

(뒷면) (옆면)

(앞면)

3 cm	R&D/2012-연구기획-Q	4cm	건설교통연구기획사업 기획보고서 (건고덕13p)
	중형저상버스 표준모델 개발 기획보고서 (건고덕 14p)		3cm
	2012 (건고덕 13p)		0.5cm R&D / 2012-연구기획-Q
	국토해양부 (건고덕 17p)		2.5cm 9cm
5cm			(건고덕31p) 5cm
			중형저상버스 표준모델 개발
			[부제 : LF-40형 중형저상버스 표준모델 개발]
			기획보고서
			(0.1cm)
			2012. 8. 12.
			0.15cm (건고덕15p)
			(별색바탕 : C50, M20, Y59, K0)
			주관연구기관 / 한국철도기술연구원 2cm
			(건고덕 15.5p)
			(백색바탕)
			국 토 해 양 부
3cm			한국건설교통기술평가원
			(건고덕 20p)
			(건고덕 25p)

제 출 문

국토해양부장관 귀하

이 보고서를 "중형저상버스 표준모델 개발 기획에 관한 연구"과제의 보고서(최종)로 제출합니다.

2012. 8. 12

주관연구기관명 : 한국철도기술연구원

주관연구책임자 : 구동회

연구원 : 목재균

" : 이강원

" : 배창한

보고서 요약서

과제고유번호	2012-연구 기획-Q	해 당 단 계 연구 기 간	2012.4.13 ~2012.8.12	단계구분	(해당단계)/ (총 단 계)
연구사업명	중 사업명	건설교통연구기획사업			
	세부사업명				
연구과제명	대 과 제 명				
	세부과제명	중형저상버스 표준모델 개발 기획			
연구책임자	구동회	해당단계 참 여 연구원수	총 : 5명 내부 : 4명 외부 : 1명	해당단계 연구비	정부:5천만원 계 :5천만원
		총연구기간 참 여 연구원수	총 : 명 내부 : 명 외부 : 명	총연구비	정부 : 천원 기업 : 천원 계 : 천원
연구기관명 및 소 속 부 서 명	한국철도기술연구원 시험인증안전센터		참여기업명		
국제공동연구	상대국명 :		상대국연구기관명 :		
위탁연구	연구기관명 :		연구책임자 :		
- 친환경성, 교통약자, 교통소외지역 해소를 위한 중형 저상버스 표준차량 개발(전기, 클린디젤), 안전인증, 경제성 확보, 표준사양 고시 등 기술 및 정책을 고려한 개발 보급 사업임. - 표준차량(2종)개발을 통한 정책적 보급 활성화				보고서 면수	207면(본문)
색인어 (각 5개 이상)	한 글	중형버스, 마을버스, 교통약자, 저상버스			
	영 어	Middle-sized Bus, Village Bus, The Mobility Handicapped, Low Floor Bus			

요 약 문

I 제 목

- 중형 저상버스 표준모델 개발 기획

II 과제 기획의 필요성 및 목적

1. 필요성

- 도로교통 Barrier Free를 위한 대형 저상버스(11m) 보급현황 및 문제점을 도출하고, 이에 대한 정책적·기술적 대안을 제시할 수 있는 기획연구 필요
- 대중교통의 사각지역 및 소외지역을 위한 저상버스 요구사항을 도출하고, 저상버스의 운영효율성을 예측할 수 있는 기획연구 필요
- 현재 녹색교통(자동차)관련 기술개발이 여러 기관에서 다양하게(요소기술, 부품개발 및 배터리관리 등) 추진됨에 따라 이에 대한 결과를 효율적으로 활용·통합하여 중형저상버스를 개발하기 위한 기획연구 필요
- 국토해양부에서는 ‘중형저상버스 시스템 사양개발(‘08-’09년)’을 수행하였으며, 이에 대한 결과를 활용하여 중형저상버스 표준모델 개발을 조속히 추진하고 이의 보급 정책수립을 위한 기획연구를 시급히 수행할 필요 있음
- 교통안전 및 복지를 위한 중형 전기/클린디젤 저상버스는 정부주도의 개발 및 보급이 필요한 과업이며, 외국에서도 시범운영 단계이므로 조속추진에 의한 국내·외 시장선도가 필요
- 정부의 보급사양 제시만으로는 국내 독점적 차량제작사에 의한 신규차량의 양산체계 구축이 어려우므로 정부의 정책적 기술개발 선도가 필요

2. 목적

- 교통복지 사각지대 해소를 위한 친환경 수요자 중심의 중형 저상버스(9m 미만)의 표준모델 차량 개발
 - 국내 운행환경(농어촌, 중소도시, 마을버스 등)에 적합한 친환경, 경제성을 고려한 중형저상버스 표준사양 제시 및 보급, 양산 계획 수립.
 - (클린디젤/전기) 중형 저상버스 표준모델 차량개발 및 안전인증
 - “중형화+저상화+저공해화” 중형저상버스 기술개발.

Ⅲ 과제 기획의 내용 및 범위

1. 연구추진 방향

- 교통복지 사각지대 해소를 위한 친환경 수요자 중심의 중형저상 버스 표준모델 개발 및 보급.
- 개발된 (클린디젤 및 전기) 중형 저상버스 활용 및 실용화.
- 제도(표준사양 고시 등), 정책연구통한 실용화 기반구축 방안 마련.

2. 연구 내용

- 기술개발 동향 및 환경분석
 - 중형저상버스관련 기술개발 현황 및 활용기술 분석.
 - 국내외 중형저상버스 보급 현황 및 시장전망 분석.
 - 연료 경제성(전기, 클린디젤) 및 공급 인프라 등 운영환경 분석.
- 중형저상버스 표준사양 개발 및 활용
 - 기술개발 전략 수립 및 과제 추진체계 설정. (연구단, 과제)
 - 연구목표 및 범위 설정 및 추진방안 수립.
 - 인력 투입 계획 및 소요예산 산정.
- 사업 실용화 보급기반 조성
 - 개발기술의 기술적 수준 검증방법 및 달성도 평가방안 제시.
 - 성과물 활용방안 및 실용화 추진방안 제시.
- 사업 수행을 위한 RFP 작성
 - 세부 추진 과제 도출 및 개발 목표 설정.

Ⅳ. 과제 기획의 결과

- 국내외 정책 동향 및 환경분석, 기술 분석을 통해 기술 개발의 타당성 확보 및 연구 방향 설정.
- 중형 저상버스 표준사양 개발을 위한 핵심 추진과제 4개를 선정하여 연구단 형태로 운영 및 추진.
- 도출한 4개 과제별 연차별, 기술별 연구목표 및 내용, 예산 추정하였으며, 주요 연구과제는 아래와 같음.

- 개발사업 총괄 및 시스템엔지니어링 연구
 - 중형저상버스 표준사양 개발 및 운영기술/보급전략 연구
 - LF-40형 중형저상버스 표준모델 차량개발
 - 중형저상버스 안전인증을 위한 성능평가 기술개발
- 연구과제는 4개로 구성되었으며, 개발기간 4년으로 총사업비 172억원으로 정
부예산 145억원(민간 27억원)으로 연간 약32명이 투입 예정이며, 차량개발(전
기, 클린디젤) ⇒ 안전인증/성능평가 ⇒ 실용화 시범사업(클린디젤) ⇒ 중형
버스 표준사양 고시 및 정책방향 수립의 단계로 사업 진행 및 실용화 완성.

V. 기대효과

- 국내외 대형 전기저상버스의 시제차량에 대한 안전 및 운영요소를 분석하고,
실용화에 필요한 표준사양을 제시함으로써, 녹색 대중교통과 관련된 정부의
혁신적이고 차별화된 실용화 정책수립 가능.
- 기 수행된 중형저상버스 시스템 사양개발 연구결과를 활용함으로써 효과적으로
전기/디젤 중형 저상버스를 개발·제작하여 시승평가하고 효과분석 함.
- 중형저상버스를 활용하여 교통약자 요구와 수송수요에 맞추어 대도심의 대형
저상버스를 대체하거나 보완하여 조합운영 할 수 있는 체계구축.
- 교통약자 취약지역(농어촌 및 도시외곽), 통학, 학원 및 유치원용으로 중형저
상버스 표준모델을 제시하여 중형저상버스 대중화에 기여.
- 특수지역(공항 및 항만 등) 서비스 지역에 대한 녹색교통 구현.

목 차

요약문	i
목차	iv
표 목차	vii
그림 목차	ix
 1장. 기술의 정의 및 필요성	1
1절. 기술의 정의 및 필요성	1
1. 기술의 정의 및 필요성	1
2. 세부과제별 기술정의	7
2절. 기술분류 및 내용	8
 2장. 국내외 동향 및 환경 분석	11
1절. 국내외 정책동향	11
1. 국외 정책동향	11
2. 국내 정책동향	14
2절. 국내외 시장현황 및 전망	16
1. 국내 시장현황	17
2. 국외 시장현황	19
3. 국내외 시장 및 전망	23
3절. 기술동향 분석	27
1. 국내외 기술동향분석	27
2. 특허동향분석	40
3. 논문동향분석	44
4. 유사과제 분석	47
5. 기존 기술(연구)과의 차별성	50
6. SWOT 분석	52
4절. 연구개발 인프라 분석	54
1. 산업계 조사 분석	56
2. 학계 조사 분석	62
3. 연구계 조사 분석	64

5절. 종합 분석	83
3장. 연구개발과제 구성 및 추진전략	84
1절. 비전 및 목표	84
2절. 기술개발에 따른 미래상	86
1. 현황 및 미래상	86
2. 기술개발 전략 및 효과	87
3. 개발 차량의 시스템 목표 사양	88
3절. 연구개발 과제구성	108
4절. 세부과제별 주요내용 및 추진전략	110
1. 개발사업 총괄 및 시스템엔지니어링 연구	112
2. 중형저상버스 표준사양 개발 및 운영기술/보급전략 연구	113
3. LF-40형 중형저상버스 표준모델 차량개발	116
4. 중형저상버스 안전인증을 위한 성능평가 기술 개발	119
5절. 세부과제 간 연계관계	121
6절. 과제별·연차별 기술로드맵 및 성과로드맵	127
7절. 성과의 활용방안	129
8절. 연구수행체계 제안	131
4장. 사전타당성 검토	132
1절. 중형저상버스 관련 여건 전망	132
1. 중형저상버스 시장전망	132
2. 대내·외 교통 여건 변화 전망	145
2절. 정책적 타당성	147
1. 중형저상버스의 부합성	147
2. 정성적 효과	149
3. 경기부양 효과 등 국가 경제에 미치는 파급효과 분석	150
4. 이산화탄소 배출 절감 효과 분석	150
3절. 경제적 타당성	151
4절. 기술개발 필요성	168
5절. 정부지원 타당성	169
1. 정부의 연구개발 지원의 타당성	169
2. 정부의 중형저상버스 보조금 지원의 타당성	170

6절. 종합평가 및 결론	172
1. 기술개발투자의 시의성, 시급성('13년)	172
2. 정부 상위계획과의 부합성	172
3. 정부 미지원시 문제점	173
5장. 인력투입계획 및 소요예산 산정	174
1절. 연구일정에 따른 인력투입계획	174
1. 전체사업 인력투입계획	174
2. 세부과제별 인력투입	174
2절. 소요예산 산정	177
1. 예산 산정방법	177
2. 전체사업 소요예산	178
3. 세부과제별 소요예산	179
6장. 과제 제안요구서	182

부 록 : 중형저상버스 협의회 관련 자료

표 목 차

표 1. 프랑스의 이산화탄소 보조금 및 과징금 현황	13
표 2. 클린디젤 버스의 양산목표	16
표 3. 국내의 하이브리드 및 전기버스 개발현황	18
표 4. 2020년 세계 자동차 판매 대수 전망	19
표 5. 해외의 하이브리드 및 전기버스 개발현황	22
표 6. 2011년 1분기 국내 신규 등록 자동차	22
표 7. 차종별 전기자동차 생산물량 예측	27
표 8. 기존 현대자동차와 대우버스의 주요 중형버스 개발 사양 비교	29
표 9. 국내 저상버스 주요 제원	31
표 10. 저상버스 표준모델 개발사양	32
표 11. 현대자동차 전기저상버스 제원 및 성능	33
표 12. 한국화이바 전기저상버스 제원 및 성능	34
표 13. 대우버스 전기저상버스 제원 및 성능	34
표 14. 일본의 저상버스 모델 및 주요제원	37
표 15. 일본 중형버스 사양	38
표 16. 유럽의 중형버스 사양	39
표 17. 지원부처별 유사 과제 내용 및 분류	47
표 18. 디젤차량(기 수행과제)결과 활용 요약	51
표 19. CNG차량(기 수행과제)결과 활용 요약	52
표 20. 중형저상버스 SWOT 분석	53
표 21. 현대자동차	56
표 22. 대우버스	57
표 23. 한국화이바	58
표 24. 선문대 하이브리드공학과	63
표 25. 한양대 미래자동차공학과	63
표 26. 두원공과대학 스마트자동차과	63
표 27. 아주자동차대학 하이브리드자동차학과	63
표 28. 한국기계연구원(자기부상연구실)	64
표 29. KATRI(자동차안전연구원)	65
표 30. 기술표준원	69
표 31. 자동차 부품 연구원	69
표 32. 한국철도기술연구원	77
표 33. 친환경자동차 종류별 장단점	85
표 34. 인버터 기본 사양(안)	97
표 35. 국내외 부품 공급 업체 현황	104

표 36. 중형저상버스 주요 구성품별 세부적 구분 및 조달방안 (클린디젤)	105
표 37. 부품 개발관련 예상 개발비용	107
표 38. 과제간 연구 항목별 연관성	124
표 39. 중형저상버스 개발 공정	126
표 40. 국내 교통약자 현황	132
표 41. 연도별 저상버스 보급대수	139
표 42. 마을버스 운행 현황	139
표 43. 지역별 농어촌 버스 운행 현황	141
표 44. 전국 농어촌 버스 업체 수 및 버스보유 대수	141
표 45. 농어촌 버스 업체 별 자본금 현황	144
표 46. 농어촌버스 운송수지 추정	144
표 47. 경제성 분석 결과 비교	157
표 48. 시나리오 I-1 연도별 경제성 분석 결과	157
표 49. 시나리오 I-2 연도별 경제성 분석 결과	158
표 50. 대안간 경제성 분석 결과 비교	158
표 51. 연도별 경제성 분석 결과	159
표 52. 연도별 경제성 분석 결과	159
표 53. 연도별 경제성 분석 결과	160
표 54. 연도별 경제성 분석 결과	160
표 55. 연도별 경제성 분석 결과	161
표 56. 연도별 경제성 분석 결과	161
표 57. 비용변화에 따른 민감도 분석	162
표 58. 편익변화에 따른 민감도 분석	162
표 59. 할인율변화에 따른 민감도 분석	162
표 60. 비용변화에 따른 민감도 분석	163
표 61. 편익변화에 따른 민감도 분석	163
표 62. 할인율변화에 따른 민감도 분석	163
표 63. 비용변화에 따른 민감도 분석	164
표 64. 편익변화에 따른 민감도 분석	164
표 65. 할인율변화에 따른 민감도 분석	165
표 66. 비용변화에 따른 민감도 분석	165
표 67. 편익변화에 따른 민감도 분석	166
표 68. 할인율변화에 따른 민감도 분석	166
표 69. 세부과제별 인력투입	174
표 70. 전체사업 소요 예산의 구성	178
표 71. 전체사업 소요 예산	178

그 립 목 차

그림 1. 중형저상버스 개요	3
그림 2. 전세계 교통수단의 에너지 사용 추정량	3
그림 3. 통계청 전국인구추계 피라미드, 2012	4
그림 4. 중형저상버스의 요구사항 체계	5
그림 5. 해외 전기버스 제작사별 개발 동향	11
그림 6. 해외 주요국의 클린디젤 세금혜택	12
그림 7. 수입차 중 디젤차 비중	23
그림 8. 미래 그린카 발전 방향	24
그림 9. 친환경 자동차 시장 전망	25
그림 10. 일본의 저상버스 모델	36
그림 11. 시장별 세부기술 동향(I)	40
그림 12. 시장별 세부기술 동향(II)	41
그림 13. 시장별 세부기술 동향(III)	42
그림 14. 전세계 연도별 출원건수 추이(한국, 일본, 미국, 유럽)	43
그림 15. 2008년 이후 국내와 해외 논문발표건수 추이	45
그림 16. 중형저상버스 개발 비전	84
그림 17. 중형저상버스 컨셉 설계 사양	90
그림 18. 좌석 1열 추가 예상도	91
그림 19. 좌석 1열 제거 예상도	92
그림 20. 모터 성능 곡선	97
그림 21. 모터 예상도	98
그림 22. 배터리 예상도	99
그림 23. 인버터(MCU) 장치 예상도	99
그림 24. 주요부품 패키지	100
그림 25. 주요부품 패키지(Side View)	100
그림 26. 주요부품 패키지(Top View)	100
그림 27. 배터리 장착위치	101
그림 28. 배터리 예상도	101
그림 29. CNG 탱크	101
그림 30. 모터 & 감속기 장착 위치	102
그림 31. 디젤 파워트레인 장착상세도	102
그림 32. 모터 & 감속기 장착상세도	102
그림 33. 인버터 장착 위치	102
그림 34. 인버터 & 디젤연료탱크 장착 비교	102
그림 35. 인버터 예상도	103

그림 36. 디젤 연료탱크 어셈블리	103
그림 37. 중형저상버스 개발 목표	110
그림 38. 과제간의 인터페이스 및 추진체계	112
그림 39. 세부과제별 연계구조	125
그림 40. 중형저상버스 개발공정	125
그림 41. 중형저상버스 개발을 위한 관계기술 협력체계	126
그림 42. 중형저상버스의 저상화, 패키징, 클린디젤 년차별 기술적 성과 로드맵	128
그림 43. 중형저상버스의 전기추진 년차별 기술적 성과 로드맵	129
그림 44. 중형저상버스의 차량전기, 배터리, 충전기 년차별 기술적 성과 로드맵	129
그림 45. 지역별 저상버스 보급률	138
그림 46. 지역별 저상버스 보급 대수	138

1장. 기술의 정의 및 필요성

1절. 기술의 정의 및 필요성

1. 기술의 정의 및 필요성

가. 기술의 정의

- (1) 본 사업에서 추구하는 기술은 친환경성이 강조된 추진시스템을 갖춘 중형 저상버스로서, 자동차관리법 제3조(자동차의 분류)에 근거하여 승합자동차(11인 이상을 수송하기에 적합한 자동차)의 중형급으로 분류됨. 교통약자이동편의 증진법에 저상버스의 보급을 위한 재정지원, 운영보장, 연구개발 등에 대한 근거하고, 환경 친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률에서 분류되는 친환경자동차(전기자동차, 태양광자동차, 연료전지자동차, 천연가스자동차, 클린디젤자동차)를 지향하며, 환경기준에 근거해서 대기환경보존법 및 수도권 대기환경에 관한 특별법의 규제기준을 만족하는 중형버스를 개발 및 보급하고자 함.
- (2) 중형 저상버스 개발 관점에서 자동차관리법 및 교통약자 이동편의 증진법에서 요구하는 중형 요구조건(승차정원, 차량길이 등)과, 교통약자이동편의 증진법에서 요구하는 요구조건(저상화율, 저상고 등)을 만족할 뿐만 아니라, 환경 친화적 교통서비스 측면에서 대기환경보존법 및 수도권 대기환경에 관한 특별법의 환경기준 및 친환경 자동차를 대상으로 개발하고 보급 추진되어야 함.
- (3) 이러한 개발 관점에서 개발 및 보급은 차량의 기본 베이스의 개발 보다는 각 서브시스템의 개발된 기술의 적용과 보완을 통해 요구되는 기준과 사양에 맞는 차량시스템을 개발 보급하여야 함. 이를 위해서 친환경 차량에 해당하는 5개 차량에 대한 검토를 통해 친환경 차량이면서 빠른 시간 내에 실용화 및 보급화가 가능한 차량을 선정하여 이에 대한 개발 계획을 수립하고, 이러한 차량이 교통약자 배려 및 교통 소외지역에서 운영될 수 있는 시스템으로 구축할 수 있어야 함.

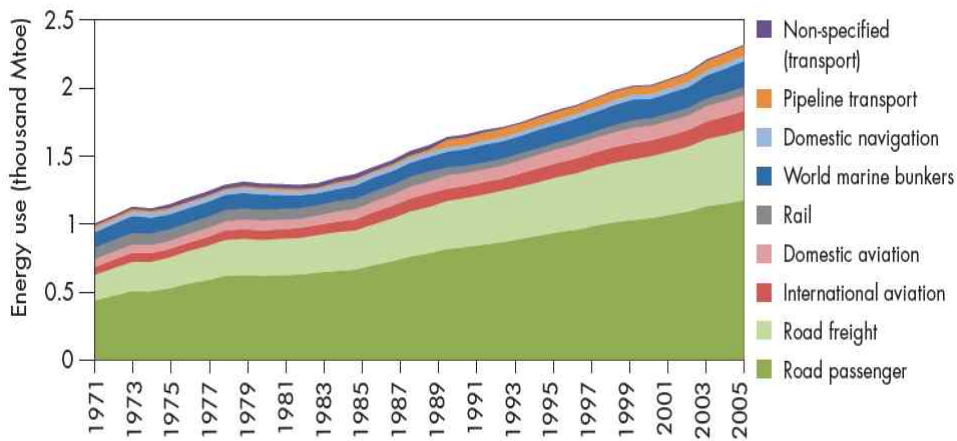
- (4) 버스교통시스템에서 운용되는 대형, 중형버스 중에서 중형버스(약 7.0m급)의 저상형(Non-step)을 대상으로 교통약자 및 대중교통취약지역 주민들의 이동편의를 제공하기 위하여 기존 차량과 차별화된 넓은 저상면적과 샤시 및 축 등의 패키징기술 적용이 가능하므로 동종 최대인원 탑승이 가능함.
- (5) 기존 단순 디젤형 버스와는 달리 전기식과 클린디젤식 중형저상버스를 채택함에 따라 매연 및 소음이 많이 발생하는 노선(골목이나 언덕)에 투입시 큰 환경개선 효과와 함께 운행영역이 대폭적으로 확대적용 할 수 있으므로 운영면에서 유연성 확보가 가능함.
- (6) 전기 및 디젤을 원료로 하는 중형저상버스는 운행노선이 길고 도로폭이 좁은 구간을 운행할 수 있으므로 대중교통 이용이 불편한 농어촌 지역 주민들에게 대중교통이용의 서비스 질을 향상시키고 연비의 개선을 통해 정부의 재정지원 부담을 줄일 수 있는 계기가 될 수 있음.
- (7) 향후 실용화 보급을 위해 중형 저상버스의 필요한 기본적인 기술적인 시스템 요구조건의 제시가 필요하며, 향후 실용화와 미래 친환경성을 고려해 중형버스 개발대상(클린디젤, 전기버스)에 대한 개발 우선순위가 검토되어 곧 실용화가 가능한 개발을 수행하는 체계 검토가 필요함.



그림 1. 중형저상버스 개요

나. 필요성

- (1) 자동차, 버스 및 철도차량 등의 대중교통 수단분야에서 에너지 소비량이 매년 증가함에 따라, 온실가스 저감 및 연비 개선 연구가 활발히 이루어지고 있음. 운송수단의 원료인 원유를 전적으로 수입에 의존하는 우리나라의 경우, 대중교통 수단의 운영자 입장에서는 운영비 절감을 위한 노력이 절실한 상황임.



자료 : IEA, international energy agency

그림 2. 전세계 교통수단의 에너지 사용 추정량

- (2) 또한, 통계청의 전국인구추계 피라미드에 따르면, 국내 인구의 고령화 비율이

점점 높아지고 있으며, 이에 따라 교통약자를 배려한 대중교통 수단 개발에 절실한 상황임. 특히, 우리나라에서 가장 보편화된 대중교통수단인 버스 교통에서 교통약자 보호를 위한 편리한 운송시스템 요구가 점점 커지고 있음.

(3) 전국적으로 교통약자의 비율은 25%이며 접근성, 친근성, 안락함, 미적설계를 갖춘 저상형 중형버스를 통한 서비스 개선이 필요함.

(4) 프랑스 및 일본은 중소도시에서 중형 또는 중소형의 고급형 친환경 저상버스를 운영하고 있으며 대형버스의 접근이 어려운 주택지역까지 근접 서비스를 제공하고 있음.

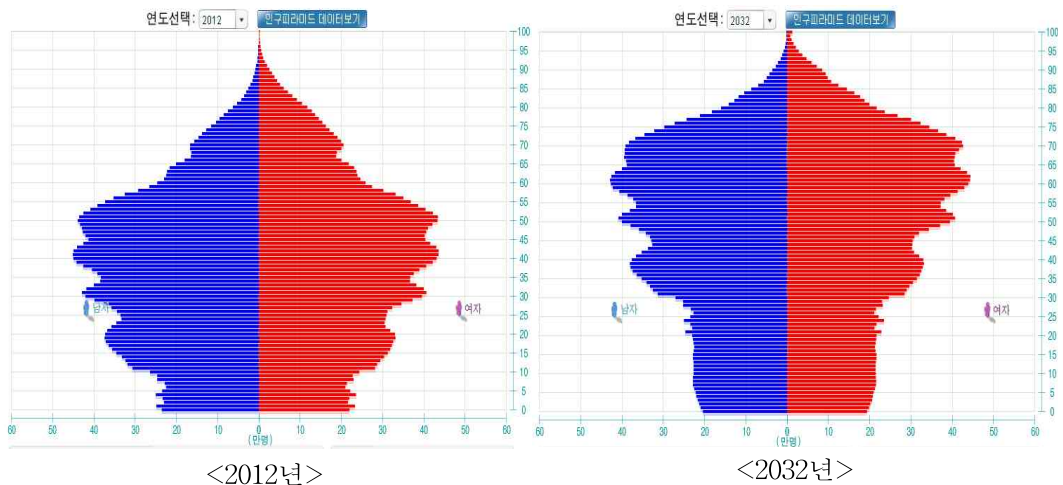


그림 3. 통계청 전국인구추계 피라미드, 2012

(5) 도로 및 재정여건이 열악하고, 고령인구 비율이 높은 농·어촌지역에 대한 대중교통의 질적인 향상이 필요한 상황임('05년 현재 서울을 비롯한 대도시 지역의 65세 이상 노인인구 비율은 5~8% 수준이나, 전남, 경북 등은 10%를 훨씬 상회).

(6) 버스교통의 개발 측면에서 온실가스 감축을 위해 클린디젤, CNG, LNG 하이브리드, 전기차량, 연료전지, 바이오 에탄올 연료 등의 기술을 활용한 기술개발이 적극적으로 추진되고 있으며, 교통약자를 배려한 저상화된 교통시스템

이 적용 또는 보급이 이루어지고 있고, 교통사각지대 해소 및 운영비 절감을 위한 중형버스의 운행이 이루어지고 있음.

- (7) 보편적으로 철도교통과 버스교통이 대중교통으로서 많은 부분을 차지하고 있으며, 이러한 철도교통과 버스교통은 교통수요, 시설투자비, B/C 등이 주요한 고려 요인이 되고 있음. 이러한 교통수요 및 교통투자비, 교통운영비 측면에서 수요에 맞는 중형 저상버스의 개발 및 보급은 복지국가로서 당연히 추진되어야 함.



그림 4. 중형저상버스의 요구사항 체계

- (8) 환경오염 및 석유고갈 문제를 해결하기 위해서 전기에너지, 수소전기, 천연가스, 바이오에탄올 연료 등의 대체에너지 개발을 통한 친환경 교통수단이 개발되고 일부 시범운행이 추진되고 있음. 특히 도시의 대중교통시스템은 디젤이나 CNG를 이용한 대형버스에 치중하여 운영되고 있으며 비싼 연료비와 이산화탄소의 공해물질의 배출 감소 및 비용절감측면에서 전기에너지를 활용한 시스템을 적용하거나 현재의 시스템을 개량한 시스템에 대한 노력이 필요함. 현재의 디젤이나 CNG 버스의 경우 환경성이 부족하고, 폭발사고의 위험 내재 측면에서 심각한 고려가 필요함.

- (9) 녹색 대중교통의 시대적 요구에 따라 국내 차량제작사 별로 정부의 지원을 받아 전기 저상버스를 제작 및 시운전 중임. 또한, 국토해양부에서는 향후 전

기저상버스의 효율적 보급을 목적, 관련 차량제작사 및 운영 산업을 준비, 및 정책지원의 근거를 마련하기 위하여 한국철도기술연구원을 통하여 전기저상버스 표준사양을 개발했으며, 그 연구결과를 활용하여 기존의 저상버스 표준모델 권고사양에 전기저상버스에 해당하는 관련 조항을 반영하여 다시 고시하였음(2012.1).

- (10) 그러나, 기존의 저상버스 표준모델의 권고사양은 11m급 대형 시내버스에 한정되어 적용되는 것으로서, 본 연구에서 개발목표로 하고 있는 중형저상버스와는 기술적 측면 및 활용측면에서의 그 관련성은 일부분으로 제한적임.
- (11) 전기차의 경우 정해진 노선을 운행하는 경우, 운행에 필요한 충전설비구축이 용이하여 더 큰 경제적 효과를 기대할 수 있으며 따라서 전기승용차보다 신속한 실용화가 가능함. 더불어, 매연 및 소음이 많이 발생하는 노선(골목이나 언덕)에 소형화·저상화 된 전기버스를 투입하면 큰 환경개선 효과와 함께 운행영역이 대폭 확대되어 대중교통 취약지역까지 접근 가능한 이동편의를 제공할 수 있음.
- (12) 전기 및 디젤을 원료로 하는 중형저상버스는 운행노선이 길고 도로 폭이 좁은 구간을 운행할 수 있으므로 대중교통 이용이 불편한 농어촌 지역 주민들에게 대중교통이용의 서비스 질을 향상시키고, 연비의 개선을 통해 정부의 재정지원 부담을 줄일 수 있는 계기가 될 수 있음.
- (13) 서울시 시내버스의 경우 2008년 약 2000억원의 적자를 내고 있으므로 운영비 적자를 해소할 수 있는 연료비 절감형 시스템 도입이 필요하며, 향후 2016년 이후 대중교통수단의 친환경성의 강화에 따라 온실가스 배출저감 등 환경 개선을 위한 에너지이용도 중요한 고려사항임.
- (14) 본 사업에서는 현재의 환경성을 극복하고 인프라 비용의 절감 측면에서 이산화탄소의 규제를 극복할 수 있는 클린디젤(EURO-6 수준) 중형저상버스 및 전기 중형저상버스 개발을 수행하고자 함.

- (15) 특히, 전기에너지를 대중교통시스템에 적용하기 위해서는 운행가능 거리와 충전의 편의성이 중요하나, 배터리를 이용한 전기차량의 경우 1회 충전으로 운행할 수 있는 거리한계가 있으므로 빠른 충전시간 확보 및 충전 시스템의 효율적인 운용 기술 개발이 동시에 이루어져야 함.
- (16) 본 차량 개발이 이루어지면 실용성에 대한 안전인증을 확보하여 Test Bed와 같은 인프라에 대한 특별한 투자 없이 기존 도로에서 상용화를 위한 시범 사업 운행도 충분히 가능함.
- (17) 현재 확보한 기술적 기반을 바탕으로 국내의 대중교통시장에서 우위를 확보할 수 있는 전기 또는 클린디젤 추진시스템 개발과, 교통복지의 사각지대 해소를 위해서는 버스교통의 저상화 및 중형화 노력은 지속되어야 함.

2. 세부과제별 기술정의

중형 저상버스 표준모델 개발은 차량의 개발, 실용화 기반 구축, 정책 추진 등의 3개를 축으로 과제가 진행되어 개발과 함께 보급 정책이 동시에 진행되어 정책과 개발 사업이 병행 추진되기 때문에 과제의 구성 또한 정책과 개발을 동시에 진행할 수 있는 과제 구성으로 기본 개발 축을 설정하였음. 차량 개발 사업은 각 기술과 부품 시스템간의 유기적인 연관관계가 있으므로 정책에 맞는 개발 목표 설정과 개발 목표 설정에 따른 개발 진행, 개발 차량의 시범운영, 이에 따른 정책지원이 유기적으로 완성되어야 개발과 동시에 보급정책이 활성화 될 것임.

본 사업의 기술 개발 축은 “중형저상버스 표준모델 차량 개발” 과제로서 본과제의 특성에 따라 과제의 추진 방향은 추후 개발 진행을 감안해 고려해 보아야 함. 본과제의 경우 구성품, 조립, 시험 등에 따라 여러 개의 기업이 협업을 통해 개발 및 조립이 이루어지므로 추후 연구개발 특성상 특허, 개발주체에 대한 문제의 소지가 있으므로 개발 주체와 특허권, 개발권에 대한 분쟁을 고려해 과제의 분류 또는 구조의 변경이 고려되어야 함. 특히 본 과제에서 2개의 차량(클린디젤, 전기)이 개발되므로 우선순위를 고려해 개발 프로세서가 재정립되어야 함.

중형저상버스 표준모델 차량 개발		과제의 목표 정의
-	개발사업 총괄 및 시스템엔지니어링 연구	- 개발, 정책, 보급화의 총괄 조정 - 개발 시스템의 시스템엔지니어링
1	중형저상버스 표준사양개발 및 운영기술/ 보급전략 연구	- 보급을 위한 법적 제도적 장치 마련 - 기반 인프라 시스템 구축
2	LF-40형 중형저상버스 표준모델 차량개발	- 표준모델 차량 개발
3	중형저상버스 안전인증을 위한 성능평가 기술 개발	- 개발차량 안전인증 시험평가

2절. 기술분류 및 내용

중형 저상버스 개발을 위하여 과제의 구성에 따른 국가과학기술분류 체계상의 분류하여 보면 “중형저상버스 표준모델 개발”은 대분류인 P, 건설/교통 분야로서 중분류인 P05 도로교통기술로 분류되고, 5개의 과제는 소분류인 P0501 교통 환경 조사/분석기술, P0502 자동차기반기술, P0504 교통운영 개선기술에 포함되어 연구 및 실용화가 진행될 예정이다.

중형버스 표준모델 개발을 위한 기술개발은 4개의 과제분류로 나누어지며 1개의 연구단과제와 3개의 세부 기술 및 정책분야로 구성하여 과제가 수행될 것임.

중형저상버스 표준모델개발		대분류	중분류	소분류
		P	P05	
연구단과제	개발사업 총괄 및 시스템엔지니어링 연구			P0501
1세부과제	중형저상버스 표준사양개발 및 운영기술/ 보급 전략 연구			P0501
2세부과제	LF-40형 중형저상버스 표준모델 차량개발			P0502
3세부과제	중형저상버스 안전인증을 위한 성능평가 기술개발			P0502

가. 개발사업 총괄 및 시스템엔지니어링 연구

- (1) 개발사업의 조정 및 평가 총괄
- (2) 차량 개발 시스템 엔지니어링 및 총괄
- (3) 협의회(제작자, 운영사, 수요자 등) 구성 운영
- (4) 보급 활성화를 위한 공청회, 정책목표 Guide 라인 조정
- (5) 부품 개발 또는 적용 공용화 및 국산화 조정 및 지원
- (6) 시범운영을 위한 지원 및 총괄

나. 중형저상버스 표준사양 개발 및 운영기술/보급전략 연구

- (1) 중형저상버스 기본설계(클린디젤, 전기) 수행
- (2) 시범운영을 위한 실증 수행
- (3) 표준사양 목표 설정 및 차량 표준사양 및 고시(안) 개발
- (4) 중형저상버스 운영기술개발
- (5) 중형저상버스 운행방안 및 지원정책 수립
- (6) 중형저상버스 보급계획 및 효과분석
- (7) 저상버스 보급활성화를 위한 종합계획 수립 및 표준모델 기준 기술분석

다. LF-40형 중형저상버스 표준모델 차량 개발

- (1) 디젤 중형저상버스 표준모델 차량 개발
 - (가) 디젤 중형저상버스 동력 및 제어시스템 개발
 - (나) 중형저상버스 차체/내장/샤시/구동축 인터페이스 개발
 - (다) 디젤 중형저상버스 표준모델 차량 제작 및 시험평가
- (2) 전기 중형저상버스 표준모델 차량 설계
 - (가) 전기 중형저상버스 동력 및 제어시스템 설계
 - (나) 중형저상버스 차체/내장/샤시/구동축 인터페이스 설계

라. 중형저상버스 안전인증을 위한 성능평가 기술개발

- (1) 안전인증을 위한 시험 항목 도출 및 시험방법
- (2) 전기/디젤 중형저상버스 법규 적합성 시험 연구

- (3) 중형 저상버스 성능평가 기술개발 및 성능시험 수행 연구
- (3) 개발 목표 사양에 따른 사양 적합성 시험평가
- (4) 전기충전시설 설치기준 개발 및 운영방안 시험 방법 도출

2장. 국내외 동향 및 환경 분석

1절. 국내외 정책동향

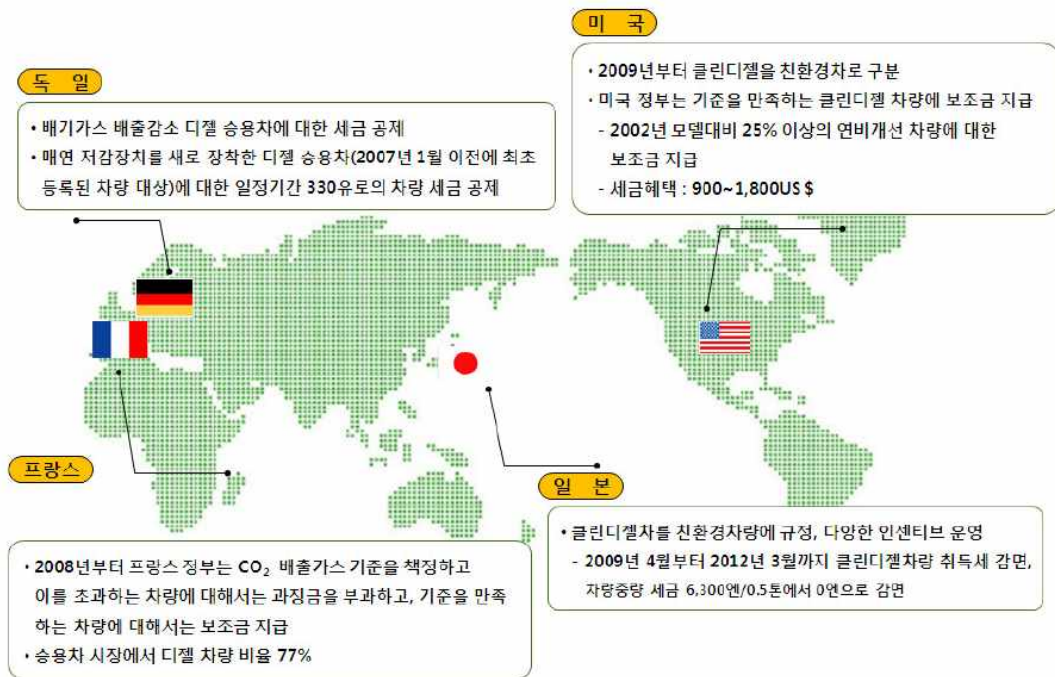
1. 국외 정책동향

- (1) 최근 전기자동차의 활성화에 따른 이산화탄소 배출감소 및 에너지 절감 효과를 추구하는 것이 기술 및 정책개발의 주요한 과업이며 유럽, 미국, 일본 및 중국 등에서 녹색 대중교통으로서 전기버스의 시범운영과 양산 준비 중임.

구분	주요업체	개발 동향
중국	· Dongfeng · Faw · Mudan · Zhongda  - 대형버스 - 중형버스 - 중형버스 - 대형버스	➢ 중앙정부의 신에너지 지원 정책을 활용하여 대형업체 주도로 개발 추진 - 동풍기차, 제일기차, 안개기차 등 ➢ 현재 선행차 수준의 차량 개발 완료
상하이 엑스포	· Sunwin · NK · 수광주식 	➢ 충전버스 - 슈퍼커패시터 방식 : 정류장 충전방식 - 배터리 교환 방식 : 충전소에서 교환 ➢ 기타 : 하이브리드 및 연료전지 버스
유럽	· Optare(영국) · Zeus(이태리) · 만(독일) · 이베코(이태리)  - 중형버스 - 중형버스 - 대형버스 - 중형버스	➢ 군소업체 위주로 개발 진행 ➢ 선행차 수준의 차량 개발 완료 단계 - 유럽은 연료전지 및 하이브리드 보급에 정책 집중
북미	· AVS · AVS · EBUS  - 대형버스 - 대형버스 - 대형버스	➢ 군소업체 위주로 개발 진행 - 1회 충전 주행거리 : 60~70km

그림 5. 해외 전기버스 제작사별 개발 동향

- (2) 클린디젤자동차에 대해 해외 주요국은 연료효율성과 이산화탄소 배출 감소에 초점을 맞춰 각종 세금 혜택과 신차 개발 등을 통해 클린디젤 시장을 선점하는데 주력하고 있으며, 각 정책은 다음과 같음.



자료 : 알앤디비즈

그림 6. 해외 주요국의 클린디젤 세금혜택

(3) 유럽에서는 클린디젤 엔진 기술이 개발되고 연료의 품질이 개량되면서 오염 물질 배출이 오히려 적어져 클린디젤차가 대표적인 친환경차로 인식되고 있음. 유럽 자동차 업체들은 갈수록 엄격해지고 있는 환경규제에 대응할 수 있는 가장 유망한 기술로 여기고 클린디젤 엔진 개발에 총력을 기울이고 있는 가운데 이미 디젤 승용차는 유럽시장에서 신규로 판매되는 차량의 50 ~ 70% 정도를 차지하는 등 보편화 추세에 있음. 이산화탄소 배출량에 근거한 유럽의 자동차 세제 정책은 클린디젤 차량의 보급률 향상에 큰 기폭제가 됐음.

(4) 유럽의회는 2008년 12월 차량의 중량에 관계없이 승용과 상용 신규 제작 자동차에 대해 평균 이산화탄소 배출량을 오는 2015년까지 단계적으로 160g/km에서 130g/km이하로 감축하도록 하는 규정을 통과시켰음. 이에 따라 유럽국가들은 이산화탄소 배출량을 기준으로 차량세금을 차등 부과하며 친환경차 보급에 앞장서고 있음. 더욱이 경제위기 여파로 연료의 경제성이 중요하게 부각되면서 폭스바겐, BMW, 아우디, 볼보, 푸조 등의 유럽 자동차업체는 연비가 탁월한 클린 디젤 사용에 열을 올리고 있음. 프랑스에서는 이산화

탄소 배출량이 km당 101 ~ 120g인 클린디젤 신차를 사면 최대 700유로(한화 약 108만원)의 보조금을 받음. 이산화탄소 배출량이 km당 60g이하일 경우 보조금 액수는 최대 5000유로 (한화 약 775만원)로 7배나 땀.

표 1. 프랑스의 이산화탄소 보조금 및 과징금 현황

CO ₂ 배출량(g/km)	보조금(유로)	CO ₂ 배출량(g/km)	과징금(유로)
60 이하	5,000	161~165	200
61~100	1,000	166~200	750
101~120	700	201~250	1,600
21~130	200	250이상	2,600

자료 : BOSCH, 서울경제 '해외 각국서 각국서 각광받는 클린디젤차' 2011.05.

- (5) 독일에서는 배기가스 배출감소 디젤 승용차에 대한 세금을 공제하며, 매년저 감장치를 새로 장착한 디젤 승용차(2007년 1월 이전에 최초 등록된 차량 대상)에 대해 일정기간 330유로의 차량세금을 공제해 줌.
- (6) 2011년 미국정부는 2002년 모델 대비 25%이상 연비를 개선한 차량에 대해 보조금을 지급하는데 여기에는 클린디젤 차량도 포함됨. 세금혜택은 연비개선 정도에 따라 900 ~ 1800달러에 이름. 2009년 5월 버락 오바마 대통령이 자동차 연비규제 강화책을 발표함에 따라 2016년부터 미국에서 판매되는 자동차의 평균연비를 갤런당 35.5마일(리터당 15.1km)로 높여야 함. 이 같은 미국 정부의 연비규제 조치로 미국시장에서 하이브리드 자동차와 함께 클린디젤 자동차가 경쟁력을 가질 것으로 예상됨.
- (7) 디젤 승용차 판매비율이 거의 전무했던 일본은 2008년 3월 '클린디젤 추진위원회'를 가동하고 같은 해 7월에는 '저탄소사회 만들기 행동계획'에 클린디젤 차를 포함시켰음. 현재 일본은 클린디젤 차량 보급 확대를 위해 2009년 4월부터 2012년 3월까지 클린디젤 차량 취득세를 현행 5%에서 0%로 감면하는 등 다양한 인센티브를 부여하고 있음.

2. 국내 정책동향

- (1) 우리나라의 교통 SOC에 대한 투자 패러다임이 “저탄소·녹색성장”과 “교통기본권 보장” 등으로 다양해짐에 따라 교통수단, 특히 대중교통수단에 대한 새로운 기능들에 대한 요구가 증대되고 있음.
- (2) 많은 전문가들은 석유부족이 조만간 도래할 것으로 전망하고 있으며 불안한 중동 정세에 따라 유가가 지속적으로 상승함에 따라 교통부문에서도 고효율 교통수단에 대한 요구가 거세지고 있는데 우리나라는 「저탄소녹색성장기본법 시행령」에 의거하여 2020년까지 배출전망치(Business As Usual; BAU) 대비 30%의 온실가스를 감축하여야 하며 특히 「녹색교통 추진전략」(국토해양부, 2010)에 따르면 교통부문에서 33% ~ 37%의 CO2를 감축해야 함.
- (3) 우리나라는 급속한 고령화 사회로 진입하고 있으며, 고령화 사회에 대비한 교통안전 및 교통복지에 대한 투자가 미흡하고, 농어촌지역 및 낙후지역에 대한 대중교통서비스 공급이 부족한 실정이고 또한 기술개발 및 보급을 통해 녹색교통수단을 새로운 ‘신 성장동력’으로 성장시키는 노력이 필요한 시점임.
- (4) 이러한 국내외적 급격한 변화에 대응하여 우리 정부는 지금까지 대중교통수단 개선에 많은 노력을 기울여 왔음. 연료비 및 대기오염 물질 배출 감축을 위하여 지속적인 기술개발에 매진한 결과 천연압축가스(CNG)버스 등을 도입하여 큰 성과를 이루어 왔고, 또한 대형저상버스 등을 도입하여 교통약자에 대한 배려를 위해 노력하여 왔음.
- (5) 하지만 이러한 시설투자는 대도시의 대형버스 위주로 이루어져 왔으며, 교통복지의 사각지대라고 할 수 있는 마을버스와 낙후지역의 농어촌버스에 대해서는 투자가 미흡하였음.
- (6) 대형저상버스와 CNG 버스는 충분치 않은 도로여건과 CNG시설의 한계로 인하여 마을버스가 운행되는 주거지역 및 농어촌버스가 운행되는 농어촌 지역

에서는 운행하기 부적합한 면이 있고 정부지원 및 교통수요가 적어 적자운영이 빈번한 마을버스와 농어촌버스의 경우 차량의 크기를 줄이고 교통약자를 위한 편의시설을 추가함으로써 운영효율을 높이고 서비스 질을 향상시킬 필요가 있음.

(7) 또한 국내의 경우 국토해양부 연구개발과제로 CNG 저상버스 표준모델이 개발·보급중이며, 전기저상버스는 지자체별 행사 및 단거리 시범운영 중이며 디젤 및 CNG 하이브리드 전기저상버스도 개발되어있음.

(8) 그러나 제작사별 차량사양이 상이하여 기술, 비용, 안전 측면에서 산업 활성화가 어렵고, 보급 및 효과제고에 대한 방안이 없어서 이에 대한 선제적인 방법의 하나로써 정부에서는 차량제작사 및 운영산업을 준비시키고 향후의 보급사양에 대한 기준을 제시하기 위한 ‘전기저상버스 표준사양 개발’ 연구를 수행(한국철도기술연구원)하였고 그 결과를 활용하여 기존 시행중인 ‘저상버스 표준사양’에 전기 저상버스관련 사항을 추가하여 공고했음(2012.1).

(9) 클린디젤자동차에 대하여 국내의 경우 2010년 8월 지식경제부가 부품 업체에 대한 육성책을 제시하고 2010년 12월 범 정부 차원의 첫 그린카 발전 로드맵을 발표하였음.

(10) 이번 그린카 발전 로드맵은 '15년 그린카 산업이 120만대 생산, 90만대 수출 및 국내시장의 21%를 달성한다는 목표를 설정하였으며 그린카 차종별로 향후 5년간 그린카 양산로드맵을 제시하여 자동차 업계의 적극적인 투자를 유도할 계획임.

(11) 그 중 클린디젤차 내용을 살펴보면, 선진국 대비 기술격차가 존재하여 기술개발이 시급한 클린디젤 커먼레일 핵심부품과 후처리 시스템 등을 100% 국산화 할 계획이며, Euro-6 기준을 충족하는 중소형버스를 구입할 경우 가솔린차와 가격차이 전액지급을 검토하고 Euro-3기준을 미충족하는 차량은 후처리장치 장착 시 보조금을 지원할 예정임.

- (12) 클린 디젤차 생산계획은 2013년 말까지 대형차 양산 예정(Euro-5 기준)이며 클린디젤 버스는 그간 전량수입에 의존해온 핵심부품의 국산화를 통해 2015년까지 Euro-6 규제를 만족하는 클린디젤버스를 양산할 계획임.

표 2. 클린디젤 버스의 양산목표

차 종		개발(始)	2011	2012	2013	2014	2015
CDV	중형차	2010	개발(完)	양산			
	대형차	2012		개발(始)	개발(完)	양산	
	버스	2013			개발(始)	개발(完)	양산

자료 : 지경부 보도자료 ‘범 정부 차원의 첫 그린카 발전 로드맵 발표’ 2010.12

- (13) 한편, 정부는 클린디젤자동차 부품산업을 2016년까지 연간 생산규모 5조원대의 핵심 산업으로 육성키로 했음. 국내 자동차 산업은 세계 5위의 생산국이지만, 클린디젤자동차 기술측면에서는 선진국에 비해 열위한 수준이며 특히 연료분사 및 후처리장치와 같은 핵심부품 및 제어기술은 전량 수입에 의존 중이기 때문에 강화되는 자동차 배기가스 규제를 극복하기 위한 클린디젤자동차 핵심부품 국산화 기술개발 지원은 우리나라 미래 성장 동력으로서 친환경 자동차 선진국으로 부상할 수 있는 발판을 마련할 것으로 전망됨.

2절. 국내외 시장현황 및 전망

- 국토해양부는 국가연구 개발사업(교통체계효율화사업)의 성과를 바탕으로 마련한 ‘한국형 저상버스’의 주요 사양과 적용시기를 명시한 「저상버스 표준모델 기준」을 통하여 기존 저상버스 대비 경제성 측면에서 가격이 저렴하고, 연비도 10 ~ 20% 향상될 것으로 예상되는 표준모델을 보급지원하고 있음.
- 그동안 국내 저상버스 보급률이 2009년 서울 약9%, 부산 3.6%, 대구3.9%, 인천 5.3%로 전국적으로 5% 수준에 불과하여 휠체어와 유모차를 주로 이용하는 장애인과 임산부 등이 대중교통을 이용하는 데 어려움이 많았으나, 한국형 저상버스가 다가올 고령사회에 필수적인 대중교통수단으로 자리매김하고, 에너지의 효율성을 강조한 연료가 친환경 교통수단으로도 각광을 받을 것으로 예상됨.

- 그러나 중형저상버스에 대한 국내 보급률은 현재 전무한 상태이며, 현재는 일반 고상버스의 길이를 줄인 형태로 농어촌 지역 및 마을버스 형태로 운행 보급되고 있음. 현재 운행되고 있는 마을버스는 대부분 일반 버스처럼 계단이(two step) 있어 교통약자가 많은 농어촌 및 산간지역에서는 이용에 불편함을 가지고 있음. 따라서 농어촌 지역의 교통약자들이 쉽게 교통수단을 이용할 수 있도록 농어촌버스 및 마을버스의 형태로 중형 저상버스의 개발 필요성이 대두 됨.
- 더불어 현재 요구되는(개발이 필요한) 중형저상버스는 일반 저상버스와 한국형 저상버스 표준모델의 엔진, 변속기 및 저상 뒤축 주변 장치 등이 주로 외자부품인 것과 달리 차량의 보급가격 차이가 크지 않고 유지보수 비용도 일반 차량과 동일한 정도를 이루기 위한 국산화가 필요함.

1. 국내 시장현황

- (1) 국내의 경우 국토해양부 연구개발과제로 CNG 저상버스 표준모델이 개발·보급중이며, 전기저상버스는 지자체별 행사 및 단거리 시범운영 중임. 또한 디젤 및 CNG 하이브리드 전기저상버스도 개발되어있음. 그러나 제작사별 차량사양이 상이하여 기술, 비용, 안전 측면에서 산업 활성화가 어렵고, 보급 및 효과제고에 대한 방안이 없음.
- (2) 국내에서 운행하는 모든 저상버스(굴절버스 제외)는 상용차 생산업체인 대우버스, 현대자동차와 한국화이바에서 만들어지고 있음. 대우버스에서는 계단이 없는 초저상버스 2종(BS110CN, BS120CN)과 계단이 1개인 버스 1종(BC211M), 현대자동차에서는 계단이 없는 초저상버스 1종(뉴 슈퍼에어로시티 초저상)을 생산하고 있고 한국화이바에서는 초저상버스 1종(PRIMUS)을 생산하고 있음. 이들 차량은 대부분 차량의 전장이 11m(BS120CN는 12m)로서 기존 시내버스로 운행하는 차량과 비슷하거나 약간 더 긴 편인데, 일반적으로 차로가 많은 대로에서의 주행과정에서는 큰 문제가 없지만 골목길이나 편도 2차로의 도로에서 회전을 할 시에는 차량 길이로 인해 종종 어려움을 겪기도 함.

(3) 현재 우리나라의 군 단위나 도시의 마을버스 및 중형버스에서는 기존의 대형 버스(2 step)의 길이를 줄인 9m급의 차량(대우 BS090, 현대 글로벌 900)이 주를 이루고 있음.

(4) 국내에 개발되어 있는 하이브리드 버스는 대우버스가 디젤하이브리드 버스를 개발하여 부산지역을 중심으로 시범운영하고 있고, 현대자동차가 CNG하이브리드 버스를 시범운영 후 양산보급을 추진하고 있음. 순수 전기버스는 현대자동차가 시험운영 중이며, 한국화이바는 서울 남산지역에서 시범 영업운영 중에 있음.

표 3. 국내의 하이브리드 및 전기버스 개발현황

구분	디젤 하이브리드	CNG 하이브리드	전 기 버 스	
				
개발업체	대우버스	현대자동차	현대자동차	한국화이바
차량분류	대형 저상버스	대형 저상버스	대형 저상버스	대형 저상버스
최고시속		100 kPH	100 kPH	100 kPH
주행거리 (1회충전)	300km ↑	340km	120km	120km
배터리	리튬이온	리튬이온폴리머		리튬이온
구동형식	300마력엔진 전기모터 44kW	240 마력 (엔진) 전기모터 60kW	402 마력	326마력
보급현황	부산시 외 (9대)	2011시범운영	수원시 (8대)	서울시 (15대)

(5) 세계적인 경영 컨설팅업체 보스턴 컨설팅 그룹은 2020년 전 세계 클린디젤자동차 판매를 780만대로 전망하였음. 클린디젤차는 서유럽에서 550만대로 대부분을 차지할 것으로 보이며, 북미에서 120만대, 일본에서는 20만대, 중국에서는 90만대가 각각 판매될 것으로 전망되고 있음. 자동차시장에서 가장 많은 비중을 차지하고 있는 가솔린차는 2020년 총 3,140만대가 판매될 것으로 보이며, 그 중 북미에서 1,290만대로 대부분의 수요가 일어나며, 서유럽에서는 670만대, 중국에서는 840만대, 일본에서는 340만대가 판매될 것으로 보임 (출처 : 클린디젤차 산업동향, KETICAR 2011. 09.).

표 4. 2020년 세계 자동차 판매 대수 전망

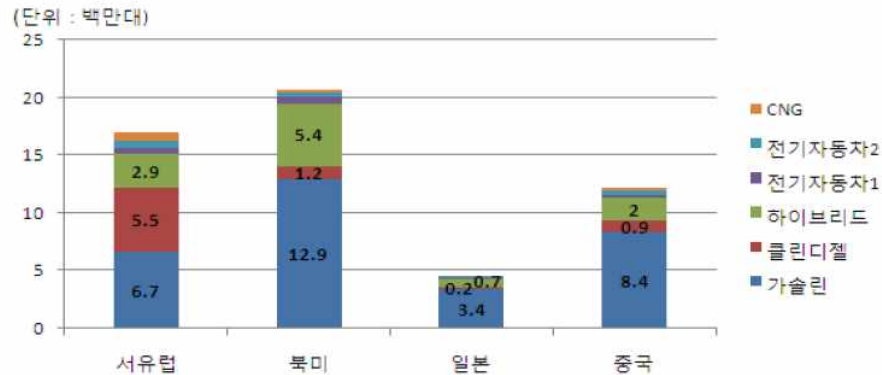
(단위 : 백만대)

구분	서유럽	북미	일본	중국	합계
가솔린	6.7	12.9	3.4	8.4	31.4
클린디젤	5.5	1.2	0.2	0.9	7.8
하이브리드	2.9	5.4	0.7	2.0	11.0
전기자동차1	0.5	0.6	0.1	0.3	1.5
전기자동차2	0.6	0.4	0.2	0.3	1.5
CNG	0.8	0.2	0	0.3	1.3
합계	17.0	20.7	4.6	12.2	54.5

주) 전기자동차1(Electric vehicle): 배터리로만 구동하는 전기자동차

전기자동차2(Range extender electric vehicle) : 장거리 주행이 가능한 전기자동차(수소 연료전지 자동차 포함)

자료 : 보스턴 컨설팅 그룹(<http://www.bcg.com/>) 'The Comeback of the Electric Car?', 2009.1



2. 국외 시장현황

- (1) 최근 전기자동차의 활성화에 따른 이산화탄소 배출감소 및 에너지 절감 효과를 추구하는 것이 기술 및 정책개발의 주요한 과업임. 유럽, 미국, 일본 및 중국 등에서 녹색 대중교통으로서 전기버스의 시범운영과 양산준비 중임.
- (2) 국외 버스시장을 살펴보면 중국, 러시아, 인도, 일본, 유럽 등으로 나눌 수 있으며 중국시장의 경우 전 세계 버스시장의 약40%를 차지하고 있으며, 중국에서는 VOLVO, MAN, NEOPLAN, IVECO 등 주로 유럽을 중심으로 한 10개사가 자본출자를 통해 중국시장에 진출하여 주로 고급버스 시장을 선점하고 있으며, 이 외에도 일본의 HINO, ISUZU, 대우버스 등의 외국계 기업들이

고급 버스시장에서 경쟁하고 있고 중국 내 자체 브랜드를 가진 소규모 업체들은 저가격 제품 생산에 치중하는 등 품질 수준 및 가격 면에서 차별화 된 시장을 형성하고 있음.

