보안 과제( ), 일반 과제(○) / 공개(○), 비공개( )

교통물류연구사업 최종보고서

발 간 등 록 번 호
11-1613000-002127-01

R&D/15TLRP-C108766-01

배터리 교환형 전기버스시스템 표준시방 및 안전인증체계 구축 연구 최종보고서

2018. 2.

주관연구기관 / 한국항공대학교
공동연구기관 / 한국산업기술시험원
자동차부품연구원
한국교통연구원
유도로보틱스(주)
(주)동림피엔디
(주)피엠그로우
위탁연구기관 / 서울대학교

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

R&D/15TLRP-C108766-01

배터리 교환형 전기버스시스템 표준시방 및 안전인증체계구축연구 최종보고서

2018

국토교통과학기술진흥원

국토교통부

R&D Report

주 의

1. 이 최종보고서는 국토교통부에서 시행한 교통물류연구사업의 연구보고서입니다
2. 이 최종보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 사업의 연구개발성과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.

비매품/무료
93550
9 791195 284757
ISBN 979-11-952847-5-7

제 출 문

국토교통부장관(국토교통과학기술진흥원장) 귀하

"배터리 교환형 전기버스시스템 표준시방 및 안전인증체계 구축 연구" 과제(연구기간 : 2015.12.29.~2017.08.28.)의 최종보고서를 제출합니다.

2018. 02.

주관연구기관명 : 한국항공대학교 산학협력단 대표자 이상철 (인)

공동연구기관명 : 한국산업기술시험원 대표자 정동희 (인)

자동차부품연구원 대표자 김병수 (인)

한국교통연구원 대표자 오재학 (인)

유도로보틱스(주) 대표자 유영희, 박상길 (인)

(주)동림피엔디 대표자 이인재 (인)

(주)피엠그로우 대표자 박재홍 (인)

주관연구기관책임자 : 한국항공대학교 김원규
공동연구기관책임자 : 한국산업기술시험원 유종걸
자동차부품연구원 문희석
한국교통연구원 김규옥
유도로보틱스(주) 최원준
(주)동림피엔디 육동근
(주)피엠그로우 김성호

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제29조에 따라 최종보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제 고유 번호</td><td>15TLRP-C108766-01</td><td>해당 단계 연구 기간</td><td>2015.12.29.-2017.08.28</td><td>단계구분</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구사업명</td><td>중사업명</td><td colspan="4">교통물류연구사업</td></tr>
<tr><td>세부사업명</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구과제명</td><td>대과제명</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td>세부과제명</td><td colspan="4">배터리 교환형 전기버스시스템 표준시방 및
안전인증체계 구축 연구</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구책임자</td><td rowspan="2">김원규</td><td>해당단계 참여 연구원 수</td><td>총: 44명
내부: 37명
외부: 7명</td><td>해당단계 연구개발비</td><td>정부: 1,500,000천원
기업:500,010천원
정부 외: -
계: 2,000,010천원</td></tr>
<tr><td>총 연구기간 참여 연구원 수</td><td>총: 44명
내부: 37명
외부: 7명</td><td>총 연구개발비</td><td>정부: 1,500,000천원
기업:500,010천원
정부 외: -
계: 2,000,010천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및 소속 부서명</td><td colspan="2">한국항공대학교 산학협력단</td><td colspan="2">참여기업명
유도로보틱스(주)외 2개 기관</td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="2">상대국명:</td><td colspan="2">상대국 연구기관명:</td></tr>
<tr><td>위탁연구</td><td colspan="2">연구기관명:</td><td colspan="2">연구책임자:</td></tr>
<tr><td colspan="3">요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다)</td><td colspan="2">보고서 면수
372</td></tr>
</table>

연구목적

○ 본 과제는 배터리 교환형 전기버스시스템에 대한 표준시방서 개발 및 안전인증체계를 구축하고 부품 및 모듈별 시험·인증제도를 마련하여 지자체 확산시 안전한 설계 시공 및 운영 관리 서비스가 제공되도록 하기 위해 개발되는 기술임

-QCM 표준시방서 개발 및 안전진단체계 구축

-배터리 교환형 전기버스의 안정적 운영을 위한 비상대응체계 구축 및 경제성 분석

-부품 및 모듈단위 시험·인증 기술

-QCM 종합안전관리체계 구축(제도, 규정 등)

연구성과

○ 배터리 교환시설(QCM), 비상충전 시스템 표준시방서(안)

○ 배터리 교환형 전기버스의 안정적 운영을 위한 비상대응체계 및 적용방안

○ 배터리 교환설비 부품 모듈별 시험·인증 기술

○ QCM 종합안전관리체계(검증체계 및 제품인증(안))

○ 배터리 교환 관련 국제표준 Draft

4. 국문 요약문

연구의 목적 및 내용	○ 본 과제는 배터리 교환형 전기버스시스템에 대한 표준시방서 개발 및 안전인증 체계를 구축하고 부품 및 모듈별 시험·인증제도를 마련하여 지자체 확산시 안전한 설계 시공 및 운영 관리 서비스가 제공되도록 하기 위해 개발되는 기술임 -QCM 표준시방서 개발 및 안전진단체계 구축 -배터리 교환형 전기버스의 안정적 운영을 위한 비상대응체계 구축 및 경제성 분석 -부품 및 모듈단위 시험·인증 기술 -QCM 종합안전관리체계 구축(제도, 규정 등)
연구개발성과	○ 배터리 교환시설(QCM), 비상충전 시스템 표준시방서(안) ○ 배터리 교환형 전기버스의 안정적 운영을 위한 비상대응체계 및 적용방안 ○ 배터리 교환설비 부품 모듈별 시험·인증 기술 ○ QCM 종합안전관리체계(검증체계 및 제품인증(안)) ○ 배터리 교환 관련 국제표준 Draft
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	**활용계획** ○ 중앙정부 및 지자체 배터리 교환용 전기버스시설 도입시 입찰기준에 활용 ○ 배터리 교환시설 설치후 감리기준 매뉴얼로 사용 ○ 배터리 교환시설 운영시 운영매뉴얼로 활용 ○ 시스템에 대한 유지관리 및 업그레이드시 대체부품에 대한 시험 및 인증과정에 활용 ○ 시스템 운영, 유지보수, 비상대응, 정기검사 등에 기본 매뉴얼로 활용 **기대효과** ○ 배터리 교환형 전기버스시스템의 확산 기반 마련 -국내·외 배터리 교환형 전기차 관련 인증 및 표준화 제정 등 기술개발 선점 -신뢰성 및 안전성 제고로 인한 시스템의 효율적, 체계적 관리 운영 -미래 융합기술 모델 선점 및 유관 산업으로서 시너지 효과 극대화 ○ 수출·입 효과 -기술 개발 완료제품의 인증 및 신뢰성을 확보함으로써 시장진입의 기회가 늘어나 해외 수출 향상에 기여
핵심어 (5개 이내)	충전소 / 배터리교환시설 / 전기버스 / 시방서 / QCM

5. 영문 요약문

〈 SUMMARY 〉

Purpose & Contents	The purpose of this research is to develop standard specification and safety approval procedures for QCM (Automatic Battery Swapping Machine). Testing procedures for approval of newly developed module for substituting system modules are also provided in this study. The outcome of this study is able to be utilized for the entire procurement process of battery swapping system for electric buses. This will prevent the system from unexpected failures or/and accidents of the systems by providing standard procedure for construction supervision and scheduled safety inspections.				
Results	-Standard Specification Documents for Automatic Battery Swapping System (QCM) and Mobile Charging System (MCS) for electric buses. -Contingency Procedures for QCM -Testing and Approving Technology for Modules and Parts of QCM -Comprehensive Safety Management System -Standard Draft for ISO				
Expected Contribution	-Stimulating diffusion of electric bus system in the market. -Providing efficient procurement procedure of QCM for local authorities -Providing contigency plan for unexpected failure and emergency of the system. -More stable and safe operation of QCM through the inspection procedure and test/approval procedures.				
Keywords	Charging system	Battery Swapping System	Electric Buses	Specification Documents	QCM

CONTENTS

Chapter 1 Introduction ····· 1

1. Background and Purpose / 1
2. Contribution of the Study / 3
3. Scope of the Study / 5

Chapter 2 Review of Relevant Systems ····· 10

1. Review of Relevant Systems(domestic) / 10
2. Review of Relevant Systems(Oversea) / 13

Chapter 3 Results ····· 17

1. Standart Specification Documents of Battery Swapping System (QCM)/ 17
2. Standart Specification Documents of Mobile Charging System (MCS) / 70
3. Development of Safety Approval Procedure for MCS/ 99
4. Development of Contingency Plan for QCM / 114
5. Economic Assesment / 130
6. Testing and Approving Modules and Parts of QCM / 183
7. Comprehensive Safety Management Systems for QCM / 239
8. ISO Standard Draft / 276
9. Relevant Institutional Issues / 302

Chapter 4 Achievement and Contribution ····· 343

1. Goal Achievement / 343
2. Contribution to the Related Fields/ 347

Chapter 5 Application and Contribution ····· 350

1. Application of the Research / 350
2. Contribution of the Research / 352

Chapter 6 Information Collected for Research ····· 357

Chapter 7 Research Facilities ····· 365

Chapter 8 Outcome of the Research ····· 366

Chapter 9 References ····· 368

목 차

제1장 연구개발과제의 개요 1

제1절 연구개발 목적 / 1

제2절 연구개발의 필요성 / 3

제3절 연구개발 범위 / 5

제2장 국내외 기술개발 현황 10

제1절 국내 기술개발 현황 / 10

제2절 국외 기술개발 현황 / 13

제3장 연구 수행 내용 및 성과 17

제1절 배터리교환시설(QCM) 표준시방서 / 17

제2절 비상충전시스템(MCS) 표준시방서 / 70

제3절 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계 구축 방안 / 99

제4절 배터리 교환형 전기버스의 안정적 운영을 위한 비상대응체계 개발 / 114

제5절 경제성 분석 / 130

제6절 부품 및 모듈단위 시험·인증 기술 개발 / 183

제7절 QCM 종합안전 관리체계 구축 (제도, 규정 등) / 239

제8절 국제표준 추진 / 276

제9절 관련제도 개선방안 마련 / 302

제4장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 ····· 343

제1절 목표 달성도 / 343

제2절 관련 분야 기여도 / 347

제5장 연구개발성과의 활용계획 ····· 350

제1절 연구성과의 활용방안 / 350

제2절 기대성과 및 파급효과 / 352

제6장 연구 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보 ····· 357

제7장 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비 현황 ·· 365

제8장 연구개발과제의 대표적 연구 실적 ····· 366

제9장 참고 문헌 ····· 368

표목차

<표 1.1> 연구개발 성숙도(TRL 기준) ····· 9
<표 3.1> 관련 법령 및 기준 검토 ····· 19
<표 3.2> 표준시방서 검토 ····· 20
<표 3.3> 표준시방서 대분류 항목 검토(최종안) ····· 24
<표 3.4> 표준시방서 대분류 항목 검토(최종안 계속) ····· 25
<표 3.5> 건축물과 기계설비와의 연계성 검토공종 ····· 26
<표 3.6> 장애내역 LIST ····· 32
<표 3.7> QCM 시스템 구성 ····· 33
<표 3.8> 와이어로프 지름의 비 ····· 36
<표 3.9> 현장조건 ····· 41
<표 3.10> 시공계획 ····· 42
<표 3.11> 일상검사 ····· 44
<표 3.12> 주기검사 ····· 44
<표 3.13> 2년 주기검사 ····· 45
<표 3.14> CHECK LIST(단독시험/설치검사) ····· 46
<표 3.15> CHECK LIST(종합시험/무부하시운전) ····· 47
<표 3.16> CHECK LIST(종합시험/부하시운전) ····· 48
<표 3.17> CHECK LIST(종합시운전/부하시운전) ····· 49
<표 3.18> CHECK LIST(종합시운전/장비별 운영시험) ····· 50
<표 3.19> Warning & Protection 사양 ····· 59
<표 3.21> 현행건설기준 자료 ····· 72
<표 3.22> 정보통신공사 표준시방서·공법 운영시스템 자료 ····· 73
<표 3.23> 건축기계설비공사 표준시방서 내용 구성 ····· 75
<표 3.24> 비상충전시스템(MCS) 관련 요구사항 ····· 78
<표 3.25> 비상충전시스템(MCS) 표준시방서 구성에 대한 필요사항 ····· 79
<표 3.26> 비상충전시스템(MCS) 표준시방서 구성 항목 ····· 80
<표 3.27> 비상충전시스템(MCS) 표준시방서 ····· 97
<표 3.28> 현행 안전기준 관련 자료 ····· 99
<표 3.29> 자동차 및 기계·장치 등의 안전기준/검사/인증/관리 관련 자료 ····· 101
<표 3.30> 국가기술표준원 제품안전/시험인증 관련 자료 ····· 102
<표 3.31> 자동차 검사 관련 자료 ····· 104
<표 3.32> 자동차 자기인증 관련 자료 ····· 105
<표 3.33> 비상충전시스템 안전인증체계 구축 방안 구성 항목 ····· 107
<표 3.34> 비상충전시스템 안전인증체계 구축 방안 구성 항목 ····· 108
<표 3.35> 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계 구축 방안 ····· 113
<표 3.36> 시나리오 상황에 따른 승객의 비상대응 ····· 114
<표 3.37> 시나리오 상황에 따른 비상대응 직원의 비상대응 ····· 115
<표 3.38> 열차 화재 발생 시 비상대응 ····· 115
<표 3.39> 전기자동차 충전인프라 운영 시 주의사항 ····· 116
<표 3.40> 전기자동차 충전인프라 운영 시 유지관리 ····· 116
<표 3.41> 쏘울EV 차량사고 및 화재 발생 시 응급조치 ····· 117

<표 3.42> 교통사고 유형별 사고 건수 ····· 117
<표 3.43> 가해 차량 행동 유형 사고 건수 ····· 118
<표 3.44> 선행연구 사례 ····· 131
<표 3.45> 비용항목 분류 ····· 139
<표 3.46> 시설구축비용 단가 ····· 140
<표 3.47> 유지관리비 단가 ····· 141
<표 3.48> 차량운행비용 원단위 ····· 142
<표 3.49> 환경오염비용 원단위 ····· 143
<표 3.50> 서울시 버스노선 인가현황 ····· 145
<표 3.51> 버스운행현황별 시나리오 설정 ····· 145
<표 3.52> 시나리오별 시설투입수량 ····· 148
<표 3.53> 시나리오1 지선형 버스노선의 비용 및 편익 분석결과 ····· 149
<표 3.54> 시나리오1 지선형 버스노선의 경제성 평가 결과 ····· 149
<표 3.55> 시나리오2 간선형 버스노선의 비용 및 편익 분석결과 ····· 150
<표 3.56> 시나리오2 간선형 버스노선의 경제성 평가 결과 ····· 150
<표 3.57> 시나리오3 광역형 버스노선의 비용 및 편익 분석결과 ····· 151
<표 3.58> 시나리오3 광역형 버스노선의 경제성 평가 결과 ····· 151
<표 3.59> 경제성 평가 결과 ····· 151
<표 3.60> 버스노선 운영 유형 ····· 154
<표 3.61> 비용부담 및 수익관리 주체 ····· 157
<표 3.62> 버스차량 구입비용 비교 ····· 159
<표 3.63> 버스차량 운송구입금 ····· 161
<표 3.64> 비용 및 수익항목 검토 ····· 162
<표 3.65> 재무성 평가 방법론 ····· 164
<표 3.66> 중앙정부 및 지자체 주체의 사업의 비용, 수익 부담방식 ····· 167
<표 3.67> 특수목적법인(SPC) 주체의 사업의 비용, 수익 부담방식 ····· 169
<표 3.68> 버스운송사업자 및 버스운송조합 주체의 사업의 비용, 수익 부담방식 ····· 171
<표 3.69> 중앙정부 및 지자체 주체 사업 분석결과 ····· 172
<표 3.70> 중앙정부 및 지자체 주체 사업 분석결과(세부) ····· 173
<표 3.71> 특수목적법인(SPC) 주체 사업 분석결과 ····· 174
<표 3.72> 특수목적법인(SPC) 주체 사업 분석결과(세부) ····· 174
<표 3.73> 버스운송사업자 및 버스운송조합 주체 사업 분석결과 ····· 175
<표 3.74> 버스운송사업자 및 버스운송조합 주체 사업 분석결과(세부) ····· 176
<표 3.75> 중앙정부 및 지자체 주체 사업 분석결과(FNPV) ····· 177
<표 3.76> 충전시설 투입비용 ····· 178
<표 3.77> 배터리교환시설 가격 할인비율 적용 비용 ····· 179
<표 3.78> 배터리셀 비용에 따른 민감도 분석 결과(B/C ratio) ····· 180
<표 3.79> 선행연구과제 안전성평가 관련 주요 시험 항목 및 평가 기준 ····· 185
<표 3.80> 선행연구과제 안전성평가 기술개발 성과물 ····· 188
<표 3.81> 안전성 평가 관련 스마트 e-버스 포럼 단체표준 항목 ····· 189
<표 3.82> 승강기 안전부품 인증기준명 및 운영요령(일부) ····· 190
<표 3.83> 승강기 안전부품 인증절차 및 안전인증 대상 품목 ····· 191
<표 3.84> 유럽의회 지침서에서 규정한 승강기 주요 안전 부품 ····· 194

<표 3.85> ASME A.17 안전검사 유형 ····· 196
<표 3.86> ASME A.17 규정 승강기 안전인증 부품 품목 ····· 196
<표 3.87> 한국과 일본의 승강기 안전관리제도 비교 ····· 198
<표 3.88> 방폭안전인증(KCs) 대상 및 적용범위 ····· 199
<표 3.89> QCM 작동 부위별 부품 및 모듈 구분 ····· 201
<표 3.90> QCM 구성 전체 부품리스트 ····· 201
<표 3.91> QCM 안전성평가용 주요 핵심 부품 선정 ····· 208
<표 3.92> QCM 구동부위별 주요 시험 항목 및 내용 ····· 209
<표 3.93> QCM 부품 및 모듈에 대한 안전성 시험평가 내용 ····· 210
<표 3.94> 비파괴 검사 방법에 따른 설명 및 장·단점 ····· 214
<표 3.95> 환경관리 대행기관의 지정 등에 관한 규칙 ····· 226
<표 3.96> 보건복지부 장애인・노인・임산부 등의 편의증진 보장에 관한 법률 ····· 227
<표 3.97> 국토교통부 시설물의 안전관리에 대한 특별법 ····· 228
<표 3.98> 배터리 교환형 전기버스시스템 안전인증체계 구축 1차 전문위원회 명단 ····· 229
<표 3.99> 배터리 교환형 전기버스시스템 안전인증체계 구축 1차 전문위원회 회의록 ····· 230
<표 3.100> 배터리 교환방식 전기버스 안전성 제시 항목 ····· 239
<표 3.101> 배터리 교환방식 전기버스 안전성 평가 기술기준(안) ····· 240
<표 3.102> 기존 자동차 검사 시스템(교통안전공단) ····· 241
<표 3.103> ISO TC 204의 Working Group ····· 292
<표 3.104> WG 8의 진행 중인 표준 현황 ····· 295
<표 3.105> QCM 설치 및 운영을 위한 법제도 비교 (국토교통부 관련 법제도) ····· 306
<표 3.106> 사업용자동차의 차령과 그 연장조건 ····· 307
<표 3.107> 배터리 모교환형 전기버스 관련 법제도 ····· 309
<표 3.108> 대기환경보전법에 따른 충전시설 설치 및 설치지원 근거 ····· 312
<표 3.109> 전기버스 및 충전 시스템 재정지원 관련 규정 ····· 314
<표 3.110> 제 법령별 재정지원 규모 ····· 315
<표 3.111> QCM 시설의 법적 정의 개선 방안 ····· 318
<표 3.112>「도로법 시행령」제3조 신구 대조표 ····· 319
<표 3.113>「도로법 시행령」제22조 신구 대조표 ····· 319
<표 3.114> 배터리 교환형 전기버스 BRT 요구 시설 ····· 320
<표 3.115> 배터리 교환형 전기버스 BRT 사업 노선 검토 항목 ····· 321
<표 3.116> 배터리 교환형 전기버스 BRT 사업 노선 선정 기준 ····· 322
<표 3.117> 배터리 교환형 전기버스 설계 기준 차량 제원 ····· 323
<표 3.118> BRT 설치를 위한 정류장 간격 ····· 325
<표 3.119> 기본조건 ····· 326
<표 3.120> 입지 위치에 따른 버스의 평균 정차시간 ····· 328
<표 3.121> 전기자동차 보급 촉진 및 이용 활성화에 관한 조례 제14조의 2~3 개선(안) ····· 333
<표 3.122> 전기자동차 보급 촉진 및 이용 활성화에 관한 조례 제14조의 2~3 개선(안) ····· 334
<표 3.123> 전기자동차 보급 촉진 및 이용 활성화에 관한 조례 제14조의 2~3 개선(안) ····· 335
<표 3.124> 여객자동차 운수사업법 제50조 개정(안) ····· 338
<표 3.125> 대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법 제12조 개정(안) ····· 338
<표 3.126> 대기환경보전법 제58조 개정(안) ····· 339
<표 3.127> 간선급행버스 체계의 건설 및 운영에 관한 특별법 제27조 개정(안) ····· 340

<표 3.128> 관련부처 협력 방안 ····· 341

그림 목차

<그림 1.1> 과제 추진 배경 및 목적 ····· 1
<그림 1.2> 배터리 교환형 전기버스 기본 개념 ····· 2
<그림 1.3> 연구 개발의 필요성 ····· 3
<그림 1.4> 정부 차원의 필요성 ····· 4
<그림 1.5> QCM 표준시방서 개발 및 교통안전진단체계 ····· 5
<그림 1.6> 배터리 교환형 전기버스 구성요소 및 비상대응체계 요구사항 ····· 6
<그림 1.7> 부품 및 모듈단위 시험·인증 대상품목 및 시험 예시 ····· 7
<그림 1.8> QCM 종합 안전관리체계 구축 ····· 8
<그림 2.1> 무선충전 전기버스 형상 및 개념도 ····· 10
<그림 2.2> 무선충전 전기버스 시스템 개념도 ····· 11
<그림 2.3> 우진산전 전기저상버스 ····· 12
<그림 2.4> 현대 Elec-city ····· 12
<그림 2.5> 중국 배터리 교환형 전기버스 교환시스템 ····· 13
<그림 2.6> 오스트리아 배터리 교환형 전기버스 ····· 13
<그림 2.7> 대만 전기버스 배터리 교체 시스템 ····· 14
<그림 2.8> 미국 Better Place사 ····· 14
<그림 2.9> 일본 배터리 교체 시스템 ····· 14
<그림 2.10> ZeEUS 실증 시험 ····· 15
<그림 2.11> 스위스 제네바 ZeEUS 시스템 ····· 15
<그림 3.1> 연구의 수행절차 ····· 18
<그림 3.2> 포항시 배터리교환시설 설계도서 ····· 21
<그림 3.3> 제주시 배터리교환시설 설계도서 ····· 22
<그림 3.4> 배터리교환시설 설계 예시도 ····· 23
<그림 3.5> 표준시방서의 공종 선정항목 ····· 23
<그림 3.6> 표준시방서 세부 공종 선정항목 ····· 26
<그림 3.7> 충전 시 용량 측정 그래프 ····· 58
<그림 3.8> 방전 시 용량 측정 그래프 ····· 59
<그림 3.9> 과충전 차단시험 그래프 ····· 60
<그림 3.10> 과방전 차단시험 그래프 ····· 60
<그림 3.11> 에이징 전 후 전압 확인 ····· 61
<그림 3.12> CAN ID별 동작 확인 ····· 61
<그림 3.13> 각종 설계기준, 표준시방서, 전문시방서 ····· 73
<그림 3.14> 정보통신공사 표준시방서 ····· 74
<그림 3.15> 건축기계설비공사 표준시방서 ····· 77
<그림 3.16> 비상충전시스템(MCS) 임시운행허가증 ····· 85
<그림 3.17> 비상충전시스템(MCS) 차량 점검 및 유지보수 ····· 86
<그림 3.18> 배터리 적재/이송 시스템 점검 및 유지보수 ····· 87
<그림 3.19> IBMS 및 자체발전 시스템 점검 및 유지보수 ····· 87
<그림 3.20> 충전 시스템 점검 및 유지보수 ····· 88
<그림 3.21> 통합제어기 점검 및 유지보수 ····· 88
<그림 3.22> 공용배터리팩 활용을 위한 유지보수 ····· 89

<그림 3.23> 연동시험을 위한 테스트베드 활용 협조 공문 ····· 90
<그림 3.24> 비상충전시스템(MCS) 표준시방 도출을 위한 자체충전기능 연동시험 ····· 91
<그림 3.25> 내부 적재 배터리 자체충전을 위한 통신 데이터 모니터링 ····· 91
<그림 3.26> 비상충전시스템(MCS) 표준시방 도출을 위한 ····· 92
<그림 3.27> 배터리 교환형 전기버스(QTPE-BUS) 충전을 위한 ····· 93
<그림 3.28> 비상충전시스템(MCS) 표준시방 도출을 위한 ····· 94
<그림 3.29> 배터리 교환을 위한 통신 데이터 로깅 및 모니터링 ····· 94
<그림 3.30> 비상충전시스템(MCS) 관련 설명 자료 ····· 95
<그림 3.31> 배터리 교환형 전기버스 시스템 표준시방 및 안전인증체계 구축 연구 관련 전문가 자문회의 ····· 96
<그림 3.32> 전문가 자문회의를 통한 비상충전시스템(MCS) 표준시방 타당성 검증 및 의견 수렴 ····· 96
<그림 3.33> 비상충전시스템(MCS) 표준시방서 ····· 97
<그림 3.34> 논문 1 - 배터리 교환형 전기버스 시스템 지원을 위한 비상충전시스템(MCS) ····· 98
<그림 3.35> 논문 2 - 비상충전시스템(MCS) 제작 및 설치를 위한 표준시방에 관한 연구 ····· 98
<그림 3.36> 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계 구축 방안 도출을 위한 ····· 109
<그림 3.37> 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계 구축 방안 도출을 위한 ····· 110
<그림 3.38> 비상충전시스템(MCS) 관련 설명 자료 ····· 111
<그림 3.39> 배터리 교환형 전기버스 시스템 표준시방 및 안전인증체계 구축 연구 관련 전문가 자문회의 ····· 111
<그림 3.40> 전문가 자문회의를 통한 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계 구축 방안 타당성 검증 및 의견 수렴 ····· 112
<그림 3.41> 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계 구축 방안 ····· 112
<그림 3.42> 특허 출원 - 비상충전시스템의 고장진단 방법 및 장치 ····· 113
<그림 3.43> 돌발 상황 단계별 시나리오 ····· 121
<그림 3.44> 배터리 교환 진행 중 멈춤(스테이션 1개소 중 로봇 1기 고장) ····· 122
<그림 3.45> 배터리 교환 진행 중 멈춤(스테이션 1개소 중 로봇 2기 고장) ····· 123
<그림 3.46> 비전 카메라 미응답 ····· 124
<그림 3.47> 비전 옵셋 범위 이탈 ····· 125
<그림 3.48> 클램프 동작 에러 ····· 126
<그림 3.49> 클램프 로드셀 로우 에러 ····· 127
<그림 3.50> 알람리스트 및 조치방법 ····· 128
<그림 3.51> 연구수행 절차 ····· 130
<그림 3.52> 경제성평가 수행흐름도 ····· 137
<그림 3.53> 버스노선 길이 및 배차간격 ····· 145
<그림 3.54> 재무성 평가 수행흐름도 ····· 153
<그림 3.55> 시험방법· 절차 개발 및 재진단보고서 수행절차 및 전략 ····· 184
<그림 3.56> 승강기 부품 시험 인증 절차 ····· 193
<그림 3.57> 유럽(독일)의 승강기 및 승강기 부품 인증제도 운영체계 ····· 195
<그림 3.58> 국제방폭인증시험(IECEx인증) 절차 ····· 200
<그림 3.59> 국내 방폭안전인증(KCs)시험 절차 ····· 200
<그림 3.60> 시험체크리스트 작성에 따른 안전성평가 수행(승강기안전부품 예시) ····· 210
<그림 3.61> QCM용 감속기(모터) 성능 및 안전성 시험성적서 ····· 211
<그림 3.62> QCM용 브레이크모터 성능 및 안전성 시험성적서 ····· 211

<그림 3.63> QCM용 와이어로프 소켓 체결방법별 시험 ····· 212
<그림 3.64> QCM용 가이드 플레이트의 기계적강도 시험 ····· 212
<그림 3.65> QCM용 마이크로(리밋)스위치 성능 및 안전성 시험성적서 ····· 212
<그림 3.66> 비파괴검사 장비 및 검사 장면 ····· 213
<그림 3.67> 포항시 QCM 테스트베드 현장 비파괴검사 장면 ····· 216
<그림 3.68> 초음파탐상검사 보고서 ····· 218
<그림 3.69> 자분탐상검사 보고서 ····· 219
<그림 3.70> 포항시 환호공원 테스트베드 현장 조사(1차) ····· 221
<그림 3.71> 포항시 SK뷰 지점 테스트베드 현장 조사(2차) ····· 223
<그림 3.72> QCM 대행(인증)기관의 주요 업무 ····· 224
<그림 3.73> QCM 대행(인증)기관 자격부여 체계 및 절차 ····· 225
<그림 3.74> 국가표준기본법 시행령 [별표 5] 표준인증심사제의 심사유형 ····· 225
<그림 3.75> 배터리 교환형 전기버스시스템 대행인증기관 자격 가이드라인 ····· 229
<그림 3.76> 배터리 교환형 전기버스시스템 안전인증체계 구축 전문위원회(2회차) 참석자명단 ····· 231
<그림 3.77> 배터리 교환형 전기버스시스템 안전인증체계 구축 전문위원회(2회차) 회의록 ····· 233
<그림 3.78> 배터리 교환형 전기버스시스템 안전인증체계 구축 전문위원 평가 설문지 ····· 236
<그림 3.79> 배터리 교환형 전기버스시스템 관련 특허출원서 ····· 237
<그림 3.80> 배터리 교환형 전기버스시스템의 인증기관 자격 요건에 관한 연구 논문 ····· 238
<그림 3.81> 정기검사 흐름도(출처: 교통안전공단) ····· 242
<그림 3.82> 스마트 e-버스 관련 표준 성과 ····· 277
<그림 3.83> 배터리 교환형 전기버스 기술관련 특허 현황 ····· 277
<그림 3.84> 해외 특허 (미국, 유럽, 일본) 출원 검색 결과 ····· 278
<그림 3.85> 미국 특허출원 상세 내역 ····· 279
<그림 3.86> 국내 특허출원 상세 내역 ····· 279
<그림 3.87> 전기버스 충전시설 위치설정방법 ····· 280
<그림 3.88> 전기버스 관리 시스템 ····· 281
<그림 3.89> 전기버스 ····· 282
<그림 3.90> 전기자동차의 C A N 통신 보안 방법 ····· 282
<그림 3.91> 하이브리드 전기자동차의 캔버스시스템 ····· 283
<그림 3.92> 전기겸용 에어컨 시스템을 구비한 버스 ····· 283
<그림 3.93> 전기구동 차량의 급속충전 및 충전용량 조절이 가능한 충전 스테이션 ····· 284
<그림 3.94> 버스 지붕에 장착하는 수직형 풍력발전기 ····· 285
<그림 3.95> Passenger bus with on-board charger ····· 285
<그림 3.96> Electrical vehicle transportation system ····· 286
<그림 3.97> Battery module configuration structure for articulated electricbus ····· 286
<그림 3.98> Electric traction transportation system with storage battery powered vehicles and fast recharge at the vehicle stops ····· 287
<그림 3.99> Electrical vehicle and associated transport facility ····· 287
<그림 3.100> Vehicle charging station ····· 288
<그림 3.101> Harnessing heat during electric vehicle charging ····· 288
<그림 3.102> Charging systems for electric vehicles ····· 288
<그림 3.103> Battery exchanging-type charging station system for electric vehicle ····· 289
<그림 3.104> Public transport net with electric vehicles ····· 289

<그림 3.105> Articulated vehicle for transporting passengers with an improved driving system ····· 290
<그림 3.106> Connecting apparatus for connecting an electrically powered vehicle to a charging station ····· 290
<그림 3.107> Public transport system, electrical vehicle and recharging station for said system ····· 291
<그림 3.108> BUS ····· 291
<그림 3.109> Electric vehicle charging station and charge receving arrangement for a vehicle ····· 291
<그림 3.110> 교통부문 빅데이터의 개념 및 구분 ····· 293
<그림 3.111> 국내 전기차 정책 관련 부처 업무 ····· 298
<그림 3.112> 분과위원회 구성 ····· 300
<그림 3.113> 배터리 교환형 전기버스 사업 공무원 대상 설명회 개최 ····· 300
<그림 3.114> 배터리 교환형 전국버스운송조합연합회 대상 설명회 개최 ····· 301
<그림 3.115> 배터리 교환형 전기버스 운영확산을 위한 제도개선 방향 ····· 317
<그림 3.116> QCM 시설의 기능과 법적 정의 ····· 318
<그림 3.117> 배터리 교환형 전기버스의 구성 요소 ····· 323
<그림 3.118> QCM 정류장 횡단면도 ····· 324
<그림 3.119> 배터리 교환 시설 요소 ····· 324
<그림 3.120> 분리형 BRT 차로 단면도 ····· 327
<그림 3.121> 배터리 교환형 전기버스 BRT 운영시스템 ····· 330
<그림 3.122> 배터리 교환형 전기버스 운영확산을 위한 재정지원 방향 ····· 336
<그림 3.123> 배터리 교환형 전기버스 시스템 도입을 위한 재정지원 방안 ····· 337
<그림 6.1> VOLTA BOX 회사 ····· 358
<그림 6.2> 시험 장비 ····· 358
<그림 6.3> 시험 장비 ····· 359
<그림 6.4> 배터리 팩 ····· 360
<그림 6.5> 납품 사례 ····· 360
<그림 6.6> ENGINE EXPO ····· 361
<그림 6.7> 국제전기자동차 엑스포 참가 ····· 362
<그림 6.8> 과제 설명 자료 ····· 362
<그림 6.9> 쉐보레 볼트 ····· 363
<그림 6.10> 충전 장치 ····· 364
<그림 6.11> 우진산전 전기버스 ····· 364

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발 목적

1. 배경 및 목적

○ 본 과제는 배터리 교환형 전기버스시스템에 대한 표준시방서 개발 및 안전인증체계를 구축하고 부품 및 모듈별 시험·인증제도를 마련하여 지자체 확산시 안전한 설계 시공 및 운영관리 서비스를 제공하기 위해 개발되는 기술임

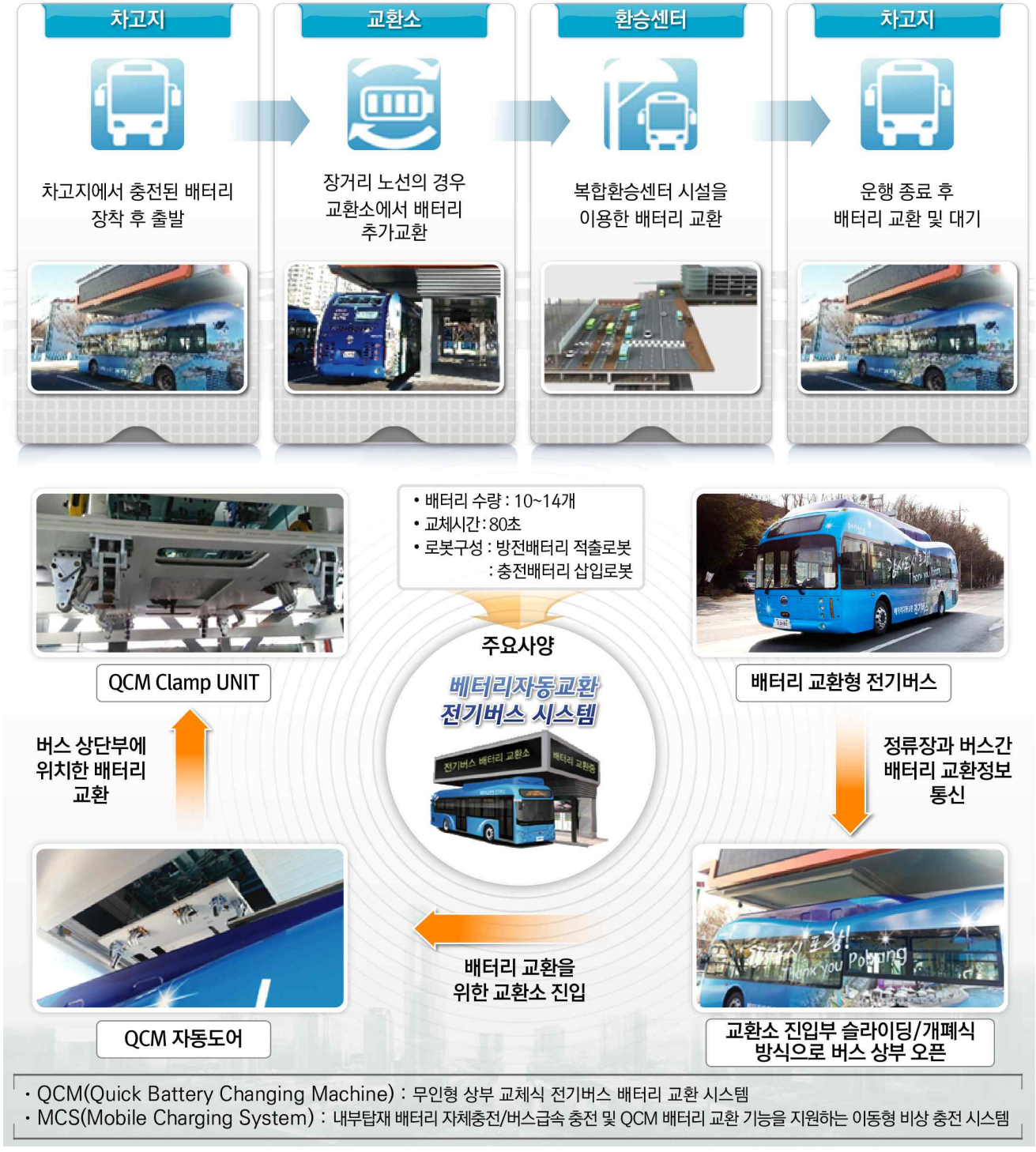
가. 과제 추진 배경 및 목적



<그림 1.1> 과제 추진 배경 및 목적

나. 배터리 교환형 전기버스 기본 개념

○ 배터리 교환형 전기버스 시스템은 「전기자동차 교통안전 융합체계 기술개발」 연구과제를 통해 원천기술 개발이 완료된 과제로서 포항시 테스트베드 사업(주관 : 한국항공대학교 산학협력단)을 통해 개발시스템을 구축하여 2014년 2월부터 운영 중에 있는 성공적인 사업화 모델임

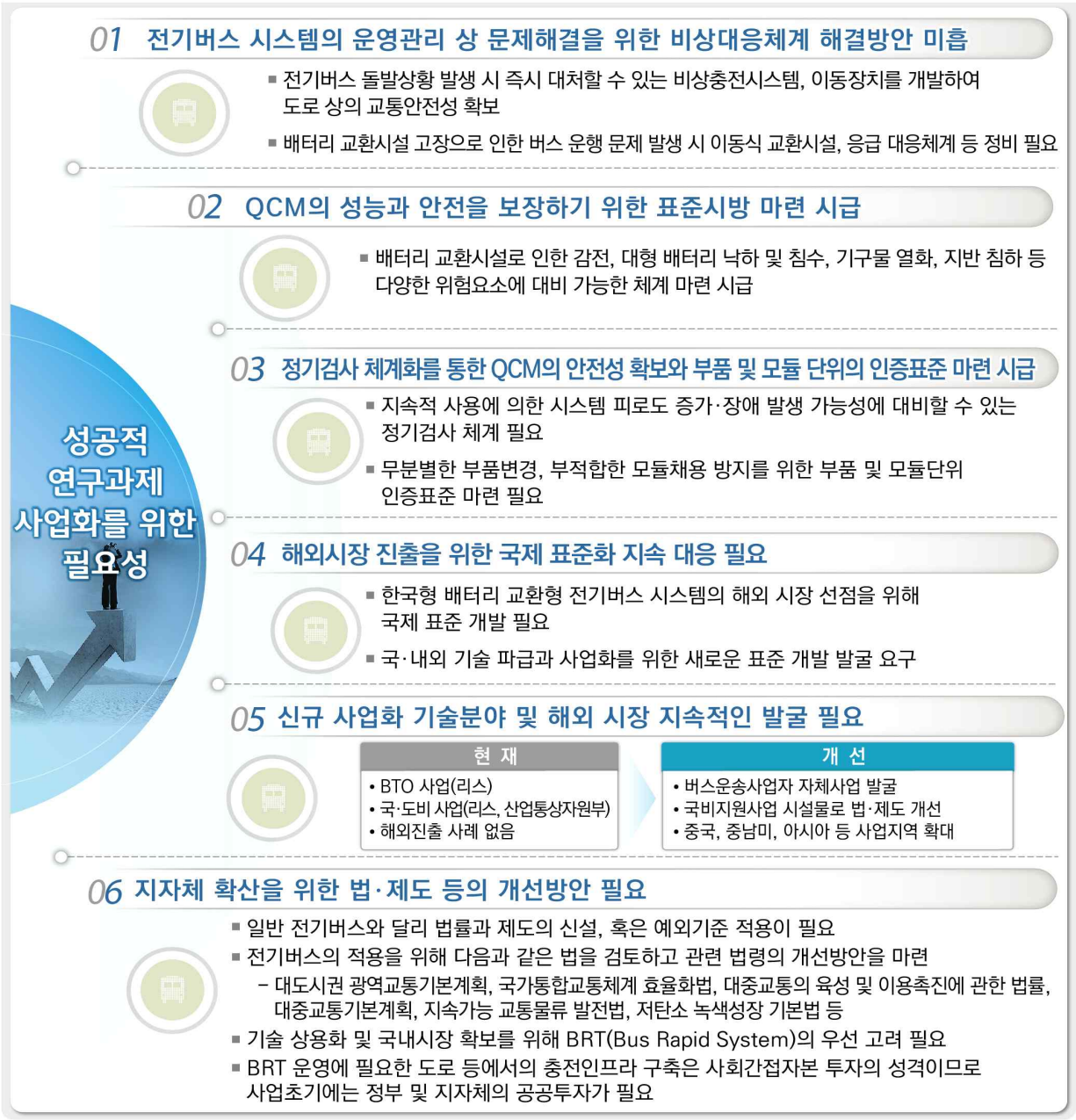


<그림 1.2> 배터리 교환형 전기버스 기본 개념

제 2 절 연구개발의 필요성

○ 성공적으로 개발 완료된 「배터리 교환형 전기버스시스템」은 친환경 교통 사업으로 사업성을 인정받아 2015년에는 제주도, 포항시, 김포시 등에서 사업 추진중에 있으나 시스템의 안전성, 운영관리체계, 시설물에 대한 관련 법·제도가 미흡하여 지속적인 연구개발이 요구됨

○ 교통부문 탄소배출량 저감을 위한 정부차원의 전기차, 전기버스 확산 정책·기술이 필요함
– 성공적 연구과제 사업화를 위한 필요성



<그림 1.3> 연구 개발의 필요성

– 정부차원의 필요성

01 교통부문 탄소배출량 저감 방안 필요



- 지구온난화 문제가 심화됨에 따라 세계 각국에서는 전 산업분야에 걸쳐 탄소배출량을 저감하기 위한 노력을 기울이고 있음
- 우리나라도 "2020년 국내 온실가스 배출량 배출전망치(BAU) 대비 30% 감축안"을 발표
  이에 정부에서는 '온실가스 및 에너지 목표관리제'를 도입함
- 수송부문의 탄소배출량 감축이 '저탄소 녹색성장' 실현에 있어 핵심이 될 것으로 판단됨
- 정부는 친환경·비동력·무탄소 교통수단을 활성화하는 방안을 도모하고 있음

02 수송 부문의 탄소 배출량 감축을 위한 전기자동차 확대 보급 필요



- EU 지역 내 차량탄소배출량 상한치를 2012년에는 평균 130g/km, 2020년에는 95g/km로 설정되어 있음
- 현재 국산차 대부분이 130g/km를 초과하는 탄소배출량 수치를 보이고 있어 국제적 기준에 부합하지 못하는 실정이며, 전기자동차 확대보급 등의 개선방안 도입이 시급한 것으로 판단됨
- 이에 정부에서는 "전기자동차 산업 활성화 방안"을 마련하고 2011년부터 전기자동차 양산을 결정하는 등 전기자동차 보급 활성화를 위한 노력을 기울이고 있음
- 2030 신산업 정책 인용 포함

정부차원의 필요성



03 공공 주도의 전기 버스 우선 도입 시급



- 도로교통부문 탄소배출량에서 버스를 포함한 대형차량이 차지하는 비율이 40%에 육박하여 해당 차량에 대한 탄소배출량 저감 방안 도입이 시급한 것으로 판단됨
- 버스사업자의 전기버스로의 수단 전환을 위해서는 정부의 보조금 지원 등의 유도방안 도입이 필요하며, 따라서 전기버스 시스템의 적용은 정부 주도 하에 이루어지는 것이 적절하다고 판단됨
  - → 현재 환경부 친환경 보조금 1억원, 국토교통부 저상버스 보조금(1억원)
  - → 배터리 리스 사업 시범사업: 국·도비 50% 지원
    *국·도비 보조금 없을 시 지자체 및 운송사업자가 전기버스의 높은 가격으로 인해 도입을 꺼려함

04 전기버스의 선행 보급을 통한 전기 자동차 인식 전환

- 기존 화석연료 자동차와 비교하여 전기자동차에 대한 소비자의 친밀도가 상대적으로 낮아 전기자동차 전환에 제한이 될 수 있음
- 이에 전기자동차 보급 4단계 전략에서는 전기자동차의 점진적 확대보급을 위한 방안으로 다음과 같은 로드맵을 제시
  - -1단계: 2015년까지 공공 시설물 내 충전 인프라 구축을 완료하여 전기충전 인프라 기반 구축
  - -2단계: 대중교통 차량의 전기화를 위한 대중교통 관련 충전 인프라 완비
  - -3단계: 개인승용차의 전기자동차 기반 확대에 대비한 충전 인프라의 대폭 확대
  - -4단계: 연료 전지차 보급 단계에 맞는 연료전지 충전 시스템 구축

<그림 1.4> 정부 차원의 필요성

제 3 절 연구개발 범위

1. 기술 정의

가. QCM 표준시방서 개발 및 교통안전진단체계 구축

○ 정의

- 배터리 교환시설(QCM)의 토목 건축물 및 겐트리 구조, 로봇 등의 설비 부분 시공 기준을 마련하여 시스템의 성능 안전을 보장하고 대중교통 공공시설물로서 필요한 대시민 안전서비스를 제공하는 QCM 시설물 구축을 위한 표준시방서 개발
- 배터리 교환형 전기버스 시스템의 안정적인 운영 지원을 위한 비상충전시스템(MCS)의 표준시방 개발 및 안전인증체계 구축



<그림 1.5> QCM 표준시방서 개발 및 교통안전진단체계

○ 연구내용

- QCM 구축 및 개발 경험을 활용하여 QCM의 구조 및 설계 특성상 발생 가능한 감전, 대형 배터리의 낙하 및 침수, 구조물 열화, 지반 침하 등의 위험요소를 분석하여 해당 문제들의 발생을 사전 방지할 수 있는 건축물 및 설비의 지반기초 및 강도 등의 건축 시공기준을 개발함
- 기 개발된 비상충전시스템(MCS)을 활용하여 포항시 테스트베드(배터리 교환시스템(QMC), 전기버스, 공용배터리 등)와의 연계를 통해 실제 상용화를 위한 장애요인, 상용화 가능 유형을 포함한 비상충전시스템(MCS)의 표준시방서 개발 및 안전인증체계 구축 방안을 도출함

○ 성과물

- 배터리 교환시설(QCM) 표준시방서
- 비상충전시스템(MCS) 표준시방서 및 안전인증체계 구축방안

나. 배터리 교환형 전기버스의 안정적 운영을 위한 비상대응체계 구축 및 경제성 분석

○ 정의

- 전기버스 운행 중 발생될 수 있는 배터리 방전, 배터리 자동교환 중 발생할 수 있는 교환설비 고장 등의 돌발상황에 대비하여 제도적/시스템적/기술적 요소를 종합적으로 검토하여 신규 개선방안 도출
- 상용화 시 비용, 편익 분석과 일반 디젤/CNG 버스 대비 친환경 측면, 안전 측면, 효율성 측면, 정부 버스 보조금 측면, 운영 관리비 측면 등을 고려한 경제성 분석을 통한 국·내외 전기버스 확산 방안 마련

구성요소	돌발상황	비상대응체계 요구사항
QCM 	로봇 부품불량	• 부품 불량 장애는 즉각 교체 대응
	Agent 불량	• 이중화 설비를 통한 즉시 대체
	충전기 불량	• 분산 운영하므로 장애 충전기 중단 후 교체
	비전 불량	• 이중화 설비를 통한 즉시 대체
TOC(통합운영센터) 	통신 장애	• 통신선로 이중화 구축 및 절체 운영
	서버 다운	• 이중화 구축 및 장애 시 절체 운영
	전원 다운	• 순간 정전 시 UPS를 통한 즉각 절체
배터리 	BMS 불량	• 장애 배터리 격리 후 즉각 단품 교체
	단품 고장	• 장애 배터리 격리 후 즉각 단품 교체
전기버스 	연기/화재 등	• 배터리 격리 후 담당기관 이송/대체품 투입
	파워트레인 불량	• 긴급 대응팀 현장 처리 or 지정 A/S
	배터리 불량	• 긴급 대응팀 현장 처리 or 배터리 교체
	루프 도어 불량	• 긴급 대응팀 현장 처리 or 지정 A/S
	일반부품 불량	• 비상 A/S 연락망을 통한 처리

<그림 1.6> 배터리 교환형 전기버스 구성요소 및 비상대응체계 요구사항

○ 연구내용

- 기 구축 지역 및 2015년 도입 예정 지자체(포항, 김포)를 대상으로 QCM, 전기버스, 통합운영센터 간 발생된 장애 이력 분석과 현장 모니터링(지자체 담당, 시공사 협력)을 통해 시스템 구성요소별 비상대응체계 구축
- 사업방식별(BTO 사업, 버스운송사업자 자체사업, 국비지원사업 등), 지자체별 특성을 고려하여 경제성 분석을 시행하여 전기버스 사업화 전략 수립 시 가이드라인을 제시할

수 있는 분석 기준 정립

○ 성과물

- 시스템 구성요소별 비상대응체계 구축
- 사업방식별/지자체 특성별 적용 가능한 경제성 분석 기준 정립

다. 부품 및 모듈단위 시험·인증 기술

○ 정의

- 배터리 교환형 전기버스 시스템을 구성하고 있는 부품 및 모듈에 대한 안전성 시험 방법을 수립하고 안전 기준 및 품질 기준 마련
- 부품 : QCM을 구성하는 최소한의 단위로 완제품을 구성하거나 독립적인 기능을 가지지 못하고 다른 제품과의 결합을 통해서만 완전한 기능을 발휘할 수 있는 특정한 물품에 쓰이는 일정한 형태의 물품
- 모듈 : 여러개의 전기나 기계 부품이 조립되어 하나 이상의 제품을 이루는 집합체
- 시험 : 특정한 제품, 공정 및 서비스를 대상으로 하나 또는 그 이상의 특성을 규정된 절차에 따라 측정하는 기술적인 작업
- 인증 : 시험결과를 근거로 평가 대상이 기준에 만족하는지 여부를 판단하고자 자격을 갖춘 자가 입증하는 행위



<그림 1.7> 부품 및 모듈단위 시험·인증 대상품목 및 시험 예시

○ 내용

- 배터리 교환형 전기버스 시스템의 주요 부품 및 모듈을 선정하고 성능비교실험(BMT: Bench Marking Test)을 실시
- 성능비교시험: 동일한 시험환경 및 조건 하에서 동일한 시험자(기관)가 한 개 이상의 비교대상과 성능비교시험을 반복하여 성능을 객관적으로 평가하는 시험

– 성능비교시험 효과: 개발품을 다른 제품과 비교하여 장·단점을 도출하고 결과를 바탕으로 성능개선 방안을 제시할 수 있으며, 또한 품질 향상 및 신뢰성 확보, 안전사고를 미연에 방지 가능

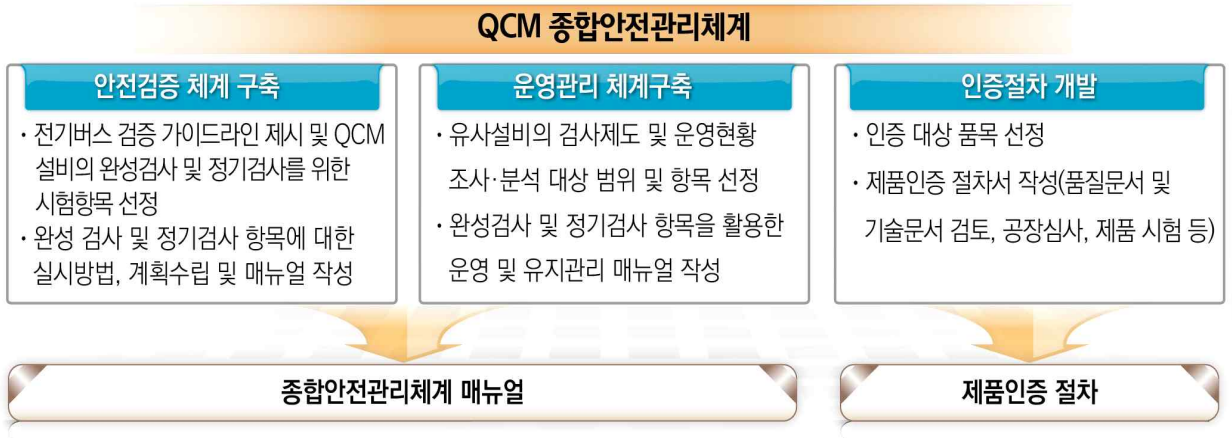
○ 성과물

– 제조품질 기준·시험방법 분석 및 절차

라. QCM 종합안전관리체계 구축(제도, 규정 등)

○ 정의

– 배터리 교환형 전기버스 시스템 완성검사/정기검사를 통한 안전성 확보 및 운영 유지 관리를 위한 종합안전관리체계



<그림 1.8> QCM 종합 안전관리체계 구축

○ 연구내용

– 선행연구과제 성과물(배터리 교환형 전기버스 안전성 및 자기인증 지침서, 자동차 검증기관 용역보고서)을 활용한 전기버스 검증 가이드라인 제시

– 배터리 교환설비에 대한 완성검사를 통해 초기에 설치되는 시스템의 안전성을 확보, 운영 단계에서 발생하는 시스템의 변형 또는 열화를 정기·수시 검사를 통해 발견하고 미리 조치하기 위한 체계 구축

– 완성검사 및 정기검사 절차서를 이용하여 운영 및 유지관리를 위한 매뉴얼 제시

○ 성과물

– QCM 종합안전관리체계(검증체계(안) 및 제품인증절차(안))

마. 배터리 교환형 전기버스시스템 국제표준 추진 및 관련제도 개선방안 마련

○ 정의

– 세계시장 주도권 확보를 위한 배터리 교환형 전기버스 관련 국제표준 과정에서 파생될

수 있는 다양한 표준 개발 및 지속적인 참여
- 전기버스 시스템 확산 및 사업화 진행 시 이를 지원할 수 있는 법, 제도의 개선방안 분석
- 전기버스 시스템 구축, 운영 단계에서 발생 우려가 있는 안전 문제와 관련된 법, 제도 분석 및 개선방안 도출

○ 연구내용
- 전기버스 시스템의 전국적 확산 과정에서 발생할 수 있는 안전 및 사업 지원 관련 정책, 제도의 현황을 점검하고 개선방안을 도출
- 한국형 전기버스 시스템의 해외시장 진출 목적으로 Smart e-Bus 포럼 개최 등 지원활동을 수행하며, 이를 통해 국제표준 대응 및 개선안 제안

○ 성과물
- 배터리 교환형 전기버스 시스템 관련 IEC 국제표준(안)
- 안전 및 사업지원 측면 제도, 정책 개선안

2. 연구개발 성숙도(TRL 기준)

○ 현재 배터리 교환형 전기버스시스템은 QCM, 전기버스, 센터 기술이 개발되어 포항시, 김포시 등에 도입되고 있는 사업으로 KAIA의 제안요청서에서 제시한 TRL 기준 연구개발 성숙도 상 실용화(TRL 9)인 단계이며 실제 사업화시 필요한 기술 개발 요소로 구성됨

<표 1.1> 연구개발 성숙도(TRL 기준)

구분		표기	단계별 설명
기초연구 단계	TRL 1	☐	TRL 01 이론적 연구단계
	TRL 2	☐	TRL 02 기술적 개념정립 단계
실험 단계	TRL 3	☐	TRL 03 실험적 증명 단계
	TRL 4	☐	TRL 04 실험실 성능평가 단계
시작품 단계	TRL 5	☐	TRL 05 유사환경 시험 단계
	TRL 6	☐	TRL 06 유사환경 기술시범 단계
실용화 단계	TRL 7	☐	TRL 07 실제환경 시작품 데모 단계
	TRL 8	☐	TRL 08 시제품 설치 및 성능시험 단계
사업화 단계	TRL 9	☑	TRL 09 현장적용/사업화단계

제 2 장 국내외 기술 개발 현황

1절 국내 기술 개발 현황

1. 국내 전기버스 기술 동향

○ 배터리 교환형 전기버스는 포항시에서 최초로 도입되었고 2013년 10월부터 2015년 3월까지 시범사업으로 1일 3회, 약 24km 노선에서 운행되었으며 현재는 포항시 평생학습원 정기 셔틀로 운영되고 있음

- 배터리 교환형 전기버스는 노선길이에 따라 51kW급 배터리를 1~2개 자동으로 신속히 교체가능하며 최고 시속 80km/h, 배터리 탈부착 20,000회가 가능
- 개발된 배터리 교환형 전기버스 시스템은 B2G(Battery to Grid) 기술이 적용되지 않았으며, 전기버스 운행을 위한 배터리 충전기술만 적용
- 배터리 교환형 전기버스는 국토교통부의 안전 기준 적합성 인증을 완료 하였으며, 환경부 소음 및 배출가스 인증까지 완료

○ 무선 충전 전기버스는 2013년 7월 첫 시범 운행을 거쳐 2013년 3월부터 구미역과 인동지역을 잇는 왕복 24km에서 운행되었으며, 현재 2대가 셔틀로 운행 중에 있음



<그림 2.1> 무선충전 전기버스 형상 및 개념도

○ e-Primus (한국 화이바)

- 한국 화이바에서 개발한 “e-Primus”는 저상 차량으로 개발된 전기버스로서 여러 개의 배터리 팩이 버스의 차량 상부에 병렬로 탑재
- 총 86kWh의 배터리가 탑재되었고, G20 정상회담 셔틀버스 운행
- 2010년 12월부터 서울 남산의 시내버스 노선에 총 9대가 투입되어 운행되었으나, 짧은 주행거리 등의 한계 존재

○ 무선충전 전기버스 개발 및 실증(2009~현재)
- 도로 밑에 매설된 전선에서 발생하는 자기장을 차량하부에 장착된 집전장치로 모아 전기에너지로 변환하여 운행하는 무선충전방식 전기버스 개발
- 2013. 7월~12월 경북 구미 시내버스 시범운행, 2014. 3월~현재까지 상용 운행 중
- 2015. 6월~현재 세종시 시범운행 중



<그림 2.2> 무선충전 전기버스 시스템 개념도

○ TGM 전기버스 e-FIBIRD 개발 및 상용화 현황
- 125kW Wheel in Motor 2개 채용
- 배터리 용량 163kWh, 일회충전주행거리 150km (60km/h 정속 시)
- 2way 충전방식 적용으로 충전시간 약 40분 소요
- 동급 차량 대비 차량중량 15% 감축

○ 우진산전 전기버스 개발 및 상용화 현황
- 운송사업자를 고려한 경제성과 겨울철 주행성능 등 전기버스 단점 극복
- 국내 업체 최초로 리튬티타늄화합물(LTO 계열) 배터리 채용, 15분 내 빠른 충전과 겨울철 저온에서도 균일한 충·방전 성능을 지원할 뿐만 아니라 배터리 수명 10,000싸이클로 기존 배터리 대비 성능 우수
- 차체는 알루미늄을 적용해 경량화를 실현하였으며 배터리 충전방식은 플러그인 및 배터리 교환방식 모두가 가능, 1회 충전으로 80km 주행



<그림 2.3> 우진산전 전기저상버스

○ Elec - city (현대자동차)

- 현대자동차에서 개발한 "Elec-city"는 256kWh 고용량 리튬 이온 폴리머 배터리를 적용해 정속주행 시 1회 충전(72분)으로 최대 309km를 주행할 수 있고 30분의 단기 충전만으로도 170km 주행이 가능함
- 올해 말부터 부산에서 세계 최초로 운행 예정



<그림 2.4> 현대 Elec-city

2절 국외 기술 개발 현황

1. 국외 기술 동향

○ 중국

- 중국은 국내보다 앞서 배터리 교환형 전기버스를 개발하여 시범 운행함. 버스 좌우측면에 다수의 배터리가 장착되는데 3~4명의 작업자가 배터리 자동 이송 및 탈/장착 장치(Machine)를 이용하여 순차적으로 배터리를 교체하는 메커니즘을 가진 반자동 전기버스 배터리 교체 시스템
- 10kWh급 배터리 10개가 장착되며, 하나의 팩으로 구성되어 있지 않아 자동화가 어려움
- 배터리 교체시간은 15분 내외이며, 배터리 교체후 33km 주행 가능
- 배터리 충전소에서 총 300여 개의 배터리가 충전되며, 충전에는 3~4시간 소요



<그림 2.5> 중국 배터리 교환형 전기버스 교환시스템

○ 오스트리아

- 배터리(태양광 충전방식) 교환형 전기버스가 Vienna 주변 관광지 노선을 운행중임. 50kWh급 배터리가 2개 장착되며, 배터리 교체에는 약 2분 소요



<그림 2.6> 오스트리아 배터리 교환형 전기버스

○ 대만

- Aleees사의 배터리 교환형 전기버스는 중국의 배터리 교체 시스템과 같은 차체 측면 배터리 교체 방식으로 중국의 반자동 기능과 달리 무인 자동 배터리 교체 시스템으로 업그레이드 된 상태임. 교체 시간은 약 10분여 소요됨



<그림 2.7> 대만 전기버스 배터리 교체 시스템

○ 미국

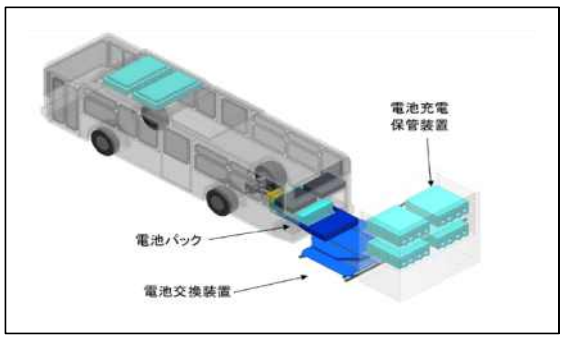
- Better Place에서 선행 시연된 전기자동차 차체 하부에 위치한 배터리 무인 자동 교체 시스템 - 경영난으로 파산



<그림 2.8> 미국 Better Place사

○ 일본

- 자동차 회사인 미쓰비시에서 전기버스 후면에 위치한 배터리 교체 방식으로 연구 개발 진행 중



<그림 2.9> 일본 배터리 교체 시스템

○ 스위스 (ZeEUS ; zero-emission urban bus system)

- EU는 대중교통 배출가스의 감소, 도시지역 공기질과 소음 개선을 위해 다양한 충전방식의 전기버스를 도심 버스 시스템 네트워크에 도입 추진, 실증을 통해 검증, 유럽 내 전기버스 시장을 촉진하고자 연구를 진행 중
- 2014년부터 ZeEUS 프로젝트는 스페인 등 10개 지역에서 실제 실증 시험을 통해 전기버스 운영 솔루션에 대해 시험 진행 중



<ZeEUS 시험 버스>



<실증 시험 지역>

<그림 2.10> ZeEUS 실증 시험

- 스페인 대중교통 운영회사인 [TMB]사가 2대의 표준 버스와 2대의 굴절 버스로 총 4대의 완전전기버스를 야간에 충전하며, 차량의 상단에 위치한 집전기를 통한 충전시스템과 콘솔 터치 드라이빙 기술 등 혁신적인 기술을 적용하여 시험 진행
- 체코의 플젠시는 최초의 축전지 전원공급 버스를 도입하였음. 완전전기공급방식이며 운행도중 발생하는 열을 재사용가능한 냉난방 시스템을 장착. 완전 충전까지 소요시간은 12분
- 스위스 제네바에서 시범운행 예정인 “플래시” 충전 시스템, 플래시 충전시스템은 노선 상에 있는 정류장에서 15초 동안 충전



<그림 2.11> 스위스 제네바 ZeEUS 시스템

나. 국내외 기술 개발 비교

○ 배터리 교환형 전기버스는 배터리를 상부, 후면, 측면 등 다양한 위치에서 교체하는 기술이 개발되었음

○ 세계 최초로 개발된 상부 방식(QTPE·Bus)은 교체시간, 편의성, 시민 안전성을 고려하여 개발됨

구분	중국	대만	미국	일본	한국
교체 위치	차체 측면	차체 측면	차체 하부 중앙	차체 후면	차체 상부(전면)
대상 자동차	버스	버스	승용차	버스	버스
배터리 수량	8~10	6~10	1	2	2
교체 장치	반자동	자동	자동	자동	자동
교체 시간	8~10분	10분	1~2분	-	1~2분
현황	북경 등 설치 운영 확산 예정	-	미국, 이스라엘, 호주, 일본 등 시험 운영	개발	포항 테스트 베드 운영

제 3 장 연구 수행 내용 및 성과

제 1 절 배터리교환시설(QCM) 표준시방서 (건축, 토목)

1-1. QCM 표준시방서 (건축, 토목)

가. 연구의 배경

○ 화석연료를 사용하는 기존의 내연기관 자동차는 에너지 위기와 국제적인 환경규제로 인하여 다양한 첨단기술이 자동차에 접목된 친환경 자동차로 전환하고 있음. 특히 전기에너지 기반의 자동차는 탄소배출량의 감소 및 에너지의 효율적 사용 등의 이유로 경쟁적으로 투자와 노력이 기울여 지고 있음

○ 또한, 규제강화 등에 대한 관심이 전 세계적으로 높아지고 있는 추세로 미국 유럽 각국에서는 대안으로 전기 차 보급계획을 실행하고 있으며, 국내에서도 전기버스의 도입 및 운영방안이 모색 중에 있음

○ 현재 배터리 교환형 전기버스시스템의 경우 선행연구(전기자동차 교통안전융합체계 기술개발)의 기술개발 단계를 거쳐 테스트베드 시범운영을 실시하였으나, 시설의 표준적 기준한 제시에는 그 역할이 크지 않았음. 이에 따라 배터리 교환형 전기버스 시스템 시설을 구축하기 위한 표준적인 설치시방에 대한 연구가 필요하며, 건축물의 설치공사를 위한 표준시방서 개발 연구를 진행하였음

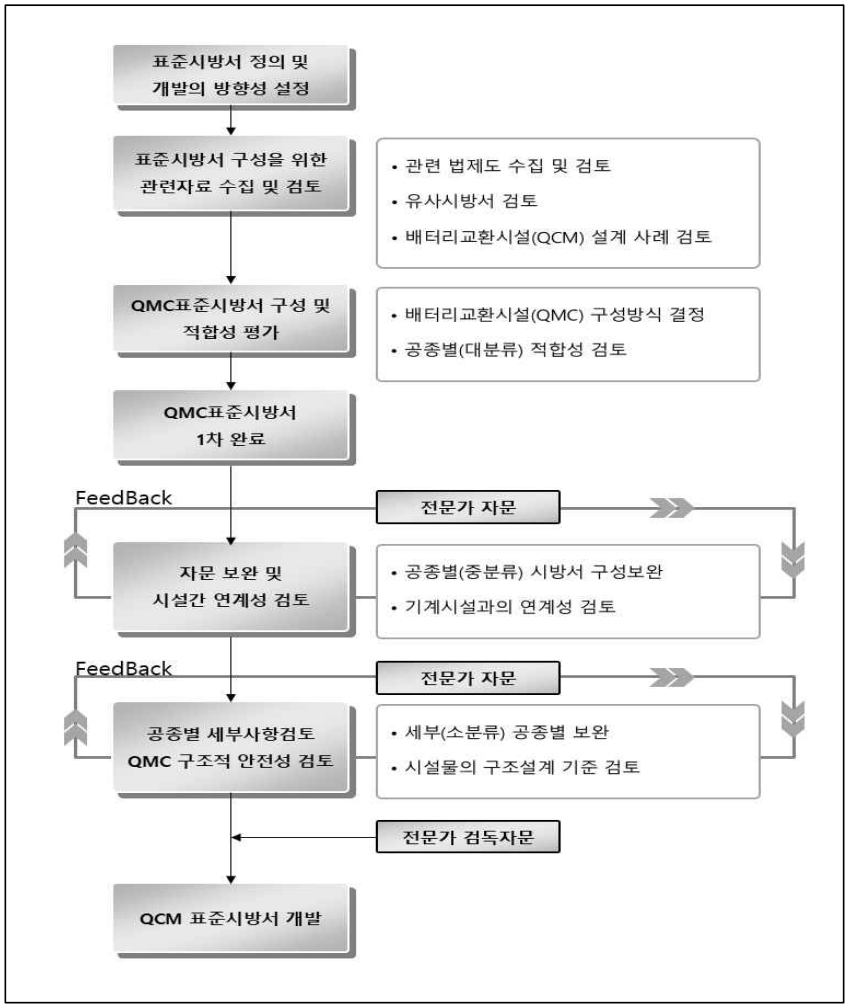
○ 건설기술진흥법에서는 공사의 시공단계에 따라 표준시방서, 전문·특기시방서, 공사시방서로 분류하고 있으며, 건축, 가설, 토목, 도로공사 관련 표준시방서가 공사의 종류와 공사목적에 다양한 시방서를 사용하고 있음

○ 배터리교환시설(QCM) 공사의 목표, 시공단계 수준, 시공조건, 시공과정 등을 공종의 적합성 및 관련전문가 자문을 통하여 검토한 결과 본 연구의의 성격과 범위 수준을 기본계획 또는 초기단계에 준하는 것으로 판단하였음

○ 따라서 본 연구에서는 배터리교환시설(QCM) 공사의 표준적인 기준과 안전성 등 품질확보를 위한 표준시방서 개발하였으며, 본 표준시방서를 기준으로 추후 사업화시 발주기관 조건에 맞도록 조정한 전문(특기)시방서 또는 그에 준하는 시방서를 준비할 수 있을 것으로 판단됨

