적용할 수 없음. 하지만 운수사업자와 장애인들이 수동경사판을 선호하는 경향이 있으며, 일본과 유럽의 경우 자동과 수동을 구분하지 않고 적용하고 있으므로 자동과 수동을 구분하지 않고 사용할 수 있도록 기준을 수정할 필요가 있음.

또한 경사판 각도와 관련하여서는 일본과 일본의 경우에도 경사판 각도를 12% (연속 150㎜ 경우)로 하고 있으나 우리나라의 경우 그보다 엄격한 1/12로 되어 있어 이에 대한 개정이 필요함.

. 버스 전장 관련

우리나라의 저상버스 표준모델 기준에는 차량크기와 관련하여 전장을 10,500㎜ 이상으로 하고 있으나, 자동차의 종류 기준에는 승합차량의 대형을 길이 9m 이상으로 정의하고, 길이나 너비 높이중 하나라도 소형을 초과하여 길이가 9m 미만인 승합차량을 중형으로 분류하고 있음. 그리고 일본의 경우에도 9m 이상을 대형, 7m ~ 9m 미만을 중형으로 보고 있으므로, 우리나라의 저상버스 표준모델의 경우에도 중형저상버스를 표준모델에 반영해야 하는 만큼 전장에 대한 기준을 수정할 필요가 있음.

. 버스 출입문 유효폭

우리나라 저상버스 표준모델 기준에는 출입문 유효폭을 중간문의 경우에는 1,200㎜ 이상으로, 앞문의 경우에는 900㎜ 이상으로 하고 있는데, 중형저상버스의 경우 그 크기가 작으므로 이에 대하여 일본과 유럽과 뉴질랜드와 같이 중형저상버스에 대한 출입문 유효폭에 대한 기준 설정이 필요함.

3. 중형저상버스 표준모델 개발

교통약자 이동편의 증진을 위해 현재 보급 되고 있는 대형 기준 저상버스의 한계성과 농어촌 및 마을 지역에서 운행되고 있는 일반버스의 기술 한계성을 극복하고자 중형저상버스 표준모델 개발을 추진했으며 국내에서 적용되고 있지 않은 전방 엔진 배치와 앞바퀴 굴림 방식(Front Wheel Drive)을 채택하여 표준모델을 구현하였음.

엔진 전방 배치와 앞바퀴 구동방식 채택으로 실내 저상면적의 최대화를 구현하였으며 이를 통해 교통약자의 탑승 편의성 뿐만 아니라 실내 이동 편의성까지 최대한 증대하였고 실내공간 역시 극대화를 추진하였음.

또한, 파워트레인(엔진 및 변속기)의 최적화를 통해서 경쟁사 대비 높은 연료소비율을 구현하여 중형저상버스 사용자의 경제성까지 높일 수 있었음.





제3장. 연구 수행 내용 및 성과

● (총괄 연구단) 개발사업 총괄 및 시스템 엔지니어링 연구

1. 목표 달성을 위한 개발시스템 엔지니어링 및 인터페이스

가. 세부 및 참여기관 간 유기적인 인터페이스를 통한 과제 수행

1) 수행 목적 : 중형저상버스 표준모델 개발 과제는 3개의 세부 과제와 6개의 기관이 참여하는 연구단 과제로 유기적이고 체계적인 과제 수행을 위해서는 각 세부 및 기관별로 정기적인 협의체 활동이 필요함.

2) 수행 내용 : 최종적인 과제 목표인 중형저상버스 표준모델 개발을 위해 각 세부의 연구를 진행하면서 중복되거나 더 효율적인 연구가 가능한 참여 기관에 맞춰 연구과제를 조정하고 또한 각 세부의 성과와 일정에 맞는 일정 조정으로 과제의 목표 달성을 추진했음.

또한, 본 과제는 중형저상버스 표준모델 차량을 개발하는 것으로 차량을 개발하는 것에서 끝나는 것이 아니라 궁극적인 목표인 교통약자의 이동편의를 증진하고자 향후 개발한 차량의 보급 활성화와 차량 운행에 있어 필수적이라고 할 수 있는 운영기술까지 연구과제로 포함되어 있음.



3) 성과 : 연구단 중심으로 각 기관과의 인터페이스 강화를 위해 분기별 워크샵을 실시했으며 각 기관별 방문 협의를 통해 업무 진행 현황을 파악하여 관련 기관과 공유하면서 적기에 추진 방향을 조정할 수 있었음. 또한 각 세부별 최종 목표와 부합되도록 표준모델 기준 및 운영기술연구에 필요한 가이드라인 제시했으며 표준모델 차량 개발 그리고 안전 및 환경 인증을 취득할 수 있도록 기술지원을 원활히 추진할 수 있었음.

하기의 연구개발 단계별 프로세스에서 볼 수 있듯이 각 세부별 과제 목표와 년차별 개발 단계의 프로세스에 맞는 단위 목표를 부여하여 각 기관별 유기적 연구개발을 수행할 수 있었음.



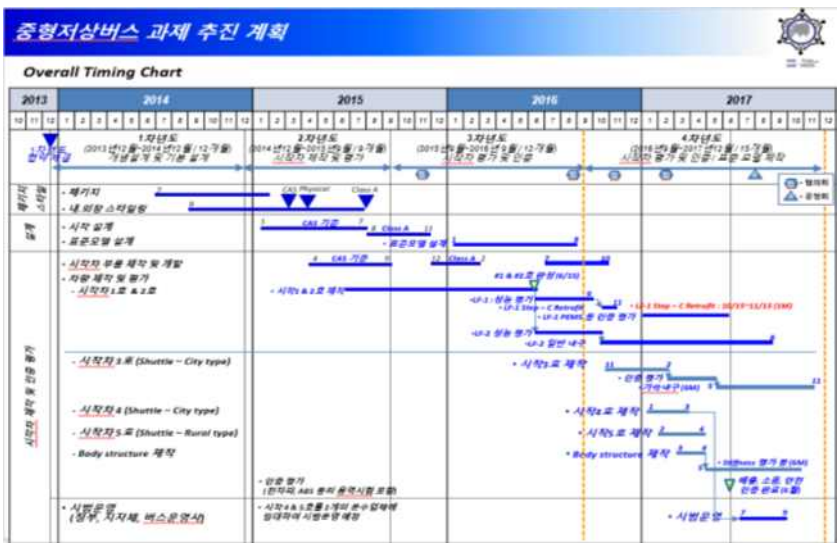
나. 효율적인 과제 수행을 위한 세부별 업무 조율 및 조정

1) 수행 목적 : 연구단 과제로 진행되기에 각 세부별 및 참여기관별로 상호 업무가 밀접하게 연계되어 있기에 정확한 업무범위를 설정하고 조정할 필요가 있었음.
2) 수행 내용 : 중형저상버스 표준모델 개발 과제의 세부별 및 참여기관별로 목표를 부여하고 이를 달성할 수 있도록 정기적인 회의를 통해 협의하여 조정하였음
3) 성과 : 연구단은 각 기관의 연구 목표 및 내용을 파악 및 분석하여 효율성을 평가하고 목표 달성을 위해 연차별 과제 연구 내용 점검과 기관별로 변동 및 추가 사항이 발생할 때마다 조율 및 조정하여 효율적으로 정해진 일정에 중형저상버스 표준모델 개발을 추진할 수 있었음. 또한 서울과학기술대학교의 과제 목표를 3차년도에 조기 달성할 수 있도록 조정하였음.



다. 시스템 목표 설정 및 일정 관리

1) 수행 목적 : 성공적인 과제 목표 달성을 위해 과제 방향 및 사양 개선이 필요한 경우가 발생할 때 각 기관 목표의 변경이 필요함. 또한 목표 설정에 있어 이에 대한 관련기간과의 협의 및 검증이 수반됨.
2) 수행 내용 : 연구단은 과제를 수행하는 기간 동안 발생하는 모든 변경 사항을 확인하고 각 기관과 공유하면서 과제 목표 달성에 부합하는 변경의 경우 이를 승인하여 일정에 반영하고 각 기관이 이에 맞춰 연구를 진행할 수 있도록 업무를 관리하였음.
3) 성과 : 계획했던 벤치마킹 버스의 구매가 늦어져 초반의 일정이 다소 지연되었으나 각 참여기관들과의 긴밀한 협력으로 벤치마킹 버스의 시범운행과 비교분석을 통해 신규 개발할 중형저상버스 표준모델의 컨셉을 확정할 수 있었으며 설계, 시작차 제작, 시험평가, 인증, 시범운영까지 일정내 모든 목표를 수행하였음.



2. 부품 국산화 및 공용화 추진

가. 부품 국산화 및 공용화 추진

1) 수행 목적 : 본 과제는 국토교통부에서 주관하는 국책 사업으로 중형저상버스 표준모델 개발에 있어 부품 국산화와 공용화를 극대화하기 위함임.

2) 수행 내용 : 표준모델의 사양 구상 단계부터 부품 국산화 및 공용화를 추진하였으며 부품 국산화율을 최대한 높이도록 국내 가능업체를 발굴하고 개발을 추진하였음. 다만 국내 업체의 기술력이 미치지 못하거나 생산타당성이 부족하여 국내에서 개발 및 공급이 불가능한 부품이 일부 있으며 이를 제외한 대다수 부품은 국산화를 추진하는 방향으로 과제를 수행하였음.
또한, 부품 개발에 있어 효율성을 높이고자 공용화 검토 역시 추진하였으며 이는 특히, 설계 단계에서 중점적으로 검토되었음.

3) 성과 : 중형저상버스 제작에 공급단위로 총 1,583개 품목으로 구성되며 1,483개 품목이 국산화 부품으로 제작됨 (94% 국산화률). 단, 엔진 및 트랜스액슬 등의 핵심부품은 국산화된 부품 공급이 불가능하며 향후 계획이 없으므로 도입부품으로 적용하였음.



연구단 – 부품개발, 국산화, 공용화 조정 및 지원

부품 국산화 / 공용화 추진

✓ 국내에서 공급이 불가능한 엔진 & 변속기 등의 100개 부품을 제외한 1,483개 품목은 국산화 추진

✓ 타타대우 트럭에 적용하고 있는 부품을 저상버스에 공용화하여 개발 비용과 기간을 최소화 추진

부품 국산화 개발 계획

구분		부품 수 (품목)	부품 국산화 계획		도입 부품
			부품 수 (품목)	비율	
개발 부품	• 파워트레인 시스템 (엔진,변속기, 클러치, 구동축 등)	35	30	86%	- 엔진, 변속기, 클러치
	• 흡기, 배기 시스템 (쿨링 포함)	214	174	81%	- Euro6 후처리 장치 (엔진과 같이 도입)
	• 엔진 마운팅, 연료 시스템	48	47	98%	
	• 조향 및 현가 시스템	240	232	97%	- ABS / ECAS
	• 브레이크 시스템	117	116	99%	- 에어컴프레셔
	• 바디구조물	38	38	100%	
	• 인테리어 트림	481	481	100%	
	• 익스테리어 트림	204	202	99%	
	• 전장 시스템	206	163	79%	
합계		1,583	1,483	94%	

* 상기 표의 부품 수는 차량 제작함에 있어 구입 부품 수 기준임.

1

참고로 벤치마킹을 수행했던 버스는 독일 MERKAVIM사에서 판매하고 있는 M20E 모델로 100% 유럽에서 생산된 부품으로 제작된 차량이나 중형저상버스에는 동일 모델인 엔진과 트랜스액슬을 제외한 기타 대부분의 부품들은 자체 소싱을 하거나 국산화 개발을 추진하였음.

3. 보급활성화를 위한 정책 목표 가이드라인 제시

가. 각종 단체 협의 및 위원회를 통한 의견 수렴

1) 수행 목적 : 중형저상버스 표준모델 과제를 수행함에 있어서 신뢰성 있는 차량 개발이 중요하지만 개발 후에 제대로 보급이 되어야 하므로 보급 활성화를 위한 의견 수렴이 중요함.

2) 수행 내용 : 보급 활성화를 위해서는 중형저상버스를 운영하는 버스 운송사측과 이용자 입장을 대표할 수 있는 장애인 단체 등의 목소리를 청취하여 보급 활성화를 가로막고 있는 저해요인을 이해하고 반영이 필요한 사양과 보급 활성화에 기여할 수 있는 정책수립을 할 수 있도록 1세부와 협업하여 각종 버스운송 조합과 장애인 단체와의 간담회 등을 개최하여 의견을 청취하였음.

3) 성과

대형저상버스로 진입 불가능한 마을버스노선과 일부 시내버스노선에 투입 가능할 것으로 판단되며 장애인들의 노선 불편사항이 해소될 것이라는 의견을 수렴하였음.

유럽 및 일본 지역의 저상버스는 수동 경사판을 설치하고 있으며 기존 대형저상버스의 자동경사판 고장 및 연석의 문제점 등을 고려 시 자동보다는 수동경사판이 효율적이라는 의견을 수렴하였음.

휠체어 잠금장치는 모든 휠체어를 수용하기 어려운 자동 잠금 보다는 수동으로 바퀴를 체결하는 잠금장치로 탈부착이 가능한 장치가 실효성이 있을 것이라는 의견을 수렴하였음.

마을 및 농어촌 지역의 기준에 맞지 않는 높은 방지턱 환경에서 문제없이 운행해야 하며 또한 농어촌 지역의 보도블럭이 없는 정류장을 고려하여 경사판을 개발해야 한다는 의견을 수렴하였음.

시내 및 마을버스 뿐만 아니라 국가에서 추진하고 있는 특별교통수단의 버스 보급 활성화에 부합하며 어린이/유치원버스 & 전세버스로 활용하면 좋을 것이라는 의견을 수렴하였음.

중형저상버스 개발 시 A/S성을 고려해서 개발해야 한다는 의견을 수렴하였음.

정류장에서 장애인이 탑승을 대기하고 있다는 것을 진입하는 버스 운전기사가 인지할 수 있는 정류장 시설이 필요하다는 의견을 수렴하였음.

좋은 차량을 개발 및 보급해도 운전기사의 장애인이 버스 이용에 대한 의식 개선이 필요하며 이를 위해 교육이 반드시 필요하다는 의견을 수렴하였음.

- 2015년 3월 12일 : 한국장애인단체총연합회 & 전국버스운송사업조합
- 2015년 3월 26일 : 장애인단체 협의회 & 서울마을버스운송사업조합
- 2015년 4월 9일 : 경기도 운송사업조합 협의회
- 2015년 11월 17일: 중형저상버스 표준모델 기준 설정을 위한 협의회 (장애인단체, 전문가, 제작사)
- 2016년 8월 17일 : 중형저상버스 기준 설정 및 보급 활성화를 위한 협의회 (국토교통부, 국토교통과학기술진흥원, 자동차안전연구원, 장애인, 버스협회)
- 2016년 10월 20일: 경기도 저상버스 도입방안 협의회 (경기도, 각 지자체, 제작사, 장애인단체)
- 2017년 7월 17일 : 중형저상버스 보급활성화를 위한 국회 토론회 (국토교통부, 국회, 국토교통과학기술진흥원, 각 전문가)

나. 보급 활성화 및 정책 목표 가이드라인 제시

1) 수행 목적 : 교통복지 사각지대를 해소하고 교통약자들의 이동 편의를 증진하기 위하여 중형저상버스 보급을 활성화 기키기 위함임

2) 수행 내용 : 1세부에서 수행하고 있는 중형저상버스 표준모델의 보급 활성화 계획 수립 및 정책 연구에 있어서 연구단은 각종 단체와의 협의회 및 간담회에서 제시된 의견을 취합하여 중형저상버스 보급을 활성화시킬 수 있는 계획 및 정책 제안 방향을 제시하였음.

3) 성과 : 현행의 저상버스 표준모델 기준은 대형 위주로 설정되어 있으므로 중형저상버스가 저상버스 표준모델에 부합되도록 기준을 개정해야만 대당 구입 보조금의 지급 근거가 마련되고 보급 활성화의 시작점이 될 것이므로 이해관계자들과의 협의회를 통해 의견을 수렴하여 국토교통부에 개정고시안을 제안하도록 제시하였으며 1세부에서 저상버스 표준모델 기준 개정 고시안을 국토교통부에 제안하였음.

또한 교통약자 이동편의 증진계획에 반영할 수 있도록 중형저상버스의 보급 계획을 수립하도록 1세부에 제시하였으며 그 연구 결과물이 2016년 말에 고시된 제3차 교통약자 이동편의 증진계획에 중형저상버스를 시내버스에 보급한다는 계획이 반영되었고 추가로 농어촌 및 마을버스지역에도 중형저상버스 표준모델을 보급한다는 증진 계획이 고시되었음.



중형저상버스를 보급 활성화하기 위한 단기 목표는 아래와 같음

- 7m 급 중형저상버스
- 시내, 마을 및 농어촌 지역에 보급

모델 다양화를 통한 저상버스 보급 확대를 위한 중.장기 목표는 아래와 같음

- 9m 급 중형저상버스
- 어린이버스, 전세/관광버스, 시외버스
- 전기버스

다. 정책적 활용을 위한 로드맵

1) 로드맵 방향

현행 제도 및 기준 개선, 중형저상버스 보급확대 방법 시행, 인프라 개선, 교육/문화적 개도를 통하여 교통약자에게는 언제 어디서나 편리하게 대중교통을 이용할 수 있게 해주며, 사업자에게는 저비용의 중형저상버스 도입을 통해 운영 적자를 감소시켜주며, 정부 입장에서는 중형저상버스 도입을 통해 보조금 지출 규모를 감소시킬 수 있음.

[표] 로드맵 방향

수혜자	목표
교통약자	언제 어디서나 편리하게 대중교통 이용
운수사업자	운영비 감소에 따른 적자 감소
(지방)정부	보조금 비용 감소에 따른 지방 예산 절감

2) 중형저상버스 보급 확대를 위한 사항

가) 정책 변경

- 저상버스 표준모델 기준 변경
  - 중형저상버스의 구매를 원하는 운수사업자와 연관된 것으로 국토교통부에서 진행 필요
  - 저상버스 구입보조금 지급의 기반이 되는 사항으로 중형저상버스 도입을 위해 필요함
- 제3차교통약자이동편의 증진계획 변경
  - 중형저상버스의 구매를 원하는 운수사업자와 연관된 것으로 국토교통부에서 진행 필요
  - 중형저상버스의 농어촌버스와 마을버스 보급 및 보조금 지급을 위한 근간 마련
- 의무 도입 대상 지정
  - 운수사업자의 버스 운영과 관련된 사항으로 정부와 운수사업자의 합의를 통해 진행되어야 함
  - 노선 버스 대폐차 중 일정 비율 이상을 의무도입 대상으로 지정하거나 특별교통수단에 대한 저상버스 도입 등
- 운수사업자 적자 보전 방안 마련
  - 운수사업자의 버스 운영과 관련된 사항으로 정부와 운수사업자의 합의를 통해 진행되어야 함
  - 중형저상버스 도입에 따른 적자폭 재산출하여 적자 보전 방안 마련

나) 중형저상버스 보급 확대

- 노선 발굴/개발 및 확대
  - 일반인, 교통약자의 버스 이용과 관련되며, 버스 운수사업자의 버스운영과 관련됨.
  - 비수익노선과 장애인복지관, 어린이집 등 교통약자 시설을 연계한 노선 발굴 및 중형저상버스 활용.
  - 재차인원 분석을 통하여 승차인원이 적은 노선에 대한 중형저상버스 운행을 통해 운수사업자의 운행 적자 해소에 활용.

다) 인프라 정비

- 정류장 및 과속방지턱 개선 사업
  - 일반인, 교통약자 등이 문제없이 승하차하는 것과 관련되어 있으며, 차량의 유지보수 측면에서 운수사업자와 관련이 있음. 정부 주도로 진행되어야 함.
  - 저상버스 운행에 문제가 없도록 인프라 정비
- 교통약자를 위한 보조시설
  - 교통약자의 저상버스 이용 편의를 위한 것으로 정부 주도로 진행되어야 함
  - 정류장에 교통약자 탑승벨의 설치
- 전기버스를 위한 인프라 구축 사업
  - 환경을 고려하여 정부주도로 진행되어야 함
  - 다양한 전기저상버스 개발/도입 및 충전시설 인프라 구축

라) 현행 대중교통수단과의 연계

- 환승체계 구축 및 BIS 시설을 이용한 중형저상버스 알리미 서비스
  - 일반인과 교통약자의 저상버스 이용 편의를 위한 것으로 정부 주도로 진행되어야 함
  - 교통약자 탑승벨과 연동하여 기사에게 교통약자 탑승 예정 통보기능 포함
- BIS 미구축 지역에서의 저상버스 운행 시간표 홍보
  - 교통시설 낙후 지역의 승객과 관련된 사항으로 운수사업자와 정부 주도록 진행되어야 함
  - 관공서, 마을회관, 정류장등에 중형저상버스 시간표 게시

마) 교육 문화적 계도

- 교통약자의 저상버스 이용 편의와 관련된 것으로 일반인과 운수사업자의 인식 전환을 위하여 운수사업자와 정부가 함께 진행해야 함
- 주기적인 인식개선 캠페인 실시 및 교통약자 시설에 대한 사용방법 교육 실시

【 중형저상버스 표준모델 개발 성과 및 제안 】

□ **성과**

- 국내에는 11m급 대형버스에만 초저상버스로 도심지역의 큰 도로에서 운행하고 있으며 차량크기 7~9m급은 차량이 고상(승하차 시 2계단 이용)이며 연료는 11m급 대형버스는 CNG를 사용하고 있음
- 본 과제를 통하여 **국내 대형저상버스의 한계성을 극복할 수 있는 「저상화」된 중형급 차량의 사이즈**와 CNG 인프라가 미흡한 지역에도 보급 가능한 디젤 기반의 버스를 개발함
- **지속적으로 증가하는 교통약자의 대중교통 이용여건 개선에 대한 요구와 교통복지 사각지대 해소**를 위한 친환경 **수요자 중심의 중형저상버스 표준모델 차량으로 기존 대형저상버스로 접근 불가능한 농어촌, 중소도시, 마을버스의 운행환경에 적합한 저상버스 개발함**
- 국내 동급 크기 차량인 현대 카운티, 자일대우버스 레스타 차량을 저상화 하는 것은 차량 플랫폼을 변경해야 하는데 이는 신규차량 개발 개념이며 또한 후륜 구동방식으로 저상면적 40%를 만족하기 어려운 현실이나 **중형저상버스를 FF타입으로 개발함으로써 운전석 뒤쪽의 버스 바닥면을 모두 저상화를 실현하였음**
- **차량 외관 스타일을 2박스 타입 형태**로 정면충돌 시 운동에너지 흡수구간 설정과 생존구간 확보로 **승객 및 운전자의 안전성이 유리한 차량을 개발함**

□ **제안**

- **저상버스 표준모델 기준 개정 필요**

  : 현행의 저상버스 표준모델 기준은 대형버스 위주로 되어 있으므로 중형저상버스를 포괄하는 기준으로 개정이 필요함

  ✓ **차량 전체 길이 :** 대형은 9m이상, 중형은 7m이상 9m미만

  ✓ **차실 천장 높이** : 대형은 2.1m이상, 중형은 1.9m이상

  ✓ **출입문 유효폭** : 대형은 1,200mm이상 중형은 900mm이상

  ✓ **휠체어 고정장치** : 대형 2개소, 중형은 1개소

  ✓ **경사판** : 자동경사판을 자동/수동 모두 가능하도록 경사판으로 변경

  ✓ **경사판 기울기** : 1/12이하에서 150mm 연석 기준 12%이하로 변경

- **제3차교통약자이동편의증진계획 수정 고시 필요**

  : 저상버스 보급을 활성화하기 위해서는 2017년부터 시작된 제3차 교통약자 이동편의 증진계획에 중형저상버스를 농어촌버스, 마을버스에 보급하는 계획을 추가/반영하여 변경 고시가 되어야함

- **교통약자이동편의증진법 시행령의 별표1 개정 필요**
  : 이동편의시설을 설치하여야 하는 대상시설에 마을버스운송사업이 빠져있으므로 추가하여 마을버스에 저상버스를 보급할 수 있도록 강제화가 필요함

- **교통약자이동편의증진법 시행규칙의 별표1 개정 필요**
  : 이동편의시설의 구조·재질 등에 관한 세부기준에 저상형 시내버스만 언급되어 있으므로 저상형 농어촌버스, 저상형 마을버스 등이 추가되어야 함

(1세부) 중형저상버스 표준사양 개발 및 운영기술/보급전략 연구

1. 중형저상버스 운영 기술

중형저상버스를 보급한 후 어떻게 운영을 할 수 있게 하는 것이 합리적인 가를 파악하고 제안하기 위하여 현 노선버스 및 기타 버스들의 운영실태 및 버스들이 운행되고 승객들이 승하차 하는데 중요한 정류장과 도로 등, 인프라에 대한 조사, 이와 더불어 어떻게 중형저상버스를 운영하게 할 것인가에 대한 연구를 진행하였음. 또한 버스를 이용하는 승객의 수에 대한 조사인, 재차인원 분석을 통해 최대 승차정원이 30인 정도의 중형저상버스가 투입 가능한 노선에 대해 분석을 진행하였음.

가. 국내 버스 운영 현황

조사방법 : 국내 노선버스에 대한 현황 및 특별교통수단 등에 대한 운영 현황을 파악하기 위하여 전국버스운송사업조합연합에서 매년 발간되는 '버스통계편람' 자료를 이용하여 시내버스와 농어촌버스에 대한 운영현황을 파악하였음. 하지만 7㎜급 버스에 대한 농어촌버스 운영현황은 각 버스회사에 직접 연락을 하여 자료를 취합하였음. 마을버스에 대한 운영현황은 협회차원에서 정리된 자료가 없어 각 지자체에 자료 협조요청을 하여 자료를 취합하였음.

1) 노선여객자동차의 종류 및 정의

「여객자동차운수사업법」에 명시되어 있는 여객자동차운송사업에 사용되는 자동차의 종류는 시내버스, 농어촌버스, 마을버스, 시외버스, 전세버스, 특수여객자동차, 수요응답형 여객자동차, 택시가 있으며 이중에서 정해진 노선을 정기적으로 운행하는 노선 여객자동차는 시내버스, 농어촌버스, 마을버스, 시외버스가 있음. 현재 교통약자를 위한 저상버스는 시내버스에 보급되고 있음.

가) 시내버스 : 주로 특별시·광역시·특별자치시 또는 시의 단일 행정구역에서 운행계통을 정하고 여객을 운송하는 중형 이상의 승합자동차로서 운행형태에 따라 광역급행형·직행좌석형·좌석형 및 일반형 등으로 구분함.

나) 농어촌버스 : 주로 군(광역시의 군은 제외한다)의 단일 행정구역에서 운행계통을 정하고 여객을 운송하는 소형 이상의 승합자동차로서 운행형태에 따라 직행좌석형·좌석형 및 일반형 등으로 구분함.

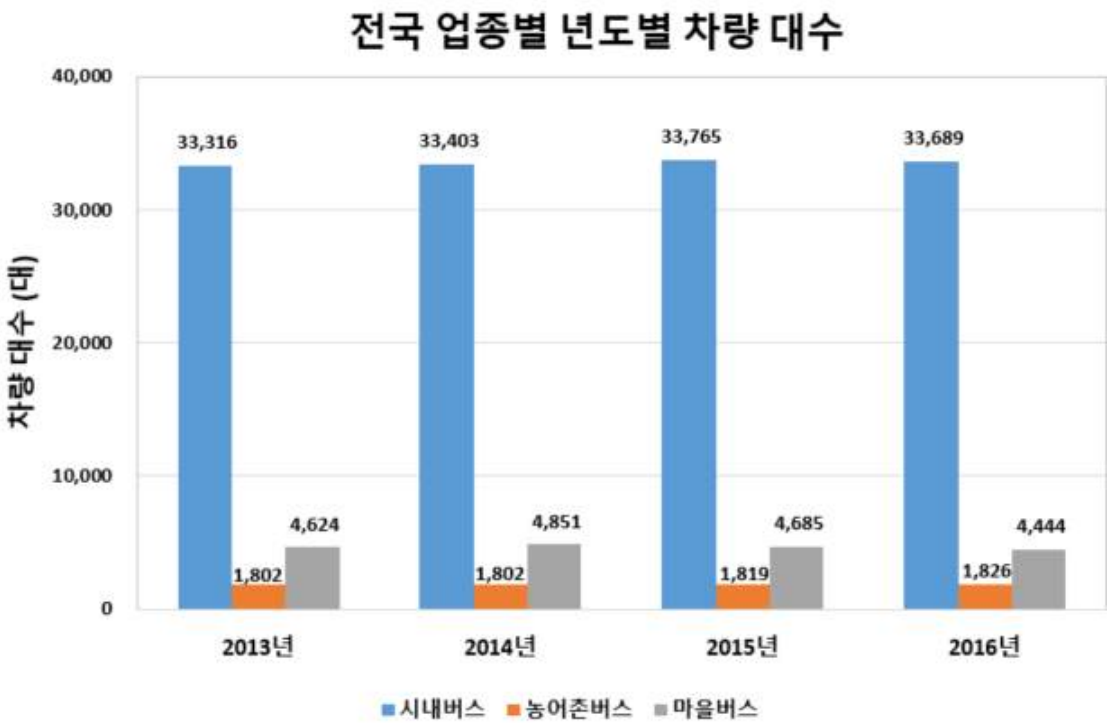
다) 마을버스 : 주로 시·군·구의 단일 행정구역에서 기점·종점의 특수성이나 사용되는 자동차의 특수성 등으로 인하여 다른 노선 여객자동차운송사업자가 운행하기 어려운 구간을 대상으로 국토교통부령으로 정하는 기준에 따라 운행계통을 정하고 여객을 운송하는 중형승합자동차 (다만 관할관청이 필요하다고 인정하는 경우에는 소형 또는 대형승합자동차로 할 수 있다)

라) 시외버스 : 운행계통을 정하고 여객을 운송하는 중형 또는 대형승합자동차로서 운행형태에 따라 고속형·직행형 및 일반형 등으로 구분함.

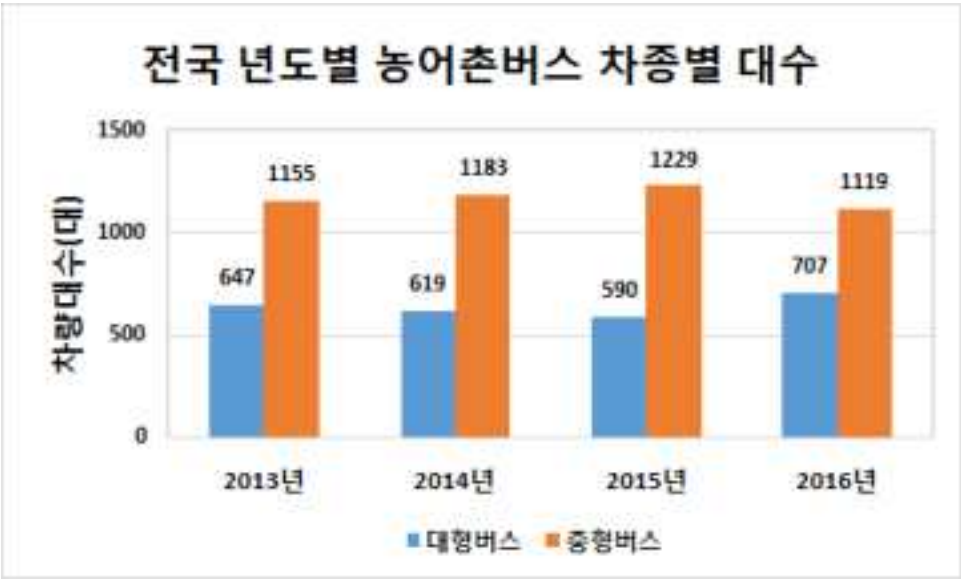
이외에 국내에는 '이동에 심한 불편을 느끼는 교통약자의 이동편의를 위하여 국토교통부령으로 정하는 교통수단(교통약자의 이동편의 증진법 제16조의 규정에 의한 교통수단)' 으로서 특별교통수단이 있음. 특별교통수단의 운행은 제1급 및 제2급 장애인 200명당 1대를 운영해야하며, 특별교통수단을 이용할 수 있는 교통약자의 범위는 1급 또는 2급 장애인, 65세 이상의 사람으로 버스 및 지하철 등의 이용이 어려운 사람과 교통약자에 준하는 사람으로서 지방자치단체의 조례로 정하는 사람과 동반하는 가족 및 보호자임.

2) 노선여객자동차의 운영 형태

2016년 현재 국내에 등록되어 운행되고 있는 시내 · 마을 · 농어촌 버스 중에서 시내버스가 가장 많은 33,689대를 차지하고 있으며, 마을버스가 그 다음인 4,444대, 농어촌버스는 가장 적은 1,826대를 차지하고 있다[5]. 시내버스와 마을버스의 보급 대수는 매년 증가하는 추세를 보이고 있으나 농어촌버스의 경우는 현상을 유지하고 있는 정도에 그치고 있음. 이는 시내버스와 마을버스의 경우도 시내에서 주로 운행되어 도시로의 인구유입 및 도시의 확장을 반영하고 있으나, 농어촌버스는 인구의 감소로 인하여 보급대수의 증가 없이 현상을 유지하는 것으로 생각됨.
농어촌버스로 운행되고 있는 차종을 대형과 중형이하로 구분하면, 중형 이하의 버스가 1,119대로 대형버스의 707대에 비해 약1.6배 정도 많이 보급되어 있음.



[그림] 전국 업종별 년도별 차량대수

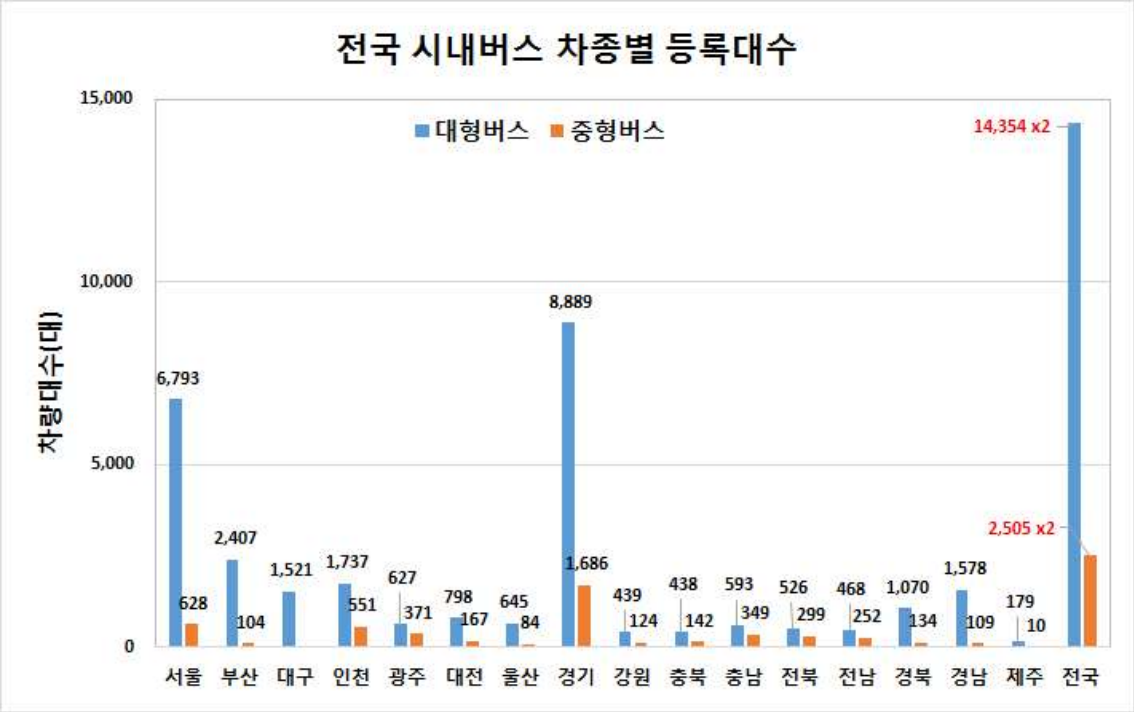


[그림] 전국 년도별 농어촌버스 차종별 대수

5) 시내버스: 전국버스운송사업조합연합회 2016년 버스통계편람 인용
농어촌버스 : 전국버스운송사업조합연합회 2016년 버스통계편람 인용, 충남 · 경남 지역회사에 전화문의를 통해 2016년 자료 확인
마을버스 : 전국마을버스운송사업조합연합회 2016년 자료 및 각 지자체로부터 자료 입수

가) 대중교통 : 시내버스운송사업

주로 특별시 · 광역시 · 특별자치시 또는 시(「제주특별자치도 설치 및 국제자유도시 조성을 위한 특별법」제15조제2항에 따른 행정시를 포함한다.)의 단일 행정구역에서 운행계통을 정하고 국토교통부령으로 정하는 자동차를 사용하여 여객을 운송하는 사업을 말함. 이 경우 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 광역급행형 · 직행좌석형 · 좌석형 및 일반형 등으로 그 운행형태를 구분함. 아래 그림은 전국 시내버스 차종별 등록대수인데, 인구가 많은 수도권 지역에서 운행되는 시내버스의 수가 많으며, 그 중 대형버스의 비중이 높은 것을 알 수 있음.



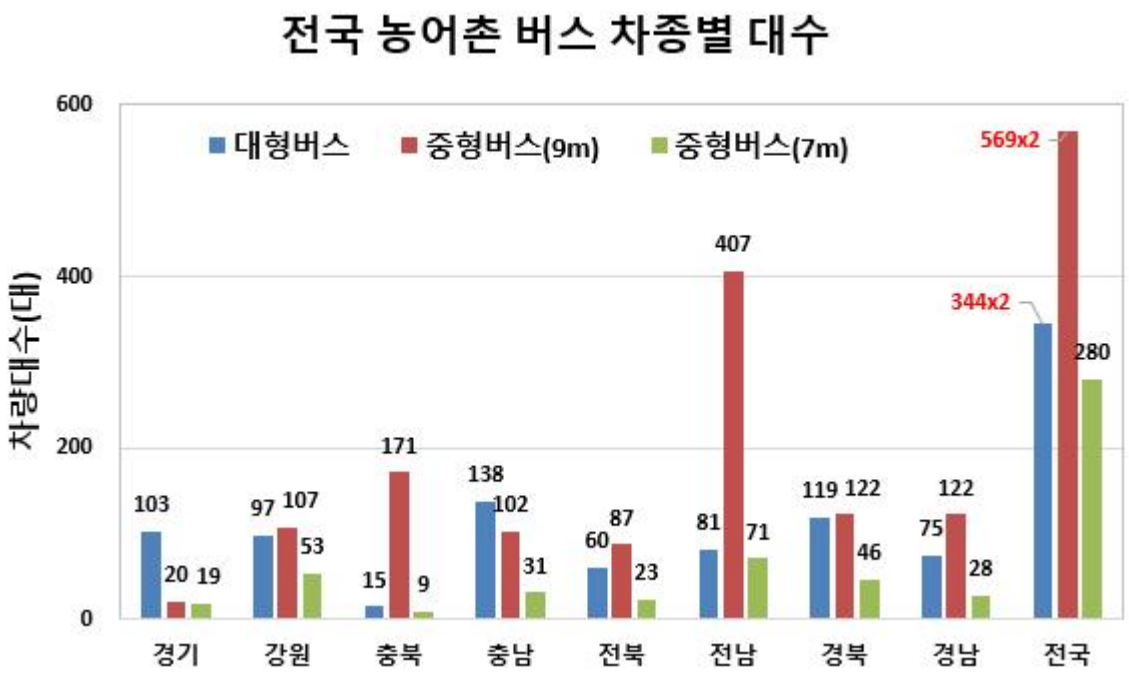
[그림] 전국 시내버스 차종별 등록대수



[그림] 시내버스의 크기별 분포

나) 대중교통 : 농어촌버스운송사업

주로 군(광역시의 군은 제외한다)의 단일 행정구역에서 운행계통을 정하고 국토교통부령으로 정하는 자동차를 사용하여 여객을 운송하는 사업을 말함. 이 경우 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 직행좌석형 · 좌석형 및 일반형 등으로 그 운행형태를 구분함. 농어촌버스는 운행하는 지역적 차이 이외에 사실상 시내버스와 동일한 형태라고 할 수 있음. 당초 농어촌버스를 별도로 분리한 이유는 소규모 도시나 군 단위 지역의 시내버스를 차별적으로 지원하기 위한 것이었으나, 당초 취지와 달리 농어촌버스 중 벽지와 오지를 운행하는 일부 노선에 대한 운행손실 보전이나 차량구입비 지원 외에 현재 농어촌버스 전체에 대한 별다른 차이는 없는 실정임. 아래 그림은 전국 농어촌 버스 차종별 등록대수인데, 농어촌 버스는 시내버스와는 다르게 대형버스보다는 중형버스를 많이 사용하고 있음.



[그림] 전국 농어촌 버스 차종별 대수

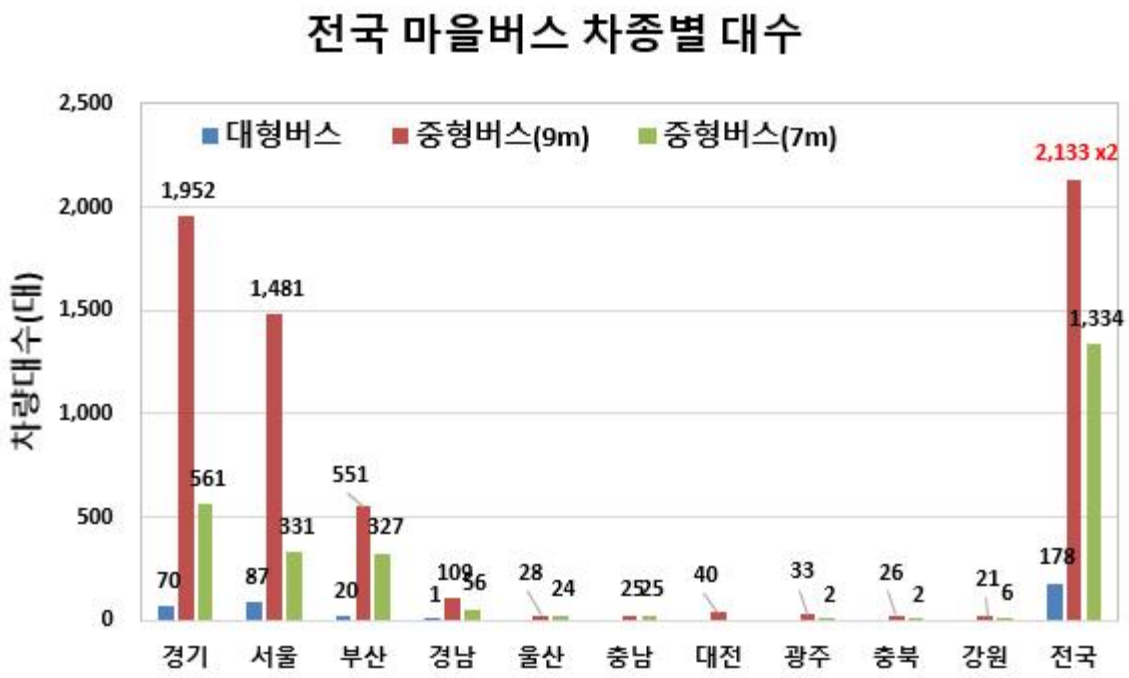


[그림] 농어촌버스의 크기별 분포

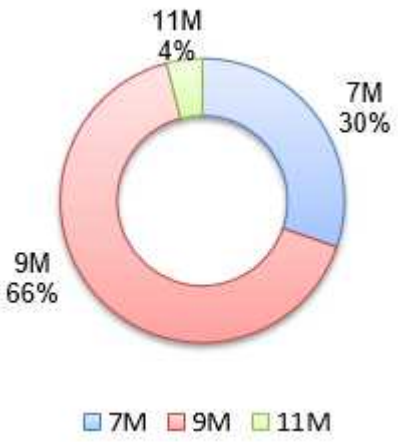
다) 대중교통 : 마을버스운송사업

주로 시 · 군 · 구의 단일 행정구역에서 기점 · 종점의 특수성이나 사용되는 자동차의 특수성 등으로 인하여 다른 노선 여객자동차운송사업자가 운행하기 어려운 구간을 대상으로 국토교통부령으로 정하는 기준에 따라 운행계통을 정하고 국토교통부령으로 정하는 자동차를 사용하여 여객을 운송하는 사업을 말함. 이 역시 운행하는 지역적 차이 이외에는 사실상 시내버스와 동일한 형태라고 할 수 있으며, 도시철도 또는 일반노선버스의 보조 · 연계기능을 담당하기 위해 법에 규정된 마을 등을 기점 또는 종점으로 하여, 가장 가까운 철도역 또는 일반노선버스 정류소 간을 운행하는 버스로서, 시장에게 등록하고 운행하는 버스임.

아래 그림은 마을버스 차종 및 대수를 나타내고 있는데, 마을버스에서도 농어촌버스와 같이 중형버스의 사용이 가장 많으며, 소형버스 운행이 대형버스보다 많음.



[그림] 전국 마을버스 차종별 대수



[그림] 마을버스의 크기별 분포

라) 대중교통 : 벽지명령노선

「여객자동차운수사업법 제23조(여객자동차운송사업의 개선명령 등)」에 근거하여 수익성이 없는 벽·오지 지역주민의 교통권 확보를 위하여 국토교통부 장관 또는 시·도지사가 여객의 원활한 운송과 서비스 개선을 위하여 노선 개설을 명령한 노선을 말함. 「여객자동차운수사업법 제23조(여객자동차운송사업의 개선명령 등)」에 근거하여 수익성이 없는 벽·오지 지역주민의 교통권 확보를 위하여 국토교통부 장관 또는 시·도지사가 여객의 원활한 운송과 서비스 개선을 위하여 노선 개설을 명령한 노선임. 아래 표는 벽지명령노선 운영 현황을 나타내고 있음. 서울은 노선수가 없으며, 농어촌 지역이 많은 노선이 벽지명령노선으로 운영 중임.

[표] 벽지명령노선 운영 현황

구 분	노선		운행거리	
	노선수(개)	비율(%)	거리(㎞)	비율(%)
전 체	2,047	100.0	15,305	100.0
서 울	-	-	-	-
부 산	1	0.0	37	0.2
대 구	-	-	-	-
인 천	31	1.5	2	0.0
광 주	3	0.2	74	0.5
대 전	-	-	-	-
울 산	19	0.9	116	0.8
경 기	58	2.8	546	3.6
충 북	351	17.2	2,935	19.2
충 남	187	9.1	1,503	9.8
전 북	517	25.3	3,729	24.4
전 남	-	-	-	-
경 북	285	13.9	2,300	15.0
경 남	419	20.5	2,461	16.1
강 원	157	7.7	1,037	6.8
제 주	19	0.9	565	3.6

출처: 교통안전공단 대중교통 DB, 2012(자료 : 전국버스운송사업조합연합회 내부자료), 2008년 12월31일 기준

마) 특별교통수단

국내에는 ‘이동에 심한 불편을 느끼는 교통약자의 이동편의를 위하여 국토교통부령으로 정하는 교통수단(교통약자의 이동편의 증진법 제16조의 규정에 의한 교통수단)’으로서 특별교통수단이 있음. 특별교통수단의 운행은 제1급 및 제2급 장애인 200명당 1대를 운영해야하며, 특별교통수단을 이용할 수 있는 교통약자의 범위는 1급 또는 2급 장애인, 65세 이상의 사람으로 버스 및 지하철 등의 이용이 어려운 사람과 교통약자에 준하는 사람으로서 지방자치단체의 조례로 정하는 사람과 동반하는 가족 및 보호자임. 특별교통수단으로 운행되는 차량은 두 가지 형태이며, 첫째는 현재의 위치에서 목적지까지의 이동을 지원하는 차량이며, 둘째는 정기적으로 지정된 노선을 순회 이동하는 차량임. 특별교통수단에는 교통약자가 휠체어를 탄 채 승차 할 수 있는 휠체어 리프트 또는 휠체어 기중기 등의 승강설비, 휠체어 고정설비 및 손잡이를 설치하여야 함. 2016년 현재 특별교통수단은 전국적으로 약 103.3%의 보급률을 보이고 있으며, 일부 지역을 제외하고는 95% 이상의 높은 보급률을 보이고 있음.



[그림] 특별교통수단

[표] 특별교통수단 보급 현황

구 분	법정대수	운행대수	보급률	과부족
서 울	431	437	101.4	-
부 산	182	201	110.4	-
대 구	128	128	100.0	-
인 천	139	140	100.7	-
광 주	76	97	127.6	-
대 전	78	82	105.1	-
울 산	50	51	102.0	-
세 종	10	10	100.0	-
경 기	578	651	112.6	-
강 원	103	98	95.1	5
충 북	115	112	97.4	3
충 남	131	100	76.3	31
전 북	134	139	103.7	-
전 남	146	100	68.5	46
경 북	180	115	63.9	65
경 남	211	319	151.2	-
제 주	39	40	102.6	-
계	2,731	2,820	103.3	-

출처: 2016년도 교통약자 이동편의실태조사 연구, 2017.

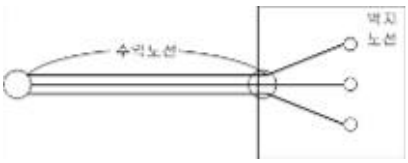
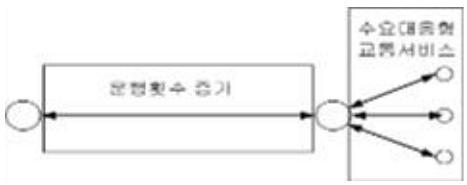
바) 수요응답형 여객자동차

수요응답형 여객자동차운송사업(DRP: Demand Responsive Transport)이란 노선 및 사업구역을 미리 정하지 아니하고 여객의 수요에 따라 운행구간을 정하여 여객을 운송하는 사업으로 노선이나 시간표 없이 운행할 수 있는 새로운 개념의 여객 운송사업임. 그리고 기존의 버스시스템의 운영상 문제점을 보완하기 위해 교통수단 이용상의 시간적·공간적 제약을 완화하여 이용승객의 개별적 통행목적 및 의도에 최대한 부합되도록 서비스를 제공하는 준대중교통임. 우리나라 농어촌지역에 적용가능한 수요응답형 교통서비스로는 연계중심형, 노선탄력형, 대중교통 공백지역 운행서비스 개편(공백지역 서비스 지원형)으로 요약되고 있음.(국토교통부·한국교통연구원, 농어촌 수요응답형 교통체계 시범사업 방안, 2011)

① 연계중심형

벽지노선, 비수익노선 등 기존 사업자가 운행을 기피하는 노선에 대해 DRT를 도입하고 주요 환승거점까지 연계하는 방식이며, 이는 기존 사업자가 운행을 기피하는 벽지노선 등의 비수익노선에 대하여 수요응답형 교통서비스를 도입하는 방식이므로 기존 사업자들의 수익성 보장에 대한 반발이 우려됨. 또한 서비스의 특성상 환승이 불가피하여 농어촌지역의 고령 이용자들에게 환승의 어려움이 발생할 우려가 존재함.

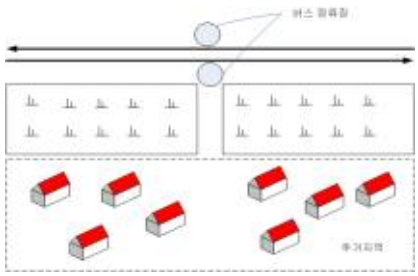
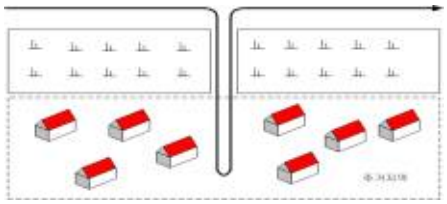
[표] 기종점 형태에 따른 분류

구분	기존 서비스 방식	운행체계 개편 방식
연계 중심형		

② 노선탄력형

노선탄력형 시스템은 기존 노선은 유지하되, 노선에서 일정범위 내에서 수요가 발생할 경우 기존 노선에서 수요 발생지점으로 이동하여 승객을 승하차하는 방식임. 노선탄력형 수요응답형 교통서비스는 기존 버스노선을 유지한다는 점에서 이용자에게 친숙한 서비스 환경을 제공할 수 있는 장점이 있음.
이용자는 필요시 예약으로 서비스가 가능하나 노선탄력형 수요응답형 교통서비스는 기존 버스노선을 운행하는 모든 차량에 수요응답형 서비스를 제공하기 위한 차내장치(OBE)를 설치해야 하는 등 비용측면에서 비효율을 초래할 수 있음.
이용자의 예약(Call)을 수신할 수 있는 차내장치를 모든 차량에 설치해야 하는 비용 측면의 비효율과, 농어촌 지역의 특성상 이용자의 예약(call)이 시간·공간 측면에서 산발적으로 발생할 수 있으므로 (운영)비용상에 비효율적인 측면이 존재함.
따라서 노선탄력형 수요응답형 교통서비스는 이용자 전체의 만족도를 향상시키기 위해서는 많은 수의 차량 투입이 필요함.
기존 일반노선버스에서 수요응답형 교통서비스를 제공하기 위해서는 해당 지역의 운행 횟수를 현재 수준 이상으로 끌어올리는 것이 필요한데, 차량의 증대 없이 기존의 낮은 운행횟수를 끌어올리는 것은 어려움.

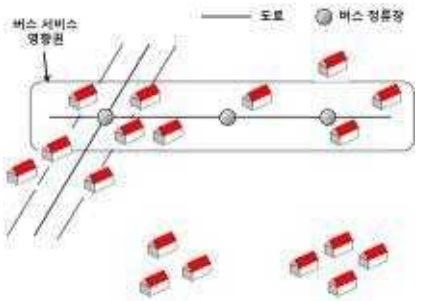
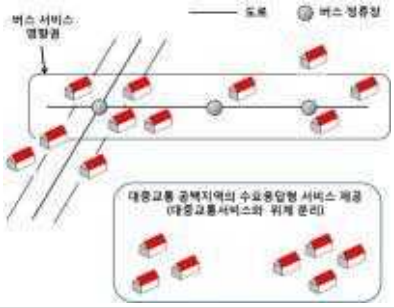
[표] 노선탄력형 시스템

구분	기존 서비스 방식	운행체계 개편 방식
노선 탄력형		

③ 공백지역 서비스 지원형

대중교통 공백지역이란 기존 버스 서비스 영향권에서 벗어나 있는 지역으로 기존 노선체계를 일부 개편하는 방식으로는 서비스 제공이 어려운 지역을 말함.
대중교통체계 개편을 통해 적정 수요가 확보되는 구간인 수익노선구간의 운행횟수는 늘리고, 수요가 적은 곳의 대중교통서비스는 줄이거나 없애 대중교통 공백지역에 수요응답형 교통서비스를 제공함.
하지만 이 유형역시 수단 도입을 위한 예산이 필요하며, 배차 서비스를 위한 담당기관이 필요함.

[표] 대중교통 공백지역 시스템

구분	기존 서비스 방식	운행체계 개편 방식
공백지역 서비스 지원형		

사) 기타교통수단 - 복지관 운영 차량

사단법인 한국장애인복지관협회에서는 전국 장애인복지관의 각종 현황을 취합하여 항목별 분석을 통해, 각 장애인 복지관별 법인 및 시설 설립 현황, 종사자 현황, 예산 현황을 비롯, 각 복지관이 수행중인 단위 사업별 프로그램 현황, 장애인 서비스 이용현황 등의 정보를 제공하고 공유하고 있음. 2015년도 전국 장애인복지관 편람에 따르면 전국의 회원 장애인복지관은 213개소이다. 지역별로 보면 아래 표와 같이 서울 45개소, 경기 32개소로 가장 많으며, 세종에 1개소로 가장 적은 것은 알 수 있음.

[표] 전국 장애인복지관 현황

서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	세종	강원	경기	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	전국
45	14	6	9	7	7	4	1	7	32	12	13	12	14	13	12	5	213

출처: 전국 장애인복지관 편람, 2015.

전국 장애인복지관 편람에는 각 장애인복지관의 운영현황자료가 있는데, 각 장애인복지관에서는 복지관 운영과 장애인들에 대한 편의 제공을 위해 승합차와 버스를 운영하고 있음. 이를 정리하여 분석한 결과, 아래 표와 같이 일반차량과 장애인 탑승을 위한 특장차로 구분되어짐. 장애인 복지관에서 운영되고 있는 특장차에 대하여 중형저상버스를 운영토록 하는 것도 교통약자에 대한 교통복지향상에 기여할 것으로 보임.

[표] 장애인복지관 차량운영 현황

지역	복지관수	일반차량 (대)		특장차 (대)	
		버스	승합	버스	승합차
서울	45	28	88	21	23
부산	14	6	25	3	5
대구	6	4	21	4	1
인천	9	7	26	7	5
광주	7	2	12	3	2
대전	7	3	20	4	1
울산	4	1	9	4	2
세종	1	0	1	0	0
강원	7	6	22	7	1
경기	32	22	96	34	29
충북	12	11	41	11	9
충남	13	7	25	13	15
전북	12	7	29	12	6
전남	14	15	40	7	12
경북	13	10	36	13	15
경남	12	12	30	3	8
제주	5	4	26	1	1
전국	213	145	547	147	135

출처: 2015 전국 장애인복지관 편람, 2015.

3) 교통약자 교통수단 이용 현황

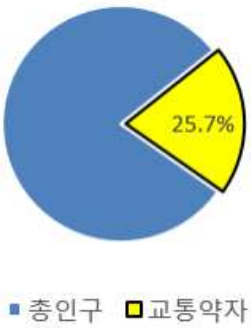
아래 표는 2014년, 2015년의 교통약자 현황을 나타낸 것으로 교통약자의 전체 인원수는 증가하였으며, 고령자의 증가율이 가장 높게 나타나고 있음.

[표] 교통약자 현황

구 분	2014년	2015년	전년대비 증가율(%)
계	12,985,611	13,228,203	1.9
장애인	1,438,195	1,412,994	-1.8
고령자	6,520,607	6,775,101	3.9
임산부	435,435	438,420	0.7
어린이	2,297,070	2,334,907	1.6
영유아동반자	2,294,304	2,266,781	-1.2

※ 교통약자인구의 중복산정을 피하기 위하여 장애인 중 영유아 및 어린이, 고령자(65세 이상) 제외

출처: 2016 교통약자 이동편의 실태조사 연구, 2017.



[그림] 교통약자 비율



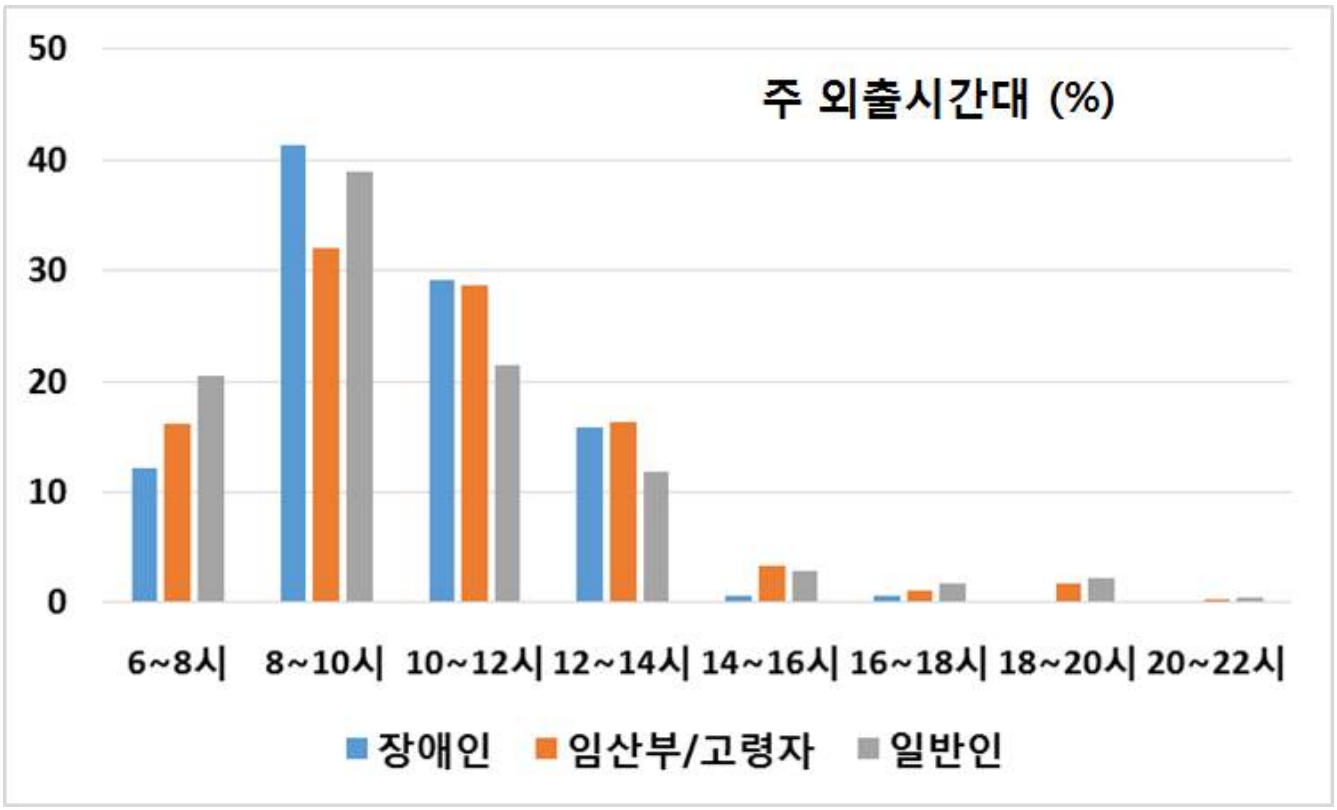
[그림] 교통약자 구성비

2016년도에 조사한 교통약자의 교통수단 이용 현황은 아래 표와 같으며 버스, 도보, 자가용 순으로 이용률이 높은 것을 알 수 있음. 일반인과 마찬가지로 교통약자의 경우에도 버스, 도보, 지하철이 주로 이용하는 교통수단이었음. 또한 외출시간대와 외출목적에 있어서도 일반인과 크게 다르지 않음을 알 수 있음.

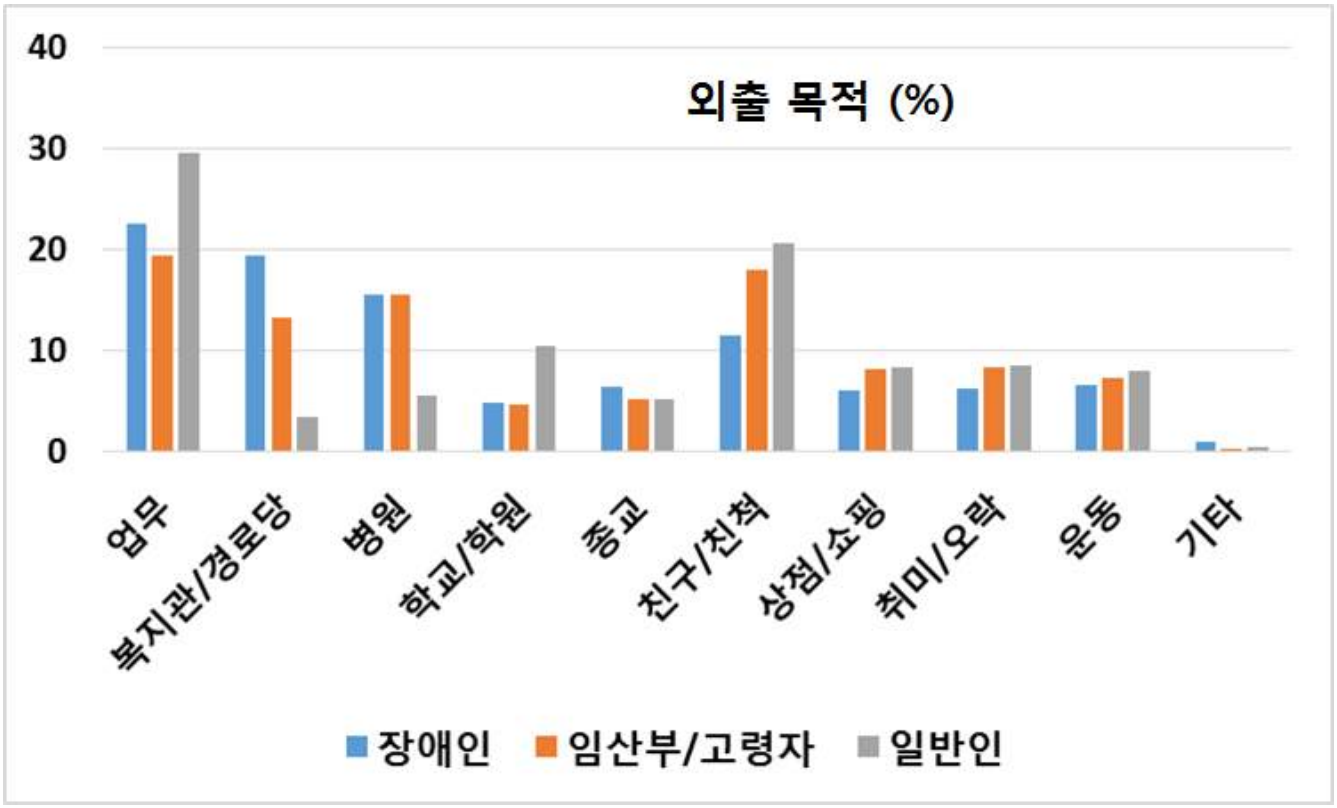
[표] 교통약자 교통수단 이용 현황

구 분			빈도수	이용률 (%)									
				도보	휠체어	자가용	버스	지하철	기차	택시	장애인 택시	무료 셔틀	기타
전 체			4,510	26.2	2.7	16.5	26.3	14.2	2.0	6.5	3.1	1.4	1.1
교통 약자별	지체장애인		341	23.6	16.6	16.6	18.1	10.3	0.4	3.4	7.0	3.1	0.9
	시각장애인		336	20.3	1.5	8.9	15.5	11.2	3.0	5.7	25.5	3.6	4.8
	청각장애인		233	24.9	1.5	20.2	24.7	14.8	4.1	4.7	2.8	1.5	0.6
	복합장애인		102	25.1	17.2	4.9	21.3	13.8	2.0	3.9	8.4	2.5	1.0
	임산부		347	22.9	0.1	23.1	27.3	11.4	1.6	12.8	0.1	0.4	0.0
	고령자		1,335	31.4	1.1	13.6	27.9	14.2	1.7	7.1	0.2	1.6	1.2
응답자 유형별	교통약자	장애인	1,011	23.0	8.2	13.7	19.1	12.0	2.3	4.5	12.3	2.8	2.1
		임산부/ 고령자	1,681	29.6	0.9	15.5	27.8	13.6	1.7	8.3	0.2	1.3	1.0
		소계	2,692	27.0	3.6	14.8	24.6	13.0	1.9	6.9	4.7	1.9	1.4
	일반인		1,819	26.0	0.0	19.0	29.0	16.0	2.0	5.9	0.7	0.7	0.7

출처 : 국토교통부 2016년도 교통약자 이동편의 실태조사 최종보고서



(출처: 2016년도 교통약자 이동편의 실태조사 연구 최종보고서)



(출처: 2016년도 교통약자 이동편의 실태조사 연구 최종보고서)

4) 시간대별 대중교통 이용현황 분석

승차 정원이 30명인 중형저상버스를 운영할 수 있는 노선을 파악하면서 동시에 중형저상버스를 보급할 수 있는 대수를 산정할 수 있는 자료를 마련하기 위하여 서울시와 농어촌지역의 버스 재차인원에 대한 분석을 진행하였음. 분석을 위해 국토교통부와 지자체의 도움을 얻어 버스카드사로부터 버스이용에 대한 카드데이터를 수집 및 분석하였음. 데이터는 교통카드를 사용하여 이용한 이용객의 현황이므로 현금을 내고 탑승한 경우와 하차기록이 없는 경우에는 이에 따른 오차가 있을 수 있음.

가) 서울시 현황 (중형버스 현황) 분석

- 분석 대상

2016년 5월을 기준으로 하여 서울시에서 운영하고 있는 중형버스 노선에 대하여 재차인원분석을 진행하였음. (중형버스노선/대형버스노선 = 47/373, 중형버스/서울시내버스 = 483/7,482) 중형버스 이용결과를 분석대상으로 고려한 이유는 중형저상버스의 탑승인원 제한에 따라 서울시와 같은 대도시의 대형버스로의 활용은 어렵다는 서울시 담당공무원의 의견에 따른 것이며, 서울시의 협조를 통해 버스카드사로부터 자료를 입수하여 분석을 진행하였음.

- 분석 데이터 규모

버스카드 데이터를 기반으로 분석하였으며, 분석에 사용된 데이터는 2016년 1월 방학기간과 3월 학기 중 주중 · 주말에 서울시 시내버스(중형버스)를 이용한 자료임.
이용객에 대한 데이터를 방학과 학기중, 그리고 주중과 주말로 나누어 분석한 것은 방학에는 학생들의 등하교에 따른 버스수요가 감소할 수 있으며, 주말에는 출근과 등교하는 수가 적어져 승차인원이 감소하는 노선이 발생하기도 하지만 반대로 방학과 주말에 특정 지역에서의 활동 때문에 버스수요가 증가할 수 있기 때문임.

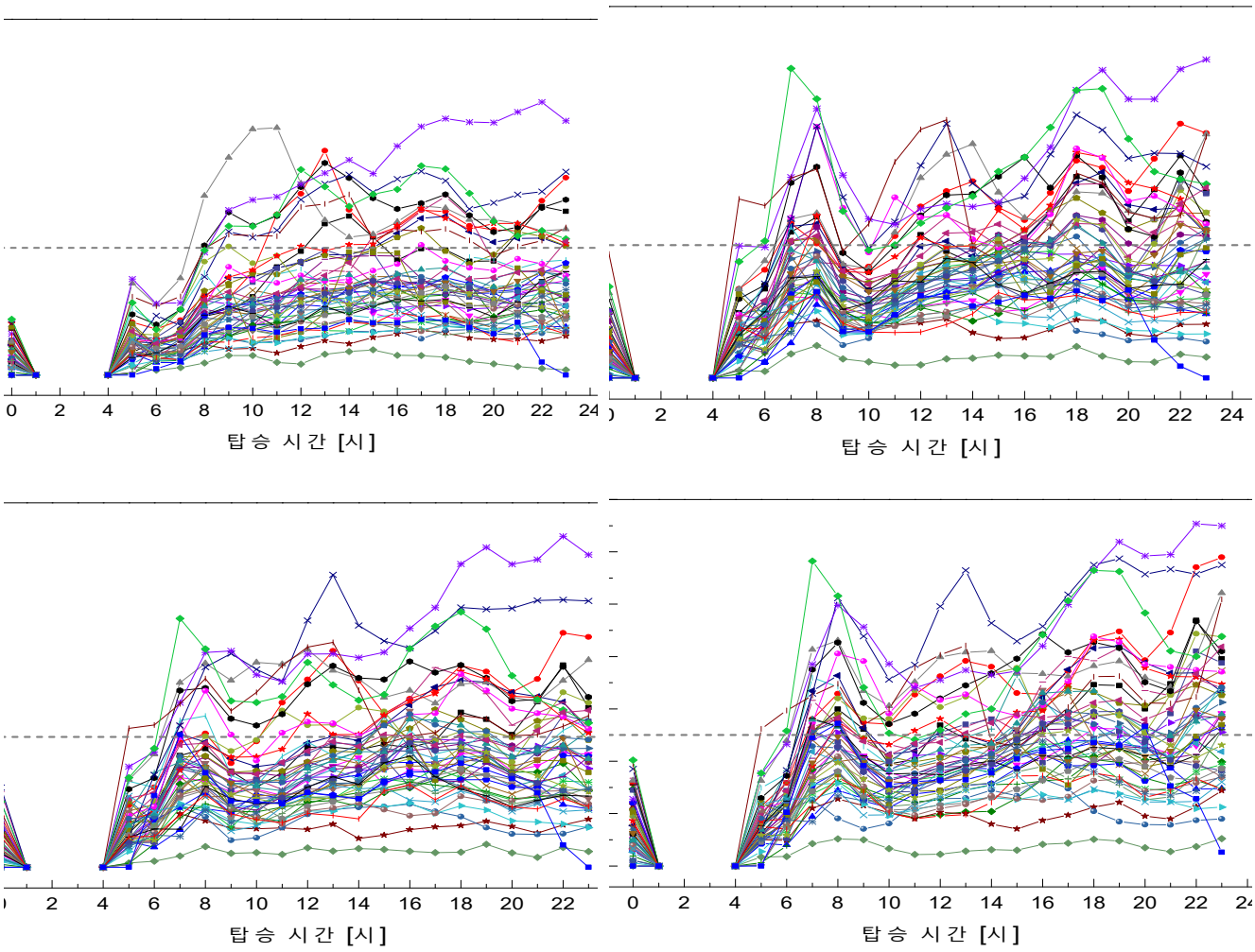
- 분석 방법

분석노선들 중에서 중형저상버스의 투입가능 노선에 대하여 분석하였음. 중형저상버스의 탑승인원이 입석을 포함하여 약 30명 정도이므로 노선별로 1일 운행중 버스 1대당 탑승인원이 어느 때라도 25인 이하인 경우 중형저상버스로의 운행이 가능하다고 판단하였음.
중형저상버스 운행가능 노선의 기준인 재차인원의 기준을 25인할 경우, 아래의 버스 서비스수준판정 기준으로 볼 때 E에 해당할 것임. 이는 중형저상버스의 차량면적인 10㎡ 으로 재차인원 25인으로 할 경우 1인당 면적이 0.4 이기 때문임.
노선별 시간대별 승/하차 인원에 대하여 제공받은 데이터를 기준으로 분석하였음. 예를 들어 오전 7시부터 8시 사이에 노선을 운행한 버스에 승차하고 하차한 총 인원임. 따라서 버스에 타고 있는 사람의 최대수는 승차인원에서 이전 시간대에서 승차하고 하차한 인원의 수를 더한 것이 될 수 있음. 또한 최소수는 승차인원에서 하차인원을 뺀 수가 될 것임. 따라서 본 분석에서는 최대와 최소의 평균값을 버스에 승차하고 있는 승객의 수로 계산하였음. 또한 1시간 동안 노선을 운행한 버스의 대수는 배차간격과 노선을 도는데 걸리는 시간을 이용하여 계산하였음. 예를 들어 배차간격이 20분이고 노선을 도는데 60분이 걸린다면, 첫차가 6시부터 운행을 시작하면 이 버스는 7시에 종점으로 돌아가기 때문에 6시부터 7시 사이에 운행한 버스의 수에는 들어가지만, 7시부터 8시 사이에 운행한 버스의 수에는 들어가지 않게 됨. 하지만 6시 20분에 출발한 두 번째와 세 번째(40분 출발) 버스는 7시부터 8시 사이에 운행한 버스의 수에 포함되므로 6시부터 7시 사이에 운행한 버스는 3대이지만 7시부터 8시 사이에 운행한 버스의 수는 5대가 되는 것임.

- 분석 결과

시간대별로 버스탑승인원과 운행한 버스의 수를 이용하여 각 노선별로 버스 1대당 탑승인원을 분석한 결과, 아래 그림과 같이 시간대별로 1대당 탑승인원 결과를 보였음. 결과에서 보이듯이 출근시간대인 7시 근방, 점심시간대인 12시 근방, 퇴근시간대인 6시 근방에서 이용객수가 높게 나타났음. 그리고 노선중 11개의 노선에서 버스 1대당 탑승인원이 25명 이하로 나타났음. 노선에 따라서는 10명이하의 결과를 보이기도 함. 방학기간에는 학생들의 버스 이용 감소에 의해 20개의 노선에서 1대당 탑승인원이 25명 이하로 나타났음. 주말에는 33개 노선에서 버스 1대당 탑승인원이 25명 이하로 나타났음 .

버스의 운영특성상 일부시간대 또는 기간별로 버스를 교체 투입하는 것은 불가능하므로 기간과 시간에 관계없이 버스당 탑승인원이 25명 이하인 노선에 대하여 중형저상버스로 교체가 가능하다고 판단해야 하므로, 서울시의 경우 11개 노선 (약 20%)에서 기존 중형버스에서 중형저상버스로의 교체(중형버스 중 약 15%)가 가능할 것으로 판단됨.



[그림] 서울 버스 이용객 현황

나) 농어촌지역 현황 분석

- 분석 대상

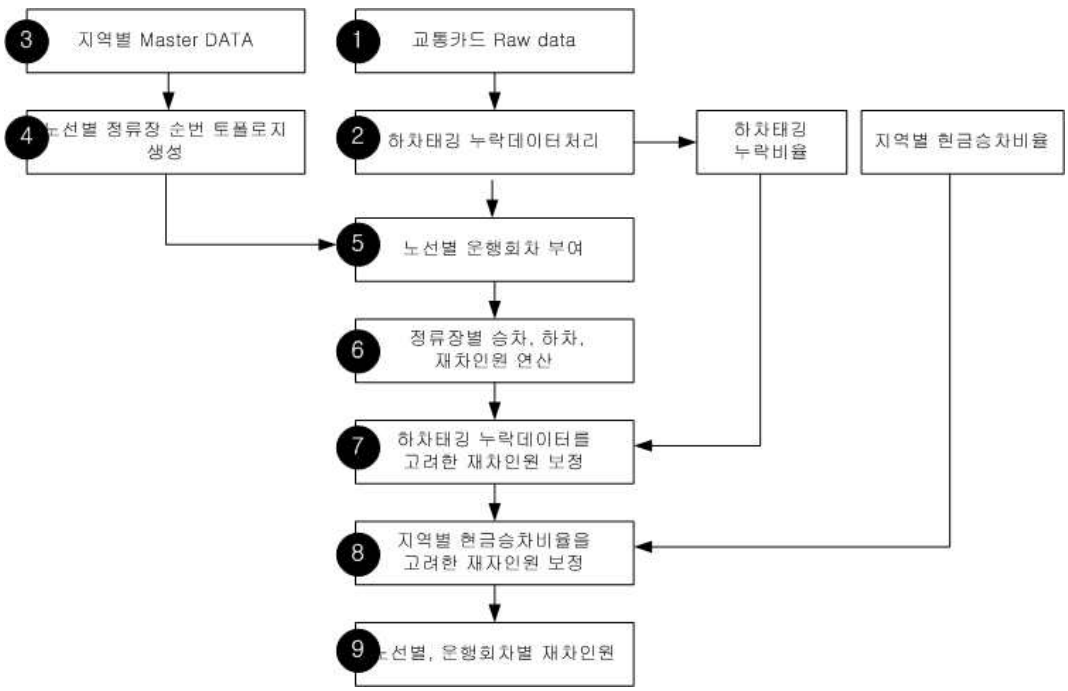
농어촌지역 현황을 분석하기 위해서 확인한 바로는 2016년 현재, 전국의 농어촌 버스의 노선수는 4,277개이며, 농어촌버스는 총 1,826대이며, 서울, 부산, 대구, 인천, 광주, 대전, 제주를 제외한 8개 시도에서 운영중에 있음. 하지만 버스 데이터의 수집은 모든 데이터를 수집하여 분석하기 어려워 일부 지역에 한하여 분석을 진행하였음. 버스카드 데이터 입수를 위하여 국토교통부와 각 지자체의 협조를 받아 버스카드사로부터 받았음. 농어촌지역의 경우 짐을 들고 타는 경우가 많은 것을 고려하여 재차인원 20인 이하인 경우 중형저상버스 운영 가능 노선 및 버스로 분석하였음. 농어촌지역의 경우 짐을 들고 타는 경우가 많은 것을 고려하여 재차인원 20인 이하인 경우 중형저상버스 운영 가능 노선 및 버스로 분석하였음.

- 분석 데이터 규모

데이터는 2016년 7월 학기 중 기간과 9월 방학 기간 중, 주중 · 주말에 대중교통을 이용하는 승객의 시간대별 이용현황을 분석하였음.

- 분석 방법

서울시 중형버스 재차인원 분석은 승차기록과 하차기록이 특정 버스에 대한 것이 아닌 해당 노선에서 운행중인 동일 노선의 모든 버스에서의 승차와 하차 데이터를 나타낸 것으로 평균적인 재차인원을 사용하였기에, 농어촌버스의 재차인원 분석에서는 정확성을 높이기 위하여 아래 그림과 같은 알고리즘을 활용하여 재차인원을 분석하였음. 노선별 운행차량 분류 후 승객의 승차와 하차 태그 데이터를 이용하여 특정 버스에 타고 있는 재차인원을 분석하였으며, 하차 태깅 누락 비율을 이용하여 재차인원을 1차 보정하였으며, 지역별 현금승차비율을 이용하여 2차 보정하여 최종적인 재차인원을 계산하였음.



[그림] 재차인원 추정 방법

- 분석 결과

분석결과 농어촌지역에서 운행되고 있는 버스의 71% 정도가 하루 중 최대 20명 이하의 승객을 태우고 다니는 것으로 분석되었음.

[표] 농어촌지역 재차인원 분석결과, 20명 이하 탑승 비율

지역	노선	대수		지역	노선	대수
의성	100.0%	100.0%		울주	100.0%	100.0%
구례	44.4%	70.6%		원주	81.2%	10.3%
함평	100.0%	100.0%		전주	22.8%	19.2%
강진	100.0%	100.0%		증평	50.0%	2.4%
문경	97.0%	99.0%		진주	78.5%	23.4%
포항	53.1%	27.5%		진천	50.0%	66.7%
상주	96.6%	98.4%		천안	86.6%	30.7%
울진	50.0%	95.2%		청주	67.7%	28.4%
예천	85.7%	65.2%		칠곡	100.0%	28.6%
영주	89.5%	94.2%		함안	98.0%	84.9%
경주	84.6%	49.5%		합천	100.0%	100.0%
고성	100.0%	66.7%		횡성	100.0%	100.0%
구미	89.3%	38.3%		남해	100.0%	100.0%
김천	96.6%	50.0%		임실	100.0%	100.0%
김해	80.0%	71.4%		김제	100.0%	100.0%
단양	100.0%	100.0%		군산	98.1%	51.4%
보은	75.0%	75.0%		강릉	100.0%	100.0%
사천	100.0%	92.0%		고흥	100.0%	100.0%
수원	100.0%	100.0%		광양	98.6%	66.2%
순천	0.0%	49.5%		남원	100.0%	100.0%
아산	96.6%	32.1%		보성	100.0%	100.0%
양산	67.2%	39.1%		부안	100.0%	100.0%
영동	100.0%	100.0%		순창	100.0%	100.0%
완도	100.0%	100.0%		익산	88.9%	65.8%
완주	50.0%	86.4%				

나. 국내 버스 이용 관련 인프라 분석

1) 버스정류장 실태

(가) 분석 개요

저상버스 도입 저해 요인 중 하나인 버스정류장에 대한 이동편의시설 기준부적합에 대하여 확인하기 위하여 버스정류장 설치 현황에 대하여 조사/분석하였음.

(나) 분석 방법

전반적인 버스정류장 설치현황에 대한 자료는 교통약자 이동편의 실태조사 연구 자료를 이용하였으며, 이와 더불어 실제 중형저상버스 시범운영이 결정된 아산시와 시흥시의 버스 노선에 대하여 직접 현장조사를 실시하였음.

(다) 분석 결과

‘2016 교통약자 이동편의 실태조사 연구 최종보고서’ 에 따르면 아래 표와 같이 버스정류장의 이동편의시설 설치현황을 평균적으로 살펴보면 휠체어의 진출입에 대한 부분에서의 기준 적합율이 67%로 가장 높았지만 동선분리에서는 기준 적합률이 6.8%로 가장 낮게 나타났음. 보도와 차도의 높이에 있어서는 기준 미적합률이 57%로 나타나고 있음. 이는 현재의 저상버스 자동경사판이 작동되는 경우 보도의 높이와 경사판의 높이가 맞지 않아 경사판을 이용하여 휠체어장애인이 버스에 탑승하는 것이 어려울 수 있음을 시사함.

[표] 버스정류장의 이동편의시설 설치현황

구분			기준적합률(%)	기준미적합률(%)	미설치율(%)
보도	턱낮추기	보도와 차도의 높이	43.0	**57.0**	0.0
	활동공간	휠체어의 진출입	**67.0**	15.5	17.5
		동선의 분리	6.8	3.5	89.7
점자블록	승강장	점형블록	32.4	3.9	63.7
		선형블록	26.8	4.5	68.8
안내시설	위치	부착위치	62.5	22.9	14.6
	안내표시	점자 및 음성안내	9.9	11.4	78.7
기타	버스정보 조회버튼		44.3	4.7	51.1

출처: 2016 교통약자 이동편의 실태조사 연구 최종보고서, 2016

연구진에서 직접 현장조사를 통하여 중형저상버스 시범운영을 진행한 아산의 80번 버스 노선과 시흥의 26-1번 버스 노선에서의 정류장 실태를 확인해 본 결과는 아래 표와 같음.

충남 아산시 80번 버스 노선의 정류장은 총 48개 이며 그 중 12개는 간이 정류장임. 간이 정류장을 제외하고 휠체어 출입이 가능한 정류장은 27개이며, 간이정류장을 제외한 보도높이가 15㎝ 이하인 곳은 4곳에 불과하였음.

시흥시 26-1번 버스 노선의 정류장은 총 45개 이며 그 중 6개는 간이 정류장임. 간이 정류장을 제외하고 휠체어 출입이 가능한 정류장은 32개이며, 간이정류장을 제외한 보도높이가 15㎝ 이하인 곳은 13곳이었음.

[표] 아산시 80번 노선과 시흥시 26-1번 노선의 정류장 실태

		기준적합수 (%)	기준부적합수 (%)	미설치수 (%)	전체 (%)
보도와 차도의 높이	아산시	4 (8%)	31 (62%)	15 (30%)	50 (100%)
	시흥시	13 (28.9%)	24 (53.3%)	8 (17.8%)	45 (100%)
휠체어 진출입	아산시	27 (54%)	8 (16%)	15 (30%)	50 (100%)
	시흥시	32 (71.1%)	5 (11.1%)	8 (17.8%)	45 (100%)

[표] 아산시와 시흥시 정류장 실태 조사 결과 일부 (별첨-시범운영 노선 정류장 실태 조사 참조)

정류장		가는방향	오는방향
신한아파트 (아산시)	사진		
	너비	393㎝	392㎝
	보도높이	20㎝	19㎝
	휠체어 이용	가능	불가능
능곡도서관 (시흥시)	사진		
	너비	420㎝	420㎝
	보도높이	13㎝	13㎝
	휠체어 이용	불가능	가능

2) 과속방지턱 실태

가) 분석 개요

도로안전시설 관리지침에 따르면 국토교통부의 과속방지턱 설치기준은 도로 폭 6m 이상에는 높이 10cm, 길이 3.6m이고, 도로 폭 6m 미만의 도로에는 높이 7.5cm, 길이 2m 로 되어있으며 원호형을 표준으로 명시하고 있음. 하지만 설치기준에 맞지 않게 높은 과속방치턱의 설치로 인해 저상버스의 하부 부품이 과속방지턱과 부딪혀 버스의 고장을 유발하는 경우가 있어, 버스운송사업자가 저상버스의 도입을 꺼리는 이유가 되기도 함. 이에 과속방지턱에 대한 기준부적합에 대하여 확인하기 위하여 버스정류장 설치 현황에 대하여 조사/분석하였음.

나) 분석 방법

실제 중형저상버스 시범운영을 실시한 아산시와 시흥시의 버스 노선에 대하여 직접 현장조사를 실시하였음.

다) 분석 결과

중형저상버스 시범운영을 진행한 아산의 80번 버스 노선과 시흥의 26-1번 버스 노선에서의 과속방지턱 실태를 확인해 본 결과는 아래 표와 같음. 충남 아산시 80번 버스 노선의 과속방지턱은 총 19개임. 과속방지턱 제작기준과 관련하여 볼 때 높이 부분에서는 대부분 규정을 만족하고 있었으나 설치길이 측면에서는 대부분 규정에 어긋나 있었음. 또한 6곳의 경우에는 도색이 거의 없어 식별하기 어려웠음. 시흥시 26-1번 버스 노선의 과속방지턱은 총 6개임. 과속방지턱 제작기준과 관련하여 볼 때 높이 부분에서는 1곳에서 규정에 어긋나고 있었으며, 설치길이 측면에서는 대부분 규정에 어긋나 있었음.

[표] 아산시 80번 노선과 시흥시 26-1번 노선의 과속방지턱 실태

		기준적합수 (%)	기준부적합수 (%)	재도색필요수 (%)	전체 (%)
높이	아산시	19 (100%)	0 (0%)	7 (36.8%)	19 (100%)
	시흥시	5 (83.3%)	1 (16.7%)	0 (0%)	6 (100%)
설치길이	아산시	0 (0%)	19 (100%)	7 (36.8%)	6 (100%)
	시흥시	0 (0%)	6 (100%)	0 (0%)	6 (100%)

[표] 아산시와 시흥시 과속방지턱 조사결과 (별첨-시범운영 노선 과속방지턱 실태조사 참조)

위치	아산시	시흥시
장소	휴대리와 휴대2리 정류장 사이	달월마을과 마전 정류장 사이
사진		
설치길이	340cm	400cm
방지턱 높이	7cm 이하	8cm
특징	도색거의 없음	

다. 중형저상버스 운영 기술

대중교통의 사각지역 및 소외지역인 농어촌 및 도시 외곽지역에 중형저상버스를 도입하여 교통약자의 이동편의를 증진하고 대중교통을 활성화시킨다는 당초의 취지에 맞추어 **농어촌버스와 마을버스에 우선적으로 중형저상버스를 투입**하고, **벽지노선버스**에도 중형저상버스를 도입하여 운영 효율성을 제고함. 또한, 대형저상버스의 목표 대비 보급 실적 부진을 일부 해소하고 중형저상버스의 운영 효율성을 제고하기 위하여 버스 이용객의 **수요가 적은 도시내 시내버스의 비첨두시간대에 대형 대비 가격이 저렴한 중형저상버스를 대체·조합하여 운영**함으로써, 저상버스의 보급율을 높이고 교통약자의 이동편의를 증진시킴과 아울러 버스사업자의 운영수익 개선에 기여하는 여러 효과를 얻을 수 있음. 또한 **특수지역(공항 및 항만 등)**의 셔틀버스 등 소규모 교통수단에 Barrier Free Bus로 보급하고, 각종 국내외 행사의 셔틀버스 등에 Barrier Fee 대중교통수단으로 활용함으로써 운영 효율을 제고하고, 이동편의 증진이 가능함. 또한 **장애인복지관 및 어린이집** 등에서 운영하고 있는 차량에 대하여 중형저상버스를 포함한 저상버스를 운영할 수 있도록 적극 권장하며, 시내버스 도입시와 마찬가지로 **구입보조금을 받을 수 있도록 해야 할 것임**.

1) 제도적 지원

가) 버스 운행 방법에 대한 정책적 변화

- 중형저상버스 운행노선에 장애인회관, 노인회관, 어린이집 등 교통약자의 이용시설이 있는 경우에는 이들 시설을 경유하도록 버스 운행노선을 일부 변경함으로써 교통약자의 이동편의를 증진할 수 있음. 또한 장애인복지관의 버스와 연계하면 기존 버스 노선을 유지하면서도 교통약자의 이동편의를 증진시킬 수 있을 것임.
- 벽지노선 등 수요가 적은 곳에서는 승객의 요청에 따라 주 노선을 운행하던 버스가 요청지역을 경유하여 운행할 수 있도록 하는 수요감응형 버스 운영기술의 도입이나, 중형저상버스가 정해진 시간대에 노인, 장애인단체, 복지관 등을 경유하여 운행하도록 하여 노선 운행에 탄력성을 부여하는 것도 좋을 것으로 생각됨.
- 비수익노선과 관련하여 「제3차 대중교통기본계획」에서는 수요응답형 대중교통수단 확대를 통한 비수익 노선에 대한 경영개선 및 재정지원 최소화를 방향으로 제시하고 있으며, 또한 지역별 특성에 따라 차량의 종류와 크기를 다양화하는 것을 제시하고 있음. 이러한 계획과 저상버스 보급을 연결하기 위해서 저상버스 우선 도입에 대한 사항이 포함시켜 운영하는 것도 좋을 것으로 생각됨.
- 또는 벽지노선과 같은 비수익노선에 대하여 공영제나 준공영제를 도입해서 버스사업자에 대한 손실을 최소화 할 수 있도록 하는 것도 필요함.
- 미세먼지와 같은 환경 문제로 인해 내연기관을 사용하는 버스를 전기버스로 대체하려는 경향이 많으며 특히 수도권의 경우 경유 차량에 대한 거부감이 크기 때문에 향후에는 중형전기버스에 대한 고려가 필요함.

2) 엔지니어링 측면

가) 인프라 정비 전략

- 버스정류장 및 과속방지턱 등의 교통 인프라는 보급 활성화도 관계되나, 운영기술과도 크게 관계가 있음. 대형저상버스가 10여년에 걸쳐 보급이 확대되고 있고 버스정류장이나 과속방지턱 등 교통 인프라도 점차 개선이 되고 있으나 앞서 살펴본 바와 같이, 휠체어가 진입할 수 없는 정류소, 기준에 맞지 않는 연석의 높이, 기준에 맞지 않는 과속방지턱 등 중형저상버스의 운용을 저해하는 여러 인프라적 저해 요소가 있음.
- 정류장 및 연석 등이 제대로 정비되어 있는 경우라도 현재와 같이 버스가 일정한 정차위치에 정차하지 않으면 교통약자는 물론 일반인도 탑승에 불편을 느끼게 됨. 특히 여러 노선의 버스가 줄지어 정차하여 동시에 승하차하게 되는 경우에는 승차할 버스를 찾아서 우왕좌왕함은 물론 심지어는 달리기까지 하는 상황도 빈발하고 있으며 이는 교통약자에게는 엄청난 부담을 초래함. 이를 배제하기 위해서는 일본 Ishikawa 정류장의 예에서와 같이 승하차에 다소 시간은 소요되지만 버스탑승구간을 지정하거나, 최소한 버스정차구획을 지정하여 여러 대의 버스가 정

차하더라도 탑승구간은 하나로 제한하는 등 정류장 시설기준을 규정하여 교통약자가 편리하게 승하차 가능하도록 할 필요가 있음.

- 또한 우리나라의 버스정류장은 정류소의 격벽이 도로 반대편에 위치하여 있고 진입구도 없는 경우가 많아서 휠체어탑승자의 정류소로의 진입 및 대기가 어려운 구조로 되어 있음. 따라서 일본 Ishikawa 정류장의 예와 같이 투명한 격벽이 도로에 면하고 있고, 탑승구가 정해진 구조로 개선하면 교통약자의 정류소로의 진입, 대기 및 탑승이 크게 개선될 것으로 생각됨.
- 농어촌지역이나 외곽지역은 정류소가 없고 안내판만 있으며 노견이나 연석도 없어서 도로상에서 탑승자가 승하차하는 경우가 많음. 이러한 경우에는 휠체어사용자는 물론 비장애인 승객의 안전한 승하차가 가능하도록 정류장 위치를 부근으로 이전하는 등 정비를 꾀할 필요가 있음.
- 현재 개발된 중형저상버스는 경유를 연료로 사용하고 있어 CNG 인프라에 영향을 받지 않으나, 향후에는 전기버스가 보급될 가능성이 있으므로 배터리 충전을 위한 인프라에 대해서도 고려해야 할 것임.

나) 현행 대중교통수단과의 연계 전략

- 환승서비스가 제공되는 지역의 경우 신규 도입되는 중형저상버스 이용자도 동일한 혜택을 받을 수 있도록 현행 대중교통수단과 서비스 연계체계를 구축해야 함.
- BIS 설치 지역 : 현행 버스정보시스템과 연계하여 중형저상버스의 노선안내, 운행시간 및 도착예정시간, 현재의 버스위치 등에 대한 정보를 BIS를 통하여 제공하며, 이때에 중형저상버스임을 알리는 정보를 제공함.
- BIS 미적용 지역 : 버스정류소의 안내판에 중형저상버스의 운행시간을 표시하고, 마을회관, 관공서 등 주요기관에 중형저상버스의 운행노선, 시간표 및 홍보자료 등을 게시함.

다) 교통약자를 위한 보조시설 운영 전략

- 일본의 예와 같이 휠체어 탑승자가 버스정류소에 설치된 탑승의사 표시버튼을 누르면 운전기사가 사전에 인지하여 교통약자의 탑승을 원활히 도와줄 수 있기 때문에 국내에도 이러한 장치의 도입이 필요한 것으로 생각됨. BIS가 설치된 정류소의 경우에는 BIS와 연계하면 보다 쉽게 설치가 가능할 것으로 생각됨.
- 유럽과 일본 등 외국의 경우에 차체 경사장치나 차고 조절장치가 장착되어 있는 버스가 정류장에 정차하는 경우에는 교통약자의 탑승 유무에 관계없이 상시 장치를 작동하여 일반인도 편리하게 차량에 탑승할 수 있으나, 국내에서는 사용하고 있지 않는 경우가 많음. 따라서 이들 장치의 상시 사용을 의무화하거나 권장할 필요가 있음.

3) 교육 문화적 계도

가) 교육 : 버스 조작에 대한 정비. 점검 및 교통약자 서비스 방법에 대한 운전기사 교육을 년 1회 실시할 필요가 있음

일부 언론이나 대전장애인협회 등의 조사에 의하면, 자동경사판이나 휠체어 고정장치의 사용빈도가 낮아서 녹슬음 등으로 인하여 제대로 작동이 되지 않는 경우가 많고, 운전기사의 교육미비로 인하여 경사판이나 휠체어 고정장치의 조작 미숙, 작동 시간 과다 또는 경사판 작동 스위치가 어디에 있는지 모르는 운전기사도 있는 것으로 나타났음. 따라서, 이들 장치는 주기적으로 정비·점검하여 원활한 작동을 상시 유지해야 할 필요가 있으며, 운전기사에 대한 교육도 주기적으로 실시하여 이들 장치의 사용법에 숙달할 수 있도록 할 필요가 있음.

나) 캠페인 : 장애인의 달 등 특정 기간 중 공중파, 라디오, 신문 광고 등을 이용한 의식개선을 위한 캠페인을 실시할 필요가 있음

교통약자를 바라는 버스기사와 일반인의 의식을 개선할 수 있도록 교육과 캠페인이 필요할 것임. 이를 통해 함께 살아가는 우리의 이웃으로서 당연히 누려야 할 대중교통의 혜택을 함께 받을 수 있도록 해야 할 것임. 이와 더불어 일반인의 경우에도 휠체어 고정장치 등에 대한 이용방법을 알고 있으면서 도움이 필요한 휠체어 이용자를 도울 수 있도록 하는 것이 필요할 것임.

2. 저상버스 표준모델 기준 수립 (중형저상버스를 포함한 기준)

가. 방법론

국내에 처음 도입되게 되는 중형저상버스의 표준모델 기준을 제안하기 위하여, 본 과제의 연구진들은 운수사업자, 장애인협회, 버스 제작사들에 대한 의견 청취 및 회의를 진행하였음. (의견 청취 및 회의는 별첨 참조) 국내에 마련된 저상버스 표준모델 기준은 대형버스에 대한 저상버스 표준모델 기준으로 본 과제에서 개발중인 중형저상버스에 그대로 적용하기에 구조적으로 부적합한 부분들이 있기 때문임. 예를 들어 전장의 경우 10,500㎜는 중형저상버스의 크기인 7,500㎜보다 큼. 이렇게 중형저상버스의 크기에 의해 적용하기 힘든 부분과 더불어 운수사업자 및 교통약자의 편의 개선을 위하여 수정되어야 할 부분들임.

나. 기준개발

기존의 저상버스 표준모델 기준에 대한 개정 제시안으로 중형저상버스의 크기가 기존의 저상버스 대비 작기 때문에 이에 맞추어 표준모델 기준 수정이 필요함. 따라서 기존의 저상버스 표준모델을 대형과 중형으로 구분하여 정의할 필요가 있음.

- 전장의 경우 대형버스의 표준모델은 기존의 10,500 ㎜ 이상을 9,000㎜ 이상으로 변경하고 중형저상버스의 경우에는 7,000이상 ~ 9,000 ㎜ 미만으로 추가하는 것이 필요함.
- 차실천장 높이의 경우에는 대형버스는 기존의 기준을 유지하며, 중형저상버스는 중형버스의 크기를 고려하여 1,900 ㎜ 이상으로 구분하여 정의하는 것이 필요함.
- 출입문 유효폭의 경우에는 대형버스는 중간문, 앞문으로 구분되어 있으나 중형저상버스는 길이가 짧기 때문에 출입문 1개로 정의하고 출입문 유효폭은 900 ㎜ 이상으로 정의할 필요가 있다고 판단됨. 유효폭 900 ㎜는 일본과 유럽의 중형저상버스 기준과도 동일하며 보건복지부의 '장애인 전동보장구 급여품목 및 결정가격 고시, 고시 제 2017-163호' 에 제시된 전동휠체어의 크기 자료나 시범운행시의 탑승모습에서도 확인할 수 있듯이 휠체어 탑승에 문제가 되지 않음.
- 경사판은 기존에 자동경사판으로만 정의되어 있으나 적용 범위를 확대하기 위하여 '자동식 발판'을 '발판'으로 수정하여 자동이나 수동을 선택적으로 적용할 수 있도록 현실화할 필요가 있음.
- 휠체어 고정장치의 경우 중형저상버스의 크기를 고려하여 1개 이상으로 중형저상버스의 기준을 추가하는 것이 필요함.

1) 경사판

경사판의 경우 저상버스 표준모델 제2조 3항에 '자동식 발판' 으로 표기 되어 있는데, 자동식 경사판의 경우 연석의 높이가 높거나 보도가 없는 차도에서는 오작동을 하는 경우가 많고, 자주 사용하지 않아 고장이 나거나 운전기사가 작동법을 몰라 작동을 못 시키는 경우가 발생한다는 사례가 많으며 제도 도입 초기에는 장애인 단체에서 자동경사판을 요구하여 기준에 반영해 놓았으나 이용에 불편요소가 많고 고장시 수리비가 많이 소요되어 오히려 수동경사판을 적용해 달라는 요구가 많았음(장애인 단체, 버스운송사 의견). 그리고 일본과 유럽의 저상버스 표준모델 기준에는 자동경사판과 수동경사판을 구분하지 않고 모두 적용할 수 있도록 되어 있으며, 뉴질랜드의 경우 수동경사판으로 정의하고 있음. 따라서 '**자동식 발판**'이라는 부분을 자동과 수동을 모두 포함 할 수 있도록 '**발판**'으로 수정하는 것이 바람직하다고 판단됨.

경사판의 기울기는 현재 1/12이하로 정의하고 있으나 버스의 폭이 제한되어 있어 현실적으로 만족하기 어려운 기준임. 반면에 일본과 유럽의 경우에는 연석 150㎜ 높이에 경사판을 펼쳤을 때 기울기를 12% 이하로 정의하고 있음. 그리고 우리나라는 연석이 없는 바닥에서의 경사판 각도 기준이 없는데, 유럽의 경우 36% 이하로 기준을 정하고 있으므로 이에 대한 기준 추가가 필요함.

3.6.3. A door for wheelchair access, that is not a service door, shall have a minimum height of 1,400 mm. The minimum width of all doors providing wheelchair access to the vehicle shall be 900 mm which may be reduced by 100 mm when the measurement is made at the level of handholds.

3.6.4. It shall be possible for a wheelchair user to move freely and easily from the outside of the vehicle through at least one of the doors for wheelchair access into the special area(s) with the reference wheelchair, the dimensions of which are shown in Annex 4, Figure 21.

3.11.4. Ramp

3.11.4.1. General provisions

3.11.4.1.1. The ramp shall only be capable of operation when the vehicle is at standstill.

3.11.4.1.2. Edges on the outside shall be rounded to a radius of no less than 2.5 mm. Corners on the outside shall be rounded to a radius of not less than 5 mm.

3.11.4.1.3. The useable surface of a ramp shall be at least 800 mm wide. The slope of the ramp, when extended or folded out on to a kerb of 150 mm in height, should not exceed 12 per cent. The slope of the ramp, when extended or folded out to the ground, should not exceed 36 per cent. A kneeling system may be used to achieve this test.

Requirements for urban buses in New Zealand

New Zealand's common standard for urban bus quality (2014)

6.5 Ramp

A manually-operated flip-over style ≥800mm width ramp shall be provided at the front door that can be deployed and recovered by the driver on request from wheelchair, pram users or any other impaired passengers where the kneeling facility proves to be insufficient. Ramps must comply with section 8.2 of the Land Transport Rule: Passenger Service Vehicles 1999 in terms of any ramp, door brake interlock and driver warning system.



[그림] 해외 저상버스에 적용된 수동 경사판

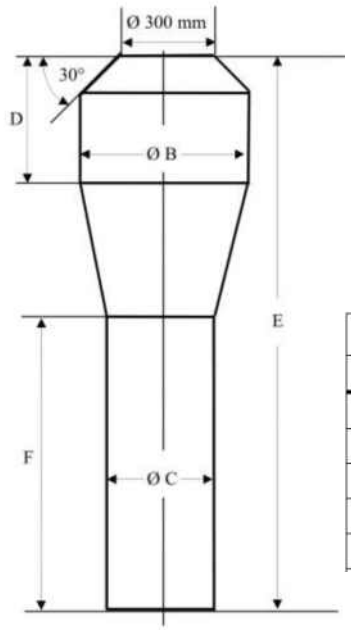
2) 전장

중형저상버스는 자동차관리법에서 버스의 분류상 승합자동차 중/소형을 초과(4.7m)하여 길이가 9m 미만인 자동차로 분류가 되어 있어 중형 승합자동차에 속함. 하지만 현재의 저상버스 기준에는 10,500 ㎜ 이상의 차량에 대해서만 저상버스에 속할 수 있는 것으로 되어 있음. 따라서 중형저상버스를 저상버스 표준에 넣기 위하여 대형저상버스와 중형저상버스에 대한 전장 기준을 구분하는 것이 필요하며, 대형버스의 표준모델은 기존의 10,500 ㎜ 이상을 9,000㎜ 이상으로 변경하고 중형저상버스의 경우에는 7,000 이상 ~ 9,000 ㎜ 미만으로 추가하는 것이 필요함. 일본의 경우에도 중형저상버스의 기준을 7,000이상 ~ 9,000 ㎜ 미만으로 정의하고 있음.

3) 차실천장 높이

현재의 저상버스 기준에는 차실천장 높이에 대하여 저상면으로부터의 높이와 뒷부분 통로면으로 부터의 높이로 구분하고 있음. 중형저상버스의 경우 차폭이 2,000㎜ 정도로 대형버스의 차폭 2,490㎜ 보다 좁아 차량의 높이가 높을 경우 차량이 옆으로 넘어질 가능성이 높아지므로 같은 높이 기준을 적용할 수 없음. 따라서 저상면으로부터 1,900 ㎜로 중형저상버스 기준을 따로 만드는 것이 필요함.
이는 통로의 높이를 측정하는 검사구의 높이치수가 1,900㎜로서 무리가 없을 것임

Figure 6
Gangway mannequin



Single deck					
Class	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)
A	550	350	500[1]	1,900[1]	900
B	450	300	300	1,500	900
I	550	450[2]	500[1]	1,900[1]	900
II	550	350	500[1]	1,900[1]	900
III	450	300[3]	500[1]	1,900[1,4]	900[4]

4) 출입문 유효폭

출입문 유효폭은 “교통약자의 이동편의 증진법” 시행규칙 별표 1의 “이동편의시설의 구조·재질 등에 관한 세부기준”에서 버스와 관련하여 승강구 유효폭이 800 ㎜ 이상으로 규정되어 있음. 대형저상버스의 앞문은 표준모델 기준에서 900 ㎜ 이상으로 규정되어 있음. 일본, 유럽의 경우에는 휠체어를 승강시키는 승강구의 유효폭을 900 ㎜ 이상으로 하는 규정을 두고 있으며, 뉴질랜드의 경우에는 13~35명이 타는 버스의 경우에 850 ㎜ 이상으로 하고 있음.

출입문 유효폭 결정과 관련하여 중요한 사항중에 하나는 휠체어의 탑승이 가능한지에 대한 것임. 일반휠체어와 관련된 국내 표준은 소멸된 상태이나 소멸 전의 휠체어 관련 국가 표준(KS P ISO 7193)에 따르면 일반휠체어의 너비는 700 ㎜로 되어 있음. 한편, 식품의약품안전처의 ‘전자의료기기 기준규격(제2014-81호)’의 50. 전동휠체어 및 의료용스쿠터의 분류에 의하면 A, B, C 등급으로 나뉘어 각각의 크기는 아래 표와 같으며 최대 너비는 800 ㎜ 임. 또한 장애인복지법에 따라 등록된 장애인 가입자 및 피부양자가 보장구인 휠체어를 구입할 때 국민건강보험공단에서 보험급여비로 휠체어의 비용을 지급해 주는데, 이때 식품의약품안전처에서 허가받은 등급의 제품에 대해서만 실구입금액의 90% 비용을 지원해 해줌. 아래 그림은 건강보험공단에 등록된 전동휠체어와 전동스쿠터 제품의 너비, 길이, 높이에 대하여 나타낸 그래프임. 모든 경우에 너비가 800 ㎜를 넘지 않는 것을 확인 할 수 있음.

따라서 크기가 작은 중형 버스임을 고려하고 휠체어의 크기 등을 고려하여도 900 ㎜ 이상이면 휠체어의 탑승이 가능할 것임. 현재 개발된 중형저상버스 시작차의 경우 출입문 유효폭이 900 ㎜ 이며 시작차의 시범운행(대전시 장애인단체)을 통한 시승에서 휠체어 장애인이 경사판을 통해 버스에 탑승하는 모습인데, 실제로 휠체어는 물론 전동 스쿠터까지 탑승이 가능함을 확인하였음.

[표] 전동 휠체어 형태별 크기

	전동 휠체어 형태 분류		
	A	B	C
최대 길이 (㎜)	1,200	1,300	1,400
최대 너비 (㎜)	650	700	800
최소 최저지상고 (㎜)	30	60	80
최대 회전 지름 (㎜)	900	900	1200
최대 회전 너비 (㎜)	1300	1500	1800



(a) 일반휠체어 탑승 (b) 전동스쿠터 탑승

[그림] 중형저상버스 시범운행시 휠체어 탑승 모습

출입문 유효폭과 관련하여 일본에서는 휠체어를 승강시키는 승강구의 유효폭을 900㎜이상 (소형은 800㎜) 으로 하고 있으며, 유럽의 경우에는 900㎜ 이상으로, 뉴질랜드에서는 13~35 명 정도가 타는 중형저상버스의 크기와 같은 small bus에 대해서는 850㎜ 이상으로 하고 있음.

Regulation No. 107

3.6.2. There s … s can pass. In the c … or shall be a servi … ing device complying with the provisions of paragraph 3.11.3. (a lift) or 3.11.4. (a ramp).

3.6.3. A door for wheelchair access, that is not a service door, shall have a minimum height of 1,400 mm. The minimum width of all doors providing wheelchair access to the vehicle shall be 900 mm which may be reduced by 100 mm when the measurement is made at the level of handholds.

3.6.4. It shall be possible for a wheelchair user to move freely and easily from the outside of the vehicle through at least one of the doors for wheelchair access into the special area(s) with the reference wheelchair, the dimensions of which are shown in Annex 4, Figure 21.

Requirements for urban buses in New Zealand

SB : small bus
LB : Large bus
LBDD : Large bus double-decker

SB	13 – 35 seated passengers (excluding the driver).
LB LBDD	36 or more seated passengers (excluding the driver) including both rigid 2 and 3 axle and articulated buses. 80 or more seated passengers (excluding the driver) including both rigid 2 and 3 axle double-decker buses.

WIDTHS (CLEAR SPACE EXCLUDING ANY HANDRAILS ON THE DOOR)	Front door	
	SB	≥850mm single leaf.
	LB/LBDD	≥1000mm double leaf.
	Rear door LB	≥700mm single leaf.
	LBDD	≥1000mm single or double leaf rear door is preferred to assist with loading and unloading.

5) 휠체어 고정장치

중형저상버스는 기존의 저상버스에 비해 길이와 폭이 작기 때문에 휠체어 고정장치를 2개 이상으로 하는 것 보다 1개 이상으로 하여 운행노선에서 휠체어 이용 승객이 많은 경우 고정장치를 추가하는 것이 바람직해 보임. 뉴질랜드에서는 13~35명이 타는 small bus, 즉 중형저상버스의 크기 정도에서는 휠체어 자리를 1개 이상으로 규정하고 있으며, 유럽의 경우에는 Class 1에 대하여 1개 이상의 휠체어 자리를 요구하고 있음.

Regulation No. 107

5. Requirements

5.1. All vehicles shall comply with the provisions set out in Annex 3 to this Regulation. Bodywork approved separately shall comply with Annex 10. The approval of a vehicle incorporating a bodywork approved in accordance with Annex 10 shall be completed in accordance with that annex.

5.2. Vehicles of Class I shall be accessible for people with reduced mobility, including at least one wheelchair user, according to the technical provisions laid down in Annex 8.

6.3 Wheelchairs

Wheelchairs are described as both manual self/caregiver propelled or powered versions of preferred characteristics as follows:

- Footprint to be provided for forward or rearward facing stowage ≤700mm width x ≤1200mm length.
- If transverse stowed, with handles and foot rest capable of being folded or stowed ≤700mm width x ≤900mm length.
- Note: Powered mobility scooters are not classed as a wheelchair, and are not able to be carried due to their dimensions and restricted manoeuvrability. This restriction may be revisited at the next three yearly RUB review if evidence that more suitable (weight and dimensions) mobility scooters have become more widely available.

Space shall be provided, as part of the priority seating area, for the carriage of an occupied wheelchair/pram as specified above as follows:

SB	To carry one wheelchair, preferably rearward facing.
LB/LBDD	To carry a minimum of one wheelchair (preferably rearward facing and on the nearside).

NZ TRANSPORT AGENCY OCTOBER 2014 36

6) 안전장치

CNG 탱크 안전장치와 전기저상버스 안전장치에 대한 것은 자동차 안전기준에서 관리할 수 있는 부분이므로 삭제해도 무방할 것으로 판단됨.

다. 버스 외 기타 기준 요구사항

중형저상버스의 원활한 이용을 위해서는 기준에 맞는 정류장과 과속방지턱에 대한 인프라가 구축되어야 하며, 특히 휠체어 경사판을 이용할 수 있는 높이 15㎝ 이내의 승강장이 만들어져야 함. 따라서 저상버스를 위한 정류장 및 과속방지턱에 대한 표준이 정해지고 그에 맞추어 제작되어야 할 것임.