(3) 중·장거리용으로 주로 사용되는 대형버스는 고품질이 요구되어 가격이 높은 편이나 중소도시 등에서 주로 사용되는 소형 버스는 품질 수준과 가격이 상대적으로 낮아 소규모 업체들이 난립하여 지역별로 시장을 선점하고 있는 상황임.

(4) 러시아 상용차 시장의 빠른 성장은 기본적으로 연 6~7%의 GDP 성장률을 보이는 러시아 경제의 고성장과 최근 고유가 등 천연자원 수출 증가, 오일머니 유입에 따른 경기호조에 힘입은 것임. 또한 러시아 정부의 사회간접자본에 대한 투자 확대, 운송 및 건설장비 수요 증가 등에 따라 특히 중대형 상용차에 대한 수요가 급증하고 있기 때문임. 향후 러시아의 상용차 시장은 승용차 시장과 비슷한 길을 걸을 것으로 예상되는데, 시장개방 확대와 수입 부품관세 하락, 고성능의 품질경쟁력을 갖춘 제품에 대한 시장요구 증대 등으로 해외업체들의 점유율이 점차 높아질 것으로 기대됨.

(5) 인도 시장은 현재 뭄바이, 델리와 같은 대도시를 중심으로 낡은 시내버스에서 현대식 최신 버스로 옮겨가는 추세임. 인도 텔리지역 교통기관인 DTC(Delhi Transport Corporation)는 버스 업그레이드를 위해 인도 최대의 상용차 메이커인 타타 모터스를 1차 500대 버스의 공급업자로 채택했고, 향후 3~4년 내 8,000여 대의 시내버스 교체를 추진 중이며, 정부의 도로 개발 정책과 함께 장거리 고급버스의 시장이 확대될 것으로 예상됨. 7단계와 별도의 동북부 개발 단계에 걸친 국가고속도로개발프로젝트(National Highways Development Project)의 진척과 함께 버스 등의 상용자동차의 수요가 급증할 것으로 보임. 고급버스 수요는 지속될 전망이며, 1만 대 정도규모로 성장 될 가능성이 있고 이에 따른 부품 공급기회의 확대가 예상되고 있음.

- (6) 일본에서는 버스 수요 감소에 따른 버스 사업자 및 정부의 부담을 완화하고, 효율적인 버스 활성화를 도모하기 위하여 2002년 버스 사업에 대한 규제를 완화하였음. 규제완화 이후 일본의 버스는 민간사업자, 지자체 및 제 3섹터에 의해 운영되고 있음. 비수익 노선 중 일정 요건을 갖추지 못하여 폐지된 노선에 대해서 지자체가 직접 또는 위탁형태로 대체버스를 운행하는 것으로 커뮤니티 버스가 대표적인데, 커뮤니티 버스란 수요가 적어 기존의 버스 사업자가 버스를 운행하지 않는 지역의 교통수단 확보, 혹은 대중교통에 관한 주민의 다양한 필요를 수용하여 관할 관청이 지원하며 운행하는 버스서비스로 우리나라의 과천시와 제주시, 서귀포시 등에서 운영하는 공영버스의 개념과 비슷하며, 다양한 차종의 저상버스가 제작되어 운행되고 있음.
- (7) 현재 일본에서 생산되어 운행되고 있는 저상버스(굴절버스나 계단이 있는 버스는 제외)는 10m 이상의 대형급에서 미츠비시 2종, 이스즈 1종, Hino 2종 등 총 5종이 있으며, 9m 이하의 중형급 이하에서는 미츠비시 2종, 이스즈 1종, 니산디젤 1종, Hino 3종 등 총 7종이 있으나 미츠비시-니산디젤과 이스즈-Hino 간 일부 모델을 교차 생산하고 있어 실제적으로는 각각 4종, 5종으로 총 9종의 저상버스가 생산, 운행되고 있는 것으로 조사되었음.
- (8) 본 연구에서는 우리나라에 비해 저상버스의 개발보급이 보다 보편화 되어있으며, 도로환경 등의 운행여건이 국내와 비슷한 일본의 저상버스 중 특히 국내 개발도입이 이루어지지 않은 중형급 저상버스에 대한 벤치마킹이 필요할 것으로 예상됨.

표 5. 해외의 하이브리드 및 전기버스 개발현황

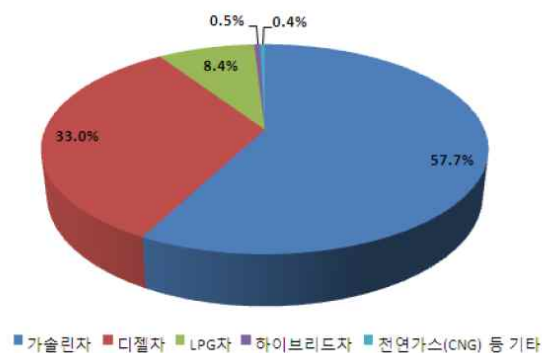
구분	유럽	미국	중국	일본
				
개발업체	Optare (영국)	New Flyer (미국)	산둥 중문이싱기차	Poncho (HINO*)
구동방법	하이브리드 & 전기	디젤 하이브리드	전기	전기
차량분류	중형~대형버스(저상)	대형버스	대형버스	중형버스(저상)
보급현황	양산보급(2009)	10대 운행(2005년) 500대 운행(2014년)	60대시범운행 300대 생산(2010년)	2010년 개발

(9) 자동차 업계에 따르면 2011년 1분기 국내 자동차 시장에 신규 등록된 44만 860대의 차량 가운데 디젤차는 14만 5455대로 33%를 차지한 것으로 집계되고 있음. 2011년 디젤차 비중이 사상 처음으로 30%를 넘어 섰으며, 가솔린차는 25만 4316대로 57.7%, LPG 차량은 3만 7026대로 8.4%, 하이브리드 차량은 2339대로 0.6%의 점유율을 기록했음. 한편 2010년 3월 말 현재 전국에 등록된 자동차 1,812만 9,131대중 디젤차는 655만 3,612대로 36.1%를 차지하고 있음.

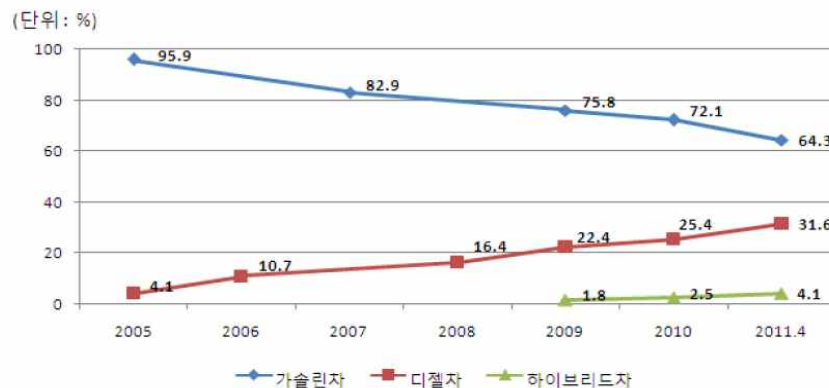
표 6. 2011년 1분기 국내 신규 등록 자동차

(단위 : 대, %)

구분	가솔린	디젤	LPG	하이브리드	기타	합
대수	254,316	145,455	37,026	2,339	1,724	440,860
점유율	57.7	33.0	8.4	0.5	0.4	100.0



(10) 디젤차의 증가세는 수입차에서 더욱 부각되고 있는데, 수입차의 경우 2011년 1~4월 신규 등록된 3만3923대 중 디젤차는 1만 723대로 비중이 31.6%에 달했음. 수입차 중 디젤차 비중은 2005년 4.1%에 불과했으나 2006년 10.7%, 2008년 16.4%, 2009년 22.4%에 이어 2011년 처음으로 30%를 넘어섰음. 반면 가솔린차 비중은 2005년 95.9%에서 2007년 82.9%, 2009년 75.8%, 2010년 72.1%로 감소한데 이어 2011년에는 64.3%로 급감했음. 디젤차의 이러한 증가세는 완성차업체들의 대표급 디젤 스포츠 유틸리티차량의 판매가 크게 증가한데다, 수입차는 친환경 클린디젤 엔진을 장착한 승용차의 판매가 급증한 데 따른 것으로 분석됨.



자료 : 한국수입자동차협회(<http://www.kaida.co.kr/>), 연합뉴스 2011.05

그림 7. 수입차 중 디젤차 비중

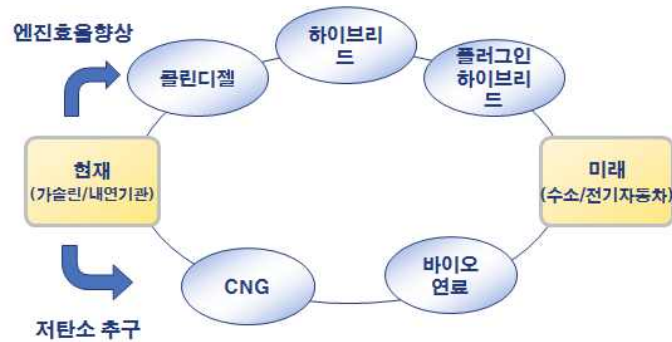
3. 국내의 시장 및 전망

(1) 친환경 자동차 시장은 2009년부터 급속한 시장성장이 되고, 2015년경에 미국 내 친환경 자동차 시장은 2007년 대비 5배 이상의 성장을 전망함
(출처 : EIA Annual Energy Outlook 2009).

(2) 미래의 자동차 구입기준도 연료의 효율과 환경 친화적으로 바뀔 예정임.

(3) 자동차 시장에서의 친환경차(Green Car, 그린카) 기술의 발전을 예측하기는 쉽지 않으나 장기적인 관점으로 보면 현재 판매되고 있는 하이브리드 자동차

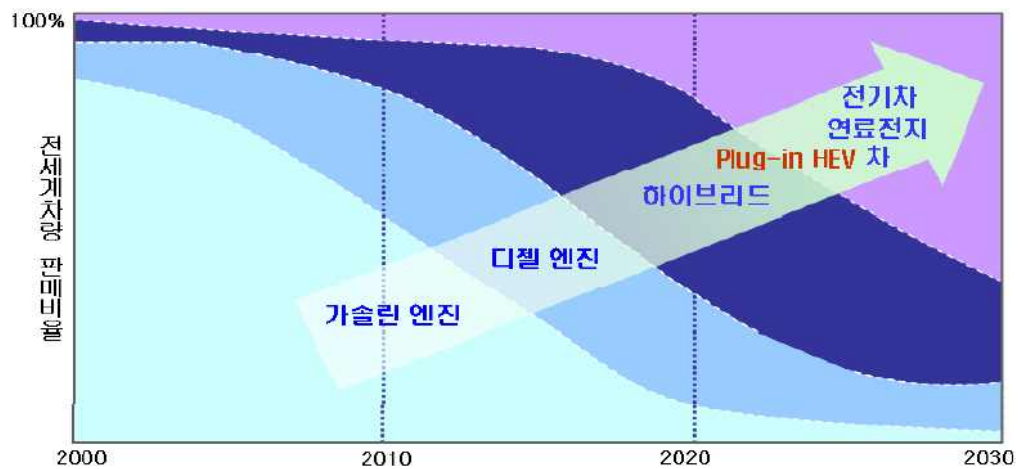
와 클린 디젤 자동차가 플러그인 하이브리드 자동차로 발전한 다음, 2020년 이후 수소 연료전지 자동차와 전기자동차 형태로 진화하는 것으로 대체적으로 의견이 일치하고 있음. 친환경차량의 비중은 지속적인 상승이 예상되며, 온라인 전기자동차는 전기자동차의 새로운 진화형태로 인식될 수 있음.



자료 : LG Business Insight 2009년4월 22일자

그림 8. 미래 그린카 발전 방향

- (4) 수소 연료전지와 배터리의 경우 연료전지의 촉매 및 배터리의 전극기술 등에서 꾸준한 발전이 이루어지고 있지만, 가격과 성능 부분에서 해결할 사항이 아직 많이 남아 있음.
- (5) 하이브리드 전기자동차 시장은 2015년까지 연평균 33%의 고성장이 예상 됨 (2015년 400만대 시장 형성). 2025년 이후는 점차로 전기자동차 중심의 시장으로 변환 예상.
- (6) 자금난에 시달리는 GM 등 미국 자동차 메이커보다는 기술적, 경제적으로 앞선 일본 자동차 메이커가 시장의 주축을 이룰 전망이다.



자료 : Holden Advanced Engineering

그림 9. 친환경 자동차 시장 전망

가. 해외 친환경자동차 수요전망

- (1) 전기자동차의 향후 시장 전망은 조사 관점이나 조사 주체, 조사 시기에 따라 다양한 예측이 제시되고 있으나 그 비중이 급속히 증가할 것이라는 공통된 예측을 보임.
- (2) 미국 보스턴 컨설팅 그룹
 - '20년에 전기자동차와 PHEV 등 전지를 주동력으로 하는 자동차의 전 세계 판매 대수가 300만대를 전망.
 - 전기자동차는 서유럽을 중심으로, PHEV는 북미를 중심으로 '20년에 각각 150만대씩 판매될 수 있을 것으로 전망.
 - '20년의 대표적인 친환경차는 여전히 HEV로 1,100만대 판매전망.
- (3) 프로스트 앤 설리반 컨설팅
 - 표준적인 예측에서는 '15년에 121만대의 전기자동차가 판매되고 2020년에는 전체 승용차 판매대수의 7%를 전기자동차가 차지할 것으로 전망.
- (4) 후지경제
 - '15년 전 세계 전기자동차 시장의 규모가 7,700억엔 규모에 달할 것으로 전망.

- 당분간은 HEV가 전기자동차 시장을 견인하면서 '15년에 10조엔 가량의 시장을 형성할 것이라 전망.

(5) 독일 전력회사 RWE

- 독일 내 신차판매에서 차지하는 전기자동차(PHEV 포함)판매비중이 '20년에 최고 23%에 달할 것으로 전망.
- 낙관적 시나리오의 경우, '15년에 전기자동차는 신차판매의 4%를 차지하고 2020년 이후에는 23% 가량을 차지할 것으로 전망.
- 비관적 시나리오에서는 '20년 이후에도 전기자동차 판매비중이 2%대에 불과.

(6) 노무라연구소

- '15년 전기자동차에 대한 전 세계적 수요는 전 세계적으로 50만대에 이를 것으로 예상.
- '20년에는 전 세계 자동차 수요의 10%인 600만대를 예측.

(7) J.D Power-'09년 7월

- 서유럽에서의 전기자동차 시장전망 조사결과에 따르면 유가변동, 기술력 향상에 따라 '20년에 31만 ~ 107만대 수요 예측.

나. 국내 친환경자동차 수요전망

- (1) 서울시가 '10년 상반기 근거리 저속자동차 35대 업무용으로 활용하고, 하반기 현대 - 기아차에서 시제품으로 약30대를 제작하여 제주실증단지 및 관공서에 배치하여 운행할 예정이나, '11년 하반기부터 양산품 전기자동차 출시.
- (2) 전기자동차 양산체계가 구축되고, 관련법 · 제도가 보완되는 '12년을 기점으로 전기자동차가 본격적인 판매가 예상.
- (3) '12년 약 4,000대 수준 판매 예상, 이후'15년까지 연평균 200%의 고도 신장세.
- (4) '20년 기준 총 내수의 약 20%인 100만대 전기자동차 보급예상.

(5) 차종별 전기자동차 생산물량 예측.

- 초기단계에는 소형차 및 경차 위주로 보급, '20년 이후 중·대형차까지 전기자동차의 개발 및 보급 확대 예상.

표 7. 차종별 전기자동차 생산물량 예측

구분	2011년	2012년	2013년	2015년	2020년	비고
경차	0.2	0.6	6.2	18.1	137.1	경차비중 점차 확대
소형차	0.6	2.6	18.7	32.5	259.2	당분간 소형차 중심
중형차	0	0	0	0	0	중형이상 '20년 이후
대형차	0	0	0	0	0	
합 계	0.8	3.2	24.9	50.6	396.3	연평균 60% 증가

자료 : 전기자동차 충전인프라 구축방안 - 한국 스마트그리드 사업단

3절. 기술동향 분석

1. 국내외 기술동향분석

기술개발 방향을 설정하는데 있어 정책적, 경제적 분석이 중요하며 이에 대한 분석 결과는 아래와 같음.

- (1) 현재 국내외 국가에서 친환경 및 교통복지 측면에서 다양한 지원이 이루어지고 있으며 전기시스템 및 저장화에 대한 요구가 증대되고 있는 실정임. 전기버스는 초기자본은 증대되나 친환경 교통수단으로서 지자체와 정부의 선호도가 있을 것으로 예상됨. 전기버스는 현재 실용화 제품의 개발 및 시범운행단계로서 경제성을 확보하며 성공적인 개발이 이루어지려면 산학연관의 유기적 연계와 지자체, 제작업체, 운영업체 상호 이해와 협조체제가 이루어져야 함.
- (2) 총 비용관점(버스비용, 배터리 교체비용, 운영경비)에서 보면 전기 중형저상버스는 다른 친환경 대중교통 수단 대비 장점이 있으므로 시장선점 효과가

클 것으로 예상됨. 전기버스는 운행 시나리오에 따라 내연기관 시장과 상호 보완/경쟁적 시장으로 자리 매김할 것으로 예상되며 장기적으로 배터리 성능의 향상, 인프라 충전소의 증가에 따라 교통수요의 많은 부분을 자리 매김할 것으로 예상됨.

(3) 전기 및 클린디젤 버스는 공급자, 산업경쟁자, 구매자 측면에서 고려되어야 하며 신규 공급에 따른 새로운 경쟁 체제가 이루어 질 것으로 예상됨. 진입장벽 측면에서 조기선점이 되면 원천기술 확보와 제품 차별화를 통해 기술의 완성도가 증대 될 것임. 공급자의 협상력이 크므로 차량의 지원정책에 따라 공급자의 가격 경쟁 구도를 확보함으로써 적정 차량 가격을 확보하여, 지자체 및 운영업체의 운영의 경쟁구도를 확보할 수 있음.

(4) 전 세계적으로 경제 환경의 블록화와 글로벌화 추진속에 녹색성장은 더욱 강조될 것임. 각국은 전기버스 기술과 저상화 기술 확보를 통해 자국시장의 진입장벽 고도화와 지식 재산권 확보로 세계 전기버스시장의 경쟁이 치열할 것으로 예상됨.

(5) 비용, 안전성, 편리성, 문화적 추이는 선택의 구매 의사결정의 주요 요소로서 친환경 중형 저상버스는 친환경 문화의 성숙과 교통약자 배려의 관점에서 더불어 경쟁력이 확보될 것임.

1.1 국내 기술동향분석

국내에는 아직 중형저상버스가 개발·도입되지 않았으므로, 현재 도입·운행 중인 중형버스 및 대형저상버스에 대해 조사하였음.

가. 중형 버스

- 2012년 현재까지 국내에서 일반 중형버스(저상제외)이외에 중형저상버스를 개발하여 상용화한 기업은 없는 실정임.

표 8. 기존 현대자동차와 대우버스의 주요 중형버스 개발 사양 비교

Model Name		Hyundai Motors E-Aerotown (9m / 18인승 마을버스 기준)	Daewoo bus BS090 (9m / 중형 도시형 버스)
좌석/운 전석		18+1	24+1
Door		전문 / 중문	전문 / 중문
제원	전장×전폭×전고	8,495×2,290×3,125	8,930×2,490×3,200
	실내장×폭×고	7,557×2,128×1,902	8,200×2,380×1,970
	회전 반경	7.1m	7.3m
	오버행 (Front/Rear)	1,850×2,646	1,960 (+50)×2,710 (+70)
	Wheelbase	4,000mm	4,200mm
	Tire size	7.5R18-16PR	10.00-20-16PR
	Tread (Front/Rear)	1,910×1,740	2,050×1,853
Engine	Engine name	G200+PMC	GE08TI
	Displacement	5.899 L	8.071 L
	Max Power	200ps	240ps
	Max Torque	65 kg·m	90 kg·m
	Type (Fuel)	DIESEL	CNG
Picture			

- 중형버스(15 ~ 30인승)부문에서 독점적 지위를 유지하며 최고의 판매율을 자랑하는 현대자동차는 중형버스 ‘뉴카운티’를 2012년 부산국제모터쇼에서 선보였음.



- 뉴카운티는 좌우측 휠이 하나의 축에 연결되던 기존 일체형 서스펜션 대신 좌우측 휠이 각각에 축에 연결되는 독립현가 서스펜션을 적용해 승용차 수준의 안락한 승차감을 구현했고 내외장에 고급 편의사양을 대거 채택했음.
- 2012년 하반기 중형버스부문에서 대우자동차가 출시할 예정인 대우 중형버스는 길이 7.2m급 장축모델과 6.4m급 단축모델 등 2개 모델이며 미국 커민스제와 나비스타제 엔진과 (주)통일로부터 공급받는 트랜스미션이 장착될 예정임.
- ‘국가교통 핵심기술 개발사업’으로서 한국철도기술연구원이 주관하여 2008년 12월 ~ 2009년 12월 약 1년여에 걸쳐 “신에너지 바이모달 저상굴절 차량개발(중형저상버스 시스템 사양 개발)” 과제가 진행되어 중형저상버스에 대한 요구사항 및 개발기획(안)이 작성되었고 실내외 형상디자인 및 차량에 대한 기본설계가 완료되었으며 중형저상버스의 제작사양(안)이 제시되었으나 개발 제품에 대한 기능적 구현을 통한 실질적 차량제작 및 성능평가에는 이르지 못하였음.

나. 대형 저상버스

(1) 일반 저상버스

- 국내 일반 저상버스는 현재 대우버스의 2종 (BS110CN, BS120CN)과 현대 자동차의 1종(뉴에어로시티 초저상)이 생산되고 있으며 주요 제원은 아래와 같음.

표 9. 국내 저상버스 주요 제원

제조사	대우버스		현대자동차
차량 형식	초저상버스		초저상버스
모델명	BS120CN (CNG/DSL)	BS110CN (CNG/DSL)	뉴 슈퍼에어로시티 (CNG)
좌석+입석+운전석	29+15/17+1	23+21+1	28/26/1/1
Door	전문 / 후문		전문 / 후문
전장	11,990mm	11,000mm	10,955mm
전폭	2,490mm		2,490mm
전고	3,250 / 3,043mm		3,310mm
축거	6,100mm	5,400mm	5,400mm
윤거 (전)	2,096mm		2,060mm
윤거 (후)	1,826mm		1,835mm
오버hang (전)	2,670mm	2,400mm	2,360mm
오버hang (후)	3,220mm	3,200mm	3,235mm
Floor 높이	340mm		345mm
최소회전반경	10.2m	8.9m	8.9m
사용연료	CNG/DSL		CNG
엔진 배기량	11,051/7,640cc		11,149cc
Max Power	290/300 ps		290 ps
Suspension	Air		Air
Tire size	275/70R22.5-16PR		275/70R22.5-16PR

- ‘국가교통 핵심기술 개발사업’으로서 한국철도기술연구원이 주관하여 2005년 6월 ~ 2008년 7월 약 3년 2개월여에 걸쳐 “신에너지 바이모달 저상굴절 차량개발(저상버스 표준모델 개발)” 과제가 진행되어 경량 복합소재 차체를 사용하여 도시의 동적인 미관과 조화를 이루게 하고, 또한 다수의 일반 승객뿐만 아니라 장애인, 임산부, 노약자 등의 교통약자 이동편의 도모를 위해 실내설비를 획기적으로 설계하였으며 친환경 동력시스템을 적용하여 저상버스 표준모델을 개발 및 제작하였음.

표 10. 저상버스 표준모델 개발사양

주요항목		제작사양				비고
차대·차체형상		리어엔진 BOX형				
승차정원 (명)		43명(좌석 24, 입석 17, 휠체어 1, 운전자 1)				휠체어 1석에 접이식 의자 2개설치
차량중량 (kg)		10,852				
최대적재량 (kg)		2,795				43 명×65 kgf
차량총중량 (kg)		13,647				
차체 제원 (m)	길이	11				
	너비	2.49				
	높이	3.4				
원동기	형식	C6AC				
	최고출력 (ps/rpm)	290/2000				
	기통수 / 총배기량(cc)	6기통/11,149				
	사용연료	압축천연가스(CNG)				
축간거리 (mm)		5,400				
윤간거리 (mm)	전	2,077				
	후	1,835				
변속기	종류	자동				
정속연비 (60 kph 기준, km/m ³)		4.91				(6단 기어)
		4.3				(5단 기어)
타이어형식	전	275/70R22.5-16PR(S) (3150kg,9.21kg/cm ² 131psi)				
	후	275/70R22.5-16PR(D) (3900kg,8.64kg/cm ² 123psi)				
림형식	전	22.5 X 8.25				
	후	22.5 X 8.25				
축별 설계 허용하중 단위		전	7,000	후	13,000	

(2) 전기저상버스

- 현대자동차는 휠모터 타입의 Elec-City 저상버스를 개발하였고, 환경공단에서 시험주행 중임.

표 11. 현대자동차 전기저상버스 제원 및 성능

구 분			Elec-City	휠모터 (개발중)	비 고
주요 제원	차종	-	저상버스	←	
	승차인원	인	24+26+1	←	
	외곽제원 (전장x폭x높이)	m	10.99x2.49x3.31	←	
	주행거리 (1충전)	km	109	117	60kph정속, DOD80기준
	급속충전	min	60	20	DOD50
시스템	구동모터	kW	300	240	
	배터리	kWh	95/380V	102/684V	
가속	0->50kph	sec	7.4	6.5	
등판 성능	최대 등판능력	%	31.0	27.2	
	5%경사로 고속도	kph	52.0	42.5	
최고 속도	최고속도	kph	103.9	91.3	
	모터rpm	rpm	12,000	11,000	

- 한국화이바의 전기저상버스는 안전시험을 완료하고 정식 등록하였으며, 서울에서 북부운수의 남산 순환노선에 9대를 투입하여 2010년 12월부터 시범운행을 하고 있음. 남산 3개 노선에 총 9대가 운행 중에 있으며 추가로 5대를 투입할 예정임.

표 12. 한국화이바 전기저상버스 제원 및 성능

구 분			e-PRIMUS	비고
주요 제원	차종	-	저상버스	
	승차인원	인	23+24+1	
	외곽제원(전장x폭x높이)	m	11.050x2.48x3.41	
	주행거리(1충전)	km	110	60kph 정속주행
	급속충전	min	60	
시스템	구동모터	kW	240(1,150N.m)	
	배터리	kWh	86/102	리튬 폴리머
등판성능	최대 등판능력	%	30	
최고속도		kph	100	

○ 대우버스는 전기저상버스를 개발계획중임.

표 13. 대우버스 전기저상버스 제원 및 성능

구 분			()	비고
주요 제원	차종	-	BS110CN	
	승차인원	인	24+(21)+1	
	외곽제원 (전장x폭x높이)	m	11*2.49*3.25	
	주행거리 (1충전)	km	(100 ~ 200)	
	급속충전	min	(30)	
시스템	구동모터	kW	()	
	배터리	kWh	()	
가속	0->50kph	sec	()	
등판 성능	최대 등판능력	%	()	
	5%경사로 최고속도	kph	()	
최고 속도	최고속도	kph	(75 ~ 85)	
	모터rpm	rpm	()	

※() 안은 미확정

- 전기자동차 일충전 주행거리는 지식경제부 기술표준원 KS-R-1135 전기 자동차 에너지 소비율 및 일 충전 주행 거리 시험 방법을 적용함.

다. 저상버스 운행 현황 및 실태

국내 저상버스는 2003년 9월 첫 운행을 시작한 이래 2008년 현재 서울 등 대도시를 중심으로 시내간선노선에 전국 총30,546대의 시내버스 중 1,390대가 도입 운행되어 약 4.6%의 도입율을 나타내고 있는 것으로 “2008년도 교통약자이동편의실태조사” 최종보고서(한국교통연구원, 2009. 5)에서 보고되었음.

운행실태 조사 결과 교통약자 이용측면에서 다음과 같은 문제점 및 개선 필요 사항이 조사되었음.

(1) 차량 관련 문제점

- (가) 차량의 크기가 커서 도시 주택밀집지역이나 농어촌지역 운행이 어려움.
- (나) 휠체어램프가 자동식으로 고장 시 휠체어 이용이 불가능함.
- (다) 출입문이 내부로 열려 신체 충돌의 위험이 있으며 불필요한 공간이 많음.
- (라) 실내 바닥이 돌출되어 공간이 협소하고, 높은 좌석으로 불편하고 불안함.
- (마) 휠체어가 후문으로만 승차 및 하차를 해야 하므로 휠체어를 돌려야하는 등 동선상의 문제가 있음.
- (바) 휠체어 고정 장치가 자동식으로 되어 있어 다양한 규격의 휠체어에 적용성이 취약함.

(2) 교통인프라 및 운영상 문제점

- (가) 정류장의 폭이 좁고 가로등, 가로수 등의 장애물이 많아 휠체어 이용이 어려움.
- (나) 버스도착음성안내 등 장애인을 위한 안내시설이 부족하여 이용이 불편함.
- (다) 속도 방지턱의 높이가 규격에 과도하여 버스 운행 중 버스하부 손상 등의 우려로 도시 주택밀집지역이나 농어촌지역 운행이 어려움.
- (라) 일반승객 및 버스운전기사의 인식부족으로 교통약자, 특히 휠체어이용 승객들의 이용이 어렵고, 이런 이유로 이용을 꺼리게 됨.

1.2 국외 기술동향분석

- 현재 일본에서 생산되어 운행되고 있는 저상버스(굴절버스나 계단이 있는 버스는 제외)는 10m 이상의 대형급에서 미츠비시 2종, 이스즈 1종, Hino 2종 등 총 5종이 있으며, 9m 이하의 중형급 이하에서는 미츠비시 2종, 이스즈 1종, 니산디젤 1종, Hino 3종 등 총 7종이 있으나 미츠비시-니산디젤과 이스즈-Hino 간 일부 모델을 교차 생산하고 있어 실제적으로는 각각 4종, 5종으로 총 9종의 저상버스가 생산, 운행되고 있는 것으로 조사되었음. 이들 일본 저상버스의 기본적인 사항에 대해서는 그림 10과 표 14에 기술하였음.



a)



b)



c)



d)



e)



f)

- a) Mitsubishi Aero Star b) Mitsubishi Aero Midi c) ISUZU Erga
d) ISUZU Erga Mio e) Nissan Space Runner f) Hino Poncho

그림 10. 일본의 저상버스 모델

표 14. 일본의 저상버스 모델 및 주요제원

제조사	모델명		전장(mm)	전폭(mm)	축거(mm)	연료
미츠비시	Aero Star	장축	11,010	2,490	5,300	디젤
		단축	10,510	2,490	4,800	디젤
	Aero Midi	장축	8,990	2,340	4,300	디젤
		단축	6,990	2,060	3,560	디젤
이스즈	Erga		10,925	2,490	5,300	CNG/디젤
	Erga Mio		8,990	2,300	4,400	CNG/디젤
니산디젤	Space Runner		8,990	2,340	4,300	디젤
Hino	Blue Ribbon		10,925	2,490	5,300	디젤
	Rainbow		10,490	2,300	5,580	디젤
	Rainbow II		8,990	2,300	4,400	디젤
	Poncho	장축	6,990	2,080	4,825	디젤
		단축	6,290	2,080	4,125	디젤

자료 : 일본자동차공업회, 일본자동차 가이드북 2009-2010 Vol.56 2009.10.2

표 15. 일본 중형버스 사양

Model Name		Hino Motors Poncho (7m/Non step)	Mitsubishi Fuso 社 Aero Midi ME (7m/Non step)
Weight	좌석/입석/운전석	11+24+1=36	14+19+1=34
	Door	전문/중문	전문/중문
	Vehicle weight	5,730kg	5,800kg
	Gross V.W.	7,710kg	7,670kg
체원	전장×전폭×전고	6,990×2,080×3,100	6,990×2,060×2,975
	실내 장×폭×고	5,600×1,920×2,440	6,075×1,880×2,290
	Floor height	315mm	335mm
	최저지상고	160mm	150mm
	Wheelbase	4,825mm	3,560mm
	Tire size	205/80R17.5	225/80R17.5
	Tread (Front/Rear)	1,720×1,575	1,695×1,560
Engine	Engine name	J05D	4M50(T5)
	Displacement	4.728L	4.899L
	Max Power/r.p.m	132kW/2,800rpm	132kW/2,700rpm
	Max Torque/r.p.m	490Nm/1,600rpm	530Nm/1,600rpm
	Cooling/Cylinder	Inline 6/4-cycle	
	Valve train	OHC/4-valve	
	Bore×Stroke	φ112×120mm	φ114×120mm
	Fuel tank capacity	100L	100L
	Type(Fuel)	DIESEL	DIESEL
Drive train	Transmission	5MT	
	Drive system	4×2/Rear axle	
Others Specification	Kneeling system	중비 (310/260), 후비 (315/265)	
	Steering	Integral type	
	Front axle	Reverse Elliot	
	Rear axle	Full floating type	
Picture			

- 현재 유럽의 도시들은 거의 모든 시내버스가 저상버스로 주로 볼보, 벤츠, 스카니아, 르노, 이베코사가 판매하고 있으며 차량의 크기는 다양함. 대부분의 차량은 차고조절장치나 niling시스템을 적용하고 있음.

표 16. 유럽의 중형버스 사양

구 분		Optare	BredaMenarinibus	
		M710(M780)	Vivacity+C (CNG)	Zeus
		33(23+10) (39(27+12))	54(12+41+1) (56(14+41+1))	32(8+21+1)
외관				
전장(mm)		7,100(7,800)	7,900(8,000)	5,890
전폭(mm)		2,336	2,350	2,070
전고(mm)		2,730	3,055(3,270)	2,810
축거(mm)		4,135(4,825)	4,080	3,720
오버행	전(mm)	675	2,030(2,040)	1,140
	후(mm)	2,300	1,790(1,875)	1,030
엔진	배기량(cc)	4,250(4,825)	4,764(6,880)	전기자동차
	출력(ps/RPM)	115kW/2200	158kW/2300 (170kW/2200)	30kw
	최대토크(N.m)	1	800/1200 (808/1400)	0
최소회전반경(m)		6.4(8.0)	12.1(12.6)	13.4
직각점유도로폭(m)				
타이어		235/75R17.5	315/60R 22.5	225/75 R 17.5
하중(kg)	KERB		8,500(9,100)	4,300
	GVW	8,000		
최저지상고(mm)		265/200	140	200
FLOOR높이(mm)		265	312	310
Suspension		Air(2+4)	Air(2+4)	Air(2+2)

2. 특허동향분석

- 본 특허동향분석은 e특허나라(<http://www.patentmap.or.kr>)에서 분석한 자동차 및 하이브리드 전력전장부품 및 전장제어장치관련 특허동향보고서를 참조하여 정리한 결과를 보여줌.
- 본 분석결과는 중형저상버스에서 활용이 가능한 자동차관련 주요 기술들에 대한 것이며, 관련하여 기술 분류를 크게 고효율/저공해 파워트레인 기술(Powertrain), 차체 및 샤시기술(Body&Chassis), 공조 및 열관리기술(Thermal management), 지능형 안전기술(Safety), 전기동력기술(Electric power), HMI 기술(Human Machine Interface)로 구분하고 이들을 각각 소분류로 세분화하여 총 36 개의 분류로 특허분석을 실시하였음 또한 하이브리드 자동차의 전력전장부품 및 전장제어장치에 대한 국내 및 해외에서의 특허동향분석을 기술하였음.

가. 고효율/저공해 파워트레인 기술(Powertrain) 및 차체샤시기술(Body&Chassis)

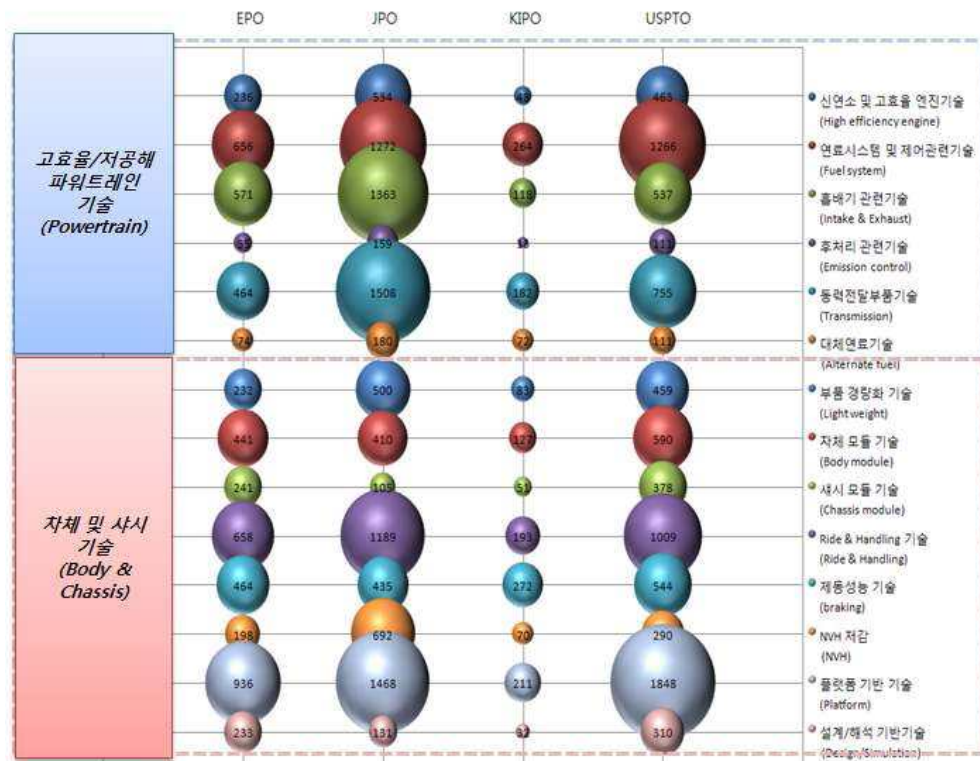


그림 11. 시장별 세부기술 동향(I)

○ 신연소 및 고효율 엔진기술은 일본이 미국을 제치고 최다출원을 하였고 동력 전달부품기술은 일본이 압도적으로 많은 특허를 보유하고 있으며 차체 및 새 시 모듈기술은 미국이 가장 많은 특허를 보유하고 있음.

○ 제동성능기술은 4개국에서 고른 관심도를 갖고 있는 것으로 나타났고 NVH저감기술은 일본이 월등히 앞선 것으로 나타났으며 설계/해석 기반기술은 한국이 상대적으로 저조한 출원을 하고 있으며 타국들은 대체적으로 비슷한 건수를 기록하고 있음.

나. 공조 및 열관리 기술(Thermal management) 및 지능형 안전기술(Safety)

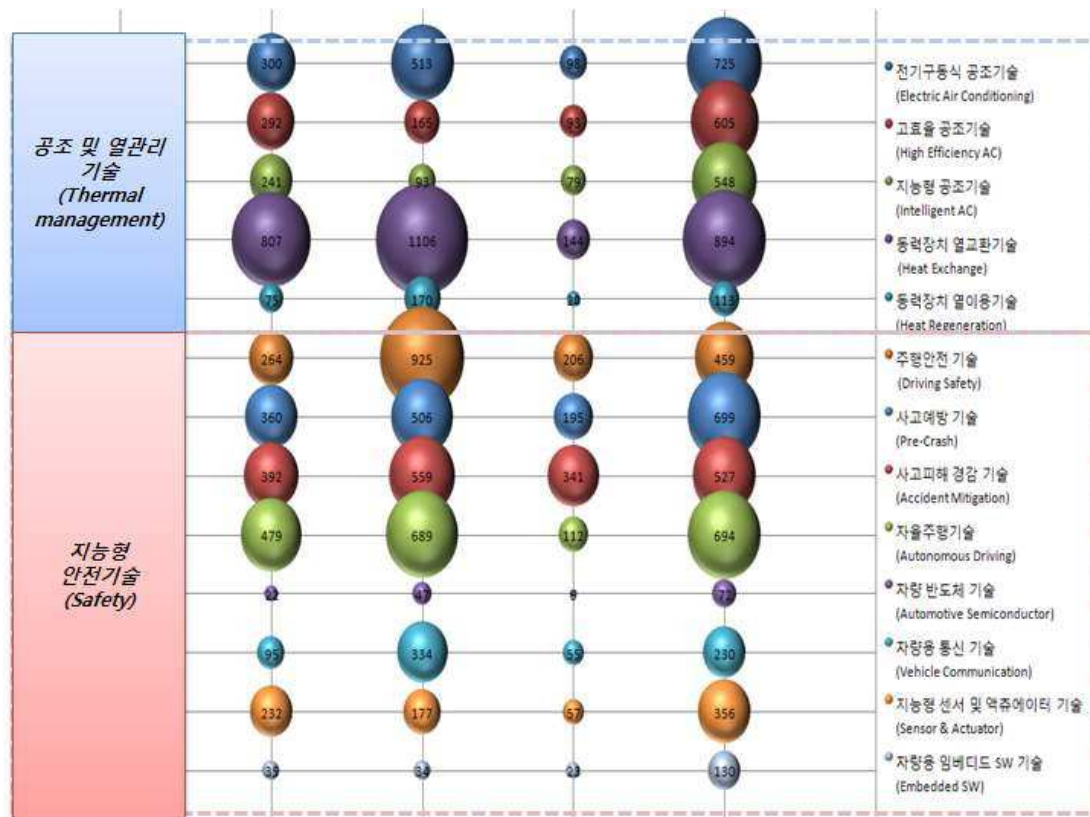


그림 12. 시장별 세부기술 동향(II)

○ 공조기술은 미국이 선두를 이루고 있고 동력장치 열교환 기술은 일본이 앞서 있음. 주행안전기술은 한국도 유럽과 비슷한 출원건수를 보이고 있으며, 일본이 선두이며 사고예방기술은 미국이 앞섬.

- 차량반도체기술은 4개국에서 모두 출원이 저조한 것으로 나타났고 차량용 임베디드SW기술은 미국이 압도적으로 다수를 차지하고 있음.

다. 전기동력기술(Electric power) 및 HMI(Human Machine Interface)기술

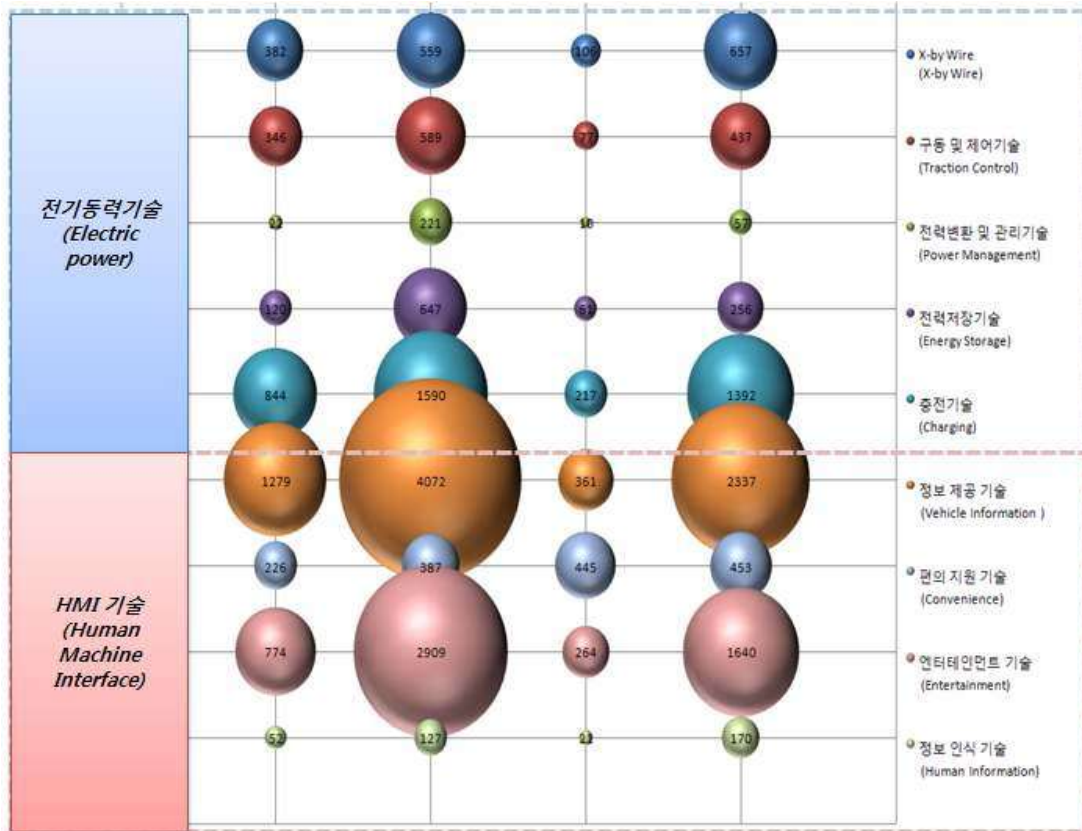


그림 13. 시장별 세부기술 동향(III)

- X-BY-WIRE기술은 미국이 선두이고 전력변환 및 관리기술은 일본이 주도적 우위를 점하고 있음. 또한 전력저장기술 역시 일본이 앞서있으며 정보제공 기술도 일본이 타국에 비하여 다수임.
- 편의지원기술은 한국이 선두인 미국과 근소한 차이를 보이고 있어 한국에서 편의지원기술개발이 활발히 이루어지고 있음을 알 수 있음 정보인식기술은 미국이 앞서며 타국은 저조한 실적을 보임.

라. 하이브리드 전력전장부품 및 전장제어장치 특허동향분석

- 한국과 미국, 유럽은 지속적인 성장세, 일본은 90년대 초반이후 증감을 반복함. 한국, 미국, 일본 및 유럽의 자동차 핵심 부품 개발 분야의 기술혁신추이를 살펴보면, 한국과 미국 및 유럽은 다소 기복이 있기는 하나 지속적으로 증가하는 추세를 보이고 있음. '90년대 후반까지 상승 추세를 보이던 일본은 '00년 한차례 급락이후 '01년 이후 다시 증가 추세를 보임.

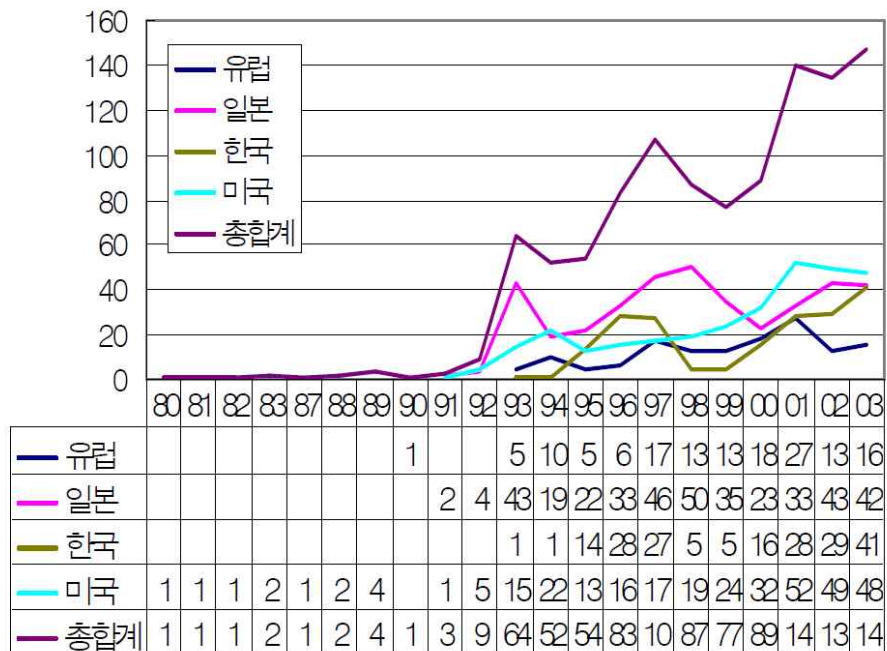


그림 14. 전세계 연도별 출원건수 추이(한국, 일본, 미국, 유럽)

- 한국은 '98년 본 기술과 관련된 특허 출원이 감소하는 것으로 나타나나 이는 외환위기 등으로 인한 국내 경기의 영향을 받은 것으로 판단되며, 현재 전체적으로는 HEV 관련 기술 연구가 활발히 진행되고 있는 것으로 판단됨. 미국은 본 기술과 관련하여 꾸준한 증가 추세를 나타내고 있으며 유럽은 증감을 반복하며 본 기술과 관련된 특허 출원의 증가 추세를 나타냄.
- 본 기획과제에서 특허조사 및 분석은 4개의 전문분야로 세계적인 기술개발 추세를 조사분석한 것으로 본 기획에서 개발되는 중형저상버스 기술개발은 중형화를 위한 Package 기술, 친환경차량 추진장치 기술, 저상화를 위한 Package 기술이 주요하며, 국내 및 해외에서 개발된 기술의 접목 및 응용이

중요하며, 차량개발단계에서 개발기업이 개발기술의 세부 조사와 검토가 이루어져 차량 시스템이 개발되므로 부품별로의 특허 및 적용이 검토될 것임.

3. 논문동향분석

- 논문의 분석 범위는 국내 및 국외(미국, 일본, 유럽 등)에 대하여 논문 DB를 중심으로 약 10년간 제목과 초록 위주로 검색하여 보았음.
- 논문의 검색은 5개 분야로 나누어 한국과학기술정보연구원에서 제공하는 NDSL(<http://www.ndsl.kr/brief.do>)을 이용하여 검색 및 조사를 시도하였으며 주요 핵심 기술 항목으로 Low Floor Bus, Electric Motor, Battery, Power Train, Clean Diesel의 5개 기술 항목을 주요 대상으로 하였음.
- Low Floor Bus를 검색어로 한 경우, 국내에서는 21건, 해외에서는 84건이 검색되었음. 그러나 Low Floor Bus와 직접적으로 관계있는 논문은 8건으로 복합소재차체에 대한 연구결과가 6건, 그리고 정책성 연구결과가 2건으로 조사되었음. 해외의 경우, 실질적인 low Floor Bus에 관한 논문은 52건으로 설계에서 장치까지 다양한 분야에 걸쳐 발표되었음. 그러나 국내에서의 발표논문건수는 2007년을 기점으로 감소하여 2010년 1건, 2011년 1건에 그치고 있으며 해외에서도 근래 들어 관련 논문발표건수가 줄어들고 있는 실정임. 이는 저상버스관련 기술이 상용화에 힘입어 상당히 안정화되어 있고 기술 축적도도 상당함을 보여주는 것임.
- Electric motor, Battery, Power Train을 검색어로 하는 경우, 검색어에 대한 적용이 차량이외에 산업계전반으로 확대되어 매우 광범위해 지므로 관련 검색어에 부가적으로 차량을 포함하여 제한적으로 검색하는 것이 필요하므로 검색어는 Vehicle(or Bus) and (Motor or Battery or Power Train)으로 실시하였음. 2001년도부터 2011년도의 약 10년간 발표된 논문들에 대한 검색결과에 따르면 총 109,079건 중 국내논문은 9,150건, 해외논문은 99,929건으로 해외논문건수가 국내논문건수에 비해 90%정도 더 많다는 것을 알 수 있었음.

그러나 해외논문건수에는 국내연구자가 해외에 발표한 논문건수도 포함되어 있으므로 실질적으로 순수하게 해외연구자에 의해 발표한 논문건수는 90%이하가 될 것임. 2008년도이후 년도별 발표건수의 추이를 살펴보면 국내와 해외에서 유사하게 2009년도이후로 감소되고 있음을 확인할 수 있음. 이것은 2008년도이전 온실가스저감대책에 대한 전 세계적인 공감대 형성에 따라 친환경, 신재생에너지에 대한 투자가 집중적으로 이루어 졌다가 기존 화석연료차량의 연비증가 및 대체연료의 개발보급에 따라 이에 대한 관심이 조금 줄어든 것과 연관이 있는 것으로 보임.

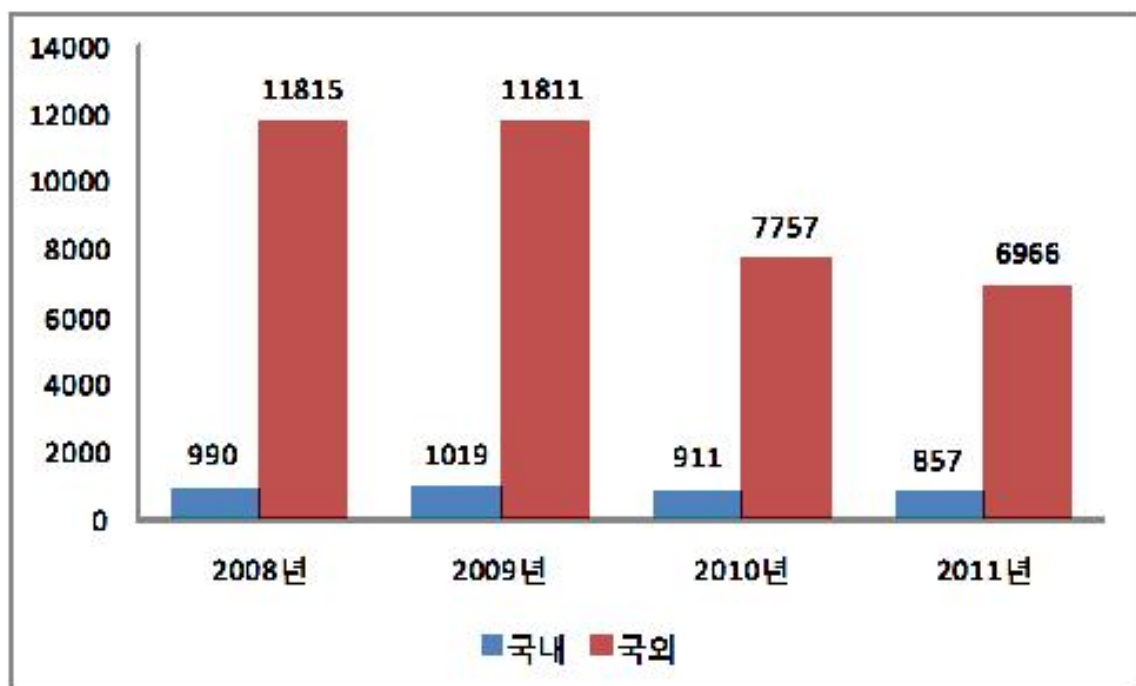


그림 15. 2008년 이후 국내와 해외 논문발표건수 추이

- 2001년부터 2011년까지 약 10년간 발표된 논문들 중 클린디젤을 검색어로 한 경우 총 706건 중 국내발표논문건수는 61건이고 해외발표논문건수는 645건으로 조사되었음. 클린디젤은 화석연료를 대체하기 위한 바이오연료를 대상으로도 연구된 것으로 나타남. 국내에서 년도 별로 발표되는 논문건수추이를 살펴보면 2009년을 제외하고 적은 수이나 꾸준히 연구가 진행되어 동일한 수의 논문이 해마다 발표된다는 것을 알 수 있음. 이는 해외논문발표건수가 2009년 이후 서서히 감소되는 추세와는 다름. 이러한 국내와 해외논문발표건수에 대

한 추이의 차이는 해외에서의 클린디젤에 대한 연구가 어느 정도 안정된 기술수준에 이르렀으나 국내에서는 아직까지 클린디젤분야에 대해 지속적인 연구 활동과 지원이 필요하다는 것을 반증하는 것으로 보임.

4. 유사과제 분석

표 17. 지원부처별 유사 과제 내용 및 분류

지원 부처	과제명 (수행기관)	연구기간	기술 분류	연구개요	중복성 검토 및 연계 방안
지식 경제부	중소형 EV버스용 차체/플랫 폼 설계 및 제작기술 개발 (한국몰드)	2009-10-01 ~ 2010-04-30	차체	- EV 버스 차체 Body설계 - 차체용 고분자 복합소재에 대한 설계 및 성능평가	EV용 버스차체에 대한 설계 및 고분자복합소재의 적용에 대한 기업의 공정 및 원천기술 확보로 본과제와의 중복성은 없으며 차체의 다양성확보를 위한 적용기술로 활용가능함.
지식경 제부	저상 Rear Axle Ass'y 개발 (현대 다이모스)	2009-05-01 ~ 2011-04-30	차량 구동 축	- 저상 Rear Axle 단품 및 조립체 시험평가기술 개발 - 선진제품 동등 이상의 저상버스용 RearAxle Ass'y 개발 및 상품화	저상차량에 대한 요소기술의 설계 및 제작기술에 대한 기업상용화로 차량구조의 차이에 따른 변경사항발생으로 본 과제와 중복성이 없으나 효과적인 차량시스템의 구성을 위해 활용 가능함.
지식경 제부	차세대 전기차 기반의 그린수송 시스템 (현대자동 차)	2011.06.01 ~ 2014.05.30	차량	- 준중형 전기자동차 양산기술 개발	승용차 형태의 전기자동차로서 일반개인에게 적합한 형태의 차량개발을 목표로 하고 있으며 상용화를 위한 양산기술의 기업적인 확보가 전제되고 있으므로 본 과제와 중복성은 없으나 양산기술에 대한

지원 부처	과제명 (수행기관)	연구기간	기술 분류	연구개요	중복성 검토 및 연계 방안
					대중교통시스템 으로의 활용이 적극기대됨.
국토해 양부	비접촉 전력전달방 식 친환경 대중교통 시스템 개발 (한국과학기술연구원)	2011.12.26 ~ 2013.10.25	대중 교통	- 비접촉 전력전 달방식 친환경 대중교통시스 템(전기버스) 의 실용 보급	비접촉식 전력전 달기술에 대한 원천기술확보 및 양산기술개발을 통하여 친환경적 인 대중교통수단 의 실용화 보급 에 초점을 맞추 고 있으나 독립 적으로 운행가능 하고 도시밀집지 역, 농촌소외지역 및 교통약자를 대상으로 독립적 으로 운행가능한 중형저상버스를 개발하고자 하는 본 과제와는 중 복성이 없으나 향후 친환경적이 고 효율적인 대 중교통시스템으 로의 활용이 가 능할 것으로 기 대됨.
지식경 제부	EV버스용 부품 및 차량시스템 핵심기술개 발 (현대자동 차)	2010.05.01 ~ 2012.04.30	차량	- EV버스용 주 요부품설계 및 제작 - 시작품제작 및 성능시험	EV 대형버스용 주요부품들에 대 한 설계 및 제작 을 실시하고 이 를 시작품에 반 영하여 성능시험 을 실시함으로써 기업의 상용화기 술확보를 전제로 하였기에 대중교 통시스템으로서

지원 부처	과제명 (수행기관)	연구기간	기술 분류	연구개요	중복성 검토 및 연계 방안
					중형버스를 개발하고자 하는 본 과제와는 중복성이 없으나 관련된 기술에 대한 시스템적 접근을 통해 대중교통시스템의 효율화 추진에 활용될 것으로 기대됨.