나. 연구의 수행절차

○ 배터리교환시설(QCM) 표준시방서 개발과정은 관련자료 수집 및 분석, 구성의 타당성과 공종별 적합성 평가 등의 사항을 검토하였고, 건축·토목·구조 부문의 전문가 자문 및 피드백을 보완하였으며, 세부 연구수행절차는 다음과 같음



<그림 3.1> 연구의 수행절차

다. 연구수행내용

(1) 관련 법·제도 수집 및 검토

(가) 법·제도

○ 배터리교환시설(QCM) 표준시방서 개발을 위해 국토교통부, 환경부 등에서 발간한 건설기술 진흥법, 건축법, 환경정책 기본법 등의 관련법령과 건축 강구조 표준접합 상세지침, 건축전기설비 설계기준, 건축구조 설계기준 등의 기준 사항을 검토하였음

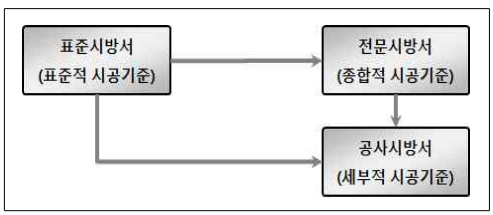
○ 본 연구에서 수집 및 검토한 관계법령 및 기준에 대한 세부항목은 다음과 같음

<표 3.1> 관련 법령 및 기준 검토

구분	내용	
국토 교통부	건설기술 진흥법 건설산업 기본법 건축법 건축사법	건축전기설비 설계기준 건축구조기준 및 해설 건축구조 설계기준 건축물의 에너지절약 설계기준 시설물분별 해체공사 요령 친환경건축물의 인증에 관한 규칙 콘크리트구조 설계기준 강구조 설계기준
환경부	건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률 녹색제품 구매촉진에 관한 법률 대기환경 보전법 석면안전 관리법 환경정책 기본법	자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률 환경기술 및 환경산업 지원법
고용 노동부	국가기술 자격법 산업안전 보건법 산업재해보상 보험법	방호장치 의무안전 인증 고시 방호장치 자율안전 확인 고시
한국 강구조 학회		건축 강구조 표준접합 상세지침
산업 통상 자원부	산업기술혁신 촉진법 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 에너지이용 합리화법 전기설비기술 기준의 판단기준	

(나) 관련 시방서

① 표준시방서 검토



○ 표준시방서란 시설물 별로 정한 국가의 표준적인 시공기준이며, 표준시방서를 기준으로 전문시방서와 공사시방서를 작성함

○ 건설기술 진흥법 제65조(건설기준)에서는 표준시방서와 전문 및 공사시방서를 다음과 같이 정의하고 있음

- 표준시방서 : 시설물의 안전 및 공사시행의 적정성과 품질 확보 등을 위하여 시설물별로 정한 표준적인 시공기준
- 전문시방서 : 시설물별 표준시방서를 기본으로 특정한 공사의 시공 또는 공사시방서의 작성에 활용하기 위한 종합적인 시공기준
- 공사시방서 : 개별 건설공사 수행을 위한 기준으로서 설계도면에 표시하기 어려운 사항이나, 공사의 특수성을 반영한 공사별 시공기준

○ 국내의 표준시방서는 가설공사, 강구조, 건축공사 등 총 21종이 있으며, 그 중 본 연구에서는 건축공사 표준시방서, 토목공사 표준일반시방서, 가설공사 표준시방서, 도로공사 표준시방서, 콘크리트 표준시방서 등을 수집·검토하였음

○ 그 중 배터리교환시설(QCM)의 건축물 분야에 직접적으로 적용가능한 표준시방서는 건축공사 표준시방서와 토목공사 표준일반시방서로 판단하였으며, 공종별 구성을 위해 국토교통부의 건축공사 표준시방서(2015)의 목차를 준용하였음

- 건축공사 표준시방서는 총칙, 가설공사, 토공사, 지정 및 기초공사 등 총 24개의 공종 항목에 대해 일반사항, 용어정리, 시공방식, 자재, 참조표준 등의 사항을 기술하고 있음
- 토목공사 표준일반시방서는 총칙, 토공사, 구조물 기초공사, 콘크리트 공사 등 총 7장으로 구성되어 있으며, 도로의 노면, 구조물의 기초공사, 강구조물 등의 사항을 기술하고 있음

<표 3.2> 표준시방서 검토

구분	내용	
국토 교통부	**건축공사 표준시방서** 토목공사 표준일반시방서	가설공사 표준시방서 도로공사 표준시방서 콘크리트 표준시방서

② 유사시방서 검토

○ 배터리교환시설(QCM) 표준시방서 개발을 위해 포항시의 'QCM Station 구조물 설치공사 공사시방서(2013)'를 검토해 본 결과, 공사 설명서, 일반시방서, 특별시방서로 구성되어있으며, 세부 내용은 다음과 같음

○ 공사설명서

- 일반적으로 실제 구조물의 설치공사에서 사용하는 공사시방서의 항목인 공사명, 공사위치, 목적, 구조물의 개요, 설계기준 및 시공방법, 공사기간, 설계변경 조건으로 구성됨

○ 일반시방서

- 공사의 계약서 형태로 계약담당자, 시공도면, 현장조사, 현장시설, 시공측량, 자재, 안전사고예방, 제출서류 등의 사항을 설명함

○ 특별시방서

- 배터리교환시설(QCM)의 공종을 토목공사 표준시방서와 강교량 표준시방서를 차용하여 구성하였고 세부사항은 다음과 같음

· 토공 : KSE 시험기준, 준비공 및 배수, 절토, 성토 등의 공사방식

· 배수공 : 재료, 터파기, 되메우기, 다짐 등의 공사방식

· 구조물공 : 콘크리트 구조물에 대한 일반적인 표준 규정

· 가시설공 : 흙막이공, 물막이공, 복공 등의 사전조사 및 시공계획의 수립 규정

· 지장물 보호 및 복구공 : 공사에 따른 가스관 등의 기존시설의 보호·복구에 대한 사항

· 노면 복구공 : 공사에 따른 포장, 도로부속물 등의 기존시설의 복구에 대한 사항

· 안전관리 : 공사에 따른 사고방지, 안전사고방지, 지장물사고방지 등의 대한 사항

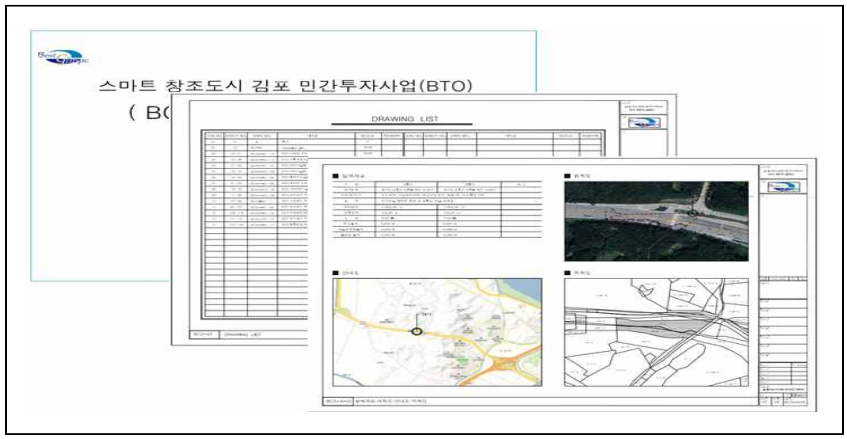
· 강구조공사 : 강구조물의 공급, 제작, 조립 및 설치에 관한 제반공사에 대한 사항

○ 포항시의 'QCM Station 구조물 설치공사 시방서(2013)'는 배터리교환시설 설치를 위해 토목공사 일반, 콘크리트 표준시방서, 철근 콘크리트 설계 편람 등의 관련 법제도를 차용하여 일반시방서를 작성하고, 공사에 따른 실시설계 도서를 기준으로 특별시방서의 항목을 구성한 것으로 판단됨

(다) 배터리교환시설(QCM) 설계사례

① 포항시 배터리교환시설

- 선행연구(전기자동차 교통안전융합체계 기술개발)에서 테스트베드 및 사업화 진행과정에서 사용한 포항시의 설계내역과 도면 등의 설계도서를 통해 사업의 공종을 검토하였음
- 배터리교환시설의 건축물 공종은 구조물 설치공사, 가설공사, 토공 및 지정공사, 철근콘크리트 공사, 철공 공사, 마감공사의 항목으로 건축물 공사에 필수적인 항목만을 사용하였으며, 비교적 개략적으로 구성되어 있음



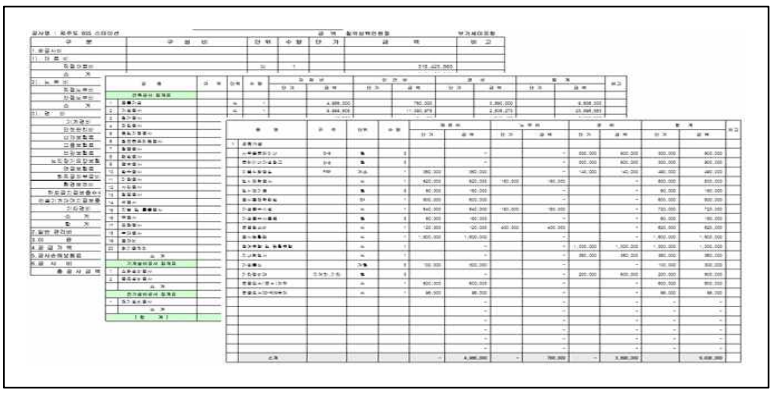
<그림 3.2> 포항시 배터리교환시설 설계도서

② 제주시 배터리교환시설

- 본연구의 사업과 유사한 성격을 갖고 있는 제주도 배터리교환시설의 설계내역 검토결과는 다음과 같음
- 제주시의 배터리교환시설의 시공항목은 가설공사, 철거공사, 파일공사, 지정공사, 철근콘크리트공사, 철공공사, 판넬공사, 금속공사, 방수공사, 미장공사, 사인공사, 창호공사, 석

공사, 지붕공사, 목공사, 도장공사, 부대공사 등으로 구성되었음

- 제주시 배터리교환시설은 필수항목 이외의 외관·디자인 측면 등 좀 더 세부적인 공종까지 기술되어 있으며, 포항시 시설물에 비해 규모가 큰 것으로 분석되었음



<그림 3.3> 제주시 배터리교환시설 설계도서

(2) 배터리교환시설(QCM) 표준시방서 구성방식 검토

○ 배터리교환시설(QCM)의 표준시방서의 구성방식은 건축공사 표준시방서(국토교통부, 2015)에서 제시한 24개 대분류 공종 항목을 본 연구의 배터리교환시설 공사에 사용되는 강구조공사, 토공사, 콘크리트공사 등의 주요공종 15개를 선정하고, 세부적으로 중분류, 소분류로 구분하여 각각의 내용을 구성하였음

- 대분류 : 총칙, 가설공사, 토공사, 지정 및 기초공사, 콘크리트공사, 강구조공사, 단열 및 방내화 공사 등 공사에 필수적인 주요선정항목과 부가선정항목으로 구성하였음
- 중분류 : 공통사항, 현장관리, 시공관리 등의 일반사항과 용접, 접합, 조립 등의 대분류 항목의 각 공종별 세부내용으로 구성되어 있음
- 소분류 : 일반사항, 자재, 시공 등 공사에 사용되는 세부내용으로 이루어진 단위임

(3) 공종별 적합성 평가

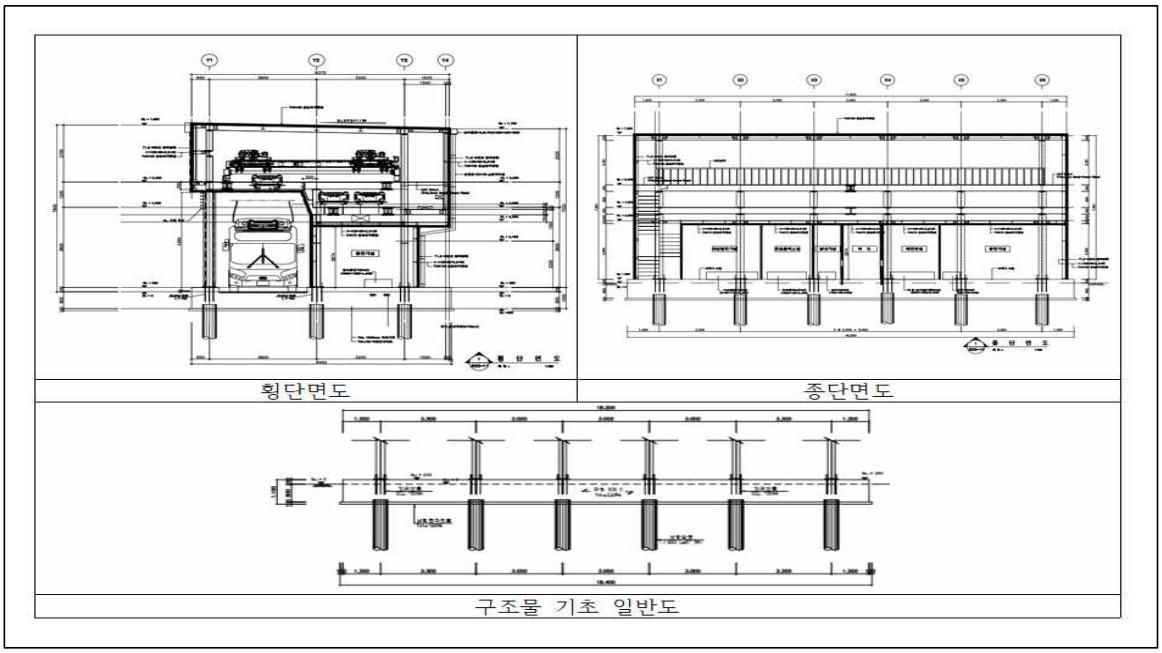
(가) 배터리교환시설(QCM) 구성요소

○ 건축 및 토목 측면에서 배터리교환시설(QCM)은 크게 건축물, 기계시설로 구분되며 설계예시도는 다음과 같음

(나) 개별 공종의 적합성 평가

○ 배터리교환시설의 공종별 적합성을 관련 시공기준과 기계시설과의 연계성, 실제 시공내역서 등의 분석을 통해 평가를 수행하였음

- 건축 및 토목 관련 표준시방서 등의 시공기준과 포항시 배터리교환시설(QCM)의 공사설명서 등의 공종별 필요성 검토



<그림 3.4> 배터리교환시설 설계 예시도

- 건축물 내부 기계(로봇)시설과의 연계성 검토
- 포항시와 제주시의 배터리교환시설(QCM)의 시공내역서 검토를 통해 공종의 세부내용과 시설의 기능관점의 적합성 검토
- 기타사항 검토

초기안

총 칙	가설공사	토공사	지정 및 기초공사
콘크리트공사	강구조공사	조적공사	석공사
타일 및 테라코타 공사	목공사	방수 및 방습공사	지붕공사
금속공사	외벽공사	미장공사	온돌공사
유리 및 창호공사	도장공사	수장공사	조경공사
단열 및 방내화 공사	특수건축공사	해체공사 및 자원 재활용	기타공사

주) 기초 · 건축공사 선정항목 | 기타공사 선정항목 | 비선정항목

최종안

총 칙	가설공사	토공사	지정 및 기초공사
콘크리트공사	강구조공사	조적공사	석공사
타일 및 테라코타 공사	목공사	방수 및 방습공사	지붕공사
금속공사	외벽공사	미장공사	온돌공사
유리 및 창호공사	도장공사	수장공사	조경공사
단열 및 방내화 공사	특수건축공사	해체공사 및 자원 재활용	기타공사

주) 주요선정항목 | 부가선정항목 | 비선정항목

<그림 3.5> 표준시방서의 공종 선정항목

○ 배터리교환시설(QCM) 건축공사에 필요한 총칙, 가설공사, 토공사, 콘크리트 공사 등에 대해 적합성 평가를 진행하여 선정된 주요항목에 대한 내용은 다음과 같음

- 가설공사 : 배터리교환시설의 본공사 진행에 따른 임시 시설공사
- 토공사 : 건축물의 시공에 앞서 기초와 터파기 등의 기초공사
- 지정 및 기초공사 : 건축물의 지내력 보강을 위한 지정 및 기초공사
- 콘크리트공사 : 건축물의 기초 및 골조의 기본 핵심이 되는 공종
- 강구조공사 : 건축물의 내부를 구성하는 핵심 공종
- 방수 및 방습공사 : 건축물과 기계시설을 수분으로부터 보호하는 공사
- 단열 및 방내화공사 : 기계시설의 단열 및 화재방지를 위한 공사

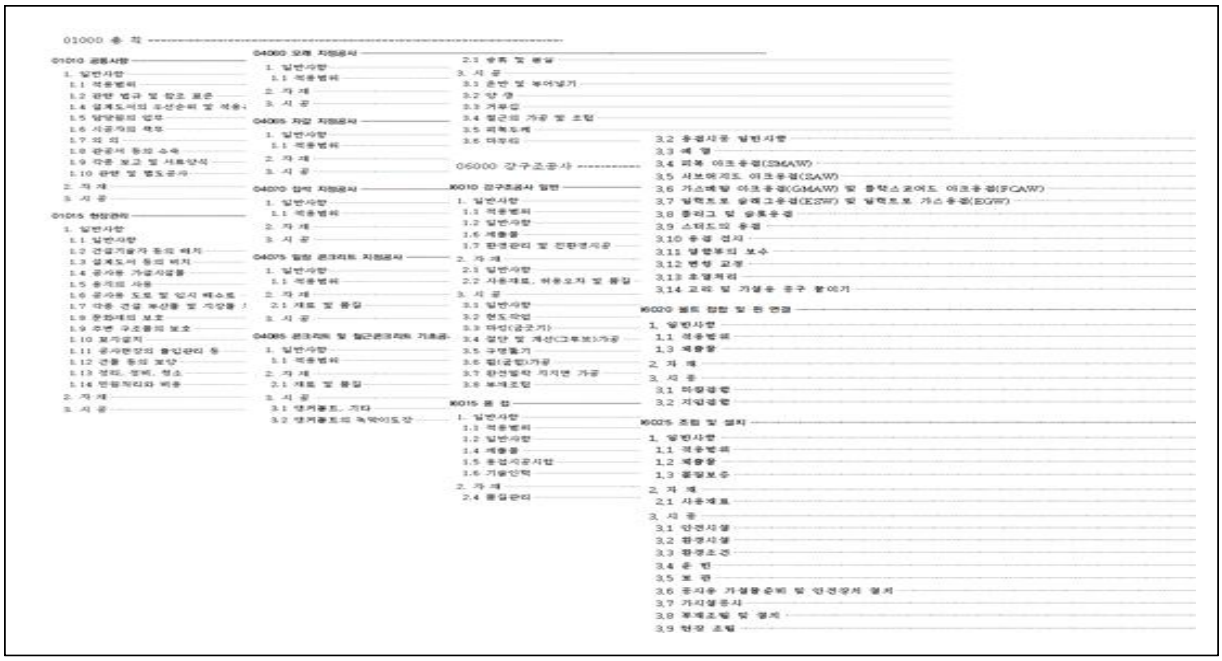
<표 3.3> 표준시방서 대분류 항목 검토(최종안)

대분류	내 용	검토내용	적합성
1. 총칙	- 공사에 일반적인 공통사항	• QCM 공사현장 필요사항	○
2. 가설공사	- 건축공사에서 본공사를 위하여 필요한 임시적인 설비 공사	• 공사 진행시 임시 시설 공사	○
3. 토공사	- 구조물을 시공함에 있어서 기초와 터파기 및 흙막이 공사 등에 필요한 공사	• 건축물 입지, 규모, 터파기의 깊이 등을 고려한 지반의 기초공사	○
4. 지정 및 기초 공사	- 땅을 견고하게 다지는 공사 、지정 : 지반 지내력 보강을 위한 지반 개량 공사 、기초 : 건축물 하중의 지반 전달을 위한 최초 공사	• 건축물 지정 및 기초공사	○
5. 콘크리트공사	- 기초공사, 골조공사에서 사용 하는 공사핵심 공종	• 건축물 기초 및 내부 콘크리트 공사	○
6. 강구조공사	- 구조물을 강재(강철)로 사용하는 공사	• QCM 건축물 구성	○
7. 조적공사	- 석재, 벽돌, 콘크리트 블록 등의 재료를 쌓아서 건조물을 만드는 공사	• 해당사항 없음	×

<표 3.4> 표준시방서 대분류 항목 검토(최종안 계속)

대분류	내 용	검토내용	적합성
8. 석공사	- 화강암, 대리석 등의 석재를 다루는 공사	• 건축물 내.외부 바닥과 벽 등의 공사	△
9. 타일 및 테라코타 공사	– 타일공사 : 바닥이나 벽면에 타일을 붙이는 공사 – 테라코타 공사 : 구운 점토를 벽면에 붙이는 공사	• 해당사항 없음	×
10. 목공사	– 목재의 가공·조립·설치에 관한 공사	• 해당사항 없음	×
11. 방수 및 방습공사	- 건물의 물과 습기의 유입을 방지하는 작업	• QCM 내부 기계시설 방수 및 방습	○
12. 지붕공사	- 지붕에 관한 공사의 총칭	• QCM 건축물 지붕 공사	○
13. 금속공사	- 금속재료 또는 제품의 가공, 설치 등에 관한 공사	• 금속재료 공사	○
14. 외벽공사	- 건축물 외부의 벽에 관한 공사의 총칭	• 건축물의 외부벽공사	△
15. 미장공사	- 회반죽, 모르타르 등을 바르는 공사	• 바닥 및 벽면 공사	△
16. 온돌공사	– 건축물에 온돌을 설치하는 공사	• 해당사항 없음	×
17. 유리 및 창호공사	- 건축물에 유리 및 창호를 설치하는 공사	• 소음방지, 단열, 미관 등 고려	△
18. 도장공사	- 페인트, 니스, 에나멜, 수성 도료 등을 써서 건축물의 부식 방지와 보존을 위한 공사	• 건축물 내외부 부식방지 및 내화용 도장	△
19. 수장공사	– 건축물 내부(벽면, 천장)를 마무리 하는 공사	• 해당사항 없음	×
20. 조경공사	– 주변 환경을 꾸미는 공사	• 해당사항 없음	×
21. 단열 및 방내화공사	- 열의 손실과 화재를 방지하기 위한 공사	• 시설물 내부 단열 및 화재 방지공사	○
22. 특수건축공사	– 스페이스후레임, 기성제 창고형 냉동저장시설 등	• 해당사항 없음	×
23. 해체공사 및 자원 재활용	– 건축물의 전부 또는 일부를 해체하는 공사	• 해당사항 없음	×

○ 상기에서 대분류된 개별공종의 적합성평가 결과를 기준으로 관련 시공기준을 중분류, 소분류로 세분화 하여 배터리교환시설 건축물 공사에 필수적인 항목에 대해 선정하였음
(주 : 세부내용은 본 연구과제의 결과물인 배터리교환시설(QCM) 표준시방서를 참조)



<그림 3.6> 표준시방서 세부 공종 선정항목

(4) 건축물과 기계설비와의 연계성 검토

○ 배터리교환시설(QCM)은 건축물과 기계설비가 연계되어 설치되는 시설물로 건축물의 역할은 배터리교환로봇의 하중을 견디고, 외부충격에 의한 보호, 눈·비 등의 기상상황에 대한 방습 등이 있음. 또한 건축물과 기계시설의 연결, 시설의 유지관리, 공조 등을 합리적으로 고려하는 방안이 필요하여 표준시방서에 반영하였음

○ 표준시방서내 고려된 건축물과 기계설비와의 연계성에 대한 사항은 다음과 같음
(주 : 세부내용은 본 연구과제의 결과물인 배터리교환시설(QCM) 표준시방서를 참조)

<표 3.5> 건축물과 기계설비와의 연계성 검토공종

구분	연계성 검토 공종	
시설간의 연결설치	건축, 토목 part	01000 총 칙(01035 안전 및 보건관리), 05000 콘크리트 공사(05020 3.4.3(기계적 이음)), 06000 강구조공사(총칙) 등
외부충격에 의한 보호		05000 콘크리트공사
기계시설에 대한 방습		11000 방수 및 방습공사
시설유지보수		01045 환경관리 및 친환경시공(마. 실내환경)
기계 설치방식	로봇 part	02040 장비 설치(2. 세부 시공 계획)
시설내 공조		02040 장비 설치(3. 항온항습기)

(5) 구조적 설계기준 검토

○ 시설물의 설치계획 및 시공시 배터리 교환시설의 건축 및 토목구조물의 안전성 확보를 위해 구조계획, 재료, 설계하중, 기초설계, 구조설계 등에 대한 최소한의 설계기준과 설계방법을 검토하였음

- 구조계획 : 건축물 및 공작물(이하 강구조물), 토목구조물의 설계, 설계 보완 단계의 구조계획에서 다루어야 하는 사항 검토
- 재료 : 건축물에 사용되는 철근, 콘크리트, 강재 등의 물리상수 적용 기준안 검토
- 설계하중 : 고정하중, 활하중, 적설하중, 풍하중 등의 건축물에 영향을 미치는 하중에 대한 최소기준안 검토
- 기초설계 : 건축물의 기초구조물 시공형식에 따른 직접·병용·지반개량 등의 항목검토
- 구조해석 : 건축물의 구조적 평가를 위한 해석방법과, 구조물의 모델링, 하중영향 등의 결과해석 검토

(6) 주요 자문내용

○ 배터리교환시설(QCM) 표준시방서의 구성, 내용, 방향 등에 대한 주요사항을 건축, 토목, 구조 등의 분야별 전문가의 수차례 자문을 통해 보완하였으며, 최종성과물에 대한 검독자문을 별도로 수행하였음

○ 주요 자문내용은 다음과 같음
(주 : 자문회의는 분야별 전문가의 일정에 따라 3회 이상 진행후 일괄 정리한 사항임)

○ 1차 자문회의

- 건축 및 토목 표준시방서의 적합성 평가시 대분류·중분류·소분류로의 구분을 통한 평가 방식은 적절한 것으로 보이나, 중분류와 소분류의 검토에 대한 보완이 필요함
- 대분류 항목 중 총칙과 강구조공사, 콘크리트 공사 등에서 기계 시설과의 연계성에 대한 충분한 검토가 필요함
- 배터리교환시설(QCM) 표준시방서에 전기부문과 공조부문에 대한 검토가 필요함

○ 2차 자문회의

- 배터리교환시설(QCM)의 주요 공종 또는 구조부문에 대한 설계 기준을 포함하는 방안에 대한 검토가 필요함
- 배터리교환시설(QCM)은 기계(로봇), 배터리 등의 기계설비가 같이 구성되는 시설이므로 표준시방서에 기계설비와의 연계방안에 대해 구체적으로 언급하는 방안이 필요함
- 배터리교환시설(QCM)이 정류소 등에 설치 될 경우 버스승객이나 보행자의 안전을 위해 건축물의 풍하중, 지진하중 등의 안전성을 시방서에서 제시하는 방안에 대한 검토가 필요함

○ 3차 자문회의

- 배터리교환시설(QCM)은 기계설비와 건축구조물이 연결되는 시설물 이므로 기계설비를 보호할 수 있는 건축설계가 필요함, 추후 배터리교환시설(QCM)을 설계할 경우 강성확보를 위해 하부는 콘크리트, 상부는 철골구조를 설계할 수 있는 방안에 대한 검토가 필요함
- 건축물 내부에 시설의 유지관리 측면에서 작업공간을 확보하는 것에 대한 검토가 필요함
- 배터리 교환시설의 건축 및 토목구조물의 안전성 확보를 위한 최소한의 설계기준 또는 구조설계 방식을 제시를 통한 구조물의 일관·합리적인 설계방안에 대한 검토가 필요함

○ 검독 자문

- 표준시방서는 일반적으로 시설물의 안전성과 공사시행에 적절한 품질확보 등을 목적으로 하는 시방서임. 따라서 이번에 개발하는 표준시방서에서 표현되지 않은 사항은 추후 사업화시 설계도면, 공사시방, 전문시방 등을 통하여 보다 상세하고 구체적으로 제시하는 방향이 적절할 것으로 판단됨
- 현재 연구에 맞춰 표준시방서의 특성 검토가 좋을 것이며, 각 종종을 취합하여 준비하는 형태의 표준시방서 구성이 적절할 것으로 판단됨

라. 결론 및 향후 연구과제

(1) 연구결론

○ 배터리교환시설(QCM)에 대한 표준시방서를 도출함으로써 배터리 교환형 전기버스 시스템 구축, 운영 단계의 안전성, 신뢰성, 내구성을 확보하여 향후 배터리 교환형 전기버스의 도입시 사용 가능한 표준시방서를 개발하는 연구임

○ 연구 과정은 관련 법제도, 구축사례 등을 검토하여 표준시방서 공종별 적합성 평가와 전문가 자문을 통해 시방서의 완성도를 높였음, 또한 건축물의 구조적 안전성 확보를 위해 구조설계 가이드라인을 제시하여 배터리교환시설(QCM)의 표준시방서를 개발하였음

○ 현 상황에서는 상세한 기술보다 사업의 활성화시 표준이 될 수 있는 범용적인 기술에 대한 표준시방이 요구되고 있는 단계로서, 각 공종을 취합하여 준비하는 형태의 표준시방서로 개발하였음

○ 본 연구에서 개발한 배터리교환시설(QCM)의 표준시방서는 공사에 공통적으로 적용할 수 있도록 구성하였고, 지역의 특성 등에 따라 필요시 전문(특기)시방, 공사시방과 함께 사용할 수 있도록 구성되어 있음

- 전문시방서 작성시 표준시방서를 기본으로 발주기관의 특성에 맞게 작성하여 실무 적용성을 향상시킬 수 있음
- 공사시방서 작성시 공사에 공통적으로 적용될 수 있는 시방 내용을 계약문서의 형태로

구성하여 계약문서의 형태로 특수조항 함께 공사에 활용가능함

(2) 향후 발전방향 제시

○ 이번에 작성된 배터리교환시설(QCM) 표준시방서 건축 토목 부분의 경우 앞서 설명한 바와 같이 상세한 사항보다는 사업활성화시 표준이 될 수 있는 범용적인 내용을 수록하였으며, 사업의 내용과 지역적 특성을 고려한 사항은 공사시방서 등을 참고하도록 하였음

○ 향후 전기자동차 보급이 증가하고 이에 함께 배터리 교환형 전기버스 도입이 활발해 지게 되면 배터리교환시설(QCM)의 설치 요구도 증가하게 될 것이며, 배터리교환시설(QCM)의 사양 등이 현황 등에 맞춰서 규격화, 모듈화 될 것으로 사료됨

○ 이러한 여건이 조성되게 되면 본 배터리교환시설(QCM) 표준시방서의 내용도 수정이 필요하게 될 것임. 그 이전까지는 이번에 제정된 배터리교환시설(QCM) 표준시방서의 일반적인 내용을 토대로 하여 지역적 특성과 발주처의 요구를 반영한 설계를 통하여 공사의 안전성과 효율성을 도모하여야 할 것임

(2) 연구성과

○ 배터리 교환형 전기버스 시스템 구축, 운영 단계의 안전성, 신뢰성, 내구성을 확보하여 사업진행시 사용가능한 공종을 정리하였으며, 배터리교환시설(QCM) 보급시 발주서류 작성 등에 기초가 될 수 있는 배터리교환시설(QCM)에 대한 표준시방서를 도출하였음

○ 이를 바탕으로 향후 현장에서 실시하는 배터리교환시설(QCM) 공사진행시 각 공종별로 전문시방서, 공사시방서 작성시 활용이 가능한 기초자료로 활용할 수 있는 체계를 구축하였음

○ 이와 함께 배터리교환시설(QCM)의 안정성 확보를 위하여 최소한의 구조적 설계기준과 설계방법을 제시하여 시설물의 설계의 표준화를 유도하고자 하였음

1-2. QCM 표준시방서 (로봇)

가. 관련 분야 법규 검토

○ 산업안전보건법 제301조 (전기 기계·기구 등의 충전부 방호)

- 충전부분에 접촉하거나 접근함으로써 감전 위험이 있는 충전부분에 대하여 감전을 방지하기 위하여 다음 각 호의 방법 중 하나 이상의 방법으로 방호할 것
- 충전부가 노출되지 않도록 폐쇄형 외함이 있는 구조로 할 것
- 충전부에 충분한 절연효과가 있는 방호망이나 절연덮개를 설치할 것
- 충전부는 내구성이 있는 절연물로 완전히 덮어 감쌀 것
- 발전소·변전소 및 개폐소 등 구획되어 있는 장소로서 관계 근로자가 아닌 사람의 출입이 금지되는 장소에 충전부를 설치하고 위험표시 등의 방법으로 방호를 강화할 것
- 전주 위 및 철탑 위 등 격리되어 있는 장소로서 관계 근로자가 아닌 사람이 접근할 우려가 없는 장소에 충전부를 설치할 것

○ 산업안전보건법 제304조 (누전차단기에 의한 감전방지)

- 누전에 의한 감전위험을 방지하기 위하여 해당 전로의 정격에 적합하고 감도가 양호하며 확실하게 작동하는 감전방지용 누전차단기를 설치할 것
- 누전차단기는 정격감도 전류가 30밀리암페어 이하이고 작동시간은 0.03초 이내일 것

○ 산업안전보건법 제308조 (비상전원)

- 사업주는 정전에 의한 기계·설비의 갑작스러운 정지로 인하여 화재·폭발 등 재해가 발생할 우려가 있는 경우 해당 기계·설비에 비상전원을 접속하여 정전 시 비상전력이 공급되어야함

○ 한국산업표준 (크레인 안전기준·제작기준법-권과를 방지하기 위한 경보장치)

- 내연기관을 동력으로 사용하여 권상하는 장치 및 기복장치는 권과를 방지하기 위한 다음 각 호와 같은 경보장치를 설치하여야함
- 훅 등 달기구의 윗부분과 지브 끝에 설치된 시브와의 간격이 1M에 달하였을 때 작동하는 구조일 것
- 물기나 분진, 진동 등에 의하여 기능의 장애가 발생하지 않는 구조일 것
- 점검이 용이하고 경보음은 작업반경 내 작업자가 충분히 들을 수 있을 것

○ 한국산업표준 (크레인 안전기준·제작기준법-주행크레인의 경보장치)

- 주행크레인은 종 또는 부저 등의 경보장치를 구비하여야함 다만 작업바닥면에서 조작하며 하물과 운전자가 함께 이동하는 방식의 크레인에 대하여는 예외로 함

○ 국토해양부 (건축공사표준시방서-전기부문-관의 부설)

- 관의 매입 또는 관통은 건축물의 구조 및 강도에 지장이 없어야함
- 관의 절단면은 리이머 등을 사용하여 편평하고 매끈하게 함
- 관 상호의 결속은 접합하는 커플링 또는 나사없는 커플링을 사용하고 나사이음, 맞대기 및 조임으로 견고하게 접속함
- 접지를 실시한 배관은 관과 금속박스 간을 본딩하여 전기적으로 접속함

○ 국토해양부 (건축공사표준시방서-전기부문-전선의 접속)

- 관로 내부에서는 점검이 가능한 부분을 제외하고는 전선을 접속해서는 안됨
- 전선의 분기 등 부득이 한 경우를 제외하고 전선의 중간 접속은 가능한 피함

○ 관련 분야 법규 검토 결과

- QCM 시스템의 제작 및 설치 기준은 현행 법규상 명확하게 존재하고 있지 않으므로 위와 같은 일반기계 관련 법규들을 분석하여 QCM의 구조와 성능에 맞게 표준시방서에 반영하였음

나. 포항 테스트베드 사례를 활용한 QCM 로봇성능 검토

(1) 로봇 상태 점검

○ X, Y, Z축 이동거리 측정

- X축(2954mm), Y축(4050mm), Z축(1399mm) 이동거리 정상

○ 배터리 게이트 열림/닫힘 동작 확인

- 배터리 게이트 열림/닫힘 정상 작동

○ AIR BLOW ON/OFF 동작 확인

- AIR BLOW ON/OFF 동작 정상 작동

○ 클램프 상태 확인
- 클램프/언클램프 정상 작동

○ 클램프 센서 동작 상태 확인
- 클램프 센서 정상 작동

○ 와이어로프 상태 확인
- 와이어로프 리빙 시 정상위치 유지 및 파손 없음

○ 자동 그리스 상태 확인
- 그리스 충전 필요

○ 로봇 상태 점검 결과
- 포항 테스트베드 현장 점검 결과 육안으로 상태 확인 시 기능상 문제는 발견되지 않았으며 소모품의 일종인 그리스 충전이 필요하였음
- 포항 테스트베드 설계 시 자료를 기준으로 표준시방서에 반영하였음

(2) QCM 동작 장애 내역 조사

<표 3.6> 장애내역 LIST

장애내용	발생상황	예상원인
QCM 통신 장애	배터리 교환 시 로봇이 버스 상단에 걸려 동작 멈춤	비전 카메라 인식 범위 이탈
	배터리 교환 시 동작 멈춤	비전시스템 다운
배터리 교환 에러	클램프 동작 불능	배터리 감지 터치 센서 에러
	Z축 클램프 상승 시 흔들림 발생	부품 성능 미달
	와이어 꼬임	와이어가 드럼 홈을 이탈
	배터리 교환 시 충돌 후 버스에 안착됨	도로 끝 굴곡 부분이 있어 버스 수평이 틀어짐

○ 장애 내역 검토 후 개선사항

- 통신 장애 에러 : 소프트웨어 향상에 의한 신뢰성 확보

- 비전 시스템 고장 시 대응 방안 : 비전 시스템 이중화로 고장 시 대안 해소

- 배터리 감지 터치 센서 사양 검토 및 교체

- Z축 클램프 상승 시 흔들림 : GUIDE BAR에 연결되는 스프링 사양 검토 및 교체

- 와이어 꼬임 : 드럼 및 시브 상부 롤러 추가 설치

- 교체 CYCLE TIME : 모터 및 성능 업그레이드를 통한 C/T 감소

- 유지보수 취약 : 설치 공간 등을 고려한 설계변경으로 유지보수 작업성 개선

다. 표준시방서 제작

(1) 일반 공통 사항

○ 시방서에서 인용되는 법규 및 표준을 밝혔음

○ 설계도서 간에 상호 모순이 있을 경우를 대비하여 적용 순서를 정하였고 순서는 다음과 같음
- 표준시방서
- 설계도면
- 관계법령의 유권해석
- 감리자의 지시사항

○ 제작 및 설치, 완성검사 시 확인하여야 할 사항들을 정리하여 반영하였음

(2) 시스템 구성

○ 일반인들의 QCM에 대한 이해도를 돕기 위하여 구성요소를 ASSY' 별로 구분하여 정리하였고 구성은 다음과 같음

<표 3.7> QCM 시스템 구성

구분	명칭	설명
1	X-Axis Frame Assy	HOIST의 주행 및 인양 역할
2	Y-Axis Frame Assy	HOIST의 주행 및 인양 역할
3	Auto Gate Assy	배터리 교체 시 DOOR 역할
4	QTP Assy	배터리 충전 거치대 역할
5	Hoist Unit Assy	배터리 권상 및 견인 역할
6	Hoist Guide Assy	배터리 권상 및 견인시 흔들림 감소 역할
7	Clamp Unit Assy	배터리를 호이스트와 체결 역할
8	Control Part Assy	전원 공급 역할

(3) 단계별 점검 사항

○ 현장점검(1단계)

- 로봇시스템 도면에 따른 배관, 배선 상태 확인
- 용접 및 도장 마감상태 확인
- 분전반 내 전원 점검

○ 장비 설치 준비(2단계)

- 설치 지정장소 현장으로 운송
- 각 종 배관 및 배선케이블(전원, 통신, 기타) 확인
- 미비한 배관, 배선 공사 시행

○ 장비 설치(3단계)

- 건축공사의 상부 지붕 설치 전 로봇시스템 현장 반입
- 카 크레인(렉카 크레인, 하이드로 크레인)을 이용하여 로봇시스템의 메인 프레임 상부에서 설치 위치로 반입
- 카 크레인을 이용하여 로봇시스템 반입
- 각 구성부 조립 및 레벨링 작업
- 연결부 체결 및 포장 해체
- 각종 배선 연결 작업
- 메인 전원선 연결 및 전원 연결 확인
- 외함내의 전원 확인

○ 설치 시험(4단계)

- 장비의 전원 On
- 점검할 장비의 기술 점검 내용 기록 (장비명, 일렬번호, 장비번호 등)
- 설치 시험에 대한 점검 내용 기록
- 무부하 시운전 진행 (배터리를 체결하지 않은 상태에서 동작테스트)
- 부하 시운전 진행 (배터리를 체결하여 각종 작동 성능 테스트)
- 부하 시운전 진행 (버스와 배터리를 포함한 작동 성능 테스트)

○ 최종 인수 시험(5단계)
- 공사감리원 입회하에 최종 인수 시험 확인
- 시험 내용 기록 및 확인
- 인수, 인계 및 확인

(4) 장비 제작

(가) QCM Frame

① 구성 및 사양

○ Square Pipe : X축(300x200x12t, 150x150x6t), Y축(300x200x12t)

○ LM GUIDE : X축(HSR45LB10UUC1+9310LT), Y축(HSR45LB3UUC1+5320LT)

○ RACK GEAR : 145-030-210 (M=3)

○ CABLEVEYOR : HSP0665-B150 300R

○ SERVO MOTOR : 5.5KW x 4P

○ GEAR BOX : AE1552-025-S2-P2

○ SENSOR : PRDWL18-14DP

○ STOPPER : ø120

② 제작 기준

○ 주행/횡행의 이동거리는 배터리를 이동하는데 지장이 없도록 여유 공간이 필요함

○ 주행레일에는 양끝부분 또는 이에 준하는 장소에 완충장치, 완충재 같은 정지 기구를 설치하여야함

○ 주행레일에는 정지기구에 도달하기 전의 위치에 리미트 스위치 등 전기적 정지장치가 설치되어야함 (크레인 제작 및 안전기준 36)

○ 주행 휠베이스는 스팬의 1/7 이상 (크레인 제작 및 안전기준 9)

○ 제통 토크 값은 전동기 정격토크의 50% 이상 (크레인 제작기준법 제17조)

○ 주행 차륜은 하중 및 속도에 대해 충분한 견딜 수 있는 사양으로 선정되어야 하며 차륜의 마찰부는 내마모성이 있어야함

○ PINION은 전부 단강 및 S45C를 사용하고 GEAR는 단강 또는 주강으로 충분한 강도를 가지고 치합이 원활하여 소음이 적고 내마모성이 크게 함

○ 기기를 인양할 경우를 대비하여 특수 고리를 사용할 수 있도록 해야 함

(나) Hoist Unit

① 구성 및 사양

○ FRAME : Channel 100x50x5/7.5t

○ WIRE DRUM : ø220

○ WIRE ROPE : (6x36) Fi8x2Falls

○ REDUCER : i=1/66.72

○ SERVO MOTOR : 5.5KWx4P

○ COUPLING : GS10

○ ROLLER GUIDE : ø100x70

○ FLANGE

② 제작 기준

○ 권상장치

- 권상장치는 드럼과 드럼 케이스로 구성되며 드럼은 주물로 제작해야함

- 드럼의 길이는 전양정을 1겹으로 감을 수 있도록 하고 Clamp Unit이 소정의 위치에 달했을 때 3권 이상의 여유를 갖도록 제작함. 안전율은 5이상

- 드럼피치원 직경과 드럼에 감기는 와이어로프 지름의 비는 아래 표에 정해진 값 이상 (크레인 제작기준법 제18조)

<표 3.8> 와이어로프 지름의 비

와이어로프 구성 성분	값
19본선 6꼬임 와이어로프	25
24본선 6꼬임 와이어로프	20
37본선 6꼬임 와이어로프	16
필라형 25본선 6꼬임 와이어로프	20
필라형 29본선 6꼬임 와이어로프	16
워링톤 시일형 26본선 6꼬임 와이어로프	16
워링톤 시일형 31본선 6꼬임 와이어로프	16

- 드럼 홈의 반지름은 로프 공칭직경의 0.525배 이상
  (크레인 제작 및 안전기준 15)

- 드럼 홈의 깊이는 로프 공칭직경의 0.28배(단, 1열 감기는 0.33배) 이상
  (크레인 제작 및 안전기준 15)

- 드럼 홈의 피치는 1열 감기의 경우 로프 공칭직경의 1.1배 또는 공칭직경 +2mm중 큰 값 이상 (크레인 제작 및 안전기준 15)

- 드럼에 홈이 있는 경우 FLEET각도는 4도 이내
  (크레인 제작기준법 제19조, 승강기 검사 기준 9.4.4)

- 와이어로프의 안전율은 5이상이어야 하며 달기구의 위치가 가장 아래쪽에 위치할 때 드럼에 2회 이상 감기는 여유가 있어야함(크레인 제작기준법 제22조)

○ 브레이크

- 브레이크는 하중 보호지지용으로 설치하며 하중을 안전하게 지상에 내려놓을 수 있도록 해야하고 절대로 자연 낙하하지 않도록 해야함

- 전원차단 시 배터리의 낙하방지를 위한 안전장치로써 제동토크 값은 QCM로봇에 정격하중에 상당하는 하중을 걸고 권상 시 권상 토크 값의 1.5배 이상 (크레인 제작기준법 제16조)

○ 급유장치

- 전동기 및 회전부에 사용하는 베어링은 그리스 윤활을 해주어야 함

(다) Battery Clamp Unit

① 구성 및 사양

○ BASE PLATE : 1500x2060x121.5

○ GEARED MOTOR : S9I200GS-ECE (SPG)

○ GEAR : HELICAL GEAR, WORM GEAR, SCREW GEAR

○ CLAMP BLOCK

○ SENSOR : PRDW12-4DN

○ SHAFT

② 제작 기준

○ Battery를 잡고 있는 상태에서 전원 차단 시 Clamp가 풀리지 않게 유지할 수 있는 안전장치가 설치되어야함

○ Battery를 잡는 Clamp는 Battery 하중을 견딜 수 있도록 전단응력이 허용전단응력 미만

○ Clamp Block과 Battery가 닿는 4군데의 Clamp 지점은 수평이 일정해야함

○ 모터는 브레이크 기능을 갖춘 사양으로 선정

○ Shaft, Pin 등의 제품은 충분한 강성을 가져야 함

○ Clamp의 종방향 최대 하중은 배터리 무게의 7배 이상

(라) Auto Gate Unit

① 구성 및 사양

○ SIDE FRAME : 100x230x5550

○ DOOR PANNEL : 55x2350x2560

○ SHAFT : ø30x2510

○ TIMING BELT : S8M40400

○ HYPONIC DRIVE : 0.4KW x 4P x 1/20

○ GUIDE ROLLER

○ GUIDE RAIL

② 제작 기준

○ Door Pannel은 작업자가 보수나 점검 시 Pannel 위에서 작업이 가능하도록 하중을 견딜 수 있는 견고한 구조이어야함

○ 벨트의 장착으로 인한 파손 방지, 적절한 장력 유지를 위해 조건에 맞는 텐션 장치가 설치되어야함

(마) Hoist Guide Unit

① 구성 및 사양

○ GUIDE PLATE : 12t x 1130L

○ PIN : ø20 x 185L

○ SPRING : SU43 x 50, SU43 x 100

○ BUSH : MB3030DU

○ LOCK WASHER : AW04

○ LOCK NUT : AN04

○ BEARING

② 제작 기준

○ Guide Plate에 연결되어 있는 Pin은 Battery 하중을 견딜 수 있도록 허용전단응력 이하

○ Guide Plate의 인장하중은 하중을 견딜 수 있도록 허용인장하중 이하

○ Spring은 안전율을 고려하여 최대 사용응력이 허용응력의 80% 이하

(바) Control Part

① 구성 및 사양

○ CONTROL PANEL

○ PLC MODULE : RSX20CP1484-1

○ MOTOR DRIVE : RD8V1180.001-2

○ AIRCON : SMA 2000

○ POWER SUPPLY : CP M SNT 120W 24V 5A

○ MCCB : EZC100F 3100 (100A)

○ EOCR : EOCR-SS5

② 제작 기준

○ 송신기의 최소 보호등급은 옥내용인 경우 IP43, 옥외용인 경우 IP55 이상
(크레인 제작 및 안전기준 34)

○ 전기장치 외함접지는 접지단자를 이용하여 설치 (크레인 제작 및 안전기준 56)
- 400볼트 미만일 때 100옴 이하
- 400볼트 이상일 때 10옴 이하

○ 과전류 보호용으로 차단기 또는 퓨즈를 설치 시 차단용량은 해당 전동기 등의 정격전류에 대하여 차단기는 250%, 퓨즈는 300%이하 (크레인 제작 및 안전기준 61)

(사) QTP

① 구성 및 사양

○ BASE FRAME : 2095x1480 (A6061)

○ BASE CORN : ø80

○ SENSOR : PRDW12-4DN, PRDWL12-8DN

○ 방진구 : GSF4-400

○ GUIDE ROLLER : CAM FOLLOWER(CF20UU)

○ LM GUIDE : HSR20RSSC1+180L

○ SCREW JACK : TP183-5-MBD-TF-BM60L

○ SPRING : TORSION SPRING

② 제작 기준

○ Base Frame은 배터리 하중을 충분히 견딜 수 있도록 설계가 되어야 함

○ QCM 시스템의 배터리 안착 시 정위치를 안내해주도록 Base Frame 4면에 롤러방식을 채택하였고 접촉 시 파손 및 긁힘이 발생하지 않도록 해야 함

○ 배터리 충전 연결부는 반복 사용 시 발생되는 손상 등을 고려하고 부식이 발생하여서는 안됨

○ 배터리가 안착되어 Clamp를 닫고 움직였을 때 흔들림이나 유격이 없어야 함

○ 커넥터 장치와 배터리가 결합 시 정확히 체결되어 충전에 문제가 없어야 함

○ 버스의 안전한 운용을 위하여 차량에서 발생하는 진동과 배터리 체결 시 발생하게 되는 충격에 대한 보호 등을 고려하여 설계되어야 함

(5) 장비 설치

○ 장비설치 전 사전 현장조건

<표 3.9> 현장조건

순	분야	필요사항	비고
1	건축	지붕을 제외한 건축분야 업무 완료 - 지붕 설치 전 장비 반입	
2	전기	설치 후 시운전 시 필요한 전력 대기	
3	환경	눈, 비 등을 고려하여 스케줄 조정 - 눈, 비 등을 피해 설치	

○ 세부 시공 계획

<표 3.10> 시공계획

순	공정명	세부내용	사용장비 및 인력
1	장비 이동	제작사 → 현장 운반	25톤 화물 트럭 1대
2	장비 하역	설치 순서에 맞춘 장비 하역	카고 크레인 1대
3	안착 및 레벨링	X축 → Y축 → QTP → 자동도어 장치 → QCM 통합제어장치 순으로 설치 및 레벨링 작업진행	카고 크레인 1대
4	기구부 조립	X축과 Y축 조립 시행 X축과 QTP 조립 자동도어장치 조립 QCM 통합제어장치 조립	볼트 체결 (인력)
5	전기부 조립	각 구성부 전원선 결선	볼트 및 전선 체결 (인력)
6	설치 검사	각 설치부 최종검사 시행	
7	시운전 검사	무부하 시운전 진행	
8	설치 완료	감리 입회 설치검사 진행	

○ 건축공사의 상부 지붕 설치 전 로봇시스템 현장 반입

- 배터리 교환 스테이션 건축공사 중 건축사는 지붕 설치 전 로봇시스템 제작사와 협의하여 로봇시스템 반입일정을 조율
- 현장 여건에 따라 알맞은 장비를 사용하여 반입

○ 카 크레인을 이용하여 로봇시스템의 메인 프레임 상부에서 설치 위치로 반입

- 로봇시스템을 스테이션 상부 지붕위로 올리기 위해서 카 크레인을 이용하여 상부 진입
- 이때 로봇시스템의 무게를 정확히 인지하고 카 크레인의 인장 길이에 따른 허용하중을 검토

○ 카 크레인을 이용하여 로봇시스템의 메인 프레임 상부에서 설치 위치로 반입

- 카 크레인을 이용하여 프레임을 시작으로 로봇시스템 ASS'Y 단위로 반입
- 프레임의 경우 스테이션 내 반입 후 바로 H빔과 체결하여 다른 구성품이 프레임 위로 안착 시 안전하게 착지할 수 있도록 함

○ 각 구성부 조립 및 레벨링 작업

- 메인 프레임의 경우 H빔 상면 위 안착 후 레벨링 작업을 진행
- 메인 프레임 상부에 호이스트를 안착하고 LM 가이드 상면 위에 제대로 안착이 되었는지 확인
- AUTO GATE ASS'Y의 경우 설치 시 낙하사고가 발생 될 우려가 있으므로 안전에 주의
- CONTROL PANNEL의 경우 1층 스테이션 지정위치에 설치하여야 하며 각 종 배선이 로봇시스템과 체결이 정확하게 될 수 있도록 배선별 마킹

○ 연결부 체결 및 포장 해체

- 각 구성부의 연결부를 체결하고 조임상태에 대한 확인을 위해 마킹을 하여 풀림상태를 확인

○ 각 종 배선 연결 작업

- 배선은 로봇시스템이 구동 시 간섭을 받지 않도록 하여야 하며 외부로 노출되지 않도록 덕트 또는 트레이를 활용하여 정리
- 각 배선은 넘버링을 통하여 구성별 체결 위치를 정확하게 하여야 함

○ 메인 전원선 연결 및 전원 연결 확인

- 각 구성부 설치 및 배선 연결 후 메인전원을 연결
- 메인전원을 연결할 때는 스테이션 내 작업자가 모두 안전위치로 이동 후 전원을 연결
- 전원 연결 후 CONTROL PANNEL의 전원 상태를 확인하고 각 구성부의 릴레이 및 단자로 통전상태를 확인

바. 유지보수

○ 일상검사

<표 3.11> 일상검사

점검항목	점검요소	점검방법	조치
먼지	와이퍼 롤러 GUIDE WAYS 에어필터 사진센서	육안 검사	청소
손상	페인트 손상 주조부품의 균열 용접솔기의 균열	육안 검사	손상을 발견하는 즉시 해결
풀린 구성요소	볼트 너트 연결장치	렌치 스패너	조임 정렬 후 고정

○ 주기검사

<표 3.12> 주기검사

점검요소	점검방법	점검주기	조치
WIRE ROPE	· 육안 검사(ROPE) - 터짐 및 찍힘	6개월	· WIRE ROPE 교체
WIRE ROPE DRUM	· 육안 검사(DRUM) - 비정상적인 마모	6개월	· WIRE ROPE DRUM 교체
WIRE ROPE DRUM GUIDE ROLLER & SHEAVE	· 육안 검사 (ROLLER&SHEAVE) - 비정상적인 마모 - 균열 및 파손 · 청각검사 - 이상소음	6개월	· GUIDE ROLLER & SHEAVE 교체
WIRE ROPE DRUM REDUCER	· 육안 검사(REDUCER) - 오일누유 -오일 잔량 확인 · 청각검사 - 이상소음	6개월	· REDUCER 교체 · 오일 보충
BATTERY FIXING CLAMP ASS'Y	· 육안 검사(CLAMP TIP) - 비정상적인 마모 - 균열 및 파손	3개월	· CLAMP TIP 교체

BATTERY FIXING GUIDE ASS'Y	· 육안 검사 (BEARING&GUIDE) – 비정상적인 마모 – 균열 및 파손 · 청각검사 – 이상소음	3개월	· BEARING & GUIDE 교체
RACK GEAR & WORM GEAR	· 육안 검사 (RACK&WORM GEAR) – 비정상적인 마모 – 균열 및 파손	6개월	· BACK LASH 조정 · 교체
BEARING UNIT	· 육안 검사(외부 FLANGE) – 균열 및 파손 · 청각검사 – 이상소음	6개월	· BEARING UNIT 교체
GUIDE RAIL	· 육안 검사 (RAIL BLOCK) – 파손(GUIDE RAIL) – 찍힘 및 이물질 · 청각검사 – 이상소음	6개월	· RAIL BLOCK 교체 · RAIL 주기적 청소 · GUIDE RAIL 교체
CABLEVEYOR & CABLE	· 육안 검사(CABLEVEYOR) – 파손, 뒤틀림(CABLE) · CABLEVEYOR 정렬위치 – 찍힘 및 피복상태	6개월	· CABLEVEYOR 교체 · CABLE 교체
GREASE LUBRICATOR	· 육안 검사 (GREASE CARTRIDGE) – 잔량 확인	3~6개월 (설정급유 시간)	· GREASE CARTRIDGE 교체

○ 2년 주기검사

<표 3.13> 2년 주기검사

점검항목	점검요소	점검방법	조치
확인	컨트롤러 내부 데이터 백업 전지 잔여량 확인	통합운영센터 문의	교환

(6) 시험 및 검사

○ 단위시험

- 로봇시스템 장비 설치가 모두 완료되고 케이블의 결선이 모두 완료되면 각 장비별 시험 및 전산기와 연결하여 모든 기능 전반에 대한 종합시험을 해야 함. 아래의 표와 같이 체크리스트를 활용하여 단위시험을 진행함

<표 3.14> CHECK LIST(단독시험/설치검사)

공 사 명				DATE	2017. . .
기 기 명	로봇시스템	ITEM NO.		형 식	로봇

시 험 내 용		점 검 기 준	점 검 방 법	점검결과	비 고
주행 FRAME (X, Y축)	레벨링	레벨링 상태 확인	수평계		
	외관	체결상태 확인	육안 확인		
		외관의 찍힘, 도장 벗겨짐 상태 확인	육안 확인		
HOIST UNIT	외관	외관의 찍힘, 도장 벗겨짐 상태 확인	육안 확인		
		청결상태 확인, 체결상태 확인	육안 확인		
		와이어 꼬임, 찍힘 상태 확인	육안 확인		
장력이상감지 ASSY'	외관	체결상태 확인	육안 확인		
		외관의 찍힘, 도장 벗겨짐 상태 확인	육안 확인		
BATTERY CLAMP UNIT	외관	클램프 체결상태 확인	육안 확인		
		외관의 찍힘, 도장 벗겨짐 상태 확인	육안 확인		
AUTO GATE ASSY'	외관	체결상태 확인	육안 확인		
		외관의 찍힘, 도장 벗겨짐 상태 확인	육안 확인		
CONTROL PART	외관	체결상태 확인	육안 확인		
		외관의 찍힘, 도장 벗겨짐 상태 확인	육안 확인		
QTP	외관	체결상태 확인	육안 확인		
		외관의 찍힘, 도장 벗겨짐 상태 확인	육안 확인		
비전	외관	체결상태 확인	육안 확인		
		외관의 찍힘, 도장 벗겨짐 상태 확인	육안 확인		

☞COMMENT	구 분	소 속	직책	성명	날인
	시운전팀				
	시 공 사				
	감 리 단				

○ 종합시험

- 로봇시스템의 구성품을 체결 완료하고 단위시험이 끝난 상태에서 무/부하 시운전을 진행함. 종합시험은 버스 상부 배터리를 교환하는 로봇시스템의 요구 성능을 만족하도록 제작하여야 하며 아래의 표와 같이 체크리스트를 활용하여 종합시험을 진행함

<표 3.15> CHECK LIST(종합시험/무부하시운전)

공 사 명				DATE	2017. . .
기 기 명	로봇시스템	ITEM NO.		형 식	로봇

시 험 내 용		점 검 기 준	점 검 방 법	점검결과	비 고
운전준비	절연 저항	동력 및 절연저항 측정	절연저항계 측정		
	구성부 설치상태	각 구성부 설치상태 확인	육안 확인		
	외관	외관의 찍힘, 도장 벗겨짐 상태 확인	육안 확인		
		청결상태 확인, 도어 문 작동 상태	육안, 수동조작 확인		
	배선, 배관	배선, 배관 설치상태 확인	육안 확인		
	통전	전기 인입 상태 확인	육안 확인		
운전확인	동작상태	HOIST의 지령 위치 이동 확인	육안 확인		
		와이어 상승 하강 이동 확인	육안 확인		
		장력측정장치 동작 확인	육안 확인		
		센서 동작 인식	육안 확인		
		클램프 동작 확인	육안 확인		
	소음 상태	이상음 및 간섭에 의한 소음 확인	육안 확인		
	전기	모터 절연상태 및 전류 확인	테스터기		
성능확인	인터록	배터리를 체결하지 않은 상태에서 인터록 기능이 정상 작동하는가?	육안확인		
	자 동 운 전	S/W에 의한 자동운전이 원활하게 작동하는가?	육안 확인		

☞COMMENT	구 분	소 속	직책	성명	날인
	시운전팀				
	시 공 사				
	감 리 단				

<표 3.16> CHECK LIST(종합시험/부하시운전)

공 사 명				DATE	2017. . .
기 기 명	로봇시스템	ITEM NO.		형 식	로봇

시 험 내 용		점 검 기 준	점 검 방 법	점검결과	비 고
준비	절연 저항	동력 및 절연저항 측정	절연저항계 측정		
	구성부 설치상태	각 구성부 설치상태 확인	육안 확인		
운전확인	동작상태	HOIST의 지령 위치 이동 확인	육안 확인		
		와이어 상승 하강 이동 확인	육안 확인		
		장력측정장치 동작 확인	육안 확인		
		센서 동작 인식	육안 확인		
		클램프 동작 확인	육안 확인		
	소음 상태	이상음 및 간섭에 의한 소음 확인	육안 확인		
	전기	모터 절연상태 및 전류 확인	테스터기		
성능확인	인터록	배터리를 체결한 상태에서 인터록 기능이 정상 작동하는가?	육안 확인		
	자 동 운 전	S/W에 의한 자동운전이 원활하게 작동하는가?	육안 확인		
	차량 진입	차량 진입 시 AUTO GATE의 동작이 원활하게 작동하는가?	육안 확인		
	배터리이송	스테이션 내 배터리 이동이 원활하게 동작하는가?	육안 확인		
	배터리 교체	배터리교체 시 원활하게 동작하는가?	육안 확인		

☞COMMENT	구 분	소 속	직책	성명	날인
	시운전팀				
	시 공 사				
	감 리 단				

○ 종합시운전

- 로봇시스템의 종합 시운전은 감리 또는 발주처 입회하에 실차량(전기버스)를 포함한 구성품에 대한 종합 시운전을 진행함

<표 3.17> CHECK LIST(종합시운전/부하시운전)

공 사 명	포항시 전기버스 배터리 리스사업 BSS구축공사			DATE	2017. . .
기 기 명	로봇시스템	ITEM NO.		형 식	로봇

시 험 내 용		점 검 기 준	점 검 방 법	점검결과	비 고
성 능 확 인	인터록	배터리를 체결한 상태에서 인터록 기능이 정상 작동하는가?	육안 확인		
	자 동 운 전	S/W에 의한 자동운전이 원활하게 작동하는가?	육안 확인		
	차량 진입	차량 진입 시 AUTO GATE의 동작이 원활하게 작동하는가?	육안 확인		
		전기버스 진입 시 상호 통신이 원활하게 동작하는가?	육안 확인		
	배터리이송	스테이션 내 배터리 이동이 원활하게 동작하는가?	육안 확인		
	배터리 교체	배터리교체 시 원활하게 동작하는가?	육안 확인		
	전기버스 출차 시	출차 시 신호에 의한 AUTO GATE의 동작이 원활하게 이뤄 지는가?	육안 확인		
	출차 후	출차 후 방전 또는 소모된 배터리가 QTP 스테이션으로 안착되어 충전이 이루어 지는가?	육안 확인		

☞COMMENT	구 분	소 속	직책	성명	날인
	시운전팀				
	시 공 사				
	감 리 단				

<표 3.18> CHECK LIST(종합시운전/장비별 운영시험)

공 사 명				DATE	2017. . .
기 기 명	로봇시스템	ITEM NO.		형 식	로봇

시 험 내 용		점 검 기 준	점 검 방 법	점검결과	비 고
주행 FRAME (X, Y축)	동작상태	X축 프레임 주행성능 검사	육안 확인		
		Y축 프레임 주행성능 검사	육안 확인		
		동시 동작 검사	육안 확인		
HOIST UNIT	동작상태	Z축 호이스트 상승 ■ 하강 동작 검사	육안 확인		
		상승 ■ 하강 동작 좌우 편차 검사	육안 확인		
장력이상감지 ASSY'	동작상태	각 와이어별 하중 상태 검사	육안 확인		
		하중 표시 상태 및 알람 현시 검사	육안 확인		
BATTERY CLAMP UNIT	동작상태	배터리와 클램프의 체결상태 검사	육안 확인		
		클램프 반복 동작 오류 검사	육안 확인		
AUTO GATE ASSY'	동작상태	버스 신호에 따른 동작 검사	육안 확인		
		실린더 상태 검사	육안 확인		
CONTROL PART	동작상태	신호에 따른 동작 상태 확인	육안 확인		
		자동 운전 시 원할 하게 동작하는지 확인	육안 확인		
QTP	동작상태	배터리와 체결 시 충전 여부 확인	육안 확인		
		배터리와 탈착 시 단전 여부 확인	육안 확인		
비전	동작상태	배터리 자동 인식 여부 확인	육안 확인		
		인식 후 호이스트 이동 여부 확인	육안 확인		

☞COMMENT	구 분	소 속	직책	성명	날인
	시운전팀				
	시 공 사				
	감 리 단				

1-3. 배터리 교환형 전기버스용 배터리 팩

가. 제작 일반사항

(1) 시스템 개요

○ "포항시 전기버스 배터리 리스사업"의 배터리 교환형 전기버스용 배터리 팩

(2) 적용 범위

○ 본 사양서는 “포항시 전기버스 배터리 리스사업”에 적용되는 전기버스에 탑재되는 배터리 팩에 관하여 적용 함

(3) 적용

○ 시방서와 표준 규격서의 내용이 서로 상이할 때에는 시방서가 우선함

○ 시방서와 도면의 내용이 상이한 경우에도 시방서가 우선함

○ 설계 도서의 내용이 서로 상이하거나 누락, 오기 되었을 경우 또는 의문이 있을 경우에는 감독원의 지시에 따라야 함

(4) 이외에 대한 해석

○ 본 보고서에 기술되지 않은 사항 또는 불명확하다고 생각되는 사항은 발주자의 해석 및 의견을 계약자는 사전 확인하여야 하며, 계약 후에는 발주자의 해석에 따라야 함

(5) 설계 반경

○ 도면과 사양서의 내용이 상이하거나 명기가 없는 등의 의문이 제기 되었을 경우 감독원과 협의 후 감독원의 지시에 따라야 함

(6) 단위

○ 치수, 용적, 용량 및 기타 수준은 미터법으로 함

○ 길이는 mm로 함을 원칙으로 함

(7) 보증기간 및 내용

품목	구분	보증 내용
배터리 교환형 전기버스용 배터리 팩	보증기간	판매일로부터 2년
	보증내용	주행거리 100,000Km

(8) 보증 제외 사항

○ 보증기간 이내일지라도 다음사항에 해당하는 경우에는 보증 제외

○ 차량의 충돌 또는 여타의 외부 충격에 의한 배터리 충격

○ 허용범위를 초과한 비정상적 충전 또는 외부의 전기적 충격에 의한 배터리 손상, 규정되지 않은 충전 소켓 및 케이블 사용

○ 규정된 용도(전기차량구동)이외의 부적절한 사용 또는 사용한도를 초과하는 혹사(가혹주행, 과적제, 승용정원초과 등)에 기인한 고장

○ 천재지변으로 인한 고장

○ 기타 소비자 과실 및 부주의로 인한 고장 발생 (차량 파손, 침수 또는 임의의 개조/분해/변경, 세제를 이용한 청소, 화학약품 등에 의한 손상, 부적절한 도구를 사용한 충방전, 기타 소비자의 부적절한 조작 등)

○ 장기간 방치 또는 관리 부주의로 인한 배터리 방전 (참고 : 장기간 미 운행시 메인 전원 차단 要 (차단 방법은 제작사 문의)

○ 제작사 또는 제작사가 지정한 전문 서비스 협력사 이외의 사람 및 단체에 의해 개조되거나 변경되어 발생되는 제품의 손상

○ 기타 비 정상적인 설치 및 사용에 해당하는 경우

(9) 배터리 팩의 위치

○ BSS 내 QTP당 1대 (BSS내 QTP가 10기 인 경우 배터리 팩은 10대)

○ 운행 전기버스 당 2대 탑재

(10) 제작 및 납품

○ 본 제품의 제작 납품 기간은 발주자의 요구일을 기준 함

○ 본 제품 제작 납품은 사양서에 준함

(11) 수송 및 포장

○ 배터리 팩의 수송은 전체를 조립한 완제품 상태에서 MSD만 제거하여 수송함

○ 흡습이 예상되는 경우 습기가 침투 하지 못하도록 조치 후 수송함

○ 현장에서 배터리 팩의 상태 점검 후 MSD를 결합함

(12) 검수

○ 공급자는 시공함에 있어 작업 한계가 시방서상에 표기되지 않은 부분이나 상이한 경우의 판정은 감독원이 판정함을 원칙으로 함

○ 납품된 배터리 팩은 유관검사, BSS에 탑재하여 충전테스트, 전기버스에 탑재하여 방전 테스트를 진행함

(13) 준공

○ 공급자는 준공에 지장이 없도록 납기에 충실을 기 함

○ 공급자는 각 준공서류 제출 15일 이전에 각 준공도면을 제출하여 준공 검사 차질이 없도록 하고 건축물 준공 시는 준공도면 3부, 장비의 유지보수 관리에 대한 취급 및 조작 설명서 등을 감독원에게 제출함

○ 준공 관련 제출 서류

- 준공 도면(제품도면), 시방서
- 운전 및 유지 보수 지침서

(14) 교육 및 시운전

○ 계약자는 본 시스템에 대하여 유지보수 및 운영요원의 자질 향상을 위하여 소정의 교육과정을 마련하여 시스템을 충분히 숙지한 자에 의거, 교육을 실시함

○ 계약자는 납품완료 후 배터리 팩 전반에 대하여 테스트를 시행하고 그 결과를 감독원에게 보고서로 제출함

(15) 하자 보증

○ 계약자는 계약에 의거 공급되는 배터리 팩의 성능에 대하여 납품일로부터 2년, 주행거리 100,000km 내에 발생하는 하자에 대하여 공급자 부담으로 보수함