[표] 저상버스 표준모델에 관한 기준 (개정 제시안)

저상버스 표준모델에 관한 기준		
	현행 - 2016년 5월 13일 시행	**개정 제시안**
제1조 (목적)	저상버스 표준모델의 개발을 위하여 차량크기, 편의시설 등 저상버스 표준모델의 세부기준을 정함을 목적으로 한다.	현행 동일
제2조 (정의)	1. "저상버스 표준모델"이란 교통약자의 이동편의 증진뿐만 아니라 일반 승객이 승하차하기 편리하도록 차실 바닥 높이를 낮게 제작한 구조의 버스로써_저상면의 넓이가 전체 차실 바닥의 35% 이상이고, 저상버스 표준모델의 세부기준을 충족하는 버스를 말한다. 2. "저상면"이란 버스에 승객이 승차할 때 최초 밟게 되는 버스의 바닥을 말한다. 3. "경사판(Sliding Ramp)"이란 교통약자의 승하차를 용이하게 하기 위해서 버스와 도로를 연결시켜 주는 자동식 발판을 말한다. 4. "차체 경사장치(Kneeling system)"란 경사판의 경사각도를 낮게 하기 위해 차체를 한쪽으로 기울이는 장치를 말한다. 5. "통로"란 승객이 뒷부분좌석으로 착석하기 위해 이동하는 공간을 말하며, "뒷부분통로면"이란 차량의 중간문 이후부터 가장 뒤쪽 좌석까지 이동하는 공간을 말한다.	1. 현행 동일 2. 현행 동일 3. "경사판(Sliding Ramp)"이란 교통약자의 승하차를 용이하게 하기 위해서 버스와 도로를 연결시켜 주는 발판을 말한다. 4. 현행 동일 5. 현행 동일
제3조 (저상버스 표준모델의 세부기준)	저상버스 표준모델의 기준은 별표와 같으며, 기타 교통약자를 위한 편의시설에 관한 사항, 자동차 안전기준 등 별표에 포함되지 않은 사항은 교통약자의 이동편의 증진법」,「자동차관리법」등 관련 법령에 따른다.	현행 동일
제4조 (국고보조금의 지원 등)	① 국토교통부장관은 저상버스 표준모델의 기준을 충족한 버스에 대하여 국고보조금을 우선 지원할 수 있다. ② 국토교통부장관 및 지방자치단체장은 필요한 경우 국고보조금을 받은 저상버스 표준모델이 제3조에 따른 별표 기준을 준수하고 있는지 조사할 수 있다.	① 현행 동일 ② 현행 동일

[표] 저상버스 표준모델의 세부기준 (개정 제시안)

현행 기준 (2016년 5월 13일 시행)			저상버스 표준모델 기준 개정 제시안			
항 목		주요내용	항목		주요 내용	관련 근거
차량크기	▪ 전체 길이	▪ 10,500mm 이상	차량크기	▪ 전체 길이	▪ 대형은 9,000mm 이상 ▪ 중형은 7,000mm 이상, 9,000mm 미만	▪ 자동차관리법에 따른 분류
	▪ 저상면 높이	▪ 340mm 이하 * 단, 휠체어가 편리하고 안전하게 승하차 할 수 있는 범위 내에서 도로여건 등을 감안, 높이 조정가능		▪ 저상면 높이	▪ 현행 동일	
	▪ 차실천장 높이	▪ 저상면 : 2,100mm 이상 ▪ 뒷부분 통로면 : 1,900mm이상		▪ 차실천장 높이	▪ 대형은 저상면 2,100mm 이상 뒷부분 통로면 1,900mm 이상 ▪ 중형은 1,900mm 이상	▪ 중형은 차고가 낮음 ▪ ECE규정의 Gangway Mannequin이 1900mm임
	▪ 출입문 유효폭	▪ 중간문:1,200mm 이상 ▪ 앞 문:900mm 이상		▪ 출입문 유효폭	▪ 대형은 1,200mm 이상 ▪ 중형은 900mm 이상	▪ 해외사례도 900mm임
교통약자편의시설	▪ 자동경사판 (Sliding Ramp)	▪ 경사도 1/12 이하	교통약자편의시설	▪ 경사판 (Sliding Ramp)	▪ 150mm 연석기준 경사도는 12% 이하 ▪ 연석이 없이 지면에 경사판을 펼쳤을 경우는 36% 이하	▪ 국내 VOC 결과 수동을 선호함 ▪ 해외사례도 자동과 수동 모두 가능함 ▪ 경사도 관련 해외사례는 150mm 연석기준 12% 이하임
	▪ 차체 경사장치 (kneeling system)	▪ 60mm 이상 조절 가능		▪ 차체 경사장치 (kneeling system)	▪ 현행 동일	
	▪ 휠체어 고정장치	▪ 전동식, 수동식 휠체어 공용 가능한 2개 이상		▪ 휠체어 고정장치	▪ 대형은 2개 이상 ▪ 중형은 1개 이상	▪ 중형크기에 휠체어 1개소가 적합함 ▪ 해외사례도 차량크기에 따라
	▪ 좌석 팔걸이	▪ 통로쪽 좌석에 설치		▪ 좌석 팔걸이	▪ 현행 동일	
	▪ 정차 벨	▪ 휠체어 탑승자와 어린이 등도 쉽게 누를 수 있는 위치에 충분한 개수 설치		▪ 정차 벨	▪ 현행 동일	
	▪ 행선지 표시	▪ 승객들이 쉽게 알 수 있도록 차량 전면 및 측면에 LED 전광판으로 설치		▪ 행선지 표시	▪ 현행 동일	
출입문		▪ 자동문으로 설치하되, 비상시 수동도 가능 ▪ 도어끼임방지, 개문 발차 방지, 도어 오픈 방지, 발끼임 방지(커버 부착 등) 시스템 등 안전장치를 설치		▪ 출입문	▪ 현행 동일	
CNG 탱크 안전장치		▪ 화재 및 가스 누출경보장치, 소화장치 설치	안전장치	CNG 탱크	▪ 삭제	▪ 자동차 안전기준에서 관리할 항목임
안전장치 (전기저상버스)		▪ 추진계통관리 표시를 운전석에 표시 ▪ 비상시 대처 방법을 운전석에 표시 ▪ 구동축전지 형식에 적합한 소화기 설치		전기저상버스	▪ 삭제	▪ 자동차 안전기준에서 관리할 항목임

*** 2017년 12월 현재 '저상버스 표준모델에 관한 기준은 국토교통부 교통복지과에서 기준 개정을 진행중에 있으며, 향후 2018년 6월 이전에는 개정이 완료될 것으로 기대됨**

3. 중형저상버스 보급활성화 방안 마련

중형저상버스의 보급활성화를 위하여 10년간 보급을 진행했던 대형저상버스에 대한 보급 저해요인에 대한 분석을 통해 중형저상버스의 보급활성화 방안을 제시해보고, 보급가능 대수 산정 및 수요조사를 통한 중형저상버스 보급계획을 제시하고자 함.

가. 저상버스 보급 확대의 제약요소 분석

1) 기존 저상버스의 유지관리비용 문제 (대형저상버스)

버스운행에는 차량도입 비용뿐 아니라 유지관리비용 등 다양한 비용이 수반되므로 버스업계의 자발적인 저상버스 도입확대를 위해서는 제반 비용에 대한 부담완화가 무엇보다 중요함.
본 과제의 1차년도에 수행한 설문조사 결과에서 버스경영자들이 생각하는 '저상버스 운행시 적자 발생 여부 및 발생 원인' 에서 부품가격이 비싸서 적자 발생이 발생할 것이라는 의견이 50% 이상이었음.



[그림] 기존 저상버스 운행시 적자 발생여부 및 원인 조사

저상버스는 부품가격이 일반버스 대비 고가(한국운수산업연구원의 「저상버스 도입 확대에 따른 지원방안 연구」)이며, 일반 버스 대비 중량이 2톤 정도 무겁기 때문에 타이어 소모율이 증가하고, 낮은 차체로 인하여 연석 높이와의 부조화, 과속 방지턱, 불규칙한 도로 표면 등 운행여건이 열악한 하체 손상이 잦아서 차량 수리비가 증가하여, 표준운송원가에 기준하여 CNG 일반버스에 비해 30%정도 유지관리비용이 증가하는 것으로 알려져 있음.

또한 차량 중량 증가로 인하여 연료비 역시 일반 시내버스에 비해 증가하는 것으로 알려져 있음(일반 CNG버스 대비 연비 75% 수준, 아래 표 참조). 이러한 이유로 운수업체에서는 운영비 증가로 인해 저상버스의 도입 의지가 저조한 실정임. 참고로 서울시에서는 저상버스에 대해 시내버스 보조기준인 표준운송원가 상의 타이어, 정비관리비를 일반버스 대비 30% 할증하여 지원하고 있으나, 타 광역시의 경우에는 준공영제임에도 불구하고 저상버스 운영을 위한 별도의 고려는 없는 것으로 알려져 있음.

현재는 저상버스의 구입 시 추가적으로 소요되는 비용에 대해서는 중앙정부와 지자체가 보조하고 있고, 운영비에 대한 보조는 일부 지자체에서만 이루어지고 있음. 저상버스는 대부분이 CNG 차량으로서 정비비가 경유버스에 비해 높은 등 유지관리비가 과다 소요되고 있어서 업계의 부담으로 작용하고 있는 것이 현실임.

또한 주요부품별 가격을 비교해 보면 CNG 버스의 차량부품이 경유버스에 비해 4~12배 이상 높음을 알 수 있음.

[표] CNG 일반버스와 대형저상버스의 차량중량 및 연비 비교

구분	차량중량*	연비**
일반버스	10,700 ㎏	4.5 ㎞/㎥
저상버스	12,700 ㎏	1.5 ㎞/㎥
비 교	저상 : 일반 대비 2,000 ㎏	저상 : 일반버스 대비 30%

* 차량중량은 국내 Z버스제조사 기준 ** 연비는 시흥교통, 내부운영 기준

[표] 경유버스 및 CNG버스의 주요부품별 가격 비교

(단위: 천원)

구분	전기분배장치	라이닝	미션오일	타이어허브	후드럼
CNG버스	1,200	800	341	1,340	1,400
경유버스	300	100	25	129	146
비 교	4배	4배	12배	10배	9배

자료 : 현대모비스

또한 저상버스의 정비부품이나 소모품은 CNG 일반버스에 비해서 2~3배 가량 비싸서 대당 400~500만원의 운행 보조금으로는 정상적인 경영이 어려운 실정임. 그리고 저상버스의 연비는 CNG 일반버스에 비해 75% 수준으로 낮아서 저상버스를 많이 보유할수록 연료비 부담이 가중되고 있음.
이와 같은 저상버스의 과다한 유지관리비용은 버스업체가 보급 확대를 기피하는 요소로 작용하고 있음.

2) 지역여건에 따른 운행제약

저상버스는 차체가 낮고 대형이므로 도로폭이 협소한 이면도로, 급커브, 배향곡선로(S자형 곡선로), 급경사 등 운행여건이 열악한 노선에는 투입이 어려운 상황임. 따라서 굴곡이 없고 도로 폭이 넓은 특정노선을 중심으로 배차되고 있고, 보급율도 낮아서, 일반 시내버스 대비 배차시간이 4~5배 이상 긴 문제점이 있음(일반버스 4분~40분 대비 저상버스 30분~최대 4시간, 한국장애인연맹 조사자료, 2012). 특히 마을버스나 농어촌버스 운행지역은 도로환경이 열악한 경우가 많아서 현행 저상버스는 투입이 불가능한 곳이 많음.

3) 차량특성에 따른 운행제약

국내에서 저상버스는 대형버스만 생산·보급되고 있음. `16년 현재 전국에서 총 39,959대의 노선버스 중 5,757대(14.4%)가 중형버스로 운행되고 있으며, 이들 지역은 사실상 현행 저상버스 도입이 불가능하여 도입하고자 하여도 도입할 수 없는 실정임. 또한 저상버스는 모두 CNG차량이므로 지방도시에서 운행하기 위해서는 CNG 충전시설이 구비되어야 하나 대도시 이외의 지역에서는 미비하여 이 또한 도입하는데 제약 사유가 됨.

4) 차량 대·폐차 시의 버스업계의 손실

차령(9년)이 지난 버스의 중고차 가격은 차량상태 등에 따라 편차가 크지만, 대략 경유버스의 경우 약 500만원 내외, CNG버스는 경유버스의 약 2/3 수준인 330만 원에서 거래되고 있음. 저상버스는 일반 CNG버스에 비해 차량가격이 2배 가까이 높지만, 감가상각률이 크고 중고차 구매자가 제한되어 있음.
2009년 지자체의 대·폐차 지원금은 울산이 500만원이고, 충남·전북·경남이 1천만원(시·군비 500만원, 도비 500만원) 수준이었음. 하지만 지자체 사정에 따라 대·폐차 지원금이 없는 경우도 있을 뿐만 아니라, 저상버스는 대·폐차 시에 추가로 지원받는 금액이 없음 .
따라서 비싼 구입비용에 비해 대·폐차 시의 업계의 손실은 저상버스 도입을 꺼리는 또 하나의 요인으로 작용하고 있음.

[표] 대·폐차 지원금액

지역	대·폐차 지원금액
울산	• 총 지원금액 : 120,000천원(시비 100%) - 대수 : 24대 • 대당지원금액 : 500만원
충남	• 총 지원금액 : 1,605,875천원(도비 840,500천원, 시·군비 765,375천원) • 대당지원금액 : 1,000만원
전북	• 총 지원금액 : 661,000천원(도비 526,000천원, 시·군비 135,000천원) - 대수 : 60대 • 대당지원금액 : 평균 1,000만원(시·군별로 다름)
경남	• 총 지원금액 : 2,230,000천원 • 대당지원금액 : 시외버스 도비 1,000만원, 시내버스 시·군비 500만원+도비500만원

자료 : 전국버스운송사업조합연합회 내부자료, 2009

5) 정부 및 지자체의 도입의지 및 재원확보 미흡

지난 10년간의 저상버스 도입실적이 도입목표 대비 37.1%인 3,621대로 달성도가 낮음. 이러한 것은 교통약자 이동편의 증진계획상의 목표치는 지자체가 의무적으로 지킬 수 있도록 해야 하나 '교통약자 이동편의 증진법' 에 저상버스 도입 연한이 명시되어있지 않아 지자체별 재원확보 노력 여부에 따라 도입률에 큰 차이가 발생하는 것으로 판단됨. 2016년 기준으로 저상버스 도입률이 서울 37.1%, 강원 29.3%, 대전 23.2%로 높은데 비해 경북 7.6%, 전남, 8.4%, 충남 9.0%, 경기 9.9% 등은 도입실적이 매우 저조함.

CNG 용기 폭발 사고 등으로 인한 돌발상황 발생으로 지자체별 도입목표에 차질이 발생하기도 하였음. 이는 `10년 6월 CNG 용기 폭발사고 발생에 따른 안전관리대책으로 서울시 `11년 저상버스 도입대상 물량의 상당수가 `10년도에 일반차량으로 조기 교체되었으며, `11.3.22 시행한 차령 연장 중단 조치 해제로 당초 목표물량보다 도입가능대수가 상당수 감소하였음.

현행 대형저상버스는 저상차축, 차체경사장치, 동력전달장치, 변속기 등 핵심 부품이 수입품이고 자동변속기, 차체경사장치, 휠체어리프트 등의 장착으로 일반 시내버스에 비해 1억원정도 차량 가격이 고가임. 이에, 보급 확대를 위해 국비와 지방비의 매칭펀드로 저상버스 1대당 약 1억원의 보조금(일반버스와의 가격 차액)을 지원하고 있으나, 전술한 바와 같이 국비 확보가 원활하지 않고, 더욱이 재정자립도가 높지 않은 국내 지방자치체의 현실상 지방비는 확보가 더 어려운 실정임. 따라서 국비 및 지방비의 안정적인 확보가 필요함.

나. 제약요소에 대한 극복 방안

1) 저상버스의 유지관리 및 운영비용

전술한 바와 같이 저상버스의 높은 부품비용과 높은 연료소비율로 인해 저상버스 유지관리 및 운영에 있어 사업자의 손실을 피할 수 없기 때문에 이에 대한 비용지원이 필요함. 서울시와 같이 준공영제를 하는 경우에는 표준운송원가에서 대형저상버스의 경우 일반버스 대비 타이어비용과 정비비를 증액하여 반영해주지만 준공영제를 하지 않는 이상 구입보조금에도 불구하고 대형저상버스 도입에 따른 적자의 가장 큰 이유는 기존 차량 대비 연비 악화이므로 이에 대한 현실적인 지원 필요하며 이를 위해 차량 유지관리비와 연료비에 대한 보조금을 분리하여 보전해야할 것임.

농어촌지역의 경우 연비와 상관없이 승객수 감소에 따른 운송수입감소에 따른 적자액이 높으므로 어떤 버스를 운행해도 적자가 발생하는 구조임. 하지만 중형저상버스 도입시 기존버스 대비 연료경제성이 향상되어 적자 개선 효과가 발생할 수 있으나 여전히 낮은 운송수입 감소에 따른 적자발생이 예상되므로 이에 대한 현실적인 지원이 필요함.

2) 지역여건 및 차량 특성에 따른 운행제약

지역여건 및 차량 특성에 따른 운행제약 요인은, 대형저상버스가 운행하기 어려운 도로환경과 CNG 연료 충전소 부재임. 이 두 가지는 모두 대형저상버스가 가지고 있는 특징이나, 본 과제로 개발한 중형저상버스의 경우 개발 목표가 대형버스가 운행되기 어려운 도로여건을 극복하는 것이고, 연료의 경우에는 경유를 사용하기 때문에 지역여건에 따른 운행제약은 중형저상버스 도입으로 해결이 가능할 것임. CNG 충전소가 없는 시군의 경우 세종시 1곳, 경기도 7곳, 충북 10곳, 충남 14곳, 전북 11곳, 전남 19곳, 경북 19곳, 경남 25곳, 제주 2곳으로 나타나고 있어 이들 지역에서는 CNG 충전소가 신설되지 않는 이상 경유를 사용하는 버스가 운행될 수 밖에 없는 실정이므로, 이들 지역에서는 경유를 사용하는 중형저상버스의 보급을 통해 저상버스의 보급 확대를 추진할 필요가 있음.

3) 차량 대 · 폐차 시의 버스업계의 손실

대형저상버스의 경우 대폐차시 중고차가격이 일반버스에 비해 낮게 형성되어 있어 이 또한 사업자로 하여금 재정적 부담을 지우게 되는 것임. 이에 대한 근본적인 해결방안은 저상버스로 모든 버스를 보급하는 것이나, 현실적으로 어렵기 때문에 대형저상버스 구입 때와 마찬가지로 중고차비용에 대하여 정부보조금을 지원해야 할 것으로 판단되며, 저상버스에 대한 보급률을 증가시키면서 보조금을 점차 줄여나가야 할 것으로 판단됨. 하지만 중형저상버스의 경우에는 보급이 아직 보급되지 않은 상황이나, 대형저상버스와는 달리 경유를 사용하고 있으므로 중고차 가격이 동급의 버스에 비해 떨어지지 않을 것으로 보임.

4) 정부 및 지자체의 도입의지 및 재원확보 미흡

도입강제를 명문화하여 도입률 미달성에 따른 페널티를 줄 수 있는 방안을 마련해야 할 것임. 예를 들어 도입률 미달성시 해당 대수 만큼 차년도에 도입대수 중 중앙정부의 보조금을 삭감하고 도입목표는 그대로 유지하는 하는 것도 방안이 될 수 있을 것임. 하지만 패널티를 주기만 해서는 어려운 것이 지방정부의 재정상태가 열악하여 구입보조금에 대한 매칭 비용을 감당하기 어려운 지역도 있기 때문임. 따라서 지방정부의 재정자립도에 따른 중앙정부와 지방정부의 구입보조금 매칭 비율을 달리할 수 있는 방안을 마련하는 것이 필요함.

다. 중형저상버스 보급효과 분석

1) 개요

중형저상버스는 현재 보급이 되고 있는 대형저상버스와 마찬가지로 구입보조금 및 세제혜택을 받게 될 것임. 따라서 중형저상버스 보급이 사회적, 경제적으로 어떤 이득을 얻을 수 있는지에 대하여 분석할 필요가 있으며, 특히 경제적으로 보급을 위해 투입되는 재원 대비 어느 정도의 이득을 얻을 수 있는지를 분석하였음. 2018년 이후 중형저상버스 표준 모델이 국내 도입 활성화 지원을 위한 시장분석, 경제성 평가, 수익성 평가 및 농어촌 버스 도입에 따른 효과분석을 진행하였음.

2) 분석 방법

중형저상버스 보급의 타당성을 검토하기 위한 경제성 평가는 크게 교통약자가 얻을 수 있는 사회적 유익 여부를 판가름 할 수 있는 공공재적인 경제성 분석과 기업 관점(버스를 구입하여 운영하는 운수사의 입장에 대한 것)에서 유익 여부를 판단할 수 있는 수익성 분석으로 나눌 수 있음. 경제성 분석의 경우 중형저상버스의 보급으로 내구연한(9년)동안 얻을 수 있는 사회경제적 편익으로 승하차시간절감편익, 환경개선편익, 교통약자(장애인, 고령자) 이용편익 등을 고려할 수 있으며, 이때 비용의 경우 차량구입비 보조금, 취득세 등의 세수 손실부분을 고려할 수 있음. 수익성 분석의 경우 최종소비자 가격을 기준으로 하여 초기 구입비용 감소 및 운행비용 절감 부문을 사업자 편익으로 보고, 추가적인 비용부문에 대한 것(정비비 등의 유지보수비) 등을 비용으로 판단할 수 있음. 본 연구에서는 시군지역 등 농어촌 버스에 중형저상버스 우선 도입시 주요 효과 분석을 진행하고, 추가적으로 요구되는 보조금 규모의 예측을 수행하였음.

3) 장래 중형저상버스 규모 현황 및 추정

가) 시장의 정의

제2차 교통약자 이동편의 증진계획(2012~2016년)에 따르면 연도별 도입대수는 지자체 재정여건, 교통약자 현황, 수요 등을 감안하여 단계적으로 도입하도록 하고 있음. 고령자 비율이 높은 도농복합지역은 저상버스 도입욕구는 높으나 도로여건이 저상버스가 운행하기 어려운 환경이며, 시내버스 이용자가 적어 운수업체에서 대형버스 운영을 꺼리는 실정이다. 따라서 이러한 지역에서 전장이 짧아 농어촌지역 및 도시의 이면도로 운행이 가능한 중형저상버스의 보급이 가능한 시장임.

- 중형저상버스 시장은 아래 그림과 같이 다음의 시장으로 분류가 가능함
  - 농어촌버스 노선에서 중형저상버스로 전환되는 시장
  - 마을버스 노선에서 중형저상버스로 전환되는 시장
  - 일반대형버스에서 대형저상버스를 구매하지 않고 재차인원이 30인 이하로 나타나거나, 비첨두시간의 운행을 통해 절감함으로써 전환되는 시장 (본 연구에서는 중형이하 시내버스를 그 대상으로 한정함)



[그림] 중형저상 버스 신규 시장의 형태

나) 장래 저상버스 최종 시장 규모

교통약자의 이동편의 증진법 시행령 제14조(저상버스 등의 운행대수) 제2항에서 '대통령이 정하는 일정대수 중 특별시와 광역시는 운행하고자하는 버스대수의 1/2, 시와 군은 운행하고자 하는 버스대수의 1/3을 규정하고 있음. 2016년 현재 일반시내버스만으로 법정목표대수(특별시와 광역시: 50%, 다른 시도: 33.3%)를 고려할 때 부족분을 표시하면 아래 표와 같음.

● 장래 버스 이용자 수의 예측

버스 이용객수에서 노선버스의 대당 수송인원으로 본 생산성은 1980년 이후 2003년까지 지속적으로 급격히 감소하다 2014년까지 시내버스 수송인원이 증가하여 2014년은 연간 56억명 가량 이용하고 있음.
농어촌 버스에 대한 세부 이용자수의 경우, "농어촌지역의 효율적 대중교통서비스 공급방안 연구"(전상민, 한국운수산업연구원, 2015년)에 따르면, 2013년도 기준 농어촌버스 수송인원은 86,752천명 수준으로 과거 10년 전(2003년)과 비교하여 약 37.0% 감소하였고, 대당1일 수송인원도 ' 13년도 132명으로 동 기간 28.1% 감소한 것으로 나타남. 이 수치는 전체 시내버스 수송인원의 약 1.56%에 해당하는 수치로 볼 수 있음. 아래 그림은 동일 자료에서 제공하는 농어촌버스의 총수송 인원과 대당 1일 수송인원 변화를 나타낸 것임.

[표] 일반시내버스만을 고려시 법정목표비율 대비 저상버스 부족분

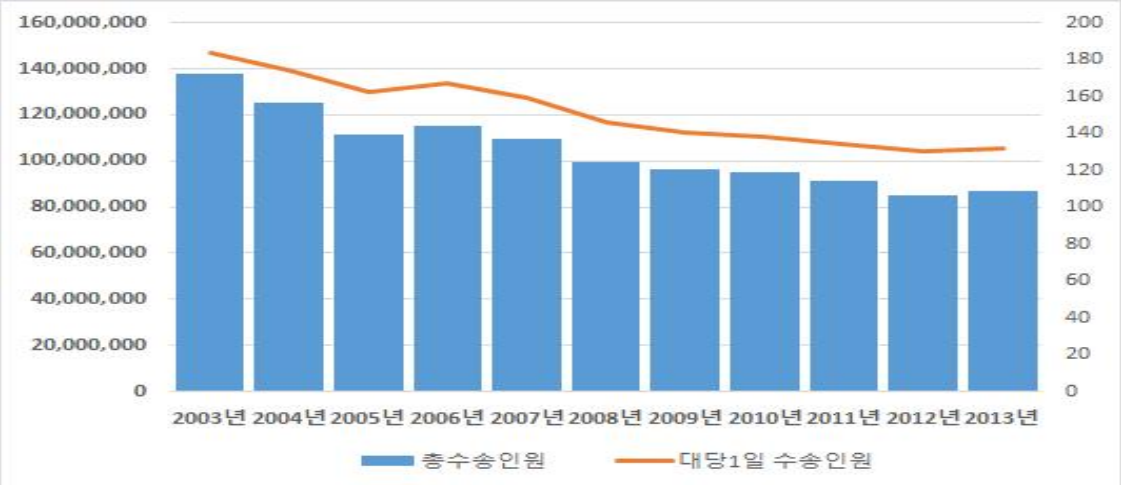
구분	2016년 4월 현재			법정저상버스 목표대수	저상버스 부족분(시내버스)
	저상버스비율	저상버스대수	시내버스대수		
서울	35%	2,653	7,534	3,767	1,114
부산	18%	464	2,511	1,256	792
대구	22%	362	1,658	829	467
인천	14%	326	2,312	1,156	830
광주	18%	166	930	465	299
대전	25%	241	965	483	242
울산	15%	100	670	335	235
경기	14%	1,347	9,793	3,264	1,917
강원	32%	184	567	189	5
충북	22%	121	540	180	59
충남	8%	59	758	253	194
전북	18%	149	850	283	134
전남	11%	74	680	227	153
경북	9%	97	1,088	363	266
경남	25%	386	1,529	510	124
제주	6%	10	167	56	46
합계	-	6,739	32,552	13,614	6,875

[표] 시내버스 수송인원 증가율의 변화

구분	시내버스 수송인원(인)	증가율	1일 1대당 수송인원(인)
2000년	4,823,851,226	-4.8%	433
2001년	4,640,595,123	-3.8%	388.11 (추정치)
2002년	4,523,037,257	-2.5%	378.27 (추정치)
2003년	4,408,603,971	-2.5%	368.70 (추정치)
2004년	4,451,840,146	1.0%	372.32 (추정치)
2005년	4,536,633,615	1.9%	394
2006년	4,615,930,114	1.7%	402
2007년	4,768,437,373	3.3%	422
2008년	5,068,670,997	6.3%	426
2009년	5,168,492,380	2.0%	411
2010년	5,246,964,740	1.5%	432
2011년	5,535,685,778	5.5%	442
2012년	5,541,219,531	0.1%	437
2013년	5,563,238,757	0.4%	465.27 (추정치)
2014년	5,623,985,375	1.1%	470.35 (추정치)

※ 출처: 전국버스운송사업조합연합회, 2014년 버스통계

※ 1일 1대당 수송인원 출처: 여객운송산업 동향분석 지표개발 및 육성지원 방안, 한국교통연구원, 2013. 03.



[그림] 농어촌버스 수송인원 및 대당 1일 수송인원 변화추이

(※ 출처: 전상민(2015), 농어촌지역의 효율적 대중교통서비스 공급방안 연구, 한국운수산업연구원)

마을버스의 이용현황과 관련하여서는 "마을버스 노선 및 지원체계 합리화방안"(경기개발연구원, 2013)의 자료에 따르면, 마을버스 1대당 1일 평균이용객수의 경우 405명 수준으로 제시하고 있음. 대당 1일 수송인원을 추정하면 2013년 기준은 아래 표와 같이 정리할 수 있음.

[표] 시내버스, 농어촌버스 및 마을버스 대당 1일 수송인원 (단위:인/일)

구분	시내버스	농어촌버스	마을버스
대당 1일 수송인원	465	132	40
	2013년 기준	2013년 기준	2011년 기준

● 교통약자 버스 이용자 수의 예측

2015년 교통약자 이동편의 실태 조사에 의하면, 장래 전국인구는 2016년 50,801천명에서 2020년 51,435천명으로 증가할 것으로 예측되며, 교통약자 인구는 2016년 13,419천명에서 2020년 약 14,602천명으로 연평균 2.13%로 지속적으로 증가할 것으로 예측됨. 고령자는 2016년 6,897천명에서 2020년 8,132천명으로 가장 큰 폭으로 증가할 것으로 예측됨. 반면 임산부는 2016년 436천명에서 2020년 421천명으로 연평균 0.88%로 지속적인 감소 추세이며, 영유아동반자의 수는 2016년 2,267천명에서 2020년 2,259천명으로 연평균 0.09%로 감소할 것으로 예측됨. 앞에서 살펴본 2012년~2013년 기준 버스유형별 1일 수송인원이 2018년부터 2027년도 동일하다는 가정하에, 상기 교통약자의 비율을 기반으로 버스유형별 한 대당 1일 수송인원의 추정치를 구하면 아래 표와 같음.

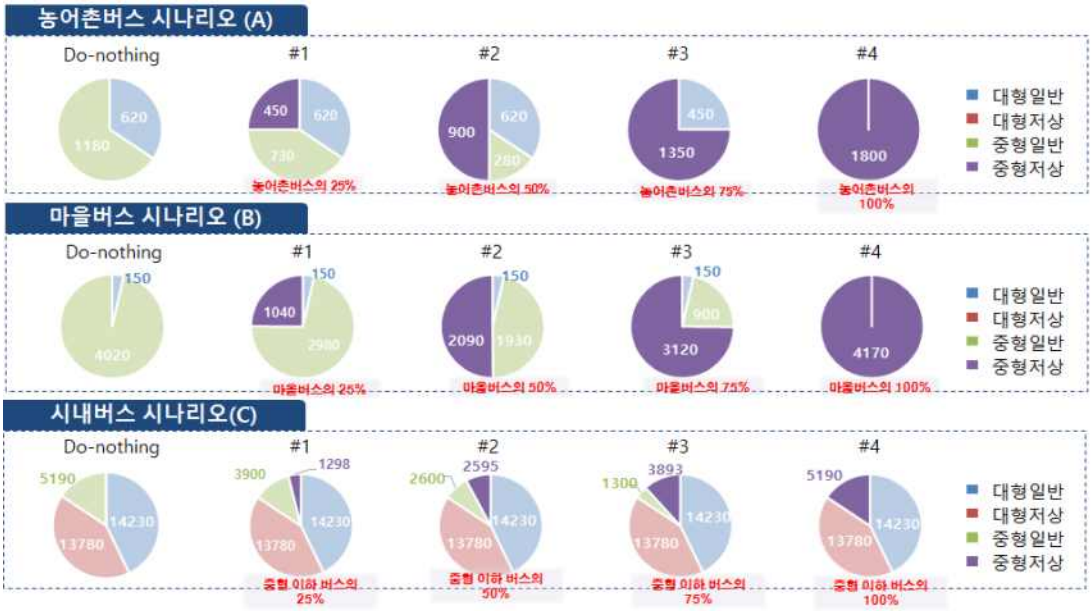
[표] 장래 교통약자별 버스유형별 대당 1일 수송인원 추정치 (단위 : 인/일)

구분	전체 교통약자의 1일 수송인원(추정치)			전체 비교통약자의 1일 수송인원(추정치)			전체 장애인의 1일 수송인원(추정치)			전체 고령자의 1일 수송인원(추정치)		
	시내 버스	농어촌 버스	마을 버스	시내 버스	농어촌 버스	마을 버스	시내 버스	농어촌 버스	마을 버스	시내 버스	농어촌 버스	마을 버스
2018년	125.8	36.0	135.5	336.67	96.39	362.65	13.6	3.9	14.7	67.3	19.3	72.5
2019년	128.7	36.8	138.6	333.80	95.57	359.55	13.6	3.9	14.7	70.2	20.1	75.6
2020년	132.1	37.8	142.2	330.44	94.60	355.94	13.6	3.9	14.7	73.5	21.1	79.2
2021년	134.9	38.6	145.3	327.63	93.80	352.91	13.6	3.9	14.7	76.6	21.9	82.6
2022년	137.7	39.4	148.4	324.75	92.98	349.81	13.6	3.9	14.7	79.9	22.9	86.0
2023년	140.7	40.3	151.5	321.82	92.14	346.65	13.6	3.9	14.7	83.2	23.8	89.7
2024년	143.7	41.1	154.8	318.82	91.28	343.42	13.6	3.9	14.7	86.7	24.8	93.4
2025년	146.7	42.0	158.1	315.76	90.40	340.13	13.6	3.9	14.7	90.4	25.9	97.4
2026년	149.9	42.9	161.4	312.64	89.51	336.76	13.6	3.9	14.7	94.2	27.0	101.5
2027년	153.1	43.8	164.9	309.45	88.59	333.32	13.6	3.9	14.7	98.2	28.1	105.7

4) 비용 및 편익 항목의 계량화

가) 분석 시나리오

본 연구에서 수행한 주요 분석 시나리오는 농어촌버스 시나리오(A), 마을버스 시나리오(B), 시내버스 시나리오(C)의 경우로 아래 그림과 같이 설정하였음.



[그림] 분석 시나리오

● 기본 대안 (DO-NOTHING 대안)

▷ 이때, 기본 대안인 Do-nothing 대안은 중형저상버스가 미도입되어, 2018년부터 2027년까지 저상버스 보급률을 법정 저상버스 비율까지 맞추어 대형저상버스만 도입할 경우를 의미함
▷ 이 경우 시내버스 부문에만 대형저상버스만 도입이 되고, 농어촌 버스 부문은 미도입 됨

- 농어촌버스 시나리오(A): 농어촌지역의 버스의 25%, 50%, 75%, 100%의 버스가 중형저상버스로 대체할 경우에 대한 시나리오에 대하여 분석하였음.

- 마을버스 시나리오(B):마을버스의 25%, 50%, 75%, 100%의 버스가 중형저상버스로 대체할 경우에 대한 시나리오에 대하여 분석하였음.

- 시내버스 시나리오(C):시내버스 중 중형이하 버스의 25%, 50%, 75%, 100%의 버스가 중형저상버스로 대체할 경우에 대한 시나리오에 대하여 분석하였음.

나) 비용의 추정

● 버스 운행비용의 구성- 표준운송원가

일반적으로 버스 운행비용은 아래 표와 같이 구성이 되어 있으며, 차량구입비(고정비)와 차량운행비(변동비)로 구분이 가능하며, 본 연구에서 고려한 비목은 차량보험료, 차량감가상각비, 차량정비비, 타이어비임.

[표] 일반적인 버스운행비용의 구성

구 분	원 가 항 목	구분	본 연구에서의 고려여부
고정비	인건비 (운전직, 정비직, 관리직, 임원)	급여, 퇴직급여, 복리후생비	-
	차량보험료	실제 보험료 지출액	고려
	차고지비		-
	차량감가상각비	차량가액(보조금제외)/내용연수(9년)	고려
	기타차량유지비	보유차량대수*표준단가(업체평균)	-
	기타관리비	보유차량대수*표준단가(업체평균)	-
변동비	차량정비비	운행거리(㎞)*운행거리당 차량정비비	고려
	타이어비	운행거리(㎞)*운행거리당 타이어비	고려
적정이윤	기본이윤	지자체별, 준공영제실시여부별 등 상이함	-
	성과이윤		

● 고정비

대형일반버스(CNG), 대형저상버스 등의 도입시 초기 차량구입비가 존재하며, 운수사업자가 신규 차량을 구입할 때 발생하는 차량구입비의 경우 정부의 보조금이 존재하므로, 기존 대형저상버스의 경우 대형일반버스와 대형저상버스와의 차액을 보조금으로 지급해 왔음. 이에 본 연구에서도 중형저상버스의 도입시 중형일반버스와 중형저상버스 예상가격의 차이를 운수사업자가 부담하는 차량구입비로 설정할 수 있음. 여기서 본 연구의 주안점이 되는 경제성 분석의 경우 대헝저상버스 혹은 중형저상버스의 정부보조금이 사회적으로 발생하는 추가적 비용이 됨.

아래 표는 본 연구에서 활용한 초기구입비와 정부보조금의 내용임. 2018년 기준 금액으로 환산하기 위하여, 실질이자율 2.43%를 이용하여 추정, 여기서, 기준금리는 2015년 1.5%, 그리고 2016년, 2017년 1.5%의 기준금리로 가정하고 평균 기준금리 1.5%로 가정, 물가상승율은 2014년 1.3%, 2015년 0.7%, 그리고 2016년, 2017년 1%로 가정하여 평균 0.93%로 가정하였고, 따라서 실질이자율은 1.5%+0.93%로 2.43%로 설정하였음.

[표] 버스 유형별 초기구입비 및 보조금 금액

버스유형	과제 적용 모델	관련 비용	출처
대형 일반 버스	현대자동차 뉴슈퍼에어로시티(CNG)	기준가격: 114,014,848원, 부대비용 921,019원, 보조금 18,500,000원, 취득가액 96,435,867원	2014년 서울시 표준원가 기준 가격
대형 저상 버스	현대자동차, 초저상 뉴슈퍼 에어로시티초저상 (CNG)	기준가격: 203,180,386원, 부대비용 1,634,343원 (저상버스)보조금 119,158,000원, 취득가액 85,656,729원	2014년 서울시 표준원가 기준 가격
중형 일반 버스	현대자동차 중형일반 현대그린시티 (CNG)	기준가격: 107,568,295원, 부대비용 869,446원 보조금 16,000,000원, 취득가액 92,437,741원	2014년 서울시 표준원가 기준 가격
중형 저상버스 CITY 모델)	타다대우 (디젤) - 개발 중	취득가액 61,500,000원, (저상버스)보조금 50,000,000원	여기서 보조금은 약 50,000,000원으로 가정
중형 저상버스 (URBAN 모델)	타다대우 (디젤) - 개발 중	취득가액 60,000,000원, (저상버스)보조금 50,000,000원	
마을 버스	현대자동차, 뉴카운티 모델 참고	취득가액 57,450,000원	http://www.hyundai.com/kr/showroom.do?carCd1=BS001

● 변동비

시내버스 및 농어촌버스의 차량운행비(변동비)의 경우, “2014년 시내버스 표준원가에 따른 운송비용 정산지침”(서울시, 2014)에서 제시된 항목 중에 아래의 항목을 적용하였음.

▷ 차량감가상각비: 초기구입비/내구연한(9년) 적용하여 재산정
▷ 차량보험료: 2014년 시내버스 표준원가에 따른 운송비용 정산지침의 대형버스 14,117원, 중형버스 10,920원을 적용
▷ 차량정비비: 2014년 시내버스 표준원가에 따른 운송비용 정산지침의 일반버스 8,890원, 대형저상버스 11,557원, 중형일반버스 10,920원, 중형저상버스 10,920원[6] 적용
▷ 타이어비: 2014년 시내버스 표준원가에 따른 운송비용 정산지침의 일반버스 4,389원, 저상버스 5,706원 (기존 중형일반버스 금액의 30% 할증 적용)

마을버스의 경우 ’08년 서울특별시 마을버스 운송원가 산정(서울시, 2008)에서 제시한 자료를 근거로 하여 경유 중형마을버스 운송원가 406,466원/일/대(2008년 기준)을 적용하여 현행화를 시행하였음. 저상버스의 내용 연수는 9년으로 규정되므로 운영개시 9년째 다음 연도인 2028년에는 저상버스에 대해 재투자가 이루어지는 것으로 가정해야하지만, 본 보고서에서는 재투자비는 고려하지 않았음. 한편 엄밀한 비용편익분석을 위해서는 저상버스의 잔존가치를 분석 분석대상기간의 완료 시점인 2028년에 음(-)의 비용으로 처리하였음.
최종 사용된 비용 단가는 아래 표와 같음.

[표] 사용된 비용 단가 (2014년 기준)

항목		CNG			경유					단위
		대형 일반버스	대형 저상버스	중형 일반버스	대형 일반버스	중형 일반버스	중형 저상버스 (도시)	중형 저상버스 (농어촌)	마을버스 (뉴카운티)	
초기비용	초기 구입비	132,000	108,080	125,598	108,080	107,150	61,500	60,000	57,450	천원/대
	정부 보조금 (예상)		119,158				50,000	50,000		천원/대
고정비	차량감가상각비	40,183	32,901	38,234	32,901	32,618	18,721	18,265	17,489	원/대-일
	차량 보험료	14,117	14,117	10,920	14,117	10,920	10,920	10,920	10,920	원/대-일
변동비	차량 정비비	8,890	11,557	8,890	8,890	8,890	11,557	11,557	11,557	원/대-일
	타이어비	4,389	5,706	4,389	4,389	4,389	4,389	4,389	4,389	원/대-일

6) 중형저상버스의 차량정비비는 디젤차량으로 변경함으로 CNG보다 정비가 용이함을 고려하여 중형일반버스 수준으로 가정

다) 편익의 추정

● 편익항목의 구분

중형저상버스 도입에 따른 편익은 저상화로 인한 (1) 승하차 시간절감 편익, (2) 교통약자 이용 편익, (3) 대기환경개선 편익, (4) 연료비 절감 편익이 있음. 본 연구에서 활용하는 대안별 편익의 발생 상황은 아래 표와 같음.

[표] 본 연구에서의 편익분석 항목

구 분	편익분석 항목	비고
직접편익	● 승하차 시간 절감 편익 (일반이용자+교통약자) ● 교통약자 이용 편익 ● 대기환경개선 편익 ● 연료비 절감 편익	편익분석 반영
간접편익	● 지역간 형평성 제고 효과 ● 국내 기술 확보로 통한 국외 시장 진출 등	편익분석 미반영

● 승하차시간 절감 편익

기존 기획연구에서는 승하차시간 절감편익을 이용할 경우 아래 표와 같이 조사된 지표를 이용하여 분석하였음.

[표] 평균 승하차시간

항목	세부 지표	출처
농어촌지역 기존 일반버스의 1인당 승하차시간	승차시 8.92초/명 하차시 4.06초/명 1인당 8.92초/명	신에너지 바이모달 저상굴절 차량개발 한국철도기술연구원 2009
기존 마을버스	승차시 4.60초/명 하차시 3.00초/명 1인당 7.60초/명	신에너지 바이모달 저상굴절 차량개발 한국철도기술연구원 2009
저상버스 도입시 승하차 시간	승차시 1.80초/명 하차시 2.10초/명 1인당 3.90초/명	저상버스 도입운영방안에 관한 연구 한국교통연구원 2002

여기서, 중형저상버스의 도입으로 유발되는 추가 수요는 반영하지 않았음. 승하차시간 절감 편익 산정을 위한 버스이용객의 시간가치는 교통시설 투자평가지침-5차 개정 (국토해양부, 2013)에서 제시된 아래 표와 같은 업무 및 비업무 통행시간가치를 준용하였음. 그리고 업무통행과 비업무통행의 비율을 각각 50%로 가정하였음.

[표] 전국권 차량 1대당 시간가치(2011년 기준)

구분	승용차		버스			화물차
	업무	비업무	운전자	업무	비업무	업무
재차인원(인)	0.34	1.22	1.00	0.74	9.85	1.00
인당시간가치(원/인·시)	20,718	6,746	15,076	20,718	2,880	15,636
시간가치(원/대·시)	7,110	8,208	15,076	15,331	28,366	15,636
평균시간가치(원/대)	15,318		58,774			15,636

자료 : 국토교통부, 교통시설투자평가지침 (제5차 개정), 2013.11

2018년부터 2027년(최종분석년도)까지의 평균 승객수의 경우 앞에서 추정한 장래 교통약자별 버스유형별 대당 1일 수송인원 추정치를 이용하여, 승하차시간 절감 편익을 추정하였음. 총 승하차시간절감 편익(연간 가치)은 다음과 같이 계상이 가능함.

승하차시간절감 편익 = 1인당 절감시간 × 시간비용 × 차량유형별 1일 평균수송인원 × 차량유형별 대수(시나리오) × 365

● 교통약자 이용 편익

Nils Fearnely, et al. (2011)[7]의 결과인 저상버스의 이용가치가 일반 이용자 0.67 달러/인,통행와 지체장애인 등의 경우 1.23 달러/인,통행를 이용하여 국내 GDP 수준을 고려하여 본 연구에서는 아래의 인당 편익가치를 사용하였음.

- 비교통약자: 408원/일-통행
- 교통약자: 751원/일-통행

총 교통약자 이용 편익(연간 가치)은 다음과 같이 계상이 가능함.

교통약자 이용편익 = 인별 저상버스이용가치 × 차량유형별 1일 평균수송인원 × 차량유형별 대수(시나리오) × 365

● 대기환경 개선 편익

대기환경 개선비용은 차량의 연료에 따라 아래 표의 오염물질 배출계수, 대기오염물질별 처리비용을 이용하였음.[8]

[표] 환경비용 산정을 위한 오염물질 배출계수 기초자료 (단위 : g/km)

구분	CO	HC	NOx	PM
경유	1.85	0.15	0.613	0.013
클린디젤	0.421	0.051	0.218	0.006
CNG	1.736	0.383	0.526	-

※ 근거: 환경부 고시 2013-94, 자동차 총 오염물질 배출량 산정방법에 관한 규정
※ 주: 환경부, CNG 하이브리드버스 운행 시범사업 효과분석 및 실증연구, 2012

[표] 대기오염물질별 처리비용 (단위 : 원/kg)

구분	CO	HC	NOx	PM
중도시	2,820	3,276	6,554	408,137
대도시	5,640	6,552	13,108	816,274

※ 근거: 환경부 고시 2013-94, 자동차 총 오염물질 배출량 산정방법에 관한 규정
※ 주: 환경부, CNG 하이브리드버스 운행 시범사업 효과분석 및 실증연구, 2012

7) Nils Fearnley, Stefan Flügel, Farideh Ramjerdi (2011), Passengers' valuations of universal design measures in public transport, Research in Transportation Business & Management 2, pp. 83-91
8) 출처: 전상민, 박원일(2014), 차량다양화를 통한 버스운행 효율화 방안, 한국운수산업연구원

앞의 오염물질별 배출계수와 도시별 대기오염물질 처리비용을 고려하면 버스연료유형별 환경비용은 아래 표와 같이 산정이 가능함.

[표] 버스연료유형별 환경비용 산정결과 (단위: 원/kg-대-km)

구분	대-km당 비용 (대도시)	대-km당 비용 (중도시)
경유	30.063566	15.031783
클린디젤	10.46378	5.23189
CNG	19.195264	9.597632

일평균 운행거리를 280km로 가정할 경우 차량유형별 일 평균 대기환경 개선비용은 아래 표를 사용하며, 시내버스와 마을버스의 대기환경 개선편익은 대도시기준을 준용하였고, 농어촌버스는 중도시기준을 준용함.

[표] 차량유형별 일 평균 대기환경 개선비용 (단위: 원/대-일)

	대형일반버스	대형저상버스	중형일반버스	중형저상버스	마을버스 (뉴카운티)
중도시	2,687	2,687	4,209	1,465	1,465
대도시	5,375	5,375	8,418	2,930	2,930

총 대기환경 개선 편익은 다음과 같이 계상이 가능함.

대기환경 개선 편익 = 차량유형별 대기환경 개선비용 × 차량유형별 대수(시나리오) × 365

● 연료비 절감 편익

새로 도입되는 중형저상버스는 유로 6기준을 만족함으로 각 차종별 아래 표와 같은 연비기준을 고려하여 아래 식을 기반으로 연료비 절감 편익을 산정하였음.

연료비 절감 편익 = 차량유형별 연비 × 일 평균주행거리 × 연료비 단가 × 차량유형별 대수(시나리오) × 365

[표] 차종별 연비

항목	CNG			경유					단위
	대형 일반버스	대형 저상버스	중형 일반버스	대형 일반버스	중형 일반버스	중형 저상버스 (도시)	중형 저상버스 (농어촌)	마을버스 (뉴카운티)	
연비	1.71	1.6	1.71	2.052	2.052	4.104	4.104	4.104	km/ℓ, km/kWh, km/kg
연료비 단가	711	711	711	1036	1036	1036	1036	1036	원, 2016.06.08, Opinet.co.kr

5) 경제성 및 수익성 분석 결과

가) 가정

경제성 분석은 사업 시행으로 발생하는 영향권 주요 변화를 화폐가치로 환산한 편익 값과 사업시행으로 인하여 발생하는 비용의 크기를 비교하여 분석 대상사업의 경제적 타당성을 평가하는 과정임. 편익/비용비(Benefit/Cost Ratio, B/C), 순 현재가치(Net Present Value)의 지표를 이용하여 경제성 타당성 여부를 판단할 수 있음. 편익/비용 비율(B/C): 경제적 타당성을 평가하기 위해서 우선적으로 산출 되는 수치임. 장래에 발생할 비용과 편익을 현재가치로 환산하여 총 편익의 현재가치를 총 비용의 현재가치로 나눈 것이며 일반적으로 편익/비용 비율1이면 경제성이 있다고 판단할 수 있음.

$$\text{편익・비용비율}(B/C\text{비}) = \sum_{t=0}^{n} \frac{B_t}{(1+r)^t} \Big/ \sum_{t=0}^{n} \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

여기서, B_t = 매년도 편익, C_t = 매년도 비용

r = 사회적할인율(5.5%), n = 분석기간

순현재가치(NPV, Net Present Value) : 순현재가치(Net Present Value, NPV)는 사업에 수반된 모든 비용과 편익을 기준연도의 현재가치로 할인하여 총편익에서 총비용을 제한 값이며, 이 값이 0보다 크거나 같을 경우 경제성이 있다고 판단했음.

$$\text{순현재가치}(NPV) = \sum_{t=0}^{n} \frac{B_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^{n} \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

여기서, B_t = 매년도 편익, C_t = 매년도 비용

r = 사회적할인율(5.5%), n = 분석기간

경제성분석의 주요 전제는 아래와 같음.

▷ 사회적 할인율 : 5.5% (한국개발연구원)

▷ 분석 기준연도 : 2018년

▷ 중형저상버스 도입에 따른 분석기간 : 10년 (2018년-2027년)

▷ 중형저상버스 차량 내구연한 : 9년[9)]

수익성분석과 관련하여서는 크게 초기 구입비의 절감효과와 운영비 절감효과로 나누어서 고려가 가능함. 여기서 초기구입비는 정부보조금을 제외하는 기업이 버스유형별로 직접적으로 지불해야 하는 비용만을 계상했음. 운영비 중 고정비는 정부보조금을 제외한 차량가격과 관련된 감가상각비와 보험료를 계상하였으며 변동비의 경우, 차량정비비, 타이어비를 포함하여 추정했음. 실제 정부보조금과 관련된 비용을 제외한 기업이 순수하게 지불해야하는 비용만을 고려하여 수익성 분석을 시행하였으며, 차고지 및 정비인프라 관련 비용은 본 연구에는 계상하지 않았음.

본 연구 수행에서 중요 가정 사항은 다음과 같음.

첫째, 시내버스, 농어촌버스 및 마을버스의 대수는 2015년 현재 조사된 대수를 2027년까지 동일하게 유지함.

둘째, 시내버스, 농어촌버스 및 마을버스의 일 평균 이용자의 수는 2015년 현재 조사된 대수를 2027년까지 동일하게 유지함.

셋째, 여기서, 인구분포에 따라 교통약자의 비율의 변화(고령자의 증가 등)은 연도별로 인구증가율을 기반으로 예측 추정하여 수요 분포에 반영함.

9) 여객 자동차 운수사업법 시행령 제 40조 제 1항(사업용 자동차의 차령과 그 연장조건), 승합자동차의 차량 9년으로 명시

나) 농어촌버스 시나리오 분석결과

● 경제성분석 결과

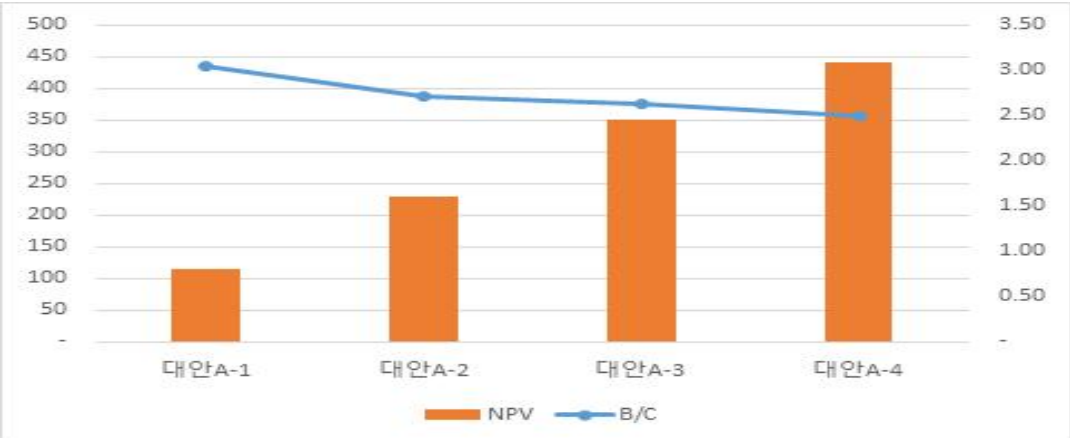
법정저상버스 보급률과 독립적으로 농어촌버스 보유 지역에 별도로 중형저상버스를 보급할 경우에 대한 경제성 분석을 실시하였음. 농어촌버스를 25%, 50%, 75%, 100%를 확보할 경우인 대안A-1, 대안A-2, 대안A-3, 대안 A-4의 경제성 분석을 수행한 결과는 다음 표와 같음.

▷ 대안 A-1인 농어촌버스를 25% 수준으로 도입할 경우임.
▷ 대안 A-2인 농어촌버스를 50% 수준으로 도입할 경우임.
▷ 대안 A-3인 농어촌버스를 75% 수준으로 도입할 경우임.
▷ 대안 A-4인 농어촌버스를 100% 수준으로 도입할 경우임.

농어촌버스 비율의 증가에 따른 경제성 분석 결과, B/C는 2.49 - 3.04로 분포하며, NPV(순현재가치)는 114억원 - 441억원으로 (+)로 나타났음.

[표] 농어촌버스 시나리오의 대안별 총편익 및 총비용 산정 결과

구분	A-1	A-2	A-3	A-4
B/C	3.04	2.71	2.63	2.49
총편익(억원)	170	365	566	737
총비용(억원)	56	135	215	296
NPV(억원)	114	230	351	441



[그림] 농어촌버스 시나리오의 경제성 분석 결과

[표] 대안 A-1, 농어촌버스를 25% 수준으로 도입할 경우 : 경제성 분석 결과

년도	정부보조금 (억원)	차량감가상각, 보험료, 정비비, 타이어비 (억원)	비용 합계 (억원)	승하차 시간 절감 편익 (억원)	교통약자 이용편익 (억원)	대기환경 개선편익 (억원)	연료비 (억원)	편익 합계 (억원)	할인 비용 (억원)	할인 편익 (억원)
2018	10.5	-2.3	8	0.1	2.9	0.2	-12.2	15.5	8	15.5
2019	13.7	-13.5	12	0.2	5.0	0.2	-11.6	17.0	11	16.1
2020	14.4	-23.2	9	0.2	5.5	0.5	-17.4	23.6	8	21.2
2021	8.0	-13.0	6	0.1	1.8	0.2	-10.9	12.9	5	11.0
2022	8.0	-13.8	6	0.1	1.5	0.2	-11.6	13.4	5	10.8
2023	9.5	-25.6	3	0.1	2.3	0.5	-19.0	21.9	2	16.8
2024	11.7	-25.7	5	0.1	3.4	0.5	-19.4	23.4	4	17.0
2025	105.1	36.2	120	2.6	67.6	-1.1	20.8	48.2	83	33.2
2026	23.2	-8.2	23	0.5	12.4	0.1	-7.5	20.5	15	13.4
2027	21.8	-17.1	19	0.4	10.1	0.3	-14.2	24.9	12	15.4
2027	-155.9								-96	
합계									56	170
B/C									3.045	
NPV (억원)									114	

[표] 대안 A-2, 농어촌버스를 50% 수준으로 도입할 경우 : 경제성 분석 결과

년도	정부보조금 (억원)	차량감가상각, 보험료, 정비비, 타이어비 (억원)	비용 합계 (억원)	승하차 시간 절감 편익 (억원)	교통약자 이용편익 (억원)	대기환경 개선편익 (억원)	연료비 (억원)	편익 합계 (억원)	할인 비용 (억원)	할인 편익 (억원)
2018	33.6	-28.9	29	0.6	14.1	0.4	-24.1	39.3	29	39.3
2019	37.3	-29.5	32	0.7	16.5	0.4	-24.6	42.1	31	39.9
2020	37.4	-28.9	33	0.7	16.8	0.4	-24.1	42.0	29	37.7
2021	28.6	-25.8	24	0.5	11.9	0.4	-21.6	34.3	21	29.2
2022	29.8	-27.3	25	0.5	12.3	0.4	-22.9	36.1	20	29.1
2023	32.8	-29.2	28	0.5	13.8	0.4	-24.4	39.2	21	30.0
2024	37.3	-32.0	32	0.6	16.1	0.5	-26.8	44.0	23	31.9
2025	123.7	-23.0	119	3.0	76.9	0.4	-17.8	98.1	82	67.4
2026	42.1	-23.4	38	0.8	21.9	0.3	-19.4	42.4	25	27.7
2027	48.3	-34.4	42	0.9	23.5	0.5	-28.3	53.2	26	32.9
2027	-279.4								-173	
합계									135	365
B/C									2.71	
NPV (억원)									230	

[표] 대안 A-3, 농어촌버스를 75% 수준으로 도입할 경우 : 경제성 분석 결과

년도	정부보조금 (억원)	차량감가상각, 보험료, 정비비, 타이어비 (억원)	비용 합계 (억원)	승하차 시간 절감 편익 (억원)	교통약자 이용편익 (억원)	대기환경 개선편익 (억원)	연료비 (억원)	편익 합계 (억원)	할인 비용 (억원)	할인 편익 (억원)
2018	56.8	-43.6	49	1.0	25.3	0.6	-36.1	63.0	49	63.0
2019	61.0	-44.4	53	1.1	28.0	0.6	-36.8	66.5	51	63.0
2020	60.4	-43.4	53	1.1	28.0	0.6	-36.0	65.7	48	59.0
2021	49.3	-38.8	43	0.9	22.0	0.6	-32.2	55.6	36	47.4
2022	51.7	-41.2	45	0.9	23.1	0.6	-34.2	58.7	36	47.4
2023	56.2	-44.0	49	1.0	25.4	0.6	-36.5	63.5	37	48.6
2024	63.0	-48.2	55	1.1	28.9	0.7	-40.0	70.6	40	51.2
2025	142.3	-34.7	135	3.3	86.2	0.5	-27.4	117.5	93	80.8
2026	61.0	-35.2	55	1.2	31.4	0.5	-29.1	62.2	36	40.5
2027	98.3	-66.2	86	1.9	48.7	1.0	-54.1	105.6	53	65.2
2027	-426.4								-263	
합계									215	566
B/C									2.6301	
NPV (억원)									351	

[표] 대안 A-4, 농어촌버스를 100% 수준으로 도입할 경우 : 경제성 분석 결과

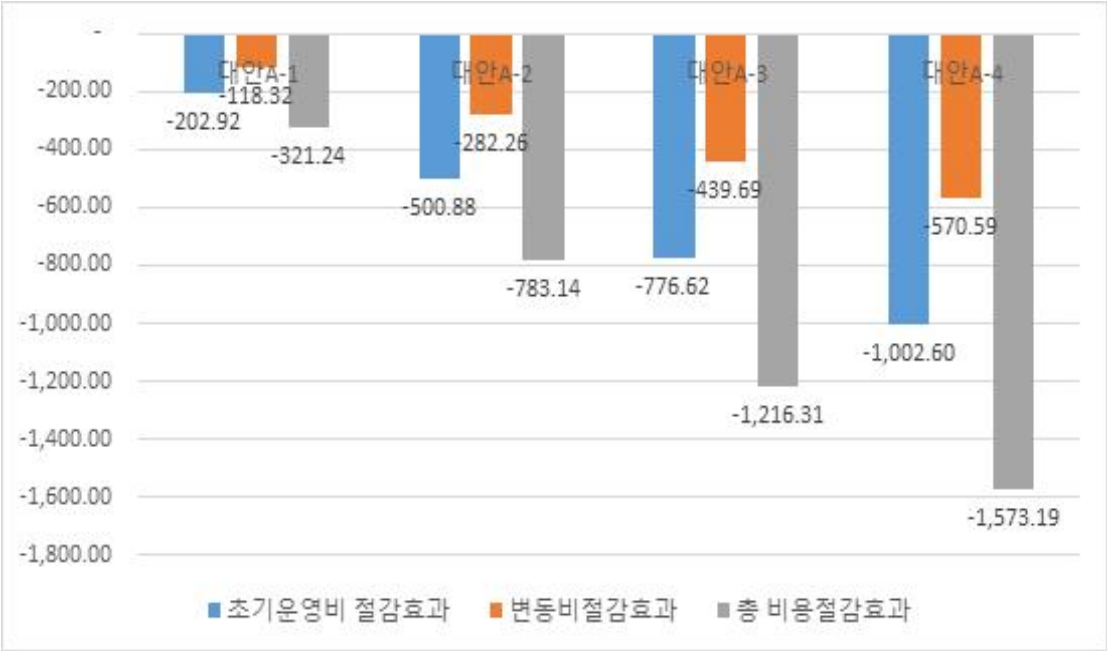
년도	정부보조금 (억원)	차량감가상각, 보험료, 정비비, 타이어비 (억원)	비용 합계 (억원)	승하차 시간 절감 편익 (억원)	교통약자 이용편익 (억원)	대기환경 개선편익 (억원)	연료비 (억원)	편익 합계 (억원)	할인 비용 (억원)	할인 편익 (억원)
2018	79.9	-58.6	69	1.5	36.5	0.8	-48.0	86.8	69	86.8
2019	84.6	-59.7	74	1.6	39.4	0.8	-49.0	90.8	70	86.1
2020	83.4	-58.4	73	1.5	39.3	0.8	-47.8	89.5	65	80.4
2021	69.9	-52.2	61	1.3	32.1	0.7	-42.9	77.0	52	65.5
2022	73.6	-55.4	64	1.3	33.8	0.8	-45.5	81.4	51	65.7
2023	79.6	-59.1	69	1.4	37.0	0.8	-48.6	87.8	53	67.2
2024	88.6	-64.8	77	1.6	41.6	0.9	-53.2	97.3	56	70.6
2025	161.0	-46.8	151	3.7	95.5	0.7	-37.0	136.9	104	94.1
2026	79.9	-47.5	71	1.6	40.8	0.7	-38.9	81.9	46	53.4
2027	101.3	-68.2	89	1.9	50.2	1.0	-55.7	108.7	55	67.2
2027	-526.3								-325	
합계									296	737
B/C									2.4386	
NPV (억원)									441	

● 수익성 분석 결과

농어촌버스에 중형저상버스 도입시 버스 운송업자의 수익성 분석 결과는 아래 표와 같음. 수익성 분석 결과 사업자 측면에서는 321억원에서 1,573억원의 비용감소 효과를 가져올 것으로 예상됨.

[표] 농어촌버스 시나리오의 수익성 분석 결과

구분	A-1	A-2	A-3	A-4
초기운영비절감 효과(억원)	-202.92	-500.88	-776.62	-1,002.60
변동비절감효과 (억원)	-118.32	-282.26	-439.69	-570.59
비용합계의 현가화 (억원)	-321.24	-783.14	-1,216.31	-1,573.19



[그림] 농어촌버스 시나리오의 수익성 분석 결과

다) 마을버스 시나리오 분석 결과

● 경제성 분석

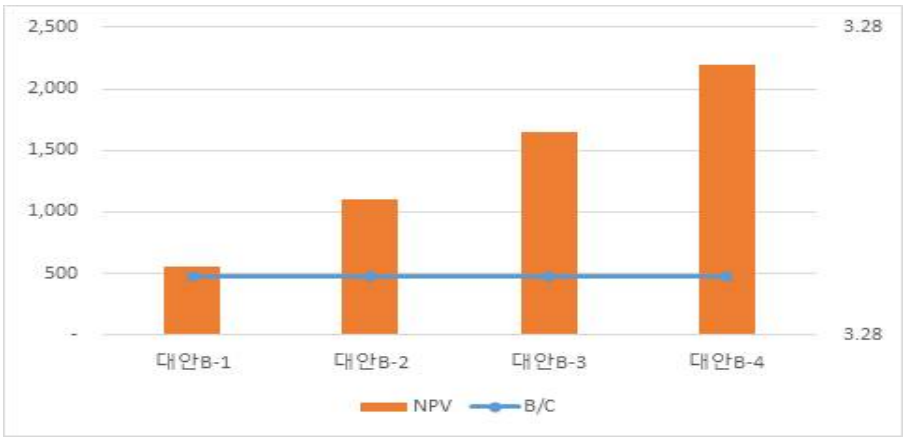
마을버스에 대하여 25%, 50%, 75%, 100%를 확보할 경우인 대안B-1, 대안B-2, 대안B-3, 대안 B-4의 경제성 분석을 수행한 결과는 다음과 같음.

▷ 표 대안 B-1은 마을버스를 25% 수준으로 도입할 경우임.
▷ 표 대안 B-2는 마을버스를 50% 수준으로 도입할 경우임.
▷ 표 대안 B-3은 마을버스를 75% 수준으로 도입할 경우임.
▷ 표 대안 B-4는 마을버스를 100% 수준으로 도입할 경우임.

경제성 분석 결과, 마을버스의 비율 증가와 관련없이 B/C는 3.28로 분포하며, NPV(순현재가치)는 50억원-2,200억원으로 (+)로 나타났음.

[표] 마을버스 시나리오의 대안별 총편익 및 총비용 산정 결과

구분	B-1	B-2	B-3	B-4
B/C	3.28	3.28	3.28	3.28
총편익(억원)	792	1,583	2,375	3,167
총비용(억원)	242	483	725	966
NPV (억원)	50	1,100	1,650	2,200



[그림] 마을버스 시나리오의 경제성 분석 결과

[표] 대안 B-1, 마을버스를 25% 수준으로 도입할 경우 : 경제성 분석 결과

년도	정부보조금 (억원)	차량감가상각, 보험료, 정비비, 타이어비 (억원)	비용 합계 (억원)	승하차 시간 절감 편익 (억원)	교통약자 이용편익 (억원)	대기환경 개선편익 (억원)	연료비 (억원)	편익 합계 (억원)	할인 비용 (억원)	할인 편익 (억원)
2018	52.2	0.5	53	2.8	95.0	0.0	0.0	97.8	53	97.8
2019	52.2	0.5	53	2.8	95.5	0.0	0.0	98.2	50	93.1
2020	52.2	0.5	53	2.8	95.9	0.0	0.0	98.7	47	88.7
2021	52.2	0.5	53	2.8	96.3	0.0	0.0	99.1	45	84.4
2022	52.2	0.5	53	2.8	96.7	0.0	0.0	99.5	43	80.3
2023	52.2	0.5	53	2.8	97.1	0.0	0.0	99.9	40	76.5
2024	52.2	0.5	53	2.8	97.6	0.0	0.0	100.3	38	72.8
2025	52.2	0.5	53	2.8	98.0	0.0	0.0	100.8	36	69.3
2026	52.2	0.5	53	2.8	98.4	0.0	0.0	101.2	34	66.0
2027	52.2	0.5	53	2.8	98.9	0.0	0.0	101.7	33	62.8
2027	-287.0								-177	
합계									242	792
B/C									3.2773.522	
NPV (억원)									550	

[표] 대안 B-2, 마을버스를 50% 수준으로 도입할 경우 : 경제성 분석 결과

년도	정부보조금 (억원)	차량감가상각, 보험료, 정비비, 타이어비 (억원)	비용 합계 (억원)	승하차 시간 절감 편익 (억원)	교통약자 이용편익 (억원)	대기환경 개선편익 (억원)	연료비 (억원)	편익 합계 (억원)	할인 비용 (억원)	할인 편익 (억원)
2018	104.4	1.0	105	5.6	190.1	0.0	0.0	195.7	105	195.7
2019	104.4	1.0	105	5.6	190.9	0.0	0.0	196.5	100	186.2
2020	104.4	1.0	105	5.6	191.9	0.0	0.0	197.4	95	177.4
2021	104.4	1.0	105	5.6	192.6	0.0	0.0	198.2	90	168.8
2022	104.4	1.0	105	5.6	193.5	0.0	0.0	199.0	85	160.7
2023	104.4	1.0	105	5.6	194.3	0.0	0.0	199.9	81	152.9
2024	104.4	1.0	105	5.6	195.1	0.0	0.0	200.7	76	145.6
2025	104.4	1.0	105	5.6	196.0	0.0	0.0	201.6	72	138.6
2026	104.4	1.0	105	5.6	196.9	0.0	0.0	202.4	69	131.9
2027	104.4	1.0	105	5.6	197.8	0.0	0.0	203.3	65	125.6
2027	-573.9								-354	
합계									483	1,583
B/C									3.277	
NPV (억원)									1,100	

[표] 대안 B-3, 마을버스를 75% 수준으로 도입할 경우 : 경제성 분석 결과

년도	정부보조금 (억원)	차량감가상각, 보험료, 정비비, 타이어비 (억원)	비용 합계 (억원)	승하차 시간 절감 편익 (억원)	교통약자 이용편익 (억원)	대기환경 개선편익 (억원)	연료비 (억원)	편익 합계 (억원)	할인 비용 (억원)	할인 편익 (억원)
2018	156.5	1.5	158	8.4	285.1	0.0	0.0	293.5	158	293.5
2019	156.5	1.5	158	8.4	286.4	0.0	0.0	294.7	150	279.4
2020	156.5	1.5	158	8.4	287.8	0.0	0.0	296.1	142	266.1
2021	156.5	1.5	158	8.4	289.0	0.0	0.0	297.3	135	253.2
2022	156.5	1.5	158	8.4	290.2	0.0	0.0	298.5	128	241.0
2023	156.5	1.5	158	8.4	291.4	0.0	0.0	299.8	121	229.4
2024	156.5	1.5	158	8.4	292.7	0.0	0.0	301.0	115	218.3
2025	156.5	1.5	158	8.4	294.0	0.0	0.0	302.3	109	207.8
2026	156.5	1.5	158	8.4	295.3	0.0	0.0	303.7	103	197.9
2027	156.5	1.5	158	8.4	296.6	0.0	0.0	305.0	98	188.4
2027	-860.9								-532	
합계									725	2,375
B/C									3.277	
NPV (억원)									1,650	

[표] 대안 B-4, 마을버스를 100% 수준으로 도입할 경우 : 경제성 분석 결과

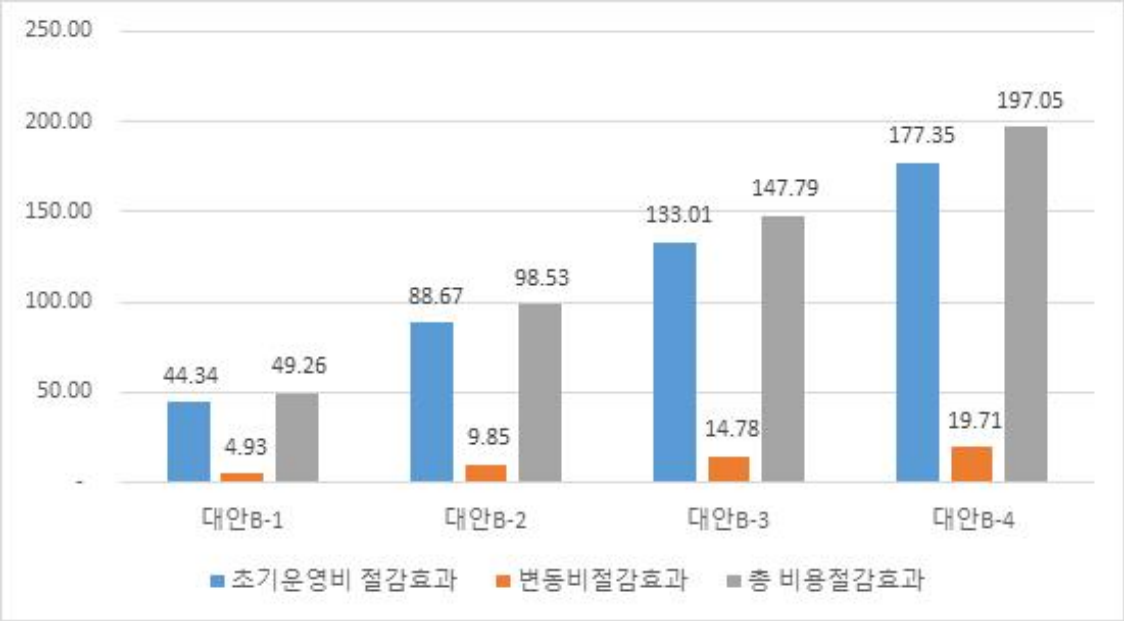
년도	정부보조금 (억원)	차량감가상각, 보험료, 정비비, 타이어비 (억원)	비용 합계 (억원)	승하차 시간 절감 편익 (억원)	교통약자 이용편익 (억원)	대기환경 개선편익 (억원)	연료비 (억원)	편익 합계 (억원)	할인 비용 (억원)	할인 편익 (억원)
2018	208.7	2.0	211	11.1	380.2	0.0	0.0	391.3	211	391.3
2019	208.7	2.0	211	11.1	381.8	0.0	0.0	393.0	200	372.5
2020	208.7	2.0	211	11.1	383.7	0.0	0.0	394.9	189	354.8
2021	208.7	2.0	211	11.1	385.3	0.0	0.0	396.4	179	337.6
2022	208.7	2.0	211	11.1	386.9	0.0	0.0	398.1	170	321.3
2023	208.7	2.0	211	11.1	388.6	0.0	0.0	399.7	161	305.8
2024	208.7	2.0	211	11.1	390.2	0.0	0.0	401.4	153	291.1
2025	208.7	2.0	211	11.1	392.0	0.0	0.0	403.1	145	277.1
2026	208.7	2.0	211	11.1	393.7	0.0	0.0	404.9	137	263.8
2027	208.7	2.0	211	11.1	395.5	0.0	0.0	406.7	130	251.2
2027	-1,147.9								-709	
합계									966	3,167
B/C									3.277	
NPV (억원)									2,200	

● 수익성분석 결과

마을버스에 중형저상버스 도입시 버스 운송업자의 수익성 분석 결과는 아래 표와 같음. 수익성 분석 결과, 사업자 측면에서는 49억원에서 197억원의 비용 증가를 가져올 것으로 예상됨.

[표] 마을버스 시나리오의 수익성 분석 결과

구분	B-1	B-2	B-3	B-4
초기운영비절감 효과(억원)	44.34	88.67	133.01	177.35
변동비절감효과 (억원)	4.93	9.85	14.78	19.71
비용합계의 현가화 (억원)	49.26	98.53	147.79	197.05



[그림] 마을버스 시나리오의 수익성 분석 결과

라) 시내버스 시나리오 분석 결과

● 경제성 분석 결과

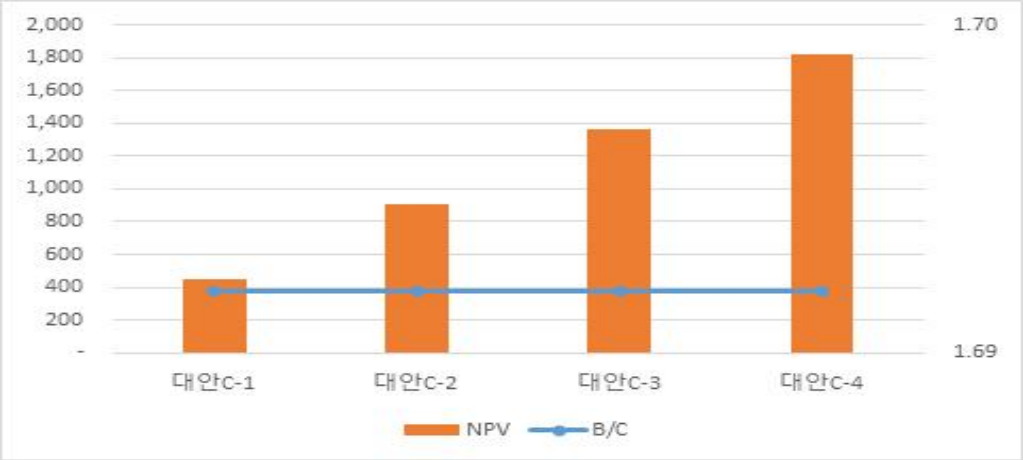
시내버스 중 중형이하 버스에 대하여 25%, 50%, 75%, 100%를 확보할 경우인 대안C-1, 대안C-2, 대안C-3, 대안 C-4의 경제성 분석을 수행한 결과는 다음과 같음.

▷ 표 대안 C-1는 중형이하 시내버스의 25% 수준으로 도입할 경우임.
▷ 표 대안 C-2는 중형이하 시내버스의 50% 수준으로 도입할 경우임.
▷ 표 대안 C-3은 중형이하 시내버스의 75% 수준으로 도입할 경우임.
▷ 표 대안 C-4는 중형이하 시내버스의 100% 수준으로 도입할 경우임.

경제성 분석 결과, 시내버스의 비율 증가와 관련없이 B/C는 1.69로 분포하며, NPV(순현재가치)는 455억원 - 1818억원으로 (+)로 나타났음.

[표] 시내버스 시나리오의 대안별 총편익 및 총비용 산정 결과

구분	C-1	C-2	C-3	C-4
B/C	1.69	1.69	1.69	1.69
총편익(억원)	1,110	2,221	3,331	4,441
총비용(억원)	656	1,312	1,967	2,623
NPV (억원)	455	909	1,364	1,818



[그림] 시내버스 시나리오의 경제성 분석 결과

[표] 대안 C-1, 중형이하 시내버스의 25% 수준으로 도입할 경우 : 경제성 분석 결과

년도	정부보조금 (억원)	차량감가상각, 보험료, 정비비, 타이어비 (억원)	비용 합계 (억원)	승하차 시간 절감 편익 (억원)	교통약자 이용편익 (억원)	대기환경 개선편익 (억원)	연료비 (억원)	편익 합계 (억원)	할인 비용 (억원)	할인 편익 (억원)
2018	70.1	-33.7	60	4.7	118.5	1.3	-23.4	147.8	60	147.8
2019	78.4	-37.7	67	5.3	133.2	1.4	-26.2	166.0	63	157.4
2020	71.1	-34.2	61	4.8	121.4	1.3	-23.7	151.2	55	135.8
2021	61.8	-29.7	53	4.2	105.9	1.1	-20.6	131.8	45	112.3
2022	59.5	-28.6	51	4.0	102.5	1.1	-19.9	127.4	41	102.9
2023	64.6	-31.0	55	4.3	111.7	1.2	-21.6	138.7	42	106.2
2024	59.1	-28.4	50	4.0	102.5	1.1	-19.7	127.3	37	92.3
2025	44.8	-21.5	38	3.0	78.2	0.8	-15.0	96.9	26	66.6
2026	69.4	-33.4	59	4.7	121.6	1.2	-23.2	150.7	39	98.2
2027	67.5	-32.4	58	4.5	118.8	1.2	-22.5	147.1	36	90.8
2027	344.5								213	
합계									656	1,110
B/C									1.693	
NPV (억원)									455	

[표] 대안 C-2, 중형이하 시내버스의 50% 수준으로 도입할 경우 : 경제성 분석 결과

년도	정부보조금 (억원)	차량감가상각, 보험료, 정비비, 타이어비 (억원)	비용 합계 (억원)	승하차 시간 절감 편익 (억원)	교통약자 이용편익 (억원)	대기환경 개선편익 (억원)	연료비 (억원)	편익 합계 (억원)	할인 비용 (억원)	할인 편익 (억원)
2018	140.1	-67.3	120	9.4	236.9	2.5	-46.8	295.7	120	295.7
2019	156.8	-75.3	134	10.6	266.4	2.8	-52.4	332.1	127	314.8
2020	142.2	-68.3	121	9.6	242.8	2.5	-47.5	302.4	109	271.7
2021	123.6	-59.4	106	8.3	211.9	2.2	-41.3	263.7	90	224.5
2022	119.1	-57.2	102	8.0	205.0	2.1	-39.8	254.9	82	205.7
2023	129.2	-62.1	110	8.7	223.3	2.3	-43.1	277.5	84	212.3
2024	118.1	-56.7	101	7.9	205.0	2.1	-39.4	254.5	73	184.6
2025	89.7	-43.1	77	6.0	156.3	1.6	-29.9	193.9	53	133.3
2026	138.9	-66.7	119	9.3	243.2	2.5	-46.4	301.4	77	196.4
2027	135.0	-64.9	115	9.1	237.6	2.4	-45.1	294.1	71	181.7
2027	689.0								426	
합계									1,312	2,221
B/C									1.693	
NPV (억원)									909	

[표] 대안 C-3, 중형이하 시내버스의 75% 수준으로 도입할 경우 : 경제성 분석 결과

년도	정부보조금 (억원)	차량감가상각, 보험료, 정비비, 타이어비 (억원)	비용 합계 (억원)	승하차 시간 절감 편익 (억원)	교통약자 이용편익 (억원)	대기환경 개선편익 (억원)	연료비 (억원)	편익 합계 (억원)	할인 비용 (억원)	할인 편익 (억원)
2018	210.2	-101.0	179	14.1	355.4	3.8	-70.2	443.5	179	443.5
2019	235.3	-113.0	201	15.8	399.6	4.2	-78.6	498.1	190	472.2
2020	213.4	-102.5	182	14.4	364.2	3.8	-71.2	453.6	164	407.5
2021	185.4	-89.1	158	12.5	317.8	3.3	-61.9	395.5	135	336.8
2022	178.6	-85.8	152	12.0	307.4	3.2	-59.6	382.3	123	308.6
2023	193.8	-93.1	165	13.0	335.0	3.5	-64.7	416.2	127	318.5
2024	177.2	-85.1	151	11.9	307.6	3.2	-59.2	381.8	110	276.9
2025	134.5	-64.6	115	9.0	234.5	2.4	-44.9	290.8	79	199.9
2026	208.3	-100.1	178	14.0	364.9	3.7	-69.6	452.2	116	294.6
2027	202.5	-97.3	173	13.6	356.3	3.6	-67.6	441.2	107	272.5
2027	1,033.5								638	
합계									1,967	3,331
B/C									1.693	
NPV (억원)									1,364	

[표] 대안 C-4, 중형이하 시내버스의 100% 수준으로 도입할 경우 : 경제성 분석 결과

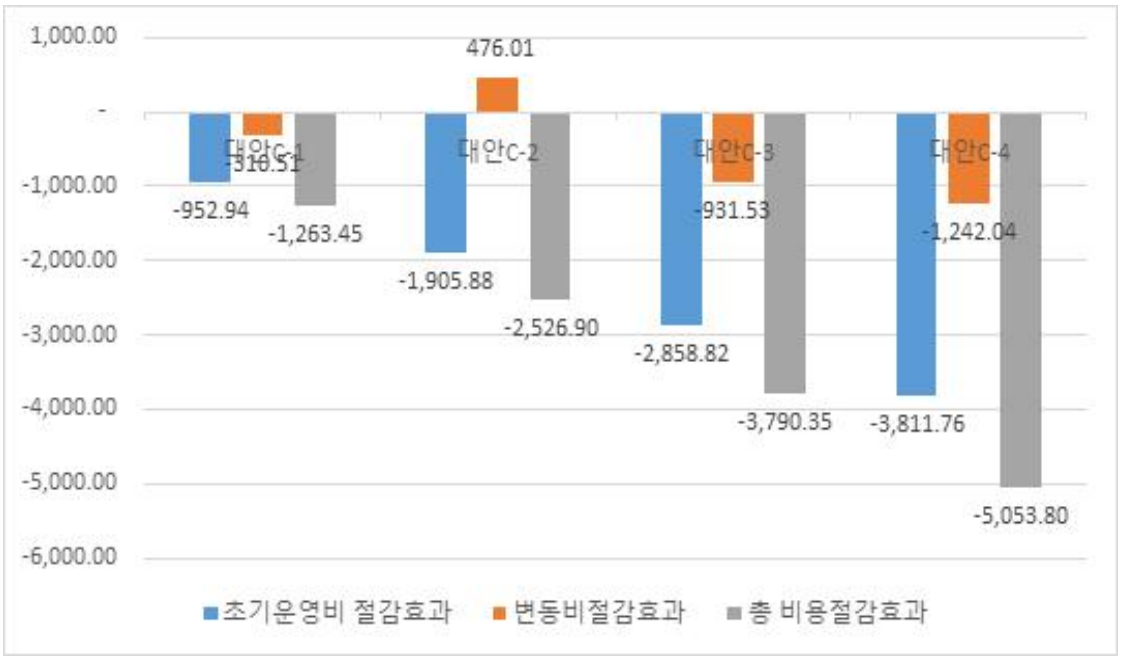
년도	정부보조금 (억원)	차량감가상각, 보험료, 정비비, 타이어비 (억원)	비용 합계 (억원)	승하차 시간 절감 편익 (억원)	교통약자 이용편익 (억원)	대기환경 개선편익 (억원)	연료비 (억원)	편익 합계 (억원)	할인 비용 (억원)	할인 편익 (억원)
2018	280.2	-134.6	239	18.9	473.9	5.0	-93.6	591.3	239	591.3
2019	313.7	-150.7	268	21.1	532.8	5.6	-104.7	664.2	254	629.6
2020	284.5	-136.7	243	19.1	485.6	5.1	-95.0	604.8	218	543.4
2021	247.2	-118.8	211	16.6	423.7	4.4	-82.5	527.3	180	449.1
2022	238.2	-114.4	203	16.0	409.9	4.3	-79.5	509.7	164	411.5
2023	258.4	-124.1	221	17.4	446.7	4.6	-86.3	555.0	169	424.6
2024	236.2	-113.5	202	15.9	410.1	4.2	-78.9	509.1	146	369.2
2025	179.3	-86.1	153	12.1	312.6	3.2	-59.9	387.8	105	266.6
2026	277.8	-133.4	237	18.7	486.5	5.0	-92.7	602.9	154	392.8
2027	270.0	-129.7	230	18.2	475.1	4.8	-90.2	588.3	142	363.3
2027	1,378.0								851	
합계									2,623	4,441
B/C									1.693	
NPV (억원)									1,818	

● 수익성분석 결과

시내버스에서 중형이하 버스에 대하여 중형저상버스 도입시 버스 운송업자의 수익성 분석 결과는 아래 표와 같음. 수익성 분석 결과, 사업자 측면에서는 1,263억원에서 5,054억원의 비용감소 효과를 가져 올 것으로 예상됨.

[표] 시내버스 시나리오의 수익성 분석 결과

구분	C-1	C-2	C-3	C-4
초기운영비절감 효과(억원)	-952.94	-1,905.88	-2,858.82	-3,811.76
변동비절감효과 (억원)	-310.51	476.01	-931.53	-1,242.04
비용합계의 현가화 (억원)	-1,263.45	-2,526.90	-3,790.35	-5,053.80



[그림] 시내버스 시나리오의 수익성 분석 결과

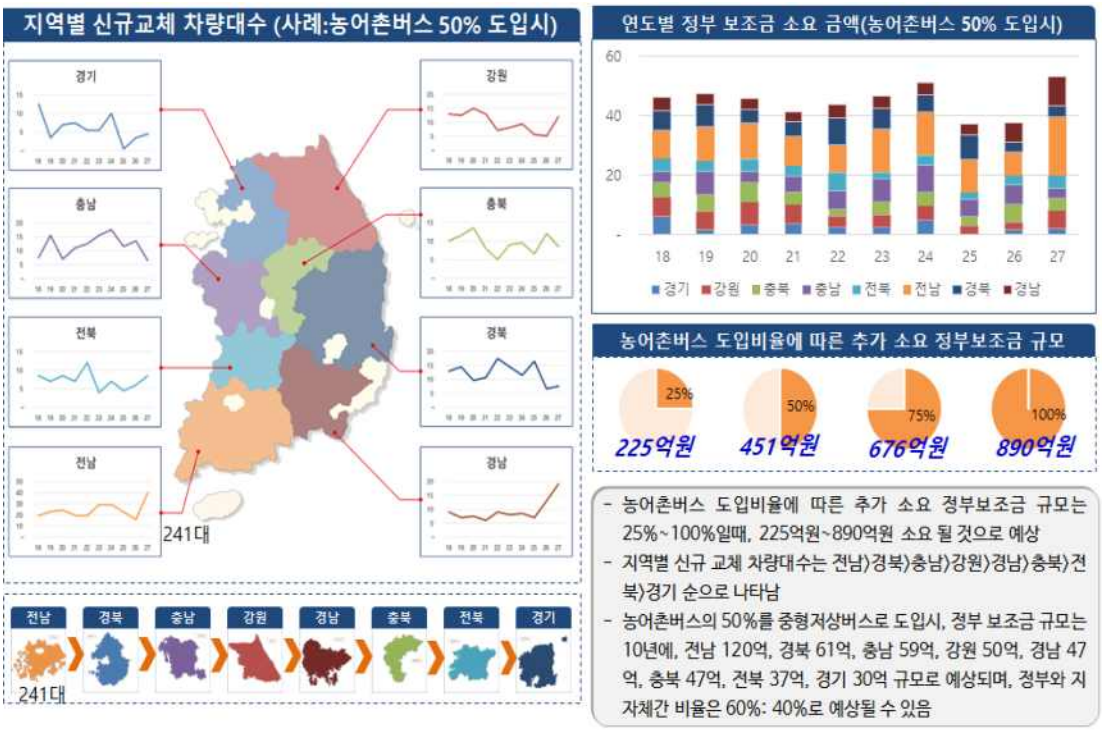
마) 농어촌버스 우선 도입시 보조금 규모 추정

○ 2014년 기준으로, 경기도(14.6%)를 제외한 전국평균 교통약자 비율 18%보다 높은 강원(23.3%), 충북(20.7%), 충남(21.7%), 전북(24.8%), 전남(28%), 경북(24%), 경남(19.1%)은 모두 농어촌버스를 보유하고 있고 이에 대한 교통약자에 대한 특별한 관리가 요구됨.

○ 대안별 신규 교체가 요구되는 농어촌버스의 대수와 이때 추가로 소요되는 정부보조금 금액을 추정하면 아래 그림과 같음. 농어촌버스 도입비율에 따른 추가 소요 정부보조금 규모는 25%~100%일때, 225억원~890억원이 소요 될 것으로 예상됨.

○ 지역별 신규 교체 차량대수는 전남>경북>충남>강원>경남>충북>전북>경기 순으로 나타났음.

○ 농어촌버스의 50%를 중형저상버스로 도입시, 정부 보조금 규모는 10년에, 전남 120억, 경북 61억, 충남 59억, 강원 50억, 경남 47억, 충북 47억, 전북 37억, 경기 30억 규모로 예상되며, 정부와 지자체간 비율은 60% : 40%로 예상될 수 있음.



[그림] 농어촌 버스 우선 도입시 보조금 규모 추정

바) 중형저상버스 도입시 비용편익 분석 결과

○ 농어촌버스 도입시나리오의 경우 농어촌버스의 25%, 50%, 75%, 100%의 도입시 관련 효과를 분석하였으며 그 결과는 다음과 같음.

▷ 첫째, 경제성 분석 결과 농어촌버스의 비율 증가에 따라 B/C는 2.49~3.04로 분포하며, NPV(순현재가치)는 114억원-441억원으로 (+)로 나타났음.

▷ 둘째,수익성 분석 결과, 사업자 측면에서는 321억원에서 1,573억원의 비용감소 효과를 가져올 것으로 예상됨.

○ 마을버스 도입시나리오의 경우 마을버스의 25%, 50%, 75%, 100%의 도입시 관련 효과를 분석하였으며 그 결과는 다음과 같음.

▷ 첫째, 경제성 분석 결과, 마을버스의 비율 증가와 관련없이 B/C는 3.28로 분포하며, NPV(순현재가치)는 50억원-2,200억원으로 (+)로 나타났음.

▷ 둘째, 수익성 분석 결과, 사업자 측면에서는 49억원에서 197억원의 비용 증가를 가져올 것으로 예상됨.

○ 시내버스 중 중형이하 시내버스 도입시나리오의 경우 중형이하 시내버스의 25%, 50%, 75%, 100%의 도입시 관련 효과를 분석하였으며 그 결과는 다음과 같음.

▷ 첫째, 경제성 분석 결과, 마을버스의 비율 증가와 관련없이 B/C는 1.69로 분포하며, NPV(순현재가치)는 455억원-1,818억원으로 (+)로 나타났음.

▷ 둘째, 수익성 분석 결과, 사업자 측면에서는 1,263억원에서 5,054억원의 비용감소 효과를 가져 올 것으로 예상됨.

각 시나리오에 대한 최종 효과를 정리하면 아래 그림과 같음.



[그림] 연구의 주요 결과

사) 시사점

비용편익분석 결과 농어촌버스, 마을버스, 시내버스 모두에서 1 이상의 결과를 보임으로서 재원투입보다 얻을 수 있는 효과가 더 큼을 보여주고 있음. 이로서 중형저상버스의 도입이 교통복지 향상을 위하여 투자한 재원이 가치 있게 쓰일 수 있음을 보여주는 것임. 또한 농어촌버스와 시내버스의 경우에는 사업자의 경영수지를 개선할 수 있는 대안으로 활용될 수 있음을 보여주고 있음.

라. 중형저상버스 보급활성화 전략 마련을 위한 토론회 및 의견 수렴

중형저상버스에 대한 소개 및 보급 활성을 위한 의견 등을 수렴하기 위하여 각 지자체 공무원과 운수업자 그리고 장애인들에 대한 방문 및 설명회와 함께 시승식을 진행하였고, 중형저상버스 보급활성화를 위한 의견을 수렴하였음.



[그림] 중형저상버스 개발 및 보급 활동

[표] 중형저상버스 개발 및 보급활성화 활동 정리

구 분	추진 현황	
1) 각종 위원회 및 토론회	• 2015년 3월 12일	• 한국장애인단체총연합회 & 전국버스운송사업조합
	• 2015년 3월 26일	• 장애인단체 협의회 & 서울마을버스운송사업조합
	• 2015년 4월 9일	• 경기도 운송사업조합 협의회
	• 2015년 11월 17일	• 중형저상버스 표준모델 기준 설정을 위한 협의회 (장애인단체, 전문가, 제작사)
	• 2016년 8월 17일	• 중형저상버스 기준 설정 및 보급 활성화를 위한 협의회 (국토교통부, 국토교통과학기술진흥원, 자동차안전연구원, 장애인, 버스협회)
	• 2016년 10월 20일	• 경기도 저상버스 도입방안 협의회 (경기도, 각 지자체, 제작사,장애인단체)
	• 2017년 7월 17일	• 중형저상버스 보급활성화를 위한 국회 토론회 (국토교통부, 국회, 국토교통과학기술진흥원, 각 전문가)
		* 외부전문가 자문회의 (4회/아주대, 서울연구원, 국토연구원, 경기연구원)
		• 제3차 교통약자이동편의 증진계획 수립을 위한 연구용역 자문 회의 (2회)
2) 시승평가 및 시범운행	• 2016년 7월	• 충남 부여 / 경남 거창지역 버스 운영사
	• 2016년 10월	• 경기도 고양시 지자체 및 버스 운영사
	• 2017년 1월	• 서울특별시, 전국버스운송사업연합회
	• 2017년 2월	• 충남 & 전남 각 지자체, 버스운송사
	• 2017년 3월	• 전북 & 시흥시청 각 지자체, 버스운송사
		• 전국 지자체 (시범운영 사업설명회 포함)
	• 2017년 5월	• 익산시 버스운송사
	• 2017년 10월	• 전국 시도 버스협회 대상 설명회
	• 2017년 10월	• 전국 장애인 단체 대상 설명회
	• 2017년 10월~11월	• 지자체 및 운송사 시승평가 및 간담회 (수시 진행)
	• 2017년 11월 24일	• 전국 지자체 (시범운영 결과 설명회)
3) 전시회	• 2017년 5월	• 국토교통과학기술대전 (3일간, 킨텍스)
4) 시범운영	• 2017년 9월~12월	• 중형저상버스 시범운영 (총 2대 / 약 3개월 / 아산시 & 시흥시)

1) 지자체 의견 수렴

가) 서울시

- 일시 : 2017년 1월 24일
- 장소 : 서울시청 서초문별관
- 참석자 : 중형저상버스 연구진, 서울시 버스정책과, 서울버스운송사업조합, 서울 마을버스운송사업조합
- 의견
  ① 서울시의 경우 CNG 버스 우선 보급정책으로 인해 시내버스로의 보급은 어려워 보이고, 다만 마을버스중에는 경유버스가 있으므로 가능해 보임
  ② 수동경사판을 적용하고 있어 운전기사가 불편할 것으로 보임
  ③ 좌석수 증가가 필요함
  ④ 장애인 탑승으로 인해 버스의 정시성이 떨어질 것 같음
  ⑤ 저상버스의 유지/보수 비용이 많이 들어가므로 보조금 정책이 바뀌어야 함




[그림] 서울시 시승평가 및 간담회

나) 충청남도

- 일시 : 2017년 2월 15일
- 장소 : 충남도청 304호
- 참석자 : 중형저상버스 연구진, 충남도청 도로교통과
- 의견
  ① 좌석수가 부족함
  ② 저상버스 도입을 꺼리는 이유 중 하나는 과속방지턱 때문인데, 중형저상버스는 문제 없는가?
  ③ 차량이 작고 좌석수가 적으므로 특별교통수단용 차량으로 활용하는 것이 적절해 보임
  ④ CNG 버스로의 개발이 필요함
  ⑤ 저상버스의 경우 업계에서 수리비가 많이 드는 차로 알려져 있어 도입을 꺼리기도 함. 이에 대한 해결방안이 필요함



[그림] 충남도청 간담회

다) 전라남도

- 일시 : 2017년 2월 24일
- 장소 : 전남도청 7층 건설도시국소회의실
- 참석자 : 중형저상버스 연구진, 전남도청 도로교통과, 태원여객, 유진운수, 여수시 공무원, 나주시 공무원
- 의견
  ① 중형버스인데 크기가 작고 좌석수가 적음
  ② 대도시에서는 CNG 버스만 보급이 가능하므로 개발된 버스에 대한 CNG화가 필요함
  ③ 수동 경사판 적용으로 버스 정시성을 해칠가 염려되며, 자동변속기 적용도 필요해 보임
  ⑥ 바닷가 지역에서는 바닷물에 의해 차량 바닥 부식이 빨리되므로 관련 부분 보완이 필요함
  ⑦ 의자가 좀 더 안락하면 좋겠음
  ⑧ 중앙 정부의 예산 확보가 필요하며, 농어촌 버스는 공영화 또는 준공영화 될 필요가 있음





[그림] 전남도청 시승평가 및 간담회

라) 경기도 시흥시

- 일시 : 2017년 3월 2일
- 장소 : 시흥시청 본관 2층 상상터
- 참석자 : 중형저상버스 연구진, 시흥시 도로교통과, 경원여객, 소신여객, 경기도버스운송사업조합, 두리장애인자립생활센터
- 의견
  ① 전동휠체어의 크기를 생각해 볼 때 내부공간이 다소 좁음
  ② 업체에서 생각하는 중형버스의 크기는 9 m 정도인데, 중형저상버스는 7 m 급이라 많이 작아 보임
  ③ 현재 대형저상버스는 모두 자동경사판인데, 중형저상버스에는 수동경사판 적용한 이유는 뭔가?








[그림] 시흥시 시승평가 및 간담회

마) 중형저상버스 소개 및 시범운영 사업자 선정 설명회

- 일시 : 2017년 3월 20일
- 장소 : The-K 호텔 서울 비파홀
- 참석자 : 중형저상버스 연구진, 전국 시도 공무원 및 버스업계 종사자
- 의견
  ① 과속방지턱과 좁은길 운행에 문제가 없어야 함
  ② 좌석수를 더 늘려야 함
  ③ 부품가격이 싸야함




[그림] 중형저상버스 소개 및 시범운영 사업자 선정 설명회

바) 전라북도

- 일시 : 2017년 3월 21일
- 장소 : 전북도청 2층 세미나실
- 참석자 : 중형저상버스 연구진, 전남도청, 군산, 익산, 정읍, 남원, 김제, 완주, 임실, 순창, 고창, 부안, 군산여객, 우성여객, 대한고속, 부안스마일교통, 부안여객
- 의견
  ① 좌석수를 더 늘려야 함
  ② 시범운영 진행시 1곳에서 1개월씩 하면 어떤가?
  ③ 경사판은 슬라이딩 식으로 하는 것이 좋을 것 같음
  ④ 뒷 바퀴 휠하우스를 좌석으로 활용하면 좋을 것 같음




[그림] 전북도청 시승평가 및 간담회

사) 강원도

- 일시 : 2017년 9월 27일
- 장소 : 강원도청소년수련원 3층 회의실
- 참석자 : 중형저상버스 연구진, 강원도청, 대동대한운수, 지체장애인협회
- 의견
  ① 좌석수를 더 늘려야 함
  ② 정류장에 연석이 있는 경우에는 문제가 없지만 연석이 없는 경우도 농어촌지역에는 많으므로 그런 경우에는 여전히 경사판 각도가 큼
  ③ 차량 내부 공간 배치에 더 신경써서 전동휠체어가 탑승하여 움직이는데 문제가 없어야 할 것 같음
  ④ 안전바를 설치해서 휠체어 장애인이 잡을 수 있도록 하는 것도 필요함
  ⑤ 중형저상버스의 운영비에 대한 분석이 잘 되어야 사업자의 수익성을 정확히 따질 수 있음




[그림] 강원도청 시승평가 및 간담회

아) 중형저상버스 시범운영 현황 및 보급 계획 보고

- 일시 : 2017년 11월 24일
- 장소 : 더케이호텔 서울 비파홀
- 참석자 : 중형저상버스 연구진, 국토교통부, 국토교통과학기술진흥원, 전국 시.도 공무원 및 버스 운영사, 버스 협회 등 60명
- 의견
  ① 노선 버스외에 어린이집버스, 전세 버스등으로 시장 확대 필요
  ② 자동변속기 적용이 필요함
  ③ CNG 버스 우선 도입에 대한 대응방안 마련 필요
  ④ 시내의 경우 2도어 중형저상버스가 적당함
  ⑤ 9m 급 버스 개발이 필요함
  ⑥ 에어서스펜션등의 부품가격이 싸야하고 정비망이 잘 갖춰져있어야 함



[그림] 중형저상버스 시범운영 보고회

2) 장애인 단체 의견 수렴

가) 장애인 단체 간담회

- 일시 : 2015년 3월 26일
- 장소 : 이룸센터 세미나실
- 참석자 : 중형저상버스 연구진, 장애물없는생활환경시민연대, 휠체어배낭여행, 한국지역사회자립생활연구소, 마포장애인자립센터, 한국근육장애인협회, 한국장애인단체총연합회
- 의견
  ① 대형저상버스는 큰 도로까지 나가야 탈 수 있으며, 운행횟수 제한등으로 인해 콜택시를 많이 이용함
  ② 자동경사판의 잦은 고장으로 다음 저상버스가 올때까지 다시 기다렸던 경험이 많음
  ③ 접이식 의자를 쉽게 접을 수 없어 도움을 받아야 함
  ④ 전동 휠체어는 휠체어 고정장치로 고정할 수 없음
  ⑤ 장애인이 기다리고 있는 줄 모르고 버스가 출발하는 경우도 있음
  ⑥ 정류장에 휠체어 대기 장소가 없는 경우도 많음
  ⑦ 중형저상버스 개발후 실제 운행 노선에서 운행이 가능한지 확인해야함
  ⑧ 마을버스 및 농어촌지역의 기준에 맞지 않는 방지턱과 보도블럭이 없는 정류장을 고려하여 경사판을 개발해야함
  ⑨ 어린이/유치원버스와 전세버스로도 활용이 가능할 것으로 보임
  ⑩ 사업자 측면에서 봤을때는 A/S가 잘 이루어져야 함
  ⑪ 운전기사의 장애인 이용에 대한 인식 개선이 필요하며, 이를 위한 교육도 필요함

나) 대전장애인 인권포럼 간담회

- 일시 : 2015년 6월 02일
- 장소 : 한국에너지기술연구원 에코빌딩 중회의실1
- 참석자 : 중형저상버스 연구진, 대전장애인인권포럼
- 의견
  ① 다양한 휠체어와 스쿠터롤 고려해서 개발해야함
  ② 배차시간과 정류장 시설의 문제로 장애인들이 저상버스를 이용하기 어려움
  ③ 운전기사는 전동슬로프와 정류장을 개선을 요청하고 있음
  ④ 버스회사에서는 좋지 못한 도로 여건에 따른 저상버스 파손을 우려하고 있음
  ⑤ 장애인 탑승에 대하여 일반인과 운전기사의 인식이 아직도 좋지 않음
  ⑥ 장애인콜과 지하철은 장애인에 대한 요금 할인이나 제외가 있으나 버스는 없음
  ⑦ 저상버스 대수가 많아지더라도 배차시간 단축, 정류장 시설 개선이 되어야 더 효과적인 저상버스 이용 활성화로 이어질 수 있음



[그림] 대전장애인인권포럼 간담회

다) 장애인단체 및 버스제작사 간담회

- 일시 : 2015년 11월 17일
- 장소 : 이룸센터 2층 회의실
- 참석자 : 중형저상버스 연구진, 한국장애인단체총연합회, 서울시장애인자립생활센터총연합회, 근육장애인협회, 장애물 없는 생활환경시민연대, 자동차안전연구원, 자일대우, 현대차, 아주대
- 의견
  ① 경사판 수동은 적절해보이며, 일본의 경우 차량 뒤에서 휠체러 탑승하는 경우가 있음
  ② 출입문 크기결정시 전동휠체어 사이즈를 고려해야함
  ③ 골목길 운행이 가능한 차량이어야 함



[그림] 장애인단체 및 버스제작사 간담회

라) 장애인단체 시승평가 및 간담회

- 일시 : 2016년 8월 17일
- 장소 : The-K 호텔 서울 해금A 세미나실
- 참석자 : 중형저상버스 연구진, 한국장애인자립생활연구소, 한국근육장애인협회, 마포장애인자립센터, 전국버스운송사업조합연합회, 경기도마을버스운송사업조합
- 의견
  ① 좌석 수 축소 또는 배치 등을 개선하여 휠체어 이동성 개선이 필요함
  ② 연석이 잘 갖춰지지 않은 지역에서는 닐링을 해도 경사판 각도가 커서 휠체어 탑승이 어려울 것으로 보임
  ③ 자동경사판 보다는 수동경사판을 적용하는 것이 더 효율적일 것으로 보임
  ④ 농어촌 지역에서는 고령자가 타고 다니는 전동스쿠터에 대한 고려도 필요함





[그림] 장애인 단체 시승평가 및 간담회

마) 경기도 장애인단체

- 일시 : 2017년 5월 31일
- 장소 : 경기도 장애인차별철폐연대 회의실
- 참석자 : 중형저상버스 연구진, 경기도 장애인단체
- 의견
  ① 휠체어 좌석의 공간확보가 더 되어야 휠체어 2대가 차량에 탑승하고도 일반승객의 이동이 용이해질 것임
  ② 휠체어 공간이 항상 확보 될 수 있는 방안 마련이 필요함
  ③ 휠체어 이용자가 승하차 하는 경우 안내방송을 할 수 있도록 추가
  ④ 휠체어 이용자가 승하차 해야 하는 경우 일반승객이 경사판을 밟고 서있지 않도록 경사판에 안내 문구 삽입



[그림] 경기도 장애인단체 간담회

3) 일반인 및 운수사업자 의견 수렴

가) 운수사업자 간담회

- 일시 : 2015년 3월 12일
- 장소 : 창림모아츠 본사, 전국버스운송사업조합연합회 회의실
- 참석자 : 중형저상버스 연구진, 창림모아츠, 전국버스운송사업조합연합회
- 의견
  ① 카운티 차량의 하드한 서스펜션으로 승차감이 좋지 않고 운전자 불편 의견이 있음
  ② 카운티 차량에 휠체어 리프트, 휠체어 고정장치 등을 개조하는 경우가 있음
  ③ 전동식 경사판은 고장이 잘 발생함
  ④ 대형저상버스에 대한 구입 보조금이 있으나, 운영비에 대한 보조가 부족하여 도입을 꺼림
  ⑤ 중형저상버스 보급의 관건은 대형저상버스의 사례로 봤을 때 추가적인 재정지원과 운행환경을 고려한 차량 개발임. 중형저상버스는 시내버스보다는 마을버스로 운행하는 것이 맞을 것 같음
  ⑥ 서울시에서 시범운행을 성공하면 타 지역으로 확대될 것으로 판단됨
  ⑦ 자동경사판의 빈번한 고장으로 수동으로 적용하자는 버스 회사 제안이 있음

나) 서울마을버스조합 간담회

- 일시 : 2015년 3월 26일
- 장소 : 서울마을버스운송사업조합 사무실
- 참석자 : 중형저상버스 연구진, 서울마을버스운송사업조합
- 의견
  ① 전국적으로 약 4,850대의 마을버스가 있으며, 소형은 약 1,300대 정도임
  ② 대형저상버스는 마을버스 운행환경상 골목길 운행이 많기 때문에 보급할 수 없음
  ③ 마을버스 업계는 CNG 충전 인프라 문제로 CNG 차량 구입을 기피하고 있으며, 향후에도 디젤 차량으로 구입할 예정임
  ④ 중형저상버스가 노선의 운행성 및 운영비가 현재 운행 중인 차량 대비 동등 수준일 경우 대체 보급이 가능할 것임. 짧은 시내버스 노선 역시 보급 가능할 것으로 판단됨
  ⑤ 중형저상버스 시제품을 실제 운행 노선에서 운행하여 운행 환경(골목길, 잦고 높은 요철)에서 평가를 해 봐야 함

다) 경기도마을버스운송사업조합 간담회

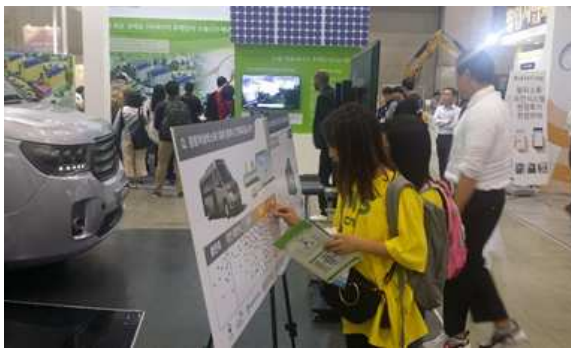
- 일시 : 2015년 3월 26일
- 장소 : 경기도마을버스운송사업조합 사무실
- 참석자 : 중형저상버스 연구진, 경기도마을버스운송사업조합
- 의견
  ① 경기도에는 소형(7m급)이 약 580대 정도임
  ② 수원시의 경우 시내버스 체계가 잘 이루어져 있어 마을버스 물량이 많지 않으나, 신도시를 포함한 고양시, 용인시, 안양시, 성남시에는 마을버스가 활성화 되어 있음
  ③ 고령화에 따른 노인인구 증가와 장애인 및 노약자 대부분이 대형저상버스가 접근하기 어려운 곳에 거주하고 있어 저상버스가 반드시 보급되어야 함
  ④ 운행성에 문제가 없어야 하며, 저상버스 구입시 세제 혜택과 같은 추가 이익이 있어야 버스 운영사가 저상버스를 구입할 것으로 판단됨
  ⑤ 빠른 보급을 위해서는 시범사업을 통한 실제 운행으로 중형저상버스에 대한 우려(유지비 과다 및 도로 운행 문제)를 빠른 시일 안에 불식시켜야 함
  ⑥ 출퇴근 시간의 경우에는 배차 시간이 중요하므로 장애인 탑승시 소요시간을 최소화하고 좌석은 기존 소형버스(15인승 도어1개)와 동일해야함

라) 2017 국토교통과학기술대전 참가 일반인 대상 만족도 조사

- 일시 : 2017년 5월 24일 ~ 5월 26일
- 장소 : 일산 킨텍스 제2전시장
- 조사대상 : 2017 국토교통과학기술대전 참가 일반인
- 만족도 결과 : 응답자의 78% 이상이 좋음 이상의 만족도를 보였음

[표] 중형저상버스 만족도 조사 결과

	불만족	약간 불만족	보통	좋음	아주 좋음	총응답자
득표수	23	16	61	120	230	450
%	5	4	14	27	51	100





[그림] 국토교통과학기술대전 기간 중 일반인 대상 만족도 조사

마. 중형저상버스 보급 활성화 종합계획

1) 중형저상버스와 대형저상버스의 유사점과 차이점

가) 유사점

- 중형저상버스와 대형저상버스 모두 교통약자의 이동편의성 증진을 위하여 추진되고 있으며, 낮은 저상면, 휠체어 탑승을 위한 경사판, 차체 경사장치, 휠체어 탑승공간 및 고정장치 등 교통약자의 이동 편의를 위한 공통적인 제원을 가지고 있음.
- 저상버스는 저상차축, 차체 경사장치(또는 차고조절장치), 경사판, 휠체어 고정장치 등의 장착으로 일반 시내버스에 비해 차량 가격이 고가이고, 정비부품이나 연료비 등 운영비 역시 증가하기 때문에 보급 활성화를 위해서는 중앙정부와 지방정부에서 버스 구입비 차액이나 운영비 증가분에 대한 지원이 필요함.
- 버스정류장 등 인프라가 제대로 정비되어 있지 않으면 운행상에 어려움이 있으므로 저상버스의 보급 확대와 아울러 인프라의 정비가 필요함.

나) 차이점

- 현행 대형저상버스는 차체가 낮고 대형이므로 도로폭이 협소한 이면도로, 급커브, 배향곡선로(S자형 곡선로), 급경사 등 운행여건이 열악한 노선에는 투입이 어려움. 따라서 굴곡이 없고 도로 폭이 넓은 특정노선을 중심으로 배차되고 있으며, 마을버스나 농어촌버스 운행지역은 도로환경이 열악한 경우가 많아서 대형저상버스는 투입이 불가능한 곳이 많음. 그러나 중형저상버스는 차량 폭과 길이가 작고, 최소회전반경이 작아서 도로환경이 열악한 농어촌이나 마을버스노선에 투입이 용이함.
- 중형저상버스는 대형저상버스 대비 차량가격이 1/2 정도로 저렴하여 대형저상버스 1대 가격으로 중형저상버스 2대를 보급할 수 있기 때문에 저상버스의 보급률을 높이는데 기여할 수 있음. 또한 버스가 작은 만큼 부품 값이나 연료비용 등 운영비가 감소하여 버스사업자의 운영 개선에 도움이 될 것으로 판단됨.
- 대형저상버스는 대부분이 CNG차량이기 때문에 지방도시에서 운행하기 위해서는 CNG 충전시설이 구비되어야 하나 대도시 이외의 지역에서는 충전시설이 미비하여 농어촌이나 마을버스 운행지역에서는 대부분 운행이 불가능함. 따라서 운행상의 제약이 많은 이들 지역에는 경유를 연료로 사용하는 중형저상버스를 도입하여 교통약자의 이동편의를 증진이 가능함.

2) 중형저상버스 보급 활성화 방안

가) 정책을 활용한 보급 활성화 방안

- 대형저상버스의 경우에 제1차~제3차 교통약자 이동편의 증진계획에서 연차별 대형저상버스 보급 계획 및 목표를 수립한 바, 중형저상버스에 대해서도 국토교통부에서 보급 계획 및 목표를 수립함. 이에 맞추어 시, 도, 군의 조례(교통약자의 이동편의증진에 관한 조례)에 반영하고 저상버스 도입량 배정계획을 수립함.
  => 3차 교통약자 이동편의 증진계획에서 중형저상버스에 대한 보급계획을 포함하고 있으나 시내버스에 한정되어 있어 여전히 농어촌버스와 마을버스로의 보급계획이 누락되어 있는 상황이므로, 3차 교통약자 이동편의 증진계획을 변경이 필요함.
  => 대형저상버스의 경우에 지방자치단체별 도입목표는 설정되어 있으나, 이행에 대한 강제성이 없어서 도입이 지연되고 있음. 따라서 의무 도입대상(마을버스, 농어촌버스, 벽지명령노선, 특별교통수단 등) 및 연차별 보급목표를 설정하고, 각각의 목표 이행에 대한 강제성 부여하는 것이 바람직함.

[표] 의무 도입 대상

대상차량 1	중형 이하 농어촌/마을/시내버스(2016년 기준 총 5,757대) → 대폐차시에 우선도입 및 일정비율 도입 의무화
대상차량 2	대형 시내/농어촌/마을버스의 비첨두시간대 등 승객이 적은 시간대나 대형버스의 운행이 불필요한 노선에 도입 → 대형저상버스 1대 대비 초기투자비용이 저렴한 중형저상버스 약 2대 보급 예상
대상차량 3	현행 특별교통수단(대부분 미니밴)이나 장애인 콜택시에 도입 → 공간이 넓고 승하차가 쉬워서 교통약자의 편의성 및 쾌적성 개선 (벽지운행노선버스 포함)

- 현재 대형저상버스는 목표 대비 예산 확보의 미흡으로 보급이 지연되고 있는 바, 중형저상버스에 대해서는 목표에 부합하는 예산 확보에 노력함. 국고 및 지방고 부담액은 현행과 같이 특별시는 국가가 40%, 지방자치단체가 60%를 지원하며, 그 외의 지방자치단체는 국가가 50%, 지방자치단체가 50%를 지원하는 것이 바람직하나, 지방자치단체의 재정자립도에 따라 중앙정부의 보조금을 증액하는 것도 필요함.
- 비수익 노선에 대해서는 지자체에서 직영체제를 도입하고, 해당 노선에 대하여 중형저상버스를 운행하는 방안도 중형저상버스 보급 확대에 기여할 수 있을 것으로 생각됨. 하지만 재정상황이 좋지 않은 지자체의 경우 직영체제 도입시 재정상황이 더 나빠질 가능성이 있으므로, 해당 부분에 대한 중앙정부의 재정지원 필요할 것임.
  => 예를 들어 노선을 민간사업자로부터 매입하는데 소요되는 비용을 중앙정부에서 지원해 주고, 재정자립도에 맞춰 추가로 운영비 지원 등 재정지원 방안을 마련하거나, 승객수입이 보장되는 첨두시간에는 버스회사에서 운영을 하고, 비첨두시간대의 비수익시간에는 지자체의 공영버스를 투입하여 버스회사의 운영손실을 절감해 주는 방안 마련하는 것임.
- 취득세 및 부가가치세의 면제, 유가보조금 등 대형저상버스에 부여되는 제반 세제상의 혜택은 중형저상버스에도 반영함.
- 중형일반버스 대비 중형저상버스의 사용에 따른 추가 발생 유지관리비는 그의 차액을 지원함.

중형저상버스인 경우에도 교통약자 이용 편의를 위해 필요한 차고 조절장치(또는 차체 경사장치), 경사판 등 기존 중형일반버스에는 없는 저상버스 전용 부품이 추가되기 때문에 유지관리비가 증가할 것으로 생각됨.

- 중형저상버스는 CNG차량인 대형저상버스와는 달리 중고차의 가격 하락요인이 적을 것으로 예상되는 바, 대·폐차 지원금은 현행과 같이 지급함.
- 저상버스를 운영하는 업체에 대해서는 공제분담금 특별할인, 대중교통경영 및 서비스 평가 시 인센티브 부여, 정부의 각종 포상 시 우선권 부여 등 버스업계의 자발적인 참여를 유도할 필요가 있음.