중형저상 전기버스 개발과 관련하여 현대자동차(주)가 지식경제부 지역연계사업의 일환으로 필요성에 의거 광역권(광주)사업으로 산업기술평가원으로부터 3년에 거쳐 (2009년~2012년4월) 중형버스 개발을 마친 상태임. 지경부 연구개발 사업은 실용 차량 보다는 선행개발 차량으로서 시스템 개발보다 부품개발을 통한 시스템 시작품 개발 수준이라 할 수 있음. 본 사업에서는 2개의 과제로서 “EV 버스용 부품 및 차량시스템 핵심기술개발”, “중소형 EV 버스용 차체 및 플랫폼 설계제작 기술개발”로서 차체 및 전품품에 대한 선행 개발을 완료하고, 안전인증 및 성능 내구성에 대한 시험은 진행되지 않았음. 본 사업은 정부 예산 약 86.5억원(41.5억원, 45억원)이 투입되고, 민간예산 24억원으로 약 110.5억원이 투입되어 개발이 된 사업임. 이 두 개의 사업에서의 개발 취지는 중소형 전기버스에 대한 부품 개발과 주요 핵심 장치 개발에 목적이 있으며, 개발시 중형버스(7m급), 전기버스, 저상버스(저상화율 미확인), 복합차체 사용에의 적용을 통해 중형 전기버스의 시작품을 개발한 상태임. 개발차량을 양산차량에 적용시 내구성 시험, 안전인증 시험을 통해 양산차량의 개발 보급이 되므로 국토해양부에서 개발하는 사업의 선행 연구 결과라 할 수 있음. 사업 1차년도에 전기버스에 대한 심도 있는 검토를 통해 전기 중형저상버스의 실용화를 앞당길 수 있는 방안이 고려되어야 함. 그러므로 본 사업 초기에 중형전기 버스의 실용 보급을 위한 추가적인 연구를 통해 실용화를 앞당겨야 할 것임.

개발된 차량을 실용보급하기 위해서는 본 사업에서 개발된 중형 전기버스의 보완 설계(저상화율 재고, 등)등 시스템 검토 및 보완설계, 실용차량 제작(약 2대~3대),

안전인증 및 성능향상 연구, 표준사양 제정, 시범사업을 위한 인프라 연구 및 보완 등에 대한 연구를 통해 국가에서 개발된 차량의 실용보급에 주안점을 두고 연구사업을 진행하는 것이 적절하다고 판단됨.

5. 기존 기술(연구)과의 차별성

- (1) 현재 국내외 국가에서 친환경 및 교통복지 측면에서 다양한 지원이 이루어지고 있으며 전기시스템 및 저상화에 대한 요구가 증대되고 있는 실정임. 전기버스는 초기자본은 증대되나 친환경 교통수단으로서 지자체와 정부의 선호도가 있을 것으로 예상됨. 전기버스는 현재 실용화 제품의 개발 및 시범운행단계로서 경제성을 확보하며 성공적인 개발이 이루어지려면 산학연관의 유기적 연계와 지자체, 제작업체, 운영업체의 상호 이해와 협조체제가 이루어져야 함.
- (2) 총 비용관점(버스비용, 배터리 교체비용, 운영경비)에서 보면 전기 중형저상버스는 다른 친환경 대중교통 수단 대비 장점이 있으므로 시장선점 효과를 얻을 것으로 예상됨. 전기버스는 운행 시나리오에 따라 내연기관 시장과 상호 보완/경쟁적 시장으로 자리 매김할 것으로 예상되며 장기적으로 배터리 성능의 향상, 인프라 충전소의 증가에 따라 교통수요의 많은 부분을 자리 매김할 것으로 예상됨.
- (3) 전기 및 클린디젤 버스는 공급자, 산업경쟁자, 구매자 측면에서 고려되어야 하며 신규 공급에 따른 새로운 경쟁 체제가 이루어 질 것으로 예상됨. 진입장벽 측면에서 조기선점이 되면 원천기술 확보와 제품 차별화를 통해 기술의 완성도가 증대 될 것임. 공급자의 협상력이 크므로 차량의 지원정책에 따라 공급자의 가격 경쟁 구도를 확보함으로써 적정 차량 가격을 확보하여, 지자체 및 운영업체의 운영의 경쟁구도를 확보할 수 있음.
- (4) 전 세계적으로 경제 환경의 블록화와 글로벌화 추진속에 녹색성장은 더욱 강조될 것임. 각국은 전기버스 기술과 저상화 기술 확보를 통해 자국시장의 진입장벽 고도화와 지식 재산권 확보로 세계 전기버스시장의 경쟁이 치열할 것

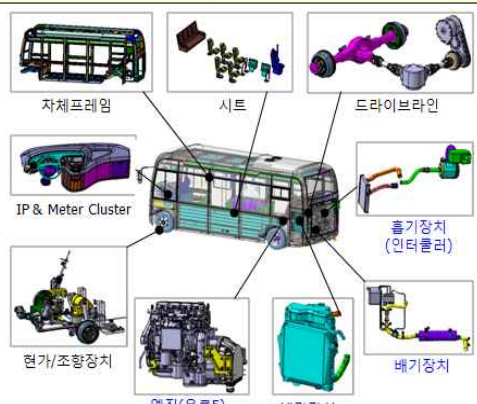
으로 예상됨.

(5) 비용, 안전성, 편리성, 문화적 추이는 선택의 구매 의사결정의 주요 요소로서 친환경 중형 저상버스는 친환경 문화의 성숙과 교통약자 배려의 관점에서 더 붙어 경쟁력이 확보될 것임.

(6) 국토해양부 연구개발과제로 수행한 ‘중형저상버스 시스템 사양개발’ 연구결과를 클린디젤 및 전기 중형저상버스를 개발하는 본 사업에 반영할 수 있는 영역을 검토함. 이것은 디자인의 재검토 단계에서 반영 범위 및 내용이 변경될 수 있음.

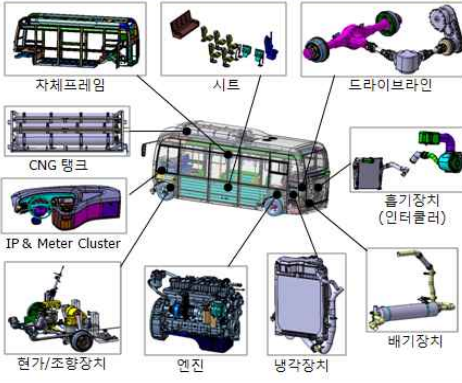
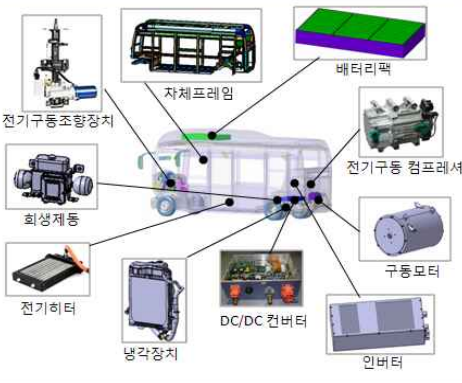
- 첫 번째는 기존 성과에서 디젤버스 부분을 기획범위의 클린디젤버스 부분에 어느 정도 반영할 수 있는지를 정리하였음.

표 18. 디젤차량(기 수행과제)결과 활용 요약

	디젤차량(기 수행과제)	클린디젤차량
주요 구성 부품		▪ 디젤차량 컨셉설계와 시스템 구성은 동일(좌측 그림 참조) ▪ 강화된 배출가스 규제(유로6) 만족을 위한 일부 부품 또는 시스템에 대한 사양 변경이 필요함 ▪ 클린디젤 차량을 위해 컨셉설계가 필요한 시스템(부품) - 엔진 : 유로6용 적용 - 배기장치 : 유로6 법규 만족을 위한 후처리 시스템 적용 - 흡기장치 : 유로6 엔진 성능 만족 - 냉각장치 : 유로6 엔진 성능 만족 - 엔진룸내 배선 : New 엔진 적용 - 패키지 레이아웃 : New 엔진 및 New 시스템 적용 ▪ 디젤 차량 컨셉설계 활용 가능한 시스템(부품) - 변속기, 드라이브 라인, 현가장치 (차고조절장치 포함) - 조향장치, 제동장치, 차체 프레임, IP, 시트, 휠체어 고정장치, 공조장치, 램프류 외
고려 사항	▪ 배출가스법규 : 유로5 ▪ 저상버스 표준 모델에 관한 기준 ▪ 구동방식 : RR 방식(저상면 확보) ▪ 일반 상용 액셀 적용 (전/후) ▪ 휠체어 탑승 공간 확보 ▪ 리도(5m 도로폭) 운행 가능	▪ 배출가스법규 : 유로6 ▪ 배출가스법규를 제외한 나머지 고려사항은 디젤차량 컨셉설계와 동일함.

- 두 번째는 기존 성과에서 CNG버스 부분을 기획범위의 전기버스 부분에 어느 정도 반영할 수 있는지를 정리하였음.

표 19. CNG차량(기 수행과제)결과 활용 요약

	CNG차량(기 수행과제)	전기차량
주요 구성 부품	 자체프레임, 시트, 드라이브인, CNG 탱크, IP & Meter Cluster, 흡기장치 (인터쿨러), 현가/조향장치, 엔진, 냉각장치, 배기장치	 전기구동조향장치, 자체프레임, 배터리팩, 전기구동 컴프레서, 회생제동, 구동모터, 전기히터, 냉각장치, DC/DC 컨버터, 인버터
고려 사항	- 배출가스법규 : 유로5 - 저상버스 표준 모델에 관한 기준 - 구동방식 : RR 방식(저상면 확보) - 일반 상용 액슬 적용 (전/후) - 휠제어 탑승 공간 확보 - 리도(5m 도로폭) 운행 가능	- 관련 법규 : 저상버스 표준 모델에 관한 기준 - 구동방식 및 일반 상용 액슬 적용은 CNG차량과 동일 - 엔진 동력으로 구동되었던 사양은 전기구동 방식으로 설계 - 배터리 루프 탑재에 따른 자체 프레임 보강 설계 - 인버터, 배터리 등 전기장치 냉각을 위한 냉각장치 설계 - 시트, 드라이브브라인, 현가장치 등은 CNG차량 컨셉설계 활용

- 또한 기존성과의 수요자 요구사항 분석, 운영환경 조사결과 및 선정된 차체 디자인은 본 사업을 수행하는 1차년도 기간에 최신의 데이터를 통하여 보완하고, 차량디자인도 재검토할 필요 있음.

6. SWOT 분석

본 중형저상버스의 SWOT 분석을 통해 강점과 약점, 기회요인과 위협요인에 대한 분석을 통해 기술개발 전략에 활용하고자 함.

(가) 중형저상버스의 강점

- 중형 저상버스는 대형버스로서 운영수지가 어려운 지역의 중형급의 투입을 통한 운영수지 개선
- 저상화를 통한 교통약자에 대한 교통서비스 향상
- 향후 친환경성이 강조된 전기 및 클린디젤 버스 공급을 통한 환경성 향상
- 국가적으로 환경규제 강화에 따른 법적 규제요건(2016년 강화) 충족
- 농촌지역의 좁은 도로 운영환경에 적합한 시스템 구축

(나) 중형저상버스의 약점

- 기존 차량에 비해 가격 경쟁력 약화
- 전기버스의 경우 개발에 따른 안전성, 운영효율성, 탄력성 약화
- 효율적이며 체계적인 유지보수 체계 마련
- 전기충전소, 배터리의 효율적인 관리 및 설치 필요

(다) 중형저상버스의 기회요인

- 세계적으로 환경규제 강화에 따른 녹색성장 정책 추진
- 유가 불안정 및 유가급등에 따른 대체에너지에 대한 요구 급증
- 교통복지국가 지향에 따른 교통약자에 대한 교통서비스 향상
- 국내 환경법 강화에 따른 지속적인 교통차량 환경규제 강화

(라) 중형저상버스의 위협요인

- 세계적으로 환경규제 강화에 따라 선진국 및 개발 도상국가의 신에너지 공
급차량으로의 개발 박차
- 대중교통수단 개발에 대한 제작자의 참여 부족

표 20. 중형저상버스 SWOT 분석

강점(Strength)	약점(Weakness)
- 중형저상버스의 기술적 실현가능성 높음. - 디젤버스의 조기 정차 가능함. - 취약지구의 운영자의 경제성 확보. (대형버스의 교체 운영) - 저상화로 교통약자의 편리성 확보.	- 기존 차량에 비해 가격 경쟁력 약화. - 전기버스의 실용성 안정성 및 운영 효율성 및 탄력성 필요함. - 효율적/경제적 유지보수 체계 필요. (배터리) - 충전소등 인프라 설치 필요.
기회(Opportunity)	위협(Threat)
- 환경규제 강화에 따른 녹색산업 성장. - 석유자원 고갈 및 장기적 유가 상승. - 정부 및 지방자치단체들의 친환경 대중교통수단에 대한 지원 확대. - 교통약자를 고려한 교통정책 추진.	- 해외 선진국 및 개발도상국의 전기차량에 대한 개발 선도 및 선점. - 교통약자 고려에 따른 국가 복지비용 증가. - 제작업체의 적극적 참여 부족.

중형 저상버스 개발 및 보급을 위해서 친환경성, 교통약자 보호 측면의 강점과 개발차량의 가격, 안정화, 인프라 보완 등의 약점을 극복하여 실용화를 위한 보급을 추진하여야 함. 국가적으로 볼 때 친환경성과 유가 불안정의 세계정세 속에서 기회이기도 하며, 해외 선진국 및 개발도상국의 선점 및 선도의 위협을 극복하여야 함.

4절. 연구개발 인프라 분석

- (1) 국내의 교통 분야의 시스템 개발 및 보급에 대해서는 철도시스템이 개발되거나 보급을 위한 많은 사업과 연구가 이루어졌음.
- (2) 교통 시스템은 공공성과 안전성을 중요시하는 시스템 특성상 공공기관의 지원과 개발의지가 없으면 새로운 기술에 대한 접목과 개발이 이루어지기가 어려운 특성을 가지고 있음.
- (3) 이러한 어려운 상태에서 철도분야는 고속전철 도입과 더불어 연구 사업을 통해 300Km/h급의 국산고속전철의 개발을 필두로 지속적인 개발을 통해 430Km/h의 동력분산식 고속전철 시스템 개발을 눈앞에 두고 있음.
- (4) 특히 경전철 분야에서는 고무차륜형 AGT 개발과 노면전차 등 국내 실정에 맞는 철도교통 시스템 개발을 추진하여, 실용화가 되고 있는 실정임.
- (5) 공공성과 안전성이 강조되는 철도시스템은 국가가 주도하여 시스템을 개발하고, 이에 대한 입증시험과 성능평가를 통해 양산되는 시스템에 반영되고 있음.
- (6) 공공성이 강조되는 시스템은 시스템의 제작 및 입증평가를 통해 이를 상용화하는데 걸리는 시간도 5-10년간의 기간이 소요되고 있음.
- (7) 철도시스템의 개발에 비해 늦었지만 “국가교통핵심기술개발사업”이라는 사업에서 태동된 철도가 아닌 대중교통에 대한 개발이 시작이 되었음.

- (8) 대중교통의 초석아래 신교통이라는 도로위에 달리는“바이모달 트램”이라는 2-3량의 신교통시스템이 개발되고 이에 대한 안전성능을 확보한 후 시운전 및 시범운행을 가지게 되었음.
- (9) 바이모달 트램은 철도와 버스의 중간 형태로 도로위의 철도로 분류되며, 도로 위의 전용선 확보 대중교통이라고 할 수 있음. 이 기술은 대중교통인 2-3량의 버스시스템에 자동운전 기능, 자동정차 기능을 가미하여 철도의 정시성을 통한 대중교통이 가능하게 되었음. 여기에 쓰이는 기술은 트램과 같이 저상화를 확보하는 기술, 전체 차륜 조향 기술, 자동운전 기술, CNG 하이브리드 기술 등이 개발되고 적용되었음. 이러한 기술을 근간으로 대형 저상버스에 대한 표준사양 제시를 위한 개발 사업이 시작되어, 대형저상버스에 대하여 저상화, CNG가 적용된 대형(11m급) 저상버스가 제작되었고, 이에 대한 안전인증이 수행되어 대형저상버스에 대한 표준사양 고시가 국토부 주관으로 이루어졌음.
- (11) 이를 바탕으로 교통약자 및 중소도시형의 중형 저상버스의 시작품 제작과 이에 대한 안전인증, 표준사양고시를 위한 개발을 시도하기에 이르렀음.
- (12) 이러한 개발을 위해 기획과정에서 국내의 교통관련 기술진과 정책적 방안을 검토하는 연구진으로 구성하였으며, 현재 국토해양부 연구개발과제인 ‘바이모달 트램개발(CNG-하이브리드,저상,자동운전,다관절,복합차체)’, ‘저상버스 표준모델 개발’, ‘중형 저상버스 시스템 사양개발’ 및 ‘전기 저상버스 표준사양 개발’연구를 수행했던 연구진이 참여하여 기획하고, 본 사업 기획을 위해 향후 이에 대한 시험평가와 관련된 안전인증 계획, 실용화 보급정책의 방향 정립을 위해 아웃소싱을 통해 전문기관과의 공조를 통해 사업기획을 하였음.
- (13) 본 사업 기획을 위해 기획에 참여하는 한국철도기술연구원은 국가출연연구기관으로서 철도, 대중교통, 물류분야의 대규모 시스템개발 사업의 연구비관리를 전산시스템으로 통하여 효과적이고 투명하게 수행하고 있으며, 2012년도 교육과학기술부의 우수 연구비 관리기관 지정을 추진 중임(고속전철, 경전철, 틸팅열차, 바이모달 트램, 무가선티램 등).

1. 산업계 조사 분석

연구개발 인프라 조사를 위해 산업계, 연구계, 학계에 대해 개발현황, 장비현황에 대해 조사를 수행하였음.

가. 현대자동차

표 21. 현대자동차

구 분	내 용	
생 산 품	-모델명 : 카운티 -승차정원 : 14, 15, 16, 25, 34명 -제원(전장,전폭,전고,축거)(mm) : 6,350×2,035×2,755×3,350 -윤거(mm) : 전 1,705 / 후 1,495 -엔진 : F -최소회전반경(m) : 6.2 -변속장치 : 5단 -타이어 : 205/75R-17.5	
	-모델명 : 에어로타운 -승차정원 : 19, 30명 -제원(전장,전폭,전고,축거)(mm) : 8,495×2,290×3,125×4,000 -윤거(mm) : 전 1,910 / 후 1,740 -엔진(기본) : G225 -최소회전반경(m) : 7.1 -변속장치 : 5단 -타이어 : 7.5R18-16PR, 245/70R19.5	 TU-F 길라
	-모델명 : 그린시티(디젤) -승차정원 : 21, 25, 29명 -제원(전장,전폭,전고,축거)(mm) : 9,085×2,490×3,225×4,240 -윤거(mm) : 전 2,000 / 후 1,860 -엔진(기본) : G260 -최소회전반경(m) : 7.5 -타이어 : 11R22.5-16PR	 •사후유지서비스/디젤/CNG ※상기 사양은 디젤 차량임
	-모델명 : 그린시티(CNG) -승차정원 : 21, 25, 29명 -제원(전장,전폭,전고,축거)(mm) : 9,085×2,490×3,225×4,240 -윤거(mm) : 전 2,000 / 후 1,860 -엔진(기본) : G240 -최소회전반경(m) : 7.5 -타이어 : 11R22.5-16PR	 •사후유지서비스/디젤/CNG ※상기 사양은 CNG 차량임

나. 대우버스

표 22. 대우버스

구 분	내 용	
생 산 품	-모델명 : New BS110(CNG) -승차정원 : 46명 -제원(전장,전폭,전고,축거)(mm) : 11,000×2,490×3,250×5,400 -엔진(GE12Ti (290마력)) : 기본 -최소회전반경(m) : 8.9 -서스펜션 : 와이드 에어 -타이어 : 275/70R22.5 -16PR	출입문 바닥을 인도 높이까지 낮추어 안전한 승하차를 제공하는 신진국형 환경친화형 CNG버스 
	-모델명 : New BC211(디젤) -승차정원 : 48(53)명 -제원(전장,전폭,전고,축거)(mm) : 11,000×2,490×3,180×5,400 -엔진(DL08 (300마력)) : 기본 -최소회전반경(m) : 9.0 -서스펜션 : 리프스프링/에어서스펜션 -타이어 : 11R22.5-16PR	신진국형 도시형 버스의 표준모델 매연 및 소음을 획기적으로 감소시킨 차세대 친환경엔진(대용량, 저배출량, 실연율, 크라이오, 황산화물, 질소산화물 등)을 탑재한 BC211은 도시형 버스의 새로운 기준을 제시합니다. 
	-모델명 : New BC211(CNG) -승차정원 : 48(53)명 -제원(전장,전폭,전고,축거)(mm) : 11,000×2,490×3,465×5,400 -엔진(GE12Ti (290마력)) : 기본 -최소회전반경(m) : 9.0 -서스펜션 : 리프스프링/에어서스펜션 -타이어 : 11R22.5-16PR	신진국형 도시형 버스의 표준모델 매연 및 소음을 획기적으로 감소시킨 차세대 친환경엔진(대용량, 저배출량, 실연율, 크라이오, 황산화물, 질소산화물 등)을 탑재한 BC211은 도시형 버스의 새로운 기준을 제시합니다. 
	-모델명 : New BS106 -승차정원 : 55명 -제원(전장,전폭,전고,축거)(mm) : 10,505×2,490×3,200×5,200 -엔진(DL08 (300마력)) : 기본 -최소회전반경(m) : 8.8 -타이어 : 11R22.5 -16PR	행복을 지켜나가는 출근길에, 휴식을 위해 떠나는 즐거운 여행길에 더욱 편안하고 안전하게 고객님을 모십니다. 

다. 한국화이바

표 23. 한국화이바

구 분	내 용
시 설	Impact Test  • Laminate Panel for Cab Mask Projectile : Hollow Aluminum, (weight : 1kg) Result : No Penetration 
	C-SCAN : Non-destructive Inspection 
	Carbody Structure Examination  • Vertical Load Pressure Cylinder (18 Point, 10tonf)  • Compress Load Pressure Cylinder (200tonf)  • Load Control Panel  • Pressure Units  • Distribution Measurement Equipment

구 분	내 용
	Mechanical Machine • Universal Testing Machine (UTM) • Very low temperature Chamber • High temperature Chamber • IMPACT M/C • Low temperature & Humidity Test Chamber • Dry Oven • Auto Clave • General Water Bath • Vacuum Press • Furnace

구 분	내 용
	• Polisher • Electronic Balance • Gel Time Tester
	Chemical Machine • High Performance Liquid Chromatography (HPLC) • Gel Permeation Chromatography (GPC) • Infrared Rays Spectrometer (IR) • Thermo-Gravimetric Analysis (TGA) • Dynamic Mechanical Analysis (DMA) • Differential Scanning Calorimeter (DSC) • Thermo-Mechanical Analysis (TMA) • Infrared Rays Resistance Log • REOMETER

구 분	내 용	
생 산 품	-모델명 : PRIMUS(CNG) -승차정원 : 49명 -제원(전장,전폭,전고,축거)(mm) : 11,055×2,485×3,265×5,400 -윤거(mm) : 전 2,116 / 후 1,854 -엔진 : GE12A -최소회전반경(m) : 9.0 -타이어 : 275/70R22.5-16PR	 FRT Quarter View
	-모델명 : e-PRIMUS(전기) -승차정원 : 48명 -제원(전장,전폭,전고)(m) : 11.05×2.48×3.41 -구동모터 : 240kw(322마력) -배터리 : 리튬이온폴리머(102kwh) -1회 충전 주행거리 : 110km/h -충전시간 : 급속 20분	 FRT Quarter View

2. 학계 조사 분석

국내의 자동차관련 학과로는 많은 자동차 관련학과가 있으며, 본 기획에서 개발하고자 하는 중형저상버스는 친환경성이 강조되는 클린디젤과 전기차량으로 이와 관련된 학과가 본 연구와 관련성이 크다고 볼 수 있음.

자동차공학 관련 학과로는 국민대학교 자동차공학과, 삼육대학교 카메카트로닉스학과, 서울특별시, 서울과학기술대학교 자동차공학과, 동명대학교 자동차공학과, 계명대학교(성서캠퍼스) 기계자동차공학과, 대구가톨릭대학교(루가캠퍼스) 자동차공학전공, 남부대학교 자동차기계공학과, 송원대학교 기계자동차공학과, 가천대학교(글로벌캠퍼스) 기계자동차공학과, 강원대학교(삼척캠퍼스) 자동차공학과, 공주대학교(천안캠퍼스) 자동차공학전공, 공주대학교(공주(신관)캠퍼스) 자동차공학전공, 선문대학교(아산캠퍼스) 하이브리드공학과, 신성대학교 자동차공학과, 중부대학교 자동차관리학과, 호서대학교(아산캠퍼스) 자동차공학과, 경북대학교(상주캠퍼스) 기계자동차공학부 자동차공학전공, 경북대학교(상주캠퍼스) 자동차공학부, 경일대학교 기계자동차학부(기계공학, 자동차공학, 기계설계), 경일대학교 자동차공학전공, 김천과학대학교 자동차공학전공, 대구가톨릭대학교(효성캠퍼스) 자동차공학전공, 대구가톨릭대학교(효성캠퍼스) 자동차생산공학전공, 대구대학교(경산캠퍼스) 기계·자동차공학부(자동차공학전공), 경남과학기술대학교 자동차공학과 등 약 20여개의 학과가 있고, 자동차 관련 학과로는 서일대학교 자동차과, 한국폴리텍 I 대학(서울정수캠퍼스) 자동차과, 한국폴리텍 VII 대학(부산캠퍼스) 자동차과, 한국폴리텍 VII 대학(부산캠퍼스) 자동차과, 인하공업전문대학 자동차과, 한국폴리텍 II 대학(남인천캠퍼스) 자동차과, 한국폴리텍 II 대학(인천캠퍼스) 자동차과, 대구공업대학교 자동차과, 영남이공대학교 자동차과, 한국폴리텍 VI 대학(달성캠퍼스) 자동차과, 서영대학교 자동차과, 조선이공대학교 자동차과, 경기과학기술대학교 자동차과, 대림대학교 자동차과, 두원공과대학교(안성캠퍼스) 스마트자동차과, 두원공과대학교(안성캠퍼스) 자동차과, 수원과학대학교 자동차과, 신홍대학교 자동차과, 용인송담대학교 자동차기계설계전공, 한국폴리텍 II 대학(화성캠퍼스) 도장과, 한국폴리텍 II 대학(화성캠퍼스) 자동차과, 한국폴리텍 III 대학(춘천캠퍼스) 자동차과, 충북보건과학대학교 자동차과, 한국폴리텍 IV 대학(충주캠퍼스) 자동차과, 한국폴리텍 IV 대학(아산캠퍼스) 자동차기계과, 전주비전대학교 자동차과, 목포과학대학교 자동차과, 전남과학대학교 자동차과, 전남도립대학교

기계자동차과, 가톨릭상지대학교 자동차모터스포츠과, 대구미래대학교 자동차과 등 약 30여개의 학과가 있으며 위의 자동차관련 많은 학과중에 친환경 에너지 관련 학과들을 꼽자면 다음과 같은 학과들이 대표적이라고 할 수 있음.

가. 전문대 하이브리드공학과

표 24. 전문대 하이브리드공학과

구 분	내 용
인 력	교수 : 5명
연구 및 진출 분야	기계·자동차산업 분야, 에너지·중공업산업 분야, 재료·화학산업 분야, 전기·전자산업 분야, 정보·소프트웨어산업 분야, 대학·정부·연구소 등 모든 산업 분야 및 대학원

나. 한양대 미래자동차공학과

표 25. 한양대 미래자동차공학과

구 분	내 용
인 력	교수 : 8명
연구 및 진출 분야	자동차 관련 대기업, 국내외 대학원, 벤처기업 창업, 전문행정직, 기계, 전기전자, IT

다. 두원공과대학 스마트자동차과

표 26. 두원공과대학 스마트자동차과

구 분	내 용
인 력	교수 : 1명
연구 및 진출 분야	자동차검사정비 경기1조합과 산학협동, 현대기아직영정비공장, 1급정비공장, 현대블루헨즈, 기아오토큐, 자동차부품설계회사

라. 아주자동차대학 하이브리드자동차학과

표 27. 아주자동차대학 하이브리드자동차학과

구 분	내 용
인 력	교수 : 4명
연구 및 진출 분야	자동차 제조 관련업체(현대, 기아, GM대우, 삼성), 자동차 정비업체(현대자동차 그린서비스 등), 모터 생산 관련업체, 배터리 생산 관련업체(LG화학 등), 인버터 생산 관련업체

3. 연구계 조사 분석

가. 한국기계연구원(자기부상연구실)

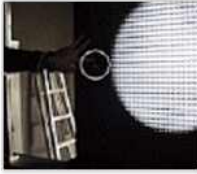
표 28. 한국기계연구원(자기부상연구실)

구 분	내 용	
교통분야 연구인력	7명	
시 설	○ 장비명 : LMS SCADAS Mobile Hardware ○ 장비용도 : - 소음 측정 - 진동 측정 - Modal 분석 ○ 주요사양 : - 40 channels - 102,4kHz sampling rate per channel - 24 bit DSP technology - 105 dB signal to noise ratio - 2.2 Msamples/s throughput rate - High-speed Ethernet connection - Runs more than 4 hours on internal battery - Qualified for rough and hightemperature operating conditions	
비 고	정부출연연구소	

나. KATRI(자동차안전연구원)

표 29. KATRI(자동차안전연구원)

구 분	내 용
교통분야 연구인력	28명
시 설	시험시설 사진 충돌시험차량 구동장비 충돌시험동 차체강도 시험장비 정적전복 시험장비 3차원측정장비(IGPS 측정기) 고속카메라 시험장비 가속도계 고정장비 충돌 시험용 대차
	충돌시험 정면충돌시험 측면충돌시험 후면충돌시험 차체강도시험 정적전복시험 동적전복시험
	시험시설 사진 ■ 내부충격시험장치 계기판넬 흡수시험 조향장치 충격흡수시험 설내 후시경 충격흡수시험 좌석등받이 충격흡수시험

구 분	내 용
	1 차체강도시험장치     차체강도 시험장비 전경 좌석 및 좌석부착장치강도시험 열문강도 시험 현정강도 시험
	2 충돌모의 시험장치  에어백개발 시험  충돌모의 시험시설 3 부품 시험장치  머리지지대 강도시험  문열림 방지장치 강도시험
	4 범퍼 시험장치  범퍼 전자시험  범퍼 고정벽 시험 5 보행자 상해 평가장치  보행자 안전성 평가시험 (머리모형)  보행자 안전성 평가시험 (다리모형)
	시험시설 사진 6 차량방호안전시설 성능평가 시험시설     충격흡수시설성능평가시험장 방호울타리성능평가시험장 차량 원격무인구동시스템 데이터 기록시스템 7 시선유도시설 관련 시험시설   Solar simulator VMS 성능평가

구 분	내 용
	시험시설 사진 ■ 소음시험실    소음시험실 타이어, 머플러, 실내소음 엔진소음 ■ 소음시험로    소음시험로 가속주행 소음시험 배기소음시험
	시험시설 사진  전자파 방사시험(10미터법)  전자파 방사시험(3미터법)  전자파 내성시험 (10k~20MHz)  전자파 내성시험(10k~200MHz) 전자파 방사시험(3미터법)  전자파 내성시험 (200MHz~1GHz)  야외 전파시험장
	시험시설 사진   엔진동력계 배기가스분석기 및 업자상물질측정장비 시험장면   일동기 출력시험 각종 성능시험

구 분	내 용
	시험시설 사진  가솔린분석기 (LEV,ULEV,SULEV)  공기정제장치  입자상물질(PM) 측정기  증발가스 시험장비(SHED)  차대 동력계 배출가스시험  저공해자동차 연비 및 배출가스시험  DOC 인증시험  경유자동차 연비 및 배출가스시험 시험시설 사진 ❑ 시계확보장치 시험  시리제거시험  제정액분사장치 시험 ❑ 가속제어장치 복귀능력 시험  스트로바다 스프링 제거 상태 시험  가속제이탈 결단시험 시험시설 사진 ❑ 등화장치 시험  등화장치 시험설  전조등 광도시험 ❑ 시계범위 시험  시계범위 시험설  A 필라 방해각 측정
비 고	준정부기관

다. 기술표준원

표 30. 기술표준원

구 분	내 용	
교통분야 연구인력	3명	
시 설	와이어로프테스터	고주파유도진공용해로
	배기가스분석기	간접계
	동력계	호이스트
	오일필터시험기	진공오븐
	공기청정기시험기	무정전전원장치
	토크게이지	동결건조기또는리오필라이저
	음향측정기기및데시벨미터	논리상태검사기
	필름현상기	신호분석기
	비디오프로젝터	코팅기
	레이저프린터	실험실용초순수제조장치
	흡수식냉온수기	대형온습도환경조성실
비 고	정부기관	

라. 자동차 부품 연구원

표 31. 자동차 부품 연구원

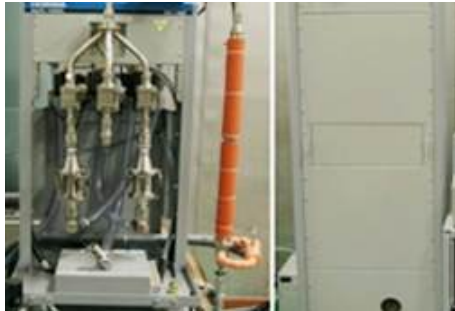
구 분	내 용	
교통분야 연구인력	90명	
시 설	○ 장비명 : AC 엔진동력계 ○ 장비용도 : - 엔진 및 엔진 부품의 성능 및 내구성 평가 (엔진부품 개발) - Vehicle Simulation(FTP-75, NEDC Cycle 등 구현) - Stationary & Transition Cycle 구현 - HEV 평가 (디젤 하이브리드 동력시스템의 실험도로 부하 모사) ○ 주요사양 : - Rated Power : 350kW - Rated Torque : 750Nm - Rated speed : 4,480rpm - Dyno. Inertia : 0.7kgm² - Maximum speed : 10,000rpm	

구 분	내 용
○장비명 : AC 엔진동력계 ○장비용도 : - 엔진 및 엔진 부품의 성능 및 내구성 평가(엔진부품 개발) - Vehicle Simulation(FTP-75, NEDC Cycle 등 구현) - ESC, ETC Cycle 구현 - HEV 평가 (디젤 하이브리드 동력시스템의 실험도로 부하 모사) ○주요사양 : - Rated Power : 460kW - Rated Torque : 2,700Nm - Rated speed : 1,600rpm - Dyno. Inertia : 2kgm² - Maximum speed : 5,000rpm	
○장비명 : EC 엔진동력계 ○장비용도 : - 엔진 및 엔진 부품의 성능 및 내구성 평가(엔진부품 개발) - Stationary Cycle, ESC Cycle 구현 ○주요사양 : - Rated Power : 580kW - Rated Torque : 4,000Nm - Rated speed : 1,400rpm - Dyno. Inertia : 1.1kgm² - Maximum speed : 7,000rpm	
○장비명 : AC 엔진동력계 ○장비용도 : - Combustion Analyzer - In-Cylinder Laser Optic - 단기통 및 엔진 가시화 실험 ○주요사양 : - Rated Power : 110kW - Rated Torque : 350Nm - Rated speed : 4,990rpm - Maximum speed : 5,600rpm	

구 분	내 용
○장비명 : 단축내구 ○장비용도 : - 후처리 시스템(DOC, DPF, SCR, AOC) - 내구 평가 장치 - 엔진 부품 내구 평가 장치 ○주요사양 : - Rated Power : 700KW - Rated Torque : 1200Nm - Rated Speed : 4,000rpm - Maximum Speed : 6,000rpm	
○장비명 : 배기가스 모사 엔진 부품 평가 시스템 ○장비용도 : - PM Feeder / SOF Control - 후처리, EGR, 센서 평가 ○주요사양 : - 엔진 배출가스 모사 : 유량, 온도, 배출가스 모사, PM 모사 - 가압식 2set, 흡입식 1set	
○장비명 : 배기분석계 ○장비용도 : - 디젤엔진 배출가스 측정 장치 - 엔진 운전영역에 따른 실시간 배출가스 분석 - 디젤엔진 및 후처리장치 성능평가 및 내구성평가 ○주요사양 : - HORIBA MEXA-7100DEGR 3set - 측정 가스 : CO, CO2, O2, THC, NOx, CH4, EGR CO2	
○장비명 : FTIR 분석계 ○장비용도 : - 미 규제 물질 측정 - 각종 후처리 분사장치의 실시간 미 규제 물질 분석 - NH3 Slip 측정 ○주요사양 : - HORIBA MEXA-6000FT - 측정 가스 : CO, CO2, NO, NO2, N2O, H2O, NH3, SO2, HCHO,	

구 분	내 용
	HCOOH, CH₄, C₂H₄, C₂H₆, C₃H₆, 1,3-C₄H₆, HNC, iso-C₄H₈, C₆H₆, C₇H₈, HNCO, NO+NO₂ ○장비명 : FTIR 분석계 ○장비용도 : - Urea-SCR 시스템 NH₃ slip 측정 - 배기가스중의 미규제 물질 실시간 측정 - 단거리 이동 가능 ○주요사양 : - 미국 MKS사 MultiGas 2030HS - Sampling Time : 0.2sec - 측정 가스 : CO, CO₂, NO, NO₂, N₂O, H₂O, NH₃, SO₂, CH₄, C₂H₄, C₂H₆, C₃H₆, C₆H₆, C₇H₈, HNCO, NO+NO₂
	○장비명 : FTIR 분석계 ○장비용도 : - 디젤엔진 THC 측정 - 강제분사식 DPF의 THC Slip 측정 ○주요사양 : - FID 방식의 THC 분석계 - Range :0~10,000(ppm)
	○장비명 : 포터블 배기분석계 ○장비용도 : - 이동식 배출가스 측정 장치 - 실차 실험 배출가스 측정 ○주요사양 : - 측정 가스 : O₂, CO, NO, NO₂, SO₂, H₂S, H₂, CO(IR), CO₂(IR), SO₂(IR), CH₄(IR), THC(IR)
	○장비명 : PEMS ○장비용도 : - 이동식 정밀 배출가스 측정장치 - 실차 실험용 배출가스 측정장치 - 실도로 엔진배출가스 특성 데이터 실시간 측정 - 배출가스특성이 고려된 모드개발에 활용 ○주요사양 : - HORIBA OBS2000

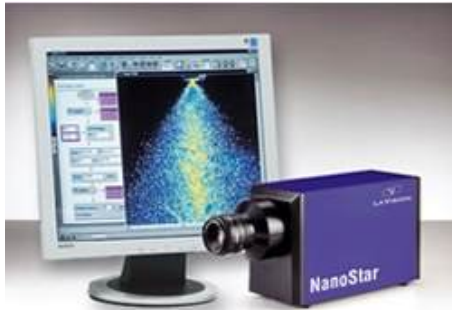
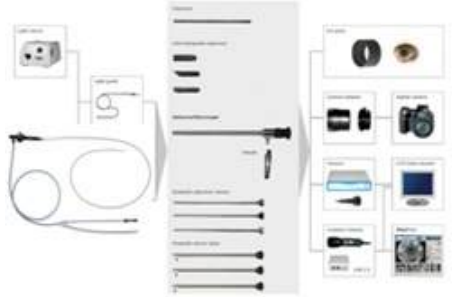


구 분	내 용
	- 측정 가스 : CO₂, CO, NO_x, THC ○장비명 : MDT ○장비용도 : - 디젤엔진 입자상물질(PM) 측정 장치 - DPF 정화효율 및 성능 평가 ○주요사양 : - Dilution tunnel에 의한 PM filter Sampling - PM filter holder(47mm) - 1/100mg 까지 중량측정 
	○장비명 : MDT ○장비용도 : - 디젤엔진 입자상물질(PM) 측정 장치 - DPF 정화효율 및 성능 평가 ○주요사양 : - Dilution tunnel에 의한 PM filter Sampling - PM filter holder(70mm) - 1/100mg 까지 중량측정 
	○장비명 : Smoke meter ○장비용도 : - 디젤엔진 입자상물질 측정 장치(여지 반사식) ○주요사양 : - Smoke value : 0~10 FSN - Pollution level : 0~100% - Soot concentration : 0~32,000 mg/m³ 
	○장비명 : 미세입자 계측기 ○장비용도 : - 입자상 물질 크기분포 및 수밀도 측정 - 후처리 장치 개발 및 평가 ○주요사양 : - Particle size range : 0.007~10 μm - Number of size classes : 12 - Sample flow rate : 10 or 30 l/min - Lowest stage pressure : 100mbar - Operating temperature : 5~40 °C - Response time : < 5 sec 

구 분	내 용
○장비명 : 나노입자 측정 장치 ○장비용도 : - 디젤엔진 나노입자 수량 분포 측정 장치 - 후처리 장치 개발 및 평가 ○주요사양 : - Particle Size Range : 3~630[nm] - Dilution ratio : 1:7 to 1:40 - Particle Size Resolution : 21 channels	
○장비명 : 미세입자 계수 측정기 ○장비용도 : - 디젤엔진 나노입자 수량 분포 측정 장치 - 후처리 장치 개발 및 평가 ○주요사양 : - TSI사, CPC-3775 1set, CPC-3010D 1set - 측정입자 : 입경 4nm ~ 3um (3775) - Range : 0~10⁴(3010D), 0~10⁷(3775) particles/cm³	
○장비명 : 가변 희석장치 ○장비용도 : - 나노입자 측정 장치용 배출가스 전 처리 및 정밀 희석 제어 장치 ○주요사양 : - Dilution ratios : 1:15~1:200 - Primary diluter : 1:3~1:20 - Primary dilution air flow : 1.4~40 lpm - Secondary diluter : 1:5~1:10 - Secondary dilution air flow : 50~200lpm - Sample flow : 0~10 lpm	
○장비명 : Thermodenuer ○장비용도 : - 나노입자 측정용 샘플가스 전 처리용 온도 및 휘발성탄화수소 제거장치 ○주요사양 : - Max. operating temperature : 300℃ - Flow rate : 10~20 l/m - Cooling medium Air or water	

구 분	내 용
	○장비명 : 실차량 소형 측정/제어기 ○장비용도 : - 소음·진동 측정을 위한 이더넷 기반의 측정, 분석, 실시간(ECU)제어 - 실차전용 제어 및 데이터 수집용으로 최적화 - 상용 ECU 개발 전단계의 알고리즘 개발 툴 ○주요사양 : - 8 채널 24 V, 100 us, Sinking Digital Input Module - Sourcing Digital Output Module - 12-Bit Analog Input Module
	○장비명 : 범용 정밀/고속 데이터 취득 장치 ○장비용도 : - 실험실 및 실차용 열부하 측정 (RTD, R, T, K type TC) - 동특성(소음/진동)측정 - 고정밀도/고속 데이터 수집 ○주요사양 : - 8 Simultaneously Sampled Analog Inputs - 24-bit Resolution Multiple Device Synchronization - 102.4 kS/s Sampling Rate - DAQ(16 Analog Inputs, 24 Digital I/O, 2 Analog Outputs)
	○장비명 : 고속카메라 & Nd-Yg Laser ○장비용도 : - 디젤 연소화염 고속촬영 - 분사노즐 분무패턴 촬영 ○주요사양 : - 최대 화면 해상도 : 4*1024 pixel - 최대 촬영 이미지 속도 : 2,000fps - Laser : 532nm, 500mj/pulse



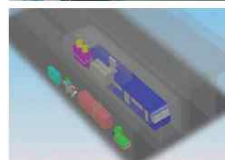
구 분	내 용
	○장비명 : 적외선 열화상 카메라 ○장비용도 : - 각종 센서 및 엔진 부품의 열분포 촬영 - 후처리 장치 열분포 촬영 ○주요사양 : - 측정온도 범위 : $-40\sim 2,000^{\circ}\text{C}$ - 정확도 : $\pm 2^{\circ}\text{C}$, $\pm 2\%$ - 분해능 : 0.08°C at 30°C  ○장비명 : intensified CCD (ICCD) cameras & portable Nd-Yg Laser ○장비용도 : - 연소실 내의 연소 및 온도분포 촬영 - 분무 형상 촬영 ○주요사양 : - Spatial resolution : 1280×1024, 12 bits - Spectral response : $190\sim 900\text{ nm}$ - Laser : 532nm, 300mj/pulse  ○장비명 : Endoscope system ○장비용도 : - 연소실 내의 연소 및 온도분포 촬영 - 소형 부품의 내부 형상 촬영 ○주요사양 : - Endoscope diameter : 2.7 mm / 4mm - Standard fix objective $0^{\circ}/45^{\circ}$  ○장비명 : 살차 기반 후처리 평가시스템 ○장비용도 : - 후처리 장치 (DOC, DPF, SCR, AOC 등) 실험 차량 ○주요사양 : - 디젤, Common-rail Engine - Inter cooler - 140ps, 3907cc - Urea Dosing 장치 및 DAQ & Controller 장착 
비 고	연구기관

마. 한국철도 기술연구원

표 32. 한국철도기술연구원

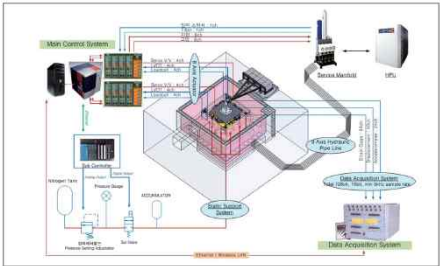
구 분	내 용
교통분야 연구인력	270명
시 설	○장비명 : 추진장치 성능시험장치 ○장비용도 : - 추진장치 성능시험설비는 추진인버터와 전동기의 조합인 피시험체의 성능시험을 실시하며, 추진장치의 개발 또는 형식인증 단계에서 추진장치의 성능을 시험하고 검증하는 장비 - 전원제어 설비, 부하제어 설비 및 운전/계측 설비로 구성되어 추진장치에 대한 속도, 부하제어 및 속도-토크, 전류, 전압, 출력, 손실, 온도 등을 측정할 수 있는 기능을 갖추고 있음 ○시험항목 : 시험대상 : DC 1.5KV, DC 750KV, AC 22KV-차량 추진장치 ○주요사양 : - 장비 주요 성능 - 정격용량 : 1대 단독운전 660kW, 3500N.m / 2대 연결운전 1320kW, 7000N.m - 최대 시험속도 : 최대 5000rpm - 최대 토크시험 : 10000N.m - 장비 주요 사양 - 교류전원설비 : 정격 3000kVA, 25kVA 단상 AC, 2500kW 상평형 장치 - 직류전원설비 : 정격전압 750V/1500V, 제어범위 450V~1000V, 900V~2000V 

구 분	내 용
	○장비명 : 제동성능시험기 ○장비용도 : ● 열차 주행 중 비상제동 및 상용제동 시 열차를 정지할 수 있도록 하는 각종 제동장치 부품(제동디스크, 제륜자 등)의 성능을 평가하기 위한 장비 ● 실차의 기계제동 마찰특성의 정량적 시험평가 및 철도차량 제동시스템의 연구개발을 위한장비 ○시험항목 : ● 마찰재 및 디스크 성능시험 ● 디스크 및 제륜자의 마찰계수측정 ● 시험신청에 따른 성능평가지험 ○주요사양 : ● 최고속도 420km/h, 1900kg·m² 관성 ● 최대 구동동력 : 540HP ● 최대 구동토크 : 2,527Nm ● 최대 구동속도 : 2500RPM(400km/hr, Φ860mm 기준) ● 최대 제동토크 : 25,000Nm
	○장비명 : 철도차량 실대형 환경챔버 ○장비용도 : ● 철도차량 객실의 냉방성능 시험 ● 철도차량 객실의 난방성능 시험 ● 객실내 온도, 기류 분포 시험 ● 객실내 덕트 풍량 분포 시험 ● 철도차량 객실용 공기정화장치의 성능시험 ○시험항목 : UIC 553, 553-1 규격 시험 ISO 7726 규격 시험, EN 13129-1,2 규격, EN 14750-1,2 규격, EN 14813-1,2 규격 시험 ○주요사양 : ● 챔버 크기 : 34(L) X 6(W) X 6(H) m 시험가능 차량 크기 : 27(L) X 3.6(W) X 4.8(H) m ● 고온 및 저온 구현 : -40 ~ 60 ℃ ● 고습 및 저습 구현 : 10 ~ 95 RH% ● 결빙 성능 : -10 ℃에서 10 mm 이상 ● 태양광 모사 : 500 ~ 1,120 W/m² ● 풍동 성능 : 0 ~ 15 km/h ● 객실 내 100지점 동시 온도 모니터링 가능 ● 객실 내 20지점 동시 3차원 풍향풍속 모니터링 가능 ● 객실 내 2지점 동시 덕트 풍량 측정 가능 ● 객차 내외부 표면 온도 측정 가능



구 분	내 용
	○장비명 : 견인전동기 성능시험기 ○장비용도 : ● 철도차량용 Traction Motor의 성능시험을 위해 실제 차량과 동일한 제어환경을 구성하여 Traction Motor의 전반적인 기능과 성능을 확인하고, 차량운행조건에 대한 특성시험을 수행 ● 철도차량의 견인전동기를 주행상태의 부하 여러 조건하에서 시험가능 ○시험항목 : ● 무부하 특성시험 ● 구속시험 ● 부하특성시험 ● 연속정격온도상승시험 ○주요사양 : ● 6.6Kv, 정격용량 22,000kVA ● 6.6Kv, 3상 500kVA, 주파수변환방식, 정격용량 22,000kVA ● 정격전압 3,000V, 1,500V, 750V ● 부하발전기 : 660kW 농형유도전동기 2대 ● 제어장치 : 벡터제어 인버터 ● 제어방식 : 토크/속도제어 ● 최대시험속도 : 5,000rpm ● 토크시험검출용량 : 3,000N·m, 10,000N·m ● 정격용량 : 1대 단독운전 660kW, 3,500N·m / 2대 연결운전 1,320kW, 7,000N·m
	○장비명 : 스프링 시험기 ○장비용도 : 철도차량 1, 2차 현가요소(스프링, 댐퍼, 부쉬류 등)에 대한 특성 및 성능 시험장치 ● 스프링 특성, 내구시험 ● 댐퍼 특성, 내구시험 ● 부쉬, 고무류 특성시험 ○시험항목 : ● 고속철도차량, 기존철도차량 현가요소(스프링, 댐퍼) 특성 시험 및 성능평가 ● 각종 방진재, 노후 현가요소 특성 시험



구 분	내 용
○주요사양 : ● 스프링시험기 - 시험하중 : 수직 40톤, 수평: 10톤 - 액추에이터 변위 : 수직 150mm, 수평 130mm - 동적성능 : 수직 2Hz, 25mm, 수평 2Hz, 50mm - 피시험체 : 코일/고무 축상 스프링, 공기스프링, 부쉬 및 스프링류 ● 댐퍼시험기 - 시험하중 : 3톤 - 최대변위 : 최대 200mm - 동적성능 : 10Hz, 10mm - 피시험체 : 1차/2차 오일댐퍼, 요댐퍼, 차체간댐퍼	
○장비명 : 자유진동대 ○장비용도 : ● 지진파(지반가속도 이력) 모사 장비 ● 토목/건축구조물 및 기계 구성품의 진동실험 ● 축소모형실험 및 유사 동적실험 ● 최대 6-자유도 제어가능 ○시험항목 : 토목/건축 (비)구조체의 내진성능 실험 및 기계구성품 진동 실험 ○주요사양 : ● 진동대 평면 : 4.1m×4.1m ● 최대(공칭)시편중량 : 30톤(20톤) ● 구동 주파수대역 : 0.1~60Hz ● 부상식 면진 콘크리트 기초 (1,440톤) ● 300~320kN 동적 액추에이터 : 8기 (수평4, 수직4) ● 주요 주파수대역(1~2.0Hz) 최대가속도 : $\pm 0.8 \sim 1.7g$ ● 최대 스트로크 : $\pm 200 \sim 300mm$ ● 최대 수평 전도저항모멘트(무게중심 2.5m기준) : 1,200 kNm ● 수평 부가질량 모사장비 : Hydrostatic방식의 저마찰 Mass-Rig ● Sabio 계열 6자유도 제어시스템 및 소프트웨어	 

구 분	내 용
	○장비명 : EMI/EMC 챔버 ○장비용도 : - 전자파 적합성(EMC) 시험을 위해 주변 전자파의 영향을 받지 않는 전자파 차폐실 및 균일한 전자계를 형성하기 위한 전자파 무반사실을 설치하고 전자파 장애(EMI) 측정 시스템 및 전자파 내성(EMS) 시험 - EMI Test Receiver 및 Loop Antenna, Bilog Antenna를 별도로 구성하여 완성차의 전자파 장애 측정(IEC62236-3-1/ EN 50121-3-1) 가능 ○시험항목 : - 철도차량 구성품 EMC 시험 (IEC 62236-3-2, EN 50121-3-2) - 방사내성 시험(IEC 61000-4-3), 전도내성 시험 (IEC 61000-4-6) - Radiated Emission 시험/Conducted Emission 시험 (CISPR 11) ○주요사양 : - CISPR 11, IEC 61000-4-3 - 전자파 반무반사실, 전자파 차폐실 - Radiated Emission(3m), Conducted Emission 측정 시스템 - 방사 내성 시험, 전도 내성 시험 시스템 - 정전기 방전 시험 시스템 - 전원 설비 용량 : DC 150V/ 40A, AC 단상 300V/ 50A
	○장비명 : 드라이빙 기어 시험기 ○장비용도 : 고속전철 및 전동차용 감속구동장치의 부하에 따른 진동, 소음, 누유, 기어강도, 온도, 베어링 이상유무, 기계효율 등의 성능 측정과 내구성을 평가하고 확인하기 위한 시험 장비 ○시험항목 : - 기어의 굽힘강도 및 치면 피로에 대한 내구성 시험 - 감속기 오일 누유 시험 - 온도상승 시험 - 효율 시험



구 분	내 용
	- 진동 시험 - 소음 시험 - 백래쉬 측정(Tooth Clearance) - 치면 접촉 상태 및 베어링 이상 유무 ○주요사양 : - 입출력모터 : 1300kW(690V) - 입출력 모터 : 1300kW(690V) - 토크 : 57,000Nm - 시험대상 : 전동차, KTX, G7감속기 - 측정인자 : 토크, 회전수, 진동, 온도 - 시험방식 : 동력흡수식
비 고	정부출연연구소

○ 400km/h급 고속철도 인프라 시범적용 사업의 현장 시험설비

- 국내에서는 고속철도의 속도향상과 관련하여 인프라의 안정성확보를 위하여 400km/h급 고속철도 인프라 시범적용 사업이 2010년 12월 시작하여 2014년 10월까지 4개년 계획으로 추진되고 있으며, 이 사업에서 개발되는 연구성과품의 호남고속철도 적용을 통한 성능평가 및 현장 적용성 검증을 준비 중에 있음.
- 시범(TEST-BED)구간은 ①호남고속철도 TPS 분석, ②환경소음, 전차선, 선로구축물 등 분야별 기술검토, ③국토해양부, 한국철도시설공단 등 유관기관 협의를 통해, 호남고속철도 상행선 100~128k, 하행선 54-82k를 400km/h Test-bed 구간으로 선정하였고 이를 전차선로 핵심장치, 환경소음 저감장치, 선로구축물 측정계획을 수립하고 있음. 본 기본계획은 호남고속철도 건설공정과 HEMU-430X의 시험운행 계획을 반영하여 Rolling-plan 형태로 지속적으로 보완 예정임.



5절. 종합 분석

국내외 저상버스는 교통약자를 위한 대중교통용 버스의 개발 보급전략에 있어 가장 기본적이며 최선의 수단으로 널리 인식되어져 있음. 그럼에도 불구하고 저상버스는 운행에 맞는 도로와 인도 등의 교통인프라 선구축 문제와 운영비의 저효율성 등의 문제로 세계 각국은 1990년대 후반이 되서야 저상버스에 대한 본격적인 연구 개발이 이루어지게 되었음. 또한 최근 해외에서는 교통수요 및 도로여건에 맞는 다양한 종류의 중형저상버스가 개발·보급되고 있으며, 국내에서도 기존의 마을버스 또는 농어촌버스를 대체할 수 있는 경제성, 친환경성, 편의성, 접근성 등을 구비한 중형저상버스의 보급이 요구되고 있음.

자동차관련 연구 또한 기업체 위주로 개발이 이루어져 대중교통의 교통복지 측면이 간과 되거나 추진이 적극적으로 이루어지지 않고 있음. 그러므로 교통복지의 상향화 측면에서 중형저상버스에 대해 국가나 정부기관이 주도적으로 추진할 수 있는 가이드라인이 제시되어야 함.

3장. 연구개발과제 구성 및 추진전략

1절. 비전 및 목표

본 연구의 목표는 중형저상버스에 대한 기술개발 및 보급정책 수립을 최종목표로 함. 이를 위하여 전기/디젤 2개 차종의 중형저상버스에 대한 표준모델 개발을 연구하고, 표준 모델기획(안)을 기초로 안전인증을 실시하고 표준모델에 대한 사양고시 방안을 제시하고자 하며, 이의 활용 및 보급을 위한 충전시설의 설치/운영방안을 검토할 예정임. 이의 실용화 보급을 확대하기 위한 실용화 보급 기반조성으로 보급정책 개발, 보급효과 분석, 양산보급 계획 수립을 위한 기획(안)을 통해 실용화 기반 및 양산 보급의 초석을 마련하고자 함.