○ 하자보증 기간이 지난 후에는 실비로 보상하는 조건으로 보수함

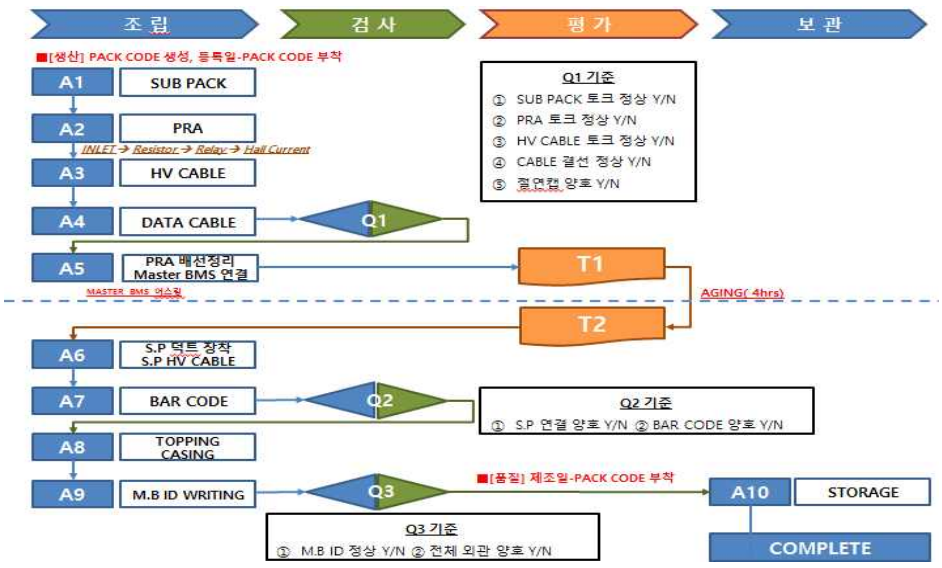
나. 제작 특기사항

(1) 정의

○ 배터리 교환형 전기버스용 배터리 팩은 전기를 에너지원으로 사용하는 EV(Electric Vehicle)의 동력 에너지원(전기)을 저장 및 공급하는 시스템임

(2) 제조 공정

(가) 배터리 팩 제조 공정



(나) 배터리 팩 제조 검사

○ 준비검사

No	검사 항목	검사 항목	판정 기준	검사 방식	검사 설비
1	준비 검사	■ 작업지도서 비치 여부	■ 해당모델과 일치 여부 확인	육안	육안
		■ 치공구 비치여부	■ 해당공정에 비치된 치공구와 작업 지도서 일치 여부 확인.		
		■ 작업환경 여부	■ 현장 내 온 습도, 정리 정돈, 작업자 복장 및 착용상태 확인 ■ 케이스 내 이물 및 스크래치 발생 여부		
		■ PACK CODE 생성 등록일 -PACK CODE 부착	■ PACK BAR CODE 부착 확인		

○ 제조검사 기준

	공정		판정 기준	검사 방식	설비
1	Q1	■ A1 Sub Pack 조립	■ Pack Case내 이물여부 확인 ■ 전동드릴 토르크 값 확인 - 전동드릴 토르크 값 눈금 확인 ■ Bracket 장착 Bracket 토르크 값 30kgf 이상 ■ Sub Pack안착 토르크 측정치 - (압력 값) 확인 - 토르크 값 : 30kgf 이상 ■ 볼트 너트 외관 확인 - 볼트 너트의 마모여부 확인 ■ Sub pack, Slave-BMS 바코드 확인 - Sub pack, Slave-BMS B'D와 BARCODE일련번호 일치 여부 확인	전수	육안 토크렌즈 바코드기
		■ A2 PRA부품조립	■ INLET BAR CODE 부착 - INLET 확인 날짜 ■ 부품배치도 확인 - 작업지도서 상의 부품과 배치도 일치 여부 - 도면상의 결선도 확인 - 전동드릴 토르크 값 확인 - INLET : 50 kgf 이상 - Resistor : 20 kgf 이상 - Relay : 20 kgf 이상- - Hall Current : 20 kgf 이상 - MSD : 20kgf 이상 , 30kgf 이상		육안 토크렌즈
		■ A3 HV CABLE 조립	■ 고전압케이블상태 - Sub Pack 25SQ, 50SQ H/V Cable 체결 시 연결 상태 및 방향 확인, 절연 캡 부착 확인 ■ 통신 Cable과 16P 22P 26P Master Cable 체결 상태 확인 ■ 고전압케이블 외관 - 녹 변색 등이 없을 것 ■ Sub pack 가체결 25SQ HV CABLE 토르크 값 (압력 값) 확인 - 토크르 값 : 20kgf 이상		육안 토크렌즈
		■ A4 DATA CABLE	■ 통신케이블 상태 - Slave BMS B'D 케이블 체결 시 연결상태 및 방향 확인. - Slave BMS B'D 케이블 체결 시 PIN 함몰, 녹, 변색여부 확인. ■ Sub Pack 통신 케이블 확인 - Sub Pack 통신 케이블 연결 확인		육안
	Q2	■ A5 PRA/Master BMS	■ Master BMS 안착상태 - Master BMS B'D와 CABLE 체결 일치 여부 확인 ■ Master BMS Bar Code 부착		육안 바코드기
		■ A6 S.P HV CABLE	■ Sub Pack HV CABLE 확인 - 토르크 값 : 30 kgf - (+)(-) 방향 확인 ■ S.P 통신선 연결 체결상태 확인		육안 토크렌즈
	Q3	■ A8 TOPPING CASING	■ 볼트 토르크 값 확인 -토르크 값 : 30 kgf ■ 주의사항 부착 확인 ■ 외관 최종 확인		육안 토크렌즈

○ 배터리 팩 시험평가 기준

성능평가 결과					
공정명	시험항목		판정기준	평가자	결과
	대분류	중분류			
T1 공정	입고상태 확인	CAN 통신 확인	CAN 프로토콜 범위 내에 있을 것		
		절연저항 확인	전원단 절연저항 측정 시 50MΩ 이상		
		셀간 전압편차	20mV 이내		
		서브팩 FPCB 상태확인	FPCB 유동시 변동없을 것		
		CAN ID별 동작확인	프로토콜 사양		
	정확도 검증	셀전압 정확도	± 15mV		
		팩전압 정확도	± 5V		
		온도 정확도	± 5℃		
		전류 정확도	± 1 A @ 0~ 75 A ±4A@75~500A		
	용량관련	충전용량/방전용량	제조사에서 제공한 사양에 만족할 것		
		충전특성	충전 최대전류 (2C-Rate) 로 CCCV 모드 충전 개시 후 CV 모드까지 셀 과충전이 없을 것		
	과전압 차단확인	과충전 차단	Warning & Protection 사양 내에서 차단		
		과방전 차단	Warning & Protection 사양 내에서 차단		
T2 공정	에이징후 상태확인	팩/셀 전압강하 확인	시험 후 (OCV 기준) 전압강하 없을 것		
		CAN 통신 확인	CAN 통신 항목 범위 내에 있을 것		
	최종상태 확인	팩정보 확인	해당 팩 정보 (팩ID) 가 CAN통신의 정보와 동일할 것		
		CAN 통신 확인	CAN 통신 항목 범위 내에 있을 것		

① 팩 전압 정확도 시험 방법

- 기준장비와 BMS에서 받은 팩전압 데이터를 SOC100%, 65%, 5%이하의 전압구간에서 OCV값을 측정 비교
- 판정기준 : 허용오차 ±5V 이내에서 동작할 것

② 팩 전류 정확도 시험 방법

- 충방전 장비에서 충전 10~140A, 방전 10~140A 를 10초 주기로 10A 단위로 증가시키면서 기준장비와 BMS에서 받은 팩 또는 로컬팩 전류 데이터를 비교
- 판정기준 : 허용오차 ± 1A(0~75A), ± 4A(75~500A) 이내에서 동작 할 것

③ Cell 전압 정확도 시험 방법

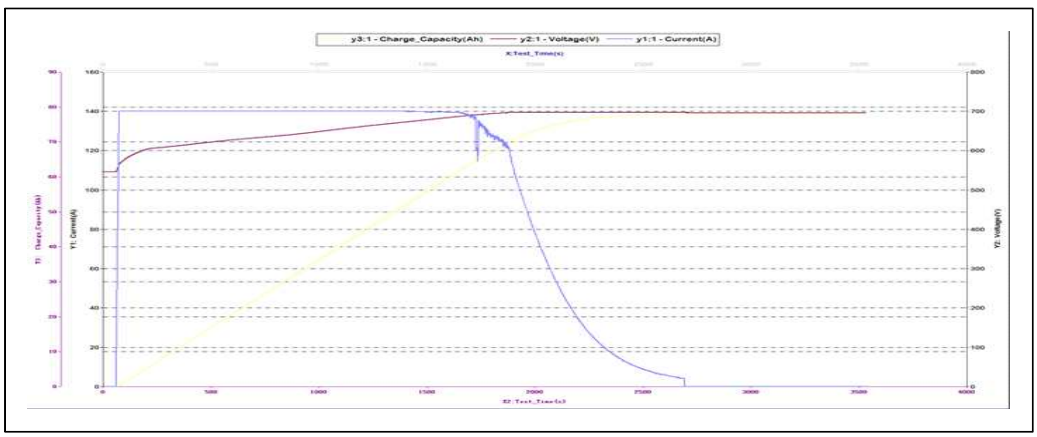
- O.C.V 상태에서 기준장비와 BMS에서 받은 셀전압 데이터를 비교
- 판정기준 : ± 15mV 이내에 동작할 것

④ 온도 정확도 시험 방법

- 상온 (25 ±3℃) 에서 기준장비와 BMS에서 받은 온도 데이터를 비교
- 판정기준 : 허용오차 ± 5℃ 이내 동작할 것

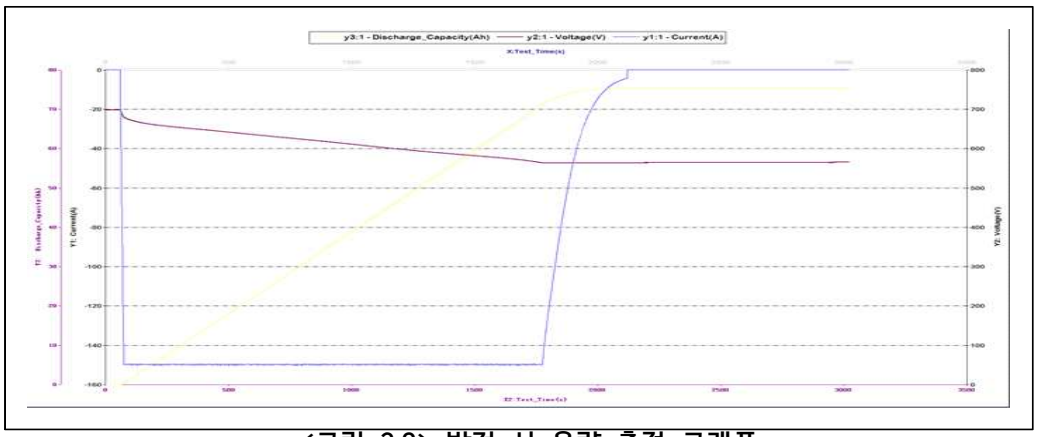
⑤ 충전용량 확인

- 충전전류 : 40A (0.5C-Rate)
- 충전모드 : CCCV 모드
- CV 임계전압 : 697.2 V(셀당 4.15V 기준)
- CV 종료전류 : 4A (1/20 C-Rate)
- 휴지시간 : 1시간
- 시험온도 : 상온 (20~25℃)
- 판정기준 : 제조사 사양 기준 만족



<그림 3.7> 충전 시 용량 측정 그래프

⑥ 방전용량 확인
- 방전전류 : 40A (0.5C-Rate)
- 방전모드 : CC 모드
- 휴지시간 : 1시간
- 시험온도 : 상온 (20~25℃)
- 판정기준 : 제조사 사양 기준 만족



<그림 3.8> 방전 시 용량 측정 그래프

⑦ 과전압 차단 시험방법
- 과충전 및 과방전 차단 확인
- 판정기준 : Warning & Protection 사양 내에서 차단 확인

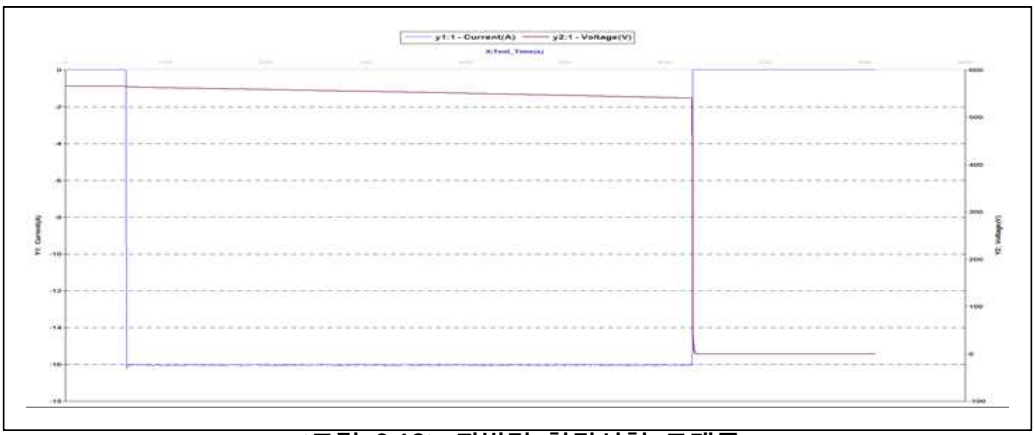
<표 3.19> Warning & Protection 사양

Protection Level		Warn1				Warn2			
Action		C-Rate Limit 제한				C-Rate Limt 감소 (0.1C per sec)			
	Acronym	Detect	Release	Delay (Sec)	Action	Detect	Release	Delay (Sec)	Action
Cell Voltage(CV) [Unit:V]	OCV	4.15	4.1	6		4.18		6	0C
	UCV	3.4	3.45	6		3.18		6	0C 10초후 차단
Pack Voltage(PV) [Unit:V]	OPV	697.2	688.8	6		702.24		6	0C
	UPV	571.2	579.6	6		534.24		6	0C 10초후 차단
Pack Current(PC) [Unit:A]	OPC	160	158	0.5		180		5	0C

{OnCharger//OnEBus}	UPC	-400	-390	0.5		-410		0.5	0C
Cell Temperature (CT)[Unit:℃] {OnCharger//OnEBus}	OCT	53	48	10	0.5C	59		10	0C
	UCT	0 // -17	5 // -12	10	N/A // 0.5C	-5 // -19		10	0C
State Of Charge(SOC) [Unit:%]	USOC	15	16	6	1C	—		—	
Can Error with Slave-BMS (CES)[Unit:]	OCES	2 (ReqMsg)	2	5		—		—	
Ground Fault(GF) [Unit:MΩ]	UGF	—	—	—		1		1	0C 10 초후 차단



<그림 3.9> 과충전 차단시험 그래프



<그림 3.10> 과방전 차단시험 그래프

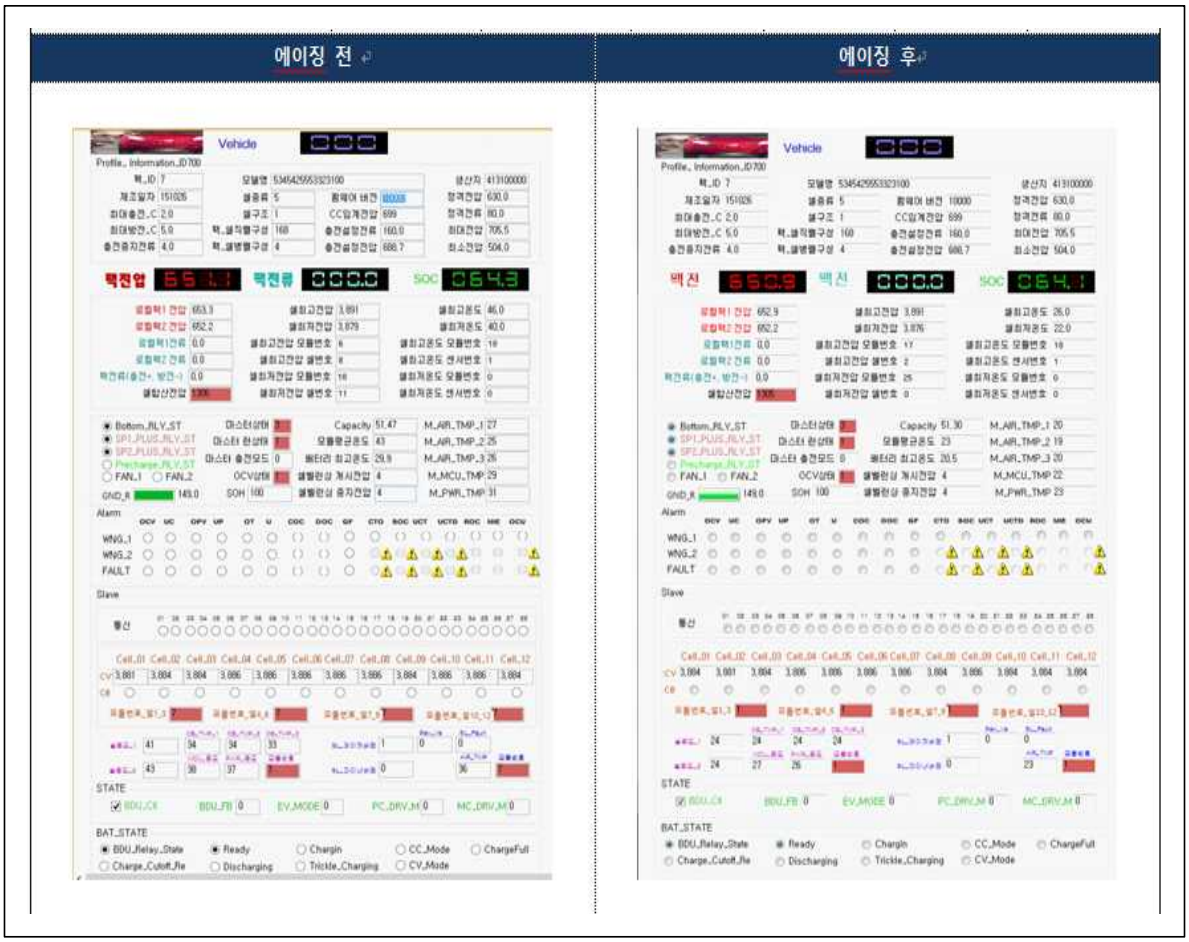
⑧ 에이징(Aging) 후 확인

- O. C. V 전압 강하 확인

- 판정기준 : 전압강하 없을 것

- CAN ID별 동작 확인

- 판정기준 : CAN통신 항목 범위 내 있을 것



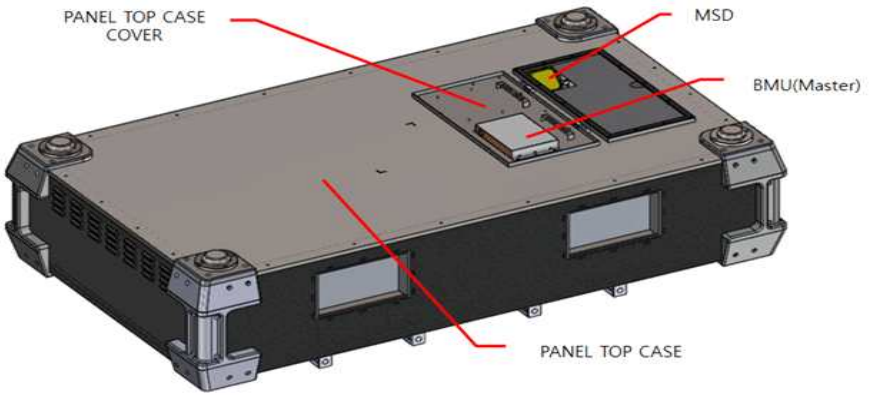
<그림 3.11> 에이징 전 후 전압 확인

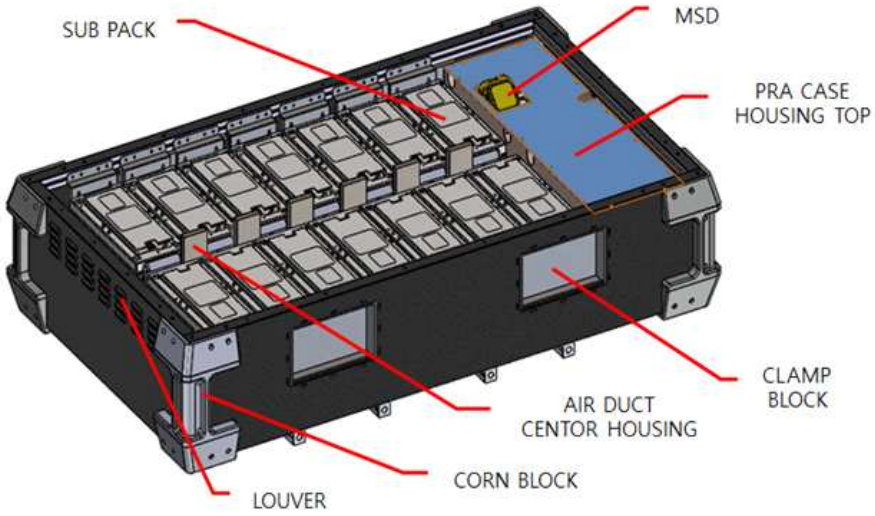
CAN ID 별 동작 확인 (T2)	0x141802xx		0x141803xx		0x141804xx		0x141805xx		0x141806xx		0x141807xx		0x141808xx	
	통신 유무	PASS	통신 유무	PASS	통신 유무	PASS	통신 유무	PASS	통신 유무	PASS	통신 유무	PASS	통신 유무	PASS
	RC 레인지 대비 SOC상태 확인		셀간 전압편차 확인		온도상태 확인		그라운드 끝트 상태확인		전류영점 및 로컬팩 ↔ 팩전압비교		ID별 릴레이 동작		알람상태 확인	

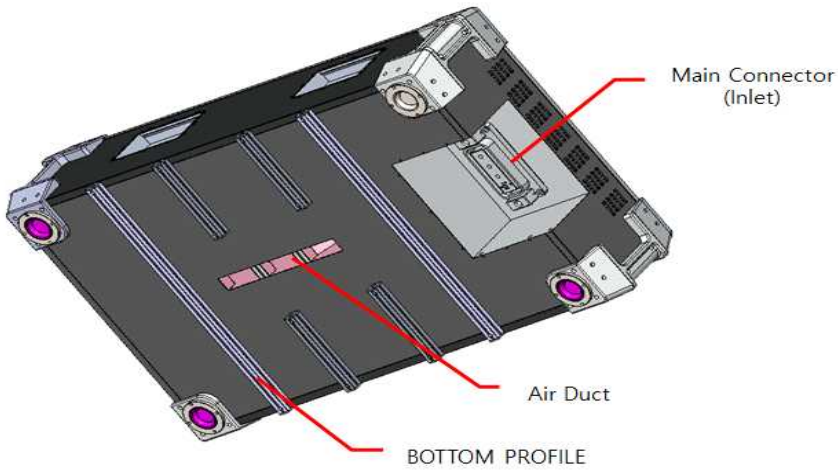
<그림 3.12> CAN ID별 동작 확인

(3) 배터리 팩의 구성

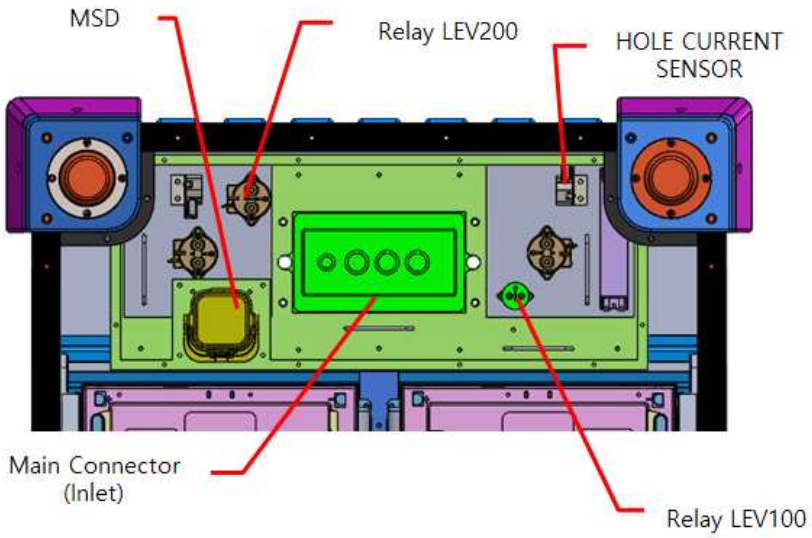
(가) 배터리 팩 각부의 명칭







(나) 배터리 팩 부품 설명



① 배터리 셀 (Battery Cell) : 전기적 에너지를 화학적 에너지로 변환하여 저장하거나, 화학적 에너지를 전기적 에너지로 변환하는 장치의 최소 구성단위

② 배터리 모듈 (Battery Module) : 직/병렬 연결된 셀 구성단위로서 부스바를 통해서는 직렬 연결됨. 지지대 및 구조체로 구성된 배터리 단위, 12S2P 로 구성됨

③ Sub Pack : 2 개의 모듈로 구성된 Battery Package 단위. 각 모듈에는 CMU(Slave)가 장착되어 있음

④ BMS(Battery Management System) : 배터리 관리 전자제어장치, 배터리 내의 셀을 과도하게 운영되지 않도록 제어하면서, 효율적으로 사용 할 수 있도록 관리 해 주는 장치. 구성은 BMU(Master) 1 개와 CMU(Slave) 28 개로 구성됨

⑤ BMU(Master) : 28 개의 CMU(Slave)의 정보를 통합하여 배터리의 상태를 판단하며, HOST 와의 통신을 담당하는 장치

⑥ CMU(Slave) : 셀 어레이에 구성(12S2P)되어 있는 셀전압, 셀 내부저항, 온도 등의 데이터를 주기적으로 모니터링하여 BMU(Master)에 전송하는 장치

⑦ Relay LEV200: 배터리의 메인 전원을 제어하는 릴레이

⑧ MSD(Manual Service Disconnect) : 배터리 점검시 다른 장치와의 전기적인 차단을 하며, Fuse(350A)를 내장하고 있음

⑨ Main Connector : 배터리 팩과 QTP 모듈이 안착 또는 분리시 전기적인 케이블이 탈착할 수 있도록 암-수 Connector 로 구성

⑩ 파워 릴레이 어셈블리 (PRA) : 배터리 팩 내의 전원단을 제어하는 장치

⑪ 배터리 팩(Battery Pack) : 배터리팩 + BMS + PRA 를 합친 구성 단위

(4) 제품 사양

(가) 배터리 팩(Battery Pack)

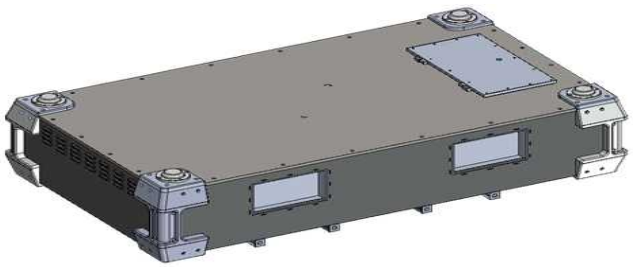
○ 사양(Spec)

Item	Description
공칭 전압	630V (168S, 3.75V/Cell)
정격 용량	80Ah (4P, 20Ah/Cell)
최소 용량	78Ah (19.5A/Cell)
최대 전압	697.2V (충전종지전압, 4.15V/Cell)
최소 전압	571V (방전경고전압, 3.4V/Cell, 25℃, 1C-Rate 기준)
	534.24V (방전종지전압, 3.18V/Cell, 25℃, 1C-Rate 기준)
최대 방전 출력	Max. 252kW (Continues at 50%, 400A)
	Peak 352.8kW (10Sec at 50%, 560A)
최대 충전 전류	Max. 160A, 25±3℃ (Recommend 1.5C, 120A)
표준 충전 전류	Recommend 40A (0.5C, Above 0℃)
충전 온도	0℃ ~ 45℃
방전 온도	-20℃ ~ 55℃
보관 온도	-40℃ ~ 60℃ (Recommend 25±3℃)
통신	CAN 2.0B (250kbps)
무게	약 670Kg ± 10Kg

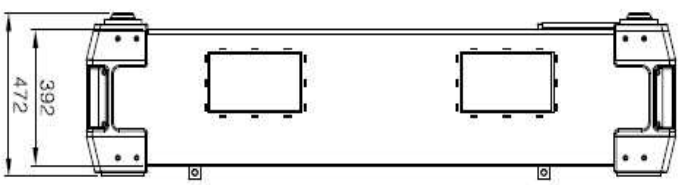
○ 향후 다른 사양의 셀을 적용하여 배터리 팩을 제조할 경우 본 보고서에 명기된 배터리 팩에 대한 제품사양(SPEC)를 만족하는 성능 사양을 기준으로 신규 적용하는 셀 및 이를 조합한 모듈(서브팩)을 제작하여 사용할 것

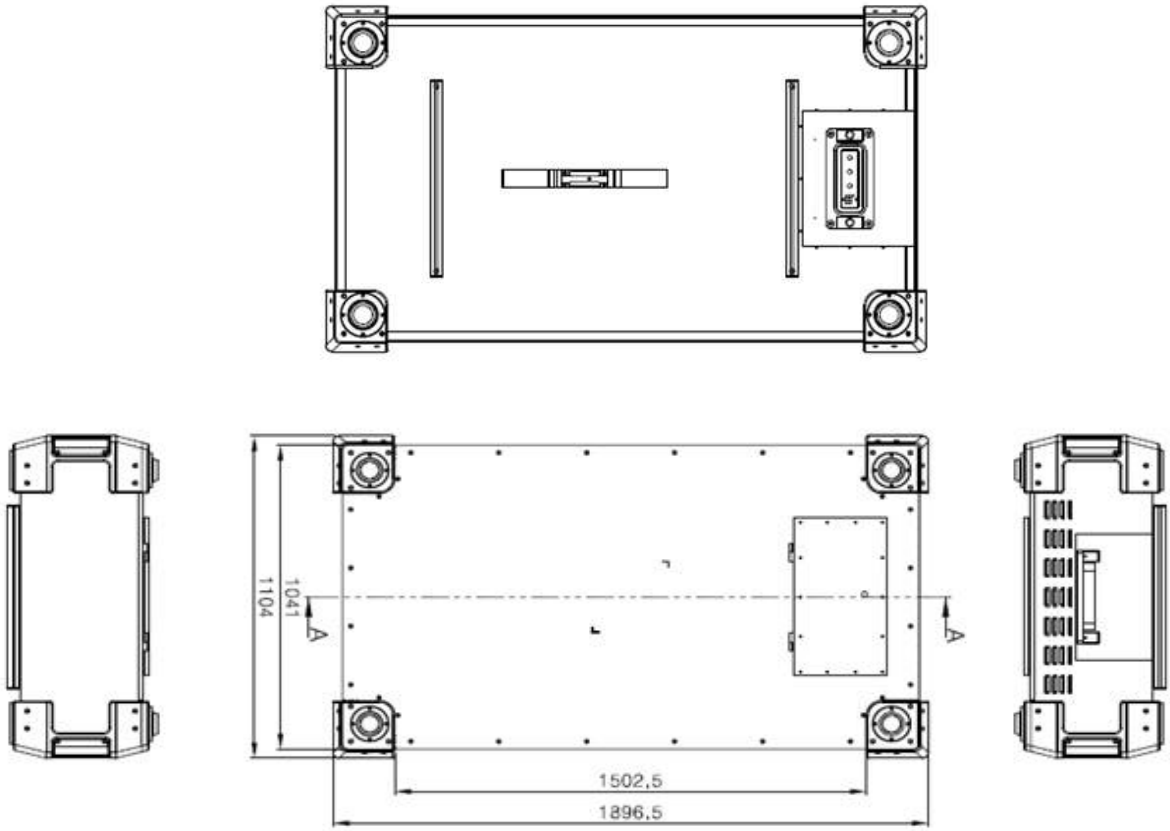
○ 규격

- 길이 : 1,896.5mm
- 너비 : 1,404mm
- 높이 : 472mm



○ 도면



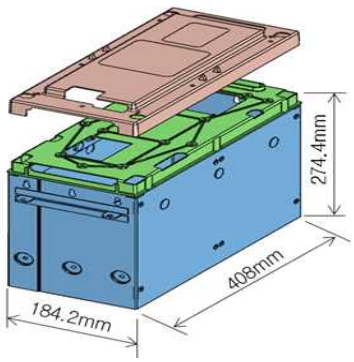


(나) 배터리 서브팩(Battery SuboPack)

○ 사양(Spec)

Item	Module	SuboPack
공칭 용량	40Ah (12S 2P)	40Ah (12S 2P)
공칭 전압	45V (3.75V / 12Cell)	90V (Module x 2)
최대 전압	50.4V (충전종지셀전압/4.2V, 25℃±3℃)	100-8V (Module x 2)
최소 전압	36.0V (충전종지셀전압/3.15V, 25℃±3℃)	72V (Module x 2)
최대방전전류	280A (7C, Continues)	280A (7C, Continuees)
최대충전전류	80A (2C, Continues)	80A (2C, Continues)
충-방전 온도 범위	충전 : 0℃ ~ 45℃	충전 : 0℃ ~ 45℃
	방전 : -20℃ ~ 55℃	방전 : -20℃ ~ 55℃
보존온도범위	-40℃ ~ 60℃ (Recommend 25℃±3℃)	-40℃ ~ 60℃ (Recommend 25℃±3℃)
사이즈	198(W) x 174.1(D) x 260(H)	408(W) x 184.2(D) x 274.4(H)
중량		약 30Kg ±5Kg

○ 규격



(다) 배터리 셀(Battery Cell)

○ 사양(Spec)

Item	Description
공칭 용량	20.0Ah
체적당 에너지 밀도	297 Wh/L
중량당 에너지 밀도	158 Wh/Kg
중량	≤ 475g
공칭 전압	3.75V
최대사용 전압 범위	4.20V
최소사용 전압 범위	3.00V
충-방전 표준 전류	10.0A (0.5C)
내부 저항	< 1.5mΩ (Max, AC impedance at 1kHz)
충전 온도 범위	0℃ ~ 45℃ (Recommend 25℃±3℃)
방전 온도 범위	-20℃ ~ 55℃ (Recommend 25℃±3℃)
보관 온도 범위	-40℃ ~ 60℃ (Recommend 25℃±3℃)
보관 습도 범위	Max 85%RH (Not condensing)

○ 규격



(라) 배터리 BMS(Battery Management System)

○ BMS의 구성

- BMS는 Master/Slave 로 구성됨
- Master : 팩전압, 전류, 온도 측정, 릴레이 제어, EVCU 및 Quic Charger와 통신
- Slave : 셀전압, 온도 모니터링, Master에 Cell Data 전송기능

○ 사양(Spec)

Item	Description
셀 전압 측정 범위	0V ~ 5V ±5mV
온도 측정 범위	-30℃ ~ 100℃
전류 측정 범위	-500A ~ 500A
팩 전압 측정 범위	0V ~ 750V ±5V
동작 전압 범위	24V ±3V
동작 온도 범위	o20℃ ~ 60℃
SOC 오차 범위	±5% 이내
프로토콜	CAN2-0B Extended Data
전송속도	250kbps
ID타입	29Bit Message ID
데이터 송수신 주기	Min. 200ms

(4) 취급 주의사항

(가) 배터리 팩에 관한 주의 사항

○ 해당 배터리 팩은 고접압 시스템임

○ 아래 취급 설명서를 확인하고 안전에 유의 해야 함

○ 외부에서 배터리 팩에 Damage를 줄 수 있는 충격을 가하지 않음

○ 배터리의 사용 환경은 충전, 방전 온도 범위 내(상온25±3℃)에서 사용해야 함

○ 충방전시 사양서에 제시한 전류량의 범위를 벗어나지 않아야 함

○ 임의로 배터리 팩, 모듈을 분해/해체 하지 않음

○ 장시간 배터리를 사용하지 않을 경우, 장기간 보관하기 전 배터리를 완충시키고, 배터리의 SOC를 최소 1회/2주일에 한번씩 확인 함

○ 배터리 팩의 문제가 발생시 임의 조작을 삼가며, 먼저 배터리 제조사에 연락함

○ 배터리 운영 권장 가이드 및 취급설명서(주의사항)을 이행하지 않은 배터리의 사용 및 취급으로 인한 고장이나, 파손에 대해서는 전적으로 사용자가 책임을 짐

○ 배터리 팩과 연관된 화재발생시 CO2 또는 건성 화학 혼합물 소화기를 사용해야 함

○ 화재는 신경성, 유독성 가스를 생성할 수도 있으니 주의해야 함



(나) 배터리 운영 권장 가이드

○ 배터리 충전

- 배터리 팩의 충전은 배터리 팩 사양서의 충전 조건으로 해야 하며, 충전 사양을 변경 할 시에는 배터리 팩 제조사와 협의 후 변경 하여야 함
- 배터리 팩 충전은 전지(Cell)의 온도가 상온(즉, 0℃이상)에서만 충전을 진행함
- 따라서, 배터리 팩 충전은 항온장치가 되어있는 BSS내에서만 해야 하며, 부득이 BSS가 아닌 차량내 또는 외부에서 해야 할 경우에는 제조사에 문의 하여야 함

○ 배터리 방전

- 배터리의 반전(차량운행)시에는 사양서에 명기된 방전 전류를 넘지 않도록 함 (사양서의 방전전류를 넘을 경우 전지(Cell)이 과방전 상태가 되고, 사이클이 반복 될 경우 전지의

수명이 급격히 감소하며, 전지의 성능을 잃을수도 있음)

- 장기간(며칠 또는 1개월 이상)동안 배터리의 사용이 없을 경우, 장기간 보관하기 전 배터리를 완충시키고, 배터리의 SOC를 최소 1회/2주일에 한번씩 확인 함 (SOC 50%이하 일 경우 1주일에 한 번씩 확인하고, SOC가 20%에 도달하기 전에 완충을 시킴)

다. 배터리 팩의 점검사항

(1) 유관 검사

○ 케이스 외관상태 : 찌그러짐, 찍힘, 안전스티커 훼손 등 외부 충격에 의한 외관 변형확인

○ 볼트 체결상태 : 볼트파손, 볼트 빠짐, 헐거움 확인

○ 고전압 커넥터 상태 : 고전압 연결부의 이물질 및 긁힘흔적 확인

○ 팩 내부 누수 및 부식상태 확인

○ 팩 내부의 모듈간 부스바 체결상태 확인

○ 기타 케이블 연결 상태 확인

(2) FUSE 상태 점검

○ MSD내 FUSE 측정시 200mΩ 이내로 측정

(3) Relay 상태 점검

○ Relay 전원단 접촉부 양단에 테스트기 확인.

○ 스위치 전원 공급 후 : 접촉 (멀티 테스터로 0Ω 확인)

○ 스위치 전원 공급 차단 : 비접촉 (멀티 테스터로 ∞ 확인)

(4) 전압 상태 점검

○ 배터리 팩 내 PRA박스 탈거 후 팩 내부 전압측정시 최소 535V 이상 측정

제 2 절 비상충전시스템(MCS) 표준시방서

1. 표준시방서 의미 및 특징 검토

가. 표준시방서 의미

○ 「정보통신공사업법」과 「건축법」에서 계획서, 설계도면, 공사비명세서와 같은 설계도서의 한 종류로 정의하고 있으며, 「건설기술관리법」시행규칙에서는 시설물의 안전 및 공사시행의 적정성과 품질확보 등을 위하여 시설물별로 정한 표준적인 시공기준으로 정의

나. 시방서 종류

○ 시방서는 「건설기술관리법」에서 표준시방서, 전문시방서, 공사시방서로 구분

○ 표준시방서는 발주청 또는 설계 등 용역업자가 공사 시방서를 작성하는 경우에 활용하기위한 시공기준을 의미

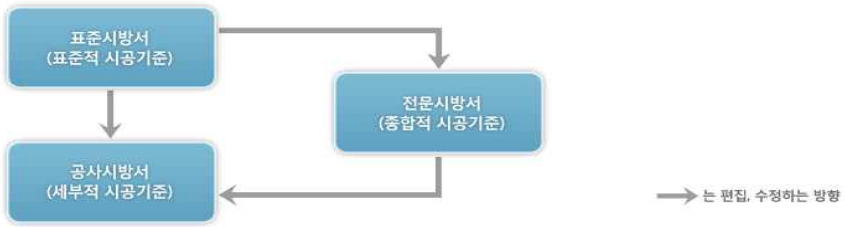
○ 전문시방서는 표준시방서를 기본으로 특정한 공사의 시공 또는 공사시방서의 작성에 활용하기 위한 종합적인 시공기준을 의미

○ 공사시방서는 개별 공사별로 건설공사 수행을 위한 기준으로서 계약문서의 일부가 되어 설계도면에 표시하기 곤란하거나 재료, 공법, 품질 시험 및 검사 등에 관한 사항을 기술하고 해당 공사의 특수성을 반영한 공사별 시공기준을 의미

다. 시방서 특징

○ 시방서 종류별 특징은 아래 표에서 보는바와 같음

<표 3.20> 시방서 특징

	표준시방서	전문시방서	공사시방서
Example	▪ 건설공사 표준시방서(국토교통부) ▪ 도로공사 표준시방서(국토교통부) ▪ 도시철도공사 표준시방서(대한토목학회)	▪ 건설공사 전문시방서(한국토지주택공사) ▪ 고속도로공사 전문시방서(한국도로공사) ▪ 철도공사 전문시방서(철도청)	▪ OO아파트 건설 공사 공사시방서 ▪ OO~OO간 도로확장 공사 공사시방서 ▪ OO선 철도노반공사 공사시방서
특징	▪ 시설물별 또는 공종별로 작성 ▪ 시방서 작성 전문기관(정부, 학, 협회)에서 작성	▪ 발주기관별로 발주공사 특성에 맞게 작성 ▪ 표준시방서를 기본으로 편집, 수정하여 작성	▪ 표준시방서 또는 전문시방서를 기본으로 개별공사의 특성에 맞게 편집, 수정하여 작성
Flow			

2. 시방서 자료 수집 및 검토

가. 국가건설기준센터(한국건설기술연구원, http://www.kcsc.re.kr/) 자료 수집 및 검토

○ 현행건설기준(각종 설계기준, 표준시방서, 전문시방서, 훈령/예규/지침) 자료 수집 및 검토

- 국가건설기준센터의 현행건설기준 자료에는 크게 설계기준, 표준시방서, 전문시방서, 훈령/예규/지침의 카테고리로 나누어 제시하고 있음
  - ▪ 설계기준에는 강구조 설계기준, 건설공사 비탈면 설계기준, 건축구조기준, 건축기계설비 설계기준, 건축전기설비 설계기준, 공동구 설계기준, 구조물기초 설계기준, 도로설계기준, 상수도 시설기준, 철도 설계기준, 항만 및 어항 설계기준 등 필요에 의한 각 종류별 기준들을 정리 및 제시하고 있음
  - ▪ 표준시방서에는 가설공사 표준시방서, 강구조공사 표준시방서, 건설공사 비탈면 표준시방서, 건설환경관리 표준시방서, 건축공사 표준시방서, 건축기계설비공사 표준시방서, 건축전기설비공사 표준시방서, 도로공사 표준시방서, 도시철도공사(지하철) 표준

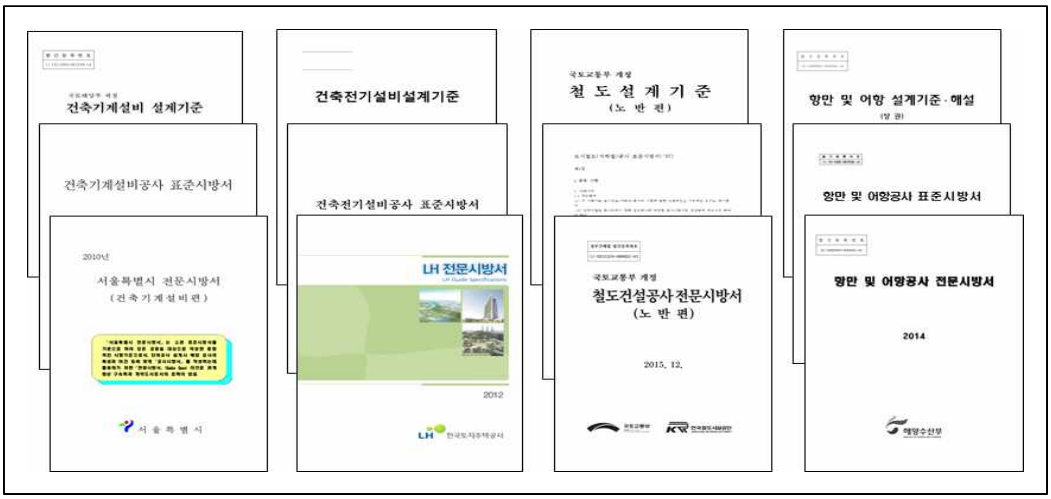
시방서, 상수도공사 표준시방서, 터널 표준시방서, 토목공사 표준일반시방서, 항만 및 어항공사 표준시방서 등 필요에 의한 각 종류별 표준시방들을 정리 및 제시하고 있음

- ■ 전문시방서에는 LH 전문시방서, 고속도로공사 전문시방서, 농어촌정비공사 전문시방서, 댐 및 상수도공사 전문시방서, 서울특별시 전문시방서, 일반국도 전문시방서, 철도공사 전문시방서, 항만 및 어항공사 전문시방서, 행복도시건설공사 전문시방서 등 필요에 의한 각 종류별 전문시방들을 정리 및 제시하고 있음
- ■ 훈령/예규/지침에는 건설정책, 교통물류, 국토도시, 도로, 수자원, 주택토지, 철도, 항공, 해양수산, 환경 등 각 종류별 관련 훈령/예규/지침을 정리 및 제시하고 있음

- 비상충전시스템(MCS) 표준시방의 항목과 내용을 구성하기 위해 현행건설기준(각종 설계기준, 표준시방서, 전문시방서 등) 자료들을 수집하고, 구성 형식, 내용 등을 파악 및 검토

<표 3.21> 현행건설기준 자료

설계기준(22)	표준시방서(21)	전문시방서(9)
1. 강구조 설계기준	1. 가설공사 표준시방서	1. LH 전문시방서
2. 강구조 설계기준 (하중저항계수 설계법)	2. 강구조공사 표준시방서	2. 고속도로공사 전문시방서
3. 건설공사 비탈면 설계기준	3. 건설공사 비탈면 표준시방서	3. 농어촌정비공사 전문시방서
4. 건축구조기준	4. 건설환경관리 표준시방서	4. 댐 및 상수도공사 전문시방서
5. 건축기계설비 설계기준	5. 건축공사 표준시방서	5. 서울특별시 전문시방서
6. 건축전기설비 설계기준	6. 건축기계설비공사 표준시방서	6. 일반국도 전문시방서
7. 공동구 설계기준	7. 건축전기설비공사 표준시방서	7. 철도공사 전문시방서
8. 구조물기초 설계기준	8. 공동구 표준시방서	8. 항만 및 어항공사 전문시방서
9. 농업생산기반정비사업계획 설계기준	9. 농업토목공사 표준시방서	9. 행복도시건설공사 전문시방서
10. 댐 설계기준	10. 도로공사 표준시방서	
11. 도로 설계기준	11. 도로교 표준시방서	
12. 도로교 설계(한계상태 설계법)	12. 도시철도공사(지하철) 표준시방서	
13. 도로교 설계기준	13. 산업·환경설비공사 표준시방서	
14. 상수도 시설기준	14. 상수도공사 표준시방서	
15. 연안시설 설계기준	15. 조경공사 표준시방서	
16. 조경 설계기준	16. 콘크리트 표준시방서	
17. 철도 설계기준	17. 터널 표준시방서	
18. 콘크리트 구조기준	18. 토목공사 표준일반시방서	
19. 터널 설계기준	19. 하수관거공사 표준시방서	
20. 하수도 시설기준	20. 하천공사 표준시방서	
21. 하천 설계기준	21. 항만 및 어항공사 표준시방서	
22. 항만 및 어항 설계기준		



<그림 3.13> 각종 설계기준, 표준시방서, 전문시방서

나. 한국정보통신산업연구원(http://master.kici.re.kr:8080/main.do) 자료 수집 및 검토

○ 정보통신공사 표준시방서·공법 운영시스템 자료 수집 및 검토

- 한국정보통신산업연구원의 정보통신공사 표준시방서·공법 자료에는 크게 정보통신공사 표준시방서와 정보통신공사 표준공법의 카테고리로 나누어 제시하고 있음
  - ■ 표준시방서에는 정보통신분야 구내통신공사 표준시방서, 정보망 매체설비 시방서, 정보제어설비 표준시방서, 보안설비 표준시방서, 정보통신분야 방송설비 표준시방서, 정보통신분야 무선설비 표준시방서, 철도통신설비 시방서 등 필요에 의한 각 종류별 표준시방들을 정리 및 제시하고 있음
  - ■ 표준공법에는 경비보안설비 표준공법, 지능형 스마트빌딩설비 표준공법, 전관방송설비 표준공법, 안테나 설비 표준공법, 구내 배관배선 표준공법, 방송공동수신설비 표준공법, 홈 네트워크시스템 표준공법, 근거리통신망 표준공법, 무선통신망설비 표준공법, 인터넷설비 표준공법, 철도통신설비 표준공법, 철도신호설비 표준공법 등 필요에 의한 각 종류별 표준공법들을 정리 및 제시하고 있음
- 비상충전시스템(MCS) 표준시방의 항목과 내용을 구성하기 위해 정보통신공사 표준시방서·공법 자료들을 수집하고, 구성 형식, 내용 등을 파악 및 검토

<표 3.22> 정보통신공사 표준시방서·공법 운영시스템 자료

	표준시방서
1	정보통신분야 구내통신공사
2	정보망 매체설비 시방서
3	정보제어설비 표준시방서
4	보안설비 표준시방서
5	정보통신분야 방송설비 표준시방서
6	정보통신분야 무선설비 표준시방서



<그림 3.14> 정보통신공사 표준시방서

3. 유사 시방서 참조

가. 건축기계설비공사 표준시방서 참조

○ 각종 설계기준, 표준시방서, 전문시방서 등의 자료를 수집 및 검토한 결과 비상충전시스템(MCS)을 적용하기에 가장 적합하다고 판단되는 건축기계설비공사 표준시방서의 내용 구성을 참조

- 건축기계설비공사 표준시방서는 크게 총칙 및 각종 개별 공사로 구분하여 내용이 구성되어 있음
  - ■ 총칙은 공사현장관리, 자재관리 및 품질관리, 시공 등의 일반 공통사항과 가설공사, 보온공사, 도장, 방청 및 방식공사, 전기공사 등 건축기계설비공사에 공통적으로 적용되는 공사 내용으로 구성되어 있음
  - ■ 각종 개별 공사는 별도의 기준이 필요한 공사들로 구성되어 있는데 급배수위생설비공사, 공기조화설비공사, 배관설비공사, 덕트설비공사, 자동제어설비공사, 승강기 설비 공사 등이 이에 해당됨
  - ■ 각종 공사는 크게 일반사항, 기기 및 재료, 시공, 시험 및 검사 등의 항목으로 내용

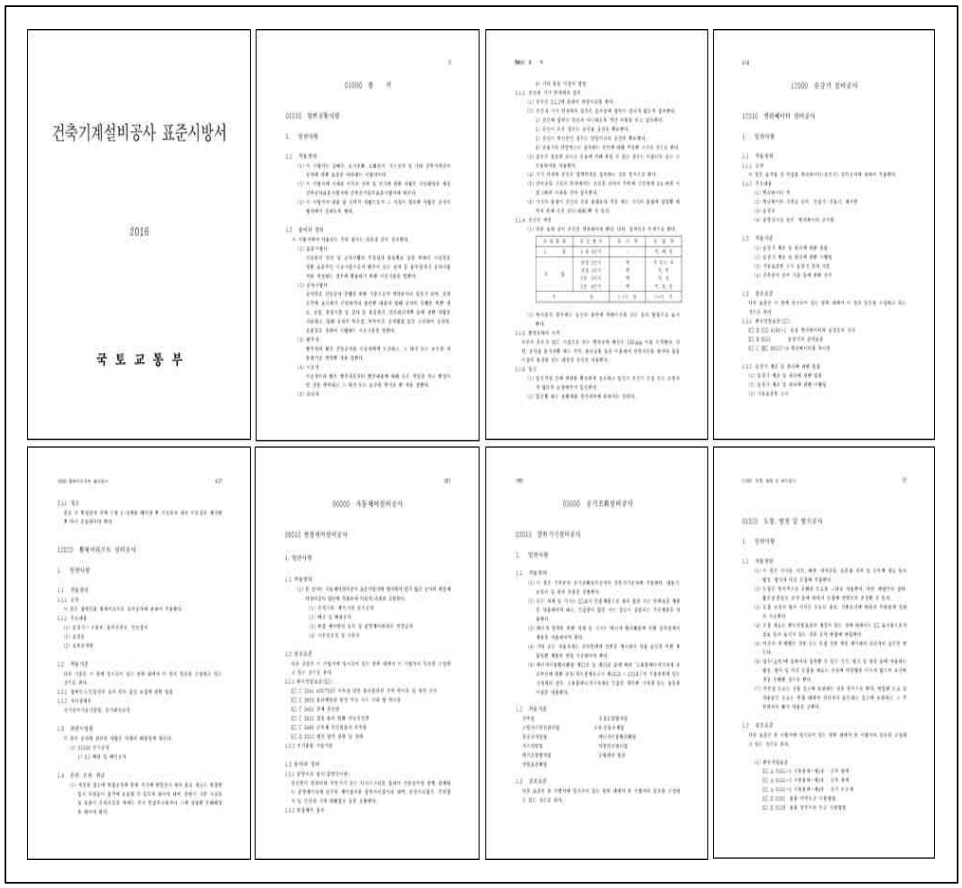
이 구성되어 있음

- 비상충전시스템(MCS)을 표준시방 형태로 적용하기 위해 건축기계설비공사 표준시방서의 항목 및 내용 구성을 참조 및 검토

<표 3.23> 건축기계설비공사 표준시방서 내용 구성

	중분류	소분류
01000 총칙	01010 일반공통사항	1. 일반사항
		2. 공사현장관리
		3. 자재관리 및 품질관리
		4. 시공
		5. 완성공사
		6. 기록
		7. 공사인도
		8. 용어해설
	01015 가설공사	1. 일반사항
		2. 재료
		3. 시공
	01020 보온공사	1. 일반사항
		2. 재료
		3. 시공
	01025 도장, 방청 및 방식공사	1. 일반사항
		2. 재료
		3. 시공
	01030 전기공사	1. 일반사항
		2. 재료
		3. 시공
	01035 토공사 및 건축공사	1. 일반사항
		2. 재료
		3. 시공
	01040 빌딩 커미셔닝	1. 일반사항
		2. 계측기기
		3. 수행내용
02000 급배수위생설비공사	02010 급수설비공사	1. 일반사항
		2. 기기 및 재료
		3. 시공
	02015 급탕설비공사	1. 일반사항
		2. 기기 및 재료
		3. 시공
	02020 배수통기설비공사	1. 일반사항
		2. 기기 및 재료
		3. 시공
	02025 위생기구설비공사	1. 일반사항
		2. 기구 및 재료
		3. 시공
	02030 정화조설비공사	1. 일반사항
		2. 기계장비 및 재료
		3. 시공
03000 공기조화설비공사	03010 열원기기설비공사	1. 일반사항
		2. 기기 및 재료
		3. 시공
	03015 환기 및 공기조화기기 설비공사	1. 일반사항
		2. 기기 및 재료
		3. 시공
	03020 시스템에어컨설비공사	1. 일반사항

		2. 시스템에어컨의 구성
		3. 시공
		4. 설치 후 점검
		5. 시운전
	03025 시험, 조정 및 평가	1. 일반사항
		2. 수행장비
		3. 수행절차
04000 배관설비공사	04010 난방, 위생, 소화배관설비공사	1. 일반사항
		2. 재료
		3. 시공
	04015 공기조화설비 배관공사	1. 일반사항
		2. 기기 및 재료
		3. 시공
05000 덕트설비공사	05010 덕트설비공사	1. 일반사항
		2. 재료
		3. 시공
06000 자동제어설비공사	06010 현장제어설비공사	1. 일반사항
		2. 자재
		3. 시공
. . . (생략)	. . . (생략)	
11000 가스설비공사	11010 도시가스설비공사	1. 일반사항
		2. 배관재료 및 기기
		3. 시공
	11015 액화석유가스설비공사	1. 일반사항
		2. 배관재료 및 기기
		3. 시공
12000 승강기설비공사	12010 엘리베이터설비공사	1. 일반사항
		2. 재료
		3. 시공
	12015 에스컬레이터설비공사	1. 일반사항
		2. 재료
		3. 시공
	12020 휠체어리프트설비공사	1. 일반사항
		2. 재료
		3. 시공
13000 방진방음 및 내진설비공사	13010 방진 및 내진설비공사	1. 일반사항
		2. 기기 및 재료(방진 장치)
		3. 방진 및 내진 시공
		4. 시험 및 검사
	13015 방음설비공사	1. 일반사항
		2. 기기 및 재료
		3. 시공
		4. 시험 및 검사



<그림 3.15> 건축기계설비공사 표준시방서

4. 비상충전시스템(MCS) 표준시방서 구성을 위한 사전 검토

가. 비상충전시스템(MCS)과 관련하여 발주자(지자체 등) 및 제작자 입장에서의 요구사항 검토

○ 비상충전시스템(MCS)과 관련한 기본적인 사항(모양, 기능 등), 유형별 MCS(기능, 구성 등), 차량 크기(중량) 선정 기준, 차량 개조 방법 등의 요구사항 검토

○ 발주 시 요구사항 및 준수사항, 관련 규격 및 표준, 용어, 시험 및 검사 방법, 설계 변경 방법 및 절차, 주요 구성품 관련 설명, 발주 절차 및 관리 감독 방법 등의 요구사항 검토

○ 조립 및 설치 방법, 자재 관련 설명, 사용 환경 및 조건, 계약자(시행자)의 자격, 차량 제원, 각 구성품의 제원, 시스템 작동 방법 및 절차에 대한 설명, 시운전 방법, 기록 및 보고 등의 요구사항 검토

<표 3.24> 비상충전시스템(MCS) 관련 요구사항

	비상충전시스템(MCS) 관련 발주자 및 제작자 입장에서의 요구사항
1	기본적인 사항(모양, 기능 등)
2	유형별 MCS(기능, 구성 등)
3	차량 크기(중량) 선정 기준
4	차량 개조 방법
5	발주 시 요구사항 및 준수사항
6	관련 규격 및 표준
7	용어 설명
8	시험 및 검사 방법
9	설계 변경 방법 및 절차
10	주요 구성품 관련 설명(요구조건, 성능 및 특성 등)
11	발주 절차 및 관리 감독 방법
12	조립 및 설치 방법
13	자재 관련 설명
14	사용 환경 및 조건
15	계약자(시행자)의 자격
16	차량 제원
17	각 구성품의 제원
18	하자 보증 및 책임 소재
19	시스템 작동 방법 및 절차에 대한 설명
20	시운전 방법
21	기록 및 보고(기록이 요구되는 내용과 보고의 종류 및 방법)
22	준공 관련(사업 완료 시 제출해야 되는 문서(도면 등) 및 제출 절차)

나. 비상충전시스템(MCS) 표준시방서 구성에 대한 필요사항 검토

○ 비상충전시스템(MCS) 내부 구성품(모듈)에 대한 요구사항 및 테스트 방법 검토
- 크기, 중량, 형상, 용량, 전기적인 사양, 성능, 기능(고장진단 기능 포함), 인터페이스 방법, 차량 장착 및 관련품과의 연결방법, 테스트 항목 및 방법 검토

○ 차량 개조 방법에 대한 요구사항 및 주의사항 검토
- 차량 크기 및 내부 구성에 관계없이 반드시 준수해야하는 사항, 차량 개조 시 필수 기능, 차량 개조 시 주의사항, 테스트 항목 및 방법 검토

○ 차량 내부 구성품 탑재 및 연결 방법 검토
- 차량 탑재 및 고정 방법, 연결방법, 기본 구성 및 추가(옵션 형태) 구성, 테스트 항목 및 방법 검토

○ 최종 제작품에 대한 테스트 방법 및 인증방법 검토

<표 3.25> 비상충전시스템(MCS) 표준시방서 구성에 대한 필요사항

<table>
<tr><th colspan="3">비상충전시스템(MCS) 표준시방서 구성에 대한 필요사항</th></tr>
<tr><td rowspan="9">1. 내부 구성품(모듈)에 대한 요구사항 및 테스트 방법</td><td rowspan="8">▪ 요구사항</td><td>▪ 크기(부피)</td></tr>
<tr><td>▪ 중량</td></tr>
<tr><td>▪ 형상</td></tr>
<tr><td>▪ 용량</td></tr>
<tr><td>▪ 전기적인 사양</td></tr>
<tr><td>▪ 성능</td></tr>
<tr><td>▪ 기능(고장진단 기능 포함)</td></tr>
<tr><td>▪ 인터페이스 방법</td></tr>
<tr><td>▪ 차량 장착 및 관련품과의 연결 방법</td></tr>
<tr><td colspan="2">▪ 테스트 항목 및 방법</td></tr>
<tr><td rowspan="4">2. 차량 개조 방법에 대한 요구사항 및 주의 사항</td><td colspan="2">▪ 차량의 크기 및 내부 구성에 관계없이 반드시 준수해야하는 사항</td></tr>
<tr><td colspan="2">▪ 차량 개조 시 필수 기능</td></tr>
<tr><td colspan="2">▪ 차량 개조 시 주의사항</td></tr>
<tr><td colspan="2">▪ 테스트 항목 및 방법</td></tr>
<tr><td rowspan="5">3. 차량 내부 구성품 탑재 및 연결 방법</td><td colspan="2">▪ 차량 탑재 및 고정 방법</td></tr>
<tr><td rowspan="3">▪ 연결방법</td><td>▪ 전기</td></tr>
<tr><td>▪ 통신</td></tr>
<tr><td>▪ 유압 및 공압</td></tr>
<tr><td colspan="2">▪ 기본 구성 및 추가(옵션 형태) 구성</td></tr>
<tr><td colspan="2">▪ 테스트 항목 및 방법</td></tr>
<tr><td>4. 최종 제작품에 대한 테스트 방법</td><td colspan="2">▪ 테스트 항목 및 방법(절차)</td></tr>
<tr><td>5. 인증방법</td><td colspan="2">▪ 인증 항목 및 방법(절차)</td></tr>
</table>

5. 비상충전시스템(MCS) 표준시방서 도출

가. 비상충전시스템(MCS) 표준시방서 구성 항목 도출

○ 건축기계설비공사 표준시방서의 내용 구성을 참조하고, 배터리 교환형 전기버스 시스템을 지원하는 이동형 차량 시스템이라는 특징을 가지고 있는 비상충전시스템(MCS)의 고유한 내용 구성이 드러날 수 있도록 비상충전시스템(MCS) 표준시방서 구성 항목을 도출

- 비상충전시스템(MCS) 표준시방서는 크게 총칙, 비상충전시스템(MCS) 구성요소 제작, 비상충전시스템(MCS) 구성요소 설치 및 검사의 항목으로 구성
  - 총칙에는 일반공통사항, 전기공사, 도장, 방청 및 방식 공사, 시스템 유형 및 구성이 포함
  - 비상충전시스템(MCS) 구성요소 제작에는 차량제작, 배터리 적재/이송 시스템 제작, 통합제어기/운전자단말 제작, 충전 시스템 제작, 자체발전 시스템 제작, IBMS 제작이 포함
  - 비상충전시스템(MCS) 구성요소 설치 및 검사에는 일반사항, 기기 및 재료, 설치와 관련한 공정, 시험 및 검사, 고장진단 방안이 포함

<표 3.26> 비상충전시스템(MCS) 표준시방서 구성 항목

대분류	중분류	소분류			
01000 총칙	01010 일반공통사항	1. 일반사항	1.1 적용범위		
			1.2 용어의 정의		
			1.3 적용순서		
			1.4 이의		
			1.5 협의		
			1.6 협의 결과의 처리		
			1.7 별도 계약과의 조정		
		2. 제작 및 설치 관리	2.1 관계법규의 준수		
			2.2 정리, 정비, 청소 등		
			2.3 사고, 재해 및 공해방지		
			2.4 응급조치		
			2.5 발생재의 처리		
			2.6 뒷정리		
			2.7 기술자의 배치		
		3. 자재관리 및 품질관리	3.1 기기 및 자재		
			3.2 기기 및 자재의 관리		
			3.3 기기 및 자재의 시험, 검사		
		4. 제작 및 설치	4.1 일반사항		
			4.2 제작 및 설치 계획서		
			4.3 제작도, 설치도 및 견본 제출		
			4.4 제작 및 설치 보고서		
			4.5 제작 및 설치에 대한 시험, 검사		
			4.6 안전·보건 및 환경관리		

		5. 완성검사	5.1 관공서의 검사		
			5.2 완성검사		
		6. 기록			
		7. 제작 및 설치 인도	7.1 유지관리 지침서의 작성	7.1.1 편성내용	
				7.1.2 개요	
				7.1.3 비상충전시스템(MCS)의 구성 및 각 구성별 규격(표준) 관련사항	
				7.1.4 비상충전시스템(MCS)의 제작, 설치 및 시운전 관련 자료	
				7.1.5 운전방법	
				7.1.6 유지보수방법	
				7.1.7 점검표	
				7.1.8 부품현황	
				7.1.9 기타사항	
	01015 전기공사	1. 일반사항	1.1 적용범위		
			1.2 참조표준		
		2. 재료			
		3. 시공	3.1 배관 및 배선공사		
			3.2 시험 및 검사		
	01020 도장, 방청 및 방식공사	1. 일반사항	1.1 적용범위		
			1.2 참조표준		
		2. 재료			
		3. 시공	3.1 도장면 정리작업		
			3.2 도장의 종별		
			3.3 방청 및 방식		
			3.4 도장시공		
			3.5 표시		
			3.6 시험 및 검사		
	01025 시스템 유형 및 구성	1. 일반사항	1.1 적용범위		
			1.2 참조표준		
			1.3 용어정의		
		2. 시스템 유형 및 구성	2.1 비상충전시스템(MCS) 유형 - 1		(1) 개념
					(2) 필요 기능
					(3) 구성
			2.2 비상충전시스템(MCS) 유형 - 2		(1) 개념
					(2) 필요 기능
					(3) 구성
			2.3 비상충전시스템(MCS) 유형 - 3		(1) 개념
					(2) 필요 기능
					(3) 구성
			2.4 비상충전시스템(MCS) 유형 - 4		(1) 개념
					(2) 필요 기능
					(3) 구성

			2.5 비상충전시스템(MCS) 유형 - 5		(1) 개념
					(2) 필요 기능
					(3) 구성
			2.6 비상충전시스템(MCS) 유형 - 6		(1) 개념
					(2) 필요 기능
					(3) 구성
02000 비상충전시스템(MCS) 구성요소 제작	02010 차량 제작	1. 일반사항	1.1 적용범위		
			1.2 참조표준		
		2. 기기 및 재료			
		3. 공정	3.1 주요사항		
			3.2 상용 차량(트럭)		
			3.3 무진동 장치		
			3.4 차축		
			3.5 PTO		
			3.6 윙바디		
			3.7 스커트		
			3.8 항온항습장치		
			3.9 자동변속기		
		4. 시험 및 검사			
	02015 배터리 적재/이송 시스템 제작	1. 일반사항	1.1 적용범위		
			1.2 참조표준		
		2. 기기 및 재료			
		3. 공정	3.1 주요사항		
			3.2 배터리 적재함 제작		
			3.3 리프트 장치 제작		
			3.4 시프트 장치 제작		
			3.5 배터리 받침 장치 제작		
			3.6 배전 및 제어 장치 제작		
			3.7 도장		
			3.8 조립		
			3.9 배관		
		4. 시험 및 검사			
	02020 통합 제어기/운전자단말 제작	1. 일반사항	1.1 적용범위		
			1.2 참조표준		
		2. 기기 및 재료			
		3. 공정	3.1 주요사항		
			3.2 통합제어기 Board 설계 및 제작		
			3.3 통합제어기 케이스(커버용 기구물) 설계 및 제작		
			3.4 Display UI (User Interface) 구성 및 구현		

			3.5 통신 프로토콜 및 동작 시퀀스 정의		
			3.6 연동 및 통합 제어기 조립		
		4. 시험 및 검사			
	02025 충전 시스템 제작	1. 일반사항	1.1 적용범위		
			1.2 참조표준		
		2. 기기 및 재료			
		3. 공정	3.1 주요사항		
			3.2 충전 시스템 주요 회로부 설계 및 제작		
			3.3 비상충전시스템(MCS) 내부에 탑재 가능한 케이스(커버용 기구물) 설계 및 제작		
			3.4 통신 프로토콜 및 동작 시퀀스 정의		
			3.5 연동 및 충전 시스템 조립		
		4. 시험 및 검사			
	02030 자체 발전 시스템 제작	1. 일반사항	1.1 적용범위		
			1.2 참조표준		
		2. 기기 및 재료			
		3. 공정	3.1 주요사항		
			3.2 고전압 발전기 설계 및 제작		
			3.3 각종 컨버터 설계 및 제작		
			3.4 발전 제어기 설계 및 제작		
			3.5 통신 프로토콜 및 동작 시퀀스 정의		
			3.6 연동 및 자체 발전 시스템 조립		
		4. 시험 및 검사			
	02035 IBMS 제작	1. 일반사항	1.1 적용범위		
			1.2 참조표준		
		2. 기기 및 재료			
		3. 공정	3.1 주요사항		
			3.2 IBMS 제어기 설계 및 제작		
			3.3 컨택터 설계 및 제작		
			3.4 IBMS 랙 설계 및 제작		
			3.5 통신 프로토콜		

			및 동작 시퀀스 정의		
			3.6 연동 및 IBMS 조립		
		4. 시험 및 검사			
03000 비상충전시스템(MCS) 구성요소 설치 및 검사	03010 비상충전시스템(MCS) 구성요소 설치 및 검사	1. 일반사항	1.1 적용범위		
			1.2 참조표준		
		2. 기기 및 재료			
		3. 공정	3.1 주요사항		
			3.2 자체발전 시스템 설치		
			3.3 IBMS 설치		
			3.4 충전 시스템 설치		
			3.5 배터리 적재/이송 시스템 설치		
			3.6 통합제어기/운전자단말 설치		
			3.7 충전 케이블 및 각종 케이블 설치		
			3.8 배선		
		4. 시험 및 검사			
		5. 고장진단 방안			

나. 비상충전시스템(MCS) 점검 및 현장 연동시험

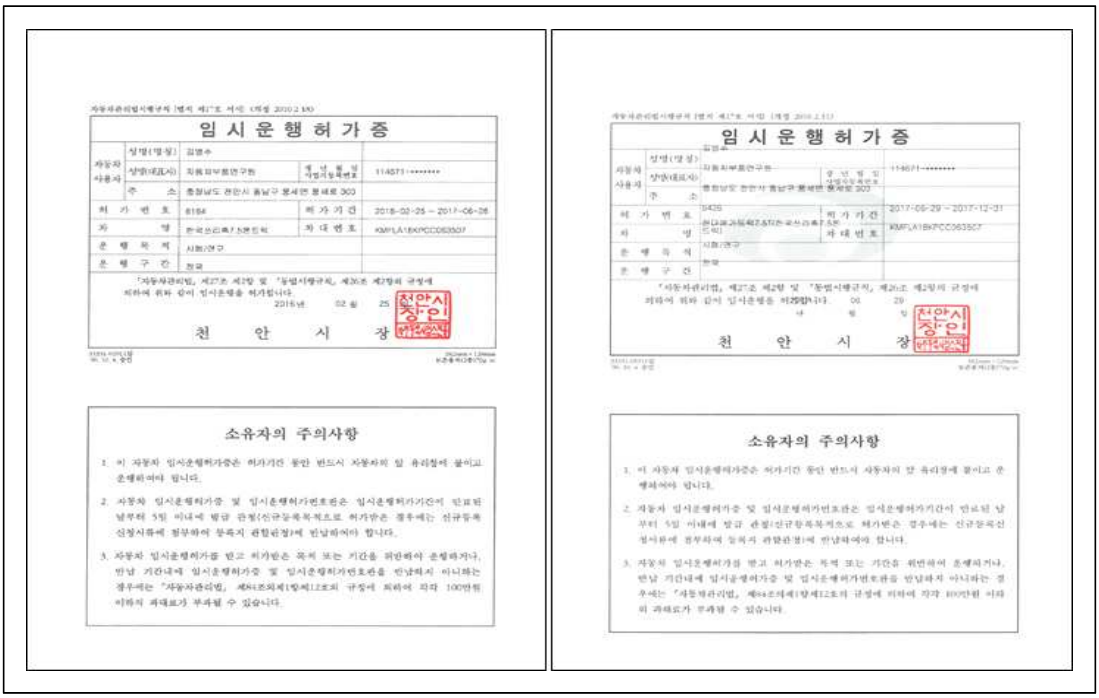
(1) 비상충전시스템(MCS) 구성요소 점검 및 유지보수

(가) 비상충전시스템(MCS) 임시운행허가증 재발급 및 차량 점검/유지보수

○ 비상충전시스템(MCS)은 2014년 2월 선행과제 종료 이후 테스트베드(포항)에서의 기능 검증을 완료하고 임시운행 종료 시점(2014년 6월) 이전에 자동차부품연구원(천안)으로 이동하여 내부에서 관리 중에 있었음

○ 비상충전시스템(MCS)의 자체 기본적인 점검 및 관리는 이루어지고 있었으나 차량의 운행을 비롯하여 공용배터리팩, 배터리 교환형 전기버스(QTPE-BUS), 배터리 교환 시스템(QCM) 등과의 연동이 필요한 자체충전기능, 버스충전기능, 배터리이송기능은 자동차부품연구원(천안) 내부로 이동 이후 본 과제가 시작되기 이전까지 사용하지 못하고 있는 터라 차량 및 각종 구성요소들의 점검과 유지보수가 요구됨

○ 비상충전시스템(MCS) 차량의 운행을 위해 본 과제가 시작된 이후 과제 연구 진행을 근거로 연구용 임시운행허가증을 재발급 받음
- 1차 임시운행 허가 : 16. 02. 25 ~ 17. 06. 28
- 과제 기간 연장에 의한 2차 임시운행 허가 : 17. 06. 29 ~ 17. 12. 31



<그림 3.16> 비상충전시스템(MCS) 임시운행허가증

○ 장기간 운행을 하지 못한 비상충전시스템(MCS)의 안전한 운행을 위해 각종 차량 점검 및 유지보수를 진행

- 비상충전시스템(MCS) 차량 타이어 점검 및 교체
- 비상충전시스템(MCS) 차량 배터리 점검 및 교체
- 비상충전시스템(MCS) 차량 가변 축 및 무진동 장치 점검 및 수리
- 비상충전시스템(MCS) 엔진오일, 미션오일, 냉각수, 와이퍼, 라이트 등 각종 부품 및 보충류 점검 및 교체



<그림 3.17> 비상충전시스템(MCS) 차량 점검 및 유지보수

(나) 비상충전시스템(MCS) 구성요소 점검 및 유지보수

○ 장기간 연동 기능을 활용하지 못한 비상충전시스템(MCS) 구성요소 점검 및 유지보수를 진행

- 배터리 적재/이송 시스템 점검 및 유지보수
  - RACK FRAME, HYD LIFTER, TRANSFER UNIT, SLID'G PALLET UNIT, CLAMP UNIT, LIFTER LOCATION SHIFT UNIT, PALLET LOCATION SHIFT UNIT, ROLLER SUPPORT UNIT, CONNECT SHIFT UNIT 점검 및 유지보수
  - POWER PACK, HYD SOL V/V, SENSOR, 전장 결선상태, 시스템 구동용 배터리, 제어 프로그램 점검 및 유지보수
  - 배터리 적재/이송 시스템 유압 상태 점검 및 유지보수
  - 제어기를 통한 배터리 적재/이송 시스템 리프트 동작, 시프트 동작, Locking 동작, Connector Locking 동작 등을 포함한 각 위치별 이송 및 적재 동작 점검



<그림 3.18> 배터리 적재/이송 시스템 점검 및 유지보수

- IBMS 및 자체발전 시스템 점검 및 유지보수
  - 벨트 및 풀리, IBMS 보드, 컨버터, 보조 배터리 점검 및 교체
  - 자체발전기 모터 아마추어 점검 및 교체
  - PTO 풀리 수정, 퓨즈, 콘덴서 등 각종 부품 교체



<그림 3.19> IBMS 및 자체발전 시스템 점검 및 유지보수

- 충전 시스템 점검 및 유지보수
  - DC-AC 인버터부 점검 및 교체
  - DC-DC Power부, 전원용 SMPS 점검 및 수리
  - 충전 시스템 제어기 점검



<그림 3.20> 충전 시스템 점검 및 유지보수

- 통합제어기 점검 및 유지보수
  - 통합제어기 보드, 통신 모듈 점검 및 교체
  - 통합제어기 프로그램 점검 및 수정, 업그레이드



<그림 3.21> 통합제어기 점검 및 유지보수

(2) 관련 기관 협조에 의한 선행과제 결과물 및 테스트베드(포항) 활용

(가) 공용배터리팩 활용

○ 선행과제의 결과물 중 하나인 공용배터리팩의 활용을 위해 노후화된 배터리 셀 교체를 포함한 공용배터리팩 유지보수를 진행(공용배터리팩 제조 기관인 피엠그로우 협조)
- 비상충전시스템(MCS)의 연동시험을 위해서는 내부 적재 배터리 최소 1개 확보 필요
- 노후화된 배터리 셀 교체를 포함한 공용배터리팩 유지보수에 의해 비상충전시스템(MCS) 내부 적재 배터리 1개 확보 및 활용

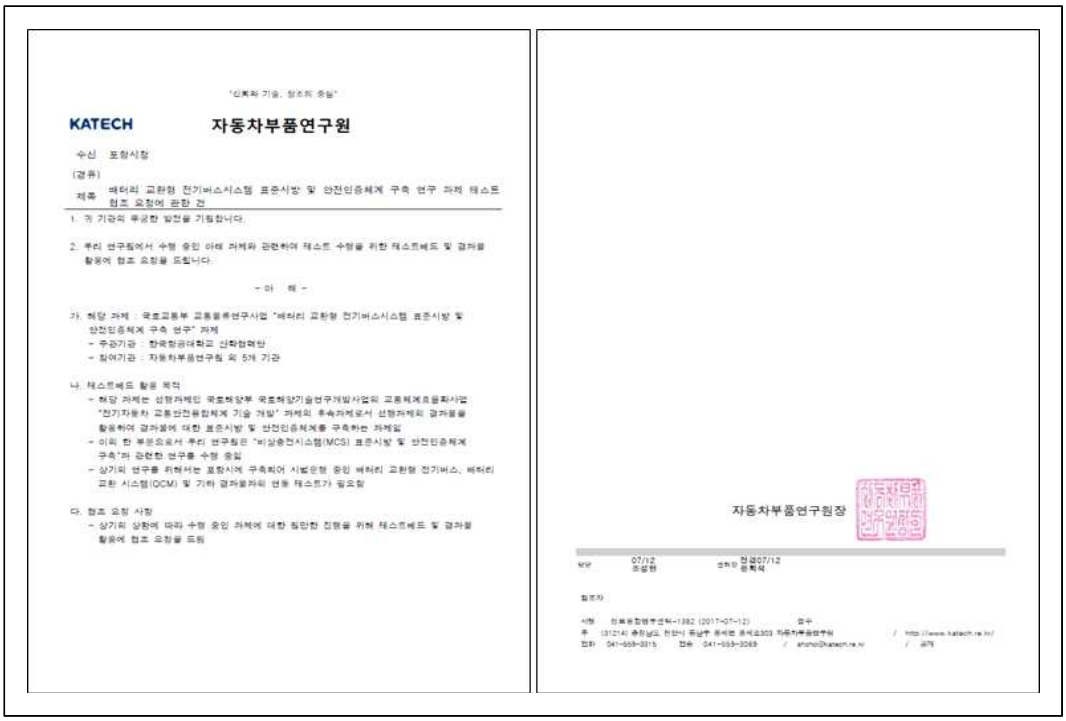


<그림 3.22> 공용배터리팩 활용을 위한 유지보수

(나) 테스트베드(포항) 활용

○ 포항시에서 운영 중인 배터리 교환형 전기버스(QTPE-BUS) 및 배터리 교환 시스템(QCM) 활용(테스트베드 관련 기관인 포항시 협조)
- 비상충전시스템(MCS)의 연동시험을 위해서는 배터리 교환형 전기버스(QTPE-BUS) 및 배터리 교환 시스템(QCM)과의 연동이 반드시 필요
- 포항시에서 운영 중인 배터리 교환형 전기버스(QTPE-BUS) 및 배터리 교환 시스템을 활용하기 위해서는 운영에 지장을 주지 않는 범위 내에서 포항시 협조 받고 진행해야 함

- 포항시로 활용 협조 공문을 보내고, 사전 방문 협의를 통해 배터리 교환형 전기버스(QTPE-BUS) 및 배터리 교환 시스템(QCM) 활용에 관한 전반적인 사항 조율 및 활용



KATECH 자동차부품연구원

수신 포항시장

(경유)

제목 배터리 교환형 전기버스시스템 표준시방 및 안전인증체계 구축 연구 과제 테스트베드 협조 요청에 관한 건

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. 우리 연구원에서 수행 중인 아래 과제와 관련하여 테스트 수행을 위한 테스트베드 및 결과물 활용에 협조 요청을 드립니다.