나) 인프라 및 교육활동을 통한 보급 활성화 방안

- 정류장 등 교통인프라를 저상버스에 맞도록 개선하고, 버스 운전기사에 대한 경사판, 휠체어 고정장치 등에 대한 교육 등을 강화하여 교통약자의 대중교통 이용을 활성화하면 저상버스의 보급 활성화에 기여할 것으로 생각됨.
  => 농어촌지역의 경우 정류장이 없는 간이 정류장이 많아 휠체어, 유모차 및 고령자용 보행보조차에 대한 승하차를 위해 경사판을 이용하는 경우 운전자 또는 일반인의 도움이 필수적이므로 이에 대한 교육 및 안내가 철저히 이루어져야 함.
- 환경문제로 인해 전기버스에 대한 도입 시장에서의 요구가 예상되므로 중형전기버스 도입에 대한 준비를 위하여 전기버스 인프라 구축 계획이 필요함.

다) 운영기술을 통한 보급 활성화 방안

- 노선버스 : 서울시 중형버스의 재차인원 분석 결과에서 확인 할 수 있듯이 이용승객이 많은 시내버스 노선 중에서도 중형저상버스로 운행이 가능한 노선을 찾을 수 있듯이, 버스 운행 노선에서 이용승객이 많지 않은 시내버스, 마을버스, 농어촌버스의 대형/중형버스 노선과 7m 급 중형버스로 운행하고 있는 마을버스와 농어촌버스 노선을 파악하여 중형저상버스를 보급할 수 있을 것임.
- 기타버스 : 복지관에서는 일반버스와 더불어 고령자와 장애인을 위하여 특장차를 보유하고 있으므로, 특장차로 저상버스를 구입하는 경우 구입보조금을 지급하여 중형저상버스의 보급을 독려하는 것도 필요하며. 필요한 경우 유치원, 관광버스 등에도 보조금을 지급할 수 있도록 함.
  => 장애인복지관의 경우 2015년 현재 전국 213곳이 운영되고 있으며, 특장차로 버스가 147대 운영중에 있음.
- 9m급 중형저상버스 도입 : 과제를 통하여 7m급 중형저상버스를 개발하였으나 좌석수 및 승차인원의 한계로 인하여 도입이 어려운 노선이 여전히 존재 하고 있으므로 향후 추가 과제를 통한 신규 차량 개발 또는 저상버스 표준모델 기준에 맞는 외산 차량을 도입하여 시장에서의 중형저상버스에 대한 선택권을 다양하게 함.

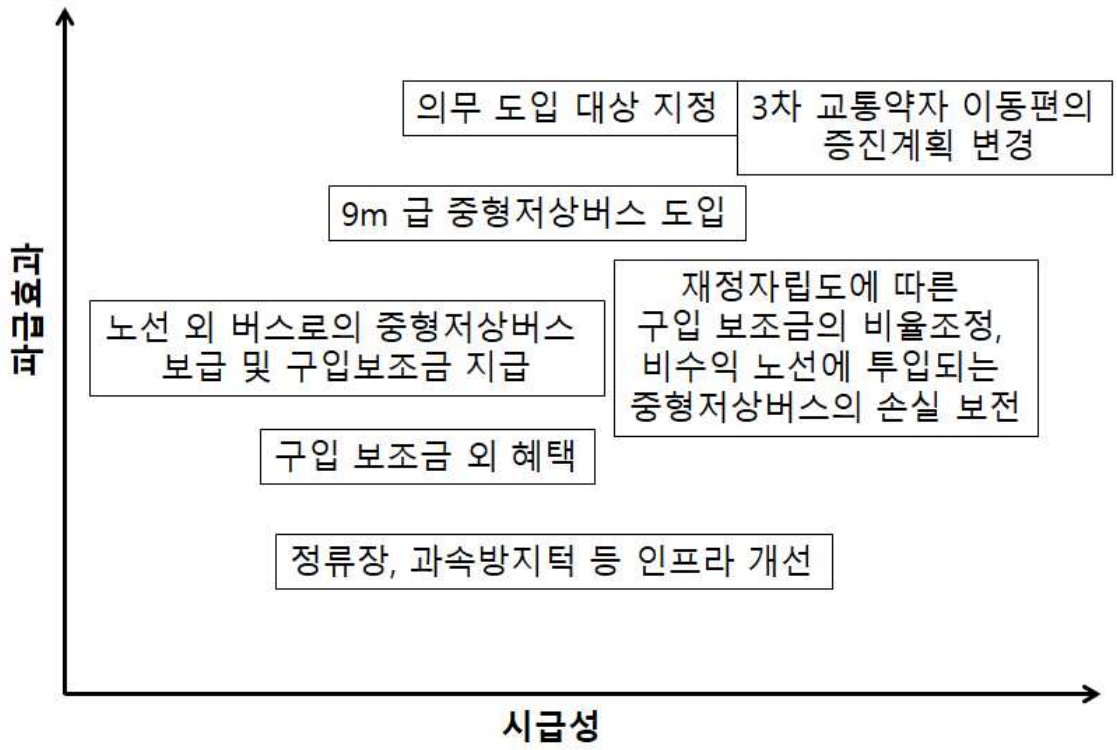
라) 중형저상버스 보급활성화를 위한 전략 우선순위

우선순위의 결정은 시급성과 파급효과에 대한 고려를 통하여 가능할 것임. 이를 위해 전술한 보급활성화 계획을 정리해 보면,

(1) 3차 교통약자 이동편의 증진 계획 변경,
(2) 의무 도입 대상 지정,
(3) 재정자립도에 따른 구입 보조금의 비율조정,
(4) 비수익 노선에 투입되는 중형저상버스의 손실 보전,
(5) 구입 보조금 외 혜택,

(6) 정류장, 과속방지턱 등 인프라 개선,
(7) 노선외 버스로의 중형저상버스 보급 및 구입보조금 지급,
(8) 9m 급 중형저상버스 도입 이다.

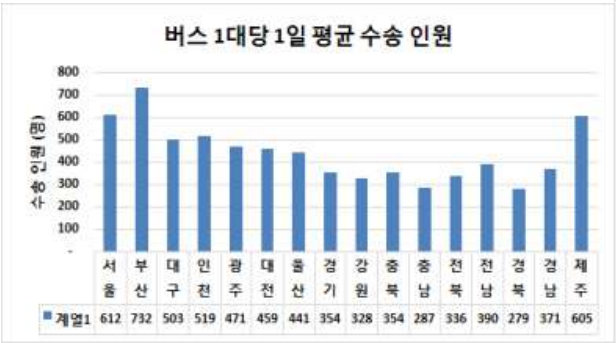
이를 시급성과 파급효과로 정리하여 나타내 보면 아래 그림과 같음. 3차 교통약자 이동편의 증진계획이 변경 고시 되어야 농어촌과 마을버스로의 보급이 원활히 이루어질 수 있기 때문에 시급성과 파급효과면에서 다른 항목들 보다 높은 수준을 차지할 것임. 의무 도입 대상 지정의 경우, 의무적으로 중형저상버스를 도입해야 하므로 파급효과는 크겠지만 간담회 및 지자체 방문 등을 통해 얻은 의견수렴에서는 의견이 많지 않아 시급성에서는 떨어지는 것으로 판단하였음. 9m 급 중형저상버스 도입의 경우 농어촌과 마을버스의 대부분이 9m 급 중형버스인 것을 고려해 보면 파급효과는 클 것으로 보이나 현재 개발된 중형저상버스가 있으므로 시급성에서는 떨어지는 것으로 판단됨. 재정자립도에 따른 구입 보조금의 비율조정은 지자체 방문 및 중형저상버스 소개시 지방공무원들로부터 자주 나왔던 의견이었으며, 비수익 노선에 투입되는 중형저상버스의 손실 보전의 경우에는 많은 버스운영사에서 원하는 것이므로 시급성이 높다고 판단되지만 비수익 노선의 특성상 중형저상버스의 보급 대수에 미치는 파급효과는 크지 않을 것으로 판단됨. 노선 외 버스로의 중형저상버스 보급 및 구입 보조금 지급은 중형저상버스의 보급에는 도움이 될 수 있으나 대중교통으로의 활용이 아니므로 시급한 것은 아니라고 판단됨. 정류장, 과속방지턱 등 인프라 개선은 중형저상버스의 보급을 저해하는 요인이기는 하나 시급히 개선되지 않더라도 중형저상버스의 보급에는 큰 영향이 없을 것으로 판단되어 시급성과 파급효과가 떨어지는 것으로 판단됨. 구입 보조금 외 혜택은 세금 혜택과 대폐차 지원금과 운영비 보전과 같은 것을 포함하는데, 중형저상버스의 경우 연비가 동급의 버스와 비교하여 우수하기 때문에 운영비 보전이 많이 요구되지 않을 것으로 경유 차량이므로 폐차가격이 떨어질 것으로 보이지 않는 등의 이유로 시급성과 파급효과가 떨어질 것으로 판단됨.



[그림] 중형저상버스 보급활성화를 위한 전략 우선순위 분석

3) 보급 계획 (안)

전국버스운송사업조합연합회의 '2014 버스통계편람' 에 따르면 각 지역별 버스 1대당 1일 평균 수송인원은 아래 그림과 같이 나타남. 특별시와 광역시에서의 버스 1대당 1일 평균 수송인원이 다른 곳보다 높은 것을 알 수 있음. 그리고 아래 그림은 지역별로 시내버스 중 중형이하버스 비율을 나타나고 있음. 서울, 부산, 대구 등 광역시 이상의 도시에서의 중형이하버스 비율이 낮게 나타나고 있음.

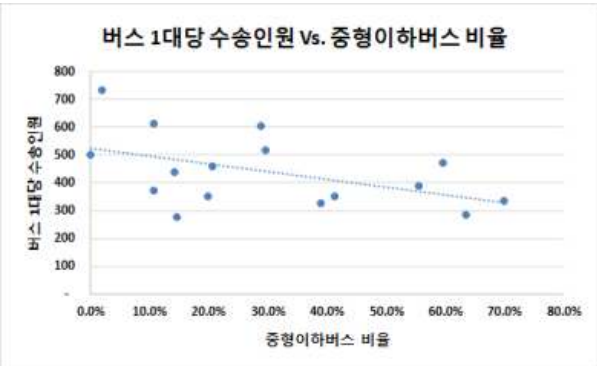


[그림] 버스 1대당 1일 평균 수송인원



[그림] 중형이하버스 비율

아래 그림은 전국버스운송사업조합연합회의 '2014 버스통계편람' 자료를 이용하여 버스1대당 수송인원 대비 중형이하버스 비율의 관계를 나타난 그래프임. 중형이하버스의 비율이 높을수록 버스 1대당 수송인원이 감소하는 추세를 타나내는 것을 다시 한 번 확인할 수 있음. 이는 수송인원이 적은 경우 버스 업체들이 수익성을 고려하여 대형버스보다는 중형버스를 사용하는 것을 나타냄. 이것과 더불어 서울시 중형 시내버스 노선의 약 15% 정도를 중형저상버스로 대체가능하다는 자료(중형저상버스 운영기술에 관한 연구 보고서(KIER 2016) 또는 중형저상버스 표준사양 개발 및 운영기술/보급 전략 연구 3차년도 연구보고서 참고)를 통해 전국적으로 평균 20%정도의 중형버스를 중형저상버스로 대체가능할 것으로 추정할 수 있음.



[그림] 버스 1대당 수송인원 대비 중형이하버스 비율 관계

중형저상버스의 도입 대수 목표를 아래와 같은 가정 하에, 산출하였음.

- 가정 1: 차량연령 9년을 기준으로 노후차량이 신규차량으로 교체되며, 신규 교체 중형버스의 대수를 기초로 중형저상버스의 대체율을 가정함.
- 가정 2: 차량 대수는 2016년 자료를 기준으로 하였음.
- 가정 3: 타타대우에서 개발중인 중형저상버스의 예상 판매가격은 약 114백만원이고, 동급 중형버스인 현대자동차의 카운티버스(2도어)는 판매가격이 61.85백만원이므로 구입 보조금은 50백만원으로 가정함.

가) 시내버스 중 중형저상버스 도입 방안

시내버스의 경우 서울시 중형버스 재차인원 분석결과와 전국 중형버스 수송인원 자료 분석결과를 바탕으로 하여 시내버스의 일부 노선들에 대하여 중형저상버스 보급이 가능함을 알 수 있음.

아래 그림은 본 과제의 연구진들의 의견이 반영된 '제3차 교통약자 이동편의 증진계획'을 발췌한 것으로, 아래 그래프에 나타낸 것과 같이 2019년부터 매년 180대를 보급하는 것으로 계획되어 있어, 이에 따라 보급을 시행하면 될 것임.

≪ 분야별 계획 ≫

1 교통수단 개선 · 확충 사업

가. 저상버스 지원사업

□ 제3차 계획 기간의 저상버스 구입비 소요비용 산정

○ '21년까지 전국 시내버스 중 42% 저상버스 도입 목표

* '21년 말, 시내버스 36,037대 중 저상버스 14,313대

○ '19년 중형 저상버스 양산화에 따른 재정지원 고려

○ 지역별 저상버스 도입을 위한 국고 지원 비율 고려

<표 5-3> 저상버스 도입을 위한 국고 투자소요비용

(단위: 대, 억원)

구분		2017년	2018년	2019년	2020	2021년	총계
대수	대형	698	2,894	2,611	2,626	2,807	11,636
	중형	0	0	180	180	180	540
	합계	698	2,894	2,791	2,806	2,987	12,176
국고 지원	대형	320	1,015 (338)	932 (310)	919 (307)	996 (333)	4,182 (1,288)
	중형	-	-	45	45	45	135
	합계	320	1,015 (338)	977 (310)	964 (307)	1,041 (333)	4,317 (1,288)

주1 : 중형저상버스 대당 지원금은 2,500만원(중앙정부)로 계상

주2 : ( ) 보급목표, 보급현황 및 국가재정상황에 따라 변동 가능하므로 추가적 재정지원은 향후 재정당국과 별도 협의 필요

[그림] '제3차 교통약자이동편의증진계획'에 반영된 중형저상버스 보급계획

[표] 시내버스 중 중형저상버스 도입 목표안

(단위: 대, %)

구 분		2017현재	2018	2019	2020	2021
시내버스 중 중형저상버스	누적대수	0	0	180	360	540
	보급률 (%)	0	0	0.5	1.1	1.6
	당해연도 도입대수	0	0	180	180	180

주) 보급율은 전국 시내버스대수(2016년 기준) 33,689대를 기준으로 산정함

나) 농어촌버스 중 중형저상버스 도입 방안

저상버스와 일반버스를 떠나 농어촌지역에서 버스운영의 가장 큰 문제점은 인구감소로 인한 이용승객 수 감소임. 이를 극복하고자 운영보조금 지급을 하고 있는 실정임. 저상버스의 경우에는 CNG 충전 인프라 부족으로 인해 CNG를 연료로 하는 대형저상버스의 도입은 더욱 어려운 실정임. 따라서 경유를 사용하면서 연료비 측면에서 이점이 있는 중형저상버스를 농어촌의 비수익노선 및 7m급 버스 운행 노선에 우선 도입할 수 있을 것임.

재차인원 20인 이하의 노선을 비수익노선으로 봤을 때, 농어촌버스 운행 지역에 해당하는 의성, 구례, 함평, 강진, 문경, 포항, 상주, 울진, 예천, 영주, 경주, 고성, 구미, 김천, 김해, 단양, 보은, 사천, 수원, 순천, 아산, 양산, 영동, 완도, 완주, 울주, 원주, 전주, 증평, 진주, 진천, 천안, 청주, 칠곡, 함안, 합천, 횡성, 남해, 임실, 김제, 군산, 강릉, 고흥, 광양, 남원, 보성, 부안, 순창, 익산에 대한 재차인원 분석을 진행하였음. 20명 이하로 정한 이유는 중형저상버스의 승차정원이 30명 인데, 카드를 사용하지 않고 승차하는 인원과 버스 혼잡도를 고려한 것임.

분석결과 분석지역에서 평균적으로 71%의 버스가 하루 최대 20명 이하로 운행하고 있음을 확인하였음. 실제 데이터에서 농어촌버스와 시내버스를 완전히 분리하여 분석을 하지 못한 것을 감안하면 71% 이상의 농어촌버스가 20명 이하로 운행하고 있을 가능성이 있음.

농어촌버스중 중형저상버스로 보급할 수 있는 버스의 대수를 산정해 보면, 농어촌버스로 운행하고 있는 7m 급 버스는 모두 대체가 가능하므로 차령 9년을 기준으로 보면 2019년부터 매년 30대(280대/9년, 아래 그림 참조) 정도 가 중형저상버스로 전환될 수 있을 것임. 대형(11m 급)과 중형(9m급) 버스의 경우에는 재차인원 분석결과를 활용하여 71%를 전환 가능한 버스로 계산할 수 있으나, 현금승차인원과 특정 기간의 데이터 분석 및 농어촌 지역의 장날과 등하교 시간대의 승객 수요를 고려하여 50% 정도만 전환 가능한 것으로 고려하여 산정하여 보면 9m 급 이상의 버스는 2019년부터 매년 80대(1546대/9년 X 50%) 정도가 중형저상버스로 전환되어 보급이 가능할 것으로 판단됨. 즉 농어촌버스로는 2019년부터 매년 110대의 버스가 중형저상버스로 보급이 가능한 것으로 판단되며, 2021년까지 농어촌버스의 18%가 중형저상버스로 대체될 수 있을 것임.



[그림] 전국 농어촌 버스 차종별 대수 현황

[표] 농어촌버스 중 중형저상버스 도입 목표안

(단위: 대, %)

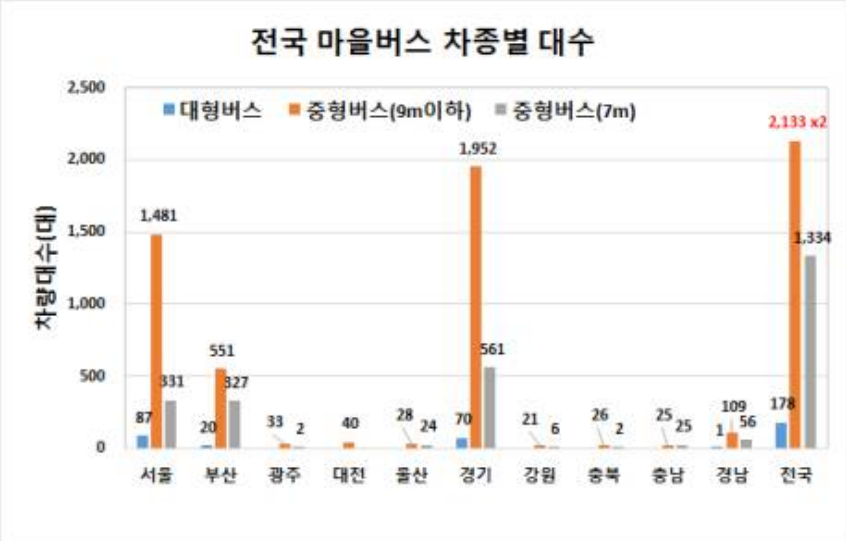
구 분		2017현재	2018	2019	2020	2021
농어촌 버스 중 중형저상버스	누적대수	0	0	110	220	330
	보급률 (%)	0	0	6	12	18
	당해연도 도입대수	0	0	110	110	110

주) 보급율은 전국 농어촌버스대수(2017년 기준) 1,826대를 기준으로 산정함

다) 마을버스 중 중형저상버스 도입 방안

마을버스는 시내버스와 전철노선 사이를 연결해 주거나, 시내버스 노선이 지나가기 어려운 곳과 시내버스 노선을 연결해 주는 서비스를 담당하고 있음. 교통약자의 경우 주요노선과 전철노선에 나가기 전까지는 저상버스의 혜택을 볼 수 없는 것이 현실임. 하지만 대형버스 또는 9m급 중형버스가 운행되기 어려운 좁고 굴곡이 심한 노선을 운행하는 경우가 있어 7m급 중형버스의 운행율이 30%에 달할 정도임. 따라서 7m급 중형버스에 대한 중형저상버스 보급을 중심으로 하여 9m 급 중형버스노선에서도 시내버스와 마찬가지로 대체가능한 노선을 확보하여 보급을 진행해야 할 것임.

마을버스 마을버스의 경우 서울, 경기, 부산, 대전 등 주요 도시에서 운행되고 있으며, 특히 서울과 경기 지역의 마을버스가 전체 마을버스의 80% 이상을 차지하고 있음. 마을버스는 운행 특성상 도로사정이 좋지 않은 곳을 운행하는 경우가 많음. 따라서 대형보다는 중형(9m급 이하) 버스의 비율이 전체의 96%에 달함. 대형버스 운행지역은 그 만큼 이용객이 많은 경우이기 때문에 많은 버스를 중형저상버스로 대체하기는 어려울 것으로 판단되며, 중형버스의 경우에도 많은 수를 중형저상버스로 대체하는 것 또한 승객의 불편을 초래할 수 있다고 판단됨. 따라서 마을버스로 운행하고 있는 7m 급 버스는 모두 대체가 가능하므로 차령 9년을 기준으로 보면 2019년부터 매년 148대(1,334대/9년, 아래 그림 참조) 정도 가 중형저상버스로 전환될 수 있을 것임. 마을버스 중 9m 급 이상의 중형버스의 경우 시내버스와 비슷한 수준의 1일 운송인원을 보이므로 시내버스의 중형버스 중 중형저상버스로의 전환가능 대수를 계산한 것과 동일한 수준으로 전환이 가능할 것으로 판단되며, 9m 급 이상의 마을버스 중 20%인 70대(3,110대/9년 X 20%, 아래 그림 참조) 정도가 중형저상버스로 전환 될 수 있을 것으로 판단됨. 즉 마을버스로는 2019년부터 매년 218대의 버스가 중형저상버스로 보급이 가능한 것으로 판단되며, 2021년까지 마을버스의 18%가 중형저상버스로 대체될 수 있을 것임.



[그림] 전국 마을버스 차종별 대수

[표] 마을버스 중 중형저상버스 도입 목표안

(단위: 대, %)

구 분		2017현재	2018	2019	2020	2021
마을버스 중 중형저상버스	누적대수	0	0	218	436	654
	보급률(%)	0	0	4.9	9.8	14.7
	당해연도 도입대수	0	0	218	218	218

주) 보급율은 전국 마을버스대수(2017년 기준) 4,444대를 기준으로 산정함

라) 중형저상버스 보급 목표에 따른 예상보조금

아래 표와 같이 중형저상버스를 보급한다고 하면, 중형저상버스의 대당 보조금 5천만원을 기준하여, 매년 시내버스에는 90억, 농어촌버스에는 55억, 마을버스에는 109억 정도 보조금이 필요하게 됨. 즉 매년 508대의 중형저상버스를 보급하는데 년간 254억원의 보조금이 필요함.

또한 비용대비 편익의 비율인 BC 분석 결과를 전술한 보급효과분석에서 제시한 방법으로 분석한 결과 농어촌버스는 1.2 ~ 1.5, 마을버스는 1.9 ~ 2.1, 시내버스는 2.7 ~2.9로 분석되어, 비용투자 대비 효과가 높은 것으로 분석되었음.

[표] 중형저상버스 도입대수 및 도입에 따른 예상보조금

(단위: 억)

구 분		2017현재	2018	2019	2020	2021
도입대수	농어촌버스	0	0	110	110	110
	마을버스	0	0	218	218	218
	시내버스	0	0	180	180	180
	합계	0	0	508	508	508
보조금	농어촌버스	0	0	55	55	55
	마을버스	0	0	109	109	109
	시내버스	0	0	90	90	90
	합계	0	0	254	254	254

주) 중형저상버스 보조금은 대당 0.5억원 으로 계산함

마) 중형저상버스 수요 조사 결과

중형저상버스에 대한 지자체 수요조사를 국토교통부를 통하여 진행하였음에도 부산광역시, 광주광역시, 대전광역시, 울산광역시, 충청북도, 전라남도, 경상남도, 제주도에서만 응답을 해왔음. 응답결과는 아래 표와 같이 중형저상버스에 대한 도입을 2019년도에 76대, 2020년도에 64대, 2021년도에 41대로 조사되었음. 현재 개발된 중형저상버스의 좌석수와 승차가능인원이 적고, 저상버스의 운영비가 기존 버스보다 많이 든다는 오해에 의한 것으로 판단됨.

[표] 지자체 수요조사 결과

도입년도	대형버스 대체		중형버스 대체		소형버스 대체		합계	
	대수	노선수	대수	노선수	대수	노선수	대수	노선수
2019	12	57	49	97	15	37	76	191
2020	16	59	37	88	11	10	64	157
2021	10	57	22	30	9	10	41	97

4. 중형저상버스 시범운영

중형저상버스의 시범운영에 앞서 벤치마킹 차량을 이용하여 중형저상버스에 대한 일반인 및 교통약자를 대상으로 시범운행 및 설문조사를 진행하였으며, 중형저상버스 시작차량이 개발된 이후에는 시내버스, 마을버스, 농어촌버스 노선 운행 적합성 등을 확인하기 위하여 서울, 대전, 부산, 부여, 거창 지역에서 시승운행 또는 노선운행과 함께 설문조사를 168명에 대하여 진행하였음.



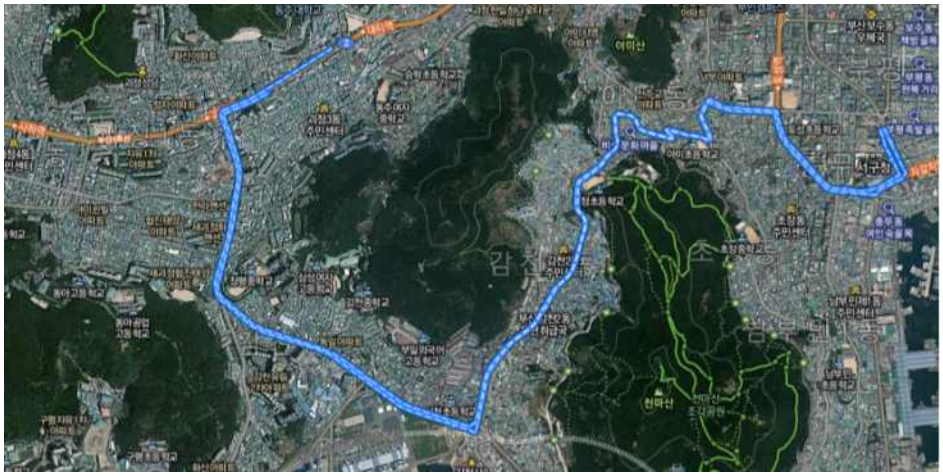
[그림] 대전, 거창, 부여, 강릉 시승식 노선



[그림] 서울 종로 01번 마을버스 노선



[그림] 서울 관악 01번 마을버스 노선



[그림 부산 사하1-1 마을버스 노선



[그림] 시범운행 차량 및 탑승대기중인 휠체어 장애인

과제 마지막 연차에는 개발된 중형저상버스에 대한 인증을 마침으로서 시범운영에 대한 준비를 마치고 실제 노선에서의 운행 적합성 및 이용자 만족도를 조사하였음.

가. 중형저상버스 시범운영

1) 시범운영 개요 및 목적

중형저상버스는 대형저상버스가 운행되기 어려운 노선에 투입되어 교통복지소외노선인 농어촌버스와 마을버스 노선 이용객에 대한 교통복지향상을 목적으로 개발된 차량임.
국내에서는 처음으로 개발되어 보급되는 차량인 중형저상버스를 개발하여 인증을 취득하였고 중형저상버스가 실제 버스 노선에서 운행하기에 적합한지, 승객과 운영사 측면에서 개선할 점은 있는지에 대하여 확인하는 것을 목적으로 하였음.
과제기간 내에 시범운영을 진행하기 위해 차량에 대한 인증이 완료된 시점부터 운행에 들어갈 수 있도록 시범운영사업자 선정평가를 진행하였으며, 과제 종료까지 3개월간 2대의 버스를 2지역에서 운행할 수 있도록 하였음.

2) 시범운영 사업자 선정
아래 표와 같이 시범운행 운영 유치기관 선정계획 수립하여 설명회 및 선정평가를 거쳐 시범운영 유치기관으로 시흥시와 아산시가 선정되었음.

[표] 시범운영 사업자 선정 주요 일정

항목	시기	주요 내용
시범운행 운영 유치기관 선정계획 수립	`17.02.24	시범운영 해당 유치기관 선정계획(안) 마련 시범운영 해당 유치기관 선정계획 확정
시범운영 운영유치기관 선정 사전 안내	03.06	시범운영 유치기관 선정을 위한 사전안내 공문 발송
설명회 개최	03.20	시범운영 유치기관 선정 계획 등 설명회 (국토교통부 주관)
유치 희망신정서 접수	06.02	시범운영 유치 희망신청서 접수
시범운영 운영유치기관 후보군 선정	06.05	시범운영 유치기관 후보 대상지 선정을 위한 사전 검토 시범운영 유치기관 유치계획서 접수
시범운영 운영유치기관 선정 평가	~06.14	해당 유치기관 현황 및 유치계획서 평가 (외부전문가) 현장실태조사 실시(중형저상버스 표준모델 개발 연구진)
시범운영 유치기관 선정 (2개 지역)	7월	시범운영 유치기관 선정 평가결과 발표 (국토교통부)
협약체결	9월	시범운영 구축, 운행을 위한 협약체결
시범운영 (3개월, 2개업체, 업체당 1대씩 운행)	9~12월	시범운영, 승객대상 만족도 조사

3) 시범운영 선정 및 노선 특징

가) 충남 아산시, 80번 버스 노선

충남 아산시에는 아래 표 및 그림과 같이 문이 2개인 Two-door 타입의 중형저상버스가 2017년 9월 5일에 아산시 시설관리공단으로 인계되었음. 차량 인계후 스티커 작업과 버스단말기 설치 등의 기간을 거쳐 2017년 9월 15일부터 12월 14일까지 시범운영을 실시 하였음.

① 노선 특징

운행노선은 세교1리와 장호빌딩 사이를 오가는 80번 마중버스로 1일 7회 왕복운행하며 운행거리는 195 ㎞ 정도임. 버스 1대당 일일 평균 탑승인원은 약 37명 정도이며, 평일 오전에는 등교하는 학생이 많이 이용하는 버스노선임.

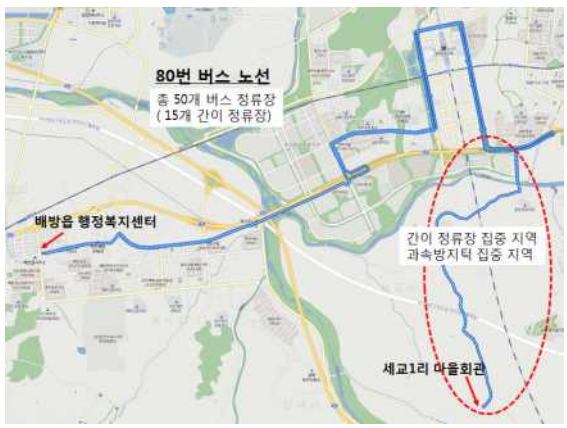
도농복합도시인 아산시의 80번 노선은 아래 버스 노선도와 1일 평균 탑승인원에서 알 수 있듯이 본 시범운영 노선은 대표적인 농어촌 비수익 노선으로 볼 수 있음. 간이정류장과 과속방지턱이 집중된 지역은 왕복 2차선의 좁은 도로를 운행해야 함. 따라서 중형저상버스의 주요 활용처 및 개발 필요성에서 언급된 농어촌 지역의 저상버스로서의 활용가능성을 확인하기에 적당한 노선이라 할 수 있음.

[표] 아산시 시범운영

항목	주요 내용
차량 type	Two-door
차량인계	2017년 9월 5일 (아산시 시설관리공단에서 운영)
시범운행 기간	2017년 9월 15일 ~ 12월 14일
운행노선	세교1리와 장호빌딩 사이를 오가는 80번 마중버스로 운행
운행거리	195km/일 (1일 7회 왕복)



[그림] 아산시에서 시범운행 중인 Two-door 중형저상버스



[그림] 아산시 80번 버스 운행 노선

② 노선 인프라 분석

운행노선에 대한 인프라 분석을 위하여 시범운영 노선에 대하여 정류장과 과속방지턱에 대한 전수 조사를 실시하였음. 그 결과 충남 아산시 80번 버스 노선의 정류장은 총 48개 이며 그 중 12개는 간이 정류장임. 간이 정류장을 제외하고 휠체어 출입이 가능한 정류장은 27개이며, 간이 정류장을 제외한 보도높이가 15㎝ 이하인 곳은 4곳에 불과하였음. 과속방지턱의 경우 80번 버스 운행 노선에 19개가 있었음. 과속방지턱 제작기준과 관련하여 볼 때 높이 부분에서는 대부분 규정을 만족하고 있었으나 설치길이 측면에서는 대부분 규정에 어긋나 있었음. 또한 6곳의 경우에는 도색이 거의 없어 식별하기 어려웠음.

나) 경기도 시흥시, 26-1번 노선

시흥시에는 아래 표와 그림과 같이 문이 1개인 One-door 타입의 중형저상버스가 2017년 9월 11일에 시흥교통으로 인계되었음. 차량 인계후 스티커 작업과 버스단말기 설치등의 기간을 거쳐 2017년 9월 20일부터 12월 20일까지 시범운영을 실시 하였음.

① 노선 특징

운행노선은 능곡과 시흥시외버스터미널을 오가는 26-1번 버스로 1일 7.5회 왕복운행하며 운행거리는 205 ㎞ 정도임. 버스 1대당 일일 평균 탑승인원은 약 100명 정도이며, 시흥 종합터미널-정왕역-시흥시청 등 주요 기점을 통과하는 노선으로 각 연령대별로 이용하고 있음.

시흥시의 26-1번 노선은 관내 장애인복지관이 있어 지속적으로 저상버스 운행을 요청받는 노선인데 기존 대형 저상버스의 회전반경과 과속방지턱 등의 여건으로 인해 제약이 많고 일반버스에 비해 구입비와 운영비가 추가로 소요되어 운수업체에서 저상버스 도입을 꺼리는 노선임. 아래 버스 노선과 1일 평균 탑승인원에서 알 수 있듯이, 본 시범운영 노선은 지하철과 같은 주요 교통시설과 마을을 연결시켜주는 마을버스 노선과 시내버스 노선이 혼합된 형태의 노선으로 볼 수 있음. 따라서 중형저상버스의 주요 활용처 및 개발 필요성에서 언급된 마을버스 지역의 저상버스로서의 활용가능성을 확인과 더불어 시내버스 중 일부노선에 대한 중형저상버스로의 대체 후 운행가능성을 확인하기에 적당한 노선이라 할 수 있음.

[표] 시흥시 시범운영

항목	주요 내용
차량 type	One-door
차량인계	2017년 9월 11일 (시흥교통에서 운영)
시범운행 기간	2017년 9월 20일 ~ 12월 20일
운행노선	능곡과 시흥시외버스터미널 사이를 오가는 26-1번 버스로 운행
운행거리	205km/일 (1일 7.5회 왕복)



[그림] 시흥시에서 시범운행 중인 One-door 중형저상버스



[그림] 시흥시 26-1번 버스 운행 노선

② 노선 인프라 분석

운행노선에 대한 인프라 분석을 위하여 시범운영 노선에 대하여 정류장과 과속방지턱에 대한 전수 조사를 실시하였음. 시흥시 26-1번 버스 노선의 정류장은 총 45개 이며 그 중 6개는 간이 정류장임. 간이 정류장을 제외하고 휠체어 출입이 가능한 정류장은 32개이며, 간이정류장을 제외한 보도높이가 15㎝ 이하인 곳은 13곳 이었음. 과속방지턱의 경우 26-1번 버스 운행 노선에 6개가 있었음. (별첨-시범운영 노선 정류장 실태조사 참조) 과속방지턱 제작기준과 관련하여 볼 때 높이 부분에서는 1곳에서 규정에 어긋나고 있었으며, 설치길이 측면에서는 대부분 규정에 어긋나 있었음. (별첨-시범운영 노선 과속방지턱 실태조사 참조)

다) 시범운영 결과

① 차량 측면 (연료소모)

중형저상버스의 성공적인 보급을 위해서는 버스를 운영하는데 있어서 기존의 차량보다 운영비가 높아져서는 안 됨. 실제로 대형저상버스의 경우 기존의 대형버스와 비교하여 연료비가 많이 드는 문제를 들어 도입을 꺼려하는 경우가 많았음. 이에 아산시와 시흥시에서 운행중인 중형저상버스에 대한 연료 소모 결과와 동일 노선에서 운행 중인 일반버스와 비교하였음. (연료 소모 결과는 아산시 시설관리공단과 시흥교통에서 기록한 수치를 이용하였음)

아산시의 경우 동일노선에 대하여 동급(7m급)의 버스가 운행중에 있어 1대1 비교가 가능하였음. 중형저상버스의 단위 liter당 주행거리가 0.53 km 우세하였으며, 이는 1일 주행거리가 200km이고, 경유가격이 1300원/liter라고 할 때 4,083원/일 만큼의 이득을 의미함.

[표] 아산시 80번 노선 버스 연비 비교 (중형저상버스 Vs. 7m급 일반버스)

	중형저상버스	7m급 일반버스	비고
1일 주행거리 (km)	195	195	경유사용
평균 연비 (km/liter)	6.08	5.55	
			

시흥시의 경우 동일노선을 운행하는 동급(7m급)의 버스가 없고 9m급의 CNG 버스만 운행중에 있어 1대1 비교가 불가능하여, 동일노선에 대한 9m급 버스와의 비교와 타 노선의 동급 7m급 일반버스에 대하여 비교하였음. 타노선을 운행하는 동급의 7m급 일반버스와의 연비를 비교해 볼 때 중형저상버스의 단위 liter당 주행거리가 0.51 km 우세하였으며, 이는 1일 주행거리가 200km이고, 경유가격이 1300원/liter라고 할 때 4,617원/일 만큼의 이득을 의미함. 그리고 동일노선을 운행하는 CNG 버스와 비교할 경우, 연비에 대한 1대1 비교는 어렵지만 연료비에 대하여 비교해 보면 CNG 가격을 672.6월/Nm3을 적용할 경우 200 km/일 주행시 중형저상버스가 20,000원/일 만큼 이익임을 알 수 있음.

따라서 중형저상버스를 운수사업자가 도입할 경우 대형저상버스와 같이 연비악화로 인한 경영상의 문제는 없으며, 기본 버스보다 좋은 연비로 인해 운영비에 대한 절감효과를 가져올 수 있을 것임.

[표] 시흥시 26-1번 노선 버스 연비 비교 (중형저상버스 Vs. 7m급 일반버스 & 9m급 CNG버스)

	중형저상버스	9m급 CNG 버스	7m급 일반버스(타노선)
1일 주행거리 (km)	205	205	276.6
평균 연비 (km/liter)	5.62	2.04 km/Nm^3	5.11
			

② 사용자 측면

- 사업자, 운전기사

중형저상버스의 차량 유지비(연료비, 정비비 등)와 정비성에 문제가 없다면 도입 가능하며 교통약자 이동편의 증진을 위해 도입이 필요함을 공감하였으나, 휠체어를 이용하는 장애인

탑승 시 기존 저상버스와 상이한 경사판 및 휠체어 고정장치 작동에 불편함이 있음을 얘기하였음.

아산시와 시흥시에서 중형저상버스를 운전하는 운전자와의 인터뷰를 통해 중형저상버스에 대한 제품에 대한 개선요구사항을 청취하였으며, 양산시 개선하여 반영할 것임

- 시범운영 지자체

대형저상버스는 도로 여건 상 운행이 어려운 지역에 중형저상버스에 시범운영한 결과, 교통약자의 호응도가 높았으며, 향후 중형저상버스 보급 시 적극적으로 도입을 추진할 예정이라는 의견을 보였음.

③ 운영인프라 측면

휠체어를 이용하는 승객을 위해서는 보도턱의 높이가 높은 경우 문제가 되는데, 시범운영 노선에 대한 정류장을 전수조사한 결과 여전히 많은 수의 정류장이 높은 보도턱을 가지고 있었음. 또한 보도가 없거나 정류장 자체가 없는 경우가 있어 휠체어 장애인의 교통복지 향상을 위해서는 인프라 개선이 지속적으로 이루어져야 함.

나. 시범운영 노선 승객 대상 만족도 설문 조사

1) 조사 개요

가) 조사 목적 및 방법

본 조사는 개발 및 보급 예정인 중형 저상버스에 대한 만족도를 조사함으로써 버스운수정책 마련을 위한 기초자료확보에 그 목적이 있음. 이를 위하여 중형저상버스 시범운영 노선에서 중형저상버스에 탑승한 승객을 대상으로 하여 중형저상버스와 기존에 이용했던 일반버스에 대한 만족도 조사를 실시하였음.

[표] 조사개요

구 분	내 용
조사대상	중형 저상버스 이용승객
조사방법	설문지를 활용한 개별면접조사
표본크기	총 274명
조사기간	9월 28일~10월 20일

나) 조사 내용

본 조사는 개발 및 보급 예정인 중형 저상버스에 대한 만족도를 알아보기 위함으로 중형버스에 대한 인식 및 실태파악에 초점이 맞추어져 있으며, 그 세부 내용은 다음과 같음.

[표] 조사내용

구 분	내 용
이용 만족도	- 승하차 편리성 - 실내공간의 쾌적성 - 좌석수 및 배치 적절성 - 좌석 이용 편리성 - 손잡이 편리성 - 버스 승차감 - 벨 및 카드기 위치 적절성 - 교통약자를 위한 시설/장치 편리성 - 휠체어 고정 편리성(이용자만) - 전반적 이용 만족도
저상버스 도입에 대한 의견	- 중형 저상버스 도입에 대한 의견 - 중형 저상버스 도입 반대 이유

다) 응답자 특성

전체 274명이 설문에 응하였으며, 이중 남자 103명(37.6%), 여자 여자 171명(62.4%)이었음. 시범운영 노선에서 중형저상버스를 이용한 승객유형에서 교통약자는 전체의 43명(15.7%)이었으며, 교통약자 중에는 고령자가 가장 많았으며, 그 다음으로 어린이가 많았음.

(*조사시간 중(주중과 주말에 첫차부터 막차까지 조사원탑승 확인) 시범운영 노선에서 임산부의 탑승은 없었으며, 영유아동반자와 장애인도 각 1명이었음

**아산시 80번 노선의 경우 오전시간에 초등학생이 많이 이용하고 있어 어린이의 이용률이 높았음)



[그림] 설문조사 응답자

[표] 설문응답자 및 승객유형

구 분			사례수(명)	비율(%)
전 체			274	100.0
성별	남자		103	37.6
	여자		171	62.4
승객유형	일반인		231	84.3
	교통약자	장애인	1	0.4
		고령자	25	9.1
		임산부	0	0.0
		어린이	16	5.8
		영유아동반자	1	0.4
직업	학생		127	46.4
	회사원		53	19.3
	전문직		12	4.4
	자영업		10	3.6
	주부		52	19.0
	무직		12	4.4
	기타[10]		8	2.9
탑승시간	15분 이내		129	47.1
	16~30분		120	43.8
	31~45분		24	8.8
	45분~60분		1	0.4

라) 조사 결과

10) 기타(직업)에는 일용직, 아르바이트, 농업, 판매직, 서비스업, 대리기사가 포함

1) 중형저상버스의 전반적인 만족도

중형저상버스에 대한 전반적인 만족도는 4.09점으로 일반버스 (3.61점) 대비 높은 결과를 보였으며, 교통약자 뿐 아니라 일반승객역시 만족도가 높았음.

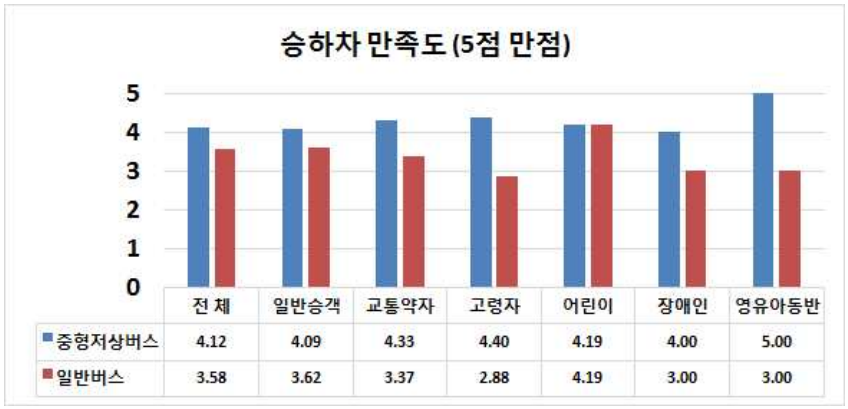


	전 체	일반승객	교통약자	고령자	어린이	장애인	영유아동반
중형저상버스	4.09	4.07	4.19	4.08	4.31	4.00	5.00
일반버스	3.61	3.60	3.63	3.24	4.31	3.00	3.00

[그림] 중형저상버스 이용 만족도

2) 승하차 만족도

중형저상버스 이용에 따른 승하차 만족도는 4.12점으로 일반버스 (3.58점) 대비 높은 결과를 보였다. 이는 저상버스가 계단이 없어 승하차가 편리하기 때문이며, 이로 인해 일반승객에 비해 교통약자에서 만족도가 높았음.

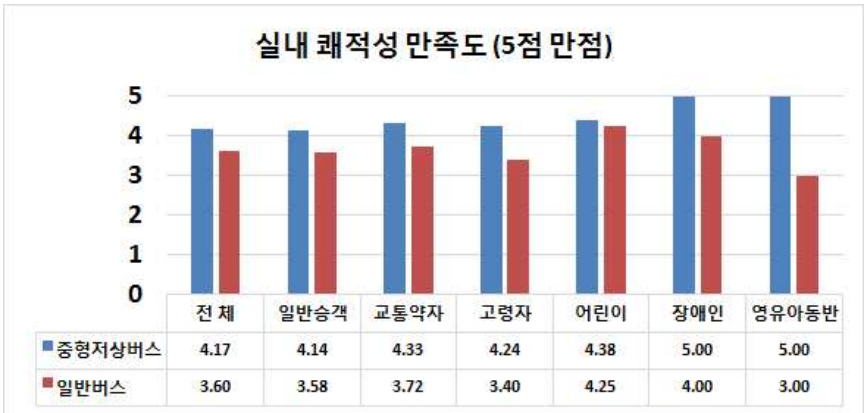


	전 체	일반승객	교통약자	고령자	어린이	장애인	영유아동반
중형저상버스	4.12	4.09	4.33	4.40	4.19	4.00	5.00
일반버스	3.58	3.62	3.37	2.88	4.19	3.00	3.00

[그림] 승하차 편리성 만족도

3) 실내 쾌적성 만족도

중형저상버스 이용에 따른 차량 실내 쾌적성 만족도는 4.17점으로 일반버스 (3.60점) 대비 높은 결과를 보였다. 이는 저상버스의 차실 높이가 동급의 7m급의 차량에 비해 높고, 창문이 크기 때문에 나타난 결과로 판단됨.

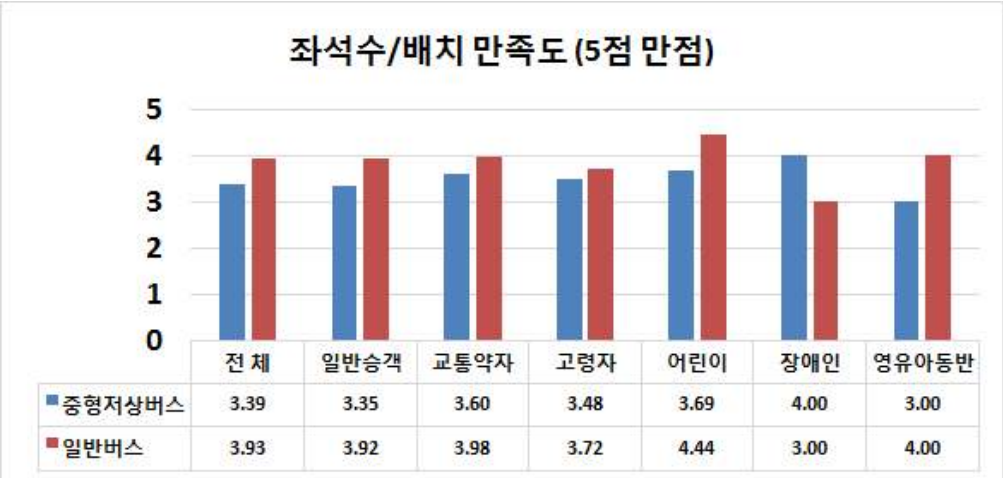


	전 체	일반승객	교통약자	고령자	어린이	장애인	영유아동반
중형저상버스	4.17	4.14	4.33	4.24	4.38	5.00	5.00
일반버스	3.60	3.58	3.72	3.40	4.25	4.00	3.00

[그림] 실내공간의 쾌적성 만족도

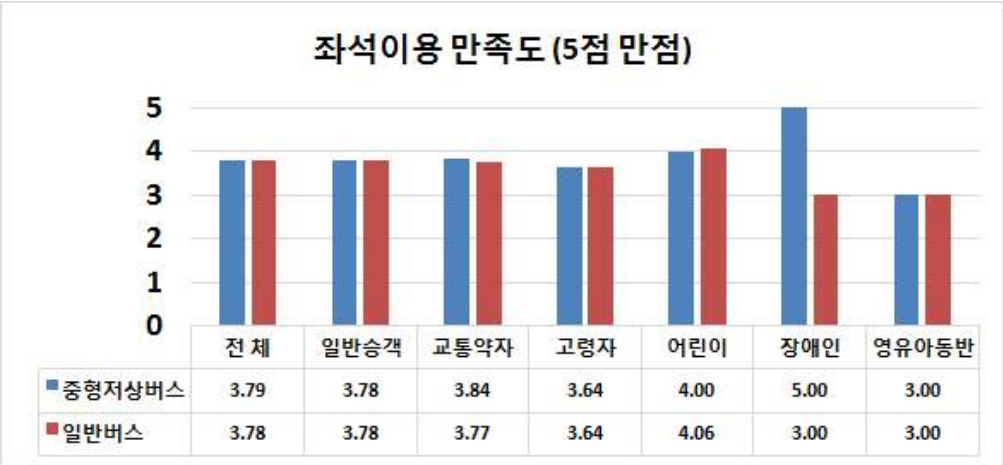
4) 좌석수/배치 및 좌석이용 만족도

중형저상버스 이용에 따른 좌석수 및 배치에 대한 만족도는 3.39점으로 일반버스 (3.93점) 대비 낮은 결과를 보였음.
좌석이용에 따른 만족도는 중형저상버스와 일반버스가 거의 동일하게 나타났다. 이는 중형저상버스의 좌석수가 동급의 7m 버스보다 적게 배치되어 있기 때문인 것으로 판단된다. 하지만 장애인의 경우 기존 이용버스에 휠체어 좌석이 없었기 때문에 만족도가 높았음.



	전 체	일반승객	교통약자	고령자	어린이	장애인	영유아동반
중형저상버스	3.39	3.35	3.60	3.48	3.69	4.00	3.00
일반버스	3.93	3.92	3.98	3.72	4.44	3.00	4.00

[그림] 좌석수 및 배치 적절성 만족도

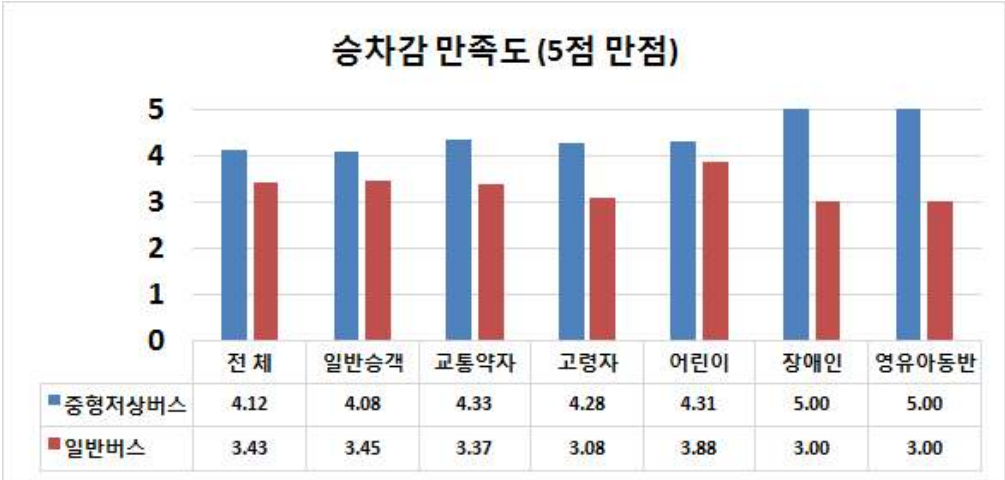


	전 체	일반승객	교통약자	고령자	어린이	장애인	영유아동반
중형저상버스	3.79	3.78	3.84	3.64	4.00	5.00	3.00
일반버스	3.78	3.78	3.77	3.64	4.06	3.00	3.00

[그림] 좌석 이용 편리성 만족도

5) 차량 승차감 만족도

중형저상버스 이용에 따른 승차감 만족도는 4.12점으로 일반버스 (3.43점) 대비 높은 결과를 보였음. 이는 중형저상버스에서 채용한 에어서스펜션으로 인해 기존 버스에 비해 차량의 출렁거림이 적었기 때문임.

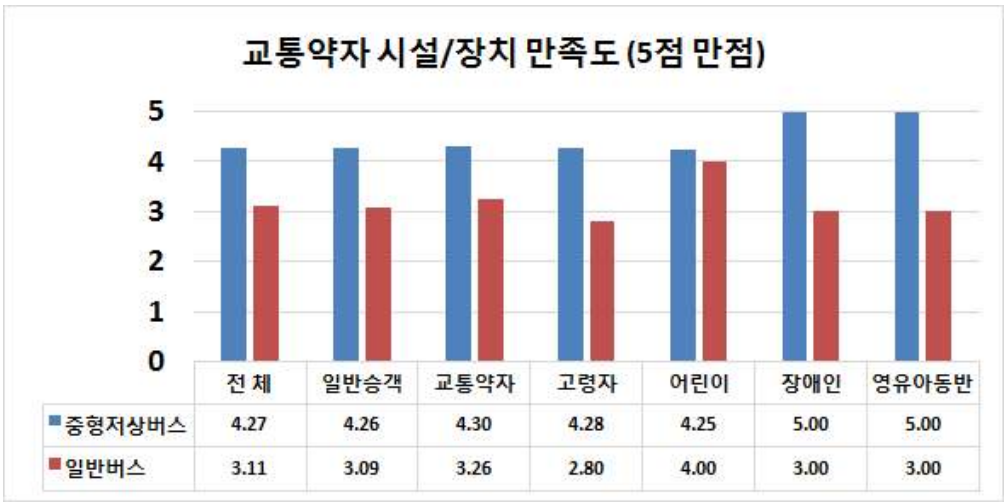


	전 체	일반승객	교통약자	고령자	어린이	장애인	영유아동반
중형저상버스	4.12	4.08	4.33	4.28	4.31	5.00	5.00
일반버스	3.43	3.45	3.37	3.08	3.88	3.00	3.00

[그림] 버스 승차감 만족도

6) 교통약자 시설 및 장치 만족도

중형저상버스에 적용된 휠체어 공간 및 체결 장치 등에 대한 만족도는 4.27점으로 일반버스 (3.11점) 대비 높은 결과를 보였음. 이는 시범운영 노선에서 그간 운행되던 버스가 일반버스이기 때문에 교통약자를 위한 시설 및 장치가 잘 되어 있지 않았기 때문으로 판단됨.



	전 체	일반승객	교통약자	고령자	어린이	장애인	영유아동반
중형저상버스	4.27	4.26	4.30	4.28	4.25	5.00	5.00
일반버스	3.11	3.09	3.26	2.80	4.00	3.00	3.00

[그림] 교통약자를 위한 시설/장치 편리성 만족도

7) 중형저상버스 도입 반대 이유

중형 저상버스의 도입 반대 이유에 대해 질문한 결과, 좌석수 부족이 가장 많은 비율을 차지하였음. 좌석 수 및 배치 적절성 만족도 점수가 다른 이용 만족도 점수에 비해 낮게 나타났으며, 위 도입 반대 이유에도 좌석 수가 부족하다는 의견이 가장 많이 나타났음.

따라서 중형 저상버스의 개선해야 할 점은 부족한 좌석 수 문제를 중점적으로 개선해야 할 것으로 보임.



[그림] 중형 저상버스 도입 찬반

[표] 중형 저상버스 도입에 반대하는 이유

중형 저상버스 도입 반대 이유	사례수(명)	비율(%)
전 체	(17)	100.0
좌석 수 부족	7	41.2
좌석 배치 적절성 부족	2	11.8
승차감이 불안함	3	17.6
중형 저상버스의 도입 의도를 모르겠음	1	5.9
문이 늦게 열려서 효율적이지 않아 보임	2	11.8
버스 운행 시 소음이 심함	2	11.8

다. 시사점

개발된 중형저상버스의 시범운영을 통해 확인한 결과 기존 버스 노선에 활용하기에 충분하였으며, 중형저상버스의 연비가 CNG 버스는 물론 동급의 7m 급 일반버스보다 좋기 때문에 중형저상버스 보급시 버스운영사의 사업성 개선에 도움이 될 것임. 일반버스와 비교하여 중형저상버스의 이용만족도가 높았으며, 특히 교통약자의 만족도가 일반인에 비해 높게 나타났음.

따라서, 본 연구개발을 통해 개발된 중형저상버스는 대형저상버스가 운행하기 어려운 좁은 도로의 마을버스 지역과 CNG 인프라가 부족한 농어촌버스 지역에 중형저상버스를 투입하여 운행하기에 적합하며, 연료비를 포함한 운영비에서 유리하므로 적극적인 중형저상버스 보급으로 저상버스 보급률 증대를 통해 교통약자 이동편의를 증대할 수 있을 것으로 기대됨.

5. 중형저상버스 표준모델 성공적인 운영 및 보급을 위한 정책 제안

가. ‘제3차 교통약자이동편의증진계획’ 수정

‘제3차 교통약자이동편의증진계획’에는 2019년도부터 중형저상버스를 시내버스로 보급하는 계획이 반영되어 고시되어 있으나 농어촌버스와 마을버스에 대해서는 저상버스 보급계획을 추가로 개정 고시하는 것으로 되어 있음. 따라서 정책연구를 통한 개정을 통해 중형저상버스를 농어촌버스와 마을버스에도 저상버스로 보급될 수 있도록 해야 함. 또한 각 시도에서 계획하는 교통약자이동편의증진계획에도 시내버스, 농어촌버스, 마을버스에 대한 도입 목표를 넣어야 하며, 일부는 강제 의무 도입할 수 있는 방안도 마련해야 함.

나. 지방정부의 저상버스 구입보조금 매칭 비율 현실화

버스운송사업자가 저상버스를 구입하는 경우 서울의 경우에는 중앙정부와 지방자치단체가 40:60으로 보조금을 사업자에게 지급하고, 그 외 지역의 경우에는 50:50으로 지급하고 있음. 하지만 지방자치단체별로 재정상황이 달라 재정이 어려운 지방자치단체의 경우 저상버스 구입을 위한 보조금을 배정하기 어려워 저상버스 보급이 잘 안되는 경우가 발생함. 따라서 정책연구를 통해 지자체별 재정상황 파악 및 분석을 통해 중앙정부의 보조금 비율을 상향하는 방안을 찾아야 함.

다. 탄력적 노선 운영

저상버스의 경우 장애인복지관, 노인복지관, 재활병원등을 경유할 수 있도록 하거나, 사전에 콜을 받는 경우 해당 기관을 경유할 수 있는 노선을 마련하여 저상버스의 이용율 및 교통약자의 이동편의를 증진할 수 있도록 해야 함.

라. 비수익노선에 대한 저상버스 도입 운영

농어촌지역 및 도시외곽지역 또는 일부 마을버스 노선의 경우 이용승객의 수가 매우 적어 버스운영에 따라 적자가 누적되어 버스운송사업자가 노선 운영을 기피하 경우가 있음. 이러한 노선에 대하여 지자체에서 공영제 또는 준공영제를 도입하여 운송사업자의 수익성을 개선해주면서 교통복지 사각지대의 국민의 교통복지를 향상시킬 수 있도록 해당 노선 파악 및 공영제 또는 준공영제 도입 타당성에 대한 정책연구가 필요함. 그리고 재차인원 분석 등을 통해 이용객수가 일정 수준이하인 경우에는 중형저상버스 도입을 권고하는 방안도 마련해야 함.

또한 농어촌버스 노선의 비수익 노선의 경우 이용자의 대부분이 고령자이므로 비수익 노선에 대한 신규 버스 도입시 저상버스로 강제할 수 있는 방안을 마련해야함.

마. 노선버스 이외의 저상버스 도입

복지관 및 공공기관에서 운영되는 버스 구입시 저상버스 도입하는 경우 구입보조금을 노선버스와 같은 수준으로 받을 수 있도록 해야함.

바. 배차시간 준수 예외 적용 실시

저상버스 도입시 일반인의 승하차시간을 줄어들지만 휠체어 장애인이 이용하는 경우에는 승하차시간이 증가하여 배차시간을 맞추지 못하는 것에 대한 스트레스로 인해 저상버스 도입을 꺼리는 경우가 있으므로, 교통약자 탑승에 따라 배차시간을 맞추지 못하는 것에 대한 패널티를 사업자와 기사 모두 받지 않도록 하는 제도가 필요함.

(2세부) 중형저상버스 표준모델 차량 개발

1. 연구 수행 내용 및 성과

가. 연구개발 최종목표

1) RFP [11] 근거하여 잘 개발 완료하였으며, 항목 별 RFP 내용 및 결과는 표와 같음.

[표] 항목 별 RFP 내용 및 표준모델 차량 개발 결과

항 목	과제 제안요구서 요구 성능	결과
차량형식	중형급차량 (7~9m)	7.5m
운행 가능 여건	등판 25% 이상 폭5m도로 회전조건	OK OK
저상면적 및 저상고	저상면적:40% 수준 저상고:340mm 확보	OK OK
승차정원	30명 이상 (좌석 10석 확보)	OK
최고속도	80km/h 이상	OK
편의 및 안전사양	휠체어 공간 1개소 휠체어 슬로프 및 표시장치 설치 행선지 표시기 내외부 설치	OK
환경목표	EURO 6 기준 디젤엔진 적용	OK

나. 연구개발 최종목표의 성격 및 설정근거

1) 교통약자가 이용함에 있어서 불편함이 없도록 성능, 안전성 및 편리성 등 필요한 요구 조건을 만족하도록 목표를 설정

2) 운행노선의 폭이 좁은 대중교통 취약지역까지 접근이 가능하고, 이미 대형저상버스가 보급된 대도시에서도 활용이 가능하도록 운행 상 필요한 요구 조건을 만족하도록 목표를 설정

3) 중형저상버스의 현가장치에 사용되는 에어스프링에 대한 부품의 체계적인 국산화 개발과 Suspension Kit의 분석을 통하여, 에어스프링의 설계 해석, 개발 및 시험 기술의 확보, 중형저상버스 현가장치 기술 고도화 및 기술 종속 탈피, 차량 제작업체의 기술 요구에 적극 대응하여 개발 기간을 단축하고, 동 부품의 보증기간 동안 신뢰성을 확보하여 차량의 신뢰성 향상에 기여하고자 함.

4) 중형저상버스 표준모델 차량의 외관 스타일을 1박스 타입의 형태가 아닌 엔진을 전방에 배치하는 2박스 타입 형태로 개발함으로서, 엔진을 전방에 배치하는 구조로 넓은 저상면적을 효율적으로 활용할 수 있으며 탑승자에 대한 운전자의 편한 시계확보와 접근 편리성으로 교통약자 보호에 유리하다고 판단함.

11) RFP : Request for Proposal (제안 요구서)



또한 정면충돌 시 운동에너지 흡수 구간 설정과 생존 구간 확보로 승객 및 운전자의 안전성이 유리하며, 중형저상버스로서의 요건 상 상대적으로 유리하다고 판단함.

중형저상버스 제작사도 사업성이 가능한 차종을 기본으로 연계해서 개발하여 합리적인 가격으로 성능과 품질을 확보할 수 있는 모델 개념을 적용함.

상용화. 양산화가 가능한 중형저상버스 표준모델 개발을 목표로 설정함.

다. 연구개발 최종목표 설정 및 일정관리

1) 중형저상버스 표준모델 차량 개발 과제 목표 달성을 위해 각 공동연구기관 및 세부 별 수행 기관 간 사양 개선이 필요한 경우가 발생할 때 각 기관 목표의 변경이 필요하며, 또한 목표 설정에 있어 이에 대한 관련기간과의 협의 및 검증이 수반됨.

2) 목표 설정 시에는 일정 확인이 수행기관 간 반드시 이루어져야 하며, 그에 따른 문제점 역시 최소화 할 수 있는 방안이 사전에 검토되어야 함.

3) 이를 위하여 중형저상버스 표준모델 개발사업 총괄 및 시스템 엔지니어링 연구를 주관하는 연구단, 1세부의 표준사양 개발 및 운영기술 보급전략 연구, 3세부의 차량 안정인증 및 성능평가 연구와 의 긴밀한 업무 협업이 필요하며, 또한 제작자, 운영자, 수요자, 지자체 등의 의견을 반영한 표준모델 차량 개발 진행을 위하여 추진일정 진도 관리를 실시함.

라. 연차별 연구목표 및 주요 연구내용

1) 연차별 연구목표 및 주요 연구내용은 아래 표와 같음.

가) 1차년도 연구목표 및 주요내용

연 차	연구목표	주요 연구내용
1차년도	■ 벤치마킹 실시 및 분석	• 벤치마킹 실시 계획 수립 • 벤치마킹 대상차량 선정 및 실시 • 벤치마킹차량 구조 개념 파악 • 벤치마킹 결과 분석 • 유로6 대응차량 분석 • 벤치마킹차량 연비 및 배기 검증
	■ 핵심부품 개발 및 평가(안) 방안수립	• 중형저상버스 핵심부품 개발방안 수립 • 중형저상버스 핵심부품 개발방안 개발 • 중형저상버스 시험 및 평가방안 수립
	■ 클린디젤 중형저상버스 기초설계	• 패키지 설계 - Ergonomic 패키지 레이아웃 설계 - 엔진룸 & 샤시 패키지 레이아웃 설계 - IP 패키지 레이아웃 설계 • 스타일링 개발 및 Feasibility 검토 • 설계구상서 작성 • 시스템 레이이웃 설계 - 조향/현가/제동/구동 장치 레이아웃 설계 - 언더바디 레이아웃 설계 - 도어 시스템 레이아웃 설계 - HVAC 시스템 레이아웃 설계 • 상세설계(2D & 3D)초안 작성 • 패키지 설계를 기본으로 한 차체 Bending stiffness & Torsion stiffness & Normal mode 해석 • CAE 해석

나) 2차년도 연구목표 및 주요내용

연 차	연구목표	주요 연구내용
2차년도	■ 클린디젤 중형저상버스 상세설계	• 시스템 레이아웃 설계 • 상세설계 (2D & 3D) - 차체 부품 설계 - 무빙 부품 설계 - 외장 부품 설계 - 내장 부품 설계 - 전장 부품 설계 - 구동 부품 설계 - 샤시 부품 설계 • CAE 해석 및 결과 검토 상세설계 반영 • “A” Class 면 개발
	■ 중형저상버스 상세 설계에 대한 CAE 해석 및 구조 개선	• 상세설계 모델에 대한 - Roll over CAE 해석 및 개선 - BIW Normal mode & Bending 해석 및 개선 - BIW Torsion 해석 및 개선 - 배기시스템 Vibration 해석 및 개선 - BIW 마운팅 포인트 IPI 해석 및 개선 - Seat and Seat Anchorage 해석 및 개선Torsion 해석 및 개선 - Body 내구 해석 및 개선 - 샤시 내구 해석 및 개선 - 차량 Dynamics 해석 및 개선 - HVAC 해석 및 개선 - 정면충돌 해석 및 개선
	■ 핵심부품 개발	• 기본설계와의 인터페이스 검토 및 반영 • 상세설계(차체/내장/샤시/구동축 등)에 반영 • 상세설계 사양 배포
	■ 시작차량 제작(2대)	• 유로6 중형저상버스 시작차량 제작 • 유로6 엔진 및 후처리 시스템 검토 적용 • 동력성능 및 CAE 해석 결과 검토 반영
	■ 시작차량 성능평가 수행	• 시작차량 연비 및 배기 분석 • 시작차량 NVH 성능평가 • 시작차량 전자파 성능평가 • 벤치마킹 차량 성능 결과 비교 분석
	■ 안전인증을 위한 시험 항목 도출	• 차량 구조해석 결과 검토 • 안전인증 시험 항목 도출 • 차량 법규 적합성 검토 및 규격 분석

다) 3차년도 & 4차년도 연구목표 및 주요내용

연 차	연구목표	주요 연구내용
3차년도	■ 중형저상버스 표준차량모델 설계보완	• 시스템 레이아웃 설계 변경 및 보완 • 상세설계 (2D & 3D) 수정안 작성 - 무빙 부품 설계 보완 - 외장 부품 설계 보완 - 내장 부품 설계 보완 - 전장 부품 설계 보완 - 구동 부품 설계 보완 - 샤시 부품 설계 보완 • 부품 공급업체 Black Box 부품 Application • 사용자 편의성 확인 검토 • 설계사양 표준화 연계
	■ 중형저상버스 시험과 CAE 결과 Correlation	• 테스트 차량 시험 결과와 CAE 결과에 대한 Correlation • 최종설계 사양을 CAE 모델에 반영 • CAE 해석 최종 확인
	■ 최종 설계 사양을 반영한 CAE 모델 업데이트 및 최종 결과 확인	
	■ 시작차량 제작(1대)	• 시작차량 제작 • 안전, 성능 등을 만족 확인 검토
4차년도	■ 표준모델 차량 제작(2대) 완료 및 성능평가	• 표준모델 차량 제작 • 개발차량 연비 및 배기 평가
	■ 표준모델차량 안전성능 검사	• 중형저상버스 안전성능 검사 • 차량 최대안전경사각 확인 검토
	■ 중형저상버스 개발목표 만족도 평가	• 개발사양 만족도 평가 • 등판능력 확인 및 수행 • 동력성능 검증 및 결과 분석
	■ 중형저상버스 주행성능 평가	• 상용차용 Proving Ground에서의 악조건 운행하여 차량 성능평가

2) 연구개발 목표를 도형으로 표현하면 그림과 같음.



[그림] 중형저상버스 표준모델 차량 연구개발 목표

3) 세부과제 중형저상버스 표준모델 차량 개발 및 제작을 위하여,

가) 과제요구서 및 요구성능을 만족하는 최적화된 사양의 설계를 하였으며,

나) 주요내용은 차체 구조물 설계, 넓은 저상면 확보를 위한 샤시 및 구동축 사양 최적화 설계, 차체 높이를 조정 및 편리성을 위한 차고높이조절 가능한 설계적용, 승·하차 탑승시간을 최소화하기 위한 도어 타입과 실내공간을 최대한 확보할 수 있는 도어작동 메카니즘 설계.

다) 요구조건을 만족하는 구성부품 설계를 함.

라) 기 개발 부품 중 적용 가능한 부품은 최대한 부품 공용화 설계를 함.

마) 핵심부품 33개를 선정하여 핵심부품 설계 부품개발을 하였으며 차량에 적용함.

바) 핵심부품의 단품에 대한 기능 및 성능평가를 통하여 목표치에 적합여부를 확인하였으며, 확인된 부품을 차량에 조립하여 완성차량의 기능 및 성능평가를 완료함.

사) 환경법규 만족을 위하여 유로6 배기가스 규제 & 환경법규를 만족하는 FPT社(이탈리아) 제품의 배기량 3리터 엔진 및 후처리장치를 적용하여 환경부 배출가스 및 소음인증 취득 완료함.

4) 국내외 기술탐색 및 차량 벤치마킹 실시, 분석 내용

가) 정부과제의 제안요구서 및 요구 성능에 준한 제품개발 Concept과 유사한 차량을 연구목적의 벤치마킹차량을 구매하여 제품개발 Target 설정, 엔진룸 레이아웃 & 시험을 통하여 성능 등에 대한 검증을 실시하였고 국내에는 동급 (현대 카운티, 자일대우 레스타)의 차량이 고상이며 전장 11m급의 대형 버스에만 초저상버스가 운행하고 있음, 따라서 벤치마킹차량을 통하여 저상화 기술을 습득함.

나) 1차년도 벤치마킹 차량 실시 및 분석에 대한 전체 수행 일정은 그림과 같음.



벤치마킹 차량 실시 및 분석 일정

다) 먼저 벤치마킹 차량 선정을 어떻게 선정하게 되었는지에 대하여 정리를 해보면 아래와 같음.

(1) 기본 전제조건은 저상이어여 하며 FF [12]이어야 함.

(2) 벤치마킹 차량을 선정 구매하는데 있어서 가장 어려웠던 점은 본 과제 성격과 유사한 차량이 유럽에는 다수의 차량이 있으나 공교롭게도 유럽에는 유로6의 배기가스 규제가 적용되는 시점으로 판매되는 차량이 거의 없었음.

12) FF : Front Engine & Front Wheel drive (엔진 장착위치가 차량 앞쪽 및 전륜구동)



승차정원(좌석+운전석+입석)	?	16+1+0	16+1+?
전장	?	6,363mm	7,509mm
전폭	2,050 mm(?)	2,050mm	2,200mm
배기량, 파워, 토크	3.0L, 157HP, 400Nm	3.0L, 157HP, 400Nm	3.0L, 157bhp, ?Nm
Drive type	FF	FF	FF (?)
Entrance Height	? (저상 아님)	? (저상 아님)	260mm
Kneeling function	? (저상 아님)	? (저상 아님)	Available
Suspension	Parabolic	Parabolic	Air



승차정원(좌석+운전석+입석)	20+1+?	15+1+?	16+1+?
전장	7,772mm	6,830mm	7,010mm
전폭	2,200 mm	2,080mm	2,413mm
배기량, 파워, 토크	3.0L, 157PS, ?Nm	2.0L, 140PS, ?Nm	6.6L
Drive type	FF	FF	FR
Entrance Height	260mm	280mm	340mm
Kneeling function	Available	Available	Available
Suspension	Coil/Air	Air(Std at Rr, opt at frt)	Air



승차정원(좌석+운전석+입석)	12+1+9	15+1+7	16+1+?
전장	6,980mm	7,020mm	7,000mm
전폭	2,190 mm	2,080mm	1,993mm
배기량, 파워, 토크	3.0L, 150ps, 350Nm	3.0L, 165ps, ?Nm	3.0L, 163ps, 360Nm
Drive type	FF	FF	FR
Entrance Height	340mm	?	260mm
Kneeling function	?	?	Available
Suspension	?	Air	Air

[그림] 벤치마킹 차량 구매 선정을 위한 차량 비교



Specification

- Drive type : FF, LHD
- Engine : 3.0L, E5, 150ps, 350Nm
- T/M : 6-s A/T
- Tire : 225/65R16C (rear double)
- C.W : 3,240kg
- G.A.W : 6,000kg
- Passenger : 12seats+9stand+1driver
- Access height : 340mm
- Suspension type :
- Length : 6,980mm
- Wheel Base : 3,850mm
- Width : 2,190mm
- Height : 2,772mm
- Fuel : Diesel 75L
- Battery : 12V, 95AH
- Origin country : Spain

차량모델 : **Staco社 Itineris**



Specification

- Drive type : FF, LHD
- Engine : 3.0L, E5, 165ps, ??.?N.m
- T/M : ?-s A/T
- Tire : 225/75R16 (rear single)
- C.W : ?,???kg
- G.A.W : 4,800kg
- Passenger : 15seats+7stand+1driver
- Access height : ???mm
- Suspension type : Rear Air Susp.
- Length : 7,020mm
- Wheel Base : 4,350mm
- Width : 2,080mm
- Height : 2,600mm
- Fuel : Diesel 80L
- Battery :
- Origin country : Germany

차량모델 : **MERKAVIM社 M20E**



Specification

- Drive type : FR
- Engine : 6.6L
- T/M : 6-s A/T
- Suspension type : Air Susp.
- Origin country : USA

차량모델 : **ARBOC社 Spririt of Mobility**

[그림] 벤치마킹 차량 구매 선정을 위한 차량 비교

라) 벤치마킹 차량 대상차종을 검토하여 최종 MERKAVIM사의 M20E 모델을 선정함.
차량 원산지는 독일이며, 선정 차량 제원은 아래 표와 같음.

벤치마킹 차량 제원

Vehicle Maker	CAB & Chassis	FIAT DUCATO
	Bus body builder	MERKAVIM
Model Name		M20E
Origin country		Germany
Curb weight		3,120kg /1,570(LH),1,550(RH)
		FRONT : 1,635kg / 845(LH), 790(RH)
		REAR : 1,485kg / 725(LH), 760(RH)
Gross vehicle weight		4,800kg
Passenger		15 Seats + 7 Stand + 1 Driver
Drive type		FF(Front engine Front drive)type
		LHD
ENGINE	Displacement(L)	3.0L (2,999cc)
	Emission	Euro-5
	Performance	165ps / 41kg.m
T/M		6s AMT
TIRE		225/75R16 (Rear single)
SUSPENSION		Rear air suspension
BRAKE		VAH(Vacuum Assisted Hydraulic)system with ABS
FUEL		Diesel 80L
Air bag		does not apply
GENERAL	Overall Length	7,020mm
	Overall Width	2,080mm
	Overall Height	2,600mm
	Wheel base	4,350mm
	Wheel tread	1,810mm
	Front overhang	950mm
	Rear overhang	1,720mm
Entry height		260mm
AXLE CAPA.	Front	2,100kg
	Rear	2,700kg

5) 벤치마킹 차량과 국내 경쟁사 차량비교 시승평가 실시

가) 1차 Subjective 평가

(1) 목적 : 경쟁사 시승 평가 이전에 Benchmarking 차량의 운행성을 파악하고 향후 차량 개발 시 개선 및 보완 사항을 발굴하고자 함.

(2) 주요 평가 항목 : 도로 운행성, 동력성능, 승차감, 제동성능, 실내소음 등

(3) 일정 : 2014년 7월 23일~25일, 3일간

(4) 참여인원 : 타타대우(연구소 관련 팀 / LCV팀) & 3세부 협동연구기관

(5) 운행조건 : G.V.W : 5.0톤 (Curb weight 3.10톤 + 적재량 약 1.9톤 / 30인승 고려)

(6) 운행구간 :

구분	도로 특성	운행 구간
1. 농어촌 지역	협소한 도로, 잦은 커브길 경사로, 잦은 과속 방지턱	- 운장산 등판로 (경사로 9~11%, 3.5km) - 이동시 농어촌 지역 운행
2. 시내 지역	좁은 도로	-군산 시내 및 고지대 (경사로 20%) → Restartability 성능도 동시에 평가

(7) 일정계획 :

· 1일차 (시내 지역) : 회사 → 해망로 → 월명터널 → 창성주공 해맞이공원 (4시간 소요 예상)

· 2일차 (경사로 지역) : 회사 → 운장산 등판로 (7시간 소요 예상)

· 3일차 (농어촌 지역) : 회사 → 성산 → 임피 (6시간 소요 예상)

나) 경쟁사 차량과 시승평가

(1) 목적 : 경쟁사 차량 시승 비교 평가로 향후 차량 개발 시 개선 및 보완 사항을 발굴하고자 함.

(2) 주요 평가 항목 : 도로운행성, 동력성능, 승차감, 제동성능, 실내소음 등

(3) 일정 : 2014년 8월 11일~13일, 3일간

(4) 참여인원 : 타타대우(연구소 관련 팀 / LCV팀) & 1세부, 3세부 협동, 공동연구기관

(5) 벤치마킹용 차량과 경쟁사 차량 비교

구분	TDCV 벤치마킹 (FIAT DUCATO / E5)	경쟁차량 현대 카운티 (2011년식 / E5)	경쟁차량 대우버스 레스타 (2013년식 / E5)
			
Overall dimension (L x W x H)	7,020 x 2,080 x 2,600 mm	7,085 x 2,035 x 2,755 mm	7,180 x 2,040 x 2,820 mm
Wheel base	4,350 mm	4,085 mm	4,100 mm
Drive type	FF (Frt Engine, Frt Drive)	FR (Frt Engine, RRDrive)	←
Engine	165ps / 41kg.m (3.0L)	160ps / 60kg.m (3.9L)	170ps / 58kg.m (3.8L)
Transmission	자동 6단	수동 5단	←
Suspension (F/R)	Leaf spring / Air spring	Leaf spring / Leaf spring	←
Brake type	VAH (Vacuum assisted hydraulic)	←	←
Tire	225/75R16	205/75R17.5	←
Fuel tank	80 L	95 L	100 L
Seat	16인승	25인승	←

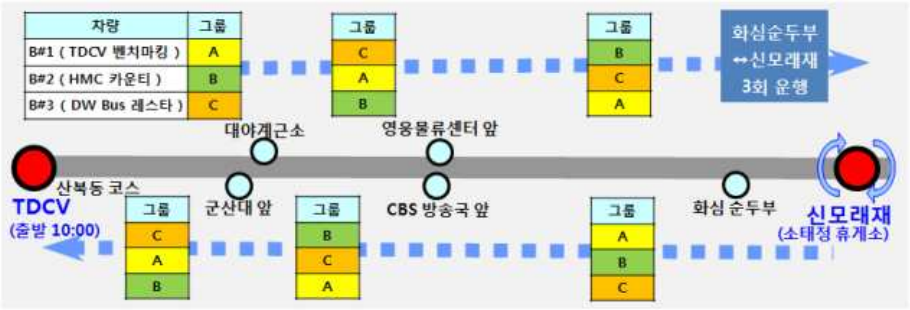
(6) 운행 평가 구간

구분	군산시내 + 신모래재
1) 시내 (좁은 도로)	1) 군산 시내 운행 2) 농어촌 지역 - 성산 인근 지역 운행 - 경사로는 신모래재 (진안군, 편도 84km) * 신모래재 경사구간 (약 5.4km) 
2) 농어촌	
- 협소한 도로	
- 잦은 커브길	
- 경사도로(고지대)	
- 잦은 과속 방지턱	

(7) 평가 항목

평 가 항 목		비교 차량	
		벤치마킹 차량	경쟁사 차량
외관 / 스타일		○	○
승 / 하차 편리성		○	○
내장/트림 상품성		○	○
실내공간 (거주성)		○	○
시계성	Mirror (후방)	○	○
	전방시계	○	○
전장	Audio	○	○
	계기판 시인성	○	○
조작성	Pedal (A/B/C)	○ (A / B Pedal)	○ (A / B / C Pedal)
	S/W류	○	○
실내소음	Idle 시	○	○
	주행 시 (이음 등)	○	○
진동	Idle 시	○	○
	주행 시	○	○
승차감 (주행 시)		○	○
Handling (코너링 시)		○	○
Seat	안락감/조작성	○	○
주행성능	가속성	○	○
	기어 변속성	○	○
	등판성능	○	○
제동 성능		○	○
HVAC	Air-con 성능	○	○
연비		○	○

경쟁사 시승평가 완료 후 보고서를 작성 완료하였으며 간단히 요약을 하면 그림과 같음.



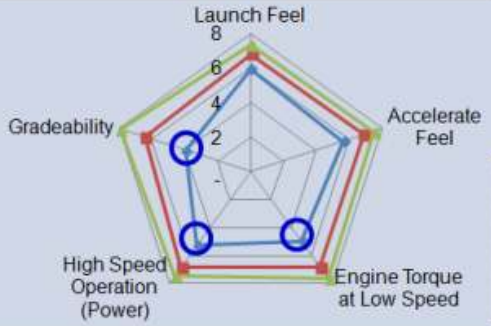
평가코스 : 총 200km (고속구간 / 시내구간 / 등판구간)

(kg)

구분	TDCV 벤치마킹 – M20E	경쟁차량	
		현대 카운티	대우버스 레스타
• 공차 중량	3,100	4,415	4,550
vs. TDCV	-	(1,315 ↑)	(1,450 ↑)
• 적재 중량	1,900	1,700	1,700
- 인원 (70kg/명x16명)	1,120	1,120	1,120
- 모래주머니	7,800	5,800	5,800
• 적차 중량	5,000	6,115	6,250

* TDCV & 경쟁차량 적재 모래주머니 차이 : Seat 수량 차이분을 고려 (16좌석 vs 25좌석, 200kg)

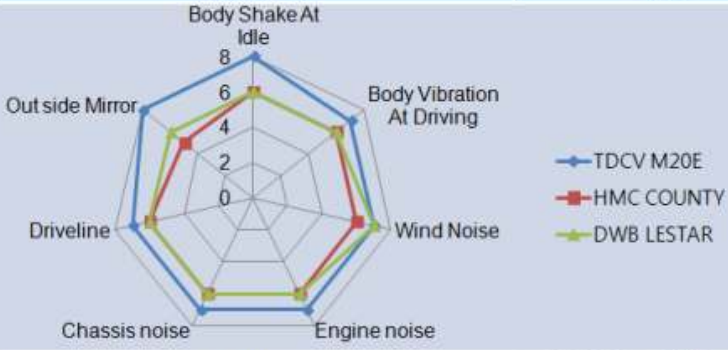
평가조건(차량중량)

구분	시험 결과	비고
1. 동력 성능		
평지 운행	• LESTAR > COUNTY > M20E • M20E : 가속 반응이 느리며 변속이 안 되는 경우 발생함. (AMT)	
등판 운행 - 신모래재 (5.4km, 6~8% 구배 경사로)	•LESTAR > COUNTY > M20E • COUNTY : LESTAR 대비 힘 부족함. (Rear axle Ratio 차이 확인 필요)	• JIAT Dynamo에서 동력 성능 평가 예정 (8월 말)

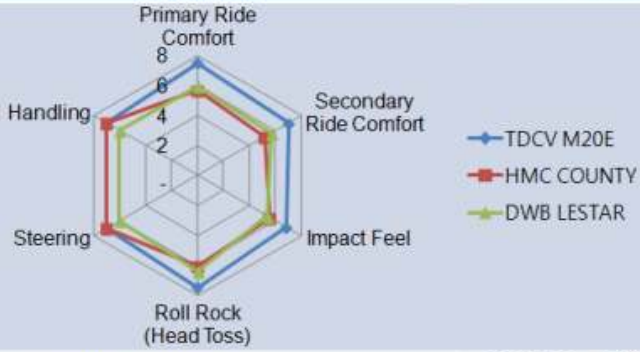
10	훌륭하다	Excellent
9	매우 좋다	Very Good
8	좋다	Good
7	만족스럽다	Fair
6	괜찮다	Barely Acceptable
5	보통이다	Border Line
4	부족하다	Poor
3	매우 부족하다	Very Poor
2	나쁘다	Barely Functional
1	매우 나쁘다	Non Functional

경사로	차속	단수	등판시간
M20E	40km/h	2~3단	7분 10초
COUNTY	60~70km/h	3~4단	5분 11초
LESTAR	80~85km/h	4단	4분 28초

평가결과

구분	시험 결과	비고
2. NVH		
• Body • Engine • Chassis • Out side mirror	• **M20E > LESTAR > COUNTY** • **M20E** : 소음 및 진동 측면에서 경쟁차량 대비 우위 (단, 잔 진동이 발생하며 Air compressor 작동 소음 큼) • **COUNTY** : - 주행 중 OSRVM 떨림이 심하며 풍절음 역시 큼 (운전 중 떨림에 인한 시계성 문제 발생) - 엔진 및 차체 진동이 타 차량 대비 심함 • **LESTAR** : - 가속 시 엔진 소음 및 진동이 크게 발생함 - 주행 중 내장재에서 Rattle & Squeak 이음 발생함	• COUNTY는 긴 Mileage와 차량 관리 상태 고려 시 평가가 낮을 수 있음

평가결과

구분	시험 결과	비고
3. Ride & Handling		
• Body • Engine • Chassis •Out side mirror	• **M20E > COUNTY > LESTAR** • **M20E** : 승차감은 전반적으로 우수하나 방지턱 통과 시 Seat가 Hard하여 충격이 전달됨 • **COUNTY** : - 승차감은 M20E 대비 열세이나 Soft한 Seat가 승차감 개선의 역할을 함 - 차선 변경 시 좌우 거동이 심함 • **LESTAR** : - 승차감은 타 차량 대비 열세이며 Suspension 충격이 그대로 탑승자에게 전달됨 - 요철 구간 통과 시 충격이 심함	• COUNTY는 긴 Mileage와 차량 관리 상태 고려 시 평가가 낮을 수 있음

평가결과

구분	시험 결과	비고
3. Brake & Others		
• Brake	• M20E > LESTAR > COUNTY (Driver 평가) • M20E : 페달 답력 대비 제동 감속도 및 응답력 우위 • LESTAR - 급제동 시 응답성이 타 차량 대비 늦음 - Parking lever가 협소한 공간(Driver seat와 Door 사이)에 위치하여 시계 착용시 걸림 발생	
• Others	• M20E : - 타 경쟁 차량 대비 승하강성 승객 시계성 우위 - 핸들이 타 차량 대비 세워져 있어 장시간 운전 시 피곤함 - 에어컨 성능이 타 차량 대비 열세 • LESTAR : - 운전자 공간이 타 차량 대비 좁음 - Meter cluster 시계성이 빛 반사로 인해 좋지 못함	

평가결과

다) 벤치마킹 차량 동력성능(등판성능)평가 실시

(1) 시험일시 :

구분	평가 구간	평가 구간 및 장소	평가 차량
1차 7월 25일	Benchmarking 차량 평가	운장산 및 신모래재	1대 : FIAT DUCATO(E5)
2차 8월 13일	경쟁사 시승 평가	신모래재	3대 : FIAT DUCATO(E5) HMC County (E5) DW bus Lestar (E5)
3차 9월 1일	Benchmarking 차량 평가	Chassis Dynamometer (JIAT)	1대 : FIAT DUCATO(E5)

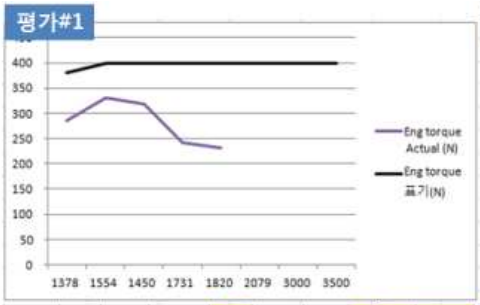
(2) 시험 차량 및 조건 :

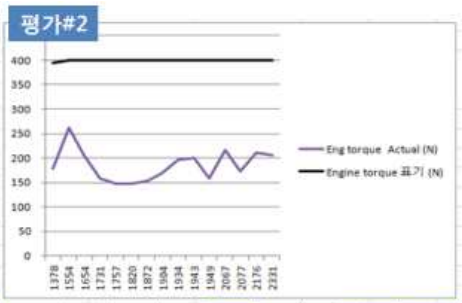
구분	TDCV Benchmarking (M20E / E5)	Competitors	
		HMC County (2011년식 / E5)	DW bus Lestar (2013년식 / E5)
• Overall dimension (LxWxH, mm)	7,020x2,080x2,600	7,085x2,035x2,755	7,180x2,040x2,820
• Wheel base	4,350 mm	4,085 mm	4,100 mm
• 엔진	165ps / 41kg.m (3.0L)	160ps / 60kg.m (3.9L)	170ps / 58kg.m (3.8L)
• 변속기	자동 6단	수동 5단	←
• 공차중량	3,100 kg	4,415 kg	4,550 kg
• 시험 중량	5,000 kg	6,115 kg	6,250 kg

(3) 실차 평가 1 & 2차 결과

<table>
<tr><th>구분</th><th>시험 결과</th><th>비고</th></tr>
<tr><td colspan="3">1 차 평가</td></tr>
<tr><td>등판 운행</td><td>• 신모래재 (경사도 6~8%)</td><td>
<table>
<tr><th>경사로</th><th>차속</th><th>단수</th><th>엔진 rpm</th><th>등판시간</th></tr>
<tr><td>6%</td><td>50km/h</td><td>3단</td><td>2,300</td><td rowspan="3">7분 45초</td></tr>
<tr><td>7%</td><td>40km/h</td><td>2단</td><td>3,000</td></tr>
<tr><td>8%</td><td>40km/h</td><td>2단</td><td>3,300</td></tr>
</table>
</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>• 운장산 (경사도 9~11%)</td><td>- 자동모드로 등판 시 1, 2단 수시 변속으로 등판 성능 NG (수동 1단으로 등판 가능)
- 경사도 10%에서 Restart 불가</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="3">2차 평가</td></tr>
<tr><td>등판 운행</td><td>• 신모래재 (경사로 6~8%)</td><td>• 경쟁사 시승 평가
- LESTAR > COUNTY > M20E
<table>
<tr><th>경사로</th><th>차속</th><th>단수</th><th>등판시간</th></tr>
<tr><td>TDCV M20E</td><td>40km/h</td><td>2~3단</td><td>7분 10초</td></tr>
<tr><td>HMC COUNTY</td><td>60~70km/h</td><td>3~4단</td><td>5분 11초</td></tr>
<tr><td>DW bus LESTAR</td><td>80~85km/h</td><td>4단</td><td>4분 28초</td></tr>
</table>
</td><td>-</td></tr>
</table>

(4) 샤시 다이나모 평가 3차 결과 (JIAT 시험, STS 분석) 2014.9.1.일자



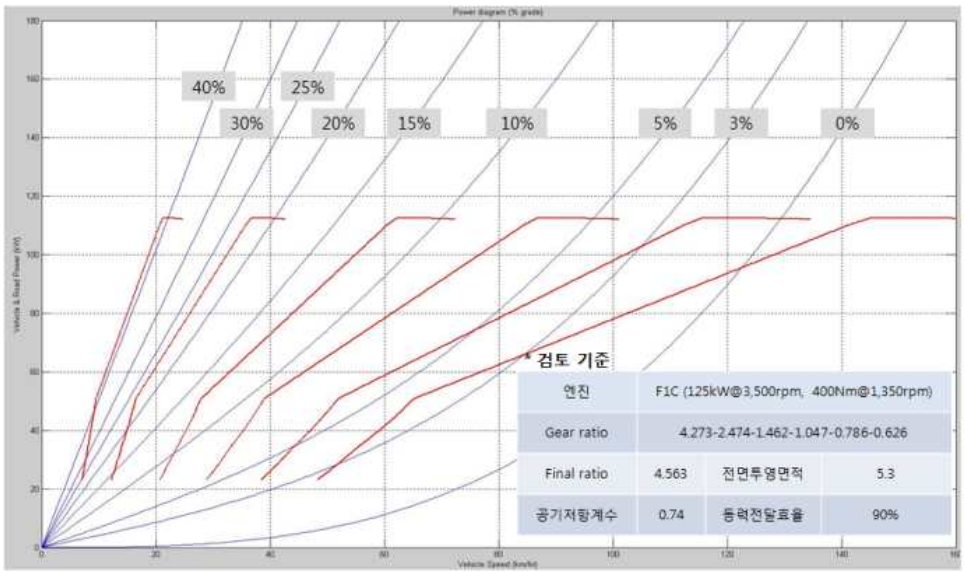


속도 (Km/h)	기어 단수	gear ratio	final gear ratio	rpm	구동력 (N)	전달 효율	Eng torque Actual (N)	Eng torque 표기(N)
10	1단	4.167	4.563	1378	13236	0.89	286	380
20	2단	2.35	4.563	1554	8620	0.89	331	400
30	3단	1.462	4.563	1450	5153	0.89	318	400
50	4단	1.047	4.563	1731	2813	0.89	242	400
70	5단	0.786	4.563	1820	2028	0.89	233	400
80	5단	0.786	4.563	2079				400
				3000				400
				3500				400

속도 (Km/h)	기어 단수	gear ratio	final gear ratio	Eng rpm	구동력 (N)	효율	Eng torque Actual (N)	Engine torque 표기 (N)
10	1단	4.167	4.563	1378	8234	0.89	178	395
20	2단	2.35	4.563	1554	6841	0.89	262	400
80	6단	0.625	4.563	1654	1420	0.89	205	400
50	4단	1.047	4.563	1731	1846	0.89	159	400
85	6단	0.625	4.563	1757	1018	0.89	147	400
70	5단	0.786	4.563	1820	1289	0.89	148	400
72	5단	0.786	4.563	1872	1335	0.89	153	400
55	4단	1.047	4.563	1904	1960	0.89	169	400
40	3단	1.462	4.563	1934	3193	0.89	197	400
25	2단	2.35	4.563	1943	5216	0.89	200	400
75	5단	0.786	4.563	1949	1376	0.89	158	400
15	1단	4.167	4.563	2067	9999	0.89	216	400
60	4단	1.047	4.563	2077	2008	0.89	173	400
45	3단	1.462	4.563	2176	3416	0.89	211	400
30	2단	2.35	4.563	2331	5353	0.89	205	400

*** Engine RPM 1378 ~ 1820 구간에서 Engine Torque 233 ~ 331N 으로 표기출력 380~ 400N 대비 현저하게 낮게 나타남**

(5) 동력성능 곡선 (동력전달 효율 : 90%)



(6) 노면 종류 별 접지력 한계 등판각 (이론치)

☞ 국내 기준 노면 종류별 마찰계수 및 그에 따른 접지력 한계 등판각

조건	건조		약간 습윤		매우 습윤		결빙	
	μ	등판각	μ	등판각	μ	등판각	μ	등판각
• 아스팔트	0.8	27.5%	0.7	24.5%	0.6	21.4%	0.3	11.4%
• 콘크리트	0.8	27.5%	0.6	21.4%	0.4	14.9%	0.3	11.4%
• 블록	0.7	24.5%	0.4	14.9%	0.3	11.4%	0.2	7.8%
• 비포장	0.5	18.2%	0.4	14.9%	0.3	11.4%	0.2	7.8%

☞ 미국 노스웨스턴대학교 교통연구소 실험 마찰계수 및 그에 따른 접지력 한계 등판각

		건조				습윤			
	마찰계수 범위	μ (low)	등판각	μ (high)	등판각	μ (low)	등판각	μ (high)	등판각
• 아스팔트	신설	0.8	27.5%	1.2	38.3%	0.5	18.2%	0.8	27.5%
	사용	0.6	21.4%	0.8	27.5%	0.45	16.6%	0.7	24.5%
	조금 노후	0.55	19.8%	0.75	26.0%	0.45	16.6%	0.65	23.0%
	많이 노후	0.5	18.2%	0.6	21.4%	0.3	11.4%	0.6	21.4%
• 콘크리트	신설	0.8	27.5%	1.2	38.3%	0.5	18.2%	0.8	27.5%
	사용	0.6	21.4%	0.8	27.5%	0.45	16.6%	0.7	24.5%
	노후	0.55	19.8%	0.75	26.0%	0.45	16.6%	0.65	23.0%
• 자갈길	다져짐	0.55	19.8%	0.85	28.9%	0.4	14.9%	0.8	27.5%
	덜 다져짐	0.5	18.2%	0.7	24.5%	0.45	16.6%	0.75	26.0%
• 눈길	다져짐	0.3	11.4%	0.55	19.8%	0.3	11.4%	0.6	21.4%
	덜 다져짐	0.1	4.0%	0.25	9.6%	0.3	11.4%	0.6	21.4%
• 결빙	결빙	0.1	4.0%	0.25	9.6%	0.05	2.0%	0.1	4.0%

(7) 등판성능 이론치 : Engine 성능으로는 40% 등판 가능하나 구동륜의 접지력 기준으로 볼 때는 27% 수준임.

접지력 기준 등판능력	건조		약간 습윤		매우 습윤		결빙	
	μ	등판각	μ	등판각	μ	등판각	μ	등판각
• 아스팔트 도로	0.8	27.5%	0.7	24.5%	0.6	21.4%	0.3	11.4%

☞ 벤치마킹 차량(AMT) : 신모래재 (6~8% 경사도) 운행 시 Acceptable 수준으로 판단함

☞ 벤치마킹 차량(AMT) : Engine : Chassis Dynamo Test 결과 표기출력의 83% 성능을 보이며, 실차량의 등판능력은 제 성능의 81% 수준으로 판단됨.

라) 벤치마킹 차량 시스템 별 실시 및 분석(Tear down) 내용

(1) 시스템별 총 28건의 보고서를 작성하였으며 각 시스템별 분석 결과를 보면 다음과 같음.

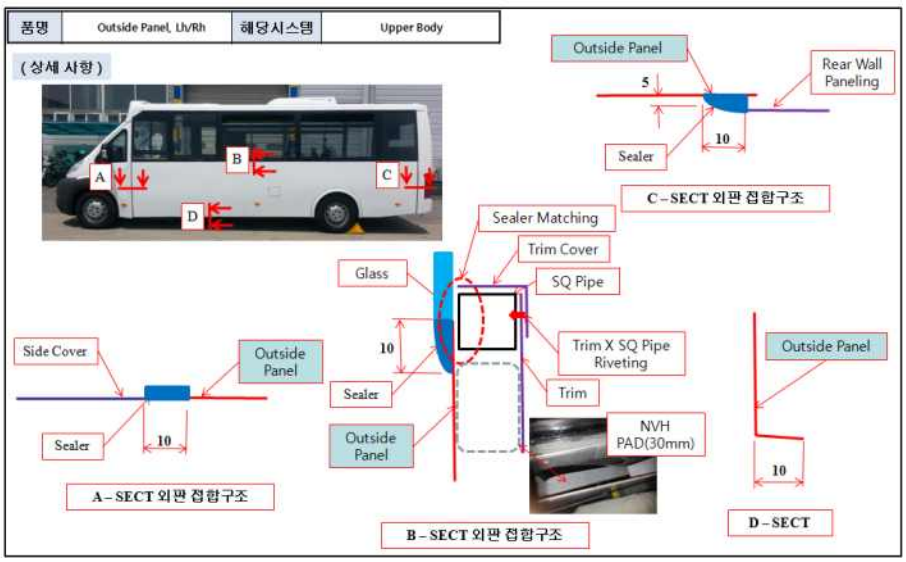
(2) 바디 구조물 선정 근거

차량구조는 크게 프레임 구조와 차체일체(Monocoque) 구조로 나누며, 일반적으로 같은 재료 무게로는 차체일체 구조가 더 강하게 만들 수 있음.

과거의 승용차를 포함한 모든 자동차는 프레임 구조였으나, 현재는 승용차, SUV, MPV, 저상버스, 대형버스, 장갑차 등에서 차체일체 구조를 채택하고 있으며, 본 중형저상버스도 차체일체 구조를 채택함으로써, 프레임 구조를 채택한 현대 및 대우 중형버스보다 약 1,000kg(22%) 중량 절감 계획으로 추진 중임.

또한 차체일체 구조는 현 승용차, SUV 등이 채택하고 있는 프레스 부품 제작 방식과 현 대형저상버스, 대형버스가 채택하고 있는 각 파이프 부품 제작 방식이 있으며, 프레스 부품 제작 방식은 중량 절감, 부품 및 조립 품질, 부식 방지, 생산성, 대량 생산에 유리하나 큰 투자비가 요구되므로, 현 과제인 중형저상버스와 같이 소량생산에는 각 파이프를 이용한 차체구조가 적합한 방식임.

(1) 차체시스템 (UPPER BODY)



시스템 별 Tear down Report

상기 그림과 같이 각 시스템 별로 벤치마킹 차량의 특성 및 LF-40형 표준모델 차량의 설계 컨셉을 설정하였음.

마) KMVSS [13] (인증) 검토 내용

(1) 자동차 규모별(자동차관리법), 사업용도별(여객자동차운수사업법)에 근거하여 총 53개 항목에 대하여 검토를 하였으며, 그 내용은 그림과 같음.

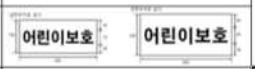
(2) 중형승합자동차 구조 기준

(가) 15/25인승 승합자동차의 구조기준의 경우 기타 자동차와 대부분 유사하나

(나) 별도 구조기준 존재 : 최대안전경사각도 / 최소회전반경 / 운전석 보호봉 / 접이식 좌석 / 입석 / 승강구 / 통로

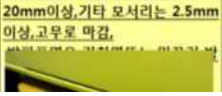
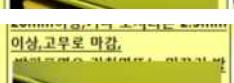
(다) 어린이 운송용일 경우 별도 구조기준 존재 : 승강구 발판 / 앞뒤 황 & 적색 점멸등 / 광곽실외후사경 가시영역

(라) 총중량이 4.5톤 이하일 경우 추가기준 존재 : ESC설치 / 도난방지장치 / 머리지지대 / 창유리작동기준 등

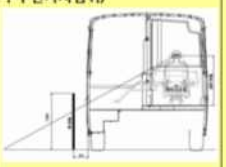
	구분		안전기준	저상버스 표준 모델	여객 운수			비고
					노선 버스	전세 버스	장의차	
1	자동차	길이[mm]	13,000	10,500 이상	-	-	-	
		너비[mm]	2,500	-	-	-	-	
		높이[mm]	4,000	-	-	-	-	
2	최저지상고[mm]		120	저상면높이:340이하	-	-	-	
3	**차량총중량[kg]**		**30,000**	-	-	-	-	
4	중량분포[%]		조향축은 공차중량의 20% 이상	-	-	-	-	
			조향축은총중량의 20% 이상	-	-	-	-	
5	**최대안전경사각도[]**		**28 @ 적차**	-	-	-	-	승차정원 11명 이상을 제외한 모든 자동차35 @ 공차
6	**최소회전반경[m]**		**반지름 5.3/12.5 동심원 사이 회전** 	-	-	-	-	승합제외 자동차 : 12미터
7	TPMS		-	-	-	-	-	승용&총중3.5톤이하 승합,화물,특수
8	조향핸들 유격[%]		조향핸들 지름의 12.5 이내	-	-	-	-	
9	side slip[mm]		1m주행에 좌우 미끄러짐 5 이내	-	-	-	-	
10	제동력지원장치		-	-	-	-	-	승용&총중3.5톤이하 승합,화물,특수
11	**ESC**		-	-	-	-	-	**승용&총중4.5톤이하 승합,화물,특수**
12	연료장치(연료탱크, 주입구 및 가스배출구)		배기관 끝으로 부터 300mm 이상	-	-	-	-	
			노출된 전기단자/개폐기로 부터 200mm 이상	-	-	-	-	
13	**뒤오버행**		**축간거리의 3분의 2 이하**	-	-	-	-	화물 : 2분의 1 이하
14	**어린이 운송용 승합차의 색깔**		**황색**	-	-	-	-	
15	**어린이 운송용 승합차의 '어린이 보호표지'**		**앞&뒤 탈착가능 하게**	-	-	-	-	
16	**어린이 운송용 승합차의 '정지표시장치'**		**좌측 옆면 앞부분**	-	-	-	-	
17	연결장치		피견인차의 총중량보다 큰힘에 견디는 구조	-	-	-	-	
18	견인장치		앞 또는 뒤에 차량중량의 1/2이상의 힘에 견디는 구조	-	-	-	-	
19	후드걸쇠장치		앞 바향으로 개폐되는 구조일 경우 2차 잠금 또는 2개소 잠금	-	-	-	-	
20	**도난방지장치**		1천조합 이상/열쇠제거시 자동차 기능 억제 등	-	-	-	-	**승용&총중4.5톤이하 승합,화물,특수**
21	차실 유효높이		180cm 이상	저상면:210 이상 후부통로면:190 이상	-	-	-	대형승합차
22	운전자의 좌석		가로*세로는 40*40 이상	-	-	-	-	

KMVSS (인증) 검토 항목 및 내용

13) KMVSS : Korea Motor Vehicle Safety Standards

23	보호봉 또는 격벽	운전자 좌석 뒤에 승객석과 분리될 수 있는 보호봉 또는 격벽시설  	-	시내일반버스의경우 별도기준의 격벽설치 	-	관을 싣는 장치는 장례참여사람과 완전히 격리되는 구조	승합자동차. 단, 입석 불가능한 15인 이하 자동차 제외. 시내버스의 경우 별도기준 존재
24	승객좌석의 규격	가로*세로 40*40 이상. 단, 22인 이하는 40*35 이상.	통로쪽좌석에 팔걸이 설치	-	-	-	
		좌석 간 간격은 65cm 이상	-	-	-		
		어린이 운송용 27*27 이상, 좌석 간 거리는 46cm 이상	-	-	-		
		40≤좌석높이≤50	-	-	-		
25	접이식 좌석	어린이 운송용에 설치할 경우 외부에서 조작가능한 구조	-	-	-	-	통로 설치 접이식좌석은 30인이하 승합에 한해 설치 가능(안내원용은 31인 이상도 가능)
		16인이상에 접이식 좌석을 설치할 경우 개폐식인 50*30 또는 30*50 이상인 창문을 옆창문 수의 2/3이상 설치(삭제예정.자동차안전기준 입법예고(130726))  	-	-	-	-	
26	머리지지대	추돌시 머리충격을 감소	-	-	-	-	승용&총중4.5톤이하 승합,화물,특수
27	좌석안전띠	여객운수사업법에 따른 자동차전용도로/고속국도를 운행하지 않는 시내버스/농어촌버스/마을버스의 승객좌석은 설치제외 가능	-	-	-	-	
28	입석	0.14㎡이상/1인 통로유효너비30cm/좌석전방 25cm부분은 입석면적 제외	-	-	-	-	차실유효높이180/통로유효너비30cm 이상이어야 가능
29	승강구	유효너비*높이 60*160cm 이상	중간문유효폭:120이상 앞문유효폭:90이상	-	-	-	차실유효높이120cm미만/15인이하 자동차/어린이운송용자동차 제외
		.1단 발판높이 30cm 이하, 승강구 유효너비의80%이상,세로는 20이상 .2단 이상은 높이 20cm 이하(15인이하는 25cm이하가능) .보조발판의 돌출부모서리는 20mm이상,기타 모서리는 2.5mm 이상,고무로 마감,  	.자동 경사판 설치 .자동문 .도어끼임/개문발차방지/도어오픈방지/발끼임방지 시스템등 안전장치 설치 	.압력감지기 또는 전자감응장치 설치 .하차문이 열려있으면 가속패달 작동제한 잠금장치설치 *시외직행/고속/우등고속 제외	-	-	어린이운송용 승합자동차
		이상,고무로 마감,  					어린이운송용 승합자동차
30	비상구	.차체의 좌측면 뒤쪽 또는 뒷면 .유효너비*높이 400*1200mm 이상 .밖으로 열리는 구조 .주변좌석은 쉽게제거가능또는접을수 있는 구조	-	-	-	-	30인 이상 자동차 창문이 비상구 규격이상이거나 유효너비*높이1200*400이상&너비2㎡이상인 강화유리인경우 대용가능. 이 경우 유리를 깰수 있는 장구를 4개 이상 설치

KMVSS (인증) 검토 항목 및 내용

31	**동로**	**30cm이상의 동로 설치**	-	-	-	-	16인 이상 자동차 .승강구로 직접착석가능구조/접이식좌석을 접었을때30cm이상 유효너비를 확보가능한 자동차는 제외
32	**창유리**	창유리의 닫힘이 완료될수 있는경우	-	-	-	-	**승용&총중4.5톤이하 승합,화물,특수**
33	소음방지장치	주행소음:82dBA, 배기소음:105dBA	-	-	-	-	
34	배기관	배기관 열림방향은 후향 또는 차량 중심선에 대해 30도 이내	-	-	-	-	
35	**기타 등화**	**각 2개의 적색/황색점멸표시등 설치** 	-	-	-	-	**어린이운송용승합**
36	**후사경**	**광곽실외후사경의 별도기준(승강구주변가시범위)**  **승강구의 가장늦게 닫히는 부분에서 300mm 떨어진 곳의 관측봉 전부확인 가능**	-	-	-	-	**어린이운송용승합**
37	경음기	90 ≤ dBC ≤ 112	-	-	-	-	
38	**최고속도제한장치**	**110KPH**	-	-	-	-	모든 승합자동차(2013.8.16~)
39	**소화기**	**15인 이하:능력단위2,1개 16인 이상 35인 이하:능력단위2,2개 36인 이상:능력단위3&2각1개**	**CNG사용일시 화재및 가스누출경보장치,소화장치 설치**	-	-	-	화물(대형) 능력단위2,1개
40	변속기	-	자동	-	-	-	
41	CNG 연비	-	4.3km/㎥ 이상	-	-	-	
42	차체경사장치	-	60mm 이상조절가능	-	-	-	
43	휠체어 고정장치	-	전동/수동식 휠체어 공용가능한2개 이상	-	-	-	
44	정차벨	-	휠체어탑승자/어린이도 쉽게 누를수 있는 위치에 충분한 개수	설치할것	-	-	
45	행선지 표시	-	전면/측면 led전광판	설치할것	-	-	
46	외관	-	도시미관을 향상시키고 지자체나 운수업체의 의견을 반영할수 있는 디자인	-	-	-	
47	전/후차축	-	일체형 저상 ais suspension	-	-	-	
48	냉/난방 장치	-	-	의무설치	←	난방장치	
49	안내방송장치	-	-	시내버스/농어촌버스	-	-	
50	손잡이대 또는 손잡이	-	-	시내버스/농어촌버스/마을버스	-	-	
51	타이어	-	-	.앞바퀴에는 재생타이어 불가 .시외버스 앞바퀴는 튜브리스 타이어사용	←	.앞바퀴에는 재생타이어 불가	
52	차실선반	-	-	시외버스(중형은 제외)	-	-	
53	차밑적재함	-	-	시외버스	-	관은 차 외부에서 싣고 내릴수 있는 구조	

KMVSS (인증) 검토 항목 및 내용

바) 스타일링 개발 내용

(1) 패키지 검토용 Space Buck을 제작하여 Ergonomic 측면과 실내 공간 측면, 사용성, 이동성등 차량개발에 있어서 검증해야 되는 부분을 중점적으로 CHECK 하고 핵심적이고 중요한 Point를 결정하였으며, 검토된 Space Buck 제작은 그림과 같음.

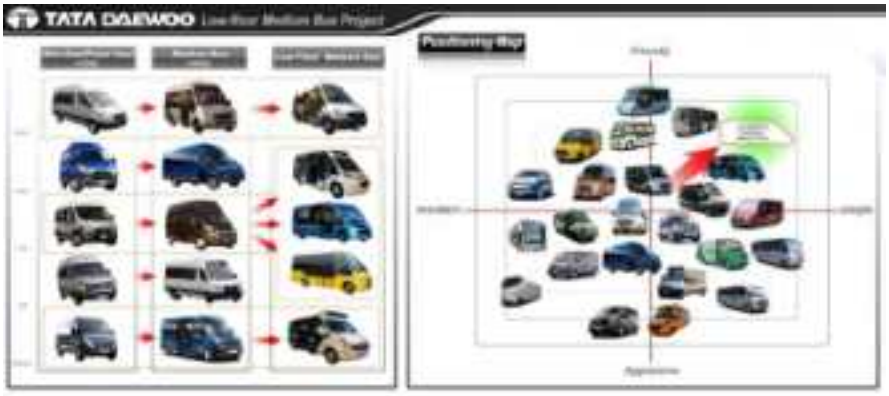


제작된 Space Buck



스타일링 품평회

(2) 다양하게 스케치에 의해 4개의 Key Word(Friendly, Aggressive, Simple, Modern)에 맞게 분류하여 6가지 안으로 디자인을 정리함. 각 Key Dimension 및 Hard Point를 제한조건으로 하여 Engineer와의 기술상 가능성을 검토하였으며, 2차 Sketch 이외에 몇 가지 안 을 추가로 진행함.



스타일링 스케치





스타일링 스케치 품평회

(3) 4차 Exterior Rendering 품평 & 3차 Interior Idea Sketch를 통하여 최종 3가지로 정리된 안을 삼면도로 리얼하게 표현하였으며, 참석자 대상으로 투표결과 Proposal "C"로 결정되어짐.





"C"



사) 핵심부품 개발 및 평가(검증) 내용

(1) 중형저상버스 표준모델 개발에 있어 핵심부품을 선정하고 이에 대한 개발 및 평가 방안을 수립하여 중점적으로 관리하여 차량에 적용하였음.

(2) 총 선정된 핵심부품수는 33개 이며, 각 부품별로 개발방안 / 평가방안 등을 그림과 같이 작성 관리함.

구분		상세 내용	비고
개발방안	개발품목	■ 신규 개발 품목 ▷ Front Air Suspension Structure/Mechanism: Independent Type ▷ Rear Air Suspension Structure/Mechanism: Rigid (Solid) Axle Type ▷ Front/Rear Air Spring: Rolling Robe Type ■ 상용 부품 C/O ▷ ECAS (Electrically Controlled Air Susp.): Parameter 최적 Tuning 필요 ▷ Air Compressor: Elec. Motor Driven Compressor	 Front & Rear Susp. Air Comp & Control Parts
	개발목표	▷ Front/Rear Air Suspension Structure/Mechanism - 직진안정성 등 최적의 주행성능을 발휘하며 Air Spring의 횡 방향 강성을 보완할 수 있는 Front/Rear Air Suspension Structure/Mechanism의 개발 및 적용 ▷ Front/Rear Air Spring - 고유의 수직 방향 탄성으로 차량의 승차감을 향상시키고, 차량 Weight 및 자체의 거동에 의해 작용하는 하중을 지지하며, 동시에 차량 주행의 안정성을 유지할 수 있는 Air Spring의 개발 ▷ 기타 - 주행/정지 시 최적의 차량 자세를 유지할 수 있도록 ECAS 적용 - 차량 운행 중 내구 및 NVH 문제없는 Air Compressor 선정 및 적용	
	개발일정	▷ 개념설계 및 기본 설계: 2013년12월~2014년12월 ▷ 시작차용 관련 부품 제작: ~2015년 4월 ▷ 시작차 제작 (1차): ~2015년 9월	
평가방안		▷ Front/Rear Air Suspension Structure/Mechanism - 시작차량 성능 평가를 통한 주행성능 평가 예정 - 시작차량 일반 내구 및 R/S (Road Simulator)를 통한 내구 검증 예정 ▷ Front/Rear Air Spring - 차량 시험 외에 Air Spring 단품에 대한 작동 성능 및 내구 시험 수행 예정	※ Air Spring 단품의 작동성능 시험 항목 - 유효수압면적 시험 - 평창외경 시험 - 수직지지하중 시험 - 정적 Air Spring 강성 시험 - 동적 Air Spring 강성 시험

핵심부품-에어서스펜션

(3) 선정된 핵심부품 33개 아이템에 대하여 각 부품별로 개발하여 단품평가 및 차량 평가를 통하여 검증을 완료하였음.