아래에서 예시되는 국가적인 정책목표에 부합하는 “그린 저상버스”의 개발을 목표로 이에 맞는 목표 및 개발사양이 정하여 졌으며, 이를 보급화 할 수 있는 구체적인 틀이 과제를 통해 연구되고 개발될 것임.



그림 16. 중형저상버스 개발 비전

본 연구에서 추구하는 저상화와 친환경성화에 맞는 차량개발 및 보급을 위해서는 대중교통의 교통약자를 위한 “교통약자의 이동편의 증진법”의 제14조, 제26조에 근거하여 저상버스 보급을 촉진하기 위해 개발 목표를 설정하였으며, 향후 자동차에서 추구하는 친환경성의 보급을 활성화하기 위한 “환경 친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률” 제2조에서 언급한 환경친화적 자동차인 전기자동차, 태양광자동차, 하이브리드 자동차, 연료전지자동차, 천연가스자동차, 클린디젤자동차에 대한 검토를 통해 4년내에 실용화가 가능하고 경제적인 차량개발에 중점을 두고 검토하였음. 기본적으로 친환경차량의 보급을 위해서는 비용 상승은 감수할 수밖에 없으며, 현재도 친환경차량에 대해 정부보조가 이루어지고 있으나 정부보조의 최소화, 차량 비용 상승 부분의 최소화, 도심지역과 교통취약지역에서 원활히 운영할 수 있는 시스템을 선정하여야 함. 이를 위해 친환경 자동차의 시스템의 기본적인 장단점을 비교해 보면 아래와 같으며, 미래 지향적이며, 광범위한 교통지역(농촌지역, 도심지역)을 큰 인프라 투자 없이 친환경 차량으로 운행하기 위해서 인프라 투자 없이 차량시스템 투자를 통한 클린디젤 시스템과 인프라 투자는 필요하지만 차량의 비용증가를 최소화하면서 운행 가능한 전기 시스템으로 사업을 수행하는 방안이 적절한 것으로 볼 수 있음. 특히 클린디젤시스템과 전기시스템의 차량 개발을 위해서는 제작사의 개발 가능성, 보급기준, 법적제도가 어느 정도 완비되어 개발 및 보급화에 최적 시스템으로 볼 수 있음. 아래에는 친환경 자동차의 보급 및 실용화를 위한 대상에 대한 장단점을 간략히 기술하였음.

표 33. 친환경자동차 종류별 장단점

친환경 자동차 종류	장 점	단 점
전기자동차	- 배터리 기술 증가로 1회 운행거리 증가 - 무공해 차량으로 교통시스템 안전성 확보 가능	- 충전 인프라 부족 및 확충 필요 - 차량 비용 증대 - 저상버스 시스템에 적용 가능
태양광자동차	- 충전 인프라 불필요 - 천연 무공해 시스템	- 차량 비용 증대 - 교통시스템으로 안정성 확보 어려움
하이브리드자동차	- 충전인프라 불필요 - 공해 및 연료소모 최소화	- 저상버스 시스템 공간 확보 어려움 - 차량 비용 증가

친환경 자동차 종류	장 점	단 점
연료전지자동차	- 천연 무공해자동차	- 시스템 복잡 - 차량 비용 매우 큼 - 교통시스템으로 입증 어려움
천연가스자동차	- 현재 운영시스템으로 가능	- 충전 인프라 확대 필요 - 안전에 대한 추가 입증 필요
클린디젤자동차	- 현재 엔진시스템으로 보급 가능 - 충전 인프라 불필요	- 엔진성능 향상 필요(환경측면)

2절. 기술개발에 따른 미래상

본 사업을 통해 예상되는 성과는 실용화에 필요한 표준사양을 제시하여 친환경 대중교통관련 정부의 혁신적이고, 차별화된 실용화 정책 수립을 가능하게 하고, 효과적으로 개발 제작된 전기 및 디젤 중형저상버스에 대해 시승평가를 통하여 운행효과의 정확한 분석을 가능하게 함. 향후 연구결과를 실용화함으로써 중형저상버스를 활용하여 교통약자 요구와 수송수요에 맞추어 대도시의 저상버스를 대체하거나 보완하여 조합운영할 수 있는 체계구축이 가능함. 또한 교통약자 취약지역(농어촌 및 도시외곽), 통학, 학원 및 유치원용으로 중형저상버스 표준모델을 제시하여 중형저상버스 대중화에 기여할 수 있고 2018년 동계올림픽 등 국내에서 개최되는 국제적인 행사에 녹색 Barrier Free 대중교통수단으로 투입하여 활용할 수 있음.

1. 현황 및 미래상

정부에서는 2008년도 고시된 ‘저상버스 표준모델 기준’에 따라 보급정책을 추진하고 있으나, 차량가격이 높아서 확대보급하기 위한 지속적인 예산투입이 어려운 실정임. 한편 2012.01 전기저상버스 기술사양을 보완하여 개정 고시하였으며, 이의 시행은 6개월 후인 2012.07로 예상됨. 교통약자의 이동권 보장을 위해서는 대중교통의 사각지대(시간적으로나 공간적으로나)에 대한 대책이 필요하며 그 방안으로 중형 저상버스의 기술개발 및 보급정책이 시급한 실정임. 대형·중형 저상버스 및 특수사양의 교통수단에 대한 기술개발을 추진하면서 이와 동시에 이를 종합적이고 효율적으로 묶어내는 시행방안을 추진함으로써 대중교통에 의한 Barrier Free 체계를 완성시킬 수 있을 것임.

본 사업을 통해 예상되는 성과는 실용화에 필요한 표준사양을 제시하여 친환경 대중교통관련 정부의 혁신적이고, 차별화된 실용화 정책 수립을 가능하게 하고, 효과적으로 개발 제작된 전기 및 디젤 중형저상버스에 대해 시승평가를 통하여 운행효과의 정확한 분석을 가능하게 함. 향후 연구결과를 실용화함으로써 중형저상버스를 활용하여 교통약자 요구와 수송수요에 맞추어 대도시의 저상버스를 대체하거나 보완하여 조합운영할 수 있는 체계구축이 가능함. 또한 교통약자 취약지역(농어촌 및 도시외곽), 통학, 학원 및 유치원용으로 중형저상버스 표준모델을 제시하여 중형저상버스 대중화에 기여할 수 있음. 그리고 2018년 동계올림픽 등 국내에서 개최되는 국제적인 행사에 녹색 Barrier Free 대중교통수단으로 투입하여 활용할 수 있음.

2. 기술개발 전략 및 효과

전기저상버스의 완성차 제작기술 및 그 운영은 지금 바로 시작하면 세계적 경쟁력 확보가 가능한 연구개발 분야임. 또한 국토해양부 주관으로 수행된 중형저상버스 시스템 사양개발 관련 연구 결과와 전기 철도차량에 특화된 전장 및 전기추진시스템 기술을 개선·접목하면 빠른 기간 내에 중형저상버스(전기 및 클린디젤)를 제작할 수 있으며 외국의 중형 저상버스와 충분히 경쟁 할 수 있음.

전기버스관련 요소기술로는 동력전달, 전기발생, 전기 관리 및 저장 기술(차량 및 도로)로 구분됨. 현재 국내에서는 이와 관련된 요소기술 연구가 여러 부처의 연구개발과제로 진행되고 있음. 해당 요소기술은 차량으로 통합 검증되어야 개발성과의 실용화가 가능하며, 다른 산업으로 크게 확산될 수 있음.

따라서 본 과제를 통하여 부처 및 기업의 연구개발로 산재되어 있는 요소기술을 통합하여 중형저상버스를 제작하고 예비검증을 통하여 실용화 보급정책에 반영하고자 하며, (Medium duty 상용전기차용 일체형 전기동력시스템 개발, 지식경제부) 자동차 성능시험연구소와 공동연구를 진행하여 중형저상버스가 완성되었을 때 관련 법규를 충족시키도록 개발 추진하고자 함. 또한 차량제작사와 운영사를 연구과정에 참여시키고, 승객(국민)의 의견을 반영시킬 수 있는 조사 및 행사를 포함한 연구개발체계를 운영하여 국내외 실용화에 어려움을 최소화하고자 함.

기 수행된 연구인 “중형저상버스 시스템 사양개발”을 최대한 활용하여 실용성, 보급성 확대에 주안점을 두고 개발을 수행하고자하며, 기 수행된 연구에서는 디젤차량과 CNG 차량에 대한 중형급 전장 7.2m, 전폭 2.2m, 30인승에 대하여 기술적인 검토(기술적 Spec, 수요자 분석, 개념설계, 기본설계 수행)가 이루어 졌으나 현실성과 미래 지향성을 고려해 차량은 친환경성과 수요자(운영자, 제작자)의 요구를 고려해 클린디젤 차량을 개발을 우선 수행(정책적 방향과 운영자, 수요자 요구)하고, 전기차량은 후속으로 개발을 진행하고자 함. 전기차량은 향후 중요한 친환경 차량으로 지엽적이지만 운행거리가 짧은 마을버스 등에 활용할 수 있는 기본 사양을 가진 차량을 설계하고 향후 운행거리를 고려해 확장성을 고려한 설계에 주안점을 두고자 함. 기 수행된 연구에서의 설계를 최대한 활용하여 본 기획에서 변경된 종류(클린디젤, 전기버스)에 따른 기본설계에 대해 시스템 검토를 통해 보완되어야 하며, 다양한 수요자의 요구조건을 고려해 전장의 연장 가능성도 고려될 예정임.

3. 개발 차량의 시스템 목표 사양

개발 보급 차량의 시스템 목표 사양을 설정하기 위하여 차량운행이 가능한 예정지역의 조사 결과와 개발 차량의 시스템에 대한 각부의 기본설계, 개발 가능성을 종합적으로 검토하여 아래와 같은 개발 시스템의 기본 목표사양을 설정하였음. 아래에서 설정한 목표는 상용화에 따른 운행거리, 경제성, 미래지향성을 세부적으로 검토하여 설정한 시스템의 기본 개발 목표이며, 기본 개발 목표에 대하여 세부적인 시스템 설계, 부품설계가 이루어질 것임. 이는 개발연구의 평가 지표가 되고, 향후 개발을 위한 지표 역할을 할 것임.

본 개발 차량의 시스템 목표사양 설정을 위해 “중형저상버스 시스템 사양개발” 연구에서 중형저상버스 도입에 대한 인식 및 타당성 파악, 이용자 측면의 기본적인 상품적 욕구 파악을 위해 대도시, 중소도시에 대해 일반인과 교통약자에 대해 총44개 도시의 이용자 정량조사에서 인프라 측면에서 병행 개발해야 한다는 의견이 나왔으며, 인프라 측면의 “좁은 도로에 맞게 의견”, “도로환경 개선/노면보수”의 의견이 개진되었음. 이를 고려하여 농어촌 도로의 현장 조사 사례(강원도 지역)에 근거한 승차정원, 차폭, 회전반경, 차량길이를 고려하였으며, 제품사양의 요구조건에 대한 이용자의 정량적 요구조건을 감안한 세부 설계안이 도출될 것임.

항 목	차종 및 기준		비 고
	클린디젤 중형 저상버스	전기 중형 저상버스	
차량 형식	중형급 차량 (7m ~ 9m)		중형의 법적 정의 (승합자동차 중형)
운행 가능 여건	25% 이상 도로폭 5m에서 교행조건 (Wall to Wall)		
저상 면적 및 저상고	저상면적 : 40% 이상 확보 저상고 : 340mm 확보		
승차 정원	30명 ~ 35인 (좌석 10개 이상 확보)		
차량최고속도	80km/h 이상		
편의 및 안전사양	Wheel Chair 탑승공간 1개소 확보 Wheel Chair 슬로프 및 표시장치 설치 개문 발차 방지장치(Door-Accel Interlock) Luggage 공간 확보 LCD 행선지 표시기 내/외부 설치		
주행 거리		실주행거리 : 25Km 이상 확보 정속 주행거리 : 60km이상 확보(60km/h 주행시)	
환경 목표	EURO 6 기준	-	

※ 승합자동차의 중형 정의 : 승차정원(16-35인이하), L>4.7m or B>1.7 or H>2.0

가. 중형 저상버스 전장 변경 가능성 검토

- 중형그린저상버스(클린디젤차 & 전기차)의 설계 및 시제차량 제작, 검토를 위해 기 검토된 중형저상버스 개념 사양의 전장(全長)을 변경하여 적용 가능한지 가능성을 검토하기 위함임.
- Long body : 시트 1열 추가
- Short body : 시트 1열 제거

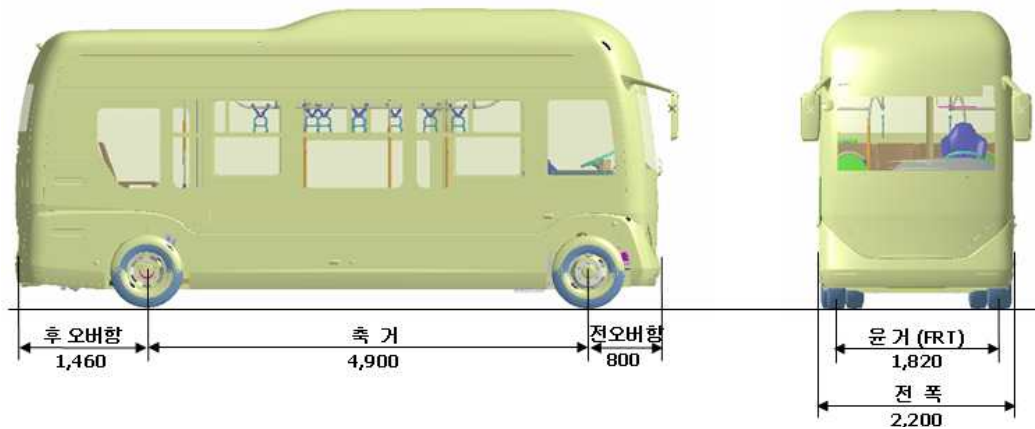


그림 17. 중형저상버스 컨셉 설계 사양

○ 검토조건은 아래와 같이 검토하였음.

(1) 전, 후 오버행 & 전폭을 유지한 조건에서의 구성 가능 여부 검토



(2) 도로 폭 5m에서의 교행 조건 만족(Wall to wall) 검토

(3) 저상 면적 40% 이상 만족 검토

○ 위 검토조건에 의거 검토한 결과는 아래와 같음.

(1) Long body lay-out 검토

(가) 좌석 1열 추가(총 7열) 검토

- 중형저상버스 컨셉 사양 : 좌석 수 6열, 좌석 간격 735mm
- 일반 좌석 배치를 기준으로 승객 편의성을 만족하는 700mm 설정 (좌석 간 간격 안전 기준은 650mm임)
- 좌석 수 7열을 만족시키기 위하여 축거리 430mm 연장이 필요함(그림 18 참조).

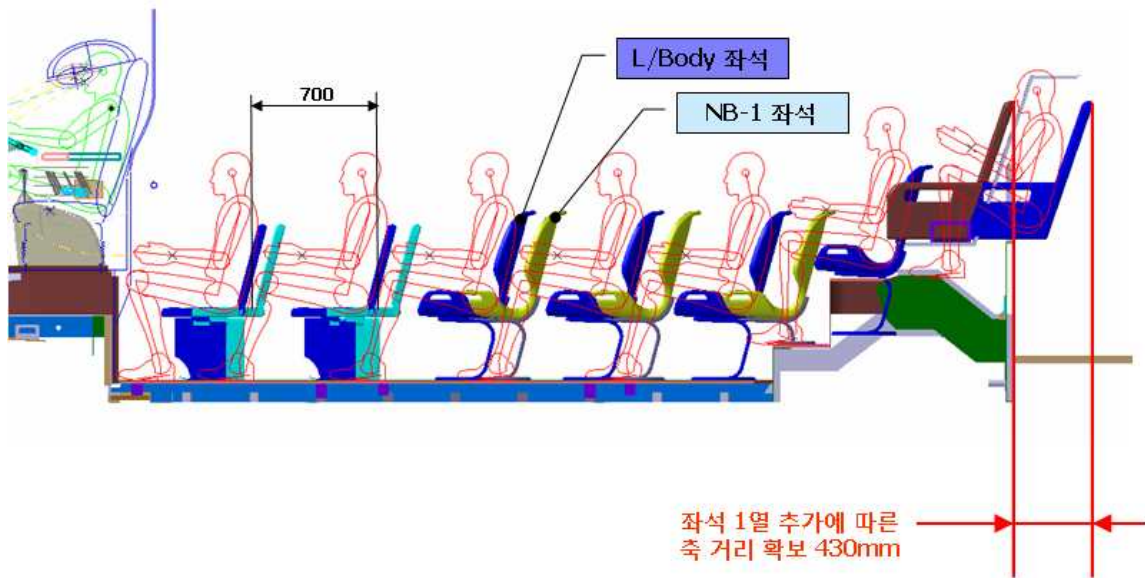
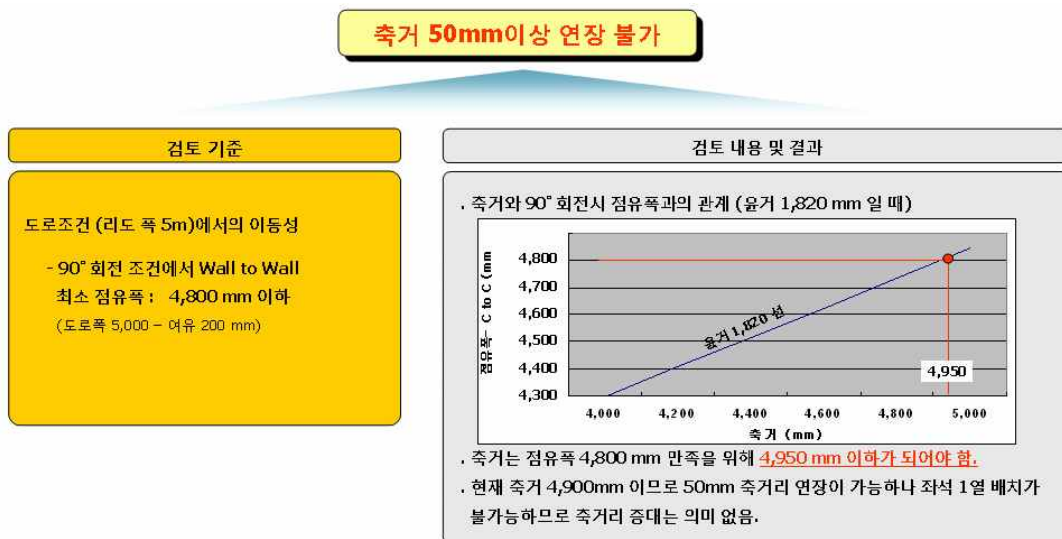


그림 18. 좌석 1열 추가 예상도

(나) 축거 연장에 대한 Wall to wall 만족 여부 검토



- 메크먼-장투오 조형 이론
- 윤거 (tr)는 전후를 동일, 전를 기준
- 전를 외측 궤 최대 조형각 (α) : 38.9°
- 스코러브 반경 (s) : 20 mm, 타이어 폭 (tw) : 220mm
- 자체 외측 형상은 직사각형
- 휠중심 to 자체 외측면 거리 (bd) : 190 mm
- 속력 5,330 (4,900 + 430 연결)

항목	기본 Data / 산식	값	단위
wb	wheel base (축거)	5,330	mm
tr	Tread (등거)	1,820	mm
foh	전 오버할	800	mm
roh	후 오버할	1,460	mm
a	외측휠 최대조향각	38.9	도
s	스크러브반경	20	mm
tw	타이어폭	220	mm
bd	휠중심에서 차체외측 사이 거리	190	mm
Rfb	$((r + tr + bd)^2 + (wb + foh)^2)^{0.5}$	9,151	mm
Rrb	$((r + tr + bd)^2 + (roh)^2)^{0.5}$	6,950	mm
r'	$r - bd$	4,595	mm
b'	$Rfb - Rrb$	2,201	mm
p'	y 값 (교점 P' 에서)	4,157	mm
ow	$Rfb - p'$	4,994	mm
1식	$x'^2 + y'^2 = r'^2$		
2식	$y = -x + b$		
x 소거식	$2y'^2 - 2by + b^2 + r'^2 = 0$		
p' = y (점P'에서)	$-(2b) + ((2b)^2 - 4 \times 2(b^2 + r'^2))^{0.5}$	4,157	mm

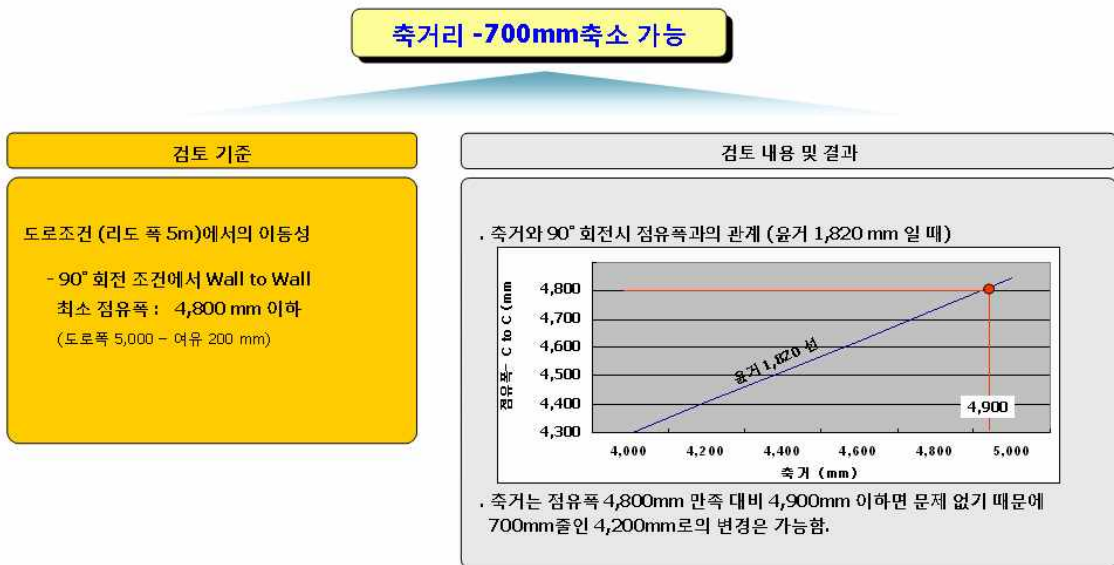
- **bd**: 월등심에서 자체 외측면까지의 거리
- **foh**: 전 오버할 - **roh**: 후 오버할
- **Rrb**: 회전 외측의 자체 최 전방점이 만드는 최소회전반경
- **Rrb**: 회전 외측의 자체 최 후방점이 만드는 최소회전반경
- **r'**: 후축선이 지나는 회전 내측 자체면이 만드는 최소회전반경
- **점 O**: 회전 중심 - **점 Q'**: 직각로 외측 (접)선의 교점
- **점 P'**: 점 Q'의 45° 선과 r' 회전선의 교점 (p': 점 P'의 Y 좌표 값)
- **점 B'**: 점 Q'의 45° 선과 외측의 교점 (b': 점 B'의 Y 좌표 값)
- **OW'**: 점 Q' 도로 점유폭 (자체 최 외측면에 의한)

(가) 좌석 1열 제거(총 5열) 검토

-

– 92 –

(나) 축거 축소에 대한 Wall to wall 만족 검토



(다) 저장 면적 40% 이상 만족 여부 검토



○ 위 검토 결과에 의하면 아래와 같음.

(1) Long body ⇒ 시트 1열 추가 불가

축거 430mm 연장 시 시트간 간격을 35mm(735mm→700mm) 줄여서 시트 1열의 추가가 가능하지만(이 경우 축거가 연장되어야 한다) 축거 연장 시 도로 5m

폭에 대한 90° 회전 조건(Wall to wall)을 만족하지 못하여 시트 1열 추가 적용을 불가함.

(2) Short body ⇒ 시트 1열만 제거 가능

Wall to wall 주행 조건 및 저장면적 40% 이상의 요구 조건을 만족시키기 위해서는 시트 1열 제거가 가능함(시트 1열 제거 시 저장면적 : 40.4%).

나. 중형 저상버스 패키지 검토

- 중형저상버스 전기차 부품 선정을 위한 패키지 검토를 하기 위해서 Base 차량의 기본사양과 법규상 요구조건에 대한 검토를 통해 각종 부품의 사양 선정이 기본적으로 검토되어야 함.

(1) 사양 선정 기준

(가) Base 차량

차량 모델	중형저상버스 컨셉 설계 사양(7m급)
승차 정원	30명(11좌석+18입석+1운전석)
휠체어 탑승 공간	1개소(요구 공간:1,300×750mm) - 교통약자의 이동편의증진법 시행 규칙
외관 치수(전장×전폭×전고)	7,160×2,200×3,250mm
차량 중량/차량 총중량	5,800/7,750kg

(나) 법규 및 요구 조건

1회 충전 주행 거리 1)	80km~160km (2종-대기환경보전법 제46조 1항에 따른 인증 거리)
최대 등판 능력 2)	25%이상
배터리 충전 시간 3)	2시간 이내
차량 최고 속도	80km/h 이상 (편도2차선 일반도로 최고속도 80km/h 주행가능한 성능 확보)
차량 중량	중형저상버스 디젤 사양 대비 10% 이내 증가 목표(벤치마킹)

1, 2, 3) 전기자동차 보급 대상 평가에 관한 규정-환경부 고시(첨부 #1 참조)

(2) 주요 부품 사양 선정

(가) 배터리(팩)

- 방식 : 리튬이온폴리머 방식
- 용량 : 80kWh
- 배터리팩 중량 : 1,000kg 이내

* 중형저상버스 디젤 차량 대비 중량 증가 10% 이내 목표

사양 선정 시 고려 사항	검토 결과	비고
1회 충전 주행 거리 (제2종) : 80km~160km	1회 충전 주행 거리:100km - 배터리 용량 80kWh - 연비:1.25km/kWh (추정치-벤치마킹) 1)	
충전 시간 : 2시간 이내	충전 시간 : 1.28시간(60kWh/50kW) - 배터리 용량의 80% 충전 (60kWh/50kW)	급속 충전기:50kW, 110A (첨부 #2 충전기사양 참조)
배터리팩 중량 : 1,000kg 이내	배터리팩 예상 중량:940kg - 배터리셀:470kg @80kWh (LiPB 에너지 밀도:170wh/kg) 2) - 케이스&고정 장치:470kg(추정) 3)	- 디젤과워트레인:502kg - 전기구동장치:1,100kg * 구동장치 중량 추정 증가분이 약 598kg으로, 차량중량 약 10% 상승 예상

(나) 구동 모터

- 최대 출력 : 120kW
- 최대 토크 : 425Nm
- 감속기 적용

* 아래 적용한 감속비는 등판 성능, 최고 속도에 맞추어 임의 선정

1) 국내외 전기버스 연비를 참고하여 선정(추정치) (첨부 #3 참조)

2) SK이노베이션 리튬이온폴리머 배터리 에너지 밀도 (첨부 #4 참조)

3) 배터리 케이스 & 고정 장치 중량

- 배터리 무게의 0.5~1.0배(추정). 상기 중량은 배터리의 1.0배 기준으로 선정

사양 선정 시 고려 사항	검토 결과	비고
최대 등판 능력 : 25% 이상	최대 등판능력 계산 결과:28% - 감속기 1단 감속비 4.4 기준 - 최대 토오크:425Nm	- 첨부 #5 성능예측결과 참조
최고 속도 : 80km/h 이상 : 편도2차선 일반도로 주행 조건 고려	최고 속도 계산 결과:89km/h - 총 감속비 5.428(3단 적용) - 최대 출력:120kW	- 첨부 #5 성능예측결과 참조

(다) 감속기

- 감속기는 차량최고속도 및 최대 등판 능력을 고려하여 3단으로 임의로 선정
- 감속비
 - 1단 : 4.4
 - 2단 : 1.8
 - 3단 : 1.0
 - 종감속비 : 5.428

(참고) 성능 예측 시 전제 사항

항목		제원
모터 성능 (그림 22 모터 성능곡선 참고)	최대 출력	120kW
	최대 토오크	425Nm
감속기 감속비	1단	4.4
	2단	1.8
	3단	1.0
	종감속	5.428
차량 총 중량		8,350kg

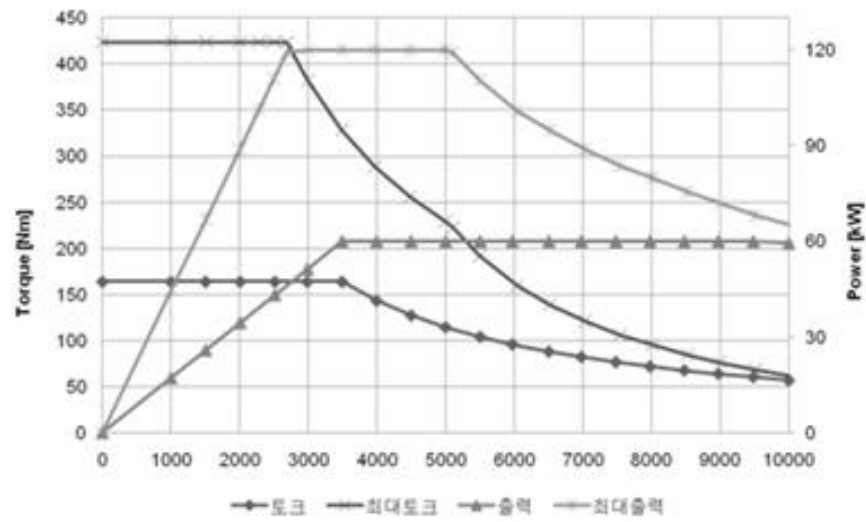


그림 20. 모터 성능 곡선

(라) 인버터(MCU)

- 인버터는 배터리의 전압을 공급받아 모터를 구동하는 장치로 아래 표 34는 기본 사양(안)임.

표 34. 인버터 기본 사양(안)

항목	단위	사양	비고
출력전류	[A]	260	연속
효율	[%]	97이상	
출력전압	[V]	0 ~ 380	
제어전원	[V]	12 ~ 30	DC전압
냉각방식	-	수냉각 방식	
전력반도체소자	-	IGBT	
무게	[kg]	60	
크기	[mm]	1,000×500×150	W × H × D

(3) 주요 부품 사양 및 성능 목표(안)

항목		목표	비고
구동 모터	최대 출력	120kW 이상	최고 속도 80km/h 이상 만족
	최대 토오크	425Nm 이상	최대 등판 능력 25% 만족
배터리	용량	80kWh 이상	1회 충전 주행 거리 확보(2종)
	중량	1,000kg 이하	배터리팩 어셈블리
배터리 충전 시간		2시간 이내	
차량 성능	최고 속도	80km/h 이상	편도2차선 일반도로 최고 속도 80km/h
	등판 능력	25% 이상	전기자동차 보급 대상 평가에 관한 규정
	1회 충전 주행 거리	80km~160km	전기자동차 보급 대상 평가에 관한 규정

○ 중형저상버스 전기차 부품으로는 아래와 같으며, 이에 대한 기초적 검토결과는 아래에서 항목별로 검토하였음.

(1) 모터

(가) Size : Ø300×402mm

(나) 중량 : 94kg

(다) 사양 근거 : 하이젠 모터

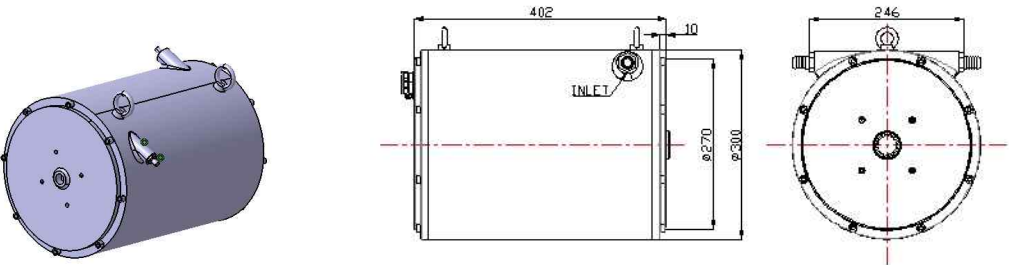


그림 21. 모터 예상도

(2) 배터리팩

(가) Size : 2,300×950×300mm (420L)

(나) 중량 : 940kg

(다) 사양 근거 : 리튬이온폴리머배터리 에너지의 체적당 에너지 285Wh/L를 기준으로 배터리팩 사이즈 계산(추정)

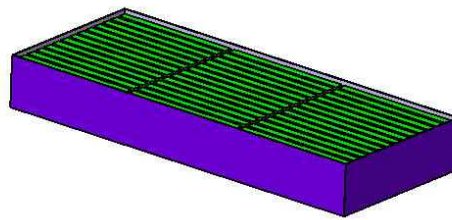


그림 22. 배터리 예상도

(3) 인버터 (MCU)

(가) Size : 1,000×500×150mm

(나) 중량 : 60kg

(다) 사양 근거 : 우진산전

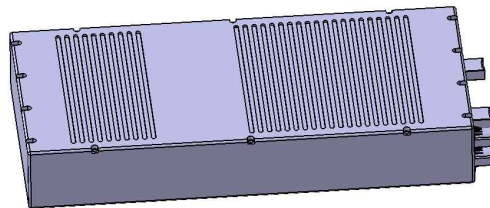


그림 23. 인버터(MCU) 장치 예상도

- 중형저상버스 전기차 선정된 부품을 기준으로 패키지를 구성하여 보면 아래와 같음을 알 수 있음.

(1) 주요 부품 Layout(안)

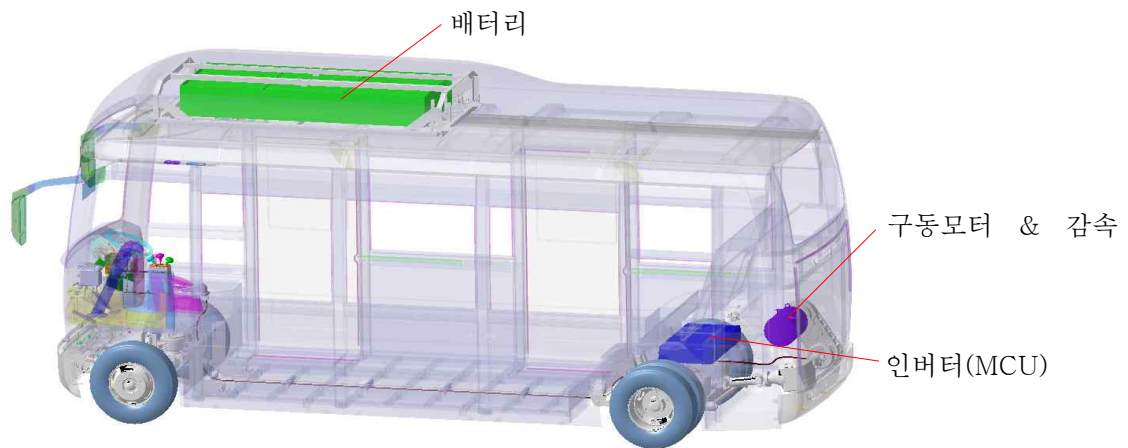


그림 24. 주요부품 패키지



그림 25. 주요부품 패키지(Side View)

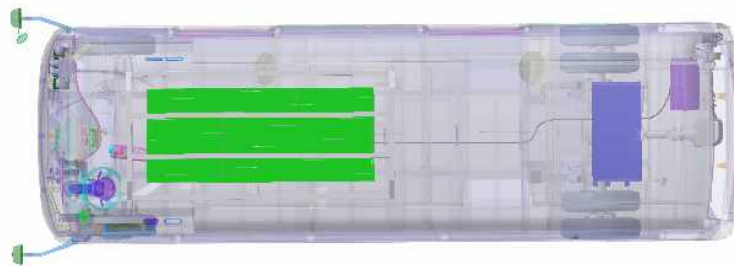


그림 26. 주요부품 패키지(Top View)

(2) 주요 부품 패키지 컨셉

(가) 배터리

- 장착 위치 : 배터리 용량 및 저장면 공간을 위해 Roof에 장착
- 중형저상버스 컨셉 설계 사양인 CNG 탱크 장착부 공간 이용

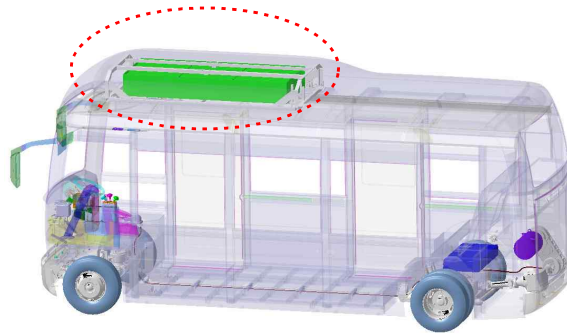


그림 27. 배터리 장착위치

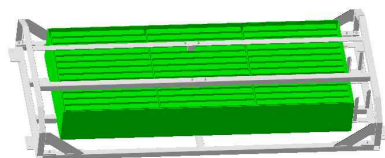
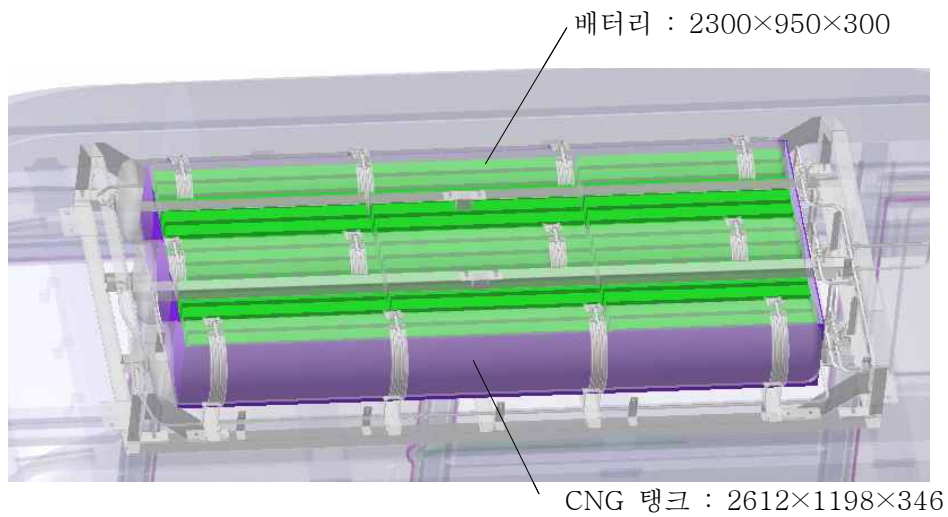


그림 28. 배터리 예상도

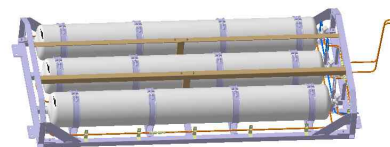


그림 29. CNG 탱크

(나) 모터 & 감속기

- 장착 위치 : 디젤차량에서 엔진이 장착되었던 공간
- 장착방법은 횡치방식으로 장착 (후오버hang이 짧아 종치 장착 어려움)
- 횡치방식으로 장착에 따라 기존 T/C와 T/B 적용 예상

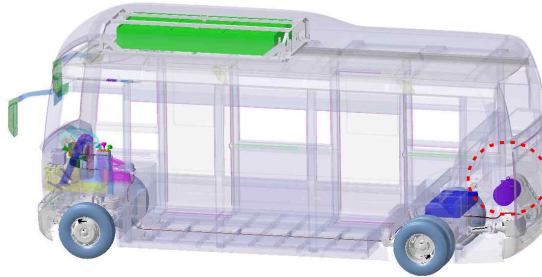


그림 30. 모터 & 감속기 장착 위치

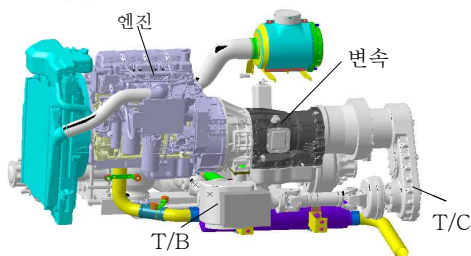


그림 31. 디젤 파워트레인 장착상세도

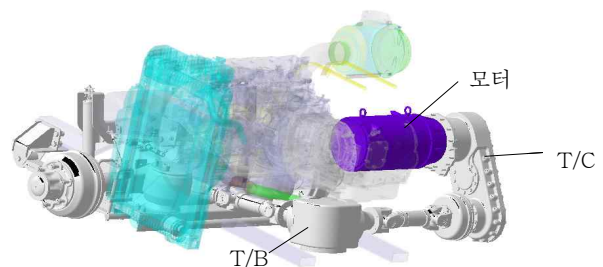


그림 32. 모터 & 감속기 장착상세도

(다) 인버터(MCU)

- 장착 위치 : 디젤차량에서 연료탱크가 장착되었던 공간

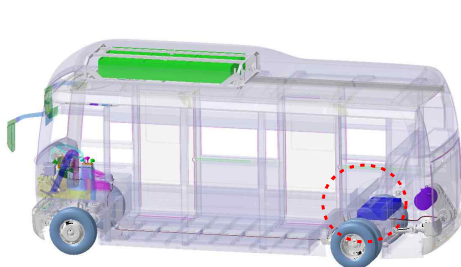


그림 33. 인버터 장착 위치

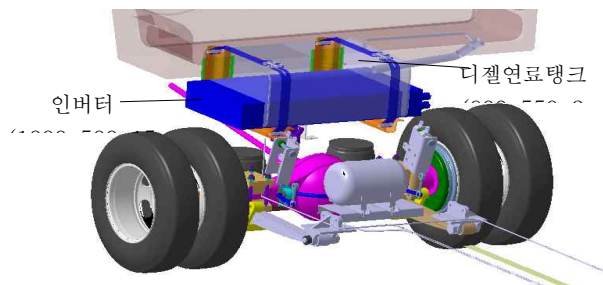


그림 34. 인버터 & 디젤연료탱크 장착 비교

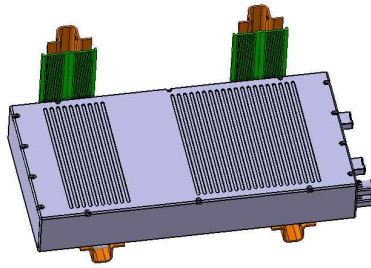


그림 35. 인버터 예상도

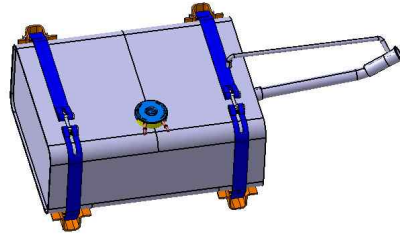


그림 36. 디젤 연료탱크 어셈블리

- 결론적으로 보면 현재 상태에서 기 컨셉설계된 중형저상버스(클린 디젤)에 검토된 전기차용 주요 부품의 (배터리, 모터&감속기 그리고 인버터) 탑재는 별도 외관 디자인 변경 없이 가능할 것으로 판단됨.

다. 중형 저상버스 부품의 아웃소싱 및 개발방향 검토

- 상기 부품들 모두 특별한 기술을 요하는 부품들이 아니라 자체 조사 결과 일본, 중국 부품업체에서 공급 받을 수 있는 것으로 확인되었음.
단 일본, 중국 부품업체 각각 아래의 문제점에 대해서 추가 고려가 필요하다고 판단됨.
 - 일본 부품업체 : 품질 경쟁력은 있으나 가격 측면에서 경쟁력이 떨어짐
 - 중국 부품업체 : 가격 경쟁력은 있으나 품질 측면에서 경쟁력이 떨어짐
- 그리고, 일본, 중국 부품업체의 아웃소싱 가능성 조사와 별개로 국내외 부품 공급 업체 현황도 조사하였음(표 35 참조).
- 만약 일본, 중국 부품업체로부터 부품 공급을 받을 수 없는 상황이 발생하더라도 국내외 다른 부품 공급업체와 협력하면서 부품을 개발, 공급 받는 데는 전혀 문제가 되지 않을 것으로 생각됨.
- 현재의 버스에 종합적인 엔지니어링 및 제작을 하고 있는 업체는 현대자동차, 대우버스, 한국화이바이며 이들이 중형저상버스에 대한 개발 가능성은 2차에 거친 협의회 결과 확인할 수 없는 단계임. 중형저상버스는 정책입안자

및 운영업체의 의견을 보면 최대 약1000대/년 정도의 수요가 예상되므로 이에 맞는 생산 규모를 갖추어야 하고, 제작에 따른 설비투자, 생산능력, 규모 등에 따라 개발사업 참여에 어려운 점이 존재함. 그러므로 본 개발사업에서는 향후 중형저상버스의 지원에 대한 제도적 장치, 운영자의 Need, 제작자의 생산능력, 생산가격 등에서 어려움이 예상되므로 차량 개발자선정에 있어 많은 고려가 되어야 함. 입찰은 아니지만 개발 참여에 따른 가이드라인의 제시가 필요함. 본 개발에 따른 가격 제시, 투자의지, 생산능력 등이 존재하므로 기존 제작업체외에도 버스 개발 의지가 중소기업에 대한 개발 참여를 적극 고려하고 검토되어야 함.

표 35. 국내외 부품 공급 업체 현황

Items			공급업체1	공급업체2	공급업체3
Suspension	Front	Leaf Spring	대원강업	삼목강업	
		S/Absorber	만도	정경유압	
		Air Bellows	컨티넨탈 오토모티브	Hendrickson	
	Rear	Leaf Spring	대원강업	삼목강업	
		S/Absorber	만도	정경유압	
		Air Bellows	컨티넨탈 오토모티브	Hendrickson	
Axle-Front			화신	삼우중공업	AAM
Axle-Rear			S&T중공업	다이모스	AAM
Brake	Drum		S&T중공업	상신	만도
	유압시스템		WABCO	만도	보쉬
	ABS		WABCO	만도	보쉬

라. 중형 저상버스 주요 구성품별 세분화 및 조달방안에 대한 검토

- 차량제작 부분은 크게 전기차량과 클린디젤 차량으로서 사용되는 부품들은 개발(부품을 양산전 단계까지 개발하는 단계), 상용화 부품구매(단순히 부품을 구매하여 장착), 보완제작(차량에 맞추어 기존 부품을 수정 설계하여 제작)등의 과정을 통하여 조달됨.

- “신규개발”로는 차체 및 샤시 부분이 주를 이루고 설계, 제작, 해석이 모두 이루어 짐. “상용화 부품구매”는 내장 및 외장 부품, 연료탱크, 흡기장치, 배기장치 등이며 “보완제작”은 조향장치, 제동장치, 현가장치, Wheel/Tire, 변속기, 밋배리, 엔진, 연료탱크, 보조전원장치 등으로 보완 및 인터페이스 설계/제작이 이루어 질 예정임.
- 항목의 구분 및 예산은 수행주체에 따라 차이가 있을 수 있으며, 이는 사업화시 구체적으로 제시하여 사업이 이루어 질 예정임.

표 36. 중형저상버스 주요 구성품별 세부적 구분 및 조달방안 (클린디젤)

구분			개발	부품 구매	제작	비고
샤시	엔 진 장 치	엔진(유로6)		○		
		흡기장치		○		
		배기장치	머플러(사일런서)		○	
			요소수 탱크		○	
			서플라이 모듈		○	
			요소수 분사장치		○	
		냉각장치	○			
			라디에이터			
			인터쿨러		○	
			레저버 탱크		○	
			쿨링팬		○	
		연료장치	연료탱크		○	
			필터		○	
		엔진마운팅			○	
		에어컨 컴프레서		○		
		알터네이터		○		
		그 외 부대장치 및 브라켓 등		○	○	○
	구 동 장 치	T/M		○		
		트랜스퍼 케이스		○		
		트랜스퍼 베이스		○		
		P/Shaft		○		
		후축 액슬		○		
		그외 부대장치/브라켓		○	○	○
	조 향 장 치	전축 액슬		○		
		스티어링 휠			○	
		스티어링 기어		○		
		샙프트		○		
		그외 부대장치/브라켓		○	○	○
	현 가 장 치	립 스프링			○	
		에어 스프링		○		
		속 업소버			○	
		차고조절 시스템		○		

구분			개발	부품 구매	제작	비고
		타이어		○		
		그외 부대장치/브라켓	○	○	○	
	제동장치	브레이크 페달			○	
		마스터 실린더		○		
		HPB Unit		○		
		ABS 시스템		○		
		써비스 Brake		○		
		Parking Brake		○		
		그외 부대장치/브라켓		○	○	
바디	차체	프레임	○			
		프런트 바디	○			
		어퍼 바디	○			
		사이드 바디	○			
		루프 바디	○			
		도어 시스템	○			
		Sliding 램프			○	
		그외 부대장치/브라켓	○	○	○	
	내장	인스트루먼트 판넬			○	
		사이드 트림			○	
		루프 트림			○	
		공조시스템		○		
		시트		○		
		그외 부대장치/브라켓			○	
	외장	범퍼			○	
		미러			○	
		유리			○	
		그릴			○	
		Wiper & Washer		○		
		창틀			○	
		그외 부대장치/브라켓		○	○	
전장	와이어링 하니스				○	
	내외부 램프		○			
	메터클러스트 시그널 시스템				○	
	스위치 류				○	
	그 외 부대장치 및 브라켓 등		○	○	○	

전기차량의 경우 위 클린디젤 차량에서 “엔진장치”의 엔진, 흡기장치, 배기장치 부분이 “추진장치”의 추진인버터(제어기, 추진인버터), 보조전원장치, 추진배터리(BMS, 추진배터리), 보조배터리, 견인전동기 부분으로 대체하면 되며, “구동장치”의 T/M, 트랜스퍼 케이스/베이스 부분이 축, 감속기어, 기타 부분으로 교체하고, “제동장치”의 브레이크 패달은 전동기/공기압축기로 대체하고, “내장” 부분은 공기 시스템을 전기차용 HVAC용으로 대체하며, 부분적으로 공용화를 위한 인터페이스 설계가 진행되어야 함.

차량개발과 관련하여 부품별 개발관련 소요예산을 대략적으로 보면 아래와 같이 조사되었으며, 이는 기업 및 개발 관련된 기업으로부터 추정된 것으로 각 부분별 대략적인 개발 예산으로서 의미를 가지며, 차량 시스템 개발시 시스템에 대한 개발비는 별도로 산정하여야 함.

표 37. 부품 개발관련 예상 개발비용 (단위:백만원)

구 분		클린디젤	전기	비 고
샤시	엔진장치	450	1,300	
	구동장치	1,250	550	
	조향장치	760	260	
	현가장치	350	50	
	제동장치	250	170	
바디	차 체	750	140	
	내 장	580	370	
	외 장	500	150	
전장	와이어링하니스, 내외부 램프, 스위치류, 부대장치 등	380	200	
계		5,270	3,190	

3절. 연구개발 과제 구성

중형저상버스 표준모델 개발사업은 전기 중형저상버스 표준모델과 디젤 중형저상버스 표준모델을 개발하고자 함. 본 개발 과제의 목표는 차량개발을 통해 개발차량의 보급 및 확대에 있으므로 기술개발을 통한 실용화 기반 구축이 중요한 연구대상이 됨. 또한 이러한 개발 목표를 달성하기 위해서는 제작자, 운영처, 수요자의 의견을 반영한 종합적인 시스템엔지니어링의 역할이 중요함. 이를 위하여 개발사업 총괄 및 시스템 엔지니어링 연구, 표준사양 개발 및 운영기술/보급전략 연구, 중형 저상버스 표준모델 차량개발, 차량 안전인증 및 성능평가 연구를 포함한 4개 세부과제를 선정하여 기술 개발 추진하고자 함.

과제의 구성은 크게 클린디젤, 전기차량개발을 개발하는 차량개발 과제와 개발된 차량의 표준사양, 기본설계, 검증, 운영기술을 수행하는 과제, 개발된 차량에 대한 안전인증을 포함한 성능검증을 수행하는 과제로 구성되어짐. 이러한 3개의 과제의 정책적 연계, 복지교통기술 구현의 큰 축에서 제작자와 복지 공공성의 접점을 구현하고자 함.

가. 개발사업 총괄 및 시스템엔지니어링 연구

- (1) 개발사업의 조정 및 평가 총괄
- (2) 차량 개발 시스템 엔지니어링 및 총괄
- (3) 협의회(제작자, 운영사, 수요자 등) 구성 운영
- (4) 보급 활성화를 위한 공청회, 정책목표 Guide 라인 조정
- (5) 부품 개발 또는 적용 공용화 및 국산화 조정 및 지원
- (6) 시범운행을 위한 지원 및 총괄

나. 중형저상버스 표준사양 개발 및 운영기술/보급전략 연구

- (1) 중형저상버스 기본설계(클린디젤, 전기버스) 수행
- (2) 시범운행을 위한 실증 수행
- (3) 표준사양 목표 설정 및 차량 표준사양 및 고시(안) 개발
- (4) 중형저상버스 운영기술 및 보급전략 개발
 - (가) 중형저상버스 운영 기술개발

- (나) 중형저상버스 운행방안 및 지원정책수립
- (다) 중형저상버스 보급계획 및 효과분석
- (5) 저상버스 보급활성화 종합계획수립 및 표준모델 기준 기술분석

다. LF-40형 중형저상버스 표준모델 차량 개발

- (1) 디젤 중형저상버스 표준모델 차량 개발
 - (가) 디젤 중형저상버스 동력 및 제어시스템 개발
 - (나) 중형저상버스 차체/내장/샤시/구동축 인터페이스 개발
 - (다) 디젤 중형저상버스 표준모델 차량 제작 및 시험평가
- (2) 전기 중형저상버스 표준모델 차량 설계
 - (가) 전기 중형저상버스 동력 및 제어시스템 설계
 - (나) 중형저상버스 차체/내장/샤시/구동축 인터페이스 설계

라. 중형저상버스 안전인증을 위한 성능평가 기술개발

- (1) 안전인증을 위한 시험 항목 도출 및 시험방법
- (2) 전기/디젤 중형저상버스 안전인증 적합성 시험
- (3) 중형저상버스 성능평가 기술개발 연구
 - (가) 파워트레인등 부대장치 성능평가 기술
 - (나) 온실가스 배출특성 및 저감효과 평가기술
- (4) 개발 목표 사양에 따른 사양 적합성 시험평가
- (5) 전기충전시설 설치기준 개발 및 운영방안 시험 방법 도출

1차년도에는 디젤 및 전기 저상버스 표준모델 차량에 대한 설계, 기술검증을 위한 성능평가 기준정립 연구를 추진함. 2차년도에는 차량제작 및 설계검증(시험평가)을 수행하고 성능평가 절차서를 개발함. 3차년도에는 객관적인 성능평가와 홍보 및 승객수송에 필요한 최소한의 인증시험을 수행함. 4차년도에는 시승평가 및 양산 보급계획을 수립하고 개발차량을 투입한 시범운영을 통한 실증연구를 수립함.

4절. 세부과제별 주요내용 및 추진전략

본 사업은 4개의 과제로 수행되지만 중형저상버스의 정책, 보급, 활성화에 중점을 두고 개발되는 목표 지향적 개발과제로서 과제간 유기적 연계성이 타 과제에 비해 매우 큼. 그러므로 연구단(내지 사업단)장의 역할이 매우 중요함. 이러한 과제 간 연계성 및 시너지 효과를 위해 총괄 조정 및 정책반영을 하는 연구단 과제가 매우 중요하며, 목표에 부합하는지 지속적인 모니터링과 점검이 필수 사항임. 아래에 예시되는 목표는 사업이 궁극적으로 추진하는 세부 정책목표에 따른 방향성과 구체성을 가지는 하나의 개발 목표 지향점임.



그림 37. 중형저상버스 개발 목표

본 사업에서 개발되는 차량개발은 클린디젤 차량과 전기차량의 2개 차종에 대해 개발을 진행하는 안으로 추진하였음. 제작업체, 운영사, 지자체등의 자문 및 의견을 종합하여 보면 크게 2가지로 요약되어짐.

첫째는 2개 차종의 개발에 있어 전기차량에 우선하여 클린디젤 차량 개발을 우선 시 하여 2016년 실용화 할 수 있게 하며, 전기차량은 향후 국한적인 실용화 차원(마을버스등의 20-30km 거리내)에서 설계 및 표준사양, 시험평가 방안에 대해 제한적으로 연구하여 차량의 기본시스템을 제작(전장품을 제외한 내부/외부)하는 방안을 마련 하였음.

둘째는 현재 기본설계된 차량은 중형급 30명 이내로 전장 7.2m급으로 설계가 되었으나, 본 사업에서 전장 연장에 대해 심도 있는 검토를 할 수 있도록 시스템 기본 사양에서 7.0 ~ 9.0m로 제한하였음. 다만 이 문제는 차량 전장이 길어짐으로서 경제성은 확보할 수 있으나, 농어촌이나 마을버스에서의 서비스 측면에서 제한적일 수 있을 것으로 보임.

연구단 사업의 주요 개발 및 범위를 요약하면 아래와 같음.

- 차량 개발은 2개 차종에 대해 설계 및 제작이 이루어지나, 클린디젤 차량을 우선시 개발하고, 전기차량은 전장품(추진/제어/배터리등)을 비롯한 시스템에 대한 설계(상세설계, 절차서, 제작설계 고려)는 되나, 차량제작은 이루어지지 않음.
- 표준사양의 제도적 제정은 2개 차종에 대해 연구가 이루어지며, 2개 차종의 표준 사양 고시를 목표로 추진함.
- 운영지원 측면에서 운행체계, 운행방안, 재정지원방안, 시장확대 방안, 경제적 타당성, 파급효과 분석을 중점적으로 연구하며, 향후 운영의 효율성 확대를 위해 운영기술(BIS/BMS 연계성, 도로시설기준 정비 등)에 대하여 추가로 연구가 진행될 예정임.
- 개발된 중형 저상버스의 안전을 확보하기 위한 클린디젤 차량에 대한 안전인증을 획득하며, 안전인증 외에 성능향상에 대한 연구와 성능확보에 대한 연구도 이루어지도록 구성함.
- 이러한 정책, 개발, 제도적 장치간의 유기적 연관관계와 국가의 교통복지와의 연계성 확보를 위해 “시스템 엔지니어링 연구”가 이루어 질 예정임.