- 아 래 -

가. 해당 과제 : 국토교통부 교통물류연구사업 "배터리 교환형 전기버스시스템 표준시방 및 안전인증체계 구축 연구" 과제
- 주관기관 : 한국항공대학교 산학협력단
- 참여기관 : 자동차부품연구원 외 5개 기관

나. 테스트베드 활용 목적
- 해당 과제는 선행과제인 국토해양부 국토해양기술연구개발사업의 고등체계요원확사업 "전기자동차 고등안전융합체계 기술 개발" 과제의 후속과제로서 선행과제의 결과물을 활용하여 결과물에 대한 표준시방 및 안전인증체계를 구축하는 과제임
- 이의 한 부분으로서 우리 연구원은 "비상충전시스템(MCS) 표준시방 및 안전인증체계 구축"과 관련한 연구를 수행 중임
- 상기의 연구를 위해서는 포항시에 구축되어 시범운행 중인 배터리 교환형 전기버스, 배터리 교환 시스템(QCM) 및 기타 결과물과의 연동 테스트가 필요함

다. 협조 요청 사항
- 상기의 상황에 따라 수행 중인 과제에 대한 원만한 진행을 위해 테스트베드 및 결과물 활용에 협조 요청을 드림

자동차부품연구원장

시험 : 전북동종행주관북-1382 (2017-07-12) 연구
주 : (51214) 경상남도 창원시 동남구 부복로 303번길 303 자동차부품연구원 / http://www.katech.re.kr/
전화 : 041-559-3015 전송 : 041-559-3069 / email@katech.re.kr / 공개

<그림 3.23> 연동시험을 위한 테스트베드 활용 협조 공문

(3) 비상충전시스템(MCS) 현장 연동시험

(가) 자체충전기능 연동시험

○ 비상충전시스템(MCS) 내부에 적재된 배터리를 자체적으로 충전해주는 기능을 테스트하는 연동시험을 의미

○ 자체충전기능은 기본적으로 비상충전시스템(MCS)의 구성요소인 운전자단말/통합제어기, IBMS, 자체발전 시스템, 충전 시스템이 서로 연동하여 내부에 적재된 배터리를 충전해주게 됨

○ 반복적인 연동시험을 통해 비상충전시스템(MCS) 표준시방서 도출을 위한 각종 검증을 수행함
- 구성요소간의 연동을 통해 내부 적재 배터리에 대한 반복적인 충/방전을 수행해 봄으로써 통신 프로토콜 및 동작 시퀀스 검증
- 구성요소간의 연동을 통해 내부 적재 배터리 충전을 위한 통신 상태 검증
- 차량 IDLE RPM 조정에 의한 PTO 출력 세팅과 자체발전 시스템, 충전 시스템 연동을 통해 충전 용량에 대한 단계별 시험을 함으로써 최적의 충전 포인트 검증
- 자체충전 진행 중 각 구성요소 Error 및 고장에 대한 진단 상태 검증



<그림 3.24> 비상충전시스템(MCS) 표준시방 도출을 위한 자체충전기능 연동시험



<그림 3.25> 내부 적재 배터리 자체충전을 위한 통신 데이터 모니터링

(나) 배터리 교환형 전기버스(QTPE-BUS) 충전기능 연동시험

○ 비상충전시스템(MCS) 내부에 적재된 배터리를 공급원으로 하여 외부의 배터리 교환형 전기버스(QTPE-BUS)를 충전해 주는 기능을 테스트하는 연동시험을 의미

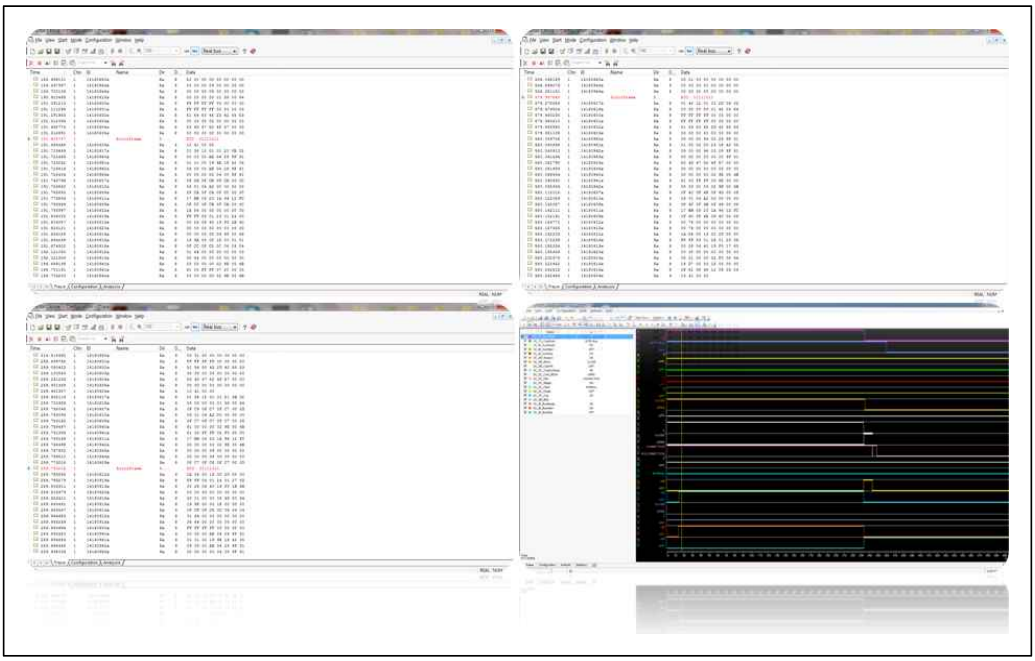
○ 배터리 교환형 전기버스(QTPE-BUS) 충전기능은 기본적으로 비상충전시스템(MCS)의 구성요소인 통합제어기, IBMS, 자체발전 시스템, 충전 시스템, 내부 적재 배터리가 서로 연동하여 외부의 배터리 교환형 전기버스(QTPE-BUS)의 고정형 배터리를 충전해주게 됨

○ 반복적인 연동시험을 통해 비상충전시스템(MCS) 표준시방서 도출을 위한 각종 검증을 수행함

- 구성요소간의 연동을 통해 배터리 교환형 전기버스(QTPE-BUS)에 대한 반복적인 충/방전을 수행해 봄으로써 통신 프로토콜 및 동작 시퀀스 검증
- 구성요소간의 연동을 통해 배터리 교환형 전기버스(QTPE-BUS) 충전을 위한 통신 상태 검증
- 내부 적재 배터리 및 배터리 교환형 전기버스(QTPE-BUS) 고정형 배터리의 DC-DC 충전 용량에 따른 충전시간 확인 및 검증
- 배터리 교환형 전기버스(QTPE-BUS) 충전 진행 중 각 구성요소 Error 및 고장에 대한 진단 상태 검증



<그림 3.26> 비상충전시스템(MCS) 표준시방 도출을 위한 배터리 교환형 전기버스(QTPE-BUS) 충전기능 연동시험



<그림 3.27> 배터리 교환형 전기버스(QTPE-BUS) 충전을 위한 통신 데이터 로깅 및 모니터링

(다) 배터리 교환 시스템(QCM)과의 배터리 교환 기능 연동시험

○ 비상충전시스템(MCS) 내부에 적재된 배터리와 배터리 교환 시스템(QCM) 내에 있는 배터리를 서로 교환하는 기능을 테스트하는 연동시험을 의미

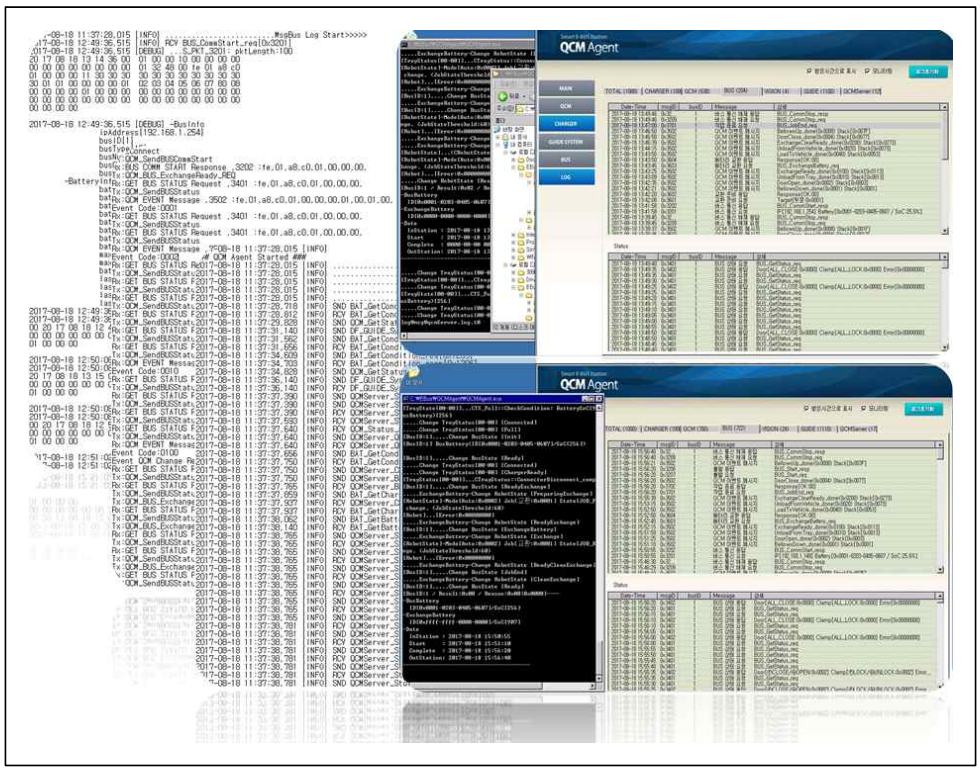
○ 배터리 교환 시스템(QCM)과의 배터리 교환 기능은 기본적으로 비상충전시스템(MCS)의 구성요소인 통합제어기, 배터리 적재/이송 시스템이 서로 연동하여 내부에 적재된 배터리를 교환 위치로 이송을 하고, 외부의 배터리 교환 시스템(QCM) Agent와 통신을 하면서 배터리를 서로 교환하게 됨

○ 반복적인 연동시험을 통해 비상충전시스템(MCS) 표준시방서 도출을 위한 각종 검증을 수행함

- 비상충전시스템(MCS) 구성요소 및 외부 배터리 교환 시스템(QCM) Agent와 연동하여 반복적인 배터리 이송 및 교환을 수행해 봄으로써 통신 프로토콜 및 동작 시퀀스 검증
- 비상충전시스템(MCS) 구성요소 및 외부 배터리 교환 시스템(QCM) Agent간의 연동을 통해 배터리 교환 시스템(QCM)과의 배터리 교환을 위한 통신 상태 검증
- 비상충전시스템(MCS)의 배터리 이송을 포함한 배터리 교환 시스템(QCM)과의 배터리 교환 시간 확인 및 검증
- 배터리 이송 및 교환 진행 중 각 구성요소 Error 및 고장에 대한 진단 상태 검증



<그림 3.28> 비상충전시스템(MCS) 표준시방 도출을 위한
배터리 교환 시스템(QCM)과의 배터리 교환 기능 연동시험



<그림 3.29> 배터리 교환을 위한 통신 데이터 로깅 및 모니터링

다. 비상충전시스템(MCS) 표준시방 관련 전문가 자문회의

○ 비상충전시스템(MCS) 표준시방 및 배터리 교환 시스템(QCM) 표준시방 구성안에 대하여 주관 기관을 비롯한 각 참여기관 내용 및 의견 공유 진행

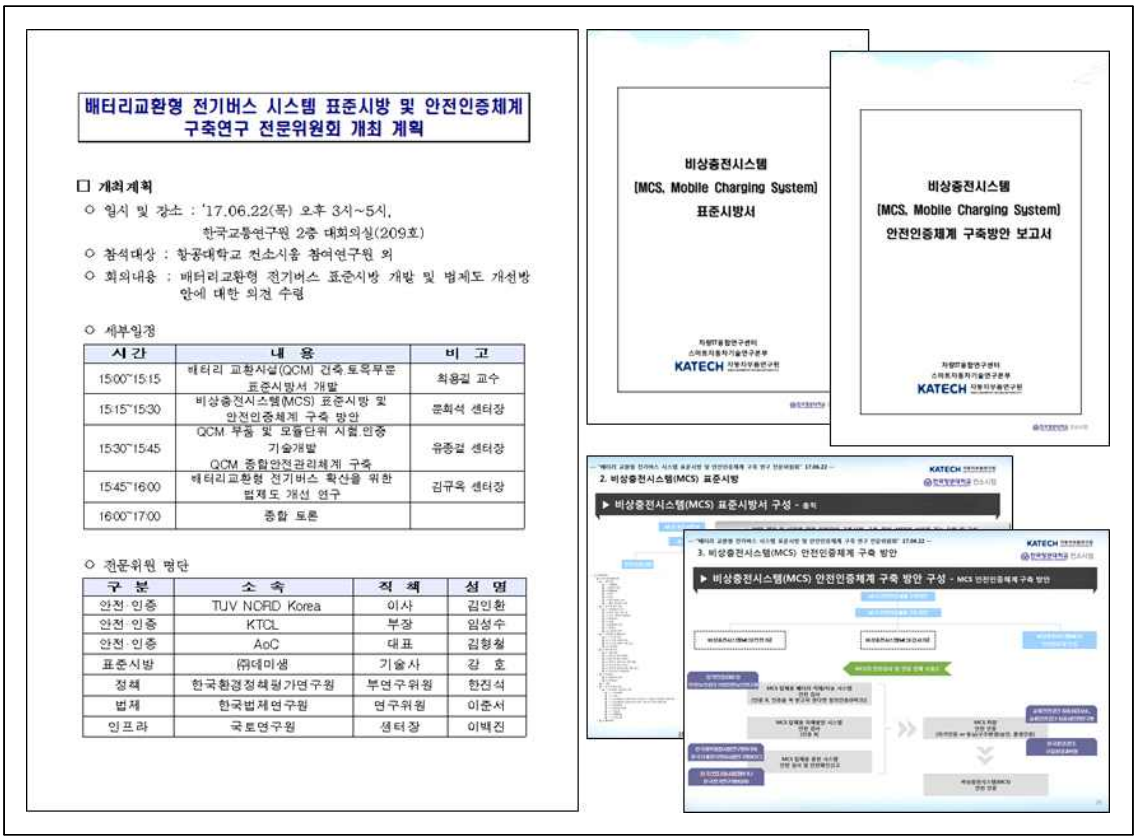
○ 표준시방 관련 전문가 자문위원을 대상으로 시스템에 대한 전반적인 설명을 진행하고, 표준시방 구성안에 대한 각종 자문을 구함

○ 표준시방 관련 전문가 자문위원으로부터 구성안에 대한 검토를 진행하고 항목 및 내용 작성에 대한 방향 확인 및 검증 진행

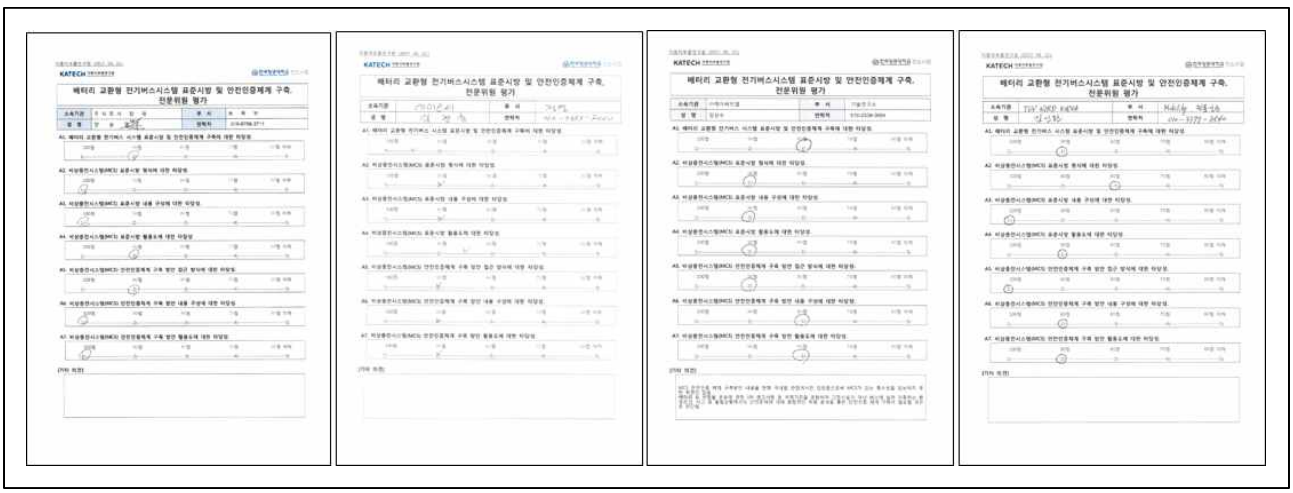
○ 표준시방 관련 전문가 자문위원으로부터 표준시방 형식, 내용 구성, 활용도 측면에 대한 검토를 진행하고, 타당성 검증 및 의견 수렴 진행



<그림 3.30> 비상충전시스템(MCS) 관련 설명 자료



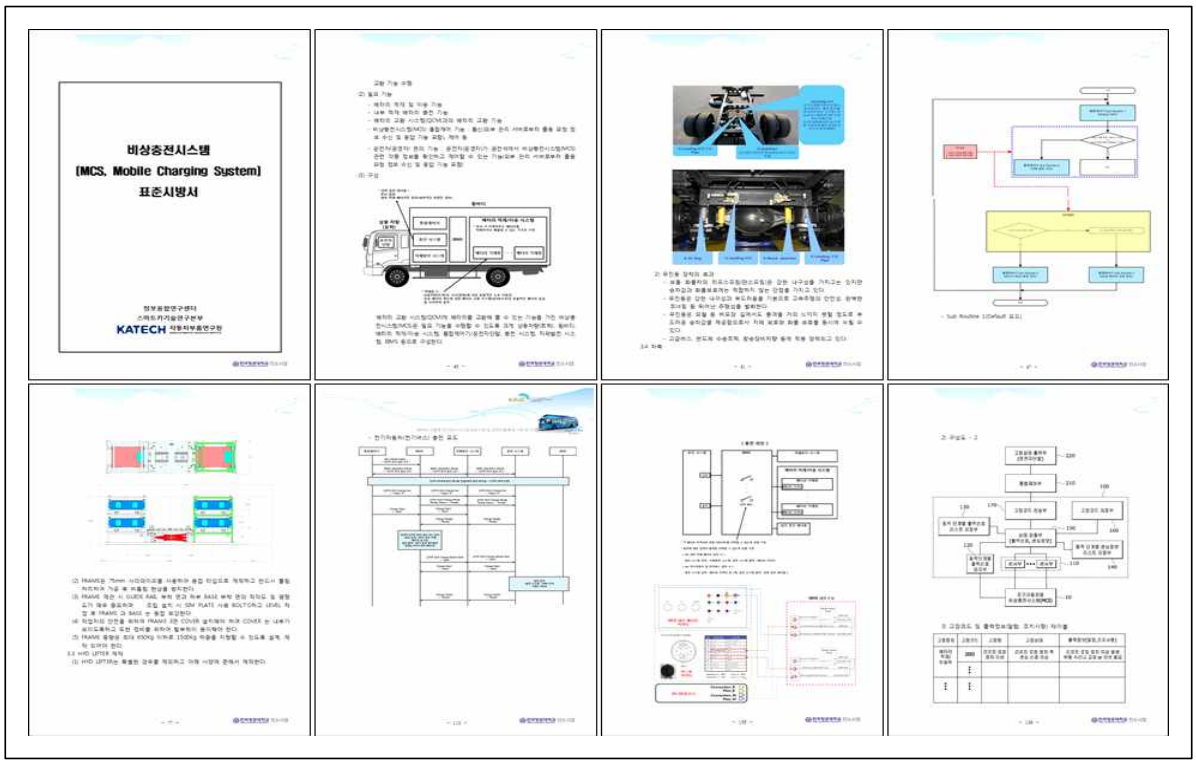
<그림 3.31> 배터리 교환형 전기버스 시스템 표준시방 및 안전인증체계 구축 연구 관련 전문가 자문회의



<그림 3.32> 전문가 자문회의를 통한 비상충전시스템(MCS) 표준시방 타당성 검증 및 의견 수렴

라. 현장 연동시험 및 전문가 자문회의 결과를 반영한 비상충전시스템(MCS) 표준시방서 최종 도출

○ 비상충전시스템(MCS) 현장 연동시험 과정을 통해 확인 및 검증된 사항과 전문가 자문회의를 거쳐 수렴된 의견들을 종합 반영하여 비상충전시스템(MCS)의 표준시방서를 최종 도출
- 비상충전시스템(MCS) 표준시방서의 최종 구성 및 내용은 아래의 그림과 표와 같음



<그림 3.33> 비상충전시스템(MCS) 표준시방서

<표 3.27> 비상충전시스템(MCS) 표준시방서

01000 총 칙

01010 일반공통사항

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 시방서는 차량 제작, 배터리 적재/이송 시스템, 통합제어기/운전자단말, 충전 시스템, 자체발전 시스템, IBMS 및 기타 구성품을 포함한 비상충전시스템(MCS)의 제작 및 설치에 관한 기준을 나타내는 시방서이다.

(2) 이 시방서의 내용 중 선택적 사항으로서 그 지정이 필요한 사항은 전문시방서 및 제작품 사양서에서 정하도록 한다.

(이하 생략, 별권 참조)

6. 기타 성과

○ 논문 - 1

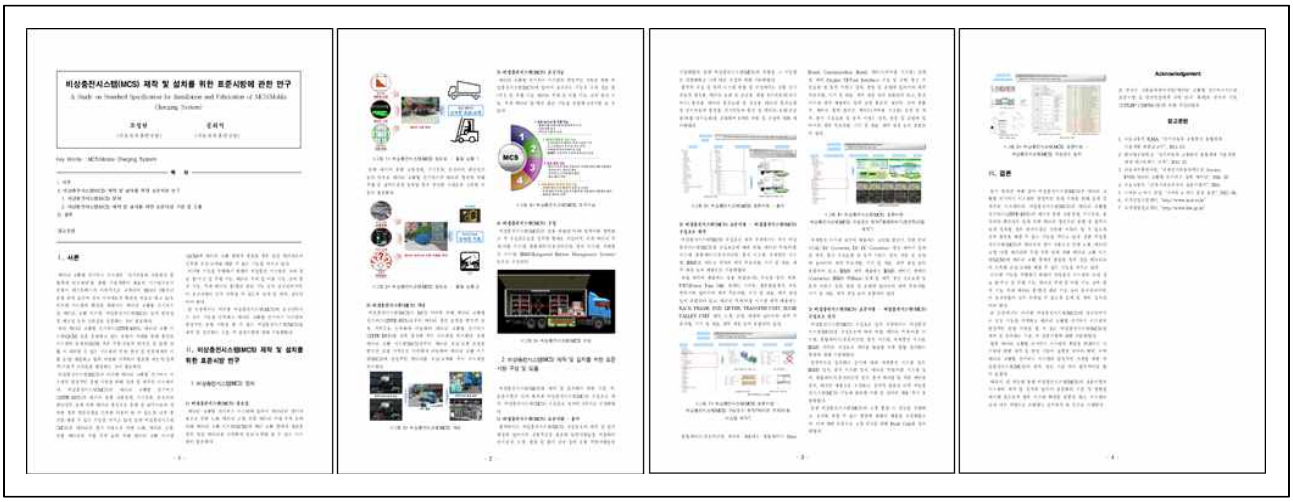
- 학회명 : 대한교통학회 제74회 학술발표회(2016년도 춘계학술대회)
- 논문명 : 배터리 교환형 전기버스 시스템 지원을 위한 비상충전시스템(MCS)



<그림 3.34> 논문 1 - 배터리 교환형 전기버스 시스템 지원을 위한 비상충전시스템(MCS)

○ 논문 - 2

- 학회명 : 한국ITS학회 2017년도 춘계학술대회
- 논문명 : 비상충전시스템(MCS) 제작 및 설치를 위한 표준시방에 관한 연구



<그림 3.35> 논문 2 - 비상충전시스템(MCS) 제작 및 설치를 위한 표준시방에 관한 연구

제 3 절 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계 구축 방안

1. 안전기준 및 시험/인증 관련 자료 수집 및 검토

가. 국가법령정보센터(http://www.law.go.kr/main.html) 자료 수집 및 검토

○ 현행 안전기준 자료(각종 현행법령, 자치법규, 행정규칙 등) 자료 수집 및 검토

- 국가법령정보센터의 현행 안전기준 자료에는 크게 법령, 자치법규, 행정규칙 등의 카테고리로 나누어 제시하고 있음
  - ■ 법령에는 건설기계 안전기준에 관한 규칙, 산업안전보건기준에 관한 규칙, 소방안전교부세 등 교부기준에 관한 규칙, 수도용 자재와 제품의 위생안전기준 인증 등에 관한 규칙, 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙 등 각종 안전과 관련한 기준, 절차 등의 규칙을 정리 및 제시하고 있음
  - ■ 자치법규에는 청주시 액화석유가스사업 허가기준에 관한 조례, 세종특별자치시 주택에 설치하는 소방시설의 설치기준 조례, 부산광역시 연제구 액화석유가스사업 허가기준에 관한 조례, 서울특별시 시내버스 재정지원 및 안전 운행기준에 관한 조례 등 각종 안전과 관련한 기준, 절차 등의 지역별 조례를 정리 및 제시하고 있음
  - ■ 행정규칙에는 간이스프링클러설비의 화재안전기준, 개별안전기준이 있는 공급자적합성확인대상 어린이제품의 안전기준, 건설기계 안전기준 시행세칙, 기계식주차장치의 안전기준 및 검사기준 등에 관한 규정, 리프트 제작기준·안전기준 및 검사기준, 자동차안전기준 시행세칙 등 각종 안전과 관련한 기준, 절차 등의 규정 및 세칙을 정리, 제시하고 있음
- 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계 구축 방안의 항목과 내용을 구성하기 위해 현행 안전기준(각종 현행법령, 자치법규, 행정규칙 등) 자료들을 수집하고, 구성 형식, 내용 등을 파악 및 검토

<표 3.28> 현행 안전기준 관련 자료

법령	자치법규	행정규칙
1. 건설기계 안전기준에 관한 규칙	1. 청주시 액화석유가스사업 허가기준에 관한 조례	1. 간이스프링클러설비의 화재안전기준(NFSC 103A)
2. 산업안전보건기준에 관한 규칙	2. 세종특별자치시 주택에 설치하는 소방시설의 설치기준 조례	· · ·
3. 소방안전교부세 등 교부기준에 관한 규칙	3. 부산광역시 연제구 액화석유가스사업 허가기준에 관한 조례	9. 개별안전기준이 있는 공급자적합성확인대상 어린이제품의 안전기준
4. 수도용 자재와 제품의 위생안전기준 인증 등에 관한 규칙	4. 서울특별시 서대문구 춤을 추는 행위가 허용되는 일반음식점의 안전기준 등에 관한 조례 시행규칙	10. 건설기계 안전기준 시행세칙

5. 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙	5. 울산광역시 중구 액화석유가스사업 허가기준에 관한 조례	· · ·
	· · ·	20. 기계식주차장치의 안전기준 및 검사기준 등에 관한 규정
	141. 대구광역시 주택에 설치하는 소방시설의 설치기준 조례	· · ·
	142. 광주광역시 주택 소방시설 설치 기준 조례	35. 리프트 제작기준·안전기준 및 검사기준
	143. 경기도 주택 소방시설 설치기준 조례	· · ·
	144. 부산광역시 주택에 설치하는 소방시설의 설치기준에 관한 조례	203. 자동차안전기준 시행세칙
	145. 서울특별시 시내버스 재정지원 및 안전 운행기준에 관한 조례	· · ·
	146. 서울특별시 근로자 권리 보호 및 증진을 위한 조례	316. 화재조기진압용스프링클러설비의화재안전기준(NFSC 103B)

○ 자동차 및 기계·장치 등의 안전기준/검사/인증/관리 관련 자료 수집 및 검토

- 자동차 및 기계·장치 등의 안전기준/검사/인증/관리 관련 자료에는 크게 법령, 행정규칙의 카테고리로 나누어 제시하고 있음
  - ■ 법령에는 자동차관리법을 포함한 시행령, 시행규칙, 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙, 산업안전보건법을 포함한 시행령, 시행규칙, 산업안전보건기준에 관한 규칙, 전기용품 및 생활용품 안전관리법을 포함한 시행령, 시행규칙 등 각종 안전기준/검사/인증/관리와 관련한 법, 시행령, 규칙을 정리 및 제시하고 있음
  - ■ 행정규칙에는 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준 시행세칙, 자동차 및 자동차부품의 인증 및 조사 등에 관한 규정, 위험기계·기구 안전인증 고시, 위험기계·기구 자율안전확인 고시, 안전검사 고시, 기계식주차장치의 안전기준 및 검사기준 등에 관한 규정, 전기용품 및 생활용품 안전관리 운용요령 등 각종 안전기준/검사/인증/관리와 관련한 시행세칙, 고시, 운용요령을 정리 및 제시하고 있음
- 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계 구축 방안의 항목과 내용을 구성하기 위해 자동차 및 기계·장치 등의 안전기준/검사/인증/관리 관련 자료들을 수집하고, 구성 형식, 내용 등을 파악 및 검토

<표 3.29> 자동차 및 기계·장치 등의 안전기준/검사/인증/관리 관련 자료

법령	행정규칙
1. 자동차관리법	1. 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준 시행세칙
2. 자동차관리법 시행령	2. 자동차 및 자동차부품의 인증 및 조사 등에 관한 규정
3. 자동차관리법 시행규칙	3. 위험기계·기구 안전인증 고시
4. 자동차관리법 제21조제2항 등의 규정에 따른 행정처분의 기준과 절차에 관한 규칙	4. 위험기계·기구 자율안전확인 고시
5. 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙	5. 위험기계·기구 방호조치 기준
6. 산업안전보건법	6. 안전인증·자율안전확인신고의 절차에 관한 고시
7. 산업안전보건법 시행령	7. 안전인증 대상 기계·기구등이 아닌 기계·기구등의 안전인증 규정
8. 산업안전보건법 시행규칙	8. 안전검사 고시
9. 산업안전보건기준에 관한 규칙	9. 안전검사 절차에 관한 고시
10. 전기용품 및 생활용품 안전관리법	10. 기계식주차장치의 안전기준 및 검사기준 등에 관한 규정
11. 전기용품 및 생활용품 안전관리법 시행령	11. 전기용품 및 생활용품 안전관리 운용요령
12. 전기용품 및 생활용품 안전관리법 시행규칙	

나. 국가기술표준원(http://www.kats.go.kr/main.do) 자료 수집 및 검토

○ 제품안전/시험인증 관련 자료 수집 및 검토

- 국가기술표준원의 제품안전/시험인증 자료에는 크게 제품안전, 인정제도, 평가인증 등의 카테고리로 나누어 제시하고 있음
  - ■ 제품안전에는 제품안전관리제도, 제품안전기본법, 전기용품, 생활용품, 어린이제품의 안전 등 각종 제품안전과 관련한 제도, 법령, 주요사항 등의 내용을 정리 및 제시하고 있음
  - ■ 인정제도에는 제도에 대한 안내, 한국인정기구(KOLAS), 한국제품인정제도(KAS)에 대한 개요, 인정기준 및 절차 등의 내용을 정리 및 제시하고 있음
  - ■ 평가인증에는 NEP(New Excellent Product), NET(New Excellent Technology), GR(Good Recycled Product)과 관련한 제도 안내, 법령, 인증대상 등의 내용을 정리 및 제시하고 있음
- 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계 구축 방안의 항목과 내용을 구성하기 위해 제품안전/시험인증 관련 자료들을 수집하고, 구성 형식, 내용 등을 파악 및 검토

<표 3.30> 국가기술표준원 제품안전/시험인증 관련 자료

국가기술표준원 – 정책			
제품안전	제품안전관리제도		▪ 제품안전제도 개요
			▪ 주요업무
	제품안전기본법	제품안전기본법 주요내용	▪ 제품안전기본법 주요내용
		제품리콜제도 소개	▪ 리콜의 주요형태
			▪ 제품안전기본법 주요내용
			▪ 관련법령
		제품위해 및 사고정보에 관한 보고	▪ 보고의 의무
			▪ 보고시 사실확인
		리콜 주요절차 및 리콜원인별 구분	▪ 리콜 주요절차 및 리콜원인별 구분
			▪ 국가기술표준원의 리콜권고 또는 명령에 따른 리콜조치
		관련법령	▪ 관련법령
	전기용품	전기용품안전관리제도 및 대상품목	▪ 제도의 개요
			▪ 안전관리대상전기용품
			▪ 안전인증기관
		안전관리대상 전기용품의 신청, 변경, 면제를 위한 확인	▪ 안전인증, 안전확인신고의 신청 및 처리절차
			▪ 안전인증, 안전확인신고의 변경
			▪ 안전인증, 안전확인신고 면제를 위한 확인
		안전관리대상 전기용품의 표시	▪ 안전인증 및 안전확인신고의 표시
		관련법령	▪ 관령법령
	생활용품	안전인증	▪ 안전인증제도
			▪ 안전인증대상 공산품
			▪ 안전인증기관
			▪ 안전인증절차
			▪ 안전인증표시
			▪ 정기검사절차
			▪ 동일모델 확인절차
			▪ 안전인증 면제를 위한 확인
		자율안전확인	▪ 자율안전확인
			▪ 자율안전확인대상공산품
			▪ 자율안전확인 시험·검사기관
			▪ 자율안전확인절차
			▪ “자율안전확인”의 표시기준 및 표시방법
		안전·품질표시	▪ 안전·품질표시
			▪ 안전·품질표시대상공산품
			▪ 안전·품질표시 절차
			▪ 안전·품질표시대상 공산품의 표시방법
		어린이보호포장	▪ 어린이보호포장

			▪ 어린이보호포장 공산품
			▪ 어린이보호포장 절차
			▪ 어린이보호포장대상 공산품의 표시방법
		관련법령	▪ 관련법령
	어린이제품	안전인증	▪ 안전인증제도
			▪ 안전인증대상 어린이제품
			▪ 안전인증기관
			▪ 안전인증절차
			▪ “안전인증표시”의 표시기준 및 표시방법
			▪ 정기검사절차
			▪ 동일모델 확인절차
			▪ 안전인증 면제를 위한 확인
		안전확인	▪ 안전확인
			▪ 안전확인대상어린이제품
			▪ 안전확인 시험·검사기관
			▪ 안전확인 절차
			▪ “안전확인”의 표시기준 및 표시방법
		공급자적합성확인	▪ 공급자적합성확인
			▪ 공급자적합성확인대상어린이제품
			▪ 공급자적합성확인 절차
			▪ 공급자적합성확인표시대상 어린이제품의 표시방법
		관련법령	▪ 관련법령
	안전기준열람	전기용품	▪ 전기용품안전기준
		생활용품	▪ 생활용품안전기준
인정제도	인정제도 안내		
	한국인정기구(KOLAS)		
	한국제품인정제도 (KAS)	개요	
		인정기준 및 절차	▪ 인정기준
			▪ 인정절차
		인정기관 갱신 및 사후관리	▪ 인증기관의 유효기간
			▪ 사후관리
			▪ 갱신평가
			▪ 인증기관의 보고 및 인정서 재교부 신청
			▪ 업무의 휴지 및 폐지
			▪ 인정취소
		교육기관 신고	▪ 교육기관의 심사
			▪ 교육기관의 심사·감독
평가인증	NEP(New Excellent		▪ 관련법령

	Product)		▪ 인증대상
			▪ 인증유효기간
	NET(New Excellent Technology)		▪ 관련법령
			▪ 운영기관
			▪ 인증대상
			▪ 인증유효기간
			▪ 인증 신기술의 지원
			▪ 신청 방법 및 절차
	GR(Good Recycled Product)		▪ GR마크
			▪ GR제도

다. 교통안전공단(http://www.ts2020.kr/main.do) 자료 수집 및 검토

○ 자동차 검사 관련(자동차검사, 안전검사, 건설기계인증자료, 검사관련 자료/서식 등) 자료 수집 및 검토

- 교통안전공단의 자동차 검사 관련 자료에는 크게 자동차검사, 안전검사, 건설기계인증자료, 검사관련 자료/서식 등의 카테고리로 나누어 제시하고 있음
  - ■ 자동차검사에는 자동차 검사 종류별 구비서류, 자동차구조변경, 종합검사, TS 자동차 검사 브리프, 튜닝승인 절차 등의 내용을 정리 및 제시하고 있음
  - ■ 안전검사에는 운전정밀검사 특별검사 대상자 질의 회신자료, 운전정밀검사 운송사업자 교정교육 지침서, 검사기기 점검요령 등의 내용을 정리 및 제시하고 있음
  - ■ 건설기계인증자료에는 건설기계 형식승인신청서, 건설기계제원표 및 제원표 작성요령, 건설기계안전기준에 적합함을 확인하는 서류 작성(예), 건설기계 확인검사신청서 등의 내용을 정리 및 제시하고 있음
  - ■ 검사관련 자료/서식에는 자동차종합검사 종합검사시행 검사기술능력 관련 기준자료, 자동차검사 구비서류, 운전정밀검사 관련법규, 불법자동차 단속 업무 매뉴얼, 알기 쉬운 자동차 튜닝 매뉴얼, 푸드트럭 튜닝 절차 등의 내용을 정리 및 제시하고 있음
- 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계 구축 방안의 항목과 내용을 구성하기 위해 자동차 검사 관련 자료들을 수집하고, 구성 형식, 내용 등을 파악 및 검토

<표 3.31> 자동차 검사 관련 자료

자동차검사	안전검사	건설기계인증자료	검사관련 자료/서식
1. 자동차 검사 종류별 구비서류	1. 운전정밀검사 특별검사 대상자 질의 회신자료	1. 건설기계 형식승인신청서	1. 자동차종합검사 종합검사시행 검사기술능력 관련 기준자료
· · ·	2. 운전정밀검사 특별검사 대상자 질의 회신자료	2. 건설기계제원표 및 제원표 작성요령	2. 자동차검사 구비서류
11. 자동차구조변경	3. 운전정밀검사 운송사업자 교정교육 지침서	3. 건설기계안전기준에 적합함을 확인하는 서류 작성(예)	3. 운전정밀검사 관련법규

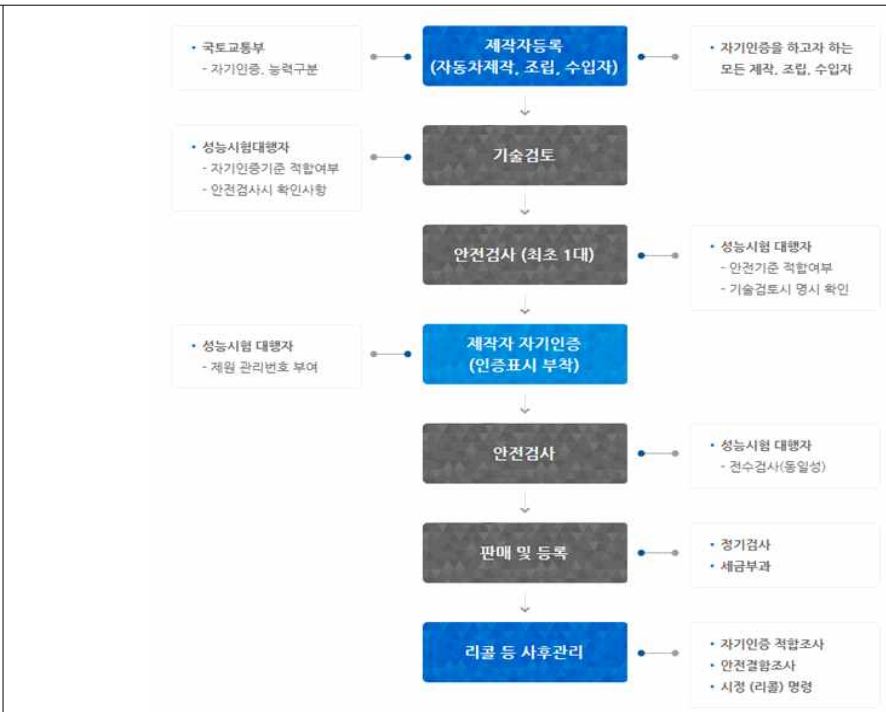
12. 종합검사	· · ·	4. 건설기계 확인검사신청서	· · ·
· · ·	10. [기기정도검사] 검사기기 점검요령		20. 불법자동차 단속 업무매뉴얼
87. TS 자동차검사 브리프	11. [기기정도검사] 검사기기 수리업체		21. 알기 쉬운 자동차 튜닝 매뉴얼
88. 튜닝승인 절차 안내	12. 검사기기 소모품 공급업체 연락처		22. 푸드트럭 튜닝 절차

○ 자동차 자기인증 관련 자료 수집 및 검토

- 교통안전공단의 자동차 자기인증 관련 자료에는 자기인증에 관한 개요, 법적 근거, 자기인증 절차 등의 내용을 정리 및 제시하고 있음
- 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계 구축 방안의 항목과 내용을 구성하기 위해 자동차 자기인증 관련 자료들을 수집하고, 구성 형식, 내용 등을 파악 및 검토

<표 3.32> 자동차 자기인증 관련 자료

자기인증	▪ 자동차(이륜자동차 포함)를 제작·조립 및 수입하고자 하는 자가 그 자동차의 형식이 자동차의 안전기준에 관한 규칙에 적합함을 스스로 인증(자기인증)하는 것 ▪ 단, 생산규모·안전 및 성능시험시설 등 국토교통부령이 정하는 요건을 충족하지 못한 제작·조립 또는 수입자(자기인증능력이 없는 제작자 등) 등은 성능시험대행자(교통안전공단 자동차안전연구원)로부터 확인을 받아 자기인증 하여야 함
법적 근거	▪ 자동차관리법 제30조(자동차의 자기인증 등) ▪ 자동차관리법 시행규칙 제31조 내지 제40조 ▪ 자동차 자기인증요령 등에 관한 규정
관련 자료	▪ 자동차 및 자동차부품의 인증 및 조사 등에 관한 규정 [자동차 및 자동차부품 자기인증요령 등에 관한 규정(개정안)]

자기인증 절차	

2. 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계 구축 방안 도출

가. 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계 구축 방안 구성 항목 도출

○ 비상충전시스템(MCS)의 안전인증체계를 위한 구성을 크게 차량, 배터리 적재/이송 시스템, 자체발전 및 충전 시스템으로 분류하고, 분류된 구성에 대한 안전기준, 검사기준, 안전검사 및 인증 관련 검토사항 및 구축 방안 등으로 내용을 구성

- 비상충전시스템(MCS) 개요에서는 비상충전시스템(MCS)에 대한 설명을 포함하여 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계의 구축 목적, 구축 방안 범위, 용어 정의 등의 내용을 제시
- 비상충전시스템(MCS) 관련 안전기준에 관한 검토에서는 차량 관련 안전기준에 관한 검토사항, 배터리 적재/이송 시스템 관련 안전기준에 관한 검토사항, 자체발전 및 충전 시스템 관련 안전기준에 관한 검토사항 등의 내용을 제시
- 비상충전시스템(MCS) 관련 안전검사 및 인증에 관한 검토에서는 차량 관련 안전검사 및 인증에 관한 검토사항, 배터리 적재/이송 시스템 관련 안전검사 및 인증에 관한 검토사항, 자체발전 및 충전 시스템 관련 안전검사 및 인증에 관한 검토사항 등의 내용을 제시
- 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계 구축 방안에서는 각종 검토사항을 기반으로 도출한 비상충전시스템(MCS)의 안전기준, 검사기준, 안전검사 및 인증에 관한 내용을 제시

<표 3.33> 비상충전시스템 안전인증체계 구축 방안 구성 항목

1. 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계 구축 방안 개요	1.1 비상충전시스템(MCS) 개요
	1.2 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계 구축 목적
	1.3 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계 구축 방안 범위
	1.4 용어 정의
2. 비상충전시스템(MCS) 관련 안전기준에 관한 검토	2.1 차량 관련 안전기준에 관한 검토
	2.2 배터리 적재/이송 시스템 관련 안전기준에 관한 검토
	2.3 자체발전 및 충전 시스템 관련 안전기준에 관한 검토
3. 비상충전시스템(MCS) 관련 안전검사 및 인증에 관한 검토	3.1 차량 관련 안전검사 및 인증에 관한 검토
	3.2 배터리 적재/이송 시스템 관련 안전검사 및 인증에 관한 검토
	3.3 자체발전 및 충전 시스템 관련 안전검사 및 인증에 관한 검토
4. 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계 구축 방안	4.1 비상충전시스템(MCS) 안전기준
	4.2 비상충전시스템(MCS) 검사기준
	4.3 비상충전시스템(MCS) 안전검사 및 인증

나. 비상충전시스템(MCS) 점검 및 현장 연동시험

(1) 비상충전시스템(MCS) 구성요소 점검 및 유지보수

(가) 비상충전시스템(MCS) 임시운행허가증 재발급 및 차량 점검/유지보수

○ 앞 절 비상충전시스템(MCS) 표준시방서 도출에서의 재발급 및 점검/유지보수와 동일

(나) 비상충전시스템(MCS) 구성요소 점검 및 유지보수

○ 앞 절 비상충전시스템(MCS) 표준시방서 도출에서의 점검 및 유지보수와 동일

(2) 관련 기관 협조에 의한 선행과제 결과물 및 테스트베드(포항) 활용

(가) 공용배터리팩 활용

○ 앞 절 비상충전시스템(MCS) 표준시방서 도출에서의 유지보수 및 활용과 동일

(나) 테스트베드(포항) 활용

○ 앞 절 비상충전시스템(MCS) 표준시방서 도출에서의 협조 및 활용과 동일

(3) 비상충전시스템(MCS) 현장 연동시험

(가) 충전기능 연동시험

○ 충전기능 연동시험에는 크게 비상충전시스템(MCS) 내부에 적재된 배터리를 자체적으로 충전해주는 자체충전 연동시험과 내부에 적재된 배터리를 공급원으로 하여 외부의 배터리 교환형 전기버스(QTPE-BUS)를 충전해 주는 버스 충전 연동시험이 있음

○ 충전기능을 수행하기 위한 준비 과정 또는 진행과정에서 위험에 노출될 부분은 없는지, 안전을 위해 고려해야 될 사항들은 무엇인지 확인 및 검증

○ 반복적인 연동시험을 통해 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계 구축 방안 도출을 위한 각종 확인 및 검증을 수행함
- 배터리 적재/이송 시스템 내에서 내부 적재 배터리 위치 이동을 위한 이송 과정, 내부 적재 배터리와 커넥터 결합 과정 등을 포함하여 안전을 위해 고려 및 검사되어야 할 사항들을 확인 및 검증
- 충전기능 수행 중 비상정지버튼에 의해 충전이 제대로 중지되는지 확인 및 검증
- 충전 케이블 릴에 케이블이 감기고, 풀릴 때 단선 및 단락이 생기지 않는지 확인 및 검증
- 외부 버스 충전을 위해 버스 인렛에 충전 케이블 연결 시 안전과 관련한 위험요소에 대해 확인 및 검증

<표 3.34> 비상충전시스템 안전인증체계 구축 방안 구성 항목

1. 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계 구축 방안 개요	1.1 비상충전시스템(MCS) 개요
	1.2 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계 구축 목적
	1.3 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계 구축 방안 범위
	1.4 용어 정의
2. 비상충전시스템(MCS) 관련 안전기준에 관한 검토	2.1 차량 관련 안전기준에 관한 검토
	2.2 배터리 적재/이송 시스템 관련 안전기준에 관한 검토
	2.3 자체발전 및 충전 시스템 관련 안전기준에 관한 검토
3. 비상충전시스템(MCS) 관련 안전검사 및 인증에 관한 검토	3.1 차량 관련 안전검사 및 인증에 관한 검토
	3.2 배터리 적재/이송 시스템 관련 안전검사 및 인증에 관한 검토
	3.3 자체발전 및 충전 시스템 관련 안전검사 및 인증에 관한 검토
4. 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계 구축 방안	4.1 비상충전시스템(MCS) 안전기준
	4.2 비상충전시스템(MCS) 검사기준
	4.3 비상충전시스템(MCS) 안전검사 및 인증



<그림 3.36> 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계 구축 방안 도출을 위한 충전기능 연동시험

(나) 배터리 교환 시스템(QCM)과의 배터리 교환 기능 연동시험

○ 비상충전시스템(MCS) 내부에 적재된 배터리와 배터리 교환 시스템(QCM) 내에 있는 배터리를 서로 교환하는 기능을 테스트하는 연동시험을 의미

○ 교환기능을 수행하기 위한 준비 과정 또는 진행과정에서 위험에 노출될 부분은 없는지, 안전을 위해 고려해야 될 사항들은 무엇인지 확인 및 검증

○ 반복적인 연동시험을 통해 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계 구축 방안 도출을 위한 각종 확인 및 검증을 수행함

- 비상충전시스템(MCS) 차량의 배터리 교환 시스템(QCM) 진입 시 안전을 위해 고려되어야 할 사항에 대해 확인 및 검증
- 비상충전시스템(MCS) 차량이 배터리 교환 시스템(QCM)과의 배터리 교환 위치에 정차하는 과정 및 단계에서 안전을 위해 고려되어야 할 사항에 대해 확인 및 검증
- 배터리 적재/이송 시스템 내에서 배터리 교환 시스템(QCM)과의 배터리 교환 위치를 포함한 내부 적재 배터리 위치 이동을 위한 이송 과정에 있어서 안전을 위해 고려 및 검사되어야 할 사항들을 확인 및 검증
- 비상충전시스템(MCS)과 배터리 교환 시스템(QCM)의 배터리 교환 위치로 QCM 로봇팔이 움직여 배터리를 집는 과정에서 안전을 위해 고려 및 검사되어야 할 사항들을 확인 및 검증
- 비상충전시스템(MCS)과 배터리 교환 시스템(QCM)의 배터리 교환 기능 수행 중 비상정지버튼에 의해 동작이 제대로 중지되는지 확인 및 검증



<그림 3.37> 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계 구축 방안 도출을 위한 배터리 교환 시스템(QCM)과의 배터리 교환 기능 연동시험

다. 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계 구축 방안 관련 전문가 자문회의

○ 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계 구축 방안 구성안에 대하여 주관 기관을 비롯한 각 참여기관 내용 및 의견 공유 진행

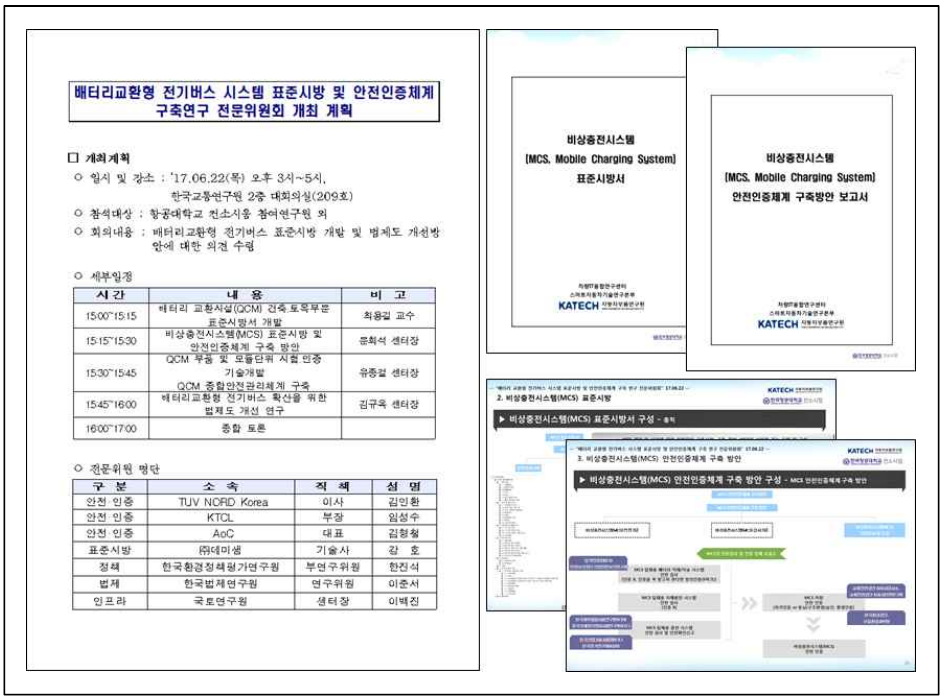
○ 안전인증 관련 전문가 자문위원을 대상으로 시스템에 대한 전반적인 설명을 진행하고, 안전인증체계 구축 방안 구성안에 대한 각종 자문을 구함

○ 안전인증 관련 전문가 자문위원으로부터 구성안에 대한 검토를 진행하고 항목 및 내용 작성에 대한 방향 확인 및 검증 진행

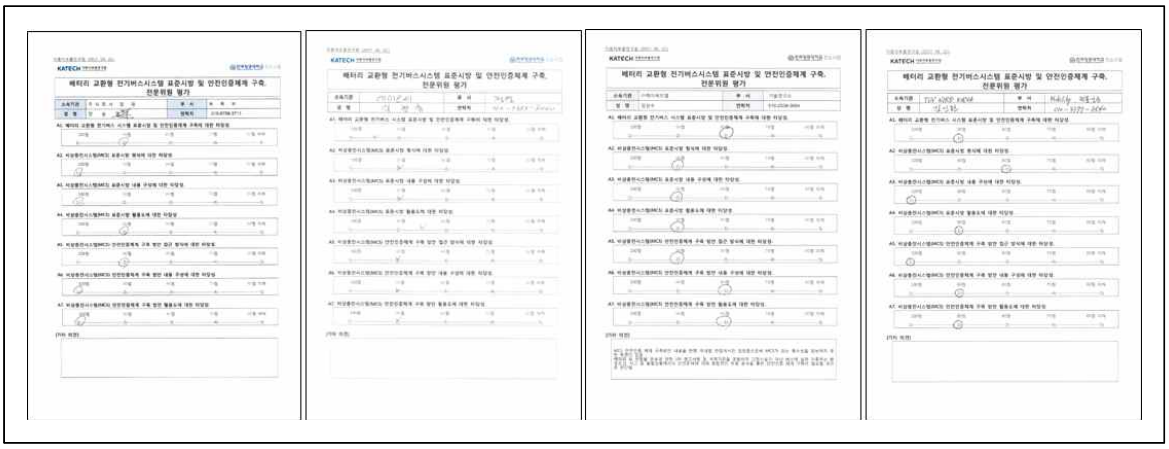
○ 안전인증 관련 전문가 자문위원으로부터 안전인증체계 구축 방안 접근 방식, 내용 구성, 활용도 측면에 대한 검토를 진행하고, 타당성 검증 및 의견 수렴 진행



<그림 3.38> 비상충전시스템(MCS) 관련 설명 자료



<그림 3.39> 배터리 교환형 전기버스 시스템 표준시방 및
안전인증체계 구축 연구 관련 전문가 자문회의

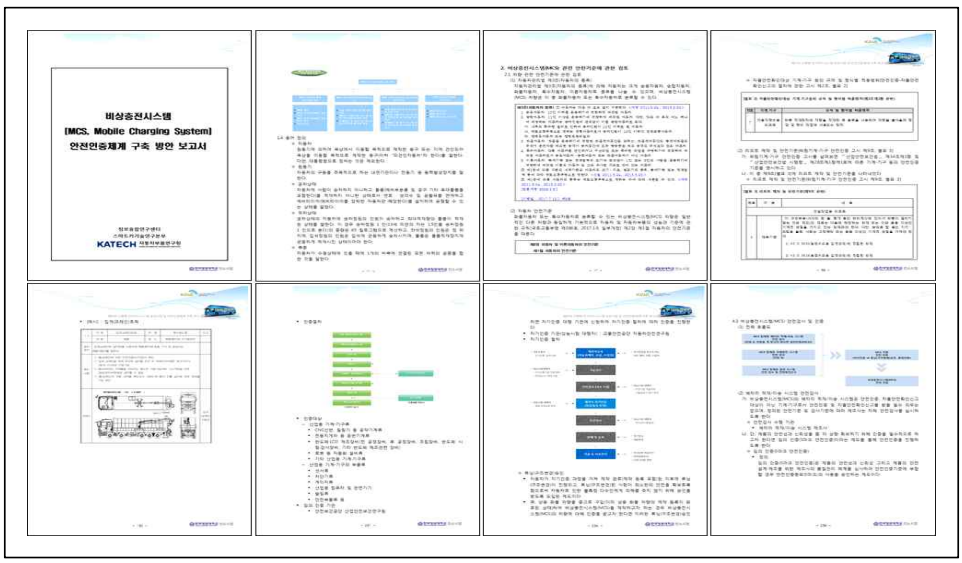


<그림 3.40> 전문가 자문회의를 통한 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계 구축 방안 타당성 검증 및 의견 수렴

라. 현장 연동시험 및 전문가 자문회의 결과를 반영한 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계 구축 방안 최종 도출

○ 비상충전시스템(MCS) 현장 연동시험 과정을 통해 확인 및 검증된 사항과 전문가 자문회의를 거쳐 수렴된 의견들을 종합 반영하여 비상충전시스템(MCS)의 안전인증체계 구축 방안을 최종 도출

- 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계 구축 방안의 최종 구성 및 내용은 아래의 그림과 표와 같음



<그림 3.41> 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계 구축 방안

<표 3.35> 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계 구축 방안

1. 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계 구축 방안 개요

1.1 비상충전시스템(MCS) 개요

(1) 비상충전시스템(MCS) 필요성

가. 돌발상황 #1

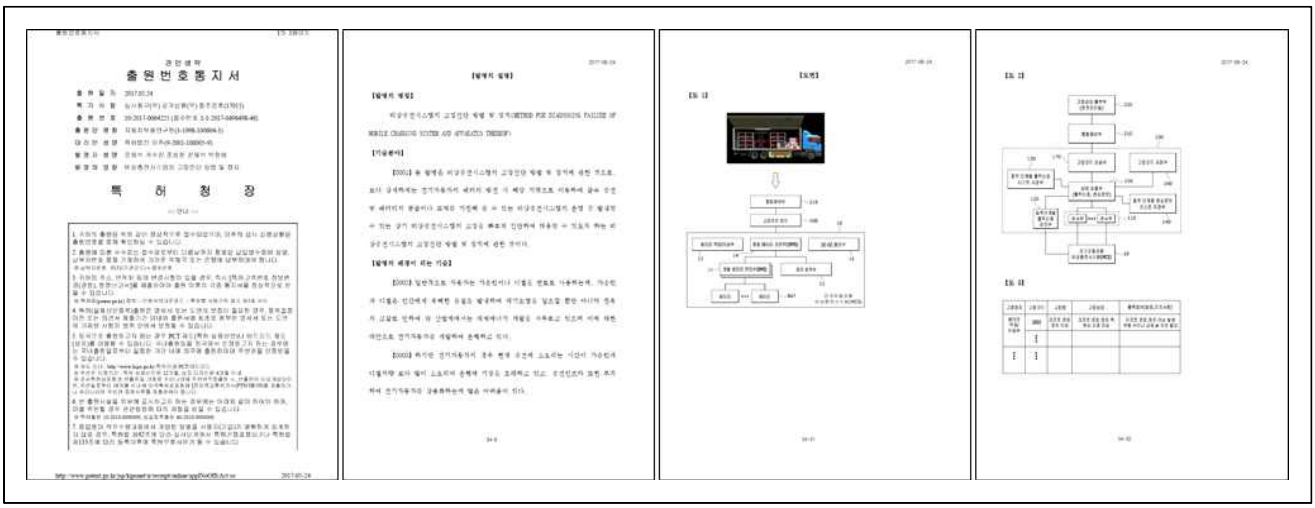
ㅇ 배터리 교환 시스템(QCM, Quick Change Machine)에서 배터리의 장기사용으로 인한 배터리 노화, 배터리의 고장, 만충 배터리의 수량 부족 등으로 인하여 배터리 교환 장애가 발생할 경우 정상 배터리로의 신속한 공급/교체가 필요하게 된다.