(4) 시스템 별 주요 부품은 그림과 같음.



시스템 별 주요 핵심부품

(5) 핵심부품 리스트는 다음 표와 같음.

No.	핵심부품명	핵심부품 평가 방법		시험 결과
		단품평가 14)	차량평가 15)	
1	ENGINE COMPLETE ASM-FIC	●	●	OK
2	ENGINE MTG INSULATOR	●		OK
3	LINK ROD ASM		●	OK
4	SUPPORT, CTR ASM		●	OK
5	SUPPORT, LH/RH		●	OK
6	COOLING (VEHICLE)	●	●	OK
7	MANUAL T/M ASM-M40		●	OK
8	DRIVE SHAFT LH/RH	●		OK
9	KNUCKLE, LH/RH	●		OK
10	AIR SPRING, FRT/RR	●		OK
11	AIR COMPRESSOR	●		OK
12	SPINDLE-REAR	●		OK
13	CALIPER ASM-FRONT, LH/RH	●	●	OK
14	BRAKE DISC-VENTILATED	●	●	OK
15	BRAKE ASM-REAR, LH/RH	●	●	OK
16	V/BOOSTER & M/CYL. ASM	●	●	OK
17	LEVER ASM-PARKING BRAKE	●	●	OK
18	ABS MODULATOR		●	OK
19	BRAKE HUB	●		OK
20	INSTRUCTION SWING DOOR	●		OK
21	SWING DOOR ASSEMBLY	●		OK
22	WIPER MOTOR, WIPER ARM & LINKAGE	●		OK
23	FRT BODY ASM		●	OK
24	FRAME ASSEMBLY-UPPER BODY COMPLETE		●	OK
25	VENTILATOR ASM-ELECTRIC		●	OK
26	ROOM A-PRE HEATER		●	OK
27	HEATER UNIT ASM		●	OK
28	HTR & EVAP UNIT ASM		●	OK
29	BLOWER ASM		●	OK
30	COOLER ASM-ROOF/ON		●	OK
31	COMPRESSOR ASM(300cc)		●	OK
32	METER CLUSTER ASM	●	●	OK
33	CONT UNIT- BODY	●	●	OK

14) 단품평가 : 차량의 각 부품(단품)의 기능과 성능을 평가
15) 차량평가 : 완성된 차량상태로 기능과 성능을 평가

(6) 파워트레인 시스템 검증 내용 요약은 그림과 같음.

No.	Item	공급업체	평가항목	시험방법(조건)	판정기준	시험일정	시험결과	비고
1	Engine Complete	FPT	단품평가	▪ Euro-6 Emission 만족	1) Euro-6 Emission Step-C 만족	2017. 02~03.	OK	
			차량평가	▪ 등판성능, 최고속도	1) 등판성능 : More then 25% 2) 최고속도 : More than 80km/h	2016.07.26 ~ 2016.09.29	OK	
2	Cooling System	두원공조	단품평가	▪ 요구방열량 만족 ▪ 풍량 만족	1) 풍속 8(m/s), 유량 80L – 80,000kcal/h 이상 2) 12V에서 풍량 2,000m3/h이상	'16.01.19 ~ 16.01.20	OK	
			차량평가	▪ IMTD, ATW 만족	1) ATW 70℃↓ 2) IMTD 30℃↓		OK	

No.	Item	공급업체	평가항목	시험방법(조건)	판정기준	시험일정	시험결과	비고
3	MANUAL T/M ASM-M40	FCA	차량평가	▪ 최고속도, 기어단별속도 측정	1) 최고속도 : More than 80km/h 2) 1단 – 23.8km/h 2단 : 42.2km/h 3단 : 67.9km/h 4단 : 94.8km/h 5단 : 126.2km/h 6단 :158.8km/h		OK	
4	DRIVE SHAFT LH/RH	동우정공	단품시험 (파단, 내구)	▪ 파단강도 : 7,000Nm 이하에 파단없을 것 ▪ 내구강도 : 0~3,334Nm 1Hz 에서 200,000회 이상	각부품의 파손 및 작동성능이상 없을 것	'16.06.28~ 16.07.01	OK	
			차량시험	▪ 실차 Max Torque 측정	허용 Torque 이하일 것	'16.11.14~ 16.11.25	OK	

파워트레인 시스템 검증 내용

(가) ENGINE COMPLETE

- 엔진은 이탈리아 FPT社의 F1C엔진이며 제원은 3리터 170마력임
- 환경부로부터 유로-6 배출가스 및 소음인증 취득하였으며 그림과 같음.

환경부

환 경 부

수신 타타대우상용차(주)

(경유)

제목 타타대우상용차(주) 제작자동차 배출가스 및 소음 인증 통보

1. 타타대우상용차(주) 인증신청서 제418-419(2017.6.12.)호와 관련입니다.

2. 귀 사에서 제출한 인증 신청 자료를 검토한 결과 「대기환경보전법」 제46조제1항 및 「소음·진동관리법」 제31조제1항에 따라 배출가스 및 소음 인증서를 붙임과 같이 교부하오니 인증 조건 및 관련 법령을 철저히 준수하여 주시기 바랍니다.

3. 또한, 「대기환경보전법」 제48조제2항 및 「소음·진동관리법」 제31조제2항에 해당되는 경우에는 반드시 변경인증 및 변경보고해 주시기 바라며, 같은 법의 해당 배출허용기준이 변경될 때에는 즉시 등 인증서를 반납하여 주시기 바랍니다.

가. 인증대상자동차

차명 (형상)	형식 (용도)	원동기형식 (자동)	사용연료 (배기량)	최대출력 (변속기)	총중량	공차중량	인증 번호
중형고상버스 -도심형 (고압분사엔진 분내트랜)	LF4D-TDTLF1 (사업용/ 비사업용)	F1CFLA111 (대형승용)	경유 (2,998cc)	170PS/ 3,500rpm (수동6단)	5,650kg	3,900kg	배출가스 : HMY-DD-14-09 소 음 : HDD-DS-14-38

나. 자체 시험결과 [배출가스 : '14년 기준, 소음 : '06년 기준]

구분		CO (g/kWh)	NOx (g/kWh)	HC (g/kWh)	NH_3 (ppm)	PM (g/kWh)	PN (#/kWh)	가속주행 dB(A)	정지소음 dB(A)	경적소음 dB(C)
허용기준	WHSC	1.5	0.4	0.13	10	0.01	6×10^{11}	78	103	112
	WHTC	4.0	0.46	0.16	10	0.01	6×10^{11}			
시험결과	WHSC	0.012	0.139	0.000	0.003	0.001	0.28×10^{11}	74.4	98.9	107.2
	WHTC	0.027	0.298	0.002	0.827	0.0022	0.81×10^{11}			

붙임 제작자동차 배출가스 및 소음 인증서 각 1부. 끝.

배출가스 및 소음인증 취득 공문 내용



인증번호(Certificate No.) : HMY-DC-14-39

자동차배출가스 인증서

(Certificate of Motor Vehicle Emission)

신청자	법제명(Company Name) 타타대우상용차(주)(TATA Daewoo Commercial Vehicle CO.,Ltd.)	성명(대표자)(Representative) 김 관 규
	주소(Adress/Head Office) 전라북도 군산시 동장산로 172 (172, Dongjangsan-ro, Gunsan-si, Jeollabuk-do, Korea)	전화번호(Tel) 063-469-3114
	사업장소재지(Address/Plant) 전라북도 군산시 동장산로 172 (172, Dongjangsan-ro, Gunsan-si, Jeollabuk-do, Korea)	전화번호(Tel) 063-469-3114

자동차제원(Vehicle Specifications)

자동차명칭(형상) (Model Name, Body Type)	자동차형식(용도) (Vehicle Type, Use)	엔진형식 (Engine Type)	차종 (Category)	사용연료 (Fuel Type)	제작사 (Manufacturer)
중형지상비스-도심형 (프론트엔진 콘네트형)	LF40-TG7UF1 (사업용/버사업용)	F1CFL4111	대형승용	경유	타타대우상용차(주)

엔진배기량 (Engine Displacement)	최대출력 (Maximum Power)	변속기 (Transmission Type)	차량총중량 (Gross Vehicle Weight)	공차중량 (Curb Weight)	선택사양 (Option)
2,998cc	170ps/3,500rpm	수동6단	5,650kg	3,900kg	-

배출가스 저감장치 부착내용 (Emission Control Device)	EGR, DOC, DPF, SCR, SCR&CUC
파생자동차(Type of Variant)	"뒤쪽 기재"(Refer to the Opposite Page)"

인증사항 (Certification Items)

인증조건(Conditions of Certification)

1. 「대기환경보전법」 제51조에 따라 결함시정에 대비하여 자동차 구입에 대한 기록관리를 철저히 하여야 합니다.
(Keep thorough records pertaining to vehicle purchase in preparation for correction of defects pursuant to Article 34 of Air Environment Preservation Act.)
2. 자동차배출가스 관련부품이 지속성을 유지하게 하기 위하여 사용자의 정비지침 제공 등 필요한 조치를 하여야 합니다.
(Take necessary measures, for example providing maintenance instructions to vehicle owners, to maintain whole functions of emission control devices.)
3. 「대기환경보전법」 제55조에 해당하는 경우에는 이 인증이 취소될 수 있습니다.
(This certification can be cancelled in case it corresponds to the provisions of Article 35 of Air Environment Preservation Act.)

4. 배출가스적용기준 및 열화계수(Emission Limits & Deterioration Factor)

항목	CO	HC	NOx	NH3	PM	PN	Mode
배출가스적용기준(Emission Limit)	1.5	0.13	0.4	10	0.01	6×10^{11}	WHSC
	4.0	0.16	0.46	10	0.01	6×10^{11}	WHTC
열화계수(DF)	1.3	1.3	1.15	-	1.05	-	-

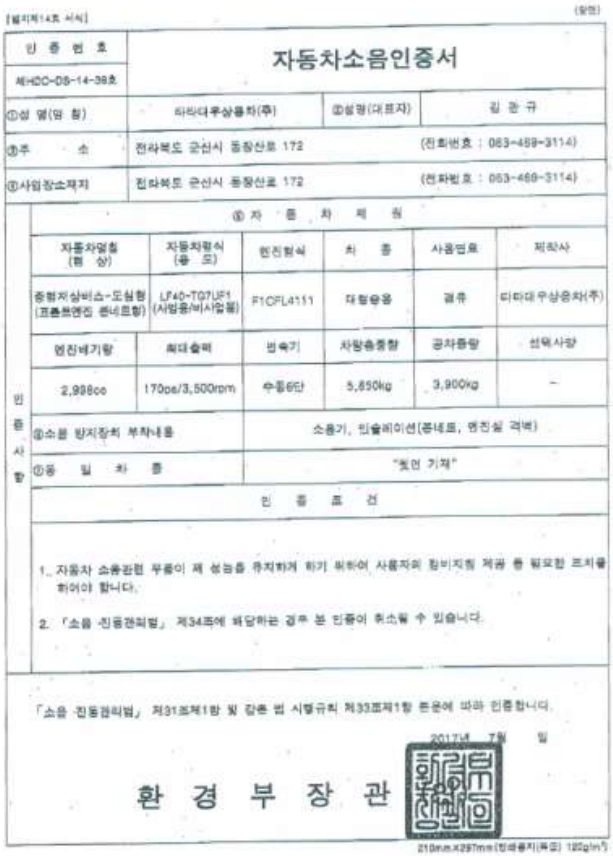
「대기환경보전법」 제48조제1항 및 같은 법 시행규칙 제66조제1항에 따라 인증합니다.
(We hereby grant a certification pursuant to Para. 1, Article 32 of Air Environment Preservation Act and Article 71 of its Enforcement Regulation.)

2017년 7월 일
(Year / Month / Date)

환 경 부 장 관

Minister of Environment, The Republic of Korea

210mm×297mm[백상지(150g/㎡)]



[별지제14호 서식]

자동차소음인증서

인증번호			
MHDC-DS-14-39호			
①성 명(업 체)	타타대우상용차(주)	②성명(대표자)	김 관 규
③주 소	전라북도 군산시 동장산로 172		(전화번호 : 063-469-3114)
④사업장소재지	전라북도 군산시 동장산로 172		(전화번호 : 063-469-3114)

⑤ 자 동 차 제 원

자동차명칭 (형 상)	자동차형식 (용 도)	엔진형식	차 종	사용연료	제작사
중형지상비스-도심형 (프론트엔진 콘네트형)	LF40-TG7UF1 (사업용/버사업용)	F1CFL4111	대형승용	경유	타타대우상용차(주)

엔진배기량	최대출력	변속기	차량총중량	공차중량	선택사양
2,998cc	170ps/3,500rpm	수동6단	5,650kg	3,900kg	-

인증사항

⑥소음 방지장치 부착내용	소음기, 인슐레이션(콘네트, 엔진실 격벽)
⑦동 일 차 종	"뒷면 기재"

인 증 조 건

1. 자동차 소음관련 부품이 제 성능을 유지하게 하기 위하여 사용자의 정비지침 제공 등 필요한 조치를 하여야 합니다.
2. 「소음·진동관리법」 제34조에 해당하는 경우 본 인증이 취소될 수 있습니다.

「소음·진동관리법」 제31조제1항 및 같은 법 시행규칙 제33조제1항 본문에 따라 인증합니다.

2017년 7월 일

환 경 부 장 관

210mm×297mm(인쇄용지(특급) 120g/㎡)

자동차 배출가스 인증서 및 소음인증서

(나) 엔진 최고속도제한장치 법규(자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙 제 110조의2) 110Km/h 만족여부 검증은 시작 3호 차량으로 시험을 실시하였으며 내용은 그림과 같음.

1. 시험 목적

중형 저상 버스(LF-3) 차량 최고속도제한장치의 법규 적합성을 평가하기 위함.

※설정속도 : 110km/h(최고속도제한장치)

2. 시험 결론

최고속도제한장치는 법규(자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙 제110조의 2)의 요구성능을 만족함.

3. 시험 결과

3.1 가속 시험

구 분		측정값	판 정	평 가 기 준
설 정 속 도 (km/h)		110.0	OK	Vstab ≤ (Vset+VsetX0.05 또는 5km/h중 큰 값
안 정 속 도 (km/h)		108.2		
안정속도 최초 도달후 적합기준 관련	최고속도(km/h)	108.5	OK	Vmax ≤ Vstab X1.05
	최대 속도변화율(㎧)	0.3	OK	≤ ±0.5㎧
안정속도 최초 도달후 10초 이내 적합기준 관련	최대 속도변화량(km/h)	1.3	OK	≤ (Vstab X 0.04) 또는 2km/h중 큰값
	최대 속도변화율(㎧)	0.2	OK	≤ ±0.2㎧
	해당기준 도달시간(sec)	0.3	OK	≤ 10초

3.2 정속 시험

회 수	주행방향	설정속도	평균속도 (km/h)	안정속도 (km/h)	판 정	비 고
1	(+)	110km/h	108.0	108.1	OK	Vstab ≤ (Vset+VsetX0.05 또는 5km/h중 큰 값)
	(-)		108.1			
2	(+)		108.2	108.2	OK	
	(-)		108.1			
3	(+)		108.2	108.2	OK	
	(-)		108.2			
4	(+)		108.2	108.2	OK	
	(-)		108.2			
5	(+)		108.3	108.2	OK	
	(-)		108.2			
안정속도의 최대값과 최소값의 차이(km/h)				0.1	OK	안정속도의 최대값과 최소값의 차이(km/h) ≤3kph

(+) 방향 : 새만금 군산 → 새만금 부안, (-) 방향 : 새만금 부안 → 새만금 군산

4. 시험 조건

1) 시험 일시 : '17.09.07(목)

2) 시험 장소 : 군산 새만금 방조제

3) 시험 인원 : 박정재 대리, 김덕용 조장, 김성진 사원, 정재훈 차장(FPT)

4) 시험 차량

① Model : 중형 저상 버스(LF-3)

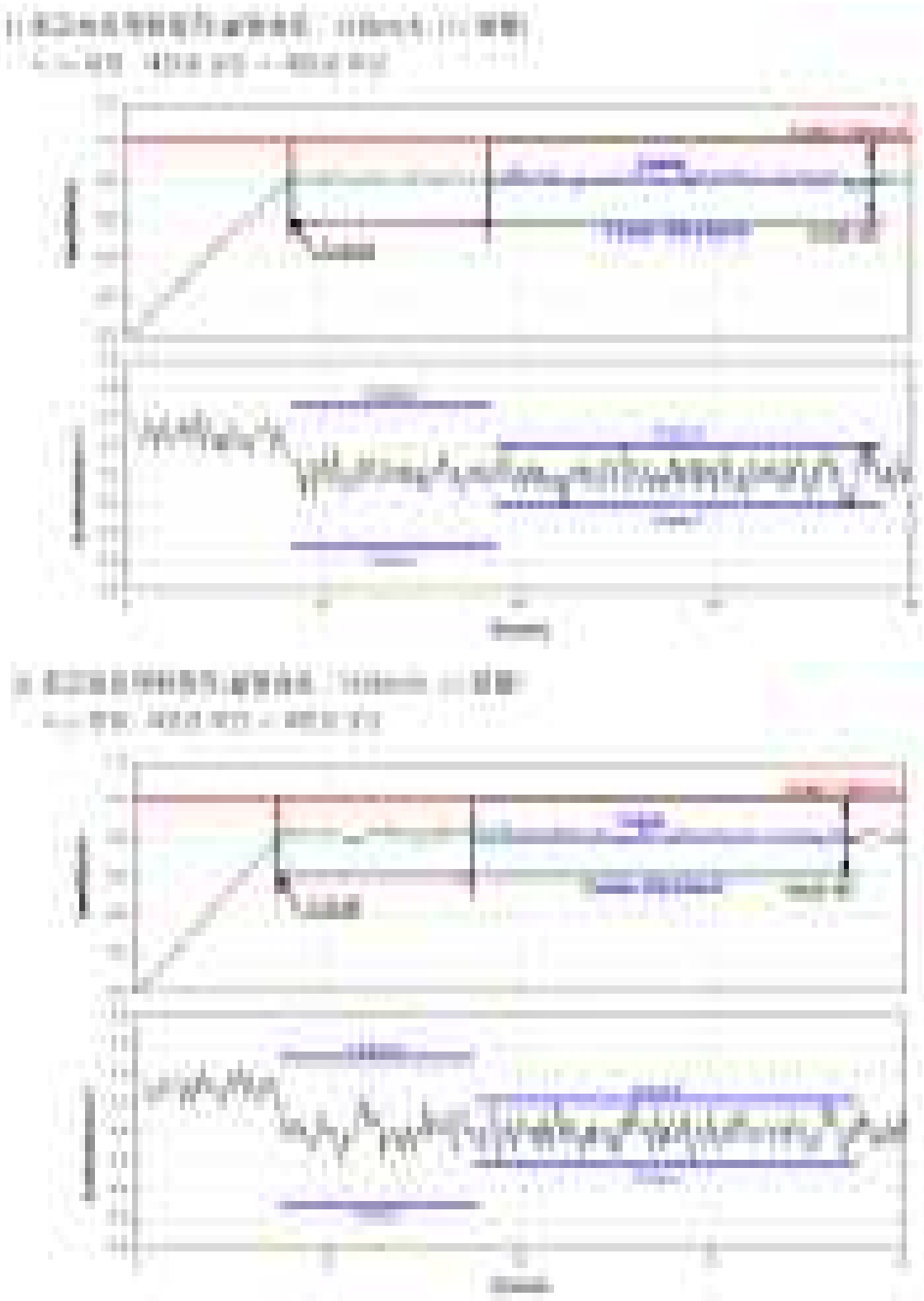
② Engine : F1C 3L(170ps/41kgf.m)

③ T/M : 6M40-MT(Fiat auto)

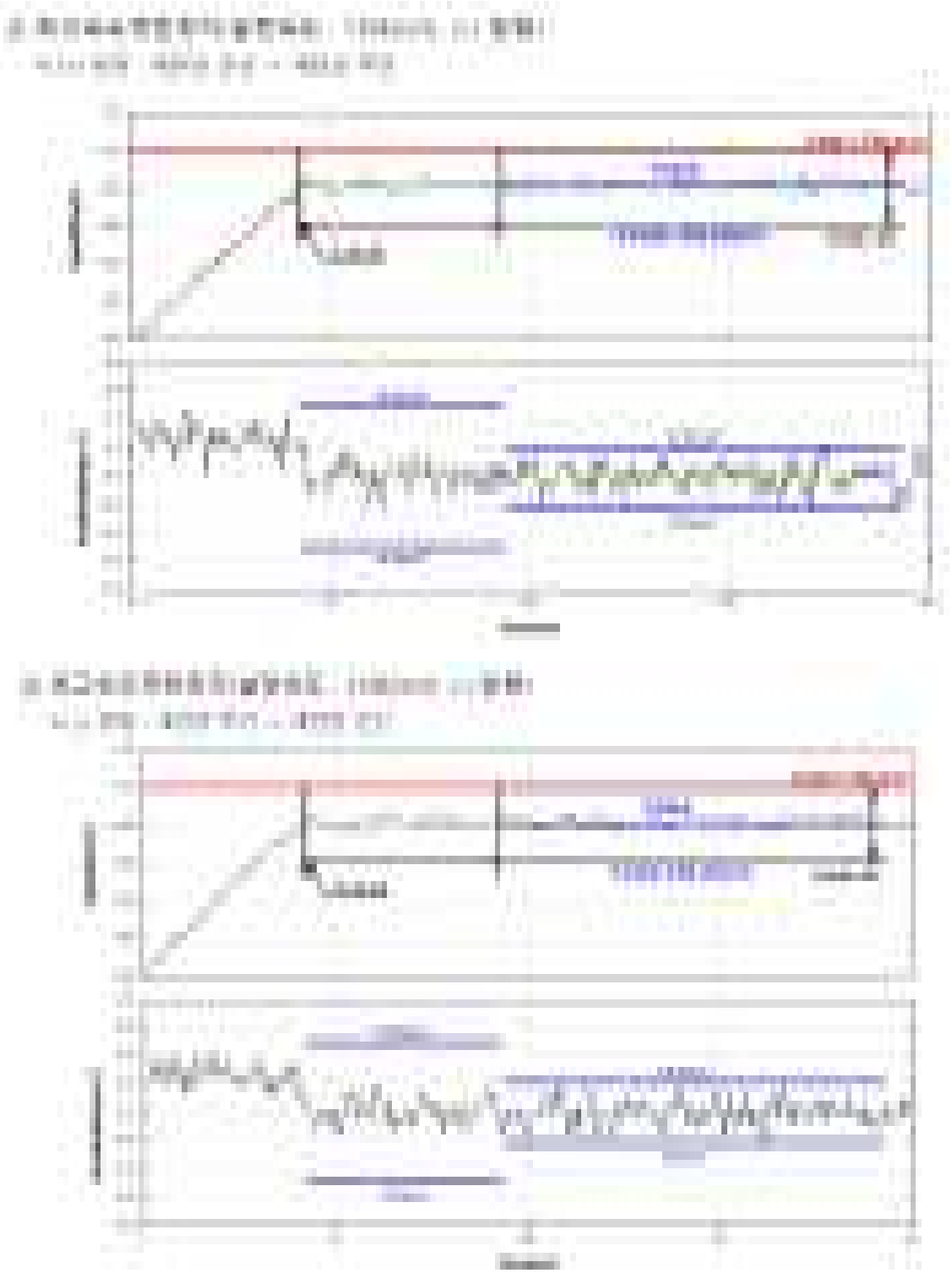
④ R/A : 2 Bag Air, Rigid axle

⑤ FRT Tire : 205/75R17.5-14PR(369±5)

엔진 최고속도제한장치 법규만족 시험 내용



엔진 최고속도제한장치 법규만족 시험 내용



엔진 최고속도제한장치 법규만족 시험 내용

(다) 엔진 등판성능은 연구과제 RFP에 명시되어 있는 25% 이상 경사로 등판능력에 대하여 만족여부 검증결과 RFP를 만족하였으며, 내용은 그림과 같음.

평가 목적

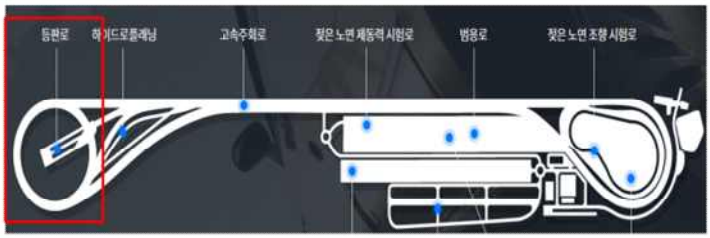
- ✓ **과제 RPF에 명시되어 있는 25% 이상 경사로 등판능력의 검증**
- ✓ **정확한 등판성능의 확인을 위해 지능형자동차부품진흥원 주행시험장(대구)의 등판로에서 평가**
- ✓ **평가는 LF-4호차 (저상버스용 경량화 차체개발과제) 로 진행**

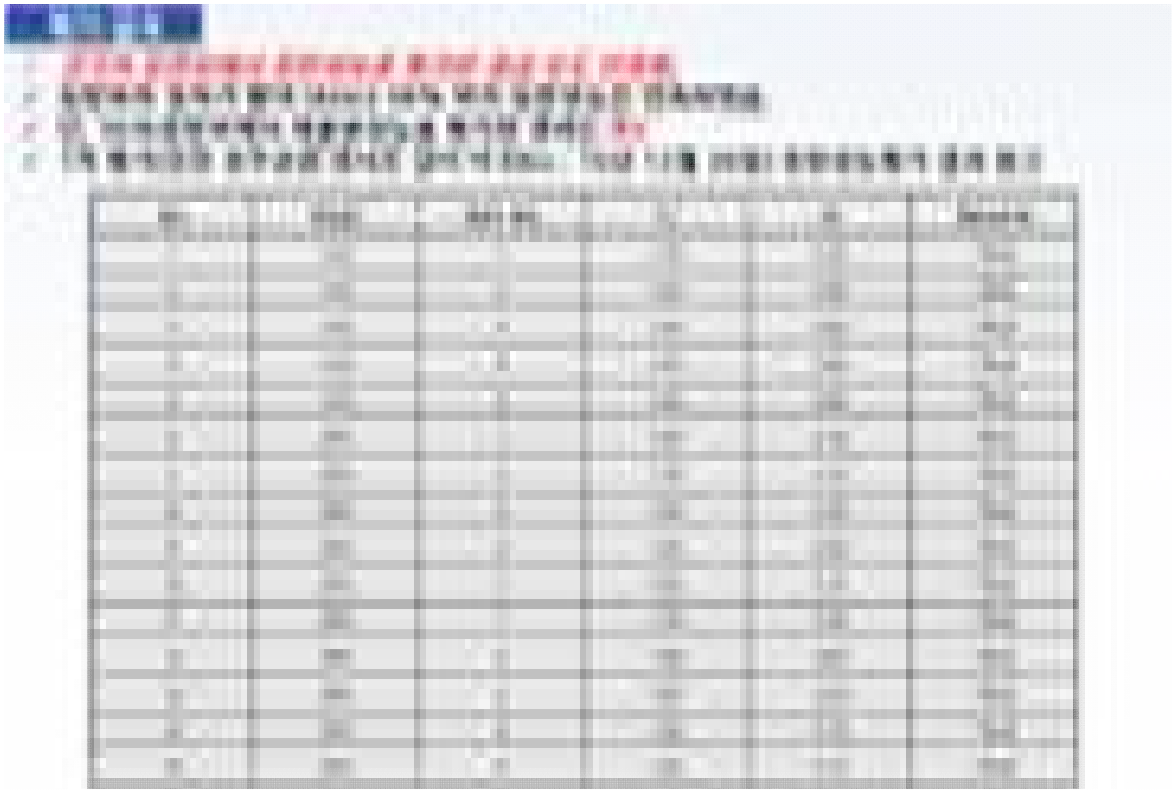
No.	Item	공급업체	평가항목	시험방법(조건)	판정기준	시험일정	시험결과	비고
1	Engine Complete	FPT	단품평가	• Euro-6 Emission 만족	1) Euro-6 Emission Step-C 만족	2017. 02~03.	2017년 /초 인증예정	
			차량평가	• 등판성능, 최고속도	1) 등판성능 : More then 25% 2) 최고속도 : More than 80km/h	2016.07.26 ~ 2016.09.29	OK	등판성능은 15.3%이나 안전상의 이유로 시험진행불가

평가조건

- ✓ 차량 중량조건 : 5,620kg (GVW(5,470kg) + 탑승자 2인(75*2=150kg)
- ✓ 평가장소 : 지능형자동차부품진흥원(대구) 주행시험장 등판로
- ✓ 지능형자동차부품진흥원 주행시험장 등판로는 12%(6.86°), 20%(11.32°), 30%(16.71°)로 구성
- ✓ 평가차량 : LF-4호 (저상버스용 경량화차체 개발 과제 : 산업통상자원부)
- ✓ 등판로의 길이
  - 12% : 80m
  - 20% : 65m
  - 30% : 42m







엔진 등판성능 시험 내용

시험사진



12% 경사로



20% 경사로



30% 경사로

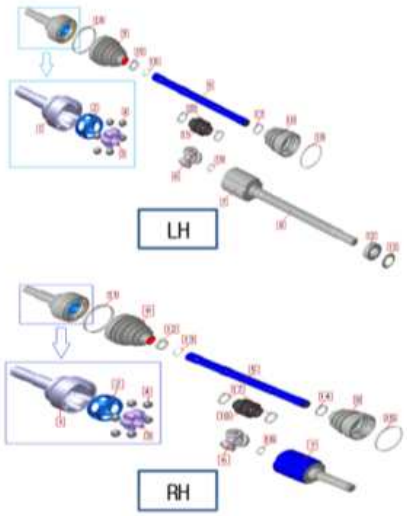
엔진 등판성능 시험 내용

(라) DRIVE SHAFT ASSEMBLY 검증내용은 그림과 같음.



No	R/G/Y	구분	Development Issues	진행내용
1	G	비틀림 내구시험 Spec.	• 동우정공 Test Spec.- 100,000 Cycle @ Maxtorque	• Max Torque의 65% 기준만족 (KIMM 신뢰성기준 RS B 0204)
2	G	비틀림 시험 Failure (JIAT 시험결과)	• 61,176 Cycle @ 3,334 Nm (목표 100,000 Cycle)	• Proto 도면 변경사양 반영 - Design 형상 변경 - 재질변경
3	G	Hub Matching Concept	• Spline, Nut, Bearing 예장성을 위한 주변부품 협의	• 주변부품과의 업무협의를 통한 Layout Matching 완료
4	G	M33x1.5 Nut 개발필요	• Nut 신규개발 필요 • 생산수량 대비 과도한 개발범위임.	• Proto 단계에서는 Ducato Sample 구매를 통한 부품적용
5	G	Long Lead Item	• Drive-Shaft 개발일정 D+8개월 소요	• Drive-Shaft 개발일정 과다로 Proto #1~#3 차량은 Ducato C/O 부품적용
6	G	DVW Condition Review	• GVW & CVW 상태는 각도검토완료 • 추가로 DVW Condition 검토필요	• DVW Condition에 대한 기준 추가 검토 중.

드라이브 샤프트 어셈블리 개발진행



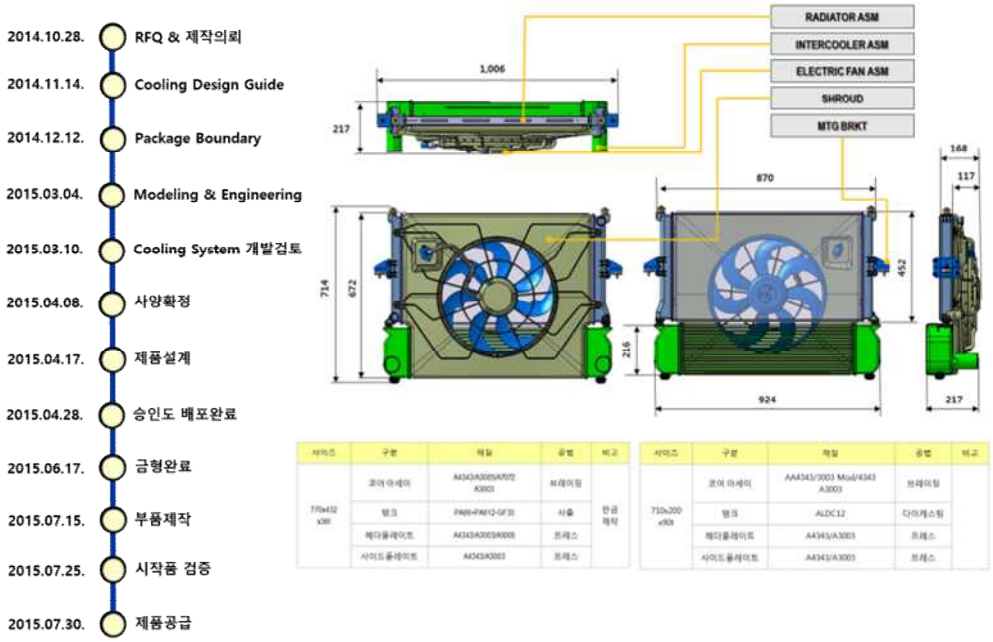
No	부품명	개발진행현황
1	OUTER RACE	개발완료
2	TRIPOD HOUSING	개발완료
3	INNER RACE	개발완료
4	CAGE	개발완료
5	SHAFT-1	개발완료
6	BEARING	개발완료
7	BOOTS	개발완료
8	DAMPER	개발완료

드라이브 샤프트 어셈블리 부품개발 현황

구 분	시험종류	시험조건	시험결과	결과판단
단품시험	파괴시험	7,000 N.m 이하에서 파손되지 않을 것. (LH, RH 중 1종 선택하여 시험 진행)	파손되지 않음	OK
단품시험	피로내구시험	200,000회 @ 3,334Nm (1Hz) 이상을 만족할 것	279,965회 만족	OK
차량시험	주행시험	주행 중 부가되는 최대 Torque 가 파괴시험 기준을 초과하지 않음.	최대 4,152Nm (59% 수준)	OK

드라이브 샤프트 어셈블리 시험조건 및 시험결과

(마) COOLING MODULE 검증내용은 그림과 같음.



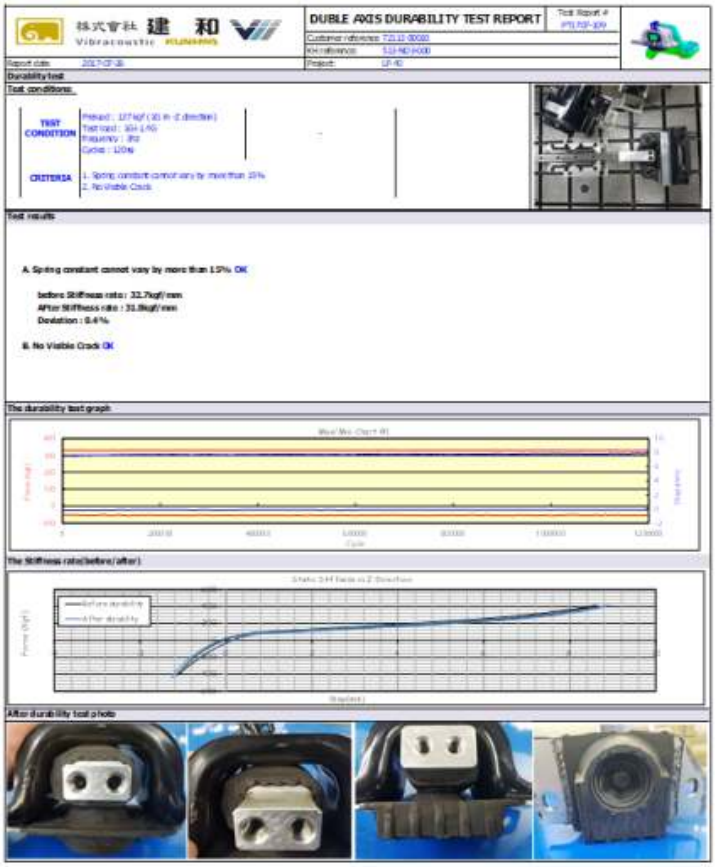
쿨링 모듈 개발진행

(7) 서스펜션 시스템 검증 내용 요약은 그림과 같음.

No.	Item	공급업체	평가항목	시험방법(조건)	판정기준	시험일정	시험결과	비고
1	ENGINE MTG INSULATOR	건화트렐러보그	내구시험	• 1g±1.4g 수직하중 • 120만회 (3~5Hz)	내구시험 후 스프링 상수 변화율이 원래의 30% 이내일 것		OK	
2	KNUCKLE	대원정밀	내구시험				OK	
3	AIR SPRING, FRT/RR	아이텍	내구시험	• 수직강도 내구시험 (Stroke ±30mm) • 200만회 (1Hz)	Air 누기 없을 것	'15.12.09 ~ '16.03.11	OK	
4	AIR COMPRESSOR	BD (중국)	내구시험	• 내구시험 (Air Suspension Uppering / Lowering) • 10,000회 이상	Air Compressor 정상 작동할 것	'16.12.15 ~	OK	
5	SPINDLE-REAR	대원정밀	내구시험	• RR Hub 내구시험시 평가 함 • 75만회	Crack 없을 것		OK	

서스펜션 시스템 검증 내용

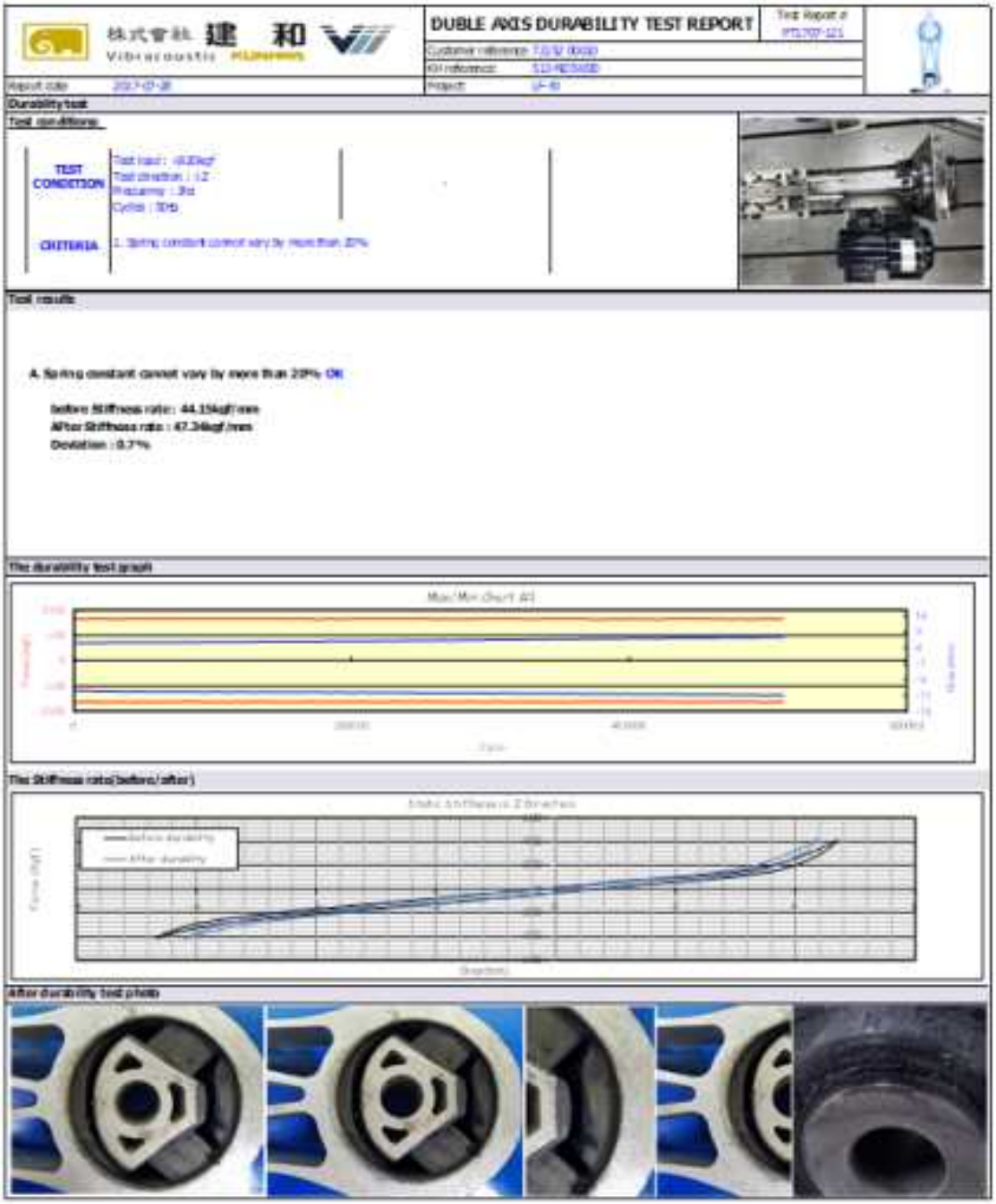
(가) 엔진 마운팅 인슐레이터-LH/RH 검증내용은 그림과 같음.





엔진 마운팅 인슐레이터 DURABILITY 시험보고서

(나) 링크로드 어셈 검증내용은 그림과 같음.



링크로드 어셈 DURABILITY 시험보고서

(다) 전동식 에어컴프레셔

- 전동식 에어컴프레셔 선정은 총 4개의 모델을 검토하였으며 선정이력은 그림과 같음.

제품명	제품 Key Spec	형상	Air tank Filling time				OK/NG
			15리터 용량		37리터 용량		
			0 → 9.3bar	8.3 → 9.3bar	0 → 9.5bar	8.3 → 9.3bar	
Thomas 319CDC50/12	- 차량/중장비 용 - 유량: 35.4LPM@0.0bar(Free) 17.0LPM@8.3bar - Max 압력: 8.3bar - 2.3kg		-	-	-	-	NG 성능부족 (시험진행X)
ARB CKMTA12	- 차량(After Market용) - Twin A/Compressor - 유량: 174.3LPM@0.0bar (Free) 131.7LPM@2.0bar - Max 압력: 10.3bar - 8.8kg		1분47초	13초	4분40초	32초	NG 시험결과 내구성 Fail
동진 12V	- 굴삭기 용 - 유량: N/A - Max 압력: 8.0bar		-	-	SPL#1 : 12분2초 SPL#2 : 15분39초		NG 시험결과 성능 Fail
BD SHANGHAI	- 차량 용 - 유량: 135.0LPM@0.0bar(Free) - Max 압력: 10.0bar - 17kg		-	-	4분53초	41초	OK - 목표 2만회 OK - 한계 내구시험 : 5만회 OK

전동식 에어컴프레셔 선정이력

- 시작 1호, 2호 차량에는 호주 ARB社 제품을 적용하였으나, 시험결과 내구성 목표인 2만회를 만족하지 못하여 시작 3호 차량부터 BD 상하이 제품을 적용함. 시험조건 및 성능시험 결과는 그림과 같음.

구 분			ARB(호주)	BD SHANGHAI(중국)	비고
차량 적용			Proto #1/2호 차량	Proto #3호 차량 이후	-
형상			 190(L)×275(W))×102(H)	 350(L)×215(W)×380(H)	-
Weight(kg)			8	20	-
시험 조건	전압(DC V)		12	←	-
	Air Tank 용량(ℓ)		36	←	-
성능 시험 결과	충전 시간(sec) (0~9.5bar)		291	293	-
	소비 전류(A) (Max)		62	55	-
	소음(dB) (@ 1m)		82	72	-
	Body 온도(℃) (Piston 부)	1회 작동 후	110(307초 작동 후)	72(307초 작동 후)	휴지 Time ① ARB : 145sec ② BD : 181sec
		2회 작동 후	116	72	
		3회 작동 후	121	74	
내구 시험 결과 (Target: 20,000 Cycle)			Fail (5,917회에서 작동 멈춤)	OK-12V (21,547 Cycle,목표성능 만족)	24V 작동내구 : 한계내구 5만회 OK

전동식 에어컴프레셔 성능시험 결과

- 전동식 에어컴프레셔 요구수명 산출 근거 및 목표수명을 연간 2만회로 선정한 근거는 7대도시의 시내버스 이용실태 조사 및 서울시 조사내용을 기준과 대형저상버스 장애인 탑승시간 시뮬레이션 결과(조선일보 기사내용의 휠체어 발판 작동 못하거나, 자리 잡기까지 6분, 2015.07.21.)등을 참고하여 전동식 에어컴프레셔의 요구수명을 계산 산출하여 선정함. 그림과 같음.

1. 7대 도시의 시내버스 이용실태 조사 및 서울시 조사 내용 기준

	노선수	정류장 평균 거리 (km)	1개 노선 평균 소요 시간 (분)	평균 속도 (km/h)	운행거리 10km당 수송 인원 (명)	정류장간 운행 시간		비고
						(시간)	(분)	
서울	372	0.57	127	19.1	24	0.030	1.79	평균 정류장 개소76
인천	51	0.42	144	20.6	22	0.021	1.23	
부산	193	0.49	119	19.9	29	0.024	1.47	
대구	90	0.38	154	18.1	24	0.021	1.26	
광주	83	0.50	136	20.1	26	0.025	1.49	
대전	115	0.53	133	18.2	24	0.029	1.73	
울산	108	0.65	124	25.4	18	0.025	1.53	
평균	145	0.50	134	20	24		1.50	

2. 대형저상버스 장애인 탑승 시간 Simulation 결과(조선일보 휠체어 발판 작동 못하거나, 자리 잡기까지 6분 (2015.07.21)

Total : 6분

1) Kneeling + 발판 내려오기 : 2분

2) 휠체어 탑승 및 자리잡기 : 4분

3. 전동식 AIR COMPRESSOR의 요구 수명 계산

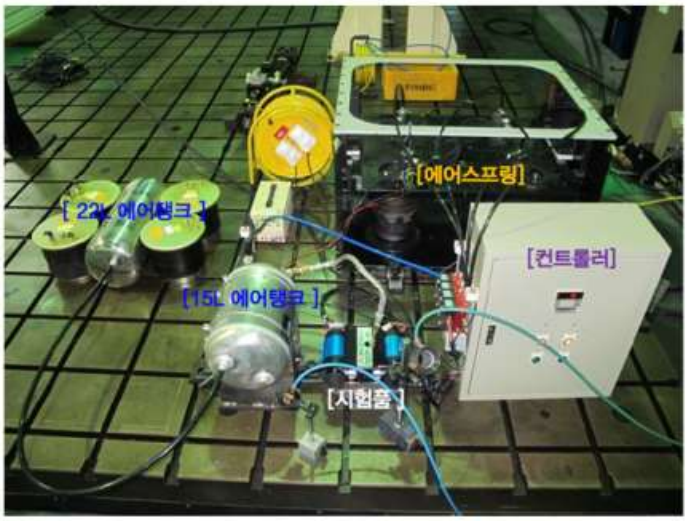
TEST MODE	ALT.1	ALT.2	ALT.3	
차고 조절없이 이동하는 정류장 수	22개소	10개소	4개소	
차고 조절없이 주행하는 시간	34분	15분	6분	
차고를 낮추고 휠체어 승객을 위한 정차 시간	6분	6분	6분	
1개 노선 운행시 소요시간 (분)	138	160	228	
일일 버스 운행 가능 횟수 (회)	8	7	5	5AM~12PM
1개 노선 운행시 TEST MODE의 수행 CYCLE (회)	3	8	19	
일일 운행시 TEST MODE의 수행 CYCLE (회)	29	54	95	
10년 수명주기의 TEST MODE의 수행 CYCLE (회)	100,000	200,000	340,000	

전동식 에어컴프레셔 요구수명 산출 근거

- 각 제품별 전동식 에어컴프레셔 시험결과 내용은 그림과 같음.



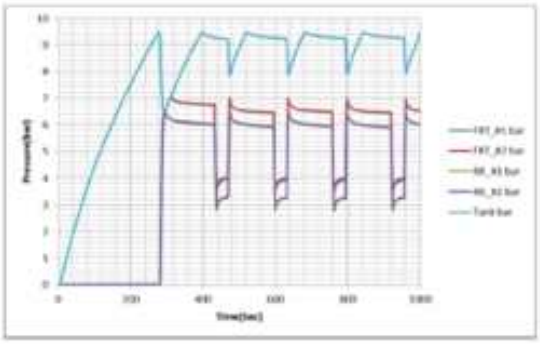
[시험품 사진]



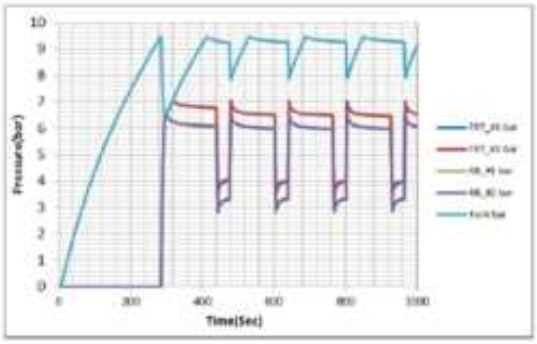
[시험기 구성 사진]

호주 ARB社 전동식 에어컴프레셔 제품

시험부품	진행 횟수 (Cycles)	에어 탱크 충전 시간(Sec)	에어스프링 충전 시간(Sec)	비고 (탱크 용량)
ARB Comp. #1	0	276 (0 to 9.5 bar)		37 L
	2	46 (7.9 to 9.5 bar)	3.6 (최저압 to 사용압)	
ARB Comp. #2	0	284 (0 to 9.5 bar)		37 L
	2	51 (7.9 to 9.5 bar)	3.6 (최저압 to 사용압)	



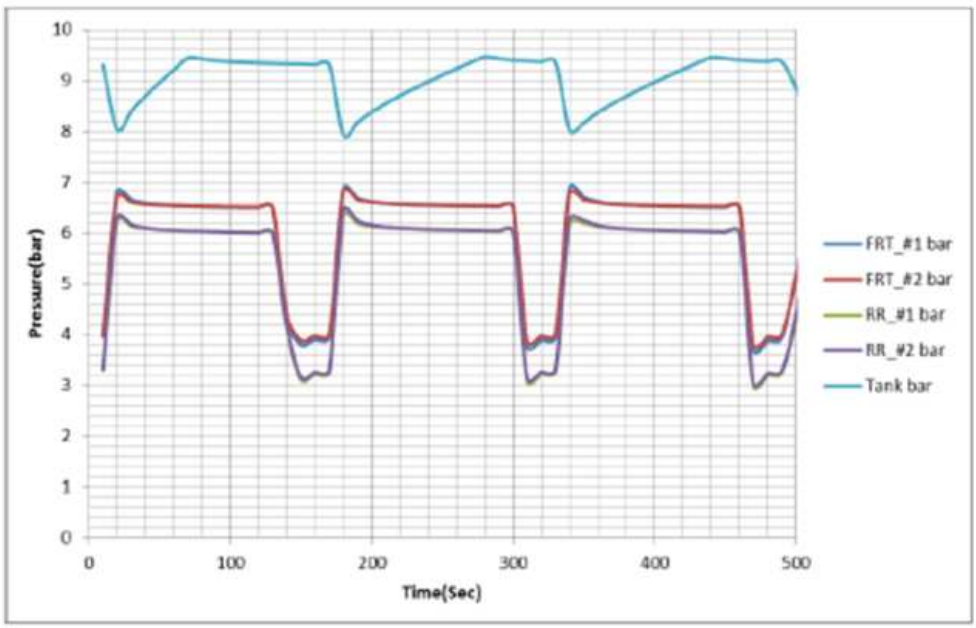
[SPL #1_초기 작동 그래프]



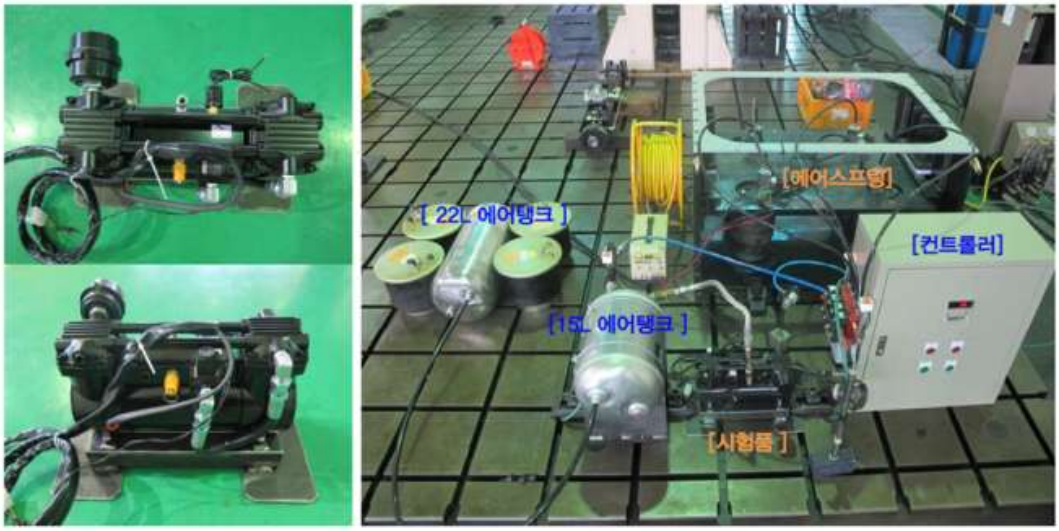
[SPL #2_초기 작동 그래프]

호주 ARB社 전동식 에어컴프레셔 제품의 초기 충전시간 측정 결과

시험부품	진행 횟수 (Cycles)	내 용	비 고
#1	1,054	– LH Air Compressor 작동불량 현상 시작	계속진행
	1,765	– LH Air Compressor 작동불능으로 시험중단	시험종료
#2	2,170	– RH Air Compressor 작동불능 – Compressor 분해 및 내부 이물질 제거	계속진행
	5,049	– RH Air Compressor 작동 불량 – 고무해머로 Compressor 외부 타격 시 작동됨	계속진행
	5,917	– RH Air Compressor 작동 불능으로 시험 중단	시험종료



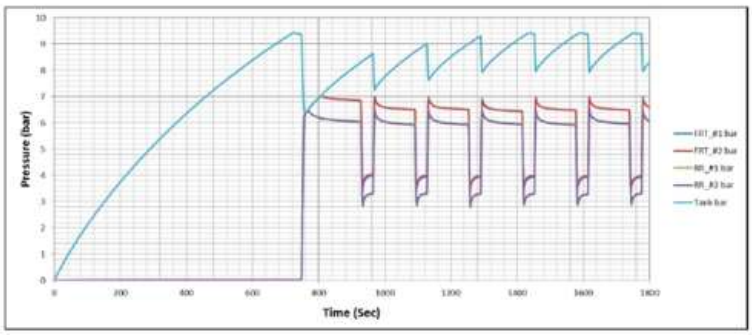
호주 ARB社 전동식 에어컴프레셔 제품의 작동내구 시험 결과



[시험품 사진]　　[시험기 구성 사진]

동진정공社 전동식 에어컴프레셔 제품

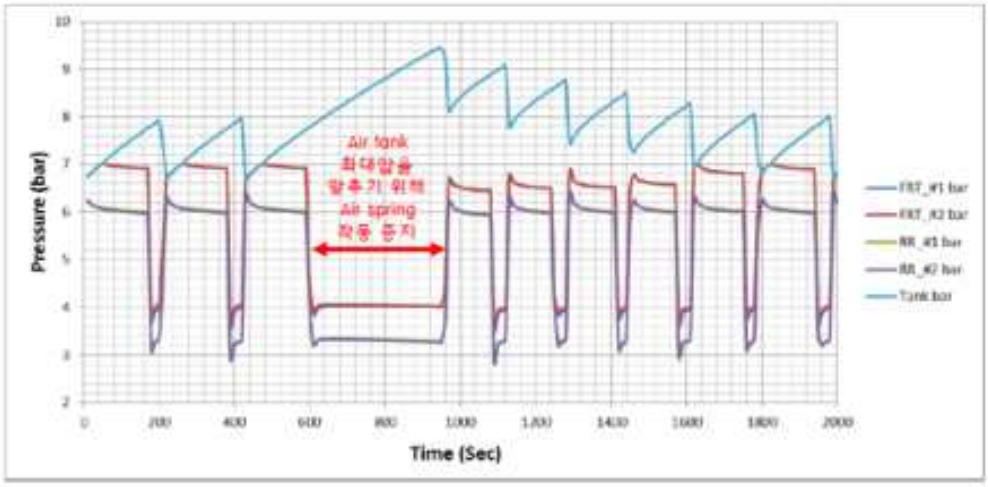
시험부품	진행 횟수 (Cycles)	에어 탱크 충전 시간(Sec)	에어스프링 충전 시간(Sec)	비고 (탱크 용량)
ARB Comp. #1	0	722 (0 to 9.5 bar)		37 L
	5	126 (7.9 to 9.5 bar)	11 (최저압 to 사용압)	



[SPL #1_초기 작동 그래프]

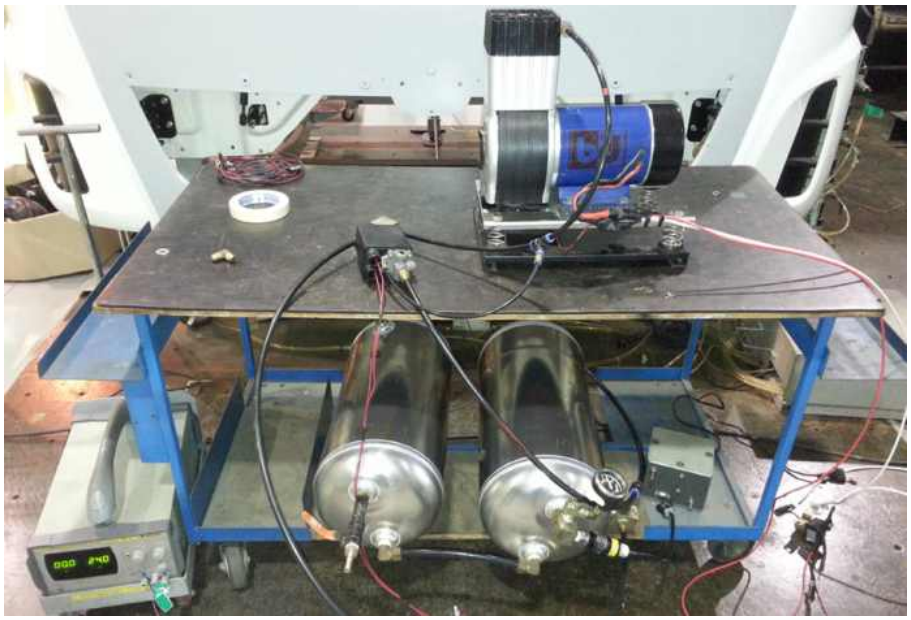
동진정공社 전동식 에어컴프레셔 제품의 초기 충전시간 측정 결과

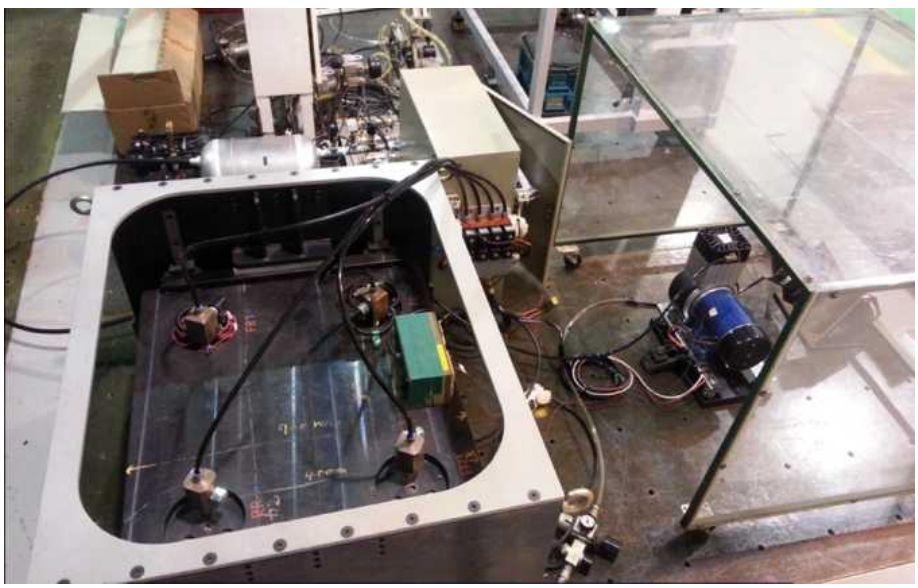
시험부품	진행 횟수 (Cycles)	내 용	비 고
#1	57	- 퓨즈 단선	퓨즈 타입 변경 후 계속 진행
	69	- Air Compressor 성능 감소로 시험중단 - 사용량 대비 에어 발생량 부족	시험종료



[SPL #1_종료시점 그래프]

동진정공社 전동식 에어컴프레셔 제품의 작동내구 시험 결과





BD 상하이社 전동식 에어컴프레셔 제품

구 분	시험품 사양	
	DC 12V 용	DC 24V 용
업체명	BD SHANGHAI(중국)	←
Model	FJ50-12VDC	FJ50-24VDC
정격전압	DC 12V	DC 24V
Power	600W	←
Revolution	1800RPM	←
IP Grade	IP45	←
Working Pressure	1~12.5bar	←
Damper Type	Spring	Rubber
Weight(kg)	20	21
형 상	 350(L)×215(W)×380(H)	←

BD 상하이社 전동식 에어컴프레셔 제품사양

구 분			시험 결과				
			DC 12V 용		DC 24V 용		
시험 조건	시험 전압(DC V)		12		28		
	Air Tank 용량(ℓ)		36		←		
작동 내구 시험	목표수명		2만회				
	내구 수명		1) Damper-Spring 파손 : 15,500회(4개중 2개) 2) A/Comp. 작동 안됨 : 21,547회 ☞ 로터 코일의 Balance Weight 2개중 1개 이탈.		5만회 이상 없음.(시험 종료)		
성능 시험			시험전	2만회	시험전	2만회	5만회
	충전 시간 (sec)	0~9.5bar	293	439	296	297	293
		8.3~9.5bar	63	64	37	37	38
	소비 전류(A, Max)		55	58	32	33	30
	소음(dB), (@ 1m)		72.0	75.2	72.3	77.0	80.7
	Body 온도(℃) (Piston 부)	MAX	74	67	71	62	75
		(Ambient)	(32)	(26)	(15)	(14)	(21)

BD 상하이社 전동식 에어컴프레셔 제품 시험결과

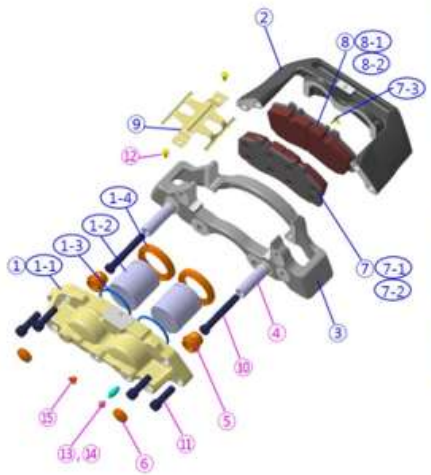
(8) 브레이크 시스템 검증 내용 요약은 그림과 같음.

No.	Item	공급업체	평가항목	시험방법(조건)	판정기준	시험일정	시험결과	비고
1	CALIPER ASM-FRT	상신 브레이크	누설(유압)	▪ 유압 7kgf/㎠ x 5min 140kgf/㎠ x 1min	누설 없을 것.	'15.11.04	OK	SB RIG Test 실시
			소요액량	▪ 유압 0~140kgf/㎠	이론치 6.07cc ↓ (@120kgf/㎠)	'16.05.31	OK	
2	BRAKE ASM-RR & PARKING		성능,소음, 마모,열크랙, 내구 등	▪ JASO C 407 ▪ SB MODE	목표 Target 만족	'16.06.07 ~ '17.05.31	OK	
3	BRAKE HUB-FRT	삼심기계	동적강도 시험	▪ Vertical 시험하중 - FRT : 1,500kg - RR : 1,600kg - 주파수 : Static ▪ Lateral 시험하중 : - FRT : 680/486kgf.m - RR : 733kgf.m - 주파수 : 1Hz ▪ 타이어 동하중 반경 : 370.1mm	목표 성능 : 75만회	'16.05.30 ~ '16.09.09	OK	JIAT 시험실시
4	BRAKE HUB-RR					'16.06.28 ~ '16.12.01	OK	

No.	Item	공급업체	평가항목	시험방법(조건)	판정기준	시험일정	시험결과	비고
5	BOOSTER & M/CYLINDER	중국 VIE (HAB납품)	기밀	▪ 비 작동상태에서 진공압력 15초간 유지	0.03kg/㎠이상 압력강하 하지 말 것	'16.01.20	OK	
			내구	▪ 상온 41.5만, ▪ 고온(80~120도) ▪ 저온(-40도)10만 ▪ 총85만 실시	기밀시험 조건을 만족	'16.01.25	OK	
6	LEVER ASM-PARKING BRAKE	한국에어 브레이크	강도시험	▪ 그립이탈강도시험 50kg/f의 하중을 가 할 것	그립이 레버에서 이탈하지 말 것	'16.05.31	OK	
			내구시험	▪ 하중40kg/f을 Full Stroke까지 작동1초 유지 후 복귀를 10cpm의 속도로 10만회 실시 할 것	각 부품의 파손 및 작동성능이상 없을 것	'16.05.31 ~ '16.06.19	OK	

브레이크 시스템 검증 내용

(가) 브레이크 프런트 캘리퍼 어셈 검증내용은 그림과 같음.



No	Level 1	Level 2	품명	수량	부품개발 신규	부품개발 C/O	비고
◆			CALIPER ASS'Y(Φ58/Φ58)	1	○		
1	●		HOUSING ASS'Y	1	○		
1-1		●	BODY - HOUSING	1	○		주물 금형
1-2		●	PISTON	2	○		가공품
1-3		●	SEAL	2	○		사출 금형
1-4		●	BOOT - PISTON	2	○		사출 금형
2	●		BRIDGE	1	○		주물 금형
3	●		CARRIER	1	○		주물 금형
4	●		GUIDE PIN	2		B03264	양산품 C/O
5	●		BOOT - GUIDE PIN	2		B03266	양산품 C/O
6	●		CAP - GUIDE PIN HOLE	2		B03271	양산품 C/O
7	●		PAD ASS'Y	1	○		성형금형-연삭치구
7-1		●	BACK PLATE	1	○		Laser 가공
7-2		●	MOUND	1	○		성형 금형
7-3		●	PWWI (기계식)	1	○		시작 금형
8	●		PAD ASS'Y-OUTER	1	○		
8-1		●	PAD ASS'Y	1	○		
8-2		●	SHIM-OUTER	1	○		Laser 가공
9	●		PLATE-RETAINER	1	○		양산품 수정 가공
10	●		BOLT - GUIDE PIN	2		B03267	양산품 C/O
11	●		BOLT - BRIDGE	4		B03268	양산품 C/O
12	●		BOLT - RETAINER PLATE	1		B03270	양산품 C/O
13	●		AIR BLEEDER	1		B01845	양산품 C/O
14	●		CAP - AIR BLEEDER	1		B01430	양산품 C/O
15	●		PLUG	1		B01846	양산품 C/O

브레이크 프런트 캘리퍼 어셈 부품개발 현황

- 브레이크 프런트 캘리퍼 어셈 벤치시험(기능 11항목)결과, 성능 만족함을 확인하였으며 내용은 그림과 같음.

▣ TDCV 중형저상버스 캘리퍼 벤치기능시험 결과

Global Leader, SANGSIN BRAKE

1. 목적 : TDCV 중형저상버스 HDB 캘리퍼 벤치시험을 통한 기능 확인
2. 평가 장소 : 상신브레이크 상용다이나모실
3. 평가 장비 : HDB 벤치기능시험기 (유압캘리퍼 범용장비, 지그 별도제작)
4. 평가 결과 (JASO C 459 기준)



No.	평가항목	시험사진	시험방법	Spec.	시험일자	시험결과		평가
1	누설(유압)		• 유압 7kgf/㎠ x 5min 140kgf/㎠ x 1min	누설 없을 것.	'15.11.04	누설 없음.		Spec. 만족
2	기밀(공압)		• 공압 2kgf/㎠ x 5sec	누설 없을 것.	'15.11.04	누설 없음.		Spec. 만족
3	진공충진		• 진공 759mmHg x 10sec	T.B.D	'15.11.04	진공저하 없음.		-
4	저압작동 (작동개시압)		• 유압 0~20kgf/㎠에서 작동	작동양호, 누설 없을 것.	'15.11.04	작동양호, 누설없음.		Spec. 만족
5	Piston 유효 Stroke		• Pad Full 마모 + Disc편측 1.5mm 마모 (이론 유효 Stroke : 34mm) • 유압 140kgf/㎠ x 5sec	작동양호, 누설 없을 것.	'16.01.12	작동양호, 누설없음.		Spec. 만족
6	Piston 복원량 (Roll Back)		• 유압 100kgf/㎠ 가압/해제 후 Piston 후퇴량 측정	T.B.D	'15.11.06	0.351mm		-
7	소요액량		• 유압 0~140kgf/㎠	이론치 6.07cc↓ (@120kgf/㎠)	'16.06.22	• 60kgf/㎠ : 3.84cc • 120kgf/㎠ : 6.03cc		Spec. 만족
8	액압강성 (Caliper변형량)		• 유압 0~140kgf/㎠	이론치 0.29mm↓ (@120kgf/㎠)	'16.06.22	• 60kgf/㎠ : 0.148mm • 120kgf/㎠ : 0.278mm		Spec. 만족
9	슬동저항 (Caliper)		• Bridge의 중앙부 5~10mm Push	8.7kgf↓	'15.11.06	5.8kgf		Spec. 만족
10	슬동저항 (Piston)		• Housing 지그 장착후 Piston Push	T.B.D	'15.11.06	Max. 32.0kgf (조립성 양호)		-
11	Drag Torque		• 유압 100kgf/㎠ 가압/해제 • Disc 1회전/10회전 후 토크 측정	T.B.D	-	-	-	-

브레이크 프런트 캘리퍼 어셈 벤치시험 결과



유압브레이크 벤치기능 시험기

- 브레이크 프런트 캘리퍼 어셈 리그시험(다이나모)결과, 성능 만족함을 확인하였으며 내용은 그림과 같음.

DYNAMO TEST REPORT

Car Name	:	TDCV 중형자살 브레이크	Test Wheel	:	Frt
Date	:	2016.07.25~27	Operator	:	KIM S.D, Park S.W.
Material	:	SBK6934A	Data File	:	TDCVMLF-725A.XLS

TEST CONDITIONS

Tester :	CD-1	Test Inertia :	22.1 Kgf.m.s^2	Test Mode :	이무 브레이크 성능
Wheel Cylinder Area :	52.94 cm^2	Rotor Radius :	160 mm	Tire Radius :	376 mm

Average : 0.48

ITEMIZED AVERAGE

ITEM	1.Pre - Burnish	2.First Effect	3.First Pressure	4.Burnish	5.Second Effect	6.Second Pressure	7.First Reburnish	8.First BTV CHECK
Average μ	0.22	0.31	0.32	0.52	0.62	0.39	0.50	0.39

ITEM	9.Second Reburnish	10.First FadeΔR	11.Third Reburnish	12.Second FadeΔR	13.Fourth Reburnish	14.Final Effect	15.Final Pressure	16.Fifth Reburnish
Average μ	0.57	0.51	0.58	0.50	0.58	0.63	0.40	0.59

ITEM	17.Second BTV CHECK	18.Sixth Reburnish	19.Vacuum Fail					
Average μ	0.48	0.59	0.46					

Stabilizing Temperature Test	℃	100	150	200	250	300	350	400
	μ , BEF							
	mm							

EFFECTIVENESS

Speed		60KPH		90KPH	
Decel		0.3g	0.6g	0.3g	0.6g
First Effectiveness	Normal temp(90℃)	0.28	0.27		
Second Effectiveness	Low temp(50℃)	0.56	0.46		
	Normal temp(90℃)	0.56	0.46	0.48	0.39
Final Effectiveness	Normal temp(90℃)	0.58	0.50	0.53	0.41

Investigation :	
Conclusion :	

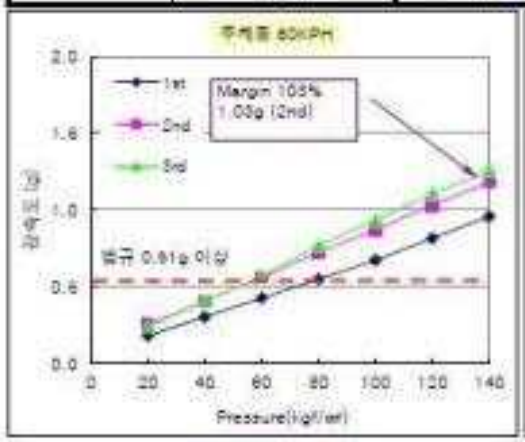
Sangsin Brake

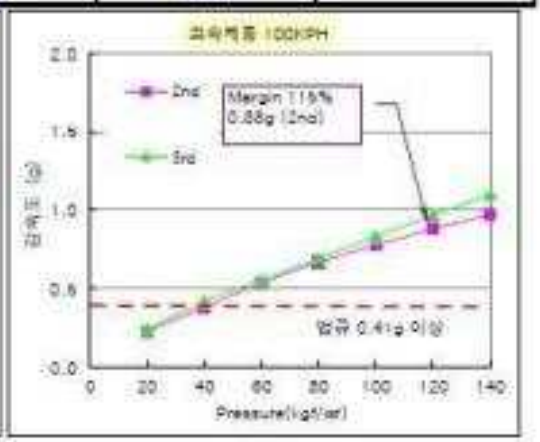
브레이크 프런트 캘리퍼 어셈 다이나모 시험결과

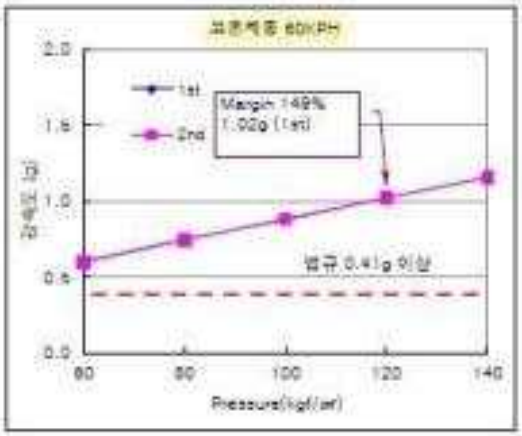
◆ TDCV 중형저상버스 Frt (SBK6934A)

단위 : g

속도	Pressure	1st	2nd	3rd
60 KPH (0.51g ↑)	20	0.18	0.26	0.24
	40	0.31	0.41	0.41
	60	0.43	0.56	0.57
	80	0.55	0.73	0.77
	100	0.68	0.87	0.93
	120	0.82	1.03	1.11
	140	0.96	1.18	1.26
90 KPH (0.41g ↑)	20		0.29	0.24
	40		0.39	0.42
	60		0.54	0.56
	80		0.67	0.69
	100		0.79	0.83
	120		0.89	0.97
	140		0.97	1.10
고온제동 (0.41g ↑)	60	0.60	0.60	
	80	0.75	0.74	
	100	0.88	0.89	
	120	1.02	1.02	
	140	1.15	1.16	



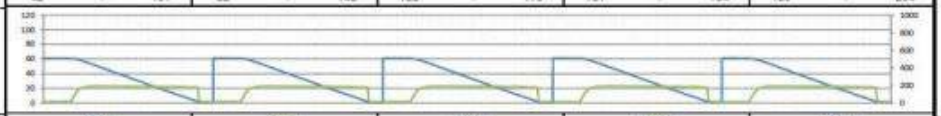
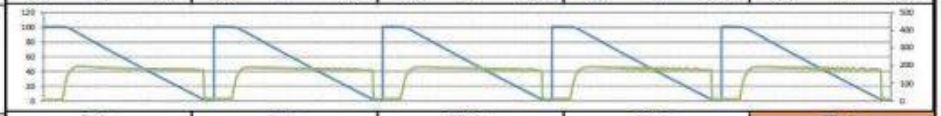
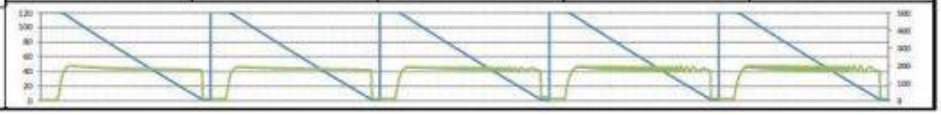




브레이크 프런트 캘리퍼 어셈 다이나모 시험결과

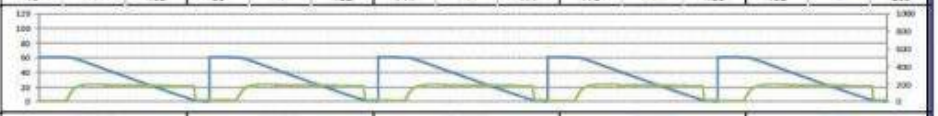
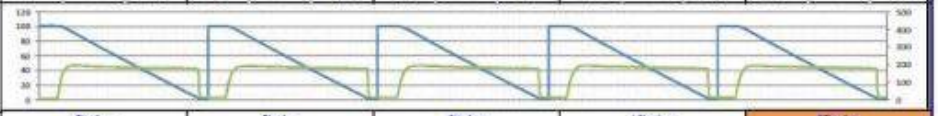
BTV 시험결과 1차확인(열 이력 전)

■ 타타대우 중형저상 버스 Frt (SBK6934A)

Brake 사양		HDB				
시험방법		제동초기속도 (60,100,120KPH), 0.3g , 120sec간격으로 5회 연속제동 (최초 제동 온도 40℃)				
구분		1stop	2stop	3stop	4stop	5stop
60 → 0 kph	Max Btv	5kgf.m	5kgf.m	5kgf.m	6kgf.m	5kgf.m
	압력(kgf/cm²)	28.6	29.9	32.0	32.7	33.9
	온도(℃)	42 → 101	99 → 149	139 → 170	161 → 194	190 → 204
	BTV브도					
100 → 0 kph	Max Btv	4kgf.m	7kgf.m	9kgf.m	15kgf.m	16kgf.m
	압력(kgf/cm²)	31.2	39.7	45.5	44.0	42.5
	온도(℃)	42 → 140	136 → 197	189 → 263	247 → 306	279 → 334
	BTV브도					
120 → 0 kph	Max Btv	5kgf.m	4kgf.m	20kgf.m	30kgf.m	33kgf.m
	압력(kgf/cm²)	31.5	33.0	43.1	45.3	43.8
	온도(℃)	41 → 180	173 → 257	239 → 323	301 → 386	342 → 425
	BTV브도					

BTV 시험결과 2차확인(열 이력 후)

■ 타타대우 중형저상 버스 Frt (SBK6934A)

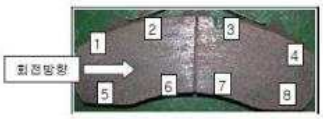
Brake 사양		HDB				
시험방법		제동초기속도 (60,100,120KPH), 0.3g , 120sec간격으로 5회 연속제동 (최초 제동 온도 40℃)				
구분		1stop	2stop	3stop	4stop	5stop
60 → 0 kph	Max Btv	3kgf.m	4kgf.m	4kgf.m	4kgf.m	5kgf.m
	압력(kgf/cm²)	25.0	26.2	26.4	26.5	26.1
	온도(℃)	40 → 108	96 → 152	144 → 177	175 → 193	192 → 209
	BTV브도					
100 → 0 kph	Max Btv	4kgf.m	4kgf.m	5kgf.m	5kgf.m	6kgf.m
	압력(kgf/cm²)	27.4	30.1	32.6	33.6	34.4
	온도(℃)	41 → 158	150 → 200	206 → 257	255 → 290	294 → 331
	BTV브도					
120 → 0 kph	Max Btv	5kgf.m	5kgf.m	8kgf.m	18kgf.m	27kgf.m
	압력(kgf/cm²)	29.0	33.2	35.7	39.0	37.0
	온도(℃)	40 → 172	169 → 244	238 → 310	291 → 368	330 → 411
	BTV브도					

브레이크 프런트 캘리퍼 어셈 다이나모 시험결과

- 브레이크 프런트 캘리퍼 어셈 다이나모 마모시험결과, 성능 만족함을 확인하였으며 내용은 그림과 같음.

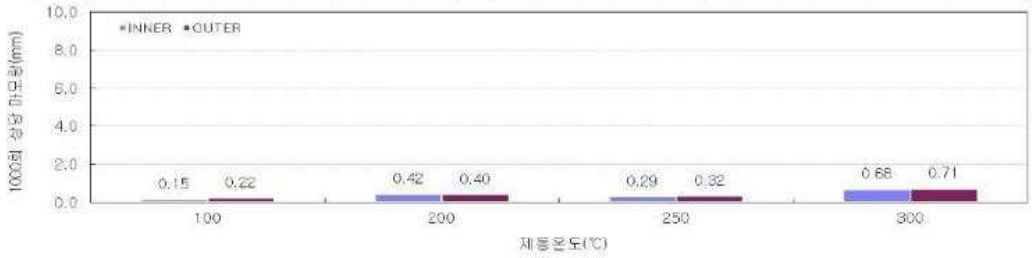
BRAKE DYNAMO 마모시험 결과 DATA SHEET

시험 기간 : 16.08.22~08.30
BRAKE 형식 : Disc
마 찰 재 : SBK6934A(5I23A)



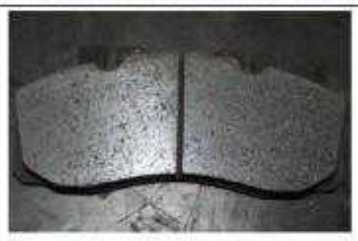
시험 차종 : TDCV저상버스 FRT
TESTER : CD-1
TEST INERTIA : 22 Kg.m.s²

속도	온도	INNER									OUTER									제동	총평균	SPEC
		측정 부위별 마모량 (mm)									측정 부위별 마모량 (mm)									회수	마모량	
KPH	(℃)	1	2	3	4	5	6	7	8	평균	1	2	3	4	5	6	7	8	평균	(회)	(mm)	
65 (0.2g)	100	0.21	0.13	0.12	0.06	0.14	0.15	0.17	0.23	0.15	0.36	0.41	0.11	0.35	0.10	0.12	0.12	0.15	0.22	1000	0.18	T,B,D
	200	0.49	0.43	0.39	0.33	0.35	0.45	0.43	0.51	0.42	0.45	0.53	0.45	0.47	0.35	0.34	0.31	0.35	0.40	1000	0.41	
	250	0.36	0.30	0.27	0.22	0.27	0.26	0.29	0.33	0.29	0.37	0.31	0.24	0.40	0.34	0.30	0.30	0.31	0.32	1000	0.30	
	300	0.77	0.76	0.76	0.77	0.61	0.61	0.60	0.58	0.68	0.63	0.76	0.79	0.71	0.68	0.73	0.71	0.65	0.71	500	0.69	
																				500	0.00	
																				500	0.00	



■TDCV저상버스 FRT
Pad Material : SBK6934A(5I23A)
시험조건 온도별마모

100℃	PAD	DISC
Inner		
Outer		

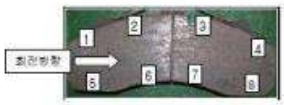
200℃	PAD	DISC
Inner		
Outer		

브레이크 프런트 캘리퍼 어셈 다이나모 마모시험 결과

- 브레이크 프런트 캘리퍼 어셈 다이나모 열크랙 시험결과, 성능 만족함을 확인하였으며 내용은 그림과 같음.

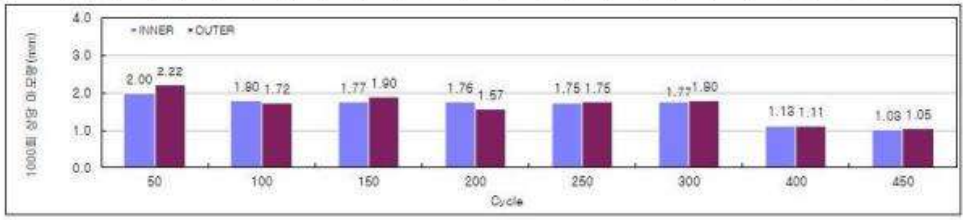
BRAKE DYNAMO 열크랙시험 결과 DATA SHEET

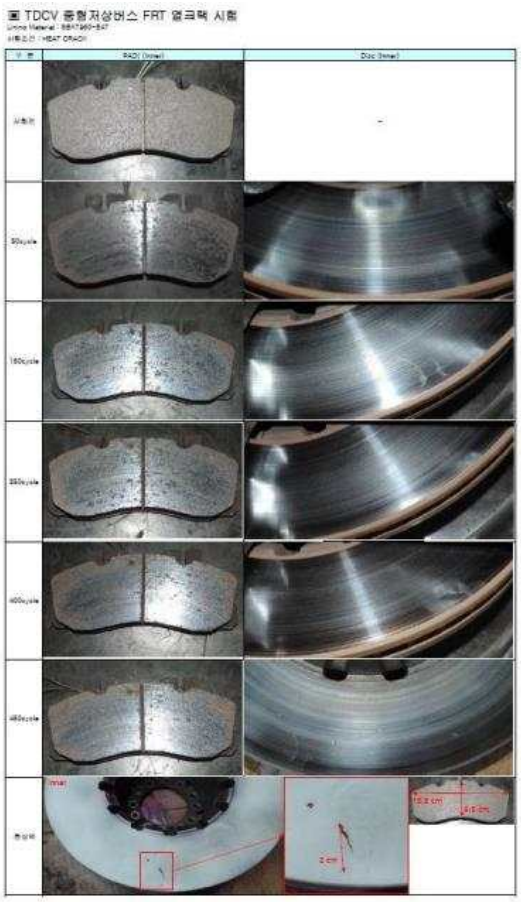
시험 기간 : 16.09.31~09.09
BRAKE 형식 : 유압 Disc Brake
마 찰 재 : SBK6934A(5/23A)



시험 차종 : TDCV저상버스 FRT
TESTER : CD-2
TEST INERTIA : 22 Kg.m.s²

속도 (감속도)	Cycle	INNER 측정 부위별 마모량 (mm)									OUTER 측정 부위별 마모량 (mm)									제동횟수	총평균 마모량	SPEC
		1	2	3	4	5	6	7	8	평균	1	2	3	4	5	6	7	8	평균	(회)	(mm)	
60KPH (0.3g)	50	0.66	0.60	0.54	0.49	0.57	0.56	0.63	0.75	0.60	0.93	1.01	1.16	1.07	0.45	0.31	0.22	0.18	0.67	300	0.63	T.B.D
	100	0.59	0.50	0.46	0.44	0.53	0.56	0.57	0.64	0.54	0.59	0.61	0.56	0.66	0.49	0.45	0.43	0.36	0.52	300	0.53	
	150	0.58	0.55	0.53	0.48	0.51	0.53	0.50	0.57	0.53	0.55	0.61	0.69	0.65	0.55	0.52	0.52	0.47	0.57	300	0.55	
	200	0.56	0.52	0.50	0.46	0.50	0.52	0.59	0.58	0.53	0.53	0.54	0.77	0.64	0.12	0.47	0.34	0.36	0.47	300	0.50	
	250	0.51	0.54	0.52	0.55	0.51	0.52	0.53	0.51	0.52	0.49	0.55	0.29	0.39	0.82	0.48	0.61	0.39	0.53	300	0.52	
	300	0.54	0.54	0.54	0.53	0.53	0.51	0.51	0.53	0.53	0.56	0.53	0.64	0.57	0.52	0.49	0.50	0.52	0.54	300	0.54	
	400	0.69	0.67	0.67	0.66	0.66	0.69	0.69	0.69	0.68	0.68	0.67	0.67	0.64	0.60	0.69	0.69	0.68	0.66	600	0.67	
	450	0.31	0.30	0.32	0.33	0.32	0.29	0.29	0.31	0.31	0.30	0.33	0.32	0.31	0.29	0.32	0.34	0.30	0.31	300	0.31	





브레이크 프런트 캘리퍼 어셈 다이나모 열크랙 시험 결과

- 브레이크 프런트 캘리퍼 어셈 내구시험결과, 성능 만족함을 확인하였으며 내용은 그림과 같음.

SB

시 험 보 고 서

보고	검토	승인

2016년 11 월 28 일 문서번호: -

부 서	설계부	작 성	연구원 정유신

제 목 TDCV 중형저상버스 Frt(SBK6934A) 개발품 내구시험

의뢰일자	-	의뢰부서	-
시험일자	16.10.31~11.21	시 험 자	정유신 연구원
차 종	TDCV 중형저상버스	적용설비	선형유압시험기
Frt / Rr	Frt	용 도	■ 개발 DATA □ 사용합부판정
시 료 수	1 조		□ 정기신뢰성 □ (원가절감)
시 험 명	내구 시험	시험규격	JASO C441

1. 시험목적

TDCV 중형저상버스 Frt 캘리퍼 신규 개발품 내구 확인

2. 시험 조건

1) 제원

차량 제원		BRAKE 제원		마찰재 제원		시험기 제원	
G.V.W	5,367 kgf	Brake Type	유압Disc	재질명	SBK6934A	Inertia	-
Drum/Disc	Disc	Cylinder Area	52.84㎠	Lot	5I23A	압력	유압
R/Radius	376 mm	Cylinder Dia	58 mm	경도	HRs62	대기온도	24 ~ 29℃
E/Radius	125 mm	Cylinder Port	Two Piston	구분	L/Steel	대기습도	45 ~ 60%

2) 내구시험

내 용	감속도	시험횟수	Torque
Burnish	0.35 g	5,000 회	207.2 kgf.m
Structural Durability test	0.6 g	200,000 회	351.2 kgf.m

3. 시험결과

구 분	파손 및 변형	비 고
주물 3종	이상 없음	첨부#1 참조
고무류	↑	
Bolt류	↑	
Guide Pin	↑	
Pad	↑	
Retainer Plate	↑	

4. 평가

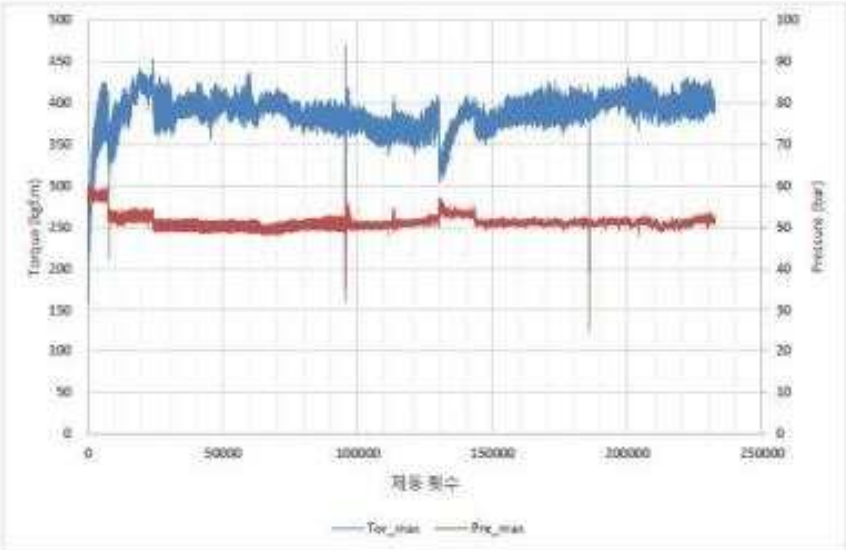
TDCV 중형저상버스 개발품 HDB는 내구시험 0.6g x 20만회 시험결과 파손 및 변형 없음.

판 정	특기사항		유첨	- Test Result Sheet - 사진 Sheet	배포처	
OK						

브레이크 프런트 캘리퍼 어셈 내구시험 결과

TDCV 중형저상버스 HDB 내구시험

1. 시험목적 : TDCV 중형저상 개발품 HDB 내구 확인
2. 시험조건 : 0.6g (351.2 kgf.m) x 20 만회
3. 시험기간 : 2016.10.31~11.21
4. 시험결과



첨부 #1) 시험전경 및 장착사진



브레이크 프런트 캘리퍼 어셈 내구시험 결과



브레이크 프런트 캘리퍼 어셈 내구시험 결과

- 브레이크 프런트 캘리퍼 어셈 진동내구 시험결과, 성능 만족함을 확인하였으며 내용은 그림과 같음.



시 험 보 고 서

제목 : 타타대우 중형저상버스 Frt Brake Caliper Ass'y 진동내구 시험결과

1. 시험목적 : 타타대우 중형저상버스 Frt Brake Caliper Ass'y의 진동내구성을 확인 하고자 함.

2. BRAKE 제원

항목	단위	Frt	비고
Brake Type	-	Disc Brake	
Rotor 외경 (Φ)	mm	Ø316	
Cyl. Dia	mm	58.00	2P
Cyl. Area	㎠	52.84	

3. 시험조건

Test Mode	Spec.	비고
상하 20g X 60Hz X 1000만회	시험 완료후 파손 없을 것	브레이크 오일 채운 상태

4. 시험결과
4-1) 공진 Test 결과 : 343, 371, 445 Hz (첨부 2-1 참조)

4-2) 시험 완료후 결과

항목	결과	비고
파손, 변형, 부품이탈 유무	이상 無	

4-3) 시험 완료후 결과 (단품)

측정 항목		결과	비고
Housing	외관상 변형 및 파손	변형 및 파손 無	
Carrier	외관상 변형 및 파손	변형 및 파손 無	
Bridge	외관상 변형 및 파손	변형 및 파손 無	
Pad	Disc, Piston 접촉부	변형 및 파손 無	
	Retainner 고정부	변형 및 파손 無	
Retainner	외관상 변형 및 파손	변형 및 파손 無	
고무류 (Boot, Seal)		변형 無	
볼트류 (Bolt-3종, Guide Pin)		파손 無	

※ 각부의 상세 사진은 첨부 1 참조

5. 결론 : 진동내구 시험결과 부품의 파손 및 변형이 없으므로 적용 가능할 것으로 판단됨.

시험기간	2017.04.11 ~ 04.13	배포처	설계부	첨부	- 시험품 사진 (첨부1)
작성일자	2017.06.27				- 진동 시험 그래프 (첨부2)
작 성 처	설계부				- 시험 결과서 (첨부3)
작 성 자	주임 정유신				

브레이크 프런트 캘리퍼 어셈 진동내구시험 결과

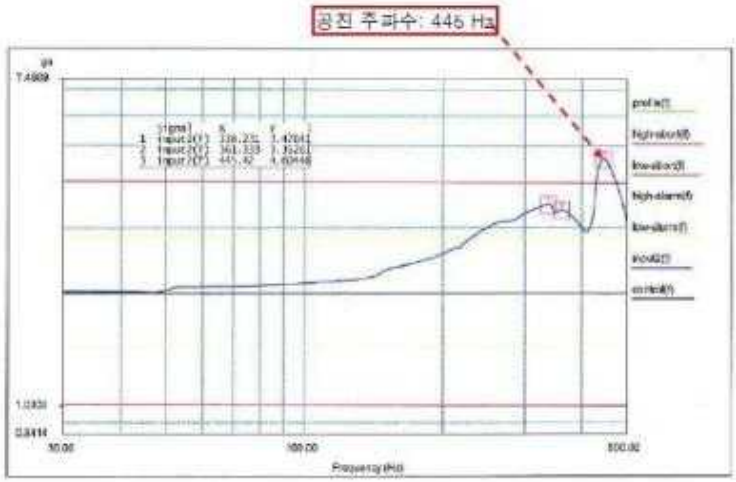


브레이크 프런트 캘리퍼 어셈 진동내구시험 결과

End of Sweep Test



진동프로파일(Sine sweep 공진점 탐색, 1G)



진동프로파일(Sine sweep 공진점 탐색, 2G)

브레이크 프런트 캘리퍼 어셈 진동내구시험 결과

첨부3) 시험 결과서

시 험(분석)성 적 서

Test(Analysis) Report

Page of Pages : (4)쪽 중 (1)쪽

구 분	시 험 (Test)	분 석 (Analysis)	※ 시험등록번호(Test No.) : AEC-A00-17-018 ※ 문서등록번호(Document No.) : 자동차부품기술연구소-	
① 의뢰기관 Applicant	(주)성신브레이크		⑦ 시험대상 Test Item	상용차량용 브레이크 캘리퍼
② 제작회사 Manufacturer	(주)성신브레이크		⑧ 제품형식 Model	-
③ 접수일자 Date of receipt	2017.4.5		⑨ 시험일자 Test Date	2017.4.11 ~ 2017.4.13
⑦ 시 험 명 Test Name	상용차량용 브레이크 캘리퍼 공진분석 및 진동내구시험			

⑧ 시험결과(Test Result)

1. 시험방법 : (의뢰서 제출)
2. 시험조건 : 4-1-2 참조
3. 시험장비 : 3.8톤 진동시험기(LDS V50
4. 시험내용

4-1. 진동시험

4-1-1. 시험셋업

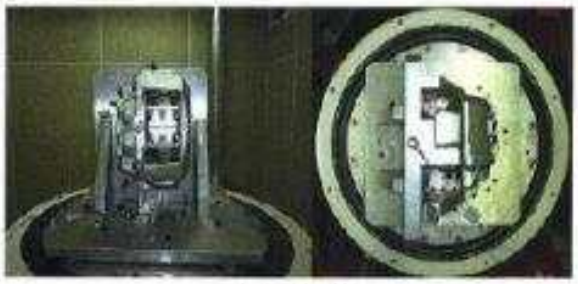


그림 1. 시험 셋업

계속...

※ 위 내용은 의뢰자가 제공한 시험품에 시험(분석)한 내용이며, 시료명은 의뢰자가 제공한 것임.

※ 시험결과는 상기 시험품에 한하여 유효하며, 자동차부품기술연구소장 승인 없이 수정 또는 재생할 수 없음.

2017년 4월 20일

기술책임자(Approved by) : 이 재(인) 본 리 경 . 등 록 일 자 로 .

울산테크노파크 자동차부품기술연구소장 (인)

President, Ulsan Technopark Automotive Parts Institute Center

⑨ 시험담당자 Contact Point	성 명 윤 종 기	⑩ 연 주 처 Contact Address	TEL 052-[illegible] Fax 052-[illegible] E-mail : yksee@utp.or.kr

브레이크 프런트 캘리퍼 어셈 진동내구시험 성적서

첨부3) 시험 결과서

시 험 결 과
(TEST RESULT)

시험번호(Test No.) APSC-A03-15-263 Page of Pages : (4쪽 중 (3)쪽

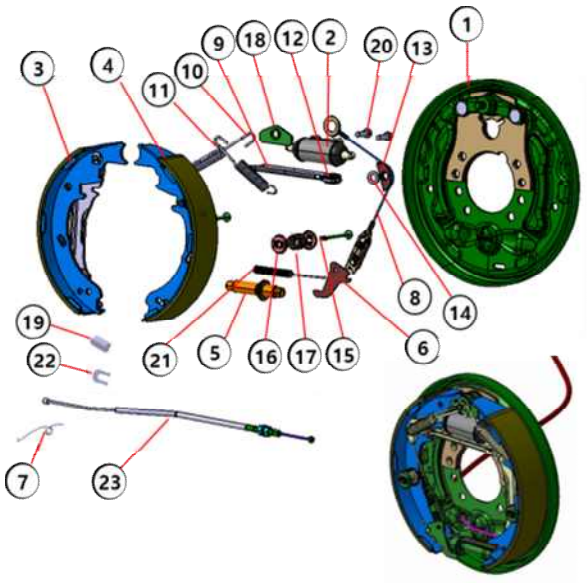
4-1-4. 시험전후 비교 검사



그림 5. 시험 전후 사진

5. Evaluation : 시험 후 부품의 균열 변형 이탈 및 파손이 발생하지 않음. 단 제품의 성능에는 관계하지 않음.

(9) 브레이크 리어 드럼 어셈 검증내용은 그림과 같음.



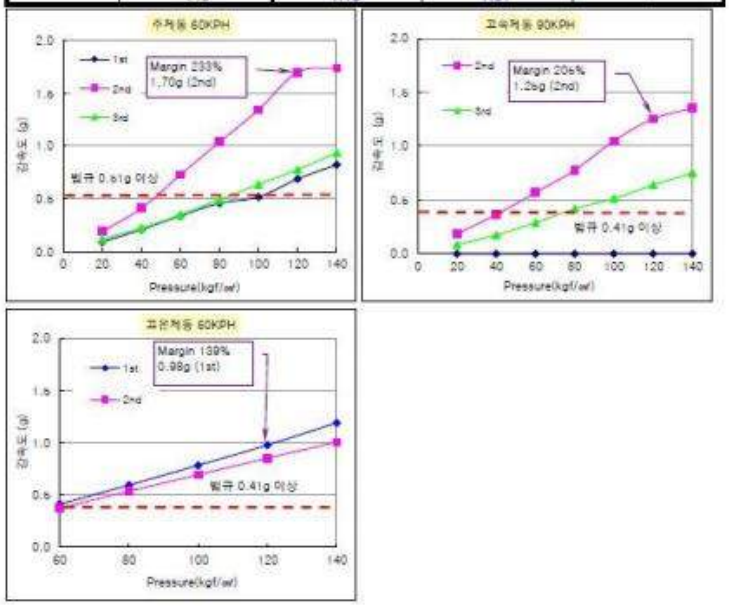
NO.	Level 1	품명	수량	부품개발 신규	부품개발 C/O	비고
◆		BRAKE ASSY- LH/RH	1	○		
1	●	BACK PLATE ASS'Y- LH/RH	1	○		B/PLATE-LH/RH 2종, A/PIN 1종
2	●	WHEEL CYLINDER ASS'Y(Φ28.57)	1		○	덕창기계 C/O
3	●	UNIT SHOE ASS'Y- LH/RH	1	○		RIM 1종, LINING 1종, LEVER-LH/RH 2종
4	●	SHOE & LINING ASS'Y- LH/RH	1	○		
5	●	ADJUSTER ASS'Y-LH/RH	1		○	덕창기계 C/O
6	●	ADJUSTER LEVER-LH/RH	1		○	덕창기계 C/O
7	●	SPRING-ADJUSTER LEVER LH/RH	1		○	덕창기계 C/O
8	●	SPRING & CABLE ASS'Y	1		○	덕창기계 C/O
9	●	STRUT- LH/RH	1	○		LH/RH 2종
10	●	SPRING-SHOE RETURN(LEVER 측)	1		○	덕창기계 C/O
11	●	SPRING-SHOE RETURN(CABLE측)	1		○	덕창기계 C/O
12	●	SPRING-STRUT	1		○	덕창기계 C/O
13	●	SHEAVE	1		○	덕창기계 C/O
14	●	WASHER-PLAIN	1		○	덕창기계 C/O
15	●	PIN-SHOE HOLD DOWN	2		○	덕창기계 C/O
16	●	CUP-SHOE HOLD DOWN	4	○		
17	●	SPRING-SHOE HOLD DOWN	2		○	덕창기계 C/O
18	●	PLATE SHOE GUIDE	1		○	덕창기계 C/O
19	●	COVER-GROMMET	1		○	덕창기계 C/O
20	●	BOLT - M8×25	2		○	덕창기계 C/O
21	●	SPRING-ADJUSTER	1		○	덕창기계 C/O
22	●	RETAINER	1		C00261	양산품 C/O
23	●	PARKING CABLE ASS'Y	1			타타대우 사급

브레이크 리어 드럼 어셈 부품개발 현황

- 브레이크 리어 드럼 어셈 다이나모 시험결과, 성능 만족함을 확인하였으며 내용은 그림과 같음.

◆ TDCV 중형저상버스 Rr SBK 7630 단위 : g

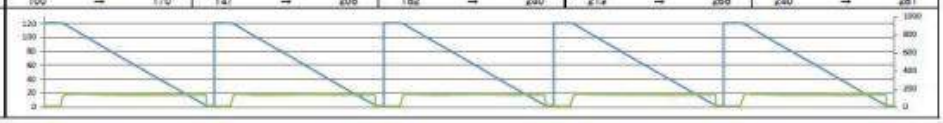
속도	Preasure	1st	2nd	3rd
60 KPH (0.51g ↑)	20	0.09	0.19	0.12
	40	0.21	0.41	0.22
	60	0.34	0.73	0.35
	80	0.46	1.04	0.49
	100	0.52	1.34	0.64
	120	0.69	1.70	0.78
	140	0.82	1.74	0.94
90 KPH (0.41g ↑)	20	–	0.19	0.08
	40	–	0.36	0.17
	60	–	0.57	0.29
	80	–	0.78	0.42
	100	–	1.05	0.51
	120	–	1.25	0.64
	140	–	1.35	0.75
고온제동 (0.41g ↑)	60	0.41	0.37	–
	80	0.60	0.54	–
	100	0.78	0.69	–
	120	0.98	0.85	–
	140	1.19	1.01	–



브레이크 리어 드럼 어셈 다이나모 시험결과

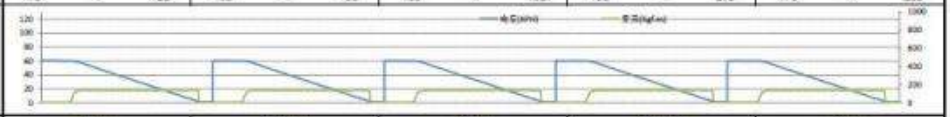
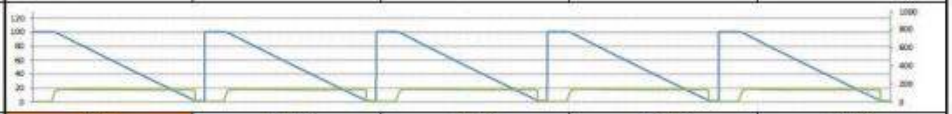
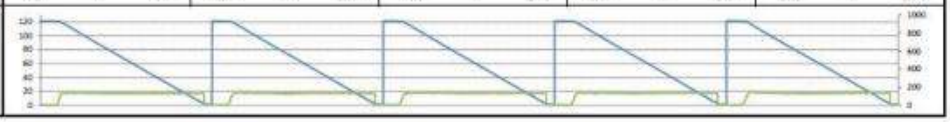
BTV 시험결과 1차확인(열 이력 전)

■ 타타대우 중형저상 버스 Rr (SBK7630)

Brake 사양		Drum (Φ310 x 60mm)									
시험방법		제동초기속도 (60,100,120KPH), 0.3g , 120sec간격으로 5회 연속제동 (최초 제동 온도 40℃)									
구분		1stop			2stop			3stop			4stop			5stop		
60→0KPH	Max BTV	10kgf.m			10kgf.m			10kgf.m			10kgf.m			10kgf.m		
	압력(bar)	67.0			73.3			85.5			97.9			110.7		
	온도(℃)	100	→	153	130	→	182	156	→	205	177	→	222	194	→	236
	선도															
100→0KPH	Max BTV	16kgf.m			14kgf.m			11kgf.m			14kgf.m			11kgf.m		
	압력(bar)	78.0			100.5			149.1			205.0			248.9		
	온도(℃)	72	→	155	128	→	200	170	→	235	205	→	269	236	→	295
	선도															
120→0KPH	Max BTV	16kgf.m			18kgf.m			16kgf.m			17kgf.m			27kgf.m		
	압력(bar)	80.2			107.0			141.8			184.8			237.5		
	온도(℃)	100	→	170	147	→	205	182	→	240	213	→	268	240	→	281
	선도															

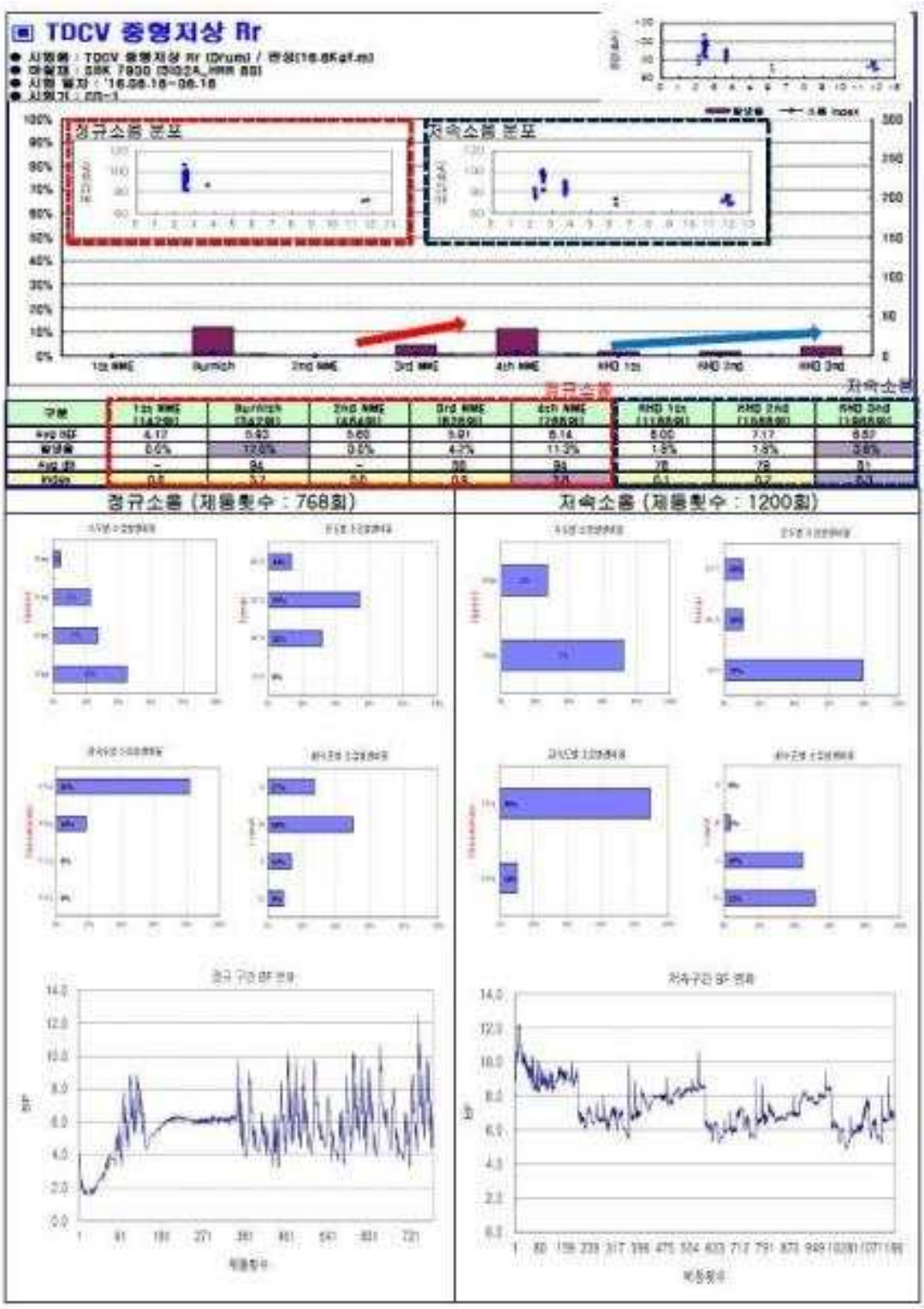
BTV 시험결과 1차확인(열 이력 후)

■ 타타대우 중형저상 버스 Rr (SBK7630)

Brake 사양		Drum (Φ310 x 60mm)									
시험방법		제동초기속도 (60,100,120KPH), 0.3g , 120sec간격으로 5회 연속제동 (최초 제동 온도 40℃)									
구분		1stop			2stop			3stop			4stop			5stop		
60→0KPH	Max BTV	12kgf.m			11kgf.m			12kgf.m			11kgf.m			12kgf.m		
	압력(bar)	66.3			87.6			77.7			98.3			117.4		
	온도(℃)	73	→	122	105	→	155	133	→	182	159	→	205	179	→	225
	선도															
100→0KPH	Max BTV	15kgf.m			11kgf.m			12kgf.m			12kgf.m			11kgf.m		
	압력(bar)	67.0			73.3			95.5			97.9			110.7		
	온도(℃)	100	→	153	130	→	182	156	→	205	177	→	222	194	→	236
	선도															
120→0KPH	Max BTV	15kgf.m			14kgf.m			10kgf.m			12kgf.m			11kgf.m		
	압력(bar)	78.0			100.5			149.1			205.0			248.9		
	온도(℃)	72	→	155	128	→	200	170	→	235	205	→	269	236	→	295
	선도															

브레이크 리어 드럼 어셈 다이나모 시험결과

- 브레이크 리어 드럼 어셈 다이나모 소음시험결과, 성능 만족함을 확인하였으며 내용은 그림과 같음.



브레이크 리어 드럼 어셈 다이나모 시험결과

- 브레이크 리어 드럼 어셈 다이나모 마모시험결과, 성능 만족함을 확인하였으며 내용은 그림과 같음.

BRAKE DYNAMO 마모(JASO C427) 시험 결과 DATA SHEET

시험 기간 : 2016. 07.04-07.08

BRAKE 형식 : Duo-Servo

마 찰 재 : SBK7930(5I02A)

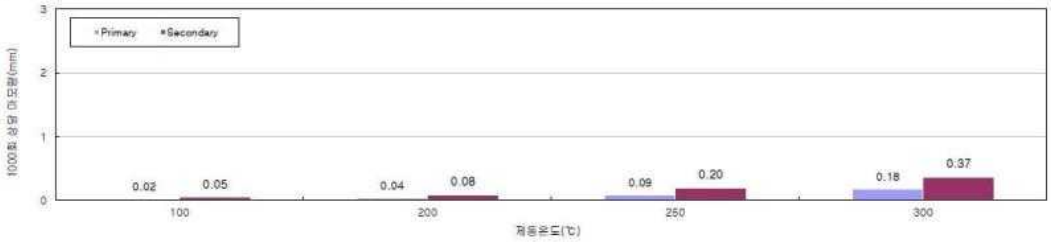
시험 차종 :TDCV 중형저상 버스 Rr

TESTER : CD-1

TEST INERTIA : 16.6Kg.m.s²



속도	온도	Primary 측정 부위별 마모량 (mm)													Secondary 측정 부위별 마모량 (mm)												제품 회수	총평균 마모량	1000회 상당 마모량
KPH	(℃)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	평균	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	평균	(회)	(mm)	마모량
50 (0.3g)	100	0.03	0.03	0.04	0.04	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06	0.07	0.04	0.05	1000	0.04	0.04
	200	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.04	0.04	0.04	0.03	0.02	0.04	0.01	0.04	0.04	0.09	0.10	0.14	0.13	0.07	0.05	0.09	0.10	0.08	0.07	0.04	0.08	1000	0.06	0.06
	250	0.02	0.09	0.09	0.09	0.10	0.08	0.12	0.12	0.11	0.09	0.07	0.04	0.09	0.11	0.16	0.25	0.27	0.25	0.18	0.15	0.21	0.24	0.26	0.19	0.09	0.20	1000	0.14	0.14
	300	0.05	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.12	0.12	0.17	0.14	0.07	0.06	0.09	0.09	0.14	0.19	0.18	0.16	0.13	0.19	0.23	0.24	0.30	0.24	0.12	0.18	500	0.136	0.27



브레이크 리어 드럼 어셈 다이나모 마모시험 결과

- 브레이크 리어 드럼 어셈 다이나모 피로내구 시험결과, 성능 만족함을 확인하였으며 내용은 그림과 같음.

SB 시 험 보 고 서

보고	검토	승인

2016년 7 월 19 일 문서번호: TDCVMR-708A .XLS

부 서 시험평가부 작 성 연구원 배수민

제 목 TDCV 중형저상버스(SBK7930) Rr 개발품 내구시험

의뢰일자	-	의뢰부서	설계부
시험일자	16.07.08~17	시 험 자	김성도, 박수환 사원
차 종	TDCV 중형저상버스	적용설비	CT- 1 호기 (TWS)
Frt / Rr	Rr	용 도	■ 개발 DATA □ 사용합부판정
시 료 수	1 조		□ 정기신뢰성 □ (원가절감)
시 험 명	내구 시험	시험규격	JASO C441

1. 시험목적
TDCV 중형저상버스 개발품(SBK7930) Rr 내구 확인

2. 시험 조건
1) 제원

차량 제원		BRAKE 제원		마찰재 제원		시험기 제원	
G.V.W	5,367 kgf	Brake Size	Φ310×60	재질명	SBK 7930	Inertia	16.6 Kgf·m·s²
Drum/Disc	Drum	W/Cyl A	6.41 ㎠	Lot	5I02A	초기 Gap	0.3mm
Brake size	VAH	W/Cyl Dia	28.57 mm	경도	HRR 80	압력	유압
R/Radius	376 mm	Type	Duo-Servo	Type	L/Steel	대기온도	20 ~ 25 ℃
E/Radius	155 mm	-	-	-	-	대기습도	20 ~ 50 %

2) 내구시험

내 용	감속도	시험횟수	Torque
Burnish	0.35 g	5,000 회	145.9 kgf.m
Structural Durability test	0.6 g	200,000 회	254.2 kgf.m

※ 다이나모 소음 시험 고품 Lining 사용하여 내구시험 실시함

3. 시험결과

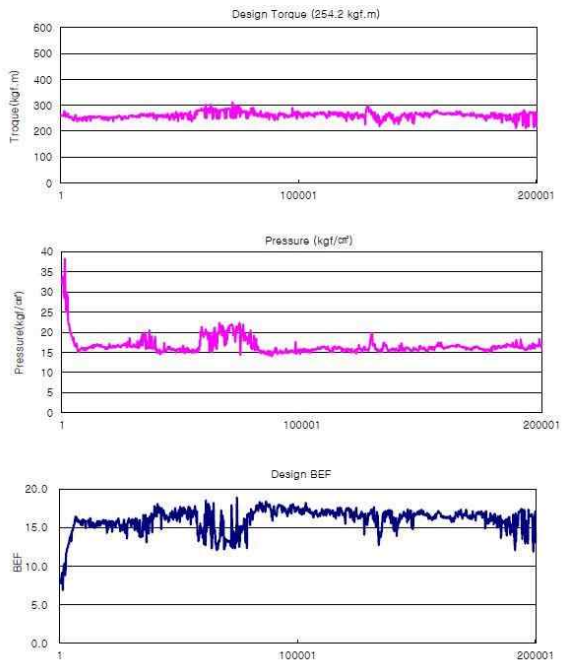
구 분	파손 및 변형	비 고
Back plate	이상 없음	첨부사진 참조
Adjuster cable	↑	
Retainers	↑	
Spring(Return/Shoe to Shoe)	↑	
Strut	↑	
Adjusting screw	↑	
Lined shoe(Secondary)	↑	
Lined shoe(Primary)	↑	

4. 평가
TDCV 중형저상버스 개발품(SBK7930)은 내구시험 0.6g x 20만회 시험결과 파손 및 변형 없음

판 정	특기사항	유첨	배포처
OK		- Test Result Sheet - 사진 Sheet	설계부

TDCV 중형저상버스(SBK7930) 내구시험

1. 시험목적 : TDCV 중형저상 개발품(SBK7930) Rr 내구 확인
2. 시험조건 : 0.6g (254.2 kgf.m) x 20 만회
3. 시험기간 : 2016.07.08 - 17
4. 시험결과



브레이크 리어 드럼 어셈 다이나모 피로내구 시험결과

▣ TDCV 중형저상버스 Rr 내구 시험 결과

시험 횟수 : 0.6g (254.2 kgf.m) x 20만회



브레이크 리어 드럼 어셈 다이나모 피로내구 시험결과

- 브레이크 리어 드럼 어셈 다이나모 진동내구 시험결과, 성능 만족함을 확인하였으며 내용은 그림과 같음.