본 과제에서 도출된 과제 및 사업 추진 체계는 아래에서 보여주는 3단계로 개발 사업이 이루어지며, 진행 프로세서 및 과제는 아래 그림과 같음.

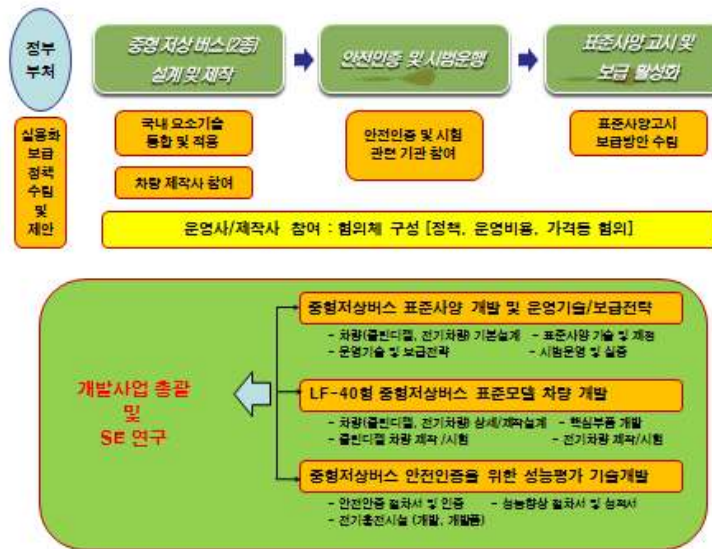


그림 38. 과제간의 Interface 및 추진체계

1. 개발사업 총괄 및 시스템엔지니어링 연구

가. 최종목표

- (1) LF-40형 차량개발 시스템 엔지니어링 및 부품 국산화/공용화 지원
- (2) 보급 활성화를 위한 정책 목표 가이드라인 제시 및 활동(협의회, 시범운영지원)

나. 세부목표

- (1) 차량 개발 SE 및 시스템의 기술적 인터페이스 조정
- (2) 기관간 공동 협의체 활동
- (3) 부품 국산화/공용화 방향 수립
- (4) 정책 목표 설정 및 공청회 등 개최
- (5) 실증운영을 위한 지원 및 시범사업 총괄

구분	연차별 기술개발	연차별 성과물
1차년도	- 차량개발 시스템엔지니어링 및 인터페이스 (I) · 개발 목표간 SE / IF 수정 및 활동 · 프로젝트 스케줄 관리 · 시스템 목표사양 조정 - 부품 공용화 (I)	· PJ 관리 지침서 · 부품 국산화 동향 보고서

구분	연차별 기술개발	연차별 성과물
	· 국산화 확대를 위한 부품 조사 및 분석 · 개발품 활용 방안 극대화 위한 조사 분석 · 개발 가능 기업 조사 및 협의	
2차년도	- 차량개발 시스템엔지니어링 및 인터페이스 (II) · 개발 목표간 SE / IF 수정 및 활동 · 프로젝트 스케줄 관리 · 시스템 목표사양 조정 - 부품 공용화 (II) · 국산화 확대를 위한 부품 조사 및 분석 · 개발품 활용 방안 극대화 위한 조사 분석 · 개발 가능 기업 조사 및 협의	· PJ 관리 지침서 · 부품 국산화 정책 보고서
3차년도	- 차량개발 시스템엔지니어링 및 인터페이스 (III) · 개발 목표간 SE / IF 수정 및 활동 · 프로젝트 스케줄 관리 · 시스템 목표사양 조정 - 부품 공용화 (III) · 개발 시스템의 부품 내역 조사 및 분석 · 개발 시스템의 향후 개선방안 마련 - 시범운영 지원 및 정책지원 (I) · 시범운행을 위한 대상노선 조사/협의(지자체) · 정책지원관련 협의회, 공청회 개최	· 시스템 지침서 · 부품 조사/분석 보고서 · 시범단지 조사 보고서
4차년도	- 차량개발 시스템엔지니어링 및 인터페이스 (IV) · 개발 목표간 SE / IF 수정 및 활동 · 프로젝트 스케줄 관리 · 시스템 목표사양 조정 - 부품 공용화 (IV) · 개발 시스템의 부품 내역 조사 및 분석 · 개발 시스템의 향후 개선방안 마련 - 시범운영 지원 및 정책지원 (II) · 시범운행을 위한 대상노선 조사/협의(지자체) · 정책지원관련 협의회, 공청회 개최	· 시스템 지침서 · 시스템 부품 개발 방향보고서 · 시범단지 협의 조사 자료

2. 중형저상버스 표준사양 개발 및 운영기술/보급전략 연구

가. 최종목표

- (1) 중형저상버스 2종(클린디젤, 전기버스) 기본설계
- (2) 전기 중형저상버스 및 디젤 중형저상버스 표준사양 개발
- (3) 시범운영방안 구축 및 실증 계획 수립 및 실증 사업
- (4) 중형저상버스의 원활한 도입을 위한 추진전략 및 도입 효과 분석

나. 세부목표

- (1) 전기 중형저상버스 기본설계
- (2) 디젤 중형저상버스 기본설계
- (3) 전기 중형저상버스 표준사양 개발
- (4) 디젤 중형저상버스 표준사양 개발
- (5) 시범운영방안 구축 계획 수립
- (6) 실증계획 수립 및 실증 운영 사업 수행
- (7) 중형저상버스 운영기술 개발
 - 버스정보시스템/버스관리시스템 연동기술개발
 - 교통약자와 중형저상버스 연계기술개발
 - 도로시설 설치기준 정비 및 방안 수립
- (8) 중형저상버스 운행 방안 및 지원 정책 수립
 - 중형저상버스 유형별 운행체계 및 운행방안 수립
 - 중형저상버스 유형별 정책적 및 재정적 지원방안 수립
- (9) 중형저상버스 보급 계획 및 국내외 시장 확대 전략 수립
 - 경제적 타당성 확보를 위한 보급가격 및 보급계획 수립
 - 중형저상버스 유형별 수요 예측
 - 중형저상버스 시장 확대전략 및 지원방안 수립
- (10) 중형저상버스 보급 효과 분석
 - 중형저상버스 도입에 따른 경제적 타당성 분석
 - 교통약자를 위한 교통안전성 향상, 통행 기본권 개선, 사회적 파급효과 분석
- (11) 저상버스 보급활성화 종합계획수립 및 표준모델 기준 기술분석

구분	연차별 기술개발	연차별 성과물
1차년도	- 차량 기본설계(클린디젤) · 개념설계 보완 (기연구에 대한 보완/수정) · 차량시스템 기본설계 착수 - 차량 기본설계(전기차량) · 공용 설계분 기술검토 - 표준사양 개발 (클린디젤, 전기) (I) · 표준사양 제정을 위한 기술조사 및 현황 (국내외 사양관련 기술조사, 분석)	· 설계도면(클린디젤) · 각 분야별(설계, 표준사양, 운영기술, 정책방안) 기술 조사보고서

구분	연차별 기술개발	연차별 성과물
	· 표준사양 제정을 위한 항목 및 기술자료 조사 - 중형저상버스 운영기술 개발 · BIS/BMS 연동관련 기술조사 및 분석 · 교통약자를 고려한 연동기술 기술조사 및 분석 - 중형저상버스 운행방안 및 지원정책 수립 · 유형별 운영체계 및 운행방안 기술조사 및 분석 · 유형별 정책적 및 재정적 지원방안 조사 및 분석 · 중형저상버스 시장 확대 전략 및 지원방안 조사 및 분석 - 중형저상버스 보급 계획 및 효과 분석 · 보급가격, 보급계획 수립을 위한 조사 및 분석 · 교통약자(안전성, 통행기본권, 파급효과)를 위한 조사분석 - 저상버스 보급활성화를 위한 종합계획 수립 및 표준모델기준 기술분석	
2차년도	- 차량 기본설계(클린디젤) · 차량시스템 기본설계 보완 및 수정 - 차량 기본설계(전기차량) · 공용 기본설계에 대한 완료 · 전장부분에 대한 기본설계 착수 - 표준사양 개발 (클린디젤, 전기) (II) · 표준사양 제정을 위한 기술조사 및 현황 (국내외 사양관련 기술조사, 분석) · 표준사양 제정을 위한 항목 및 기술자료 조사 - 시범운영 방안 구축 · 시험운영방안 계획 수립 · 시범운행에 대한 시나리오 및 운영방법 협의 - 중형저상버스 운영기술 개발 · BIS/BMS 연동관련 방안 및 방법론 제시 · 교통약자를 고려한 연동기술 방안 및 방법론 제시 · 중형버스 관련 도로시설 설치기준 조사 및 분석 - 중형저상버스 운행방안 및 지원정책 수립 · 유형별 운영체계 및 운행방안 기술조사 및 분석 · 유형별 정책적 및 재정적 지원방안 조사 및 분석 · 중형저상버스 국내외 시장 확대 전략 조사 및 분석 - 중형저상버스 보급 계획 및 효과 분석 · 보급가격, 보급계획 수립을 위한 조사 및 분석 · 교통약자(안전성, 통행기본권, 파급효과)를 위한 조사분석	· 설계도면(클린디젤) · 설계도면(전기차량) · 기술절차서(클린디젤) · 시범운영 조사 보고서 · 각 분야별(설계, 표준사양, 운영기술, 정책방안) 기술 조사보고서
3차년도	- 차량 기본설계(클린디젤, 전기차량) · 기본설계 기술서, 도면 수정 및 보완 완료 - 차량 기본설계(전기차량) · 기본설계 기술서, 도면 수정 및 보완완료 · 상세설계, 제작설계와의 인터페이스 Eng. - 표준사양 개발 (클린디젤) · 표준사양관련 기술관련 절차서 및 방법	· 설계도면(전기차량) · 기술절차서(전기차량) · 시범운영 시나리오 보고서 · 인프라 조사보고서 · 각 분야별(설계, 표

구분	연차별 기술개발	연차별 성과물
	- 표준사양 제정을 위한 제도 검토 및 분석 - 표준사양관련 운영업체, 제작업체 협의 - 시범운영 방안 구축 - 시험운행을 위한 지자체 협의 및 시나리오 - 시범은행 실행을 위한 인프라 보완 - 중형저상버스 운영기술 개발 - BIS/BMS, 교통약자를 고려한 설계반영 사항 검토 - 운영시 문제점 및 해결방안 제시 - 도로시설 및 설치기준 정비방안 수립 - 중형저상버스 운행방안 및 지원정책 수립 - 유형별 운영체계 및 운행방안 수립 - 유형별 정책적 및 재정적 지원방안 수립 - 중형저상버스 수요 예측을 위한 조사 및 분석 - 중형저상버스 보급 계획 및 효과 분석 - 보급가격, 보급계획의 정책적 방향 수립 - 교통약자(안전성, 통행기본권, 과급효과)를 위한 정책 방향 수립	준사양, 운영기술, 정책방안) 기술 활동 보고서
4차년도	- 표준사양 개발 (전기차량) - 표준사양관련 기술관련 절차서 및 방법 - 표준사양 제정을 위한 제도 검토 및 분석 - 표준사양관련 운영업체, 제작업체 협의 - 표준사양 개발 (클린디젤, 전기차량) - 표준사양 제정 및 확정(디젤차량, 전기차량) - 시범운영 방안 구축 - 시범은행 실행을 위한 인프라 보완 - 시범은행 시행 - 중형저상버스 운영기술 개발 - 운영시 문제점 및 해결방안 제시 - 운영기술 적용에 따른 경제적, 사회적 효과 분석 (BIS/BMS, 교통약자, 도로시설의 검토사항) - 중형저상버스 보급 계획 및 효과 분석 - 보급가격, 보급계획의 정책 지원활동 - 교통약자(안전성, 통행기본권, 과급효과)를 위한 정책 지원 활동	- 설계도면(2종) - 기술절차서(2종) - 시범운영 결과 보고서 - 법적 표준사양 고시(안) - 인프라 검토보고서 - 각 분야별(설계, 표준사양, 운영기술, 정책방안) 기술 활동 보고서

3. LF-40형 중형저상버스 표준모델 차량개발

가. 최종목표

- (1) 클린디젤 중형저상버스 개발 및 제작
- (2) 전기 중형저상버스 개발 및 설계

나. 세부목표

(1) 중형저상버스(클린디젤 버스) 핵심장치(차체/내장/샤시/구동축) 개발

- 중형저상버스 차체/내장/샤시/구동축 설계/제작
- 중형저상버스 샤시/구동축 제작 및 시험평가

(2) 디젤 중형저상버스 표준모델 차량 개발

- 디젤 중형저상버스 동력 및 제어시스템 개발
- 중형저상버스 차체/내장/샤시/구동축 인터페이스 개발
- 디젤 중형저상버스 표준모델 차량 제작 및 시험평가

(3) 전기 중형저상버스 표준모델 차량 설계

- 전기 중형저상버스 동력 및 제어시스템 설계
- 중형저상버스 차체/내장/샤시/구동축 인터페이스 설계

구분	연차별 기술개발	연차별 성과물
1차년도	- 핵심부품 개발 (클린디젤) · 기본설계와의 IF 검토 및 반영 · 상세설계(차체/내장/샤시/구동축관련) · 상세설계(차체/내장/샤시/구동축관련)관련 기술 사양서 - 클린디젤 차량 개발 · 기본설계와의 IF 검토 및 반영 · 동력 및 제어 시스템 상세설계 · 동력 및 제어시스템 상세설계관련 기술사양서 · 인터페이스(차체/내장/구동축) 상세설계 · 인터페이스(차체/내장/구동축) 상세설계관련 기술사양서 - 전기 중형 저상버스 차량 설계 · 기본설계와의 IF 검토 및 반영 · 클린디젤 시스템과의 공용화 부분 기술검토	· 핵심부품(클린디젤) 상세 설계도서 (설계도면, 사양서) · 클린디젤 차량 시스템 상세설계 도면 · 클린디젤 차량 시스템 상세설계 기술사양서
2차년도	- 핵심부품 개발 (클린디젤) · 기본설계와의 IF 검토 및 반영 · 상세설계 (차체/내장/샤시/구동축관련) 보완 · 상세설계 (차체/내장/샤시/구동축관련) 관련 기술사양서 · 제작설계 (차체/내장/샤시/구동축관련) 관련 기술사양서 · 핵심부품(샤시/구동축) 제작 및 시험평가	· 핵심부품 상세설계 도면 · 핵심부품 기술사양서 · 클린디젤 차량 시스템 상세설계도면 · 클린디젤 차량 시스템 상세설계 기술사양서

구분	연차별 기술개발	연차별 성과물
	- 클린디젤 차량 개발 · 기본설계와의 IF 검토 및 반영 · 동력 및 제어 시스템 상세설계 보완 · 동력 및 제어시스템 상세설계관련 기술사양서 · 동력 및 제어시스템 제작설계 및 관련 기술 사양서 · 인터페이스(차체/내장/구동축) 상세설계 보완 및 제작설계 · 인터페이스(차체/내장/구동축) 제작설계관련 기술사양서 · 클린디젤 차량 시스템 제작 및 시험평가 - 전기 중형 저상버스 차량 설계 · 기본설계와의 IF 검토 및 반영 · 동력 및 제어 시스템 상세설계관련 기술검토 · 동력 및 제어시스템 상세설계관련 기술사양서 검토 · 인터페이스(차체/내장/구동축) 상세설계관련 기술검토 · 인터페이스(차체/내장/구동축) 상세설계관련 기술사양서 검토	
3차년도	- 핵심부품 개발 (클린디젤) · 핵심부품(샤시/구동축) 보완 설계 및 제작 · 핵심부품(샤시/구동축) 시험평가 · 핵심부품(샤시/구동축) 관련 시험평가 절차서 수립 - 클린디젤 차량 개발 · 동력 및 제어 시스템 보완설계 및 제작 · 인터페이스(차체/내장/구동축) 보완설계 및 제작 · 클린디젤 차량 시스템 제작 및 시험평가 절차서 수립 · 클린디젤 표준모델 차량제작 및 시험평가수행 - 전기 중형저상버스 차량 설계 · 동력 및 제어 시스템 상세설계 · 동력 및 제어시스템 상세설계관련 기술사양서 · 인터페이스(차체/내장/구동축) 상세설계관련 기술사양서	· 전기차량 시스템 상세설계도면 · 전기차량 시스템 상세설계 기술사양서 · 클린디젤차량 시험평가 보고서 및 성적서 · 클린디젤 차량 표준모델 제작차량(1량)
4차년도	- 클린디젤 차량 개발 · 클린디젤 표준모델 차량제작 · 클린디젤 표준모델 차량 시험평가 수행 - 전기중형저상버스 차량 시스템 설계 · 전기차량 표준모델 차량 시스템 설계 완료 · 제작관련 시스템 시험평가 방법 완료	· 전기차량 시험평가 보고서 및 성적서

4. 중형저상버스 안전인증을 위한 성능평가 기술 개발

가. 최종목표

- (1) 클린디젤 및 안전인증관련 기술개발 및 평가
- (2) 전기 중형저상버스 안전인증관련 기술개발
- (3) 중형저상버스 성능평가관련 기술개발

나. 세부목표

- (1) 안전인증을 위한 시험 항목 도출 및 시험방법
- (2) 클린디젤 중형저상버스 안전인증 적합성 시험
- (3) 중형저상버스 성능평가 기술개발 연구
 - (가) 파워트레인 등 부대장치 성능평가 기술
 - (나) 온실가스 배출특성 및 저감효과 평가기술
- (4) 개발 목표 사양에 따른 사양 적합성 시험평가
- (5) 전기충전시설 설치기준 개발 및 운영방안 시험 방법 도출

구분	연차별 기술개발	연차별 성과물
1차년도	- 클린디젤 차량 평가 · 안전인증 항목 설정 및 조사분석 · 성능시험 항목 설정 및 조사분석 · 중형 저상버스 차량시스템 세부 기술 항목 조사 분석 - 전기차량 개발 평가 · 안전인증 항목 설정 및 조사분석 · 성능시험 항목 설정 및 조사분석 · 중형 저상버스 차량시스템 세부 기술 항목 조사 분석	· 안전인증관련 기술 검토서(디젤, 전기) · 성능시험관련 기술 검토서(디젤, 전기)
2차년도	- 클린디젤 차량 평가 · 안전인증 항목별 절차서 개발 · 성능시험 항목별 절차서 개발 · 핵심부품에 대한 시험방법 정의 및 Setting · 시스템에 대한 시험방법 정의 및 Setting - 전기차량 개발 평가 · 안전인증 항목 설정 및 조사분석 · 성능시험 항목 설정 및 조사분석	· 안전인증관련 절차서 (클린디젤) · 성능시험관련 절차서 (클린디젤)
3차	- 클린디젤 차량 평가 · 안전인증 항목별 안전인증 (핵심부품)	· 클린디젤 안전인증 성적서(핵심부품)

구분	연차별 기술개발	연차별 성과물
년 도	· 성능시험 항목별 성능시험 (핵심부품) - 전기차량 평가 · 안전인증 항목별 안전인증 절차서 개발 · 성능시험 항목별 성능시험 절차서 개발 - 전기충전시설 설치 및 운영기준 개발 · 전기 충전 시설에 대한 조사 및 분석 · 경제적이면서 실효적인 충전시설 기본 설계안 도출	· 클린디젤성능시험 성적서(핵심부품) · 충전시설 조사보고서
4 차 년 도	- 클린디젤 차량 평가 · 안전인증 항목별 안전인증 (일부 핵심부품, 차량 시스템) · 성능시험 항목별 성능시험 (일부 핵심부품, 차량 시스템) - 전기차량 평가 · 안전인증 항목별 안전인증 절차서 개발 · 성능시험 항목별 성능시험 절차서 개발 - 전기충전시설 설치 및 운영기준 개발 · 전기 충전 시설에 시범노선 검토 및 방안 마련 · 경제적 충전 시스템 Proto 제작(고정 또는 이동식) 및 시험	· 클린디젤 안전인증 성적서(핵심부품, 시스템) · 클린디젤 성능시험 성적서(핵심부품, 시스템) · 전기차량 안전인증 절차서 · 전기차량 성능시험 절차서 · 개발 충전시설 Proto 제작품

본 사업에서 개발하고자하는 중형저상버스 개발을 위한 핵심기술은 기존버스에서 승차공간을 확보하면서도 다운사이징 및 저상화 할 수 있는 시스템 기술과 향후 환경성이 강조되는 클린디젤 및 전기시스템에 대한 양산보급성을 확보할 수 있도록 하는 기술을 개발하는 것이 목표임. 또한 핵심기술 개발을 통하여 정부정책을 실현해야하므로 정책 실현에 부합하는 방향과 범위 내에서 개발목표가 설정되어야 함. 따라서 농촌마을 또는 도심 소도로(마을버스 도로), 학원/유치원버스 등 이의 필요성이 강조되는 인프라 특성에 맞도록 다음 사항을 반영하여 개발되어야 함.

첫째, 잠재시장과 이용객(교통약자)에 대한 다각적인 시장조사 통하여 중형저상버스 도입에 대한 타당성 및 제품 개발 방향에 대한 요구사항을 규명함.

둘째, 잠재시장과 이용객의(교통약자)에 대한 요구사항을 차량의 스타일 측면에서 외관과 실내로 구분하여, 차량 제원적 측면으로 도로의 설치기준, 현지 도로조사를 통한 운행환경, 수송수요를 감안하여 분석함.

셋째, 각 분석을 통하여 중형저상버스 각 부분에 대한 개발 컨셉 방향을 설정함.

넷째, 국내에는 중형급 저상버스가 도입되지 않은 관계로 국내외 관련기술 조사 및 분석을 통해 개발하고자 하는 중형저상버스의 제원, 사양, 목표 성능을 도출하고 이

를 설계 컨셉에 활용함.

다섯째, 개발 컨셉 방향 설정된 사항을 근간으로 설계함.

또한 기존에 개발된 기술 및 연구의 결과를 효과적으로 활용·반영하기 위하여,

첫째, 기존에 연구된 개발 컨셉에 따른 스타일링에 대한 검토 및 보완이 이루어 질 것이며, 농촌과 도시 실정에 맞는지를 상세히 검토함.

둘째, 개발 또는 보완된 스타일링을 사용하여 각 부분의 설계에 대해 재검토를 실시하며, 기존에 검토되지 않은 전기차량에 대해서는 더욱 심도 있는 검토를 진행할 예정임. 특히 전기 중형저상버스의 경우 클린디젤 중형저상버스의 플랫폼, 내/외부 설계등 공용화 설계를 50%이상 확보하여 중형 저상버스의 표준화 및 제작 공용성을 극대화 하도록 설계가 이루어 져야함.

설계를 위해서는 국내외 저상버스의 시장 및 차량사양을 조사하고, 조사결과를 토대로 차량 패키지 시스템의 상품기획안을 작성하고, 각 시스템 레이아웃을 구성함. 이를 위해 필요한 해석 및 설계가 보완 또는 검증되고 이를 기반으로 BOM을 작성함. 이러한 설계가 확정되면 향후 제작될 표준모델에 대한 축소모형 또는 애니메이션을 제작하여 보급의 활성화에 기여하도록 할 예정임.

도출된 설계를 통해 설계구상서 및 제작사양서를 작성하고, 설계된 BOM 및 제작사양서를 기반으로 예비가격을 도출하며, 중형저상버스의 보급에 따른 예상효과를 분석하고자 함. 이러한 설계, 보급계획에 의거 중형저상버스의 표준차량을 제작하여, 운영의 신뢰성, 활용성을 검토하고, 이러한 시스템의 안전인증 시험을 수행함. 시험평가 결과와 운영성을 고려하여 중형저상버스의 표준사양 고시(안)을 개발하고자 함.

5절. 세부과제 간 연계관계

본 연구사업의 최종목표 달성을 위해서 1차년도 최종목표의 설정 및 설정된 목표의 차량 시스템 기본설계, 차량 시스템 제작, 시험평가 및 인증, 표준사양 고시 및 운영 시험평가 등으로 이루어짐.

1차년도의 연구내용은 차량 시스템 기본설계, 차량 시스템의 운영성/활용성/적정성에 대한 재평가 등이 이루어지고, 2차년도-3차년도는 차량시스템 상세설계 및 제작이 주로 이루어지며, 4차년도에는 안전인증, 운영성 시험평가, 홍보가 이루어져 최종적으로 보급이 이루어질 예정임.

중형저상버스 표준모델 개발 사업은 국가의 교통복지 사각지대 해소를 위하여 정부의 금융지원을 정량적으로 가시화하기 위한 사업임. 따라서 사업을 성공적으로 완수하기 위해서는 정책적 조율과 판단 그리고 기업의 제조기술이 효과적으로 투입되어야함. 또한 정책추진을 위한 전략수립도 설계, 제작 및 평가 단계별 연구결과를 추종하면서 능동적으로 수행되어야 함. 이를 위하여 여러 개의 세부과제가 동시에 또는 연계관계로 진행될 수 있도록 연구단 개발체계를 기본으로 기획연구를 추진함.

<연구단과제>는 중형저상버스 개발 사업을 총괄·조정하고 효과적으로 사업이 추진될 수 있도록 과학적 사업추진 체계를 구성함으로써 각각의 세부과제의 문제점을 사전에 파악하여 선제적 조치를 취하고, 성과물을 효과적으로 실용화시키는데 중추적 역할을 해야 함. 또한 국내·외 최신 개발기술 탐색 및 활용 방안 수립을 통하여 <1세부과제>에서 수행하는 요구사항 도출 및 구현전략 수립에 반영하여 추진하도록 조정하고, 특히 국내외 가용자원(부품 및 요소기술)에 대한 도입을 추진하여 개발비용을 절감할 수 있도록 조치함.

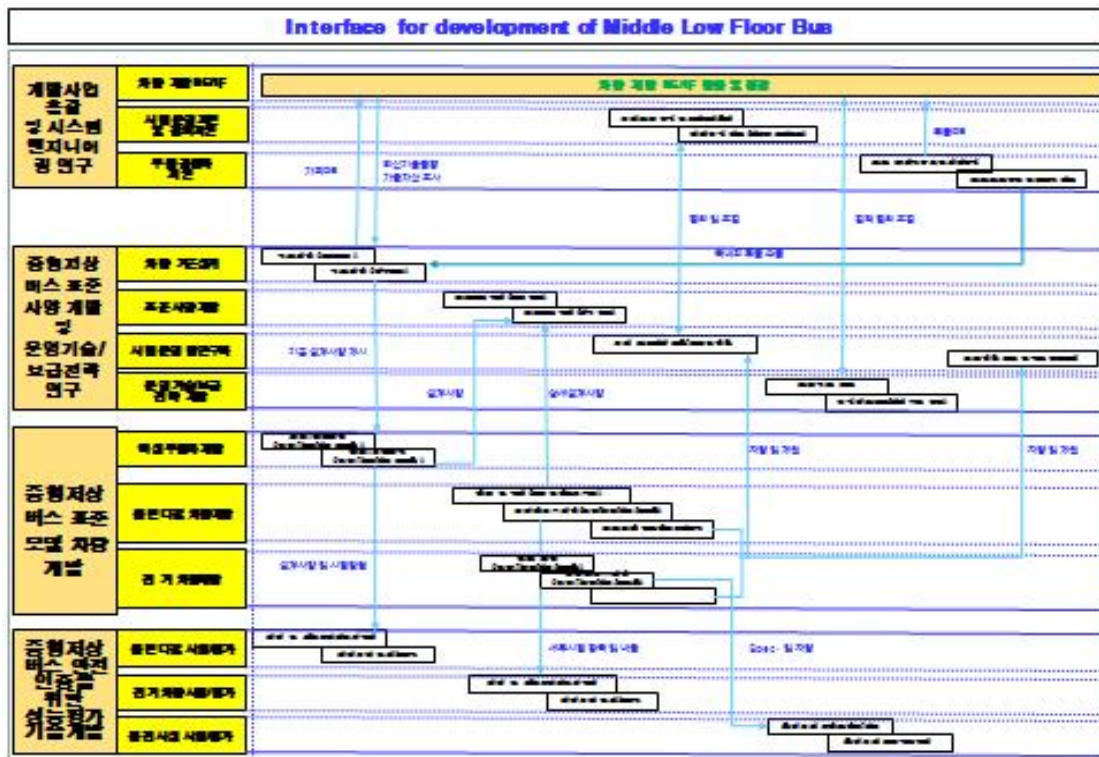
<1세부과제>에서는 국내 교통 취약지역에서 중형저상버스의 운영환경과 제작사의 제작설비/기술을 바탕으로 도출된 요구사항을 <연구단과제>에서 제시한 국내외 기술분석 결과로 보완하여 완성함. 또한 요구사항을 연계하여 개발 목표사양을 수립함. 목표사양은 <연구단과제>에서 제시한 국내외에서 수급 가능한 부품 및 요소기술을 적용하여 기본설계를 완성함. <1세부과제>에서는 추진되는 가격구조 및 분석을 위하여 입력 DB로 전달되고, 정책적 보급규모 또는 차량비용을 피드백시켜 적정한 범위 내에서 개발이 추진되도록 기본설계를 개선·조정하여 맞추어나가야 함. 또한 <2세부과제>에서 제작된 차량의 주요사양을 적용하여 표준사양을 제시하고 사업의 종료까지 조정 관리함. 그 사양의 내용은 많은 이해당사자의 조율이 필요하기 때문에 정책적 판단은 <1세부과제>를 통하여 제시된 사항을 반영하고, 국내외 전문가, 일반 이용자 및 특수목적 조직은 <연구단과제>를 통하여 조율된 의견을 반영해 나가야함. 또한 <1세부과제>에서는 개발차량을 활용하여 실증함으로써 요구사항→목표사양→제작→시험을 통하여 최초의 요구사항을 얼마나 효율적으로 성취하였는지 검증하게 되며, <연구단과제>를 지원하여 기술적 통합·조정 역할을 하게 됨. 또한 <1세부과제>에서는 중형저상버스의 개발을 보급 가능한 범주에서 벗어나지 않도록 차량가격 구조, 생산량 및 정책지원 측면에서 모니터링하고 <연구단과제>를 통하여 전체 사업에 반영하도록 지원함. 차량가격구조는 <1세부과제>의 기본설계 결과와 <2세부과제>

제>의 제작 전 단계에서 검토하여야 하며, 이를 비용분석에 반영하여 수행하여야 함. <2세부과제>에서 개발차량이 제작되면 양산을 위한 소요시설을 분석하고 투자비를 예측함. 또한 중형저상버스는 학원/통학차량, 교통약자를 위한 수요응답형 버스 및 수요가 적은 시간/노선의 시내버스 보완차량으로 쓰임새가 넓으므로 여러 가지 보급 모델을 수립하고 관련된 효과분석을 수행 함.

<2세부과제>에서는 <1세부과제>에서 제시된 기본설계를 활용하여 상세설계를 수행하고 보유한 시설 및 장비를 고려하여 제작도를 완성하게 됨. 제작도 완성단계에서 가격구조를 더욱 구체화 할 수 있으므로 그 결과를 <연구단과제>에 지원하여 정책적 판단을 지원하고, <1세부과제>에 지원하여 보급차량의 가격구조를 현실화 해 나가도록 함. 또한 실질적인 부품수급 및 개발·제작하고 구성품단위의 시험평가를 통하여 설계검증을 실시하고, 동시에 완성차에 대한 성능시험 절차서를 작성해 나가야함. 완성차에 대한 성능시험 절차서는 <3세부과제>와 공동으로 기술적 검토를 수행함으로써 안전인증을 효과적으로 수행할 수 있도록 함. <2세부과제>에서는 완성차량 이외에 <3세부과제>에서 수행하는 안전인증을 위한 구성품을 제작하여 지원해야 함. 또한 <연구단과제>의 해외 최신기술의 탐색과업과 연계하여 환경규제 등에 효과적으로 대응할 수 있는 차량을 개발·제작하도록 함.

<3세부과제>에서는 개발사업의 전주기적으로 모니터링하면서 안전기준에 적합한 차량이 개발되도록 지원하고, 최종적인 제작차량에 대하여 공공기관의 역할을 다하여 안전인증을 획득할 수 있도록 함. 따라서 <1세부과제>에서 수행하는 기본설계를 바탕으로 안전인증에 적합한지를 우선적으로 검토할 필요가 있으며, <2세부과제>에서 제시하는 평가기준이 기술경쟁력을 확보하는데 있어서 적합한지를 평가하고 대안을 제시해야 함.

표 38. 과제간 연구 항목별 연관성



전기저상버스의 완성차 제작기술 및 그 운영은 지금 바로 시작하면 세계적 경쟁력 확보가 가능한 연구개발 분야임. 국토해양부 주관으로 수행된 중형저상버스 시스템 사양개발 관련 연구 결과와 전기 철도차량에 특화된 전기추진시스템 기술을 개선·접목하면 빠른 기간 내에 중형저상버스(전기 및 CNG(또는 디젤))를 제작할 수 있으며 외국의 중형 저상버스와 충분히 경쟁 할 수 있음.

전기버스관련 요소기술로는 동력전달, 전기발생, 전기 관리 및 저장 기술(차량 및 도로)로 구분됨. 현재 국내에서는 이와 관련된 요소기술 연구가 여러 부처의 연구개발과제로 진행되고 있음. 해당 요소기술은 차량으로 통합 검증되어야 개발성과의 실용화가 가능하며, 다른 산업으로 크게 확산될 수 있음.

본 과제를 통하여 부처 및 기업의 연구개발로 산재되어 있는 요소기술을 통합하여 중형저상버스를 제작하고 예비검증을 통하여 실용화 보급정책에 반영하고자 함.

자동차능시험연구소와 공동연구를 진행하여 중형저상버스가 완성되었을 때 관련 법규를 충족시키도록 개발 추진하고자 함. 또한 차량제작사와 운영사를 연구과정에 참여시키고, 승객(국민)의 의견을 반영시킬 수 있는 조사 및 행사를 포함한 연구개발체계를 운영하여 국내외 실용화에 어려움을 최소화하고자 함.

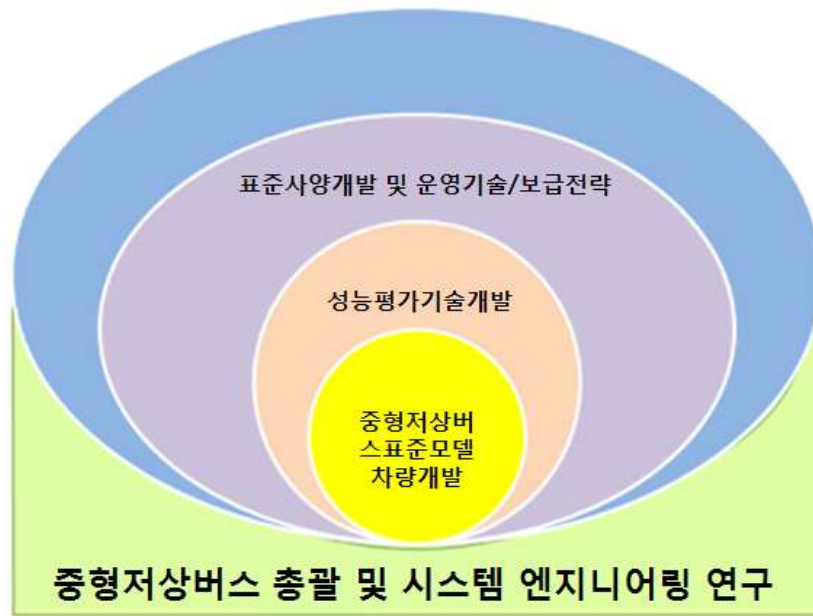


그림 39. 세부과제별 연계구조

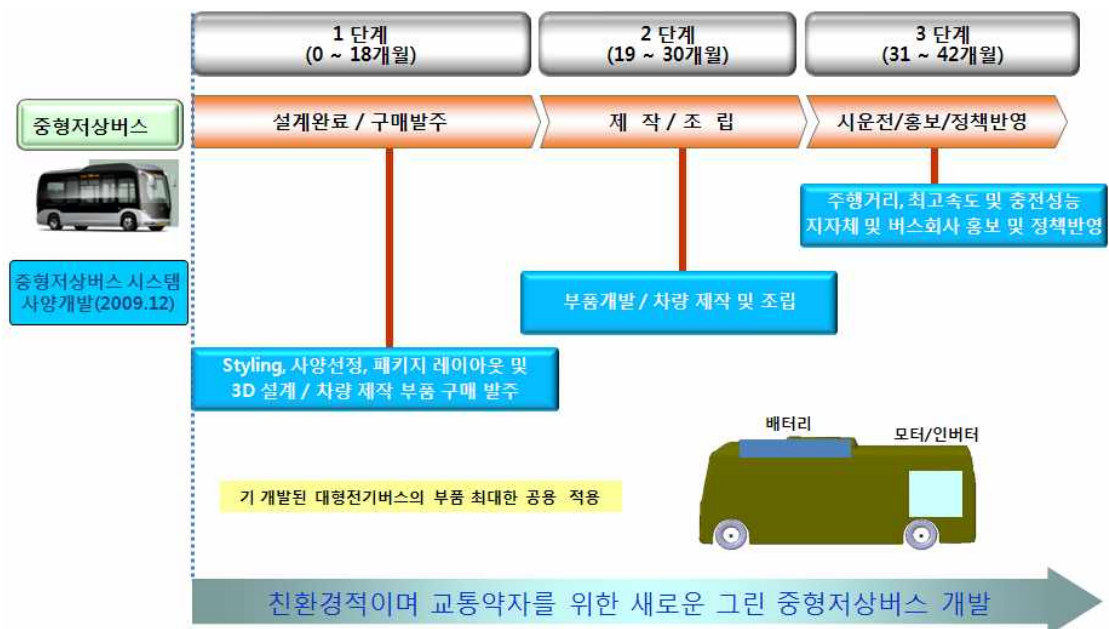


그림 40. 중형저상버스 개발공정

기존 R&D 성과물(중형저상버스) + 정부과업 성과물 적용



그림 41. 중형저상버스 개발을 위한 관계기술 협력체계

표 39. 중형저상버스 개발 공정

NO	연구내용		1차년도				2차년도				3차년도				4차년도				비고
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	요구사항 분석 및 개발 전략 수립(디젤, 전기차)																		
2	설계	2D/3D 분석																	
3		CAE 분석																	
4		BOM 작성 (원가분석)																	
5	시제차 제작	디젤 설계																	
		디젤 제작																	
6		전기 설계																	
		전기 제작																	
7	시험 평가	디젤																	
8		전기																	
9	인증 시험	디젤																	
10	시승평가/ 홍보																		
11	중형버스 표준사양(안)작성																		

6절. 과제별·연차별 기술로드맵 및 성과로드맵

- (1) 본 사업은 총 4개년에 걸쳐 진행되며 저상버스 개발사업 총괄 및 시스템엔지니어링 연구, 중형저상버스 표준사양 개발 및 운영기술/보급전략 연구, LF-40형 중형저상버스 표준모델 차량개발, 중형저상버스 안전인증을 위한 성능평가 기술개발 등이 세부과제로 참여하게 됨.
- (2) 1차년도에는 각 세부과제별로 요구사항분석 및 기본설계가 이루어지고 2차년도와 3차년도에는 상세설계를 통하여 부품개발과 차량제작 및 차량에 대한 성능시험평가가 수행되며 4차년에는 각 세부과제별 성과물도출 및 최종보고서가 작성되며 중형저상버스 표준사양 및 실용화에 관련된 주요 정책 결과물들도 함께 산출되어 최종적인 과제목표를 달성하게 됨.
- (3) 과제에서 수행되는 주요 기술별 로드맵은 중형저상버스의 핵심적인 기술인 저상화, 패키징, 클린디젤, 전기추진 등에 대한 전략적인 추진체계를 과제년도별로 단계적이고 합리적으로 구성하여 작성되었으며 세부과제별 개발방향에 대한 기술적 이정표를 제시할 수 있도록 하였음.
- (4) 저상화와 패키징에 대한 기술적 성과는 혁신적인 개념정립을 통하여 차량설계에 반영될 수 있도록 체계적이고 합리적인 개발방향의 설정과 요구사항에 대한 효과적인 분석에 의해 달성되어지며 중형저상 전기버스와 중형저상 클린디젤버스를 제작하여 성능을 평가하는 단계에서도 반영되게 됨. 최종적으로는 안전성과 신뢰성의 확보에 따른 표준사양 설계 및 실용화 등에도 중요한 역할을 할 것으로 기대됨.
- (5) 클린디젤기술은 친환경적이며 기존 내연기관이 가진 장거리 주행에 대한 안정성을 제공하기 위하여 중형저상버스개발에서 성과물로 얻어지는 저상화 패키징에 적합한 동력발생부품, 동력전달부품, 엔진 및 배기부품, 차체샤시 및 경량소재부품 등에 대한 요구사항 및 기본설계를 토대로 구축됨. 향후 고효율 클린디젤기술이 적용된 중형저상버스에 대한 개발이 이루어지면 국내 대중교통부

문 뿐만 아니라 국외시장에서도 좋은 반응을 얻을 것으로 기대되므로 수출 증대 및 에너지절약 측면에서 국가경제에 매우 큰 기여가 가능할 것으로 보임.

(6) 또한 향후 하이브리드 차량으로도 적용이 가능하므로 보다 저비용이고 친환경적인 대중교통수단에 대한 확보도 가능하리라 전망됨.

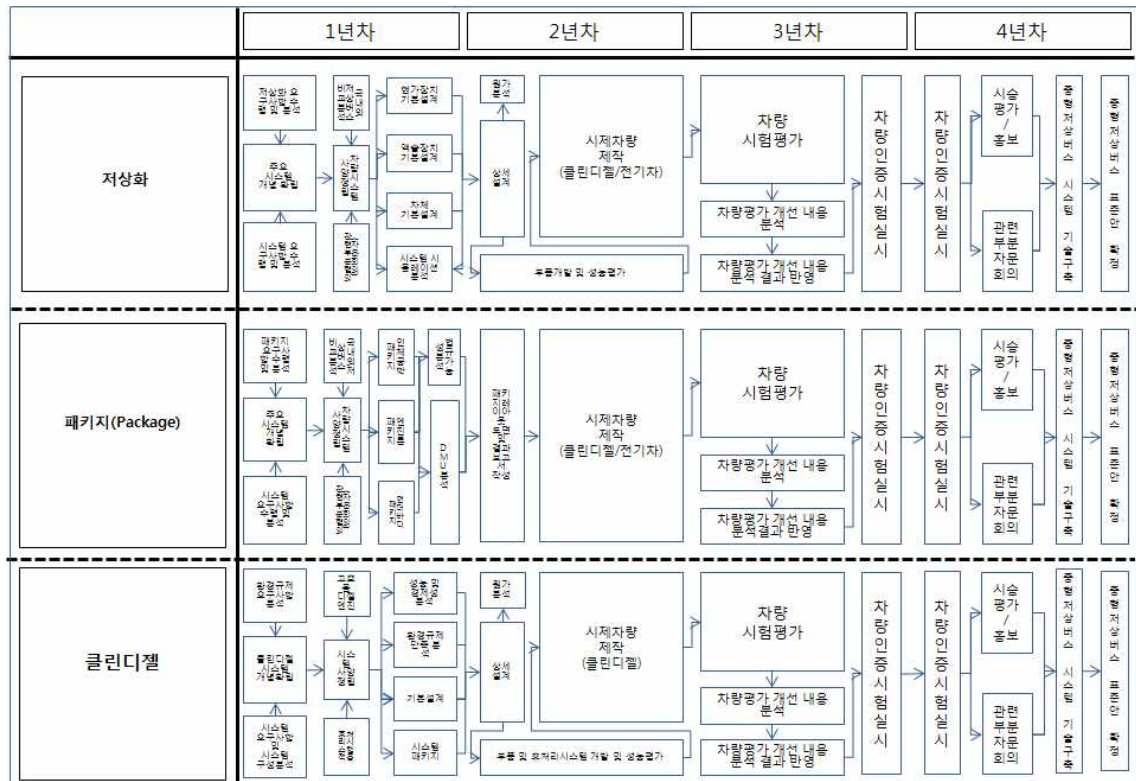


그림 42. 중형저상버스의 저상화, 패키징, 클린디젤 년차별 기술적 성과 로드맵

(7) 전기추진기술은 대용량 배터리, 인버터, 모터 등의 핵심기술이 복합된 최신 기술이며 중형저상버스의 저상화, 패키징 기술과 접목하여 대중교통수단의 고급화 및 편리성을 진일보 시킬 수 있을 것으로 기대됨. 국내외적으로 대용량 배터리, 추진계, 충전기술에 대한 표준화가 상당히 진척되고 있으므로 이러한 요구사항을 만족시킬 수 있도록 초기단계에서 기본설계에 반영하는 것이 필요하며 반영된 설계조건을 토대로 차량 시스템에 대한 설계를 완료하여 향후 단시간내에 시험평가 및 Proto 제작을 통해 상용화 될 수 있도록 설계를 완료할 예정임. 전기추진기술이 적용된 중형저상버스에 대한 성능시험평가기술은 현재까지 표준화 되지 않았으므로 이를 체계화하여 표준화하는 것도 매우 중요함.

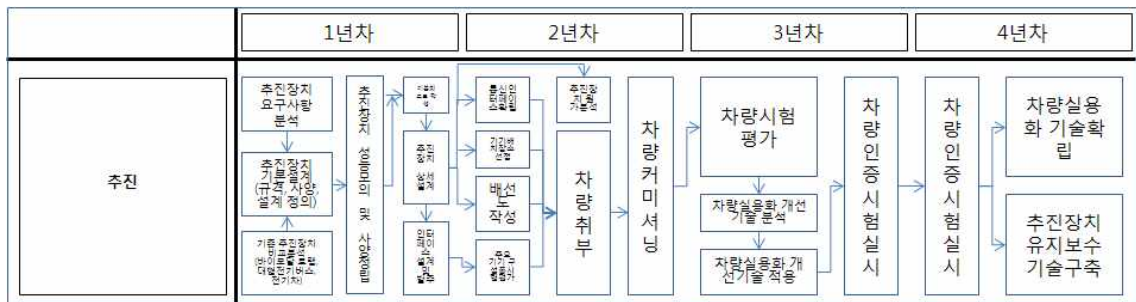


그림 43. 중형저상버스의 전기추진 년차별 기술적 성과 로드맵

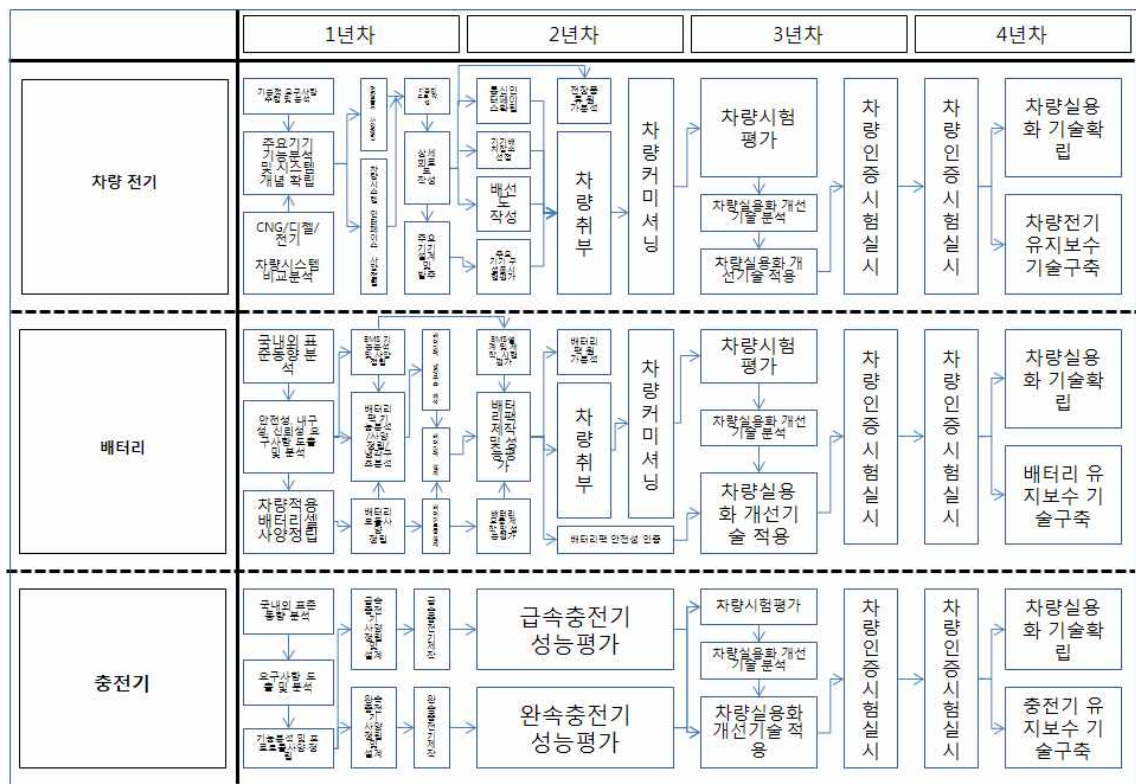


그림 44. 중형저상버스의 차량전기, 배터리, 충전기 년차별 기술적 성과 로드맵

7절. 성과의 활용방안

- (1) 시대적 요구인 전기저상버스의 효율적 보급을 위하여 관련 차량산업 및 운영 주체를 준비시키고, 이에 대한 지원정책 수립에 활용함.
- (2) 교통약자 이동편의 보장과 대중교통 활성화를 위해 대도시, 농어촌 및 도심 외곽 교통약자를 위한 저공해 저상버스의 개발·보급에 활용함.

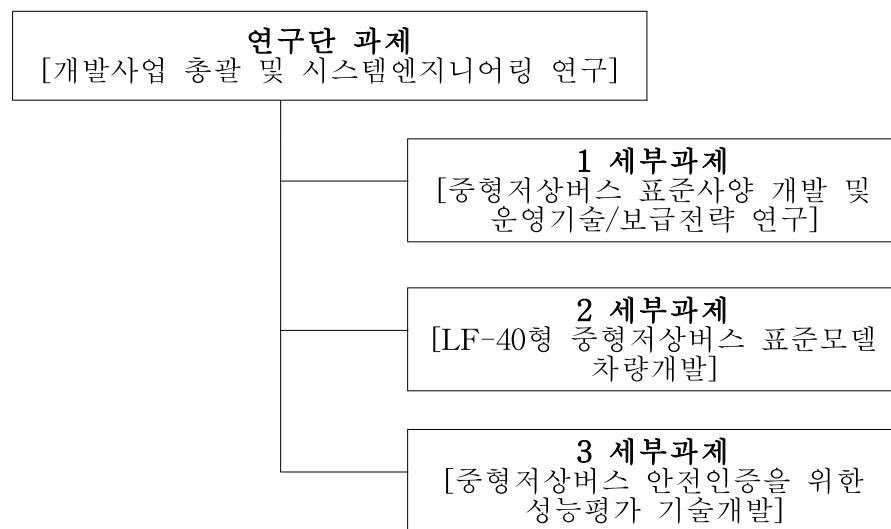
- (3) 또한 교통약자 이동편의 및 환경부하 개선을 위한 전기저상버스로서 요구되는 전기차량, 승객안전, 운영설비, 차량 유지보수 및 운영경제성 등에 대한 연구·분석을 통한 기반기술을 축적함.
- (4) 대도시의 수송수요에 맞추어 대형저상버스를 대체 또는 조합운영 할 수 있는 중형저상버스의 보급기반 조성에 활용함.
- (5) 해외 사례분석 및 개발기술을 활용하여 저상버스 및 도시 문화·기반시설을 통합한 운영모델 개발에 활용함(노선설계 및 운영수익 개선 일환).
- (6) 특수지역(공항 및 항만 등)의 소규모 교통수요에 대응하여 무공해 및 Barrier Free 수단으로 활용하고자 함.
- (7) 2018년 동계올림픽 등 국내에서 개최되는 국제적인 행사에 녹색 Barrier Free 대중교통수단으로 투입하여 활용할 수 있음.

8절. 연구수행체계 제안

연구사업 운영 체계는 각자 나누어진 과제의 목표 달성보다는 과제간의 유기적인 통합 및 조정을 통한 차량개발, 안전인증, 표준사양 고시가 유기적인 연계를 통해 사업 추진 단계마다 점검 및 검토가 이루어져 세부적인 목표 수정이 이루어져야 최종적인 목표 달성이 가능함. 그러므로 각 과제가 독립적인 성격으로서가 아닌 1개의 사업으로 이루어지는 연구단(또는 사업단) 체제로 사업이 이루어져야 함.

연구단의 형식으로 이루어져야 과제 간 목표 수정, 예산조정, 확대 및 축소가 단계적으로 연구단에서 조정되어 최종적인 목표달성이 가능함.

과제의 운영은 연구단 체계의 통합적인 운영체계이지만 각 과제간의 독립적인 연구를 통해 과제연구의 목표 달성을 수행하기 위해 차량개발, 표준사양 개발, 안전인증, 보급전략 수립 등은 독립적인 연구영역으로서 연구책임자 위주로 연구되고, 결과도출을 명확히 할 필요가 있음.



4장. 사전타당성 검토

1절. 중형저상버스 관련 여건 전망

1. 중형저상버스 시장전망

가. 저상버스 관련 법적 요구 사항

「교통약자의 이동편의 증진법」 제2조(정의)에서 “교통약자”라 함은 장애인, 고령자, 임산부, 영유아를 동반한 자, 어린이 등 생활을 영위함에 있어 이동에 불편함을 느끼는 자를 지칭함.

교통약자는 2009년 말 기준으로 1,216만 명으로 전체 인구대비 24.45%의 비율을 차지하고 있으며, 세부적으로 장애인 3.08%, 고령자 10.58%, 임산부 0.87%, 어린이 5.34%, 영·유아를 동반한 자 4.55%로 나타나고 있음.

표 40. 국내 교통약자 현황

구분	계	장애인	고령자	임산부	어린이	영·유아동반
인구(명)	12,167,904	1,532,027	5,267,708	445,200	2,659,544	2,263,425
총인구 대비	24.45%	3.08%	10.58%	0.87%	5.34%	4.55%
교통약자 대비	100%	12.60%	43.285	3.56%	21.84%	18.61%

「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. 따라서 국내에서 운행 중인 저상버스는 이런 법적 요구 사항을 충분히 만족시키지 못하고 있음.

저상버스 보급을 지속적으로 확대하여 교통약자의 이동편의 증진과 시내버스 고급화 등 서비스 수준을 높이고 제2차 교통약자편의증진계획(2012-2016)에 따라 저상버스 보급을 지속적으로 추진되어지고 있음. 그 예로서, 서울시에서는 '15년 까지 50%의 저상버스 보급을 목표로 하고 있으며, 전국적으로도 보급률이 꾸준히 증가하는 추세임.

이러한 법적인 요구 조건을 만족시키기 위해서는 기존 버스의 저상화뿐만 아니라 마을버스와 농어촌버스도 저상화 대상에 포함될 필요가 있음. 이러한 수요 충족을 위해서는 마을버스와 농어촌버스의 저상화에 적합한 중형저상버스의 개발이 필요한 실정임.

나. 저상버스 관련 상위 계획 및 정부 정책

(1) 국가기간교통망계획(2011-2020)

(가) 법적근거

국가기간교통망계획은 「국가통합교통체계효율화법」 제4조에 의거하여 작성됨.

(나) 수립배경

국가기간교통망계획의 수립배경은 다음과 같음.

- 육상, 해상, 항공 교통정책과 도로, 철도, 공항, 항만 등 국가기간교통시설 확충이 상호연관성 없이 부문별로 추진됨으로써 국가 교통정책 목표 달성에 한계.
- 교통시설확충과 병행하여 교통체계의 운영개선 등 효율적인 국가종합 교통체계를 구축해야 할 필요성 대두.
- 글로벌화, 환경 및 에너지 문제 등 장래여건 변화에 대비하기 위하여 교통의 먼 미래를 내다보는 체계적인 장기종합교통계획 필요.

(다) 추진 방향

국가기간교통망계획의 주요 추진 방향 중에서 중형저상버스와 관련된 사항은 다음과 같음.

- 교통약자를 위한 대중교통수단의 다양화(경전철, BRT 등) 및 연계교통시설(정류장, 환승시설 등) 확충 시급.
- 교통복지에 해당하는 이동편의시설(저상버스 등) 지속 확충 필요.

(2) 대중교통 기본계획(2012-2016)

(가) 수립 법적 근거

대중교통 기본계획은 「대중교통의육성및이용촉진에관한법률」 제5조에 의거하여 작성됨.

(나) 수립 배경 및 목적

대중교통 기본계획의 수립 배경은 다음과 같음.

- 제1차 대중교통기본계획(2007-2011)에 이어 제2차 대중교통기본계획을 수립하여 대중교통 활성화 정책 지속 추진.
 - 대중교통기본계획과 지방대중교통계획 등 관련계획 연계 수립.
- 「저탄소 녹색성장」 교통정책 패러다임 변화에 맞춰 대중교통정책도 적극적인 대응이 필요.
 - 저탄소 녹색 성장을 실행하기 위한 지속가능한 대중교통정책 수립 및 구체적인 실행방안 마련.
- 국내·외 여건변화와 장래 추이, 도시규모 및 통행특성, 기술개발 등을 감안한 중·장기적 대중교통체계 구축방안 제시 필요.

대중교통 기본계획의 수립 목적은 다음과 같음.

- 대중교통을 체계적으로 육성·지원하고 국민의 대중교통 이용을 촉진하기 위하여 대중교통기본계획을 수립.
- 대중교통 전반의 종합적인 검토나 계획이 없이 교통수단별 개별적으로 추진되어온 대중교통정책의 부작용을 개선.

(다) 추진방향 중 중형저상버스 관련 내용

주요 추진방향 중 중형저상버스 관련 내용은 다음과 같음.

- 교통약자를 위한 시설 확충 지속 추진
 - 교통약자 접근시설 개선 및 보행동선 안전성 향상에 중점을 둔 정책 및 사업 시행.
 - 무장애 공간조성, 무장애 인증제 도입 검토 등 무장애 교통환경 구축 추진.
 - 교통약자 맞춤형 정보제공(문자안내판, 음향정보 제공 등) 시스템 확충 및 안전시설 확충 추진.
- 저상버스의 보급 확대
 - 저상버스 보급을 지속적으로 확대하여 교통약자의 이동편의 증진과 시내버스 고급화 등 서비스 수준 제고.
 - 제2차 교통약자편의증진계획(2012-2016)에 따라 저상버스 보급을 지속적으로

로 추진.

- 저상버스 운행스케줄의 규칙적 조정, 버스정류장 시설 개선 등을 추진하여 교통약자의 저상버스 이용 편의를 제고.