(이하 생략, 별권 참조)

3. 기타 성과

○ 특허 출원

- 특허명 : 비상충전시스템의 고장진단 방법 및 장치
- 출원번호 : 10-2017-0064225
- 출원국가 : 대한민국
- 출원일 : 2017. 05. 24



<그림 3.42> 특허 출원 - 비상충전시스템의 고장진단 방법 및 장치

제 4 절 비상대응체계 매뉴얼

1. 선행 연구 자료 검토

가. 선행 연구 자료 조사

○ 고속철도 비상사고 화재에 대한 비상대응 시나리오
- 비상대응 시나리오는 승객, 비상대응직원으로 구분하고 승객은 대피위주로 설정하여 비상대응 주체가 아니지만 비상대응직원에 대한 지원은 가능함
- 승객은 비상대응 직원은 아니지만 비상사고 발생 시 가장 먼저 사고 상황을 인지할 가능성이 높은 승객에 대해서 사고 발생 시의 역할을 정의하고 이들의 역할은 필수사항이 아닌 선택사항으로 정의함
- 비상사고 발생 시 사고현장에 근무하고 있을 확률이 가장 높고 주로 현장 조취의 역할을 하는 기장, 열차팀장, 승무원의 역할과 책임을 정의함
- 배터리 교환형 전기버스의 비상사고 발생 시에도 유사한 관점으로 접근함

<표 3.36> 시나리오 상황에 따른 승객의 비상대응

대상	ACTIVITY	ACTION
승객	열차 내 사고전파	- 기장/열차팀장/승무원에게 사고전파 - 외부관계기관에게 사고전파
	역사 내 사고전파	- 역 근무자에게 사고전파 - 외부관계기관에게 사고전파
	초기대응	- 기장/열차팀장/승무원에게 대응상황 전파 - 역 근무자에게 대응상황 전파 - 초기대응 시도
	객차 출입문 개방	- 객실 출입문 개방
	열차 출입문 수동 개방	- 열차 출입문 수동개방 실시
	열차 내 대피	- 열차 내 승객대피
	터널 구간 내 대피	- 터널구간 내 승객대피
	상황종료	- 기장/열차팀장/승무원에 초기 상황 종료 보고 - 역 근무자에게 초기상황 종료보고

<표 3.37> 시나리오 상황에 따른 비상대응 직원의 비상대응

대상	ACTIVITY	ACTION
기장 열차팀장 승무원	열차 내 사고전파	– 관제센터에 사고전파 – 비상방송실시
	열차 안전지역 정차	– 관제센터에 열차정지 요청 – 열차(안전지역) 정치
	열차방호	– 열차전부표지 점멸 – 적색신호 화염
	전차선 차단	– 관제센터에 전차선 전력차단 요청
	타 열차 운행통제	– 관제센터에 타 열차운행통제 요청
	초기대응	– 초기대응 시도 – 관제센터에 대응상황 전파
	객차 출입문 개방	– 객차 출입문 개방
	열차 출입문 개방	– 열차 출입문 개방 – 관제센터에 열차 출입문 개방 통보
	열차 출입문 수동개방	– 관제센터에 출입문 개방불가 통보 – 열차 출입문 수동개방 안내방송 – 열차 출입문 수동개방 실시
	열차 내 대피	– 관제센터에 승객 대피상황 보고 – 승객대피방송 실시
	외부교통 이용 유도	– 외부교통 이용 유도 실시
	상황종료	– 관제센터에 초기상황 종료보고

○ 서울메트로 특이역 열차 화재 발생 시 시나리오
- 상황접수 및 통보 시 정확하고 구체적인 표현을 사용해야 함
- 기관사와 역직원은 119 소방대 도착 시까지 초기 소화 작업에 임해야 함
- 터널 대피 유도 시에는 반대편 열차운행정지를 반드시 확인 및 연기 흐름을 보고 안전한 방향으로 유도해야 함
- 배터리 교환형 전기버스의 비상사고 발생 시에도 유사한 관점으로 접근함

<표 3.38> 열차 화재 발생 시 비상대응

ACTIVITY	ACTION
상황발생	– 상황접수 – 대합실, 승강장, 열차 등 현장 출동 – 초기진화 (소화기, 소화전 사용)
단시간 조치 및 복구 가능 시	– 초기진화 및 유관기관 신고 – 공기 호흡기, 방독면 휴대 현장 출동 후 상황에 따라 착용 – 종합관제센터 119, 112 신고 정확한 화재 위치 신고 – 소화전, 소화기 사용 초기진화 – 안내방송 – 승객 터널유도 대피 및 구호 – 게이트 개방 – 제연설비 가동 여부 확인

단시간 조치 및 복구 불가능 시	- 119 도착시 주요사항 인계 - 승객대피 및 구호 - 안내방송
화재진압 (정상복구)	- 환경정비 - 안내방송 및 사과 안내문 부착 - 열차정상 운행 - 피해상황 파악
상황보고	- 진행 상황 보고
상황종료	- 상황 종료

○ 전기자동차 공공충전인프라 운영 및 유지관리

- QCM 배터리 교체 시, 발생 가능한 사고에 대비 충전 관련 주의사항을 참조하여 비상대응 시나리오에 적용함

<표 3.39> 전기자동차 충전인프라 운영 시 주의사항

구분	주의사항
1	- 다음 물기가 있는 곳에서 사용하지 말아야 함 충전기 커넥터와 차량 인렛부위에 물기가 있을 때 사람이나 손이 물에 젖었을 때 차량이 물에 젖었을 때 바닥에 물기가 있을 때
2	- 온도가 충전기 사양에서 정한 사용온도보다 높거나 낮은 장소에서 사용하지 말아야 함 (-30~50℃)
3	- 커넥터의 단자(금속부위)에 목걸이, 열쇠, 동전, 시계 등의 전기가 흐르는 물체들이 닿지 않도록 주의하고 못 등 날카로운 것으로 손상되지 않도록 해야 함, 합선될 경우 폭발위험이 있으므로 절대 금하여야 함
4	- 충전기 유형(완속, 급속)에 반드시 지정된 전기자동차 전용 배터리에만 사용하고 다른 용도로 사용하지 않아야 함
5	차량 이동 시 충전기와의 충돌을 방지할 수 있도록 주의해야 하며 충전기에 충격이 가해졌을 경우 동작을 중지하고 제조사에 즉시 문의하여야 함
6	충전 중 차량 이동을 금하고 충전기나 차체, 커넥터 부위에 접촉하지 않도록 하여야 함

<표 3.40> 전기자동차 충전인프라 운영 시 유지관리

구분	유지관리
1	- 폭풍, 천둥, 번개가 심하게 칠 때는 충전기 사용을 금지해야 하며 충전기 커넥터는 차량과 분리하여 거치대 문을 닫고 보관해야 함
2	- 폭발이나 화재의 위험이 있는 장소에는 충전기를 설치해서는 안되며 충전기를 청소하기 위해 화학물질이나 세제 등을 사용해서는 안됨
3	- 충전기 근처에 소화기를 비치하여 충전 중 화재에 대비하여야 함
4	- 충전소 전담 안전 관리자를 지정하여 정기적인 안전점검이 이루어지도록 하여야 함

○ 쏘울EV 차량 사고 및 화재 발생 시 응급조치

- 배터리 교환형 충전과 플러그인 충전방식의 차이는 있지만 크게 전기자동차의 충전 시 발생 가능한 사고 유형를 분석하여 상황에 맞는 응급조치를 유추할 수 있음

<표 3.41> 쏘울EV 차량사고 및 화재 발생 시 응급조치

구분	응급조치
1	- 차량 사고가 발생 하였을 경우에는 차량을 안전한 장소에 이동시킨 후 고전압의 전기 누출을 방지하기 위해 차량 시동을 끄고 보조 배터리(12V)의 단자를 분리하여 전원을 차단
2	- 차량 내부나 외부에서 보았을 때 노출된 전선이 있을 경우 전선을 만지지 말 것
3	- 고전압의 전선(주황색)과 커넥터 그리고 모든 전기 부품 및 장치를 만지지 말 것
4	- 차량 사고가 발생하였을 때 구동용(고전압) 배터리가 파손되어 인체에 유해한 가스 및 전해액이 누출 될 수 있음, 누출된 액체가 피부에 접촉되지 않도록 주의할 것
5	- 가연성 가스 및 유독 가스 누출이 의심이 되면 창문을 열어 환기를 시키고 안전한 장소로 대피
6	- 견인이 필요하다면 네 바퀴를 모두 들어 올려 견인할 것

○ 버스정류장 교통사고 특성 분석

- 교통사고 유형별로 분류하면 주정차 중 40건, 측면 직각 충돌 중 39건, 진행 중 16건 등이 있음
- 버스 정류장 베이 주변 불법 주정차와 버스 베이가 없는 버스정류장에서 정차한 버스를 피하기 위한 차로 변경 등이 사고 원인으로 분석됨
- 교통사고 가해차량의 행동유형은 직진 중 94건, 진로변경 중 14건, 좌우회전 중 14건, 주정차 중 4건 등이었으며 피해차량의 행동유형 역시 직진 중 45건, 주정차 중 47건, 횡단 중 6건 등으로 나타나 진로 변경차량과의 접촉사고나 주정차 중인 차량과의 추돌사고, 횡단 또는 보도 통행 중 차대사람 사고가 많은 것으로 나타남
- 비상사고 발생 시 사고의 형태, 빈도 등을 참고하여 유사한 관점으로 접근함

<표 3.42> 교통사고 유형별 사고 건수

구분	주정차 중	측면 직각 충돌	진행 중	차대차 기타	횡단 중	차도 통행 중	차대 사람 기타	차량 단독	기타	총계
사고 건수	40	39	16	15	11	6	4	10	1	1
비율 (%)	28.0	27.3	11.2	10.5	7.7	4.2	2.8	7.0	0.7	100

<표 3.43> 가해 차량 행동 유형 사고 건수

구분	직진 중	진로변경 중	좌우회전 중	주정차 중	출발 중	후진 중	기타	총계
사고 건수	94	14	14	4	2	1	14	143
비율 (%)	65.7	9.8	9.8	2.8	1.4	0.7	9.8	100

○ 트램의 사고 유형별 책임 및 역할, 대응절차 흐름도

- 유럽을 비롯한 선진국에서는 전기자동차 뿐만 아니라 친환경적이고 교통약자를 비롯한 이용자 중심의 트램을 교통수단으로 도입하여 가시적 성과를 거두고 있음
- 트램 또한 새로운 교통수단 도입 시 교통사고와 같은 비상상황을 수반하기 마련이므로 다양한 비상상황에 효과적으로 대응하기 위한 비상대응계획 수립이 필수적임
- 비상상황 시 트램 운영자를 비롯한 이해당사자들의 적절하고 신속한 대처로 사고의 진전을 최소화하고 국민의 사고피해를 방지하는 것을 최우선 목표로 삼고 있음
- 트램의 사고유형별 역할 및 대응절차를 바탕으로 배터리 교환형 전기버스의 비상대응에 유사한 관점으로 접근함

충돌	상황전파	초기대응	대응조치	후속조치
신호관제 센터	1.모니터링 -특이사항 (정체, 기상상태) -위험요인 (장애물, 선로상태)	1.운전자 생존여부 파악 2.운전자에게 상황전파 및 정보공유 -조치사항 및 신호지시 3.상황전파 -상황종류, 구간위치, 발견시간 -교통통제, 사고처리 요청	1.사고복구현장 모니터링 -사고복구현장 위험요인 파악 -2차 사고 예방 2.사고복구 열차 우선신호 부여 3.사고선로 내 열차 분기 및 진로 제어	1.사고모니터링 결과보고
초동조치자	1.유관기관 신고 및 본사 보고 -충돌형태 -사고위치 -트램견인 여부	1.차량정지, 시동정지 2.사고 안내방송시작 3.사상자 구호반 또는 소방관 도착 시까지 승객과 차량내에서 대기	1.승객과 함께 대피 2.사고조사반과 경찰에게 사건경위 진술	1.사고경위서 작성
구호반	-	1.구급대 도착전 -위독한 부상자 응급처치 -경미한 부상자 및 생존자 차량 내 통제	1.승객과 함께 대피 2.사고조사반과 경찰에게 사고경위 진술	1.사고경위서 작성
통제반	-	1.경찰 도착전 -삼각대 설치, 원뿔콘 설치 및 사고상황 주변 운전자들에게 알림 -현장주변 인원 통제	1.구급대 도착후 -지시에 따라 교통통제 -여객유도 및 대피 안내	1.운행정상화를 위한 현장 환경정리

지원반		-	1.비상대응체계 가동 2.유관기관에 정보공유 및 협조요청 3.사고발생지역 주변운전자에게 알림 4.사고복구열차 대체운전자 물색	1.대외협조를 통해 연계수송 및 대체교통수단 선정 2.현장에 각종물자 지원 3.비상운행시간표 작성 및 갱신 4.열차 지연정보 및 복구진행정보 제공 5.(대형사고)사망자,부상자 호송병원 배정	1.사망자, 부상자의 신원 파악 및 실종자 유무 확인 2.사망자 장례를 포함한 유족지원 조치
차량 및 시설복구반		-	1.소방관 도착전 -트램견인 여부에 따라 크레인 및 기타장비를 동원해 현장에 급파 -현장상황 파악, 복구방법 및 복구예정시간 산정	1.소방관 도착후 -(견인불필요)승객대피와 안전성이 확보된 이후 산정한 복구방법 시행 -(견인필요) 승객대피와 안전성이 확보된 이후 조사반과 협의 하에 차량 견인, 전용선로 복구 시작	1.(필요시) 트램 견인 및 전용 선로 안전성 확인 후 보고 2.운행정상화를 위한 현장 시설 정리
사고조사반		-	1.차량복구 시작전 -현장보존 -사진촬영	1.차량복구 시작후 (안전성이 확보된 이후) -현장 사고조사 실시 -운전자, 승객, 제2자 진술서 확보 -사고원인 규명 및 사고분류화	1.사고 조사 보고서 작성 2.경찰과 정보 공유
유관기관	경찰관	-	1.승객 대피장소 물색 2.통제선 구축 3.교통통제 실시	1.물색한 대피장소로 승객 대피 2.사고경위조사	1.사고조사보고서 작성 2.사고조사반과 정보공유
	소방관	-	1.교통 통제전 -위독한 부상자 인근 병원으로 호송	1.교통 통제후 -부상자 응급조치 및 호송 -2차사고 예방	1.사망자, 부상자의 신원정보 지원반과 공유
비상대응 책임자		1.안전위원회에 보고 -충돌형태 -사고위치 -트램견인 여부	1.모든 부서에 비상상황 발령 2.안전위원회에 보고 -복구예정시간 -사고 심각도	1.복구, 구호, 지원, 및 사고조사 결정권 행사 2.안전위원회에 보고 -복구현황 -사상자 -대체교통수단(요청) -대략적인 사고원인	1.비상상황 종료(운행정상화) 허가요청 2.안전위원회에 보고 -경찰보고서를 포함한 사고 조사 보고서
트램안전 위원회		-	1.지시 및 상황대응방법 결정	1.지시 및 상황대응방법 결정	1.비상상황 종료(운영정상화) 결정 2.모든 정보 보관 및 사고재발 방지 지시

나. 분석 및 방안 도출

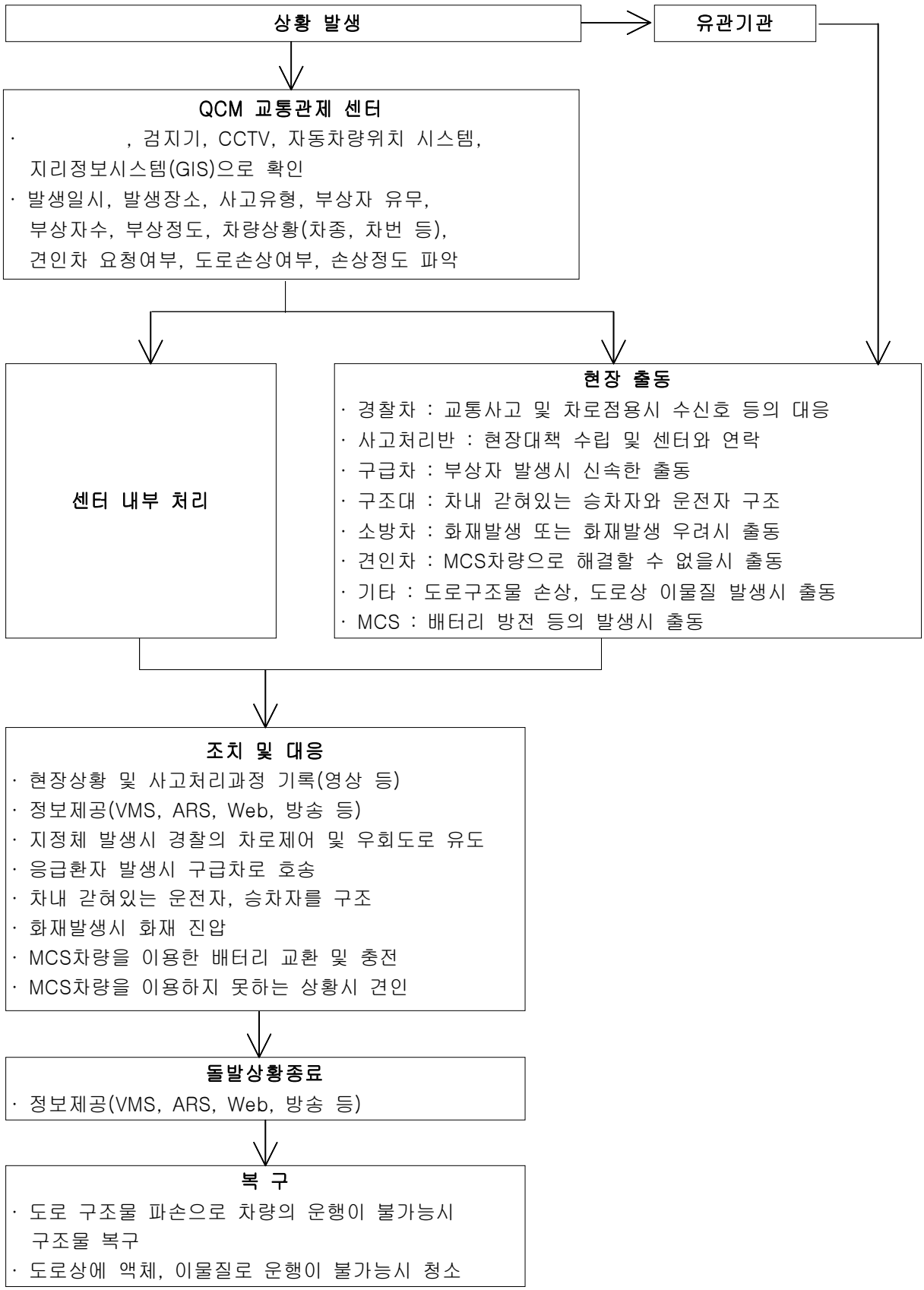
○ 선행연구자료 검토에 대한 분석을 통해 개선안, 보완점, 현장 적용방안 등의 도출

○ 포항 테스트베드 장애내역에 대한 분야별 전문가 자문을 통한 실질적인 조치방안 도출

2. 매뉴얼 제작

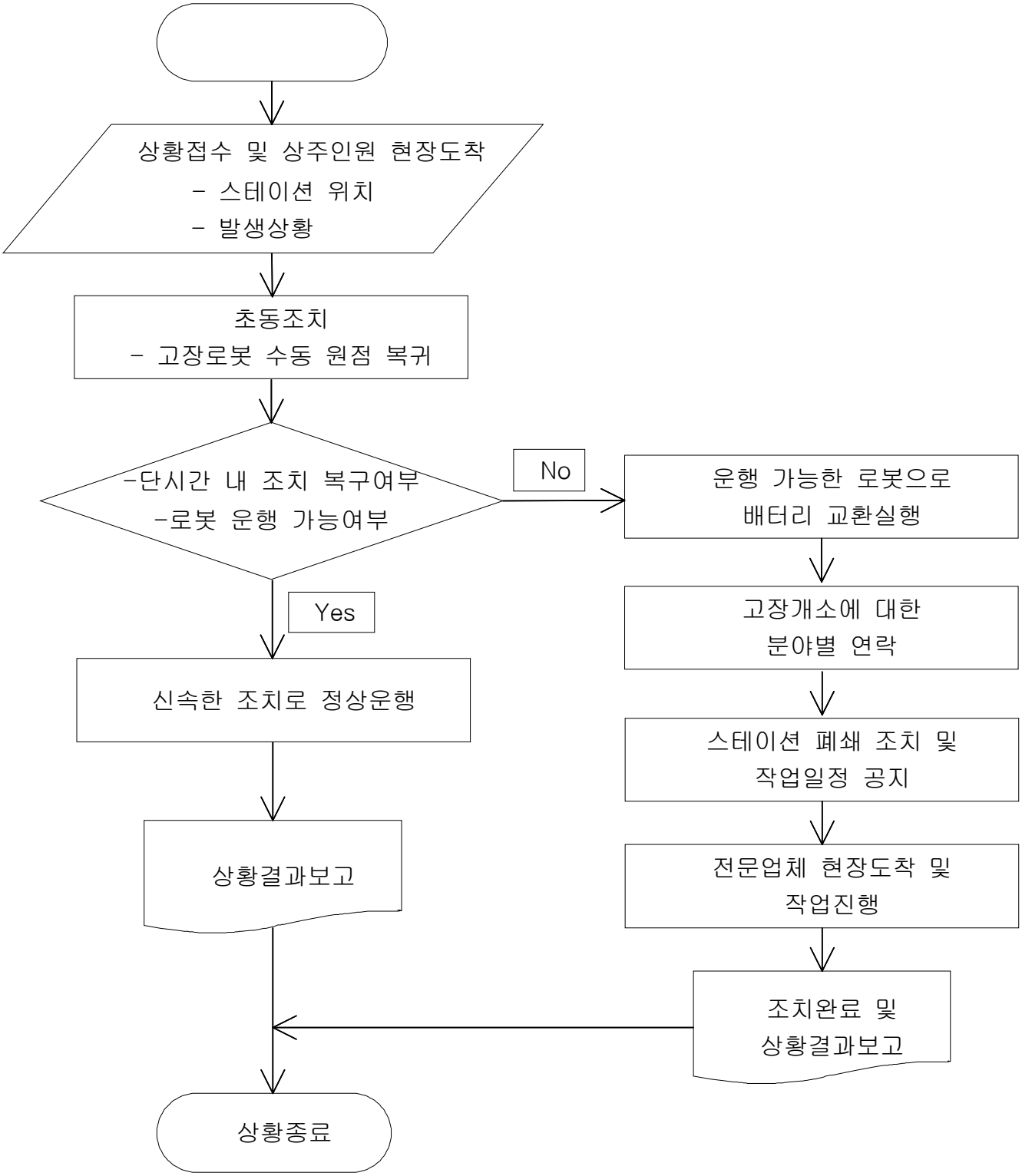
가. 시나리오 개발

○ 선행 연구 자료를 통한 돌발 상황 단계별 시나리오 제작
- 돌발 상황 발생 시 QCM 교통관제 센터에 사고 신고를 접수 받게 됨
- 신고 접수 시 발생 일시, 장소, 사고 유형, 부상자 유무, 부상자 수, 부상 정도, 차량상황, 견인차 요청여부, 도로손상 여부 등을 파악할 수 있도록 자세하게 확인하여야 함
- 센터에서는 내부 처리할 수 있는 조치와 현장 출동이 필요한 조치를 빠르게 판단하여 후속조치를 지시하여야함
- 현장 출동 시에는 신고 상황을 판단하여 경찰차, 사고 처리반, 구급차, 구조대, 소방차, 견인차, MCS 등을 신속히 현장에 배치될 수 시스템이 빠르게 전개되어야 함
- 현장 조치 시에는 현장 상황 및 사고처리 과정을 기록하고 지정체 발생 시 경찰은 우회도로로 유도하여야 하며 응급환자는 구급차로 호송, 차에 갇혀있는 사람은 구조하여야 함
- 돌발 상황이 종료가 되면 도로 구조물 파손이 없는지 확인하고 도로상에 액체, 이물질 등이 없도록 청소하여야 함

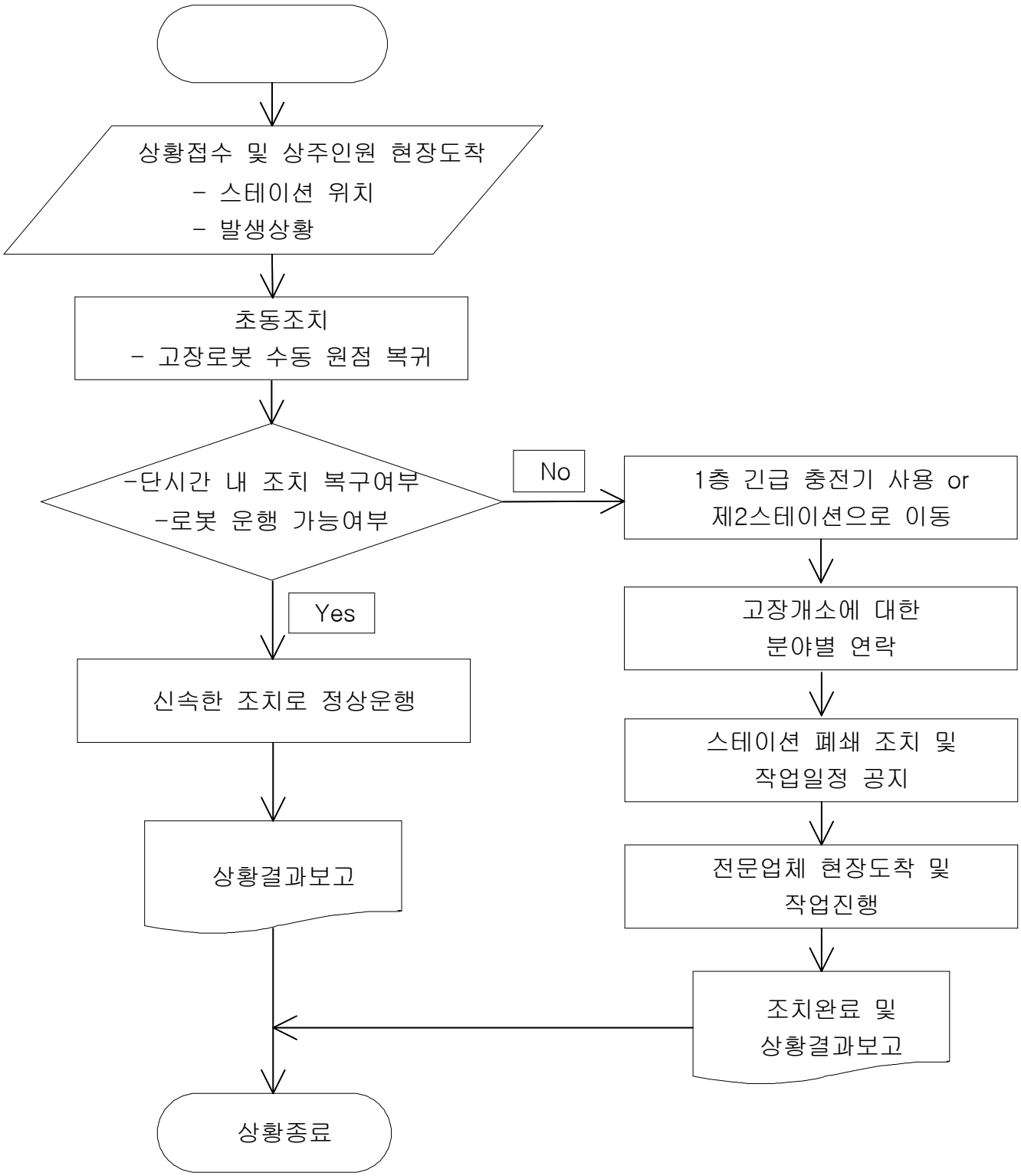


<그림 3.43> 돌발 상황 단계별 시나리오

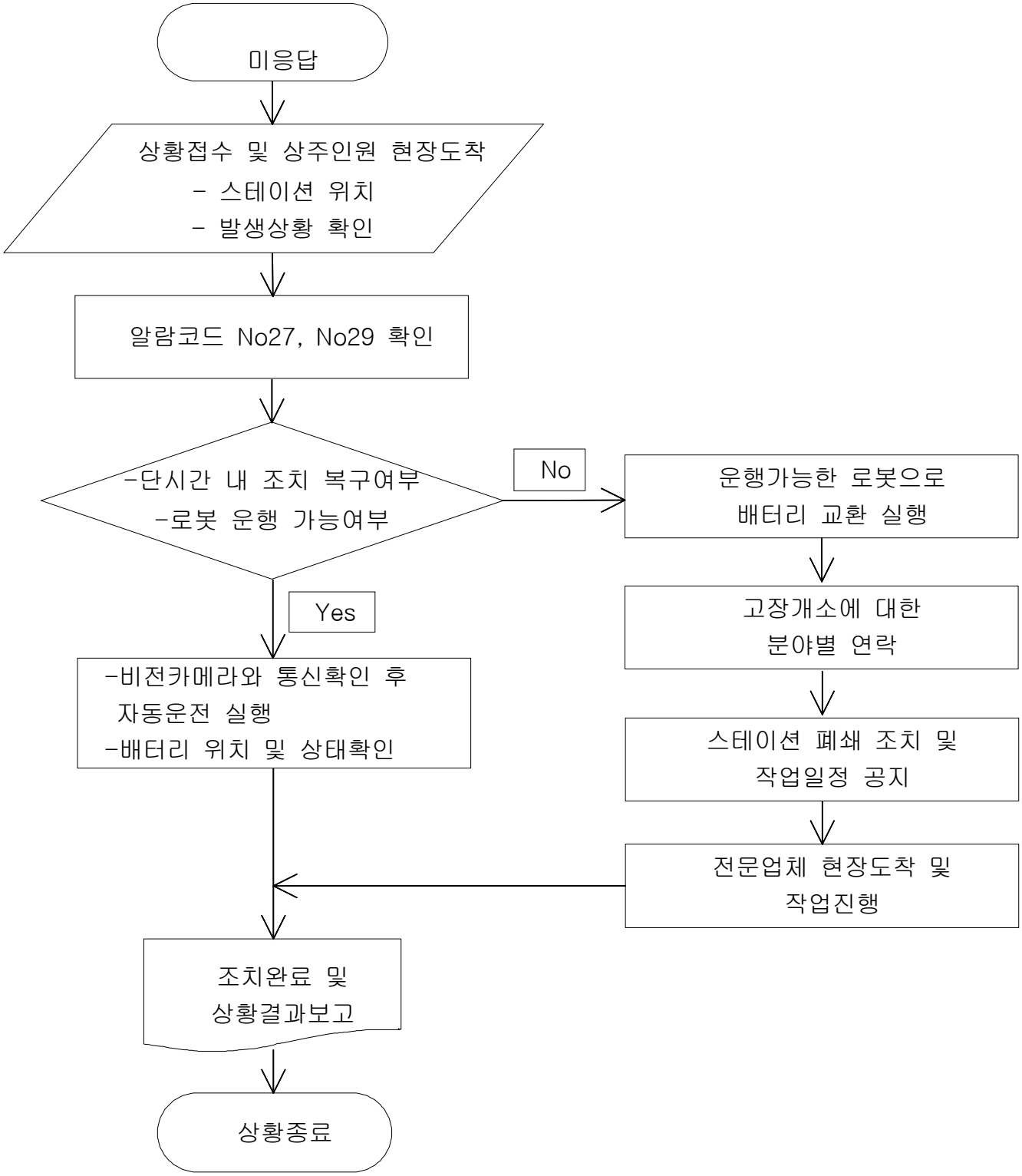
○ 기존 포항 장애내역의 통계를 통하여 주요 상황별 시나리오 제작



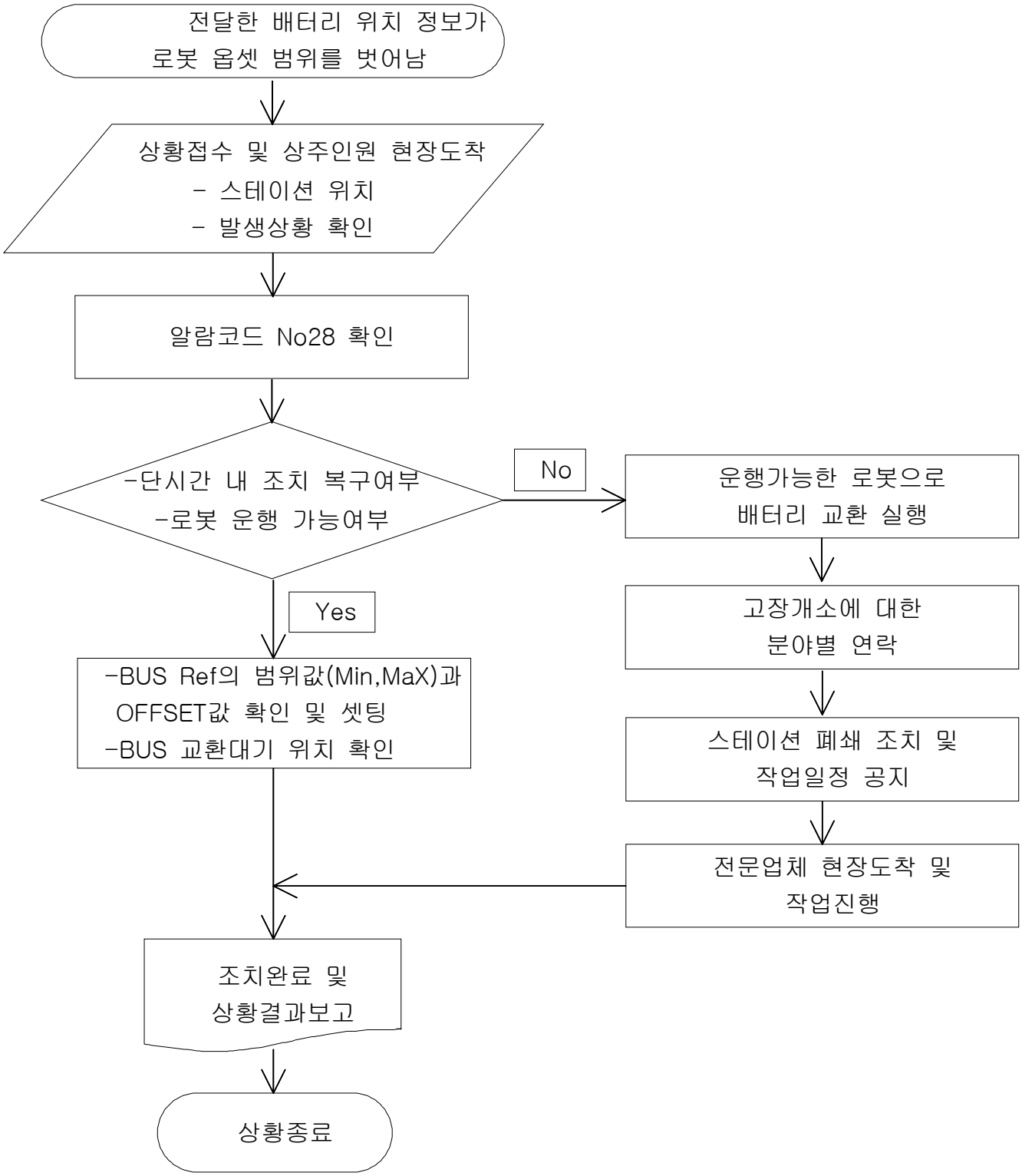
<그림 3.44> 배터리 교환 진행 중 멈춤(스테이션 1개소 중 로봇 1기 고장)



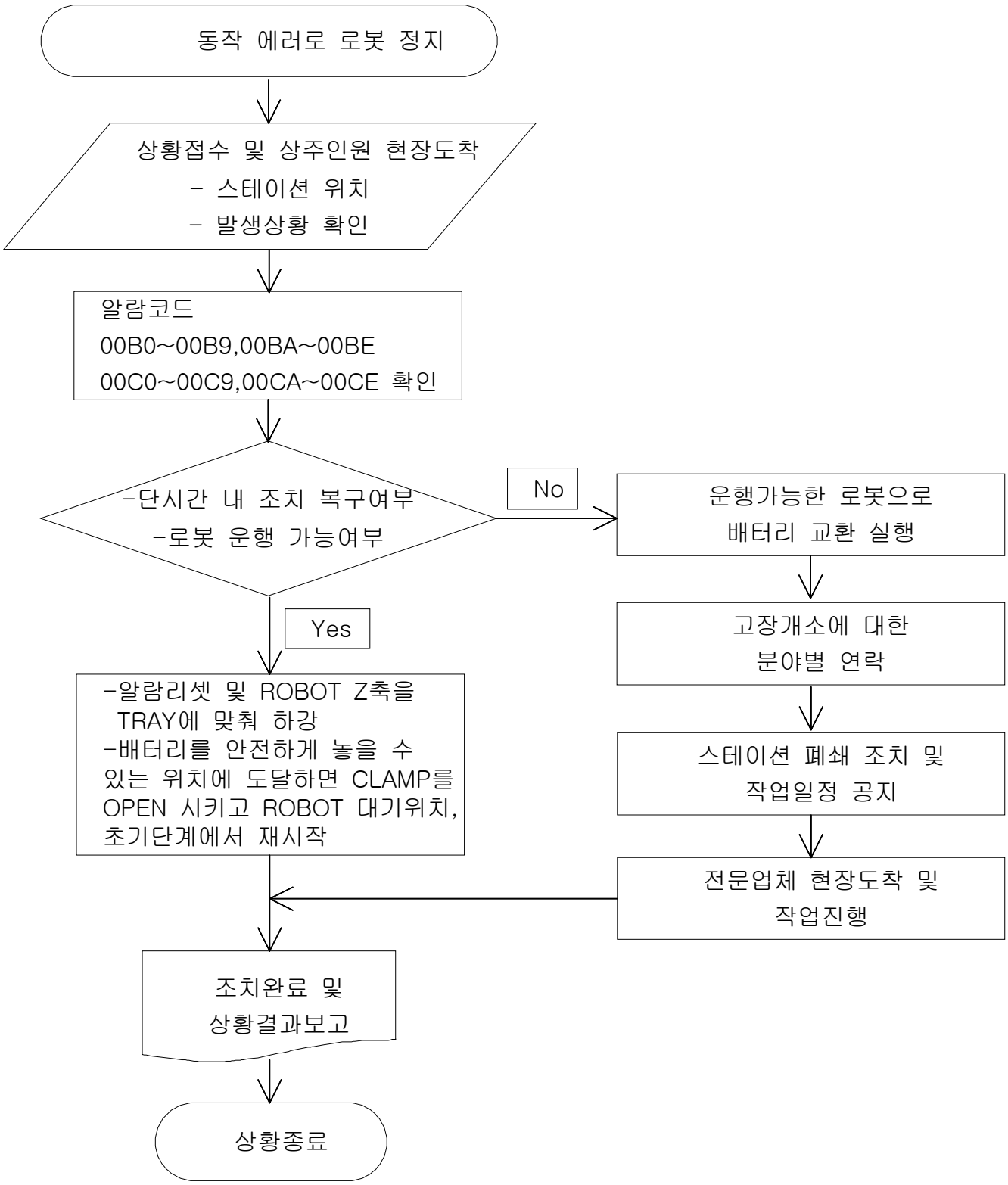
<그림 3.45> 배터리 교환 진행 중 멈춤(스테이션 1개소 중 로봇 2기 고장)



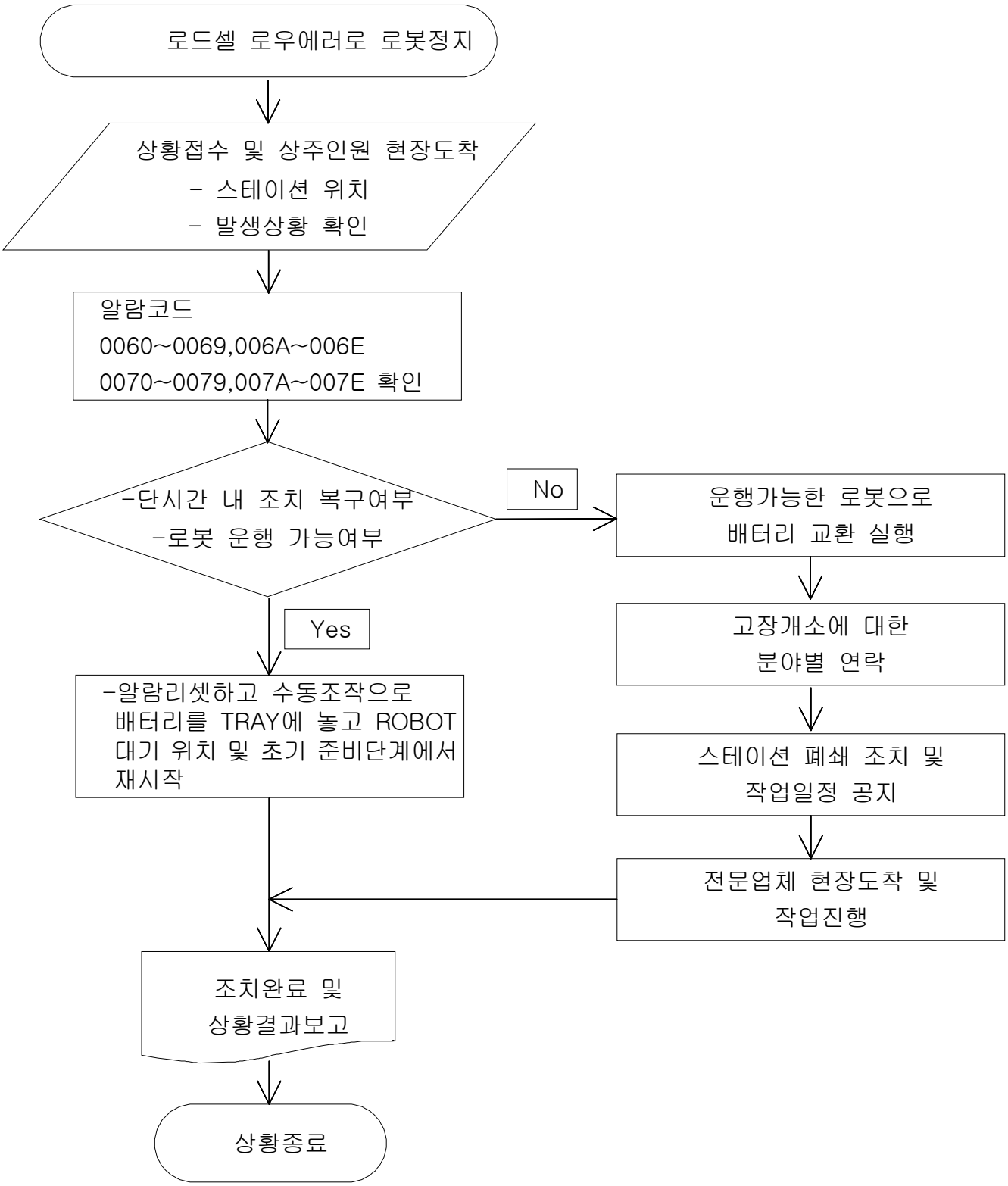
<그림 3.46> 비전 카메라 미응답



<그림 3.47> 비전 옵셋 범위 이탈



<그림 3.48> 클램프 동작 에러



<그림 3.49> 클램프 로드셀 로우 에러

○ 배터리 교환 로봇 시스템 알람리스트 정리 및 조치방법을 정함

– 알람리스트 총127개 중 4개 항목에 대한 예시

	Number	0002
	영어	Command Aborted!\nMachine is NOT MANUAL MODE!
	한글	수동모드가 아닙니다.
	조치방법	수동모드로 변경 해 주십시오. (팬던트 왼쪽 수동모드 버튼을 눌러주십시오.)
	Number	0003
	영어	Command Aborted!\nThe Auto Mode is Unabled.(Gripper/Z Axis)
	한글	자동모드 불가.
	조치방법	Robot Gripper Open 및 Z축 상승을 확인 해 주십시오.
	Number	0009
	영어	This mode can not be enabled. The Machine is NOT HOMED yet.
	한글	이 모드는 사용할수 없습니다. 원점복귀가 완료되지 않았습니다.
	조치방법	Robot A / B 원점복귀 해 주십시오.
	Number	000C
	영어	Command Aborted!\nEnable Key is DISABLED!
	한글	동작가능키를 누르고 조작 하십시오.
	조치방법	동작가능키를 누르고 조작 하십시오.

<그림 3.50> 알람리스트 및 조치방법

3. 신규 아이템 특허 출원

가. 전기자동차용 비상 충전 트레일러(출원번호 : 10-2017-0101925)

○ 전기자동차용 비상 충전 트레일러는 전기차량의 후방에 연결되어 견인 이동되면서 전기차량에 전원을 공급할 수 있는 구조를 가짐에 따라 전기차량에 내장된 배터리의 한정된 용량에 더하여 전원을 제공함으로써 전기차량의 주행거리를 최대한 확보할 수 있는 효과가 있음

나. 전기자동차의 배터리 교체용 클램프 장치 (출원번호 : 10-2017-0101926)

○ 전기자동차의 배터리 교체용 클램프 장치는 종래기술과는 달리 전기버스의 배터리 모듈을 긴급하게 교체할 때 스테이션이 아닌 사고현장에서 인양장치를 이용하여 배터리 모듈을 안정되게 파지하여 교체할 수 있는 효과가 있음

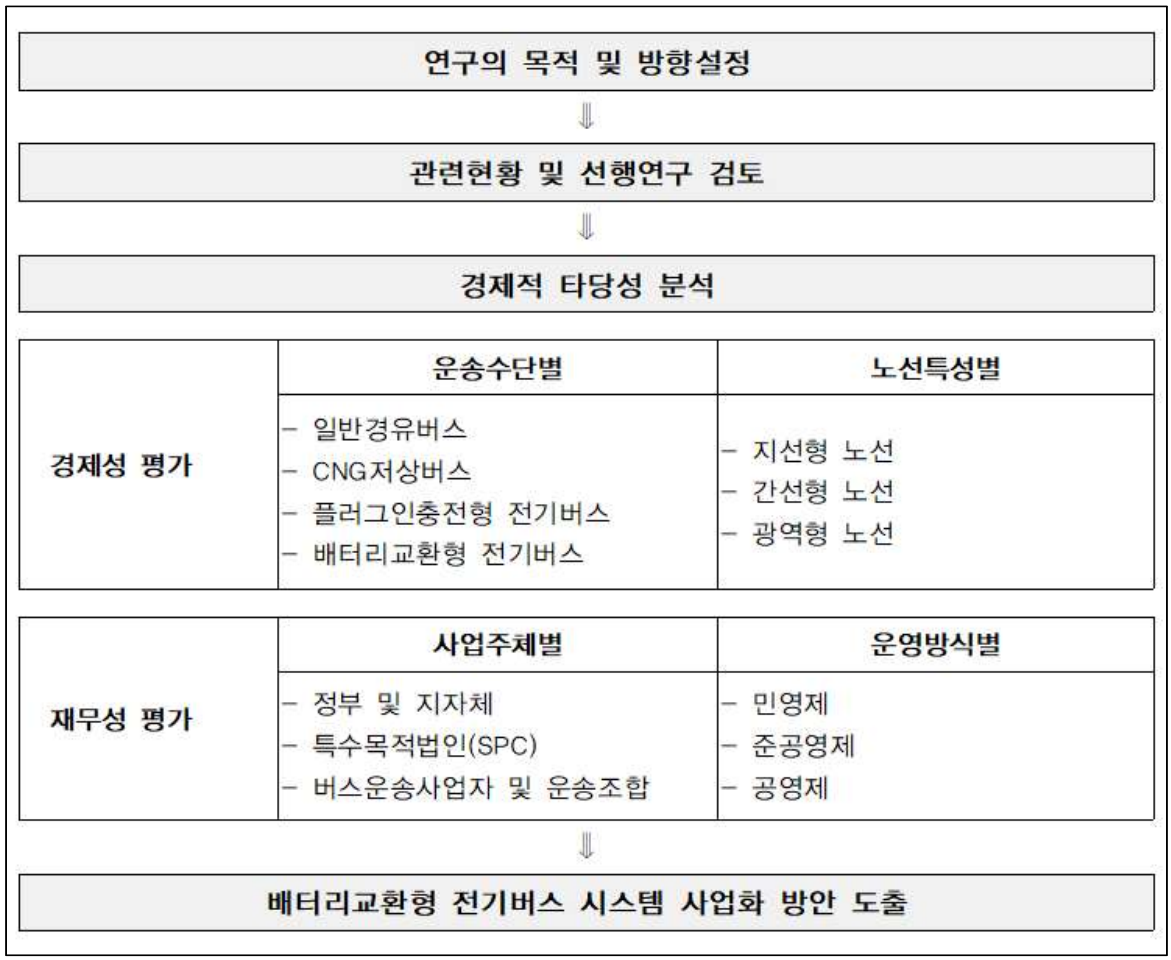
제 5 절 경제성 분석

1. 연구 수행 절차

○ 본 연구는 배터리 교환형 전기버스시스템 도입으로 인해 발생하는 경제적 타당성을 분석하여 추후 배터 리교환형 전기버스시스템 사업에 사용가능한 비즈니스모델 개발을 목표로 진행하였고, 전기버스의 도입현황과 주요쟁점 검토 및 선행연구를 검토하여 연구의 현실반영과 차별성을 모색하였음

○ 경제적 타당성 분석을 경제성 평가 및 재무성 평가로 구분하여 정의하였고, 사회 전체적 입장의 경제적 분석과 사업주체 입장의 재무적 수익분석을 수행할 수 있는 방법론을 검토·분석하고 그에 따른 비즈니스모델을 개발하였음

○ 연구의 세부 수행절차는 다음과 같음



<그림 3.51> 연구수행 절차

2. 선행연구 사례분석

가. 개요

○ 본 절에서는 전기자동차의 개발 및 경제성에 관한 선행연구사례를 검토 및 분석하여 기술개발 현황 및 동향을 살펴보고, 본 연구의 차별성을 두는 것에 목적이 있음

○ 국내 전기자동차관련 연구는 세계적인 기술개발수준에 비해 많이 뒤쳐지고 있었으나 최근 기술, 환경, 에너지 등 여러 분야에서 활발한 연구가 진행되고 있음

<표 3.44> 선행연구 사례

제목	년도	주요내용	저자	비고
전기자동차 교통안전융합체계 기술개발	2014	전기자동차 교통융합충전인프라 전략수립 및 제도연구	한국항공대학교	국토교통과학기술진흥원
국내 보급 예정 하이브리드 자동차의 유형별 편익 고찰	2008	차종별 환경오염비용 분석 투자비 대비 연료비의 경제성분석	이동준 이예지	신재생에너지학회
서울시 친환경버스 도입방안 연구	2011	전기버스 도입시 고려할 정책사항, 도입전략 검토 및 경제성 분석	고준호	서울시정개발연구원
손익분기점 분석을 이용한 전기차의 보조금 정책 연구	2011	내연자동차 대비 전기자동차 비용분석을 통한 보조금정책의타당성 분석	유종훈	한국에너지공학회
경승용 전기차 및 LPi 플러그인 하이브리드자동차 개조차량의 기술성 및 경제성 평가	2011	연료별 운영비용을 통한 경제성 분석	한국에너지기술연구원	환경부
차량다양화를 통한 버스운행 효율화 방안	2015	연료별 차량운행 특성 분석 연료별 운행비용 비교 분석	전상민	한국운수산업연구원
버스요금제도 개선방안 연구	2015	운송사업 및 버스요금제도의 검토 요금체계 분석 및 개선방안 제시	조규석	한국운수산업연구원

나. 선행연구 요약

○ 본 연구의 선행과업인 전기자동차 교통안전융합체계 기술개발(2014)에서는 배터리 교환형 전기버스시스템의 경제적 효과, 노선운영 및 재무성 평가 시뮬레이터, 국가표준모델(KS) 등을 개발하여 전기자동차 인프라 보급 확산을 모색하였음

○ 국내 보급 예정 하이브리드 자동차의 유형별 편익 고찰(2008)에서는 하이브리드 자동차와 일반 내연기관 차량의 연료비 및 환경오염물질 저감효과에 대해 분석하였으며, 전기차 이용에 따른 경제적 환경적 절감비용을 제시하였음

○ 서울시 친환경버스 도입방안 연구(2011)는 서울시가 현재 운영중인 CNG버스를 대신하여 전기버스를 도입시 고려해야할 경제적, 사회적 정책사항을 검토하고 비용 및 회수기간 검토를 통해 경제성 분석을 수행함

○ 손익분기점 분석을 이용한 전기차의 보조금 정책 연구(2011)에서는 전기자동차와 내연기관자동차의 차량가격 대비 연료비를 검토하여 손익분기점을 산정하였으며, 환경편익 증진을 위한 전기차 보급·확산시 정부의 보조금 정책의 필요성을 역설하였음

○ 경승용 전기차 및 LPi 플러그인 하이브리드자동차 개조차량의 기술성 및 경제성 평가(2011)에서는 전기자동차 확산방안을 계획시 일반승용차에 비해 소형화물차량 및 택배차량이 경제적·기술적·환경적 측면에서 유리하며, 정부의 보조금 및 기술개발에 따른 차량비용 절감이 경제적 타당성 측면에서 중요하다고 분석하였음

○ 차량다양화를 통한 버스운행 효율화 방안(2015)에서는 운송사업자의 적자해소방안으로 버스차량의 공동구매 시스템 구축, 차량구입 보조금 확대, 국내 기술개발 등을 통해 차량비용 및 유지관리비용 저감방안을 제시하였음

○ 버스요금제도 개선방안 연구(2015)에서는 현재 버스요금 조정방식 및 요금부과 방식의 체계화를 통해 운송사업자의 이익증대와 대중교통 서비스 수준의 향상 모색하였음

다. 선행연구 검토

(1) 전기자동차 교통안전 융합체계 기술개발, 2014

○ 정부의 온실가스 및 에너지 목표관리제 도입에 따라 저탄소 녹색성장 기본법 및 교통물류발전법 등의 일환으로 전기자동차 수요확산 및 녹색교통 선진국으로의 발전을 위해 전기자동차의 교통안전융합체계의 틀을 마련하였으며,

○ 전기자동차 대중교통체계를 구축하기 위해 교통융합 충전인프라 계획전인프라 기술개발, 테스트베드 구축 등을 수행하였음

○ 교통융합 충전인프라 계획 및 전략개발

- 배터리 교환형 전기버스시스템의 최적 계획기법 개발과 구축전략 수립, 그리고 관련법제도 정비 및 표준화를 통해 시스템의 효율적인 인프라 구축을 유도하고자 함

- 배터리 교환형 전기버스시스템의 경제효과분석 및 계획 평가 시스템 프로토타입 개발, 주행특성을 이용한 노선운영 및 평가용 시뮬레이터 등을 개발하였고, 시스템 구축을 위한 법제도 개정 및 지침안을 마련하였으며, 관련시스템 표준개발을 목표로 연구 수행하였음

○ 교통융합 충전인프라 기술개발

- 교통융합 충전인프라 기술개발은 비상충전시스템(MCS), 배터리 교환형 전기버스(QTPE-BUS), 전기자동차 배터리 교환시스템(QCM) 및 교환형 배터리 개발로 구분할 수 있으며, 신속한 배터리 교환을 위한 시스템 개발을 그 목적으로 두고 있음

- 배터리 자동교환 전기버스 시스템의 시설관리 및 운영을 위한 로직을 설계·검증하고, 통신모듈 및 소프트웨어 플랫폼 기술을 구현하여 시스템의 통합운영관리 기술을 개발함

○ 전기자동차 교통안전 융합체계 안전성평가 기술개발

- 전기자동차 인프라 보급 및 확산을 위한 전기·기계·환경 및 구조적 사용환경에 대한 안전성을 확보하였으며, 배터리 교환형 전기자동차 및 배터리팩의 개발에 따른 안전실험 및 안전 관리 인증체계 연구를 수행하였음

○ 프로토타입 테스트베드 구축

- 프로토타입의 연구성과물을 실제 현장에 적용·운영하여 실제 발생할 수 있는 사항을 조기 도출하고, 이를 개선하여 배터리 교환형 전기버스시스템의 상용화 가능성을 검증하였음

- 테스트베드 대상지역은 경상북도 포항시 22km 구간이며, 셔틀버스형식의 시범운행 및 모니터링을 통하여 차량운행정보, 시스템운영관련 정보를 도출하였음

- 해당구간의 시범운영을 통하여 원활한 노선운영 및 상용화 가능성을 확인하였음

○ 배터리교환시설의 설치위치 최적화 및 배터리임대사업의 재무성 모델제시

- 국가 전체 차원의 단계별 전기버스 도입수요 및 보급비율을 예측하였음

- 배터리충전시설과 정류소간 거리를 반영한 Set covering 모델을 적용하여 배터리교환시설의 위치선정, 규모, 용량 등의 이력을 도출하는 프로그램을 개발하였음

- 교환시설임대, 배터리임대 등의 수익항목을 기반으로 배터리 임대형식의 재무적 사업모델을 제시하였음

(2) 국내 보급 예정 하이브리드 자동차의 유형별 편익 고찰, 2008

○ 환경부에서는 환경친화적자동차 보급시행계획에 따른 하이브리드 자동차에 대한 세액감면 및 국가적인 차원의 지원계획을 기반으로 하이브리드 자동차의 연비와 연료비에 따른 유지비의 비교를 통해 하이브리드 자동차의 경제적 분석을 수행하였음

○ 차량의 사용 연료에 따라 가솔린, 가솔린 하이브리드, 디젤, 디젤 하이브리드, LPG, LPG 하이브리드로 분류하였고, 결과치의 다양성을 위해 국제유가의 변동을 고려하여 시나리오별 분석을 수행하였음

○ 국제 유가에 따른 총 연료비 추정 결과 하이브리드 자동차는 같은 연료를 사용하는 일반 자동차에 비해 약 150～380만원의 연료비 절감의 효과가 있는 것으로 분석되었으며, 기존 내연기관 자동차에 비하여 환경오염 물질 저감비율을 근거로 차종별 연간 환경오염비용을 산출하였음

○ 디젤자동차 270만원/년, 가솔린자동차 176만원/년, 디젤하이브리드 81만원/년, 가솔린하이브리드 52만원/년으로 분석하여 친환경 자동차에 대한 투자가치를 입증하였음

○ 하이브리드 자동차 구매자가 일반 내연기관 차량대비 7년간 절감할 수 있는 총 연료비는 약 시나리오별로 200～400만원으로 분석하였으며, 하이브리드 자동차를 통해 환경오염 저감으로 인한 사회적인 편익은 차량당 100～200만원으로 분석됨

(3) 서울시 친환경버스 도입방안 연구, 2011

○ 서울시의 친환경자동차 보급계획에 따라 차량 구매시 적정 보조금 수준을 전기버스 구입비용 분석을 통해 경제성 평가를 수행하였으며, 서울시가 CNG버스를 대신하여 전기버스 도입시 고려해야 할 정책적 사항들을 검토하였음

○ 온라인 무선충전형 전기버스와 일반 배터리 충전식 전기버스, CNG버스 도입시 시설비용, 버스차량 구입비용, 연료소모량, 환경오염물질 배출비용 등을 검토하여, 차량 유형별 경제적 사회적 편익에 대해 분석하였음

○ 연구결과 서울시의 전기버스 도입 목표치를 기준으로 최대 1,562억원/년의 연료비용 절감편익, 511원/년의 환경비용 절감편익이 발생하는 것으로 나타나, 전기버스 보급에 필요한 예산금액 보다 전기버스 도입시 경제적·환경적 편익이 큰 것으로 분석되었음

○ 친환경 차량 보급확대를 위해서 기존 CNG버스 구입비용과 전기버스 구입시 추가되는 비용에 대해 차량 보조금을 지원해 주는 방안의 필요성을 제시하였음

(4) 손익분기점 분석을 이용한 전기차의 보조금 정책 연구, 2011

○ 2012년부터 국내에서 시판되는 전기자동차 차량별 보조금 및 차량가격을 조사하였으며 이를 기반으로 전기자동차 구매후 운행시 손익분기점을 산출하였음

○ 전기자동차 확산시 대당 10년간 639,370원/대의 환경비용절감 편익이 발생하고, 배터리 교환주기를 10년으로 가정하였을 경우 운행후 13~20년이 지난후 손익분기점을 넘기기 때문에 정부의 보조금지원이 없을 경우 전기자동차 확산이 어려울 것으로 분석하였음

○ 전기자동차 도입으로 인한 손익분기점 분석을 통해 내연기관자동차 대비 전기차량에 대한 경제성 평가 결과 단기적으로 전기차량의 불리함을 정부의 보조금 지원을 통해 해결해야 한다고 제언하였으며, 정부의 글로벌 전기자동차 시장점유율 10% 달성 목표를 위해 관련

기술 개발 및 RND연구과제에 대한 적극적인 투자가 필요하다는 정책적 해결방안을 제시하였음

(5) 경승용 전기차 및 LPi 플러그인 하이브리드자동차 개조차량의 기술성 및 경제성 평가, 2011

○ 전기자동차 산업활성화 및 그린카 발전 로드맵 등 정부에서 추진하는 목표 달성을 위해서 기존 내연기관 자동차의 친환경차량화가 필요하며, 이를 검증하기 위해 일반차량의 전기자동차 개조시 필요한 비용、편익을 분석하였음

○ 연구에서는 시범적으로 경승용차 및 1톤 화물트럭을 전기자동차로, LPi 하이브리드자동차를 플러그인하이브리드자동차로 개조하여, 개조과정에서 업체들의 기술성을 평가하였으며, 경승용차, LPi 하이브리드자동차 및 우편택배차의 전기자동차 및 PHEV 개조에 따른 비용과 편익의 미래가치를 내구연한 5년으로 추정하여 경제성을 평가하였음

○ 경제성 분석결과 전기자동차의 개조는 소형 화물차량 및 택배 차량 등을 대상으로 하는 것이 유리한 것으로 나타났으며, 전기자동차의 개조비용이 2~3천만원 수준으로 책정되어있어 개조에 필요한 부품 표준화를 통한 비용절감과, 정부의 보조금이 필요할 것을 제언하였음

(6) 차량다양화를 통한 버스운행 효율화 방안, 2015

○ 버스운행의 비용 효율성을 도모하기 위하여 연료저감형 차량과 수요과밀 노선에 대한 좌석서비스 제고를 위해 2층 버스와 같은 대용량 버스도입 검토에 맞춰 국내외 버스차량의 개발 및 보급현황을 분석과 운행비용 측면의 운행효율성 진단 및 차량다양화를 통한 버스운행 효율화 방안을 제시하였음

○ 연구에서는 경유버스, CNG버스, LNG버스, 하이브리드 버스, 전기버스 등의 차량 유형별 장단점을 검토하였으며, 이를 기준으로 사적비용 및 사회적비용에 대한 분석을 수행하였음

○ 이용수요 및 비용을 고려한 적정차량의 탄력적 운행방안, 초기도입비용 완화 및 유지관리비용 절감방안, 보급촉진을 위한 연료충전시설 확대방안, 지원확대를 위한 법적근거 마련 및 안정적 재원확보 방안 등 효율적인 버스운행을 위한 정책을 제시하였음

라. 선행연구와의 차별성

(1) 경제성 평가

○ 본 연구의 경제성 평가에서는 일반경유버스를 CNG 저상버스와 플러그인충전형 전기버스, 배터리 교환형 전기버스로 전환할 경우 발생하는 비용 및 편익을 분석하여 경제성평가를 수행하였고, 각 버스 수단들을 버스노선길이와 배차간격에 따라 지선형·간선형·광역형 노선으로 구분하는 시나리오별 평가를 수행하였음

○ 특히 배터리 교환형 전기버스시스템에 대한 경제성 평가를 진행하여 향후 국내에서 도입 가능한 전기버스시스템 대안을 다양화 하여 평가를 수행 한 것의 의의를 둘 수 있음

○ 또한 일반경유버스 및 CNG 저상버스 대비 전기버스 운영시 충전에 따른 대기시간 증가로 버스증차가 발생하고, 이로 인해 추가되는 인건비, 유지관리비 등을 투자비용 반영하여 보다 현실적인 경제성 평가 수행을 모색하였음

○ 배터리 교환형 전기버스의 시설구축비용과 배터리 가격에 대한 민감도 분석을 수행하여 각각의 비용이 시스템 도입에 미치는 영향을 분석하였음

(2) 재무성 평가

○ 금전적 비용과 수익을 바탕으로 수행되는 재무성 평가는 배터리 교환형 전기버스 사업을 추진할 수 있는 주체와 버스운영 유형을 분류하여 재무성 평가를 수행하였음

○ 사업주체별로는 공공재 형식의 배터리교환시설을 지원하는 중앙정부 및 지자체와 배터리 리스사업을 진행하는 특수목적법인(SPC), 실제 전기버스를 운영·관리하는 버스운송사업자로 분류하여 분석을 수행하였으며,

○ 국내 버스운영유형을 고려하여 정부 및 지자체에서 보조금을 지원받는 재정지원형 민영버스 운영방식, 정부 및 지자체에서 수입금을 관리하여 원가정산·배분하는 수익금관리형 준공영버스 운영방식, 버스의 운영·관리를 정부 및 지자체에서 직접하는 직영형 공영버스 운영방식으로 분류하여 분석유형을 설정하였음

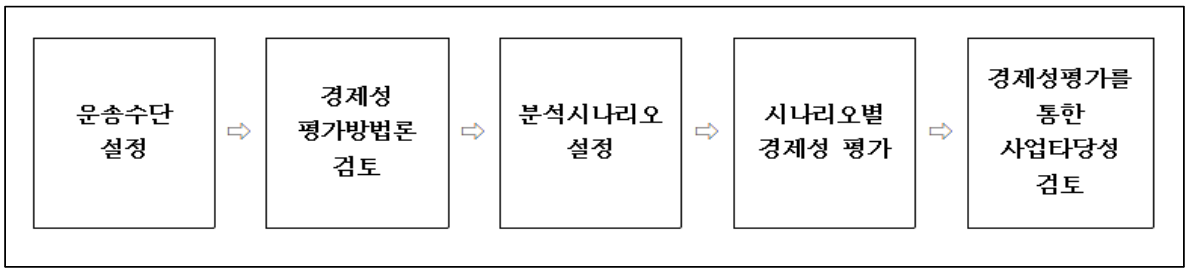
3. 경제성 평가

가. 경제성 평가의 목적 및 수행흐름

○ 본 절에서는 배터리 교환형 전기버스 시스템 사업에 따른 비용과 편익을 국가 전체적 입장에서 측정하고 이에 따라 경제적인 수익률을 계산하여 사업의 타당성 여부를 결정하는 경제적 평가를 수행하였음

○ 전기버스는 일반경유버스에 비해 연료비, 유지관리비 등이 낮은 장점이 있으나, 운영에 필수적인 배터리, 충전인프라 등에 고가의 추가비용이 발생하여 경제성 확보에 걸림돌이 되고 있는 실정임

○ 이에 국내 전기버스 시스템으로 운영중이거나 시범 설치되어 있는 배터리 교환형, 플러그인 충전형, 무선충전형 전기버스 중에 현실적인 대안이 될 수 있는 배터리 교환형과, 플러그인 충전형 전기버스와 함께 CNG 저상버스에 대하여 경유버스 대체 도입시 발생하는 추가적인 비용과 편익을 고려하여 경제적 타당성을 확인해보고자 하였으며, 대체된 버스가 지선·간선·광역 버스노선에 도입될 경우 경제적 요소에 어떠한 영향을 미치는지에 대해 분석하고자 하였음



<그림 3.52> 경제성평가 수행흐름도

나. 경제성 평가 방법론

(1) 평가방법

○ 경제성평가를 위한 편익산정 방법론은 예비타당성조사 일반지침 수정·보완 연구([제5판], 한국개발연구원, 2008) 및 교통시설 투자 평가지침([제5차개정], 국토교통부, 2013)의 편익분석 방법론을 준용하였음

○ 일반으로 교통부문의 경제성평가는 사업시행으로 인해 발생하는 비용과 수단선택, 경로선택, 통행시간선택으로 인해 추가되는 수요의 편익가치 산정을 기준으로 수행하지만, 본 연구에서는 일반적으로 지자체에서 운영중인 경유버스 시스템을 CNG버스 또는 전기버스로 대체할 경우 발생하는 비용 및 편익을 기반으로 경제성 평가를 수행하였음

○ 경제성 평가를 위한 모든 편익과 비용에 대해 동일한 시점을 기준으로 사회적 할인율을 적용하기 위해 기준년도를 2016년으로 하였으며, 2018년에 구축하여 2037년까지 운영을 가정하여 총 20년간 분석을 수행하였음

(2) 비용[Cost_new - Cost_old]

○ 비용항목에는 초기년도와 시설내구년도가 끝날 때 발생하는 버스차량 구입, 충전시설물 구축, 배터리 구입 등의 시설 구축비용과 매년 발생하는 인건비, 유지보수비 등의 운영비용을 반영하여 분석을 수행하였음

○ 비용항목은 버스차량구매, 충전시설 및 차량에 대한 인건비·유지보수비, 연료소모량 등이 있으며, 각각의 비용항목은 기존에 구축된 일반경유버스 시스템과 신규 사업인 친환경교통수단의 차이만큼을 반영하고, 시스템 변경으로 인한 충전시설 구축, 비상대응차량(MCS) 및 배터리 구매 등은 신규투자 비용으로 구분하였음

○ 또한 버스차량, 연료충전시설, 배터리 등의 시설은 각각의 내구연한이 존재하며 분석기간중 내구연한이 지난 시설에 대한 추가 구매후 분석기간 종료시점에 발생하는 잔존가치를 취득원가 대비 감가상각을 통하여 반영하였음

(3) 편익[Benefit_new - Benefit_old]

○ 기존 경유시스템을 배터리 교환형 전기버스, 플러그인 충전형 전기버스, CNG 저상버스로 대체 운영하였을 경우 발생하는 차량운행비용 절감편익, 환경오염 절감편익을 계상하여 분석을 수행하였음

○ 통행시간 절감편익은 버스승객, 운전기사 등의 시간가치와 운영노선의 링크, 통행량 등의 관계로 산정하여 본 연구와는 관계가 없는 것으로 판단되어 편익항목에서는 제외하였음

다. 비용항목 분석

○ 비용항목은 버스차량구입, 충전시설 구축, 배터리 구입 등의 시설투자비용과 버스차량과 충전시설의 인건비 및 관리보수비, 연료비 등의 유지관리비용으로 구분됨

<표 3.45> 비용항목 분류

구분			내용
시설 투자	버스차량 구입 비용		일반경유, CNG, 전기버스의 차량 구입비용
	MCS 구입 비용		전기버스용 유고시설 구입비용
	연료충전 시설 구축비용	건축물	주유시설, CNG충전시설, 전기충전시설, 배터리교환시설의 연료충전시설 구축비용
		기계설비	
		충전기 설치	
	배터리구입	버스탑재	전기버스 차량 배터리 구입비용
		QCM대기	
		MCS탑재	
유지관리 및 보수	연료충전시설유지관리 비용	인건비	주유시설, CNG충전시설, 전기충전시설, 배터리교환시설의 유지관리비용
		관리보수비	
	버스차량 유지관리 비용	인건비	각 수단별 차량 유지관리비용
		관리보수비	
	연료비	연비	일반경유, CNG, 전기버스의 차량 연료비용
		연료비 단가	
		연간연료비	

(1) 시설구축비용

○ 버스운영시스템 구축시 소요되는 시설 구축비용은 버스차량 구입비, 비상대응차량 구입비, 연료충전시설 구축비, 배터리 구입비로 구분되며, 본 연구에서는 친환경차량 보급정책의 일환으로 국가에서 지원하고 있는 환경부의 친환경버스차량 구매보조금과 국토교통부의 저상버스차량 보조금을 차량구입비용에 반영하여 분석을 수행하였음

- 버스차량 구입
  : 대폐차 방식의 개념으로 일반버스 대비 추가 구입분의 비용 적용(일괄교체)
  : 각각의 버스차량 구입시 적용 가능한 국가 보조금 반영