시 험 보 고 서

제목 : 타타대우 중형저상버스 Rr Drum Brake ass'y 진동내구 시험결과

1. 시험목적 : 타타대우 중형저상버스 Rr Drum Brake ass'y 의 진동내구성을 확인 하고자 함.

2. BRAKE 제원

항목	단위	Rr	비고
Brake Type	-	Drum Brake	
Drum 경 (Φ)	mm	Φ410	
LINING 폭	mm	80	
W/Cyl. Dia	mm	Φ28.57	
W/Cyl. Area	㎠	6.41	

3. 시험조건

Test Mode	Spec.	비고
상하 20g X 60Hz X 1000만회	시험 완료후 파손 없을 것.	

4. 시험결과

4-1) 공진 Test 결과 : 30 ~ 500Hz 주파수영역 공진점 없음. (첨부2-1 참조)

4-2) 시험 완료후 결과

항목	결과	비고
파손, 변형, 부품이탈 유무	이상 없	

4-3) 시험 완료후 결과 (단품)

측정 항목		결과	비고
B/Plate ass'y	외관상 변형 및 파손	변형 및 파손 없	
L/Shoe ass'y	외관상 변형 및 파손	변형 및 파손 없	
Adjuster ass'y	외관상 변형 및 파손	변형 및 파손 없	
Spring 류	외관상 변형 및 파손	변형 및 파손 없	
Strut, Adj lever	외관상 변형 및 파손	변형 및 파손 없	
기타 단품	외관상 변형 및 파손	변형 및 파손 없	

※ 각부의 상세 사진은 첨부 1 참조

5. 결론 : 진동내구 시험결과 부품의 파손 및 변형이 없으므로 적응 가능한 것으로 판단됨.

시험기간	2017.05.30 ~ 06.01	배포처	설계부	첨부 - 시험품 사진 (첨부1)
작성일자	2017.06.27			- 진폭 시험 그래프 (첨부2)
작 성 처	설계부			- 시험 결과서 (첨부3)
작 성 자	주임 정유신			

브레이크 리어 드럼 어셈 다이나모 시험결과



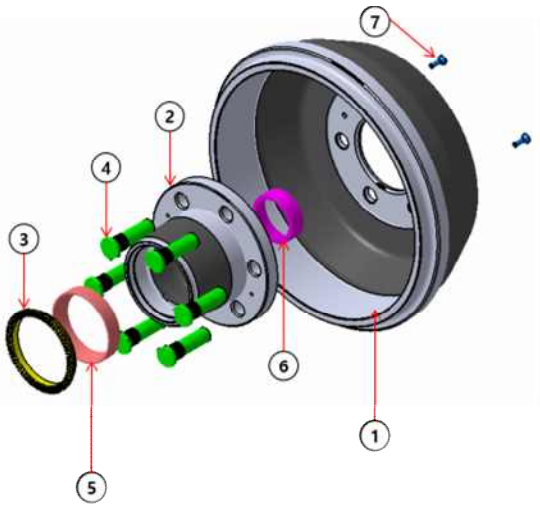


시 험(분석) 성 적 서
Test (Analysis) Report

주 식 회 사 피 엔 피 엔 지 니 어 링
President, PNP Engineering Corp. Seal

브레이크 리어 드럼 어셈 다이나모 시험결과

(10) 브레이크 디스크 & 허브 프런트 어셈 검증내용은 그림과 같음.



No.	Part Name	개발진행 현황
1	BRAKE DRUM-REAR	개발완료
2	HUB-REAR	개발완료
3	IMPULSE RING-REAR	개발완료
4	STUD BOLT-64mm	개발완료
5	CUP-HUB BRG,INR	개발완료
6	CUP-HUB BRG,OTR	개발완료
7	SCRW-CK HEAD M6x1.0	TDCV C/O



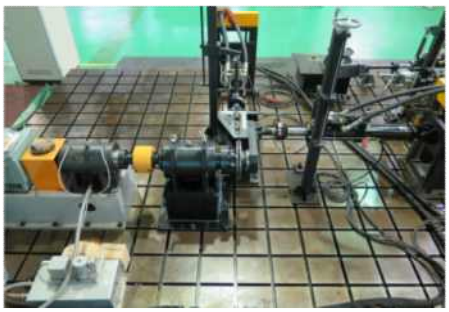
브레이크 디스크 & 허브 프런트 어셈 부품개발 현황

- 브레이크 허브 프런트 강도내구 시험은 3세부 연구기관인 JIAT(자동차융합기술원)에서 실시를 하였으며 시험결과, 성능 만족함을 확인하였으며 내용은 그림과 같음.

1. 시험기간 : 2016. 05.30 ~ 2016.06.23

- 1차 시험 : 2016.05.30 ~ 2016.06.13 **(45,098회, Hub bearing 파손)**
- Hub bearing JIG 제작 : 2016.06.14 ~ 2016.06.17
- 2차 시험 : 2016.06.20 ~ 2016.06.23 **(338,639회, Hub 균열 발생 시험 중단)**
- 3차 시험 : 2016.08.31 ~ 2016.09.09 **(목표성능 75만회 만족)**

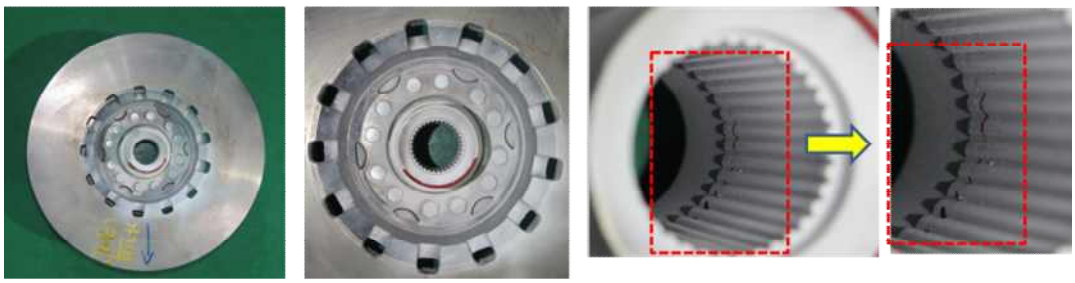
2. 시험장비 사진

3. HUB BEARING 파손 사진 (45,098회) / 목표 성능 : 75만회




4. HUB 균열 발생 : 338,639회



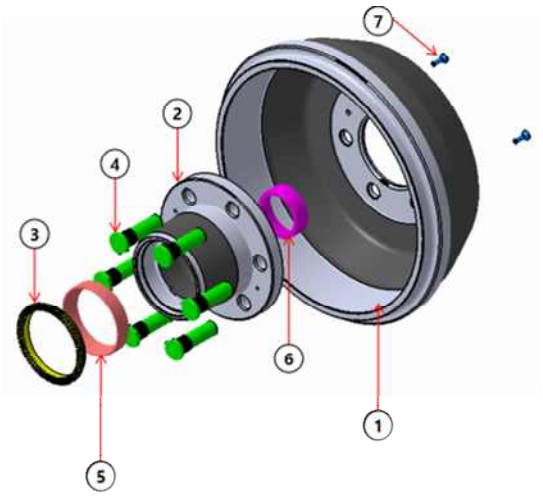
브레이크 허브 프런트 강도내구 시험결과

- 브레이크 허브 프런트 강도내구 3차 시험은 HUB-FRT와 Knuckle의 TAPER ROLLER BEARING 조립 시 HUB 축과 BEARING 내측이 서로 고정 되지 않아 각각 독립적으로 회전 문제점 개선 후 재 시험하여 목표성능 75만회를 만족함.
- 문제점 개선 내용은 HUB-FRT 공차 변경함(Ø55 -0.02/-0.005 → Ø55 +0.025/+0.003)
- 시험 종료 후 침투탐상검사를 실시하여 상태를 확인하였으며 그림과 같음.



브레이크 허브 프런트 강도내구 시험 후 탈거상태 확인

• 브레이크 드럼 & 허브 리어 어셈 검증내용은 그림과 같음.



No.	Part Name	개발진행 현황
1	BRAKE DRUM-REAR	개발완료
2	HUB-REAR	개발완료
3	IMPULSE RING-REAR	개발완료
4	STUD BOLT-64mm	개발완료
5	CUP-HUB BRG,INR	개발완료
6	CUP-HUB BRG,OTR	개발완료
7	SCRW-CK HEAD M6x1.0	TDCV C/O

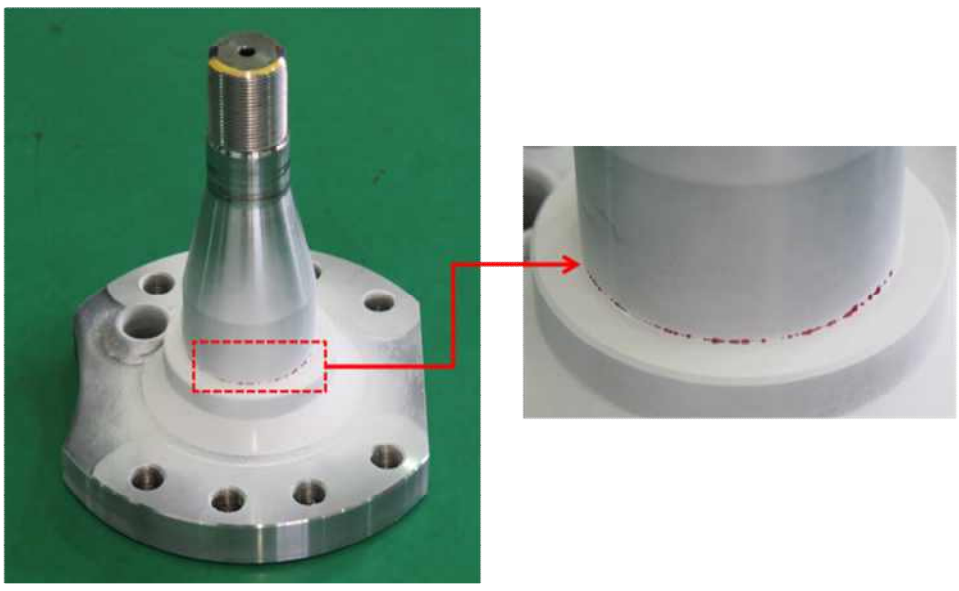


브레이크 드럼 & 허브 리어 어셈 부품개발 현황

- 브레이크 허브 리어 강도내구 시험은 3세부 연구기관인 JIAT(자동차융합기술원)에서 실시를 하였으며 시험결과, 성능 만족함을 확인하였으며 내용은 그림과 같음.

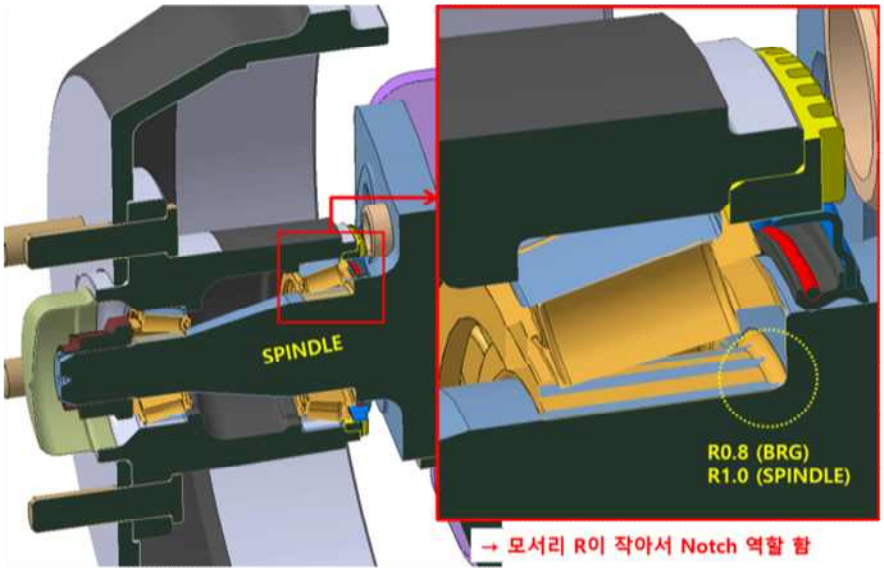


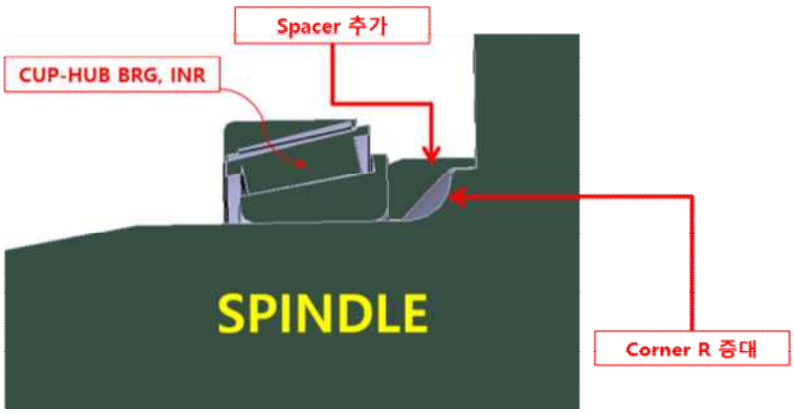
브레이크 허브 리어 강도내구 시험결과



브레이크 허브 리어 강도내구 시험 시 리어 스핀들 크랙 발생

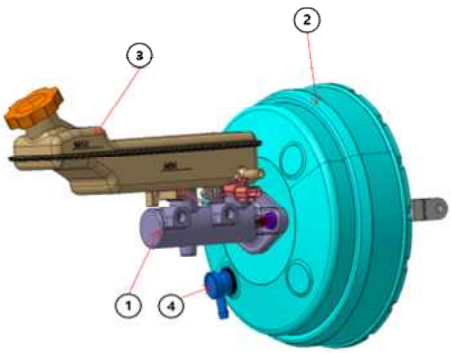
- 베어링 장착을 위한 코너 R로서 모서리 R이 작아 NOTCH 역할을 하여 크랙이 발생됨. SPACER 를 추가 및 코너 R을 0.8에서 1.0으로 증대하여 문제점을 개선완료 함. 그림과 같음.





리어 스핀들 크랙 발생 개선 내용

(11) 브레이크 부스터 & 마스터 실린더 어셈 검증내용은 그림과 같음.



No.	Part Name	개발진행 현황
1	MASTER CYLINDER ASS'Y (Φ30.16)	개발완료
2	VACUUM BOOSTER ASS'Y (9" + 10" 텐덤)	개발완료
3	OIL RESEVOIR	개발완료
4	CHECK VALVE	개발완료



브레이크 부스터 & 마스터 실린더 어셈 부품개발 현황

浙江万安科技股份有限公司 技术（检测）中心
Technic (Test) Center of Zhejiang VIE Science & Technology Co., Ltd.

TEST REPORT

No. of Report : PG/VTT-160425-68 Page 1 of 19

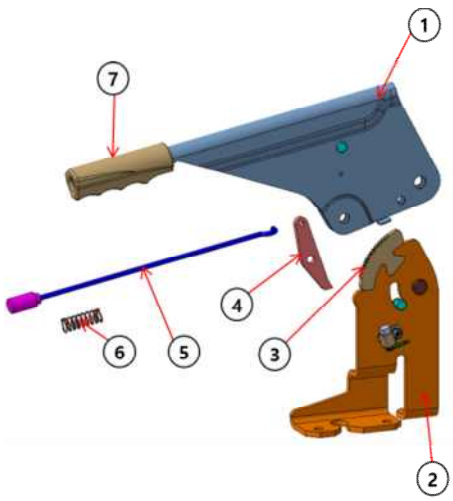
품명	VACUUM BOOSTER & M/CYLINDER-BRAKE			모델	3539010-01
발송회사	Zhejiang WANBAO machinery Co., Ltd.			시험유형	개발시험
생산회사	Zhejiang WANBAO machinery Co., Ltd.			샘플등급	/
시험회사	VIE TEST CENTER			접수일자	2016.04.25
샘플수량	9			발송자	Mr. Zhou Jian
생산일자	/			샘플링모수	/
샘플상태	정상, 완성품				
시험표준	QC/T307-1999 <VACUUM BOOSTER 기술조건> QC/T311-2008 <자동차용 유압마스터 실린더 요구조건 및 시험방법>				
시험항목	* VACUUM BOOSTER : 기본성능/진동내구/정적강도/작동내구성/내부식성 * MASTER CYLINDER : 기밀성능/초기압력형성 STROKE/출력성능/액즙유량/무부하복귀시간/차압성능 압력충격/작동내구성/진동성능/청결도/염수분무시험				
시험일자	2016.05.10~2016.06.14			시험장소	VIE TEST CTR
현장시험시 샘플링 또는 기타 정보	/				
시험결과	시험후, Zhejiang WANBAO Machinery Co., Ltd. 에서 보내온 3539010-01 "VACUUM BOOSTER & M/CYL 샘플은 모든시험 항목이 QC/T307-1999 <VACUUM BOOSTER 기술조건>과 QC/T311-2008 <자동차용 유압마스터 실린더 요구조건 및 시험방법> 의 표준을 만족함. Test Seal Signature Date : 2016年 6月 14日				
비고	/				
시험주관	来翔	검토	王丽美	승인	郭技超
서명		검토		승인	

브레이크 부스터 & 마스터 실린더 어셈 시험성적서



브레이크 부스터 & 마스터 실린더 어셈 시험장비

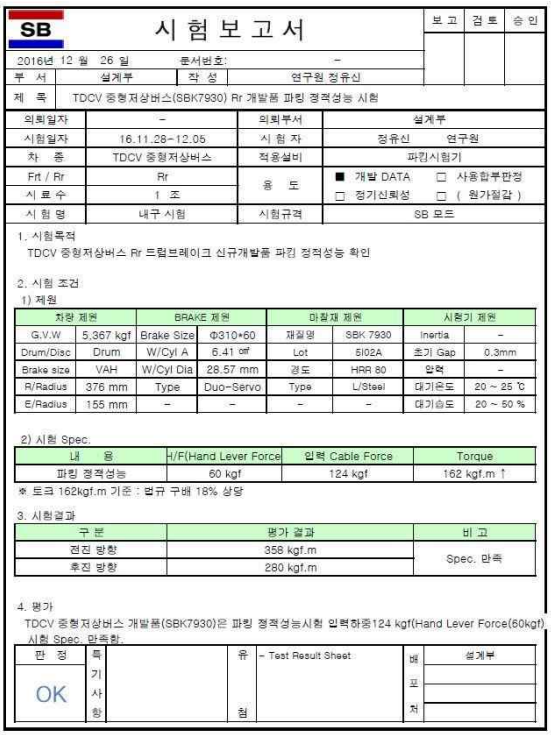
(12) 레버 어셈-파킹 브레이크 검증내용은 그림과 같음.



No.	Part Name	개발진행 현황
1	LEVER	개발완료
2	BASE PLATE	개발완료
3	RACHET	개발완료
4	PAWL LEVER	개발완료
5	PUSH ROD	개발완료
6	SPRING	개발완료
7	GRIP	TDCV C/O

레버 어셈-파킹 브레이크 부품개발 현황

- 리어 파킹브레이크 정적성능 시험결과, 성능 만족함을 확인하였으며 내용은 그림과 같음.



SB

시 험 보 고 서

보 고	검 토	승 인

2016년 12 월 26 일 문서번호: -

부 서	설계부	작 성	연구원 정유신

제 목 TDCV 중형저상버스(SBK7930) Rr 개발품 파킹 정적성능 시험

의뢰일자	-	의뢰부서	설계부
시험일자	16.11.28~12.05	시 험 자	정유신 연구원
차 종	TDCV 중형저상버스	적용설비	파킹시험기
Frt / Rr	Rr	용 도	■ 개발 DATA □ 사용합부판정
시 료 수	1 조		□ 정기신뢰성 □ (원가절감)
시 험 명	내구 시험	시험규격	SB 모드

1. 시험목적

TDCV 중형저상버스 Rr 드럼브레이크 신규개발품 파킹 정적성능 확인

2. 시험 조건

1) 제원

차량 제원		BRAKE 제원		마찰재 제원		시험기 제원	
G.V.W	5,367 kgf	Brake Size	Φ310*60	재질명	SBK 7930	Inertia	-
Drum/Disc	Drum	W/Cyl A	6.41 ㎠	Lot	5I02A	초기 Gap	0.3mm
Brake size	VAH	W/Cyl Dia	28.57 mm	경도	HRR 80	압력	-
R/Radius	376 mm	Type	Duo-Servo	Type	L/Steel	대기온도	20 ~ 25 ℃
E/Radius	155 mm	-	-	-	-	대기습도	20 ~ 50 %

2) 시험 Spec.

내 용	H/F(Hand Lever Force	입력 Cable Force	Torque
파킹 정적성능	60 kgf	124 kgf	162 kgf.m ↑

※ 토크 162kgf.m 기준 : 법규 구배 18% 상당

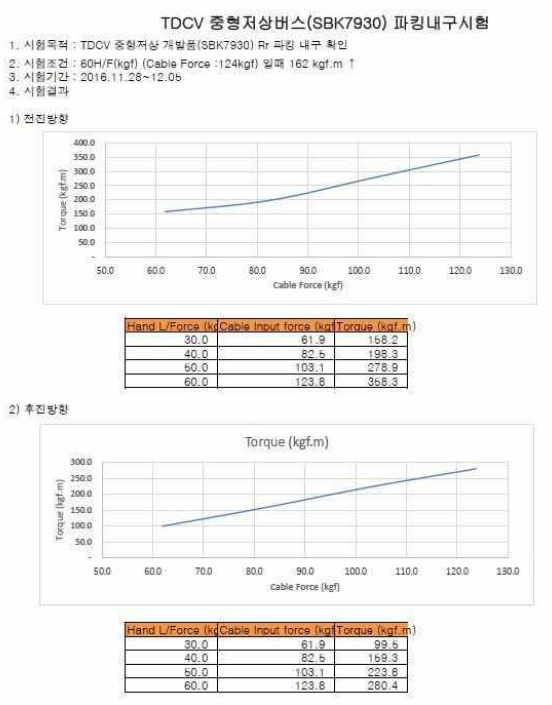
3. 시험결과

구 분	평가 결과	비 고
전진 방향	358 kgf.m	Spec. 만족
후진 방향	280 kgf.m	

4. 평가

TDCV 중형저상버스 개발품(SBK7930)은 파킹 정적성능시험 입력하중124 kgf(Hand Lever Force(60kgf) 시험 Spec. 만족함.

판 정	특기사항	유첨	- Test Result Sheet	배포처	설계부
OK					



TDCV 중형저상버스(SBK7930) 파킹내구시험

1. 시험목적 : TDCV 중형저상 개발품(SBK7930) Rr 파킹 내구 확인
2. 시험조건 : 60H/F(kgf) (Cable Force :124kgf) 일때 162 kgf.m ↑
3. 시험기간 : 2016.11.28~12.05
4. 시험결과

1) 전진방향

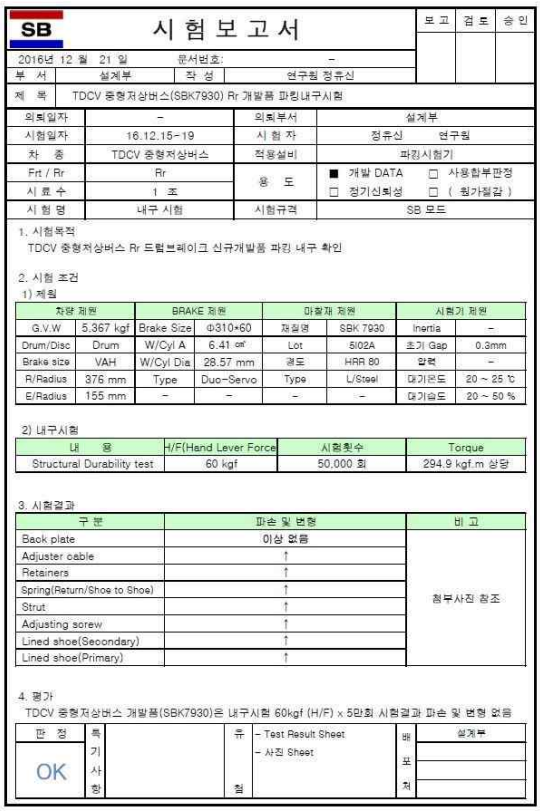
Hand L/Force (kg	Cable Input force (kgf	Torque (kgf.m)
30.0	61.9	158.2
40.0	82.5	198.3
50.0	103.1	278.9
60.0	123.8	368.3

2) 후진방향

Hand L/Force (kg	Cable Input force (kgf	Torque (kgf.m)
30.0	61.9	99.5
40.0	82.5	159.3
50.0	103.1	223.8
60.0	123.8	280.4

리어 파킹브레이크 정적성능 시험결과

- 리어 파킹브레이크 내구시험결과, 성능 만족함을 확인하였으며 내용은 그림과 같음.



SB

시 험 보 고 서

보 고	검 토	승 인

2016년 12 월 21 일 문서번호: -

부 서	설계부	작 성	연구원 정유신

제 목 TDCV 중형저상버스(SBK7930) Rr 개발품 파킹내구시험

의뢰일자	-	의뢰부서	설계부
시험일자	16.12.15~19	시 험 자	정유신 연구원
차 종	TDCV 중형저상버스	적용설비	파킹시험기
Frt / Rr	Rr	용 도	■ 개발 DATA □ 사용합부판정
시 료 수	1 조		□ 정기신뢰성 □ (원가절감)
시 험 명	내구 시험	시험규격	SB 모드

1. 시험목적

TDCV 중형저상버스 Rr 드럼브레이크 신규개발품 파킹 내구 확인

2. 시험 조건

1) 제원

차량 제원		BRAKE 제원		마찰재 제원		시험기 제원	
G.V.W	5,367 kgf	Brake Size	Φ310*60	재질명	SBK 7930	Inertia	-
Drum/Disc	Drum	W/Cyl A	6.41 ㎠	Lot	5I02A	초기 Gap	0.3mm
Brake size	VAH	W/Cyl Dia	28.57 mm	경도	HRR 80	압력	-
R/Radius	376 mm	Type	Duo-Servo	Type	L/Steel	대기온도	20 ~ 25 ℃
E/Radius	155 mm	-	-	-	-	대기습도	20 ~ 50 %

2) 내구시험

내 용	H/F(Hand Lever Force	시험횟수	Torque
Structural Durability test	60 kgf	50,000 회	294.9 kgf.m 상당

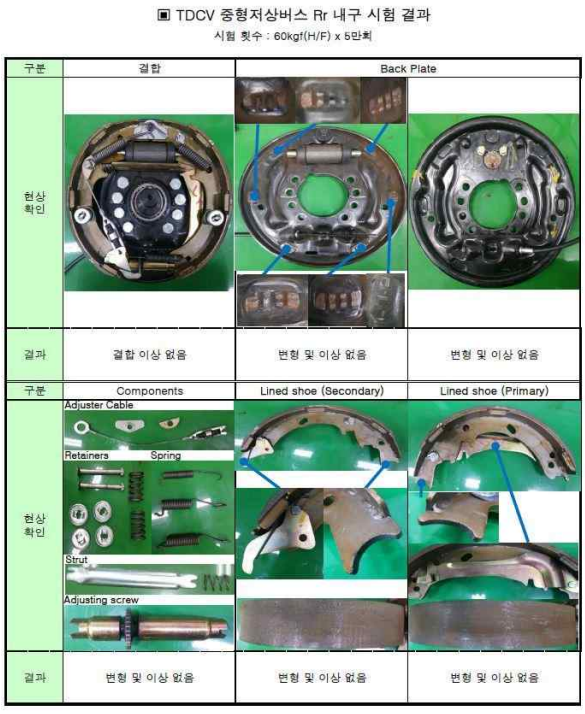
3. 시험결과

구 분	파손 및 변형	비 고
Back plate	이상 없음	첨부사진 참조
Adjuster cable	↑	
Retainers	↑	
Spring(Return/Shoe to Shoe)	↑	
Strut	↑	
Adjusting screw	↑	
Lined shoe(Secondary)	↑	
Lined shoe(Primary)	↑	

4. 평가

TDCV 중형저상버스 개발품(SBK7930)은 내구시험 60kgf (H/F) x 5만회 시험결과 파손 및 변형 없음

판 정	특기사항	유첨	- Test Result Sheet - 사진 Sheet	배포처	설계부
OK					



▣ TDCV 중형저상버스 Rr 내구 시험 결과

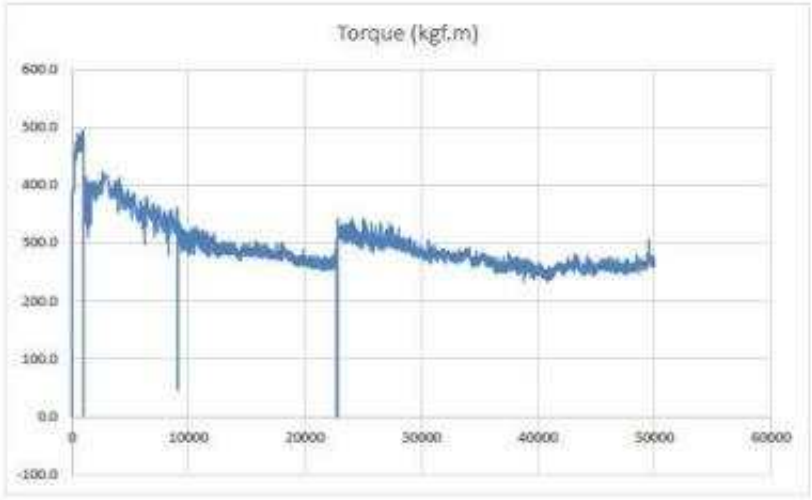
시험 횟수 : 60kgf(H/F) x 5만회

구분	결함	Back Plate	
현상 확인			
결과	결합 이상 없음	변형 및 이상 없음	변형 및 이상 없음
구분	Components	Lined shoe (Secondary)	Lined shoe (Primary)
현상 확인	Adjuster Cable Retainers Spring Strut Adjusting screw		
결과	변형 및 이상 없음	변형 및 이상 없음	변형 및 이상 없음

리어 파킹브레이크 내구시험결과

TDCV 중형저상버스(SBK7930) 파킹내구시험

1. 시험목적 : TDCV 중형저상 개발품(SBK7930) Rr 파킹 내구 확인
2. 시험조건 : 60H/F(kgf) (294.9 kgf.m 상당) x 5 만회
3. 시험기간 : 2016.12.15 ~ 19
4. 시험결과



리어 파킹브레이크 내구시험결과

아) ABS장치 성능시험을 교통안전공단 자동차안전연구원에서 실시하였으며,시험결과 자동차 및 자동차부품의 성능에 관한 기준 제15조의5항 및 제90조제4호(별표7의4)에 따라 제동법규 확인시험을 수행한 결과 안전기준에 적합함을 그림과 같이 확인하였음

TS 교통안전공단

중형저상버스 ABS장치
성능시험 용역 결과

본 보고서는 타타대우상용차(주) 및 (재)자동차융합기술원(이후, 위탁자라 함)의 요청으로 수행한 ABS장치 시험용역 보고서로, 위 시험결과는 당해 시험차량에 한하며 이 용역으로 위탁자가 취득한 정보 및 공단이 위탁자에게 제출한 보고서나 문서의 일부 또는 전부에 대한 그 원본이나 복제, 복사물을 광고, 판매촉진, 기타 선전의 목적으로 공단(연구원)의 명칭을 명시하거나 암시하여 사용할 수 없음.

2017. 4.

교 통 안 전 공 단
자동차안전연구원

ABS장치 성능시험 결과

1 개 요

타타대우상용차(주) 및 (재)자동차융합기술원에서 시험 의뢰한 중형저상버스 ABS장치에 대한 국내 안전기준 확인시험을 수행하였음

○ 용 역 명 : 저상버스 ABS장치 개발시험
○ 기 간 : 2017.03.13~2017.04.28
○ 시 험 차

시험차명	안전기준	의 뢰 항 목	기 타
중형저상버스	제90조의4 (ABS장치)	시행세칙31. ABS장치 제동능력 시험	

○ 용역수수료 : 29,160,000원(부가세 별도)

2 수행요원 및 시설

□ 수행요원

용 역 책 임 자	수 행 요 원
차 장 : 신 재 곤	· 부연구위원 : 김 성 섭 · 선임연구원 : 전 영 돈 · 차 장 : 이 구 형

□ 시험시설 및 장비

구 분	제 작 자	모 델 (S/N)	규모 / 용량	비 고
왕복저마찰로	자동차 안전연구원	-	300 × 20	다양한 마찰계수의 ABS 시험로
Data Acquisition System for Brake Test	Dewetron (오스트리아)	Dewe 43	22CH	제동시험용 데이터 수집장치

LCD-Display	Dewetron (오스트리아)	-	DC 10.5~30V	운전자용 표시장치
Acceleration Transducer	Kyowa(일본)	AS-2GB	2G	감속도 측정센서
GPS Sensor	Racelogic (영국)	Vbox 3i	400km/h	차량속도 측정센서
Wheel Speed Sensor	Peiseler(독일)	MT 360/e KFZ-RK	300km/h	바퀴속도 측정센서
Brake Pedal Force Measuring Meter	Kyowa(일본)	LPR-A-1K NS1	100kgf	브레이크 페달 답력 측정센서
Thermocouple	신흥계기	K-type	-200~1300℃	브레이크라이닝 온도측정센서

3 시험차 및 제원

□ 중형저상버스


좌 측 면


후 측 면

제작자명	타타대우상용차(주)		차대번호	KLSTG7UF2GK900001	
차 명	LF40(중형저상버스)		변 속 기	수동(전6/후1)	
제동형식	진공배력유압식		최고속도	110km/h (속도제한장치 장착)	
ABS형식	4채널4센서		축간거리 (mm)	4,750	
제동장치	전축	디스크	타이어형식 (제작사)	전륜	205/70R12.5-16FR (한국타이어)
	후축	드럼		후륜	215/70R22.5-16FR (한국타이어)

공차중량 (kg)	전차축	계획치	2,000	경적차중량 (kg)	전차축	2,040	적차중량 (kg)	전차축	계획치	2,555
		실측치	-						실측치	2,550
	후차축	계획치	1,905		후차축	1,930		후차축	계획치	3,300
		실측치	-						실측치	3,300
	합계	계획치	3,905		합계	3,970		합계	계획치	5,855
		실측치	-						실측치	5,850

4 시험내용

□ 시험항목

○ 시행세칙[별표1] 31.바퀴감김방지식 주제동장치를 설치한 자동차의 제동능력시험 (▸ 안전기준 제90조제4호 관련)

상 세 시 험 항 목		구 분	
		노 면	중 량
에너지 소비시험		저마찰로/마른노면	적 차
전차축 절차력값 산출시험		저마찰로/고마찰로	적차/경적차
후차축 절차력값 산출시험		저마찰로/고마찰로	적차/경적차
절차력이용값 결정시험		저마찰로/고마찰로	적차/경적차
추가 확인 시험	ABS장치의 제동능력	저마찰로	적차/경적차
	고마찰로→저마찰로 통과시 ABS장치제동능력	고마찰로/저마찰로	적차/경적차
	저마찰로→고마찰로 통과시 ABS장치제동능력	저마찰로/고마찰로	적차/경적차
	고/저마찰로 비균일노면 통과시 ABS장치제동능력	저마찰로/고마찰로	적차/경적차
최종 검사		-	-

□ 시험관련 사진

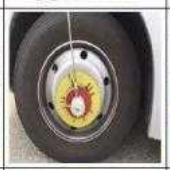
○ 시험장비

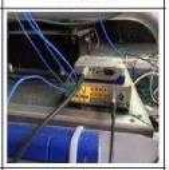

데이터취득장비


운전자용 표시장치


페달답력계


감속도계


바퀴속도 감지센서(전축)


온도센서

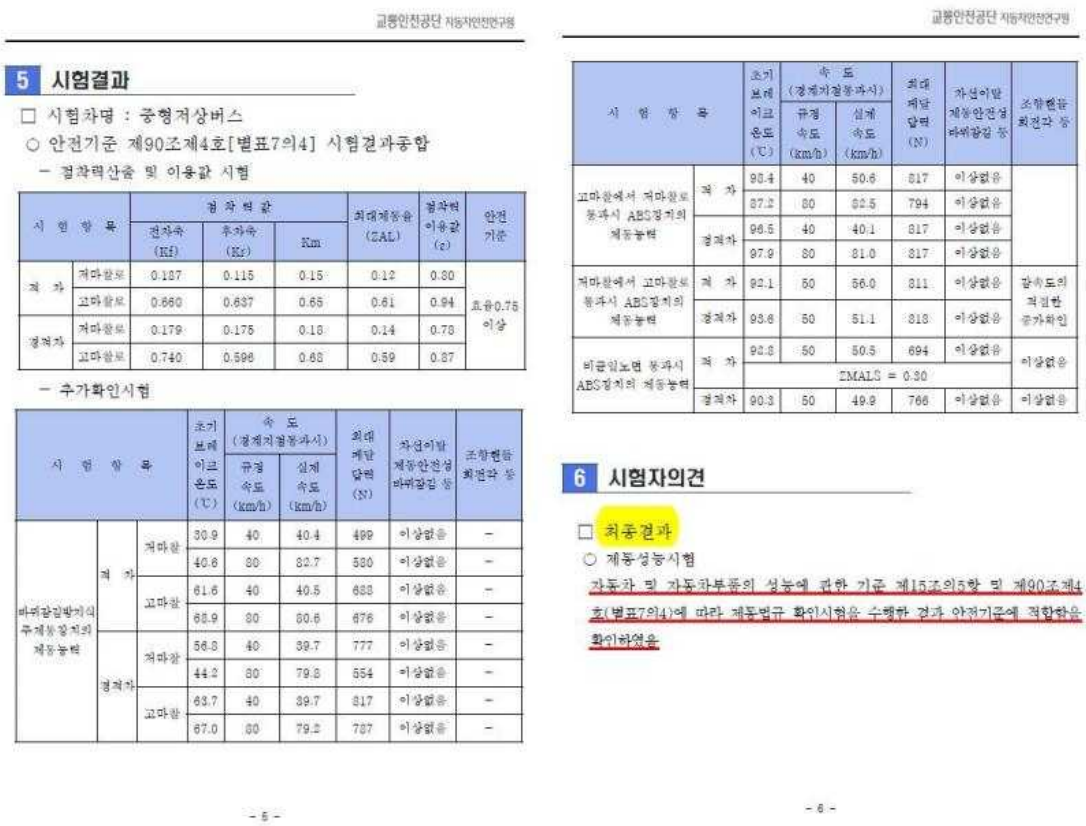
○ 시험사진


Low-mu 시험


High-Mu 시험


Split & Emal 시험

ABS장치 성능시험 결과



교통안전공단 자동차안전연구원

5 시험결과

□ 시험차명 : 중형저상버스

○ 안전기준 제90조제4호[별표7의4] 시험결과종합

– 점착력산출 및 이용값 시험

시험항목		점착력값 전자축 (Kf)	점착력값 후차축 (Kr)	점착력값 Km	최대제동율 (ZAL)	점착력 이용값 (z)	안전기준
적차	저마찰로	0.187	0.115	0.15	0.12	0.80	0.75 이상
	고마찰로	0.660	0.637	0.65	0.61	0.94	
경적차	저마찰로	0.179	0.175	0.18	0.14	0.78	
	고마찰로	0.740	0.596	0.68	0.59	0.87	

– 추가확인시험

시험항목			초기브레이크온도 (℃)	속도(경계지점통과시) 규정속도 (km/h)	속도(경계지점통과시) 실제속도 (km/h)	최대제동압력 (N)	차성이탈 제동안전성 바퀴잠김 등	조향핸들 회전각 등
바퀴잠김방지식 주제동장치의 제동능력	적차	저마찰	30.9	40	40.4	499	이상없음	–
			40.6	80	82.7	580	이상없음	–
		고마찰	61.6	40	40.5	683	이상없음	–
			68.9	80	80.6	676	이상없음	–
	경적차	저마찰	56.8	40	39.7	777	이상없음	–
			44.2	80	79.8	554	이상없음	–
		고마찰	63.7	40	39.7	817	이상없음	–
			67.0	80	79.2	787	이상없음	–

시험항목		초기브레이크온도 (℃)	속도(경계지점통과시) 규정속도 (km/h)	속도(경계지점통과시) 실제속도 (km/h)	최대제동압력 (N)	차성이탈 제동안전성 바퀴잠김 등	조향핸들 회전각 등
고마찰에서 저마찰로 통과시 ABS장치의 제동능력	적차	90.4	40	50.6	817	이상없음	
		87.2	80	82.5	794	이상없음	
	경적차	96.5	40	40.1	817	이상없음	
		97.9	80	81.0	817	이상없음	
저마찰에서 고마찰로 통과시 ABS장치의 제동능력	적차	92.1	50	56.0	811	이상없음	감속도의 적절한 증가확인
	경적차	93.6	50	51.1	813	이상없음	
비균일노면 통과시 ABS장치의 제동능력	적차	92.8	50	50.5	694	이상없음	이상없음
		ΣMALS = 0.30					
	경적차	90.3	50	49.9	766	이상없음	이상없음

6 시험자의견

□ 최종결과

○ 제동성능시험

자동차 및 자동차부품의 성능에 관한 기준 제15조의5항 및 제90조제4호(별표7의4)에 따라 제동법규 확인시험을 수행한 결과 안전기준에 적합함을 확인하였음

ABS장치 성능시험 결과

자) 프리히터 성능시험을 실시하여 성능 만족함을 확인하였으며 그림과 같음.

1. 목적

중형 저상버스의 실내 평균온도를 측정하여 차량에 장착된 Heater(Pre Heater 포함)의 성능을 평가 하기 위함.

2. 결론

2.1 정차 조건(Engine Idle)에서의 Heater 성능은 Pre Heater의 가동 없이는 상당히 미흡함.

2.2 주행조건(정속주행 40 km/h, 80 km/h)에서는 Pre Heater 없이도 약 30 분 정도면 추위의 해소(20 ℃)가 가능함.

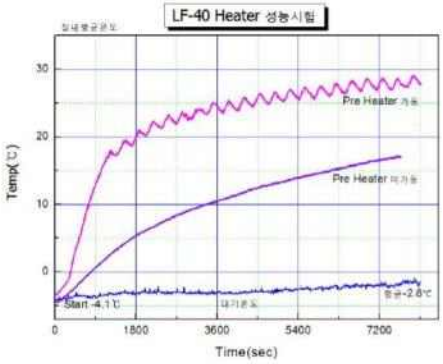
프리히터 성능시험 결과

3. 결과

3.1 정차 및 Engine Idle 조건

단위: ℃

항목 / 실내 평균온도		Pre Heater 가동	Pre Heater 미가동
시간	Start	-3.5	-4.6
	0.5 H	20.1	5.4
	1.0 H	24.5	10.5
	1.5 H	25.7	13.9
	2.0 H	28.1	16.6
최종 안정 온도(℃)		27.7	16.9
평균대기온도(℃)		-2.8	-3.7
온도 증가율 (30분까지) (℃/분)		0.78	0.33



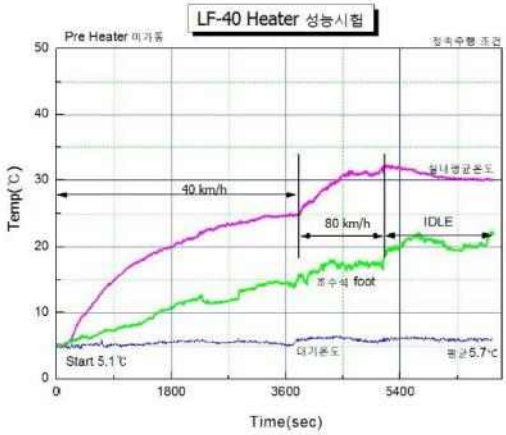
▶ Pre Heater의 가동시 30분 정도면 실내 평균온도가 20℃ 에 도달하여 추위 해소가 가능하나, Pre Heater의 가동이 없으면 상당히 미흡함.

3.2 주행 조건

1) 정속주행 조건(40 km/h : 60분, 80 km/h : 20분, 정지(Idle): 20분)

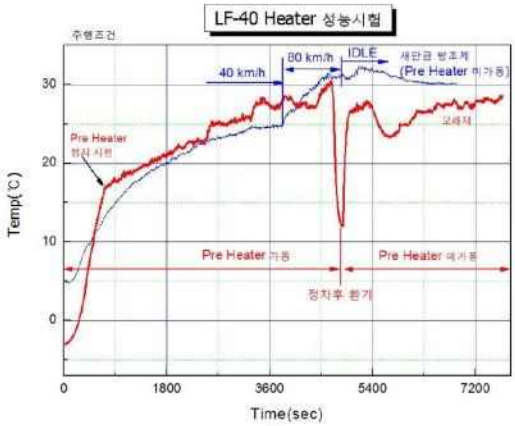
단위: ℃

항목 / 실내 평균온도		Pre Heater 미가동 (40, 80km/h 정속주행)
시간	Start	5.1
	0.5 H	20.1
	1.0 H	24.7
	1.5 H	32.1
	2.0 H	30.1
최종 안정 온도(℃)		30.1
평균대기온도(℃)		5.7
온도 증가율 (30분까지) (℃/분)		0.5



▶ 정속주행 조건에서는 Pre Heater의 가동 없이도 30 분정도면 추위의 해소가 가능함.

▶ 주행조건 실내온도 비교



▶ 초기 엔진 냉각수 온도상승은 Pre Heater 작동여부에 따라 차이가 큼.

프리히터 성능시험 결과

4. 시험방법

4.1 타타대우상용차 기술표준 DST-T050 Heater 성능시험(실차주행비교)

4.2 타타대우상용차 기술표준 DST-T051 Heater 성능시험(실차정차비교)

5. 시험조건

5.1 Engine rpm : IDLE

5.2 Blower : Max

5.3 Temp Control : Full Hot

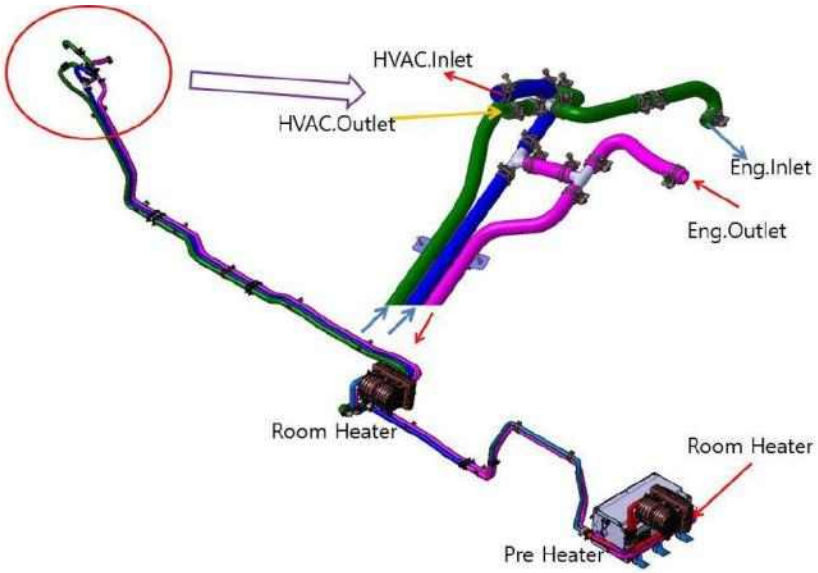
5.4 Air Intake : Fresh

5.5 Heater Mode : Foot

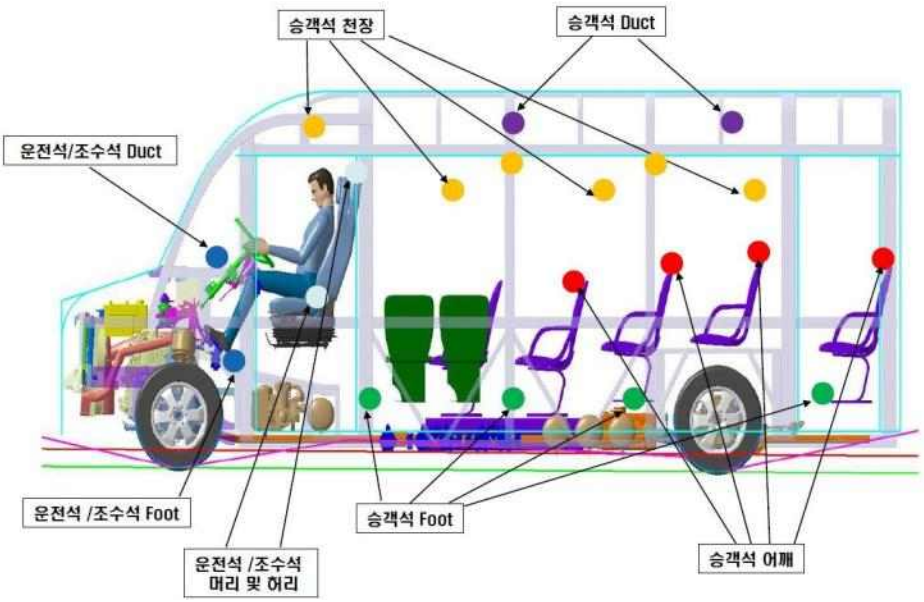
5.6 시험차량을 시동을 끄고 창문을 열어 놓은 상태로 최소 8시간 이상 방치

5.7 주행조건 : 40 km/h 60분, 80 km/h로 20분, Engine Idle 20분

프리히터 성능시험 결과



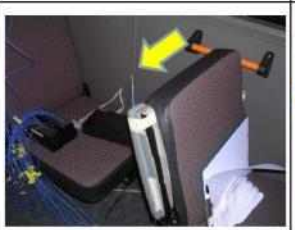
프리히터 시스템 레이아웃



히터 테스트 센터 차량에 장착위치

		
조수석 Duct Rh	운전석 Duct Rh	조수석 Foot
		
운전석 Foot	조수석 허리	조수석 머리

		
운전석 머리	운전석 허리	승객석 Duct 1
		
승객석 천장 1	승객석 Duct 2	승객석 천장 2

		
승객석 Duct 3	승객석 천장 3	승객석 Duct 4
		
승객석 천장 4	승객석 Seat 어깨부 1	승객석 Seat 어깨부 2

히터 테스트 센터 차량에 장착위치

차) 전장 시스템 검증 내용 요약은 그림과 같음.

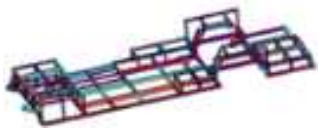
No.	Item	공급업체	평가항목	시험방법(조건)	판정기준	시험일정	시험결과	비고
1	METER CLUSTER ASM	코스텍	기본동작 시험	▪ 차량상태에서 실제 동작 확인	차량상태에서 check list에 기록된 각 각의 동작을 만족할 것	'16.08.20 ~30	OK	
			내구시험	▪ 단품상태에서 진동 및 내진시험 만족할 것	DST D026기준을 만족할 것(단품상태)	16.02.1~ '16.05.3	OK	전기적 성능 험과 동시진행
			전기적 성능 시험	▪ TDCV전장품 신뢰시험을 단품상태에서 만족할 것 ▪ 기술규격형태로 만들어서 검증할 것	DST D026기준을 만족할 것(단품상태)	'16.02.1~ '16.05.3	OK	
2	CONT UNIT-BODY	코스텍	기본동작 시험	▪ 차량상태에서 실제 동작 확인	차량상태에서 check list에 기록된 각 각의 동작을 만족할 것	'16.07.20 ~30	OK	
			전기적성능 시험	▪ TDCV전장품 신뢰시험을 단품상태에서 만족할 것 ▪ 기술규격형태로 만들어서 검증할 것	DST D026기준을 만족할 것(단품상태)	'16.09.1~ '16.09.30	OK	내구시험포함 진행하였음(내구시험 OK)

전장 시스템 검증 내용

카) CAE (해석) 내용

(1) 패키지 설계를 기반으로 한 차체시스템에 대한 CAE 해석 수행 결과는 아래 표와 같음.

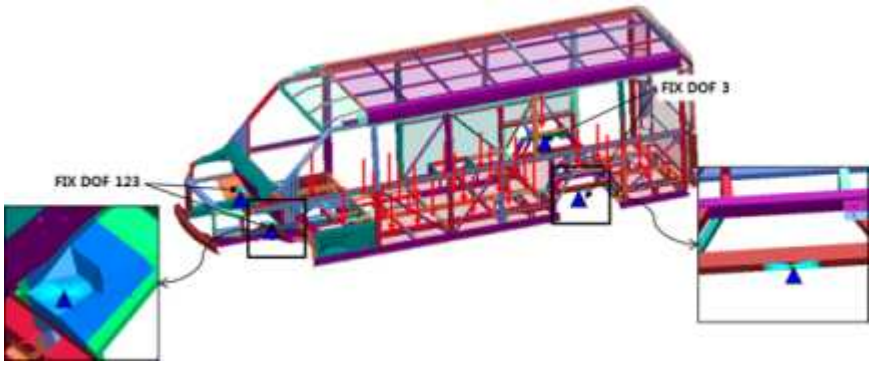
패키지 설계를 기반으로 한 차체설계 데이터 FE 모델링 구성

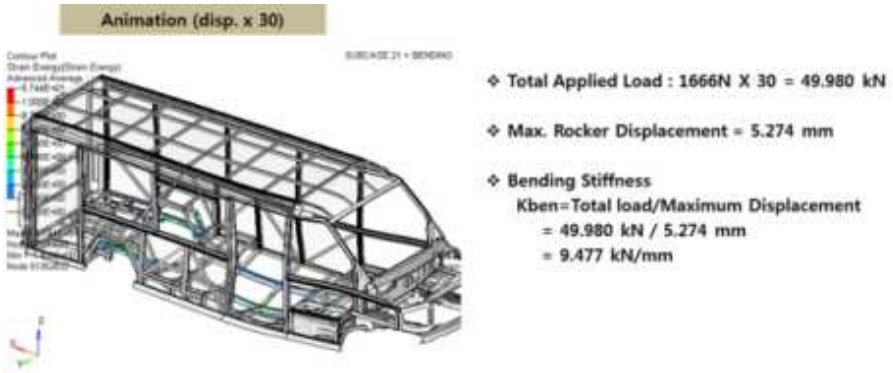
FE Model 구성		
Front structure (Material : Steel)	Upper Body (Material : AL6061)	Under Body (Material : AL6061)
		

(2) 엔진룸 및 Under Body는 Steel, Upper Body는 알루미늄 재질로 구성함.

(3) Body in White(BIW) Bending stiffness analysis 해석결과

- 경제조건 및 하중조건

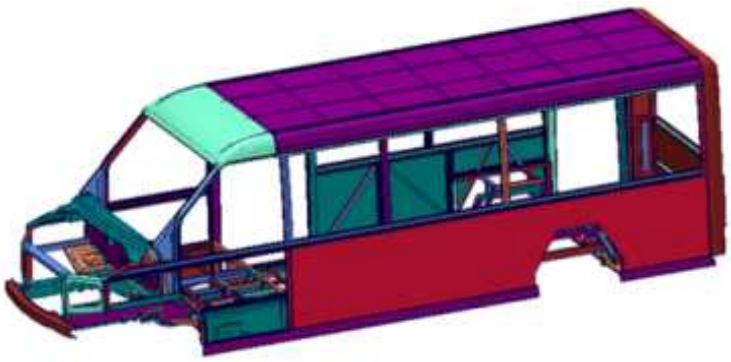




- 해석결과 : 현재 구성된 차량의 Bending stiffness는 9.477KN/mm로 참고차량(40KN/mm) 대비 취약하며, 상세설계 시에는 Bending stiffness 향상을 위한 부재의 설계보강이 필요하다는 결과를 도출함.

(4) Body in White(BIW) Normal mode analysis 해석결과

- 경제조건 및 하중조건



▪ Boundary Condition	- Free-Free
▪ Analysis Condition	- Modal analysis using NASTRAN

- 해석결과 : Model 성능은 Reference 모델 대비 동등수준 이상의 성능을 보이고 있음.
- 승용차 성능 대비해서는 많이 낮은 수준임.(승용차 개발 타겟은 35~40Hz 수준임)

No.	Mode Shape	Frequency [Hz]	Remarks
		Base	
1	Match Box	14.1	Reference : 12.5Hz
2	1st Torsion	18.1	Reference : 17.1Hz
3	Bending - Side	19.1	
4	1st Bending	20.6	Reference : 20.5Hz

타) 에어스프링 개발 내용

(1) 핵심부품 개발 아이템인 에어스프링 개발을 위하여 우선적으로 원재료 기술을 확립한 후 에어스프링의 형상설계 및 특성해석을 진행하였으며, 그에 대한 수행 결과는 아래와 같음.

(2) 원재료 기술 개발

- 고무 배합의 설계, 복합 강화 섬유의 선정을 진행하였으며, 이는 KS M 2057, KS M 4001의 에어스프링의 원재료 시험을 기준으로 시험을 진행하여 1차적으로 원재료의 특성이 이상 없음을 아래 표와 같이 확인함.

에어스프링 원재료 특성시험 배합 결과

검사 및 시험항목		기준치	측정치						시험방법
			1차	2차	3차	4차	5차	6차	KSM6518,2006
인장시험	인장강도 (kgf/cm^2)	153이상	145	165	210	201	184	205	KSM6518,2006
	신장율 (%)	400이상	390	420	620	640	550	694	KSM6518,2006
노화시험 (70±1℃ 95hr)	인장강도 변화율 (%)	±20이내	16.9	23.2	5.2	4.3	2.6	1.1	KSM6518,2006
	연신율 변화율 (%)	±20이내	24.5	27.1	6.9	8.5	1.8	-0.1	KSM6518,2006
	경도(Hs)	±15	12	17	9	7	10	-1	KSM6518,2006
경도시험 (Hs)		55±5	57	59	56	52	56	51	KSM6518,2006
비중		-	1.42	1.34	1.28	1.22	1.20	1.22	KSM6518,2006
압축영구줄음율 (%)		-	18.45	24.20	20.76	20.86	24.25	20.63	KSM6518,2006
오존균열시험		균열이 없을 것	균열 있음	균열 없음	균열 있음	균열 있음	균열 없음	균열 없음	KSM6518,2006
반복굴곡시험		균열 없을 것	균열 있음	균열 없음	균열 있음	균열 있음	균열 없음	균열 없음	KSM6518,2006
결과			불합격	불합격	불합격	불합격	합격	합격	

(3) 상기 표는 각 try의 배합에 대한 테스트 결과를 나타냄.

(4) 테스트는 KS규격에 따라 실시하였음.

(5) 5차, 6차 두 경우가 합격이나 6차의 결과가 더욱 우수하여 6차를 최종합격 함.

(6) 해석 및 설계

- 고유진동수와 유효면적, 강성을 고려하여 CAE해석 및 설계를 진행함.

- 고유 진동수 :

Air Spring의 장점은 지지 하중 F가 증가하는 경우, 작동 압력의 증가에 따라 스프링 강성이 증가한다는 것이다. 승차감에 있어서 고유 진동수는 가장 중요한 데이터이므로 스프링 강성은 중요한 설계 인자이다. 스프링 강성과 질량이 관련되는 고유 진동수는 다음과 같이 표시할 수 있다.

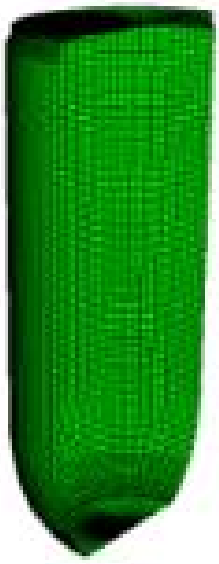
$$f_N = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{c}{m}} \quad [\mathrm{Hz}]$$

$$f_N = \frac{\sqrt{g}}{2\pi}\sqrt{\frac{c}{F}} \quad [\mathrm{Hz}]$$

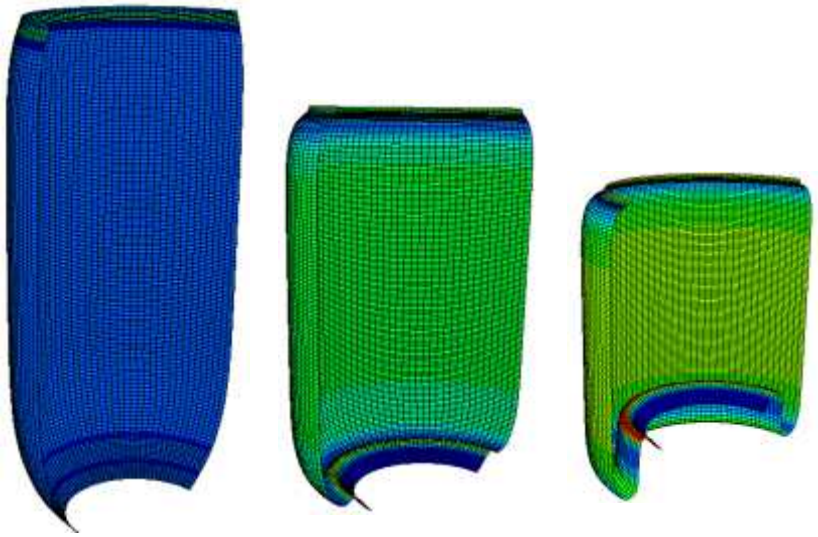
[식 A]

여기서, c는 스프링 강성, m은 지지 질량을 나타낸다.

(7) 에어스프링 해석

	
에어스프링 모델	BELLOWS 모델

- 아래 그림은 모델링을 해석하여 구현 된 에어스프링의 응력 분포를 나타낸다.

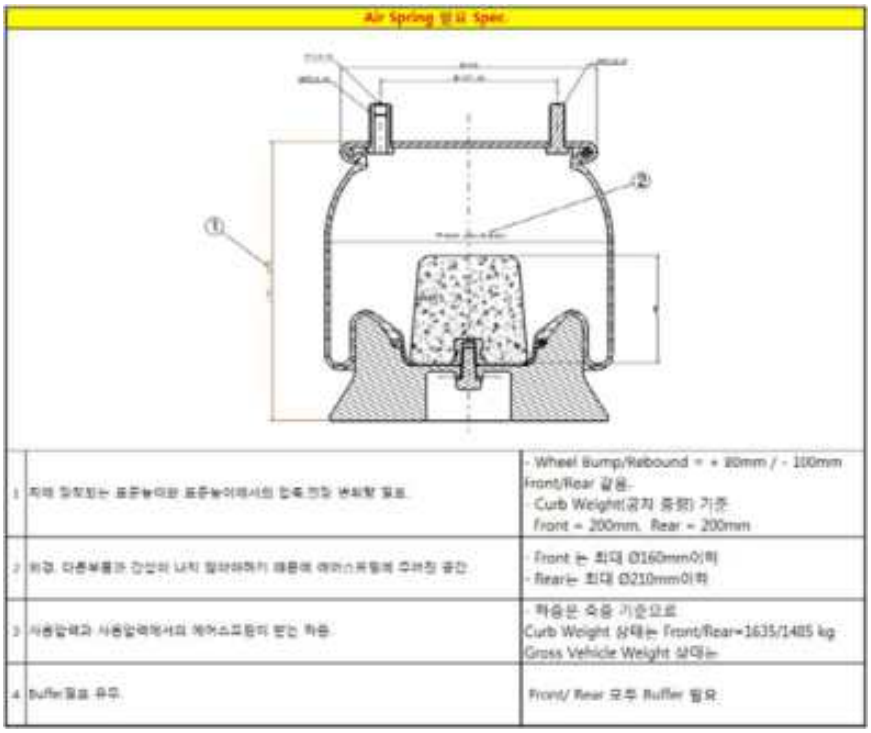


에어스프링 수직변위에 대해 변형된 에어스프링의 응력분포

(8) 에어스프링 형상설계

- 주어진 에어스프링의 필요 Spec.을 충족시키는 형상설계는 다음 표와 같음.

에어스프링의 필요 Spec.

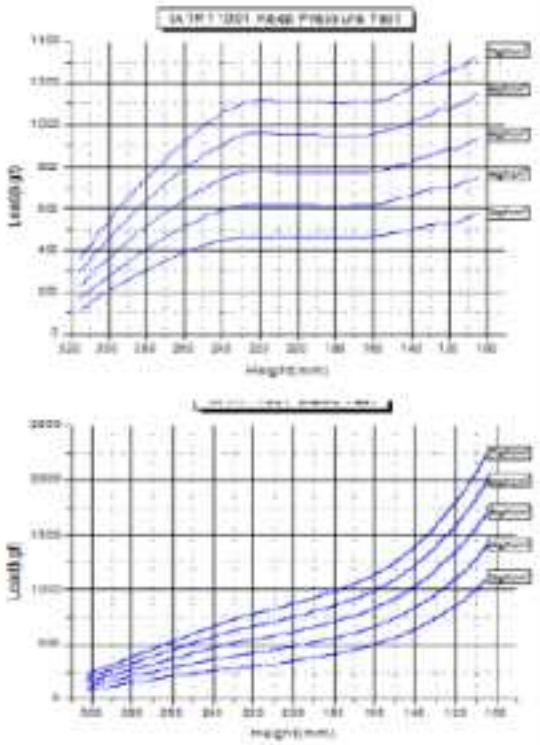


Air Spring 필요 Spec.	
1 차량 장착되는 프론트아이와 프론트아이시스의 간격 안정 변화량 필요.	· Wheel Bump/Rebound = + 80mm / - 100mm Front/Rear 같음. · Curb Weight(공차 중량) 기준 Front = 200mm, Rear = 200mm
2 위경, 다른부품과 간섭의 나지 않아야하기 때문에 에어스프링에 주어진 공간	· Front 는 최대 Ø160mm이하 · Rear는 최대 Ø210mm이하
3 사용압력과 사용압력에서의 에어스프링이 받는 하중	· 하중은 측정 기준으로 Curb Weight 상태는 Front/Rear=1635/1485 kg Gross Vehicle Weight 상태는
4 Buffer필요 유무.	Front/ Rear 모두 Buffer 필요

- 형상설계는 CAE해석, 유사제품 개발 경험을 통해 이루어지며, 모델링 및 하중-변위 그래프는 그림과 같음.



< 모델링 >



< 하중-변위 그래프 >

에어스프링의 모델링 및 하중-변위 그래프

(10) 에어스프링 실차적용을 위한 내구 테스트를 실시하였으며 연구내용은 KS규격에서 요구하는 100만회의 2배에 해당하는 200만회를 진행하여 기준에 만족하는 결과를 산출 함.

- 연구수행 방법(이론적·실험적 접근방법)은 실차 적용 시 발생하는 내구성 확인하였으며, KS R 2507 트럭·버스용 공기스프링의 하면 내구시험은 표준 높이를 유지하고, 상용 최고 내압의 공기를 봉입한 다음 1Hz~3Hz로 반복 진동 변위를 줘서 확인함.

(11) 에어스프링 원재료 배합설계 및 제조 공정의 최적화를 위하여 중형 저상버스에 적용될 에어스프링 고무의 배합 및 특성을 1차년도에 실시하였고, 이후 전문가와 협의를 꾸준히 추진하여 다른 특성을 만족 시키면서 인장강도가 높은 고무배합에 성공함.

(12) 인장강도가 높을 경우 파괴하중을 높일 수 있으며 내구성능이 좋아져서 필드 크FP임이 적어질 것으로 판단됨.

- 연구수행 방법(이론적·실험적 접근방법)은 KS M 6518 가황 고무 물리 시험 방법을 적용 중형 저상버스 에어스프링에 적합한 고무 배합 설계 연구를 수행하였음.
- Lab test 검증 및 실차 일반내구(목표 마일리지 50,000㎞) 평가를 통하여 검증 완료함.

(13) 에어스프링의 성능을 확인하기 위해 KS규격에 준하여 기밀시험, 압력시험, 유효수압면적측정, 팽창외경 측정, 수직지지하중 측정, 정강성시험, 동강성 시험, 내용적시험, 파괴시험, 내구시험을 실시함.

- 연구수행 방법(이론적·실험적 접근방법)은 설계시 반영한 에어스프링 성능 평가를 실시하였으며, KS R 2057 트럭·버스용 공기스프링 의한 특성 실험 실시함.

(14) 에어스프링의 원재료 QUALITY TEST를 실시한 결과는 그림과 같음.

시험항목		시험방법	Quality 기준	TEST RESULT
인장강도	내층	KS M 6518	>153 Kg/cm²	159.15 Kg/cm²
	외층			
연신율	내층	KS M 6518	>400%	488%
	외층			
노화시험 (70±1℃,96hr)	인장강도 변화율	KS M 6518	± 20% 이내	0.8%
	신장율 변화율	KS M 6518	± 20% 이내	-2.24%
Dynamic Crack Test (300 ±10 Cycle/min 20만회)		KS M 6695	균열 없음	**균열 없음**
오존균열시험 (50 ± 5pphm,40℃, 20%신장, 72hr)		KS M 6518	균열 없음	**균열 없음**

에어스프링 원재료 QUALITY TEST 결과

번호	검사 항목	판정 기 준	시험기준	FRT	RR
1	기밀 시험	압력강하 0.2kgf/cm²이하 (사용압, 24hr)	KS(R2057, R4001)	Test 완료	Test 완료
2	압력 시험	사용 압 2.5배 일 때, 각부에 이상이 없을 것	KS(R2057, R4001)	Test 완료	Test 완료
3	유효수압면적	SH일 때, (P =사용압)	KS(R2057, R4001)	Test 완료	Test 완료
4	팽창외경	SH일 때, (P =사용압)	KS(R2057, R4001)	Test 완료	Test 완료
3	수직지지하중	SH일 때, (P =사용압)	KS(R2057, R4001)	Test 완료	Test 완료
6	정적 스프링 특성	특성확인(P =사용압)	KS(R2057, R4001)	Test 완료	Test 완료
7	동적 스프링 특성	특성확인(P =사용압)	KS(R2057, R4001)	Test 완료	Test 완료
8	내용적 시험	특성확인	KS(R2057, R4001)	Test 완료	Test 완료
9	내구 시험	1Hz, 200만Cycle 각부에 이상이 없을 것	KS(R2057, R4001)	Test 완료	Test 완료
10	파괴 시험	파괴 압력 >20 Kg/cm²	KS(R2057, R4001)	Test 완료	Test 완료

에어스프링 원재료 QUALITY TEST 결과

(15) FRONT 에어스프링 QUALITY TEST를 실시한 결과는 그림과 같음.

번호	검사 항목	판정 기 준	시험기준	Test Result
1	기밀 시험	압력강하 0.2kgf/cm²이하 (7kgf/cm², 24hr)	KS(R2057, R4001)	**0.04** kgf/cm²
2	압력 시험	사용 압 2.5배(17.5kgf/cm²) 일 때 ,각부에 이상이 없을 것	KS(R2057, R4001)	이상 없음
3	유효수압면적	SH=201mm일 때, (P =7 Kg/cm²)	KS(R2057, R4001)	**194.4** cm²
4	팽창외경	SH=201mm일 때, (P =7 Kg/cm²)	KS(R2057, R4001)	**189** mm
3	수직지지하중	SH=201mm일 때, (P =7 Kg/cm²)	KS(R2057, R4001)	**1339** kgf
6	정적 스프링 특성	특성확인 (P =7 Kg/cm²)	KS(R2057, R4001)	**10.92** kgf/mm
7	동적 스프링 특성	특성확인 (P =7 Kg/cm²)	KS(R2057, R4001)	**16.48** kgf/mm
8	내용적 시험	특성확인	KS(R2057, R4001)	**2.90** L
9	내구 시험	1Hz, 200만Cycle 각부에 이상이 없을 것 (7kgf/cm², ±30mm)	KS(R2057, R4001)	**완료**이상없음
10	파괴 시험	파괴압력 > 20 Kg/cm²	KS(R2057, R4001)	**28** kgf/cm²

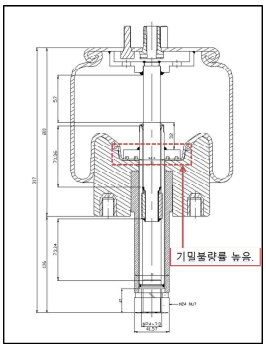
FRONT 에어스프링 QUALITY TEST 결과

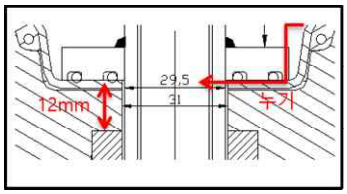
(16) REAR 에어스프링 QUALITY TEST를 실시한 결과는 그림과 같음.

번호	검사 항목	판정 기 준	시험기준	Test Result
1	기밀 시험	압력강하 0.2kgf/cm²이하 (6.5kgf/cm², 24hr)	KS(R2057, R4001)	**0.04** kgf/cm²
2	압력 시험	사용 압 2.5배(16.25kgf/cm²) 일 때 ,각부에 이상이 없을 것	KS(R2057, R4001)	이상 없음
3	유효수압면적	SH=267.6mm일 때, (P =6.5 Kg/cm²)	KS(R2057, R4001)	**233.53** cm²
4	팽창외경	SH=267.6mm일 때, (P =6.5 Kg/cm²)	KS(R2057, R4001)	**214.5** mm
3	수직지지하중	SH=267.6mm일 때, (P =6.5 Kg/cm²)	KS(R2057, R4001)	**1556** kgf
6	정적 스프링 특성	특성확인(P =6.5 Kg/cm²)	KS(R2057, R4001)	**10.80** kgf/mm
7	동적 스프링 특성	특성확인(P =6.5 Kg/cm²)	KS(R2057, R4001)	**15.73** kgf/mm
8	내용적 시험	특성확인	KS(R2057, R4001)	**4.22** L
9	내구 시험	1Hz, 200만Cycle 각부에 이상이 없을 것 (6.5kgf/cm², ±30mm)	KS(R2057, R4001)	**완료**이상없음
10	파괴 시험	파괴압력 > 20 Kg/cm²	KS(R2057, R4001)	**26** kgf/cm²

REAR 에어스프링 QUALITY TEST 결과

(17) 시작차량 1호, 2호의 프런트 에어스프링 조립 후 좌굴현상이 발생하여 초기 개선은 내부에 중앙 샤프트를 설치하여 프런트 에어스프링을 제작하였으나, 샤프트 실링 부분의 플레이트가 프레스 및 용접 가공물을 사용하여 기밀 불량률이 높은 문제점이 그림과 같이 발생함.



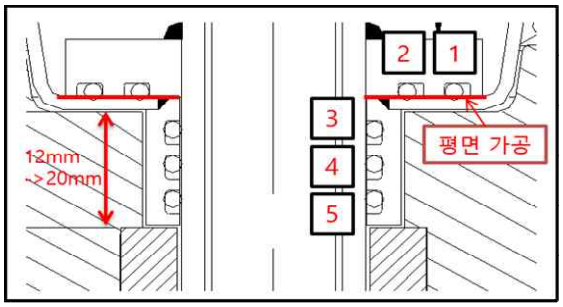


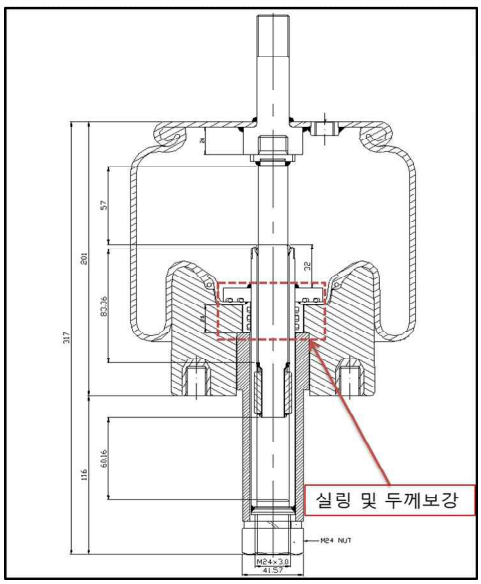


프런트 에어스프링 기밀 부량에 따른 누기 발생

(18) 시작차량 3호부터 적용된 최종개선 사양은 샤프트 추가하여 프런트 에어스프링 기밀성능 향상시킴. 그림과 같으며 변경 내용은,

- 내부 기밀 불량 우려 위치에 실링을 추가 보강(2EA → 5EA)
- 실링부 평면가공
- 피스톤 중앙 부분 집중 하중에 의한 파손 예상 되어 두께를 보강함.(12㎜ → 20㎜)





프런트 에어스프링 기밀성능 향상된 사양

(19) 에어스프링 강도내구 시험

- FRONT & REAR 에어스프링의 수직강도 내구성을 시험 평가하기 위하여 시험을 실시하였으며 시험 방법은 그림과 같음.

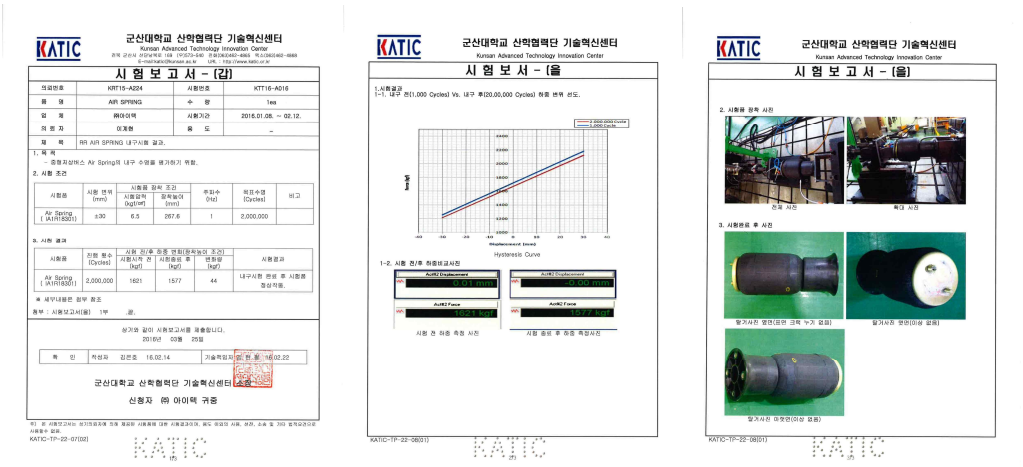


에어스프링 강도내구 시험

- FRONT & REAR 에어스프링 수직강도 내구시험(Stroke ±30mm, Tilt Angle 5°) 결과,
- FRONT 에어스프링은 수직 강도 내구시험 200만회 완료 후, Air 누기 없이 정상상태를 유지함.
- REAR 에어스프링은 200만회 내구시험 완료 후, 에어 누기 없이 정상 작동함.

시 험 품		시험 조건					시험 결과				판 단
		변위 (mm)	압력 (kg/cm^2)	장착 높이 (mm)	주파수 (Hz)	목표 수명 (Cycle)	시험 전 하중 (kg)	시험 후 하중 (kg)	하중 변화량 (kg)	Air Leak 여부	
Air Spring	FRT (P/No:7424100200)	± 30	7	201	1	200 만	1,375	1,366	9 (0.6%)	없음	OK
	RR (P/No:7423508000)		6.5	267.6			1,621	1,577	44 (2.7%)	없음	OK

에어스프링 강도내구 시험 결과



에어스프링 강도내구 시험 결과 보고서

파) 중형저상버스 상세설계 배포 내용

(1) 표준모델 1차 배포 현황

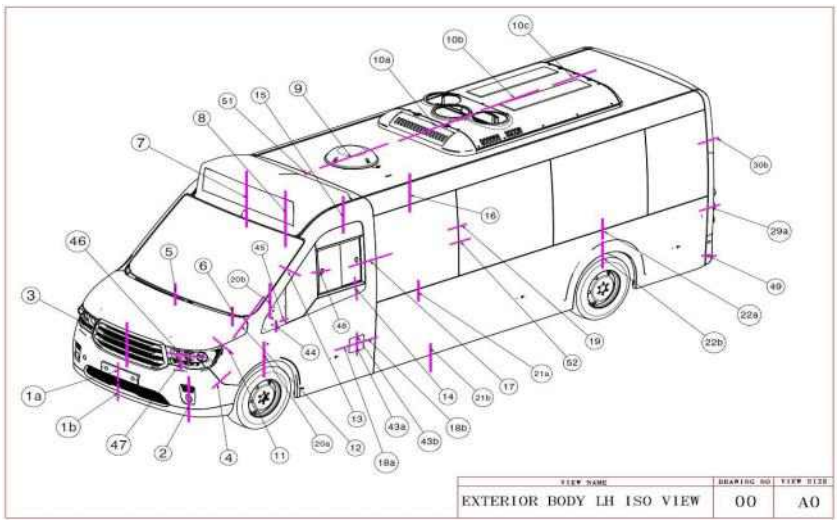
성과물	UNDER BODY	UPPER BODY	CLOSURE	EXTERIOR	INTERIOR	IP	HVAC	ELECTRIC	CHASSIS	HEAT & FLUID	TOTAL
3D DATA	783	563	132	265	359	143	123	134	380	173	3055
2D DWG	576	326	90	128	352	118	123	104	382	173	2372

(2) 표준모델 2차 배포 현황

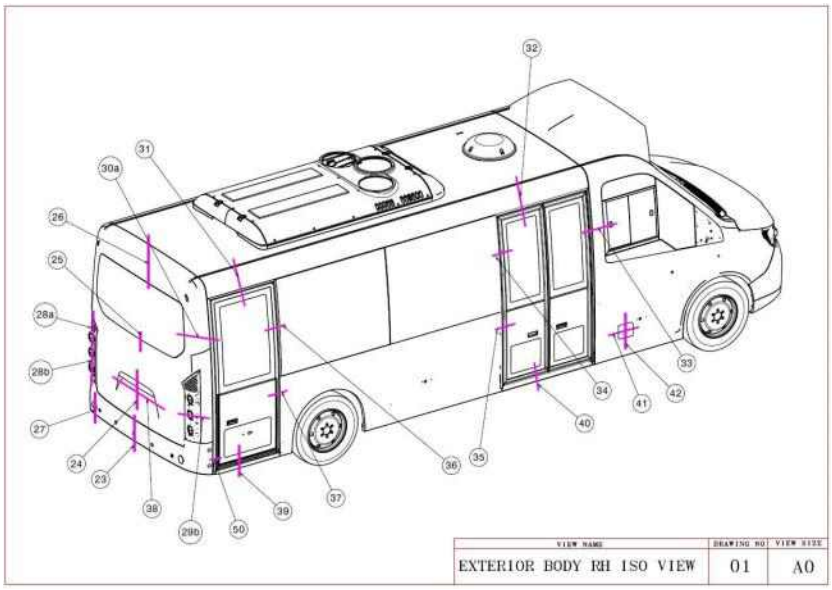
성과물	UNDER BODY	CLOSURE	INTERIOR	ELECTRIC	HVAC	CHASSIS
3D DATA	1144	11	225	8	32	27
2D DWG	847	4	225	8	32	27

(3) Master Section Book 배포 현황

- 익스테리어 : 2015. 11. 30. 배포 완료하였으며 결과물 중 샘플은 그림과 같음.

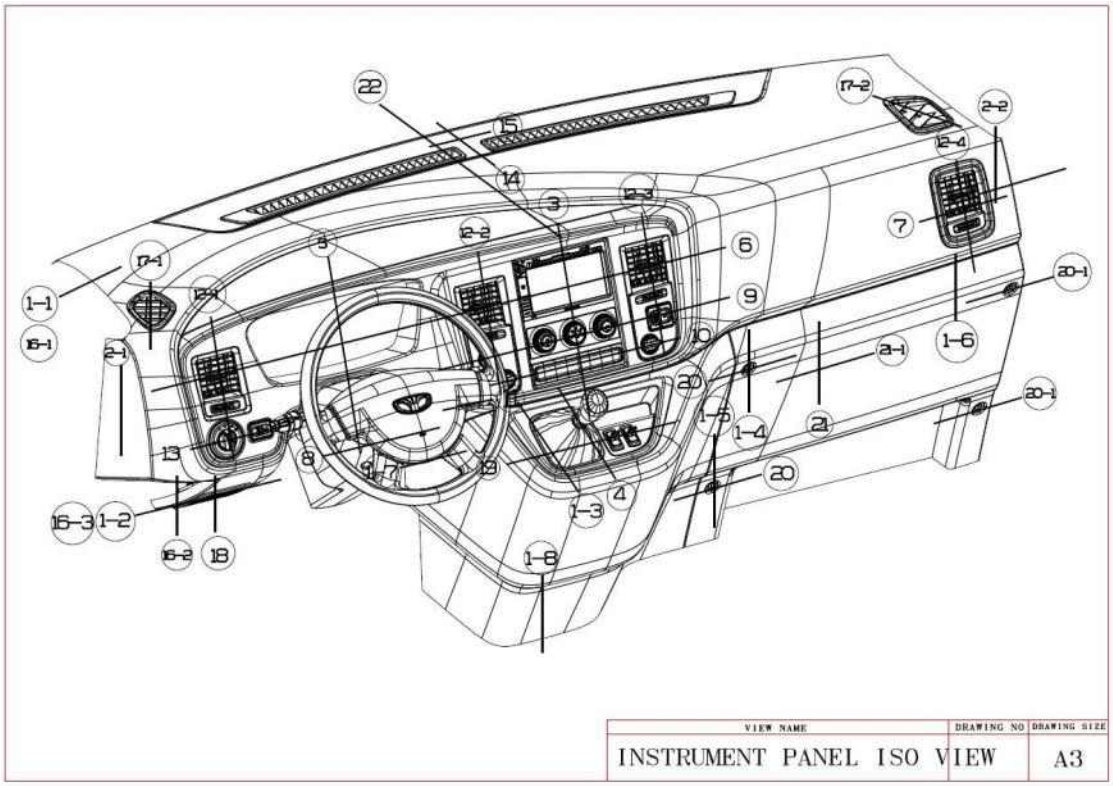


익스테리어 바디 LH ISO VIEW

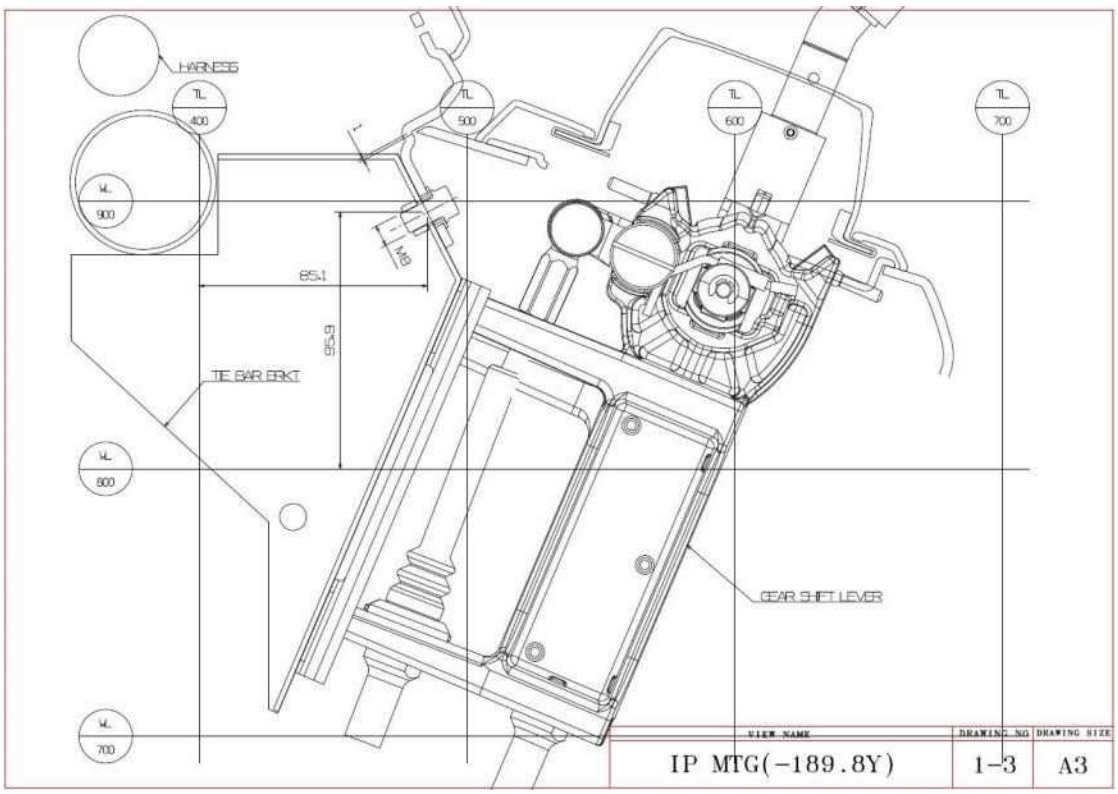


익스테리어 바디 RH ISO VIEW

- 인스트루먼트 판넬 : 2016. 01. 14. 배포 완료하였으며 결과물 중 샘플은 그림과 같음.



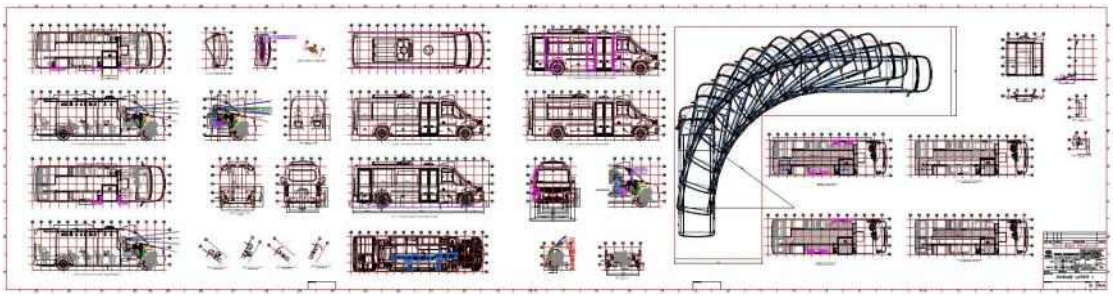
인스트루먼트 판넬 ISO VIEW



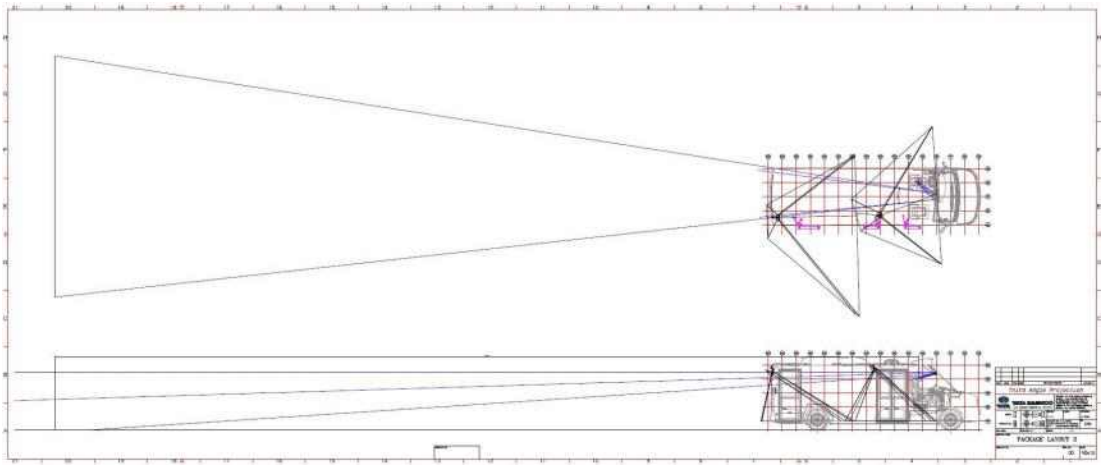
인스트루먼트 판넬 마운팅(-189.8Y 좌표)

(4) 시스템 레이아웃 도면 배포 내용

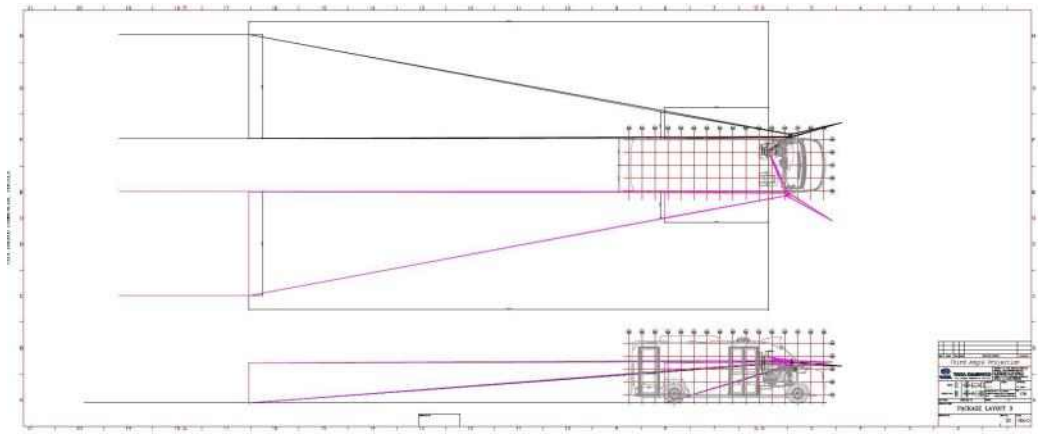
- 시스템 OVERALL 레이아웃 도면은 그림과 같음.



시스템 오버롤 레이아웃 도면



아웃사이드 리어뷰 미러 & 스텝 미러 비젼 도면



아웃사이드 리어뷰 미러 비젼 도면

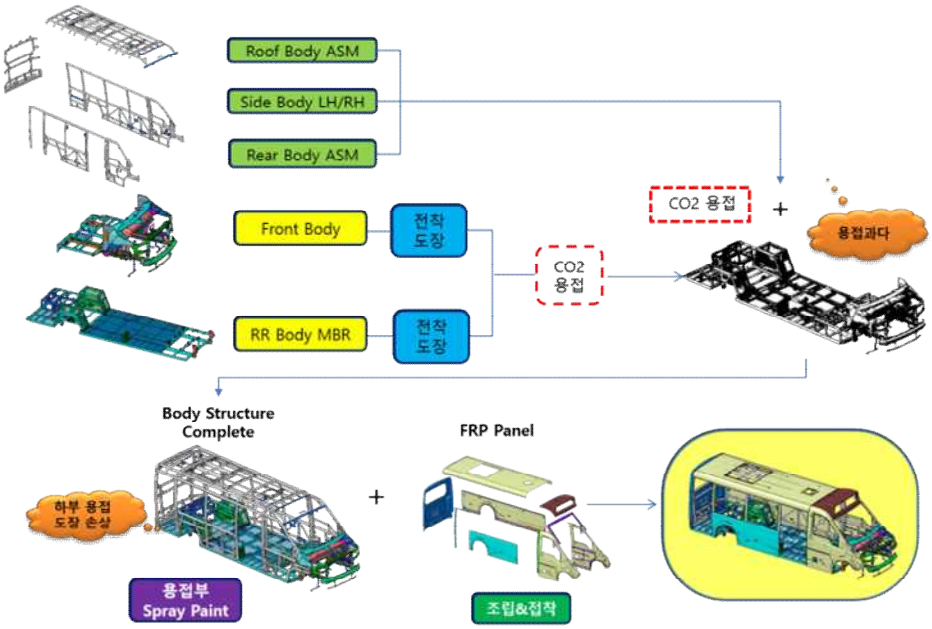
(5) 중형저상버스 BODY STRUCTURE 조립방법 변경에 따른 설계보완 내용

(가) 시작차량 1호, 2호 차량의 바디 스트럭쳐의 제작 시 아래 표와 같은 문제점이 발생하여 시작차량 3대(3호,4호,5호) 제작 시 도장 및 조립 방법 등을 개선하여 내구성을 증대함.

시작차량 1호, 2호 차량의 바디 스트럭쳐 제작 문제점

순	문제점
1	스트럭쳐 용접부 과다로 인한 작업성, 생산성 저하
2	용접 후, Grinding으로 인한 강도 저하 우려
3	전착 도장 후 용접으로 인한 도장 손상
4	사각관 전착시 내식성 불리
5	와이어링 하네스 및 호스류 통과 ROUTE 미확보(LONGI MEMBER 하단 위치)

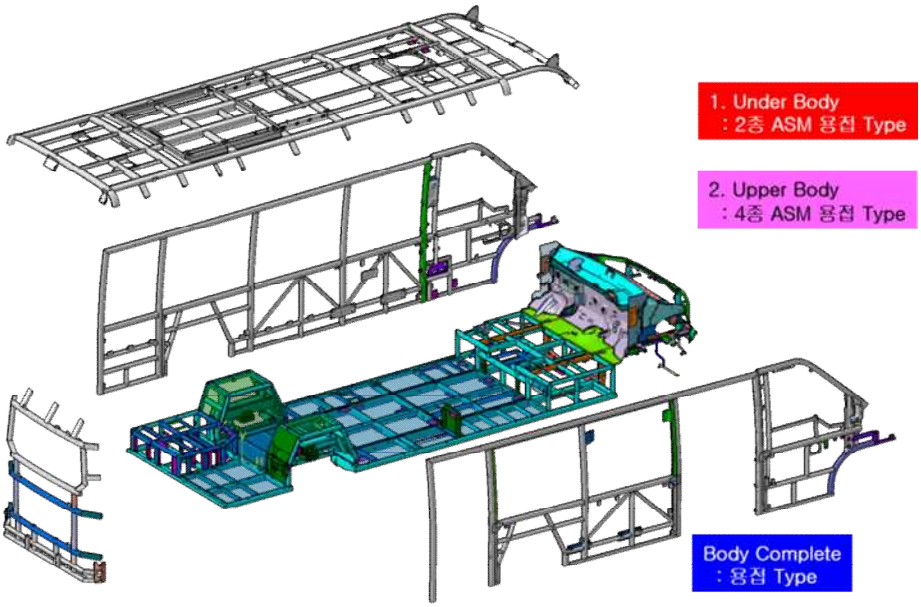
(나) 시작차량 1호, 2호 차량의 바디 컴플리트 제작 프로세스는 그림과 같음.



바디 컴플리트 제작 프로세스(시작차량 1호, 2호)

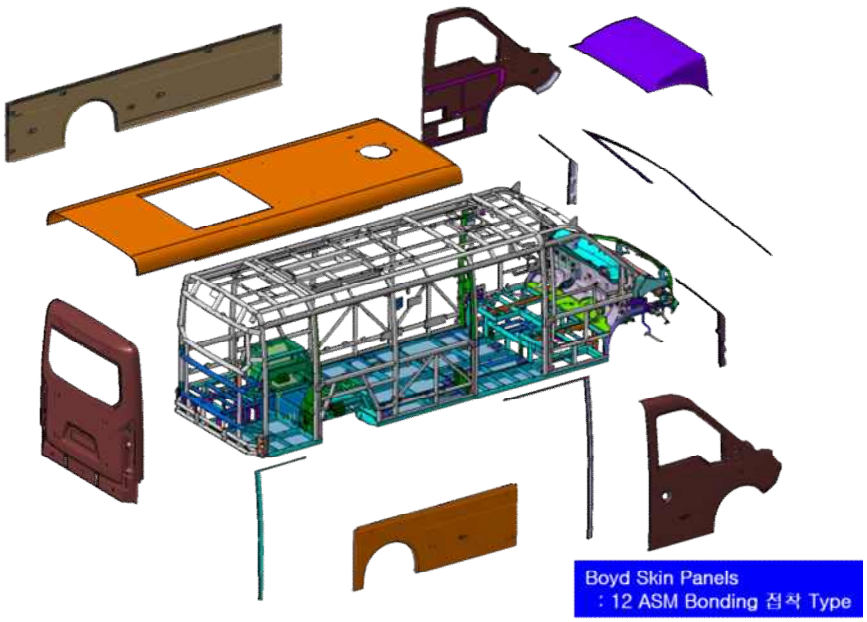
- 바디 컴플리트의 바디 스트럭쳐는 루프바디 어셈, 사이드 바디 좌/우, 리어바디 어셈, 프런트바디, 리어바디 멤버로 총 6종으로 구성.
- 프런트 바디, 리어바디 멤버는 각각 전착도장 실시한 후 CO2 용접함.
- 프런트 바디, 리어바디 멤버 CO2 용접된 스트럭쳐에 JIG를 이용하여 각 루프바디 어셈, 사이드 바디 좌/우, 리어바디 어셈을 CO2 용접하여 바디 스트럭쳐 컴플리트를 완성한 다음 스프레이 도장을 실시함.
  ☞ CO2 용접과다 발생 및 차체 하부 용접부 도장 손상 문제점이 발생함
- 12종의 바디스킨 판넬을 본딩 접착 타입으로 바디 스프럭쳐 컴플리트에 부착하여 바디(차체)를 완성함.

- 바디 스트럭쳐 분해도는 아래 그림과 같음.



바디 스트럭쳐 분해도(시작차량 1호, 2호)

- 바디스킨 판넬 분해도는 아래 그림과 같음.



바디스킨 판넬 분해도(시작차량 1호, 2호)

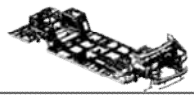
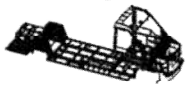
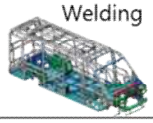
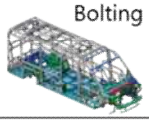
(다) 시작차량 3호, 4호, 5호 차량의 바디 스트럭쳐는 시작차량 1호, 2호 제작 시 몇 가지 생산성을 개선하기 위하여 아래 표와 같이 변경하여 제작함.

시작차량 3호, 4호, 5호 차량의 바디 스트럭쳐 제작 개선 내용

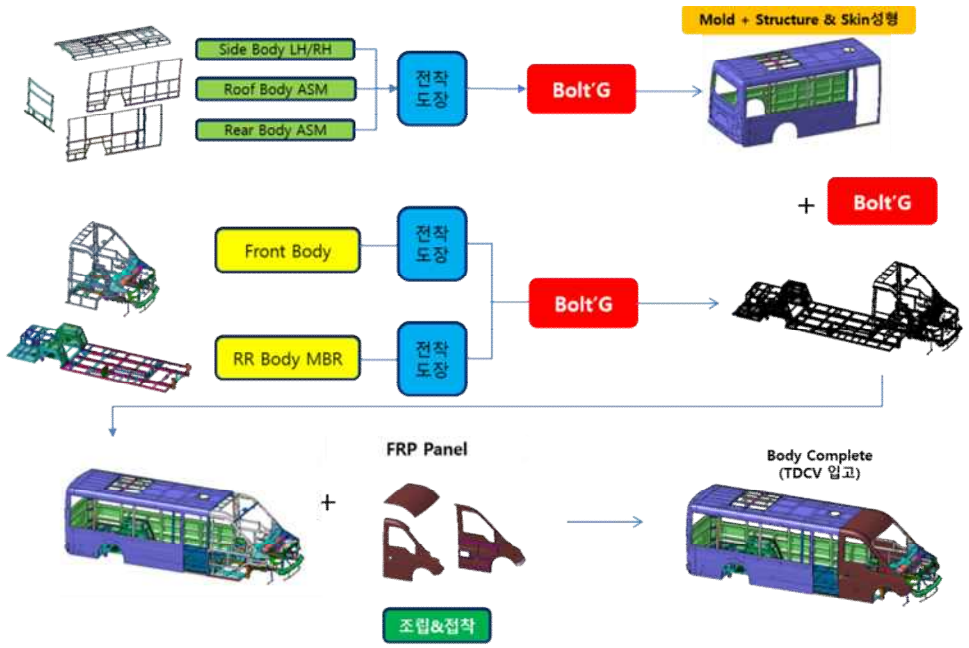
순	개선 내용
1	내식성이 요구되는 부위의 Open 부재 적용
2	조립방법을 용접에서 볼팅조립 타입으로 변경
3	용접부 축소
4	와이어링 하네스 및 호스류 통과 ROUTE 반영

(라) 시작차량 1호, 2호와 시작차량 3호, 4호, 5호 차량의 바디 스트럭쳐를 비교 요약하면 아래 표와 같음.

시작차량 1호&2호 VS 시작차량 3호&4호&5호 바디 스트럭쳐 비교

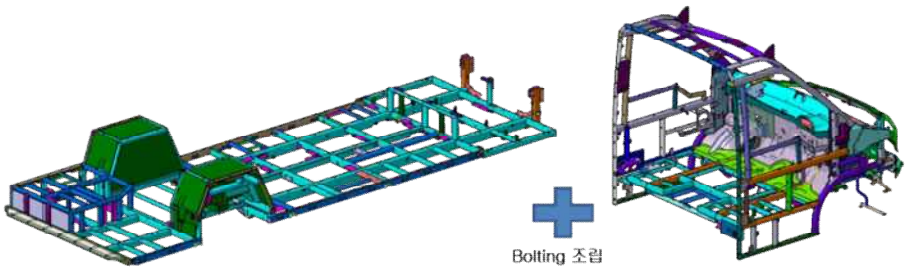
		#1, #2	#3, #4, #5	비고
Under Body	FRT Under	Press 	Press 	용접 후 전착
	RR MBR	사각관 	Open 부재 	용접 후 전착
	조립	Welding 	Bolting 	
Upper Body	조립	Welding 	Welding 	용접 후 전착
Body Complete 조립		Welding 	Bolting 	

(마) 시작차량 3호, 4호, 5호 차량의 바디 컴플리트 제작 프로세스는 그림과 같음.



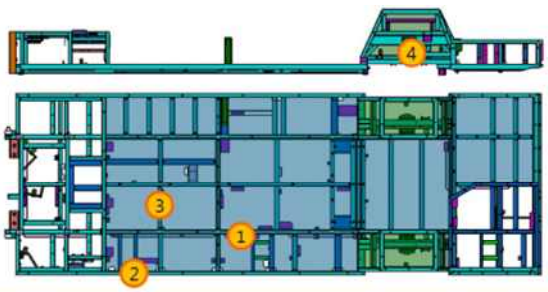
바디 컴플리트 제작 프로세스(시작차량 3호, 4호, 5호)

- 프런트 바디, 리어바디 멤버는 각각 전착도장 실시한 후 볼팅하여 언더바디 어셈을 제작함.



프런트 바디와 리어바디 볼팅하여 언더바디 제작

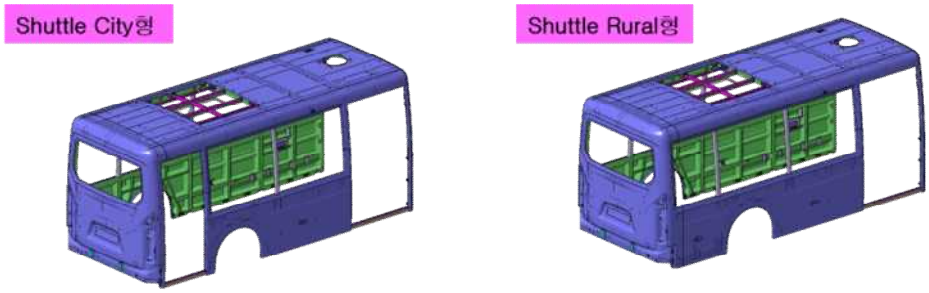
- UNDER BODY STRUCTURE 사각관에서 Ω타입의 OPEN 부재를 적용하여 내식성을 증대함.



No.	Name	Current	Proposal
1	Longi MBR	40 X 100 SQ Pipe	Cross MBR 사이 Patch 추가
2	Rocker MBR	40 X 60 SQ Pipe	
3	Corss MBR	40 X 40 SQ Pipe 50 X 100 SQ Pipe	Cross MBR
4	RR Wheel MBR	40 X 60 SQ Pipe	Longi MBR와 연결된 구조 형태 보완 횡하중 보강 추가 + 종하중 구조 단순화

언더바디 오픈부재 적용

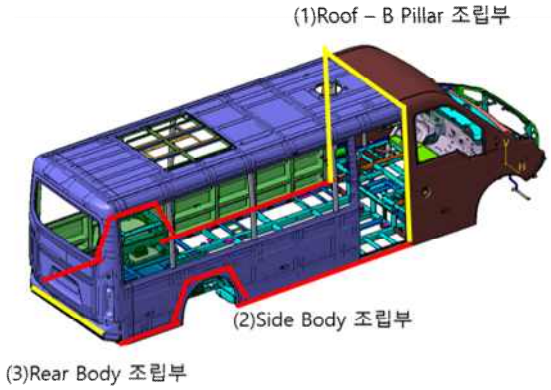
- 일체형 어퍼바디를 제작함.



일체형 어퍼바디 제작

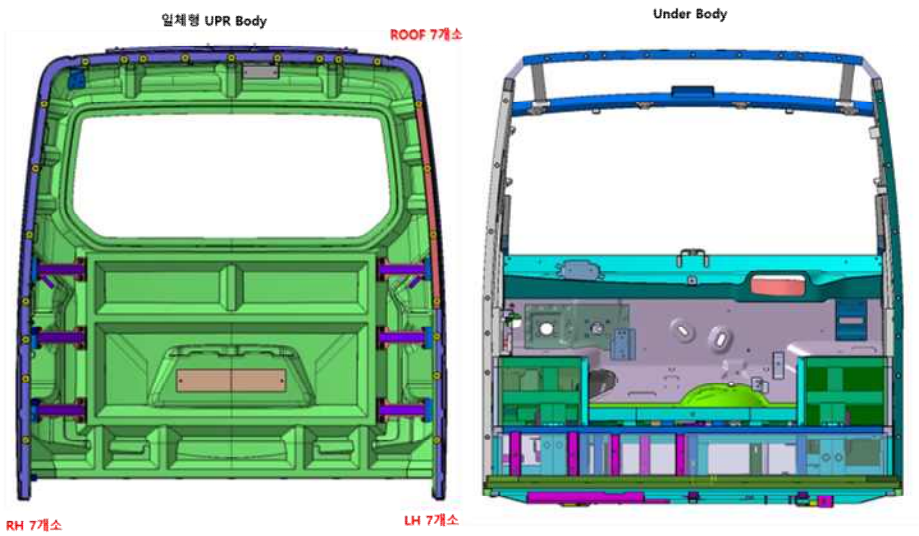
- 일체형 어퍼바디 적용을 통하여 무게절감을 실시함 (302kg → 255kg, 15% 절감)

- 바디 컴플리트 볼팅 조립부는 그림과 같음.



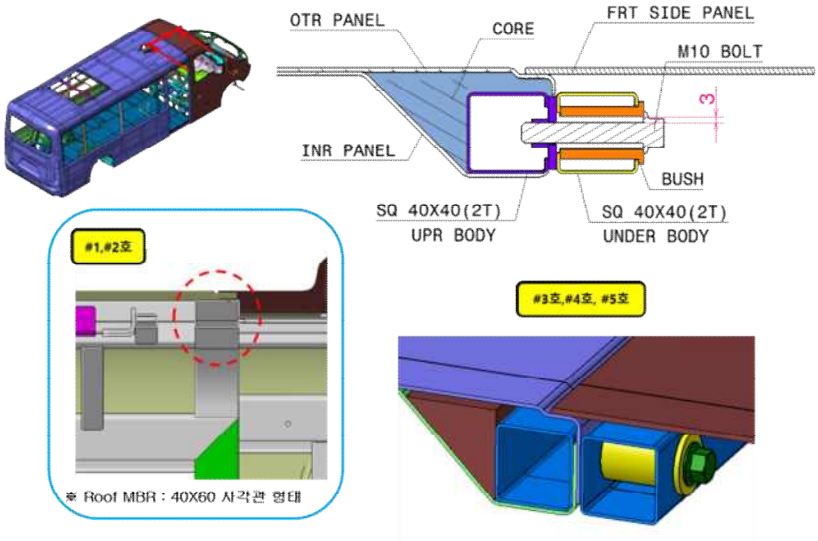
바디 컴플리트 볼팅 조립부

- 바디 B PILLAR와 ROOF 조립은 총 21개소를 볼팅 조립하며,(ROOF 7개소, B PILLAR 좌/우 각 7개소) 그림과 같음.



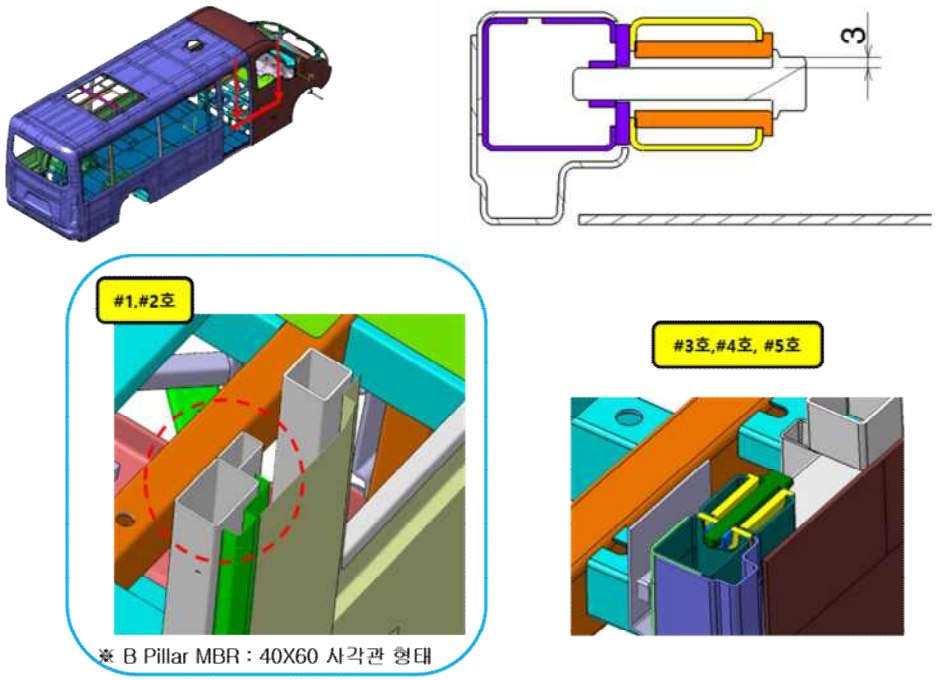
바디 B PILLAR와 ROOF 볼팅 조립

- ROOF 상단 조립은 언더바디 멤버에 BUSH적용 (X 방향 FRONT에서 BOLTING). BUSH & BOLT CLEARANCE 3mm (BOLT:M10, BUSH HOLE:Ø16) 그림과 같음.



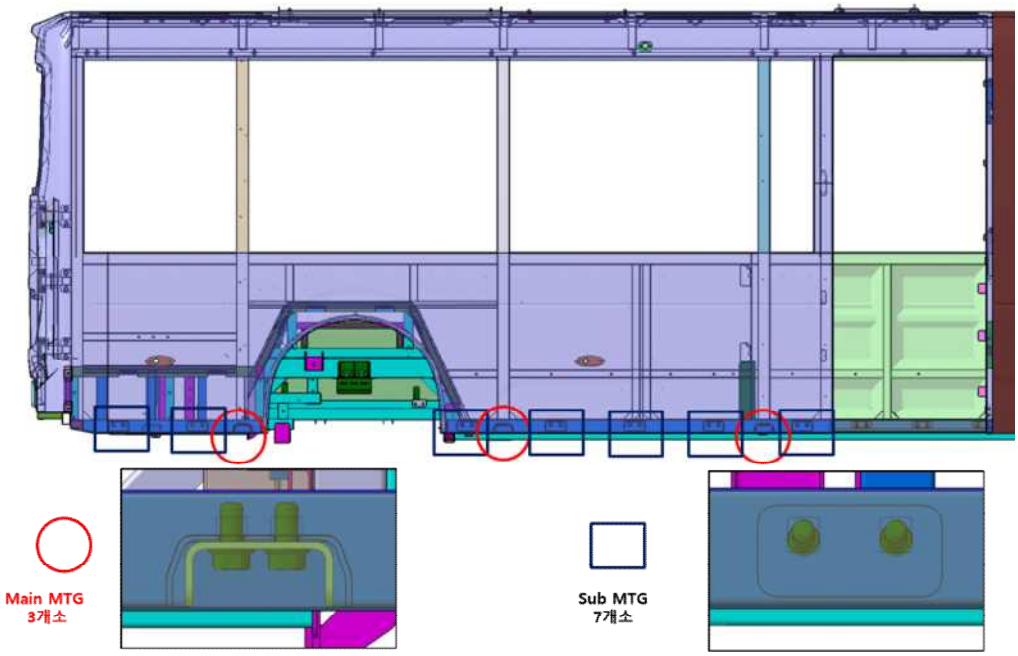
ROOF 상단 볼팅 조립

- B PILLAR 조립은 언더바디 멤버에 BUSH적용(X 방향 FRONT에서 BOLTING) BUSH & BOLT CLEARANCE 3mm(BOLT:M10, BUSH HOLE:Ø16) 그림과 같음.