(3) 교통약자이동편의증진계획(2007-2011)

(가) 수립 법적근거

교통약자이동편의증진계획의 법적 근거는 「교통약자 이동편의증진법」 제6조임.

(나) 수립배경 및 목적

교통약자이동편의증진계획의 수립 배경은 다음과 같음.

- 고령화 등으로 교통약자가 지속적으로 증가할 것으로 예상되어 교통약자의 이동권 증진을 위한 시스템 마련이 절실.
- 장애인, 노인, 임산부 등 교통약자가 안전하고 편리하게 이동할 수 있도록 다양한 이동편의 활성화 정책 추진 필요.
- 교통약자이동편의증진을 위한 국가역할 재정립과 새로운 정책수립 요구 증대.

교통약자이동편의증진계획의 수립 목적은 다음과 같음.

- 장애인, 노인, 임산부 등 교통약자를 위한 이동편의증진정책의 기본방향 및 목표를 제시.
- 실행 가능한 이동편의시설 및 보행환경에 관한 개선계획 및 사업 추진에 필요한 투자비 산정과 재원조달방안을 마련.
- 기존의 차량소통 위주의 교통정책에서 인간중심의 교통정책으로 전환하여 선진교통시스템을 구축하기 위한 체계적인 계획 수립.

(다) 추진방향

교통약자이동편의증진계획의 추진 방향 중 중형저상버스와 관련된 사항은 다음과 같음.

- 한국형 저상버스를 개발('08년 말)하고 양산체제를 갖추어 전국 시내버스의 31.5%(586→9,130대)까지 보급('11년).

○ 지자체의 재정자립도를 감안 매칭 펀드 비율을 차등화하는 방안 모색.

(4) 상위 계획 및 정부 정책 검토 결과

고령화 등으로 교통약자가 지속적으로 증가할 것으로 예상되어 교통약자의 이동권 증진을 위한 시스템 마련의 필요성이 대두됨에 따라 장애인, 노인, 임산부 등 교통약자가 안전하고 편리하게 이동할 수 있도록 다양한 이동편의 활성화 정책을 추진하여 「교통약자의 이동편의 증진법」 제정('05.1.27) 하였음.

「교통약자의 이동편의 증진법이 제정됨에 따라 각 지자체별로 교통약자의 이동권 보장을 위한 기본계획 수립을 의무화 하였으며, 「장애인 차별금지 및 권리구제에 관한 법률」('08.4 시행)은 장애인 이동권을 손해배상청구까지 가능한 권리로 보장하였음.

현재 제2차 대중교통기본계획을 수립하였으며 16년까지 저상버스 보급을 지속적으로 확대하여 교통약자의 이동편의 증진과 시내버스 고급화 등 서비스 수준을 제고하며, 저상버스 운행스케줄의 규칙적 조정, 버스정류장 시설 개선 등을 추진하여 교통약자의 저상버스 이용 편의를 제고하였음.

제3차 중기교통시설투자계획(2011-2015)에서는 교통복지에 해당되는 이동편의 시설(저상버스)에 대하여 지속적인 확충이 필요함을 지적하고 저상버스 관련 사업을 추진 중임.

다. 중형저상버스 도입 관련 법령

(1) 중형저상버스 도입 관련 법령

중형저상버스 도입과 관련된 주요 법령은 「자동차관리법」, 「환경친화적 자동차의 개발 및 보급촉진에 관한 법률」, 「수도권 대기환경 개선에 관한 법률」, 「대기환경보전법」, 「저상버스 표준모델에 관한 기준」, 「여객자동차 운수사업법」, 「대중교통 육성 및 이용촉진에 관한 법률」, 「교통약자의 이동편의 증진법」, 「국가통합교통체계효율화법」 등이 있음.

이 중에서 중형저상버스의 도입과 관련하여서는 「대중교통 육성 및 이용촉진에 관한 법률」, 「교통약자의 이동편의 증진법」, 그리고 「국가통합교통체계효율화법」이 저상버스 도입과 관련된 정부 지원의 근거를 제공하고 있음.

(2) 관련 법령 검토 결과

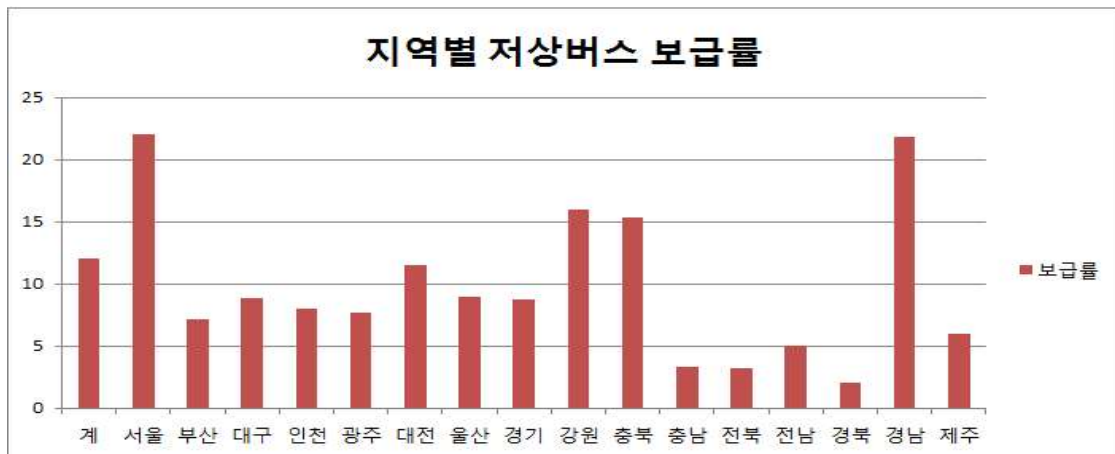
이중에서 「대중교통 육성 및 이용촉진에 관한 법률」 제12조(대중교통육성을 위한 재정지원) 및 「교통약자의 이동편의 증진법」 제14조(노선버스의 이용 보장 등)에 저상화에 따른 여객운송사업자에 대한 지원 근거 존재. 「대중교통 육성 및 이용촉진에 관한 법률」 제12조(대중교통육성을 위한 재정지원)에서는 국가 또는 지방자치단체는 대중교통의 육성 및 이용촉진을 위하여 지방자치단체 또는 대중교통운영자에게 저상버스의 도입 등 대중교통수단의 고급화 및 다양화에 해당하는 사업에 필요한 소요자금의 전부 또는 일부를 보조하거나 융자할 수 있도록 명시하고 있음. 「교통약자의 이동편의 증진법」 제14조(노선버스의 이용 보장 등)에서는 국토해양부장관 또는 시·도지사는 「여객자동차 운수사업법」 제4조에 따른 여객자동차운송사업 면허를 할 때에는 같은 법 제5조에 따른 면허기준을 갖추고 저상버스 등 교통약자가 편리하고 안전하게 이용할 수 있는 구조를 가진 저상버스를 대통령령으로 정하는 대수 이상 운행하려는 자에게 우선적으로 노선 여객자동차운송사업 면허를 할 수 있다고 명시하고 있음. 여기서 대통령령으로 정하는 대수 이상이라 함은 특별시와 광역시의 경우 운행하고자 하는 버스 대수의 2분의 1, 이와 군의 경우 시와 군 : 운행하고자 하는 버스 대수의 3분의 1을 의미함.

다만, 면허제인 시내버스와 달리 등록제인 마을버스에 대한 지원을 하기위해서는 관련 법령의 해석 및 정비가 요구됨. 이와 함께 추후 중형저상버스에 대한 정부의 가용 예산 확인 및 배분 비율에 대한 검토가 필요.

라. 중형저상버스 도입 여건분석

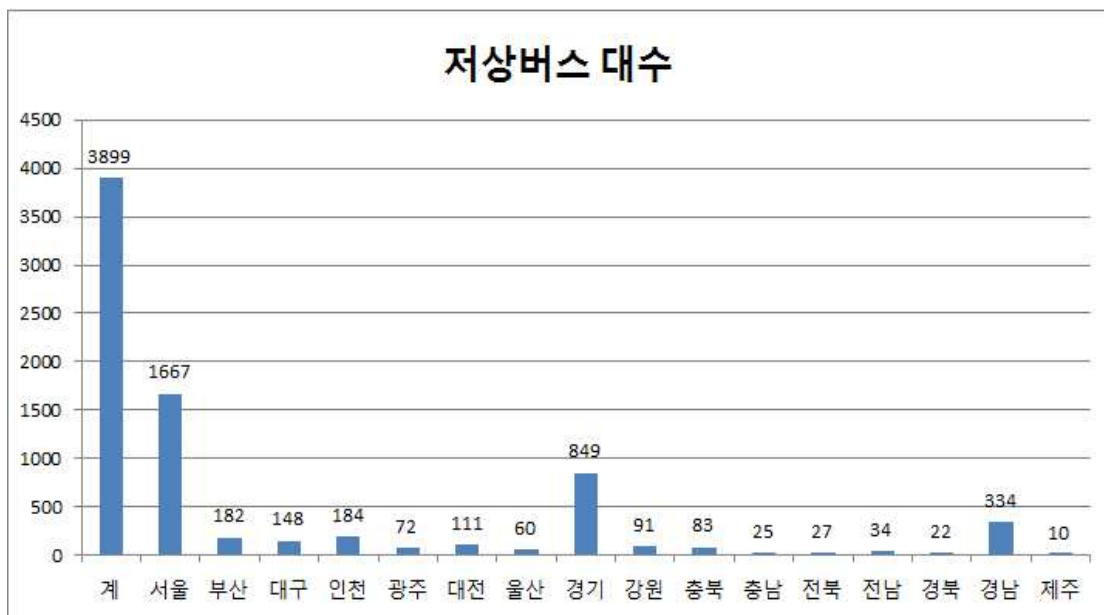
(1) 국내버스 운영현황

2011년 기준 지자체 별로 서울이 가장 높은 22.1%이며, 경남이 21.8%의 보급률을 나타내고 있음. 가장 보급률이 낮은 곳으로는 경북지역이 2%, 전북이 3.2%, 충남이 3.3%임. 전국 저상버스의 보급률은 12%로 아직 부족한 실정이며 향후 추가적인 보급이 필요한 실정임.



출처: 국토해양부 이동편의 실태조사 홈페이지(<http://weak.mltm.go.kr/>).

그림 45. 지역별 저상버스 보급률



출처: 국토해양부 이동편의 실태조사 홈페이지(<http://weak.mltm.go.kr/>).

그림 46. 지역별 저상버스 보급 대수

표 41. 연도별 저상버스 보급대수

구분	계	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
보급률	12	221	7.2	8.9	8	7.7	11.5	9	8.7	16	15.4	3.3	3.2	5	2	21.8	6
계	3899	1667	182	148	184	72	111	60	849	91	83	25	27	34	22	334	10
2004	60	35	3	2	4	2	12	2									
2005	162	67	5	5	20	10	14	3			3					30	5
2006	364	194	7	10	20	10	8	10	77	6	9				8		5
2007	304	108	7	20	30	10	8	7	89	6	8			1	1	9	
2008	500	260	5	30	17	8	8	10	125	12	6	3	4	0	2	10	
2009	978	482	25	35	28	12	12	6	200	18	36	5	5	10	3	101	
2010	838	322	60	26	30	10	25	12	226	37	8	6	8	6	4	58	
2011	693	199	70	20	35	10	24	10	132	12	13	11	10	17	4	126	

출처: 국토해양부 이동편의 실태조사 홈페이지(<http://weak.mltm.go.kr/>).

마을버스 운영현황을 보면 대부분의 마을버스가 서울과 경기도인 수도권에 집중되어 운행되고 있음.

표 42. 마을버스 운행 현황

구분		2005년	2006년	2007년	2008년	2009년
전국	노선수	745	751	754	875	1023
	차량대수	3,143	3,280	3,331	3,482	3,665
	업체수	362	371	372	369	372
	종사원수	8,501	12,141	12,262	12,648	13,334
서울시	노선수	208	211	212	205	205
	차량대수	1,234	1,290	1,295	1,312	1,312
	업체수	120	123	123	120	123
	종사원수	3,068	4,672	4,687	4,608	4,608
부산시	노선수	148	153	155	143	143
	차량대수	545	562	576	571	571

구분		2005년	2006년	2007년	2008년	2009년
	업체수	56	57	58	58	58
	종사원수	1,478	2,358	2,400	2,556	2,556
인천시	노선수	2	2	2	2	2
	차량대수	3	3	3	3	3
	업체수	2	2	2	2	2
	종사원수	6	19	19	19	19
광주시	노선수	9	9	9	9	9
	차량대수	36	36	36	36	36
	업체수	6	5	5	5	5
	종사원수	6	19	19	19	19
대전시	노선수	3	3	3	3	3
	차량대수	17	17	17	17	17
	업체수	3	3	3	3	3
	종사원수	34	53	53	53	53
울산시	노선수	13	13	13	13	13
	차량대수	31	31	31	31	35
	업체수	8	8	8	8	8
	종사원수	31	96	96	96	96
경기도	노선수	263	275	275	415	563
	차량대수	1,146	1,241	1,273	1,412	1,591
	업체수	132	142	142	142	142
	종사원수	3,465	4,435	4,499	4,808	5,494
강원도	노선수	26	21	21	21	21
	차량대수	23	23	23	23	23
	업체수	6	6	6	6	6
	종사원수	46	143	143	143	143
충청남도	노선수	5	2	2	2	2
	차량대수	4	4	4	4	4
	업체수	4	2	2	2	2
	종사원수	8	12	12	12	12
경상남도	노선수	57	57	57	57	57
	차량대수	68	68	68	68	68
	업체수	20	20	20	20	20

구분		2005년	2006년	2007년	2008년	2009년
	종사원수	190	224	224	224	224
경상북도	노선수	5	5	5	5	5
	차량대수	5	5	5	5	5
	업체수	3	3	3	3	3
	종사원수	10	10	10	10	10

출처: 전국마을버스운송조합, 2009.

농어촌버스 운영현황을 보면 2011년 현재 운행 중인 농어촌 버스는 3,764대이며, 주로 군지역에서 운행 중에 있음.

표 43. 지역별 농어촌 버스 운행 현황

구분	시 지역		군 지역		계
	일반	좌석	일반	좌석	
경기	-	-	108	9	117
강원	3	1	393	10	407
충북	-	-	297	49	346
충남	-	-	645	5	650
전북	-	-	579	1	580
전남	50	5	729	1	785
경북	2	-	441	72	515
경남	24	-	340	-	364

자료 : 전국버스운송사업조합연합회, 2011.

표 44. 전국 농어촌 버스 업체 수 및 버스보유 대수

구분	50대 이하		51 ~ 100 대	
	업체	대수	업체	대수
경기	2	57	1	52
강원	14	200	-	-
충북	7	171	-	-
충남	8	257	1	56
전북	5	158	-	-
전남	31	461	1	53
경북	12	236	-	-
경남	7	115	1	62
계	86	1,655	4	223

자료 : 전국버스운송사업조합연합회, 2011.

(2) 운영자 지원 제도 및 운영현황 조사

버스교통에 대한 지원 대책은 크게 재정지원 등의 버스업체에 대한 직접지원과 버스관련 시설개선 등의 간접지원으로 구분할 수 있으며, 직접지원방안으로는 운송수지 결손에 대하여 제정지원, 제세감면 등을 통해 운송비용을 줄여주거나 요금 인상조정을 통한 운송수입을 증대시켜주는 지원이 존재하고, 간접지원방안으로는 버스교통이 활성화되도록 버스수요를 창출해주는 지원이 존재함. 또한 요금할인에 따른 손실보조로 환승할인, 교통카드할인, 학생할인에 대한 결손금의 일부를 지원하고 있음.

시설개선지원으로 공영차고지조성에 대하여 중앙정부에서 건설·개량비용의 30% 범위 내에서 지원을 하고 있음. 2005년부터는 지방교부세 중 분권교부세로 지원을 하고 있음. 즉, 저상버스의 경우 대당 1억원을 지원하고 있으며, CNG 버스의 경우 구입에 따른 부가가치세 850만원(대당), 취득세 150(대당)을 면제토록 하였으며, 충전소 설치 용자 7억원(개소)을 지원하고 있음.

벽지명령노선 손실보상으로는 농어촌벽지주민의 교통편의 증진 및 도·농간 균형 발전을 도모하기 위해 정부가 자동차운수사업자에게 버스노선의 개설을 명하고, 개설한 노선에서 운송사업을 함으로써 손실이 발생한 경우 그 손실을 보상하고 있음. 오지·도서 공영버스 지원은 분권교부세로 공영버스위탁운영업체에 차량을 구입·지원하여 운행토록 하여 주민의 경제활동이나 학생들의 등하교 지원을 함.

유가보조금의 경우 시내·농어촌버스의 경우 리터당 201.53원을 지원하고 있음. 그 외에도, 각 시·도 조세감면 조례에 근거해 자동차등록세, 취득세에 대하여 버스운송사업자에게 세금을 면제해 주는 지원을 하고 있음.

또한, 국토해양부에서는 「대중교통기본계획」에서 시내버스를 저상버스로 대체를 장려하기 위해 매칭 펀드 형식(국고 50%, 지방비 50%)로 버스사업자에게 저상버스 구입비용의 일부(대당 1억원)를 지원하고 있음.

(3) 중형저상버스 도입 여건분석 종합

우리나라의 교통 SOC에 대한 투자 패러다임이 “저탄소·녹색성장”과 “교통기본권 보장” 등으로 다양해짐에 따라 교통수단, 특히 대중교통수단에 대한 새로운 기능들에 대한 요구가 증대되고 있음. 또한, 많은 전문가들은 석유부족이 조만간 도래할 것으로 전망하고 있으며 불안한 중동 정세에 따라 유가가 지속적으로 상승함

에 따라 교통부문에서도 고효율 교통수단에 대한 요구가 거세지고 있음. 우리나라는 「저탄소녹색성장기본법 시행령」에 의거하여 2020년까지 배출전망치(business as usual; BAU) 대비 30%의 온실가스를 감축하여야 하며, 특히 「녹색교통 추진전략」(국토해양부, 2010)에 따르면 교통부문에서 33%~37%의 CO₂를 감축하여야 함.

우리나라는 급속한 고령화 사회로 진입하고 있으며, 고령화 사회에 대비한 교통안전 및 교통복지에 대한 투자가 미흡하고, 농어촌지역 및 낙후지역에 대한 대중교통서비스 공급이 부족한 실정임. 또한 기술개발 및 보급을 통해 녹색교통수단을 새로운 ‘신성장동력’으로 성장시키는 노력이 필요한 시점임.

이러한 국내외적 급격한 변화에 대응하여 우리 정부는 지금까지 대중교통수단 개선에 많은 노력을 기울여 왔음. 연료비 및 대기오염 물질 배출 감축을 위하여 지속적인 기술개발에 매진한 결과 천연압축가스(CNG)버스 등을 도입하여 큰 성과를 이루어 왔고, 또한 대형저상버스 등을 도입하여 교통약자에 대한 배려에 노력하여 왔음. 하지만 이러한 시설투자는 대도시의 대형버스 위주로 이루어져 왔으며, 교통복지의 사각지대라고 할 수 있는 마을버스와 낙후지역의 농어촌버스에 대해서는 투자가 미흡하였음. 대형저상버스와 CNG 버스는 충분치 않은 도로여건과 CNG시설의 한계로 인하여 마을버스가 운행되는 주거지역 및 농어촌버스가 운행되는 농어촌 지역에서는 운행하기 부적합한 면이 있음. 또한 정부지원 및 교통수요가 적어 적자운영이 빈번한 마을버스와 농어촌버스의 경우 차량의 크기를 줄이고 교통약자를 위한 편의시설을 추가함으로써 운영효율을 높이고 서비스 질을 향상시킬 필요가 있음.

국내에서 운행하는 모든 저상버스는 상용차 생산업체인 대우버스와 현대자동차, 한국화이바에서 제작되어지고 모든 차량들은 전장이 11m ~ 12m로 기존 시내버스로 운행하는 차량과 비슷하거나 약간 더 긴 편에 속함. 일반적으로 차로가 많은 대로에서는 문제가 없지만 편도 2차로의 도로에서 회전을 할 시에 차량 길이로 종종 어려움을 겪음으로 인해 마을버스나 농어촌 버스 보급에 문제점이 있음.

이러한 마을버스 운행지역과 농어촌지역에 대한 대중교통시설 투자의 문제점 제기와 새로운 대중교통수단에 대한 요구에 대응하기 위하여 중형저상버스 도입이 본격적으로 제기되고 있음.¹⁾

1) 참고로, 국토해양부에서는 「대중교통기본계획」에서 시내버스를 저상버스로 대체를 장려하기 위해 매칭 펀드 형식(국고 50%, 지방비 50%)로 버스사업자에게 저상버스 구입비용의 일부(대당 1억원)를 지원하고 있음.

마. 중형저상버스 관련 시장의 수요

기존 버스에 대한 수요가 충분할 경우 지금과 같은 대형버스 및 대형저상버스를 운영하는 것이 합리적임. 하지만, 마을버스와 농어촌버스의 경우는 해당 서비스에 대한 수요가 지역적으로 큰 차이를 보이고 있음. 또한 같은 지역이라 하더라도 노선별로도 큰 차이가 존재하고 있음.

예를 들어 농어촌버스의 경우 벽지명령노선으로서 「여객자동차운수사업법」 제24조에 근거하여 수익성이 없는 노선에 국토해양부 장관 또는 시·도지사가 여객의 원활한 운송과 서비스 개선을 위해 개선을 명한 노선임. 이러한 벽지명령노선의 지정은 국가 및 지자체에서 국민의 교통권을 보장하기 위하여 기초 교통서비스를 제공해 주는 정책이며 운송수지 결손에 대해 전액 재정보전이 이루어지도록 되어 있음.

표 45. 농어촌 버스 업체 별 자본금 현황

구분	5천만원 이하	1억원 이하	2억원 이하	3억원 이하	4억원 이하	5억원 이하	10억원 이하	15억원 이하	15억원 초과
경기	1	1	-	1	-	-	-	-	-
강원	6	5	2	1	-	-	-	-	-
충북	1	2	1	2	-	-	1	-	-
충남	2	1	-	1	1	-	3	1	-
전북	-	-	1	2	2	-	-	-	-
전남	21	4	3	2	1	-	-	1	-
경북	6	5	-	1	-	-	-	-	-
경남	2	3	-	1	-	-	1	-	-
계	39	21	7	11	4	-	5	2	-

자료 : 전국버스운송사업조합연합회 (2011)

표 46. 농어촌버스 운송수지 추정

단위 : 백만원

구분	운송수입	운송비용	수지적자	적자율
2005	126,913	210,013	83,100	39.6%
2006	131,276	220,730	89,454	40.5%
2007	149,996	227,748	77,751	34.1%
2008	158,656	258,472	99,815	38.6%

자료 : 농어촌버스 활성화방안 연구 (2008)

따라서 버스 서비스에 대한 수요는 적으나 교통권 보장을 위하여 운행되는 농어촌 버스의 경우 기존의 대형버스 위주의 운행 보다는 중형버스와 대형버스의 혼용을 통해서 수요에 적극적으로 대응하고 운영의 효율성을 높이는 노력이 필요함.

2. 대내·외 교통 여건 변화 전망

가. 대외 여건 변화

현재 전 세계는 온난화에 따른 국지적인 기후변화 및 천재지변에 직면해 있음. 이러한 기후변화 대응 및 녹색성장 요구가 가장 현안 과제도 인식되고 있음. 이에 따라 화석연료시스템을 대체할 새로운 청정 에너지시스템 개발에 대한 필요성이 증대되고 있고 또한 기존 화석연료에 의존하던 교통수단들의 친환경화에 대한 강한 요구가 제기되고 있음.

또한 전 세계가 겪고 있는 경제위기를 타개하기 위한 방안으로서 경기 부양을 위한 새로운 SOC 패러다임 대두되고 있음. 이에 따라 주요 선진국은 기후변화 협약에 대응하고 저탄소 녹색성장을 추진하기 위해 녹색교통 중심으로 투자 확대하고 있는 실정임. 따라서 앞으로는 녹색교통에 대한 국제적인 경쟁이 더욱 거세질 전망이며, 녹색 교통분야에서의 우리나라의 국제 경쟁력을 강화하기 위해서는 중앙정부의 지원 아래 산·학·연의 융합연구를 통해 지속적으로 기술개발을 추진할 필요가 있음.

나. 대내 여건 변화

우리나라의 교통 SOC에 대한 투자 패러다임이 “저탄소·녹색성장”과 “교통기본권 보장” 등으로 다양해짐에 따라 교통수단, 특히 대중교통수단에 대한 새로운 기능들에 대한 요구가 증대되고 있음. 또한 많은 전문가들은 석유부족이 조만간 도래할 것으로 전망하고 있으며 불안한 중동 정세에 따라 유가가 지속적으로 상승함에 따라 교통부문에서도 고효율 교통수단에 대한 요구가 거세지고 있음.

이러한 배경 하에서 기후변화의 글로벌 이슈화, Post-Kyoto체제 출범 등으로 우리나라에 대한 국제적인 온실가스 감축압력 거세질 전망임. 정부는 이러한 국제환경 변화에 능동적으로 대처하기 위해 온실가스 감축목표 설정하였음. 「저탄소녹색성장 기본법 시행령」에 의거하여 2020년까지 BAU 대비 30%를 감축하고¹⁾, 그 중 교통부

1) 「저탄소녹색성장기본법 시행령」, 2010.

문은 33%~37%를 감축하여야 함.¹⁾ 따라서 구체적으로 감축목표 달성을 위한 친환경 교통수단을 적극적으로 도입할 필요가 있음. 이러한 점에서 본 연구에서 개발하려고 하는 전기 중형저상버스나 클린디젤 중형저상버스는 온실가스 감축목표에 실질적으로 기여할 수 있는 신교통수단이라 할 수 있음.

우리나라는 급속한 고령화 사회로 진입하고 있으며, 고령화 사회에 대비한 교통안전 및 교통복지에 대한 투자가 미흡하고, 농어촌지역 및 낙후지역에 대한 대중교통 서비스 공급이 부족한 실정임. 또한 기술개발 및 보급을 통해 녹색교통수단을 새로운 ‘신성장동력’으로 성장시키는 노력이 필요한 시점임. 이러한 국내외적 급격한 변화에 대응하여 우리 정부는 지금까지 대중교통수단 개선에 많은 노력을 기울여 왔음. 예를 들어, 연료비 및 대기오염 물질 배출 감축을 위하여 지속적인 기술개발에 매진한 결과 천연압축가스(CNG)버스 등을 도입하여 큰 성과를 이루어 왔고, 또한 대형저상버스 등을 도입하여 교통약자에 대한 배려를 하였음. 하지만 이러한 시설투자는 대도시의 대형버스 위주로 이루어져 왔으며, 교통복지의 사각지대라고 할 수 있는 마을버스와 낙후지역의 농어촌버스에 대해서는 투자가 미흡하였음. 대형저상버스와 CNG 버스는 충분치 않은 도로여건과 CNG시설의 한계로 인하여 마을버스가 운행되는 주거지역 및 농어촌버스가 운행되는 농어촌 지역에서는 운행하기 부적합한 면이 있음. 또한 정부지원 및 교통수요가 적어 적자운영이 빈번한 마을버스와 농어촌버스의 경우 차량의 크기를 줄이고 교통약자를 위한 편의시설을 추가함으로써 운영효율을 높이고 서비스 질을 향상시킬 필요가 있음.

또 다른 변화로서 ‘대중교통지향형 도시개발(TOD)방식’의 도입에 대한 요구가 증가하고 있음. 대중교통지향형 도시개발은 승용차 의존에서 탈피, 대중교통에 역점을 둔 도시개발, 철도역 등에 도보접근이 가능한 대중교통중심의 생활권 형성하는 것임. 이러한 대중교통지향형 도시개발을 위해서는 교통수요에 능동적으로 대응할 수 있고, 다양한 요구조건을 만족시킬 수 있는 수요맞춤형 교통수단에 대한 개발이 지속적으로 이루어져야 함. 즉, 공급자 위주의 서비스보다는 이용자 중심의 맞춤형 서비스가 지향되어야 하며, 이를 위한 다양한 대중교통수단의 개발이 필요함.

또한 교통측면의 사회적 형평성에 대한 요구가 증가하고 있음. 우리나라가 고령화 사회로 빠른 속도로 진입함에 따라 고령자를 위한 교통시설·교통서비스 공급요구가

1) 국토해양부, 「녹색교통 추진전략」, 2010.

증가하고 있음. 이와 함께, 다양한 계층에 대한 사회적 형평성 증진에 대한 요구 증대되고 있으며 교통약자에 대한 교통시설 서비스개선 등 교통복지요구가 증대되고 있음.

2절. 정책적 타당성

1. 중형저상버스의 부합성

가. 정부 정책의 부합성

우리나라의 교통 SOC에 대한 투자 패러다임이 “저탄소·녹색성장”과 “교통기본권 보장” 등으로 다양해짐에 따라 교통수단, 특히 대중교통수단에 대한 새로운 기능들에 대한 요구가 증대됨. 또한 많은 전문가들은 석유부족이 조만간 도래할 것으로 전망하고 있으며 불안한 중동 정세에 따라 유가가 지속적으로 상승함에 따라 교통부문에서도 고효율 교통수단에 대한 요구가 거세지고 있음.

이러한 국제적 동향 하에서 우리나라는 「저탄소녹색성장기본법 시행령」에 의거하여 2020년까지 배출전망치(business as usual; BAU) 대비 30%의 온실가스를 감축하여야 하며, 특히 「녹색교통 추진전략」(국토해양부, 2010)에 따르면 교통부문에서 33%~37%의 CO2를 감축하여야 함. 또한 우리나라는 급속한 고령화 사회로 진입하고 있으며, 고령화 사회에 대비한 교통안전 및 교통 복지에 대한 투자가 미흡하고, 농어촌지역 및 낙후지역에 대한 대중교통서비스 공급이 부족한 실정임. 그리고 기술개발 및 보급을 통해 녹색교통수단을 새로운 ‘신성장동력’으로 성장시키는 노력이 필요한 시점임.

이러한 국내외적 급격한 변화에 대응하여 우리 정부는 지금까지 대중교통수단 개선에 많은 노력을 기울여 왔음. 그 예로서, 연료비 및 대기오염 물질 배출 감축을 위하여 지속적인 기술개발에 매진한 결과 천연압축가스(CNG)버스 등을 도입하여 큰 성과를 이루어 왔고, 또한 대형저상버스 등을 도입하여 교통약자에 대한 배려에 노력하여 왔음.

하지만 이러한 시설투자는 대도시의 대형버스 위주로 이루어져 왔으며, 교통복지의 사각지대라고 할 수 있는 마을버스와 낙후지역의 농어촌버스에 대해서는 투자가 미흡하였음. 대형저상버스와 CNG 버스는 충분치 않은 도로여건과 CNG시설의 한계로 인하여 마을버스가 운행되는 주거지역 및 농어촌버스가 운행되는 농어촌 지역에서는 운행하기 부적합한 면이 있음. 또한 정부지원 및 교통수요가 적어 적자운영이 빈번한 마을버스와 농어촌버스의 경우 차량의 크기를 줄이고 교통약자를 위한 편의시설을 추가함으로써 운영효율을 높이고 서비스 질을 향상시킬 필요가 있음.

나. 기존도로 여건의 부합성

중형저상버스의 경우 다른 유형의 버스로도 운영이 가능하지만, 본 기획연구에서 고려하고 있는 중형저상버스의 유형은 농어촌버스 및 마을버스를 포함하고 있음. 따라서 농어촌버스 및 마을버스를 중심으로 기존도로의 여건을 살펴보고 중형저상버스가 이에 부합하는 지 검토하고자 함.

「신에너지 바이모달 저장굴절 차량개발(중형저상버스 시스템 사양 개발) 연구보고서」(한국철도기술연구원, 2009)에 따르면 여주군, 당진군, 해남군 그리고 의성군에서 조사된 일부 농어촌버스 운행구간의 도로 여건을 살펴보면, 왕복 1차로인 구간이 약 1.2%, 왕복 2차로인 구간이 86.7% 그리고 왕복 4차로인 구간이 12.1%로 조사되었으며, 도로 상에 연속커브구간과 도로 폭이 좁은 구간이 일부 존재하는 것으로 조사됨. 또한 과속방지턱의 경우는 조사구간에서 0.74개소/km가 존재하는 것으로 조사됨. 서울시 및 고양시 일부 마을버스를 대상으로 조사한 결과에 따르면 마을버스의 경우, 왕복 2차로인 구간이 약 26.4%(차로 미분리 구간 2.5%, 차로 분리 구간 23.9%), 왕복 4차로인 구간이 35.3% 그리고 왕복 6차로 이상인 구간이 38.3%로 조사되었으며, 농어촌 도로에 비해 폭원은 충분한 것으로 조사됨. 하지만 과속방지턱의 경우 조사구간에서 1.23개소/km가 존재하였고, 특히 서울시 일부 노선에 설치된 과속방지턱은 「도로안전시설 설치 및 관리지침-과속방지턱 편」(국토해양부, 2009)에서 제시하는 규격대로 설치되지 않은 것으로 조사되었음.

중형저상버스와 관련된 주요 도로 기하구조 요소는 도로 폭원, 연속 커브 및 과속방지턱 높이 등이 있음. 이중 도로 폭원의 경우 농어촌 지역의 도로 폭원이 열악한 것으로 조사되었으나 본 연구에서 개발하고자 하는 중형저상버스의 경우 폭원 5m 도로에서 교행이 가능한 조건으로 개발되기 때문에 큰 문제가 없는 것으로 판단됨. 또한 연속 커브의 경우 본 연구에서 개발하고자 하는 중형저상버스의 크기가 7~9m 정도이기 때문에 연속 커브가 상대적으로 많은 농어촌 지역 도로에서 운행 중인 대형 및 중형급 농어촌버스와 비교해 크게 불리하지 않은 것으로 판단됨. 마지막으로 과속방지턱의 경우 「도로안전시설 설치 및 관리지침-과속방지턱 편」(국토해양부, 2009)에 따르면 마을버스가 일반적으로 운행되는 30km/h 주행속도 제한 구역의 경우 10cm 높이의 과속방지턱을 제안함. 따라서 규격에 맞추어 과속방지턱을 설치할 경우 중형저상버스 운행에 지장이 없을 것으로 판단되나, 규격에 맞추어 설치되지 않은 과속방지턱의 경우 지속적으로 개량할 필요가 있음.

2. 정성적 효과

가. 이동성 측면

현재 마을버스 및 농어촌버스로 많이 활용되고 있는 중형(11m) 및 소형(9m) 버스는 대형버스 보다 도로여건이 충분치 않은 골목길 또는 열악한 농어촌 도로에서 운행하기에 유리하지만, 주행성 확보에 여전히 어려움이 있음.

「신에너지 바이모달 저장굴절 차량개발(중형저상버스 시스템 사양 개발) 연구보고서」(한국철도기술연구원, 2009)에 따르면 중형저상버스의 경우 전장 7.2m, 전폭 2.2m이며 슛오버항 개념 샤시 배치를 통하여 좁은 도로여건에서 교행이 가능하고, 90° 회전성능 확보 및 경사진 도로여건에서도 우수한 주행성이 확보될 수 있음.

나. 효율성 측면

농어촌버스의 경우 「신에너지 바이모달 저장굴절 차량개발(중형저상버스 시스템 사양 개발) 연구보고서」(한국철도기술연구원, 2009)의 조사에 의하면 수송수요가 매년 4.97%씩 감소하고 있음. 이는 농어촌 공동화 및 고령화의 진행에 따른 결과이며, 낙후지역과 같이 인구는 적으나 면적은 넓은 지역에서 교통 서비스 부족 현상 및 적자운영을 초래하고 있음. 중형저상버스의 경우 크기가 일반 대형버스나 중형버스보다 작고 연료비가 적게 소요되므로 상대적으로 탄력적 운영이 가능함. 따라서 낙후 지역에 거주하는 주민들에게도 대중교통서비스를 제공하는 데 있어 운영 효율성이 높음.

다. 편리성 측면

고령화 사회의 도래에 따른 경제적 측면뿐만 아니라 육체적 교통약자의 기초적인 교통 기본권을 보장할 수 있는 대중교통 서비스 및 이동편의시설에 대한 요구가 지속적으로 증가할 것으로 예상됨. '09년 말 기준 장애인 및 고령자 등 교통약자 수는 전체 인구의 24.5%인 1,217만명으로 추산됨. 총인구 대비 장애인 3.1%, 고령자 10.6%, 임산부 0.9%, 어린이 5.3%, 영·유아 동반한 자 4.6%로 추산됨.

「신에너지 바이모달 저장굴절 차량개발(중형저상버스 시스템 사양 개발) 연구보고서」(한국철도기술연구원, 2009)에 따르면 중형저상버스의 경우 차량의 저장화로 non-step 탑승방식이기 때문에 수직이동이 감소될 수 있음. 따라서 교통약자 뿐만 아니라 일반인 모두 편리하고 신속한 승하차가 가능하고 또한 승하차시 발생할 수 있는 안전사고도 줄어들 것으로 기대됨. 또한 차량 출입문은 외부 열림 방식으로 실내 승객

들과의 접촉을 최소화함으로써 안정성이 향상될 것으로 기대됨. 그리고 휠체어 이용자를 위한 non-step 탑승방식 제공으로 통해 장애물 없는 생활환경(Barrier Free) 구현 가능함.

라. 안전성 측면

우리나라의 교통안전 수준은 교통사고 발생건수('07년 212,522건 → '08년 216,588건), 사상자수('07년 342,586명 → '08년 345,373명) 등의 증가로 인해 여전히 OECD 국가 중 하위권에 머물고 있음. '08년 교통사고비용 15.7조 원으로서 우리 사회에 큰 손실을 초래하고 있음.

「신에너지 바이모달 저상굴절 차량개발(중형저상버스 시스템 사양 개발) 연구보고서」(한국철도기술연구원, 2009)에 따르면 중형저상버스의 경우 후방카메라/경보장치, 운전석 LCD 장착, 자동 6단 변속기 등을 장착하여 교통사고 감소에 기여할 것으로 기대됨. 또한 차량의 떨림 및 진동을 감소시켜 장시간 반복적 노동환경을 개선하여 운전자의 안전운전에 도움이 될 것으로 기대됨.

3. 경기부양 효과 등 국가 경제에 미치는 파급효과 분석

글로벌 금융 불안에 따른 글로벌 경제 침체 가속화의 극복을 위해 전 세계적인 경기부양 대책 마련 중이며, 주요 선진국은 기후변화 협약에 대응하고 저탄소 녹색성장을 추진하기 위해 철도·해운·녹색교통 중심으로 투자를 확대하고 있음. 또한 CO2 배출량이 가장 많은 도로 수요를 억제하고 대중교통수단 활성화 및 교통수단간 통합 연계성을 강화하고 있으며, 그 외에 전기자동차 등 친환경 자동차 도입, 자동차 온실가스 배출량 규제, 에코드라이빙 활성화, 공회전 방지, 지능형교통체계(ITS) 사업 등이 대표적으로 추진되고 있음. 이러한 배경 하에, 중형저상버스 개발 및 도입을 토대로 저상자동차 기술을 확보하여 국제적 경쟁을 확보하고 향후 신성장동력으로 활용할 수 있을 것으로 기대됨.

4. 이산화탄소 배출 절감 효과 분석

중형저상버스의 구동을 전기구동 또는 클린디젤구동으로 구현한다면, 기존 디젤 또는 CNG를 에너지원으로 하는 버스 또는 대형저상버스보다 이산화탄소 배출량을 절감시켜 2020년까

지 BAU대비 이산화탄소 배출량을 30% 이상 절감하는 국가적 목표에 기여할 수 있음.

3절. 경제적 타당성

가. 경제성 분석의 전제 조건

본 연구에서 경제성 분석을 하는 대상은 농어촌버스와 마을버스를 일부 대체할 중형저상버스임. 따라서 중형저상버스가 농어촌버스 및 마을버스를 일부 대체하는 시나리오 각각에 대하여 경제성 분석을 수행함.

○ 시나리오 I: 중형저상버스가 기존의 농어촌버스를 일부 대체하는 것으로 가정함.

- 시나리오 I-1: 전기 중형저상버스가 농어촌버스를 일부 대체함.
- 시나리오 I-2: 클린디젤 중형저상버스가 농어촌버스를 일부 대체함.

○ 시나리오 II: 중형저상버스가 기존의 마을버스를 일부 대체하는 것으로 가정함.

- 시나리오 II-1: 전기 중형저상버스가 마을버스를 일부 대체함.
- 시나리오 II-2: 클린디젤 중형저상버스가 마을버스를 일부 대체함.

「교통약자의 이동편의 증진법」 제14조(노선버스의 이용 보장 등)에서는 국토해양부장관 또는 시·도지사는 「여객자동차 운수사업법」 제4조에 따른 여객자동차운송사업 면허를 할 때에는 같은 법 제5조에 따른 면허기준을 갖추고 저상버스 등 교통약자가 편리하고 안전하게 이용할 수 있는 구조를 가진 저상버스를 대통령령으로 정하는 대수 이상 운행하려는 자에게 우선적으로 노선 여객자동차운송사업 면허를 할 수 있다고 명시하고 있음. 또한 「교통약자의 이동편의 증진법」 시행령 제14조(저상버스 등의 운행대수) 제2항에서 대통령이 정하는 일정대수는 특별시와 광역시의 경우 운행하고자 하는 버스대수의 1/2, 시와 군의 경우 운행하고자 하는 버스대수의 1/3을 규정하고 있음. 따라서 기존 농어촌버스 및 마을버스의 최소 1/3을 대체하는 것을 대안으로 가정함. 이러한 가정은 기존에 운행 중인 마을버스(경기도 기준)중에서 중형 마을버스가 차지하는 비율이 약 30%인 점과 일부 마을버스 운행자가 교통수요에 탄력적으로 대응하기 위하여 대형저상버스를 이미 운영 중인 점을 고려할 때 충분히 실현될 수 있는 규모라고 판단됨. 또한, 중형저상 농어촌버스와 중형저상 마을버스는 각각

2014년부터 2016년까지 3년 동안 균등하게 공급이 이루어지는 것으로 설정함.

경제성 분석은 「교통시설 투자평가지침-4차개정」(국토해양부, 2011)에 의거하여 경제성 분석을 실시함. 따라서 중형저상버스 도입 1년 후(2015년)부터 9년간 비용(변동비) 및 편익이 발생하는 것을 가정하여 경제성 분석을 실시함. 이는 「여객 자동차 운수사업법 시행령」 제40조 제1항(사업용 자동차의 차령과 그 연장조건)에서도 승합자동차의 차령을 9년으로 명시하고 있는 것과도 동일함. 그리고, 경제성 분석의 기준 년도는 기존문헌자료 및 통계 등을 고려하여 2008년으로 설정하고 할인율은 5.5%를 사용함.

중형저상버스의 도입에 따라 다양한 비용과 편익이 발생하며, 이들 비용, 편익항목들은 성격에 따라 정량적·정성적 또는 직접·또는 간접 편익항목으로 구분될 수 있음. 따라서 본 연구에서는 「저상버스 도입·운영방안에 관한 연구」(교통개발연구원, 2002)와 「신에너지 바이모달 저상굴절 차량개발(중형저상버스 시스템 사양 개발) 연구보고서」(한국철도기술연구원, 2009)에 의거하여 계량 가능한 직접 항목만을 경제성 분석에 포함함. 단, 중형저상버스의 개발이 완료된 후에 실질적인 직접 항목들을 다시 산정하여 경제성 분석을 재시행할 필요가 있음.

나. 경제성 분석을 위한 비용 산출

(1) 비용항목의 구분

비용항목은 차량구입비(고정비)와 차량운행비(변동비)로 구분할 수 있음. 클린디젤 중형저상버스의 경우는 초기 투자비용인 차량구입비만 계산하고 전기 중형저상버스의 경우는 초기 투자비용인 차량구입비와 충전기 구매비(32,000천원/기) 및 설치비(30,000천원/회)를 추가로 포함함.¹⁾

변동비는 버스 운행과 관련된 유지관리비 중 기존 일반버스 대비 중형저상버스를 도입함으로써 추가로 발생하는 타이어비, 정비비, 인건비를 포함함. 이 중 타이어비는 일반버스에서 저상버스로 변경을 고려한 것이고, 정비비는 전기 및 클린디젤 버스로의 전환을 고려한 것임.

1) 전기 중형저상버스 2시간 주행시 1회 충전이 필요하며 1회 충전시 약 20분이 소요됨. 여유시간 10분을 고려할 때 전기 중형저상버스 1대당 30분이 요구됨. 노선 운행시간을 최대 2시간으로 설정할 경우, 충전시설은 차량 4대당 1기가 필요함. 또한 충전시설의 내구연한은 20년임.

(2) 차량구입비 산출

「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. 따라서 농어촌버스의 경우 기존 버스(2008년 기준 1,869대)의 1/3인 624대를 중형저상버스로 대체하는 것을 시나리오 1의 대안 1로 가정하고, 2014년부터 2016년까지 매년 208대를 대체하는 것으로 가정함. 또한 208대 중 50%는 대형버스로 나머지 50%는 중형버스로 가정함.

마을버스 버스의 경우 경기도 기준 마을버스(2009년 기준 1,591대)의 1/3인 531대를 중형저상버스로 대체하는 것을 시나리오 2의 대안 1로 가정함. 따라서 2014년부터 2016년까지 매년 177대를 대체함. 단, 경기도 마을버스 운송사업조합 내부 자료를 바탕으로 117대 중 75%는 중형버스로 나머지 25%는 소형버스로 가정함.

또한 마을버스 버스의 경우 전국 마을버스(2009년 기준 3,665대)의 1/3인 1,222대를 중형저상버스로 대체하는 것을 시나리오 2의 대안 2로 가정함. 따라서 2014년부터 2016년까지 매년 407대를 대체함. 단, 경기도 마을버스 운송사업조합 내부 자료를 바탕으로 208대 중 75%는 중형버스로 나머지 25%는 소형버스로 가정함.

또한 마을버스 버스의 경우 전국 마을버스(2009년 기준 3,665대)의 1/5인 733대를 중형저상버스로 대체하는 것을 시나리오 2의 대안 3로 가정함. 따라서 2014년부터 2016년까지 매년 244대를 대체함. 단, 경기도 마을버스 운송사업조합 내부 자료를 바탕으로 208대 중 75%는 중형버스로 나머지 25%는 소형버스로 가정함.

중형저상버스의 경우 해당 예상 판매가는 연 200대 생산기준으로 재료비, 노무비, 제조경비, 판매비/관리비, 기술사용료, 적정이윤을 포함한 가격을 적용함. 이 중 전기 중형저상버스의 경우 254,556,429원/대를 잠정 적용하고, 클린디젤 중형저상버스의 경우 102,000,000원/대를 잠정 적용함. 단, 경제성 분석에서는 실제 생산대수를 고려하여 예산 판매가를 조정하여 적용함.

기존 버스의 판매가는 「신에너지 바이모달 저상굴절 차량개발(중형저상버스 시스템 사양 개발) 연구보고서」(한국철도기술연구원, 2009)에 제시한 가격을 적용함. 상기 연구에 따르면, 농어촌버스의 경우 경유 대형버스는 80,000천원, 경유 중형버스는 65,000천원이며, 마을버스 버스의 경우 경유 중형버스는 75,000천원, 경유 소형버스는 40,000천원을 적용함.

결론적으로 기존 버스 가격과 중형저상버스 예상가격의 차이를 차량구입비로 설정함. 단, 기존 버스 가격은 경기도 마을버스 운송사업조합 내부자료를 바탕으로 차량의 평균 차령(7.21년)을 산출한 후, 평균 차령까지 감가상각시켜 잔존가격으로 보정함. 여기서 버스의 내구연한인 9년 동안 차량가격의 감가상각이 균등하게 발생한다고 가정함.

또한 기존 버스 및 중형저상버스의 내구연한을 9년으로 설정함에 따라 2014년과 2015년에 도입된 버스는 각각 2023년과 2024년에 신차로 대체하는 것으로 가정하고 차량구입가격을 산정함. 따라서 2023년과 2024년에 중형저상버스를 교체할 때는 내구연한이 도래한 차량을 신차로 교체하는 것이기 때문에 중형저상버스 가격을 그대로 계상함. 그리고 「도로·철도 부문 사업의 예비타당성 표준지침 수정·보완 연구(제5판)」(한국개발연구원, 2008)에 의거하여 2025년 이후의 차량 잔존가치는 분석기간의 종료연도에 차량의 잔존가치를 차량운행비에 계산하여 음(-)의 비용으로 반영함.

(3) 차량운행비 산출

타이어비는 일반버스에서 저상버스로 변경되는 것을 고려하여 「 시내버스 표준원가에 따른 운송비용 정산지침」(서울시, 2008)에서 제시된 타이어비(2,852원/대/일)의 10% 할증을 적용함.

정비비는 「 시내버스 표준원가에 따른 운송비용 정산지침」(서울시, 2008)에서 제시된 정비비(7,813원/대/일)를 할증하여 적용함. 클린디젤 중형저상버스의 경우 40% 할증을 적용함.

전기 중형저상버스의 경우 배터리 내구연한이 3년이므로 매 3년마다 교체하는 것을 가정함. 최초 배터리는 차량 출고시 장착되며, 배터리 가격 및 교체비용은 62,272,727원/회(부가세 별도)임. 2014년과 2015년에 도입된 버스는 각각 2023년과 2024년에 신차로 대체하는 것을 가정함에 따라, 2014년과 2015년에 도입된 전기중형저상버스는 배터리를 각각 2017년과 2020년 그리고 2018년과 2021년 두 번 교체하는 것으로 함.

다. 경제성 분석을 위한 편익 산출

(1) 편익항목의 구분

편익항목은 직접편익과 간접편익으로 구분할 수 있음. 중형저상버스 도입에 따른 직접편익은 저상화로 인한 승하차 시간 절감 편익, 연료비 절감 편익과 대기오염 절감 편익이 있음.

간접편익은 승객의 안전, 편리성 증대, 교통약자의 이동권 보장, 기술적 발전 등이 있음. 간접편익은 정량화하여 화폐단위로 환산하는 데 한계가 있으므로 반영하지 않고 정성적 평가에서 다룸.

(2) 승하차시간 절감 편익 산출

「신에너지 바이모달 저상굴절 차량개발(중형저상버스 시스템 사양 개발) 연구보고서」(한국철도기술연구원, 2009)에 의거하여 농어촌지역 기존 일반버스의 1인당 승하차시간은 8.92초/명(승차시 4.86초/명, 하차시 4.06초/명)으로 조사되었고, 「저상버스 도입·운영방안에 관한 연구」(교통개발연구원, 2002)에 의거하여 저상버스의 1인당 승하차시간은 3.90초/명(승차시 1.80초/명, 하차시 2.10초/명)으로 조사되어 약 5초가 단축됨.

「신에너지 바이모달 저상굴절 차량개발(중형저상버스 시스템 사양 개발) 연구보고서」(한국철도기술연구원, 2009)에서 제시된 농어촌버스 대당 수송수요 감소율 4.97%를 적용하여 2025년(최종분석년도)까지의 승객수를 산출한 후 승하차시간 절감 편익을 보정함. 단, 중형저상버스 도입 및 교통약자 증가 등으로 인해 유발되는 수요는 반영하지 않음.

「신에너지 바이모달 저상굴절 차량개발(중형저상버스 시스템 사양 개발) 연구보고서」(한국철도기술연구원, 2009)에 의거하여 기존 마을버스의 1인당 승하차시간은 7.60초/명(승차시 4.60초/명, 하차시 3.00초/명)으로 조사되었고, 「저상버스 도입·운영방안에 관한 연구」(교통개발연구원, 2002)에 의거하여 저상버스의 1인당 승하차시간은 3.90초/명(승차시 1.80초/명, 하차시 2.10초/명)으로 조사되어 약 3.7초가 단축됨.

「신에너지 바이모달 저상굴절 차량개발(중형저상버스 시스템 사양 개발) 연구보고서」(한국철도기술연구원, 2009)에서 제시된 마을버스 수송수요 증가율 14.9%를 적용하여 2025년(최종분석년도)까지의 승객수를 산출한 후 승하차시간 절감 편익을 보정함.

단, 중형저상버스 도입 및 교통약자 증가 등으로 인해 유발되는 수요는 반영하지 않음.

승하차시간 절감 편익 산정을 위한 버스이용객의 시간가치는 「교통시설 투자평가지침-4차개정」(국토해양부, 2011)에서 제시된 업무 및 비업무 통행시간가치를 준용함.

(3) 연료비 절감 편익 산출

기존 경유 버스에서 클린디젤 중형저상버스, 전기 중형저상버스로 대체될 경우 절감되는 연료비를 고려함. 전기 중형저상버스는 1일(18시간/일 기준) 9회 충전하는 것으로 하고, 1회 충전시 소요비용은 4,372원/회(131.43원/KWh, 2010년 12월 산업용 기준)를 적용함. 클린디젤 중형저상버스는 「신에너지 바이모달 저상굴절 차량 개발(중형저상버스 시스템 사양 개발) 연구보고서」(한국철도기술연구원, 2009)에 의거하여 차량 중량이 14%(12.2ton에서 10.5ton으로 감소) 감소됨에 따라 기존 경유버스보다 연료 효율이 20%이상 개선되는 것으로 나타난 바, 연료비가 20.0% 감소되는 것을 가정함. 기존 경유 농어촌버스의 경우 「버스교통 통권 제18호」(한국운수산업연구원, 2008)에서 제시한 자료를 근거로 하여 농어촌버스의 총 연간운송비용으로 260,569백만원/년/대(2008년 기준)을 적용함. 농어촌버스 운송비용 구조는 인건비(34.2%), 유류비(32.0%), 기타(33.8%)로서 연간운송비용에 유류비 비중을 적용하여 연료비를 산출함.

기존 경유 마을버스의 경우 「'08년 서울특별시 마을버스 운송원가 산정」(서울시, 2008)에서 제시한 자료를 근거로 하여 경유 중형마을버스 운송원가 406,466원/일/대(2008년 기준)을 적용함.

농어촌버스 운송비용 구조는 인건비(39.3%), 유류비(30.5%), 기타(30.2%)로서 연간운송비용에 유류비 비중을 적용하여 연료비를 산출함.

(4) 대기오염 절감 편익 산출

전기 중형저상버스는 전기를 연료로 하기 때문에 대기오염 물질을 발생시키지 않는 것으로 가정하여 경유 버스에서 전기 버스로 전환에 따른 대기오염 절감 편익을 산출함.

경유 버스의 대기오염 물질 발생 비용은 「저공해 차량의 균형보급 방안 연구」(환경정책연구원, 2002)에서 제시한 차종 및 연료유형 별 대기오염의 사회적 비용을 적용하여 경유 대형버스(36인승)는 14,399천원/년/대, 경유 중형버스(24인승)는 4,681천원/

년/대, 경유 소형버스(15인승)는 528천원/년/대를 적용함.

라. 경제성 분석 결과

(1) 시나리오 I: 농어촌버스 1/3을 중형저상버스로 대체

농어촌버스를 중형저상버스로 대체하였을 때의 경제성 분석 결과는 다음과 같음.

표 47. 경제성 분석 결과 비교

구분		현재가치(억원)		B/C	NPV (억원)	IRR (%)
		비용	편익			
시나리오 I-1	전기 중형저상버스	1,607	2,852	1.77	1,245	22.56
시나리오 I-2	클린디젤 중형저상버스	517	866	1.68	349	14.95

농어촌버스를 전기 중형저상버스로 대체하였을 때의 년도별 비용 및 편익은 다음과 같음.

표 48. 시나리오 I-1 연도별 경제성 분석 결과

년도	비용(백만원)				편익(백만원)					비용-편익
	차량구입비	차량운영비	총비용	총비용 (현가)	승/하차 시간 절감	유류비 절감	대기오 염 절감	총편익	총편익 (현가)	
2014	51,870	-	51,870	37,619	-	-	-	-	-	-51,870
2015	51,870	36	51,906	35,682	50	11,098	1,984	13,132	9,028	-38,774
2016	51,808	77	51,885	33,808	95	23,849	3,969	27,913	18,188	-23,973
2017	-	13,077	13,077	8,077	136	38,439	6,029	44,604	27,549	31,527
2018	-	13,086	13,086	7,661	129	41,302	6,029	47,460	27,785	34,374
2019	-	13,096	13,096	7,267	123	44,379	6,029	50,531	28,040	37,435
2020	-	13,107	13,107	6,894	117	47,685	6,029	53,831	28,314	40,725
2021	-	13,118	13,118	6,540	111	51,238	6,029	57,378	28,606	44,260
2022	-	13,130	13,130	6,205	105	55,055	6,029	61,190	28,916	48,059
2023	52,948	191	53,139	23,803	100	59,157	6,029	65,286	29,244	12,147
2024	52,948	205	53,153	22,568	95	63,564	6,029	69,688	29,588	16,535
2025 ¹⁾	-	-88,026	-88,026	-35,426	90	68,299	6,029	74,419	29,950	162,445
계	261,445	-8,904	252,541	160,698	1,151	504,064	60,216	565,431	285,207	312,890

주 1) 2023년과 2024년에 교체된 차량의 잔존가치를 분석마지막 년도에 차량운영비에 음(-)의 비용으로 계상함(한국개발연구원, 2008)

표 49. 시나리오 I-2 연도별 경제성 분석 결과

년도	비용(백만원)				편익(백만원)					비용-편익
	차량구입비	차량운영비	총비용	총비용 (현재)	승/하차 시간 절감	유류비 절감	대기오염 절감	총편익	총편익 (현재)	
2014	18,217	-	18,217	13,212	-	-	-	-	-	-18,217
2015	18,217	428	18,645	12,817	50	3,075	1,011	4,136	2,843	-14,509
2016	18,217	920	19,137	12,470	95	6,609	2,021	8,725	5,685	-10,412
2017	-	1,483	1,483	916	136	10,652	3,032	13,819	8,535	12,336
2018	-	1,593	1,593	933	129	11,445	3,032	14,606	8,551	13,013
2019	-	1,712	1,712	950	123	12,298	3,032	15,453	8,575	13,740
2020	-	1,840	1,840	968	117	13,214	3,032	16,363	8,606	14,523
2021	-	1,977	1,977	986	111	14,199	3,032	17,341	8,646	15,365
2022	-	2,124	2,124	1,004	105	15,256	3,032	18,394	8,692	16,270
2023	21,216	2,282	23,498	10,526	100	16,393	3,032	19,525	8,746	-3,973
2024	21,216	2,452	23,668	10,049	95	17,614	3,032	20,741	8,806	-2,927
2025 ¹⁾	-	-32,725	-32,725	-13,170	90	18,926	3,032	22,049	8,873	54,774
계	97,082	-15,913	81,170	51,659	1,151	139,682	30,320	171,152	86,560	89,983

주 1) 2023년과 2024년에 교체된 차량의 잔존가치를 분석마지막 년도에 차량운행비에 음(-)의 비용으로 계상함(한국개발연구원, 2008)

(2) 시나리오 II: 마을버스를 중형저상버스로 대체

마을버스를 중형저상버스로 대체하였을 때의 대안별 경제성 분석 결과는 다음과 같음.