- 비상대응차량 구입
  : 전기버스의 경우 배터리 방전 등의 비상대응차량 구입비용 반영

- 연료충전시설 구축
  : 운영수단 대체에 따라 경유저장시설, 가스충전시설, 배터리 충전 및 교환시설 구축비용

반영

- 배터리 구입비용
  : 전기버스의 버스차량, 배터리교환시설, 비상대응차량에 사용되는 배터리 구입비용 반영

- 유지관리비
  : 연료충전시설, 버스차량의 인건비 및 유지보수비와 버스차량의 연료비를 반영

<표 3.46> 시설구축비용 단가

구분			일반 경유버스	CNG 저상버스	전기버스		비고
					플러그인 충전형	배터리 교환형	
버스 차량	구입금		113,990,000원	216,950,000원	290,000,000원	320,000,000원	CNG버스와 전기버스는 저상버스 기준
	차량 보조금	환경부	0원	18,500,000원	100,000,000원	100,000,000원	
		국토교통부	0원	100,000,000원	100,000,000원	100,000,000원	
비상대응차량(MCS)			0원	0원	473,000,000원	473,000,000원	전기버스 형식만 해당
연료충전 시설		건축물	265,400,000원	2,095,125,000원	0원	703,000,000원	경유저장고, 가스충전소, 배터리교환 및 충전시설
		기계설비	0원	0원	0원	595,300,000원	
		충전기	0원	0원	50,000,000원	50,000,000원	
배터리		버스차량	0원	0원	80,000,000원	80,000,000원	전기버스 형식만 해당
		교환시설	0원	0원	0원	80,000,000원	
		비상대응차량	0원	0원	80,000,000원	80,000,000원	

(2) 유지관리비용

○ 유지관리 비용은 충전시설을 운영하는데 필요한 인건비 및 유지보수비와 버스차량을 운영하는데 필요한 인건비 및 유지보수비, 연료비로 분류하여 분석을 수행하였음

- 충전시설 유지관리비
  : 충전요원과 안전관리자, 배터리교환시설 관리자, 비상차량 관리자 등으로 구성
  : 시설 유지보수비는 연료충전시설 구축비의 1~3% 적용

- 버스차량 유지관리비
  : 버스차량당 2인의 운전기사로 운영하는 것을 가정
  : 차량유지 보수비는 실제관리자 면담조사와 환경부의 연구자료를 인용하여 적용

○ 시설운영비는 충전시설과 버스차량 운영시 발생하는 인건비를 해당업계의 실제비용과 국토교통부의 대중교통현황조사(2015)의 인건비 자료를 준용하였으며, 유지보수비는 시스템운

영시 발생하는 관리비 및 보수비를 경기도 OO운수의 관리자 면담조사 자료와 환경부의 CNG 하이브리드버스 운행시범사업 효과분석 및 실증연구(2012)의 자료를 인용하여 책정하였음

<표 3.47> 유지관리비 단가

구분		일반 경유버스	CNG 저상버스	전기버스		비고
				플러그인 충전형	배터리 교환형	
충전시설	인건비 단가[주1)]	일반관리자 : 25,000,000원, 안전관리자 : 40,000,000원				일반 및 안전관리자
	유지 보수비[주1)]	3%	3%	1%	1%	시설구축비 기준
버스운영	인건비 단가[주2)]	33,600,000원				버스당 기사 2인
	유지보수비[주3)]	29,348,000원	57,617,000원	17,609,000원	17,609,000원	전기버스는 일반버스의 60%
연료비[주4)]		1298.76원/L	697.18원/m³	83.99원/kWh	83.99원/kWh	2017.02.01 가격 기준

주1) 경기도ㅇㅇ운수업체 담당자의 면담조사 자료를 반영
주2) 대중교통현황조사(2015)의 버스운전기사 인건비 국토교통부
주3) CNG 하이브리드버스 운행시범사업 효과분석 및 실증연구(2012), 환경부
주4) 경유, CNG가격은 한국천연가스차량협회(2017.02.01), 전기요금은 한국전력의 전기차 충전전력 선택 3(2017.01시행) 사용

라. 편익항목 분석

(1) 차량운행비용 절감편익

○ 차량운행비용 절감편익은 교통시설투자평가지침의 연료비, 엔진오일비, 타이어마모비, 유지관리비, 감가상각비를 km당 운행비용으로 환산한 원단위를 적용하였으며, 세부사항은 다음과 같음

- 연료비
  : 경유, CNG의 차량연료비용은 2017년 기준 실제연료비를 반영
  : 전기요금은 한국전력의 2017년 1월 시행된 전기자동차 충전전력요금(충전서비스 제공사업자용) 기준단가의 고압전류(선택Ⅲ)의 계절별 단일단가 연간평균치를 적용

- 엔진오일비
  : 일반경유버스와 CNG저상버스에 사용되는 엔진오일비용은 교통시설투자평가지침을 준용

- 타이어마모비
  : 교통시설투자평가지침의 원단위를 준용

- 유지관리비
  : 일반경유버스와 CNG저상버스는 교통시설투자평가지침을 준용하였으며, 전기버스의 경

우 일반버스대비 60% 적용

- 감가상각비
  : 일반경유버스와 CNG저상버스는 차량가 km당 기준, 전기버스는 차량가와 배터리를 포함한 km당 감가상각비용을 적용

<표 3.48> 차량운행비용 원단위

구분		일반 경유버스	CNG 저상버스	전기버스		비고
				플러그인충전형	배터리교환형	
차량 운행 비용	연료비	379.81원/km	415.65원/km	85.63원/km	85.63원/km	실제 연료비 반영
	엔진오일비	5.78원/km	5.78원/km	0.00원/km	0.00원/km	전기버스 제외
	타이어마모비	3.64원/km	3.64원/km	3.64원/km	3.64원/km	-
	유지관리비[주1)]	12.73원/km	20.25원/km	7.64원/km	7.64원/km	전기버스는 60% 적용
	감가상각비	380.11원/km	328.29원/km	300.11원/km	400.15원/km	차량가 대비

자료) 교통시설 투자평가지침(2011년)의 원단위와 실제비용을 소비자 물가지수로 보정하여 2018년 가격으로 사용함
주1) Electric Bus Analysis for NYC Transit, by J Aber Columbia University, May 2016, 15~16p

(2) 환경오염비용 절감편익

○ 환경오염비용 절감편익은 CO, NOx, HC, PM에 대한 대기오염비용과 CO_2, CH_4에 대한 온실가스 배출저감 비용으로 분류하여 절감편익을 산출하였음

○ 대기오염비용과 온실가스 배출비용의 오염물질별 배출계수 및 사회적비용 원단위는 교통시설 투자평가지침(국토교통부, 2013)과 CNG 하이브리드버스 운행시범사업 효과분석 및 실증연구(환경부, 2012)의 자료를 보정하여 분석을 수행하였으며, 전기버스의 대기오염물질 및 온실가스 배출에 대한 속도별 환경처리 비용은 현재 공신력 있는 국내외 연구진행이 미비하여 본 분석에서는 해당계수를 일괄 적용하였음

○ 전기버스는 버스운영시 온실가스 배출은 발생하지 않지만, 전력생산시 배출되는 온실가스를 분석에 반영하였음

○ 본 분석에서 적용한 환경오염비용 원단위는 다음과 같음

<표 3.49> 환경오염비용 원단위

구분		일반 경유버스	CNG 저상버스	전기버스		비고
				플러그인충전형	배터리교환형	
환경오염 비용	CO	53.19원/km	0.36원/km	0.00원/km	0.00원/km	전력생산에 따른 온실가스(CO2) 발생 적용
	NOx	122.34원/km	51.64원/km	0.00원/km	0.00원/km	
	HC	28.98원/km	5.86원/km	0.00원/km	0.00원/km	
	PM	201.95원/km	0.00원/km	0.00원/km	0.00원/km	
	CO2	277.63원/km	28.94원/km	87.51원/km	87.51원/km	
	CH4	0.00원/km	3.49원/km	0.00원/km	0.00원/km	

자료) 교통시설 투자평가지침(2011년)와 CNG 하이브리드버스 운행시범사업 효과분석 및 실증연구(2012년)의 원단위를 보정하여 사용함

마. 주요 분석 조건 설정

(1) 주요 변수 설정

○ 본 연구의 경제성 평가에 사용된 분석기간, 할인율, 전기버스 성능 등의 주요변수는 다음과 같이 설정하였음

- 분석기준 기간
  : 2018년 구축 후 20년간 사용 가정(2018년～2037년)

- 사회적 할인율
  : 5.5%(교통시설투자평가지침, 국토교통부, 2013)

- 소비자물가지수
  : 100.97%(2016년 전국 총지수 적용)

- 평균운행속도
  : 20kph(광역시 평균운행속도 23.6kph 기준, 통계청, 2014)

- 연료 충전 방식
  : 플러그인충전형 전기버스 - 2C-Rate이상으로 100kWh급 50분 충전시 90% SOC확보
  : 배터리 교환형 전기버스 배터리 교환 210초 소요

- 전기버스 사양
  : 100kWh급(50kWh 배터리팩 2기)으로 1회 충전·교환시 84km 주행가능
  : 배터리수명은 충방전 5000Cycle 기준으로 총 420,000km 주행가능

(2) 버스차량 시설투입수요 분석

○ 일반적으로 지자체에서 운영중인 경유버스 시스템을 플러그인 충전형 또는 배터리 교환형 전기버스시스템으로 교체할 경우 배터리 충전시간 또는 배터리 교환시간이 추가로 소요되어 기존 운행노선에 차량의 추가배차가 필요함

○ 본 연구에서는 이러한 현실을 반영하여 차량의 배차간격과 버스노선의 길이, 운행시간, 배터리교환 및 충전에 따른 대기시간을 고려하여 버스차량의 시설투입수요를 분석하였음

○ 수요 분석결과 비교적 짧은 노선인 지선형 버스노선에서는 일반버스 대비 플러그인 충전형버스 3대가 추가로 투입되어야 노선의 원활한 운행이 가능하며, 노선길이가 긴 간선형 및 광역형 노선의 경우 플러그인 충전형버스 4대, 배터리교환형 버스 1대가 추가되어야 노선 운행이 가능한 것으로 나타났음(노선길이, 배차간격 등의 세부사항은 표3.51참고)

(3) 배터리 구입비용의 유동성 반영

○ 배터리셀 가격은 제조원가 감소, 해당 기술발전 등으로 인해 최근 7년간 2008년 1,000$/kWh에서 2015년 268$/kWh로 매년 기하급수적으로 낮아지고 있으며, 미국 에너지부(DOE)에 따르면 2022년에 125$/kWh까지 낮아질 것으로 전망하고 있음

○ 본 분석에서는 2022년 125$/kWh를 최저점으로 가정한 배터리 가격 예측치를 반영하여 분석을 수행하였음

(4) 전력생산에 따른 간접배출계수 적용

○ 전기버스 운영시 사용되는 전력에 대한 온실가스 배출원단위는 지자체 온실가스 배출량 산정지침 ver4.0(한국환경공단, 2016. 02)[1]의 전기소비 간접배출계수(전력생산시 발생하는 환경비용-CO_2발생량)를 기준으로 산정하였음

바. 분석 시나리오 설정

(1) 버스노선 인가현황 분석

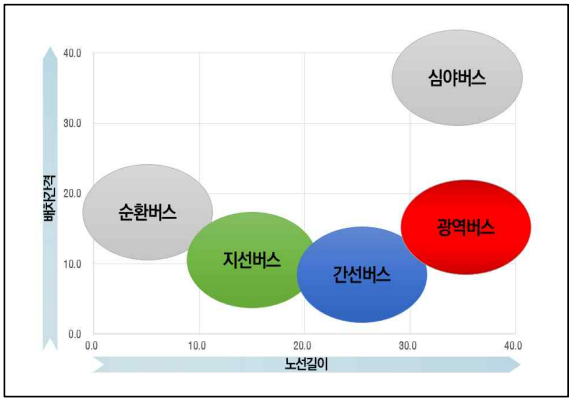
○ 2016년 기준 서울시 시내버스 인가현황을 살펴보면, 노선수는 총 355개로 지선버스 211개 노선, 간선버스 122개 노선, 광역버스 11개 노선, 기타 11개 노선이 인가되었고, 노선연장은 편도기준으로 지선버스 14.7km, 간선버스 25.4km, 광역버스 37.0km로 나타났으며, 평균 배차간격은 간선버스 9.4분, 지선버스 11.3분 광역버스 15.7분로 배정되어있음

1) 지자체 온실가스 배출량 산정지침(Ver.4.0), 한국환경공단, 2016. 02.

<표 3.50> 서울시 버스노선 인가현황

구분	노선수 (개)	운행대수 (대)	노선길리 (km,편도)	배차간격 (분)
지선	211	3,238	14.7	11.3
간선	122	3,470	25.4	9.4
광역	11	227	37.0	15.7
순환	3	13	6.9	17.0
심야	8	47	36.2	40.3

주) 2015.12 시내버스 인가현황, 2016, 서울특별시



<그림 3.53> 버스노선 길이 및 배차간격

(2) 시나리오 설정

○ 본 연구에서는 대중교통수단 특성을 일반적으로 대표할 수 있는 지선형·간선형·광역형 노선 시나리오별로 분류하였고, 각각의 버스운행현황을 반영하여 노선별 운영길이와 배차간격을 변수로 경제성 평가를 수행하였음

○ 앞서 설명했듯이 노선길이 및 배차간격에 따라 추가적으로 필요한 버스도입수량을 다음과 같이 산정하였음

<표 3.51> 버스운행현황별 시나리오 설정

구분	노선길이	배차간격	추가 버스도입수량	
			플러그인충전형	배터리교환형
시나리오1-지선형	15km	11분	3대	0대
시나리오2-간선형	25km	9분	4대	1대
시나리오3-광역형	40km	15분	4대	1대

(가) 시나리오1 (지선형 버스노선 운행)

○ 간선버스의 역할을 보완하고 일정 지역내에서 이동성 및 지역주민의 접근성을 확보하기 위하여 운행하는 버스 노선의 형태로 짧은 노선길이와 배차간격으로 운영되며, 본 연구에서는 지선형 노선의 운행거리(편도)를 15km, 배차간격은 11분을 기준으로 하여 분석을 수행하였음

(나) 시나리오2 (간선형 버스노선 운행)

○ 대도시내 주요 도심간 중·장거리 연결 통행수요를 처리하는 버스노선 형태로 비교적 긴 노선길이와 짧은 배차간격으로 운영되며, 본 연구에서는 간선형 노선의 운행거리(편도)는 25km, 배차간격은 9분을 기준으로 하여 분석을 수행하였음

(다) 시나리오3 (광역형 버스노선 운행)

○ 도심과 부도심을 연계하기 위한 장거리 형태의 버스노선으로 긴 노선길이와 긴 배차간격으로 운영되며, 본 연구에서는 광역형 노선의 운행거리(편도)를 40km, 배차간격은 15분을 기준으로 하여 분석을 수행하였음

사. 경제성 평가

○ 본 연구에서는 기존 일반경유버스를 대표적인 친환경교통수단인 CNG 저상버스와 플러그인 충전형 전기버스, 배터리 교환형 전기버스로 대체할 경우 발생하는 비용과 편익을 분석하였으며, 분석방법으로는 가장 널리 사용되는 비용편익비와 순현재가치 분석을 사용하여 평가하였음

○ 공공투자사업의 경제성평가시 적용할인율은 사업의 편익과 비용을 현재가치로 환산하는데 결정적인 파라미터로 작용하기 때문에 모든 교통시설 투자사업은 교통시설투자평가지침(국토교통부, 2015)에서 제시하는 사회적 할인율과 소비자물가지수를 적용해야 함

○ 비용편익비 분석은 공공지출의 타당성을 현재가치의 편익과 비용으로 분석하기에 적합한 기법으로, 총편익과 총비용의 할인된 금액의 비율, 즉 장래에 발생될 편익과 비용을 현재가치로 환산하여 해당사업의 경제성을 평가하는 기법으로 일반적으로 평가결과가 편익/비용의 값이 1이상이면 타당성이 있다고 판단하며, 산정식은 다음과 같음

·편익비(B/C비율)

$$PV_n \,/\, \sum_{m}^{M} CPV_m = TBPV \,/\, TCPV$$

여기서, $BPVn$: n항목 편익의 현재가치
$CPVm$: m항목 비용의 현재가치
n, N : 편익 항목의 종류
m, M : 비용 항목의 종류

$$BPV_n = \sum_{t=0}^{T} \frac{B_{nt}}{(1+r)^t}$$

여기서, $BPVn$: n항목 편익의 현재가치
T : 기준연차로부터 평가대상기간 최종 연차까지의 연수
t : 기준 연차를 0으로 하는 연차
Bnt : 기준 연차로부터 t년째의 n항목의 편익
r : 사회적 할인율, n : 편익의 종류

$$CPV_m = \sum_{t=0}^{T} \frac{C_{mt}}{(1+r)^t}$$

여기서, $CPVm$: m항목의 비용의 현재가치
T : 기준연차로부터 평가대상기간 최종 연차까지의 연수
t : 기준 연차를 0으로 하는 연차
Cmt : 기준 연차로부터 t년째의 m항목의 비용
r : 사회적 할인율, m : 비용의 종류

○ 순현재가치법(NPV)은 최초 투자시기부터 사업이 끝날 때 까지 연도별 순편익의 흐름을 각각 현재가치로 할인하여 분석을 수행하는 방법으로, 환산한 편익과 비용의 차인 순현재가치(NPV)가 0보다 크면 투자가치가 있는 것으로, 0보다 작으면 투자가치가 없는 것으로 판단하며, 순현재가치(NPV)의 산정식은 다음과 같음

$$(\mathrm{NPV}) = \sum_{=0}^{} \frac{\sum_{i=n}^{N} it - \sum_{j=m}^{M} Cjt}{1+r)^{t}}$$

여기서, Bit : i항목의 t연도 편익
Cjt : j항목의 t연도 비용
n,N : 편익 항목의 종류
m,M : 비용 항목의 종류
T : 기준연차로부터 평가대상기간 최종 연차까지의 연수
t : 기준 연차를 0으로 하는 연차

(1) 시나리오별 시설투입수량 분석결과

○ 전기버스의 배터리 충전 및 교환시간에 의해 노선거리 및 배차간격에 따라 버스종류별로 버스차량 투입대수의 차이가 발생함. 단, 버스의 종류별로 차량의 투입대수는 차이가 있지만, 충전 및 교환을 위한 대기차량을 제외한 노선 운행차량 수는 동일함

○ 전기버스의 경우 비상대응차량(MCS)과, 차량 1대당 배터리 2팩(배터리 교환형의 경우 교환시설내 추가 배터리필요)이 필요하며, 시나리오별 세부 버스투입수량은 다음과 같음

- 지선형 노선에서 버스차량 투입대수는 일반경유버스 9대, CNG 저상버스는 9대, 플러그인충전형 전기버스 12대, 배터리 교환형 전기버스 9대가 투입이 필요한 것으로 분석됨
- 간선형 노선에서 버스차량 투입대수는 일반경유버스 17대, CNG 저상버스는 17대, 플러그인충전형 전기버스 21대, 배터리 교환형 전기버스 18대가 투입이 필요한 것으로 분석됨
- 광역형 노선에서 버스차량 투입대수는 일반경유버스 16대, CNG 저상버스는 16대, 플러그인충전형 전기버스 20대, 배터리 교환형 전기버스 17대가 투입이 필요한 것으로 분석됨

<표 3.52> 시나리오별 시설투입수량

구분		버스	MCS	충전시설	배터리	
					구매수량	교체주기
시나리오 1 (지선형)	일반경유버스	9대	0대	1개소(주유소)	-	-
	CNG저상버스	9대	0대	1개소(충전소)	-	-
	플러그인충전형 전기버스	12대	1대	3개소(충전기)	25팩	4년
	배터리교환형전기버스	9대	1대	1개소 (배터리교환시설)	25팩	4년
시나리오 2 (간선형)	일반경유버스	17대	0대	1개소(주유소)	0팩	0년
	CNG저상버스	17대	0대	1개소(충전소)	0팩	0년
	플러그인충전형 전기버스	21대	1대	3개소(충전기)	43팩	4년
	배터리교환형전기버스	18대	1대	1개소 (배터리교환시설)	43팩	4년
시나리오 3 (광역형)	일반경유버스	16대	0대	1개소(주유소)	0팩	0년
	CNG저상버스	16대	0대	1개소(충전소)	0팩	0년
	플러그인충전형 전기버스	20대	1대	2개소(충전기)	41팩	4년
	배터리교환형전기버스	17대	1대	1개소 (배터리교환시설)	39팩	4년

(2) 시나리오별 경제성 평가결과

(가) 시나리오1 (지선형 버스노선 운행)

○ 가장 짧은 노선길이와 비교적 긴 배차간격으로 운행되는 지선형 노선은 운행거리(편도) 15km, 배차간격 11분으로 설정하고 분석을 수행하였고 결과는 다음과 같음

○ 분석결과 플러그인 충전형 전기버스 대비 배터리 교환형 전기버스가 비용항목이 47.56억원으로 비용 적게 분석되었는데, 이는 지선형 노선을 운영하기 위해 플러그인 충전형 버스의 투입대수 및 유지관리비용이 많음에 따른 것으로 판단됨

○ 지선형 버스운행노선을 일반경유버스에서 친환경교통수단으로 대체하는 시나리오 1의 경제성 평가 결과는 다음과 같음

- CNG저상버스의 경우 비교적 저렴한 차량가격, 전기버스보다 적은 버스투입대수와 배터리 등의 시설 투자비용은 낮은데 비해 CNG 가스충전소 시설과 차량의 유지보수비가 높아 비용이 가장 높게 분석되었음

- 플러그인충전형 전기버스가 배터리 교환형 전기버스보다 비용편익비(B/C)가 0.02높으나 큰 차이는 없는 것으로 분석되었음

- 이는 배터리 교환형 전기버스가 초기 배터리 교환시설(QCM) 설치와 배터리 구입으로

인해 많은 시설구축 비용의 투자가 필요한 반면에 상대적으로 버스투입대수가 적어 버스 구입비용 및 유지관리비용이 적게 소요되는 결과로 사료됨

<표 3.53> 시나리오1 지선형 버스노선의 비용 및 편익 분석결과

구분	비용항목			편익항목		
	시설투자비	유지관리 및 보수비	비용합계	차량운행 절감편익	환경비용 절감편익	편익합계
CNG저상버스	22.46억원	48.57억원	71.03억원	1.01억원	70.63억원	71.64억원
플러그인충전형 전기버스	43.98억원	20.69억원	64.68억원	−17.66억원	70.96억원	53.30억원
배터리 교환형 전기버스	59.99억원	−12.43억원	47.56억원	−29.56억원	70.96억원	41.40억원

<표 3.54> 시나리오1 지선형 버스노선의 경제성 평가 결과

구분	비용	편익	B/C	NPV
CNG저상버스	71.03억원	71.64억원	1.01	0.61
플러그인충전형 전기버스	64.68억원	53.30억원	0.82	−11.38
배터리 교환형 전기버스	47.56억원	41.40억원	0.87	−6.16

(나) 시나리오2 (간선형 버스노선 운행)

○ 비교적 긴 노선길이와 가장 짧은 배차간격으로 운영하는 간선형 노선은 운행거리(편도) 25km, 배차간격 9분 설정하고 분석을 수행하였고 결과는 다음과 같음

○ 분석결과 플러그인 충전형 전기버스의 비용항목이 버스차량의 추가 투입으로 인해 85.54억원으로 배터리 교환형 전기버스에 비해 높게 분석되었으나, 편익항목이 100.68억원으로 높게 분석되었음

○ 간선형 버스운행노선을 일반경유버스에서 친환경 교통수단으로 대체하는 시나리오 2의 경제성 평가 결과는 다음과 같음

- CNG 저상버스의 비용편익비(B/C)가 1.35으로 가장 높게 분석되었으며, 이는 낮은 시설투자 비용과 높은 편익(차량운행비용-차량감가상각)으로 인한 결과로 보임
- 차량운행비용 절감편익이 낮음에도 불구하고 플러그인 충전형 전기버스와 배터리 교환형 전기버스 모두 경제성을 확보하고 있으며,
- 플러그인충전형이 지선형 노선과는 달리 배터리 교환형 전기버스에 비해 B/C가 0.09가 더 높게 분석되었는데, 이는 배터리 교환형 전기버스의 높은 시설투자비용과 차량운행비용이 원인인 것으로 판단됨

<표 3.55> 시나리오2 간선형 버스노선의 비용 및 편익 분석결과

구분	비용항목			편익항목		
	시설투자비	유지관리 및 보수비	비용합계	차량운행 절감편익	환경비용 절감편익	편익합계
CNG저상버스	20.59억원	79.35억원	99.94억원	1.90억원	133.41억원	135.31억원
플러그인충전형 전기버스	66.09억원	19.45억원	85.54억원	-33.36억원	134.04억원	100.68억원
배터리 교환형 전기버스	85.62억원	-13.67억원	71.95억원	-55.83억원	134.04억원	78.21억원

<표 3.56> 시나리오2 간선형 버스노선의 경제성 평가 결과

구분	비용	편익	B/C	NPV
CNG저상버스	99.94억원	135.32억원	1.35	35.38
플러그인충전형 전기버스	85.54억원	100.68억원	1.18	15.14
배터리 교환형 전기버스	71.95억원	78.20억원	1.09	6.25

(다) 시나리오3 (광역형 버스노선 운행)

○ 장거리 형태의 버스노선과 긴 배차간격으로 운행되는 광역형 노선은 운행거리(편도) 40km, 배차간격 15분으로 설정하고 분석을 수행하였고 결과는 다음과 같음

○ 분석결과 비용 및 편익항목은 지선형, 간선형과 버스차량 투입대수와 유사한 패턴으로 분석되었음

○ 광역형 노선인 시나리오 3의 경제성 평가 결과는 다음과 같음

- CNG 저상버스의 비용편익비(B/C)가 1.32로 가장 높게 분석되었으며, 이는 간선형 버스노선과 마찬가지로 낮은 시설투자비용과 높은 편익(차량운행 절감편익-감가상각)으로 인한 결과로 보임

- 전기버스에서는 간선형과 동일하게 플러그인 충전형의 B/C가 더 높게 분석되었으며, 이 역시도 배터리 교환형 전기버스의 높은 시설투자비용과 차량운행비용이 원인인 것으로 판단됨

<표 3.57> 시나리오3 광역형 버스노선의 비용 및 편익 분석결과

구분	비용항목			편익항목		
	시설투자비	유지관리 및 보수비	비용합계	차량운행 절감편익	환경비용 절감편익	편익합계
CNG저상버스	20.83억원	75.50억원	96.32억원	1.79억원	125.57억원	127.36억원
플러그인충전형 전기버스	63.00억원	20.71억원	83.71억원	−31.40억원	126.15억원	94.75억원
배터리 교환형 전기버스	80.15억원	−12.08억원	68.08억원	−52.55억원	126.15억원	73.60억원

<표 3.58> 시나리오3 광역형 버스노선의 경제성 평가 결과

구분	비용	편익	B/C	NPV
CNG저상버스	96.32억원	127.36억원	1.32	31.04
플러그인충전형 전기버스	83.71억원	94.76억원	1.13	11.05
배터리 교환형 전기버스	68.08억원	73.60억원	1.08	5.52

(3) 소결

<표 3.59> 경제성 평가 결과

도입수단	CNG저상버스			플러그인충전형 전기버스			배터리 교환형 전기버스		
시나리오	①지선형	②간선형	③광역형	①지선형	②간선형	③광역형	①지선형	②간선형	③광역형
B/C	1.01	1.35	1.32	0.82	1.18	1.13	0.87	1.09	1.08
NPV	0.61	35.38	31.04	−11.38	15.14	11.05	−6.16	6.25	5.52

○ 현행 체제에서는 일반경유버스를 CNG 저상버스 및 플러그인충전형 전기버스, 배터리 교환형 전기버스로 대체할 경우 CNG 버스가 B/C 1.01~1.32으로 경제적 측면에서 비교적 우수한 것으로 분석되었으며, 간선형, 광역형 노선에서는 전기버스 역시 플러그인충전형 및 배터리 교환형 모두 시스템 도입에 대한 경제적 타당성이 확보된 것으로 분석되었음

○ CNG 저상버스의 경우 경유버스에 대비 노선변화에 따른 차량 구입대수 증감이 없고, 차량가격이 전기버스에 비해 저렴하여 비용이 낮게 평가되었고, 차량운행절감편익 중 감가상각비용이 낮아 경제성 확보가 용이한 것으로 분석되었음

○ 전기버스시스템의 노선별로 차량의 투입대수가 일반버스와 CNG 저상버스대비 많게 산정되었고, 배터리, 비상대응차량, 충전기 등의 초기 투입비용이 과다하게 소요되어 경제성이 다소 낮게 분석되었으나, 지선형 버스를 제외하고 경제성은 모두 확보한 것으로 분석되었음

○ 지선형 버스에서는 초기 투자비용에 비해 낮은 편익 발생으로 경제성 확보가 어려우나, 노선길이가 짧은점을 고려하여 전체적인 노선계획을 통해 충전시설의 공용 등 효율적인 방식으로 이용한다면 극복가능하리라 사료됨

○ 이러한 분석결과를 볼 때 친환경 대중교통수단, 특히 전기버스 도입시 배차간격, 노선길이 등을 고려한 효율적 노선계획을 수립하고, 이에 적절한 충전시설을 보급한다면 충분히 확대보급이 가능하다고 판단되며, 특히 전기버스 평가시 정부의 차량구매 보조금을 반영한 분석결과임을 볼 때 전기버스의 원활한 보급을 위해서는 정부보조금이 필수적임인 사항으로 사료됨

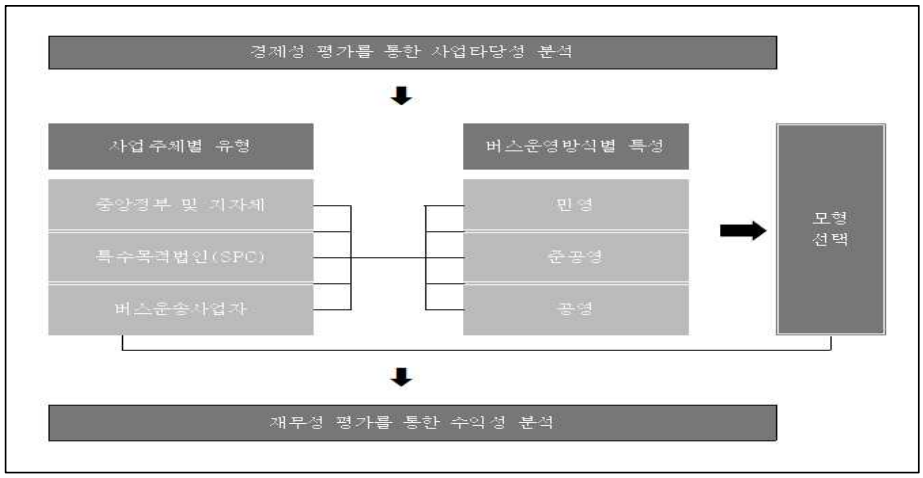
4. 재무성 평가

가. 재무성 평가의 목적 및 수행흐름

○ 재무성 평가는 사회 전체의 입장이 아닌 개별 사업주체의 입장에서 실제의 금전적 비용과 수익을 추정하고, 이에 따른 재무적 수익성을 계산하여, 사업의 타당성을 검토하는 과정이며, 본 절에서는 배터리 교환형 전기버스 사업을 추진할 수 있는 주체와 버스를 운영하는 방식을 분류하여 재무성 평가를 수행하였음

○ 사업을 추진할 수 있는 주체는 중앙정부 및 지자체, 특수목적법인, 버스운송사업자로 분류하였으며, 버스노선의 운영방식을 민영、준공영、공영으로 분류하여 도입유형을 설정하였고, 배터리 교환형 전기버스시스템 구축시 사업주체 및 유형에 따른 재무성평가 수행하였음

○ 본 연구에서는 민영제, 준공영제, 공영제로 사업을 추진할 경우 사업의 주체가 부담하여야 할 비용과 사업으로 인해 발생하는 수익을 분석하여, 배터리 교환형 전기버스 사업을 추진할 경우 필요한 재정규모, 수익성 등을 판단할 수 있는 기준을 마련하고자 함



<그림 3.54> 재무성 평가 수행흐름도

나. 평가 유형 검토

(1) 사업주체에 따른 유형 분류

(가) 중앙정부 및 지자체 중심의 사업주체

○ 정부의 예산 또는 지방자치단체의 예산으로 배터리 교환시설을 건설하며, 배터리교환시설을 공공재 개념으로 운영하는 형태의 사업으로 배터리 교환형 전기버스시스템을 시행하고자 하는 사업의지를 갖고 운송사업자에 대한 사업참여 독려, 투자 규모 등을 결정하는 역할을 수행함

- 중앙정부 및 지자체는 배터리교환시설(QCM)과 교환시설에 사용되는 배터리, 충전기 등의 인프라를 구축함
- 중앙정부 및 지자체 중심의 사업주체는 버스운영방식중 민영버스, 준공영버스, 공영버스 형태의 운영방식 모두에 주체가 되어 사업을 진행할 수 있으며, 사업주체인 정부 또는 지자체는 시스템 운영에 따른 시설규모에 대한 결정을 하며, 배터리 교환시설의 구축과 시설 운영시 발생하는 비용을 지원함

(나) 특수목적법인(SPC) 중심의 사업주체

○ 배터리 교환형 전기버스 시스템의 운영을 위하여 자본을 민간에 출자하고 특수목적법인(SPC) 컨소시엄 구성으로 수익을 회수하는 방식으로 운영하는 방식임

- 특수목적법인(SPC) 운영주체와 투자자가 컨소시엄 계약체결을 진행한 후 중앙정부 또는 지자체와 협약을 맺어 배터리 교환시설(QCM)과 교환시설에 사용되는 배터리, 충전기 등의 인프라를 구축하여 이용자에게 제공함
- 특수목적법인 중심의 사업주체는 민영버스, 준공영버스 형태에 적용할 수 있으며, 특수목적법인(SPC)은 배터리팩 충전과 시설운영에 따른 전반적인 서비스를 제공하고, 버스

운송사업자 등의 교환시설 이용자에게 배터리교환시설 리스 및 배터리 임대 등을 통해 수익을 창출하는 민간투자사업 방식임

(다) 버스운송사업자 중심의 사업주체

○ 버스운송사업자 또는 버스운송조합에서 전기버스, 배터리, 충전기 등의 전기버스운송과 관련 시설을 정부의 보조를 받아 운영하는 방식의 사업으로, 정부 및 지자체에서 구축한 배터리교환시설(QCM)을 이용하여 전기버스 대중교통 서비스를 이용자에게 제공하는 방식임

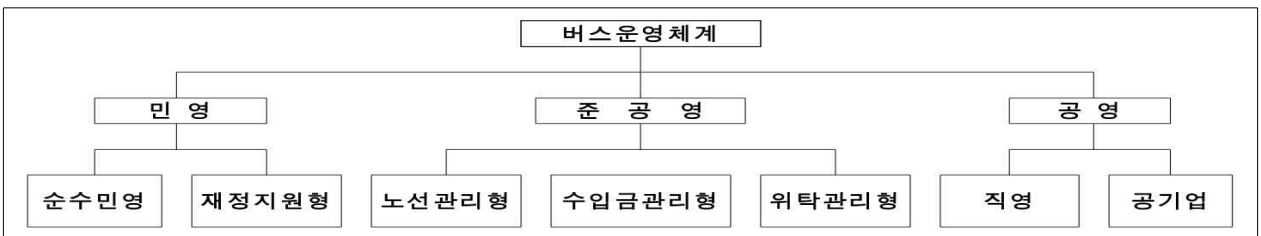
- 버스운송사업자 및 운송조합은 배터리 교환형 전기버스를 운영하는데 필요한 버스차량, 배터리팩 등의 시설을 정부의 일정부분 지원을 받아 구비하며, 버스운영에 필요한 연료(전력), 차량유지 등을 확보하여 버스 운송사업을 진행함

- 버스운송사업자 중심의 사업주체는 민영버스, 준공영버스 형태에 적용할 수 있으며, 전기버스 대중교통 서비스의 제공시 발생하는 운송수입금과 파생수익 등 일반적인 버스운영시 발생하는 운임수익과 상대적으로 저렴한 연료비를 통한 유지비 절감을 통해 수익을 창출함

(2) 버스운영특성에 따른 유형 분류

○ 버스운영체계는 자산의 소유, 관리운영방식에 따라 민영제, 준공영제, 공영제로 구분되며, 버스 운영방식의 세부사항은 다음과 같음

<표 3.60> 버스노선 운영 유형



구분	내용	
민영	순수민영	· 민간업자에 의한 수익성위주의 독립채산방식 · 요금규제, 비수익노선폐지가 어려워 한계
	재정지원형	· 민영기반에서 적자노선에 대해 보조금 지원 형태 · 현재 우리나라 버스 운행형태
준공영	노선관리형	· 버스노선의 면허 및 운영권을 정부 또는 지자체가 소유 · 일정기간만 운송사업자에게 운영권 위임 · 실제로 수익금과 노선을 같이 관리함 · 최저보조금입찰방식, 총비용입찰 방식
	수입금관리형	· 정부가 수입금을 관리하며, 노선별 운송실적과 원가 정산해서 적자노선에 대해서도 원가만큼 배분하는 형태
	위탁관리형	· 정부가 버스운송사업조합, 법인 또는 민간버스운송사업자에게 지원과 함께 운영을 위탁하는 형태
공영	직영형	· 정부, 지자체가 자산을 소유, 관리를 직접 운영하는 형태
	공사형태	· 별도의 독립기구를 설립하여 운영하는 형태

(가) 민영버스 운영제

○ 민영버스 운영제는 버스운송 서비스에 대해 시장에 의해 자율적으로 공급하는 운영체제로서 버스 자산의 소유와 관리운영을 민간사업자가 담당하며, 독립채산 여부에 따라 순수민영과 재정지원형으로 구분이 가능함

- 순수민영

: 민간사업자에 의해 수익성 위주로 운영되는 체제로서 버스사업의 초기형태이며, 버스가 대중교통수단으로서 주요 기능을 담당하고 있어 요금규제가 강화되고 비수익노선에 대한 폐지가 쉽지 않아 경영의 어려움 발생함

- 재정지원형

: 버스의 안정적인 서비스제공을 위해 부분적으로 적자노선 운영에 정부 및 지자체가 보조금을 지급하는 형태로 현재 국내 민영버스 운영방식의 대부분 차지함

○ 국내 민영버스는 1990년대까지 민간사업자에 의해 기업 스스로 사업의 책임지는 독립채산 방식의 순수민영제 형태로 운영되었으며, 현재 준공영제 시행도시를 제외한 지역에서 재정지원형 민영제로 운영되고 있음

(나) 준공영제

○ 버스준공영제는 민영과 공영방식을 혼합한 형태로, 민영제와 공영제의 단점을 보완하기 위해 제안된 버스 운영체계로서 버스서비스의 공공성과 효율성을 확보하기 위한 제도임

○ 버스준공영제의 종류는 노선관리형, 수입금관리형, 위탁관리형 등의 형태가 있으며 다음과 같음

- 노선관리형

: 노선관리형은 버스노선의 면허 및 운영권을 정부 또는 지자체가 소유하고 버스운송사업자는 일정기간만 경쟁적으로 입찰에 참여하여 운영권을 위임받아 버스노선을 운영하는 형태임

- 수익금관리형

: 수입금관리형은 정부가 수입금을 관리하여 노선별 운송실적과 원가를 정산해서 적자노선에 대해서 원가만큼 배분하는 형태임

- 위탁관리형

: 위탁관리형은 정부가 버스운송사업조합, 법인 또는 민간 버스운송사업자에게 특정한 노선에 대해 차량구입, 손실보상 등 재정적인 지원과 함께 운영을 위탁하는 형태임

○ 서울특별시, 부산광역시 등 현재 국내 주요도시에서 운영중인 버스준공영제는 정부가 수입금을 관리하고 노선별 운송실적과 원가를 정산해서 적자노선에 대해서 원가만큼 배분하는 수익금관리형임

(다) 공영제

○ 공영제는 정부 및 지자체가 노선계획, 자산의 소유·관리·운영, 비용·수입관리 등 버스운송서비스에 대한 전반적인 관리를 공공이 하는 운영체계이며, 운영주체에 따라 정부가 직영하는 형태와 독립된 운영기구를 설립하여 운영하는 형태로 구분됨

- 직영형 : 정부 또는 지자체가 직접 운영하는 형태임
- 공사형태 : 공사는 정부 및 지자체, 관리운영은 별도의 독립기구를 통해 운영하는 형태임

○ 지역면적이 넓고 시내버스가 필요한 지역중 사업성의 문제로 업체들이 노선 신설을 거부하는 지역에서 지역주민의 기본적인 교통권을 확보하기 위해 인천광역시, 광주광역시, 아산시 등의 일부지역에서 공영버스를 운행하고 있음

○ 제주특별자치도에서는 민영제와 직영제로 버스노선을 운영하고 있었으나, 버스 공공성 확보를 위해 2017년 8월에 제주도버스운송조합의 주체로 버스 준공영제 도입하였음. 급행·간선·지선의 노선은 준공영제로 운영되나, 읍면버스·공항리무진 버스·관광지 순환버스·기타 마을버스 등 공공성이 우선시되는 버스는 직영제 형태의 공영제로 운영될 예정임

(3) 유형에 따른 비용부담 및 수익관리 방식 검토

○ 사업주체에 따른 버스운영유형별 시설투자 및 유지관리 등의 비용부담과 운송수익, 임대수익, 파생수익 등의 수익관리의 주체는 다음과 같음

<표 3.61> 비용부담 및 수익관리 주체

구분				중앙정부 및 지자체			특수목적법인			버스운송사업자 또는 버스운송조합		
				민영	준공영	공영	민영	준공영	공영	민영	준공영	공영
비용부담	시설투자	버스차량		버스	버스	정부	버스	버스	X	버스	버스	X
		충전시설	건축물	정부	정부	정부	SPC	SPC	X	정부	정부	X
			기계설비	정부	정부	정부	SPC	SPC	X	정부	정부	X
			충전기	정부	정부	정부	SPC	SPC	X	정부	정부	X
		MCS(비상대응차량)		정부	정부	정부	SPC	SPC	X	정부	정부	X
		배터리	버스탑재	버스	버스	정부	SPC	SPC	X	버스	버스	X
			QCM	정부	정부	정부	SPC	SPC	X	정부	정부	X
			MCS	정부	정부	정부	SPC	SPC	X	정부	정부	X
	유지관리	충전시설운영	인건비-QCM시설	정부	정부	정부	SPC	SPC	X	정부	정부	X
			충전시설유지관리	정부	정부	정부	SPC	SPC	X	정부	정부	X
			기타 일반관리비	정부	정부	정부	SPC	SPC	X	정부	정부	X
			세금	X	X	정부	SPC	SPC	X	X	X	X
		버스차량운영	인건비-버스운행	버스	버스	정부	버스	버스	X	버스	버스	X
			차량유지관리	버스	버스	정부	버스	버스	X	버스	버스	X
			기타 일반관리비	버스	버스	정부	버스	버스	X	버스	버스	X
			세금	버스	버스	정부	버스	버스	X	버스	버스	X
		연료비		버스	버스	정부	SPC	SPC	X	버스	버스	X
		재정지원금		X	정부	X	X	정부	X	X	정부	X
		수입금 배분		X	정부	X	X	정부	X	X	정부	X
		국고보조금(차량)		정부	정부	X	정부	정부	X	정부	정부	X
수익관리		운송수입금		버스	정부	정부	버스	정부	X	버스	정부	X
		임대수입금		X	X	X	SPC	SPC	X	X	X	X
		운송관련 파생수입 (영업외 수익 등)		버스	정부	정부	버스	정부	X	버스	정부	X
		국고보조금	차량	버스	버스	정부	버스	버스	X	버스	버스	X
			연료	X	X	X	X	X	X	X	X	X
			기타(재정지원금)	X	버스	X	X	버스	X	X	버스	X

주 : 정부는 중앙정부 및 지자체, 특수목적법인은 SPC, 버스는 버스운송사업자 또는 운송조합을 말함

다. 재무성 평가 방식

(1) 분석의 기본조건

○ 경제성 평가의 목적은 사업수행시 투자비용대비 얻을 수 있는 차량운행비용절감, 통행시간 절감, 환경비용절감 등의 효과를 국가차원에서 측정하여 비교하는 것으로, 시스템 구성시 세금 및 일반관리비 등의 내부 잠재비용을 제외하고 분석을 수행하는 것을 원칙으로 함

○ 반면 재무성 평가는 사업진행시 사업수행 및 운영주체의 비용투자 및 회수여부를 검토하여, 사업주체의 재무상태에 어떠한 영향을 미칠 것인가를 평가하는 수익성 측면의 개념임

○ 따라서 배터리 교환형 전기버스 시스템 구축시 사업방식에 따른 각각의 비용항목 및 수익항목에 대해 비용부담 주체를 검토하였으며, 추후 사업진행시 사업주체·운영방식에 따른 비용 및 수익주체를 분류하여 재무성 평가를 수행하였음

○ 배터리 교환형 전기버스 시스템을 운영하기 위해서 필요한 주요시설중 버스차량은 대폐차 방식으로 일괄교체하며, 충전시설은 공공재 형식으로 정부의 지원으로 투입되는 것을 가정하였음

○ 재무적 수익성 분석은 가장 널리 활용되는 방식인 현금흐름할인법 중 예상되는 현금의 유입과 유출을 할인한 값들의 합으로 분석하는 순현재가치(FNPV)을 사용하였으며, 재무적 순현재가치(FNPV)가 0보다 크면 사업의 타당성이 있는 것으로 판단하는 방식임

○ 분석에 사용되는 비용 및 수익항목은 다음과 같이 일반화 하였으며, 세부 항목들은 사업단 내부자료를 준용하였음

- 시설투자비용

: 버스차량, 충전시설(건축물, 기계설비, 충전기), 비상대응차량(MCS),
배터리(버스탑재용, 교환시설 내 운영용, 비상대응차량용)

- 유지관리비용

: 충전시설운영(인건비, 유지관리비, 기타일반관리비, 세금 등)
버스차량운영(인건비, 유지관리비, 기타일반관리비, 세금 등)
연료비, 재정지원금, 수익금배분, 차량국고보조금

- 수익항목

: 운송수입금, 임대수입금, 파생수입, 국고보조금 등

(2) 비용 및 수익항목 분석기준

(가) 비용항목 분석

○ 시설투자비용

- 버스차량 구입 비용

: 배터리가격과 보조금을 제외한 버스 차량가를 반영함(3.2억원/대)

- 버스차량 구입 수량

: 차량의 연령이 만료되거나 운행거리를 초과한 차량 등을 다른 차량으로 대체하는 대폐차 형식으로 분석을 수행하였음

: 버스차량의 수량은 분석의 용의성과 지자체·버스운송사업자의 재정여력 및 계획을 고려하여 초기년도에 10대 도입으로 가정함

<표 3.62> 버스차량 구입비용 비교

구분		버스 가격	보조금 반영	배터리 포함	배터리팩 (2팩)	보조금		보조금계
						환경부	국토부	
디젤		113,990,000원	113,990,000원	-	-	0,000원	0,000원	0,000원
CNG		125,800,000원	107,300,000원	-	-	18,500,000원	0,000원	18,500,000원
CNG저상		216,950,000원	98,450,000원	-	-	18,500,000원	100,000,000원	118,500,000원
전기저상	플러그인	450,000,000원	250,000,000원	450,000,000원	-	100,000,000원	100,000,000원	200,000,000원
	교환형	320,000,000원	120,000,000원	480,000,000원	160,000,000원	100,000,000원	100,000,000원	200,000,000원
	무선충전			650,000,000원	-			

- 충전시설 설치비용

: 건축물 1식, 기계설비 1식, 급속 충전기 5기 포함함(15.48억원/식)

- 비상대응차량(MCS)

: 시스템당 1기가 필요할 것으로 가정함(4.7억원/식)

- 배터리 구입

: 버스탑재용은 차량당 2팩, 교환시설 내 운영은 배차간격과 충전시간 고려하여 6팩, 비상대응차량용 1팩을 기준으로 산정하였음(0.8억/팩)

○ 유지관리비용

- 충전시설 운영비용

: 배터리 교환시설 운영시 필요한 인건비, 유지관리비, 일반관리비, 세금을 포함한 비용임

: 충전시설 운영비용은 충전시설 구축비의 1%로 계상하였음(전기자동차 충전인프라 구축방안, 한국스마트그리드사업단, 2010)

- 버스차량 운영비용

: 버스차량 운행에 필요한 인건비, 유지관리비, 기타일반관리비, 세금 등을 차량당 비용으로 환산하여 적용하였음

: 일반 경유버스 연간운영비용의 60% 적용하였음(17,609,000원/대Electric Bus Analysis for NYC Transit, by J Aber Columbia University, 2016)

- 연료비

: 지능형전력망의 구축 및 이용촉진에 관한 법률에 따른 전기차충전서비스 제공사업자의 전기자동차에 해당하는 충전설비 전력비용(선택 3 고압전력)을 기준으로 산정하였음

: 전력비는 기본요금(2580.00원/kW), 충전기 필요전력(120kW x 5기), 전력량요금(83.99원/kWh), 부가가치세(10%), 전력산업기반기금(3%)를 반영하여 적용하였음

- 재정지원금

: 준공영제 운영시 발생하는 노선운영 손실보조금액과 차량 감가상각비용을 차량당 비용으로 환산하여 적용하였음

: 재정지원금은 노선수익보조금(36,300,000원/대)은 노선, 운영인력 등 변수가 많아 개별산정의 어려움이 있어 ㅇㅇ시 시내버스 6개업체의 재무재표자료를 활용해 산정하였음

: 차량감가상각비용(일반경유 차량가 기준 8,200,000원/년)을 적용하였음

- 수익금배분

: 준공영제 운영시 발생하는 운송수익금, 파생수익금 등의 수익배분 금액을 공공에서 운송사업자에게 배분하는 방식을 반영하였음

(나) 수익항목 분석

○ 운송수입금

- 서울시 시내버스 인가·운영 현황의 1일평균 운행횟수와 차량당 버스승객수, 버스요금을 반영하여 차량당 1일 운송수익을 산정하였음(452,187원)

<표 3.63> 버스차량 운송구입금

구분	길이(km)	왕복(km)	운행횟수	요금	승객수(대당)	운송수익
간선	25.4	50.8	4.95회	1,300원	50인	321,750원
지선	14.7	29.3	7.93회	1,300원	50인	515,450원
광역	37.0	74.0	5.41회	2,400원	40인	519,360원
계	25.7	51.4	6.10회	1,300원	50인	452,187원

○ 임대수입금

- 배터리 교환시설의 시설임대비용과 충전된 배터리의 리스비용을 적용하였음
- 특수목적법인의 시설임대비용(24,790,000원/년), 배터리리스비(400.0원/km·대) 적용하였음 (ㅇㅇ시 배터리 교환형 전기버스 도입 사업계획, 사업단 내부자료)

○ 파생수입금

- 광고비용과 기타 영업외 수익 등을 차량당 비용으로 환산하여 적용하였음
- ㅇㅇ시 시내버스 6개 업체의 재무재표 자료중 영업외 수익을 적용함(53,900,000원/년)

○ 국고보조금

- 국토교통부와 환경부의 차량구입보조금과 준공영 운영시 발생하는 노선운영 손실보조금액, 차량감가상각에 대한 재정지원금을 운송사업자 수익형태로 적용하였음
- 차량구매 보조금(환경부 전기버스보조금 - 1억원/대, 국토부 저상버스보조금 - 1억원/대)을 적용하였음
- 재정지원금은 노선수익보조금(36,300,000원/대)과 차량감가상각비용(일반경유 차량가 기준 8,200,000원/년)으로 구성되며, 노선수익보조금의 경우 노선, 운영인력 등 변수가 많아 개별산정의 어려움이 있어 ㅇㅇ시 시내버스 6개업체의 재무재표 자료를 활용해 산정하였음

○ 분석에 사용된 항목별 세부 요소는 다음과 같음

<표 3.64> 비용 및 수익항목 검토

구분				비용	내구연한	비고	
비용 항목	시설 투자	버스차량		3,200,000,000원	13년	차량대수 10대 기준	
		충전 시설	건축물	703,000,000원	20년	1식	사업단 내부자료
			기계설비	595,300,000원	14년	1식	
			충전기	250,000,000원	10년	충전시설 1기당 5개	
		MCS(비상대응차량)		473,000,000원	10년	1식	
		배터리	버스탑재	1,600,000,000원	4년	버스1대당 2팩, 10대기준	
			QCM	480,000,000원	4년	QCM내부 6팩	
			MCS	80,000,000원	4년	비상충전용 1팩	
	유지 관리	충전 시설 운영	인건비-QCM시설	75,000,000원	1년	충전시설 2인, MCS 1인	
			충전시설유지관리	15,483,000원	1년	사업단 내부자료	
			기타 일반관리비	12,346,000원	1년		
			세금	44,130,000원	1년		
		버스 차량 운영	인건비-버스운행	672,000,000원	1년	차량당 2인	
			차량유지관리	130,320,000원	1년	일반경유버스대비60% <안정화단계 가정>	
			기타 일반관리비	18,020,000원	1년	보험료, 수수료, 경비 등	
			세금	28,700,000원	1년	차량당 조세공과, 법인세	
		연료비		130,320,000원	1년	연간 운행거리 기준	
		재정지원금[주]		445,000,000원	1년	준공영제의 경우 반영	
		수입금 배분		2,189,481,333원	1년	준공영제의 경우 반영	
		국고보조금(차량)		1,000,000,000원	13년	지자체 지출금액	
수익항목		운송수입금		1,650,481,333원	1년	연간 운행차량 기준	
		임대수입금		482,183,359원	1년	교환시설 및 배터리 리스비	
		운송관련 파생수입		539,000,000원	1년	광고비 등	
		국고 보조금	차량	2,000,000,000원	13년	환경부, 국토부 지원금	
			연료	0,000원	1년	-	
			기타(재정지원금)[주]	445,000,000원	1년	준공영제의 경우 반영	

주) 재정지원금은 준공영제 운영시 버스운송사업자(조합)에서 발생하는 노선운영 손실보조금이며, 지자체에서 지원하는 금액임

(3) 주요변수 설정

○ 재무성 평가에 사용되는 주요변수는 제4절 경제성 평가의 주요변수 설정을 참고하며, 주요 내용은 아래와 같음

○ 배터리교환시설 구축비용

- 배터리교환시설(QCM)은 공공재 개념으로 특수목적법인의 개별적인 투자를 제외하고는 정부 및 지자체를 원칙으로 함

○ 분석기간

- 분석 기준년도는 2016년으로 하였으며, 2018년 시스템 구축을 시작으로 2037년까지 20년간 운영을 가정하여 분석을 수행함

○ 시설잔존가치

- 버스차량, 배터리교환시설, 배터리 등의 투입시설은 각각의 내구연한이 존재하며 분석기간중 내구연한이 지난 시설에 대한 추가 구매후 분석기간 종료시점에 발생하는 잔존가치를 취득원가 대비 감가상각을 통하여 반영하였음

○ 배터리

- 미국 에너지부(DOE)의 배터리셀 가격전망을 반영하여 분석에 적용하였음

○ 할인율

- KDI의 예비타당성조사 수행을 위한 일반지침(5판)의 수정·보완연구에서 제시하는 실질재무적 할인율 5.5%를 적용하여 재무적 타당성분석을 수행하였음

○ 전기버스 사양 및 운행

- 분석에 사용된 전기버스 사양은 100kWh급(50kWh 배터리팩 2기)으로 1회 충전、교환시 84km 주행가능(연비1.0km/hWh:사업단 내부자료)한 것으로 설정하였음

- 버스운행 기준은 서울시 시내버스 인가、운영현황(2015.12월)자료를 기반으로 하루 6회, 1일 313.28km 주행하는 것으로 설정하였음

라. 재무성 평가

○ 재무평가 방법에는 개별사업평가에 주로 사용되는 재무상태 변동분석, 손익분석, 수익성분석이 있고, 기업평가에 주로 사용되는 대차대조표분석, 손익계산서 분석이 있으며, 본 연구는 배터리 교환형 전기버스 시스템 운영이라는 측면에서 개별 투자사업별 수익성을 분석하는 방법이 적합할 것으로 판단됨

<표 3.65> 재무성 평가 방법론

구분	재무평가 방법
개별평가 사업	재무상태 변동분석(현금흐름 분석)
	손익분석
	수익성분석
기업평가(재무제표)	대차대조표 분석
	손익계산서 분석

○ 수익성 분석은 사회간접자본시설사업 투자분석에 주로 적용되어 수익성지수(PI), 현금흐름할인법(FNPV), 내부수익률법(FIRR) 등이 있으며, 본 분석에서는 일반적으로 가장 많이 사용되는 현금흐름할인법(FNPV)을 통하여 재무성평가를 수행하였음

- 수익성지수(PI)

: 투자로 인하여 발생하는 현금유입의 현가를 현금유출의 현가로 나눈 비율

- 재무적 순현재가치법(FNPV)

: 투자비 및 향후 순영업 현금흐름을 사업시행자의 한계차입 이자율, 자기자본기회비용 및 사업의 위험 등을 고려하여 산정된 가중 평균자본비율(할인율)으로 할인하여 분석

- 내부수익률법(FIRR)

: 투자비와 향후 순영업 현금흐름의 현재가치를 일치시키는 수익률을 산정하여 분석

○ 재무적 순현재가치(FNPV)법

- 투자안으로부터 예상되는 순화폐이득이나 손실을 계산하는 현금흐름할인법으로서 요구수익률을 사용하여 모든 예상되는 미래의 현금유입과 현금유출을 현재시점으로 할인하여 계산하는 방법

- 모든 조건이 동일하다면, 순현재가치가 높은 투자안이 순현재가치가 낮은 투자안보다 더 좋은 투자안으로 평가됨

- 적합한 할인율의 산출이 가장 큰 관건이며 일반적으로 FNPV가 양인 경우 사업을 승인

하며, 다수의 대안이 존재할 경우 FNPV가 가장 높은 사업에 최우선 순위를 부여함

- 신규사업 미래의 예상현금흐름을 할인율 r로 할인하여 사업의 가치를 구하게 되고 FNPV값이 양 혹은 음에 따라 신규사업에 진출할 것인가 아닌가를 결정하나 정확한 분석을 위해서는 질적 사항들도 고려해야함

$$\text{재무적 순현재가치(FNPV)} = \sum_{t=0} \frac{R_t - C_t}{(1+r)^t}$$

여기서, Rt : t연도의 현금유입
Ct : t연도의 현금유출
r : 재무적 할인율
n : 분석기간

(1) 중앙정부 및 지자체 주체의 사업

○ 중앙정부 및 지자체가 주체가 되는 사업에서는 중앙정부 및 지자체가 시스템 구축시 필요한 비용과 시설 운영관리에 대한 비용을 부담함

○ 민영, 준공영 방식의 경우 버스운송사업자 및 운송조합 등의 운영주체가 버스 운영관리를 담당하며, 공영 방식의 경우 시설구축과 버스운영을 모두 공공에서 운영·관리함

○ 수익항목중 버스운영수익의 경우 준공영 운영체계는 안정적인 대중교통 서비스 제공을 위해 적자노선에 대한 보조금을 중앙정부 및 지자체의 지원을 받음

○ **중앙정부 및 지자체** 주체의 사업을 **민영제 운영방식**에서 진행시

- 비용부담

: 배터리 교환형 전기버스 시스템 구축시 필요한 배터리교환시설 및 배터리, 비상대응차량 등의 시설구축비용과 충전시설 운영비용을 공공재 형식으로 민간에 제공하며, 차량구매에 대한 국고보조금을 국비·지방비(1:1) 매칭방식으로 지원함

- 수익관리

: 민영제 운영방식에서 정부 및 지자체는 전기버스 시스템 구축을 위한 기반시설을 제공하는 역할로 운송수익, 임대수익 등의 수익이 없음

○ **중앙정부 및 지자체** 주체의 사업을 **준공영제 운영방식**에서 진행시

- 비용부담

: 민영제 운영방식과 마찬가지로 배터리 교환형 전기버스시스템 구축시 필요한 배터리 충전·교환시설, 버스차량 국고보조금 등의 기반시설을 제공하며, 버스 준공영제 운영으로 인해 발생하는 수익의 배분비용과 재정지원금의 지출이 발생함

- 수익관리

: 버스 준공영제 운영으로 인해 발생하는 운송수익 및 광고수익 등의 운송관련 파생수익이 발생함

○ **중앙정부 및 지자체** 주체의 사업을 **공영제 운영방식**에서 진행시

- 비용부담

: 배터리 교환형 전기버스시스템 구축시 필요한 시설구축 및 버스구입 비용일체와 유지관리에 필요한 비용을 전부 공공에서 제공함

- 수익관리

: 버스노선 운영으로 운송수익 및 광고수익 등의 운송관련 파생수익이 발생함

<표 3.66> 중앙정부 및 지자체 주체의 사업의 비용, 수익 부담방식

구분				부담주체			비용 및 수익금액		
				민영	준공영	공영	민영	준공영	공영
비용부담	시설투자	버스차량		버스	버스	정부	0	0	3,200,000,000
		충전시설	건축물	정부	정부	정부	703,000,000	703,000,000	703,000,000
			기계설비	정부	정부	정부	595,000,000	595,000,000	595,000,000
			충전기	정부	정부	정부	250,000,000	250,000,000	250,000,000
		MCS(비상대응차량)		정부	정부	정부	473,000,000	473,000,000	473,000,000
		배터리	버스탑재	버스	버스	정부	0	0	1,600,000,000
			QCM	정부	정부	정부	480,000,000	480,000,000	480,000,000
			MCS	정부	정부	정부	80,000,000	80,000,000	80,000,000
	유지관리	충전시설운영	인건비-QCM시설	정부	정부	정부	75,000,000	75,000,000	75,000,000
			충전시설유지관리	정부	정부	정부	15,000,000	15,000,000	15,000,000
			기타 일반관리비	정부	정부	정부	12,000,000	12,000,000	12,000,000
			세금	X	X	정부	0	0	44,000,000
		버스차량운영	인건비-버스운행	버스	버스	정부	0	0	672,000,000
			차량유지관리	버스	버스	정부	0	0	130,000,000
			기타 일반관리비	버스	버스	정부	0	0	18,000,000
			세금	버스	버스	정부	0	0	29,000,000
		연료비		버스	버스	정부	0	0	130,000,000
		재정지원금		X	정부	X	0	445,000,000	0
		수입금 배분		X	정부	X	0	2,189,000,000	0
		국고보조금(차량)		정부	정부	X	1,000,000,000	1,000,000,000	0
수익관리		운송수입금		버스	정부	정부	0	1,650,000,000	1,650,000,000
		임대수입금		X	X	X	0	0	0
		운송관련 파생수입		버스	정부	정부	0	539,000,000	539,000,000
		국고보조금	차량	버스	버스	정부	0	0	1,000,000,000
			연료	X	X	X	0	0	0
			기타(재정지원금)	X	버스	X	0	0	0

* 상기 시설투자 비용은 초기비용이며, 유지관리비용과 수익은 매년 갱신되는 항목임

(2) 특수목적법인(SPC) 주체의 사업

○ 특수목적법인(SPC)이 주체가 되는 사업은 SPC가 시설 구축비용과 시설 운영관리에 대한 비용을 부담함

○ 민영제와 준공영제 모두 버스운송사업자 및 운송조합 등이 배터리교환시스템의 이용자가 되어 배터리 교환시설(QCM) 리스, 충전된 배터리 임대 등을 통해 수익을 창출함

○ **특수목적법인(SPC)** 주체의 사업을 **민영제 운영방식**에서 진행시

- 비용부담

: 배터리 교환형 전기버스시스템 구축시 필요한 충전·교환시설 및 배터리, 비상대응차량 등 버스차량구입비용을 제외한 모든 시설구축을 특수목적법인에서 제공하며, 버스차량의 운영비용을 제외한 유지관리 비용을 부담함

- 수익관리

: 배터리 교환·충전시설에 대한 리스비용과 차량운행을 위한 배터리 임대비용의 수익이 발생함

○ **특수목적법인(SPC)** 주체의 사업을 **준공영제 운영방식**에서 진행시

- 특수목적법인은 시설의 구축과 시설운영관리를 담당하므로 버스의 운영방식에 따른 차이점이 없어 수익과 비용부담 주체가 민영제와 같음

<표 3.67> 특수목적법인(SPC) 주체의 사업의 비용, 수익 부담방식

구분				부담주체			비용 및 수익금액		
				민영	준공영	공영	민영	준공영	공영
비용부담	시설투자	버스차량		버스	버스	X	0	0	0
		충전시설	건축물	SPC	SPC	X	703,000,000	703,000,000	0
			기계설비	SPC	SPC	X	595,000,000	595,000,000	0
			충전기	SPC	SPC	X	250,000,000	250,000,000	0
		MCS(비상대응차량)		SPC	SPC	X	473,000,000	473,000,000	0
		배터리	버스탑재	SPC	SPC	X	1,600,000,000	1,600,000,000	0
			QCM	SPC	SPC	X	480,000,000	480,000,000	0
			MCS	SPC	SPC	X	80,000,000	80,000,000	0
	유지관리	충전시설운영	인건비-QCM시설	SPC	SPC	X	75,000,000	75,000,000	0
			충전시설유지관리	SPC	SPC	X	15,000,000	15,000,000	0
			기타 일반관리비	SPC	SPC	X	12,000,000	12,000,000	0
			세금	SPC	SPC	X	44,000,000	44,000,000	0
		버스차량운영	인건비-버스운행	버스	버스	X	0	0	0
			차량유지관리	버스	버스	X	0	0	0
			기타 일반관리비	버스	버스	X	0	0	0
			세금	버스	버스	X	0	0	0
		연료비		SPC	SPC	X	130,000,000	130,000,000	0
		재정지원금		X	정부	X	0	0	0
		수입금 배분		X	정부	X	0	0	0
		국고보조금(차량)		정부	정부	X	0	0	0
수익관리		운송수입금		버스	정부	X	0	0	0
		임대수입금		SPC	SPC	X	482,000,000	482,000,000	0
		운송관련 파생수입		버스	정부	X	0	0	0
		국고보조금	차량	버스	버스	X	0	0	0
			연료	X	X	X	0	0	0
			기타(재정지원금)	X	버스	X	0	0	0

* 상기 시설투자 비용은 초기비용이며, 유지관리비용과 수익은 매년 갱신되는 항목임

(3) 버스운송사업자 및 버스운송조합 주체의 사업

○ 버스운송사업자가 사업주체인 경우 충전시설 구축을 정부에서 지원하고, 전기버스 구입 및 운영을 버스운송사업자가 부담함

○ **버스운송사업자 및 버스운송조합** 주체의 사업을 **민영제 운영방식**에서 진행시

- 비용부담

: 배터리 교환형 전기버스시스템 구축시 필요한 충전·교환시설 및 배터리, 비상대응차량 등의 시설구축비용과 운영비용은 정부 및 지자체에서 제공 받으며, 버스운송사업자(버스운송조합)는 전기버스 차량구매, 차량운행에 필요한 배터리 구매, 버스차량 운영비용을 부담함

- 수익관리

: 민영제 운영방식에서 버스운송사업자(버스운송조합)는 차량의 운송수익금과 광고비용 등의 운송관련 파생수익이 발생하며, 차량구매에 대한 국고보조금을 국비·지방비(1:1) 매칭방식으로 지원받는 수익구조를 갖고 있음

○ **버스운송사업자 및 버스운송조합** 주체의 사업을 **준공영제 운영방식**에서 진행시

- 비용부담

: 민영제 운영방식과 마찬가지로 배터리 교환형 전기버스시스템 운영에 필요한 시설구축과 운영비용은 정부 및 지자체에서 제공 받으며, 전기버스 차량구매, 차량운행에 필요한 배터리 구매, 버스차량 운영비용을 부담함

- 수익관리

: 버스노선 운행으로 인한 운송수익 및 운송관련 파생수익 발생하나, 버스준공영제 운영방식에 의해 정부 및 지자체에 제공함

: 버스차량구매에 대한 국고보조금을 국비·지방비(1:1) 매칭방식으로 지원받으며, 차량연령에 따른 감가상각비를 지원받음(단, 본 연구에서 감가상각비 지원은 현재 준공영제 방식에서 지원받는 기존 일반경유버스 차량가를 기준으로 분석을 수행하였음)

<표 3.68> 버스운송사업자 및 버스운송조합 주체의 사업의 비용, 수익 부담방식

구분				부담주체			비용 및 수익금액		
				민영	준공영	공영	민영	준공영	공영
비용부담	시설투자	버스차량		버스	버스	X	3,200,000,000	3,200,000,000	0
		충전시설	건축물	정부	정부	X	0	0	0
			기계설비	정부	정부	X	0	0	0
			충전기	정부	정부	X	0	0	0
		MCS(비상대응차량)		정부	정부	X	0	0	0
		배터리	버스탑재	버스	버스	X	1,600,000,000	1,600,000,000	0
			QCM	정부	정부	X	0	0	0
			MCS	정부	정부	X	0	0	0
	유지관리	충전시설운영	인건비-QCM시설	정부	정부	X	0	0	0
			충전시설유지관리	정부	정부	X	0	0	0
			기타 일반관리비	정부	정부	X	0	0	0
			세금	X	X	X	0	0	0
		버스차량운영	인건비-버스운행	버스	버스	X	672,000,000	672,000,000	0
			차량유지관리	버스	버스	X	130,000,000	130,000,000	0
			기타 일반관리비	버스	버스	X	18,000,000	18,000,000	0
			세금	버스	버스	X	29,000,000	29,000,000	0
		연료비		버스	버스	X	130,000,000	130,000,000	0
		재정지원금		X	정부	X	0	0	0
		수입금 배분		X	정부	X	0	0	0
		국고보조금(차량)		정부	정부	X	0	0	0
수익관리		운송수입금		버스	정부	X	1,650,000,000	0	0
		임대수입금		X	X	X	0	0	0
		운송관련 파생수입		버스	정부	X	539,000,000	0	0
		국고보조금	차량	버스	버스	X	2,000,000,000	2,000,000,000	0
			연료	X	X	X	0	0	0
			기타(재정지원금)	X	버스	X	0	445,000,000	0

* 상기 시설투자 비용은 초기비용이며, 유지관리비용과 수익은 매년 갱신되는 항목임

(4) 분석결과

○ 본 연구에서는 배터리 교환형 전기버스시스템의 사업을 대폐차 개념으로 10대의 버스차량 교체후 20년간 진행했을 경우 비용과 수익을 분석해 보았으며, 재무성 평가결과는 다음과 같음

(가) 중앙정부 및 지자체 사업진행시

○ **중앙정부 및 지자체**가 **민영제**와 **준공영제**의 운영방식에서 사업을 진행했을 경우 FNPV가 -64.55억원, -125.10억원으로 분석되었으며, 이는 배터리교환시설(QCM)의 시설구축 및 유지관리비용을 공공재 형식으로 구축하여 지출이 과다해서 나타난 결과로 보여짐

○ 준공영제 운영방식의 경우 정부 및 지자체가 지출하는 재정지원금으로 인해 민영제 보다 FNPV가 낮게 나온 것으로 분석되었음

○ 중앙정부 및 지자체가 공영제 운영방식에서 사업을 진행할 경우 FNPV가 49.26억원으로 분석되었는데 이는 재정지원금, 수익금 배분 등 공영제 운영방식에 해당이 없어 비용부담이 낮고, 이로 인해 발생·예상되는 운송수익금 등이 온전이 수익에 포함되기 때문임

<표 3.69> 중앙정부 및 지자체 주체 사업 분석결과

구분	민영	준공영	공영
비용	64.55억원	422.97억원	262.59억원
수익	0.00억원	297.87억원	311.85억원
FNPV	-64.55억원	-125.10억원	49.26억원

<표 3.70> 중앙정부 및 지자체 주체 사업 분석결과(세부)