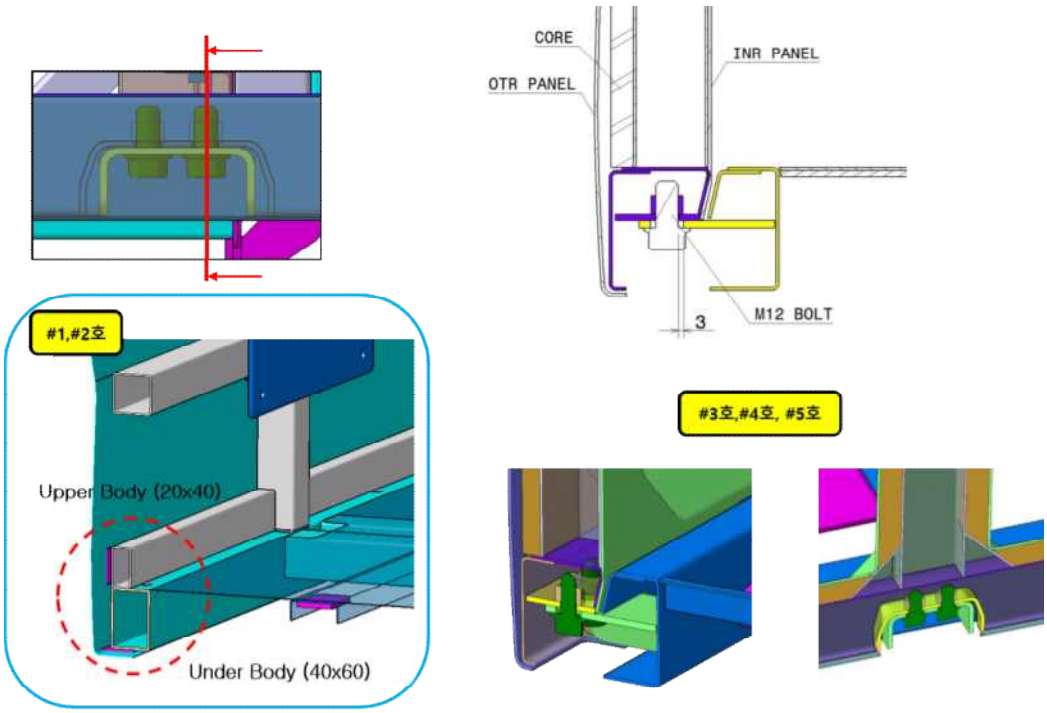
B PILLAR 볼팅 조립

- SIDE BODY 볼팅 연결 조립은 메인 마운팅 3개소와 서브 마운팅 7개소이며, 그림과 같음.



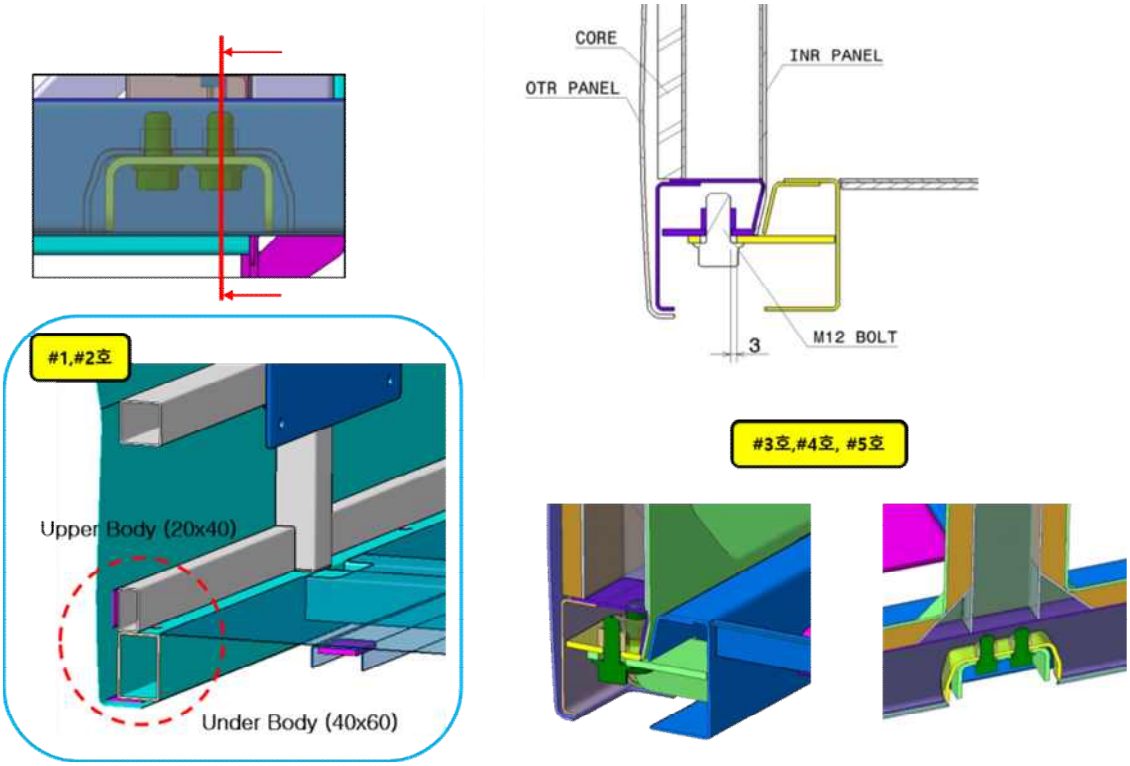
SIDE BODY 볼팅 조립

- SIDE BODY 볼팅 연결 조립의 메인 마운팅 3개소는 어퍼바디 로딩시 메인 마운팅 브라켓에 먼저 안착하여 조립하며, 그림과 같음.

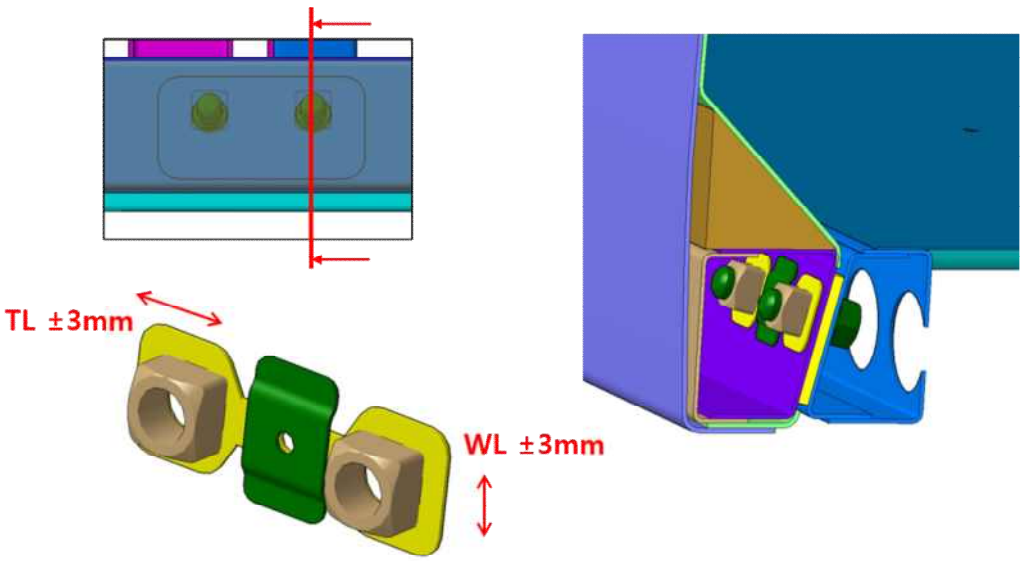


SIDE BODY 연결부 메인 마운팅 볼팅 조립

- SIDE BODY 볼팅 연결 조립의 서브 마운팅 7개소는 UPPER BODY LOADING 시 쉽게 안착할 수 있도록 GUIDE 역할하며 조립 시, 공차를 반영하여 STEEL SPACER를 끼운 후에 볼팅 조립하며, 그림과 같음.

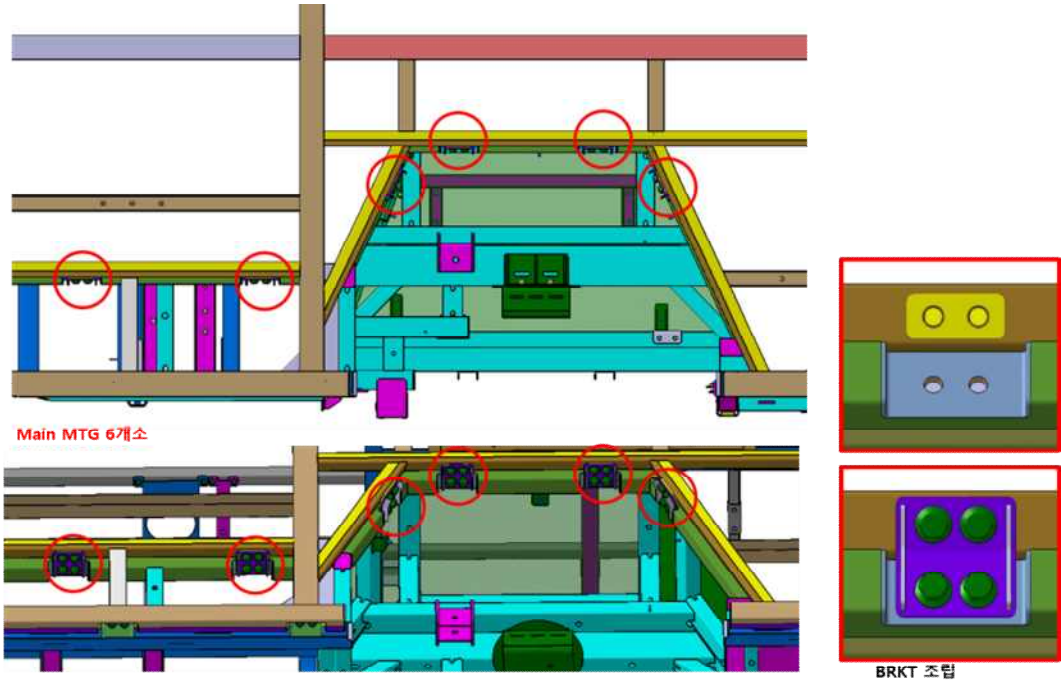


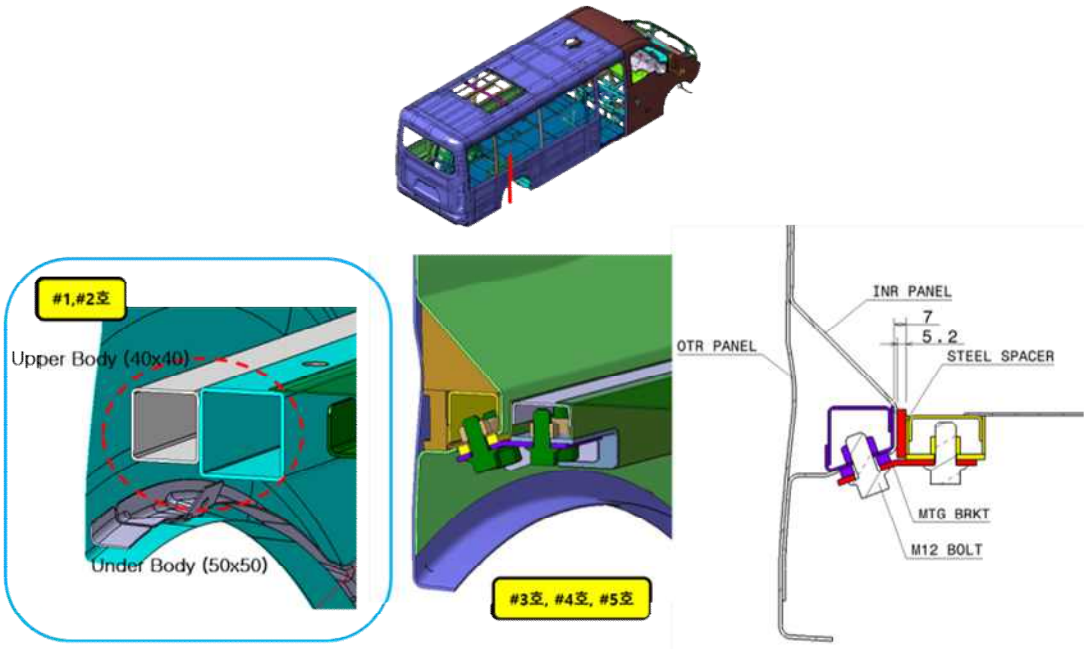
SIDE BODY 연결부 서브 마운팅 볼팅 조립



SIDE BODY 연결부 서브 마운팅 볼팅시 조립면에 NUT PLATE를 추가하여 공차 증대

- SIDE BODY 볼팅 연결 조립의 리어 휠 멤버 볼팅 조립은 메인 마운팅 6개소를 적용.
- UPPER BODY LOADING 시 쉽게 안착할 수 있도록 BODY GAP 설정함.
- 조립 시, 공차를 반영하여 STEEL SPACER를 끼운 후에 볼팅 조립함. 그림과 같음.

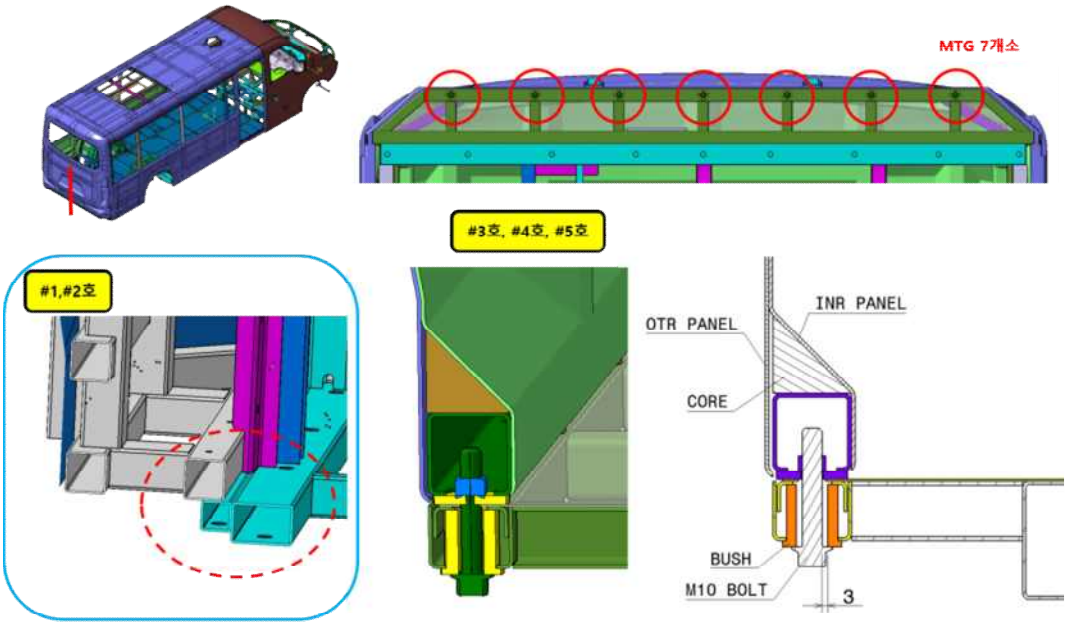




SIDE BODY 연결부 리어 휠 멤버 볼팅 조립

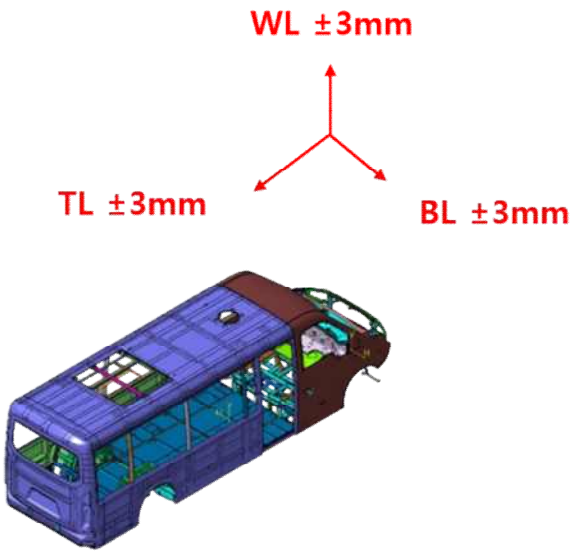
- 리어 BODY 볼팅 연결 조립은 UNDER BODY MEMBER에 BUSH적용(X 방향 FRONT에서 BOLTING)

- BUSH & BOLT CLEARANCE 3mm(BOLT:M10, BUSH HOLE:Ø16)적용 조립하였으며
  그림과 같음.



REAR BODY 연결부 볼팅 조립

- 바디 컴플리트 볼팅 조립공차는±3mm로 관리 조립하였으며, 그림과 같음.



바디 컴플리트 조립공차

(바) 시작차량 3호, 4호, 5호 차량의 바디 컴플리트 도장품질 확보

- 국내 경쟁사 차량(현대 카운티 버스, 자일대우 레스타 버스)은 BODY STRUCTURE ASSEMBLY 상태에서 전착 도장을 실시하며, 그림과 같음.



경쟁사 차량 전착도장

- 타타대우는 중·대형 트럭을 생산하는 제조 공장의 특성상 경쟁사 버스와 동일한 조건의 전착 도장을 실시할 수 있는 전착 탱크 사이즈가 작으며, 도장공장 신축 및 설비투자비가 과대 발생하기에 외주업체를 통하여 이를 해소함.

- 또한 BODY STRUCTURE ASSEMBLY는 대물 & 중량물 부품 특성상 제조공장근거리에 위치해야하는 제약 조건이 있음.

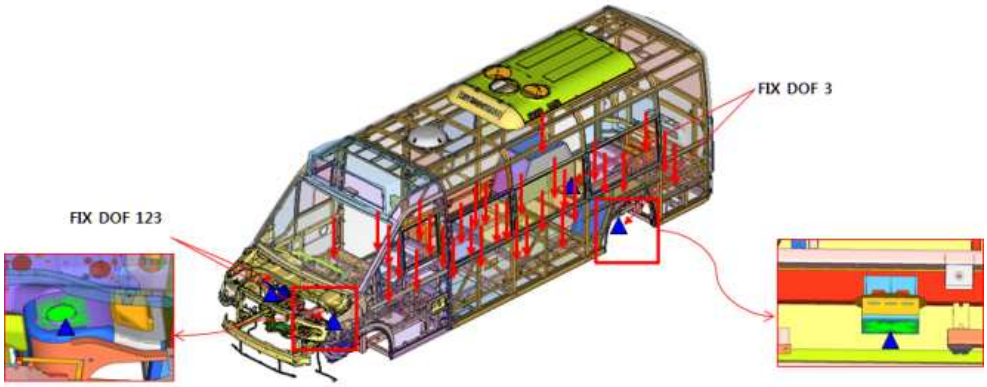
- 이에 중형저상버스 표준모델 차량은 BODY STRUCTURE ASSEMBLY 조립 방법을 볼팅 & OPEN형 부재를 이용하여 도장품질을 확보함.

하) 중형저상버스 BODY STRUCTURE 조립방법 변경에 따른 차체 강성 및 내구 성능에 대한 CAE 해석을 통한 설계 검증 및 설계 개선 내용

(1) 바디 스트럭쳐의 조립방법이 변경됨에 따라서 차체 강성 및 내구성능 만족 여부에 대하여 CAE 해석을 실시하였으며, 해석 결과 설계사양 보완이 필요한 부분에 대하여 개선안을 제시함.

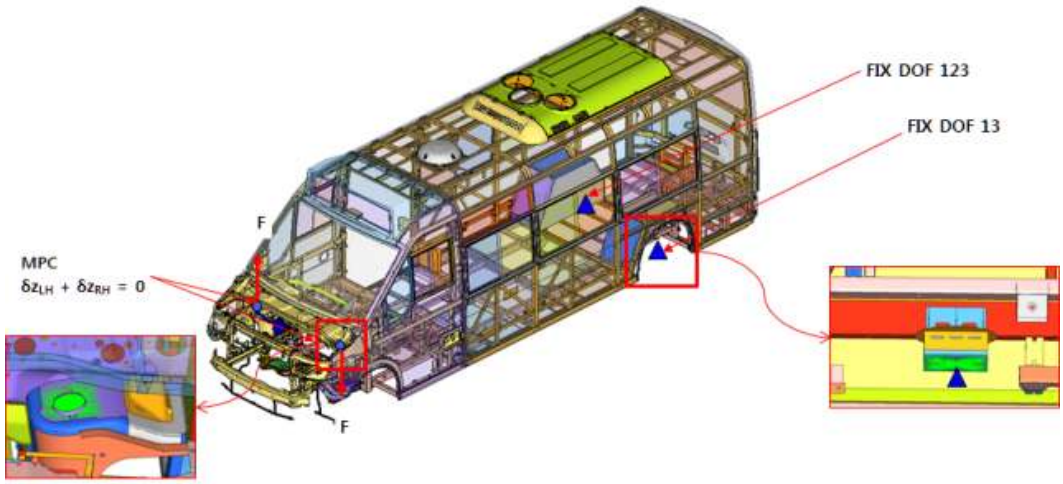
(2) 제시된 CAE 해석결과를 근거하여 시작차량 3대(3호,4호,5호)의 상세설계 및 차량 제작을 실시함.

(가) 차체 BENDING STIFFNESS 해석 조건



- Boundary Condition : Fix x,y,z-translational DOF at the Front strut Mount
  Fix z-translational DOF at the Rear Air spring Mount
- Load Condition : 1666N Load Applied at the each Seat Location
  : 12 points for seat positions, 18points for standing passengers.
- Analysis Condition : Linear-Static Analysis using Nastran

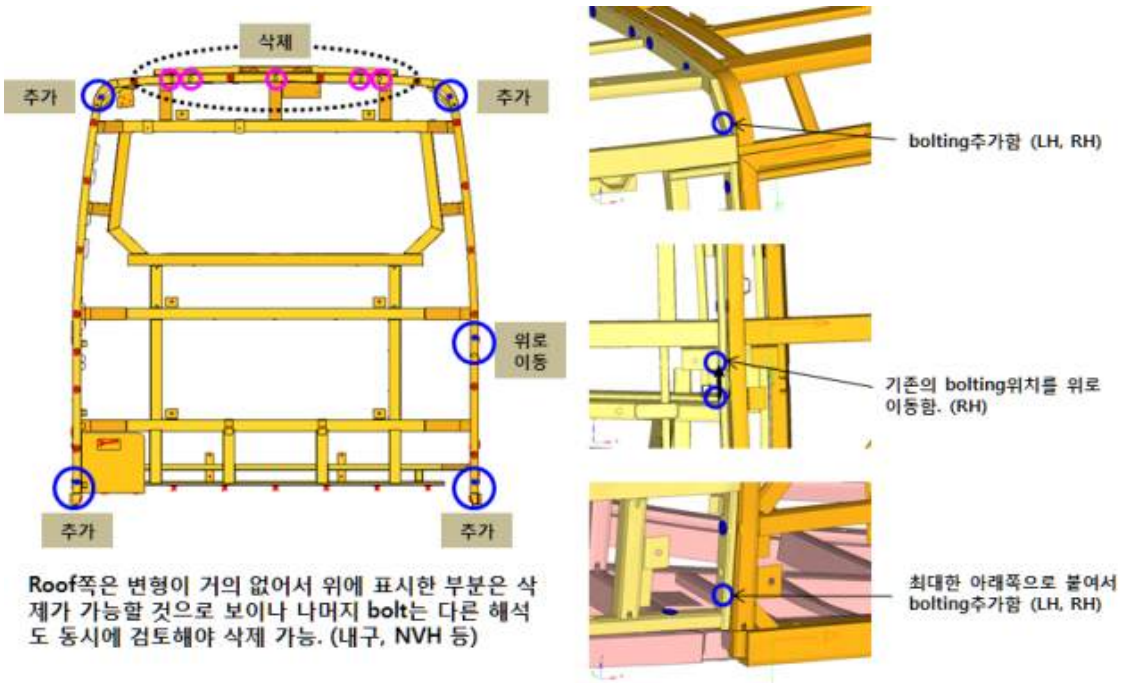
(나) 차체 TORSION STIFFNESS 해석 조건



- Boundary Condition : Fix z-translational DOF at the Rear Air spring Mount
- Load Condition : 1354Nm Moment Applied at the Front Strut Mount
- Analysis Condition : Linear-Static Analysis using Nastran

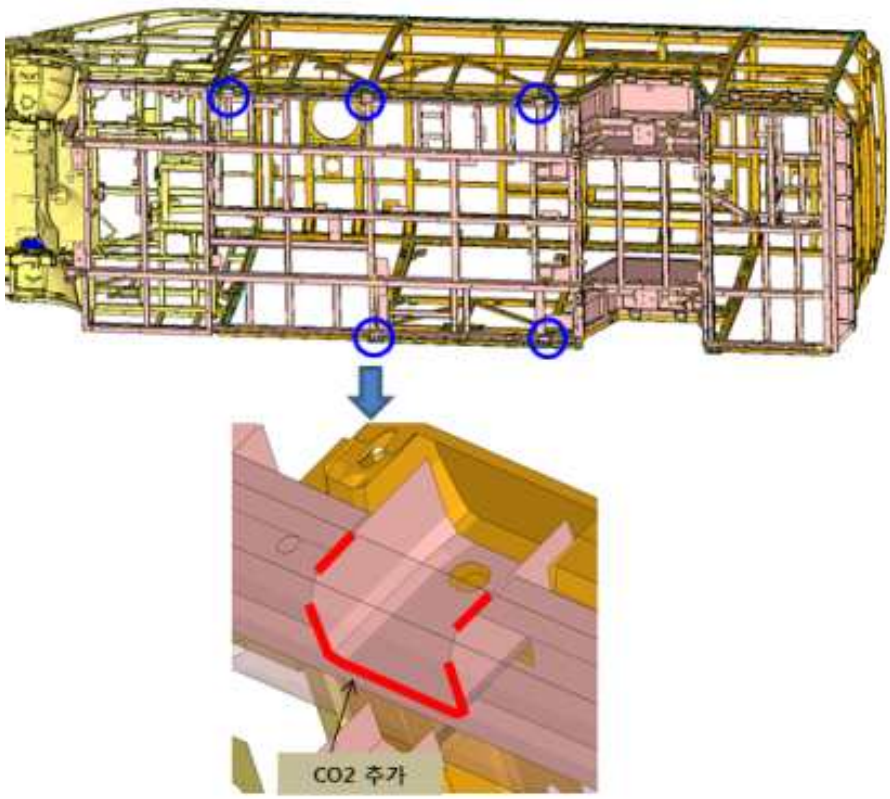
(다) 차체 설계 변경 내역

- 바디 서브 어셈블리간 체결 볼트 위치이동, 추가 및 삭제하였으며 그림과 같음.



차체 해석결과 볼트위치 이동, 추가 및 삭제 제시

(라) 차체 취약부 C02 용접을 5개소 추가하였으며 아래 그림과 같음.



차체 취약부 CO2 용접 추가 제시

(마) 차체 크로스 멤버 브라켓 및 체결 볼트를 2개소 추가하였으며 그림과 같음.

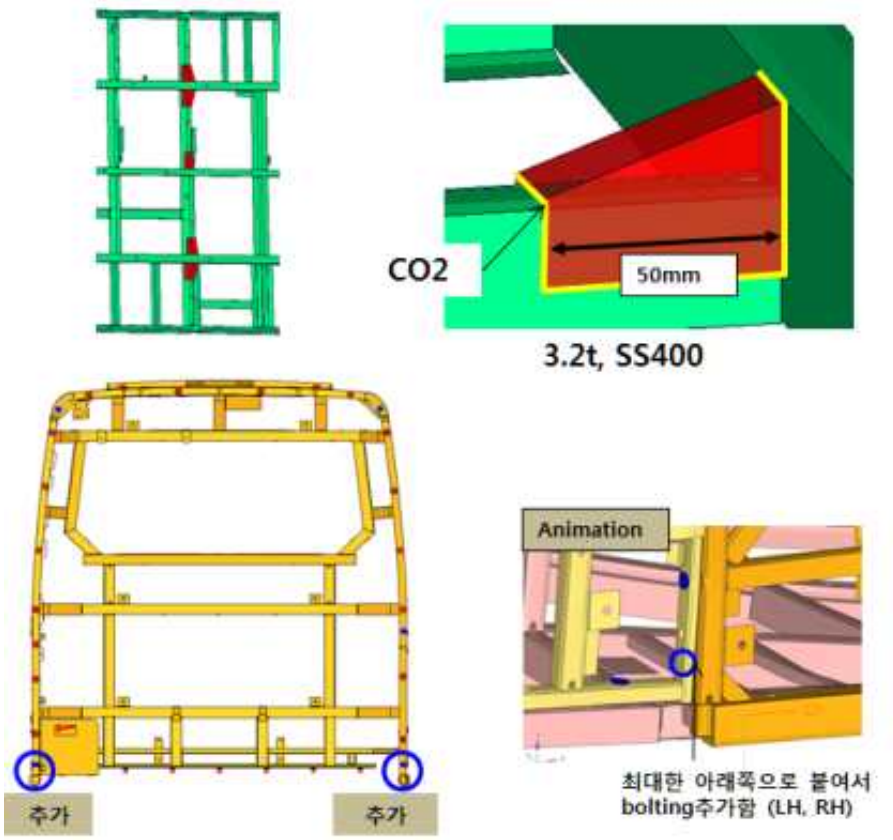


그림. 차체 크로스 멤버 브라켓 및 체결 볼트 추가 제시

(사) 차체 BENDING, TORSION STIFFNESS 해석 및 개선 결과

- LONGI MBR와 CROSS MBR간의 단차를 메우기 위한 “ㄷ” 형태의 BRACKET를 추가한 결과 “CASE 2” LONGI MBR의 BENDING STIFFNESS는 크게 향상됨. (9.39kN 11.05kN)

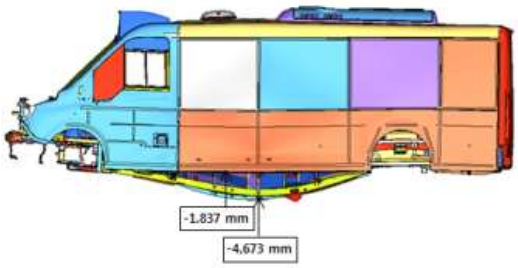
- 여러 CROSS MBR에 여러 개의 BRACKET를 추가하는 것 보다는 가장 변형이 많은 CENTER CROSS MBR에 집중하는 것이 가장 효율적임.

- CASE 3 모델 : REAR WHEEL HOUSING 부위의 보강 부재를 추가하면 LONGI MBR의 STIFFNESS가 많이 개선됨.

- 최종 사양 (CASE 3) 해석 결과 : 기존에 추진했던 차체 구조물 대비 최종 사양의 내구성 우수한 것으로 판단됨.

	No	Load case		Unit	Target	Stiffness						
						기존 Welding 구조물	신규 Bolting 구조물	신규 Bolting 구조물 + 추가 개선방안				
								Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5
RESULT	1	Torsional Stiffness		kNm/deg	35.00	38.38	39.50	39.73	39.89	40.74	40.73	42.46
	2	Bending Stiffness	@Rocker	kN/mm	10.00	32.81	33.84	34.20	32.35	33.82	33.68	33.86
			@Longi		10.00	10.10	9.39	9.76	11.05	11.48	11.44	12.35

(아) 차체 BENDING STIFFNESS 해석 결과는 그림과 같음.



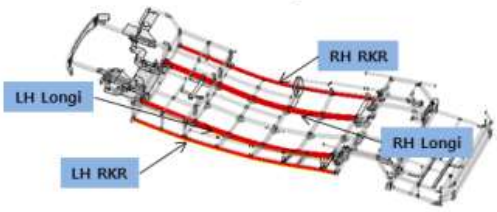
❖ Total Applied Load : 1666N X 30 = 49.980 kN

❖ Bending Stiffness
Kben.rkr =Total load/Maximum Displacement
= 49.980 kN / 1.486 mm
= 33.63 kN/mm
Kben.longi =Total load/Maximum Displacement
= 49.980 kN / 4.485 mm
= 11.14 kN/mm

* Z-Deformation

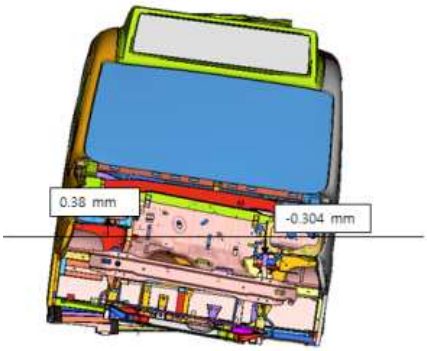
	Base	Final
LH RKR	-1.165mm	-1.135mm
RH RKR	-1.789mm	-1.837mm
LH Longi	-4.817mm	-4.298mm
RH Longi	-5.825mm	-4.673mm

* Measuring Position



차체 BENDING STIFFNESS 해석 결과

(자) 차체 TORSION STIFFNESS 해석 결과는 그림과 같음.



❖ Applied Moment : 1.354kNm

❖ Rotation Angle = tan-1[δ/L]
δ : sum of each front strut tower z-deformations
L : Distance between each front strut tower center
Z-deformation of LH strut : -0.304mm
Z-deformation of RH strut : 0.380mm

❖ Torsion Stiffness
Ktor=Applied Moment/Rotation Degree
= 1.354 kNm/0.0333052deg
= 40.65 kNm/deg

* Z-Deformation of strut tower

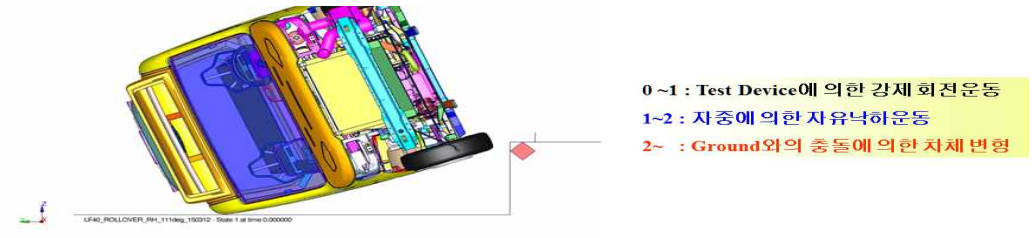
	Base	Final
LH	-0.310mm	-0.304mm
RH	0.392mm	0.380mm

차체 TORSION STIFFNESS 해석 결과

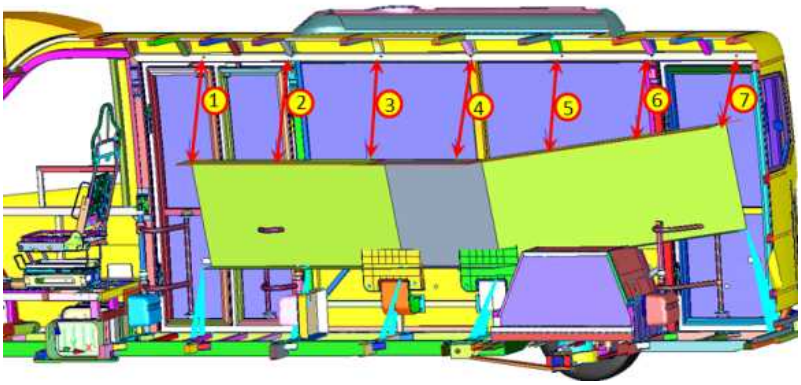
(차) 차체 ROLL-OVER 해석 조건 및 결과는 그림과 같음.

- 법규상 요구조건(자동차 안전기준 102조 2항)은 승객 보호 공간의 침입이 없을 것.

- 해석 결과 법규 만족함.



차체 ROLL-OVER 해석 조건



차체 ROLL-OVER 해석 결과를 위한 생존구간 도형

NO	Gap Between Residual Space Plane & BIW (mm)	Design Target Max Intrusion (80%)	CAE Results Dynamic Max Intrusion (mm)
1	717.1	< 573.7	114.5
2	717.0	< 573.6	111.3
3	704.6	< 563.6	106.3
4	702.9	< 562.3	98.3
5	637.7	< 510.1	94.5
6	553.4	< 442.7	92.8
7	477.8	< 382.2	87.0

차체 ROLL-OVER 해석 결과

(카) 차체 내구해석 및 개선 내용

- 차량 주행 시 발생하는 Bumping, Cornering, Braking 시 하중에 대한 내구 성능을 평가 하며, 주행 시의 Body Torsion, Front torsion, Rear torsion에 대한 내구 성능도 함께 평가 실시함.

- 해석 모델 구성은 다음 그림과 같음.

LF-40 FE model



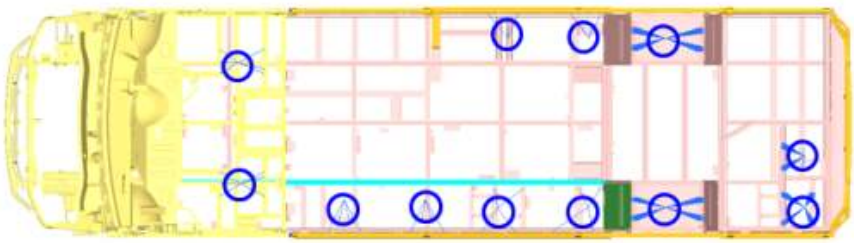
[TBM]

→ FE-model [ETS soft(2016.04.01)]
File name :
(500_LF40_BIW_ELF2_bnt_base_160401_blk.dat 모델 활용)

	Unit	Value	Front			Rear		
			LH	RH	TOTAL	LH	RH	TOTAL
G.V.W	kgf	5,367	1,169	1,072	2,241	1,631	1,495	3,126

차체 내구해석을 위한 모델 구성

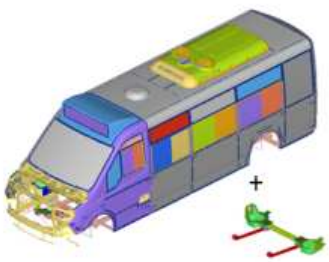
- 하중 설정은 아래 그림과 같음.



Seat positions
Driver seat : 20 kg + 65Kg
Co-driver seat : 20kg + 65kg
The other seat : 10X(12kg + 65Kg)

추가된 질량
RADIATOR ASM : 7kg
ENGINE + T/M : 324kg
BATTERY A-12V,100AH : 24kg
TANK ASM FUEL : 100kg
ADBLUE TANK + UREA-25L : 45kg
MIDDLE SWING DOOR : 100kg
REAR SWING DOOR : 58kg

중형저상버스_Weight_공차중량_Target_Estimation_Actual_20150121.xlsx 참고



Rear suspension 추가로 부착

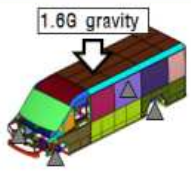
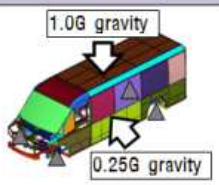
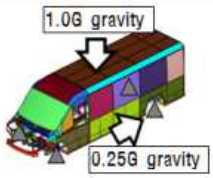
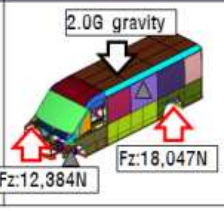
Total mass : 4,431kg

차체 내구해석을 위한 하중조건

- ELC (Endurance Loading Condition) 경계조건은 그림과 같음.

ELC boundary condition

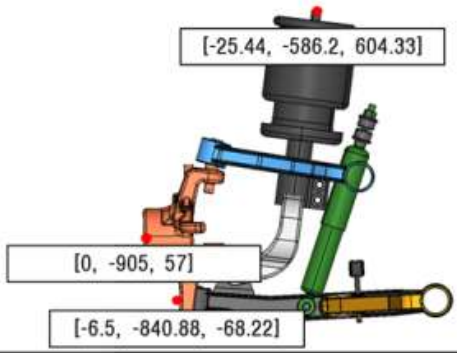
Type	ELC (Endurance Loading Condition)			
Boundary condition	Case	Bumping	Cornering	Braking	Torsion
	Load	① 0.4G ② 1.6G	① 자중+0.25G ② 자중+(-0.25G)	① 자중+0.25G ② 자중+(-0.25G)	축중 1.2배+2.0G
	Criteria	Tensile strength 40%			Yield strength

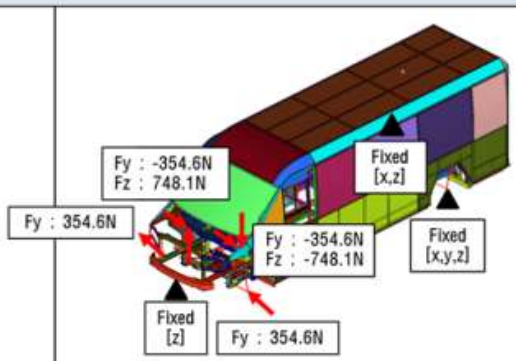
Bumping	Cornering	Braking	Torsion
			
[Bumping, Cornering, Braking] - FRT strut top (LH:x,y,z fixed / RH:x,z fixed) - Air spring upper (LH:y,z fixed / RH:z fixed)		[Torsion] - FRT strut top (LH:z fixed) - Rear wheel center (RH:x,y,z,Rx,Ry,Rz fixed)	

차체 내구해석을 위한 ELC 경계조건

- Front Torsion Boundary Condition은 그림과 같음.

Front torsion





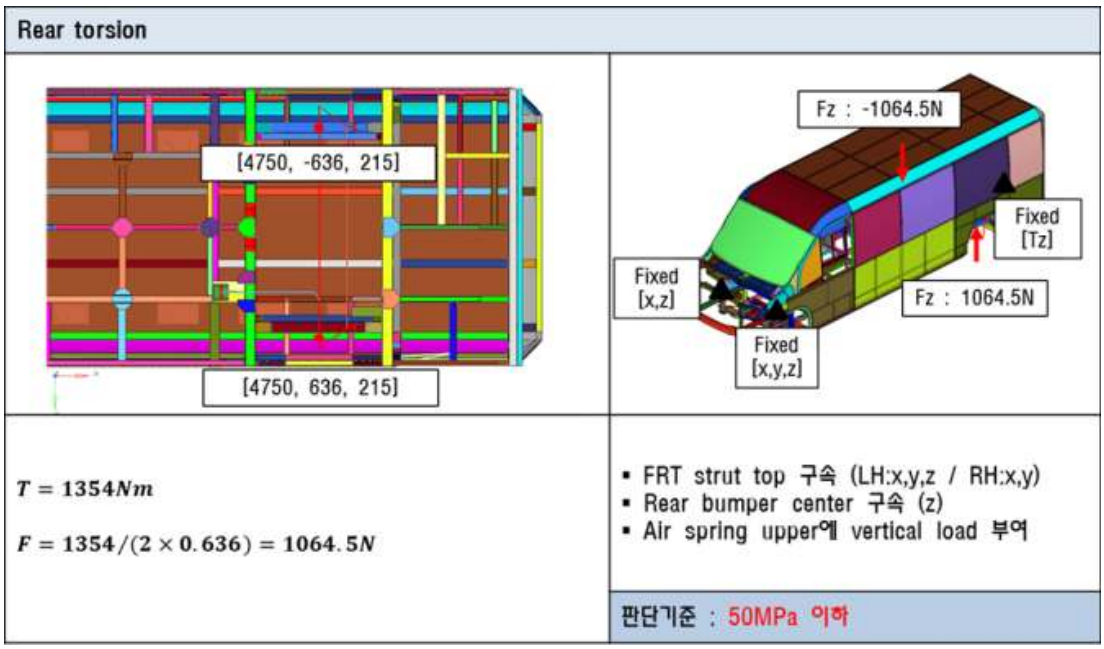
$T = 1354Nm$
$F = 1354/(2 \times 0.905) = 748.1N$
$\sum Fz = 0, \quad Cz = F = 748.1N$
$\sum Mc = 0,$
$(0.6043 + 0.0682) \times By - (0.905 - 0.5862) \times F = 0$
$By = 354.64N$
$\sum Fy = 0, \quad Cy = By = 354.64N$

- Air spring upper 구속 (LH:x,y,z / RH:x,y)
- Front bumper center 구속 (z)
- strut top에 vertical load, lateral load 부여
- LCA ball joint에 lateral load부여

판단기준 : 50MPa 이하

차체 내구해석을 위한 FRONT TORSION BOUNDARY 조건

- Rear Torsion Boundary Condition은 그림과 같음.



차체 내구해석을 위한 REAR TORSION BOUNDARY 조건

(타) 내구성능 평가 및 설계 개선 결과 내용

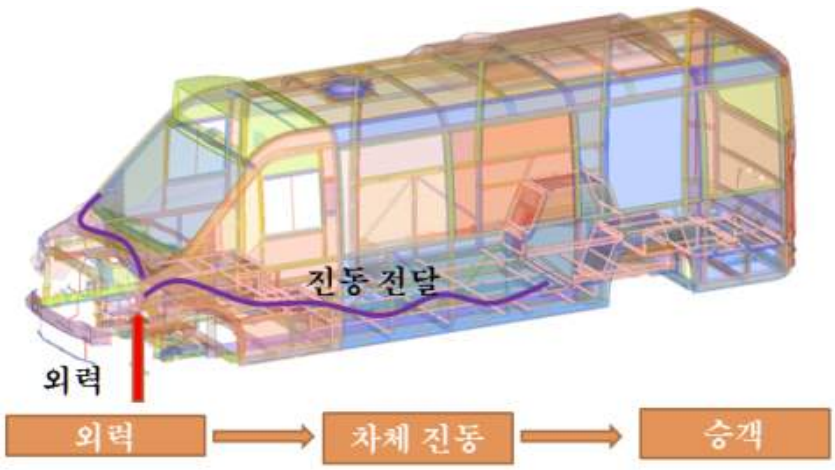
- 차량 GVW 제원 기준으로 차체 내구성능 해석 및 개선사양을 반영한 결과 각 조건 별로 만족함을 그림과 같이 확인함.

	Unit	Value	Front			Rear		
			LH	RH	TOTAL	LH	RH	TOTAL
G.V.W	kgf	5,367	1,169	1,072	2,241	1,631	1,495	3,126

Body									
구분	조건	최대 응력[MPa]				판단 기준[MPa]			만족 유/무
		15.10.15	16.04.01	Case 10	Case 11	SPCC	SS400	SGH400	
LF40 차체	Bumping	164	253	189	157	108	160	160	O
	Cornering	127	202	152	152				O
	Braking	105	158	134	133				O
	Torsion	204	214	201	200	210	285	295	O
	Front torsion	24	23	22	22	50			O
	Rear torsion	32	30	29	29				O

차체 내구성능 평가 및 설계개선 사양 반영 해석 결과

(파) 차체 동강성 해석 및 개선 내용은 그림과 같음.



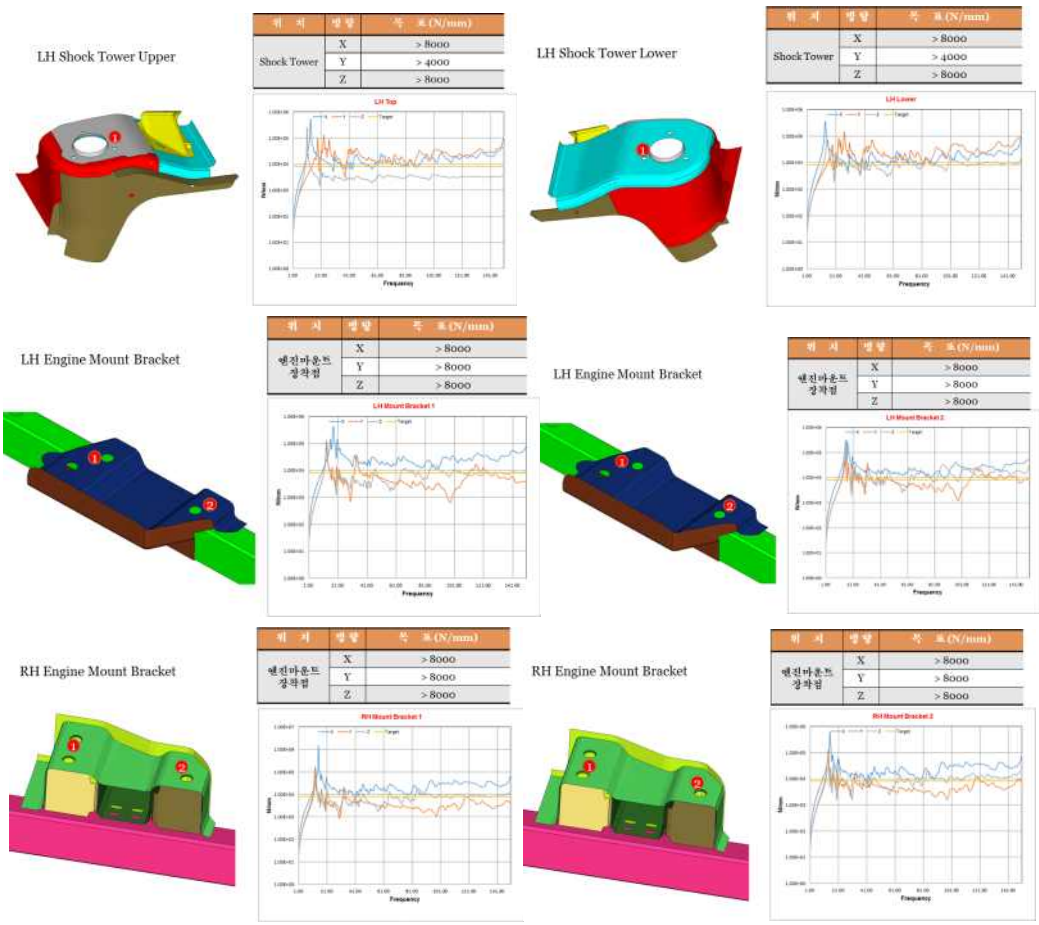
승객에게 전달되는 진동 저감 방법

1. 강건 차체
2. 외력 저감
3. 경로 차단 - 입력점 강성에 의한 진동량 저감 (IPI)
   - 진동 경로에 제진재 적용

승객에게 전달되는 진동 저감 방법

Position	Result
LH Engine Mount Bracket	OK
RH Engine Mount Bracket	OK
Rear Engine Mount Bracket	OK
Subframe Attachment LH FRONT	OK
RH Subframe Attachment RH FRONT	OK
Subframe Rear	OK
LH Shock Tower	OK
RH Shock Tower	OK
Fuel Tank Bracket Front	OK
Fuel Tank Bracket Rear	OK
Exhaust Hanger bracket	OK
Trailing Arm Bracket	OK
Rear Air Spring Seat & Damper Bracket (LH)	OK
Rear Air Spring Seat & Damper Bracket (RH)	OK
Penhard Rod bracket	OK

차체 동강성 해석 결과



차체 POSITION 별 동강성 해석 결과

(6) 차량의 제품 경쟁력

(가) 중형저상버스 표준모델 차량의 제품 컨셉은 그림과 같으며, 과제 제안 요구서에서는 휠체어 공간이 1개소이나, 휠체어 탑승공간을 최대한 확보하여 휠체어 공간은 2개소를 적용함.

(나) 차량 저상고를 교통약자의 편리하고 안전한 승·하차를 위한 논-스텝 차체 구조를 적용함.

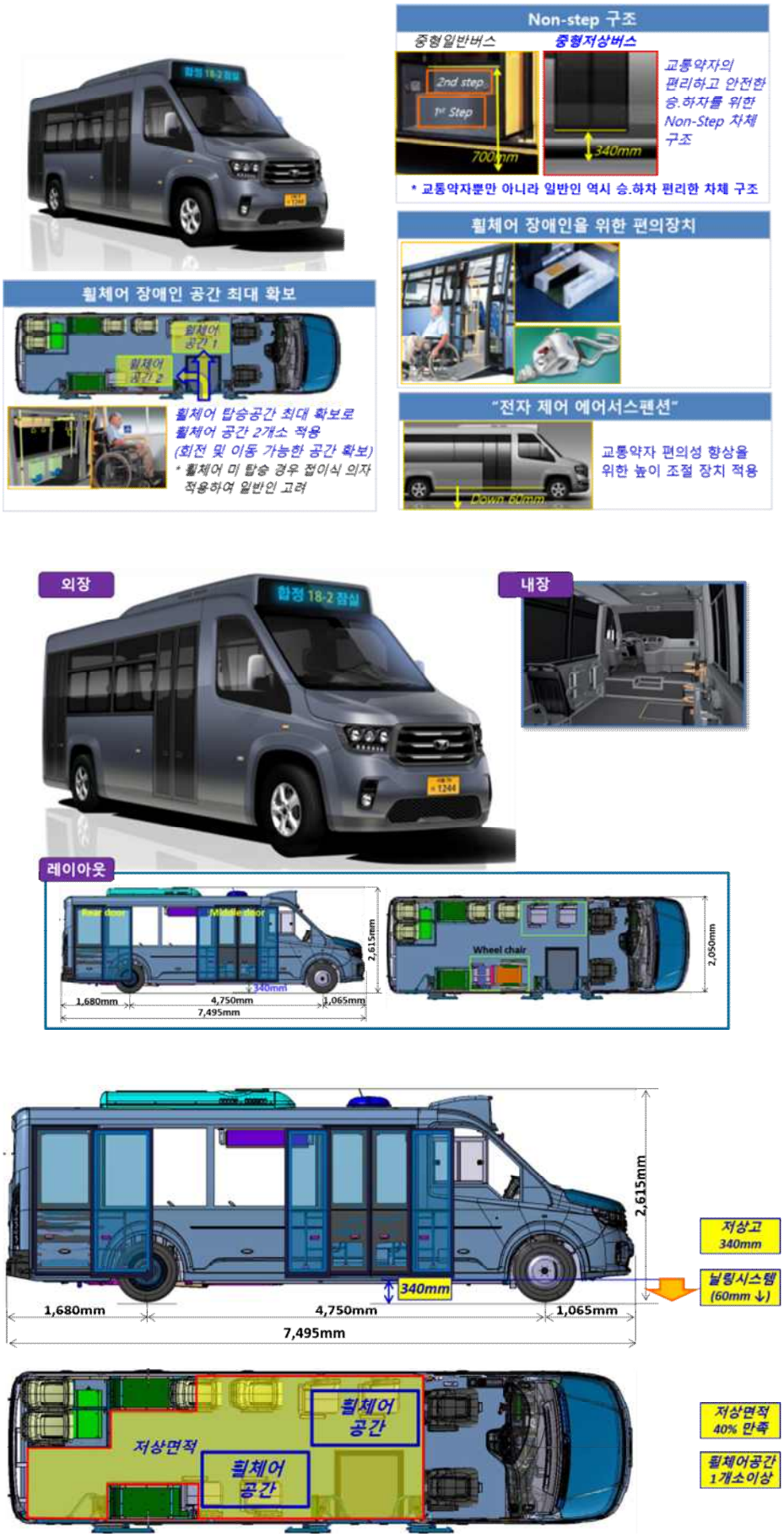
☞ 경쟁사 저상고 : 700mm

(다) 휠체어 장애인을 위한 휠체어 수동타입의 슬로프, 휠체어 잠금장치, 넓은 도어 사이즈를 적용함.

(라) 교통약자 편의성 향상을 위하여 차체 높이 조절이 가능한 전자제어 에어 서스펜션 시스템을 적용함.

(마) 닐링(Kneeling)시스템을 위하여 ECAS [16] 시스템을 적용함.

16) ECAS : Electronically Controlled Air Suspension (전자제어에어서스펜션)



중형저상버스 표준모델 차량 제품 설명도

(바) 외관 스타일은 정면충돌 시 운동에너지 흡수 구간 설정과 생존 구간 확보로 승객 및 운전자의 안전성이 유리하며, 중형저상버스로서의 요건 상 상대적으로 유리한 2박스 타입으로 개발

(사) 차량 제원의 전장(차량길이)은 과제요구서 7~9m를 만족하는 7.5m이며, 전고(차량높이)는 2615mm, 전폭(차량폭)은 2050mm 차량을 개발함. 경쟁사 제원비교는 아래 표와 같음.

차량 제원비교

구분	LF-40	현대 카운티	자일대우 레스타
			
OVERALL DIMENSION (L*W*H)mm	7495*2050*2615	7085*2035*2755	7180*2040*2820
WHEEL BASE(mm)	4750	4085	4100
DRIVE TYPE	FF [17]	FR [18]	FR
ENGINE(EURO-6)	170ps/41kg.m (3.0L)	160ps/60kg.m (3.9L)	170ps/58kg.m (3.8L)
TRANSMISSION	수동 6단	수동 5단	수동 5단
SUSPENSION	AIR SPRING	LEAF SPRING	LEAF SPRING
BRAKE TYPE	VAH [19]	VAH	VAH
TIRE(FRONT/REAR)	205/75R17.5-10PR/ 215/75R17.5-14PR	205/75R17.5-10PR/ 205/75R17.5-10PR	205/75R17.5-10PR/ 205/75R17.5-10PR
FUEL TANK	100L	95L	100L
SEAT(마을버스)	12인승	15인승	15인승

(아) 과제 제안요구서에서는 휠체어 공간이 1개소이나, 휠체어 탑승공간을 최대한 확보하여 교통약자를 위한 버스 좌석 배치를 통하여 휠체어 공간은 2개소를 적용하여 제작하였으며 아래 그림과 같음.

☞ 개발 차량은 도심형 마을버스와 농어촌버스 2차종을 개발

☞ 좌석수는 도심형 마을버스 10좌석, 농어촌버스 12좌석이며 승차정원은 입석포함하여 2차종 모두 30명 탑승 가능함

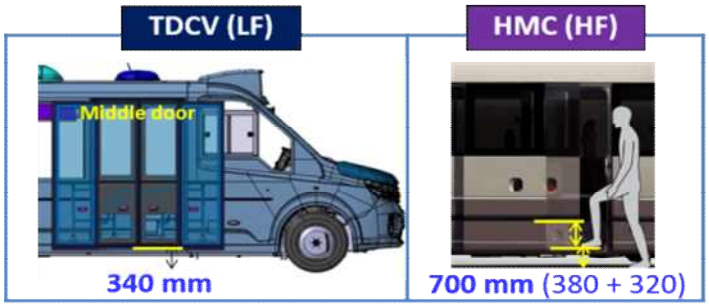
☞ 좌석배치는 고객 요구에 따라 다양하게 적용 가능함.



중형저상버스 표준모델 차량 좌석 배치도

17) FF : FRONT ENGINE, FRONT DRIVE(전륜구동)
18) FR : FRONT ENGINE, REAR DRIVE(후륜구동)
19) VAH : VACUUM ASSISTED HYDRAULIC

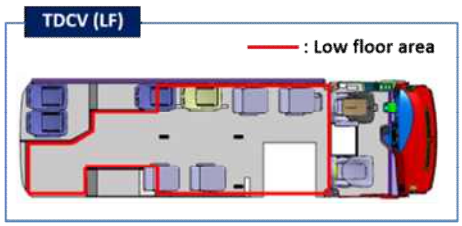
(자) 중형저상버스는 저상고를 교통약자의 편리하고 안전한 승·하차를 위한 논-스텝 차체 구조를 적용함으로서 경쟁사 차량과의 제품 경쟁력을 확보함 그림과 같음.



중형저상버스 표준모델 차량과 경쟁사 차량 저상고 비교

(차) 또한 출입문 도어크기를 경쟁사 차량보다 크게 함으로서 휠체어 교통약자의 편리하고 안전한 승·하차를 확보함. 그림과 같음.

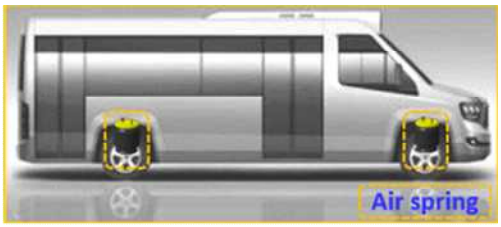
Classification	TDCV	Competitor (HMC)
· Width	870 mm (130 ↑) ●	640 mm △
· Height	1,760 mm (20 ↑) ●	1,740 mm ●

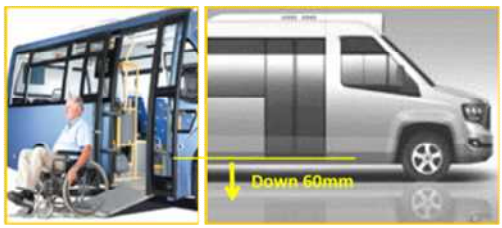


중형저상버스 표준모델 차량 출입문 도어크기 비교

(카) 샤시 서스펜션을 리프트 스프링이 아닌 에어스프링과 ECAS 시스템을 적용함으로서 승차감 및 교통약자의 편리하고 안전한 승·하차를 확보함.그림과 같음.

Classification	TDCV			Competitor (HMC)
	Shuttle	Charter	Children	
· Front & Rear	Air spring ●	Coil spring △	← △	Leaf spring only △

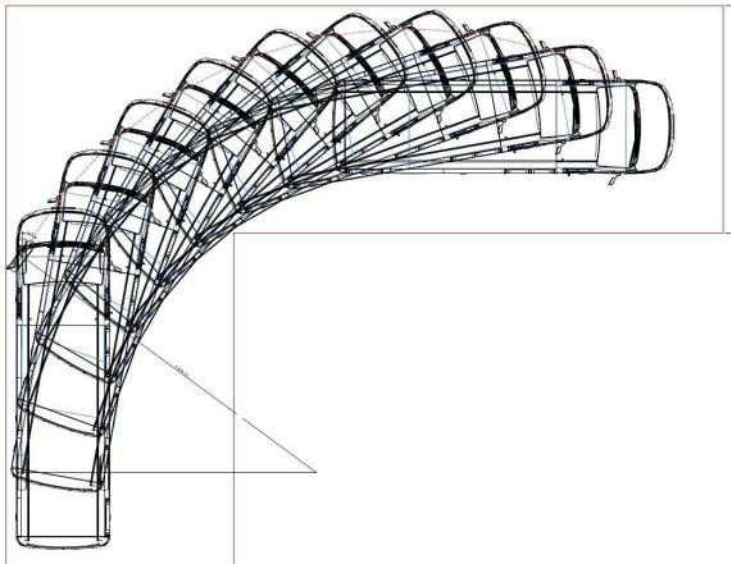




중형저상버스 표준모델 차량 샤시 서스펜션 비교

(타) 중형저상버스 표준모델 차량의 크기가 7.5m 로 개발하였기에 연속 커브가 상대적으로 많은 농어촌 지역 도로에서 운행 중인 대형 및 중형급 농어촌 버스와 비교해서 양방향 교차 주행이 가능하며,

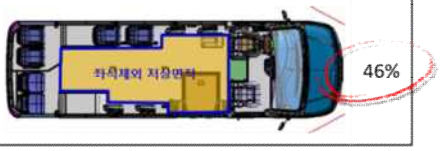
(파) 이는 과제요구서의 도로폭 5m 도로에서 회전 가능함을 최소회전반경 시험을 통하여 만족함(90도 회전 최소 도로 점유폭 4.6m). 그림과 같음.



LF-40형 중형저상버스 표준모델 차량 도로폭 5m 도로 회전 부합성 검토

☞ 자동차융합기술원(3세부 협동연구기관, JIAT)시험 평가결과 농어촌 도로정비법 상의 면도[20] 리도[21]에서의 90도 회전 성능을 충분히 확보 평가됨을 확인함.

(하) 차량별 저상면적 40%수준 만족여부 검토 결과는 아래 그림과 같음.

구 분	좌석	정원	좌석배치 & 저상면적	비율
도심형	10	30		54%
농어촌형	12	30		46%

저상면적 비율 검토 내용

20) 면도 : 『도로법』 제8조 제6호에 따른 군도 및 그 상위 등급의 도로(이하 "군도 이상의 도로"라 한다)와 연결되는 읍-면 지역의 기간도로. 도로폭 : 8.0m, 포장폭 : 6.0m

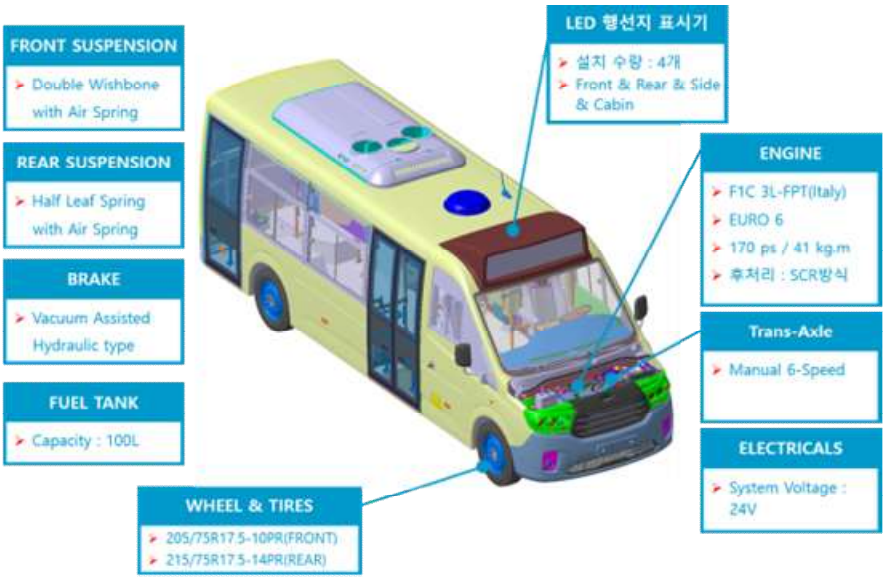
21) 리도 : 군도 이상의 도로 및 면도와 갈라져 마을 간이나 주요 산업단지 등과 연결되는 도로. 도로폭 : 6.5m, 포장폭 : 5.0m

(7) 연구개발 목표 만족 차량 제작

(가) 시작차량 제작대수는 총5대를 제작하였으며, 시작차량 호기 별 용도 및 활용된 결과는 아래 표와 같음.

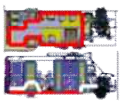
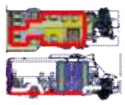
구분	용도	평가 및 활용항목
시작 1호 (도심형)	• 성능 • 일반 내구	• 주행소음 / 연비 / 조향 / 제동 / 경음기 / 속도계 / 최고속도 제한 / 미러시계성 등 • 일반 내구시험 • PEMS test • UREA Defrosting test
시작 2호 (농어촌형)	• 성능 • 인증	• 엔진 & 냉각시스템 / 흡기 & 배기시스템, Control Sys / Power Train / Electric Sys / R&H / HVAC / NVH / ABS • 차체강도(전복시험)
시작 3호 (도심형)	• 가속 내구	• R/S 내구 시험 • 인증평가(EMC, NVH, 조향성능시험 등) • 일반 내구시험 • R&D 기술대전 전시회 ('17.5.24 ~ 5.26)
시작 4호 (도심형)	• 시범운영-아산시	• 시범운영 ('17년 9월 ~ 12월)
시작 5호 (농어촌형)	• 시범운영-시흥시	• 시범운영 ('17년 9월 ~ 12월)

(나) 중형저상버스 표준모델 차량의 주요 시스템 제원 요약은 그림과 같음.

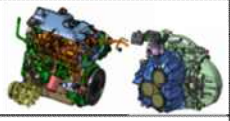
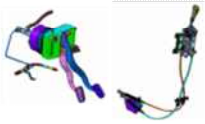
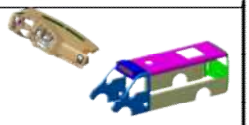


중형저상버스 표준모델 차량 주요 시스템 제원

(다) 시작차량은 도심형과 농어촌형으로 구분하였으며 상세는 아래 그림과 같음.

Classification		시작차 1 / 3 / 4호	시작차 2 / 5호	
		Shuttle		
		City	Rural	
		30 persons (Seat 10 + Standing 20)	Standing type	Seat type
			30 persons (Seat 12 + Standing 18)	22 persons (Seat 15 + Standing 7)
Side view Top view				
• Chassis Suspension		Air	←	←
• Glass				
	Driver & Assist	Sliding	←	←
	Passenger	Fixed (Sliding : Opt)	←	←
• Door				
	Quantity	2 (Middle & Rear)	1 (Middle only)	←
	Type Middle	Dual swing	←	←
	Type Rear	Single swing	X	←

(라) 시작차량의 주요 시스템 적용 내용은 그림과 같음.

No	주요 시스템 적용 내용		No	주요 시스템 적용 내용	
1	Body Frame -Under Body:FRT Body 외주제작, Floor TDCV 제작 -Upper body : TDCV 자체제작 -Jig & Fixture : TDCV 자체제작		6	Intake&Exh. System -A/CNR(도날드슨)&Duct N/C Cut 대응 -Exhaust : DOC+DPF+SCR (FPT) Euro6 적용	
2	Engine & Trans Axle -Engine:Euro6 FPT F1C(3L) 적용, 3점 MTG, 횡치형 탑재 -Trans Axle:6M40-MT(Fiat Auto) 6 speed Manual 적용		7	Power Steering -Steering Gear:Rack&Pinion Type(승용방식) -S/Gear : China YUBEI사 적용 -S/Wheel: TML Ultra C/O	
3	FRT/RR Suspension -FRT: 독립현가식(Double wishbone type), Air-suspension(2 bag) -RR:Rigid axle & Air Suspension (2 bag)		8	Fuel & HVAC System -100L Steel Tank(HD카운티 Modification) -Fuel Pump&Sender:전동식 -Roof on Cooler -Pre heater	
4	Clutch & T/M Control -Clutch Pedal : Vacuum Booster -T/M Control:2 Link Cable Type		9	Electric Parts -Wiring Harness 5종 -Meter Cluster:NLV와 공용화 -CE Box:Prima Mody 적용 -Lamp류 :도입(HELLA), 네이스코 램프 적용	
5	Brake System -Main Barke:VAH & ABS -Parking:RR Wheel Parkng -FRT:Disc, RR:Drum		10	Interior/Exterior -I/P:FRP&N/C Cut대응 -Interior Trim:진공성형 대응 -Body Skin:FRP 대응 -Bumper&Hood:N/C Cut대응	

시작차량의 주요 시스템 적용 내용

(마) 시작차량 제작을 위하여 부품 적용 현황은 타타대우상용차 사내 제작(자작)한 부품이 약 160여종과 외주업체를 통하여 개발된 부품 850여종 및 타타대우 트럭에 사용 중인 CARRY OVER 부품 약 570여종으로 차량 1대당 총 1,580여종의 부품으로 차량을 제작하였으며 그림과 같음.



유로6 엔진



트랜스 엑슬



드라이브 샤프트

구분	대상부품 No. of items	비고
자작	164	시작 3호
외주	853	
C/O & 재고	566	
합계	**1,583**	



일체형 UPPER BODY ASM

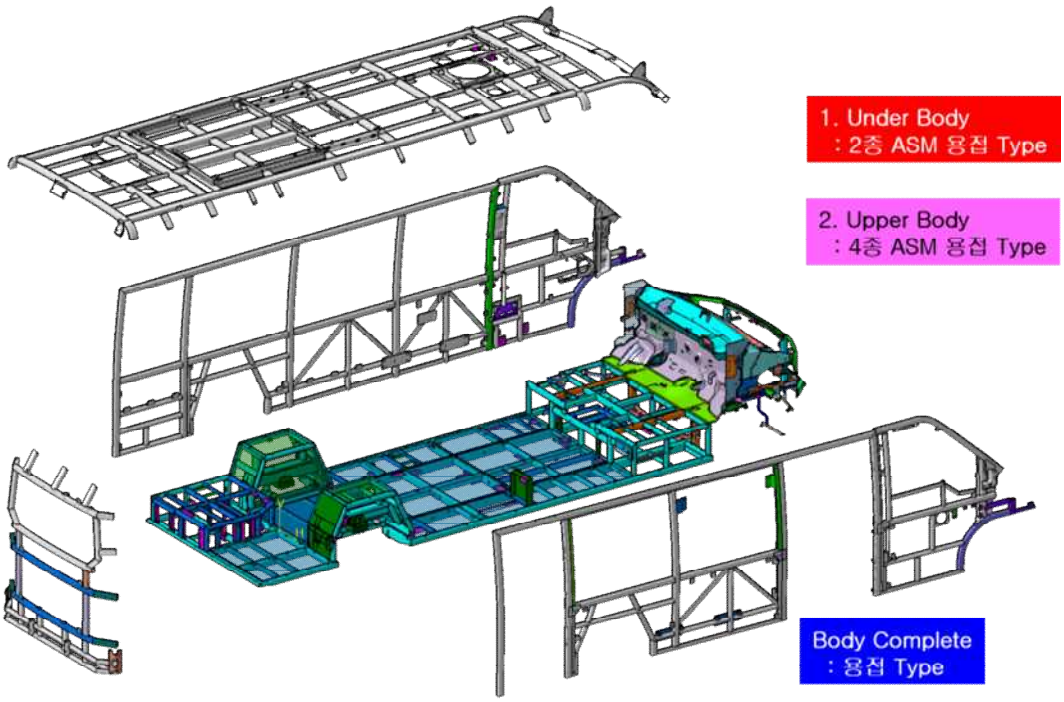
시작차량 부품 적용 현황

(바) 시작차량 제작을 위하여 공정별 주요 조립 작업 내용은

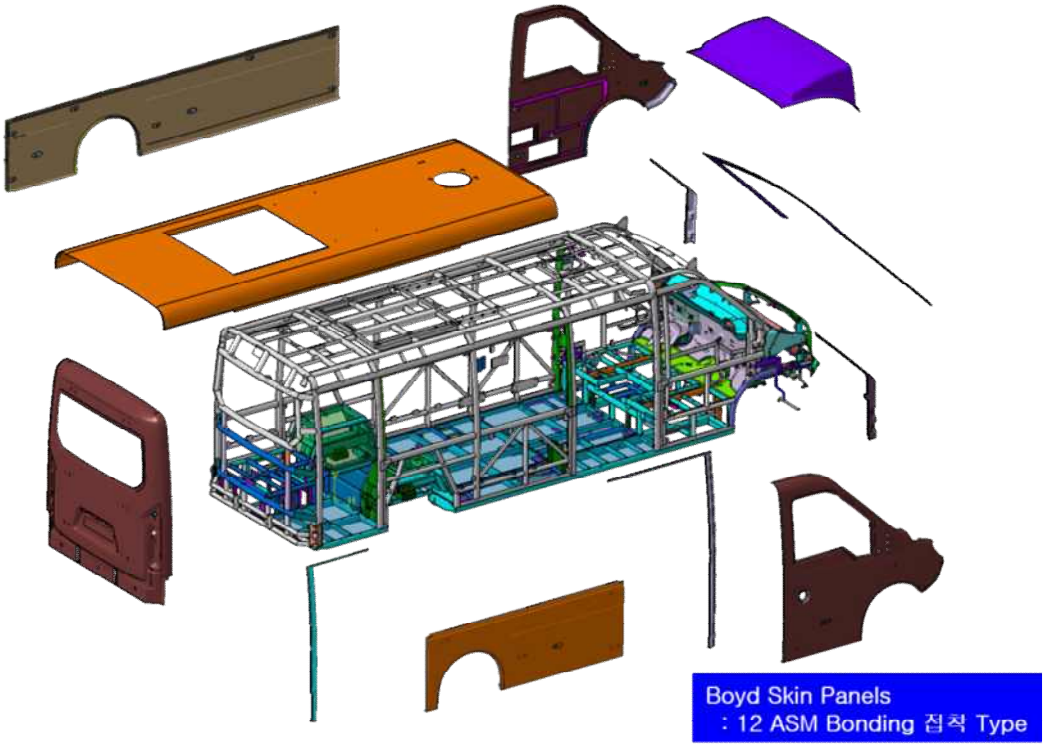
- 바디 컴플리트 제작을 위하여 차체 바디 스트럭쳐 지그를 제작함.

- 시작차량 2대(1호, 2호)는 바디 컴플리트 제작을 위하여 루프바디 어셈, 사이드 바디 좌/우, 리어바디 어셈, 프런트바디, 리어바디 멤버로 총 6종으로 구성하여 바디 컴플리트를 제작한 후 전착도장 실시

- 12종의 바디스킨 판넬을 본딩 접착 타입으로 바디 스트럭쳐 컴플리트에 부착하여 바디(차체)를 완성하였으며 바디 스트럭쳐 분해도는 그림과 같음.



바디 스트럭쳐 분해도(시작차량 1호, 2호)



바디스킨 판넬 분해도(시작차량 1호, 2호)



【 FRONT BODY JIG 】





【 UNDER BODY JIG 】



【 ROOF BODY JIG 】



【 SIDE BODY JIG 】

바디 스트럭쳐 어셈블리를 위한 각종 지그(시작차량 1호, 2호)



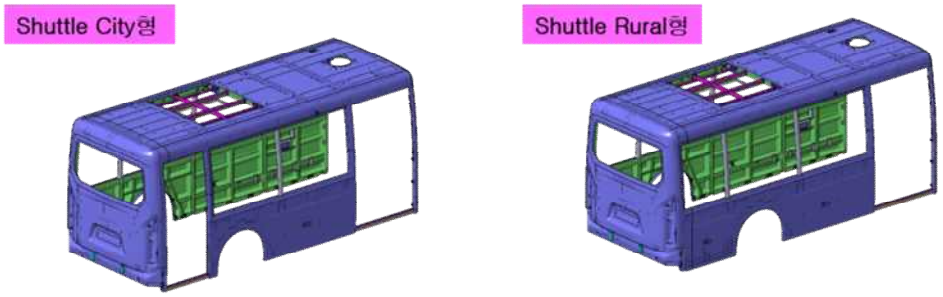

【 ASSEMBLY BODY JIG 】



【 도장 전 ASSEMBLY BODY JIG 】

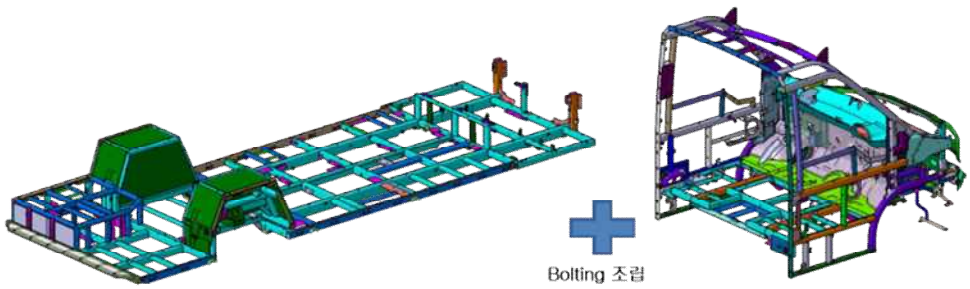
바디 스트럭쳐 어셈블리를 위한 각종 지그(시작차량 1호, 2호)

- 시작차량 3대(3호, 4호, 5호)는 바디 컴플리트 제작방법이 용접타입에서 볼팅 타입으로 변경되어 몰드와 스트럭쳐 및 스킨 성형된 일체형바디를 외주업체에서 제작 완료하여 상도 도장된 상태로 입고됨. 그림과 같음.



일체형 어퍼바디 제작 입고

- 프런트 바디, 리어바디 멤버는 각각 전착도장 실시한 후 볼팅하여 언더바디 어셈을 제작함. 그림과 같음.



프런트 바디와 리어바디 볼팅하여 언더바디 제작

- 3종의 FRP 바디스킨 판넬을 본딩 접착하여 바디 컴플리트를 완성함.



프런트 바디와 리어바디 볼팅하여 언더바디 제작 및 일체형 어퍼바디 조립 상태

- 와이어링 하네스류, 브레이크 파이프, 호스류 등을 조립하며 HVAC, ABC 페달류, IP 등을 조립함.

- 엔진, 쿨링, 램프류 등을 조립하여 시작차량을 제작 완료함. 그림과 같음.







【LF-3호(기술대전 출시) Prototype build 완료】 '17. 4. 21.

【LF-4호(시범운영-아산시) Prototype build 완료】 '17. 8. 14.

【LF-5호(시범운영-시흥시) Prototype build 완료】 '17. 8. 14.



【Harness, Brake pipe, Hose류 등】



【HVAC, ABC Pedal, IP 등】



【Engine, Cooling 1st MTG 체크 등】

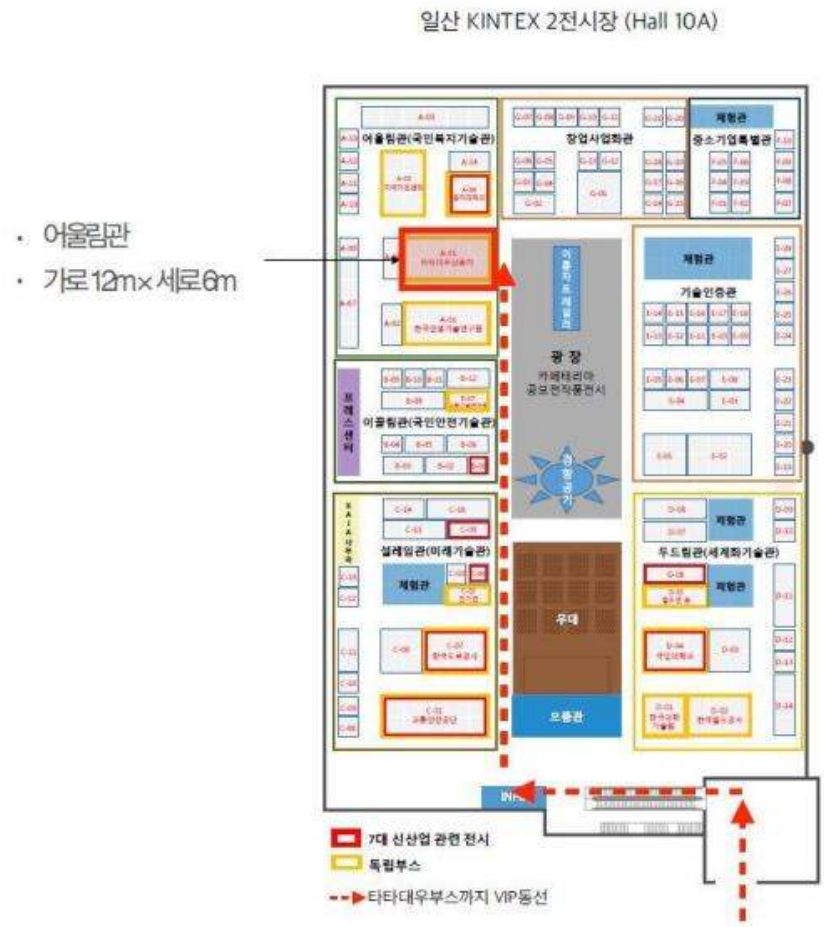
샤시 부품, 엔진, 쿨링 , 전장 부품, 의장 부품 조립

- 완성된 차량에 부가장치(차량 썬팅, 스티커 부착, 요금함, 카드단말기, CCTV, BIS 시스템 설치)를 장착함. 그림과 같음.



부가장치 설치

(사) 시작 3호 차량을 2017 국토교통기술대전(킨텍스 2전시관-어울림관 A-05)에 전시함. 그림과 같음.



2017 국토교통기술대전 전시관





2017 국토교통기술대전 전시 (시작차량 3호)

(아) 시작차량 2대(4호, 5호)를 1세부 협동연구기관인 한국에너지기술연구원과 협업하여 시범운영 사업자 선정을 통하여 3개월간 실 노선에 투입하여 중형저상버스 표준모델 차량이 실제 버스 운행 노선 환경에서 제대로 작동 운행되는지, 승객과 운영사 측면에서 개선할 점은 없는지에 대하여 확인하여 향후 상용화 시 제품에 반영하는 것을 목적으로 시범운영을 실시함.

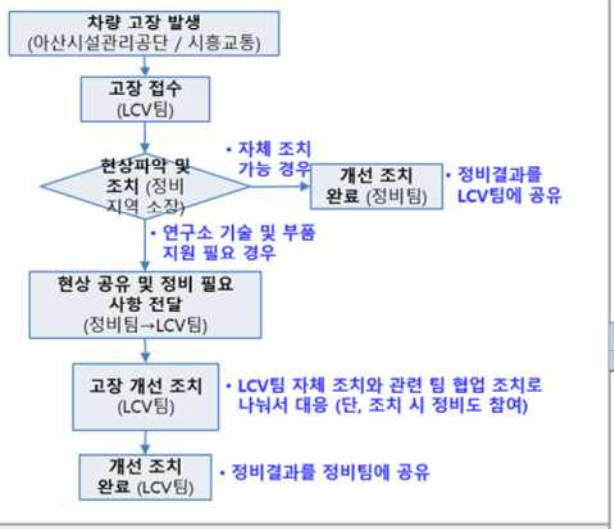
- 시범운영 추진개요에 대한 내용은 그림과 같음.



시범운영 추진 개요

(자) 원할 한 시범운영을 위하여 차량 고장 발생 대응 프로세스를 수립하였으며 차량의 각 기능에 대한 작동방법 등에 대하여 취급설명서를 배포하였으며 다음 그림과 같음.

대응 Process



- **LCV팀 고장 개선 조치**
  - **LCV팀 자체 수리 가능**(소프트웨어 고장 경우) : LCV팀 인원의 출장으로 조치
  - **관련팀 협업 수리 필요**(부품 교환 및 기술 지원 필요 경우) : LCV팀과 관련팀 인원 출장으로 조치
  - * 당사 입고 정비가 필요한 경우 견인 조치 (LCV팀 주관)

각 담당 별 업무 R&R

구분	Main	Support
1. 차량 방문 점검(주 1회 이상)	정비팀	LCV팀
2. 초기 고장 현상 파악 (간단 정비 시 조치)	정비팀	LCV팀
3. 차량 실태 조사 (월 1회 이상)	LCV팀	정비팀
4. 연구소 출장 정비 - LCV팀 자체 조치 - 관련 팀 협업 조치	LCV팀	관련 팀 (시험팀 / 시작팀)
5. 고장 유형 및 개선 조치 정리 및 보고	LCV팀	정비팀

* 정비를 위한 관련 팀 협업은 상황에 맞춰 협의하여 진행

각 담당 별 연락처

소속		연락처
1. 타타대우	LCV	- 차장 문동환 (010-5032-8786) - 부장 서윤원 (010-6609-7445)
	정비	- 아산 : 조장 김수영 (010-2682-8255) - 시흥 : 조장 한정석 (010-5672-8484)
2. 버스회사		- 아산 : 과장 윤여권 (아산시설관리공단 / 010-2304-0212) - 시흥 : 차장 박문수 (시흥교통 / 010-3410-4568)

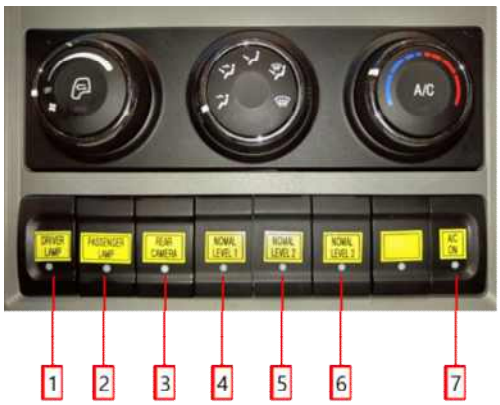
* 버스 부가장치 문제 시 LCV팀이 장비업체 연락 추진

**** 고장 개선 조치를 위한 부품은 기 구입된 예비부품으로 LCV팀이 대응***

시범운영 차량 고장 발생 시 대응 프로세스



No.	Name
1	앞 도어
2	뒷도어
3	리어 콤비네이션램프
4	뒷 범퍼
5	쿨러어셈-루프온
6	자동 환풍기
7	앞 도어 비상 열림 레버
8	앞 도어 외부에서 개폐 스위치



No.	Name
1	운전석 LED 램프
2	승객석 LED 램프
3	후방카메라
4	차고높이 올림 (조기 셋팅 된 차고높이) ☞ 지면에서 차량 내 바닥면까지 높이 : 34CM
5	차고높이 내림 (차량높이 앞.뒤.좌.우 동시 3CM) ☞ NOMAL LEVEL 1 대비 3CM 내려감.
6	차고높이 올림 (차량높이 앞.뒤.좌.우 동시 2CM) ☞ NOMAL LEVEL 1 대비 2CM 올라감.
7	운적석 & 조수석 에어컨 ON/OFF

※ NOMAL LEVEL 2(차고높이 내림) 상태에서 주행하면 차량속도 30Km/H 이상이면
차량은 초기 셋팅 된 차고높이로(NOMAL LEVEL 1) 원상복귀 되어 차량 운행 됨.
다만, 시속 30Km 이하 시에는 반드시 NOMAL LEVEL 1 스위치를 눌러 차량높이를 초기 높이로 조정 후 운행할 것.

시범운영 차량 취급설명서

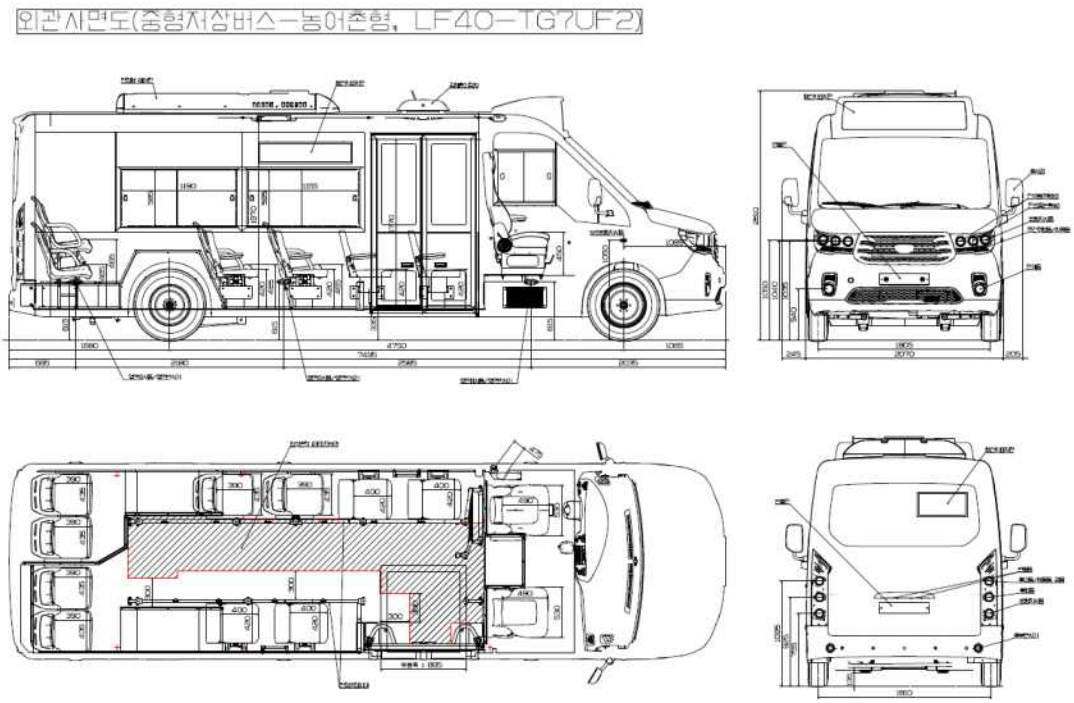
13) 시작차량 성능적 분석 결과 내용

가) 정부에서 요구하는 과제기간 내 안전인증 및 배출가스 인증 취득을 완료하여 시범운영을 실시함.

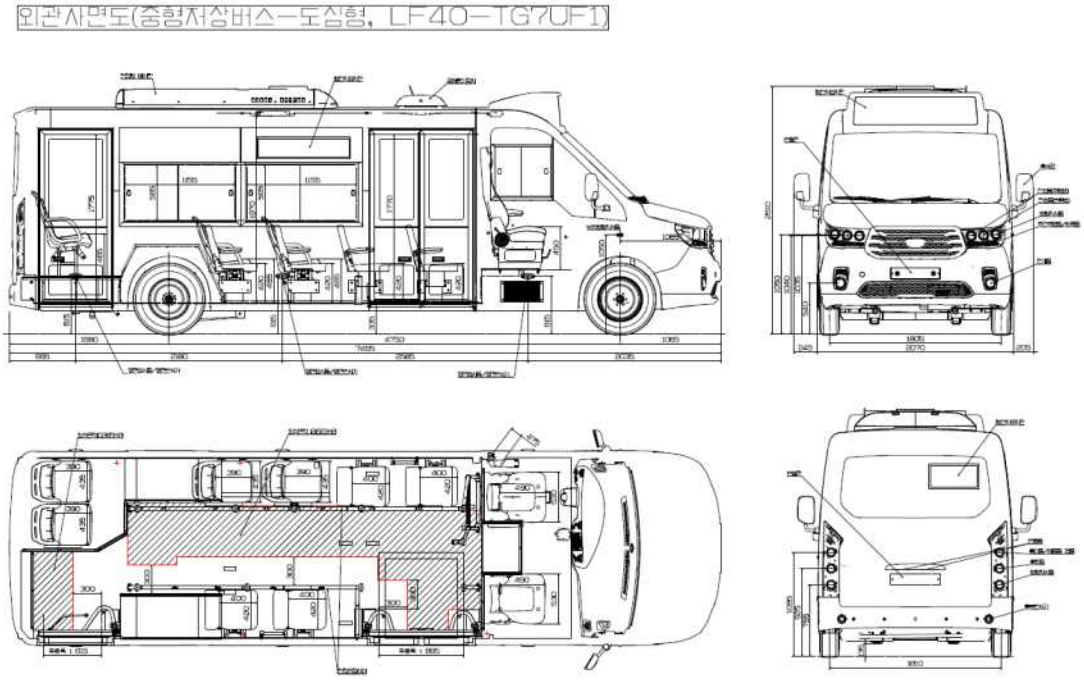
나) 안전인증 18개 항목과 EMISSION 1개 항목, 인증 외관 사면도는 그림과 같음.

구분		항목	평가 주체	인증 항목 및 기관
KMVSS (18항목)	1	연료소비율	타타대우 / 자동차융합기술원	자동차안전인증 획득 (교통안전공단)
	2	승합자동차의 제동능력시험		
	3	ABS자동차의 제동능력시험	자동차안전연구원	
	4	충돌 시 승객보호시험(Roll over test)		
	5	제원측정 및 기술검토	타타대우 / 자동차융합기술원	
	6	소음방지장치 시험		
	7	경음기 시험		
	8	전자파 적합성 시험	부산TP	
	9	최고속도 제한장치	타타대우 / 자동차융합기술원	
	10	속도계 시험		
	11	조향성능시험		
	12	견인장치 강도시험		
	13	자동차용 창유리 시험		
	14	등화장치 광도시험		
	15	차실내장재연소성 시험		
	16	좌석 및 그 잠금장치 시험	자동차안전연구원	
	17	좌석 안전띠 부착장치 강도시험		
	18	원동기 출력시험	타타대우 / 자동차융합기술원	
Emission (2항목)	1	배출가스 인증 시험(Euro6, Step-C)	환경부	배출가스 및 소음 인증 획득 (환경부)
	2	소음(Pass By Noise, 경적, 배기)시험	환경부 / 자동차융합기술원	

안전인증 및 환경인증 획득을 위한 평가 및 결과



외관 사면도(농어촌형)



외관 사면도(도심형)

14) 시범운행 및 시범운영을 통한 VOC 입수 및 고객 요구사항 반영 내용

가) 중형저상버스의 시범운영에 앞서 벤치마킹 차량을 이용하여 중형저상버스에 대한 일반인 및 교통약자를 대상으로 시승식 및 설문조사를 1세부 협동연구기관인 한국에너지기술연구원과 협업하여 시범운행을 진행하였으며,

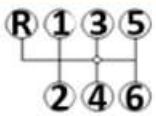
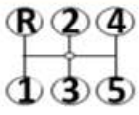
나) 중형저상버스 시작차량 2대(1호, 2호)를 이용하여 대전, 부여, 거창 지역 등에서 시승식 및 시범운행을 실시하여 차량 검증 및 차량에 대한 전반적 평가를 실시하였고 운송사, 장애인, 일반 승객의 제품 개선 요구사항을 파악하여 사양을 개선하여 중형저상버스 표준모델 차량에 사양을 반영함.

다) 중형저상버스 표준모델 차량 2대를 시흥시와 아산시 지자체 실제 노선에 운행하여 버스 운행 노선 환경에서 차량 검증 및 평가를 실시하였으며, 승객과 운영사 측면에서 추가 개선할 점은 없는지에 대하여 확인하여 향후 상용화 시 제품에 반영하는 것을 목적으로 시범운영을 실시함.

라) 시범운행, 시범운영을 통하여 고객 요구사항에 대한 개선내용은 아래와 같음.

(1) 변속기어 개선 내용

- 기존 경쟁사 차량의 5단 변속기에 익숙해 있는 운전자가 중형저상버스의 6단 변속에 대한 레버 조작을 어려워함
- 또한 변속기어 1단과 후진 단간의 간격이 부족하여 운전하는데 어려워함
- 고객 요구사항에 대한 개선방안은 아래와 같음.

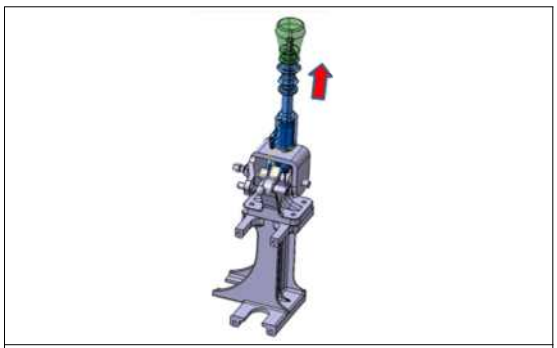
Classification	TDCV (6 Speed)	Competitors (5 Speed)
Shift Pattern		

변속기 SHIFT PATTERN (시작차량)

☞ 연비 개선항목이며, 일정 시간 운전 후 6단 변속에 대하여 익숙 시 해결될 것이며,

☞ 1단과 후진 단간의 간격 부족은 상용화 시에는 PULL TYPE 레버 개발 적용으로 해결 가능하며 그림과 같음.

☞ 또한 운전자 편의성 증대를 위하여 자동변속기 개발 검토 중임.



GEAR SHIFTING LEVER

변속기 후진기어 변속 타입 변경
(최종 상용화 시)

(2) 차량 전방 확인용 미러 설치

- 운전 편의성을 위하여 차량 전방을 확인할 수 있는 미러 설치
- 차량 전방 어린이 등을 확인 및 사각지대 개선이 필요 함.

☞ 기존 경쟁사 차량의 1박스 타입의 스타일링이 아닌 2박스 타입의 본넷 타입 임.

☞ 안전을 위하여 상용화 시 전면 하방 거울 및 후사경 추가 예정임. 그림과 같음.





전면 하방 거울 및 후사경 추가
(최종 상용화 시)

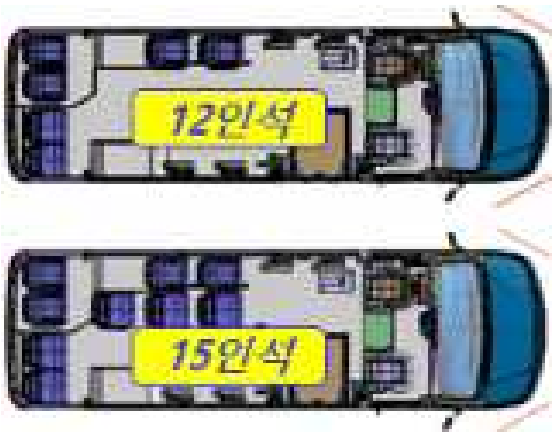
(3) 차량 좌석수 증대

- 중형저상버스 표준모델 차량은 총 12석(운전자 포함, 농어촌형) / 10석(마을버스 도심형)으로 경쟁사 차량 대비 좌석수가 부족함. 그림과 같음.



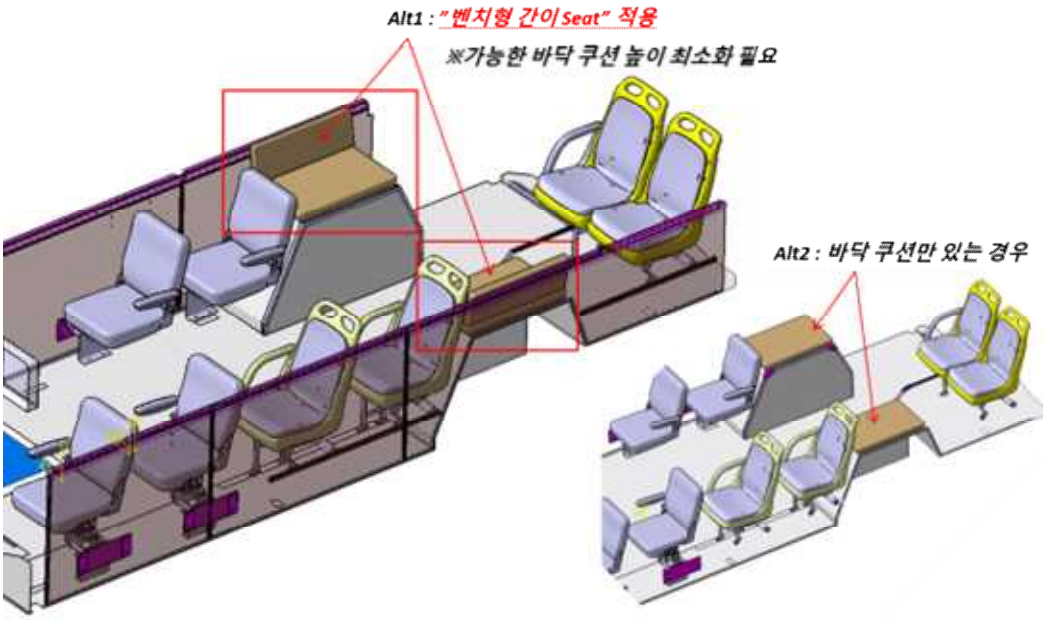
중형저상버스 표준모델 차량 좌석 배치도

☞ 대응방안 : 기존 좌석수 12개에 3개의 좌석을 추가한 15인석도 운영(고객 선택사양)



중형저상버스 표준모델 차량 좌석 배치도(최종 상용화 시)

☞ 좌석수 증대방안으로는 리어 휠 하우스에 벤치형 간이 시트를 적용(ALT. 1)과 바닥 쿠션만 있는 시트(ALT. 2)를 적용. 그림과 같음.



중형저상버스 표준모델 차량 좌석 증대방안 (최종 상용화 시)

(4) 룸미러 사이즈 증대

- 경쟁사 대비 룸미러 사이즈가 작아 실내에 대한 시계성이 좋지 않으므로 룸미러 사이즈 증대 요구 함

* 현재는 시작대응 사양이며, 상용화시 사이즈 증대사양을 개발하여 적용할 것임.

[표] 중형저상버스 표준모델 차량 룸미러 사이즈 증대 (최종 상용화 시)

개선 전(시작차량 5대)	개선 후 (상용화 시)
	
사이즈(폭x높이) : 67㎜ x 245㎜	사이즈(폭x높이) : 105㎜ x 260㎜

(5) 승객석 창문을 고정 타입에서 슬라이딩 창문으로 적용 [개선 완료]

- 환기 측면에서 전동식 환풍기가 있지만, 승객석에는 FIXED TYPE GLASS가 아닌 슬라이딩 창문을 적용하여 고객이 필요 시 승객석 창문을 열고 닫을 수 있어야 함.

* 시작 1호 & 2호는 승객석 고정타입의 창문을 적용하였음. 표와 같음.

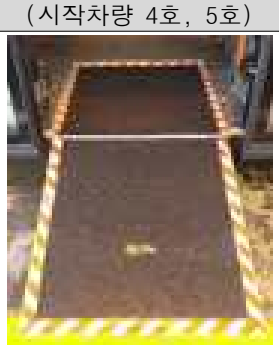
[표] 승객석 창문 슬라이딩 타입 적용

개선 전 (시작차량 1호, 2호)	개선 후 (시작차량 3호부터 적용)
	
승객석 창문 고정 타입	승객석 창문 슬라이딩 타입

(6) 경사판에 미끄럼 방지 패드 추가 적용 [개선 완료]

- 휠체어 탑승객이 차량 탑승 시 경사판 표면이 미끄러워 휠체어 바퀴가 미끄러짐.
- 휠체어 경사판의 폭을 증대하고 미끄럼방지 패드를 적용하여 개선 완료 하였음.

[표] 경사판 폭 증대 및 미끄럼 방지 패드 추가 적용

개선 전 (시작차량 1호, 2호, 3호)	개선 후 (시작차량 4호, 5호)
	
경사판 폭 : 800㎜	경사판 폭 : 870㎜ 경사판에 미끄럼 방지 패드 추가

(7) 휠체어 탑승객 이동 용이성이 좋게 수직안전봉 형상 변경

- 휠체어 이동 용이성을 고려한 수직안전봉 형상변경 필요하며, 휠체어 고정 위치에 CALL BUZZER 적용 필요함.
- 개선 내용은 표와 같음.

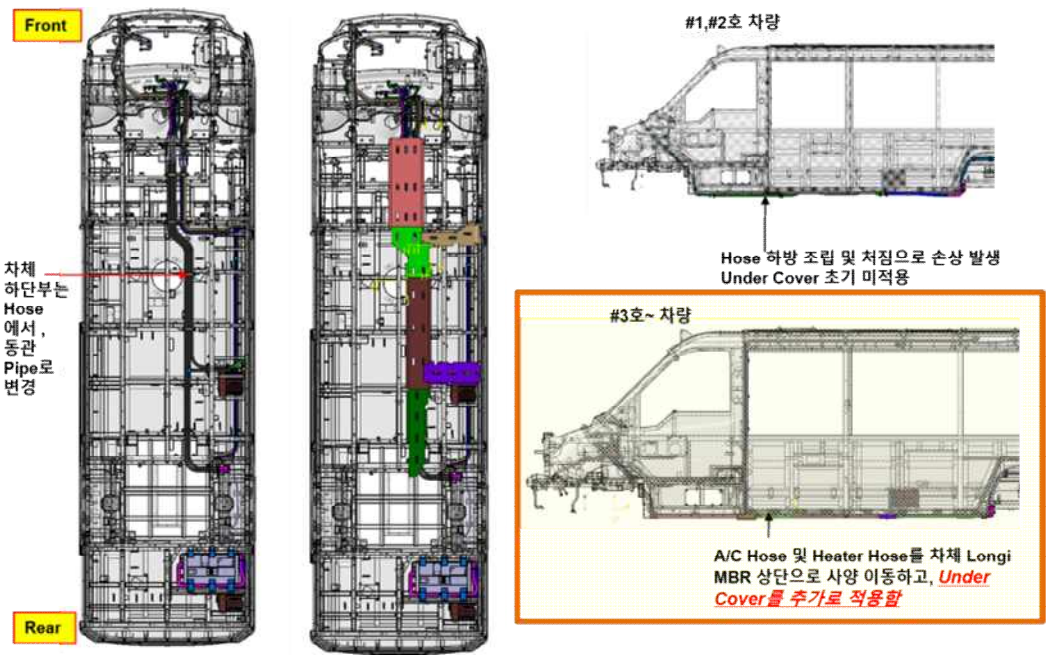
[표] 수직안전봉 형상 변경 및 CALL BUZZER 추가 적용

개선 전 (시작차량 1호, 2호)	개선 후 (시작차량 3호부터 적용)
	 수직안전봉 형상변경 및 CALL BUZZER 추가

(8) 운행 중 차량 하부 부품 손상이 없도록 보호용 커버 적용

- 저상버스 차량 특성상 차량 하부의 전장하네스, 호스류, 파이프류 등의 부품 손상이 없도록 부품을 보호할 수 있는 커버 적용 필요함.
- 시작1호, 2호 차량은 전장하네스류 등이 하방으로 처짐 발생하여 하네스 손상됨.
- 시작차량 3호부터는 에어컨 호스, 히터호스를 차체 LONGI MEMBER 상단으로 사양을 이동하였고 차량 하부의 부품 손상 방지를 위한 언더커버를 추가 적용함.

- 개선 내용은 그림과 같음.



차량 하부 부품 손상 방지용 언더커버 적용

(9) 운행 중 메타클러스터의 방향지시등 시인성 안 좋음

- 운전자가 운전이 편한 상태로 운전석 시트 및 조향 핸들 조정 시 메터클러스터의 방향지시등이 조향 핸들에 가려져 잘 보이지 않음
- 개선 내용은 표와 같음.

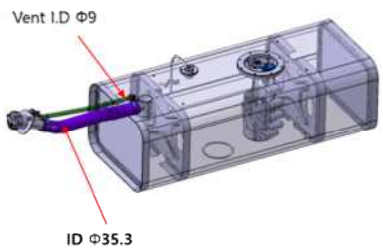
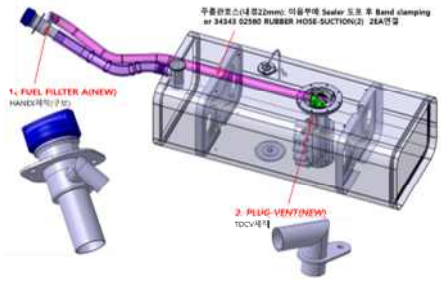
[표] 방향지시등 위치 이동

개선 전(시작차량 5대)	개선 후 (상용화 시)
	
	방향지시등 위치 이동으로 시인성 개선 예정

(10) 연료 주유 시간이 오래 걸림

- 시범운영 시 연료 주유 시간이 오래 걸려 주유소에서 중형저상버스 운행을 기피함
- 연료탱크의 공기 빠짐 내경 협소하여 주유량 대비 공기 빠짐량이 적음으로 인한 탱크 내 압력 증가하면서 연료 주입시간이 오래 걸림
- 개선 내용은 표와 같음.

[표] 연료 주유 속도 개선

개선 전 (시작차량 5대)	개선 후 (시작차량 5대)
	
1. 연료 주입구 경 증대 : Φ35.3mm 2. VENT 외경 : Φ9mm 3. 연료 주입시간 : 40 ~45L/4~5분	1. 연료 주입구 경 증대 : Φ51mm 2. VENT 외경 : Φ22mm 3. 연료 주입시간 : 68L/2분

(11) 램프류 밝기가 어두움

- 야간 운행 시 헤드램프 & 안개등이 경쟁사보다 어두움.
- 개선 내용은 표와 같음.

[표] 램프류 밝기 개선

개선 전 (시작차량 5대)	개선 후 (상용화 시)
12V, 55W	24V, 70W (카운티 헤드램프 : 24V 70W 사양임)

(12) 차고높이 작동속도가 빠름

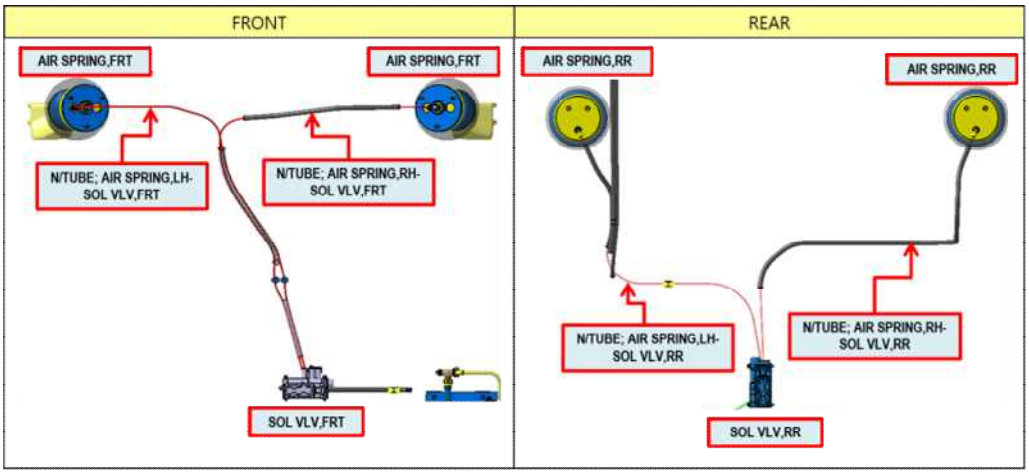
- 운전자가 ECAS [22]로 차량 높이 변경 시 작동속도가 너무 빨라서 차량 탑승자들에게 불안감 느낌
- 개선 내용은 표와 같음.

[표] 차량 차고높이 작동속도 개선

개선 전 (시작차량 1호, 2호, 3호)	개선 후 (시작차량 4호, 5호)
에어라인 나일론 튜브 사양 : Φ10mm → Φ8mm (1차 개선)	솔레노이드 밸브,FRONT & REAR와 AIR SPRING을 연결하는 N/TUBE의 직경 및 관련 FITTING 변경 : Φ6mm

☞ 개선결과 : 나일론 튜브 외경 Φ6 적용 시 탑승자 불편함 없는 수준으로 작동속도 낮춰짐 확인함(시작차량 4호, 5호 시범운영 차량에 적용)

☞ 차량 레이아웃에서 개선된 내용은 그림과 같음.



차량 차고높이 작동속도 개선

15) 시작차량 내구성능 검증 내용

가) 핵심부품 33개 아이템에 대하여 각 부품별로 개발하여 평가방법 및 평가기준을 통하여 검증을 완료하였음.

나) 시작차량의 내구성능에 대한 검증을 위하여 전문기관과 협의하여 내구목표마일리지 5만Km를 과제기간 내 완성된 차량상태에서 주행 내구성능을 확보함.

다) 또한 시작3호 차량을 이용하여 R/S(로드 시뮬레이션) LAB 내구성능 시험을 통하여 내구목표 100만Km 확인 완료함.

- 시내버스는 평균 년간 100,000Km를 주행하며, 신차 구입 후 대·폐차 10년을 고려하여 100만 Km에 준하는 R/S 내구시험 실시함.
- 3,850Pass(100만km상당) = 110%적재(1,750Pass) + 50%적재(1,800Pass) + 공차(300Pass)
- 1 Pass는 일반도로(군산-모래재-한산-회사)의 114 ~ 149km에 상당함.



R/S LAB 내구시험

22) ECAS : Electronically Controlled Air Suspension (전자제어에어서스펜션)

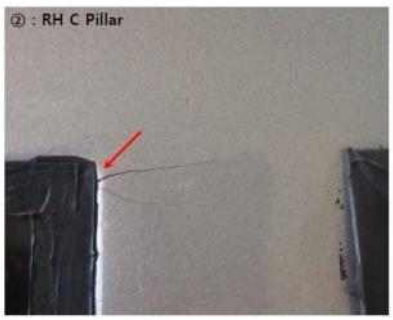
라) R/S LAB 내구시험 결과

[표] R/S LAB 내구시험 결과

구분	문제점 내용	발생 Pass	조치 내용
1	Body Complete crack	754	1) UPR Body 제작 시부터 미소 Crack이 존재 : 부품품질 확보 2) 3850Pass 완료 후, 754Pass에서 발견된 Crack 진행이 미미한 수준임
2	Sub Frame MTG BRKT RWD 절곡부 Crack	1908	용접 품질 확보
3	S/ABS MTG BRKT 용접부 Crack	1908	용접 품질 확보
4	LCV FRT Side BRKT 용접부 Crack	3850	용접 품질 확보
5	LCV FRT Guide BRKT 용접부 Crack	3850	용접 품질 확보
6	Anti Roll bar MTG BRKT 용접부 Crack	3850 + 6476Km	용접 품질 확보









바디컴플리트 LAB 내구시험 크랙 발생 부위

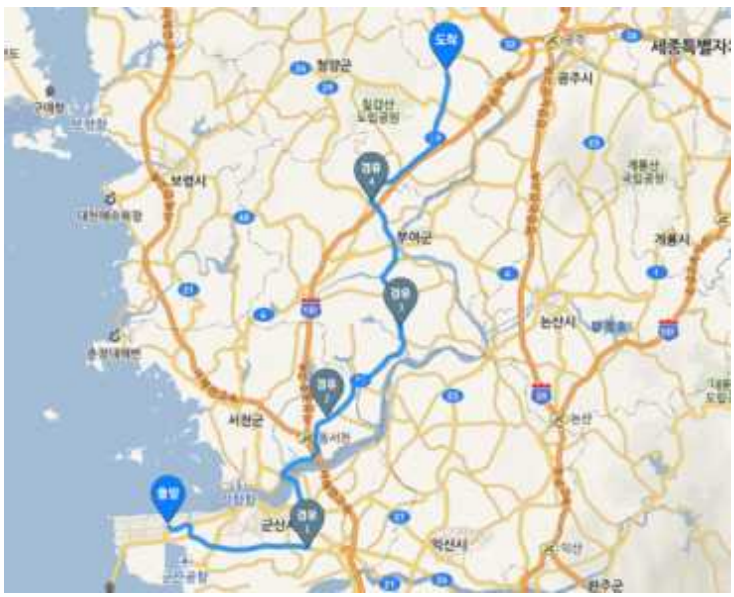
마) 개발된 중형저상버스 표준모델 차량의 내구성능 평가를 위한 주행코스는 다음과 같음.

- 마을버스와 농어촌버스 및 주관연구기관에서 파생차종으로 검토 중인 전세버스 어린이버스 등을 고려하여 주행코스를 국도 / 시내도로 / 비포장도로 / 고속도로를 선정함.
- 각 주행코스 별 상세는 그림과 같음.