표 50. 대안간 경제성 분석 결과 비교

구분		현재가치(억원)		B/C	NPV (억원)	IRR (%)
		비용	편익			
시나리오 II-1 (전기 중형저상버스)	대안 1 (경기도 1/3)	1,399	2,400	1.72	1,001	20.93
	대안 2 (전 국 1/3)	2,989	5,518	1.85	2,529	23.76
	대안 3 (전 국 1/5)	2,004	3,308	1.65	1,304	19.48
시나리오 II-2 (클린디젤 중형저상버스)	대안 1 (경기도 1/3)	477	732	1.53	255	16.69
	대안 2 (전 국 1/3)	993	1,683	1.69	690	19.91
	대안 3 (전 국 1/5)	612	1,009	1.65	397	18.97

마을버스 중 일부를 중형저상버스로 대체하였을 때의 연도별 비용 및 편익은 다음과 같음.

(가) 시나리오 II-1(전기 중형저상버스) + 대안 1(경기도 마을버스 1/3)

표 51. 연도별 경제성 분석 결과

년도	비용(백만원)				편익(백만원)					비용-편익
	차량구입비	차량운영비	총비용	총비용 (현재)	승/하차 시간 절감	유류비 절감	대기오염 절감	총편익	총편익 (현재)	
2014	45,637	-	45,637	33,098	-	-	-	-	-	-45,637
2015	45,637	30	45,667	31,393	315	9,603	646	10,564	7,262	-35,103
2016	45,699	65	45,764	29,820	724	20,638	1,292	22,653	14,761	-23,111
2017	-	11,128	11,128	6,873	1,248	33,263	1,937	36,448	22,512	25,321
2018	-	11,136	11,136	6,519	1,434	35,741	1,937	39,113	22,898	27,977
2019	-	11,144	11,144	6,184	1,648	38,404	1,937	41,990	23,301	30,846
2020	-	11,153	11,153	5,866	1,895	41,265	1,937	45,097	23,720	33,944
2021	-	11,163	11,163	5,565	2,178	44,339	1,937	48,454	24,157	37,291
2022	-	11,173	11,173	5,280	2,503	47,642	1,937	52,082	24,613	40,909
2023	45,056	162	45,219	20,255	2,877	51,192	1,937	56,006	25,087	10,787
2024	45,056	175	45,231	19,204	3,306	55,005	1,937	60,249	25,581	15,018
2025 ¹⁾	-	-74,907	-74,907	-30,146	3,800	59,103	1,937	64,841	26,095	139,747
계	227,085	-7,577	219,508	139,912	21,927	436,196	19,374	477,497	239,985	257,989

주 1) 2023년과 2024년에 교체된 차량의 잔존가치를 분석마지막 년도에 차량운영비에 음(-)의 비용으로 계상함(한국개발연구원, 2008)

(나) 시나리오 II-1(전기 중형저상버스) + 대안 2(전국 마을버스 1/3)

표 52. 연도별 경제성 분석 결과

년도	비용(백만원)				편익(백만원)					비용-편익
	차량구입비	차량운영비	총비용	총비용 (현재)	승/하차 시간 절감	유류비 절감	대기오염 절감	총편익	총편익 (현재)	
2014	95,001	-	95,001	68,899	-	-	-	-	-	-95,001
2015	95,001	70	95,071	65,355	724	22,083	1,482	24,288	16,697	-70,783
2016	95,001	151	95,152	62,001	1,664	47,455	2,963	52,083	33,937	-43,069
2017	-	25,588	25,588	15,804	2,870	76,486	4,445	83,801	51,758	58,213
2018	-	25,606	25,606	14,990	3,298	82,184	4,445	89,927	52,646	64,321
2019	-	25,625	25,625	14,220	3,791	88,307	4,445	96,542	53,572	70,917
2020	-	25,646	25,646	13,489	4,357	94,886	4,445	103,687	54,538	78,041
2021	-	25,668	25,668	12,797	5,007	101,955	4,445	111,407	55,543	85,738
2022	-	25,693	25,693	12,142	5,755	109,550	4,445	119,750	56,590	94,057
2023	92,674	373	93,048	41,679	6,614	117,712	4,445	128,771	57,681	35,723
2024	92,674	401	93,075	39,518	7,602	126,481	4,445	138,528	58,816	45,453
2025 ¹⁾	-	-154,026	-154,026	-61,987	8,737	135,904	4,445	149,086	59,999	303,112
계	470,352	795	471,147	298,907	50,420	1,003,004	44,447	1,097,871	551,777	626,723

주 1) 2023년과 2024년에 교체된 차량의 잔존가치를 분석마지막 년도에 차량운영비에 음(-)의 비용으로 계상함(한국개발연구원, 2008)

(다) 시나리오 II-1(전기 중형저상버스) + 대안 3(전국 마을버스 1/5)

표 53. 연도별 경제성 분석 결과

년도	비용(백만원)				편익(백만원)					비용-편익
	차량구입비	차량운행비	총비용	총비용 (원가)	승/하차 시간 절감	유류비 절감	대기오염 절감	총편익	총편익 (원가)	
2014	66,585	-	66,585	48,290	-	-	-	-	-	-66,585
2015	66,585	42	66,627	45,802	434	13,239	889	14,562	10,010	-52,065
2016	66,585	90	66,675	43,445	998	28,450	1,778	31,225	20,346	-35,450
2017	-	15,340	15,340	9,474	1,720	45,854	2,666	50,241	31,030	34,901
2018	-	15,351	15,351	8,987	1,977	49,270	2,666	53,914	31,563	38,563
2019	-	15,363	15,363	8,525	2,272	52,941	2,666	57,880	32,118	42,517
2020	-	15,375	15,375	8,087	2,612	56,885	2,666	62,163	32,697	46,788
2021	-	15,388	15,388	7,672	3,002	61,123	2,666	66,791	33,299	51,403
2022	-	15,403	15,403	7,279	3,450	65,676	2,666	71,793	33,927	56,390
2023	62,112	224	62,336	27,922	3,965	70,569	2,666	77,201	34,581	14,866
2024	62,112	241	62,352	26,474	4,558	75,827	2,666	83,051	35,262	20,698
2025 ¹⁾	-	-103,261	-103,261	-41,557	5,238	81,476	2,666	89,380	35,971	192,642
계	323,978	-10,445	313,533	200,400	30,227	601,310	26,665	658,202	330,805	344,668

주 1) 2023년과 2024년에 교체된 차량의 잔존가치를 분석마지막 년도에 차량운행비에 음(-)의 비용으로 계상함(한국개발연구원, 2008)

마을버스 중 일부를 클린디젤 중형저상버스로 대체하였을 때의 연도별 비용 및 편익은 다음과 같음.

(가) 시나리오 II-2(클린디젤 중형저상버스) + 대안 1(경기도 마을버스 1/3)

표 54. 연도별 경제성 분석 결과

년도	비용(백만원)				편익(백만원)					비용-편익
	차량구입비	차량운행비	총비용	총비용 (원가)	승/하차 시간 절감	유류비 절감	대기오염 절감	총편익	총편익 (원가)	
2014	17,164	-	17,164	12,448	-	-	-	-	-	-17,164
2015	17,164	364	17,529	12,050	315	2,649	129	3,093	2,126	-14,436
2016	17,164	783	17,947	11,694	724	5,692	258	6,675	4,349	-11,273
2017	-	1,262	1,262	779	1,248	9,175	387	10,810	6,677	9,548
2018	-	1,356	1,356	794	1,434	9,858	387	11,680	6,838	10,324
2019	-	1,457	1,457	809	1,648	10,593	387	12,629	7,008	11,172
2020	-	1,566	1,566	823	1,895	11,382	387	13,664	7,187	12,099
2021	-	1,682	1,682	839	2,178	12,230	387	14,795	7,376	13,113
2022	-	1,808	1,808	854	2,503	13,141	387	16,031	7,576	14,224
2023	19,498	1,942	21,440	9,604	2,877	14,120	387	17,384	7,787	-4,056
2024	19,498	2,087	21,585	9,165	3,306	15,172	387	18,866	8,010	-2,720
2025 ¹⁾	-	-30,255	-30,255	-12,176	3,800	16,302	387	20,490	8,246	50,745
계	90,490	-15,948	74,541	47,683	21,927	120,315	3,875	146,117	73,180	71,575

주 1) 2023년과 2024년에 교체된 차량의 잔존가치를 분석마지막 년도에 차량운행비에 음(-)의 비용으로 계상함(한국개발연구원, 2008)

(나) 시나리오 II-2(클린디젤 중형저상버스) + 대안 2(전국 마을버스 1/3)

표 55. 연도별 경제성 분석 결과

년도	비용(백만원)				편익(백만원)					비용-편익
	차량구입비	차량운영비	총비용	총비용 (원가)	승/하차 시간 절감	유류비 절감	대기오염 절감	총편익	총편익 (원가)	
2014	34,908	-	34,908	25,317	-	-	-	-	-	-34,908
2015	34,908	838	35,745	24,573	724	6,091	296	7,111	4,889	-28,634
2016	34,908	1,800	36,708	23,919	1,664	13,089	593	15,347	10,000	-21,361
2017	-	2,902	2,902	1,792	2,870	21,097	889	24,855	15,351	21,954
2018	-	3,118	3,118	1,825	3,298	22,669	889	26,856	15,722	23,738
2019	-	3,350	3,350	1,859	3,791	24,358	889	29,037	16,113	25,687
2020	-	3,600	3,600	1,893	4,357	26,172	889	31,418	16,525	27,818
2021	-	3,868	3,868	1,928	5,007	28,122	889	34,018	16,960	30,150
2022	-	4,156	4,156	1,964	5,755	30,217	889	36,861	17,419	32,705
2023	40,269	4,466	44,734	20,038	6,614	32,468	889	39,972	17,905	-4,763
2024	40,269	4,799	45,067	19,135	7,602	34,887	889	43,378	18,418	-1,689
2025 ¹⁾	-	-61,958	-61,958	-24,935	8,737	37,486	889	47,113	18,960	109,071
계	185,260	-29,061	156,199	99,309	50,420	276,657	8,889	335,966	168,262	179,767

주 1) 2023년과 2024년에 교체된 차량의 잔존가치를 분석마지막 년도에 차량운영비에 음(-)의 비용으로 계상함(한국개발연구원, 2008)

(다) 시나리오 II-2(클린디젤 중형저상버스) + 대안 3(전국 마을버스 1/5)

표 56. 연도별 경제성 분석 결과

년도	비용(백만원)				편익(백만원)					비용-편익
	차량구입비	차량운영비	총비용	총비용 (원가)	승/하차 시간 절감	유류비 절감	대기오염 절감	총편익	총편익 (원가)	
2014	21,673	-	21,673	15,718	-	-	-	-	-	-21,673
2015	21,673	502	22,175	15,244	434	3,652	178	4,263	2,931	-17,912
2016	21,673	1,079	22,752	14,825	998	7,847	356	9,201	5,995	-13,552
2017	-	1,740	1,740	1,074	1,720	12,648	533	14,901	9,204	13,162
2018	-	1,869	1,869	1,094	1,977	13,590	533	16,101	9,426	14,231
2019	-	2,009	2,009	1,115	2,272	14,603	533	17,408	9,660	15,400
2020	-	2,158	2,158	1,135	2,612	15,690	533	18,836	9,907	16,677
2021	-	2,319	2,319	1,156	3,002	16,859	533	20,395	10,168	18,076
2022	-	2,492	2,492	1,178	3,450	18,115	533	22,099	10,443	19,607
2023	24,888	2,677	27,565	12,347	3,965	19,465	533	23,964	10,734	-3,602
2024	24,888	2,877	27,765	11,788	4,558	20,915	533	26,006	11,042	-1,759
2025 ¹⁾	-	-38,389	-38,389	-15,449	5,238	22,473	533	28,245	11,367	66,634
계	114,795	-18,667	96,128	61,226	30,227	165,858	5,333	201,418	100,877	105,290

주 1) 2023년과 2024년에 교체된 차량의 잔존가치를 분석마지막 년도에 차량운영비에 음(-)의 비용으로 계상함(한국개발연구원, 2008)

마. 민감도 분석 결과

(1) 시나리오 I: 농어촌버스 1/3을 중형저상버스로 대체함.

(가) 시나리오 I-1(전기 중형저상버스로 대체)의 민감도 분석 결과

비용변화에 따른 민감도 분석 결과는 다음과 같음.

표 57. 비용변화에 따른 민감도 분석

구분	비용 변화	B/C	NPV(억원)
시나리오 I-1 (전기 중형저상버스)	-20%	2.22	1,566
	-10%	1.97	1,406
	0%	1.77	1,245
	10%	1.61	1,084
	20%	1.48	924

편익변화에 따른 민감도 분석 결과는 다음과 같음.

표 58. 편익변화에 따른 민감도 분석

구분	편익 변화	B/C	NPV(억원)
시나리오 I-1 (전기 중형저상버스)	-20%	1.42	675
	-10%	1.60	960
	0%	1.77	1,245
	10%	1.95	1,530
	20%	2.13	1,816

할인율 변화에 따른 민감도 분석 결과는 다음과 같음.

표 59. 할인율변화에 따른 민감도 분석

구분	편익 변화	B/C	NPV(억원)
시나리오 I-1 (전기 중형저상버스)	-20%	1.92	1,745
	-10%	1.85	1,475
	0%	1.77	1,245
	10%	1.71	1,049
	20%	1.64	883

(나) 시나리오 I-2: 클린디젤 중형저상버스로 대체하였을 때의 민감도 분석 결과
비용변화에 따른 민감도 분석 결과는 다음과 같음.

표 60. 비용변화에 따른 민감도 분석

구분	비용 변화	B/C	NPV(억 원)
시나리오 I-1 (클린디젤 중형저상버스)	-20%	2.09	452
	-10%	1.86	401
	0%	1.68	349
	10%	1.52	297
	20%	1.40	246

편익변화에 따른 민감도 분석 결과는 다음과 같음.

표 61. 편익변화에 따른 민감도 분석

구분	편익 변화	B/C	NPV(억 원)
시나리오 I-1 (클린디젤 중형저상버스)	-20%	1.34	176
	-10%	1.51	262
	0%	1.68	349
	10%	1.84	436
	20%	2.01	522

할인을 변화에 따른 민감도 분석 결과는 다음과 같음.

표 62. 할인율변화에 따른 민감도 분석

구분	편익 변화	B/C	NPV(억 원)
시나리오 I-1 (클린디젤 중형저상버스)	-20%	1.82	495
	-10%	1.74	416
	0%	1.68	349
	10%	1.61	292
	20%	1.55	243

(2) 시나리오 II: 마을버스를 중형저상버스로 대체

(가) 시나리오 II-1: 전기 중형저상버스로 대체하였을 때의 민감도 분석 결과
비용변화에 따른 민감도 분석 결과는 다음과 같음.

표 63. 비용변화에 따른 민감도 분석

구분	비용 변화	B/C	NPV(억원)
대안1 (경기도 마을버스1/3 대체)	-20%	2.14	1,281
	-10%	1.91	1,141
	0%	1.72	1,001
	10%	1.56	861
	20%	1.43	721
대안2 (전국 마을버스1/3 대체)	-20%	2.31	3,127
	-10%	2.05	2,828
	0%	1.85	2,529
	10%	1.68	2,230
	20%	1.54	1,931
대안3 (전국 마을버스 1/5 대체)	-20%	2.06	1,705
	-10%	1.83	1,504
	0%	1.65	1,304
	10%	1.50	1,104
	20%	1.38	903

편익 변화에 따른 민감도 분석 결과는 다음과 같음.

표 64. 편익변화에 따른 민감도 분석

구분	편익 변화	B/C	NPV(억원)
대안1 (경기도 마을버스1/3 대체)	-20%	1.37	521
	-10%	1.54	761
	0%	1.72	1,001
	10%	1.89	1,241
	20%	2.06	1,481
대안2 (전국 마을버스1/3 대체)	-20%	1.48	1,425
	-10%	1.66	1,977
	0%	1.85	2,529
	10%	2.03	3,080
	20%	2.22	3,632
대안3 (전국 마을버스 1/5 대체)	-20%	1.32	642
	-10%	1.49	973
	0%	1.65	1,304
	10%	1.82	1,635
	20%	1.98	1,966

할인을 변화에 따른 민감도 분석 결과는 다음과 같음.

표 65. 할인율변화에 따른 민감도 분석

구분	편익 변화	B/C	NPV(억원)
대안1 (경기도 마을버스1/3 대체)	-20%	1.86	1,418
	-10%	1.79	1,192
	0%	1.72	1,001
	10%	1.65	838
	20%	1.58	699
대안2 (전국 마을버스 1/3 대체)	-20%	2.00	3,523
	-10%	1.92	2,986
	0%	1.85	2,529
	10%	1.77	2,139
	20%	1.71	1,806
대안3 (전국 마을버스 1/5 대체)	-20%	1.80	1,869
	-10%	1.72	1,563
	0%	1.65	1,304
	10%	1.58	1,084
	20%	1.52	898

(나) 시나리오 II-2: 클린디젤 중형저상버스로 대체하였을 때의 민감도 분석 결과
비용변화에 따른 민감도 분석 결과는 다음과 같음.

표 66. 비용변화에 따른 민감도 분석

구분	비용 변화	B/C	NPV(억원)
대안1 (경기도 마을버스1/3 대체)	-20%	1.92	350
	-10%	1.71	303
	0%	1.53	255
	10%	1.40	207
	20%	1.28	160
대안2 (전국 마을버스1/3 대체)	-20%	2.12	888
	-10%	1.88	789
	0%	1.69	690
	10%	1.54	590
	20%	1.41	491
대안3 (전국 마을버스 1/5 대체)	-20%	2.06	519
	-10%	1.83	458
	0%	1.65	397
	10%	1.50	335
	20%	1.37	274

편익 변화에 따른 민감도 분석 결과는 다음과 같음.

표 67. 편익변화에 따른 민감도 분석

구분	편익 변화	B/C	NPV(억원)
대안1 (경기도 마을버스 1/3 대체)	-20%	1.23	109
	-10%	1.38	182
	0%	1.53	255
	10%	1.69	328
	20%	1.84	401
대안2 (전국 마을버스 1/3 대체)	-20%	1.36	353
	-10%	1.52	521
	0%	1.69	690
	10%	1.86	858
	20%	2.03	1,026
대안3 (전국 마을버스 1/5 대체)	-20%	1.32	195
	-10%	1.48	296
	0%	1.65	397
	10%	1.81	497
	20%	1.98	598

할인을 변화에 따른 민감도 분석 결과는 다음과 같음.

표 68. 할인율변화에 따른 민감도 분석

구분	편익 변화	B/C	NPV(억원)
대안1 (경기도 마을버스 1/3 대체)	-20%	1.67	376
	-10%	1.60	310
	0%	1.53	255
	10%	1.47	208
	20%	1.41	169
대안2 (전국 마을버스 1/3 대체)	-20%	1.84	983
	-10%	1.77	824
	0%	1.69	690
	10%	1.63	575
	20%	1.56	478
대안3 (전국 마을버스 1/5 대체)	-20%	1.79	570
	-10%	1.72	476
	0%	1.65	397
	10%	1.58	329
	20%	1.52	272

바. 경제성 분석 결과 및 한계

중형저상버스의 도입에 따른 비용 중 고정비인 차량구입비 비중이 가장 큰 것으로 나타남. 특히 전기 중형저상버스가 아직은 고가이기 때문인 것으로 나타났으며, 이러한 부담을 완화시키기 위해서는 대체 수량을 충분히 확보하여 대량생산을 통해 생산단가를 낮추는 것이 필요함.

전기 중형저상버스의 변동비인 차량운행비 중에서는 배터리 교체 비용의 비중이 가장 큼. 배터리 제조 기술이 발달하여 가격이 내려가면 경제성이 좋아질 것으로 예상됨.

편익항목 중에서는 대기오염 절감 편익도 크나 연료비 절감 편익이 가장 큼. 중형저상버스의 대기오염 절감 편익과 연료비 절감 편익 비중이 매우 큼. 특히 전기 중형저상버스의 연료비 절감 편익은 유가가 높아질수록 그 크기가 더욱 커지기 때문에 고유가 시대에 전기 중형저상버스의 경제성을 높이는 주요 요인으로 작용함.

중형저상버스를 마을버스 중 일부를 대체하는 안과 농어촌버스 일부를 대체하는 안에 대하여 경제성 분석을 시행한 결과 모든 안에 대하여 경제성 분석 지표 중 하나인 B/C 값이 최소 1.53이상으로 가장 경제성이 높은 것으로 나타났음.

또한 민감도 분석을 통해 비용, 편익 그리고 경제성 분석에 중요한 요소인 할인율의 증가 및 감소에 따른 경제성 변화를 검토한 결과 모든 경우에 대해서 경제성을 확보한 것으로 판단됨. 특히 대부분의 대안에서 B/C 값이 충분히 확보된다는 것은 현재 여건에서 중형저상버스 도입 타당성이 충분히 확보된다고 할 수 있음.

본 기획연구에서는 중형저상버스 도입으로 인하여 발생할 수 있는 다양한 편익들 중에서 계량화가 가능한 직접 편익만을 이용하여 경제성 분석을 수행하였음. 이는 경제성 분석 관련 기존 지침인 「도로·철도 부문 사업의 예비타당성 표준지침 수정·보완 연구(제5판)」(한국개발연구원, 2008) 및 「교통시설 투자평가지침-4차개정」(국토해양부, 2011)에서 제시하는 보수적인 경제성 분석 요구에 따른 것임. 하지만, 중형저상버스가 도입될 경우 교통약자의 편리성 및 안전성 향상과 같은 계량화하기는 곤란하지만 중형저상버스 도입과 관련된 의사결정에 중요한 영향을 미치는 편익들을 고려하는 것이 필요함. 이러한 새로운 편익 항목 및 산정 방법을 도입하는 것은 많은 시간과 노력을 요구하지만 조건부 가치 측정법(Contingent Valuation Method: CVM) 등을 이용할 경우 가능함. 따라서 향후 연구에서는 영국 등 경제성 분석 선진국의 관련 지침 및 CVM과 같은 새로운 편익 산정 방법을 적극적으로 활용하여 중형저상버스의 새로운 편익을 발굴하여 공정한 경제성 분석을 시행할 필요가 있음.

4절. 기술개발 필요성

국가가 목표로 하는 교통약자의 이동편의 증진을 위해서는 저상버스의 확대 보급이 반드시 필요한 시점임. 하지만, 기존의 저상버스 표준모델의 권고사양은 11m급 대형 시내버스에 한정되어 있어, 11m급 대형버스 위주의 저상버스체계로는 교통복지의 사각지대라고 할 수 있는 마을버스와 낙후지역의 농어촌버스에 대해서는 교통약자를 위한 이동 편의를 증진시키기 위한 노력에 분명한 한계가 존재함. 따라서 상대적으로 교통수요는 작으나 어린이 및 노약자와 같은 교통약자의 이용 빈도가 높은 마을버스와 낙후지역의 농어촌버스에 적합한 크기의 중형저상버스 개발이 필요함.

그러나 11m급 저상버스 표준모델의 권고사양은 본 연구에서 개발목표로 하고 있는 중형저상버스와는 기술적 측면 및 활용측면에서의 그 관련성은 일부분으로 제한적임. 또한 중형저상버스를 개발하기 위해서는 자동차관리법에서 요구하는 중형버스 요구조건(승차정원, 차량길이 등)을 만족하고, 교통약자이동편의 증진법에서 요구하는 교통약자를 위한 조건(저상화율, 저상고 등)을 만족하면서, 대기환경보존법 및 수도권 대기환경에 관한 특별법의 환경기준을 만족시킬 수 있는 녹색교통수단인 친환경 중형저상버스를 개발하여야 함.

상기와 같은 다양하고 까다로운 조건들을 만족시키기 위해서는 기존 차량의 기본 베이스에 기반을 개발 보다는 각 서브시스템의 개발된 기술의 적용과 보완을 통해 요구되는 기준과 사양에 맞는 차량시스템을 개발하여야함.

따라서 본 연구에서 제안하는 전기 및 디젤을 원료로 하는 중형저상버스는 운행노선이 길고 도로폭이 좁은 구간을 운행할 수 있으므로 대중교통 이용이 불편한 농어촌 지역 주민들에게 대중교통 이용의 서비스 질을 향상시키고, 연비의 개선을 통해 정부의 재정지원 부담을 줄일 수 있는 계기가 될 수 있음.

본 연구에서 목표로 하는 중형저상버스 개발 및 도입을 토대로 자동차의 저상화 기술을 확보하여 국제적 경쟁을 확보하고 향후 신성장동력으로 활용할 수 있을 것으로 기대됨. 특히 전기 중형저상버스는 지속가능성, 녹색성장, 인터모달리즘, 보안 및 안전, 형평성 등 국가 교통정책목표를 효과적으로 달성할 수 있는 기술이고 대중교통 활성화 및 노약자 등 교통약자보호를 위한 신개념 대중교통기술로서 기여할 수 있음.

5절. 정부지원 타당성

1. 정부의 연구개발 지원의 타당성

중형저상버스의 경우 선진국의 반열에 들어선 우리나라에서 기대되는 수준의 교통약자 이동편의를 제공하기 위해 국가적으로 필요한 대중교통수단임. 이러한 국가의 위상 및 삶의 질 향상에 기여할 수 있는 중요한 대중교통수단인 중형저상버스의 개발 및 보급을 위해서는 현대, 대우, 한국화이바와 같은 민간 버스 제조업체의 적극적으로 자발적인 연구개발 및 생산 참여가 반드시 필요함.

하지만 기업 이윤을 추구하는 민간 버스 제조업체의 경우 새로운 형태의 버스에 대한 개발 및 생산에 능동적으로 동참하기에는 여러 가지 제약이 있을 수 있음. 첫째 새로운 크기의 버스인 경우 기존 버스의 플랫폼을 활용하는 데 한계가 있어 새로운 플랫폼을 개발하여야 하는 데, 그러할 경우 플랫폼 개발에 소모성 경비인 많은 연구개발비가 소요됨. 또한 새로운 버스에 대한 플랫폼 등이 개발된다 하더라도 개발된 버스의 생산라인 및 설비를 완비하는 데는 대규모 투자가 선행되어야 함. 하지만, 버스 제조업체의 입장에서 소량의 버스 생산을 위해 별도의 버스 제조라인을 유지하기 힘들. 또한 생산라인을 별도로 두지 않고 혼류생산을 한다고 하더라도 대규모 시설개선 등을 위해 대규모 투자가 반드시 필요함.

상기와 같은 이유로 이윤을 추구하는 민간 버스 제조업체의 경우 새로운 버스에 대한 충분한 수요 또는 정부지원과 같은 안전장치가 마련되어 있지 않은 경우 상당한 연구개발비와 생산설비비에 대한 투자를 결정하기 어려운 구조임. 현재 운행 중인 CNG대형저상버스의 경우 환경친화적이고 교통약자 이동편의 증진에 기여하는 수단으로서 정부의 다양한 지원 하에 개발 및 보급된 사례라 할 수 있음. 예를 들어 CNG대형저상버스 도입의 경우 과거 「교통체계효율화법」 및 「교통약자의 이동편의 증진법」 등에 근거하여 아주 신속하게 보급될 수 있는 정책적 지원을 바탕으로 하고 있으며, 2004년부터 2011년까지 1,905억원의 국고보조금이 CNG대형저상버스 도입에 지원되는 등 전폭적인 금전적 지원을 받은 바 있음. CNG대형저상버스가 이러한 전폭적인 정책적 그리고 재정적 지원을 받은 것은 CNG대형저상버스가 기존 노후화된 많은 수의 시내버스를 대체하였기 때문임. 즉, 시내버스들을 CNG대형저상버스로 대체함으로써 대기오염물질 배출을 줄이고 또한 교통약자의 신속하고 편리한 승하차를 도모할 수 있는 명분과 그 대상이 되는 시내버스의 규모가 충분히 크기 때문임.

결론적으로, 중형저상버스와 같은 새로운 대중교통수단이 성공적으로 도입되기 위해서는 중형저상버스에 대한 시장 수요가 충분히 갖추어져야 함. 하지만, 중형저상버스의 경우 마을버스와 농어촌버스 일부를 대체하는 것을 목표로 하고 있음. 먼허제인 시내버스와 달리 등록제인 마을버스의 경우 시내버스에 비해 각종 혜택 및 지원에 차별을 받고 있음. 또한 농어촌버스의 경우 애초에 버스교통에 대한 통행수요가 적은 농어촌 및 벽지에서 주로 운행되고 있음. 그리고 중형저상버스가 마을버스 또는 농어촌버스의 전체가 아니라 일부를 대체하는 것을 목표로 하고 있기 때문에 중형저상버스에 대한 수요는 CNG대형저상버스의 경우에 비하여 아주 작음. 즉, 중형저상버스가 노약자 및 어린이와 같은 교통약자가 가장 빈번하고 이용하고 또한 교통약자가 다른 교통수단에 접근하기 위해 빈번하게 이용하는 교통수단으로서 CNG대형저상버스 보다 더욱 환경친화적이고 교통약자 이동편의 증진에 기여하는 수단임에도 불구하고, 중형저상버스의 대체 대상이 되는 마을버스 및 농어촌버스 중 일부의 규모가 CNG대형저상버스의 대체 대상이 되는 시내버스의 규모에 비해 작기 때문에 CNG대형저상버스의 경우와 같은 버스 제조업체의 적극적인 참여를 기대하기 힘들. 따라서 현재 중형저상버스에 대한 정부의 정책적 그리고 금전적 지원에 대한 보장이 없는 단계에서 이윤을 추구하는 버스 제조업체의 자발적인 연구개발 참여를 기대하기 힘든 상황임.

따라서 중형저상버스에 대한 정부주도 R&D를 통해서 중형저상버스 표준모델을 개발함으로써 민간 버스 제조업체의 연구개발비 부담을 완화시킬 수 있음. 또한 추후 진행될 중형저상버스 실용화 보급전략 개발 연구를 통하여 중형저상버스의 원활한 도입을 위한 정책적 그리고 재정적 지원방안을 마련함으로써 개발될 중형저상버스에 대한 시장에서의 수요를 창출하여 민간 버스 제조업체에서 경쟁적으로 생산에 참여할 수 있는 기초적인 여건을 조성할 필요가 있음.

2. 정부의 중형저상버스 보조금 지원의 타당성

우리나라의 교통안전 수준은 교통사고 발생건수('07년 212,522건 → '08년 216,588건), 사상자수('07년 342,586명 → '08년 345,373명) 등의 증가로 인해 여전히 OECD 국가 중 하위권에 머물고 있음. 또한 '08년 교통사고비용 15.7조 원으로서 우리 사회에 큰 손실을 초래하고 있음.

「신에너지 바이모달 저상굴절 차량개발(중형저상버스 시스템 사양 개발) 연구보고

서」(한국철도기술연구원, 2009)에 따르면 중형저상버스의 경우 후방카메라/정보장치, 운전석 LCD 장착, 자동 6단 변속기 등을 장착하여 교통사고 감소에 기여할 것으로 기대됨. 또한 차량의 떨림 및 진동을 감소시켜 장시간 반복적 노동환경을 개선하여 운전자의 안전운전에 도움이 될 것으로 기대됨. 그리고 무엇보다도 저상화를 통하여 버스 승하차시 발생할 수 있는 교통약자의 교통사고 위험을 크게 줄일 수 있는 신교통수단임. 따라서 교통약자가 가장 빈번하게 이용하고 있는 마을버스 및 농어촌버스의 교통 안전성 확보를 위하여 정부 주도 하에 중형저상버스의 도입이 필요한 실정임

또한 본 연구를 통해 중형저상버스를 보급하여 교통약자의 이동편의 증진과 시내버스 고급화 등 서비스 수준 제고에 기여할 수 있음. 제2차 교통약자편의증진계획(2012-2016) (국토해양부, 2012)에 따라 저상버스 보급이 지속적으로 추진될 계획임. 중형저상버스의 도입은 버스노선 및 운영체계를 개선하고 대중교통 취약지구에 수요응답형버스, 맞춤형 콜버스 등 대체교통수단 운영에 기여할 수 있음. 또한 중형저상버스는 제2차 대중교통기본계획(2012-2016) (국토해양부, 2011)에서 요구하는 대중교통 소외지역 및 사각지대 해소에 매우 적합한 교통수단임.

우리 정부는 지금까지 대중교통수단 개선에 많은 노력을 기울여 왔음. 그 예로서, 연료비 및 대기오염 물질 배출 감축을 위하여 지속적인 기술개발에 매진한 결과 천연압축가스(CNG)버스 등을 도입하여 큰 성과를 이루어 왔고, 또한 대형저상버스 등을 도입하여 교통약자에 대한 배려에 노력하여 왔음. 하지만 이러한 시설투자는 대도시의 대형버스 위주로 이루어져 왔으며, 교통복지의 사각지대라고 할 수 있는 마을버스와 낙후지역의 농어촌버스에 대해서는 투자가 미흡하였음. 향후 중형저상버스 또한 저상화와 클린디젤 및 전기시스템의 활성화를 유도가 필요하며, 대중교통 소외지역 및 사각지대 해소를 통한 교통복지의 활성화 필요. 따라서 정부의 대중교통정책에 가장 부합하는 중형저상버스의 연구개발에 정부의 지원이 반드시 필요함.

6절. 종합평가 및 결론

1. 기술개발투자의 시의성, 시급성('13년)

- (1) 녹색 대중교통의 시대적 요구에 따라 국내 차량 제작사별로 전기 저상버스를 제작 및 시운전 중이므로 정부에서는 향후 전기버스의 효율적 보급을 위해 관련 차량을 준비시키고, 정책지원의 근거를 마련하기 위한 연구개발이 필요하며, 저상화와 고효율화의 2개의 축을 완성하고, 교통복지 및 취약지역의 복지 서비스 증진을 위해 중형버스의 저상화와 고효율성에 대비하기 위해 표준 모델을 개발하고, 보급을 활성화하기 위해 표준안의 고시가 시급히 이루어져야함.
- (2) 개발 및 보급을 위한 표준모델 개발까지는 4년 정도의 표준모델의 차량 개발 및 고시기간이 필요함.
- (3) 저상버스 정책추진 방향에 있어서 현재의 CNG 시스템 관련하여 효율성, 안전성 및 환경성에 대한 논란이 지속되고 있으며, 향후의 대체방안으로 검토되고 있는 전기 또는 클린디젤시스템에 대한 기술개발이 조속히 추진되어야 시기 적절한 보급정책을 준비할 수 있음.

2. 정부 상위계획과의 부합성

가. 환경적 측면에서의 녹색 대중교통 활성화

- (1) 기후변화의 글로벌 이슈화, Post-Kyoto체제 출범 등으로 우리나라에 대한 국제적인 온실가스 감축압력이 거세질 전망이다.
 - 「국가기간교통망계획(2001~2020) 제2차 수정계획」(국토해양부, 2011)에 따르면 2008년 교통부문의 온실가스 배출량은 국가 전체의 약 14%(에너지 부문 중 16%) 차지하고 교통수단별 온실가스 배출량은 도로가 94.7%로 가장 높으며, 해운, 항공, 철도 순이며 국가정책 목표인 2020년까지 BAU대비 30%의 온실가스 절감을 위해 적극적인 노력이 필요함.
- (2) 특히 전기 중형저상버스의 경우 전기를 동력원으로 하여 주행하기 때문에 대기오염 물질 배출이 없음.
 - 따라서 국가 교통투자 주요 패러다임은 “저탄소·녹색성장”에 가장 부합하는 대중교통수단이라 할 수 있음.

나. 경기 부양

- (1) 글로벌 금융 불안에 따른 글로벌 경제 침체 가속화의 극복을 위해 전 세계적인 경기부양 대책 마련 중임. 주요 선진국은 기후변화 협약에 대응하고 저탄소 녹색 성장을 추진하기 위해 철도·해운·녹색교통 중심으로 투자를 확대하고 있음.
 - 또한 CO2 배출량이 가장 많은 도로 수요를 억제하고 대중교통수단 활성화 및 교통 수단간 통합연계성을 강화하고 있음.
 - 그 외에 전기자동차 등 친환경 자동차 도입, 자동차 온실가스 배출량 규제, 에코드라이빙 활성화, 공회전 방지, 지능형교통체계(ITS) 사업 등이 대표적으로 추진되고 있음.
- (2) 중형저상버스 개발 및 도입을 토대로 자동차의 저상화 기술을 확보하여 국제적 경쟁을 확보하고 향후 신성장동력으로 활용할 수 있을 것으로 기대됨.
 - 특히 전기 중형저상버스는 지속가능성, 녹색성장, 인터모달리즘, 보안 및 안전, 형평성 등 국가 교통정책목표를 효과적으로 달성할 수 있는 기술이고 대중교통 활성화 및 노약자 등 교통약자보호를 위한 신개념 대중교통기술로서 기여할 수 있음.

3. 정부 미지원시 문제점

- (1) 대중교통 서비스는 정부의 지원정책에 의거 기존 디젤차량에 비해 비싼 CNG 버스의 보급, 고상 또는 2-Step 차량의 저상화 차량에 지원해 줌으로서 저상버스 및 CNG 보급이 확대 추세에 있음.
- (2) 향후 중형저상버스 또한 저상화와 클린디젤 및 전기시스템의 활성화를 유도가 필요하며, 대중교통 소외지역 및 사각지대 해소를 통한 교통복지의 활성화 필요함.

5장. 인력투입계획 및 소요예산 산정

1절. 연구일정에 따른 인력투입계획

1. 전체사업 인력투입계획

- (1) 전기 중형저상버스 및 디젤 중형저상버스의 개발의 목표를 달성하기 위하여 차량 제작 및 개발 전문인력을 투입하여 연구추진.
- (2) 개발기간을 단축하고 기존 성과를 활용하기 위하여 ‘중형저상버스 시스템 사양개발’, ‘저상버스 표준모델 개발’ 및 ‘바이모달 트램 개발’ 인력을 조기 투입하여 시스템의 개발사양을 결정하여 추진.
- (3) 개발된 전기 중형저상버스 및 디젤 중형저상버스는 실용화보급 시기를 고려한 기술기준에 의하여 자동차 안전인증 및 성능평가 전문의 공공기관이 주도로 추진하여, 개발착수 단계부터 성능평가 로드맵 제시 추진.
- (4) 정부의 보급정책 개발은 지속적인 조사 및 의견수렴이 필요함. 이를 위하여 기존의 DB 조사분석 및 개발된 중형저상버스의 기초자료의 정형화를 통한 기준개발, 신속한 현장조사 및 정부를 포함한 수요자 요구에 대응이 가능한 연구소 중심으로 추진.

2. 세부과제별 인력투입

각 과제별 사업 인력투입 규모는 4년간 130명이 투입될 예정이며, 약 1,560 MM가 투입되고 연구될 예정임.

표 69. 세부과제별 인력투입

구분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	총 계
투입예상 인력 (MM)		270	492	498	306	1,560
	연구단 과제	36	24	36	36	132
	I 과제	120	72	72	48	312
	II 과제	360	252	162	126	900
	III 과제	48	60	60	48	216

II 과제가 차량개발 과제로서 전체인력의 58% 정도를 차지하며 개발사업의 주도적 역할을 할 것임. 연구단과제, I, III 과제는 개발된 차량의 시스템엔지니어링, 시스템 실증, 안전인증, 표준규격제정, 실용화 정책 수립 등으로 각 세부 과제별 8~20%의 인력 투입이 예상됨.

아래 내용은 세부과제별 인력 투입 현황을 보면 직급별, 소속기관별 인력 투입계획을 나타내고 있음.

가. 개발사업 총괄 및 시스템엔지니어링 연구

직 급 별 참여연구원		연구단장	소속기관별 참여연구원	
책임급	1명		출연(연)	6명
선임급	4명		국공립(연)	0명
원급	2명		대학	0명
기타	4명		산업계	0명
계	11명		기타	5명
			계	11명

나. 중형저상버스 표준사양 개발 및 운영기술/보급전략 연구

직 급 별 참여연구원		연구책임자	소속기관별 참여연구원	
책임급	7명		출연(연)	14명
선임급	8명		국공립(연)	4명
원급	8명		대학	3명
기타	3명		산업계	3명
계	26명		기타	2명
			계	26명

다. LF-40형 중형저상버스 표준모델 차량개발

연구책임자			
직 급 별 참여연구원		소속기관별 참여연구원	
책임급	10명	출연(연)	5명
선임급	20명	국공립(연)	4명
원급	37명	대학	3명
기타	9명	산업계	54명
계	76명	기타	10명
		계	76명

라. 중형저상버스 안전인증을 위한 성능평가 기술개발

연구책임자			
직 급 별 참여연구원		소속기관별 참여연구원	
책임급	3명	출연(연)	2명
선임급	5명	국공립(연)	5명
원급	7명	대학	0명
기타	3명	산업계	8명
계	18명	기타	3명
		계	18명

2절. 소요예산 산정

1. 예산 산정방법

연구개발비용의 산정은 구성품별 설계, 설계집중, 시험편 제작 및 시험평가 비용을 기존 ‘저상버스 표준모델 개발’ 및 ‘바이모달 트램 개발’에서의 증가로 판단되는 구성품에 대한 투입비용을 근거로 하였음. 또한 자동차 동력구성품은 국내 해당 개발기업의 개략견적을 참고하였음.

총사업비는 4년에 걸쳐 172억원이 투입될 예정이며, 4개의 과제중 차량개발을 제외한 부분은 정부주도의 역할로서 국고로서 연구되고, 차량 개발의 경우 민간이 주도하되 정부 개발정책에 맞게 중소기업 또는 대기업 비중에 맞는 민간기업의 투자가 이루어 질 예정임. 민간 지분율은 중소기업 참여의 비중인 25%로 산정되었으며, 기업 참여에 따라 지분율은 변동이 가능함. 그러므로 정부 예산은 145억원의 투입이 예상되며, 민간지분은 기업 참여에 따라 추가/감소가 예상됨.

개발비의 상당부분이 차량개발에 집중되고 개발된 차량의 안전인증, 고시, 정책 등이 추가로 연구되어 중형저상버스의 개발 보급이 이루어 질 예정임.

본 사업은 기술개발 사업이 주를 이루므로 개발비 투입은 년차별 변동이 가능하며, 2,3차년도의 개발이 예산 측면에서 주를 이룰 예정임.

기 수행된 연구에서의 개념설계 및 기본설계 부분을 고려해서 차량형태의 변경(엔진형태, 차량길이등)을 고려한 기본설계 부분에서의 변경된 설계에 대한 2개 차종의 최소한의 예산을 I 과제에서 수행하도록 배정하였음.

본 사업을 수행하는데 있어 4개의 과제에서의 예산규모를 보면 1, 2, 3차년도 예산의 집중적 투자를 통해 클린디젤 중형저상버스 차량개발을 완료하도록 예산이 짜여져 있으며, 예산은 인건비, 직접비로 구성되며, 제작에 관련된 부분으로 인력 투입이 많이 소요되 인건비 비중이 높으며, 차량 개발 및 제작에 소요되는 시작품 제작비가 전체예산의 상당부분을 차지할 것으로 보임.

본 사업 수행을 수행하는데 있어 예측되는 예산은 아래와 같은 예산 규모로 예측됨.

표 70. 전체사업 소요 예산의 구성

비 목		예산금액 (억원)	예 산 (%)	비 고
인건비		73.8	43.0%	
직접비	- 연구기자재/시설비/시작품 제작비/재료비	54.0	48.5%	
	- 연구활동비/연구수당	29.5		
간접비		14.7	8.5%	
계		172억원	100%	

※ 상기 예산은 세부항목을 고려한 예측치임.

2. 전체사업 소요예산

표 71. 전체사업 소요 예산

구분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도 이후
연차별 연구비 (백만원)	정부	4,500	4,000	3,500	2,500	
	민간 (추정)	900	800	600	400	
합 계		5,400	4,800	4,100	2,900	
총 연구비 (백만원)	정부	14,500		총 연구기간	4년	
	민간	2,700				
	총합계	17,200		연도별 평균소요인력	32명	

3. 세부과제별 소요예산

각 과제별 사업 예산 규모는 아래와 같으며, 총사업비 172억중 정부예산 145억원 (약85%), 민간(약15%)로 예상되며 II번 과제인 중형저상버스 개발과제의 경우 25%의 민간 자본 투자를 예상하고 있음.

성격	세부 연구 내용	예산 연구비		
		총연구비	정부	민간
연구단 과제	개발사업 총괄 및 시스템엔지니어링 연구	11억원	11	-
I	중형저상버스 표준사양 개발 및 운영기술/보급 전략 연구	36억원	36	-
II	LF-40형 중형 저상버스 표준모델 차량 개발	108억원	81	27
III	중형저상버스 안전인증을 위한 성능평가 기술 개발	17억원	17	-
총 계		172억원	145	27

각 과제별 년차별 소요예산을 개략적으로 추산해 보면 아래와 같음.

성격	세부 연구 내용	예산 연구비				
		총연구비	1차년	2차년	3차년	4차년
연구단 과제	개발사업 총괄 및 시스템엔지니어링 연구	11억원	3	2	3	3
I	중형저상버스 표준사양 개발 및 운영기술/보급전략 연구	36억원	12	9	8	7
II	LF-40형 중형 저상버스 표준모델 차량 개발	81억원 (27억원)	26 (9)	24 (8)	19 (6)	12 (4)
III	중형저상버스 안전인증을 위한 성능평가 기술개발	17억원	4	5	5	3
총 계		145억원 (27억원)	45 (9)	40 (8)	35 (6)	25 (4)

※ ()의 수치는 민간 투자비임.

가. 개발사업 총괄 및 시스템엔지니어링 연구

구분		세부 연구 내용	예상 연구비
개발사업 총괄 및 시스템엔지니어링 연구	차량개발 SE/IF	차량개발 시스템엔지니어링/인터페이스 활동 및 총괄	2억원
	시범 운영 지원 및 정책 지원	시범운영 지원 및 시범사업 총괄	4억원
		정책지원 활동(협의체, 공청회 등)	2억원
	부품 공용화	부품 국산화 조사 및 산업 지원 방안	1억원
		공용부품 조사 및 표준화 활동 연구	2억원
	소계		11억원

나. 중형저상버스 표준사양 개발 및 운영기술/보급전략 연구

구분		세부 연구 내용	예상 연구비
중형저상버스 표준사양 개발 및 운영기술 / 보급전략 연구	차량기본 설계	클린디젤 중형저상버스 기본설계	10억원
		전기 중형저상버스 기본설계	6억원
	표준사양 개발	전기 중형저상버스 표준사양 개발	2억원
		디젤 중형저상버스 표준사양 개발	3억원
	시범운영 방안 구축	시범운영방안 구축/운영 및 계획 수립	4억원
		실증 계획 수립 및 기술적 예상효과 분석	1억원
	운영기술 및 보급전략 개발	중형저상버스 운영기술 연구	4억원
		지원전략 연구(지원정책, 보급계획, 경제적 효과분석)	6억원
	소계		36억원

다. LF-40형 중형저상버스 표준모델 차량개발

구분		세부 연구 내용	예상 연구비
중형저상버스 표준모델 차량개발	핵심부품 개발	차체/내장/샤시/구동축 설계 (클린디젤)	8억원
		샤시/구동축 제작 및 시험평가 (클린디젤)	17억원
	클린디젤차량 개발	클린디젤 중형저상버스 동력 및 제어시스템 개발	20억원
		차체/내장/샤시/구동축 인터페이스 설계	5억원
		클린디젤 중형저상버스 표준모델 차량제작 및 시험평가	40억원
	전기차량 개발	전기 중형저상버스 동력 및 제어시스템 설계	8억원
		차체/내장/샤시/구동축 인터페이스 설계	5억원
		기본 차체 실내외 기본 시스템 설계 및 절차서	5억원
	소계		108억원

라. 중형저상버스 안전인증을 위한 성능평가 기술개발

구분		세부 연구 내용	예상 연구비
중형저상버스 안전인증을 위한 성능평가 기술개발	전기차량 평가	전기 중형저상버스 안전 및 성능시험 절차서 개발	3억원
	클린디젤차량 평가	클린디젤 중형저상버스 안전 및 성능시험 절차서 개발	4억원
		클린디젤 중형저상버스 안전인증 시험	5억원
		클린디젤 중형저상버스 성능시험	3억원
	충전시설 평가	중형저상버스 전기충전시설 설치 및 운영기준 개발	2억원
	소계		17억원

6장. 과제 제안요구서

과제제안 요구서(RFP)는 향후 사업 진행에 따라 각 연구단과제를 포함한 4개의 과제 제안서가 작성 되었으며, 각 항목별 과제의 연구개발 목표, 연구개발 필요성, 기술동향, 연구개발 내용, 연구개발 추진방법, 연구기간 및 소요예산, 기타 순으로 작성되었음.

연구과제명	중형저상버스 표준모델 기술개발																																								
1. 연구개발 목표																																									
☐ 최종목표 : 중형저상버스 표준모델 기술개발 및 보급정책 수립																																									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">항 목</th><th colspan="2">차종 및 기준</th><th rowspan="2">비 고</th></tr> <tr> <th>클린디젤 중형저상버스</th><th>전기 중형저상버스</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>차량형식</td><td colspan="2">중형급 차량 (7m~9m)</td><td></td></tr> <tr> <td>운행 가능 여건</td><td colspan="2">25% 이상 도로폭 5m에서 회전조건</td><td></td></tr> <tr> <td>저상면적 및 저상고</td><td colspan="2">저상면적 : 40% 수준 저상고 : 340mm 확보</td><td></td></tr> <tr> <td>승차정원</td><td colspan="2">30명 이상 (좌석 10개 이상)</td><td></td></tr> <tr> <td>최고속도</td><td colspan="2">80km/h 이상</td><td></td></tr> <tr> <td>편의 및 안전사양</td><td colspan="2"> 휠체어 탑승공간 1개소 확보 휠체어 슬로프 및 표시장치 설치 개문 발차 방지장치 행선지 표시기 내/외부 설치 </td><td></td></tr> <tr> <td>주행 거리</td><td></td><td> 실주행거리: 25km 이상 60km/h정속 주행거리 : 60km이상 확보 </td><td></td></tr> <tr> <td>환경 목표</td><td>EURO 6 기준</td><td>-</td><td></td></tr> </tbody> </table>		항 목	차종 및 기준		비 고	클린디젤 중형저상버스	전기 중형저상버스	차량형식	중형급 차량 (7m~9m)			운행 가능 여건	25% 이상 도로폭 5m에서 회전조건			저상면적 및 저상고	저상면적 : 40% 수준 저상고 : 340mm 확보			승차정원	30명 이상 (좌석 10개 이상)			최고속도	80km/h 이상			편의 및 안전사양	휠체어 탑승공간 1개소 확보 휠체어 슬로프 및 표시장치 설치 개문 발차 방지장치 행선지 표시기 내/외부 설치			주행 거리		실주행거리: 25km 이상 60km/h정속 주행거리 : 60km이상 확보		환경 목표	EURO 6 기준	-		
항 목	차종 및 기준			비 고																																					
	클린디젤 중형저상버스	전기 중형저상버스																																							
차량형식	중형급 차량 (7m~9m)																																								
운행 가능 여건	25% 이상 도로폭 5m에서 회전조건																																								
저상면적 및 저상고	저상면적 : 40% 수준 저상고 : 340mm 확보																																								
승차정원	30명 이상 (좌석 10개 이상)																																								
최고속도	80km/h 이상																																								
편의 및 안전사양	휠체어 탑승공간 1개소 확보 휠체어 슬로프 및 표시장치 설치 개문 발차 방지장치 행선지 표시기 내/외부 설치																																								
주행 거리		실주행거리: 25km 이상 60km/h정속 주행거리 : 60km이상 확보																																							
환경 목표	EURO 6 기준	-																																							
☐ 세부목표 : ○ 개발사업 총괄 및 시스템엔지니어링 연구 - 차량개발 시스템 엔지니어링 및 부품 국산화/공용화 지원 - 보급 활성화를 위한 정책 목표 Guide 라인 제시 및 활동 (협의회, 시범운영지원)																																									

○ 중형저상버스 표준사양 개발 및 운영기술/보급전략 연구 - 중형저상버스 기본설계 - 중형저상버스 표준사양 및 고시(안) 개발 및 시범운영 실증 - 중형저상버스 실용화 보급전략 개발 연구 ○ LF-40형 중형저상버스 표준모델 차량개발 - 중형저상버스 차체/내장/구동축 설계 및 제작 - 클린디젤엔진 장착 및 차량 제작 - 전기동력시스템, 전기구동 조향, 제어장치 설계 ※ 클린디젤 차량은 설계/제작, 전기차량은 설계 완료 ○ 중형저상버스 안전인증을 위한 성능평가 기술개발 - 자동차 안전인증 시험(클린디젤 중형저상버스) - 중형저상버스 성능평가 기술개발	2. 연구개발 필요성 ○ 녹색 대중교통의 시대적 요구에 따라 국내 차량제작사 별로 저상버스를 제작 및 시운전 중이므로, 정부에서는 향후 전기 및 디젤저상버스의 효율적 보급을 위하여 관련 차량 및 운영 산업을 준비시키고 정책지원의 근거를 마련하기 위한 연구개발이 요구됨. ○ 전기자동차는 일정한 노선을 운행하는 경우 운행에 필요한 충전설비구축도 용이하여 더 큰 경제적 효과를 기대할 수 있으며 따라서 전기승용차보다 신속한 실용화가 가능함. ○ 매연 및 소음이 많이 발생하는 노선(골목이나 언덕)에 소형화·저상화된 전기버스를 투입하면 큰 환경개선 효과와 함께 운행영역이 대폭 확대되어 대중교통 취약지역까지 접근 가능한 이동편의를 제공 할 수 있음. ○ 클린디젤을 이용한 중형저상버스는 운행노선이 길고 도로 폭이 좁은 구간을 운행할 수 있으므로 대중교통 이용이 불편한 농어촌 지역 주민들에게 대중교통이용의 서비스 질을 향상시키고, 연비의 개선을 통해 정부의 재정지원 부담을 줄일 수 있는 계기가 될 수 있음. 3. 기술동향 □ 국내 동향 ○ 국내의 경우 국토해양부 연구개발과제로 CNG 저상버스 표준모델이 개발·보급중이며, 전기저상버스는 지자체별
--	--

행사 및 단거리 시범운영 중임. 또한 디젤 및 CNG 하이브리드 전기저상버스도 개발되어있음. 그러나 제작사별 차량 사양이 상이하여 기술, 비용, 안전 측면에서 산업활성화가 어렵고, 보급 및 효과제고에 대한 방안이 없음.

- 국내에서 운행하는 모든 저상버스(굴절버스 제외)는 상용차 생산업체인 대우버스, 현대자동차와 한국화이바에서 만들어지고 있음. 대우버스에서는 계단이 없는 초저상버스 2종(BS110CN, BS120CN)과 계단이 1개인 버스 1종(BC211M), 현대자동차에서는 계단이 없는 초저상버스 1종(뉴 슈퍼에어로시티 초저상)을 생산하고 있음. 그리고 한국화이바에서는 초저상버스 1종(PRIMUS)을 생산하고 있음.



대우버스-BS110CN 현대자동차-슈퍼에어로시티 한국화이바-PRIMUS

이들 차량은 대부분 차량의 전장이 11m(BS120CN는 12m)로서 기존 시내버스로 운행하는 차량과 비슷하거나 약간 더 긴 편인데, 일반적으로 차로가 많은 대로에서의 주행과정에서는 큰 문제가 없지만 골목길이나 편도 2차로의 도로에서 회전을 할 시에는 차량 길이로 인해 종종 어려움을 겪기도 함.

현재 우리나라의 군 단위나 도시의 마을버스 및 중형버스에서는 기존의 대형버스(2 step)의 길이를 줄인 9m급의 차량(대우 BS090, 현대 글로벌 900)이 주를 이루고 있음.

□ 국외동향

- 국외 버스시장을 살펴보면 중국, 러시아, 인도, 일본, 유럽 등으로 나눌 수 있으며 중국시장의 경우 전세계 버스시장의 약40%를 차지하고 있으며, 중국에서는 VOLVO, MAN, NEOPLAN, IVECO등 주로 유럽을 중심으로 한 10개사가 자본출자를 통해 중국시장에 진출하여 주로 고급버스 시장을 선점하고 있음.
- 러시아의 상용차시장은 승용차 시장과 비슷한 길을 걸을

것으로 예상되는데, 시장개방 확대와 수입 부품관세 하락, 고성능의 품질경쟁력을 갖춘 제품에 대한 시장요구 증대 등으로 해외업체들의 점유율이 점차 높아질 것으로 기대됨. ○ 인도 시장은 현재 뭄바이, 델리와 같은 대도시를 중심으로 낡은 시내버스에서 현대식 최신 버스로 옮겨가는 추세임. ○ 현재 일본에서 생산되어 운행되고 있는 저상버스(굴절버스나 계단이 있는 버스는 제외)는 10m 이상의 대형급에서 미츠비시 2종, 이스즈 1종, Hino 2종 등 총5종이 있으며, 9m 이하의 중형급 이하에서는 미츠비시 2종, 이스즈 1종, 니산디젤 1종, Hino 3종 등 총7종이 있으나 미츠비시-니산디젤과 이스즈-Hino 간 일부 모델을 교차 생산하고 있어 실제적으로는 각각 4종, 5종으로 총 9종의 저상버스가 생산, 운행되고 있는 것으로 조사되었음.
4. 연구개발 내용 □ 과제의 정의 클린디젤 중형저상버스의 표준사양 개발 및 실증/표준모델차량 개발/성능평가 기술개발 및 안전인증/보급전략 개발/전기 중형저상버스 설계 및 관련 세부과제를 총괄·조정하는 시스템 엔지니어링 연구 □ 연구개발 세부 내용 <연구단과제> 개발사업 총괄 및 시스템엔지니어링 연구 ○ 국내·외 최신 개발기술 탐색 및 활용 방안 수립 ○ 차량개발 시스템 엔지니어링 및 부품 국산화/공용화 지원 - 차량 개발 SE 및 시스템의 기술적 인터페이스 조정 및 기관간 공동 협의체 활동. ○ 보급 활성화를 위한 정책 목표 Guide 라인 제시 및 활동 (협의회, 시범운영지원) - 부품 국산화/공용화 방향 수립. - 정책 목표 설정 및 공청회 개최. - 시범운영 지원 및 시범사업 가이드라인 제시. <1세부과제> 중형저상버스 표준사양 개발 및 운영기술/보급 전략 연구 ○ 저상버스 보급활성화를 위한 종합계획 수립

- 저상버스 표준모델기준 기술분석
- 중형저상버스 요구사항 및 목표사양 개발
- 중형저상버스 기본설계
- 클린디젤 중형저상버스 표준사양 개발
 - 클린디젤 중형저상버스 표준사양 고시(안) 개발.
- 시범운영을 통한 실증
 - 시범운영계획 수립 및 예상효과분석.
 - 시범운영을 통한 수요자 요구사항 검증 및 효용성평가.
- 중형저상버스 운영 기술 및 보급 전략 개발
 - 중형저상버스 운영 기술 개발
 - 중형저상버스 운행 방안 및 지원 정책 수립
 - 중형저상버스 보급 계획 및 효과 분석

<2세부과제> LF-40형 중형저상버스 표준모델 차량개발

- 핵심부품 개발 (클린디젤)
 - 차체/내장/샤시/구동축 설계 및 시험평가.
- 클린디젤차량 개발
 - 클린디젤 중형저상버스 동력 및 제어시스템 개발.
 - 차체/내장/샤시/구동축 인터페이스 설계.
 - 클린디젤 중형저상버스 표준모델 차량제작 및 시험평가.
- 전기 중형저상버스 차량 시스템 설계
 - 전기 중형저상버스 동력 및 제어시스템 설계.
 - 차체/내장/샤시/구동축 인터페이스 설계.