운영방식 구분				민영		준공영		공영	
비용부담	시설투자	버스차량		버스	0	버스	0	정부	4,474,684,276
		충전시설	건축물	정부	703,000,000	정부	703,000,000	정부	703,000,000
			기계설비	정부	793,929,429	정부	793,929,429	정부	793,929,429
			충전기	정부	411,190,326	정부	411,190,326	정부	411,190,326
		MCS(비상대응차량)		정부	777,972,098	정부	777,972,098	정부	777,972,098
		배터리	버스탑재	버스	0	버스	0	정부	2,807,062,889
			QCM	정부	842,118,867	정부	842,118,867	정부	842,118,867
			MCS	정부	140,353,144	정부	140,353,144	정부	140,353,144
	유지관리	충전시설운영	인건비-QCM시설관리	정부	1,020,560,291	정부	1,020,560,291	정부	1,020,560,291
			충전시설유지관리	정부	204,112,058	정부	204,112,058	정부	204,112,058
			일반관리비	정부	163,289,647	정부	163,289,647	정부	163,289,647
			세금	X	0	X	0	정부	598,728,704
		차량운영	인건비-버스운행	버스	0	버스	0	정부	9,144,220,205
			차량유지관리	버스	0	버스	0	정부	1,768,971,171
			일반관리비	버스	0	버스	0	정부	244,934,470
			세금	버스	0	버스	0	정부	394,616,646
		연료비		버스	0	버스	0	정부	1,768,971,171
		재정지원금		X	0	정부	6,055,324,391	X	0
		수입금 배분		X	0	정부	29,786,753,018	X	0
		국고보조금(차량)		정부	1,398,338,836	정부	1,398,338,836	X	0
수익관리		운송수입금		버스	0	정부	22,452,326,395	정부	22,452,326,395
		임대수입금		X	0	X	0	X	0
		운송관련 파생수입		버스	0	정부	7,334,426,622	정부	7,334,426,622
		국고보조금	차량	버스	0	버스	0	정부	1,398,338,836
			연료	X	0	X	0	X	0
			기타(재정지원금)	X	0	버스	0	X	0
비용 계				-	6,454,864,696	-	42,296,942,105	-	26,258,715,390
수익 계				-	0	-	29,786,753,018	-	31,185,091,854

(나) 특수목적법인(SPC) 사업진행시

○ **특수목적법인**의 경우 배터리교환시설(QCM)의 **민영제, 준공영제** 형태 모두 FNPV가 -36.72억원으로 분석되었는데, 이는 시설구축 및 유지관리비용 등의 투자비용에 비해 발생하는 수익항목이 교환시설의 리스, 배터리 임대수익으로 국한되어 수익성이 낮은 것으로 판단됨

<표 3.71> 특수목적법인(SPC) 주체 사업 분석결과

구분	민영	준공영	공영
비용	102.31억원	102.31억원	-
수익	65.59억원	65.59억원	
FNPV	-36.72억원	-36.72억원	

<표 3.72> 특수목적법인(SPC) 주체 사업 분석결과(세부)

운영방식 구분				민영		준공영		공영
비용부담	시설투자	버스차량		버스	0	버스	0	-
		충전시설	건축물	SPC	703,000,000	SPC	703,000,000	
			기계설비	SPC	793,929,429	SPC	793,929,429	
			충전기	SPC	411,190,326	SPC	411,190,326	
		MCS(비상대응차량)		SPC	777,972,098	SPC	777,972,098	
		배터리	버스탑재	SPC	2,807,062,889	SPC	2,807,062,889	
			QCM	SPC	842,118,867	SPC	842,118,867	
			MCS	SPC	140,353,144	SPC	140,353,144	
	유지관리	충전시설운영	인건비-QCM시설관리	SPC	1,020,560,291	SPC	1,020,560,291	
			충전시설유지관리	SPC	204,112,058	SPC	204,112,058	
			일반관리비	SPC	163,289,647	SPC	163,289,647	
			세금	SPC	598,728,704	SPC	598,728,704	
		차량운영	인건비-버스운행	버스	0	버스	0	
			차량유지관리	버스	0	버스	0	
			일반관리비	버스	0	버스	0	
			세금	버스	0	버스	0	
		연료비		SPC	1,768,971,171	SPC	1,768,971,171	
		재정지원금		X	0	정부	0	
		수입금 배분		X	0	정부	0	
		국고보조금(차량)		정부	0	정부	0	
수익관리		운송수입금		버스	0	정부	0	
		임대수입금		SPC	6,558,800,802	SPC	6,558,800,802	
		운송관련 파생수입		버스	0	정부	0	
		국고보조금	차량	버스	0	버스	0	
			연료	X	0	X	0	
			기타(재정지원금)	X	0	버스	0	
비용 계				-	10,231,288,623	-	10,231,288,623	
수익 계				-	6,558,800,802	-	6,558,800,802	

(다) 버스운송사업자 및 버스운송조합 사업진행시

○ **버스운송사업자(버스운송조합)**이 **민영제 운영방식**에서 사업을 진행했을 경우 FNPV가 119.80억원으로 분석되었음. 이는 충전시설 설치·운영비용이 정부쪽에서 지원되는 것을 가정하였으며, 투자비용에 비해 버스운송사업에 따른 수익이 높은 결과로 인한 것으로 판단됨

○ **버스운송사업자(버스운송조합)**이 **준공영제 운영방식**에서 사업을 진행했을 경우 FNPV가 -117.51억원으로 분석되었으며, 이는 준공영제 운영시 운송수익 및 파생수익 전부를 정부 및 지자체로 이관하여 수익금을 배분하는 시스템에 의한 것으로 판단됨

<표 3.73> 버스운송사업자 및 버스운송조합 주체 사업 분석결과

구분	민영	준공영	공영
비용	206.03억원	206.03억원	-
수익	325.83억원	88.52억원	
FNPV	119.80억원	-117.51억원	

<표 3.74> 버스운송사업자 및 버스운송조합 주체 사업 분석결과(세부)

운영방식 구분				민영		준공영		공영
비용부담	시설투자	버스차량		버스	4,474,684,276	버스	4,474,684,276	-
		충전시설	건축물	정부	0	정부	0	
			기계설비	정부	0	정부	0	
			충전기	정부	0	정부	0	
		MCS(비상대응차량)		정부	0	정부	0	
		배터리	버스탑재	버스	2,807,062,889	버스	2,807,062,889	
			QCM	정부	0	정부	0	
			MCS	정부	0	정부	0	
	유지관리	충전시설운영	인건비-QCM시설관리	정부	0	정부	0	
			충전시설유지관리	정부	0	정부	0	
			일반관리비	정부	0	정부	0	
			세금	X	0	X	0	
		차량운영	인건비-버스운행	버스	9,144,220,205	버스	9,144,220,205	
			차량유지관리	버스	1,768,971,171	버스	1,768,971,171	
			일반관리비	버스	244,934,470	버스	244,934,470	
			세금	버스	394,616,646	버스	394,616,646	
		연료비		버스	1,768,971,171	버스	1,768,971,171	
		재정지원금		X	0	정부	0	
		수입금 배분		X	0	정부	0	
		국고보조금(차량)		정부	0	정부	0	
수익항목		운송수입금		버스	22,452,326,395	정부	0	
		임대수입금		X	0	X	0	
		운송관련 파생수입		버스	7,334,426,622	정부	0	
		국고보조금	차량	버스	2,796,677,673	버스	2,796,677,673	
			연료	X	0	X	0	
			기타(재정지원금)	X	0	버스	6,055,324,391	
비용 계				-	20,603,460,826	-	20,603,460,826	
수익 계				-	32,583,430,691	-	8,852,002,064	

(5) 소결

○ 본 절에서는 사업의 주체를 중앙정부 및 지자체, 특수목적법인, 버스운송사업자 및 운송조합으로 분류하여 비용과 수익의 관리방식별로 분석을 수행하였고, 국내에서 운영중인 민영제, 준공영제, 공영제의 버스운송사업 방식을 반영하여 재무성 평가를 수행하였으며 분석결과는 다음과 같음

<표 3.75> 중앙정부 및 지자체 주체 사업 분석결과(FNPV)

구분	민영	준공영	공영
중앙정부 및 지자체	-64.55억원	-125.10억원	49.26억원
특수목적법인(SPC)	-36.72억원	-36.72억원	-
버스운송사업자 또는 운송조합	119.80억원	-117.51억원	-

○ 본 재무성 평가에서는 배터리교환시설(QCM) 구축비용을 공공재 개념으로 특수목적법인(SPC)를 제외하고는 정부 및 지자체에서 부담하는 것을 가정하였음

○ 전체적으로 시행주체 및 버스운행방식에서 수익성이 있는 것으로 분석된 것은 중앙정부 및 지자체의 공영제, 버스운송사업자 또는 운송조합의 민영제로 검토되었음

○ 이는 사업주체에 따라 사업방식 등을 고려하고 운송수익금 확보 및 기타 수익사업이 활발히 진행되고, 배터리교환시설(QCM) 등의 구축비용을 국가에서 지원할 경우 충분히 사업성이 확보될 수 있음을 반영함

○ 다만 특수목적법인(SPC) 주체가 되는 사업의 경우 배터리임대사업 외의 특별한 수익확보 방안 마련이 어려워 사업성이 불투명한 실정으로 추후 사업활성화를 위해서는 기타 수익모델 제시나 비용절감 방안 마련이 필요할 것으로 보임

○ 본 절에서 수행된 재무성 평가는 보수적인 입장에서 법적으로 확인된 부분만을 반영하여 진행하였고, 일부 지자체에서 실행되고 있는 배터리교체비, 차량정비비, 연료비 특례 등 지자체 별도의 지원 금액은 반영하지 않은 평가 결과이며, 추후 해당 사항들의 국가적 차원의 지원으로 해결한다면 충분히 사업성을 확보할 수 있을 것으로 판단됨

5. 시설투자비용에 따른 민감도 분석

○ 민감도 분석(sensitivity analysis)은 경제성 평가 과정에서 사용된 여러 가지 변수들을 변화시켜 최종적인 타당성평가 결과가 미래에 예측치 못한 상황변화에 대한 예상을 할 수 있도록 하는 것으로 주요 변화항목에는 교통수요, 공사비, 할인율 등이 있으나, 본 연구에서는 전기버스 시스템을 도입을 위한 초기투자비용에 대한 민감도 분석을 수행하였음

○ 이전에 언급한 바와 같이 배터리 교환형 전기버스시스템을 도입하기 위해서는 초기투자비용의 감소가 필수적인 것으로 판단되며, 본 연구에서는 배터리교환시설의 시설구축비용과 배터리 가격의 변동에 따른 민감도 분석을 수행하였음

○ 민감도 분석시 기초사항은 배터리 교환형 전기버스와 플러그인 충전형 전기버스, CNG저상버스 모두 경제적 타당성이 확보된 간선형 버스노선(시나리오2-4절 경제성평가 참고)을 기준으로 수행하였음

가. 시설투자비용에 따른 민감도 분석

○ 시설투자비용에 대한 민감도분석의 방식은 투자비용을 현재 수준에서 10%씩 점차적으로 감소시키는 방법으로 수행하였으며, 일반 경유버스와 CNG저상버스의 시설투자비용은 현재 상태로 유지하되 배터리 교환형 전기버스와 플러그인 충전형 전기버스의 시설투자비용을 현재 15.48억원(100%)에서 단계별로 1.54억(90%)까지 감소시켜 경제성 평가를 수행함

<표 3.76> 충전시설 투입비용

구분	일반경유버스	CNG저상버스	전기버스	
			플러그인 충전형	배터리 교환형
충전시설(건축물)	265,400,000	2,095,125,000	0	703,000,000
충전시설(기계시설)	0	0	0	595,300,000
충전기가격	0	0	150,000,000	250,000,000
합계	265,400,000	2,095,125,000	150,000,000	**1,548,300,000**

<표 3.77> 배터리교환시설 가격 할인비율 적용 비용

할인비율	배터리교환시설 구축비용			
	합계	건축물	기계설비	충전기 설치
원안	**1,548,300,000원**	703,000,000원	595,300,000원	250,000,000원
10%	1,393,470,000원	632,700,000원	535,770,000원	225,000,000원
20%	1,238,640,000원	562,400,000원	476,240,000원	200,000,000원
30%	1,083,810,000원	492,100,000원	416,710,000원	175,000,000원
40%	928,980,000원	421,800,000원	357,180,000원	150,000,000원
50%	774,150,000원	351,500,000원	297,650,000원	125,000,000원
60%	619,320,000원	281,200,000원	238,120,000원	100,000,000원
70%	464,490,000원	210,900,000원	178,590,000원	75,000,000원
80%	309,660,000원	140,600,000원	119,060,000원	50,000,000원
90%	154,830,000원	70,300,000원	59,530,000원	25,000,000원

○ 시설투자비용에 대한 민감도분석결과 현재 시점에서 1,548,300,000원의 배터리교환시설(QCM)의 시설투자비용이 40%(928,980,000원) 감소될 경우 배터리 교환형 전기버스가 플러그인충전형 전기버스보다 경제성이 높은 것으로 분석되었으며, 70%(464,490,000원)까지 감소될 경우 CNG저상버스 보다 높은 경제성을 갖게 되는 것으로 분석되었음

나. 배터리가격 변동에 따른 민감도 분석

○ 배터리 구입비용에 대한 민감도분석의 방식은 미국 DOE에서 예측한 2022년 125$/kWh의 배터리 가격을 +15% ~ -15%로 5%씩 감소시켜 현재 배터리팩 가격에 적용하는 방법으로 수행하며, 세부 적용비용은 다음과 같음

○ 배터리 구입비용에 대한 민감도 분석결과 향후 2022년 125$/kWh로 예측된 배터리 가격이 -15% 더 감소하더라도 CNG저상버스나 플러그인 충전형 전기버스에 비해 높은 경제적인 효과를 보기는 어려운 것으로 분석되었음

○ 이와 함께 배터리가격이 2022년 예측치에서 15% 증가하더라도 전기버스의 경제성은 확보될 것으로 분석되었음

<표 3.78> 배터리셀 비용에 따른 민감도 분석 결과(B/C ratio)

할인비율	배터리셀 가격	CNG저상버스	전기버스	
			플러그인 충전형	배터리 교환형
15%	144$/kwh	1.35	1.12	1.02
10%	138$/kwh	1.35	1.13	1.04
5%	131$/kwh	1.35	1.15	1.06
원안	**125$/kwh**	**1.35**	**1.18**	**1.09**
−5%	119$/kwh	1.35	1.20	1.11
−10%	113$/kwh	1.35	1.22	1.14
−15%	**106$/kwh**	**1.35**	**1.24**	**1.16**

다. 민감도 분석 소결

○ 배터리 교환형 전기버스시스템 도입시 배터리교환시설(QCM)구축 및 배터리구매 등의 시설 구축비용으로 인해 CNG저상버스, 플러그인 충전형 전기버스에 비해 경제적 타당성이 부족한 것으로 분석되었음. 이에 경제성평가에 큰 영향을 주었던 시설구축비용과 배터리 가격의 변동을 감안한 민감도 분석을 수행하였음

○ 분석결과 배터리 교환시설의 투자비용이 40%이상 감소시 플러그인 전기버스 보다 높은 경제성을 갖게 되며, 70%이상 감소할 경우 CNG저상버스와도 경쟁할 수 있는 것으로 나타났으며, 배터리가격 증감에 따른 민감도 분석 검토 결과 배터리셀 가격이 15%까지 낮아지더라도 배터리 교환형 전기버스가 플러그인 전기버스 또는 CNG저상버스에 경제적으로 우위를 점하기는 어려울 것으로 분석됨

○ 민감도 분석 결과를 볼 때 정부지원이나, 시설물 개선을 통한 공사비 절감으로 시설구축비용이 40%이상 감소하게 될 경우 배터리 교환형 전기버스가 플러그인충전형 전기버스 보다 높은 경제성을 갖게 될 것으로, 배터리 교환형 전기버스시스템 사업의 초기진입장벽을 낮춰 민간사업자 또는 버스운송사업자(운송조합)의 활발한 참여 발판을 마련할 수 있을 것임

6. 연구 결론 및 수행성과

○ 배터리 교환형 전기버스는 그 동안 지적되어 왔던 전기버스의 충전시간 및 운행거리 등의 고질적인 문제점을 해결할 수 있는 시스템으로 개발 및 운영 되었음에도 불구하고 전기버스의 가격경쟁력 부족, 민간사업자의 투자비용 부담, 민간제안 사업모델(배터리리스) 실패 등의 이유로 현시점에서는 사업의 활성화가 지연되고 있는 상황임

○ 지자체별로 진행되었던 배터리 교환형 전기버스시스템 사업부진의 주요 원인은 아래와 같음

- 배터리교환시설(QCM) 도입에 대한 고려 미비

: 배터리교환시설(QCM)의 도입시 노선계획, 배터리수요 등을 반영한 최적위치(버스차고지, 버스정류장)에 대한 고려가 부족하였으며, 이와 함께 시설의 적정 규모산정이 미흡한 상태로 과다한 규모의 설치공사가 진행되어 초기투자비용이 증가하였음

- 민간제안사업 형태의 사업모델 실패

: 해당 지자체 들이 선택한 배터리 교환형 전기버스의 사업모델은 배터리교환시설(QCM)의 구축후 임대를 통한 BTO(Build Transfer Operate) 방식으로 진행되었는데, 그 과정에서 중간참여 형식의 SPC전문가가 아닌 제안에 의한 협상방식으로 사업모델로 진행되어 타 기반시설사업에 비해 이윤이 강조되는 문제점이 발생하였고, CNG버스 운송원가 대비 낮은 가격 경쟁력으로 사업을 포기하였음

- 중국 전기버스와의 경쟁력 미흡

: 대량생산체계에 있는 중국 전기버스와의 가격 경쟁력 미흡할 뿐만 아니라, 중형 및 소형 전기버스 등의 다양한 제품 확보 능력 부족으로 수요처(지자체) 요구 수용이 불가하였음

- 시스템의 안전화 부족으로 신뢰성 저하

: 시스템 최적화의 미비로 인한 잦은 고장, 지역주민들의 부정적인 인식 확대

: 배터리교환시설(QCM)의 기술적 운영 불안감으로 각 지자체들의 관계자 대한 신뢰도가 하락

- 국제유가 하락으로 인한 전기버스 경쟁력 약화

○ 상기 문제점들로 인해 최근 김포, 부산 등의 지자체에서는 배터리 교환형 전기버스와 플러그인충전형 전기버스를 비교 검토후 플러그인충전형 전기버스 위주의 도입이 이뤄지고 있는 실정임. 그러나 플러그인충전형 전기버스 또한 운행·충전의 반복으로 인한 배터리 열화 발생 및 배터리 수명감소 등의 문제가 예상되고 있음

○ 이러한 현재 상황을 다음과 같은 방안을 통해 해결할 수 있을 것으로 보임

- 국비지원 활성화를 위한 제도정비

: 배터리교환시설(QCM), 배터리 등 초기투자비용이 필요한 점을 감안하여 최대한의 국비지원 제도를 마련하여 전기버스 도입초기 비용부담 최소화 한다면, 추후 전기버스를 도입하는 지자체의 도입의지를 향상시킬 수 있을 것으로 판단됨

: 초기 시설투자비용은 배터리교환시설(QCM)의 공사비와 차량구입비용이 있고, 유지관리비용 배터리교체비용, 버스차량정비용, 연료비용 등이 있으며, 이러한 발생비용에 대해 국가적 차원의 제도보완으로 지원한다면 충분히 사업성을 확보할 수 있을 것으로 판단됨

. 배터리교환시설(QCM) : 정부지원 또는 시설물의 개선을 통해 시설구축비용 저감(민감도 분석결과 약 40% 저감시 플러그인대비 경제성확보 가능)

. 전기버스 차량구입비용 : 준공영제 형태로 운영할 경우 차량의 감가상각비와 선감가상각비, 취등록세 등의 지원

. 배터리교체비용 : 차량내구연한 만료전 배터리 추가 구입에 따른 실비 지원

. 차량정비비용 : 전기버스 도입초기에 발생할 것으로 예상되는 일반경유버스(또는 CNG저상버스) 대비 초과 발생하는 차량정비비에 대한 실비지원

. 연료비용 : 전기버스 조기도입 유도를 위한 한정적인 연료비 지원

- 관련 업체의 효율적 생산성 확보

: 배터리교환시설(QCM) 설치비용이 사업초기 도입시 걸림돌이 되고 있으므로, 관련 업체에서 여러 상황을 고려한 효율적인 생산구조를 확립하여 비용 절감 필요

: 여러 현황 등을 고려한 최적화된 시스템 설치를 위해 다양한 규모와 디자인을 갖춘 배터리 교환시설을 확보하여 효율성 유지

- 전기버스 도입을 위한 적정 종합계획 수립

: 지역적 특성 및 전체적인 버스노선 등을 고려하여 전기버스 도입계획 수립이 필요하며, 이를 통해 가장 경제적인 배터리 교환형 전기버스와 플러그인충전형 전기버스의 적절한 투입계획이 필요

: 경제성평가 및 재무성평가 등을 통해 버스운수업체가 공감할 수 있는 적정 사업모델을 개발 필수

- 지속적인 개발 및 투자 필요

: 국가적으로 지속적인 RND 사업을 통해 경쟁력 있는 제품 양산이 필요하며

: 관련 업체에서도 좀더 적극적인 투자를 통하여 중국산 전기버스와 비교하여 경쟁력 있는 제품 생산이 필요

제 6 절 부품 및 모듈 단위 시험·인증 기술 개발

1. 연구 목적 및 수행 절차

가. 연구의 목적

○ 본 연구는 배터리 교환형 전기버스 전기버스 시스템(QCM)의 보급·확산에 따른 운영자 및 이용자의 안전성 제고와 선행과제에서 개발된 성과물과 시범 운영 사업 결과를 활용하여 QCM 시스템의 제조 품질을 향상이 주요 목적임

○ 선행연구과제에서 개발된 배터리 교환형 전기버스 시스템(QCM)에 대한 부품 및 모듈별 시험·인증제도를 마련하여 안전한 설계 시공 및 운영관리 서비스를 제공과 안전인증체계를 구축하는 것이 최종 목표임

○ 배터리 교환식 전기버스 도입 시 보급 활성화를 위해서는 제품의 성능기준을 일반화하고 제품상용화 수준의 안전성을 확보하여 최종 양산단계까지 시장을 활성화 시켜야 할 필요가 있을 것으로 판단됨

○ 그러나 QCM 시스템의 부품·모듈 단위에 대한 표준생산체계의 부재로 인하여 기술검토, 기술지원을 포함한 표준 시험 인증체계가 필요한 실정임

○ 이에 따라 기 구축된 테스트베드의 구축 환경·운영에 대해 안전과 관련한 전반적인 기술검증이 필요할 것으로 판단됨

○ QCM 시스템과 관련한 시험 및 인증제도 운영·유지관리를 수행하는 대행(인증)기관이 필요함에 따라 자격 요건에 대한 가이드라인을 제시함

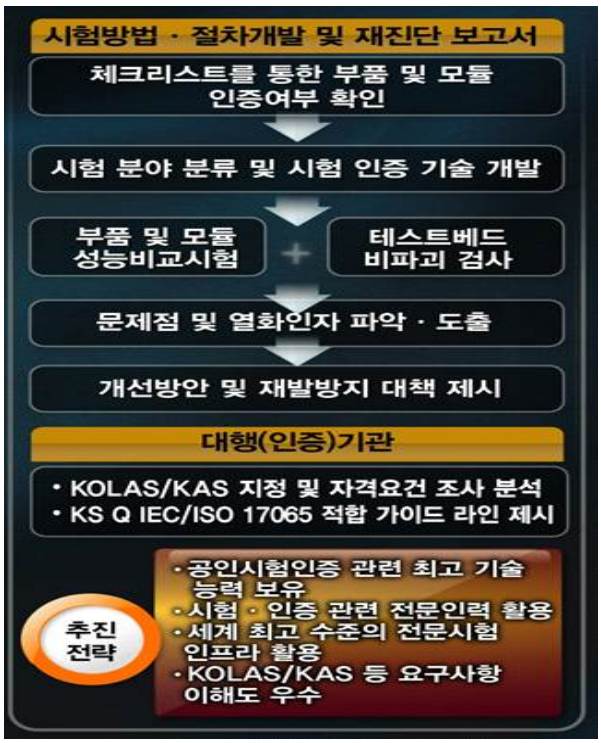
나. 연구 수행절차 및 추진 전략

○ 이를 위해 본 연구의 추진방법 및 전략은 다음과 같음

- QCM을 구성하고 있는 배터리 이송로봇 및 충전시스템 등 주요 핵심 부품 · 모듈에 대한 안전성 평가를 수행하고자 함
- 선행연구과제에서 수행하였던 배터리 교환형 전기버스 시스템(QCM)의 내구성, 안전성 검증 외에 부품 및 모듈 단위의 성능, 신뢰성 검증과 제조 품질 기준 제시를 위하여 기계적, 전기적 등의 시험평가를 수행하고자 함
- 객관적인 시험 평가 수행을 위하여 주요 핵심 부품·모듈을 선정하여 성능비교시험을 수행하고 테스트베드 재진단을 통하여 주요 열화인자를 파악하고 재발방지 대책 방안을 제

시함

- 사업화를 위한 시험 대행(인증)기관에 대한 자격 요건을 제시하기 위하여 국가표준 및 인증제도에 부합하는 가이드라인을 제시함
- 위의 연구 추진 내용에 따라 전문가자문회의를 통하여 타당성 검증을 수행함



<그림 3.55> 시험방법· 절차 개발 및 재진단보고서 수행절차 및 전략

2. 선행연구과제 분석 및 검토

가. 선행연구과제 분석(전기자동차 교통안전 융합체계 기술개발(2014), 국토교통부)

○ 배터리 교환형 전기버스 시스템(QCM)의 부품 및 모듈 단위의 안전성 평가하기 위하여 선행과제에서 성과로 도출되었던 기술기준 및 절차서, 제품보완보고서 등을 분석하였음

○ QCM 시스템 단위의 전기적 · 기계적 · 구조적 안전성평가에 대한 부분을 수행하였으며, QCM 배터리에 대한 안전성평가를 실시하였음

- 충전 서브시스템 안전성 평가 : QCM 충전 서브시스템 중 배터리를 충전하기 위하여 직류로 전력을 공급하는 직류충전기 및 커넥터에 대한 전기적 안전성평가를 통해 시험방법 및 평가 기준을 제시함

- 내환경 및 내구성 평가 : QCM 배터리 교환 설비, 기구물에 대한 환경스트레스평가 및 내구성 평가를 통하여 QCM 배터리 교환 기구부의 평균 수명을 확인하는 시험방법 및 평가 기준을 제시함
- 충전 서브시스템 전자파적합성(EMC)평가 : QCM 스테이션에 설치된 환경에서 존재하는 전자파 영향에 대하여 성능저하 없이 동작할 수 있는 능력을 판정하기 위해 전자파 장해(EMI)와 전자파내성(EMS)에 대한 시험방법 및 평가 기준을 제시함
- QTPE-Bus용 배터리 안전성 평가 : 자동차안전기준 시행세칙 제48조를 준용하여 총7개 항목의 교환형 배터리의 안전성평가 시험을 진행함

○ 국제 규격 및 관련 시스템의 규격을 비교 검토하여 안전성 평가 기술기준 개발을 도출함 (스마트e-버스 포럼 단체표준으로 등록)

<표 3.79> 선행연구과제 안전성평가 관련 주요 시험 항목 및 평가 기준

1. QCM 충전 서브시스템 안전성 평가(직류충전기류) 주요 시험 항목 및 내용

시험 항목	시험 목적 및 방법	적합판정
커넥터 전압 입증	사용자 보호 목적 확인을 위하여, 충전 중 강제 종료 후 출력전압 측정	5초 이내 60 Vdc 이하
사용자 충전종료 기능	충전 중 사용자 강제 종료 버튼 및 적절하게 종료 여부 확인	충전종료 버튼 구비 및 기능 적절 동장
비상서비스	위험 발생 시, 교류공급망(메인 전원) 차단 가능 여부 확인	메인 전원 차단 기능 보유
제어회로 전원 보전	사용자 보호 목적 전원회로와 제어회로 전원분리 확인	강제종료/고장발생 시 충전기 메인전원이 차단되어도 제어전원 동작 확인
정전류제어(CCC)에서 충전전류 제어지연	전류 지령값에 따른 충전장치 응답특성 확인	목표전류 80% 도달까지의 시간 측정하여 계산값과 부합
충전시 돌입전류	충전전력 공급 시 발생하는 돌입전류 확인	정전류제어에서 돌입전류 < 2A 이하
교환형 배터리 과전압 및 과전류에 대한 보호	교환형 배터리 과전압 및 과전류 방지 목정 충전장치의 제어기능 확인	배터리 최대전압 초과 시 충전 중단 200A/s 이상의 하강률로 5% 미만으로 출력전류 감소
커넥터 잠금	커넥터 탈락으로 인한 감전 방지 목적 커넥터 잠금 기능 점검	충전 중 잠금 상태 표시 기능 보류(상위 제어기에 Flag 신호 전달)
정접압제어(CVC)에서 출력전압 조정	교환형 배터리 요청 접압에 따라 충전기 허용오차 범위 내에서 출력전압 제어기능 확인 (제어성능 확인)	측정된 출력전압은 충전장치 최대 정격의 2% 이내

2. QCM 내환경시험 및 내구성 주요 시험 항목 및 조건

구분	시험 항목	시험 방법	시험조건	허용기준	시료수	허용 고장수
환경	저온시험	5.1.1	−25±3℃, 4 h, 비동작상태	시험 후	1	0

시험	고온시험	5.1.2	40±2℃, 4 h, 비동작상태	성능조건을 만족하여야 함 (성능조건은 협의에 따름)	1	
	고온고습시험	5.1.3	40±2℃, 93%±3% RH, 8h, 비동작상태		1	
	온습도 사이클시험	5.1.4	상한온도: 40±2℃, 10사이클		1	
내구성 시험	수평이송부 내구성 시험	5.2	상온조건 MTTF보증 : 64,800회 B10보증 : 200,000회		1	0
	수직이송부 내구성시험				1	

3. QCM 충전 서브 시스템 전자파 적합성(EMC)평가 주요 시험 항목 및 조건

시험 항목			B급 (주거용)		A급 (산업용)	
			인가레벨	평가기준	인가레벨	평가기준
내성 (Immunity) 시험	정전기 방전 내성 시험	접촉방전	±4 kV	B	±4 kV	B
		기중방전	±8 kV	B	±8 kV	B
	방사 내성 시험	80 MHz ~ 1 GHz	3 V/m	A	10 V/m	A
		1.4 GHz ~ 2.0 GHz	3 V/m	A	3 V/m	A
		2.0 GHz ~ 2.7 GHz	1 V/m	A	1 V/m	A
	전기적 빠른 과도현상 내성시험	전원선	±1 kV	B	±2 kV	B
		신호선	±0.5 kV	B	±1 kV	B
	서지 내성 시험	전원선	차동모드: ±1 kV 공통모드: ±2 kV	B	차동모드: ±1 kV 공통모드: ±2 kV	B
		신호선	공통모드: ±1 kV	B	공통모드: ±1 kV	B
	전자파장 전도 내성 시험	전원선	3 V	A	10 V	A
		신호선	3 V	A	10 V	A
	전원 주파수 자기장 내성 시험		3 A/m	A	30 A/m	A
	전압강하 내성 시험		0 %: 0.5사이클 40 %: 12사이클 70 %: 30사이클	B B C	0 %: 1사이클 40 %: 12사이클 70 %: 30사이클	B C C
	순시정전 내성 시험		0 %: 300사이클	C	0 %: 300사이클	C

시험 항목		주요 내용
방출 (Emission) 시험	QCM 스테이션 전도성 방출	설치환경에 따라 150 kHz~30 MHz 주파수에서 전도성 방출 한계값을 초과하지 않아야 함. 교류 전원 입력단자에 대한 세부 시험방법은 KS C CISPR 16-2 및 KS C CISPR 11 참조 통신(네트워크) 포트에 대한 방해 전압 및 전류 세부 시험방법은 KS C CISPR 22 참조 QCM 충전설비의 직류 출력 충전 케이블에서의 전도 방출 규제 포함 (MIL-STD-461F)
	QCM 스테이션 복사방출 현장 측정	설치환경에 따라 30 MHz~1 GHz 주파수 대역에서 복사성 방출 한계값을 초과하지 않아야 함. 내부 최고 주파수가 9 kHz 미만인 경우 시험 생략 가능 세부 시험방법은 KS C CISPR 16-2, KS C CISPR 11 참조

4. QTPE-Bus용 배터리 안전성 평가 관련 법령 및 평가 기준

-'자동차 안전기준에 관한 규칙[시행 2016.1.1.][국토교통부령 제164호, 2014.12.31., 일부개정]' 언급

- 자동차안전기준 시행세칙 제48조를 준용하여 배터리 안전성 평가 진행 (총 7항목)
- 낙하안전시험, 액중투입시험, 과충전안전시험, 과방전안시험, 단락안전시험, 열노출 안전시험, 연소안전시험

※구동축전지 부분 발췌

제1조(목적) 이 규칙은 「자동차관리법」 제29조제3항·제4항, 제29조의3제1항·제4항, 제32조제1항 및 제50조제2항에 따라 자동차 및 이륜자동차의 구조 및 장치에 적용할 안전기준과 자동차 및 **자동차의 부품 또는 장치의 안전 및 성능에 관한 시험**에 적용할 기준 및 방법을 정함을 목적으로 한다. <개정 1997.1.17., 2003.2.25., 2005.8.10., 2009.1.23., 2014.2.21., 2017.1.9.>

제2조(정의) 이 규칙에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

52. "고전원전기장치"란 **구동축전지**, 전력변환장치, 구동전동기, 연료전지 등 작동전압이 직류 60볼트 초과 1,500볼트 이하이거나 교류(실효치를 말한다) 30볼트 초과 1,000볼트 이하의 전기장치를 말한다.

53. "**구동축전지**"란 자동차의 구동을 목적으로 전기에너지를 저장하는 축전지 또는 이와 유사한 기능을 하는 전기에너지 저장매체를 말한다.

제18조의3(구동축전지) 자동차의 구동축전지는 다음 각 호의 기준에 적합하여야 한다. <개정 2013.3.23.>

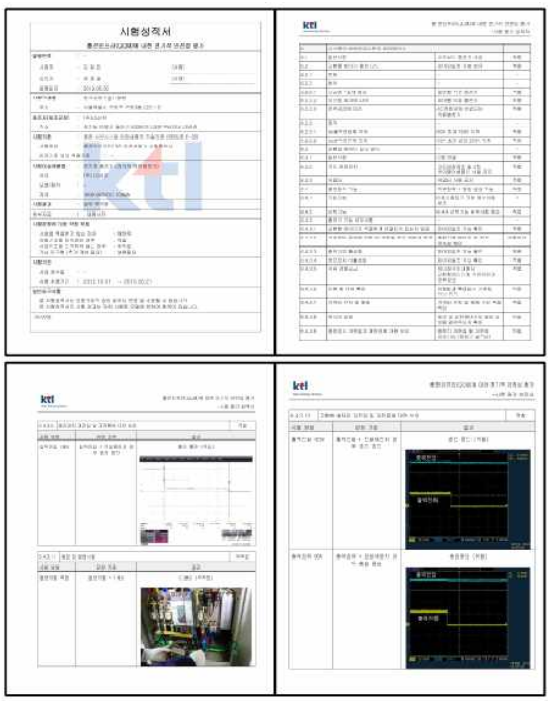
1. 차실과 벽 또는 보호판 등으로 격리되는 구조일 것

2. 설계된 범위를 초과하는 과충전을 방지하고 과전류를 차단할 수 있는 기능을 갖출 것

3. 국토교통부장관이 고시하는 물리적·화학적·전기적 및 열적 충격조건에서 발화 또는 폭발하지 아니할

것 [본조신설 2009.1.23.] 위임 행정규칙 • 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준 시행세칙(국토교통부고시 제2015-719호, 2015.9.25., 타법개정)
제91조(연료장치) ① 인화성액체를 연료로 사용하는 자동차중 승용자동차와 차량총중량이 4.5톤 이하인 승합자동차의 연료장치는 별표 10의 연료장치의 충돌시험기준에 적합하여야 한다. <개정 1995.12.30., 1997.8.25., 2001.4.28.> 1. 삭제 <2001.4.28.> 2. 삭제 <2001.4.28.> ②액화석유가스를 연료로 사용하는 승용자동차와 차량총중량이 4.5톤 이하인 승합자동차는 별표 11의 액화석유가스자동차의 연료장치 충돌시험기준에 적합하여야 한다. <신설 2001.4.28.> ③천연가스를 연료로 사용하는 자동차중 승용자동차와 차량총중량이 4.5톤이하인 승합자동차는 별표 11의2의 천연가스자동차의 연료장치충돌시험기준에 적합하여야 한다. <신설 1997.8.25.> ④ 승용자동차 및 차량총중량 4.5톤 이하 승합자동차에 해당하는 하이브리드자동차·전기자동차·연료전지자동차는 별표 11의3의 고전원전기장치의 충돌시험기준에 적합하여야 한다. <개정 2014.6.10.>

<표 3.80> 선행연구과제 안전성평가 기술개발 성과물

	
<QCM 충전 서브시스템 안전성 평가>	<QCM 내환경 및 내구성 평가>



<QCM 충전 서브 시스템 전자파 적합성(EMC)평가>



<QTPE-Bus용 배터리 안전성 평가>

<표 3.81> 안전성 평가 관련 스마트 e-버스 포럼 단체표준 항목

표준번호	표준 문서명
SEBUSS-E-01	충전 서브시스템 전자파 적합성 평가 기술기준
SEBUSS-E-02	충전 서브시스템 안전성 평가 기술기준
SEBUSS-E-03	로봇 서브시스템 내환경성, 내구성 평가 기술기준

나. 유사인증제도 및 법제도 조사

○ 배터리 교환형 전기버스 시스템은 크게 배터리교환 전기버스(QTPE-Bus)와 배터리 교환 시설(QCM)으로 나눌 수 있는데 교환시설인 QCM에 대해서는 국내 전무한 시설이기 때문에 유사 시설물의 인증제도 및 법규 등을 조사하였음

○ 배터리 교환형 전기버스 시스템(QCM)을 구성하고 있는 핵심 부품과 모듈단위의 시험평가를 위하여 각 부품에 적용되는 세부적인 기술에 대한 평가 및 기준에 대해서 국내외 관련 제도 및 법규 요령을 검토하였음

○ QCM의 경우, 승강기를 구성하고 있는 핵심 부품과 동일하거나 유사한 기술적 성향을 가지고 있어 승강기 부품시험 및 안전인증과 관련된 세부 부품별 인증과 관련된 평가기준 및 법령을 검토하였음

(1) 승강기 안전인증제도

(가) 국내 승강기 안전부품 인증기준 관련 내용

○ “승강기 안전인증시험” 이라 함은 지식경제부 기술표준원이 고시한 “승강기안전부품 인증기준 및 운용요령(기술표준원 고시 제2012-0009호, 2010.1.8 및 기술표준원 고시 제2012-0177호, 2012.4.25)과 자율안전확인대상공산품의 안전기준(기술표준원고시 제2012-0175호,2012.4.25.)에 의거하여 아래 표에 따라 시험하는 것을 말함

<표 3.82> 승강기 안전부품 인증기준명 및 운영요령(일부)

승강기 안전부품 인증기준 및 운용요령

개정 기술표준원고시 제2012-0177호(2012.04.25.)

제1조(목적) 이 고시는 품질경영 및 공산품안전관리법(이하 ‘법’이라 한다) 제14조제3항의 규정에 의한 승강기 안전부품에 대한 인증기준을 정함을 목적으로 한다.

제2조(승강기 안전부품 인증기준) 기술표준원장은 법 제14조제3항의 규정에 의한 승강기 안전부품의 인증기준을 다음 각 호와 같이 구분하여 정한다.

1. 생산체제 평가기준 : 제조설비·자체검사설비·제조과정·품질관리·공정관리·시험검사 및 사후관리 등 승강기 안전부품 생산체제의 평가기준

2. 승강기 안전부품 안전기준 : 승강기 안전부품의 설계·제조·성능(조립 후 성능을 포함한다)에 관한 기준

제3조(개별안전기준) ①기술표준원장은 제2조제2의 규정에 의한 안전기준을 별표 1의 구분에 따라 승강기 안전부품별로 정하여 고시한다.

②제1항의 규정에 의하여 승강기 안전부품의 개별 안전기준을 정하는 때에는 안전기준명을 부여하여야 한다.

제4조(생산체제 평가기준) ①제2조제1호의 규정에 의한 생산체제 평가기준은 별표 2에 따른다.

②안전인증기관의 장은 안전인증을 받은 승강기 안전부품의 모델과 다른 모델 또는 다른 승강기 안전부품을 동일한 공장에서 생산하여 안전인증을 신청한 경우에는 안전인증 받은 모델의 생산체제 평가기준을 적용하여 평가를 생략할 수 있다.

③안전인증기관의 장은 안전인증을 신청한 모델 또는 승강기 안전부품의 생산공정 등이 상이하다고 인정되는 경우에는 제2항에 불구하고 관련 서류를 제출받아 생산체제를 확인할 수 있다.

④안전인증기관의 장은 제1항의 규정에 의한 생산체제 평가기준을 합리적으로 적용하기 위하여 생산체제 평가보고서의 양식을 별도로 정하여 활용할 수 있다.

제5조(특수한 구조의 승강기 안전부품의 안전인증) ①특수한 구조의 승강기 안전부품으로서 제3조제1항의 규정에 의한 안전기준에 부적합하거나 안전기준이 제정되어 있지 않은 경우에는 다음 각 호의 기준을 안전기준으로 적용할 수 있다.

1. 국제기준(ISO, IEC 등)
2. 국내·외의 국가규격 또는 단체규격으로 기술표준원장이 인정하는 기준 (국제기준이 없는 경우에 한한다)

②제1항의 규정에 의한 국제기준 등이 없는 특수한 구조의 승강기 안전부품에 대하여는 그 구조 및 성능이 제4조의 규정에 의한 안전기준과 동등 이상이라고 기술표준원장이 인정하는 경우에는 기준을 따로 정하여 적용할 수 있다.

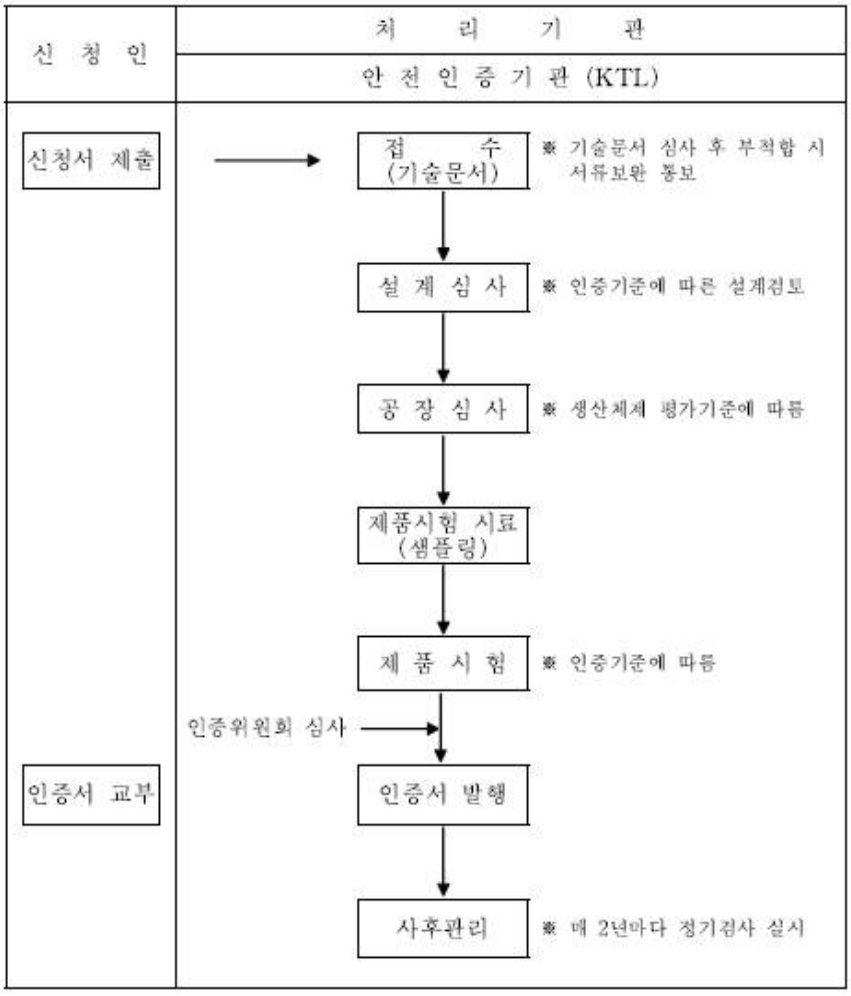
○ 한국산업기술시험원에서 제시하고 있는 승강기 안전부품 시험 절차와 주요평가 항목

<표 3.83> 승강기 안전부품 인증절차 및 안전인증 대상 품목

3. 안전인증 지원 절차

1) 신규인증

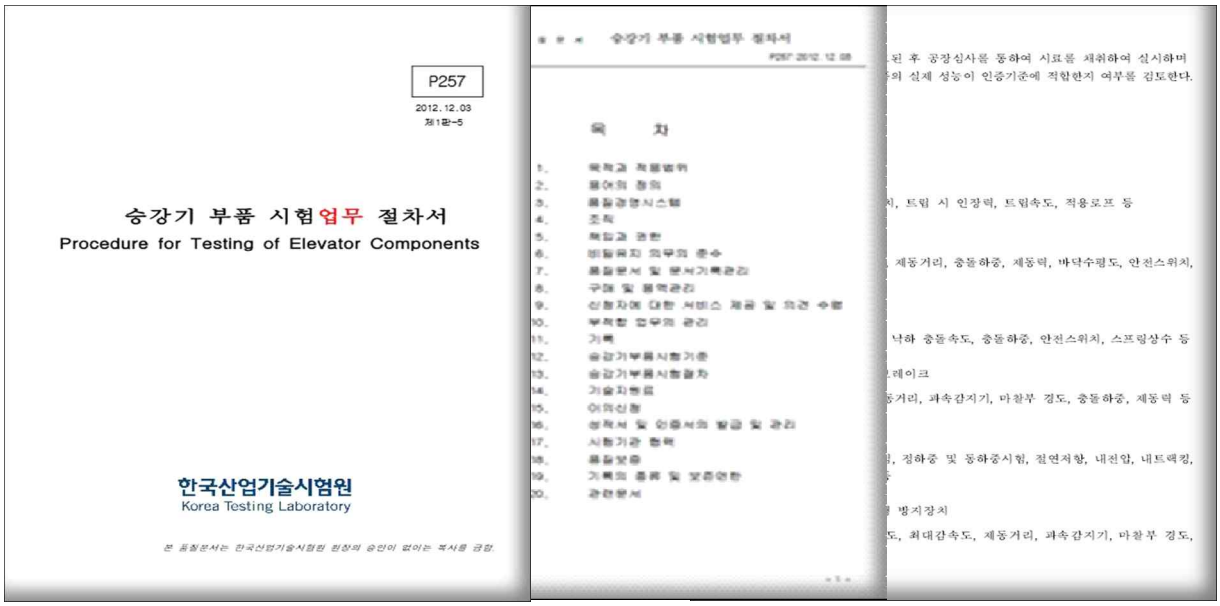
① 안전인증대상생활용품(승강기안전부품)



※ 인증시험 처리기간

신청일로부터 45일 이내에 공장심사 및 인증시험을 완료하는 것을 원칙으로 하며, 제품별 장기간 소요되는 시험항목에 대해서는 추가 산정 운영하도록 함.

구분	고시	안전기준명	기준번호
안전 인증 대상 부품	기 술 표 준 원 고 시 제2012-0177호, 2012.4.25	조속기	부속서51
		비상정지장치	부속서52
		완충기	부속서53
		상승과속방지장치용브레이크	부속서54
		승강장문잠금장치	부속서55
		에스컬레이터용 역주행방지장치	부속서56
자율 안전확인 대상 공산품	기 술 표 준 원 고 시 제 2 0 1 2 - 0 1 7 5 호,2012.4.25	엘리베이터 권상기용 제동장치	부속서59
		엘리베이터용안전극한스위치	부속서60
		럽쳐벨브	부속서61
		에스컬레이터용 스텝	부속서62
		에스컬레이터용 스텝체인	부속서63
		에스컬레이터용 전자브레이크	부속서64
		와이어로프	부속서65
		안전회로기판	부속서66


P257

2012.12.03

승강기 부품 시험업무 절차서

Procedure for Testing of Elevator Components

한국산업기술시험원

Korea Testing Laboratory

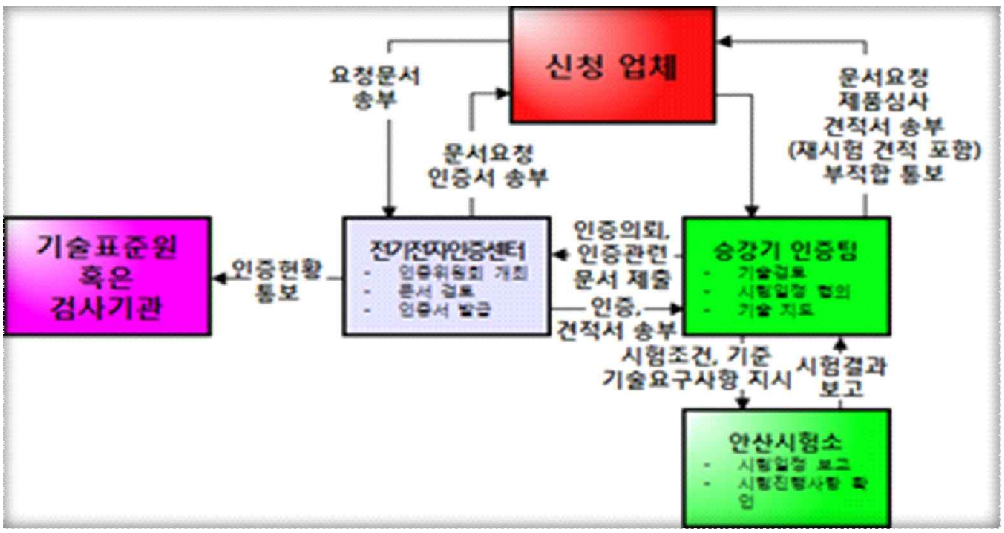
본 품질문서는 한국산업기술시험원 원장의 승인이 없이는 복사를 금함.

승강기 부품 시험업무 절차서

목 차

구 분	품 명	비 고
안전인증대상 생활용품 (승강기안전부품)	조속기 비상정지장치 완충기 상승과속방지장치용 브레이크 승강장문 잠금장치 에스컬레이터용 역주행 방지장치	안전인증
승강기	로프식 엘리베이터 유압식 엘리베이터	임의인증

구 분	품 명	비 고
	덤웨이터 에스컬레이터 (수평보행기 포함) 경사형 휠체어리프트 수직형 휠체어리프트 특수구조 승강기	
안전확인대상 생활용품	엘리베이터 권상기용 제동장치 엘리베이터용 안전극한스위치 럽쳐 밸브 에스컬레이터용 스텝 에스컬레이터용 스텝체인 에스컬레이터용 전자브레이크 와이어로프 안전회로기판	안전확인



<그림 3.56> 승강기 부품 시험 인증 절차

(나) 국외 승강기 안전부품 인증기준 관련 내용

○ 국외 승강기 안전부품 인증기준과 관련하여 다음과 같이 조사하였음

① 유럽연합(EU)의 경우

○ 유럽연합(EU)의 경우 승강기 안전부품 인증은 유럽의 CE 규격에서 형식 검사(EC

type-examination)을 따름

○ EC type의 형식검사에서 제조업체는 설계단계에서 제품의 설계, 제조 및 작동에 관한 기술문서(T.C.F)를 작성하여, 공인기관(Notified Body)에 EC 형식검사를 신청하며, 공인기관(Notified Body)은 적합성을 시험 및 평가하여 EC 형식검사 인증서를 발행

○ 유럽의회의 지침서(Lift Directive 95/16/EC) 개요 및 적용 범위

- 1995년 유럽의회는 승강기의 설계, 제조 및 시공을 규제하는 유럽통일 법령인 유럽 승강기 안전규격 95/16/EC를 통과시킴. 이 규정은 승강기 안전 분야와 관련해 유럽연합 회원국의 과거 모든 국가규정을 대체하였으며, 1997년 7월 1일부터 EU 모든 회원국에서 시행되고 있음. DL 안전규격은 승강기 안전부품 및 전체 승강기를 대상으로 하고 있으며, 승강기 제조 및 시공까지 포함, 적용, 부속서 4에 열거된 승강기용 안전관련 부품에도 적용됨. 부속서4에서 규정한 6개 승강기 주요 안전 부품이 있음

<표 3.84> 유럽의회 지침서에서 규정한 승강기 주요 안전 부품

규격명	부품명
Lift Directive 95/16/EC 부속서 4	도어잠금장치
	비상정지 장치(상승방향과속방지장치포함)
	조속기
	완충기
	Rupture Valve/One way restrictor(흐름제한장치)
	전기안전회로

② 독일의 경우

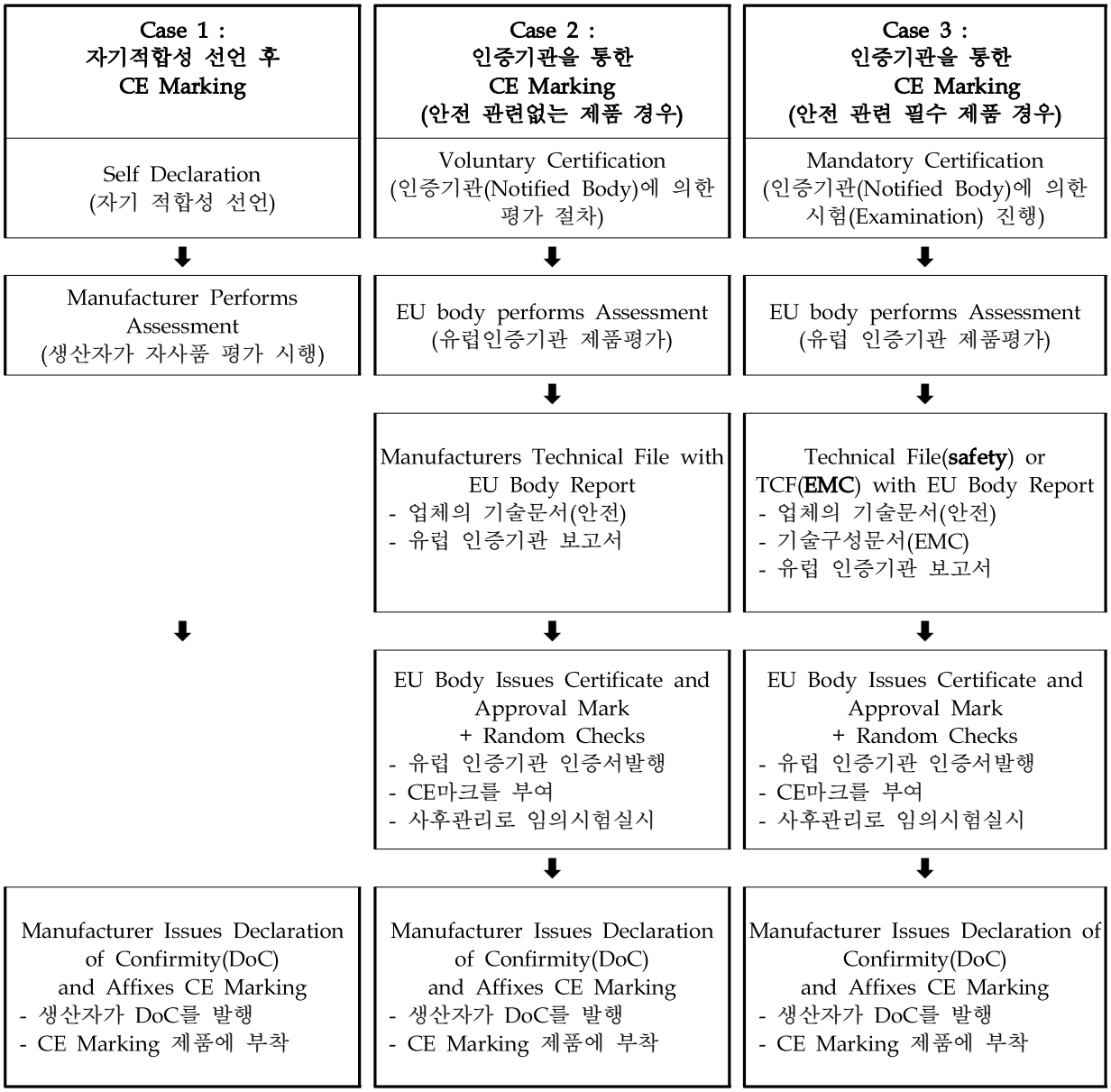
○ 독일에서의 승강기 안전관리는 통합화 된 유럽의회의 법훈령 (EU Directive : 95/16/EC) 외에 국내법에 승강기 검사를 추가하여 관리하고 있음

○ 장비 및 제품안전에 관한 법(GPSG): 작업자 또는 제3자에게 피해를 입힐 수 있다고 인정되는 설비 및 제품에 대하여 안전성을 확보하기 위한 내용을 명시함

○ 노동보호법(ArbSchG): 작업자의 안전을 확보하기 위한 내용을 명시함

○ 독일의 경우 대표적 인증기관으로 TÜV가 있으며 80년 이상의 역사를 가지고 승강기관련 업무 전반에 걸처 종합적으로 수행하고 있음

○ 유럽(독일)의 승강기 및 승강기 부품 인증제도 운영체계는 아래의 표와 같음



<그림 3.57> 유럽(독일)의 승강기 및 승강기 부품 인증제도 운영체계

③ 미국의 경우

○ 미국의 경우는 미국기계기술자협회(ASME, The American Society of Mechanical Engineers)가 제정한 ASME A.17 규정은 승강기 안전 검사 및 인증 관련 규정들을 수록하고 있음

○ 각 주 및 시 정부들은 ASME A.17 규정들을 주로 채택하여 실제 승강기검사 및 인증 제도를 운용하고 있음

○ 특히 승강기 안전 관련 규정은 ASME A.17 code로 명명되었음

○ ASME A.17.1의 Section 8.3을 살펴보면 인증을 받아야 하는 부품, 즉 인증 대상 또는 품목이 나열되고 있음

○ ASME A.17.1에서 인증대상 부품은 완충기, 인터록(내부잠금장치), 방화문, 유압식 제어밸브, 에스컬레이터 브레이크, 유압식 과속밸브 등의 품목을 대표적인 인증 품목 총 11개 영역에서 시험 진행됨

<표 3.85> ASME A.17 안전검사 유형

시험 및 검사 내용	종 류
부품 테스트	엔지니어링 테스트(Engineering Test)
	유형 테스트(Type Test)
가동 테스팅	유지점검 및 테스팅(Maintenance and Testing)
검사(인스펙션)	완성(인수)검사(Acceptance Inspections)
	정기검사(Periodic Inspections)

<표 3.86> ASME A.17 규정 승강기 안전인증 부품 품목

유형 테스트	엔지니어링 테스트	근거 규격
카 및 균형추 유입식 완충기 (Car and Counterweight Oil Buffers)		ASMEA.17.1 Sec.8.3.2
인터록, 기계식록 및 전기접점, 도어 또는 게이트 전기접점 조합 (Interlocks, Combination Mechanical Locks & Electric Contacts, & Door or Gate Electric Contacts)		ASMEA.17.1 Sec.8.3.3
출입구 화재(방화문) (Entrance Fire)		ASMEA.17.1 Sec.8.3.4
유압식 제어밸브 (Hydraulic Control Valves)		ASMEA.17.1 Sec.8.3.5
	수직 연소 (Vertical Burn)	ASMEA.17.1 Sec.8.3.7
	직물 벽의 공간 화재확산에의 영향평가 (Room Fire Growth Contribution of Textile Wall Covering)	ASMEA.17.1 Sec.8.3.8
	유압식 과속밸브 (Hydraulic Overspeed Valves)	ASMEA.17.1 Sec.8.3.9
	스크류-칼럼 승강기의 속도제어장치 및 안전너트 (Safety Nut & Speed Limiting Devices of Screw-Column Elevators)	ASMEA.17.1 Sec.8.3.10
	서스펜션-멤버 (Suspension-Member)	ASMEA.17.1 Sec.8.3.12

④ 일본의 경우

○ 일본에서는 지진.태풍 등 천재지변이 일상적으로 발생하고, 이에 따른 붕괴, 파손, 화재 등으로 건물의 안전 특히, 승강기 안전에 대해서는 철저히 관리되고 있음

○ 일본 승강기 안전관리제도에는 부품인증제도, 시스템 인증 제도 등이 있다. 부품인증제도에 따르면 각각의 부품의 인증에 관한 법률은 없음

○ 승강기 주 와이어로프에 대해서는 JIS에서 정한 로프 이외의 와이어로프를 사용하는 경우 제조사의 품질관리 등에 관해 국토교통성의 인정을 취득해야 함

○ 제조방법에 따라 체인식 및 유압식 이외의 구동장치의 승강기에 대해서는 강도검증을 받아야하며, 제동장치 및 제어기에 대해서는 국토교통성의 인정을 받아야 함

○ 로프식, 유압식 등에 있어서도 제동장치 및 제어기에 관해서는 법령에 규정되어 있지 않은 구조로 하는 경우 국토교통성의 인정이 필요함

○ 이밖에도 법령에 의한 행위는 아니나 비상정지장치, 유입완충기, 조속기 등의 안전장치와 법 규정에의 적합유무에 대해서 판단이 어려운 부품·장치 등도 인증을 위한 평가를 받아야 함

<표 3.87> 한국과 일본의 승강기 안전관리제도 비교

구 분	일 본	한 국
관계법규	ㅇ 건축기준법(일반용), 노동위생법(화물용) ㅇ 안전장치 등 부품 인증 - 자율 ㅇ 형식적합 인정, 제조자 인증 - 자율 * 완료검사 생략됨 ㅇ 완료검사 (화물용은 낙성검사) - 지자체 건축주사, 건축기준적합판정 자격자에 의한 입회검사 ㅇ 정기검사 (화물용은 성능검사) - 민간의 승강기검사자격자 - 정기검사 보고 대행기관 있음 (지역별 승강기안전협의회 등) - 주기 : 6개월~1년 - 적재하중의 변화 시 분동 업체 준비 부하시험 실시	ㅇ 승강기 제조 및 관리에 관한 법률 ㅇ 부품인증제도 - 강제 ㅇ 모델인증 - 자율 * 완성검사 일부항목 검사생략 됨 ㅇ 완성 검사 - 검사기관 검사자에 의한 직접검사 ㅇ 정기검사 - 검사기관 검사자 - 주기 : 1년 ㅇ 수시검사
검사기준	ㅇ 건축기준법령 + 승강기 검사표준 (JIS A 4302)	ㅇ 승강기 검사기준(기술표준원 고시)
검사자 자격	ㅇ 대졸 후 3년 경력 + 자격시험 합격 ㅇ 검사결과 지자체에 보고	ㅇ 대졸(기계, 전기)후 실무경력 3년 이상 ㅇ 한국승강기안전관리원
감독기관	ㅇ 국토교통성 ㅇ 지자체	ㅇ 산자부(사고조사판정위원회, 기표원) ㅇ 지자체
검사기관	ㅇ 완료검사기관 다원화, 정기검사 자격자 (국고 보조 없음)	ㅇ 공공기관간 자율경쟁 (국고보조와 국고미보조 혼재)
수수료	ㅇ 검사기관 : 수수료 수입임(기관 자율) (거리에 따라 차등, 기관에 따라 차등) ※검사자 : 1인 (업체에서 검사장비 준비 및 운전실시) 분동 : 업체 준비	ㅇ 수수료 수입임(시행규칙에 규정) (거리, 기관에 따라 차등 없음) ㅇ 검사종류별.기종별요금+층당체증요금 ※검사자 : 2인 (검사원 직접실시) 분동 : 검사기관준비
검사필증	ㅇ 승강기 내부 부착	ㅇ 승강기 내부 부착
유지 및 운행관리	ㅇ 정기검사 수검 ㅇ 사고시 지자체에 신고의무	ㅇ 정기검사수검, 자체점검 실시 ㅇ 안전한 경우 외는 전문기술자가 구출토록 함 (법적 구속력 없음) ㅇ 사고시 승관원에 사고보고 의무
보수관리	ㅇ 제조회사가 직접하는 경우와 별도 보수 회사가 있음	ㅇ 좌 동
자체점검	ㅇ 자체점검 규정 없음	ㅇ 자체점검 의무 보수업체 대행 가능
보수업등록	ㅇ 등록제도 없음	ㅇ 등록 의무

(다) 기타 유사 인증제도 및 법규(국내 방폭안전인증(KCs)제도)

○ 산업안전보건법 제34조에 따라 안전인증기관에서 제품의 안전성능과 제조자의 기술능력 생산체계를 종합적으로 심사하여 안전인증기준에 적합한 경우 안전인증표시를 사용할 수 있도록 하는 제도

○ 산업안전보건법 제34조(안전인증) ~ 제34조의4(의무안전인증 기·계 기구등의 제조, 수입, 사용 등의 금지)

○ 시행령 제28조(의무안전인증대상기·계 기구 등)

○ 시행규칙 제58조(수입자의 안전인증 의무) ~ 제58조의10(의무안전인증대상기·계 기구 등의 수거, 파기, 명령)

○ 방호장치의무안전인증고시(고용노동부고시 제2010-36호)

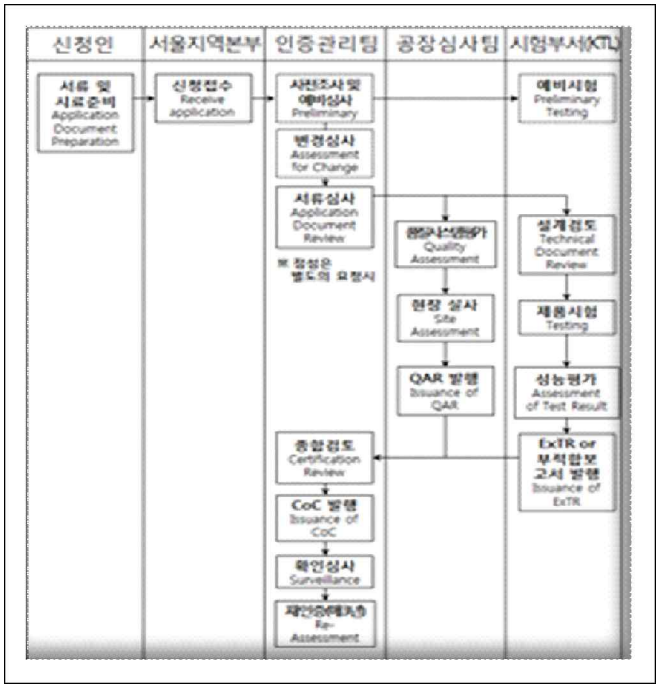
○ 방폭안전인증(KCs) 대상 및 적용범위

<표 3.88> 방폭안전인증(KCs) 대상 및 적용범위

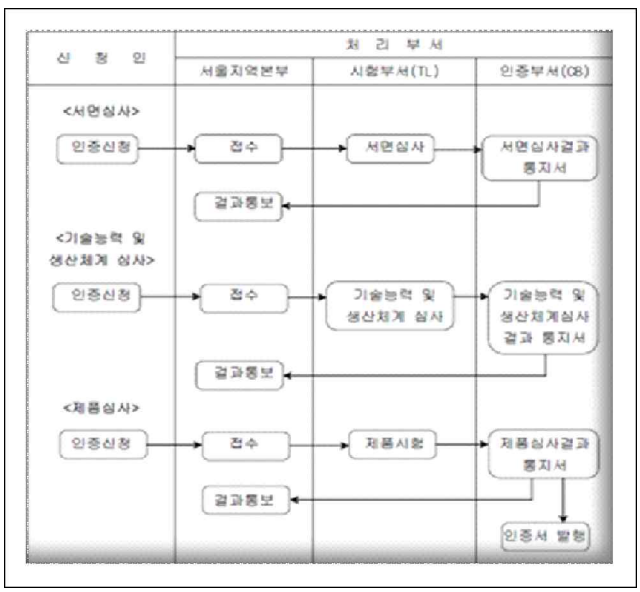
대 상	적용범위
프레스 전단기 절곡기	동력으로 구동되는 프레스, 전단기 및 절곡기. 다만 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 프레스, 전단기 및 절곡기는 제외 가.열간 단조프레스, 단조용 해머, 목재 등의 접착을 위한 압착프레스, 톰슨프레스(Tomson Press), 씨링기, 분말압축 성형기, 압출기, 고무 및 모래 등의 가압성형기, 자동터릿펀칭프레스, 다목적 작업을 위한 가공기(Ironworker), 다이스포팅프레스, 교정용 프레스 나. 스트로크가 6밀리미터 이하로서 위험한계 내에 신체의 일부가 들어갈 수 없는 구조의 프레스, 전다기 및 절곡기 다. 원형 회전날에 의한 회전 전단기, 니블러, 코일 슬리터, 형강 및 봉강 전용의 전단기 및 노칭기
크레인	동력으로 구동되는 정격하중 0.5톤 이상 크레인(호이스트 및 차량탑재용 크레인 포함) 다만, 「건설기계관리법」의 적용을 받는 기중기는 제외
리프트	적재하중이 0.5톤 이상(다만, 이삿짐 운반용 리프트는 적재하중이 01.톤 이상인 경우 적용)다만, 간이리프트, 운반구 운행 거리가 3미터 이하인 일반작업용 리프트, 자동이송설비에 의해 화물을 자동으로 반출입하는 자동화설비의 일부로 사람이 접근할 우려가 없는 전용설비는 제외
고소작업대	동력에 의해 사람이 탑승한 작업대를 작업 위치로 이동시키기 위한 모든 종류와 크기의 고소작업대에 대하여 적용(차량 탑재용 포함)다만, 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 경우는 제외 가. 지정된 높이까지 실어 나르는 영구 설치형 승용 승강기 나. 승강 장치에 매달린 가이드는 없는 케이지 다. 레일 의존형 저장 및 회수 장치 상의 승강 조작대 라. 테일 리프트(tail lift) 마. 마스트 승강 작업대 바. 승강 높이 2미터 이하의 승강대 사. 승용 및 화물용 건설 권상기
곤돌라	동력에 의해 구동되는 곤돌라, 다만 크레인에 설치된 곤돌라, 엔진을 이용하여 구동되는 곤돌라, 지면에서 각도가 45도 이하로 설치된 곤돌라 및 같은 사업장 안에서 장소를 옮겨 설치하는 곤돌라는 제외

○ 한국산업기술시험원에서 제시하고 있는 방폭전기기기 인증시험업무

- 국제 방폭인증시험(IECEx Scheme)에 의한 방폭전기기기 인증시험
- 국내 방폭인증시험 : 산업안전보건법 제34조, 동법 시행령 제28조, 동법시행규칙 제58의 규정 및 방호장치의무안전인증고시(최신 고용노동부 기술 고시)에 의한 방폭 구조 전기기계.기구(이하 "방폭전기기기"라 한다)의 안전인증(이하"인증시험"이라 한다)업무에 대한 절차서