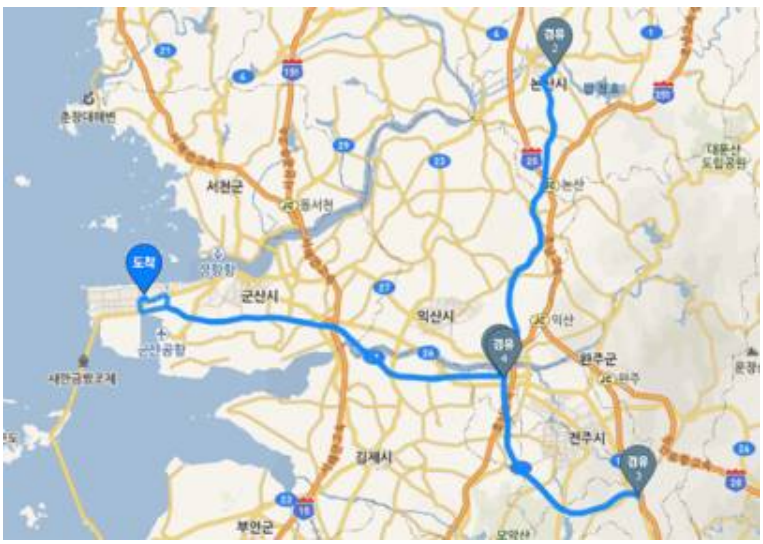
주행 코스			거리(km)		비율(%)	코스 상세
①	국도	신전군간 도로	520	100	48	회사 → 신전군간 도로 → 전주 호남제일문 유턴 → 회사 (50km) (50km)
		솔티		194		회사 → 개정교차로 → 한산 → 은산중학교 → 솔티터널휴게소 (19km) (22km) (34km) (22km) → 은산중학교 → 한산 → 개정교차로 → 회사 (22km) (34km) (22km) (19km)
		논산, 장신대		226		회사 → 용정분기점(전주) → 논산 공운교(턴) → 용정분기점(전주) (45km) (40km) (40km) → 전북도로 관리사업소(턴) → 용정분기점(전주) → 회사 (28km) (28km) (45km)



내구성능 확보를 위한 주행코스(국도:신전주군산간 도로)



내구성능 확보를 위한 주행코스(국도:솔티 구간 도로)



내구성능 확보를 위한 주행코스(국도:논산, 장신대 구간 도로)

주행 코스		거리(km)	비율(%)	코스 상세
③	시내 도로 코스 (1시간 40분 소요)	55	10	회사 → 공단삼거리 → 연안사거리(이마트) → 조촌사거리 → 제일고 → 월명체육관 → 하구둑 → 회사



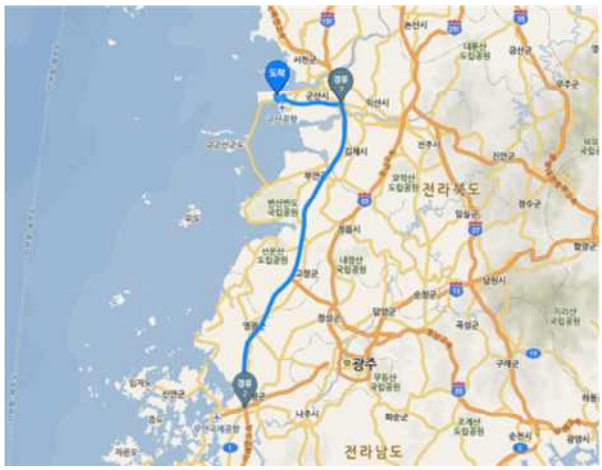
내구성능 확보를 위한 주행코스(시내도로 구간)

주행 코스		거리(km)	비율(%)	코스 상세
④	비포장로	1.25	2	당사 비포장 시험로



내구성능 확보를 위한 주행코스(비포장도로 구간)

주행 코스		거리(km)	비율(%)	코스 상세
②	고속도로	282	40	회사 → 동군산 IC → 함평 JC → 동군산 IC → 회사 (27km) (114km) (114km) (27km)



내구성능 확보를 위한 주행코스(고속도로 구간)

바) 내구성능은 시작 1호 차량으로 내구목표마일리지 5만Km를 주행하면서 차량에서 발생한 고장 및 부품교환 내역은 표와 같음.

- 내구시험 중 잦은 고장 및 부품교환은 시작차량 1호에 초기 부품 적용으로 발행 빈도가 높았으나,
- 내구시험 중 발생된 문제점 등을 설계변경, 부품반영 및 부품품질 확보를 통하여 시범운영에 투입된 LF-40형 중형저상버스 표준모델 차량인 시작 4호, 5호 차량 모니터링 결과 개선됨을 확인함.

차량 내구성능 중 발생한 고장 및 부품교환 이력

날짜	TEST & 업무내용	시험조건		주행 거리 (Km)	결함내용 및 특기 사항
		코스	공차 /적차		
~2016년6월	주행검사	국도	공차	~377	
~2016년8월	기본 성능 평가	국도 /고속	공차/적 차	~855	2축 LH 허브베어링 교환 PANHARDROD 체결부 수정
~2016년10월	엔진교환	공장내	공차	-	환경규제 만족을 위한 엔진교체 (유로6 Step AStepc)
~2016년12월	주행평가	국도	적차	8,192	엔진 교체에 따른 주행 평가
~2017년1월	냉시동성 Test	국도 /고속	적차	8,998	강원 지역 내 운행 평가
~2017년3월	PEMS (배출가스 평가)	국도	공차	11,904	배출가스 실차 평가 (인증 평가, 2월 ~ 3월) Nox Sensor 교환 후 모니터링 Deprosting 평가
~2017년4월	성능평가	국도	적차	12,225	주행저항성 평가 냉각 성능 평가
~2017년5월	일반 내구평가	국도	적차	13,068	Stabilizer Rod 및 타이어 교체
~2017년6월	일반 내구평가	국도 /시내	적차	15,534	BCM 개선품 교체 Nox Sensor 교체
~2017년6월	일반 내구평가	국도 /시내	적차	15,534	BCM 개선품 교체 Nox Sensor 교체
~2017년7월	일반 내구평가	국도 /시내	적차	17,308	엔진 배선, 개선품 교체
~2017년8월	일반 내구평가	국도 /시내	적차	22,298	에어컨 벨트 교체 배기파이프 가스켓 교체
~2017년9월	일반 내구평가	국도 /시내	적차	36,454	도어로 빗물유입으로 도어 교정
~2017년10월	일반 내구평가	국도 /시내	적차	40,857	출력저하 개선 소프트웨어 적용 안개등 교체
~2017년11월	일반 내구평가	국도 /시내	적차	40,857	후축 허브베어링 교체 에어컨 벨트 교체
~2017년12월	일반 내구평가	국도 /시내	적차	50,000	전축 타이어 교체 쏠림 현상 개선 조치

바) 중형저상버스 표준모델 차량 운행 관련하여 안전 운행에 필요한 최소한의 점검인 일상 점검사항의 가이드라인은 표와 같음.

차량 일상점검 가이드라인

점검 항목		점검내용
차량 이상 유무 확인		• 전일 운행 시 이상이 있던 부분은 정상인가
엔진룸을 열고	엔진	• 시동이 용이하고 연료, 엔진오일, 냉각수가 충분한가 • 누수, 누유는 없는가 • 구동벨트의 장력은 적당하고 손상된 곳은 없는가
	기타	• 브레이크액 / 클러치액, 파워스티어링 오일, 와셔액 등은 충분하고 누유는 없는가
차의 외관에서	엔진	• 배기가스의 색깔은 깨끗하고 유독가스 매연의 배출이 없는가
	에어스프링	• 에어스프링의 연결부위에 손상, 에어 누기는 없는가
	바퀴(타이어)	• 타이어의 공기압은 적당한가 • 타이어의 이상마모 또는 손상은 없는가 • 휠너트(또는 볼트)의 조임은 충분하고 손상은 없는가
	램프 류	• 점멸이 확실하고 파손되지 않았는가
	차량 등록번호표	• 번호표가 파손되지 않았는가
운전석에 앉아서	엔진	• 연료 및 요소수는 충분하고 시동은 용이한가
	조향핸들	• 흔들림, 유동이 없는가 • 조작이 용이한가
	브레이크	• 페달의 유격과 잔류간극이 적당한가 • 브레이크의 작동이 양호한가 • 주차 브레이크의 작동량은 적당한가
	변속기	• 클러치의 유격은 적당한가 • 변속레버의 조작이 용이한가, 심한 진동은 없는가
	실외미러/실내미러	• 비침(시계성) 상태가 양호한가
	경음기	• 작동이 양호한가
	와이퍼	• 작동이 양호하고 와셔액은 충분한가
	각종 계기 및 스위치	• 작동이 양호한가 • 메터클러스터에 경고등이 점등된 것은 없는가

아) 정기 점검 주기표에 따라 점검 정비하여 차량의 수명을 연장하고 주행 중의 갑작스런 고장으로 인한 사고의 위험에서 벗어날 수 있도록 정기점검 가이드라인은 표와 같음.

차량 정기점검 가이드라인

(1) 배출가스 제어 항목

○ : 점검, 조정, 보충, 조임 ● : 교환 △ : 청소 혹은 배출

점검내용		점검주기							비고
		최초 1,000㎞	최초 5,000㎞	매 10,000㎞	매 20,000㎞	매 40,000㎞	매 60,000㎞	매 100,000㎞	
엔진 오일			●	통상조건: ● 매 60,000km 또는 12개월 마다 교환, 가혹조건: ● 매 30,000km 또는 6개월 마다 교환					일일 점검
엔진 오일 필터									
연료필터교환	메인 필터	● 최초 20,000km 교환 후 매 40,000km 마다 교환(가혹 조건은 교환 주기 단축)							히터 내장형
	프리 필터	● 최초 20,000km 교환 이후 매 40,000km 또는 엔진 경고등 점등 및 주기적 점멸 교환							
		● 최초 20,000km 교환 후 매 40,000km 마다 교환(가혹 조건은 교환 주기 단축)							히터 내장형
요소수(우레아)시스템 요소수 펌프 메인 필터		통상조건 : ● 매 100,000km 마다 교환, 가혹조건 : ● 매 5만km 마다 교환							
연료 탱크내 불순물 배출				△					
연료 호스 점검						○			
냉각수 점검 및 교환		○ 매 20,000km 마다 점검							부동액 45~50%유지
라디에이터 캡 상태 점검				○					운행전 점검
에어 클리너 엘리먼트 교환		● 매 6개월 또는 60,000km마다 교환							가혹시 수시점검
팬(V-리브드)벨트		○ 100,000km 점검 이후, 매 10,000km 마다 점검, 이상시 교환							운행전 점검
공기, 냉각수, 연료 및 오일 누수 점검		운행전 점검							소음발생시 점검
밸브 간극 점검 및 조정			○			○			
매니폴드, 엔진 지지부 등의 볼트 재조임		○				○			일일 점검
엔진 작동상태(시동, 공회전 상태, 가속상태, 최고속도)		○		○					
예열 플러그 기능 점검						○			
인터쿨러부의 오일 빼기		△ 50,000km 마다 배출(동절기가 시작되기 전인 11월경에도 배출하십시오.)							
배기가스 점검			○	○					
배기 파이프 머플러의 기능 손상, 헐거움 점검				○					

주의 1. 연료 부족시 고압펌프에 손상을 초래하여 배출가스에 악영향을 미칠 수 있습니다.
2. 검증되지 않은 연료(첨가제 등)는 주유하지 마십시오.
3. 연료관련 점검/교체 주기는 국내석유사업법에 명시된 경유/휘발유 품질기준을 만족하는 경우 해당됩니다.

※ 메인 연료필터는 사양에 따라 필요 없는 차량도 있습니다.

(2) 일반점검 항목

○ : 점검, 조정, 보충, 조임 ● : 교환 △ : 청소 혹은 배출

점검내용		점검주기							비고
		최초 1,000㎞	최초 5,000㎞	매 10,000㎞	매 20,000㎞	매 40,000㎞	매 60,000㎞	매 100,000㎞	
수동 변속기 오일	T060S5	● 150,000km 마다 교환, ○ 50,000km 마다 오일 레벨 점검 및 누유 확인							
	T060S6								
	M035S5	● 최초 10,000km 교환 이후 40,000km 마다 교환 또는 12개월마다 교환 ○ 매 20,000km 마다 오일레벨 점검 및 누유 확인							
클러치페달 유격 및 기능점검		페달 작동 상태에 따라 수시 점검 및 수정							
클러치/브레이크 액 점검 및 교환		● 매 1년마다 교환							수시점검
변속기 레버 헐거움				○					
휠 스터드 볼트, 너트 조임 및 상태점검		○		○ 매 5,000km마다 점검(타이어 교환 후 50-100km주행후 재조임)					
타이어 위치 교환		● 15,000km 마다 위치교환							

○ : 점검, 조정, 보충, 조임 ● : 교환 △ : 청소 혹은 배출

점검내용	점검주기							비고
	최초 1,000㎞	최초 5,000㎞	매 10,000㎞	매 20,000㎞	매 40,000㎞	매 60,000㎞	매 100,000㎞	
에어스프링	○	○ 20,000km 마다 점검						
에어스프링의 손상점검	○ 매 5,000km 마다 점검							
속업소버의 오일 누유 또는 손상점검	○ 매 5,000km 마다 점검							
현가장치의 손상 및 헐거움 점검	○ 매 5,000km 마다 점검							
파워스티어링 오일	○매 20,000km마다 점검 (필요시 보충 및 교환)							
조향 핸들 유격 및 링케이지 헐거움(엔진 구동상태에서)		○			○			
조향각 점검 및 스톱퍼 볼트 재조임					○			
클러치/브레이크 액 점검 및 교환	● 매 1년 마다 교환							일일점검
브레이크 계통 에어 및 누유 점검				○				
브레이크 드럼 라이닝 간극 점검	○ 매 5,000km 마다 점검							가혹시 수시점검
브레이크 드럼 라이닝 마모상태			○					가혹시 수시점검
브레이크 드럼 마모상태			○					
디스크브레이크 디스크 및 패드 점검			○					가혹시 수시점검
디스크로터 표면 상태 확인	○ 마찰재(디스크 패드) 교환시 마다 점검							
주차브레이크 기능(제동력) 점검			○	○ 영업용 차량 : 매 2,000km				
주차브레이크 드럼 및 라이닝 마모상태			○					
주차브레이크 행정			○					
각 보디 샤시 부분(적재함 포함), 프레임 볼트 재조임	○		○ 50,000km 마다 재조임					가혹시 수시점검
캡 환기 필터 청소 및 교환 (디럭스 타입)	△ 매 5,000km마다 청소							
에어컨 냉매 수준 점검	성능 저하시 점검 후 보충							
에어컨 점검	1~2개월에 한번 작동하여 냉기정도 확인							

○ : 점검,조정,보충, 조임 ● : 교환 △ : 청소 혹은 배출

점 검 내 용	점 검 주 기							비 고
	최초 1,000㎞	최초 5,000㎞	매 10,000㎞	매 20,000㎞	매 40,000㎞	매 60,000㎞	매 100,000㎞	
시동 모터 기능 점검					○			
발전기 기능점검(테스터기 사용)					○			
전기 배선과 접속부분(의) 손상, 헐거움 점검	○ 매 5,000km 마다 점검							
각종램프 점멸 상태	○ 매 5,000km 마다 점검							운행전 점검
헤드 각종 램프 점멸 상태	○ 매 5,000km 마다 점검							
헤드 램프 정렬상태 점검 조정			○					
배터리 전해액 점검	배터리액 LOWER 이하시 교환							
각 진공호스	○ 매 12개월 마다 점검							

■ 가혹 조건

점 검 내 용	점검 방법	점 검 주 기	비 고
엔진오일	●	최초5,000km 교환후, 매 30,000km 또는 6개월 마다 교환	
엔진 오일 필터	●	최초5,000km 교환후, 매 30,000km 또는 6개월마다 교환	
에어 클리너 엘리먼트 교환	●	매 6개월 또는 60,000km 마다 교환 (Dust indicator 확인, 붉은색 점등시 교환)	
V-벨트	●	상태에 따라 수시 점검, 이상이 있으면 교환	
브레이크 드럼 및 라이닝	○	수시점검	
디스크브레이크 디스크 및 패드	○	수시점검	
각 보디 샤시 부분(적재함 포함), 프레임 볼트 재조임	○	수시점검	

가혹 시란: 1) 짧은 거리를 반복 운행 시 2) 장시간 공회전 또는 장거리 저속 운행 시
3) 잦은 정지 및 출발 등을 반복 도로 조건 운행 시
4) 산길, 오르막, 내리막 주행 시 5) 트레일러 견인 시
6) 섭씨 32도 이상의 온도에서 교통 체증이 심한 곳 운행 시
7) 먼지, 진흙, 비포장, 자갈, 해변 등 거친로 또는 소금 성분이 뿌려진 도로를 운행 시를 말합니다.

▶ 장치별 특성으로 인해 일부 장치가 동일한 점검기간내에 있다하더라도 점검 또는 교환의 거리가 서로 다를 수 있습니다.
▶ 시간과 주행 거리중 먼저 도래하는 것을 기준으로 하여 교환 또는 점검 · 정비를 하십시오.

16) 연비 경쟁력 확보

가) 연구과제 차량 연료소비율 목표는 8.9km/ℓ이상(경쟁사 대비 3% 우위)임.

나) 중형저상버스와 경쟁차량 실도로 연비평가를 3세부 협동기관인 자동차융합기술원에서 실시하였으며,

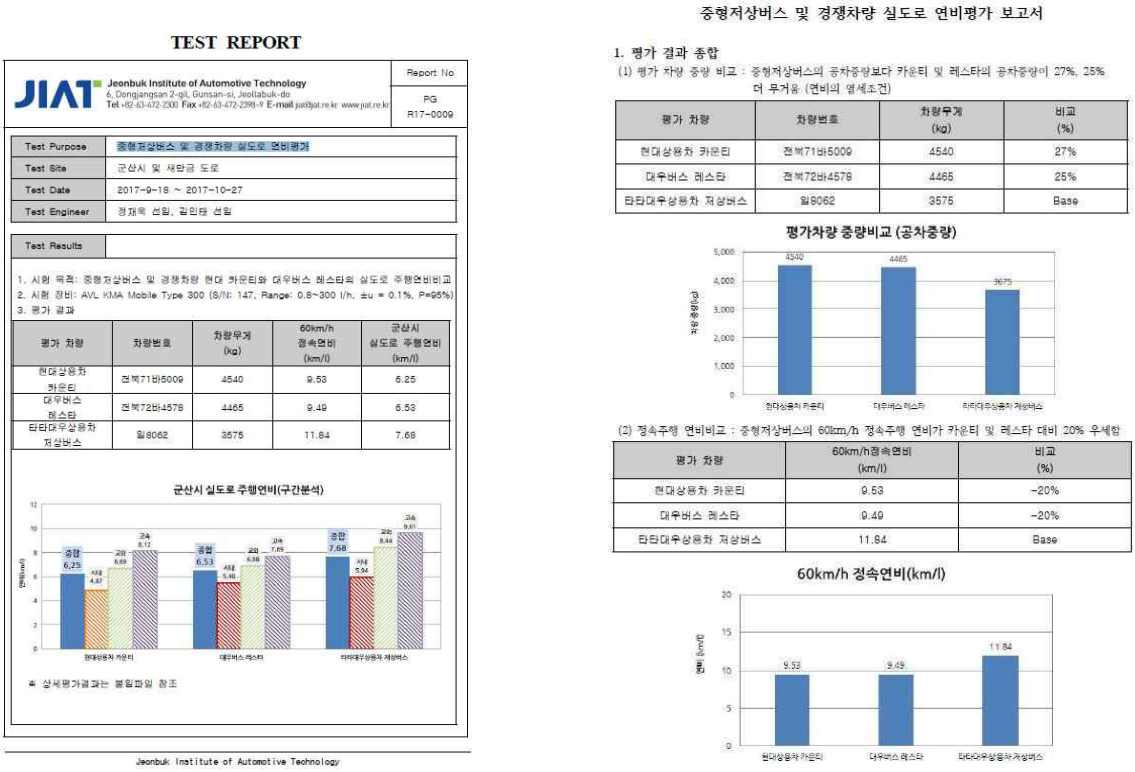
다) 경쟁차량과 연비평가 시 운행 마일리지가 유사한 차량을 임차하여 실시하였고 연료소비율 시험결과 목표 만족함을 확인함.

라) 시험결과는 표와 같음.

실도로 연비평가 결과(자동차융합기술원)

차종	마일리지 (Km)	공차중량 (Kg)	주행 조건 별 연비(km/ℓ)			
			60Km/h 정속	시내모드	교외구간	고속구간
LF40 (Base)	*25,045 (EUR06)*	*3,575*	*11.84*	*5.94*	*8.44*	*9.61*
현대 카운티	1,609 (EUR06)	4,540 (+27%)	9.53 (-20%)	4.87 (-18%)	6.69	8.12 (-16%)
자일대우 레스타	40,149 (EUR06)	4,465 (+25%)	9.49 (-20%)	5.48 (-8%)	6.88	7.69 (-20%)

☞ 공차중량 등을 고려하면 경쟁사 차량보다 연료소비율이 약 10% 좋음을 알 수 있다.



TEST REPORT

Jeonbuk Institute of Automotive Technology
6, Dongjangsan 2-gil, Gunsan-si, Jeollabuk-do
Tel +82-63-472-2300 Fax +82-63-472-2388 E-mail jat@jat.re.kr www.jat.re.kr

Report No
PG
R17-0009

Test Purpose	중형저상버스 및 경쟁차량 실도로 연비평가
Test Site	군산시 및 새만금 도로
Test Date	2017-9-18 ~ 2017-10-27
Test Engineer	정재욱 선임, 김인태 선임

Test Results

1. 시험 목적: 중형저상버스 및 경쟁차량 현대 카운티와 대우버스 레스타의 실도로 주행연비비교
2. 시험 장비: AVL KMA Mobile Type 300 (S/N: 147, Range: 0.8~300 l/h, ±u = 0.1%, P=95%)
3. 평가 결과

평가 차량	차량번호	차량무게 (kg)	60km/h 정속연비 (km/l)	군산시 실도로 주행연비 (km/l)
현대상용차 카운티	전북71바5009	4540	9.53	6.25
대우버스 레스타	전북72바4578	4465	9.49	6.53
타타대우상용차 저상버스	일8062	3575	11.84	7.68

군산시 실도로 주행연비(구간분석)

※ 상세평가결과는 붙임파일 참조

Jeonbuk Institute of Automotive Technology

중형저상버스 및 경쟁차량 실도로 연비평가 보고서

1. 평가 결과 종합

(1) 평가 차량 중량 비교 : 중형저상버스의 공차중량보다 카운티 및 레스타의 공차중량이 27%, 25% 더 무거움 (연비의 열세조건)

평가 차량	차량번호	차량무게 (kg)	비교 (%)
현대상용차 카운티	전북71바5009	4540	27%
대우버스 레스타	전북72바4578	4465	25%
타타대우상용차 저상버스	일8062	3575	Base

평가차량 중량비교 (공차중량)

(2) 정속주행 연비비교 : 중형저상버스의 60km/h 정속주행 연비가 카운티 및 레스타 대비 20% 우세함

평가 차량	60km/h정속연비 (km/l)	비교 (%)
현대상용차 카운티	9.53	-20%
대우버스 레스타	9.49	-20%
타타대우상용차 저상버스	11.84	Base

60km/h 정속연비(km/l)

중형저상버스 및 경쟁차량 실도로 연비평가 보고서

마) 시범운영을 통하여 기존 운행하는 차량과 연비 비교 결과 연료비 측면에서 9% 경제성이 있음을 확인함.

- 연비는 운전자 운행 습관 및 운행 조건에 따라 차이가 발생 됨.
- 연료비 경제성 평가 결과는 그림과 같음.

*경유 : 1,300 원/리터 적용 / ** CNG : 672.6원/m3 적용(15.57원/MJ @ `17.5.1)

구분		연비 비교		중형저상버스 연료비 이익 (vs. 경쟁 일반버스)		
		중형저상버스	일반버스	연비	1년 운행시	5년 운행시
디젤 (동급)	아산시	중형저상버스 - 1일 평균 195km 운행 - 연비 : 6.08 km/L 	경쟁사 (7m급) - 1일 평균 195km 운행 - 연비 : 5.55 km/L 	0.53km/L ↑ (9%)	144만원	720만원
	시흥시	중형저상버스 - 1일 평균 205km 운행 - 연비 : 5.62 km/L 	경쟁사 (7m급) - 1일 평균 280km 운행 - 연비 : 5.11 km/L 	0.51km/L ↑ (9%)	168만원	840만원
참조) 디젤/CNG	시흥시	중형저상버스 (디젤) - 1일 평균 205km 운행 - 1일 연료비 : 47,060원 	경쟁사 (CNG 9m급) - 1일 평균 205km 운행 - 1일 연료비 : 67,060원 	1일 연료 절감 20,000원 ↓	720만원	3,600만원

중형저상버스 표준모델 차량과 기존 운행차량 연료비 비교

2. 버스 비상문 설치 의무화 입법예고 대응방안

가. 입법예고 내용

1) 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙 별표5의31(비상문 설치 의무화 및 설치기준 추가)에 근거

2) 자동차 화재사고 등 비상시 승객 탈출을 용이하게 하기 위하여 승차정원 16인 이상 승합자동차에 비상문 설치를 의무화하고, 자동차사고 피해감소 및 사고예방을 위해 좌석안전띠 경고장치와 자동차안전성제어장치 설치대상을 확대하는 한편 좌석규격과 보행자 보호 등의 안전기준을 국제기준과 조화시키는 등 현행 제도의 운영상 나타난 일부 미비점을 개선·보완하고자 국토교통부령【시행일 2019.7.1.】【 제 386호, 2017.1.9. 일부개정】으로 입법예고 되었다.

3) 별표5의31(비상문 설치 의무화 및 설치기준 추가)의 비상탈출장치의 설치 개수는 표와 같음.

비상탈출장치 설치 개수

승차정원	각 차실 출구 최소 총 개수
16	3
17 ~ 30	4
31 ~ 45	5
46 ~ 60	6
61 ~ 75	7
76 ~ 90	8
91 ~ 110	9
111 ~ 130	10
130 초과	11

4) 비상창문의 규격은 500㎜와 700㎜ 이상 규격의 직사각형으로서 면적이 0.40.4㎡ 이상일 것. 다만, 뒷면의 경우 너비 1,550㎜와 높이 350㎜ 이상이며 각 모서리의 곡률반경은 250㎜ 이하일 것이며,

5) 설치기준은 힌지형 또는 분리형의 경우 밖으로 열려야 하며, 분리형은 작동시 차체로부터 완전히 분리되는 구조가 아니어야 한다. 또한 자동차의 내·외부에서 작동되어야 함.

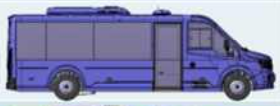
6) 안전유리(접합유리 또는 프라스틱 재질은 제외)이어야 하며, 안전유리 적용시 비상창문 근처에 비상창문을 깰 수 있는 장구를 설치하여야 한다.

7) 2019년부터는 승강구 2개 이상 또는 승강구와 비상문 각각 1개 이상을 의무적으로 설치, 안전기준을 충족하지 않으면 차량 생산이 불가능함.

8) LF-40형 중형저상버스 표준모델 차량의 경우 신규모델 차량에 해당되며, 2019년 7월부터 기존 모델의 경우 신규 생산 차량은 2020년 7월부터 해당기준을 적용하여야함.

나. 설계 검토 내용 및 검증방안

1) 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙 별표5의31(비상문 설치 의무화 및 설치기준 추가)에 근거 중형저상버스 표준모델 차량의 승강구 및 비상탈출장치 최소 수량 검토내용은 그림과 같음.

저상 버스		좌석수	승차 인원	승강구	비상탈출장치 최소 수량	비상탈출장치			차량 RH Side
						비상구	비상 창문	비상 탈출구	
SHUTTLE	CITY	12	30	2	4	1	1	1	
	RURAL	15	30	1	4	1	1	1	
CHARTER		19	19	1	4	1	1	1	
CHINLDREN		30	30	1	4	1	1	1	

저상버스 승강구 및 비상탈출장치 최소 수량

☞ 버스 비상탈출장치는 승강구 + 비상문 + 비상창문 + 비상탈출구이며 최소 각 1개씩 요구됨.

2) 비상문이 적용된 해외사례는 그림과 같음.







비상문이 적용된 해외사례

☞ 미국의 경우 학생들이 타는 스쿨버스는 어린이들이 평상시에 타는 문 말고도 차량 뒤쪽에 “비상탈출문”을 반드시 만들어져 있음. 차량의 왼쪽과 오른쪽, 창문, 천장까지 5개 이상의 비상탈출문과 창문을 갖추고 있음을 알 수 있음.

3) 비상창문이 적용된 해외사례는 그림과 같음.



비상창문이 적용된 해외사례

☞ 비상시 붉은 레버를 돌리고 바깥쪽으로 밀면 창문이 위로 젖혀짐.

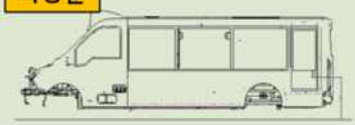
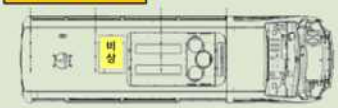
4) 비상탈출구가 적용된 해외사례는 그림과 같음.



비상탈출구 적용된 해외사례

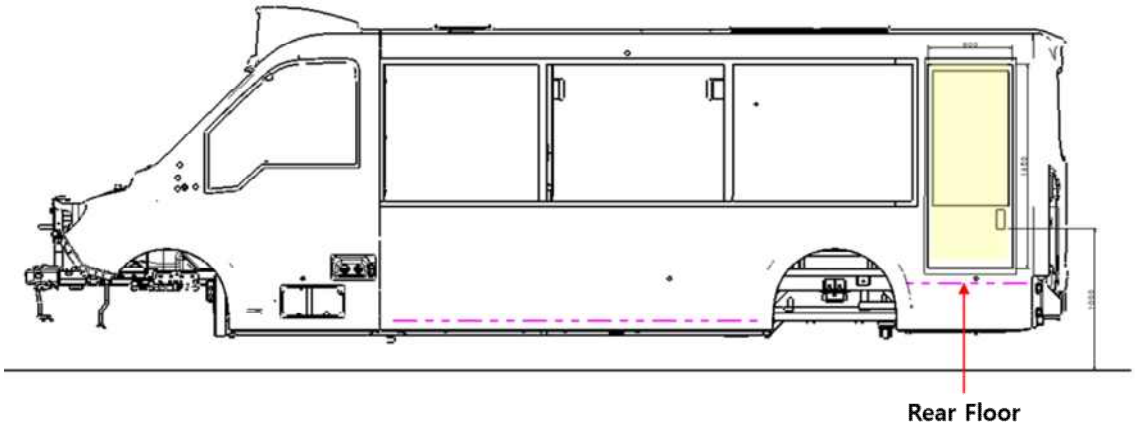
☞ 일반적으로 Roof Hatch 타입 적용함을 알 수 있었음.

5) 중형저상버스 표준모델 차량의 비상문 설치 의무화 설계변경 검토내용은 그림과 같음.

구분	변경 검토	변경 검토 상세	예상 설계 변경
Side LH	비상문 	◦ 비상문 추가	◦ 비상구 사양 Concept 검토 ◦ Side Skin, 차체 변경 ◦ 실내 변경
Side RH		◦ 셔틀버스 RR 출입문 삭제 검토(시범 운영 VOC 결과 RR 출입문 삭제요청)	◦ Side Body Structure 변경
Roof	비상탈출구 	◦ Roof On Cooler 전방 이동 : Roof Hatch 자리 고려 선 반영	◦ Roof Structure 변경 ◦ A/C Hose A/C Duct 변경 ◦ 전장 및 Interior 위치 조정 및 변경
Rear	비상창문 	◦ 비상 창문 – Rear Glass 폭 증대	◦ Rear Structue ◦ RR Exterior ◦ RR Interior 변경

중형저상버스 표준모델 차량 비상문 설치 검토내용

6) 차실 좌측면 뒤쪽에 비상문 설치, 설계변경 검토내용은 그림과 같음.

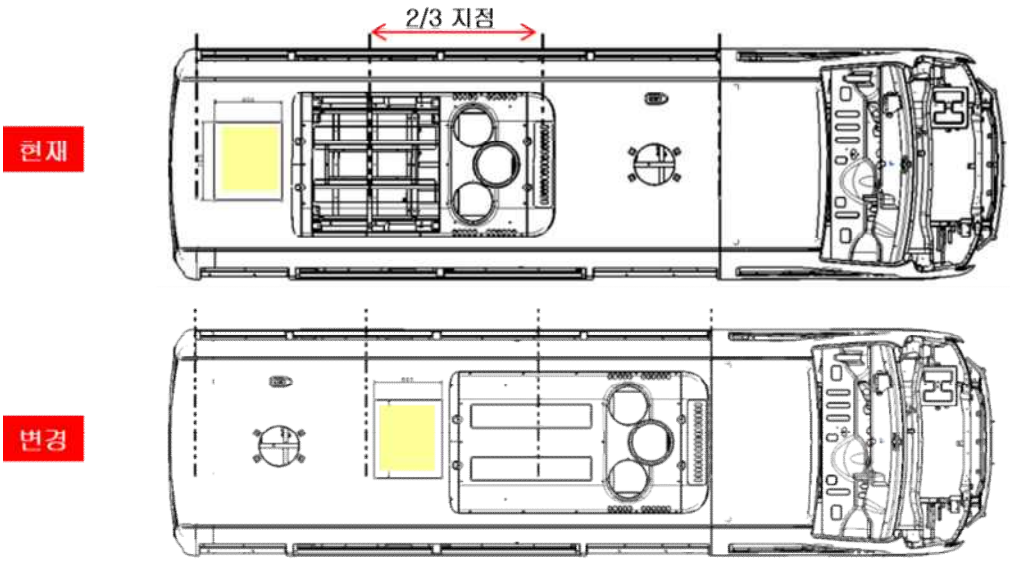


차실 좌측면 뒤쪽에 비상문 설치 검토내용

☞ 설치위치 및 크기는 너비 600㎜, 높이 1450㎜이상이며 좌측 사이드 뒤쪽에 설치

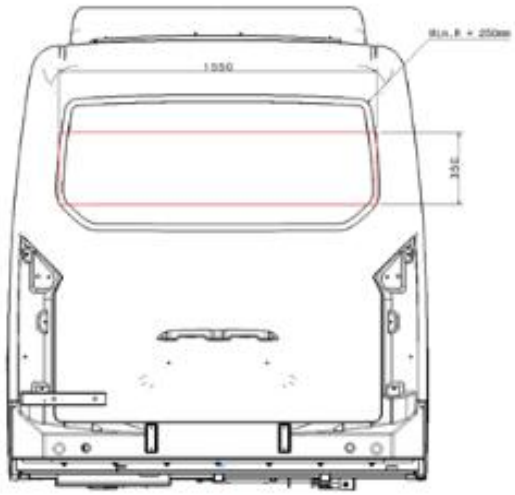
☞ 설치사양은 Hinge Type(Open Angle Min.100°), 도어록은 Latch & Striker, I/S Handle & O/S Handle and Link Rod.

7) 비상탈출구 Roof on Cooler를 전방이동하고 Ventilator를 후방 이동하여 법규만족. 검토내용은 그림과 같음.



비상탈출구 설치 검토내용

8) 비상창문은 차실 뒤쪽에 설치, 설계변경 검토내용은 그림과 같음.



비상창문 설치 검토내용

☞ 차량에서 비상탈출장치는 차량 앞 또는 뒤쪽에 반드시 1개 이상 설치 요구됨(법규)
☞ 차량 뒷면 비상창문 요구 규격은 1,550㎜ x 350㎜이며 모서리 곡률반경 250㎜ 이하
☞ 현재 개발된 차량의 뒤 유리 폭은 1450~1500㎜ 수준임. 뒤 유리 폭 증대 개선

(3세부) 중형저상버스 안전인증을 위한 성능평가 기술개발

1. 연구 수행 내용 및 결과

교통약자의 이동편의 증진을 위해 진행된 “중형저상버스 표준모델 개발” 사업을 2013년부터 2017년까지 4년간 진행하였음.

한국형 중형저상버스의 개발에 필요한 차량의 기본적인 정보가 필요하나 국내에서 운행되는 저상버스는 대부분 대형급(11~14M)이고 농어촌이나 도심지의 외곽지역은 경제성을 이유로 운행이 제한되어 있음.

국내에서 운행 중인 중형급(7~9M)버스는 도심지의 외곽이나 산간지역에서 노선버스나 지하철을 이용할 수 있는 중심도로까지만 운행하는 마을버스가 유일함.

국내 교통약자의 이동편의 증진을 위해 필요한 중형급 저상버스는 조사결과 국내운행이 전무한 실정이었고, 표준모델 차량의 개발을 위해 해외에서 운행 중인 차량을 도입하여 벤치마킹을 진행하였음.

“중형저상버스 표준모델 개발” 사업에서 3세부는 “중형저상버스 안전인증을 위한 성능평가 기술개발” 을 담당함.

도입차량의 성능평가(1차년도), 개발차량의 핵심부품평가(2~3차년도), 중형저상버스 표준모델에 성능평가 및 안전인증(3~4차년도)를 진행하였으며 아래 표는 연차별로 수행한 세부 평가 항목, 수행 실적 및 결과를 정리하여 나타냄.

[표] 중형저상버스 표준모델 개발을 위한 연차별 평가 내용 및 수행 실적

순번	평가대상	세부평가항목	연차별 평가 수행 실적				결과
			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	
1	도입차량(M20E) 성능평가	기본제원측정	OK	-	-	-	차량기본제원및 각종성능데이터 확보
2		휠체어슬로프 접근성 평가	OK	-	-	-	
3		가속성능평가	OK	-	-	-	
4		연료경제성 평가	OK	-	-	-	
5		NVH평가	OK	-	-	-	
6		제동성능평가	OK	-	-	-	
7		조향성능평가	OK	-	-	-	
8		작동성 및 편의사양 감성평가	OK	-	-	-	
9	도입차량 성능평가(계속)	제동 및 조향성능평가	-	OK	-	-	핵심부품 신뢰성 / 내구성능 확인 및 안전성 확보
10	자동차법규검토 및 인증항목도출	자동차평가관련 국내외 법규 검토	-	OK	-	-	
11		안전 및 환경인증 평가 항목 도출	-	OK	-	-	
12	개발차량 핵심부품평가 (4종)	엔진 성능평가	-	OK	-	-	
13		에어컴프레셔 성능평가	-	NG	OK	-	
14		드라이브 샤프트 내구성 평가	-	NG	OK	-	
15		브레이크 & 허브 동적강도 평가	-	NG	OK	-	

[표] 중형저상버스 표준모델 개발을 위한 연차별 평가 내용 및 수행 실적 (계속)

순번	평가대상		세부평가항목	연차별평가수행 실적				결과
				1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	
16	중형저상버스 표준차량 성능평가		기본제원측정	-	-	OK	-	중형저상버스의 기본성능확인 상품성개선에 필요한 데이터 확보 국내경쟁차량과의 경쟁력 확인
17			휠체어 슬로프 접근성 평가	-	-	OK	-	
18			최대안전경사각도 평가	-	-	OK	-	
19			좁은도로에서의 90도 회전성능 평가	-	-	OK	-	
20			가속성능평가	-	-	OK	-	
21			연료경제성 평가	-	-	OK	-	
22			NVH평가	-	-	OK	-	
23			제동성능평가	-	-	OK	-	
24			조향성능평가	-	-	OK		
25			작동성 및 편의사양 감성평가	-	-	OK	-	
26			실증연비 평가	-	-	-	OK	
27	중형저상버스표준모델 인증평가	안전 인증 평가 (18개항목)	연료소비율	-	-	-	OK	중형저상버스표준모델안전 인증 획득 (교통안전공단 자동차안전연구원)
28			승합자동차의 제동능력시험	-	-	-	OK	
29			ABS자동차의 제동능력시험	-	-	-	OK	
30			충돌 시 승객보호시험	-	-	-	OK	
31			제원측정 및 기술검토	-	-	-	OK	
32			소음방지장치 시험	-	-	-	OK	
33			경음기 시험	-	-	-	OK	
34			전자파 적합성 시험	-	-	-	OK	
35			최고속도 제한장치	-	-	-	OK	
36			속도계 시험	-	-	-	OK	
37			조향성능 시험	-	-	-	OK	
38			견인장치 강도시험	-	-	-	OK	
39			자동차용 창유리 시험	-	-	-	OK	
40			등화장치 강도시험	-	-	-	OK	
41			차실내장재 연소성 시험	-	-	-	OK	
42			좌석 및 그 잠금장치 시험	-	-	-	OK	
43			좌석안전띠 부착장치 강도시험	-	-	-	OK	
44			원동기 출력시험	-	-	-	OK	
45		환경인증 평가 (2개 항목)	배출가스 인증시험	-	-	-	OK	중형저상버스표준모델 환경인증 획득(환경부)
46			PEMS 시험	-	-	-	OK	

2. 도입차량의 선정

가. 도입차량 검토

과제에서 제안하는 요구서 및 성능3에 준한 차량의 개발을 위해서 제시된 차량의 Concept와 유사한 차량을 연구목적으로 구매를 진행하였음.

제품개발의 목표설정, 엔진룸 레이아웃과 성능평가를 통한 개발차량의 성능목표 설정을 위하여 해외에서 운행 중인 중형급의 저상버스를 도입하였음.

벤치마킹을 위해 도입된 차량의 선정기준은 첫째 저상(지면에서 340㎜ 이하)면의 확보, 둘째 FF(Front Engine & Front Drive)Type, 셋째 유로 6의 배기가스 규제에 적합한 엔진 및 후처리 장치가 설치되어 있는 차량으로 고려하였음.

해외에서 운행 중인 차량 중 유로 6 규제를 만족하는 차량이 부족하여 일단 유로 5 배기가스 규제를 만족하는 차량을 검토하여 결정하였음.



승차정원(좌석+운전석+입석)	?	16+1+0	16+1+?
전장	?	6,363mm	7,509mm
전폭	2,050 mm(?)	2,050mm	2,200mm
배기량, 파워, 토크	3.0L, 157HP, 400Nm	3.0L, 157HP, 400Nm	3.0L, 157bhp, ?Nm
Drive type	FF	FF	FF (?)
Entrance Height	? (저상 아님)	? (저상 아님)	260mm
Kneeling function	? (저상 아님)	? (저상 아님)	Available
Suspension	Parabolic	Parabolic	Air



승차정원(좌석+운전석+입석)	20+1+?	15+1+?	16+1+?
전장	7,772mm	6,830mm	7,010mm
전폭	2,200 mm	2,080mm	2,413mm
배기량, 파워, 토크	3.0L, 157PS, ?Nm	2.0L, 140PS, ?Nm	6.6L
Drive type	FF	FF	FR
Entrance Height	260mm	280mm	340mm
Kneeling function	Available	Available	Available
Suspension	Coil/Air	Air(Std at Rr, opt at frt)	Air



승차정원(좌석+운전석+입석)	12+1+9	15+1+7	16+1+?
전장	6,980mm	7,020mm	7,000mm
전폭	2,190 mm	2,080mm	1,993mm
배기량, 파워, 토크	3.0L, 150ps, 350Nm	3.0L, 165ps, ?Nm	3.0L, 163ps, 360Nm
Drive type	FF	FF	FR
Entrance Height	340mm	?	260mm
Kneeling function	?	?	Available
Suspension	?	Air	Air

【그림】 도입차량 검토 결과



차량모델 : **MERKAVIM社 M20E**

Specification

- Drive type : FF, LHD
- Engine : 3.0L, E5, 165ps, ??.?N.m
- T/M : ?-s A/T
- Tire : 225/75R16 (rear single)
- C.W : ?,???kg
- G.A.W : 4,800kg
- Passenger : 15seats+7stand+1driver
- Access height : ???mm
- Suspension type : Rear Air Susp.
- Length : 7,020mm
- Wheel Base : 4,350mm
- Width : 2,080mm
- Height : 2,600mm
- Fuel : Diesel 80L
- Battery :
- Origin country : Germany

【그림】 최종선정된 도입차량

나. 도입차량 선정

벤치마킹 차량 대상차종을 검토한 결과 MERKAVIM사의 M20E 모델을 선정하였음.
차량 원산지는 독일이며, 선정 차량 제원을 보면 아래와 같음.

【표】 도입차량 기본 제원표

Vehicle Maker	CAB & Chassis	FIAT DUCATO
	Bus body builder	MERKAVIM
Model Name		M20E
Origin country		Germany
Curb weight		3,120kg /1,570(LH),1,550(RH) ☞ FRT : 1,635kg / 845(LH), 790(RH) ☞ RR : 1,485kg / 725(LH), 760(RH)
Gross vehicle weight		4,800kg
Passenger		15 Seats + 7 Stand + 1 Driver
Drive type		☞ FF(Front engine & Front drive)type, ☞ LHD(Left Handle Drive)
ENGINE	Displacement(L)	3.0L (2,999cc)
	Emission	Euro-5
	Performance	165ps / 41kg.m
T/M		6s A/T
TIRE		225/75R16 (Rear single)
SUSPENSION		Rear air suspension
BRAKE		VAH(Vacuum Assisted Hydraulic)system with ABS
FUEL		Diesel 80L
Air bag		does not apply
GENERAL	Overall Length	7,020mm
	Overall Width	2,080mm
	Overall Height	2,600mm
	Wheel base	4,350mm
	Wheel tread	1,810mm
	Front overhang	950mm
	Rear overhang	1,720mm
Entry height		260mm
AXLE CAPA.	Front	2,100kg
	Rear	2,700kg

다. 도입차량 평가 계획 수립

1) 도입차량 기본 제원

FIAT DUCATO / Euro5	벤치마킹 차량 제원	
	구분	내용
	Overall dimension	7,020 x 2,080 x 2,600 mm
	Wheelbase	4,350 mm
	Drive type	FF (Frt Engine, Frt Drive)
	Engine	165ps / 41kg.m (3.0L)
	Transmission	자동 6단
	Suspension (F/R)	Leaf spring / Air spring
Curb Weight: 3.12 ton	Brake type	VAH (Vacuum assisted hydraulic)
GVW: 5.00 ton	Tire	225/75R16
	Fuel tank	80 L
	Seat	16인승

2) 도입차량과 국내 중형버스 사양 비교

구분	TDCV 벤치마킹 (FIAT DUCATO / E5)	경쟁차량	
		현대 카운티 (2011년식 / E5) 	대우버스 레스타 (2013년식 / E5) 
Overall dimension (L x W x H)	7,020 x 2,080 x 2,600 mm	7,085 x 2,035 x 2,755 mm	7,180 x 2,040 x 4,100 mm
Wheel base	4,350 mm	4,085 mm	4,100 mm
Drive type	FF (Frt Engine, Frt Drive)	FR (Frt Engine, RRDrive)	←
Engine	165ps / 41kg.m (3.0L)	160ps / 60kg.m (3.9L)	170ps / 58kg.m (3.8L)
Transmission	자동 6단	수동 5단	←
Suspension (F/R)	Leaf spring / Air spring	Leaf spring / Leaf spring	←
Brake type	VAH (Vacuum assisted hydraulic)	←	←
Tire	225/75R16	205/75R17.5	←
Fuel tank	80 L	95 L	100 L
Seat	16인승	25인승	←

3. 차량성능평가 (Vs 벤치마킹차량)

가. 기본제원평가

본 과제의 최종 목표인 중형저상버스 표준모델의 개발을 위해 표준모델의 고시확정 및 양산 보급을 위해 필요하다고 생각되는 모든 범위에 대해 측정 및 평가를 실시하여 향후 개발차량의 목표설정과 완성도제고를 위한 참고자료 및 중형저상버스 표준모델 고시를 위한 기준 데이터로 사용하였음.

차량의 가장 기본적인 정보인 기본제원을 측정하였고 아래 표는 벤치마킹을 위해 도입한 차량과 개발된 중형저상버스에 대한 차량 제원과 기본제원평가 결과를 나타낸 것임.

【표】 시험차량 주요제원

차량명		Fiat Ducato Merkavim(M20E)	TATA DAEWOO LF-40
Overall dimension		7,020 × 2,080 × 2,600 mm	7,495 × 2,050 × 2,630 mm
Wheelbase		4,350 mm	4,750 mm
Drive type		FF (Frt Engine, Frt Drive)	FF (Frt Engine, Frt Drive)
Engine	Max. Power	165 ps	170 ps / 3500 rpm
	Max. Torque	40 kg · m	41 kg · m / 1350 rpm
	Volume	3.0 L	3.0 L
After-Treatment		Euro5	DOC+DPF+SCR (Euro6)
Transmission		6-s A/T	6M40-MT 6 speed (Fiat Auto)
Tire		225/75R/16C	205/75R/17.5
Weight Capability	Curb weight	3,020 kg	3,420 kg
	GVW	4,800 kg (실제 평가 시 차량 중량은 5.15ton으로 진행) * 개발 차량의 Target GVW로 시험하기 위함	5,370 kg
비 고			

【표】 기본제원 측정결과

(“자동차안전기준 시행세칙 (별표 2) 자동차의 안전기준 확인방법” 에 의거)

Item		Unit	측정결과				
			도입차량	카운티	레스타	표준차량	
Overall	Length (OL)	mm	**7,040**	7,085	7,180	**7,450**	
	Width (OW)	mm	**2,123**	2,035	2,040	**2,037**	
	Height (OH)	mm	**2,615**	2,755	4,100	**2,600**	
Wheelbase	(WB)	mm	**4,340**	4,085	4,100	**4,755**	
Overhang	Front (FOH)	mm	**936**	1,190	1,180	**1,055**	
	Rear (ROH)	mm	**1,708**	1,860	1,800	**1,675**	
Tread	Front (FT)	mm	**1,790**	1,705	-	**1,796**	
	Rear (RT)	mm	**1,780**	1,495	-	**1,798**	
Max. load space	Length	mm	**4,940**	6,280	-	**4,710**	
	Width at floor	mm	**1,938**	1,900	-	**1,880**	
	Height	mm	**1,944**	1,860	-	**1,990**	
Front Door(open)	Height	mm	**1,815**	-	-	**1,810**	
	Width	mm	**1,115**	-	-	**1,078**	
Rear Door(open)	Height	mm	**-**	-	-	**1,820**	
	Width	mm	**-**	-	-	**765**	
Floor Height	at CVW	mm	**263**	705	-	**345**	
Door 1st Step Height	at CVW	mm	**263**	705	-	**345**	
Approach Angle	at GVW	deg	**15.1**	-	-	**18**	
Departure Angle	at GVW	deg	**14.0**	-	-	**11.4**	
Ground Clearance	at GVW (HH)	mm	**118**	195	-	**195**	
Turning Radius	Curb to Curb	m	**7.59**	7.4	-	**좌**	**우**
						9.35	**8.54**

<제원측정 요약>

○ 목적 : 중형저상버스의 전장, 윤거, 차실내부의 면적 등의 정확한 치수와 차량에 운행에 필요한 최소회전반경, 진입각, 탈출각 등의 기본 제원을 측정

○ 결과

- 중형저상버스에 대한 정확한 제원 데이터를 확보

- 도입차량의 데이터와 비교분석 진행

- 중형저상버스 표준모델 고시 제정을 위한 데이터로 활용

나. 휠체어 슬로프 접근성 평가

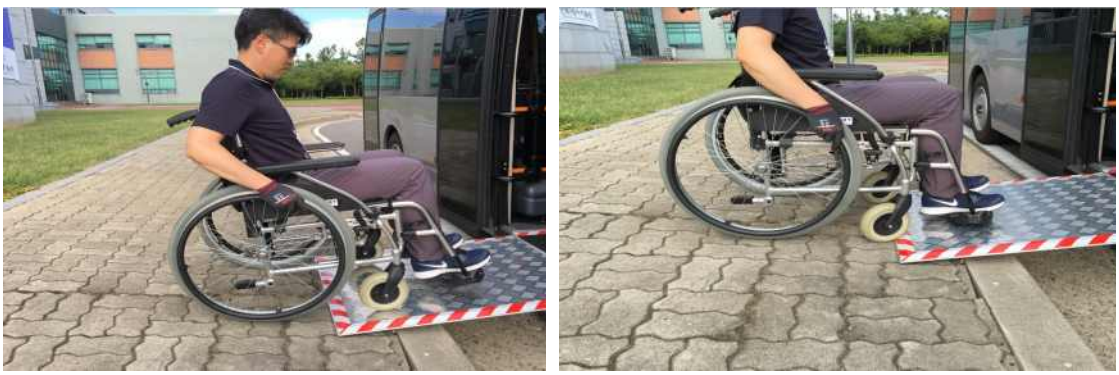
본 과제의 최종 목적인 중형저상버스의 표준모델은 교통약자의 이동편의증진을 위한 이동수단으로 사용됨. 교통약자는 장애인, 어린이, 임산부, 노약자 등을 대상으로 하며, 특히, 장애인들의 이동편의에 많은 노력을 기울이고 있음. 현재 제작된 표준1호차량과 2호차량에도 장애인의 승·하차를 수동식 슬로프와 휠체어 고정장치가 운적석 뒷 공간을 활용하여 전용공간이 마련되어 있음. 차량의 설계시 슬로프의 전동화를 고려하였으나, 저상버스 이해 관계자들의 VOC 입수 결과 자동의 불편함으로 인해 오히려 수동을 선호하였으며 차량 레이아웃, 중량, 가격, 정비비 등을 고려하여 수동 슬로프를 설치하였음. 설치된 수동식 슬로프를 이용하여 장애인들이 승·하차 가능여부를 확인하기 위해 슬로프의 전개를 도로와 인도를 구분하는 경계석에 했을 경우와 도로에 바로 전개하였을 때의 각도를 각각 측정하였음. 특히 중형저상버스의 경우 각각의 조건에서 슬로프가 전개되었을 때 수동휠체어를 타고 직접 승·하차를 시도하여 측정하였음.

【표】 표준1호차 휠체어 슬로프 측정 결과

구분		도입차량	표준차량	비고
슬로프의 크기	가로	96.8cm	79.5cm	-
	세로	78.7cm	95.3cm	대형저상버스 표준모델 기준 850mm 이상
슬로프의 각도	도로면	13.3° (경사율 7.58%)	20.4° (37 %)	ECAS & Kneeling 시스템 적용 전
	경계석	3.9° (경사율 6.9%)	5.4° (경사율 9.4%)	경계석 높이 180mm



【그림】 도로면에 직접 전개된 휠체어 슬로프 탑승 사진



【그림】 보행자 보호를 위한 경계석에 전개된 휠체어 슬로프 탑승 사진

다. 평가 결과 종합

【표】 표준모델 기준과의 결과 비교

항목		Unit	측정결과		표준모델 기준
			도입차량	표준차량	
전장	Length (OL)	mm	7,040	7,450	7,000 ~ 9,000 mm
출입문 유효폭	Width	mm	1,115	1,078	900mm 이상
저상면	at CVW	mm	263	285	340mm 이하
Door 1st Step Height	at CVW	mm	263	285	
차실 천장 높이	Height	mm	1,944	1,990	1,900mm 이상
휠체어 경사판	Angle	도	3.9° (경사율 6.9%)	5.4° (경사율 9.4%)	경사도 1/12이하 (약 12%)
차체 경사장치		mm	-	60mm	60mm 이상 조절 가능
휠체어 고정장치		개	1	2	전동식, 수동식 휠체어 공용가능한 1개 이상

<중형저상버스 표준차량 평가 결과 종합(표준모델 기준과 비교>

○ 결과

- 중형저상버스 표준차량의 전장은 7,450mm로 표준모델 기준에 만족함.
- 출입문 유효폭은 1,078mm로 표준모델 기준에 만족함.
- 중형저상버스 표준모델의 저상면은 1,990mm로 표준모델 기준에 만족함.
- 저상면 높이는 표준모델 기준 대비 약 45mm 낮으므로 교통약자의 승하차 편의성이 확보됨.
- 휠체어 경사판은 도로경계석 높이 약 180mm에서 1/12이하의 경사도를 확보하였음.
- 차체 경사장치는 Kneeling 장치 작동 시 60mm 정도 조절이 가능함.
- 휠체어 고정장치는 현재 2개소를 확보하여 기준에 만족하지만, 시험운영 및 시범운행에서의 고객 요청사항을 반영하여 1개소로 기준 수정을 진행하고 있음.

라. 최대경사안전각도 측정

자동차의 최대안전각도는 차량의 운행 중 발생하는 비상상황에서 일정 기울임 각도이하에서 전복되지 않아야 함.

주행 중 많은 돌발상황에서 차량의 중심이 틀어지거나 다른 한쪽으로 기울어졌을 때 전복되어 내부 승객이나 운전자를 보호하기 위한 수단으로서 우리나라 국토교통부령 “자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙”의 본문 내용 중 “제2장 자동 및 이륜자동차의 안전기준”, “제1절 자동차의 안전기준”, “제8조 최대안전경사각도”에 정확하게 명시되어 있음.

> ① 자동차(연결자동차를 포함한다)는 다음 각 호에 따라 좌우로 기울인 상태에서 전복되지 아니하여야 한다. 다만, 특수용도형 화물자동차 또는 특수작업형 특수자동차로서 고서작업 · 방송중계 · 진공흡입청소 등의 특정작업을 위한 구조 · 장치를 갖춘 자동차의 경우에는 그러하지 아니하다.
> ② 승용자동차, 화물자동차, 특수자동차 및 승차정원 10명 이하인 승합자동차 : 공차상상태에서 35도(차량총중량이 차량중량의 1.2배 이하인 경우에는 30도)
> ③ 승차정원 11명 이상인 승합자동차 : 적차상태에서 28도

또한, 수동휠체어를 차량내부에 정위치 시키고 80kg의 성인 남성이 휠체어에 착석한 것으로 가정하여 평가를 진행함. (휠체어는 참고하기 위해서 실시한 평가임)

수립된 가정을 모사하기 위해 수동휠체어 1기와 성인 남성을 대신하는 무게의 Water Dummy를 이용함.

아래 표는 표준 1호차의 최대안전경사각도 측정 결과를 나타냄.

【표】 표준1호차 최대안전경사각도 측정결과

구분	기울임각도	판단기준	평가 결과
좌측으로 기울임	35도	차륜이 지면에서 떨어지지 않을 것	만족함
우측으로 기울임			만족함

먼저 차량의 전복안전성은 평가를 하였으나, 차량의 내부 지정공간에 장착해두었던 휠체어의 시험 전 · 후의 모습을 확인한 결과 우측으로 기울임 시 휠체어가 정위치를 이탈하여 표준1호차의 출입문 쪽으로 기울어짐.

좌측기울임 평가 시는 정위치 이탈은 없었으나 휠체어의 왼쪽 휠이 바닥에서 약 20㎝ 정도 떠있는 것을 확인함.

아래의 그림은 최대안전경사각도의 측정 사진과 측정 전 · 후의 휠체어 상태를 나타냄.



【그림】 중형저상버스 표준1호차 오른쪽 최대안전경사각도 측정 사진



【그림】 중형저상버스 표준1호차 왼쪽 최대안전경사각도 측정 사진



【그림】 오른쪽 최대경사안전각도 평가 전 · 후 휠체어 상태 (단순 참고 사항임)




【그림】 왼쪽 최대경사안전각도 평가 전 · 후 휠체어 상태 (단순 참고사항임)

<휠체어 슬로프 접근성 평가 및 최대경사안전각도 평가 요약>

○ 목적 : 중형저상버스에 적용된 수동휠체어 슬로프의 접근성 평가 및 차량의 안전성 확인을 위한 최대경사안전각을 측정

○ 결과

- **휠체어 슬로프의 접근성 평가 결과 도로면 전개 시 수동휠체어 사용자 단독 탑승 불가 (도입차량 평가 결과와 동일)**
- 휠체어 슬로프의 면적이 도입차량 대비 좁음 (특히 휠체어 슬로프의 폭)
- 휠체어 사용자가 직접 사용한 결과 슬로프 바닥이 미끄러워 휠체어 바퀴가 헛돎
- 슬로프 바닥면에 마찰계수를 높일 수 있도록 수정
- **최대경사안전각도 측정 결과 기준에 만족함.**
- 차량내부에 시험용으로 부착한 휠체어는 경사 방향에 따라 정위치 유지 못함
- 휠체어 고정방식을 전동식에서 수동식(3점 ~ 4점 벨트고정식)으로 수정하여 적용

마. 좁은 도로에서 90도 회전성능평가

1) 평가 목적

중형저상버스의 경우 다른 유형의 버스로도 운영이 가능하지만 현재 단계에서 제작된 표준차량은 농어촌버스 및 마을버스로의 기능도 포함하고 있음.

따라서 농어촌버스 및 마을버스를 중심으로 기존도로 여건에서 현재 개발된 중형저상버스의 운행가능여부를 확인하기 위한 평가를 진행함.

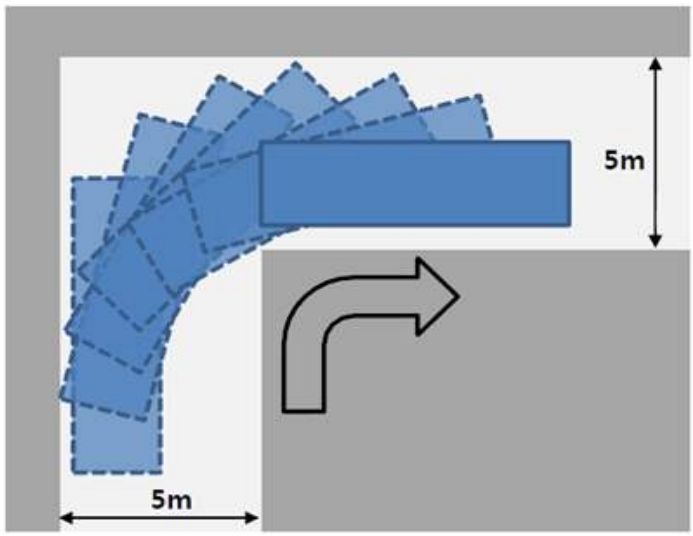
2) 평가 방법

현재 마을버스 및 농어촌 버스로 많이 활용되고 있는 중형(7~11m)버스는 대형버스 대비 골목길 또는 농어촌 도로에서 운행하기에 유리하나 회전성 확보에는 여전히 어려움이 있음.

한국철도기술연구소의 보고서에 따르면, 중형저상버스의 경우 전장 7.2m, 전폭 2.2m 이며 숏오버항 개념 샤시를 배치하여야 좁은 도로여건에서 교행이 가능하고 90도 회전성능 확보 및 경사진 도로여건에서도 우수한 주행성이 확보 될 수 있다고 보고됨.

이에 따라 중형저상버스 표준차량에 대한 좁은 도로여건에서의 90도 회전성능을 평가하기 위해 폭 5m 도로를 모사하여 표준차량의 회전성능을 평가함.

아래 그림은 철도연구원에서 제시한 좁은 도로에서의 회전성능 확인방법을 나타냄.



【그림】 좁은 도로에서의 90도 회전성능 확인 기준

3) 평가 결과

중형저상버스 표준차량의 좁은 도록 90도 회전성능을 평가한 결과

가) 중형저상버스 표준차량은 농어촌 도로정비법 상의 면도, 리도에서의 90도 회전성능은 충분히 확보되었고

나) 면도와 리도보다 좁은 농도(도로폭 4m, 포장폭 3.0m)는 90되 회전이 불가하다는 것을 알 수 있음.

아래 그림은 표준차량의 좁은 도로 90도 회전성능을 평가하는 사진을 나타냄.

구분	개념	일반적인 폭원 기준
면도	「도로법」 제8조 제6호에 따른 군도(郡道) 및 그 상위 등급의 도로(이하 "군도 이상의 도로"라 한다)와 연결되는 읍·면 지역의 기간(基幹)도로	도로폭 8.0m, 포장폭 6.0m
리도	군도 이상의 도로 및 면도와 갈라져 마을 간이나 주요 산업단지 등과 연결되는 도로	도로폭 6.5m, 포장폭 5.0m
농도	경작지 등과 연결되어 농어민이 생산활동에 직접 공용되는 도로	도로폭 4.0m, 포장폭 3.0m

【그림】 농어촌도로정비법 상의 농촌 도로

4) 도로운영조건의 개선방안

가) 좁은 도로에서의 선회성능 평가 결과 농어촌 도로정비법 상의 면도와 리도에서의 90도 선회성능은 확보됨을 확인하였음. (차량의 정지 없이 한번에 선회 가능)

나) 도로폭(포장폭 기준) 6m 미만의 도로에서는 직진 주행은 가능하나 90도 선회는 불가할 것으로 판단됨.

다) 포장폭이 5m이고 도로면에 접해 있는 비포장로를 포함하여 6m이상이 확보된 도로에서는 주행이 가능함.

라) 중형저상버스이 보급 시 6m이하의 도로의 주행 및 선회성 확보를 위해서 농어촌 도로 등 협로에 대한 최소 폭 6m의 확보가 필요한 것으로 판단됨.

마) 도심지에 존재하는 협로에 대한 개선은 투입비용 및 시간이 많이 들기 때문에 현실성 있는 운행계획 수립이 필요할 것으로 판단됨.



【그림】 5m × 5m 도로폭 모사



【그림】 5m × 5m 도로폭 우회전



【그림】 5m × 5m 도로폭 좌회전

바. 가속 및 최고속도 성능평가

차량의 동력성능을 확인할 수 있는 중요한 지표인 발진 가속성능, 추월 가속성능, 최고속도 성능을 측정하여 차량의 동력성능을 평가함.
발진 가속성능은 정지 상태의 차량이 시속 100km/h까지 도달하는데 걸리는 시간을 측정하는 방법으로 평가하며, 추월 가속성능은 일정 속도로 주행하다가 앞 차량을 추월할 때처럼 가속 페달을 밟아 일정 속도에 도달하는데 걸리는 시간을 측정하는 방법으로 평가를 진행하였음. 최고속도는 차량의 구동력과 주행저항이 같아져서 더 이상 속도가 올라가지 않는 지점까지의 속도를 측정하여 평가함.

【표】 가속능력 평가 항목 및 목적

순번	평가 항목	평가 방법	평가 목적
1	Max. Speed	최고속도 상태에서 속도 측정	차량의 최고속도 성능을 평가
2	Acceleration (0-100km/h)	차량이 정지 상태에서 WOT(Wide Open Throttle, 급가속)하여 100km/h에 도달하는데 걸리는 시간(sec)을 측정	초기 출발 시의 가속력과 본격적인 주행이 이루어지는 중속, 고속에서의 가속 능력을 종합적으로 평가
3	Acceleration (40-100km/h)	차량이 40km/h에서 100km/h까지 도달하는데 걸리는 시간을 측정	3단에서부터 시작하여 속도가 증가하면서 변속이 이루어지는 과정에서의 가속 능력을 평가
4	Acceleration (60-최고속도)	차량이 60km/h에서 최대속도에 도달하는데 걸리는 시간을 측정	국도와 고속도로 등 통상적인 주행이 이루어지는 속도에서의 가속력을 평가하는 것으로 4단 이상에서의 가속능력을 평가

가속 및 최고속도 성능평가의 진행은 각각의 중량 조건(CVW / GVW) 별로 동일하게 진행하여 측정하였으며, 이 때 차량의 에어컨은 운전석 및 승객석 모두 최대 단수로 가동하거나 비가동한 상태로 유지하였음. 도입차량의 경우 86KPH 까지만 가속이 되어 최고속도 이내에서만 평가를 진행하였고, 중형저상버스는 120KPH까지 가속하여 평가를 진행하였음. 아래 표는 가속시험 결과를 간단히 요약 정리한 결과임.

【표】 가속 및 최고속도 성능 비교 (벤치마킹 vs 표준차량)

평가 차량	도입차량				표준차량			
	Merkavim (Fiat)				LF-40 (TDCV)			
	Engine 3.0L Euro5 (400Nm) Auto Transmission 6 Gears				Engine 3.0L Euro6 (430Nm) Manual Transmission 6 Gears			
중량 조건 (kg)	Curb+3인		GVW		Curb+3인		GVW	
	3,380		5,150		4,160		5,780	
A/C 조건	Off	On	Off	On	Off	On	Off	On
Max. Speed (kph)	86.7	86.5	86.4	86.3	135.2	130.8	132.1	127.3
0 - 80km/h (sec)	35.0	42.0	52.6	60.6	17.9	19.7	24.0	27.1
0 - 100km/h (sec)	-	-	-	-	26.2	28.8	36.1	41.2
40 - 80km/h (sec)	25.9	30.9	39.0	46.0	12.6	12.9	16.4	18.2
40 - 100km/h (sec)	-	-	-	-	20.9	22.1	29.2	32.8
60 - 86km/h (sec) (벤치마킹 최고속도)	22.9	29.4	37.5	46.6	-	-	-	-
60 - 120km/h (sec)	-	-	-	-	38.4	47.2	55.8	74.1
특이사항	• 2단 WOT유지 3단 자동변속 안됨 3,500rpm에서 수동 변속 실시 • 2단 WOT가 아닌 상태에서 가속시에는 천천히 변속 가능함				출발 상태 엔진 속도 1,750rpm 1단-2단 변속 엔진속도 3,250rpm 2단-3단 변속 엔진속도 3,500rpm 3단-4단 변속 엔진속도 3,750rpm 4단-5단 변속 엔진속도 3,750rpm			

<가속도평가 요약>

○ 시험목적 : 차량의 동력성능을 확인할 수 있는 중요한 지표인 발진 가속성능, 추월 가속성능, 최고속도 성능측정

○ 평가결과

- (0 - 80km/h 가속 성능) 표준차량이 기존 벤치마킹차량보다 17.1초 빠르며, 49% 성능 우수 (중량 Curb + 3인 승차 A/C Off 기준)

- (중량 Curb + 3인 승차 조건, G.V.W 조건) 2가지 조건모두 모두 에어컨 작동 여부에 상관없이 표준차량이 벤치마킹 차량보다 우수

사. 연료경제성 평가

자동차의 배기가스 규제는 지난 30여 년 동안 지속적으로 강화되어 왔으며, 현재는 SULEV(Super Ultra Low Emission Vehicle) 및 EURO-6와 같은 매우 엄격한 HC, CO, NOx 및 PM(Particulate Matter)배출량 규제가 적용되고 있다. 향후에는 인체에 유해한 배기가스 성분 뿐 만 아니라, 지구 온난화에 영향을 미치는 이산화탄소와 인체 유해성이 부각되고 있는 입자상물질개수(PN, Particle Number)에 대한 규제가 강화될 것으로 전망된다. 이와 같이 배기가스의 규제 강화됨에 따라 연비개선에 대한 기술이 강화되고 있고, 에너지 소비효율 및 배기가스 측정에 대한 연구가 활발히 진행되고 있음.

국내의 경우 차량총중량(통행할 수 있는 상태에서의 차체중량과 적재한 화물 중량의 총합계로서 운전자와 승차자의 무게도 모두 포함) 3.5 Ton 이하의 승용자동차는 실제 차량의 주행을 통하거나 차대동력계에서 모드 주행을 통하여 주행 시 발생하는 배기가스를 분석하고 배출가스와 연비를 규제함.

승용차량의 모드 주행을 통한 연비 및 배기측정 방법은 전 세계적으로 통용되며, 시험방법 및 절차가 명확하게 규정되어 있음.

하지만 차량총중량 3.5 Ton 이상의 중대형 차량의 경우 현재는 엔진동력계(차량의 엔진만을 설치하여 연비측정)를 사용하는 방법이 주로 사용되고 있고, 차량동력계를 사용하는 경우는 차대동력계 마련 등의 기반설비 구축의 문제로 연비규제가 이루어지지 않아 시험방법 및 절차가 규정되어 있지 않은 실정임.

본 과제에서는 도입차량, 표준차량의 연·배기 특성 및 성능평가를 위해 연구단과 협의하여 국제 표준인 WHVC 모드와 국내 도로여건을 반영하여 수립한 NIER-06 모드 그리고 정속주행(60KPH) 모드에 대하여 대형 차대동력계를 이용하여 수행함.

【표】 각 시험모드별 연비 평가 결과

Items		조건	Unit	측 정 결 과	
				도입차량	표준차량
Fuel Efficiency	Constant 60 km/h	CVW	km/l	15.68	10.8
		HVW		15.63	11.19
		GVW		13.74	10.48
	WHVC MODE	CVW		11.35	8.2
		HVW		10.76	7.93
		GVW		9.44	7.32
	NIER-06 MODE	CVW		8.95	6.54
		HVW		7.84	6.14
		GVW		7.06	5.49

【표】 도입차량(M20E) 시험 모드 및 적재 중량 별 연비 및 배출가스 시험 결과

Test Cycle	Test Weight		Test Result(g/km , km/l)				
			HC (g/km)	CO (g/km)	NOx (g/km)	CO_2 (g/km)	Fuel Consumption (km/l)
WHVC	CVW	1st	0.013	0.017	2.815	234	11.387
		2nd	0.011	0.017	2.826	236	11.313
		Avg.	0.012	0.017	2.8205	235	11.35
	HVW	1st	0.009	0.018	3.433	250	10.673
		2nd	0.007	0.021	3.354	246	10.844
		Avg.	0.008	0.0195	3.3935	248	10.7585
	GVW	1st	0.008	0.020	3.218	282	9.4683
		2nd	0.008	0.022	3.217	283	9.4136
		Avg.	0.008	0.021	3.2175	282.5	9.44095
정속 60kph	CVW	1st	0.003	0.007	2.124	170	15.6760
		2nd	0.003	0.011	2.129	172	15.4820
		Avg.	0.003	0.009	2.1265	171	15.579
	HVW	1st	0.002	0.013	2.807	170	15.6420
		2nd	0.014	0.013	2.657	171	15.6250
		Avg.	0.008	0.013	2.732	170.5	15.6335
	GVW	1st	0.001	0.015	3.215	194	13.7350
		2nd	0.001	0.015	3.157	194	13.7620
		Avg.	0.001	0.015	3.186	194	13.7485
NIER-06	CVW	1st	0.023	0.018	4.122	297	8.9730
		2nd	0.028	0.016	4.073	299	8.9180
		Avg.	0.0255	0.017	4.0975	298	8.9455
	HVW	1st	0.012	0.021	4.505	340.7	7.8620
		2nd	0.021	0.013	4.458	339.3	7.8620
		Avg.	0.0165	0.017	4.4815	340	7.862
	GVW	1st	0.011	0.012	4.069	378	7.0560
		2nd	0.012	0.010	4.091	377	7.0760
		Avg.	0.0115	0.011	4.08	377.5	7.066

【표】 표준차량(LF-40) 시험 모드 및 적재 중량 별 연비 및 배출가스 시험 결과

Test Cycle	Test Weight		Test Result(g/km, km/l)				
			HC (g/km)	CO (g/km)	NOx (g/km)	CO2 (g/km)	Fuel Consumption (km/l)
WHVC	CVW	1st	-0.0146	0.0068	0.0726	325.6982	8.1900
		2nd	-0.0176	0.0063	0.1450	322.3631	8.2750
		Avg.	-0.0161	0.0066	0.1088	324.0307	8.2325
	HVW	1st	-0.0120	0.0456	0.0400	336.4589	7.9264
		2nd	-0.0127	0.0504	0.0722	337.5425	7.9008
		Avg.	-0.0124	0.0480	0.0561	337.0007	7.9136
	GVW	1st	-0.0137	0.0080	0.1361	364.6294	7.3164
		2nd	-0.0134	0.0073	0.0642	357.1242	7.4691
		Avg.	-0.0134	0.0077	0.1002	360.8768	7.3928
정속 60kph	CVW	1st	-0.0030	0.0060	0.0000	247.4870	10.7770
		2nd	-0.0040	0.0050	0.0000	246.5150	10.8200
		Avg.	-0.0035	0.0055	0.0000	247.0010	10.7985
	HVW	1st	-0.0060	0.0030	0.0110	236.7430	11.2670
		2nd	-0.0070	0.0030	0.0000	239.8940	11.1190
		Avg.	-0.0065	0.0030	0.0055	238.3185	11.1930
	GVW	1st	-0.0050	0.0000	0.0080	255.6380	10.4340
		2nd	-0.0050	0.0040	0.0000	253.6440	10.5160
		Avg.	-0.0050	0.0020	0.0040	254.6410	10.4750
NIER-06	CVW	1st	-0.0100	0.0090	-0.0010	409.7180	6.5100
		2nd	-0.0090	0.0060	0.0000	406.3010	6.5650
		Avg.	-0.0095	0.0075	-0.0005	408.0095	6.5375
	HVW	1st	0.0020	0.0360	0.4340	435.0540	6.1300
		2nd	-0.0120	0.0110	0.0600	433.4950	6.1530
		Avg.	-0.0120	0.0235	0.2470	434.2745	6.1415
	GVW	1st	-0.0100	0.0250	0.0610	482.3970	5.5290
		2nd	-0.0090	0.0510	0.0270	488.9060	5.4550
		Avg.	-0.0095	0.0380	0.0440	485.6515	5.4920

<연료경제성 평가 요약>

○ 시험목적 : 자동차 배기규제(EURO 6) 만족여부를 검증하고, 기존 벤치마킹 차량대비 연료소비량을 비교분석하기 위함

○ 평가결과

- 벤치마킹차량 대비 개발된 표준차량의 연비 낮게 측정 (70~78% 수준)

- 개발된 표준차량의 경우 Euro 6 배출가스 규제 기준을 만족

○ 연비향상을 위한 개선의견

1) 연비향상을 위해 적정연료량이 분사될 수 있도록 ECU Mapping 진행필요
(4차년도 2세부추진예정)

- 개발된 표준차량의 경우 엔진출력이 벤치마킹 차량보다 약 50% 정도 우수하고, 많은 연료를 소모함에도 Euro 6 배출가스규제를 만족하기 때문에 적정 연료량이 분사될 수 있도록 ECU Mapping을 실시하게 되면 연비향상에 문제없음

※ 시험에 사용된 표준차량은 양산모델이 아닌 시제작 차량인 표준 1호차임.

아. 실증연비평가

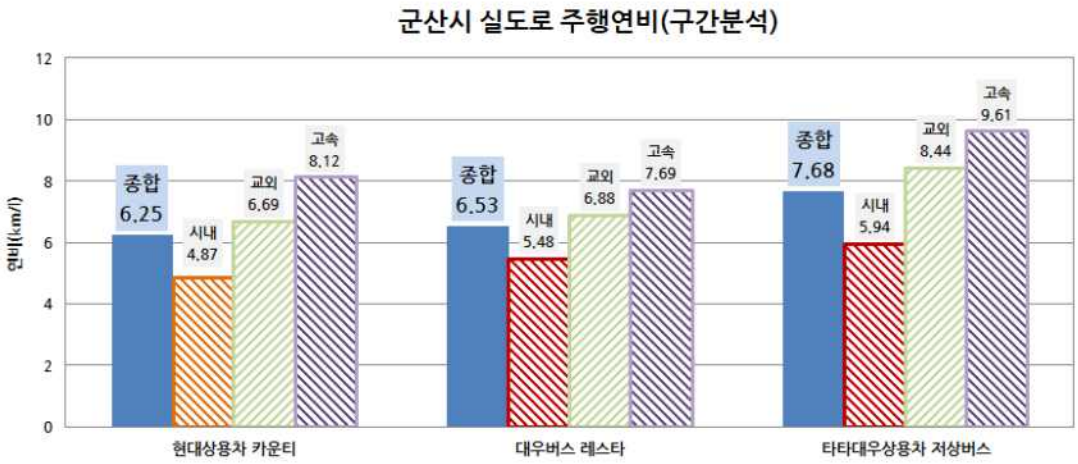
중형저상버스(LF-40)의 연비 수준 평가을 위해 실도로 연료 소비량을 측정하여 연비 평가를 실시하였음. 추가적으로 중형저상버스의 경쟁차량인 현대상용차 카운티와 자일대우버스 레스타를 비교평가 실시함.

1) 실도로 연비평가 결과

중형저상버스(LF-40)의 연비 수준 평가을 위해 실도로 연료 소비량을 측정하여 연비 평가를 실시하였음. 추가적으로 중형저상버스의 경쟁차량인 현대자동차 카운티와 자일대우버스 레스타를 비교평가 실시함.

【표】중형저상버스 및 경쟁차량 실도로 연비평가 결과

평가 차량	운행거리 (㎞)	차량무게 (㎏)	60㎞/h 정속연비 (㎞/l)	군산시 실도로 주행연비 (㎞/l)
중형저상버스	43,000	3675	11.84	7.68
카운티	1,609	4540	9.53	6.25
레스타	40,149	4465	9.49	6.53

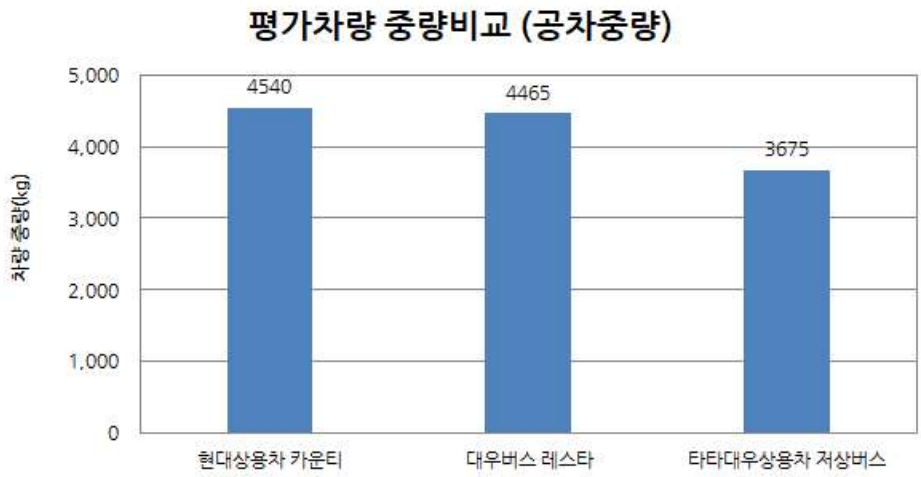


2) 연비상세 분석

중형저상버스의 공차중량보다 경쟁사의 공차중량이 27%, 25% 더 가벼워 연비 측면에서 유리한 것으로 판단됨.

【표】중형저상버스 및 경쟁차량 실도로 연비평가 결과

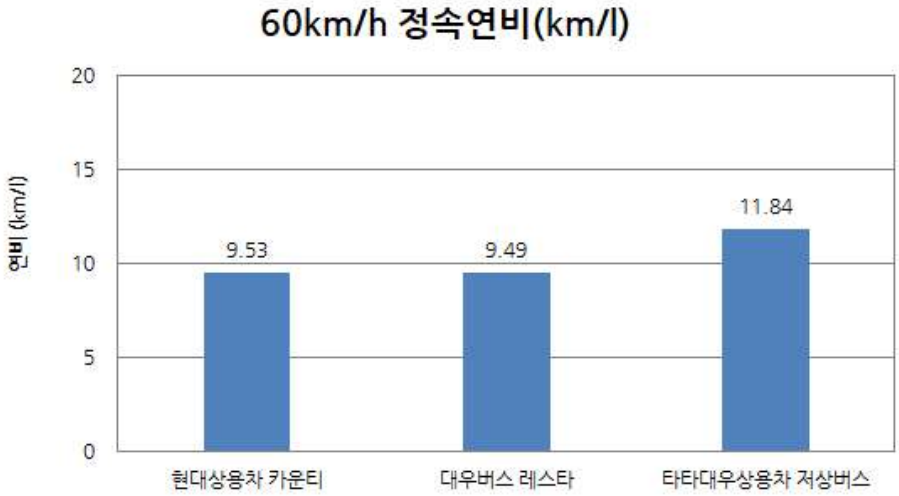
평가 차량	운행거리 (㎞)	차량무게 (㎏)	비교 (%)
중형저상버스	**43,000**	3,675	Base
현대상용차 카운티	**1,609**	4,540	27%
자일대우버스 레스타	**40,149**	4,465	25%



실도로 60㎞/h 정속 주행 연비비교 결과 중형저상버스의 연비가 경쟁차량 대비 20% 우세하여 실도로 군산시 주행에서도 우수하게 평가됨.

【표】중형저상버스 및 경쟁차량 실도로 연비평가 결과

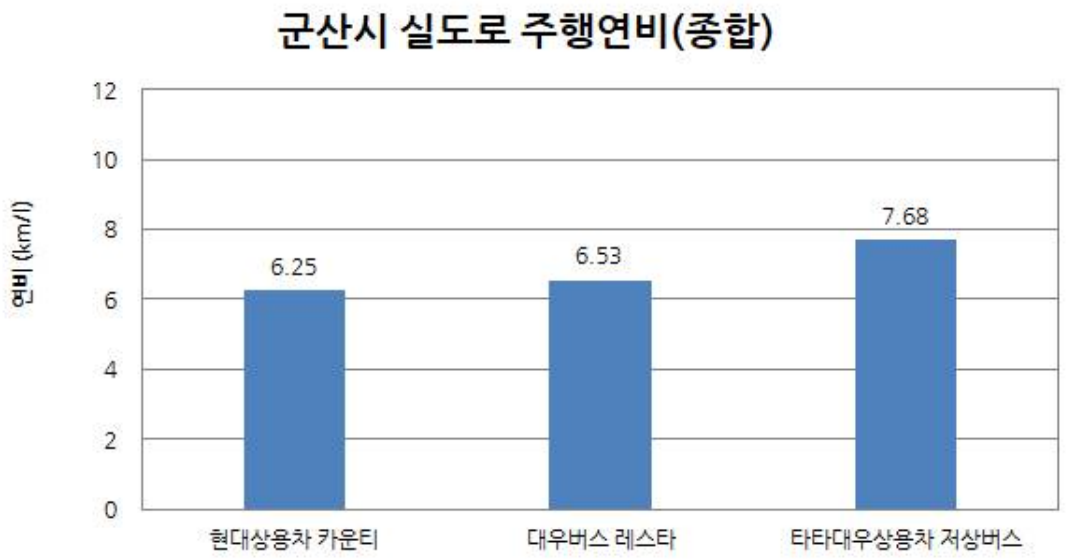
평가 차량	60㎞/h 정속연비 (㎞/l)	비교 (%)
중형저상버스	11.84	Base
카운티	9.53	-20%
레스타	9.49	-20%



군산시 실도로 연비비교 결과 중형저상버스 주행연비가 경쟁차량 대비 15~19% 우세한 것으로 평가됨.

【표】 중형저상버스 및 경쟁차량 실도로 연비평가 결과

평가 차량	차량 무게	군산시 실도로 주행연비 (종합)					비교 (%)
		측정 시간	이동 거리	평균 속도	소모량	연비	
	kg	sec	km	km/h	L	km/L	
중형저상버스	3675	4128	40.57	35.2	5.28	7.68	Base
카운티	4540	4146	41.14	35.7	6.59	6.25	-19%
레스타	4465	3996	41.19	37.1	6.30	6.53	-15%



시내구간에서는 중형저상버스가 경쟁차량 대비 8 ~ 18% 우세함

【표】 시내모드 상세분석

평가 차량	시내모드					비교 (%)
	측정시간	이동거리	평균속도	소모량	연비	
	sec	km	km/h	L	km/L	
중형저상버스	2418	13.01	19.43	2.19	5.94	Base
카운티	2294	13.38	20.98	2.75	4.87	-18%
레스타	2055	13.54	23.76	2.47	5.48	-8%

교외구간에서는 중형저상버스가 경쟁차량 대비 18 ~ 21% 우세함

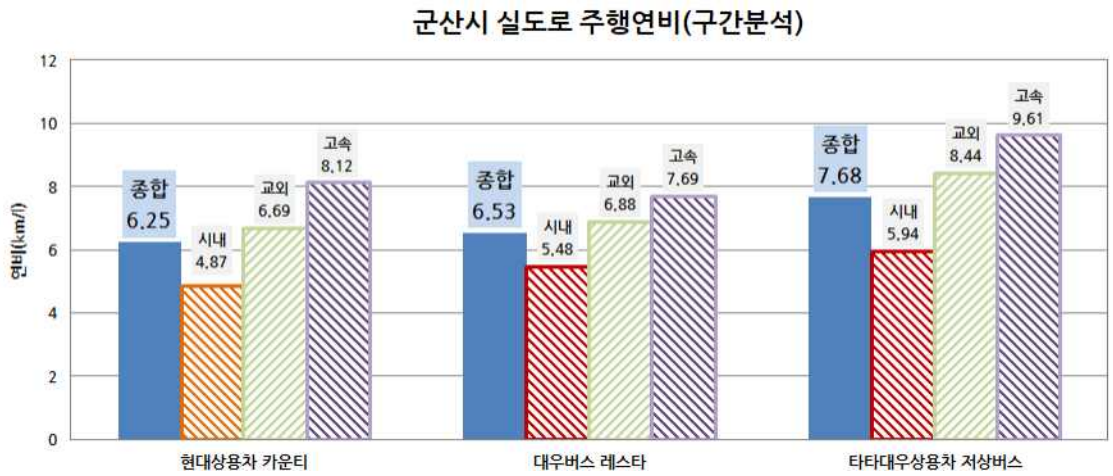
【표】 교외모드 상세분석

평가 차량	교외모드					비교 (%)
	측정시간	이동거리	평균속도	소모량	연비	
	sec	km	km/h	L	km/L	
중형저상버스	1200	15.68	46.02	1.86	8.44	Base
카운티	1345	15.81	42.26	2.36	6.69	-21%
레스타	1457	15.65	38.59	2.27	6.88	-18%

고속구간에서는 중형저상버스가 경쟁차량 대비 16 ~ 20% 우세함

【표】 고속모드 상세분석

평가 차량	고속모드					비교 (%)
	측정시간	이동거리	평균속도	소모량	연비	
	sec	km	km/h	L	km/L	
중형저상버스	510	11.88	83.93	1.24	9.61	Base
카운티	507	11.97	84.94	1.47	8.12	-16%
레스타	484	11.99	89.24	1.56	7.69	-20%



3) 실도로 주행 연비평가 차량 및 시험조건

(1) 평가 차량

(가) 현대자동차 카운티 (전북71바5009, Euro6, MT5, Mileage: 1609km, 205/75R17.5)



[그림] 평가차량 사진

* 연비계 설치 위치 : Inlet 연료필터 - 엔진사이 / Outlet 연료탱크 입구



[그림] 장비설치 사진

(나) 대우버스 레스타 (전북72바4578, Euro6, MT5, Mileage: 40149km, 205/75R17.5)



[그림] 평가차량 사진

* 연비계 설치 위치 : Inlet 연료필터 - 엔진사이 / Outlet 연료탱크 입구



[그림] 장비설치 사진

(다) 타타대우상용차 (임8062, Euro6, MT6)



[그림] 평가차량 사진

* 연비계 설치 위치 : Inlet 연료탱크 출구 / Outlet 연료탱크 입구



[그림] 장비설치 사진

(2) 평가 장비

- 장 비 명 : KMA Mobile
- 제 작 사 : AVL
- 시리얼 넘버 : 147
- 측정 유량 : 0.8 ~ 300 l/h (with density : 0.75 g/cm3)
- 측정 오차 : ±u = 0.1%, 신뢰도 95%





(3) 평가 모드

(가) 60km/h 정속연비 주행코스

- 자동차융합기술원 (출발) → 새만금로 → 해너미쉼터 (회차) → 새만금로 → 자동차융합기술원 (도착)

(나) 군산시 실도로 연비평가 주행코스

- 주행시간 약 1.1시간, 주행 거리 약41km
- 출발, 도착 : 자동차융합기술원, 경유 : 군산 시내 및 산업도로



* 시내주행 모드 반영을 위해 군산 시내버스 7번 노선을 참고하여 시내주행 코스 설정
* 고속주행 모드 반영을 위해 산업도로를 이용한 코스 설정

(다) 군산시 실도로 연비평가 주행코스(상세)

- 자동차융합기술원 (출발) → 공단삼거리 → 나운사거리 → 내항사거리 → 경암사거리 → 미원사거리 → 신송사거리 → 시청사거리 → 운동장사거리 → 옥산교차로 → 엑스포사거리 → 변전소사거리 → 자동차융합기술원 (도착)



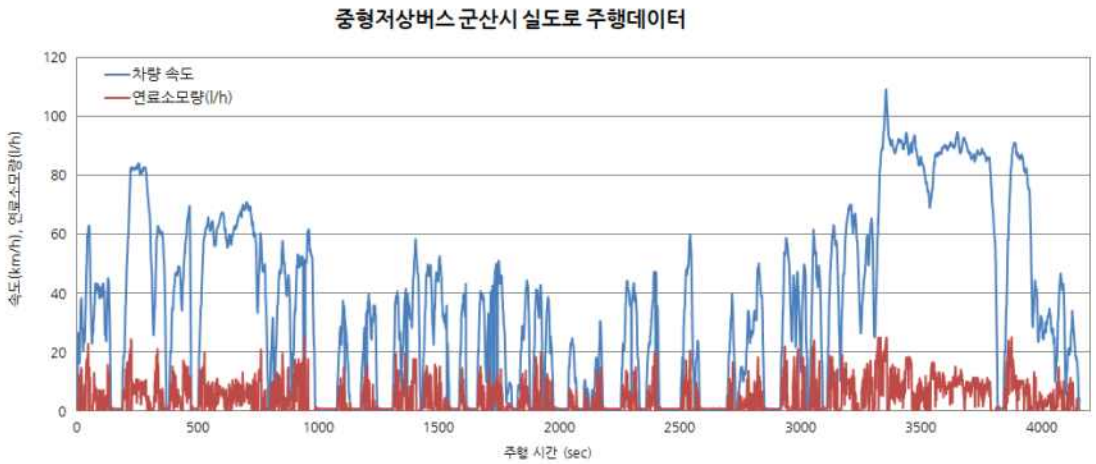
- 시내구간 : 공단삼거리 - 운동장사거리
- 고속구간 : 옥산교차로 - 옥녀교차로
- 교외구간 : 자동차융합기술원 - 공단삼거리, 옥녀교차로 - 자동차융합기술원

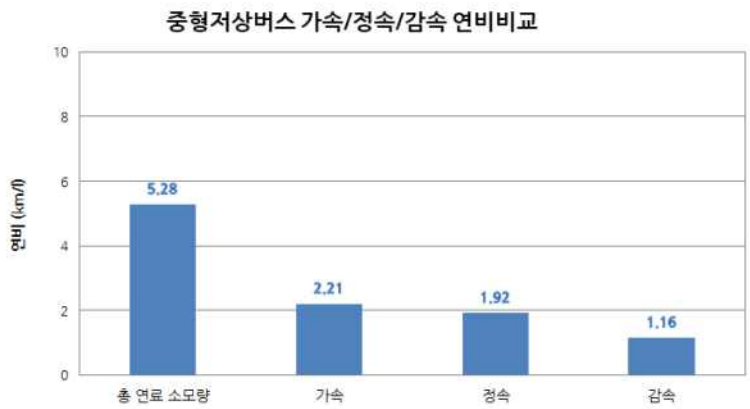
4) 차량별 상세 평가결과

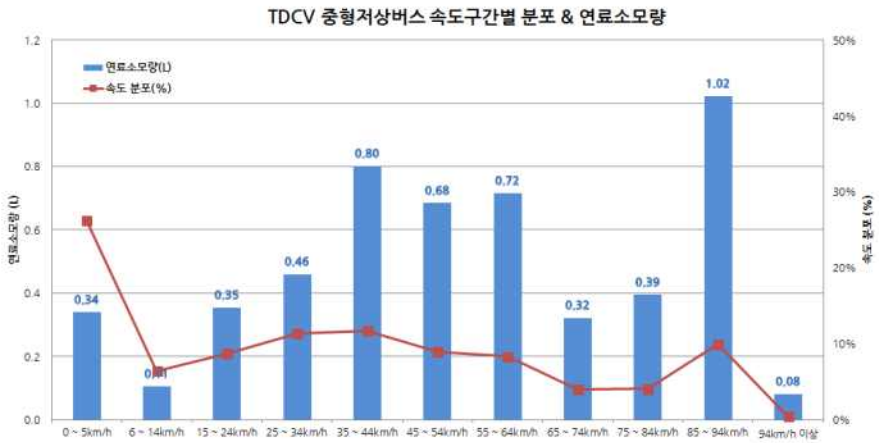
(1) 중형저상버스

【표】중형저상버스 주행모드별 상세 연비분석 결과

주행모드	측정시간	이동거리	평균속도	소모량	연비
	sec	km	km/h	L	km/L
주행모드 종합	4128	40.57	35.2	5.28	7.68
시내모드 구간	2418	13.01	19.43	2.19	5.94
교외모드 구간	1200	15.68	46.02	1.86	8.44
고속모드 구간	510	11.88	83.93	1.24	9.61



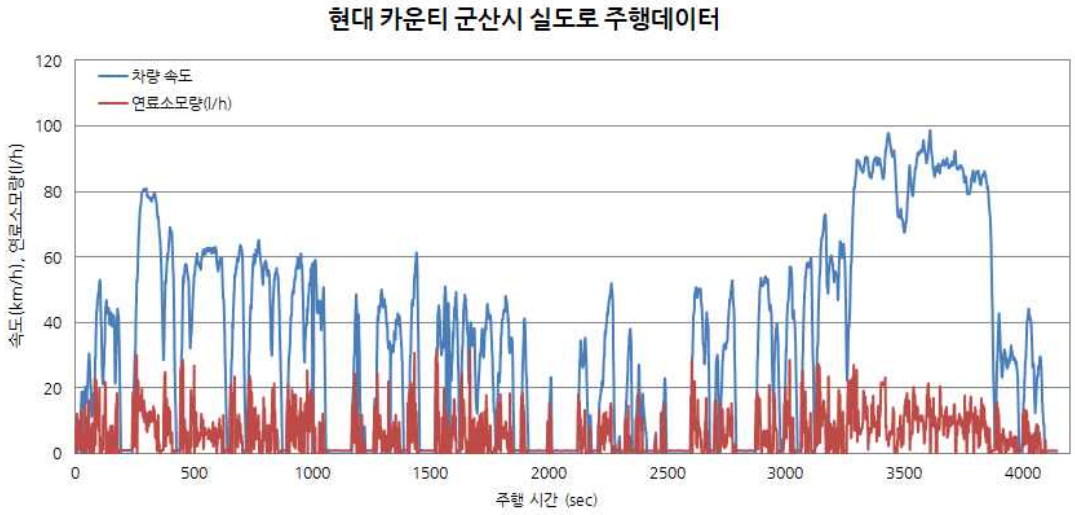


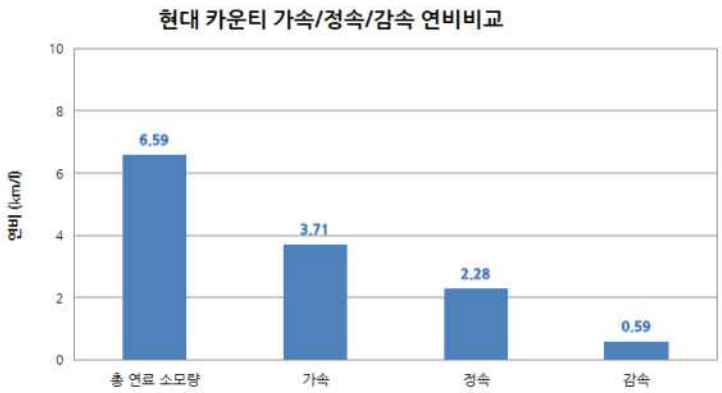


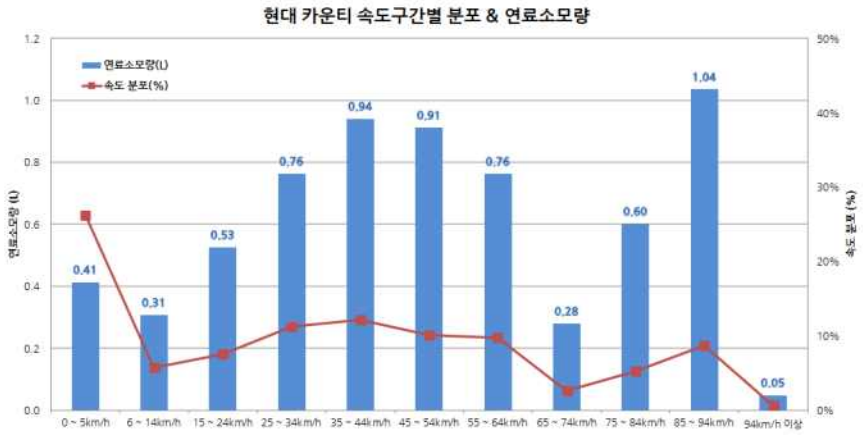
(2) 현대자동차 카운티

【표】 카운티 주행모드별 상세 연비분석 결과

주행모드	측정시간	이동거리	평균속도	소모량	연비
	sec	km	km/h	L	km/L
주행모드 종합	4146	41.14	35.7	6.59	6.25
시내모드 구간	2294	13.38	20.98	2.75	4.87
교외모드 구간	1345	15.81	42.26	2.36	6.69
고속모드 구간	507	11.97	84.94	1.47	8.12



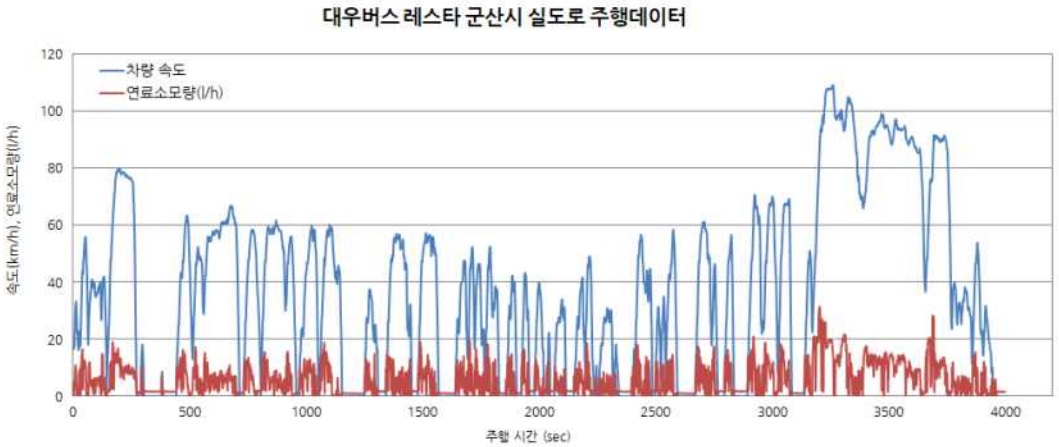


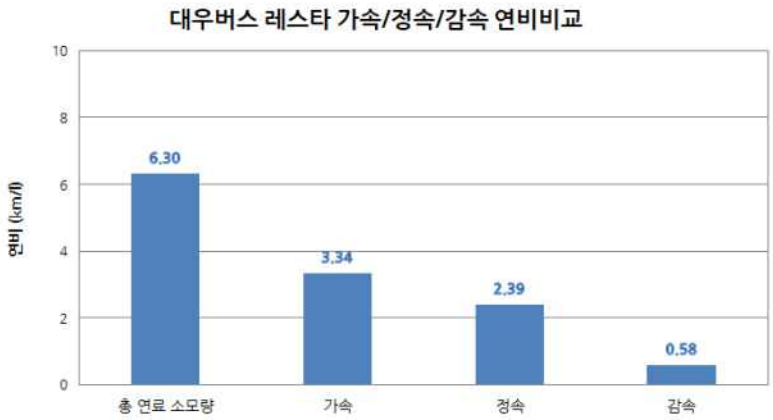


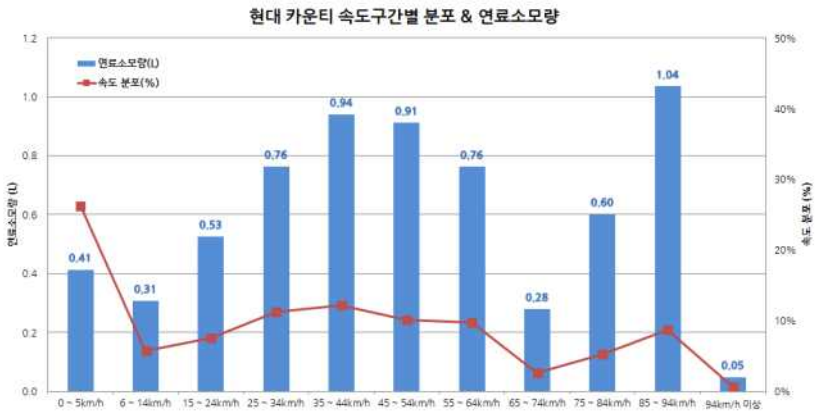
(3) 레스타

【표】 레스타 주행모드별 상세 연비분석 결과

주행모드	측정시간	이동거리	평균속도	소모량	연비
	sec	km	km/h	L	km/L
주행모드 종합	3996	41.19	37.1	6.30	6.53
시내모드 구간	2055	13.54	23.76	2.47	5.48
교외모드 구간	1457	15.65	38.59	2.27	6.88
고속모드 구간	484	11.99	89.24	1.56	7.69







<실증연비 평가 요약>

○ 시험목적 : 중형저상버스의 연비 수준을 확인하기 위해 국내 경쟁차량인 현대 카운티와 자일대우 레스타 버스를 대상으로 실제 도록 주행연비평가를 측정함.

○ 평가결과

- 60㎞ 정속연비평가 결과 국내 경쟁차량 대비 중형저상버스가 약 20% 우수함.

- 실도로 연비평가 결과 국내 경쟁차량 대비 중형저상버스가 약 19% 우수함.

◆ 시내모드 상세 분석 결과 중형저상버스의 연비가 현대 카운티 대비 약 18%, 자일대우 레스타 대비 8% 우수함.

◆ 교외모드 상세 분석 결과 중형저상버스의 연비가 현대 카운티 대비 21%, 자일대우 레스타 대비 18% 우수함

◆ 고속모드 상세 분석 결과 중형저상버스의 연비가 현대 카운티 대비 16%, 자일대우 레스타 대비 20% 우수함.

4. 중형저상버스 안전인증

가. 안전인증 평가 항목 선정을 위한 국내 법규 검토

본 과제의 최종 목표는 “중형저상버스 표준모델의 개발” 이고 그 중 3세부의 목표는 중형저상버스의 안전인증 및 성능평가 기술개발임. 개발된 중형저상버스 표준모델에 대한 안전인증 평가 항목의 선정을 위해서 국내 자동차 인증 법규를 수집 분석한 결과 자동차의 형식 승인은 국토교통부와 산업통상자원부가 관장하고, 소음, 배출가스, 연비 등에 대한 승인은 환경부가 관장하고 있음을 알 수 있음.

【표】 국내 자동차 인증 관련 법규

구 분	국토교통부, 산업자원부	환경부		
	형 식 승 인	배 출 가 스	소 음	연 비
적용법규	·자동차관리법 /시행령/시행규칙 ·자동차 안전기준에 관한 규칙 ·자동차 안전기준 시행세칙 ·사업용자동차 구조기준에 관한규칙 ·검사 및 점검 시행요령 규정 ·자동차 등록번호 등의 제식에 관한고시	·대기환경보전법 /시행령/시행규칙 ·제작자동차 인증 방법 및 절차에 관한 규정 ·제작자동차 배출 허용 기준·검사 방법 및 절차에 관한 규정	·소음진동규제법 /시행령/시행규칙 ·제작자동차 인증 방법 및 절차에 관한 규정 ·제작자동차 소음 허용 기준·검사 방법 및 절차에 관한 규정	·에너지이용 합리화법/시행령 /시행규칙 ·승용차 연비측정 등급 표시등에 관한 고시

국내 자동차 관련 법규 중 차량 시험 부분 검토 결과 국토 교통부 자동차 관리법과 환경부 대기환경보전법이 있으며, 자동차 관리법은 차량의 동력, 제동, 조향 등 성능 시험과 안전 평가, 연비 시험 등을 규정하고 있으며, 대기환경보전법은 배출가스 평가, 연비 시험 등을 규정하고 있음.

대표적인 규정 및 상세 행정 규칙은 아래 표와 같음. (국가법령정보센터 (http://www.law.go.kr) 법령 참조)

【표】 대표적인 자동차관리법 및 대기환경보전법 규정

자동차관리법 (국토교통부)	자동차 및 자동차부품의 성능과 기준 시행세칙
	자동차안전도평가시험 등에 관한 규정
	자동차의 에너지소비효율, 온실가스 배출량 및 연료 소비율 시험방법 등에 관한 고시
대기환경보전법 (환경부)	운행경유자동차 배출가스저감장치, 저공해엔진 인증방법 및 절차 등에 관한 규정
	자동차 평균에너지소비율기준, 온실가스 배출허용기준 및 기준의 적용, 관리 등에 관한 고시
	제작자동차 시험검사 및 절차에 관한 규정

국토교통부의 자동차관리법은 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 함.

본 중형저상버스 안전인증을 위한 성능평가 기술개발 과제 검토를 위해 자동차 관리법의 자동차 안전기준에 관한 규정을 아래 【표】 “자동차관리법 상세 행정 규칙” 와 같이 정리하였음.

환경부의 대기환경보전법은 대기오염으로 인한 국민건강이나 환경에 관한 위해를 예방하고 대기환경을 적정하고 지속가능하게 관리, 보전하여 모든 국민이 건강하고 쾌적한 환경에서 생활할 수 있게 하는 것을 목적으로 함.

대기환경보전법 제4장에서 자동차의 배출가스를 규제하고 있으며, 배출허용기준에 맞게 성능을 유지하도록 규정하고 있음.

본 중형저상버스 안전인증을 위한 성능평가 기술개발 과제 검토를 위해 대기환경보전법 배출가스허용기준에 관한 규정을 아래 【표】 “대기환경보전법 상세 행정 규칙1-2” 와 같이 정리함.

【표】 자동차관리법 상세 행정 규칙

- 자동차관리법 (국토교통부)
  - 자동차관리법 시행령
    - 자동차관리법 시행규칙
      - 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준 시행세칙
        - [별표 1] 자동차 안전기준의 세부 시험기준 및 시험법 등
        - [별표 2] 자동차의 안전기준 확인 방법
        - [별표 3] 이륜자동차의 안전기준 확인 방법
        - [별표 6] 자동차부품의 안전기준 및 성능시험의 세부기준 및 시험방법 등
        - [별표 7] 자동차부품의 안전기준에 관한 특례기준(제4조의3 관련)
      - 자동차및자동차부품의인증및조사등에관한규정
        - [별표 2] 자동차안전검사 세부기준 및 방법(제3조 관련)
        - [별표 5] 제원통보 및 제원표 작성방법(제6조 관련)
        - [별표 6] 성능시험시설 세부기준(제10조 관련)
        - [별표 9] 시험시설에 대한 확인절차 등(제6조의3 관련)
      - 자동차안전도평가시험 등에 관한 규정
        - [별표 4] 제동 안전성 시험방법 및 평가방법
        - [별표 5] 주행전복 안전성 시험방법 및 평가방법
    - 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙
      - 자동차의 에너지소비효율, 온실가스 배출량 및 연료소비율 시험방법 등에 관한 고시
        - [별표 1] 자동차의 에너지소비효율, 온실가스 배출량 및 연료소비율 측정방법
        - [별표 2] 하이브리드자동차의에너지소비효율,온실가스배출량및연료소비율측정방법
        - [별표 3] 전기자동차의에너지소비효율및연료소비율측정방법
        - [별표 4] 플러그인하이브리드자동차의에너지소비효율,온실가스배출량및연료소비율측정방법
        - [별표 5] 수소연료전지자동차의 에너지소비효율 및 연료소비율 측정방법
        - [별표 6] 자동차의 정속주행 에너지소비효율 및 연료소비율 측정방법
        - [별표 7] 자동차의 길들이기 시험방법
        - [별표 8] 주행저항 시험방법
        - [별표 9] 자동차의 에너지소비효율, 온실가스 배출량 및 연료소비율 측정 시험조건
        - [별표 10] 자동차의 에너지소비효율, 온실가스 배출량 및 연료소비율 측정 산정방법

【표】대기환경보전법 상세 행정 규칙-1

- 대기환경보전법 (환경부)
  - 대기환경보전법 시행령
    - 대기환경보전법 시행규칙
      - 운행경유자동차 배출가스저감장치 · 저공해엔진 인증방법 및 절차 등에 관한 규정
        - [별표 1] 인증시험기관의 장비 및 기술인력(제4조제2항 관련)
        - [별표 2] 배출가스저감 효율 등의 시험방법(제7조제1항 관련)
        - [별표 3] 저감장치 및 저공해엔진의 인증시험방법(제7조제1항 관련)
        - [별표 4] 실차내구시험 등의 시험방법(제8조제1항 관련)
      - 운행차 배출가스 검사 시행요령 등에 관한 규정
        - [별표1]운행차배출가스검사방법(제5조관련)
        - [별표2]운행차소음측정방법(제6조관련)
      - 자동차 평균에너지소비효율기준 · 온실가스 배출허용기준 및 기준의 적용 · 관리 등에 관한 고시
        - [별표 1] 자동차 평균에너지소비효율기준 및 온실가스 배출허용기준
        - [별표 2] 자동차 에너지소비효율 및 온실가스 배출량 측정방법
      - 제작자동차 시험검사 및 절차에 관한 규정
        - [별표 1] CVS-75 모드 측정방법(제3조제1호관련)
        - [별표 1의2] Highway 모드 배출가스 측정방법(제3조 제1의2호 관련)
        - [별표 1의3] SC03 모드 배출가스 측정방법(제3조제1의3호 관련)
        - [별표 1의4] US06 모드 배출가스 측정방법(제3조제1의4호 관련)
        - [별표 2] IM 240 모드 측정방법(제3조제2호 관련)
        - [별표 3] 저온시동시(-6.7℃) 일산화탄소 측정방법(제3조제3호 관련)
        - [별표 4] ECE15+EUDC 모드 측정방법(제3조제4호 관련)
        - [별표 4의2] ECE15+EUDC(NEDC) 모드 측정방법(제3조제4의2호 관련)
        - [별표 5] 하이브리드자동차 및 전기자동차 배출가스 측정방법(제3조제5호 관련)
        - [별표 5의2] 휘발유 · 가스하이브리드자동차 및 전기자동차의 배출가스 측정방법(제3조제5의2호 관련)
        - [별표 5의3] 경유하이브리드자동차의 배출가스 측정방법(제3조제5의3호 관련)
        - [별표 5의4] 수소연료전지자동차의 모드 측정방법(제3조제5의4호 관련)
        - [별표 6] CVS-47, CVS-40 측정방법(제3조제6호 관련)
        - [별표 7] UDC Cold, ECE 40+EUDC 측정방법(제3조제7호 관련)
        - [별표 7의1] 전기이륜자동차 배출가스 측정방법(제3조제8항 관련)
        - [별표 8] D-13모드 측정방법(제4조제1호 관련)
        - [별표 9] ND-13모드 측정방법(제4조제2호 관련)
        - [별표 10] ETC 모드 측정방법(제4조제3호 관련)
        - [별표 10의2] 대형자동차의 WHTC 및 WHSC 모드 측정방법(제3조제8호 관련)
        - [별표 10의3] 대형자동차의 입자개수 측정방법(제3조 제9호 관련)
        - [별표 10의4] 대형자동차의 실제 도로주행 배출가스 측정방법(제4조의2 관련)
        - [별표 11] KC1-8 모드 측정방법(제4조제4호 관련)
        - [별표 12] 부하응답식(ELR) 매연측정방법(제4조제5호 관련)
        - [별표 13] 여지 반사식 측정방법(제4조제6호 관련)
        - [별표 14] 광투과식 측정방법(제4조제7호 관련)

【표】대기환경보전법 상세 행정 규칙-2

- 대기환경보전법 (환경부)
  - [별표 11] KC1-8 모드 측정방법(제4조제4호 관련)
  - [별표 12] 부하응답식(ELR) 매연측정방법(제4조제5호 관련)
  - [별표 13] 여지 반사식 측정방법(제4조제6호 관련)
  - [별표 14] 광투과식 측정방법(제4조제7호 관련)
- 대기환경보전법 시행령
  - 대기환경보전법 시행규칙
    - 제작자동차 시험검사 및 절차에 관한 규정
      - [별표 15] 휘발유 및 가스자동차 배출가스 자기진단장치 작동기준 및 성능확인 시험방법 (제5조제1호 관련)
      - [별표 15의2] 휘발유자동차 배출가스 자기진단장치 작동기준 특례(제5조제1호 관련)
      - [별표 16] 경유자동차 배출가스자기진단장치 작동 기준 및 성능확인 시험방법(제5조제2호 관련)
      - [별표 16의2] 대형자동차의 국제표준 배출가스자기진단장치 작동기준 및 성능 확인시험 방법 (제5조제3호 관련)
      - [별표 17] 개별자동차의 배출가스 자기진단장치 성능확인 간이시험방법 (제5조제3호 관련)
      - [별표 18] 제작차 소음 측정방법(제6조 관련)
    - 제작자동차 인증 및 검사 방법과 절차 등에 관한 규정
      - [별표 1] 동일차종의 범위 (제2조제2호 관련)
      - [별표 2] 배출가스자기진단장치 동일차종의 범위(제2조제2호 관련)
      - [별표 3] 배출가스자기진단장치를 갖추어야 하는 자동차 (제5조)
      - [별표 3의2] 배출가스 진단장치를 갖추어야 하는 자동차의 특례(제5조)
      - [별표 4] 자동차 배출가스 및 소음인증신청서 작성방법(제7조제2항 관련)
      - [별표 5] 이륜자동차 배출가스 및 소음 인증신청서 작성방법(제7조제2항 관련)
      - [별표 14] 내구성시험 운전계획 (제14조제1항 관련)
      - [별표 15] 정비항목 (제18조제1항 관련)
      - [별표 16] 지정열화계수 (제21조 관련)
      - [별표 17] 부품강제열화 방식 내구성시험 (제22조 관련)
      - [별표 17의2] 경유자동차 부품강제열화 방식 내구성시험 (제22조 관련)
      - [별표 17의3] 주기적 재생장치를 부착한 자동차의 재생지수 시험방법 (제27조제2항 관련)
      - [별표 18의2] 전기자동차 배출가스 관련 표지판(제33조 관련)
      - [별표 19] 제작차 검사대수별 합격·불합격 판정기준 (제37조제1항 관련)
      - [서식 14] 배출가스 내구성 시험보고서
      - [서식 15] 배출가스 시험내용 보고서(CVS-75모드)
      - [서식 15의2] 전기자동차 1회 충전 주행거리 시험내용보고서(UDDS 및 HEFEW모드)
      - [서식 16] 배출가스 시험내용 보고서(저온시동시 일산화탄소시험)
      - [서식 17] 배출가스 시험내용 보고서(ECE15+EUDC모드)
      - [서식 18] 배출가스 시험내용보고서(CVS-40, 47, UDC Cold, ECE40+EUDC 모드)
      - [서식 18의2] 전기이륜자동차 1회충전 주행거리 시험내용보고서(CVS 40 모드)
      - [서식 19] 배출가스 시험내용 보고서(ND-13모드)
      - [서식 20] 배출가스세부시험내용보고서(ETC)
      - [서식 20의2] 배출가스세부시험내용보고서(WHTC_Cold, WHTC_Hot)
      - [서식 20의3] 배출가스세부시험내용보고서(WHTC_Weighted)
      - [서식 20의4] 배출가스세부시험내용보고서(WHSC)
      - [서식 21] 배출가스세부시험내용보고서(실제 도로주행 배출가스 시험)
      - [서식 22] 배출가스 시험내용 보고서(IM 240)
      - [서식 23] 증발가스 시험내용 보고서
      - [서식 24] 매연 시험내용 보고서 (D-3 모드)
      - [서식 25] 부하응답매연 시험내용 보고서(ELR모드)
      - [서식 26] 배출가스자기진단장치 작동 확인시험내용 보고서
      - [서식 27] 자동차소음 시험내용 보고서(KSAISO 362)
    - (환경부) 자동차의 에너지소비효율, 온실가스 배출량 및 연료소비율 시험방법 등에 관한 고시
      - (국토교통부) 시험방법과 동일

자동차관리법의 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준 시행세칙(국토교통부고시 제2014-724호)에 따라 자동차의 안전 시험에 적용할 기준 및 방법을 정리 결과 시행세칙의 안전 시험은 항목 01번부터 61번까지이나 개정에 의해 삭제된 항목 제외하고 세부 항목 포함하여 시험 항목은 총 64개임.