<3세부과제> 중형저상버스 안전인증을 위한 성능평가 기술개발

- 클린디젤 차량 평가
 - 디젤 중형저상버스 안전 및 성능시험 절차서 개발.
 - 디젤 중형저상버스 안전시험 및 성능평가.
- 전기차량 평가
 - 전기 중형저상버스 안전인증 절차서 개발.
 - 전기 중형저상버스 성능시험 절차서 개발
- 전기 충전시설 설치기준 및 운영방안 도출

□ 주요 산출물

- 시범운영을 통한 실증
- 클린디젤 중형저상버스 표준모델 차량
- 클린디젤 중형저상버스 표준사양

- 클린디젤 및 전기 중형저상버스 안전 및 성능시험 절차서
- 전기충전시설 설치 및 운영지침
- 클린디젤 중형저상버스 유지보수 지침서
- 차량 최적 설계 모델 및 시험체
- 차량에 대한 성능, 안전공인 인증서
- 클린디젤 중형저상버스 보급가격 분석서
- 클린디젤 중형저상버스 운영비 분석서
- 중형저상버스 개발사업 DB체계

5. 연구개발 추진방법

- 전기 저상버스의 완성차 제작기술 및 그 운영은 지금 바로 시작하면 세계적 경쟁력 확보가 가능한 연구개발 분야임.
- 국토해양부 주관으로 수행된 중형저상버스 시스템 사양개발 관련 연구 결과와 전기 철도차량에 특화된 전기추진시스템 기술을 개선·접목하면 빠른 기간 내에 중형저상버스(전기 및 디젤을 제작할 수 있으며 외국의 중형 저상버스와 충분히 경쟁 할 수 있음.
- 전기버스관련 요소기술로는 동력전달, 전기발생, 전기 관리 및 저장 기술(차량 및 도로)로 구분됨. 현재 국내에서는 이와 관련된 요소기술 연구가 여러 부처의 연구개발과제로 진행되고 있음. 해당 요소기술은 차량으로 통합 검증되어야 개발성과의 실용화가 가능하며, 다른 산업으로 크게 확산될 수 있음.
- 본 과제를 통하여 부처 및 기업의 연구개발로 산재되어 있는 요소기술을 통합하여 중형저상버스를 제작하고 예비검증을 통하여 실용화 보급정책에 반영하고자 함.
- 교통안전공단, 자동차안전연구원과 공동연구를 진행하여 중형저상버스가 완성되었을 때 관련 법규를 충족시키도록 개발 추진하고자 함.
- 또한 차량제작사와 운영사를 연구과정에 참여시키고, 승객(국민)의 의견을 반영시킬 수 있는 조사 및 행사를 포함한 연구개발체계를 운영하여 국내외 실용화에 어려움을 최소화하고자 함.

6. 연구기간 및 소요예산

○ 총 사업기간: 2013년 1월 ~ 2016년 12월 (4년)

○ 총 연구비 : 172억원(정부지원금 : 145억원)

구분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도 이후
연차별 연구비 (백만원)	정부	4,500	4,000	3,500	2,500	
	민간 (추정)	900	800	600	400	
합 계		5,400	4,800	4,100	2,900	
총 연구비 (백만원)	정부	14,500		총 연구기간	4 년	
	민간	2,700				
	총합계	17,200		연도별 평균소요 인력	32 명	

※ 민간참여 예산은 대기업/중소기업 참여에 따라 변동가능

7. 기 타

- 본 사업 수행주체는 대중교통기술개발 분야의 국가출연연구기관으로 하며, 본 사업을 통하여 중형저상버스의 안전 성능 및 보급효과를 분석하고, 실용화에 필요한 표준사양을 제시함으로써, 녹색 대중교통에 관련된 정부의 혁신적이고 차별화된 실용화 정책수립이 가능하도록 할 것.
- 기 수행된 ‘중형저상버스 시스템 사양개발 연구’결과를 활용함으로써 효과적인 중형 전기저상버스 개발체계를 수립할 것.
- 중형급 버스기술관련 국가연구개발사업 성과에 대한 활용 방안을 수립할 것.
- 중형저상버스를 활용하여 교통약자 요구와 수송수요에 맞추어 대도심의 대형저상버스를 대체하거나 보완하여 조합 운영 할 수 있는 체계를 제안 할 것.
- 교통약자 취약지역(농어촌 및 도시외곽), 통학, 학원 및 유치원용으로 중형저상버스 표준모델 제시하여 중형저상버스 보급 활성화 모델을 제시 할 것.
- 특수지역(공항 및 항만 등) 서비스 지역에 대한 녹색교통 구현 검토서를 제시할 것(2018년 동계올림픽에 친환경 Barrier Free 대중교통 지원가능 등).
- <2세부과제> 수행주체는 중견기업 이상으로서 대중교통수단을 최종적으로 통합 출시한 기업 또는 이를 협동기관으로 구성한 공공기관.

연구과제명	<1세부과제> 중형저상버스 표준사양 개발 및 운영기술/보급전략 연구
1. 연구개발 목표	
☐ 최종목표 : 중형저상버스 표준사양 개발 및 시범운행을 통한 실증 ☐ 세부목표 : ○ 저상버스 보급활성화를 위한 종합계획 수립 ○ 저상버스 표준모델기준 기술분석 ○ 중형저상버스 요구사항 및 목표사양 개발 - 클린디젤 중형저상버스 기술/운영 요구사항 개발 - 클린디젤 중형저상버스 개발 목표사양 정의 - 전기 중형저상버스 기술/운영 요구사항 개발 - 전기 중형저상버스 개발 목표사양 정의 ○ 중형저상버스 기본설계 - 클린디젤 및 전기 중형저상버스 디자인 정의 - 클린디젤 중형저상버스 기본설계 - 전기 중형저상버스 기본설계 ○ 클린디젤 중형저상버스 표준사양 개발 - 클린디젤 중형저상버스 표준사양 고시(안) 개발 ○ 시범운행을 통한 실증 - 시범운영계획 수립 및 예상효과분석 - 시범운행을 통한 수요자 요구사항 검증 및 효용성평가 - 온실가스 저감효과 분석 ○ 중형저상버스 운영 기술 및 보급 전략 개발 - 중형저상버스 운영 기술 개발 - 중형저상버스 운행 방안 및 지원 정책 수립 - 중형저상버스 보급 계획 및 국내외 시장 확대 전략 수립 - 중형저상버스 보급 효과 분석	
2. 연구개발 필요성	
○ 정부의 보급정책에 적합한 중형저상버스를 개발하기 위해 서는 기술·성능관련 부분과 교통복지 사각지대의 운행환경 관련 부분에서 요구되는 사항을 조사분석하여 제품기획에 반영하여야 함. ○ 본 사업은 여러 분야의 이해당사자가 공동으로 추진하는 구조를 갖고 있음. 이와 관련하여 가장 객관적이고 주도적	

인 세부과제(주관기관 과제)에서 공통의 개발 목표사양을 구현하는 기본설계를 수행함으로써 참여한 기업의 일방적 제품개발을 지양할 수 있음.

- 또한 기본설계를 기저로 차량가격 추정이 가능하여 정부정책의 지원범위에 적합한 개발 전략을 수립할 수 있음.
- 정부의 보급정책에 기술적 근간이 되는 표준사양(안)을 개발하는데 있어서 기술개발사업을 통하여 전수명주기의 적합성 평가가 수반되도록 할 수 있음.
- 주관기관 과제에서 목표사양을 정하고 기본설계를 완성함으로써 효율적인 개발사업의 추진이 가능하게 되며, 또한 성과의 시범운행을 통한 실증을 거쳐 효용성을 확인하고 개선점을 도출하여 양산체계에 반영함으로써 신속한 보급이 이루어질 수 있도록 함.
- 중형저상버스 도입의 주요 대상이 되는 마을버스 및 농어촌버스의 경우 운영업체가 영세하고 수익구조가 열악하여 신교통수단 도입과 관련된 대규모 신규투자를 꺼리는 경향이 강함. 따라서 중형저상버스의 자연스러운 도입 및 운영을 위하여 필요한 추진 전략 및 운영 기술을 개발할 필요가 있음.

3. 기술동향

□ 국내 동향

- 국내에서 운행하는 모든 저상버스는 상용차 생산업체인 대우버스, 현대자동차와 한국화이바에서 만들어지고 있음. 대우버스에서는 계단이 없는 초저상버스 2종(BS110CN, BS120CN)과 계단이 1개인 버스 1종(BC211M), 현대자동차에서는 계단이 없는 초저상버스 1종(뉴 슈퍼에어로시티 초저상)을 생산하고 있음. 그리고 한국화이바에서는 초저상버스 1종(PRIMUS)을 생산하고 있음.
- 이들 차량은 대부분 차량의 전장이 11m(BS120CN는 12m)로서 기존 시내버스로 운행하는 차량과 비슷하거나 약간 더 긴 편인데, 일반적으로 차로가 많은 대로에서의 주행과 정에서는 큰 문제가 없지만 골목길이나 편도 2차로의 도로에서 회전을 할 시에는 차량 길이로 인해 종종 어려움을 겪기도 함.
- 현재 우리나라의 군 단위나 도시의 마을버스 및 중형버스에서는 기존의 대형버스(2 step)의 길이를 줄인 9m급의 차

량(대우 BS090, 현대 글로벌 900)이 주를 이루고 있음.

- 중형저상버스는 국내에서 개발 또는 도입된 적이 없는 신 교통수단임으로서 중형저상버스 원활한 도입을 위한 운영 기술, 정책적 지원방안, 타당성 분석 등에 대한 기초연구는 부족한 실정임.

□ 국외동향

- 현재 일본에서 생산되어 운행되고 있는 저상버스(굴절버스나 계단이 있는 버스는 제외)는 10m 이상의 대형급에서 미츠비시 2종, 이스즈 1종, Hino 2종 등 총5종이 있으며, 9m 이하의 중형급 이하에서는 미츠비시 2종, 이스즈 1종, 니산디젤 1종, Hino 3종 등 총7종이 있으나 미츠비시-니산디젤과 이스즈-Hino 간 일부 모델을 교차 생산하고 있어 실제적으로는 각각 4종, 5종으로 총 9종의 저상버스가 생산, 운행되고 있는 것으로 조사되었음.
- 일본 등 몇 개국에서 제한적으로 중형저상버스가 운행되고 있어, 대규모 운영에 따른 운영기술은 개발되어 있지 않음.

4. 연구개발 내용

□ 과제의 정의

클린디젤 중형저상버스의 표준사양 개발 및 시범운행을 통한 실증

□ 연구개발 세부 내용

- 저상버스 보급활성화를 위한 종합계획 수립
 - 차량형태(Non-step, One-step, 중형 등) 및 사용연료(CNG, 전기, 디젤 등)에 따른 타당성 평가 및 보급전략 수립
- 저상버스 표준모델기준 기술분석
 - 차량형태 및 사용연료에 따른 차량 및 운영관련 기술검토
- 중형저상버스 요구사항 및 목표사양 개발
 - 클린디젤 중형저상버스 기술/운영 요구사항 개발
 - 클린디젤 중형저상버스 기술/운영 개발 목표사양 정의
 - 전기 중형저상버스 기술/운영 요구사항 개발
 - 전기 중형저상버스 기술/운영 개발 목표사양 정의
- 중형저상버스 기본설계

	- 클린디젤 및 전기 중형저상버스 디자인 정의 - 클린디젤 중형저상버스 구성품 통합(패키징) 설계 - 클린디젤 중형저상버스 차체 및 샤시 기본설계 - 전기 중형저상버스 구성품 통합(패키징) 설계 - 전기 중형저상버스 차체 인터페이스 및 샤시 기본설계 ○ 클린디젤 중형저상버스 표준사양 개발 - 클린디젤 중형저상버스 표준사양 고시(안) 개발 ○ 시범운영을 통한 실증 - 시범운영계획 수립 및 예상효과분석 - 수요자 만족도 조시지표 개발 - 시범운영을 통한 요구사항 검증 및 효용성평가 - 실용화 사례에 따른 효과분석 - 온실가스 저감효과 분석 ○ 중형저상버스 운영 기술 및 보급 전략 개발 - 중형저상버스 운영 기술 개발 - 중형 저상버스 운행 방안 및 지원정책 수립 - 중형저상버스 보급 계획 및 국내외 시장 확대 전략 수립 - 중형저상버스 보급 효과 분석
☐ 주요 산출물	○ 클린디젤 및 전기 중형저상버스 요구사항 기술서 ○ 클린디젤 및 전기 중형저상버스 목표사양 기술서 ○ 클린디젤 및 전기 중형저상버스 디자인(안) ○ 클린디젤 및 전기 중형저상버스 기본설계 도면 - 구성품 통합(패키징), 차체 및 샤시 ○ 클린디젤 중형저상버스 표준사양(안) 기술서 ○ 시범운영 계획서 및 실증 결과보고서 ○ 중형저상버스 도입에 따른 파급효과, 안전성 및 교통약자이동편의 증진 효과 자료 ○ 클린디젤 중형저상버스 보급가격 및 운영비 분석서 ○ 중형저상버스 운영 및 관리 매뉴얼
5. 연구개발 추진방법	
	○ 교통복지 사각지대 및 소규모 도시교통에 적합한 차량 기본제원 조사. ○ 실용화 가능성이 큰 전략적 노선(또는 운영환경)을 설정하여 차량의 목표성능에 반영. ○ 실용화 시점에 맞추어진 정부지원 기준 및 국내·외 환경

기준 만족을 위한 목표사양 및 개발전략 수립.

- 버스교통관련 운행데이터 및 취약지역 노선 데이터 활용.
- 국토해양부 주관으로 수행된 ‘중형저상버스 시스템 사양개발’ 관련 수행된 디자인(안) 활용 및 개선.
- 국토해양부 주관으로 수행된 ‘중형저상버스 시스템 사양개발’ 관련 수행된 차체 및 샤시 개념설계를 구체화하고, 이것을 기반으로 전기추진 시스템을 적용시키는 전기 중형저상버스의 기본설계 수행.
- 기존 시행되는 CNG 및 전기 저상버스 표준사양의 기술검토.
- 정부, 수요자 및 이해당사자의 조정을 통한 개발기술의 검증결과를 실용화 요구조건을 표준사양(안)에 반영.
- 개발기술의 효과적인 적용검증이 가능하고 보급에 따른 홍보효과가 큰 노선(또는 행사)의 선정하고, 운영자와 공동으로 시범운행 계획 수립.

6. 연구기간 및 소요예산

- 총 사업기간: 2013년 1월 ~ 2016년 12월 (4년)
- 총 연구비 : 36억원(정부지원금 : 36억원)

구분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도 이후
연차별 연구비 (백만원)	정부	1,200	900	800	700	
	민간 (추정)					
합 계		1,200	900	800	700	
총 연구비 (백만원)	정부	3,600		총 연구기간	4 년	
	민간			연도별		
	총합계	3,600		평균소요 인력		

7. 기 타

- 수행된 ‘중형저상버스 시스템 사양개발 연구’결과를 활용함으로써 효과적인 중형 전기저상버스 기본설계를 수행할 것.
- 중형급 버스기술관련 국가연구개발사업 성과에 대한 활용 방안을 수립할 것.
- 중형저상버스를 활용하여 교통약자 요구와 수송수요에 맞추어 대도심의 대형저상버스를 대체하거나 보완하여 조합 운영 할 수 있는 체계를 제안 할 것.

- 교통약자 취약지역(농어촌 및 도시외곽), 통학, 학원 및 유
치원용으로 중형저상버스 표준사양(안)을 제시하여 중형저
상버스 보급 활성화 모델을 제시 할 것.
- 연구단에 소속된 연구기관인 대중교통수단의 개발 및 제
작을 전문으로 하는 제작사(중견기업 이상의 부류)와 연계
하여 기본설계 시행.

연구과제명	<2세부과제> LF-40형 중형저상버스 표준모델 차량개발
1. 연구개발 목표	
□ 최종목표 : 중형저상버스 차체/내외장/전장/샤시/구동축 설계 및 제작, 전기동력시스템, 전기구동 조향 및 제어장치사양 설계, 클린디젤엔진 장착 및 구성품 설계, 제작 및 평가 □ 세부목표 : ○ 설계 - 저상면적이 확대된 구조(약 40%수준)의 중형저상버스에 적합한 차체/내외장/전장/샤시/구동축 부품 설계 - 강화된 배출가스 허용기준을 만족하고 요구 성능을 만족하는 클린디젤 엔진 탑재 설계 · 2014년부터 EURO 6 법규 적용 예상 - <저상버스 표준모델에 관한 기준 개정안>을 만족하는 전기버스 배터리 및 모터등 사양 설계 · 연비:1.6km/kWh(60kph 정속연비) · 배터리 충전시간:30분 이내(배터리 용량 80% 충전기준) - 시뮬레이션 프로그램을 통하여 설계 적합성 평가 수행 ○ 제작 / 평가 - 설계 사양을 기준으로 클린디젤 동력을 갖는 중형저상버스 차량 제작. - 설계 사양 적합성 평가를 위해 제작된 차량에 대한 시험 평가 수행.	
2. 연구개발 필요성	
○ 중형저상버스 표준모델 개발을 위해 각종 법규 및 요구조건을 만족하는 최적화된 사양에 대한 설계적 구현이 필요함. - 클린디젤차량의 경우 향후 강화된 환경법규를 만족하는 엔진 탑재 및 후처리 장치 적용에 따른 엔진룸 내 공간 확보와 시스템 구성에 적합한 레이아웃 설계가 요구 됨. - 전기차량의 경우 전기차 법규를 만족하는 배터리 사양 선정과 선정된 사양에 대해 중량, 외곽 형상 및 안전을 고려한 탑재 설계와 배터리를 지지하는 구조물의 설계가 요구됨. ○ 차량상태에서의 설계 사양에 대한 레이아웃 적합성 및 요구 성능 만족 여부를 검증하고, 인증시험 및 시승평가를 통한 중형저상버스 표준모델 개발을 위해 차량 제작이 요구됨.	

3. 기술동향

☐ 국내 동향

- 배출가스 허용기준은 계속적으로 강화되고 있고 2014년 부터는 유로6 의 배출가스 규제가 적용 예정임.
- 강화되는 배출가스 허용기준을 만족하기 위해 기술 개발을 진행 중이며, 주로 연료 분사장치, 엔진 관리시스템, EGR 시스템 그리고 배기 후처리 장치 등의 부품 및 시스템 기술 개발로 유로6의 배출가스 규제에 대응하고 있음.
- 전기버스는 11m 급 대형저상전기버스가 개발되어 지자체별 행사 및 일부 구간에서 단거리 시범운행 중임.
- 전기차량의 요소기술(동력전달, 전기발생, 전기 관리 및 저장 기술) 연구가 여러 부처의 연구개발과제로 진행되고 있음.
- 7 ~ 9m 급 중형버스의 경우 개발되어 보급중인 전기버스는 없음.

☐ 국외 동향

- 배출가스 허용기준은 지속적으로 강화되고 있으며 유럽의 경우는 2014년부터 강화된 배출가스 법규인 유로6 규제를 적용 예정임.
- 강화된 배출가스 규제만족 뿐 아니라 요구성능 만족 및 이산화탄소 배출 저감에 유리한 클린디젤엔진이 유럽을 중심으로 지속적 개발, 적용되고 있는 추세임.
- 엔진 공급업체와 부품 공급 업체를 중심으로 유로6 대응 기술 개발을 추진중이며 방법은 주로 연료 분사장치, 엔진 관리시스템, EGR 시스템 그리고 배기 후처리 장치 등의 부품 및 시스템 기술 개발 임.
- 일본의 경우 9m 급 이하의 중형저상버스가 개발되어 운행중이며, 동급의 차량에 전기동력 시스템을 개발중인 것으로 조사됨.

4. 연구개발 내용

☐ 과제의 정의

- 중형저상버스 표준모델 차량의 토대가 되는 주요 핵심 부품의 패키지 레이아웃, 시스템 구성, 구성 부품 설계 구축, 개발, 차량제작 및 제작된 차량에 대한 평가 수행.
- 차량제원

1. 클린디젤차량

구분	제원	비고
탑승인원	30명 이상	좌석 10개 이상
전장	7m~9m	중형급 차량
전폭	2,200 이하	
저상면	40% 수준	
엔진	4L급	유로 VI, 약 750마력급
엔진탑재	횡치	
현가	에어서스펜션	

2. 전기차량

구분	제원	비고
탑승인원	30명 이상	좌석 10개 이상
전장	7m~9m	중형급 차량
전폭	2,200 이하	
저상면	40% 수준	
구동모터	약 120kW	
배터리	약 50kWh	리튬이온 폴리머
현가	에어서스펜션	

□ 연구개발 세부 내용

○ 클린디젤차량 개발

1. 설계 검토를 위한 국내외 유사차량 기술 및 실용 디자인 분석
2. 클린디젤차량에 적합한 설계
 - 1) 핵심부품 개발 설계
 - (1) 클린디젤차량에 적합한 차체 구조물 설계
 - (2) 넓은 저상면 확보를 위한 샤시 및 구동축 사양 최적화 설계
 - (3) 차체 높이 조정 및 편리성을 위한 차고조절장치 설계
 - (4) 승하차 탑승시간을 최소화 하기 위한 Door Type과 실내공간을 최대한 확보할 수 있는 Door 작동 매카니즘 설계
 - 2) 요구조건을 만족하는 구성 부품 설계
 - (1) 휠체어 사용 승객을 위한 안전사양 설계
 - (2) 각 시스템(차체/내외장/전장/샤시)별 법규와 요구조건을 만족하는 구성 부품 설계
 - (3) 환경법규 및 요구 성능을 만족하는 클린디젤 동력 장치 및 제어시스템 튜닝 설계
 - 3) 기 개발 부품중 적용 가능한 부품 공용화 설계
 - 4) 차량 성능평가를 위한 기술 개발

- (1) 주관적 평가 절차서 개발
 - 편의성, 정비성, 주행성능, 시스템 성능 평가 등

- (2) 객관적 평가(계측평가) 절차서 개발
 - 동력성능 시험평가
 - 제동성능 평가
 - 현가/조향장치 평가
 - 소음평가

3. 핵심개발부품의 개발 및 평가

- 1) 차체구조물의 강도 및 강성 해석
- 2) 샤시 및 구동축 사양의 강도, 강성해석 및 내구력 평가
- 3) 차고조절장치의 내구력 평가
- 4) 도어 메가니즘의 기능 및 내구력 평가

4. 클린디젤 중형저상버스 표준모델 차량 제작

- 1) 핵심개발부품의 제작 및 조립
- 2) 기능 부품 구매 및 조립
- 3) 제작부품의 구매 및 조립
- 4) 각 구성품의 작동 메카니즘 제작 및 조립

5. 차량평가

- 1) 차량의 전반적인 사항에 대한 기능평가
- 2) 차량 성능평가

○ 전기차량 개발

1. 전기차량에 적합한 설계

- 설계된 클린디젤차량에 전기 동력 및 전기차량용 신규 구성품 적용 설계/개발

1) 핵심부품 개발 설계

- (1) 전기버스 관련 법규 및 요구 성능을 만족하는 전기 동력 장치 및 제어시스템 설계(제작분 제외)
- (2) 전기버스 관련 전기구동 부품 및 전기차량에 적합한 시스템 설계
 - 조향장치 시스템
 - 냉각장치 시스템
 - 공조 시스템(HVAC : Heating Ventilating and Air Conditioning)
 - 차고조절장치 시스템

2) 요구조건을 만족하는 구성 부품 설계

	(1) 클린디젤 차량을 바탕으로 전기차량에 적합한 차체 구조물 설계 (2) 각 시스템(차체/내외장/전장/샤시)별 법규와 요구조건을 만족하는 구성 부품 설계 (3) 배터리팩 최적 탑재 위치 선정과 배터리팩지지 구조물 설계 (4) 전기 동력장치 및 동력전달장치 탑재에 대한 차체/내외장/전장/샤시/구동축 인터페이스 설계 3) 기 개발 부품중 적용 가능한 부품 공용화 설계
□ 주요 산출물	○ 클린디젤차량 - 주요 구성품에 대한 간격 검토보고서(DMU) - 수행 시뮬레이션 분야 최적화 결과보고서 - BOM 리스트 - 클린디젤 중형저상버스 1대 - 차량제작보고서 - 시험평가보고서 ○ 전기차량 - 각 시스템별 상세 3D 데이터 및 2D 도면 - 주요 구성품에 대한 간격 검토보고서(DMU) - 수행 시뮬레이션 분야 최적화 결과보고서 - BOM 리스트(안)
5. 연구개발 추진방법	
	○ 국토해양부 주관으로 수행된 ‘중형저상버스 시스템 사양개발’ 연구 결과를 기반으로 클린디젤 동력과 전기 동력 시스템을 고려한 핵심부품 설계 및 데이터 구축. ○ 클린디젤 및 전기차량 중형저상버스 표준 모델은, 기 개발되어 적용중인 부품을 검토/분석하여 공용으로 적용할 수 있도록 설계 반영 추진. ○ 전기버스관련 요소기술로는 동력전달, 전기발생, 전기 관리 및 저장 기술(차량 및 도로)로 구분됨. 현재 국내에서는 이와 관련된 요소기술 연구가 여러 부처의 연구개발과제로 진행되고 있음. 해당 요소기술은 차량으로 통합 검증되어야 개발성과의 실용화가 가능하며, 다른 산업으로 크게 확산될 수 있음. ○ 적합성이 검증된 설계데이터(3D & 2D)를 기준으로 간이 금형

- 등을 이용하여 클린디젤동력과 전기동력이 탑재된 차량제작.
- 요구되는 평가 방법에 따라 각 동력별 차량의 시험 평가 수행.

6. 연구기간 및 소요예산

- 사업기간 : 2013년 1월 ~ 2016년 12월 (4년)
- 연구비 108억원 (정부지원금 81억원)

구분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도
연차별 연구비 (백만원)	정부	2,600	2,400	1,900	1,200
	민간 (추정)	900	800	600	400
합 계		3,500	3,200	2,500	1,600
총 연구비 (백만원)	정부	8,100		총 연구기간	4년
	민간	2,700			
	총합계	10,800		연도별 평균소요 인력	

※ 민간참여 예산은 대기업/중소기업 참여에 따라 변동가능

7. 기 타

- 국내외 개발, 운행중인 저상버스 차량을 조사/분석하여 공용화 가능 부품에 대해서는 설계 사양에 반영함으로써 금번 과제인 중형저상버스 표준모델 차량의 원가 경쟁력을 확보 함.
- 설계 수행하는 과정에서 Digital Tool (CATIA, DMU & Simulation Program 등)을 사용하여 설계 오류를 최소화 하여 차량제작 및 시험평가에서 발생할 수 있는 문제점을 최소화 할 수 있도록 설계 품질 확보.
- 전기차량의 경우 배터리 사양이 차량중량과 가격에 영향을 주는 중요한 요소로 요구조건을 만족하는 최적화된 사양을 제시함으로써 차량중량과 가격에서 경쟁력이 있는 표준모델 개발.
- 교통약자 취약지역인 농어촌 및 도시외곽의 도로조건에서도 운행에 어려움이 없고 교통약자가 이용하는데 불편함이 없는 설계 구현.

연구과제명	<3세부과제> 중형저상버스 안전인증을 위한 성능평가 기술개발
-------	-----------------------------------

1. 연구개발 목표

□ 최종목표 : 중형저상버스의 설계단계에서 현행 자동차안전기준 적합여부 확인하고 설계에 반영을 위한 안전인증 절차서 개발 및 차량제작 후 자동차안전인증을 실시하기 위함

□ 세부목표

- 국내외 중형저상버스 안전기준 동향 파악 및 평가기술 자료 수집
 - 중형저상버스 안전기준 현황 분석
 - 중형저상버스 평가기술 자료 수집
- 법규항목 적합성 확인(자동차관리법 제30조 ①항에 의거)
 - 현행 자동차의 안전기준 적합여부 확인
 - 디젤차량에 대한 자동차의 안전기준 적합여부 확인
 - 현행 제작자동차등의 안전기준 적합여부 확인
 - 디젤차량에 대한 자동차 안전기준시행세칙에 의한 평가 및 분석을 통해 안전기준 적합여부 확인
- 중형저상버스(클린디젤, 전기차량) 성능평가 기술개발
 - 파워트레인(엔진/변속기) 및 부대장치 성능평가 기술개발
- 클린디젤 중형저상버스 안전인증 시험
 - 최종 제작차량에 대한 안전인증 실시
- 중형저상버스 온실가스 배출특성 파악 및 저감효과 평가기술 개발
 - 차대동력계 온실가스 평가시험 모드 및 실도로 운행특성을 고려한 평가기술 개발
- 전기충전시설 설치 및 운영기준 개발 및 운영시험

지표	기준
중형저상버스 적합성	저상면적 등 국내 기준 만족 여부
자동차안전기준 적합성	자동차안전기준에 관한 규칙 제2장 제1절 관련조항 만족 여부
	자동차안전기준에 관한 규칙 제3장 관련조항 만족 여부
클린디젤 차량 성능평가 기술개발	파워트레인(엔진 성능, 차량 Emission, 연비 등) 평가방법
온실가스 저감효과 평가기술 개발	차대동력계 vs. 실도로 배출되는 온실가스 배출량 비교/평가 방법

2. 연구개발 필요성

- 국내외 중형저상버스 안전기준 동향 파악 및 평가기술 자료수집
 - 안전기준 동향 파악을 통해 국내 적용타당성 검토 필요.
- 현행 자동차안전기준 적합여부 확인하고 설계에 반영을 위한 안전인증 절차서 개발
 - 자동차안전기준의 적합성여부를 확인하고 설계단계에서 이를 만족하기 위한 방안수립 및 설계에 반영함으로써 미반영으로 인한 법규불만족을 미연에 방지하기 위함.
 - 법규는 디자인과 각 부품의 구조에 영향을 줌으로 설계단계에 미 반영시 법규만족을 위해 다시 디자인 변경 및 부품의 구조를 변경해야 함으로 초기 계획했던 목표를 불만족 할 수 있음.
 - 전기버스와 같이 신규 개발되는 시스템은 특히 법규적용에 대한 검토가 선행되어야 투자비의 중복을 막을 수 있음.
- 법규항목 적합성 확인(자동차관리법 제30조 ①항에 의거)
 - 중형저상버스의 실용성 확보를 위해서는 자동차관리법 및 자동차안전기준에 관한 규칙 중 자동차안전기준 및 제작자동차등의 안전기준 항목에 대하여 안전기준 적합여부를 확인하기 위한 성능평가시험이 필요.
 - 현행 자동차안전기준에 관한 규칙 제2장 제1절 관련조항 (제4조 ~ 58조).
 - 현행 자동차안전기준에 관한 규칙 제3장 제작자동차등의 안전기준.

차 명	시 험 항 목	관 련 조 항	시험방법
중형 저상 버스	자동차의 안전기준 (자동차안전기준에 관한 규칙 제2장 제1절)	제4조 ~ 58조 中 일부	자동차의 안전기준 확인방법
	제작자동차등의 안전기준 (자동차안전기준에 관한 규칙 제3장)	제35조(소음방지장치) 제87조(가속제어장치) 제111조(원동기출력) 제111조의2(전자파적합성) 제111조의4(연료소비율)	자동차 안전기준 시행 세칙

- 클린디젤차량 성능평가 기술개발
 - 중형저상버스 저상면적 확보를 위해서는 현 양산 디젤차량에 탑재된 엔진의 구조 변경이 필요하고, 이에 따른 엔진 성능 및 Emission 최적화 개발 및 성능평가 필요
 - 디젤차량의 저상면적 확보를 위해 요구되는 엔진 구조 변경 시, 흡입장치/배기장치/냉각장치 등의 최적화 기술개발 및 성능평가 필요
- 클린디젤 중형저상버스 안전인증 시험
 - 최종 제작차량에 대한 법규항목 적합성 최종 확인(18개 항목) 필요
- 온실가스 배출특성 파악 및 저감효과 평가기술 개발
 - 중형저상버스의 온실가스 저감효과를 파악하기 위해 차대동력계 및 실도로 조건의 온실가스 배출특성에 대한 비교/분석 및 저감효과 평가기술 개발 필요(차대동력계 배출계수 시험모드/실도로 조건)
- 전기충전시설 설치 및 운영기준 개발 및 운영시험
 - 전기차량의 충전을 위한 운영기준 및 운영시험이 필요함.

3. 기술동향

<국내>

- 국내에서 운행하는 10m급 이상의 저상버스(굴절버스 제외)는 상용차 생산업체인 대우버스, 현대자동차 및 한국화이바에서 제작하고 있음.
- 대우버스는 출입문 바닥을 인도 높이까지 낮추어 계단이 없고 안전한 승하차를 제공하는 12m급 CNG 초저상버스 BS120CN(로열논스텝), BSCN120을 약 1m정도 단축한 길이 11m급 CNG 초저상버스 BS110CN(로열 논스텝) 2종과 원스텝 버스인 BC211M(로열하이시티) 1종 생산하고 있음.
- 현대자동차는 계단이 없는 11m급 CNG 초저상버스인 뉴 슈퍼에어로시티 1종과 친환경 전기버스인 11m급 일렉시티(Elec-City) 1종을 생산하고 있음.
- 한국화이바 역시 계단이 없는 11m급 CNG 초저상버스 PRIMUS 1종과 친환경 전기버스인 11m급 e-PRIMUS 1종을 생산하고 있음.

- 그러나, 도시 밀집주택가 및 농어촌 마을의 도로여건에 맞는 접근성과 이동성을 갖는 9m급 이하 중형저상버스는 현재 미개발 상태임.

<국외>

- 그리스의 경우 벤츠, 볼보, 르노에서 제작한 저상버스가 아테네 시내를 운행하고 있고, 네덜란드는 도시에서 볼보 저상버스가 많으며, 스웨덴은 주로 볼보, 스카니아에서 만든 저상버스가 주종임.
- 독일에서는 모든 도시의 버스가 저상버스이며 대부분 벤츠, 만에서 만든 버스가 주종임. 영국은 런던 시내버스 모든 차량이 저상차량임.
- 스페인의 수도 마드리드와 바르셀로나에서는 모든 버스가 저상버스로 되어 있지만, 세비야와 같은 중소 도시는 아직 낙후된 차량이 많음.
- 포르투갈은 볼보, 만, 스카니아, 이베코 등 주요 도시에서 운행하는 저상버스가 많으나, 일부 차량이 아직 고상 버스로 운행됨.
- 프랑스는 자국 회사인 르노 상용차 및 벤츠 버스를 도입하여 저상버스로 운행하고 있음.
- 9m 이하의 중·소형저상버스는 일본의 경우 HINO PONCHO, MMC FUSO Aero Midi Me 등, 독일은 Mercedes-Benz Sprinter City35/66/77 등, 영국은 Optare Solo M710/M780 등 그리고 이탈리아는 BredaMenarinibus Vivacity+C/Zeus 등을 생산하고 있음.

4. 연구개발 내용

☐ 과제 정의

중형저상버스의 설계단계에서 현행 자동차안전기준 적합여부 확인하고 설계에 반영을 위한 안전인증 기술 개발 및 차량제작 후 자동차안전인증을 실시하기 위함.

☐ 국·내외 중형저상버스 안전기준 동향파악 및 자료수집

- 안전기준 동향파악을 통해 국내 적용타당성 검토 필요
 - 중형저상버스에 대한 안전기준 현황 분석
 - 해외 우수 안전기준 사례 분석

□ 법규항목 적합성 확인

○ 목별 세부 시험 방법

시 험 기 준		세부시험기준 및 방법	
자동차안전기준에 관한 규칙		자동차안전기준시행세칙	
조항	기 준	조	방 법
제4조 ~ 58조	자동차의 안전기준		- 자동차안전기준확인방법 · 기술검토(제원 측정) · 안전검사
제35조	소음방지장치	26	- 소음방지장치 시험
제111조	원동기출력	23	- 원동기 출력시험 · 내연기관 최고 정미축출력시험
제111조 의2	전자파적합성	41	- 전자파 적합성시험 · 전자파 방사시험 · 전자파 내성시험
제111조 의4	연료소비율	27	- 연료소비율 시험 · 타행주행시험 · 디젤차량 정속 주행연비시험(km/ℓ)

□ 클린디젤 중형저상버스 성능평가 기술개발

○ 파워트레인(엔진/변속기) 및 부대장치 성능평가 기술개발

- 엔진의 구조변경에 따른 엔진 성능평가 기술개발
 - 현 양산엔진 대비 동등 이상의 출력 및 토크 확인 평가기술
- 엔진의 구조변경에 따른 차량 Emission/후처리 성능평가 기술개발
 - EURO 6 수준의 Emission 만족 여부에 대한 평가기술
 - 후처리시스템 평가기술 (SCR + DPF 등)
 - DPF : 재생효율 / 저감효율 / HC-Slip 등
 - SCR : NOx 저감효율 / NH3-Slip 등
- 다단 변속기 최적매칭에 대한 차량 연비 평가 기술개발
- 흡·배기장치 성능평가 기술개발
 - 고효율 인터쿨러 및 터보차저 등 평가기술
- 냉각장치 성능평가 기술개발

□ 클린디젤 중형저상버스 안전인증 시험

○ 최종 제작차량에 대한 안전인증 실시(18개 항목)

- 제원측정 및 기술검토
- 충돌시 승객보호시험
- 좌석 및 그 잠금장치 시험
- 좌석안전띠 부착장치 등 강도시험
- 견인장치 강도시험
- 등화장치 광도시험
- 원동기 출력시험
- 소음방지장치시험
- 연료소비율
- 승합자동차의 제동능력시험
- ABS자동차의 제동능력시험
- 조향성능시험
- 최고속도제한장치
- 속도계시험
- 차실내장재 연소성시험
- 전자파 적합성시험
- 경음기 시험
- 자동차용 창유리시험

☐ 중형저상버스 온실가스 저감효과 평가기술 개발

○ 차대동력계를 이용한 온실가스 평가기술 개발

- 배출계수 시험모드 개발 및 온실가스 평가기술 개발
- 중형저상버스 승차인원에 따른 배출량 보정인자 산출

○ 실도로 운행특성을 고려한 온실가스 배출량 평가기술 개발

- 실도로(예, 서울도심 및 농어촌) 운행특성별 온실가스 배출량

비교/분석 및 평가기술 개발

○ 차대동력계 및 실도로 배출특성 파악 및 온실가스 저감효과 평가기술 개발

- 중형저상버스 보급에 따른 온실가스 저감효과 비용편익 분석

☐ 전기충전시설 설치 및 운영기준 개발 및 운영시험

☐ 주요 산출물 ☐ 국내외 중형저상버스 안전기준 동향파악 및 자료수집

☐ 안전시험 및 안전인증 절차서 개발

- 클린디젤 차량/전기차량

- ☐ 법규항목(자동차안전기준) 적합성 확인
 - 현행 자동차의 안전기준에 대한 항목별 기술검토(제원측정) 결과 및 안전기준 적합여부
 - 현행 제작자동차의 안전기준 각 항목에 대한 평가시험 결과 및 안전기준 적합여부
- ☐ 클린디젤 중형저상버스 성능평가 기술개발
 - 파워트레인(엔진/변속기) 및 부대장치 성능평가 결과
- ☐ 중형저상버스 온실가스 저감효과 평가 기술
 - 차대동력계 배출계수 시험모드 및 온실가스 평가기술
 - 중형저상버스 승차인원에 따른 배출량 보정인자
 - 실도로 운행특성을 고려한 온실가스 배출량 평가기술
 - 차대 및 실도로 온실가스 배출특성 비교/분석 및 평가기술
 - 중형저상버스 보급에 따른 온실가스 저감효과 비용편익 분석

5. 연구개발 추진방법

- ☐ 국내외 중형저상버스 안전기준 동향파악 및 평가기술 자료수집
 - 중형저상버스의 유럽, 미국, 일본 및 기타지역의 안전기준 동향에 대한 조사 분석 실시.
- ☐ 안전시험 및 안전인증 절차서 개발
 - 클린디젤 차량/전기차량의 절차서를 개발하여 차량 설계시 반영 함으로서 미반영으로 인한 법규불만족을 미연에 방지하고자 함.
- ☐ 자동차안전기준 적합여부 확인
 - 중형저상버스 개발 단계별 자동차안전기준의 각 항목을 충족시키도록 협업을 통한 개발 방향을 제시하고자 함.
 - 중형저상버스 개발 단계별 자동차안전기준의 각 항목별 안전 기준 적합여부를 확인하여 미비점을 보완하고자 함.
- ☐ 클린디젤 중형저상버스 성능평가 기술개발
 - 차량제작사와 운영사를 성능평가 기술개발 과정에 참여시키고, 승객(국민)의 의견을 반영시킬 수 있는 기회를 마련하여 성능평가 기술개발의 효과를 극대화하고자 함.
 - 성능평가 기술개발 항목에 대해 구체적으로 제시하고, 성과목표 달성을 검증할 수 있는 방안을 정립하여 추진하고자 함.
- ☐ 전기충전시설 설치 및 운영기준 개발 및 운영시험
 - 전기차량의 충전을 위한 운영기준을 마련하고 충전시설을 운영을 하기 위함.

6. 연구기간 및 소요예산

- 사업기간 : 2013년 1월 ~ 2016년 12월 (4년)
- 연구비 : 17억원 (정부지원금 : 17억원)

구분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도
연차별 연구비 (백만 원)	정부	400	500	500	300
	민간	-	-	-	-
합 계		400	500	500	300
총 연구비 (백만 원)	정부	1,700		총 연구기간	4년
	민간	-		연도별 평균소요 인력	
	총합계	1,700			

7. 기 타

- 중형저상버스의 자동차안전기준 적합여부 확인을 통해 상용화 일정을 단축하여 현행 대중교통시스템에 조기 적용.
- 중형저상버스의 자동차안전기준 제·개정 및 성능평가 기술개발을 통해 교통약자 취약지역, 통학, 학원 및 유치원용으로 중형저상버스의 대중화에 기여.
- 자동차안전기준 기술 확보를 통해 안전성과 신뢰성이 확보된 친환경 중형저상버스를 전 세계로 보급 확대.

부 록 : 중형저상버스 협의회 관련 자료

중형저상버스개발 기획협의회 1차 회의

2012. 5. 16.

교통안전복지과

1. 목적

- ☐ 중형저상버스관련 수요자 요구사항을 개발하고, 상호검토를 통하여 효율적인 기술개발 및 보급정책 수립을 지향
- ☐ 구성은 사용자, 운영자, 제작자, 개발자, 정책시행자 등으로 구성

2. 운영

- ☐ 운영기간 : 중형저상버스 표준모델 개발 기획단계 까지
- ☐ 운영방안
 - 규정에 정한 현장 또는 유선 자문비 지급 및 회의비 지출.
 - 구성원은 해당기관 요청에 따라 변경가능하며, 협의회 개최 당시 차기 일정확정.

3. 협의회 구성 및 개최(1차)

- ☐ 일시 및 장소 : 2012.5.16(수) PM4시~6시, 국토부 507호(회의실)
- ☐ 주요안건
 - 협의회 구성 및 목적
 - 기획연구 주요 과업 및 추진일정 보고
 - 외국(일본 PONCHO) 저상버스 운영사례 및 가격검토(예)
 - 공급예정가격 대비 사업추진 타당성 보고

4. 주요 토의사항

- ☐ 사용자(대한노인회, 장애인대표 등)
 - 중형저상버스는 장애인 단체 숙원사업이며, 지속적인 대정부 요구사안임.
 - 장애인 편의시설, 승하차 안전장치, Non-step 등 편의사항이 꼭 필요하며, 사양에 대한 경제성 분석 필요.
 - 열악한 도로환경에 운영이 적합한 한국형 중형저상버스 일 것.
 - 교통안전복지과의 사업추진이 매우 고무적이며, 실용화 완성을 위하여 관련부처(기획예산, 지식경제, 환경 등)도 참여시킬 필요 있음.

- 제작사의 적극 참여(사회기여)를 요청하는 한편, 중소기업도 참여시킴으로써 차량제작 주체의 경쟁체제 도입 필요.

☐ 운영자(마을버스, 시내버스 등)

- 마을버스가 중형저상버스의 선구적 주체가 되는 것은 마땅하지만, 이를 위한 정부지원이 필수적임.
- 디젤버스의 비중이 매우 크므로 전기버스 보다는 디젤버스에 대한 경제성 분석 필요.
- 전기버스의 충전시간이 배차시간(15~20분) 이내 이어야 함.

☐ 제작자(현대차, 대우버스, 한국화이바)

- 전기버스는 실용화에 어려움이 예상됨(현대차). 그러나 단거리 노선 마을버스에는 적용가능하다고 판단(한국화이바).
- 수도권 대기환경보존법(CNG 기반) 등에 대한 대응이 필요함.
- 기존 상용제품이 없어서 개발에 어려움이 예상됨(대우버스).
- 마켓이 정의되면 적극 참여가능하고, 협의체를 통하여 의견제출 예정.

☐ 개발자(건설교통기술평가원)

- CNG, 클린디젤, 전기 등 동력원에 대한 우선 검토 후, 선택과 집중 필요.

☐ 정책시행(교통안전복지과)

- 협의회를 통하여 ‘개발사양 및 보급’ 가이드라인이 제시되어야 함.
- 안전관련 논란이 있는 CNG배제하고, 클린디젤과 전기를 개발 함.
- 열악한 도로환경에서 운행 가능한 한국형 중형저상버스를 개발해야 함.
 - 개발자는 수요자 의견을 수렴하여 한국형으로 개발에 최선을 할 것.
- 복지국가로 가기 위해서는 24%에 해당하는 교통약자에 맞춘 시스템 및 정책이 절실함.
- 저상화에 따른 공간협소는 기술개발로 최대한 극복해야 함.

5. 향후 계획

- ☐ 차기 협의회 개최를 위한 일시/장소 고려 (6월13일 예정)
- ☐ 자문비용 지출 예정

6. 참가자 명단

※ 협의회 구성

분야	기관	소속	담당자	비고
정책	국토해양부	교통안전복지과	손명선 과장	
	건설교통기술평가원	항공물류실	백승훈 실장	
기술 개발	철도기술연구원	시험인증안전센터	구동희 박사	
	교통안전공단	자동차 안전연구원	박용성 박사	
	아주대학교	환경건설교통공학부	윤일수 교수	
제작	현대자동차	정책조정팀	이상훈 부장	
	대우버스	제품기획팀	이근식 부장	
	한국화이바	제품기획팀	정호권 소장	
운영	시내버스운송조합	전국버스운송 사업조합연합회	김순경 부장	
	마을버스운송조합	전국마을버스 운송사업조합	현대주 사무국장	
승객	장애인단체총연합회	한국지체장애인협회 -중앙센터	홍현근 팀장	
		세무법인 민화	손성호 세무사	

간사 : 철도기술연구원(목재균 박사)

중형저상버스개발 기획협의회 2차 회의

2012. 6. 13.

교통안전복지과

1. 목적

- ☐ 중형저상버스관련 수요자 요구사항을 개발하고, 상호검토를 통하여 효율적인 기술개발 및 보급정책 수립을 지향
- ☐ 구성은 사용자, 운영자, 제작자, 개발자, 정책시행자 등으로 구성

2. 운영

- ☐ 운영기간 : 중형저상버스 표준모델 개발 기획단계 까지
- ☐ 운영방안
 - 규정에 정한 현장 또는 유선 자문비 지급 및 회의비 지출.
 - 구성원은 해당기관 요청에 따라 변경 가능하며, 협의회 개최 당시 차기 일정확정.

3. 협의회 개최(2차)

- ☐ 일시 및 장소 : 2012.6.13(수) PM4시~6시, 철도연 1동 313호(회의실)
- ☐ 주요안건
 - 1차 협의회 결과검토
 - 중형저상버스의 마을버스로의 도입 및 활성화 방안
 - 대기업 또는 중소기업을 통한 개발 추진방안에 따른 문제점
 - 전기 중형저상버스의 시스템 구성(안) 및 운영방안
 - 마을버스 및 농어촌버스 설계(안)에 따른 동영상 검토
 - 중형 저상버스 표준모델 개발 연구체계(안)

4. 주요 토의사항

- ☐ 사용자·이용자(장애인단체총연합회, 전국마을버스연합회 등)
 - 중형저상버스 개발에 대한 실용적이고 이론적인 논리를 교통약자의 이동편의 증진이라는 목표도 중요하지만, 중형저상버스에 대한 사회적 수요를 창출하는 것도 매우 중요하다, 이를 위한 실용적인 자료 확보가 매우 필요함.
 - 마을버스 운행은 예비차량과 정부 지원금이 없이 지역에 따라 지방정부 보조로 소

량(10대 미만) 운행 중이고, 일반 시내버스는 정부지원금을 받고 있음.

- 일반 버스 노선에 중형저상버스를 적용하면 사고의 위험성도 감소할 것이며, 60세 이상도 운전이 가능하여 경제적인 것임.
- 자동차 제작사의 적극적인 참여의지가 필요하며, 중형저상버스 조기개발 보급이 필요함.

☐ 개발자(교통안전공단 등)

- CNG는 기존 인프라 구축으로 천연가스가 충분한 장점이 있으나, 안전문제와 클린디젤 대비 효율성 측면에서 단점이 있음.
- 클린디젤은 효율성 측면에서 장점이 있으나, 시가지 운행에는 단점이 있음.
- 전기버스는 단거리에는 장점이 있으나, 충전시설 및 배터리 가격측에서 단점이 있음.
- 시간대별로 실제 탑승 현황에 따른 중형저상버스의 수요를 조사해 볼 필요가 있으며 출퇴근 시간 이외의 근무시간 중에는 중형저상버스가 경제적인 것이며, 중형저상버스의 물량을 확보하고, 제작사에게 비전을 제시해야 함.

☐ 제작자(현대차, 대우버스, 한국화이바)

- 저상버스가 교통약자들을 위한 버스이기는 하지만, 일반인들에게도 저상버스는 일반 버스보다 더 편리할 것이므로, 향후 전망 등을 고려하여 제작사들도 적극적으로 개발할 수 있도록 지원이 필요함.
- 기존의 버스 제작사에서 중형 저상 버스를 생산하기 위해서는 별도의 투자비가 소요되므로, 경제성을 감안 해외 수출 등의 수요를 고려해서 생산 Line을 투자할 필요가 있음.

☐ 정책(국토해양부, 한국건설교통기술평가원)

- 중형저상버스의 필요성에 따라 조속히 개발을 하여 표준화를 해야 함.

5. 향후 계획

- ☐ 차기 협의회 개최를 위한 일시/장소 고려 (6월28일 예정)

6. 참가자 명단

분야	기관	소속	담당자	비고
정책	국토해양부	교통안전복지과	하재범 사무관	
	건설교통기술평가원	항공물류사업실	김승일 선임	
기술 개발	철도기술연구원	시험인증안전센터	구동회 박사	
	교통안전공단	자동차 안전연구원	박용성 박사	
제작	현대자동차	정책조정팀	노상운 차장	
	대우버스	제품기획팀	이근식 부장	
	한국화이바	제품기획팀	박명준 과장	
운영	시내버스운송조합	전국버스운송 사업조합연합회	황병태 부장	
	마을버스운송조합	전국마을버스 운송사업조합	현태주 사무국장	
승객	장애인단체총연합회	세무법인 민화	손성호 세무사	

간사 : 한국철도기술연구원(목재균 박사)

중형저상버스개발 기획협의회 3차 회의

2012. 6. 28.

교통안전복지과

1. 목적

- ☐ 중형저상버스관련 수요자 요구사항을 개발하고, 상호검토를 통하여 효율적인 기술개발 및 보급정책 수립을 지향
- ☐ 협의회를 통한 의견 수렴 및 자문 수행

2. 협의회 개최(3차)

- ☐ 일시 및 장소 : 2012.06.28 16:30 경기도 교통연수원
- ☐ 주요안건
 - 기획연구관련 기본 설계 사양 설명
 - 마을버스의 정부지원 방안 검토
 - 기획에 대한 논의 및 방향 토론

3. 주요 토의사항

- ☐ 협의 내용
 - 차량 정비관련 방안
 - 과속방지턱 철거 등의 인프라 구축
 - CNG 충전소 인프라 부족에 따른 확보방안 필요
 - 차량비용 지원 방안

4. 관련의견 내용

- ☐ 전국마을버스연합회
 - 중앙정부에서 중형저상버스 활성화를 위한 지방자치체의 조례 문제 선 해결 필요.
예) 서울시 통합 환승제 시행시 경유차량은 환경부 보조 받아 매연저감장치 장착하였으나 환경관련 CNG차량으로 전면 대체됨.
 - 저상버스 활성화를 위해 다양한 연료 차량 개발이나 지자체와 선 협의 필요함.
 - 차량 가격 현실화 중요하나 수요자 의견 반영 필요함. 7m급 보다 큰 차량 필요함.
 - 유지, 관리비용의 현실화 요구됨.

- 시내버스 수용인원 감소에 따라 중형버스 조속한 도입 필요.
- 농어촌에 소형 승합차 운행하여 운행효율성 제고 필요.

☐ 경기도 마을버스 운송사업 조합

- 도시계획 수립 단계부터 화장실, 의자 등 이용자 편의시설이 반영되어야 함. 기존 CNG 저장소가 확보되지 않아서 대중교통 활성화 되지 않음.
- 도로여건 개선 : 과속방지턱 철거
- 마을버스 저상버스 보급시 현 시내 저상버스 보급과 동일한 지원 필요.
- 원활한 저상버스 부품 수급 및 일반부품 대비 비싼 부품가격에 대한 수시점검 필요.

☐ 서울시 마을버스 운송사업 조합

- 장애인/노인 등이 저상버스 탑승용이 용이토록 정류장 환경 규정 마련 필요함.

☐ 용인시청

- 부처가 협의 및 예산편성 확보 필요함.-기존 CNG 차량 구입 보조금 조기 마감으로 CNG 화성화 어려움.

☐ 한비운수

- CNG 충전 인프라 부족으로 충전을 위한 공차운행으로 인한 운송원가 증가됨으로 인프라 확보 필요함.

☐ 동백교통

- CNG 차량의 경우 소모품 교환 시기 빈번하여 유지관리비 경유차량 대비 많이 듦.

☐ 마북운수

- 저상차량 구입시 관련부처간 소통원활 필요함. 구입비용 낮게 지급되는 경우 있음.

☐ 수성교통

- 지하철에서 아파트 단지까지 운행하는 저상버스 필요함.
- 시내버스 위주의 저상버스 도입과 더불어 마을버스 또한 저상버스 도입을 위해 행정/재정적 지원이 필요함.

□ 구성운수

- 확실한 인프라 구축 필요 : 정류장, 방지턱 제거 등

□ 승진여객

- 기술개발하여 적용 필요
 - 장애인 리프트를 승,하차 외 별도로 설치할 수 있는 방법.
 - 7.2m 보단 긴 차량 필요.
 - 외부 판넬을 기존버스처럼 세분화해 적용(수리/정비 용이 및 비용 절감.
 - CNG 차량보다 클린디젤 엔진 적용.
 - 방지턱 높아 운전자가 차고 조절 할 수 있어야 함.
 - 서스펜션 장치를 판스프링으로도 검토 필요.
- 차량 실내 안전사고율 기존차량보다 20% 감소해야함.
 - 소형차량이 안전함.
- 교통약자 승차대를 기존 정류장 옆에 설치 가능성 검토 필요.

□ 용인교통

- 경제적 관점에서 대대적 저상버스 보급보다 교통약자의 편의를 별도 대책 필요함.
- 대중교통관련 하여 25~30명의 승차인원은 적음. 혼잡시간에 교통약자 이용 어려움.

5. 참가자 명단

분야	기관	소속	담당자	비고
정책	국토해양부	교통안전복지과	하재범 사무관	
	경기도청	교통서비스과	안미산 팀장	
	용인시청	대중교통과	이한익 팀장	
기술 개발	아주대학교	환경건설교통공학부	윤일수 교수	
운영	서울마을버스조합	상무	황치영	
	경기도마을버스조합	부이사장	김홍근	
	경기도마을버스조합	전무	이원재	
	한비운수	사장	김민세	
	동백교통	사장	이종만	
	구성운수	사장	최용희	
	용인교통	사장	백우현	

분야	기관	소속	담당자	비고
	승진여객	고문	박오장	
	마북운수	사장	방경숙	
	수성교통	회장	이종숙	
	시내버스운송조합	전국버스운송 사업조합연합회	황병태 부장	
	마을버스운송조합	전국마을버스 운송사업조합	현태주 사무국장	

주 의

1. 이 보고서는 국토해양부에서 시행한 건설교통연구기획사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토해양부에서 시행한 건설교통연구기획사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.