이 중 차량 총중량 4.5톤 및 승차인원 16인승 이상으로 중형승합자동차로 분류되는 중형저상버스를 아래 표와 같이 안전 기준으로 시험 항목을 도출함.

국내 법규에 명시되어 있듯이 자동차는 그 법규에 명시되어 있는 성능이 있어야만 자동차로 인증을 받아 판매 및 운행을 할 수 있음.

따라서, 신규로 제작되는 자동차는 모두 법규에 명시된 성능을 인증 받아야만 함.

자동차의 항목별 성능인증시험은 자동차의 형식승인을 받고자 할 때 시험하는 것으로서 자동차의 안정성을 향상을 위하여 사고 시 예방안전의 차원과 사고 후 피해 확산방지차원, 사고 시 안전대책 등의 평가가 매우 중요한 항목임.

특히 주행 중에 발생할 수 있는 자동차 충돌사고에 대한 안전성능을 평가하기 위해 충돌시험 시설을 갖추고 국내외의 규제가 까다로운 안전기준에 충족하는지를 철저히 평가해야 하며, 충돌시험은 차량이 전복됐을 경우, 탑승한 승객 안전을 확인하는 동적 전복시험, 차량 뒷면이 상대차량과 충돌 할 경우 승객의 안전과 연료누설 등을 확인하는 시험 등 총 42개 항목에 대하여 평가항목, 평가기준, 평가설비, 평가방법 등이 법규에 정확하게 명시되어 있음.

아래 표는 그동 안 검토한 국내 법규 중 자동차의 안전성 확보를 위한 전체 평가 항목을 정리하였고 개발된 중형저상버스 표준모델은 차량의 총 중량이 4.5Ton 이상이므로 기준 중량(4.5Ton)이상 차량이 수행하여야 하는 평가 항목을 표안에서 별도로 표시함.

【표】 국내 자동차 성능인증 평가 항목

번호	시 험 항 목	승 용 자 동 차			승 합 자 동 차				
		경형	지프형	기타	경형	정원10인 이하	정원 15인 이하	총중량 4.5톤 이하	**총중량 4.5톤 초과**
1	제원측정 및 기술검토	○	○	○	○	○	○	○	○
2	충돌 시 승객보호 시험	○	○	○	-	○	○	○	○
3	충돌 시 조향핸들 후방이동 시험	○	○	○	○	○	○	○	-
4	충돌 시 연료누출 방지 시험	○	○	○	○	○	○	○	-
5	충돌 시 앞면 유리 고정성 시험	-	○	○	-	-	-	-	○
6	충돌 시 앞면유리 침입성 시험	-	○	○	-	-	-	-	○
7	좌석 및 잠금장치 시험	○	○	○	○	○	○	○	○
8	머리지지대 강도시험	○	○	○	○	○	○	-	-
9	문열림 방지장치 강도시험	○	○	○	○	○	○	○	-
10	계기판넬 충격흡수 시험	○	○	○	○	○	○	○	-
11	좌석등받이 충격흡수 시험	○	○	○	○	○	○	○	-
12	팔걸이 충격흡수 시험	○	○	○	○	○	○	○	-
13	햇빛가리개 충격흡수 시험	○	○	○	○	○	○	○	-
14	범퍼 충격흡수 시험	-	-	○	-	-	-	-	-
15	실내후사경 충격흡수 시험	○	○	○	○	○	-	-	-
16	조향장치 충격흡수 시험	○	○	○	○	○	○	○	-
17	옆문 강도시험	○	-	○	-	-	-	-	-
18	천장 강도시험	○	-	○	-	-	-	-	-
19	좌석안전띠 부착장치 강도시험	○	○	○	○	○	○	○	○
20	견인장치 강도시험	○	○	○	○	○	○	○	○
21	후부안전판 강도시험	-	-	-	-	-	-	-	-
22	등화장치 광도시험	○	○	○	○	○	○	○	○
23	운전자의 시계범위 시험	○	○	○	○	○	-	-	-
24	원동기 출력시험	○	○	○	○	○	○	○	○
25	시계확보시험	○	○	○	○	○	○	○	-
26	가속제어복귀능력 시험	○	○	○	○	○	○	○	-
27	소음방지장치 시험	○	○	○	○	○	○	○	○
28	연료소비율 시험	○	○	○	○	○	○	○	○
29	승용자동차 제동능력시험	○	○	○	○	○	○	○	-
30	승합, 화물 및 특수자동차 제동능력시험	-	-	-	-	-	-	-	○
31	피견인자동차 제동능력시험	-	-	-	-	-	-	-	-
32	ABS자동차 제동능력시험	○	○	○	○	○	○	○	○
33	ABS피견인자동차 제동능력시험	○	○	○	○	○	○	○	-
34	연결자동차선회시 제동능력시험	-	-	-	○	○	○	○	-
35	타이어파열시험	○	○	○	○	○	○	○	-
36	조향성능시험	○	○	○	○	○	○	○	○
37	최고속도제한장치시험	-	-	-	○	○	○	○	○
38	속도계 시험	○	○	○	○	○	○	○	○
39	차실내장재 연소성시험	○	○	○	○	○	○	○	○
40	내부격실문 열림방지 시험	○	○	○	○	○	○	○	-
41	어린이보호용 좌석부착장치시험	○	○	○	○	○	○	○	-
42	전자파 장해 시험	○	○	○	○	○	○	○	○
43	경음기 소음시험	○	○	○	○	○	○	○	○

위의 표와 같이 중형저상버스의 안전성능 및 배기규제 등과 관련된 평가 항목을 정리한 결과 안전인증(성능평가) 항목 18개와 배기규제 관련 항목 2개로 최종 확정하였고 중형저상버스의 안전도 확보를 위한 안전기준 (자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙) 및 관련 법령 (대기환경보전법, 소음-진동관리법)에 대한 적합여부를 확인하기 위해 아래 표와 같이 인증항목을 대분류로 정리하여 인증방법 및 평가항목에 대해 정리함.

【표】 중형저상버스 안전인증 및 환경인증 평가항목 정리

시험규격	인증방법	평가항목
KMVSS	공인인증	ABS자동차의 제동성능평가 외 3개 항목
	자기인증	연료소비율 평가 외 14개 항목
Emission	공인인증	배출가스 인증시험
	자기인증	소음(가속주행, 경적, 배기)평가

【표】 중형저상버스 안전인증 및 환경인증 획득을 위한 평가 진행 및 결과

구분		항목	인증방법	평가 주체	평가 결과
KMVSS (18항목)	1	연료소비율	자기인증	TDCV/JIAT	자동차안전인증 획득 **(교통안전공단)**
	2	승합자동차의 제동능력시험	자기인증	TDCV/JIAT	
	3	ABS자동차의 제동능력시험	공인인증	KATRI	
	4	충돌 시 승객보호시험(Roll over test)	공인인증	KATRI	
	5	제원측정 및 기술검토	자기인증	TDCV/JIAT	
	6	소음방지장치 시험	자기인증	TDCV/JIAT	
	7	경음기 시험			
	8	전자파 적합성 시험	공인인증	부산TP	
	9	최고속도 제한장치	자기인증	TDCV/JIAT	
	10	속도계 시험			
	11	조향성능시험	자기인증	TDCV/JIAT	
	12	견인장치 강도시험	자기인증	TDCV/JIAT	
	13	자동차용 창유리 시험	자기인증	TDCV/JIAT	
	14	등화장치 광도시험	자기인증	TDCV/JIAT	
	15	차실내장재연소성 시험	자기인증	TDCV/JIAT	
	16	좌석 및 그 잠금장치 시험	공인인증	KATRI	
	17	좌석 안전띠 부착장치 강도시험			
	18	원동기 출력시험	자기인증	TDCV/JIAT	
Emission (2항목)	1	배출가스 인증 시험(Euro6, Step-C)	공인인증	환경부	배출가스 및 소음 인증 획득 **(환경부)**
	2	소음(Pass By Noise, 경적, 배기)시험	자기인증	환경부/JIAT	

KMVSS 18개 평가 항목 중 특히 승객의 안전과 직결되는 ABS 제동시험, 충돌 시 승객보호시험, 좌석 및 그 잠금장치와 좌석안전띠 부착장치 강도시험 등 3개 항목은 공신력 확보를 위해 교통관리공단의 자동차안전연구원을 통해서 진행하였고, 전자파 적합성 시험은 KOLAS인증기관인 부산테크노파크에서 진행하여 평가결과에 대한 공신력 확보를 위해 국가 및 기관에서 인정을 받은 공인기관을 통해 인증 평가를 진행하였음. 또한, 나머지 14개 항목은 3세부 주관기관인 자동차융합기술원에서 평가를 진행하고 연구단인 타타대우상용차에 결과보고서를 제출한 후 승인을 받는 형식으로 자기인증평가를 진행함.

중형저상버스에 적용된 엔진은 3,000cc 유로-6 규제 기준을 만족하는 디젤엔진이다. 디젤자동차는 형식승인 획득과 판매 및 운행을 위해서는 환경부에서 담당하는 대기환경보전법과 소음-진동관리법에서 제시하는 기준을 만족하여야 함.

유로-6 규제는 2015년부터 환경보호를 위해 디젤엔진을 적용한 차량이 배출하는 배기가스를 규제하는 국제 기준이며, 2017년부터는 기존의 유로-6규제를 더욱 강화하는 유로-6 Step C 기준을 엄격히 적용한다는 환경부의 정책 발표가 있음.

본 연구과제에서 개발한 중형저상버스는 환경부의 배출가스 규제 정책에 따라 유로-6 STEP C 규제를 만족하도록 후처리장치 등의 수정 보완을 통해 배출가스 인증평가를 진행, 해당되는 인증서를 발급받았으며, 소음과 관련된 평가는 지능형자동차부품진흥원 주행시험장 내에서 ISO 인증을 획득한 소음 시험로에서 중형저상버스의 소음을 측정하여 평가된 결과를 환경부에 제출하여 차량소음에 대한 인증서를 획득함.

나. 안전인증을 위한 평가 (공인인증기관 평가)

1) ABS장치를 설치한 자동차의 제동능력 시험

가) 개요

ABS장치(바퀴잠김방지식 주제동장치)를 설치한 자동차는 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙 제 90조의 4에서 제시하는 안전기준을 만족하여야 함.

중형저상버스는 엔진이 차량의 전방에 위치하고 전륜을 구동하여 주행하는 FF방식(Front Engine, Front Drive)의 차량으로 주제동장치에 ABS를 적용하여 개발함.

따라서, 법규에서 제시하는 안전기준에 대한 만족여부를 확인하기 위해 자동차안전연구원을 통해 인증평가를 진행하였고, 안전기준에 만족하다는 결과를 얻을 수 있음.



전 측 면 | 후 측 면

제작자명	타타대우상용차(주)		차대번호	KLSTG7UF2GK900001	
차 명	LF40(중형저상버스)		변 속 기	수동(전6/후1)	
제동형식	전공배력유압식		최고속도	110km/h (속도제한장치 장착)	
ABS형식	4채널4센서		축간거리 (mm)	4,750	
제동장치	전축	디스크	타이어형식 (제작사)	전륜	205/70R16.5-16PR (한국타이어)
	후축	드럼		후륜	215/70R22.5-16PR (한국타이어)

중형저상버스의 차량 기본 정보

상세시험항목		구분	
		노면	차량중량
에너지 소비시험		저마찰로/마른노면	적차
전차축 점착력값 산출시험		저마찰로/고마찰로	적차/경적차
후차축 점착력값 산출시험		저마찰로/고마찰로	적차/경적차
점착력 이용값 결정시험		저마찰로/고마찰로	적차/경적차
추가 확인 시험	ABS장치의 제동능력	저마찰로	적차/경적차
	고마찰로→저마찰로 통과시 ABS장치 제동능력시험	고마찰로/저마찰로	적차/경적차
	저마찰로→고마찰로 통과시 ABS장치의 제동능력시험	저마찰로/고마찰로	적차/경적차
	고/저마찰로 비균일노면 통과시 ABS장치의 제동능력 시험	저마찰로/고마찰로	적차/경적차
최종 검사		-	-

ABS 제동능력 평가 항목



(a) 점착력 값 산출시험 b) 점착력이용값 결정시험 c) Split & Zmal 시험

ABS 제동성능 평가 진행 사진

나) 평가 결과

자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙 제90조 4호[별표 7의4] 기준에 의거하여 진행한 중형저상버스에 대한 ABS 제동성능평가의 결과를 정리하였음.

(1) 점착력 산출 및 이용값 시험 결과

시험항목		점착력 값			차대제동율 (ZAL)	점착력 이용값 (ε)	안전기준	시험결과
		전차축 (Kf)	후차축 (Kr)	Km				
적차	저마찰로	0.187	0.115	0.15	0.12	0.80	효율 0.75이상	만족
	고마찰로	0.660	0.637	0.65	0.61	0.94		만족
경적차	저마찰로	0.179	0.175	0.18	0.14	0.78		만족
	고마찰로	0.740	0.596	0.68	0.59	0.87		만족

(2) 추가 확인 시험 결과

시험항목			초기브레이크 온도 (℃)	속도 (경계지점 통과시)		최대 페달 답력 (N)	차선이탈 제동안전성 바퀴잠김등	차량핸들 회전각 등
				규정속도 (KPH)	실제속도 (KPH)			
바퀴잠김식 주제동장치의 제동능력	적차	저마찰	30.9	40	40.4	499	이상없음	-
			40.6	80	82.7	580	이상없음	-
		고마찰	61.6	40	40.5	688	이상없음	-
			68.9	80	80.6	676	이상없음	-
	경적차	저마찰	56.8	40	39.7	777	이상없음	-
			44.2	80	79.8	554	이상없음	-
		고마찰	63.7	40	39.7	817	이상없음	-
			67.0	80	79.2	787	이상없음	-
고마찰에서 저마찰로 통과시 ABS장치의 제동능력	적차		98.4	40	50.6	817	이상없음	-
			87.2	80	82.5	794	이상없음	-
	경적차		96.5	40	40.1	817	이상없음	-
			97.9	80	81.0	817	이상없음	-
저마찰에서 고마찰로 통과시 ABS장치의 제동능력	적차		92.1	50	56.0	811	이상없음	감속도의 적절한 증가확인
	경적차		93.6	50	51.1	818	이상없음	
비균일노면 통과시 ABS장치의 제동능력	적차		92.8	50	50.5	694	이상없음	이상없음
			ZMAS = 0.30				이상없음	
	경적차		90.3	50	49.9	766	이상없음	이상없음

(3) 최종결과

자동차 및 자동차부품의 성능에 관한 기준 제15조의 5항 및 제90조제4호(별표 7의4)에 따라 제동법규 확인시험을 수행한 결과 중형저상버스 표준모델(안)차량은 안전결과에 적합하다는 것을 확인함.

2) 충돌 시 승객보호(차체강도) 시험

가) 개요

충돌 시 승객보호(차체강도)시험은 차량의 운행 시 사고에 의해 차량이 전복(Roll Over)되었을 때 승객의 안전성 확보를 위해 전복시 발생하는 외부의 충격에 의해 차체가 승객거주공간을 침입하거나 승객거주공간의 부품이 변형된 차체구조물 밖으로 돌출되지 않도록 차체가 승객의 안전을 보호하기 위해 충분한 강도를 가지고 있는 지를 확인 하는 시험임

.

차량의 개발에 있어서 제작비용의 문제로 인해 보통 전복(Roll Over)시험은 해석으로 대체를 하는 것이 일반적이지만, 본 연구과제에서는 전복(Roll Over)시험을 위해 전용의 차량을 제작하여 실제 차량을 이용하여 전복(Roll Over)시험을 진행하여 안전성 기준에 적합함을 확인함.

(1) 시험기준

차량의 충돌 시 승객보호 시험의 기준은 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙 제102조 충돌 시 승객보호의 기준에 준하여 진행함.

[별표14의3]

승용자동차의 차체강도기준(제102조제2항 관련)

시험조건	차체강도 기준
1. 완성차의 전복시험 2. 완성차를 대표하는 주요차체구조물의 전복시험	차체구조물의 변형된 부품이 승객거주공간을 침입해서는 아니되며, "승객거주공간"의 부품이 변형된 차체구조물 밖으로 돌출되지 아니하도록 차체구조물은 충분한 강도가 있어야 한다.

자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙

(2) 시험조건

평가를 위해 제작된 중형저상버스는 표준모델(안)차량과 동일한 사양으로서 차량 총중량이(승객 30명 탑승 시 차량 무게) 약 5.8톤임.

따라서, 안전기준에 의거하여 차량 총중량이 4.5톤을 초과하는 승합자동차에 해당하므로 아래의 조건으로 시험을 진행함.

전복각속도	0.08° /sec		**전복각도**	46°	
타이터공기압	전 : 100psi 후 : 100psi		**시험방법 및 절차**	"자동차안전기준 시행세칙" 완성차 전복시험 준용	
좌석등받이 각도	고정형		**좌석높이**	고정식	
승객거주공간 확인 지그설치 갯수	3개		**고속카메라 촬영대수**	3대	
시험 높이(지상고)	350 mm				
인수시 공차중량 (시험목표중량)	전방	2,000kg	**시험 중량**	전방	2,555kg
	후방	1,905kg		후방	3,300kg
	계	3,905kg		계	5,855kg

차량총중량 4.5톤을 초과하는 승합자동차 차체강도 평가 기준

(3) 시험결과

중형저상버스 표준모델(안)차량의 충돌 시 승객보호시험의 결과는 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙 제102조(충돌 시 승객보호) 제2항의 완성차 전복시험에서 충돌 시 승객보호기준에 적합한 것을 확인함.

구분	측정항목	측정값	판정
완성차 전복 시험	전복각속도(°/s)	0.08	적합
	차체구조물의 변형된 부품이 승객거주공간 침입여부	없음	
	승객거주공간의 부품이 변형된 차체구조물 밖으로의 돌출여부	없음	

충돌 시 승객보호시험 결과



차량 정면사진(시험 전)



차량 전복면 사진(시험 전)



차량 정면사진 (시험 후)



차량 전복면 사진(시험 후)



차량 내부 지그 사진 (시험전)



지그사진 (시험 후)



차량 내부 지그 사진 (시험전)



지그사진 (시험 후)



차량 내부 지그 사진 (시험전)



지그사진 (시험 후)

3) 좌석강도 및 좌석벨트 부착장치 강도시험

가) 개요

자동차의 운행 시 충격 및 충돌사고에서 발생되는 충격량에서 차량에 탑승하고 있는 운전자 및 승객의 안전성을 확보하기 위해 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙에서 좌석 부착장치와 좌석벨트 및 좌석벨트 부착장치에 관한 안전기준이 명시화되어 있고 이 기준에 적합하게 운전자 및 승객좌석을 설치하여야 함.

중형저상버스 표준모델(안)차량은 운전석 및 운전보조석 2석, 승객석 10석~12석이 차량 내부에 설치되어 있기 때문에 안전기준에서 제시하는 시험방법 및 기준에 적합하다는 것을 증명하기 위해 좌석 강도 및 좌석벨트 강도평가를 진행함.

나) 시험기준

중형저상버스 표준모델(안)차량에 설치되어 있는 좌석 강도 및 좌석벨트 강도시험의 기준은 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙 제97조 운전자 및 승객좌석의 설치, 제103조 좌석안전띠장치 등의 기준에 준하여 진행함.

적용대상	평가방법	평가기준
좌석 및 그 잠금장치	좌석 및 그 잠금장치 강도측정	- 좌석 무게의 20배의 하중을 앞과 뒤로 가했을 때, 분리되지 않을 것 - 착석기준점에 대한 38kg · m 의모멘트를 발생시키는 힘을 가했을 때 좌석장치는 손상없이 유지되어야 할 것
좌석안전띠 부착장치 강도	좌석부착장치 강도측정	1360kg의 하중을 가했을 때, 분리되지 않을 것

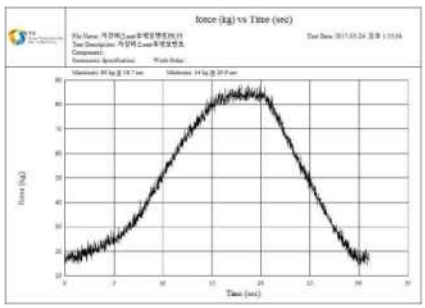
좌석 및 잠금장치와 좌석안전띠 부착장치 강도평가 기준

다) 시험결과

중형저상버스 표준모델(안)차량의 좌석 및 그 잠금장치와 좌석안전띠 부착장치 강도평가의 결과는 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙 제97조 (운전자 및 승객좌석의 설치) 및 제103조 (좌석안전띠장치 등)의 기준에 적합한 것을 확인하였음.

(1) 좌석 후방모멘트 시험결과

좌석 및 잠금장치 위치		해당 좌석 무게 (kg)	하중 방향	시험기준 및 적용하중					판정
				좌석강도				시험품 상태	
				좌석 형식	후방모멘트 (kg-m)		유지시간 (sec)		
					기준	적용	기준	적용	
1열	LH (운전석)	35.4	후방	독립	80	88	5	5	정상	적합



좌석 후방모멘트 시험
그래프(시간-하중)



좌석 후방모멘트 시험 전 사진



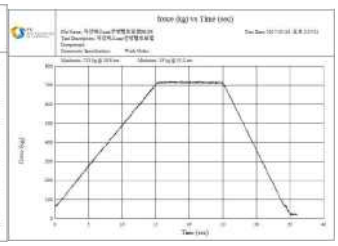
좌석 후방모멘트 시험 후 사진

(2) 좌석 강도 시험결과

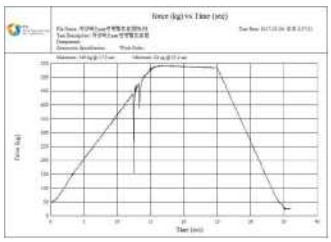
좌석 및 잠금장치 위치		해당 좌석 무게 (kg)	하중 방향	시험기준 및 적용하중					시험품 상태	판정
				좌석강도						
				좌석 형식	후방하중 (kg)		유지시간 (sec)			
					기준	적용	기준	적용		
1열	LH (운전석)	35.4	후방	독립	710	713	5	6	정상	적합
1열	LH (운전석)	35.4	전방	독립	710	723	10	10	정상	적합
1열	LH (조수석)	26.3	전방	독립	530	540	10	10	정상	적합



운전석 강도시험(후방)그래프(시간-하중)



운전석 강도시험(전방)그래프(시간-하중)



조수석 강도시험(전방)그래프(시간-하중)



운전석 강도시험(후방) 시험 전 사진



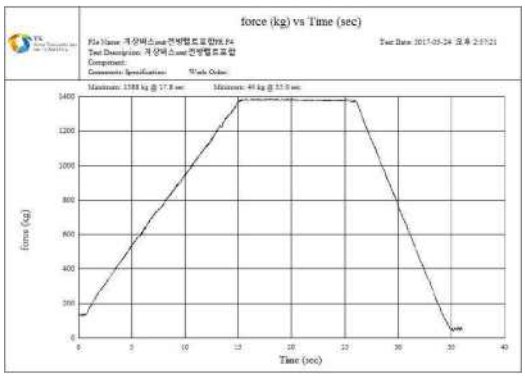
운전석 강도시험(후방) 시험 후 사진

(3) 좌석안전띠 부착장치 강도시험 결과

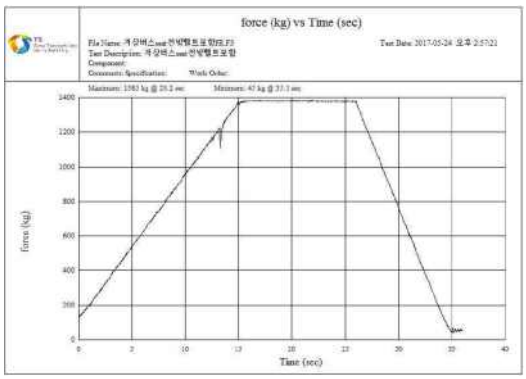
좌석위치	안전띠 형식 및 위치		시험기준 및 적용하중				판정
			정하중시험				
	형식	위치	하중 (kg)		유지시간 (sec)		
			기준	적용	기준	적용	
1열 LH (운전석)	3점식	어깨	1,370	1,382	10	11	적합
	3점식	골반	1,370	1,388	10	11	적합
1열 RH (조수석)	3점식	어깨	1,370	1,385	10	11	적합
	3점식	골반	1,370	1,385	10	11	적합



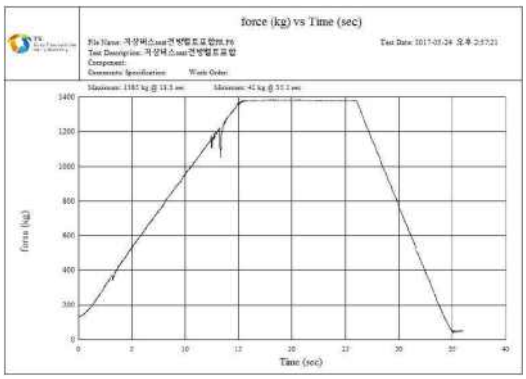
운전석 좌석안전띠(어깨) 부착장치
강도시험(시간-하중)



운전석 좌석안전띠(골반) 부착장치
강도시험(시간-하중)



조수석 좌석안전띠(어깨) 부착장치
강도시험(시간-하중)



조수석 좌석안전띠(어깨) 부착장치
강도시험(시간-하중)



좌석강도시험(전방) 및 좌석안전띠
부착장치 강도시험 전 사진



조좌석강도시험(전방) 및 좌석안전띠
부착장치 강도시험 후 사진

4) 전기적 적합성 평가

가) 개요

현재 생산되어 운행 중인 차량은 예전과 달리 전자기기의 적용이 보편화 되어 있다.

특히 자동차 거의 모든 차량에 장착되어 있는 ECU(Electric Control Unit)는 엔진, 자동변속기, ABS 등을 제어하는 모듈로서 외부로 발산되는 전자파로 인해 차량 주변의 다른 전자기기에 심각한 영향을 초래할 수 있음.

또한, 외부의 전자기기에서 발산되는 전자파가 차량의 ECU에 간섭을 줄 경우 차량제어에 오작동을 일으켜 고장이나 사고의 원인이 될 수도 있음.

이에 따라 자동차의 안전기준에서는 전자파의 방사(외부로 전달되는 전자파)기준과 내성(외부에서 내부로 전달되는 전자파에 대한 차폐)기준을 제시하고 있으며, 차량의 안전인증을 획득하기 위해서는 필수적으로 진행이 되어야 하는 평가 중 하나임.

중형저상버스 표준모델(안)차량에도 ECU를 비롯한 각종 전자장치가 탑재되어 있어 전자파의 방사나 내성에 관한 기준에 적합하는지를 조사하기 위해 전기적 적합성 평가를 진행함.

나) 시험기준

(1) 전자파 방사기준

(가) 광대역 방사기준

구분		시험 주파수(㎒)		
		30 ~ 75	75 ~ 400	400 ~ 1000
자동차	10미터 기준치 (dBμV/m)	36	36+15.13log(f/75)	47
	3미터 기준치 (dBμV/m)	46	46+15.13log(f/75)	57
자동차의 전기·전자장치 단위부품		62-25.13log(f/30)	52+15.13log(f/75)	63

(나) 협대역 방사기준

구분		시험 주파수(㎒)		
		30 ~ 75	75 ~ 400	400 ~ 1000
자동차	10미터 기준치 (dBμV/m)	36	36+15.13log(f/75)	47
	3미터 기준치 (dBμV/m)	46	46+15.13log(f/75)	57
자동차의 전기·전자장치 단위부품		62-25.13log(f/30)	52+15.13log(f/75)	63

(2) 전자파 내성기준

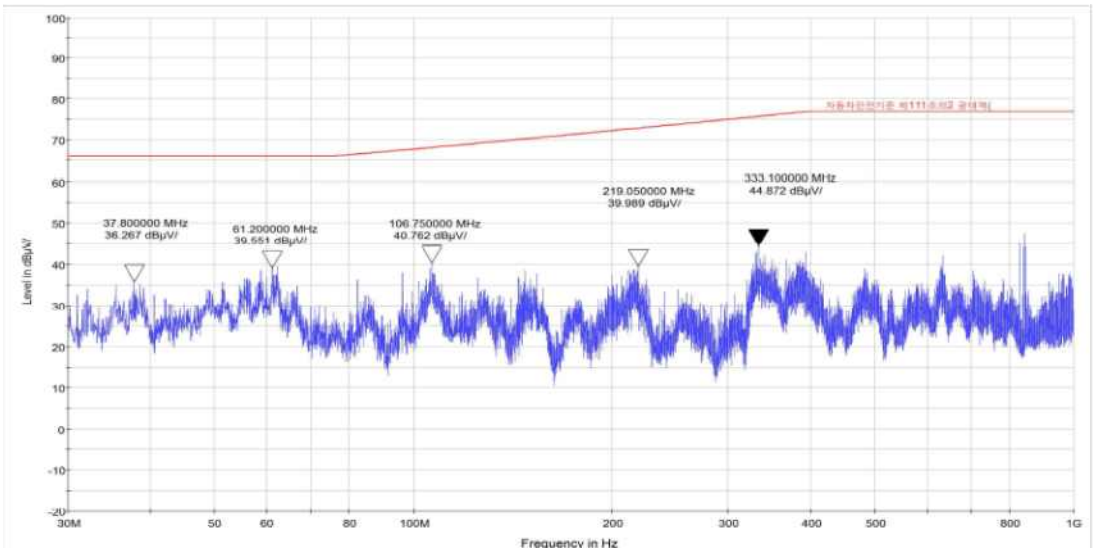
	시험 조건		기준
	주파수범위	전파의 세기(실효값)	
자동차	20 ~ 2,000 ㎒	24 V/m	○ 자동차의 직접 제어와 관련한 기능에 이상이 없을 것 ○ 운전자, 승객 또는 다른 운전자의 보호와 관련한 기능에 이상이 없을 것 ○ 운전자나 다른 운전자에게 혼란을 유발할 수 있는 장해를 발생시키지 아니할 것 ○ 자동차의 데이터 전송시스템 및 자동차의 법정 데이터에 영향을 미치는 기능에 이상이 없을 것
자동차의 전기·전자 장치 단위부품	20 ~ 2,000 ㎒	가. 전자파방사: 30V/m 나. 150㎜스트립선로: 60V/m 다. 800㎜스트립선로: 15V/m 라. TEM cell: 75V/m 마. BCI(벌크전류인가): 60㎃	

다) 시험결과

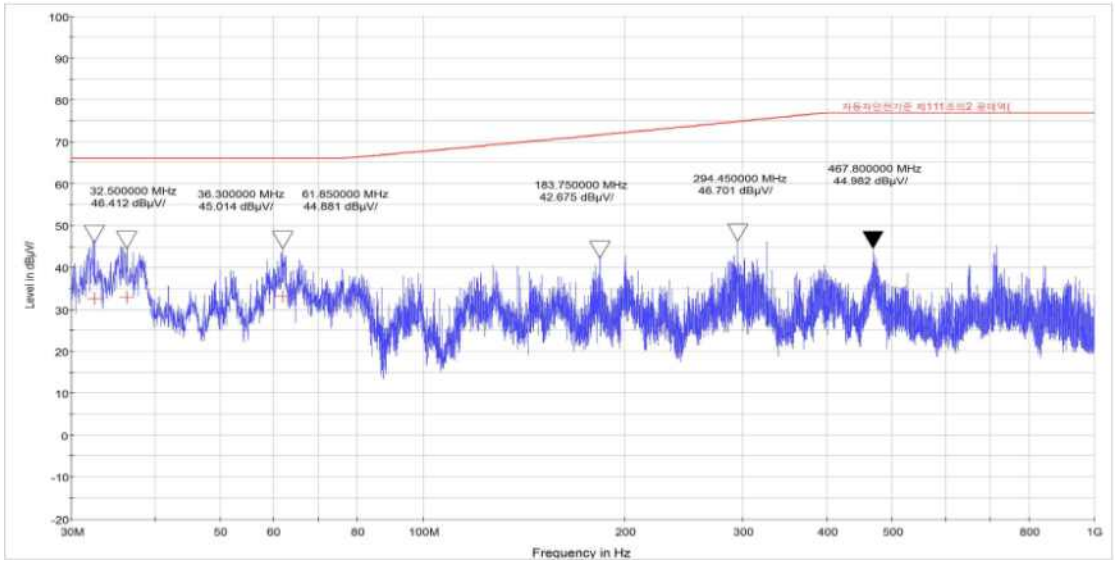
순서	시험항목	판정
1	광대역 방사시험(Broadband Emission)	적합
2	협대역 방사시험(Narrowband Emission)	적합
3	전자파 내성시험(Radiated Immunity)	적합

(1) 광대역 방사시험 결과

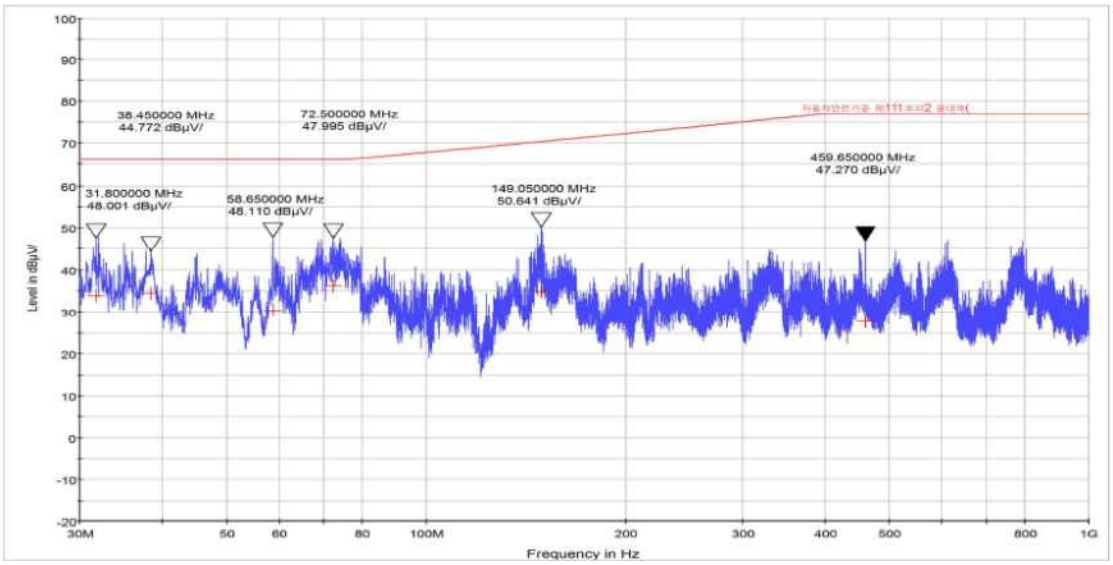
Frequency Range (MHz)	Limits (dBμV/m)	Detection	Results
30 ~ 75	66	Peak	적합
75 ~ 40	66 ~ 77[66 + 15.13 log(F/75)		적합
400 ~ 1,000	77		적합



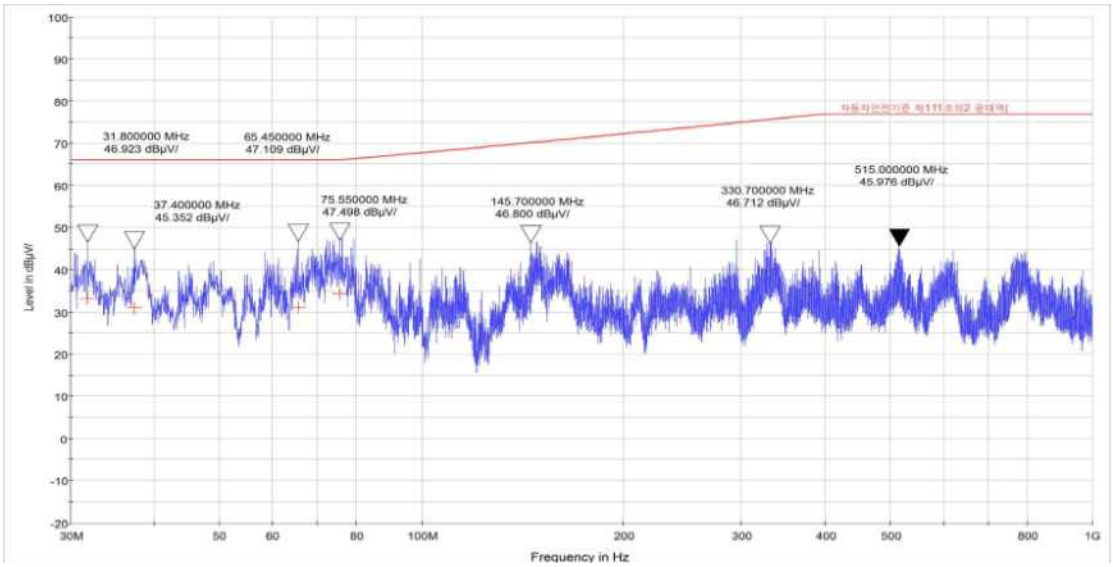
광대역 방사시험 결과 데이터 (차량 우측면 / 수평방향)



광대역 방사시험 결과 데이터 (차량 우측면 / 수직방향)



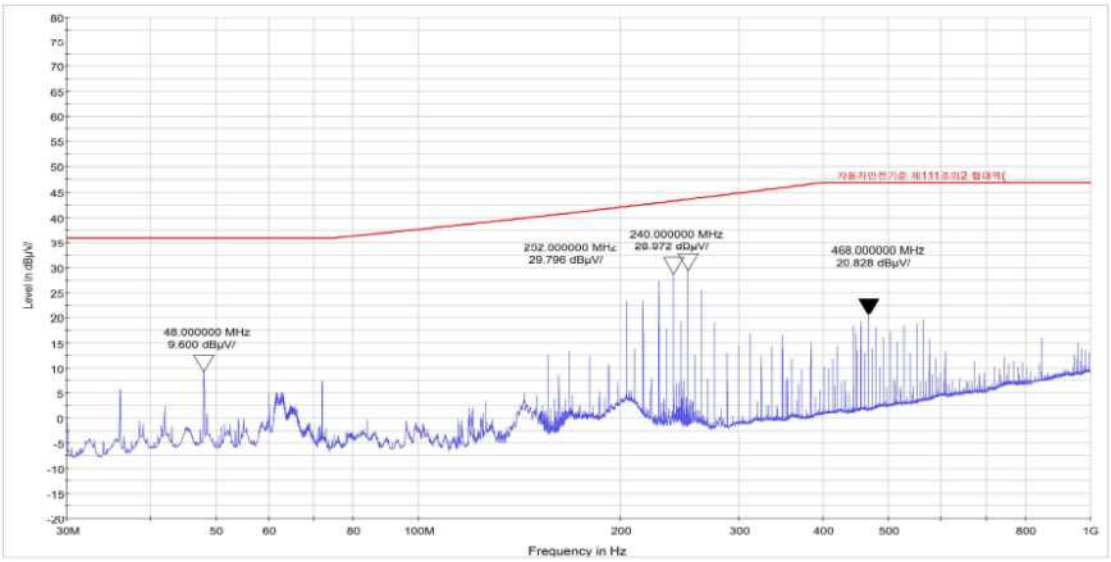
광대역 방사시험 결과 데이터 (차량 좌측면 / 수직방향)



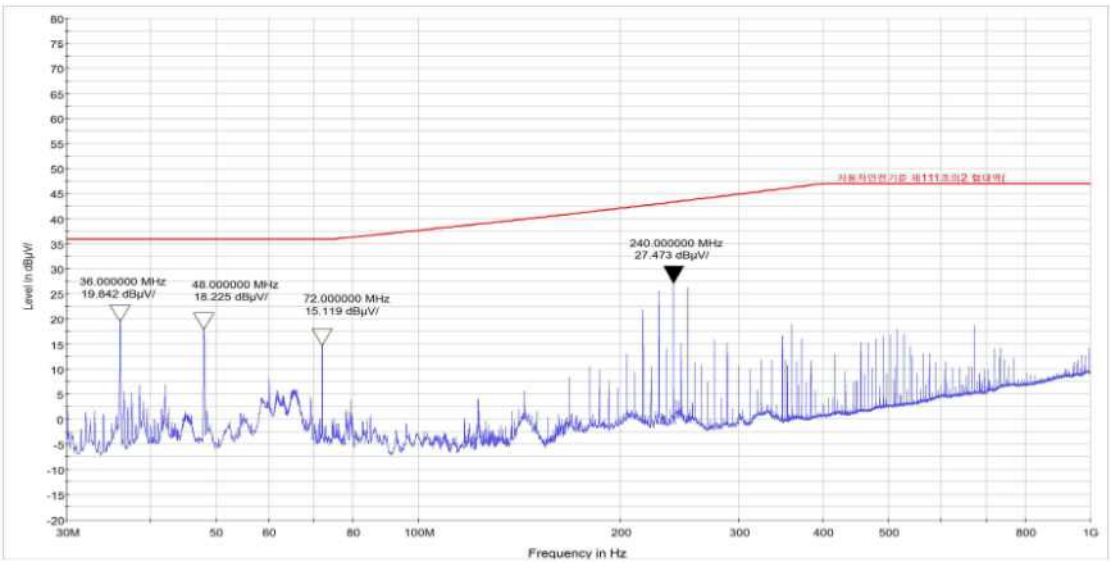
광대역 방사시험 결과 데이터 (차량 좌측면 / 수직방향)

(2) 협대역 방사시험 결과

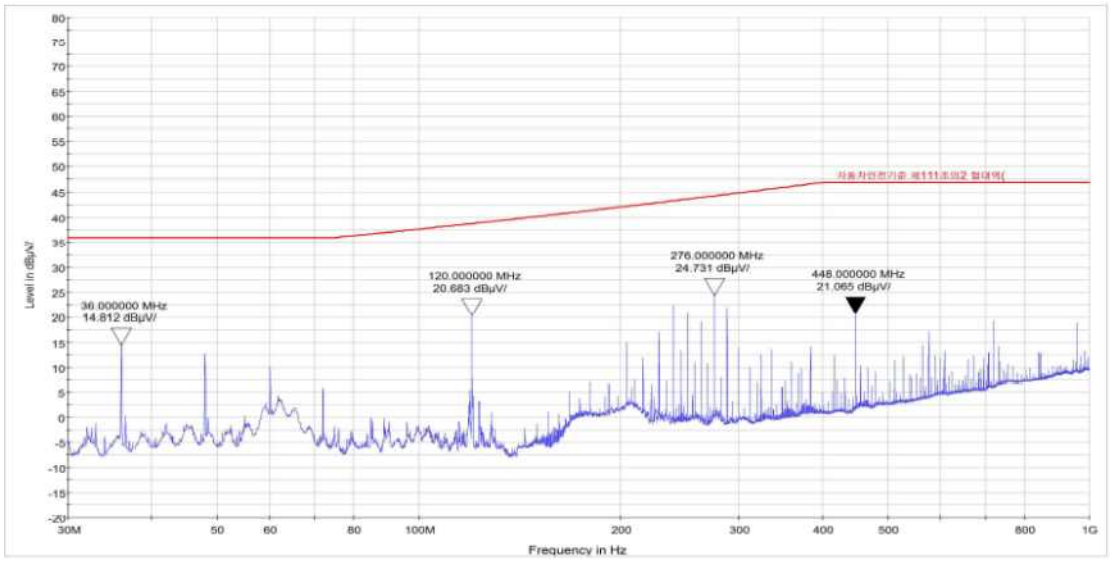
Frequency Range (MHz)	Limits (dBμV/m)	Detection	Results
30 ~ 75	36	Average	적합
75 ~ 40	36 ~ 47[36 + 15.13 log(F/75)		적합
400 ~ 1,000	47		적합



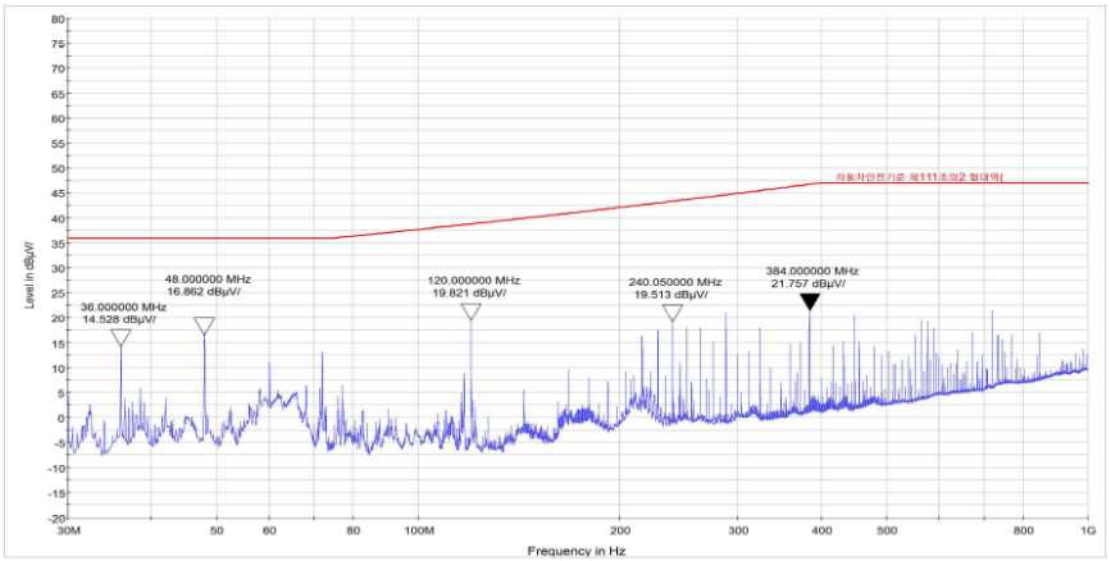
협대역 방사시험 결과 데이터 (차량 우측면 / 수평방향)



협대역 방사시험 결과 데이터 (차량 우측면 / 수직방향)



협대역 방사시험 결과 데이터 (차량 좌측면 / 수평방향)



협대역 방사시험 결과 데이터 (차량 우측면 / 수직방향)



광대역 및 협대역 방사시험 사진(좌측면)



광대역 및 협대역 방사시험 사진(우측면)

(3) 전자파 내성시험 결과

(가) 시험주파수의 범위

Frequency Range (MHz)	Step Size (MHz)	Modulation	차량방향	Immunity Level(V/m)
20 ~ 200	5	AM	앞면	24
200 ~ 400	10	AM	앞면	24
400 ~ 800	20	AM	앞면	24
800 ~ 1,000	20	AM	앞면	24
1,000 ~ 2,000	40	AM	앞면	24

(나) 내성시험 결과

Frequency Range (MHz)	Step Size (MHz)	Modulation	Immunity Level(V/m)	차량방향	시험결과
20 ~ 200	5	AM	24	앞면	적합
200 ~ 400	10	AM	24	앞면	적합
400 ~ 800	20	AM	24	앞면	적합
800 ~ 1,000	20	AM	24	앞면	적합
1,000 ~ 2,000	40	AM	24	앞면	적합



전자파 내성시험 진행 사진 (20 ~ 2,000MHz)

5. 자동차 안전 인증 획득

중형저상버스의 안전도 확보를 위한 안전기준 (자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙)에 준하여 안전인증 18개 항목에 대한 평가를 모두 진행하였고, 평가에 대한 결과보고서를 토대로 중형저상버스 표준모델 차량에 대한 차량인증신청서를 교통안전공단으로 제출하여 중형저상버스 표준모델 차량 2대에 대한 인증서(제원관리 통보서)를 획득함.



문서확인번호 : 4507-4822-9836-8538

[별지 제26호서식] <개정 2007.6.7>

제 원 관 리 번 호 통 보 서

통보서발급번호		20170816-000057		
제원관리번호		A03-1-00105-0000-2217	제작자등록번호	A03
제작자	제작자명	타타대우상용차(주)	전화번호	063-469-3114
	주소	전라북도 군산시 동장산로 172(소룡동)		
	사업장소재지	전라북도 군산시 동장산로 172(소룡동)		
자동차	차명	중형저상버스-도심형		
	형식	LF40-TG7UF1		
	원동기형식	F1CFL4111		
	최초 자동차제작자	타타대우상용차(주)(A03)		

「자동차관리법」 제30조제4항 및 동법시행규칙 제39조제2항의 규정에 의하여 위와 같이 통보합니다.

2017 년 08 월 16 일

교통안전공단
자동차안전연구원장

※ 붙임 : 정보처리조직 입력결과(자동차제원표) 1부

중형저상버스 표준모델
안전인증서(제원관리 통보서)



[별표 제25호서식] <개정 2014.10.31>

A03-1-00105-0000-2217

자 동 차 제 원 표

1	제작자명 (원제작자명)		타타대우상용차(주) (타타대우상용차(주))			제작자등록번호 (제작국가)		A03 (대한민국)	
2	차명		중형저상버스-도심형			6	종별	승합	
3	형식		LF40-TG7UF1			7	유형	일반	
4	차대·자체형상		프론트엔진 본네트형			8	구분	중형	
5	승차정원 (명)		10 + 20 = 30			9	용도	비사업용/사업용	
10	차량중량 (kg)		3,900 (0)	17	원동기	형식		F1CFL4111	
11	최대적재량 (kg)		0 (0)			최고출력(ps/rpm)		170 / 3,500	
12	차량총중량 (kg)		5,850 (0)			기통수/총배기량(cc)		4 / 2,998	
13	차체 제원 (mm)	길이	7,495 (0)			사용연료		경유	
		너비	2,070 (0)	18		연료소비율(km/ℓ)		9.0	
		높이	2,610 (0)	19		축간거리(mm)		4,750	
14	하대 내측 치수 (mm)	길이	0 (0)	20		윤간거리 (mm)	전	1,805	
		너비	0 (0)				후	1,810	
		높이	0 (0)	21		하대 경사도(m/m)		0 ( )	
15	공차시 하중분포 (kg)	전 전축	2,020 (0)	22		변속기종류(단수)		수동 (6 / 1)	
		후축	0 (0)	23		타이어형식	전	205/75R17.5-10PR(S)	
		후 전축	1,880 (0)				후	215/75R17.5-14PR(S)	
		중축	0 (0)	24		휠 형식	전	6.0X17.5	
		후축	0 (0)				후	6.0X17.5	
16	적차시 하중분포 (kg)	전 전축	2,600 (0)	25		차대번호(1~6자리)		KLSTG7UF	
		후축	0 (0)	27	축별설계 허용하중 (kg)		전 전축	2,700	
		후 전축	3,250 (0)				후축	0	
		중축	0 (0)				후 전축	3,300	
		후축	0 (0)				중축	0	
26	모델년도		2017				후축	0	
28	선택사항								

주 1. 하대내측치수, 하대경사도는 적재함이 있는 경우에 한합니다.
2. 승용자동차의 경우 축별설계허용하중은 기재하지 아니합니다.
3. 시험연료의 종류가 전기인 자동차의 경우 원동기란 중 "형식"은 "구동전동기 형식"을, "최고출력(ps/rpm)"은 "구동전동기 최고출력/회전수(kW/rpm)"를, "기통수/총배기량(cc)"은 "구동축전지 정격전압/용량(V/Ah)"을 말하며, "연료소비율(km/ℓ)"은 "연료소비율(km/kWh)"를 말합니다.

중형저상버스 표준모델 자동차제원표

6. 중형저상버스 환경인증

가. 배출가스 인증

1) 개요

자동차의 환경시험은 환경부로부터 승인받는 인증으로서, 인증의 획득시 해당차량은 배기가스 및 소음에 대한 기준을 만족하는 차량임을 공식적으로 증명할 수 있음.

중형저상버스 표준모델 차량은 유로-6 디젤엔진을 장착한 차량으로써 유로-6에서 규정하는 배출가스 기준을 준수함을 인정받고, 차량의 운행 시 발생되는 주행소음, 경적소음, 배기소음에 대한 기준에도 적합한 차량임을 인정받기 위해 환경부에 관련 인증을 신청하여 배출가스 및 소음이 기준에서 정하는 기준치 이하로 적합함을 승인받음으로서 배출가스 및 소음성능을 인증 받음.

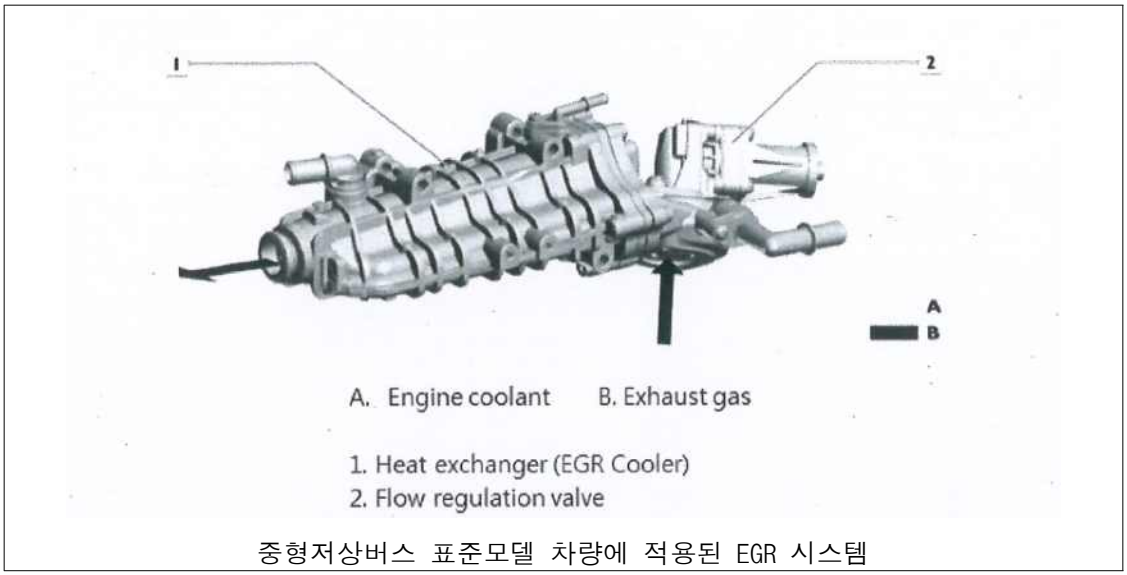
2) 배출가스 허용기준 및 시험결과

구분		CO (g/kWh)	NOx (g/kWh)	HC (g/kWh)	NH_3 (ppm)	PM (g/kWh)	PN (g/kWh)
허용기준	WHSC	1.5	0.4	0.13	10	0.01	8×10^{11}
	WHTC	4.0	0.46	0.16	10	0.01	6×10^{11}
시험결과	**WHSC**	**0.012**	**0.135**	**0.000**	**0.003**	**0.001**	**0.28×10^{11}**
	WHTC	**0.027**	**0.298**	**0.022**	**0.927**	**0.0023**	**0.61×10^{11}**

3) 주요기술 적용 내역

가) 배출가스 재순환장치(EGR) 적용

배출가스 일부를 EGR(Exhaust Gas Recirculation) Cooler에 통과시켜 배기가스 온도를 낮추고 인터쿨러에서 유입되는 공기와 혼합하여 흡기 Manifold로 재순환시키는 기술을 적용하여 차량에 장착된 센서를 통한 정보 및 프로그램된 모델을 기반으로 엔진 ECU에서 EGR 밸브를 조절하여 배기가스 재순환율을 조절하였음. 이런 과정을 반복하여 수행할 경우 차량의 배출가스 중 NOx의 배출량을 획기적으로 저감시킬 수 있음.



중형저상버스 표준모델 차량에 적용된 EGR 시스템

나) SCR(Selective Catalytic Reduction) 시스템

2개의 NOx 센서가 적용되어 NOx 레벨 정확도 확보, 엔진 및 환경조건에 따른 유레아 분사량에 대한 제어 성능이 향상되었다. SCR 탱크의 레벨과 분사량 모니터링의 기능이 적용되어 유레아 탱크 레벨값과 분사량 계산값과의 편차가 50%이상 차이날 경우 오작동 판정이 되도록 시스템이 구성됨.

다) OBD(On-Board Diagnostics) 진단기능 강화

유로-6 OBD 기능이 적용되어, 오작동 판단기준을 초과하지 않고 배출가스에 영향을 주는 부품에 대해 진단하도록 됨.

촉매제 품질 감시를 강화하여 희석 등 부적절한 요소수 사용에 관한 모니터링이 강화되었다. NOx 저감장치 오작동 또는 OBD 임의 조작 발생 시 (1단계) OBD 경고등과 추가 경고등 점등, (2단계) 25% 이하로 엔진 토크 제한, (3단계) 최대 차속 20KPH로 제한하도록 설계 및 적용됨.

NOx 센서를 전/후단에 적용하여 NOx 저감효율 진단을 강화하였음. 또한, DFP 압력센서를 적용하여 담체 누락, 막힘, 누기, 재생효율 등을 진단할 수 있도록 장치하였음.

단계	압력차이/배기량 (hPa/(m^3/h))	상태	엔진 대응방식	운전자 경고		운전자 요구사항
level 0	< AA	정상상태	없음	없음		없음
Level 1	수트모델 > 130%	정상상태	없음		Solid	재생 완료시까지 차량 주행 유지
level 2	AA <	수동재생 중	-엔진 출력저하 -자동재생 제한 -Throttle 동작 -Post 연료 분사 -엔진 rpm 증가		Solid	수동 재생 중
Level 3	BB <	DPF 교환	-엔진 출력저하 -자동재생& 수동재생 제한		Solid	DPF 교환

차압조건일 경우 OBD 진단 및 경고 시스템

level	Soot량(g) or 운행 거리(km) 중, 우선 도달 기준	status	엔진 대응방식	운전자 경고		운전자 요구사항
Level 0	< AA or < aa	정상상태		없음		없음
Level 1	AA < aa <	운전중 자동 재생중	-Throttle 동작 -Post 연료 분사	없음		자동 재생중
Level 2	자동재생 실패 BB < Or 8 Interrupted RGN <	운전중 자동 재생중	-Throttle 동작 -Post 연료 분사 -엔진 rpm 증가		Solid	재생 완료시까지 차량 주행 유지

PM 모델링 조건일 경우 OBD 진단 및 경고 시스템

나. 소음 인증

소음·진동관리법 제 31조 제1항 및 동법 시행규칙 제33조 제1항에서 정의되어있는 기준 및 절차에 따라 평가를 진행하였고, 시험결과가 모든 규정에 만족하여 소음 인증을 획득함.

구분	소음인증을 위한 평가 결과		
	가속주행 [dB A[	배기소음 [dB A]	경적소음 [dB C]
허용기준	78	103	112
시험결과	**74.4**	**86.9**	**107.2**
판정	**만족**	**만족**	**만족**

1) 가속주행소음(Pass By Noise) 평가 결과

구분	사용 변속기어	진입지점 차속(KPH)	가속시작 위치(m)	암소음 [dB(A)]	측정소음	
					좌측	우측
1차시험	3	50	A-A` (10m)	46.8	73.7	75.2
2차시험			A-A` (10m)		74.8	75.3
3차시험			A-A` (10m)		73.5	74.4
4차시험			A-A` (10m)		75.2	75.1
평균					**74.3**	**75.0**




가속주행소음 평가 진행 사진

2) 경적소음 평가 결과

경적 소음 시험	측정 회수	경음기 형식	경음기 수	암소음 [dB(A)]	경적소음[dB(C)]		성적[dB(C)]
					측정치	보정치	
	1	전기식	1	46.8	108.4	-	**108.4**
	2				108.3	-	**108.3**



경적소음 평가 진행 사진

3) 배기소음 평가 결과

배기 소음시험	측정 회수	원동기 최고출력 시 회전속도 75%의 회전속도(rpm)	암소음 [dB(A)]	배기소음[dB(A)]		성적[dB(A)]
				측정치	보정치	
	1	2700	48.5	81.4	-	**81.4**
	2	2700		81.3	-	**81.3**



배기소음 평가 진행 사진

다. 자동차 환경 인증 획득

중형저상버스 표준모델 차량에 대한 환경인증을 획득하기 환경부의 대기환경보전법과 소음·진동관리법의 평가 항목 및 기준에 따라 배출가스 분석 및 소음진동 평가를 진행하였고, 이를 근거로 하여 환경부에 환경인증신청서를 제출함.

중형저상버스 표준모델 차량은 배출가스 기준 및 소음·진동관리법에 명시되어 있는 기준을 모두 만족하여 환경부로부터 2017년 6월 12일자로 환경인증을 획득함.



환 경 부

수신 타타대우상용차(주)

(경유)

제목 타타대우상용차(주) 저작자동차 배출가스 및 소음 인증 통보

1. 타타대우상용차(주) 인증신청서 제418-419(2017.6.12.)호와 관련입니다.

2. 귀 사에서 제출한 인증 신청 자료를 검토한 결과 「대기환경보전법」 제46조제1항 및 「소음·진동관리법」 제31조제1항에 따라 배출가스 및 소음 인증서를 붙임과 같이 교부하오니 인증 조건 및 관련 법령을 철저히 준수하여 주시기 바랍니다.

3. 또한, 「대기환경보전법」 제48조제2항 및 「소음·진동관리법」 제31조제2항에 해당되는 경우에는 반드시 변경인증 및 변경보고해 주시기 바라며, 같은 법의 허용배출허용기준이 변경될 때에는 즉시 등 인증서를 반납하여 주시기 바랍니다.

가. 인증대상자동차

차명 (형상)	형식 (용도)	경유엔진 (자동)	사용연료 (휘발유)	최대출력 (변속기)	총중량	공차중량	인증 번호
중형저상버스-도심형 (프론트엔진 천너프형)	LF40-T07UF1 (사업용/비사업용)	F1CFL4111 (대형승용)	경유 (2,998cc)	170ps/3,500rpm (수동6단)	5,850kg	3,900kg	배출가스 : HMY-DC-14-39 소 음 : HDC-DB-14-39

나. 자체 시험결과 [배출가스 : '14년 기준, 소음 : '06년 기준]

구분		CO (g/kWh)	NOx (g/kWh)	HC (g/kWh)	NMHC (g/kWh)	PM (g/kWh)	PN (#/kWh)	가속주행 dB(A)	정지소음 dB(A)	경적소음 dB(C)
허용기준	WHSC	1.5	0.4	0.13	10	0.01	8×10^{11}	79	103	112
	WHTC	4.0	0.46	0.16	10	0.01	8×10^{11}			
시험결과	WHSC	0.010	0.135	0.003	0.003	0.001	0.28×10^{11}	74.4	86.0	107.2
	WHTC	0.007	0.209	0.002	0.027	0.0003	0.61×10^{11}			

붙임 저작자동차 배출가스 및 소음 인증서 각 1부. 끝.

중형저상버스 표준모델 차량 환경인증서



자동차배출가스 인증서

(Certificate of Motor Vehicle Emission)

신청자	업체명(Company Name) 타타대우상용차(주)(TATA Daewoo Commercial Vehicle CO.,Ltd.)	성명(대표자)(Representative) 김 광 규
	주소(Adress/Head Office) 전라북도 군산시 동장산로 172 (172, Dongjangsan-ro, Gunsan-si, Jeollabuk-do, Korea)	전화번호(Tel) 063-469-3114
	사업장소재지(Address/Plant) 전라북도 군산시 동장산로 172 (172, Dongjangsan-ro, Gunsan-si, Jeollabuk-do, Korea)	전화번호(Tel) 063-469-3114

자동차제원(Vehicle Specifications)

자동차명칭(형상) (Model Name, Body Type)	자동차형식(원조) (Vehicle Type, Use)	원진형식 (Engine Type)	차종 (Category)	사용연료 (Fuel Type)	제작사 (Manufacturer)
중형저상버스-도심형 (프론트엔진 천너프형)	LF40-T07UF1 (사업용/비사업용)	F1CFL4111	대형승용	경유	타타대우상용차(주)
엔진배기량 (Engine Displacement)	최대출력 (Maximum Power)	변속기 (Transmission Type)	자량총중량 (Gross Vehicle Weight)	공차중량 (Curb Weight)	선택사양 (Option)
2,998cc	170ps/3,500rpm	수동6단	5,850kg	3,900kg	-
배출가스 저감장치 부착내용 (Emission Control Device)	EGR, DOC, DPF, SCR, SCR&CUC				
유일차종(Type of Variant)	"위쪽 기재(Refer to the Opposite Page)"				

인증사항 (Certification Items)

인증조건(Conditions of Certification)

1. 「대기환경보전법」 제61조에 따라 결함시정에 대비하여 자동차 구입에 대한 기록관리를 철저히 하여야 합니다.
(Keep thorough records pertaining to vehicle purchase in preparation for correction of defects pursuant to Article 34 of Air Environment Preservation Act.)
2. 자동차배출가스 관련부품이 작동하도록 하기 위하여 사용자의 정비지침 제공 등 필요한 조치를 하여 합니다.
(Take necessary measures, for example providing maintenance instructions to vehicle owners, to maintain whole functions of emission control devices.)
3. 「대기환경보전법」 제53조에 따라서는 경우에는 이 인증이 취소될 수 있습니다.
(This certification can be cancelled in case it corresponds to the provisions of Article 35 of Air Environment Preservation Act.)
4. 배출가스자동차군 및 일회자수(Emission Limits & Deterioration Factor)

항목	CO	HC	NOx	NMHC	PM	PN	Mode
배출가스허용기준(Emission Limits)	1.5	0.13	0.4	10	0.01	8×10^{11}	WHSC
	4.0	0.16	0.46	10	0.01	8×10^{11}	WHTC
일회내구성(DF)	1.3	1.3	1.16	-	1.06	-	-

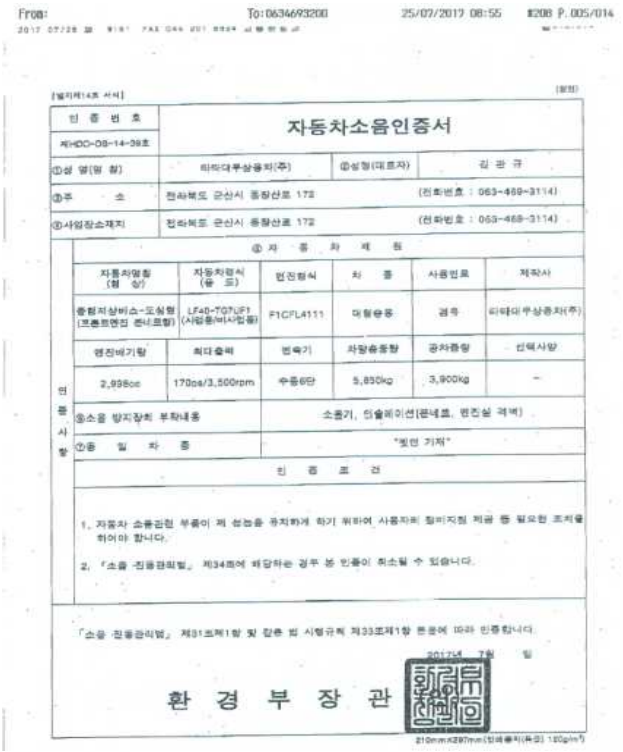
「대기환경보전법」 제48조제1항 및 같은 법 시행규칙 제66조제1항에 따라 인증합니다.
(We hereby grant a certification pursuant to Para. 1, Article 32 of Air Environment Preservation Act and Article 71 of its Enforcement Regulation.)

2017년 7월 일 (Year / Month / Date)

환 경 부 장 관

Minister of Environment, The Republic of Korea

중형저상버스 표준모델 차량 배출가스 인증서



자동차소음인증서

인증번호	제HDC-DB-14-39호		
①성명(명칭)	타타대우상용차(주)	②성명(대표자)	김 광 규
③주 소	전라북도 군산시 동장산로 172		(전화번호 : 063-469-3114)
④사업장소재지	전라북도 군산시 동장산로 172		(전화번호 : 063-469-3114)

⑤ 자 동 차 제 원

자동차명칭 (형 상)	자동차형식 (용 도)	원진형식	차 종	사용연료	제작사
중형저상버스-도심형 (프론트엔진 천너프형)	LF40-T07UF1 (사업용/비사업용)	F1CFL4111	대형승용	경유	타타대우상용차(주)
엔진배기량	최대출력	변속기	자량총중량	공차중량	선택사양
2,998cc	170ps/3,500rpm	수동6단	5,850kg	3,900kg	-
⑥소음 방지장치 부착내용		소음기, 인슐레이션(본네트, 엔진실 격벽)			
⑦동 일 차 종		"윗면 기재"			

인증사항

인 증 조 건

1. 자동차 소음관련 부품이 제 성능을 유지하게 하기 위하여 사용자의 정비지침 제공 등 필요한 조치를 하여야 합니다.
2. 「소음·진동관리법」 제34조에 해당하는 경우 본 인증이 취소될 수 있습니다.

「소음·진동관리법」 제31조제1항 및 같은 법 시행규칙 제33조제1항 본문에 따라 인증합니다.

2017년 7월 일

환 경 부 장 관

중형저상버스 표준모델
차량 소음 인증서

제4장. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

1. 목표 달성도 <성과점검기준표>

<1차년도>

구분	핵심성과 (level1)	단위성과 (level2)	최종 성과점검기준						해당 기관	양적 성과목표
			질적 성과지표		목표치	측정방법	검증방법	가중치		
1세부	A 중형저상버스 표준사양 개발 및운영기술/보급전략	A-1 시범운영 계획	①	시범운영 계획 보고서	1건	보고서 확인	보고서	30%	한국에너지기술연구원	특허 : 출원 건 등록 건 논문 : 건 시제품 : 건 S/W : 건
		A-2 보급활성화 사례 관련	①	보급활성화 사례 보고서	1건	보고서 확인	보고서	30%		
		A-3 중형저상버스 표준모델 기준(안)	①	중형저상 표준사양 1차안	1건	표준 사양안 확인	보고서	40%		
2세부	A 차량제작 계획 수립	A-1 기획/계획 수립	①	기술동향 조사 실적 (국내/국외)	28건	벤치마킹차량 Teardown분석 및 보고서 건수	보고서	10%	타타대우, 유지피디자인	특허 : 출원 건 등록 건 논문 : 건 시제품 : 건 S/W : 건
					1건	벤치마킹차량 Subjective 평가 결과	보고서	5%	타타대우	
					1건	벤치마킹차량 무게중심 측정 결과	보고서	5%	타타대우	
					1건	경쟁사 차량 시승평가 결과	보고서	5%	타타대우	
					1건	국내 버스시장 환경 분석 보고서	보고서	5%	타타대우	
					1건	KMVSS(인증) 검토 건수	보고서	5%	타타대우	
		A-2 계획설계 기술	①	스타일링 모델 개발	1건	스타일링 모델 제작 실적	보고서	20%	타타대우	
			②	기초설계도면 및 사양서 개발	150건	설계구상서&도면/사양서 개발 건수	보고서	20%	타타대우, 유지피디자인	
			③	패키지 설계 기반 차체시스템 CAE 해석	1건	보고서 건수	보고서	10%	이티에스소프트	
			④	핵심부품 개발	1건	에어스프링의 원재료, 형상설계, 특성해석 등 실적	보고서	5%	타타대우, 아이텍	
			⑤	시험을 통한 설계 목표 도출	3건	동력성능시험 결과 등 실적	보고서	5%	타타대우	
3세부	A 벤치마킹차량 평가	A-1 벤치마킹 및 개발차량 평가(안) 수립	①	벤치마킹 차량 평가(안) 수립	1건	평가(안) 수립 결과 보고서 확인	보고서	15%	자동차융합기술원	특허 : 출원 건 등록 건 논문 : 건 시제품 : 건 S/W : 건
			②	시험 및 평가 절차서 개발계획 수립	1건	개발계획 수립 보고서 확인	보고서	10%		
			③	국내외 자동차 안전인증 동향	1건	자동차 안전인증 동향 보고서 확인	보고서	10%		
		A-2 벤치마킹차량 제원 및 성능평가	①	벤치마킹차량 제원 평가	1건	제원 평가 보고서 확인	보고서	15%		
			②	벤치마킹차량 성능평가	1건	성능 평가 보고서 확인	보고서	25%		
		A-3 저상버스 연비평가모드 분석	①	저상버스 연비 평가모드 분석	2건	연비평가모드 분석 보고서 확인	보고서	25%		
계								-		특허 : 출원 건 등록 건 논문 : 건 시제품 : 건 S/W : 건

<2차년도>

구분	핵심성과 (level1)		단위성과 (level2)		최종 성과점검기준					해당 기관	양적 성과목표
						질적 성과지표	목표치	측정방법	검증방법	가중치	
연구단	A	시스템엔지니어링 및 부품 국산화 / 정책 목표 가이드라 제시	A-1	시스템엔지니어링 / 목표 설정 및 조정	①	목표 설정 관련 유기적인 조율 및 조정	1건	보고서 확인	보고서	40%	타타대우상용차	특허 : 출원 건 등록 건 논문 : 건 시제품 : 건 S/W : 건
			A-2	부품 국산화 및 공용화	①	부품 국산화 및 공용화 추진 현황	1건	보고서 확인	보고서	20%		
			A-3	보급활성화를 위한 정책 목표 가이드라인 제시	①	중형저상버스 표준모델 및 정책 목표 제시안	1건	표준 사양안 확인	보고서	40%		
1세부	A	중형저상버스 표준사양 개발 및운영기술/보급전략	A-1	중형저상버스 보급 활성화 계획	①	중형저상 버스 보급 확대를 위한 지원정책 개선안	1건	보고서 확인	보고서	30%	한국에너지 기술연구원	특허 : 출원 건 등록 건 논문 : 건 시제품 : 건 S/W : 건
			A-2	운영기술 도출	①	저상버스 운영 효율성 확대를 위한 운영기술 보고서	1건	보고서 확인	보고서	30%		
			A-3	중형저상버스 표준모델 기준(안)	①	중형저상 표준사양 2차안	1건	표준 사양안 확인	보고서	40%		
2세부	A	중형저상버스 상세설계 및 에어서스펜션 개발, 시작차량 제작	A-1	중형저상 버스 상세설계	①	시스템별 3D DATA 작성	2,384건	3D DATA 작성 건수	보고서	10%	타타대우, 유지피디자인	특허 :출원 5 건 등록 건 논문 : 건 시제품 : 건 S/W : 건
						시스템별 2D DATA 작성	2,055건	2D 도면 작성건수		15%	타타대우, 유지피디자인	
						상세설계 보완	2건	3D DATA 보고서		5%	타타대우, 유지피디자인	
						CAE 해석 및 구조개선	13건	보고서 건수		10%	이티에스소프트	
			A-2	에어 스프링 개발	①	에어스프링 개발	4건	시제품 성능 테스트	보고서	15%	타타대우, 아이텍	
					①	제조기술개발 및 금형설계	17건	시제품 성능 테스트		5%	타타대우, 아이텍	
			A-3	시작차량 제작	①	스타일링 모델 개발	3건	스타일링 모델 제작 실적	차량 / 보고서	10%	타타대우	
					②	유로6 중형저상버스 시작차량 제작	2대	시작차량 용도별 제작 및 보고서 건수		20%	타타대우, 유지피디자인	
					③	시험을 통한 설계 목표 도출	2건	벤치마킹차량 시험 결과 등 실적 측정 시험 결과		5%	타타대우	
					④	안전인증을 위한 시험	3건	KMVSS(인증) 검토 건수		5%	타타대우	
3세부	A	안전인증 평가 절차 개발	A-1	안전인증을 위한 평가기술 검토	①	신규개발 중형저상버스급 안전 인증에 관한 법규가능성 기술검토	1건	자동차 관련 법규 보고서 확인	보고서	20%	자동차융합 기술원	특허 : 출원 건 등록 건 논문 : 1 건 시제품 : 건 S/W : 건
						국내·외 관련 규격 및 검토를 통한 기본안 수립	1건	규격 검토 보고서 확인	보고서			
						개발 차량과 병행하여 안전 성능 지표 도출	1건	자동차 안전도 평가 방법 보고서 확인	보고서			
						중형저상버스관련 인증 및 시험 세미나 개최	0건	세미나 개최 결과 보고서 확인	보고서			
		시작차량 성능평가	A-2	중형저상버스 성능평가 절차 수립	②	차량의 특성을 반영한 기본안 수립	1건	차량 인증절차 및 관련 법규집 제작	보고서	40%		
						신규개발 차량에 관한 성능평가 절차 작성	1건					
			A-3	시작차량 및 핵심부품 평가	③	시작차량 및 핵심부품 평가	1건	시작차량 및 핵심부품평가 보고서	보고서	40%		
계										-		특허 : 출원 5 건 등록 건 논문 : 1 건 시제품 : 건 S/W : 건

<3차년도>

구분	핵심성과 (level1)		단위성과 (level2)		성과점검기준						해당 기관	양적 성과목표
					질적 성과지표		목표치	측정 방법	검증 방법	가중치(%)		
연구단	A	시스템 엔지니어링 /부품개발 /정책 제시	A-1	시스템엔지니어링 / 목표 설정 및 조정	①	목표 설정 관련 유기적인 조율 및 조정	1건	보고서 확인	보고서	40%	타타대우상용차	특허 :출원 건 등록 건 논문 : 건 시제품 : 건 S/W : 건
			A-2	부품 국산화 및 공용화	②	부품 국산화 및 공용화 추진 현황	1건	보고서 확인	보고서	20%		
			A-3	보급활성화를 위한 정책 목표 가이드라인 제시	③	중형저상버스 표준모델 및 정책 목표 제시안	1건	표준 사양안 확인	보고서	40%		
1세부	A	표준모델 개발 및 운영기술/보급 전략 연구	A-1	중형저상버스 보급에 따른 효과분석 방안	①	중형저상버스 보급에 따른 효과분석 방안 보고서	1건	보고서 확인	보고서	30%	한국에너지기술연구원	특허 :출원 건 등록 건 논문 : 1건 시제품 : 건 S/W : 건
			A-2	운영기술 도출	②	저상버스 운영 효율성 확대를 위한 운영기술 보고서	1건	보고서 확인	보고서	30%		
			A-3	중형저상버스 표준모델 기준(안)	③	중형저상 표준 2차안	1건	보고서	보고서	40%		
2세부	A	표준모델 차량 개발	A-1	중형저상버스 상세설계 보완	①	시시템별 설계보완 3D & 2D 도면배포	4,456건	설계도면 배포 및 보고서 건수	도면 보고서	30%	타타대우, 유지피디자인	특허 :출원 3 건 등록 건 논문 : 건 시제품 : 2 건 S/W : 건
				상세설계 기반 CAE 해석 및 구조개선	②	인터페이스 보완설계 및 제작	8건	CAE 해석 실적 건수	보고서	10%	이티에스소프트	
			A-2	핵심부품 개발	③	성능, 품질 등 만족	10건	시험평가 실적	보고서/ 건수	10%	타타대우, 아이텍	
			A-3	시작차량 제작	④	유로6 중형저상버스 시작차량 제작	10건	시작차량 제작 및 보고서 건수	제작차량 , 보고서	50%	타타대우, 유지피디자인	
3세부	A	시작·표준차량 종합평가	A-1	차량 제원평가	①	벤치마킹, 시작차량, 표준차량 제원비교분석 결과	1건	평가 보고서 확인	보고서, 발표	10%	전북자동차 기술원	특허 :출원 건 등록 건 논문 : 1건 시제품 : 건 S/W : 건
				파워트레인 성능평가	②	관련 규격 및 적용 시험을 통하여 개발 차량의 사양 적합성 확인	1건	평가 보고서 확인	보고서, 발표	15%	전북자동차 기술원	
				주행성능평가	③	실차주행시험을 통한 차량성능 평가결과	1건	평가 보고서 확인	보고서, 발표	15%	전북자동차 기술원	
				NVH 성능평가	④	신규개발 중형저상버스급 안전 인증에 관한 법규(안) 기술검토 결과	1건	평가 보고서 확인	보고서, 발표	20%	전북자동차 기술원	
				연비 및 배기성능 평가	⑤	대형차대동력계 기반 연비평가보드 분석결과	1건	평가 보고서 확인	절차서, 발표	20%	전북자동차 기술원	
				차량전복 성능평가	⑥	시작 및 표준차량 전복성능 평가결과	1건	평가 보고서 확인	보고서, 발표	20%	전북자동차 기술원	
										-		특허 :출원 3 건 등록 건 논문 : 2 건 시제품 : 2 건 S/W : 건

<4차년도>

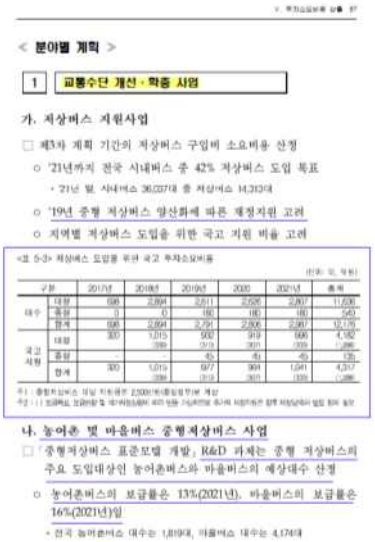
구분	핵심성과 (level1)		단위성과 (level2)		최종 성과점검기준					해당 기관	양적 성과목표
					질적 성과지표		목표치	측정방법	검증방법	가중치	
연구단	A	시스템 엔지니어링 /부품개발/ 정책 제시	A-1	시스템엔지니어링 / 목표 설정 및 조정	①	목표 설정 관련 유기적인 조율 및 조정	1건	보고서 확인	최종보고서	40%	타타대우 상용차	특허 :출원 건 등록 건 논문 : 건 시제품 : 건 S/W : 건
			A-2	부품 국산화 및 공용화	②	차량 구성 부품의 국산화 비율	90%이상	국산화 비율 확인	최종보고서	20%		
			A-3	보급활성화를 위한 정책 목표 가이드라인 제시	③	중형저상버스 표준모델 및 정책 목표 제시	1건	표준 사양 고시 확인	최종보고서	40%		
1세부	A	표준모델 개발 및 운영기술/보급전략 연구	A-1	중형저상버스 표준모델 기준 고시	①	중형저상 표준모델 기준 고시	1건	중형저상버스 표준모델 기준 반영 여부	최종보고서 * 국토교통부 기준 개정 추진 중	40%	한국에너지 기술연구원	특허 :출원 건 등록 건 논문 : 1건 시제품 : 건 S/W : 건
			A-2	시범운행 및 중형저상버스 만족도	②	중형저상버스 만족도 (설문대상자 전체)	3.5점 이상 (5점 만점)	중형저상버스 만족도 점수 확인	최종보고서	30%		
			A-3	회의 개최	③	보급활성화 및 표준모델 기준 설정을 위한 지자체 및 각종 협의회 횟수	3회	회의록 및 결과 확인	최종보고서 * 상세는 세부 보고서 첨부	30%		
2세부	A	표준차량 개발	A-1	연구개발 목표 만족 차량제작	①	표준모델 차량 제작 실적 확인	3대	제작 대수 확인	최종보고서	60%	타타대우	특허 :출원 1 건 등록 7 건 논문 : 건 시제품 : 3 건 S/W : 건
			A-2	안전 및 성능 목표 만족	②	안전 및 성능 목표 달성 여부	10건	평가 보고서 및 실차 확인	최종보고서	10%		
			A-3	고객 요구사항 반영	③	고객 요구사항의 차량 반영 여부	7건	보고서 및 실차 확인	최종보고서	10%		
			A-4	내구 성능 확보	④	차량의 내구성 평가 목표 만족	5만km	내구 목표 마일리지 확인	최종보고서	10%		
			A-5	연비 경쟁력 확보	⑤	차량 연료소비율 목표 만족	8.9 km/ℓ이상 (경쟁사 대비 3% 우위)	연비 평가 보고서 확인	최종보고서	10%		
3세부	A	표준차량 (법규) 안전인증 평가	A-1	안전인증평가 및 인증획득 (국토교통부-자동차관리법 18개 항목)	①	공인인증평가 진행 및 인증서 획득 (자동차안전연구원 등 / 자기인증 평가 포함)	1건	성능평가 보고서 확인 (인증 취득 여부 확인)	최종보고서	100%	전북자동차 기술원	특허 :출원 건 등록 건 논문 : 1 건 시제품 : 건 S/W : 건
			A-2	EURO-6 규제 만족 환경 인증 평가 및 인증획득 (엔진 단품에 대한 연비 및 배기규제 인증평가)	②	엔진 배기가스 및 연료경제성 환경부 인증 평가 및 획득	1건		최종보고서			
계										-		특허 :출원 1 건 등록 7 건 논문 : 2 건 시제품 : 3 건 S/W : 건

***중형저상버스 표준모델 기준에 대하여 현재 국토교통부에서 기준 개정은 준비 중에 있으며, 나머지 단위 성과별 성과 목표를 달성하였음.**

2. 관련 분야 기여도

가. 중형저상버스 보급 계획 수립

본 과제를 통해 중형저상버스 표준모델 기준이 기존의 저상버스 표준모델에 포함되어 개정 준비중에 있으며, '제3차 교통약자 이동편의 증진계획' 에 중형저상버스의 보급계획이 포함되어 2019년부터 매년 180대의 중형저상버스가 시내버스로 보급될 수 있는 토대를 마련하였음. 또한, 시내버스에 한정되어 있던 저상버스의 보급에 대해서 농어촌 및 마을버스에 대한 보급을 발의하였고 예상대수를 제3차 교통약자 이동편의 증진계획(2017년 ~ 2021년)에 반영하였음. 단, 과제 종료 후 대수 및 보조금은 재산정하여 개정을 추진할 예정임.



< 분야별 계획 >

1 교통수단 개선 · 확충 사업

가. 저상버스 지원사업

□ 제3차 계획 기간의 저상버스 구입비 소요비용 산정

○ '21년까지 전국 시내버스 중 42% 저상버스 도입 목표

- '21년 말 시내버스 36,037대 중 저상버스 14,313대

○ '19년 중형 저상버스 양산화에 따른 재정지원 고려

○ 지역별 저상버스 도입을 위한 국고 지원 비율 고려

<표 5-3> 저상버스 도입을 위한 국고 투자소요비용

(단위: 대, 억원)

구분		2017년	2018년	2019년	2020	2021년	총계
대수	대형	595	2,004	2,611	2,525	2,307	11,026
	중형	0	0	180	180	180	540
	합계	595	2,004	2,791	2,705	2,487	12,179
국고지원	대형	300	1,015	900	919	866	4,192
			338	(1/3)	307	(335)	(1,396)
	중형	-	-	45	45	45	135
	합계	300	1,015	977	964	1,041	4,317
			338	(1/3)	321	(335)	(1,438)

주1) : 중형저상버스 대당 지원금은 2,500만원(중형증가분)로 계산

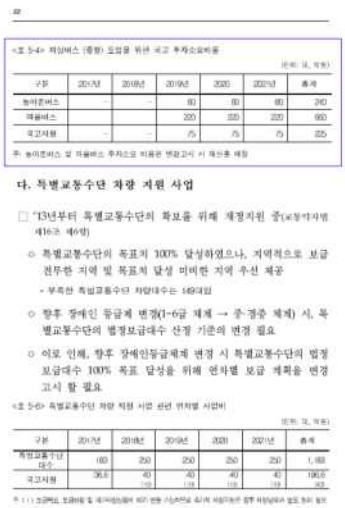
주2) : ( ) 안은 보조비율을 제시하였을 때의 지원액으로 합계 지원액과는 일부 차이가 있을 수 있음

나. 농어촌 및 마을버스 중형저상버스 사업

□ 「중형저상버스 표준모델 개발」 R&D 과제는 중형 저상버스의 주요 도입대상인 농어촌버스와 마을버스의 예상대수 산정

○ 농어촌버스의 보급률은 13%(2021년), 마을버스의 보급률은 16%(2021년)임

- 전국 농어촌버스 대수는 1,819대, 마을버스 대수는 4,174대



<표 5-4> 저상버스 (중형) 도입을 위한 국고 투자소요비용

(단위: 대, 억원)

구분	2017년	2018년	2019년	2020	2021년	총계
농어촌버스	-	-	80	80	80	240
마을버스			220	220	220	660
국고지원	-	-	75	75	75	225

주: 농어촌버스 및 마을버스 투자소요 비용은 변경고시 시 재산출 예정

다. 특별교통수단 차량 지원 사업

□ '13년부터 특별교통수단의 확보를 위해 재정지원 중(교통약자법 제16조 제6항)

○ 특별교통수단의 목표치 100% 달성하였으나, 지역적으로 보급 편무한 지역 및 목표치 달성 미비한 지역 우선 제공

- 부족한 특별교통수단 차량대수는 149대임

○ 향후 장애인 등급제 변경(1-6급 체제 → 중·경증 체제) 시, 특별교통수단의 법정보급대수 산정 기준의 변경 필요

○ 이로 인해, 향후 장애인등급제의 변경 시 특별교통수단의 법정보급대수 100% 목표 달성을 위해 연차별 보급 계획을 변경 고시 할 필요

<표 5-5> 특별교통수단 차량 지원 시점 선택 연차별 시점비

(단위: 대, 억원)

구분	2017년	2018년	2019년	2020	2021년	총계
특별교통수단 대수	183	250	250	250	250	1,183
국고지원	36.6	40	40	40	40	196.6
		(10)	(10)	(10)	(10)	(40)

주: ( ) 안은 보조비율을 제시하였을 때의 지원액으로 합계 지원액과는 일부 차이가 있을 수 있음

나. 중형저상버스 표준모델 기준 마련

기존의 대형저상버스 기준에 국한된 저상버스 표준모델 기준으로 인해 도로 여건과 연료의 CNG 충전 인프라가 열악한 교통소외 지역(농어촌 및 마을버스 운행 지역)에는 대형저상버스 보급이 거의 불가능하였음. 이를 위해 현재 국토부에서 개정을 추진 중에 있지만 중형저상버스 표준모델 기준을 마련하여 교통약자의 이동편의 증진에 기여하고 있음.



표 2-1 저상버스 표준모델에 관한 기준 (개정 제시안)

	저상버스 표준모델 기준	
	현행 (대형버스 기준)	제시안 (중형버스 표준모델 추가)
제1조 (목적)	이 기준은 「교통약자의 이동편의 증진법」 제7조제3항에 따라 저상버스 표준모델의 개발을 위하여 차량크기, 편의시설 등 저상버스 표준모델의 세부기준을 정함을 목적으로 한다.	현행 동일
제2조 (정의)	이 규칙에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.	이 규칙에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.
	1. "저상버스 표준모델"이란 교통약자의 이동편의 증진뿐만 아니라 일반 승객이 쉽게 이용하기 편리하도록 적절 바닥 높이를 낮게 제작한 구조의 버스로써 계상변의 넓이가 전체 적절 바닥의 35% 이상이고, 저상버스 표준모델의 세부기준을 충족하는 버스를 말한다.	1. 현행 동일
	2. "계상변"이란 버스에 승객이 승차할 때 최초 밟게 되는 버스의 바닥을 말한다.	2. 현행 동일
	3. "경사판(Sliding Ramp)"이란 교통약자의 승하차를 용이하게 하기 위해서 버스와 도로를 연결시켜 주는 자동식 발판을 말한다.	3. "경사판(Sliding Ramp)"이란 교통약자의 승하차를 용이하게 하기 위해서 버스와 도로를 연결시켜 주는 발판을 말한다. (수정 및 추가)
	4. "저바 경사장치(Kneeling system)"란 경사판의 경사각도를 낮게 하기 위해 차체를 한쪽으로 기울이는 장치를 말한다.	4. 현행 동일
	5. "통로"란 승객이 원부분라석으로 착석하기 위해 이동하는 공간을 말한다. "휠부분통로면"이란 차량의 중간문 이후부터 기업 뒤쪽 끝단까지 이동하는 공간을 말한다.	5. 현행 동일
제3조 (저상버스 표준모델의 세부기준)	저상버스 표준모델의 기준은 별표와 같으며, 기타 교통약자를 위한 편의시설에 관한 사항, 자동차 안전기준 등 별표에 포함하지 않은 사항은 교통약자의 이동편의 증진법」, 「자동차관리법」 등 관련 법령에 따른다.	현행 동일
제4조 (국고보조금의 지원 등)	① 국토교통부장관은 저상버스 표준모델의 기준을 충족한 버스에 대하여 국고보조금을 주선 지원할 수 있다. ② 국토교통부장관 및 지방자치단체장은 필요한 경우 국고보조금을 받은 저상버스 표준모델의 제3조에 따른 별표 기준을 준수하고 있는지 조사할 수 있다.	현행 동일
제5조 (비공표기한)	국토교통부장관은 「통계 · 예규 등의 발행 및 관리에 관한 규정」에 따라 이 고시의 대하여 2017년 1월 1일 기준으로 매년마다 확인 시점(매 3년째의 12월 31일까지를 말한다)마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 취하여 한다.	현행 동일

제5장. 연구개발성과의 활용계획

1. 보급 활성화

가. 현재 저상버스는 대형저상버스(11M급)만 보급되어 운행되고 있으나 농어촌 지역 및 마을버스 운행지역 등 대형버스 운행을 기피하는 지역에는 중형저상버스 도입이 필요함

나. 지방도시는 좁은 도로 / 굽은 길 등 대도시에 비해 도로여건이 좋지 않고 이용수요가 적으며 CNG 충전인프라 문제로 인해 현재 운행되고 있는 대형저상버스를 도입하기 어려운 농어촌버스와 마을버스 노선에 활용하는 것이 적합함

라. 특수지역(공항 및 항만 등)의 소규모 교통수요에 대응하여 무공해 및 Barrier Free 수단으로 활용하고자 함.

마. 특별교통수단에 중형저상버스 활용이 가능함

2. 운영기술

가. 대중교통용 차량의 다양화와 대중교통 저변의 확대로 대중교통 운송시스템의 효율적인 운영에 활용

나. 해외 사례분석 및 개발기술을 활용하여 저상버스 및 도시 문화·기반시설을 통합한 운영모델 개발에 활용함(노선설계 및 운영수익 개선 일환).

다. 대형버스로서 운영수지가 어려운 지역의 중형급의 투입을 통한 운영수지 개선

라. 저상화를 통한 교통약자에 대한 교통서비스 향상

마. 교통약자 취약지역(농어촌 및 도시외곽), 통학, 학원 및 유치원용으로 중형저상버스 표준모델을 제시하여 중형저상버스의 대중화

바. 중형저상버스를 활용하여 교통약자 요구와 수송수요에 맞추어 대도심의 대형저상버스를 대체하거나 보완하여 조합 운영

3. 제품개발

가. 표준모델 설계를 기반으로 전세, 관광, 어린이버스로 중형저상버스를 확대 적용이 가능함

나. 중형저상버스 기반으로 중형전기저상버스 개발에 활용 가능함

제6장. 연구 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보

○ 해당사항 없음.

제7장. 연구개발성과의 보안등급

보안등급 분류	보안	일반
		○
결정 사유	중형저상버스 표준모델 개발을 차량 개발 관련사항으로 보안으로 결정해야 하나 본 과제는 중형상버스 표준모델 고시 및 보급활성화가 필요하므로 일반으로 설정함.	

제8장. 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설 · 장비 현황

구입 기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입 가격 (천원)	구입처 (전화번호)	비고 (설치 장소)	NTIS장비 등록 번호
타타대우상용차(주)	무선 모바일 리프트(4주식)	SW2	1SET	2015.07.30	50,000	한성웰텍(주) (051-313-4555)	타타대우상용차(주) 시작동 차량조립직 1층	NFEC-2016-03-208341

제9장. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전 조치 이행 실적

구 분		안전관리 활동	주 관	목 표	실적
안전관리 체계	안전보건관계자 선임 및 직무수행	산업안전보건위원회 운영	안전보건팀	1회/분기	완료
		안전보건관리책임자 선임 및 직무수행	사장	상시운영	완료
		연구실 안전관리책임자(연구주체의 장) 운영	사장	상시운영	완료
		안전관리자 및 보건관리자 선임 및 직무수행	안전보건팀	상시운영	완료
		관리감독자 선임 및 직무수행	전 팀	상시운영	완료
		소방시설안전관리자 선임 및 직무수행	안전보건팀	상시운영	완료
		위험물안전관리자 선임 및 직무수행	안전보건팀	상시운영	완료
	안전보건경영시스템 (OHSAS18001) 운영	팀별 안전보건개선목표 운영	전 팀	1회/년	완료
		외부 전문기관 내부감사 실시	안전보건팀	1회/년	완료
		인증기관 갱신심사(또는 사후심사) 실시	안전보건팀	1회/년	완료
		안전보건 키맨 운영	전 팀	상시운영	완료
	공정안전관리시스템 (PSM) 운영	고용노동부 PSM 이행점검 수검	안전보건팀	1회/2년	완료
		외부 전문기관 위탁 내부감사 실시	안전보건팀	1회/년	완료
		공정안전관리 개선 TFT 운영	안전보건팀	1회/년	완료
	안전작업절차(SOP) 운영	비정형 작업 안전수칙 작성, 게시	관리감독자	상시게시	완료
	법규 준수평가	산업안전보건법 준수여부 자체평가	전 팀	1회/6개월	완료
	사고조사	사고발생시 원인조사 및 개선대책 이행	생산안전	발생시	완료
안전관리	안전점검 및 정기검사 실시	관리감독자 안전순찰 실시	관리감독자	1회/주	완료
		위험기계설비 전문기관 안전검사 실시	안전보건팀	2년1회	완료
		작업설비예방보전 활동	생산기술팀	예방보전율 99%	완료
		노사합동안전점검 실시	안전보건팀	1회/6개월	완료
	안전보건교육	정기안전보건교육 실시	관리감독자	1시간/월	완료
		작업내용 변경시 교육	관리감독자	변경시 2시간	완료
		화학물질 도입시 GHS-MSDS 교육 및 비치	관리감독자	발생시 1시간	완료
	정기위험성평가 실시	전 작업 위험성평가(기술적 위험분석) 전수조사	관리감독자	1회/년	완료
		위험성등록 작업 개선대책 수립 및 실시	관리감독자	1회/년	완료
	안전보호구 지급 및 착용	유해위험 작업 안전보호구 8종 지급	안전보건팀	1회/월	완료
보건관리	정기유해요인조사	전작업 근골격계 부담작업(기술적 위험분석) 조사	관리감독자	1회/3년	완료
		애로공정(근골격계부담작업 등)개선TFT 활동	생산안전	수시	완료
	정기작업환경측정	작업 유해인자 평가 및 개선	안전보건팀	1회/6개월	완료
	건강진단 실시	정기 근로자 건강진단	안전보건팀	1회/년	완료
		종합건강진단 실시	안전보건팀	1회/2년	완료
		유해인자 폭로 작업자 특수건강진단 실시	안전보건팀	1회/년	완료
소방관리	비상대응교육훈련	화재, 심정지, 안전사고 등 비상대응훈련	관리감독자	2회/년	완료
		군산소방서 합동 종합소방훈련 실시	안전보건팀	1회/년	완료
	소방시설관리	전공장 소방시설 작동기능검사 실시	안전보건팀	1회/6개월	완료
	위험물관리	전 공장 위험물취급저장소 정기검사	위험물안전관리자	1회/년	완료

제10장. 연구개발과제의 대표적 연구 실적

가. 연구개발결과의 우수성 및 창의성

1) 버스의 전폭과 길이를 줄여서 도로 여건이 열악한 도심 주택밀집지역과 농어촌 지역을 운행하기에 적합한 중형버스
2) 출입구에 계단이 없어 노약자, 어린이, 임산부 등 교통약자의 승하차가 용이한 저상버스
3) EURO6 배기 규제를 만족한 친환경 버스
4) 승객들의 승차감 향상, 휠체어 출입 용이, 도로 주행시 차고를 높일 수 있어 도로주행성 향상을 실현할 수 있는 전자식에어서스펜션(ECAS)시스템을 적용한 버스
5) 수동식과 전동식 휠체어 고정 장치 적용
6) 저상면적을 최대화하고 모델 다양화가 용이한 프론트엔진 프론트구동(FF타입) 방식의 버스
7) 대형버스로서 운영수지가 어려운 지역의 중형버스 투입을 통한 운영수지 개선

나. 연구개발성과(시제품, 논문·지적재산권·발표회 개최 등)

○ 시제품 : 총 5대

항 목	대수	제작 완료 시점	주요 용도
1차 시제품	2대	~2016년 6월	- 성능 평가, 인증 평가 (ABS, 전복시험 등) - 일반 내구평가, 지자체 시승평가 및 홍보
2차 시제품	1대	~2017년 4월	- 인증 평가 (전자파, 최고속도 등), 가속내구 평가 - 국토교통기술대전 전시 (홍보)
3차 시제품	2대	~2017년 9월	- 시범운영 (2개 지역)
총계	5대		-

○ 논문 실적 : 4 건

번호	구분 (논문/특허/기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문 게재지/특허 등록 국가	영향력 지수	논문 게재일/특허 등록일	사사 여부 (단독 사사 또는 중복 사사)	특기 사항 (SCI 여부/인용 횟수 등)
1	논문	시뮬레이터를 이용한 중형저상버스의 주행성능 예측	서울과학기술대학교	공동연구	한국생산제조시스템학회집	-	2015.10	단독 사사	비SCI
2	논문	중형저상버스 병렬형 하이브리드화를 위한 동력전달계 용량매칭	서울과학기술대학교 자동차융합기술원	공동연구	한국산학기술학회 논문집	-	2016.10	단독 사사	비SCI
3	논문	주행저항 산출방법이 차대동력계를 이용한 중대형 차량의 연비평가 결과에 미치는 영향	자동차융합기술원	실무담당자	한국자동차공학회 논문집	-	2015.5 (KSAE2015.23.3.307)	단독 사사	비SCI
4	논문	중형저상버스의 개별주행모드에 따른 연료소비율 평가	자동차융합기술원	실무담당자	한국산학기술학회 논문집	-	2016.9 (KAIS.2016.17.9.133)	단독 사사	비SCI

1번 논문은 벤치마킹 차량을 대상으로 기본 성능 분석을 수행한 후, 그 결과를 바탕으로 작성된 시뮬레이션 프로그램을 통해 개발하고자 하는 중형저상버스의 설계인자에 따른 차량 성능을 예측해본 결과를 논문화 한 것임.

2번 논문은 개발된 중형저상버스의 자료 및 성능을 바탕으로 하여 하이브리드화 방안 및 성능에 대하여 시뮬레이션을 통해 예측해본 결과를 논문화 한 것임.

○ 특허 등록 실적 : 7 건

번호	구분 (논문/특허/기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문 게재지/특허 등록 국가	영향력 지수	논문 게재일/특허 등록일	사사 여부 (단독 사사 또는 중복 사사)	특기 사항 (SCI 여부/인용 횟수 등)
1	특허	저상버스용 도어의 상단지지 장치	타타대우		대한민국		2017.02.17		
2	특허	저상버스용 도어의 테두리 마감 장치	유지피디 자인		대한민국		2016.09.26		
3	특허	저상버스용 도어의 개폐시스템	유지피디 자인		대한민국		2016.09.26		
4	특허	저상버스용 스티어링 컬럼 마운팅 장치	유지피디 자인		대한민국		2016.09.26		
5	특허	저상버스용 도어 개폐시스템 및 그 외 제어방법	타타대우		대한민국		2017.10.19		
6	특허	저상버스용 에어서스펜션 장치	타타대우 아이텍		대한민국		2017.12.12		
7	디자인	저상버스	타타대우		대한민국		2017.01.04		

- 본 연구과제를 통하여 특허 국내출원 건수는 총 7건이며 특허등록 건수는 6건 실적을 달성하였음
- 특허 1건은 해외 특허출원을 완료하였음. 출원국가 및 출원번호 : PCT/KR2016/014823(2016.12.16.)
- 국내 디자인 출원・등록은 1건 달성함.
- 과제 성과목표 대비 특허 실적은 100% 달성하였음.

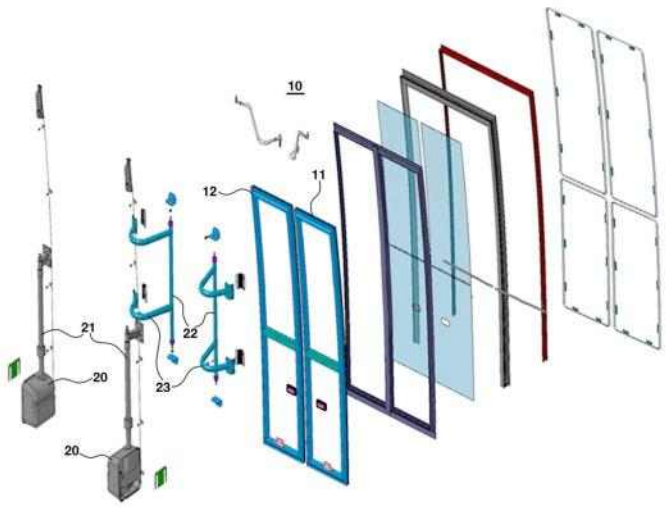
- 특허 주요내용 및 특허등록증은 아래와 같음

① 저상버스용 도어의 상단지지 장치

- 특허내용 요약

  도어 상단부와 차체의 출입구 상단부 간에 도어 닫힘 상태에서 상호 잠금되는 도어 잠금수단을 형성하여, 저상버스의 주행 중 또는 사고 시 닫힘 상태의 도어에 충격이 작용하더라도, 도어 닫힘 상태를 유지시킬 수 있도록 함으로써, 충격에 의한 도어 열림 현상을 방지함과 함께 도어 열림시 실내 탑승객 및 휠체어 등이 실외로 튕겨져 나가는 등의 2차 상해를 방지할 수 있는 저상버스용 도어의 상단 지지 장치를 제공하는데 있음.

- 저상버스용 도어 분리 구성도와 특허등록증은 아래 그림과 같음



[그림] 저상버스용 도어 분리 구성도


특허증
CERTIFICATE OF PATENT
특허 제 10-1706463 호
위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.
This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.
특허청장
COMMISSIONER, KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

[그림] 저상버스용 도어의 상단지지 장치 특허등록증

② 저상버스용 도어의 테두리 마감 장치

- 특허내용 요약

차체 외부패널과 도어간의 틈새 조립 공차를 흡수하는 동시에 차체 외부패널과 도어 간의 이음부 외관을 미려하게 장식할 수 있도록 한 저상버스용 도어의 테두리 마감 장치에 관한 것임.

즉, 본 발명은 도어의 테두리 부분과 인접하는 차체 외부패널의 내측부에 웨더스트립을 장착하되, 이 웨더스트립의 외면에 차체 외부패널의 외면을 덮어주며 밀착되는 매칭용 립을 일체로 형성함으로써, 매칭용 웨더스트립에 의하여 도어의 테두리와 차체 외부패널 간의 틈새 조립공차가 완전하게 메꾸어질 수 있을 뿐만 아니라 외부 소음 및 빗물 등의 유입을 용이하게 차단할 수 있는 저상버스용 도어의 테두리 마감 장치를 제공하였음.

- 저상버스용 도어의 테두리 마감 장치 구조와 특허등록증은 아래 그림과 같음



[그림] 저상버스용 도어의 테두리 마감장치



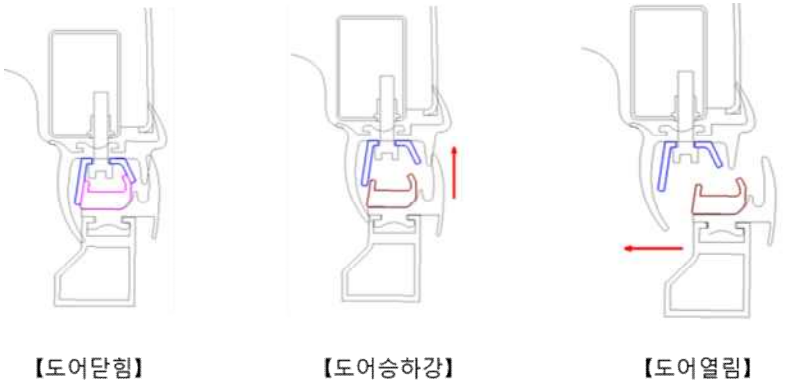
[그림] 저상버스용 도어의 테두리 마감 장치 특허등록증

③ 저상버스용 도어의 개폐시스템

- 특허내용 요약

저상버스용 도어를 도어가 차체 길이방향과 평행하게 유지되면서 구동수단에 의하여 차체 외부패널쪽으로 스윙(swing)하여 열리는 과정과, 차체 외부패널과 최소거리로 유지되는 지점에서 정지하여 외부패널과 평행하게 배열되는 과정으로 이루어지도록 한 스윙식 도어로 채택하되, 출입구의 통로 크기를 넓게 확보할 수 있도록 제1도어와 제2도어를 포함하는 듀얼 도어로 채택하여 제1도어와 제2도어가 시간차를 두고 스윙 궤적을 따라 용이하게 개폐되도록 한 저상버스용 도어의 개폐 시스템을 제공하였음.

- 저상버스용 도어의 개폐시스템의 구조와 특허등록증은 아래 그림과 같음



[그림] 저상버스용 도어의 개폐시스템



[그림] 저상버스용 도어의 개폐시스템 특허등록증

④ 저상버스용 스티어링 컬럼 마운팅 장치

- 특허내용 요약

  타이바와 카울패널 간에 연결되는 동시에 타이바와 스티어링 컬럼 장착판을 갖는 대쉬패널 간에 연결되는 진동흡수용 장착 브라켓을 구비하여, 타이바로부터 전달되는 진동을 흡수하는 동시에 스티어링 컬럼 장착판에 장착되는 스티어링 컬럼 쪽으로 전달되는 진동을 최소화시킬 수 있도록 함으로써, 운전자의 스티어링 휠 조종성을 크게 향상시킬 수 있도록 한 버스용 스티어링 컬럼 마운팅 장치를 제공하였음.

- 저상버스용 스티어링 컬럼 마운팅 장치는 아래 그림과 같음



[그림] 저상버스용 스티어링 컬럼 마운팅 장치

- 저상버스용 스티어링 컬럼 마운팅 장치의 특허등록증은 아래 그림과 같음



[그림] 저상버스용 스티어링
컬럼 마운팅 장치 특허등록증

⑤ 저상버스용 도어 개폐시스템 및 그 외 제어방법

- 특허내용 요약

  본 특허는 기존의 기계식 개폐 방식에 자기장을 이용해 전자식으로 개폐를 제어하므로, 불필요한 로드를 없애 소량의 무게를 줄임과 동시에 공간을 확보하였음.

[표] 저상버스용 도어 개폐시스템 및 그 외 제어방법

전자식(비 접촉식) 도어 개폐 시스템 블록도		
DOOR LOCK KEY 결합 전	DOOR LOCK KEY 결합 후	차량 장착 사진
		

- 차량 도어 쪽 공간이 확보되어 차량 패키지 & 레이아웃에 반영하여 차량에 적용하였음.
- 본 특허는 해외 특허출원도 완료하였으며 국내 특허등록은 아래 그림과 같음


특허증
CERTIFICATE OF PATENT

특허 제 10-1790055 호

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.
This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.

2017년 10월 19일

특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

특허청

[그림] 저상버스용 도어
개폐시스템 및 그 외 제어방법
특허등록증

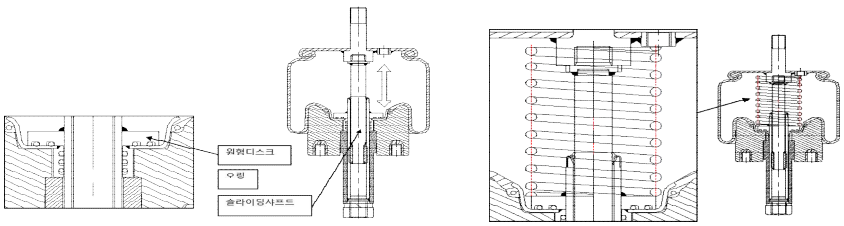
⑥ 저상버스용 에어 서스펜션 장치

- 특허내용 요약

  슬라이딩 샤프트를 에어스프링 중심부에 설치하여 에어스프링 상부플레이트와 피스톤이 상화로 움직이게 하고, 슬라이딩 샤프트가 에어스프링 중심부를 통과 할때 기밀이 유지되도록 슬라이딩 샤프트에 원형디스크를 용접설치하고 그 사이에 오링을 설치하고 기밀너트를 조여서 기밀을 유지하였음.

  또한 슬라이딩 샤프트를 적용하여 외부 가이드 설계가 없는 상태에서도 에어스프링을 사용할 수 있음. 또 샤프트를 설치할 때 발생할 수 있는 기밀유지가 가능하며, 공간부족으로 하중 부족 시 내부에 슬라이딩 샤프트가 있어서 스프링 병렬 설치가 가능하고, 이렇게 하면 팽창경이 최소화 되면서 사용하중이 높아짐.

- 저상버스용 에어 서스펜션 장치는 아래 그림과 같음



[그림] 저상버스용 에어 서스펜션 장치



[그림] 저상버스용 에어 서스펜션 장치 특허등록증

⑦ 저상버스 디자인 국내출원

- 디자인 설명
  - 본원 디자인은 노약자, 장애인, 임산부 등 교통약자의 이동편의를 위하여 차량의 출입구 바닥과 승차장의 지면과의 높이를 최소화한 저상버스로 사용되는 것임.
- 저상버스 디자인 등록증은 아래 그림과 같음



[그림] 저상버스 디자인등록증

제11장. 기타 사항

○ 해당사항 없음

제12장. 참고 문헌

1. ‘제3차 교통약자이동편의증진계획’, 2016.12. 국토교통부.
2. ‘2016년도 교통약자 이동편의실태조사 연구’, 2017.02, 국토교통부.
3. ‘2011 버스통계편람’, 2012.11, 전국버스운송사업조합연합회.
4. ‘2012 버스통계편람’, 2013.10, 전국버스운송사업조합연합회.
5. ‘2013 버스통계편람’, 2014.10, 전국버스운송사업조합연합회.
6. ‘2014 버스통계편람’, 2015.10, 전국버스운송사업조합연합회.
7. ‘2015 버스통계편람’, 2016.07, 전국버스운송사업조합연합회.
8. ‘2016 버스통계편람’, 2017.07, 전국버스운송사업조합연합회.
9. ‘전국 장애인복지관 편람’, 2015.12, 전국장애인복지관협회.
10. ‘전남지역 농어촌버스 운영 개선 방안, 2008.09, 전남발전연구원.
11. ‘저상버스도입.운영방안에 관현 연구’, 2002.08, 한국교통연구원.
12. ‘제3차 대중교통 기본계획 수립 연구’, 2017.02, 국토교통부.
13. ‘경기도 저상버스 도입 확대 방안 연구’, 2016.12, 경기연구원.
14. ‘중형저상버스 표준모델 개발 기획보고서, 2012, 한국철도기술연구원.
15. 교통약자의 이동편의 증진법
16. 교통약자의 이동편의 증진법 시행규칙
17. 교통약자의 이동편의 증진법 시행령
18. 대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법률
19. 대중교통의 육성 및 이용촉진에 관현 법률 시행령
20. 저상버스 표준모델에 관한 기준
21. 자동차관리법 시행규칙_규모별 세부기준
22. 여객자동차 운수사업법
23. 여객자동차 운수사업법 시행규칙
24. 여객자동차 운수사업법 시행령
25. ‘저상버스 도입 확대에 따른 지원방안 연구’, 2012.02, 한국운수산업연구원.
26. ‘마을버스 노선 및 지원체계 합리화 방안’, 2012.07, 경기개발연구원.
27. 민승기, ‘저상버스 도입 운행의 경제성 분석 연구-단양군 사례’, 버스교통,Vol.22,p44-55, 2009.
28. ‘장애인 전동보장구 자세보조용구 급여제품 안내’, 2015.08, 국민건강보험.
29. ‘천연가스자동차 보급사업-보조금 업무처리지침’, 2016.01, 환경부.
30. ‘전국 장애인복지관 편람’, 2015.12, 한국장애인복지관협회.
31. ‘Requirements for urban buses in New Zealand’, 2014.
32. ‘Agreement Concerning the Adoption of Uniform Conditions of Approval and Reciprocal Recognition of Approval for Motor Vehicle Equipment and Parts’, 2011, United Nations.
33. ‘Standard Bus Procurement Guidelines 30 Foot Low Floor Diesel’ 2002, APTA.
34. ‘Standard Bus Procurement Guidelines - Low Floor Diesel’ 2001, APTA.

주 의

1. 이 최종보고서는 국토교통부에서 시행한 교통물류연구사업의 연구보고서입니다.

2. 이 최종보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 사업의 연구개발성과임을 밝혀야 합니다.

3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.