<그림 3.58> 국제방폭인증시험(IECEx인증) 절차



<그림 3.59> 국내 방폭안전인증(KCs)시험 절차

3. QCM 부품 및 모듈 안전성평가를 위한 부품리스트 검토

○ QCM을 구성하고 있는 핵심부품 및 필수 안전검증 대상 부품을 선정하여 안전성 평가를 수행함

○ QCM 설계 및 시공 업체에서 제공받은 부품리스트 검토를 통하여 부품 및 모듈을 작동 부위별로 구분하여 아래와 같이 나열하였음

○ 성능 및 품질의 안정화가 필요한 부품위주로 핵심 부품을 선정

○ 테스트베드 현장조사 시 도면 확인 및 육안확인을 통하여 각 부품의 위치와 작동 모습 확인을 확인하였음

○ 각 부품별 적용 가능한 안전성평가 기준 및 규격 검토 후 시험항목 선정

○ 동일한 사양의 타제조사의 제품을 구매하여 성능 및 안전성에 대한 비교시험 진행

○ 시험 기준 및 시험방법, 세부 시험항목으로 구성된 시험체크리스트를 작성하여 시험의 정확성 및 객관성 확보

<표 3.89> QCM 작동 부위별 부품 및 모듈 구분

구 분	작동 부위
QCM 구성 부품 및 모듈	주행 FRAME (X축)
	주행 FRAME (Y축)
	HOIST UNIT ASS'Y
	HOIST GUIDE ASS'Y
	장력 이상감지 ASS'Y
	BATTERY CLAMP UNIT
	AUTO GATE ASS'Y
	CONTROL PART
합 계	**모듈 총8개, 부품 280개**

<표 3.90> QCM 구성 전체 부품리스트

품 명	세 부	규격 및 사양	비 고
주행 FRAME (X축) 부품: 22개	X AXIS FRAME ASSY F	SQ 300x200x12x15600L	
	X AXIS FRAME ASSY R	SQ 300x200x12x15600L	
	CONNECT BEAM	SQ 150x150x6x6000L	
	CONNECT BRACKET F	250x250x250	
	CONNECT BRACKET R	250x200x250	
	HELICAL RACK 1000	30x30x1000	
	HELICAL RACK 380	30x30x380	
	SENSOR DOG	35x20x15	

	LOCATE PIN	∅60x80	
	STOPPER BRACKET	160x150x100	
	PLATE NUT	150x35x6	
	FRAMEC.VBRACKET	400x150x100	
	URETHANE SHEET	270x100x30	
	SUPPORT BRACKET	300x200x160	
	CABLEVEYOR BRACKET	400x150x100	
	LMGUIDE	HSR45LR10UUC1+15310LT-II	
	SENSOR RAIL	SENAM55H-150-V15-W45-X75-Y 10	
	PLATE NUT	SQN4-32-20	
	HELICAL RACK (M=3)	145-030-210	
	SETTING PIN UNIT		
	CABLEVEYOR BKT	HSP0665-B150	
	CABLEVEYOR	HSP0665-B150 300R	
주행 FRAME (Y축) 부품: 33개	Y AXIS TRAVERSE	SQ 300x200x12x17460L	
	X-MOTORBRACKETBASE	380x245x210	
	X-MOTORBRACKET	190x175x20	
	TENSIONBLOCK	75x30x30	
	LUBRICATOR BRACKET	200x90x65	
	SENSOR DOG	35x20x15	
	HELICAL RACK 1000	1000x30x30	
	HELICAL RACK 750	750x30x30	
	HELICAL PINION	∅156x77	
	END CAP	∅58x6	
	STOPPER BRACKET X	200x200x12	
	STOPPER HOLE COVER	200x200x12	
	CABLE GUIDE X	2200x210x100	
	CABLE GUIDE Y	5000x400x200	
	SENSOR BRACKET X	200x150x320	
	URETHANE SHEET	300x100x30	
	MOTOR FIX BRACKET	245x120x85	
	STOPPERY	240x200x80	
	LMGUIDE	HSR45LB3UUC1+5820LT-II	
	LUBRICATOR	MSP 250mL	
	DISTRIBUTOR	HU-6R	
	VALVE PROTECTOR	HUA-26	
	CABLEVEYOR BKT	HSP0665-B150	
	CABLEVEYOR	HSP0665-B150 300R	
	STOPPER	∅120x60L	
	SENSOR RAIL	SENAM55H	
	PLATE NUT	SQN4-32-20	
	PROXIMITY S/W	PRDWL18-14DP	
	CONNECTOR CABLE	CLD3-5	
	SERVO MOTOR	RM8LSA57.EB030D200-1	
	GEAR BOX	AE1552-025-S2-P2	

	HELICAL RACK (M=3)	145-030-210	
	PIN BOX	SG-AL-15P	
HOIST UNIT ASS'Y 부품: 29개	MOTORBRACKETA	300x300x200	
	MOTORBRACKETB	230x190x20	
	SENSORBRACKET	285x100x70	
	TENSION BLOCK	100x40x30	
	HELICAL PINION	∅156x79	
	CONVEYOR BRACKET	265x255x150	
	FRAME	2000x2555x125	
	WIRE DRUM (A)	P.C.D 220	
	WIRE DRUM (B)	P.C.D 220	
	DRUM FLANGE	P.C.D 220	
	BEARING HOUSING (A)	260x260x70	
	BEARING HOUSING (B)	260x260x70	
	GUIDE SHEAVE (A)	P.C.D 175	
	GUIDE SHEAVE (B)	P.C.D 175	
	LIFTING SHEAVE	P.C.D 175	
	BEARING SUPPORT	260x105x80	
	ROPE GUIDE ROLLER	P.C.D 175	
	ROLLER GUIDE BRACKET	260x105x80	
	SERVO MOTOR	RM8LSA57.EB030D200-1	
	GEAR BOX	AE1552-025-S2-P2	
	PROXIMITY S/W	PRDWL18-14DP	
	CONNECTOR CABLE	CLD3-5	
	REDUCER	i = 1/66.72	
	COUPLING	GS10	
	CAM TYPE L/S ASS'Y		
	ROPE ENDING ASS'Y		
	WIRE ROPE		
	LUBRICATOR ASS'Y		
	배관자재		
HOIST GUIDE ASS'Y 부품: 14개	HINGE & BRACKET	185x110x110	
	TILTING PLATE	125x75x9	
	PIN & END CAP	∅40x185	
	HINGE END CAP	∅75x6	
	SPRING PLATE	∅50x6	
	COLLAR	∅25x40	
	GUIDE PLATE	1340x50x12	
	TILTING BLOCK	75x75x75	
	UPPER HINGE PLATE	147x75x75	
	SPRING		
	SPHERICAL BEARING		
	DU BUSH		
	OILLESS BEARING		
	LOCK NUT/WASHER		
장력 이상감지 ASS'Y 부품: 17개	BOX	300x200x150	
	BRACKET A	150x200x12	

	BRACKET B	200x200x12	
	INNER BRACKET	50x70x12	
	SUPPORT BLOCK	50x100x100	
	LOADCELL		
	INDICATOR		
BATTERY CLAMP UNIT 부품: 76개	BASE PLATE	2060x1500x55	
	MOTOR BRACKET	170x110x100	
	BATTERY BOTTOM CORN	∅120x45	
	TRANS GEAR(M)	∅94x40	
	TRANS GEAR(S)	∅94x40	
	TRANS SHFT	∅25x870	
	CR END CAP	∅35x6	
	FIX BUSHING(UNDER)	∅70x200	
	FIX BUSHING(UPPER)	∅140x110	
	FIX BAR	∅50x270	
	GEAR COVER	210x140x100	
	BATTERY FIXING CLAMP BLOCK1	290x190x20	
	BATTERY FIXING CLAMP BLOCK2	190x185x20	
	BATTERY FIXING CLAMP BLOCK3	190x185x20	
	BATTERY FIXING CLAMP BLOCK4	290x225x12	
	BATTERY FIXING CLAMP	245x150x140	
	BATTERY FIXING CLAMP TIP	130x50x20	
	CLAMP WORM GEAR SHAFT	∅35x335	
	CLAMP SHAFT	∅40x290	
	CLAMP WORM GEAR R	∅80x125	
	CLAMP WORM GEAR L	∅80x125	
	CLAMP WORM WHEEL R	∅160x50	
	CLAMP WORM WHEEL L	∅160x50	
	SCREW GEAR L25	∅76x38	
	SCREW GEAR R25	∅76x38	
	SCREW GEAR L23	∅76x38	
	SCREW GEAR R23	∅76x38	
	SPACE CONTROL RING 1	∅50x25	
	SPACE CONTROL RING 2	∅55x20	
	SENSOR DOG PLATE	∅85x105	
	SENSOR FIXING PLATE	118x43x3.2	
	SENSOR BRACKET	50x46x6	
	GUIDE BLOCK BASE	150x120x15	
	GUIDE BLOCK 1	111x105x12	
	GUIDE BLOCK 2	105x70x15	
	GUIDE BLOCK 3	195x100x12	
	GUIDE LIMIT BLOCK	75x30x8	
	GUIDE SPRING BLOCK	46x40x20	

	GUIDE ROLLER SHAFT	∅20x110	
	BOTH SHAFT	∅20x94	
	BOTH ENDS TAP SHAFT	∅20x46	
	UPPER BKT'	185x110x110	
	UPPER HINGE	147x127x75	
	TILTING PLATE	125x75x9	
	PIN 185	∅40x185	
	PIN 185 END CAP	∅25x3.2	
	HINGE END CAP	∅75x6	
	SPRING PLATE	∅50x6	
	COLLAR 10	∅25x10	
	COLLAR 12	∅25x12	
	COLLAR 22	∅25x22	
	COLLAR 38	∅25x38	
	GUIDE PLATE	1430x50x12	
	TILTING BLOCK A	120x75x75	
	TILTING BLOCK B	147x75x75	
	PIN C	∅30x110	
	UPPER HINGE PLATE	84x75x9	
	GEARD MOTOR	S9I200GS-ECE	
	GEAR HEAD	S9KH20BH	
	PRX.SENSOR	PRDW12-8DP	
	TERMINAL BOX	SG-AL-30P	
	CONNECTOR CABLE	CLD3-5	
	OILLESS BUSH	MPFZ30-25	
	TOUCH SWITCH	N-MSTKD-ELD	
	URETHANE ROLLER	UMRHV50	
	PLATE WASHER	WSSM30-16-3	
	OILLESS BUSH	MPFZ16-15	
	SPRING	SU 21x50	
	SPHERICAL PLANS	GE 20ES	
	SPRING	SU43X50	
	SPRING	SU43X100	
	DU BUSH	MB3030DU	
	OILLESSFLANGE BUSH	#500F-5040	
	GREASE NIPPLE	A-PT1/8"	
	LOCK NUT/WASHER	AN04/AW04	
	UNIT BEARING	UCP205	
AUTO GATE ASS'Y 부품: 24개	SIDE FRAME L	100x230x5550	
	SIDE FRAME R	100x230x5550	
	CONNECT BRACKET A	100x230x2400	
	CONNECT BRACKET B	100x230x2400	
	DOOR PANNEL (L)	55x2350x2560	
	DOOR PANNEL (R)	55x2350x2560	
	FRAME BRACKET (A)	120x220x70	
	FRAME BRACKET (B)	130x105x70	
	FRAME BRACKET (C)	150x495x9	

	DRIVE SHAFT	∅30x2510	
	TAKE UP SHAFT	∅30x115	
	MOTOR BRACKET	200x300x50	
	TIMING BELT PULLY	∅100x50	
	MOUNTING BRACKET	70x105x9	
	END PANEL COVER	2400x300x50	
	COVER	1200x300x50	
	HYPONIC DRIVE	0.4Kw x 4P x 1/20	
	UNIT BEARING	UCF205	
	TAKE UP UNIT		
	BALL BEARING	#6006ZZ	
	GUIDE RAIL		
	GUIDE ROLLER		
	TIMING BELT		
	TIMING BELT	S8M40400	
CONTROL PART 부품: 75개	CONTROL PANEL	1300x1900x499	
	DOOR L	673x1800x35	
	DOOR R	648x1800x100	
	MAIN PLATE	1100x1800x15	
	SIDE PLATE	200x900x15	
	BOOTH BAR	40x175x3.2	
	LIMITS SW BRACKET	75x43x40	
	NAME PLATE	300x110x2	
	MACHINE NAME PLATE	150x100x2	
	TABLE	560x400x1320	
	BRACKET	40x43x70	
	TAP PLATE	30x60x6	
	I/O_A HARNESS		
	I/O_B HARNESS		
	A POWER01 HARNESS		
	A POWER02 HARNESS		
	A POWER03 HARNESS		
	A POWER04 HARNESS		
	I/O(X)_A HARNESS		
	I/O(X)_B HARNESS		
	A I/O HARNESS_1		
	A I/O HARNESS_2		
	B I/O HARNESS_1		
	B I/O HARNESS_2		
	A POWER01(HELICAL)		
	A POWER02(HELICAL)		
	A POWER03(HELICAL)		
	A POWER04(HELICAL)		
	Door HARNESS		
	POWER03_A HARNESS		
	POWER04_A HARNESS		

	POWER04_B HARNESS		
	POWER04_C HARNESS		
	LIMITS SWITCH	KH-9016-HR(L)	
	AIR CONDITIONER	AMPR-1000F	
	LED LAMP	QFL400-220-W	
	HINGE	BYHL068-1	
	HANDEL	KA-606(D)-1K	
	ROD BAR	KA606-3(675L)	
	SPRING	WM10-20	
	SPRING	WM10-10	
	LEVEL FOOT	M16X200L	
	POWER SUPPLY	CP SNT 250W 24V 10A	
	MCCB	ABN103d/100	
	MCCB	ABS33c 30AF 3A	
	배선용차단기	ABS53c 50AF/30A	
	배선용차단기	ABS53c 50AF/50A	
	배선용차단기	ABS33c 30AF/5A	
	BREAKER CURCUIT(10A)	ABS-32C-10A	
	배선용차단기	BKM-b2 10A	
	배선용차단기	BKM-b2 4A	
	전자개폐기	GMC-32	
	릴레이(소켓포함)	LY-2N 소켓포함 (24VDC)	
	EOCR	EOCR SSD-30DM7	
	SPACE HEATER	KSH-320G	
	TRANSFORMER	WY42-2KAW	
	MOBILE PANEL SET	5M50-YUDOV03	
	PLC SET	X20-YUDO-06	
	SERVO DRIVE	RD8V1180.001-2	
	ENDAT MODULE	RD8AC120.60-1	
	POWER LINK MODULE	RD8AC114.60-2	
	HUB	0AC808.9	
	INVERTER	RD8I64T400037.00X-1	
	POWER CABLE(MOTOR)	RM8CM030.12-3	
	X2X BUS TRANSMITTER	RSX20BT9100	
	TERMINAL BLOCK	RSX20TB12	
	POWER LINK CABLE	X20CA0E61.00050	
	POWER LINK CABLE	X20CA0E61.00100	
	POWER LINK CABLE	X20CA0E61.00200	
	EnDat CABLE	RM8CE020.12-1	
	MOTOR CABLE	RM8CM020.12-3	
	EnDat CABLE	RM8CE035.12-1	
	MOTOR CABLE	RM8CM035.12-3	
	TERMINAL BOX		
	배선용 CABLE/보호관		
	CONTROL BOX		

<표 3.91> QCM 안전성평가용 주요 핵심 부품 선정

No.	세부	규격 및 사양	비고
08	SENSOR DOG	35x20x15	주행 FRAME (X축) 총 부품: 22개
17	SENSOR RAIL	SENAM55H-150-V15-W45-X75-Y10	
28	SENSOR DOG	35x20x15	주행 FRAME (Y축) 총 부품: 33개
52	SERVO MOTOR	RM8LSA57.EB030D200-1	
70	LIFTING SHEAVE	P.C.D 175	HOIST UNIT ASS'Y 총 부품: 29개
74	SERVO MOTOR	RM8LSA57.EB030D200-1	
76	PROXIMITY S/W	PRDWL18-14DP	
82	WIRE ROPE	6X36 FC, 6X37 FC, 8mm	
163	GEARED MOTOR	S9I200GS-ECE	BATTERY CLAMP UNIT 총 부품: 76개
165	PRX.SENSOR	PRDW12-8DP	
198	HYPONIC DRIVE	0.4Kw x 4P x 1/20	AUTO GATE ASS'Y 총 부품: 24개
205	TIMING BELT	S8M40400	
239	LIMITS SWITCH	KH-9016-HR(L)	CONTROL PART 총 부품: 75개
275	MOTOR CABLE	RM8CM020.12-3	
276	EnDat CABLE	RM8CE035.12-1	
277	MOTOR CABLE	RM8CM035.12-3	
278	EnDat CABLE	RM8CE020.12-1	

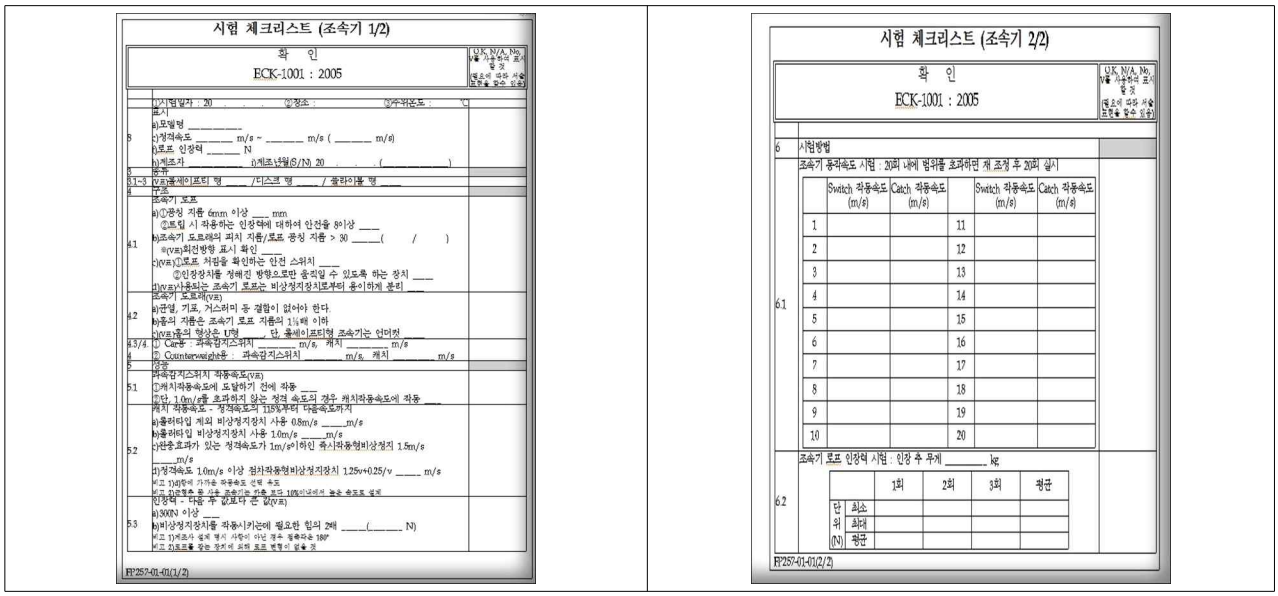
*부품번호는 유로로보틱스의 도면을 따름

<표 3.92> QCM 구동부위별 주요 시험 항목 및 내용

부 품	내 용	비 고
센서	(1) SENSOR DOG - 센서를 고정하는 역할 - 센서의 무게 및 구조에 따라 내구성, 신뢰성 시험 필요 - 검출거리, 누설전류, 내전압, 내진동시험	
구동부	(1) GEARED MOTOR - 전기적 성능시험 및 효율, 과부하시험, 라이프 사이클, 신뢰성 시험 등 (2) SERVO MOTOR - 전기적 성능시험 및 효율, 과부하시험, 라이프 사이클, 신뢰성 시험 등 (3) 공통사항내부하성, 내전압시험(부하시험): 모터 내부 전선회로, 계통, 절연 등의 열화에 대한 시험 (4) TIMING BELT - 시스템에서 요구하는 최소한의 인장강도 확인 필요 - 인장시험, 강도시험 등	
현수장치	(1) 쉬브 - 현수장치란 매달려있는 부분을 의미함 - 홈의 마모부분 확인 - 와이어로프와 체결된 상태에서 홈 마모 시험 필요 - 로프 상태 점검 시 Sheave(도르레)와 병행하여 확인 필요 * 와이어로프와 체결된 상태에서 시험 시 시험 규모 및 비용 고려 (2) 와이어로프 - 로프 파단 시험 - 소선 파단 시험 - 소선 비틀림 시험 (3) 와이어로프 소켓 체결 방법별 인장시험 - 로프 동작 시 X축, Y축, Z축에서 받는 힘이 균등하지 않을 경우 로프 파단의 위험 발생 - 로프 마감 부분 소재 및 체결 방법에 따른 안전성 확인 필요 - 산업표준에서 요구하는 로프 체결 방법별 비교 시험	
전선·케이블	(1) 전선 및 케이블에 대한 안전성 확인 시험 - 전력케이블 및 제어케이블(PP성분의 피복)은 QCM 구동 시 절연파손의 위험성 및 전기 누전의 위험성이 큼 - '전기용품안전관리법'에 의한 시험 필요	
용접부 및 자체생산품	(1) 이송로봇 구성품의 기계적 강도 시험 - 이송로봇을 구성하는 주요 기계 부품은 자체 제작 부품으로 안전성 검증이 필요함 - 부품의 피로도 누적에 따른 기계적 강도 시험 필요	

4. QCM 부품 및 모듈 안전성평가 수행

○ QCM 부품 및 모듈에 대한 안전성 평가를 수행함



<그림 3.60> 시험체크리스트 작성에 따른 안전성평가 수행(승강기안전부품 예시)

○ 안전성평가는 QCM 시스템의 보급·확산 시 양산화를 고려하여 선정된 핵심부품별로 성능비교시험을 수행하였으며, 시험품은 과제수행기간에 시중에 판매되는 제품을 임의로 선정하였음

○ QCM 부품 및 모듈에 대한 안전성 시험평가 요약

<표 3.93> QCM 부품 및 모듈에 대한 안전성 시험평가 내용

번호	시험 내용	시험결과	비고
1	QCM용 감속기(모터) 성능 및 안전성 시험	적합	-
2	QCM용 브레이크모터 성능 및 안전성 시험	적합	-
3	QCM용 브레이크모터 내환경시험	적합	-
4	QCM용 와이어로프 시험	적합	-
5	QCM용 와이어로프 소켓 체결방법별 시험	적합	-
6	QCM용 가이드 플레이트의 기계적강도 시험	적합	-
7	QCM용 배터리 클램프 핀의 기계적 강도 시험	적합	-
8	QCM용 클램프 웜기어 샤프트 기계적 강도 시험	적합	-
9	QCM용 타이밍벨트 인장강도 시험	적합	-
10	QCM용 마이크로(리밋)스위치 성능 및 안전성 시험	적합	-
11	QCM용 전선 및 케이블 안전성 시험	적합	-
12	QCM용 근접센서 및 근접 스위치 성능 안전시험	적합	-

○ 위의 표와 같이 QCM 부품 및 모듈에 대한 안전성시험을 수행하였으며, 각 제조사별 시험품에 대한 시험결과는 적합한 수준으로 평가되었음

○ QCM 부품 및 모듈에 대한 안전성 시험평가 수행 후 도출된 시험성적서는 다음과 같음



<그림 3.61> QCM용 감속기(모터) 성능 및 안전성 시험성적서



<그림 3.62> QCM용 브레이크모터 성능 및 안전성 시험성적서



<그림 3.63> QCM용 와이어로프 소켓 체결방법별 시험



<그림 3.64> QCM용 가이드 플레이트의 기계적강도 시험



<그림 3.65> QCM용 마이크로(리밋)스위치 성능 및 안전성 시험성적서

5. 비파괴검사(NDT: Non Destructive Testing)

가. 비파괴 검사의 정의 및 목적

○ 검사대상물을 손상, 분리, 파괴시키지 않고 원형을 유지한 상태에서 검사대상 물의 표면, 내부의 결함 유무와 상태 또는 검사대상물의 성질, 내부구조 등을 조사·평가하는 기술

○ 비파괴 검사의 결과를 분석 검토하여 제조 조건을 수정 보완함으로써 제조기술의 개선이 가능하며 불량률을 저하시켜 제조원가를 절감하고 제조기술을 개량하는데 있음

○ 적절한 비파괴 검사를 각각의 목적에 맞게 적용함으로써 건전성을 확인하고, 제품의 신뢰성을 향상시킬 수 있음

- 국내 비파괴 검사의 80% 이상이 용접부 검사에 치중되어있음
- 용접 특성 : 짧은 시간에 금속이 융융 및 응고(결함원인)
- 용접은 배관, 탱크 및 구조물 등에 필수 불가결한 요소
- 용접부는 응력(Stress)이 집중되는 부위
- 현재 용접부 검사는 비파괴검사가 유일한 해결책



<그림 3.66> 비파괴검사 장비 및 검사 장면

(1) 비파괴 검사 대상

○ 산업설비, 구조물 등의 제품

○ LPG 탱크, 대형선박, 자동차 주요 부품 등의 용접부와 정밀도를 요구하는 전자제품 및 반도체 등

○ 위험물에 집중 : 석유, 가스 배관 및 압력용기 등

(2) 비파괴 검사 방법(대통령령 제25866호 제2조)

<표 3.94> 비파괴 검사 방법에 따른 설명 및 장·단점

검사방법		설명	장·단점
방사선 비파괴검사(RT)		투과성 방사선을 시험체에 조사하였을 때 투과 방사선의 강도의 변화 즉, 건전부와 결함부의 투과선량의 차에 의한 필름상의 농도차로 결함을 검출	영구적인 기록 수단 모든 종류의 재료에 적용가능 표면결함 및 내부결함 검출가능 방사선안전관리 요구 과피폭 사고 사례 발생
초음파 비파괴검사(UT)		초음파는 음향임피던스가 다른 경계면에서 반사, 굴절하는 현상이 발생하는데 이를 이용하여 대상의 내부에 존재하는 불연속 범위를 탐지하는 기법	결함의 위치 및 크기 추정 가능 표면 및 내부결함 탐상 가능 자동화 가능
자기(磁氣) 비파괴검사(MT)		검사대상을 자화시키면 불연속부에 누설자속이 형성되며 이 부위에 자분을 도포하면 자분이 집속	강자성체에만 적용 가능 장치 및 방법이 단순 결함의 육안 식별 가능 비자성체에는 적용불가
침투 비파괴검사(PT)		표면으로 열린 결함을 탐지하는 기법으로 침투액이 모세관현상에 의하여 침투하게 한 후 현상액을 적용하여 육안으로 식별	거의 모든 재료에 적용 가능 현장 적용이 용이, 제품의 크기 형상 등에 제한 없음 장비 및 방법이 단순
와전류(渦電流) 비파괴검사(ECT)		전자유도에 의해 와전류를 발생하며 시험체 표층부의 결함에 의해 발생한 와전류의 변화를 측정하여 결함을 탐지	비접촉탐상, 고속탐상, 자동탐상 각종 도체의 표면결함탐상 열교환기 튜브의 결함탐지
누설 비파괴검사(LT)		암모니아, 할로겐, 헬륨 등의 기체 또는 물을 이용하여 누설을 확인하여 대상의 기밀성을 평가하는 검사	최종 건전성시험으로 주로 사용
그밖에 산업에 활용하는 검사방법	음향방출 비파괴검사 (AE)	재질 내에 특정 부위에서 발생하는 빠른 에너지의 방사에 의해 발생하는 과도탄성파의 현상 또는 그 과도 탄성파를 의미	기존 비파괴검사법과는 달리 가동중인 설비에 대해 원격으로 결함을 탐지하고 결함 위치를 판정할 수 있는 연속 감시 가능
	육안 비파괴검사 (VT)	육안을 이용하여 대상의 표면에 존재하는 결함이나 이상 유무 판단(경우에	가장 기본적인 비파괴시험법 검사의 신뢰성 확보가 어려움

검사방법		설명	장·단점
		따라서 광학기기를 이용하여 관찰)	Bore-scope나 Fiber-scope 및 소형 TV촬영기 등에 의한 파이프 내면 정밀탐상
	열화상 (熱畵像) 비파괴검사 (IRT)	열화상 카메라를 통해 물체에서 방사되는 적외선을 감지하고 이를 전기신호로 변환, 변환된 전기신호를 온도에 해당하는 화상으로 표현함	-피사체 온도 차이를 영상으로 재현 후 영상을 평가하여 건전성을 검사
	중성자 비파괴검사 (NRT)	중성자가 직접적으로 필름을 감광시키지 않지만 변환자에 조사되어 방출되는 2차 반사선에 의하여 방사선투과사진을 얻는 기법	방사선투과검사가 곤란한 검사대상물에 적용(납과 같은 비중이 높은 재료에 적용)
	응력측정 비파괴검사 (SM)	구조물의 안전성은 외력을 가한 상태에서 응력을 측정하여 평가하나 응력을 직접 측정할 수 없으므로 응력과 변형량이 비례함을 이용하여 구조물의 변형량을 측정하여 응력을 구하고 안전성을 평가	상시감시 가능

(3) 비파괴시험 자문내용 및 의견

○ 일 시 : 2016년 2월 15일, 14시

○ 소 속 : 한국비파괴시험협회

○ 전문가 : 백민호 사무국장

○ 자문내용 및 의견

- 배터리 교환형 전기버스 시스템(QCM)의 설계 단계 및 테스트베드 운영 중 하중
- 가해지는 일부분에서 균열 발생 가능
- 검사할 위치 또는 부품에 대한 확정 필요
- 형상이 복잡한 경우 초음파 검사의 어려움이 있음
- 방사선 검사는 사람 또는 장비의 접근 가능성에 따라 검사 여부 판단 가능
- 검사 가능 여부 판단을 위하여 현장 조사 필요(포항시 테스트베드 방문 일정 확인)
- 응력측정검사의 경우 센서를 부착하여 지속적인 계측을 통해 결함여부 판단
- 표면결함 여부 판단을 위한 침투탐상검사(PT)가 필요할 것으로 판단됨

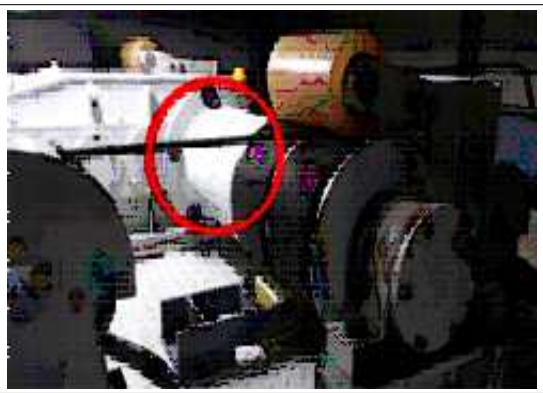
(4) 비파괴검사 진행

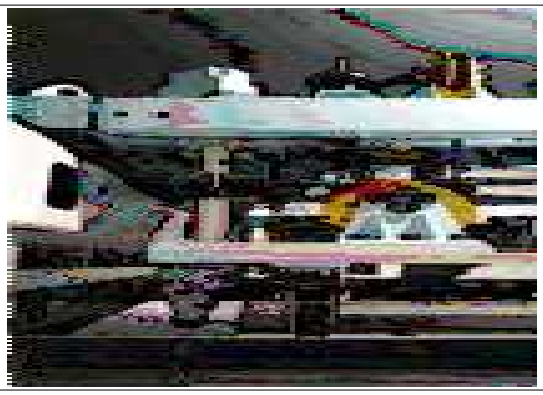
○ 일 시 : 2016년 6월 28일

○ 검사 종류 및 결과

- 초음파탐상검사(UT) : 탄소강 및 저합금강 단강품의 초음파탐상시험
- 적용범위 : 두께 20mm 이상 및 바깥지름부의 곡률 반지름 50mm 이상인 탄소강 및 저합금강 단강품(이하 단강품이라 한다,)의 펄스 반사법을 사용한, 직접 접촉식, 수직 탐상법에 의 한 초음파탐상시험 기법 및 합격기준에 따름
- 자기탐상검사(MT) : 시험체의 표면 및 표면 부근에 있는 균열, 기타 흠을 검출하는 것을 목적. 시험체에 자분을 뿌리면 누설자장에 의해 자분이 결함 부위에 밀집되는 현상을 이용하여 결함의 존재 유무를 판단하는 검사 방법. 표면 결함 및 표면에 가까운 내부결함을 쉽게찾아낼 수 있는 장점이 있음
- 적용범위 : 철강재료 및 그 제품(이하 시험품)의 자분탐상시험의 방법 및 자분 모양의 등급분류에 대하여 규정함. 시험은 시험체의 표면 및 표면 부근에 있는 균열, 기타 흠을 검출하는 것을 목적으로 함. 자화전류치는 파고치로기재하며 표준 시험편의 명칭 또는 시험면의 유효자계 강도를 기재, 자분의 적용 시기 및 전류 통전시간 기재

○ 비파괴검사 주요 장면

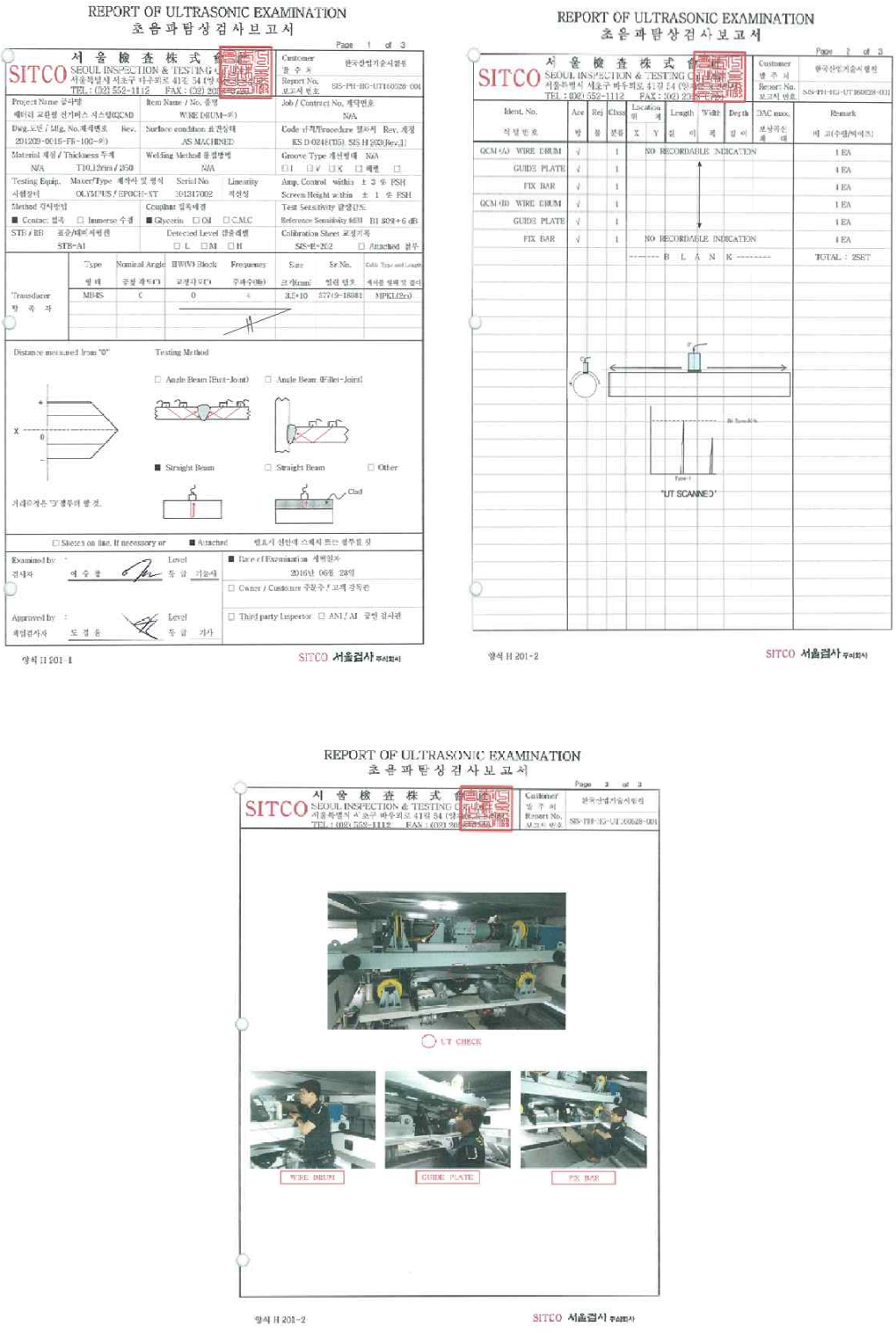
WIRE DRUM	LM GUIDE
	
GUIDE PLATE	FIX BAR

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>TRANS GEAR</td><td>CLAMP GEAR</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
</table>

<그림 3.67> 포항시 QCM 테스트베드 현장 비파괴검사 장면

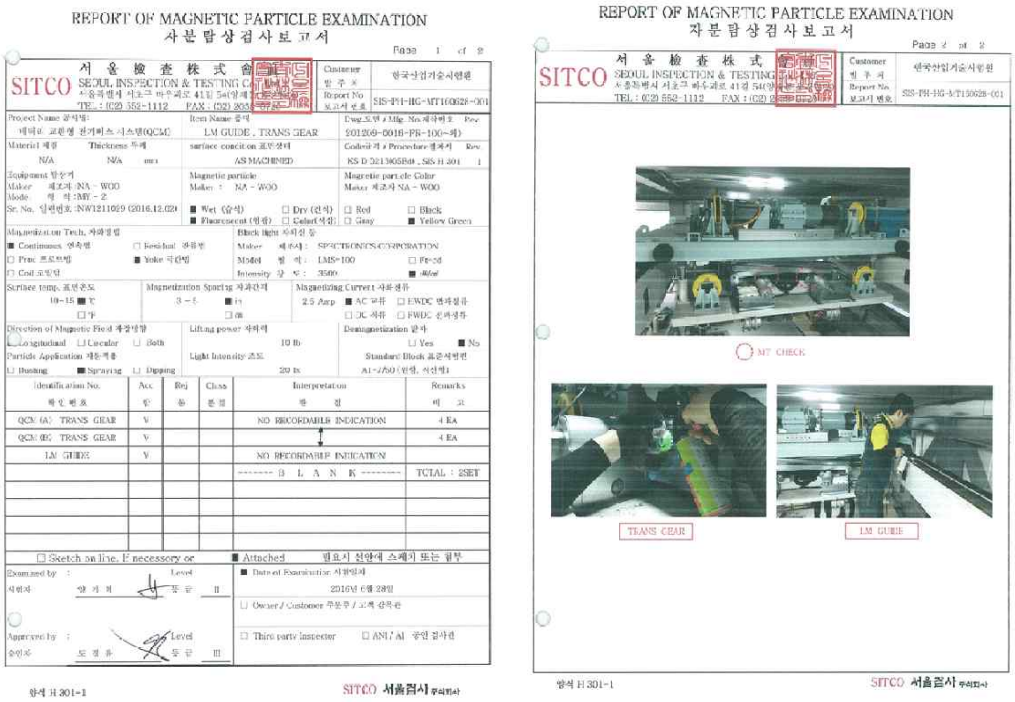
○ 비파괴검사 결과보고서

초음파탐상검사 보고서



<그림 3.68> 초음파탐상검사 보고서

자분탐상검사 보고서


REPORT OF MAGNETIC PARTICLE EXAMINATION
자분탐상검사보고서

SITCO 서울檢査株式會社
SEOUL INSPECTION & TESTING CO.,LTD.

Identification No.	Acc	Rej	Class	Interpretation	Remarks
QCM (A) TRANS GEAR	V			NO RECORDABLE INDICATION	4 EA
QCM (B) TRANS GEAR	V				4 EA
LM GUIDE	V			NO RECORDABLE INDICATION	
				------- B L A N K -------	TOTAL : 2SET

REPORT OF MAGNETIC PARTICLE EXAMINATION
자분탐상검사보고서

SITCO 서울檢査株式會社
SEOUL INSPECTION & TESTING CO.,LTD.

<그림 3.69> 자분탐상검사 보고서

6. 포항 테스트베드 현장 조사 및 재진단

○ 선행과제에서 개발된 배터리 교환 시설(QCM)에 대한 현장조사 및 재진단을 통하여 시스템의 보급·확산 시 제조품질 개선 방안을 마련하고 함

○ 기 구축된 QCM 2기(환호공원지점, SK뷰 지점) 테스트베드 현장을 방문하여 현장조사 및 재진단을 수행하였음

가. 1차 현장 조사 및 재진단

- 일 시 : 2016년 4월 21일
- 장 소 : 포항시 환호공원 테스트베드 현장
- 참석자 : 한국산업기술시험 외 서울검사(주), 피엠그로우, 유도로보틱스(주)
- 현장 조사 및 재진단 목적

나. 2차 현장 조사 및 재진단

- 일 시 : 2017년 8월 8일
- 장 소 : 포항시 SK뷰 지점 테스트베드 현장
- 참석자 : 한국산업기술시험 자동차부품연구원, 유도로보틱스(주)
- 성능비교시험을 위한 부품 및 모듈 동작 확인

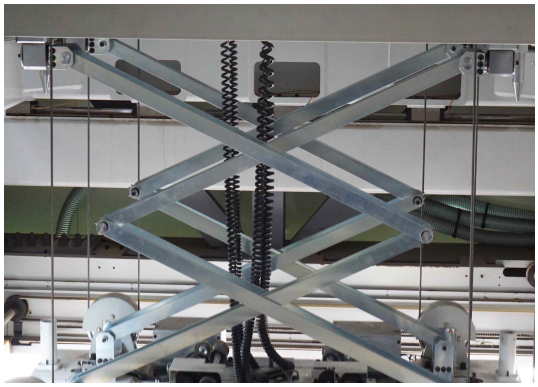
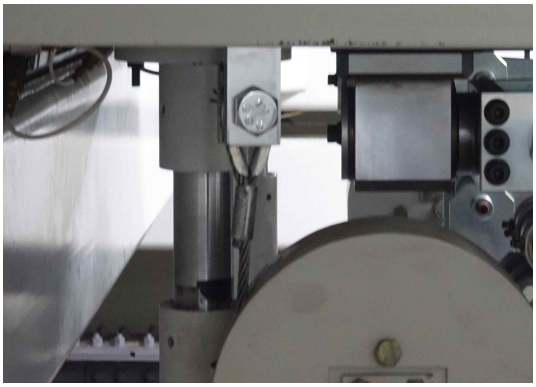
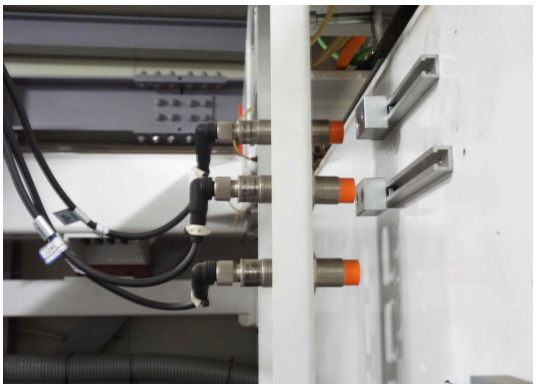
다. 비파괴 검사 현장 확인 내용

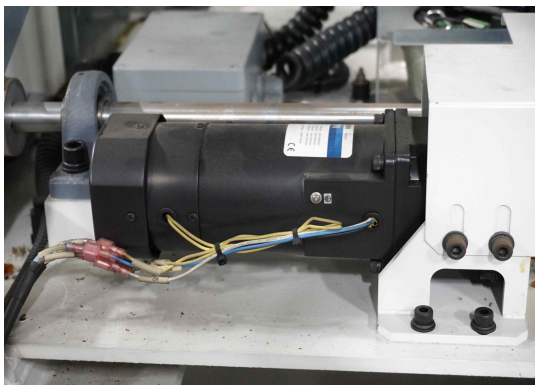
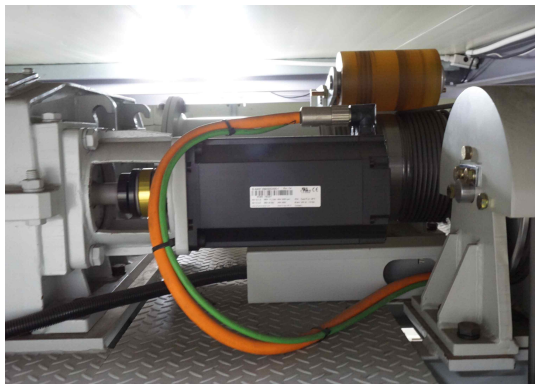
- 서울검사(주) 측 비파괴 검사원 현장 조사 참관, 조사 결과 검토
- QCM 테스트베드 비파괴 검사를 위한 세부 일정 논의(7월, 8월)
- 성능비교시험을 위한 부품 및 모듈 확인
- 부품 리스트 확보
- 설계 도면 대조 확인 및 육안 확인

포항시 환호공원 테스트베드 현장 조사(1차)



<그림 3.70> 포항시 환호공원 테스트베드 현장 조사(1차)

포항시 SK뷰 지점 테스트베드 현장 조사(2차)	
	
	
	
	

포항시 SK뷰 지점 테스트베드 현장 조사(2차)	
	
	
	
	

<그림 3.71> 포항시 SK뷰 지점 테스트베드 현장 조사(2차)

7. 대행인증기관 가이드라인

○ 배터리 교환형 전기버스 시스템 대행인증기관의 정의 및 목적

- 해당제도의 적합성평가체계 최상위 위치에서 대상 제품의 인증업무를 수행하고, 해당 인증제도가 효과적이고 효율적으로 운영되도록 역할을 하는 기관
- 종합안전관리체계에 따라 사용검사, 정기검사, 수시검사를 수행하는 안전관리검사기관
- 안전관리 검사를 통해 QCM의 안전인증을 책임질 수 있는 역할 수행

○ 배터리 교환형 전기버스 시스템 대행인증기관의 업무 범위

- QCM 인증기관은 QCM을 구성하는 부품, 구성품 및 완성품에 대한 시험능력을 갖추어야 하며, 법령에 의하여 지정시험기관 제도를 도입하여 운영하는 경우 지정시험기관에서 발행하여 제출되는 시험결과에 대해서도 기술문서를 평가할 수 있는 능력이 필요함

○ 배터리 교환형 전기버스 시스템 대행인증기관의 주요 자격 요건

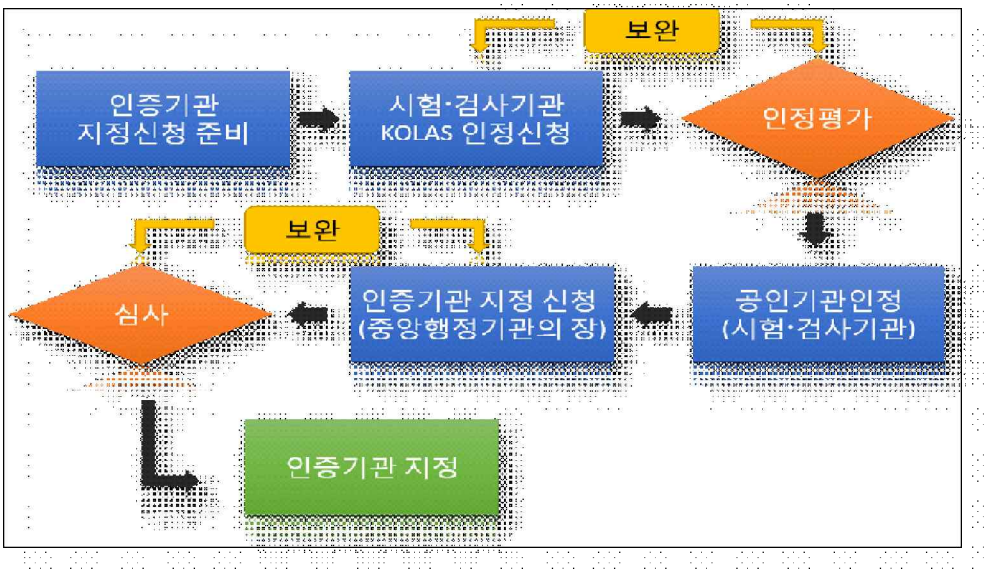
- 인증기관이 시험평가 및 검사업무를 수행하기 위해서는 'QCM 인증제도' 를 운영하는 중앙행정기관으로부터 시험기관 및 검사기관으로 지정을 받아야 함
- 국가표준기본법 제23조 4항에 따라 업무범위에 대하여 공인시험·검사기관 인정을 받은 후 해당 중앙행정기관의 장에게 신청 및 지정을 받는 절차를 밟아야 한다.



<그림 3.72> QCM 대행(인증)기관의 주요 업무

○ 배터리 교환형 전기버스 시스템 대행인증기관 자격부여 체계 및 절차

- 국가표준기본법 제23조에 따라 시험 및 검사 업무에 대한 국가공인기관 인정을 득해야 함
- 'QCM 인증제도'를 운영하고자 하는 중앙행정기관이 고시한 법령 또는 행정규칙에 따라 인증기관 지정신청
- 인증을 위한 시험평가 및 검사업무 수행이 가능함을 입증하는 서류 제출 (시험절차서, 검사절차서, 장비 목록, 시험 및 검사 인력의 적격성 등)
- 'QCM 인증제도'를 운영하고자 하는 중앙행정기관의 장은 해당 법령 또는 행정규칙에 규정된 심사 및 평가절차에 따라 신청기관에 대한 심사 및 평가를 진행



<그림 3.73> QCM 대행(인증)기관 자격부여 체계 및 절차

○ 배터리 교환형 전기버스 시스템 대행인증기관의 자격부여 법적근거

- 국가표준기본법 및 동법 시행령에서는 국가 적합성평가체계를 일관되고 통일성 있게 운영하기 위하여 새로운 인증제도를 도입하고자 할 때는 표준인증심사제를 인용 또는 준용하도록 요구하고 있으며, 이 표준인증심사제에서 인증기관의 대표적 수행업무를 서술하고 있으므로 이들 업무에 대한 수행 능력이 필요함
- 표준인증심사제의 구체적인 심사유형 및 운영에 필요한 사항은 대통령령으로 정함. 즉, 표준인증심사제에 서술된 인증기관의 업무를 수행할 수 있는 기관을 인증기관으로 지정하여야 한다는 의미임

Module	적합성평가									인증	사후관리			
	시험 또는 검사		기관등록		설계		제품		공장심사 (전체 or 일부)		없음	생산로트 출고 전 제품시험	정기적 or 수시 제품시험/ 제품검사	공장심사 (전체 or 일부)
	외부	자체	필요	불필요	승인	평가	시험	검사						
A	V		V							적합선언	V			
	V			V										
		V	V											
		V		V										
B					V	V	V or	V		인증서/ 인증표시	V			
						V	V or	V						
							V or	V						
C					B Module과 동일							V or	V	
D					B Module과 동일				V					V
E					B Module과 동일				V			V or	V	V
F					B Module과 동일				V			V or	V	
G					B Module과 동일				V		V			
H									V					V
I	위 심사모듈의 일부를 이용하거나 새로운 절차를 준비하여 적용													

<그림 3.74> 국가표준기본법 시행령 [별표 5] 표준인증심사제의 심사유형

가. 대행기관 관련 유사 법령 및 제도 조사

○ 환경부

- 환경관리 대행기관의 지정 등에 관한 규칙 [시행 2016.3.29.] [환경부령 제645호, 2016.3.29., 타법개정]

<표 3.95> 환경관리 대행기관의 지정 등에 관한 규칙

※과제관련 부분 발췌

제2조(유독물관리대행기관의 지정요건)

제3조(대기환경관리대행기관 및 수질환경관리대행기관의 지정요건)

제4조(관리대행기관의 지정신청등) ①제2조 또는 제3조에 따른 관리대행기관으로 지정받으려는 자는 별지 제1호서식의 관리대행기관지정신청서(전자문서로 된 신청서를 포함한다)에 다음 각 호의 서류(전자문서를 포함한다)를 첨부하여 특별시장·광역시장·특별자치시장·도지사·특별자치도지사(이하 "시·도지사"라 한다)에게 제출하여야 한다. <개정 2000.5.12., 2002.8.17., 2007.6.27., 2012.6.15.>

1. 삭제<2000.5.12.>
2. 제2조제1항 각 호의 어느 하나에 해당함을 증명하는 서류(제2조에 따른 관리대행기관으로 지정받으려는 자에 한한다)
3. 삭제<2006.7.4.>
4. 기술능력 보유현황을 증명하는 서류(제3조에 따른 관리대행기관으로 지정받으려는 자에 한한다)
5. 시설 및 장비명세서(제3조에 따른 관리대행기관으로 지정받으려는 자에 한한다)

②제1항에 따른 신청서를 제출받은 담당 공무원은 「전자정부법」 제21조제1항에 따른 행정정보의 공동이용을 통하여 법인인 경우에는 법인 등기사항 증명서, 개인인 경우에는 사업자등록증(제3조에 따른 관리대행기관으로 지정받으려는 자에 한하며, 제2조제1항제1호부터 제4호까지에 해당하는 환경관련업자의 경우에는 그 환경관련업의 등록증·허가증 등의 사본으로 갈음할 수 있다), 국가기술자격증을 확인하여야 한다. 다만, 신청인이 사업자등록증 또는 국가기술자격증의 확인에 동의하지 아니하는 경우에는 그 서류를 첨부하도록 하여야 한다.<신설 2006.7.4.,2007.6.27., 2009.7.13., 2012.6.15.>

③시·도지사는 관리대행기관을 지정한 때에는 별지 제2호서식의 관리대행기관지정서를 교부하여야 한다.<개정 2006.7.4., 2012.6.15.>

④제3항에 따라 관리대행기관의 지정을 받은 자가 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 그 사유가 발생한날부터 30일이내에 별지 제3호서식의 변경신고서(전자문서로 된 신고서를 포함한다)에 그 내용을 증명하는 서류와 관리대행기관지정서를 첨부하여 시·도지사에게 제출하여야 한다.<개정 2006.7.4., 2007.6.27., 2012.6.15.>

1. 관리대행기관의 양도·상속 또는 합병
2. 소재지의 변경
3. 상호 또는 대표자의 변경
4. 기술인력 또는 시설·장비의 변경

⑤시·도지사는 제3항에 따라 관리대행기관을 지정하거나 제6조에 따라 지정을 취소한 때에는 이를 관보에 공고하여야 한다.<개정 2006.7.4., 2007.6.27., 2012.6.15.>

○ 보건복지부

- 편의시설 설치기준 적합성 확인 업무 대행기관
- 장애인、노인、임산부 등의 편의증진 보장에 관한 법률[시행 2015.7.29.] [법률 제13109호, 2015.1.28., 일부개정]

<표 3.96> 보건복지부 장애인、노인、임산부 등의 편의증진 보장에 관한 법률

※과제관련 부분 발췌

제2조(유독물관리대행기관의 지정요건)

제3조(대기환경관리대행기관 및 수질환경관리대행기관의 지정요건)

제4조(관리대행기관의 지정신청등) ①제2조 또는 제3조에 따른 관리대행기관으로 지정받으려는 자는 별지 제1호서식의 관리대행기관지정신청서(전자문서로 된 신청서를 포함한다)에 다음 각 호의 서류(전자문서를 포함한다)를 첨부하여 특별시장·광역시장·특별자치시장·도지사·특별자치도지사(이하 "시·도지사"라 한다)에게 제출하여야 한다. <개정 2000.5.12., 2002.8.17., 2007.6.27., 2012.6.15.>

1. 삭제<2000.5.12.>
2. 제2조제1항 각 호의 어느 하나에 해당함을 증명하는 서류(제2조에 따른 관리대행기관으로 지정받으려는 자에 한한다)
3. 삭제<2006.7.4.>
4. 기술능력 보유현황을 증명하는 서류(제3조에 따른 관리대행기관으로 지정받으려는 자에 한한다)
5. 시설 및 장비명세서(제3조에 따른 관리대행기관으로 지정받으려는 자에 한한다)

②제1항에 따른 신청서를 제출받은 담당 공무원은 「전자정부법」 제21조제1항에 따른 행정정보의 공동이용을 통하여 법인인 경우에는 법인 등기사항 증명서, 개인인 경우에는 사업자등록증(제3조에 따른 관리대행기관으로 지정받으려는 자에 한하며, 제2조제1항제1호부터 제4호까지에 해당하는 환경관련업자의 경우에는 그 환경관련업의 등록증·허가증 등의 사본으로 갈음할 수 있다), 국가기술자격증을 확인하여야 한다. 다만, 신청인이 사업자등록증 또는 국가기술자격증의 확인에 동의하지 아니하는 경우에는 그 서류를 첨부하도록 하여야 한다.<신설 2006.7.4.,2007.6.27., 2009.7.13., 2012.6.15.>

③시·도지사는 관리대행기관을 지정한 때에는 별지 제2호서식의 관리대행기관지정서를 교부하여야 한다.<개정 2006.7.4., 2012.6.15.>

④제3항에 따라 관리대행기관의 지정을 받은 자가 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 그 사유가 발생한날부터 30일이내에 별지 제3호서식의 변경신고서(전자문서로 된 신고서를 포함한다)에 그 내용을 증명하는 서류와 관리대행기관지정서를 첨부하여 시·도지사에게 제출하여야 한다.<개정 2006.7.4., 2007.6.27., 2012.6.15.>

1. 관리대행기관의 양도·상속 또는 합병
2. 소재지의 변경
3. 상호 또는 대표자의 변경
4. 기술인력 또는 시설·장비의 변경

⑤시·도지사는 제3항에 따라 관리대행기관을 지정하거나 제6조에 따라 지정을 취소한 때에는 이를 관보에 공고하여야 한다.<개정 2006.7.4., 2007.6.27., 2012.6.15.>

※과제관련 부분 발췌

제9조의2(편의시설 설치기준의 적합성 확인) ① 시설주관기관은 시설주등이 대상시설의 설치를 위하여 「건축법」 등 관계 법령에 따른 허가나 처분(「건축법」 제29조에 따른 협의를 포함한다)을 신청하는 등 절차를 진행 중인 경우에는 설계도서의 검토 등을 통하여 제8조에 따른 편의시설 설치기준에 적합한지 여부를 확인하여야 한다.

② 시설주관기관은 제1항에 따른 확인 결과 대상시설이 편의시설 설치기준에 부적합한 경우에는 상당한 기간을 정하여 시설주등에게 보완을 요구하여야 한다.

③ 제1항에 따른 편의시설 설치기준에 대한 적합성 확인에 필요한 사항은 보건복지부령으로 정한다.

[본조신설 2015.1.28.]

○ 국토교통부

- 시설물의 안전관리에 대한 특별법 [시행 2016.7.20.] [법률 제13799호, 2016.1.19., 일부개정]

<표 3.97> 국토교통부 시설물의 안전관리에 대한 특별법

※과제관련 부분 발췌

제9조(안전진단전문기관의 등록 등) ① 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단업무를 하려는 자는 기술인력 및 장비 등 대통령령으로 정하는 분야별 등록기준을 갖추어 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 시·도지사에게 안전진단전문기관으로 등록을 하여야 한다. <개정 2011.5.19., 2013.3.23.>

② 시·도지사는 제1항에 따라 안전진단전문기관의 등록을 한 때에는 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 등록증을 내주어야 한다. <개정 2011.5.19., 2013.3.23.>

③ 제2항에 따라 등록증을 받은 자는 대통령령으로 정하는 등록사항이 변경된 때에는 그 날부터 30일 이내에 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 시·도지사에게 신고하여야 한다. 다만, 기술인력 및 장비에 관한 변경 사항은 반기별로 매반기 종료 후 30일 이내에 시·도지사에게 신고하여야 한다. <개정 2011.5.19., 2013.3.23.>

④ **안전진단전문기관**은 제2항에 따라 받은 등록증을 잃어버리거나 못쓰게 된 때에는 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 다시 등록증을 교부받을 수 있다. <개정 2013.3.23.>

⑤ **안전진단전문기관**은 계속하여 1년 이상 휴업하거나 재개업 또는 폐업하려는 경우에는 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 시·도지사에게 신고하여야 한다. <개정 2011.5.19., 2013.3.23.>

⑥ 시·도지사는 제5항에 따라 폐업신고를 받은 때에는 그 등록을 말소(抹消)하여야 한다. <개정 2011.5.19.>

[전문개정 2008.3.21.]

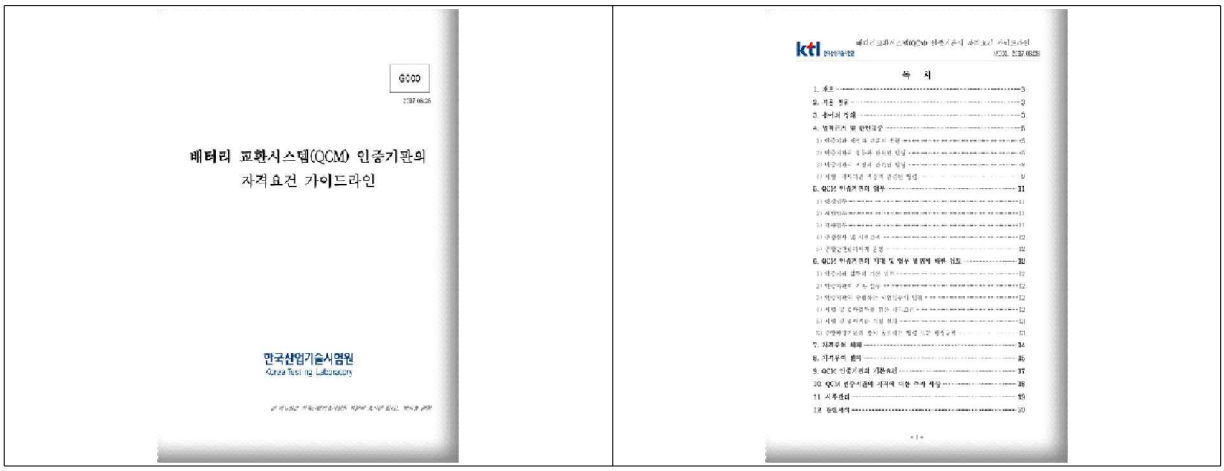
조문체계도버튼연혁

제9조의2(결격사유) 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 안전진단전문기관으로 등록할 수 없다. <개정 2016.1.19.>

1. 피성년후견인 또는 피한정후견인
2. 파산선고를 받고 복권(復權)되지 아니한 자
3. 제9조의4에 따라 안전진단전문기관의 등록이 취소된 후 2년이 지나지 아니한 자
4. 이 법을 위반하여 징역 이상의 실형(實刑)을 선고받고 그 집행이 끝나거나(집행이 끝난 것으로 보는 경우를 포함한다) 집행이 면제된 날부터 2년이 지나지 아니한 자
5. 이 법을 위반하여 징역형의 집행유예를 선고받고 그 유예기간 중에 있는 자
6. 임원 중에 제1호부터 제5호까지의 어느 하나에 해당하는 자가 있는 법인

[전문개정 2009.12.29.]

○ 배터리 교환형 전기버스 시스템 대행인증기관 자격 가이드라인 작성



<그림 3.75> 배터리 교환형 전기버스시스템 대행인증기관 자격 가이드라인

8. 전문위원회 개최

(가) 배터리 교환형 전기버스시스템 안전인증체계 구축 전문위원회(1회차)

- 일시: 2017년 1월 19일(목) 15:00 ~ 18:00
- 장소: 하이엔드타워 2차 1501호, 4강의장(구로동)
- 참석자: AoC 김형철 대표, TUV Nord 김인환 이사, TUV SUD 이선호 부장, TUV Rheinland 김수용 차장, P&E 박요한 대표, KCTL 임성수
- 주요 내용: 전기안전, 배터리 및 자동차 인증제도 등의 전문가로 구성된 전문위원회를 개최하여 본 연구과제의 성과물 중 대행인증기관 가이드라인 및 제품 인증절차서(안)에 대한 타당성을 논의하고 보완사항 대한 의견을 반영

<표 3.98> 배터리 교환형 전기버스시스템 안전인증체계 구축 1차 전문위원회 명단

소속	성명	직위	비고
TÜV Nord Korea	김인환	이사	기계류 시험 및 인증 전문가 (승강기, 자동차 및 차량부품, ISO 26262 등)
TÜV Rheinland Korea	김수용	차장	전기안전 시험 및 인증제도 전문가
P&E (피앤이)	박요한	대표	전자파 시험 및 평가 전문가 (KOLAS 및 NARTE 평가사)
TÜV SÜD Korea	이선호	부장	배터리 시험 및 인증제도 전문가
KCTL	임성수	부장	전기안전 시험 및 인증제도 전문가

- 전문위원 의견 및 회의 세부 내용

<표 3.99> 배터리 교환형 전기버스시스템 안전인증체계 구축 1차 전문위원회 회의록

<전문위원1>

– 인증체계 및 절차에서 신청인의 기준은 무엇인가?
– 제조, 유통, 판매자 또는 QCM 운영자도 가능하며 이와 관련된 기준은 작성된 절차서에 제시해두었음
– 인증절차를 부품과 완제품으로 세분화 하여 작성할 것을 요청함
– QCM을 하나의 무인안전시스템으로 봤을 때 인증범위를 재구성 하여야 할 것으로 판단됨

<전문위원2>

– 400kW급 이상의 용량에 대한 고조파/플리커 시험은 우리나라에서는 불가능하지만 외국사례를 보면 일부 수행할 수 있음
– 전기안전공사에서 일부 고조파에 대해 정의를 해 두었음을 참조.
– 예를 들어 어느 한 부품에 대하여 전자파, 신뢰성 등 여러 분야의 시험이 필요하지만 한 기관에서 수행할 수 없을 때 검증의 주체는 어디인가?
– 각 시험에 대한 시험성적서의 검증은 인증기관에서 수행함

<전문위원3>

– 인증절차는 현재의 기본법을 따르면 될 것으로 판단되며, 검사관련 가이드라인이 필요할 것으로 판단됨
– 배터리 시스템에 대하여 충·방전 오류 또는 유지에 대한 관리체계와 외부에 설치되어 있는 시설인만큼 배터리교환 시 주변 환경을 고려해야 할 것으로 판단됨

<전문위원4>

– 인증체계에서 부품별로 인증을 받아야 하는가?
– QCM 인증체계는 현 승강기의 표준을 준용하여 작성하였으며, 부품에 초점 두고 있음
사후관리를 세부적으로 나눠야 할 것으로 판단됨:
– 인증 절차서의 <별표1>를 보면 인증 대상품의 구분을 제시하였으며, 각 부품, 구성품에 대한 공장심사 필요성을 정의하였음

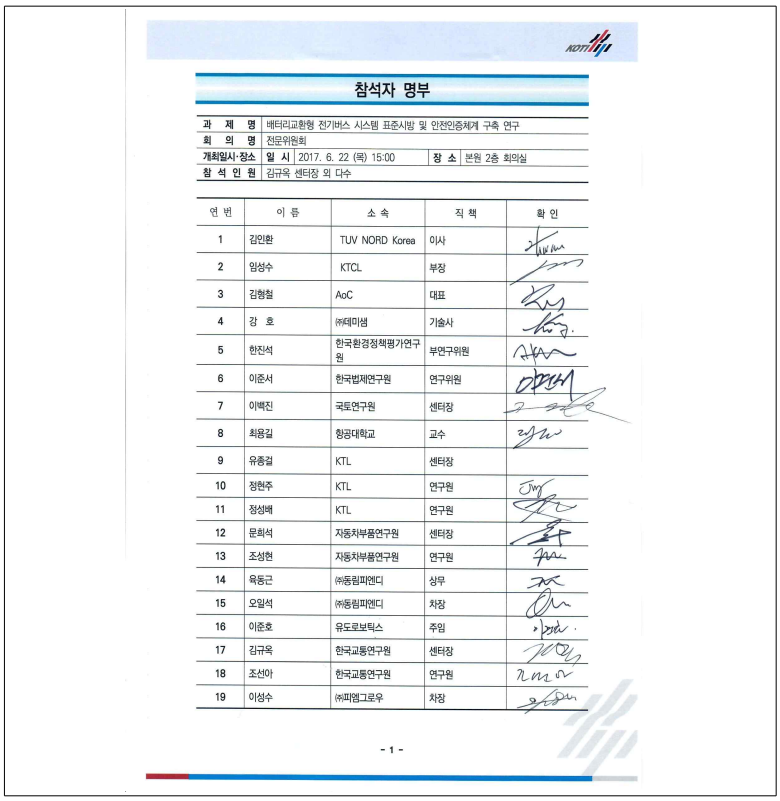
<전문위원5>

– 모든 인증은 그 사용목적을 기준으로 하고 있음. QCM시스템은 의도된 사용목적이 무엇인지. 산업용 설비의 경우는 현장에서 어느 정도 산업규격이나 규정을 숙지한 준전문가가 사용을 하지만 QCM시스템의 경우는 숙지되지 않은 상태에서 운영을 하게 된다면 사고의 위험성이 높을 것으로 예상됨. 따라서 오용의 가능성을 예측하여 안전기준을 제시하는 것이 우선적으로 필요할 것임

(나) 배터리 교환형 전기버스시스템 안전인증체계 구축 전문위원회(2회차)

- 일시: 2017년 6월 22일(목) 15:00 ~ 18:00
- 장소: 한국교통연구원(세종시)
- 참석자: UV Nord 김인환 이사, KCTL 임성수 부장, AoC 김형철 대표, ㈜데미셈 강호

기술사, 한국환경정책평가연구원 한진석 부연구위원, 한국법제연구원 이준서 연구위원, 국토연구원 이백진 센터장, 항공대학교 최용길 교수, 한국산업기술시험원(정현주 연구원, 정성배 연구원), 자동차부품연구원(문희석 센터장, 조성현 연구원), ㈜동림피엔디(육동근 상무, 오일석 차장), 유도로보틱스 이준호 주임, 한국교통연구원(김규옥 센터장, 조선아 연구원), ㈜피엠그로우 이성수 차장 총19명



참석자 명부

과 제 명	배터리교환형 전기버스 시스템 표준시방 및 안전인증체계 구축 연구		
회 의 명	전문위원회		
개최일시·장소	일 시	2017. 6. 22 (목) 15:00	장 소	본원 2층 회의실
참 석 인 원	김규옥 센터장 외 다수		

연 번	이 름	소 속	직 책	확 인
1	김인환	TUV NORD Korea	이사	
2	임성수	KTCL	부장	
3	김형철	AoC	대표	
4	강 호	㈜테미셈	기술사	
5	한진석	한국환경정책평가연구원	부연구위원	
6	이준서	한국법제연구원	연구위원	
7	이백진	국토연구원	센터장	
8	최용길	항공대학교	교수	
9	유종걸	KTL	센터장	
10	정현주	KTL	연구원	
11	정성배	KTL	연구원	
12	문희석	자동차부품연구원	센터장	
13	조성현	자동차부품연구원	연구원	
14	육동근	㈜동림피엔디	상무	
15	오일석	㈜동림피엔디	차장	
16	이준호	유도로보틱스	주임	
17	김규옥	한국교통연구원	센터장	
18	조선아	한국교통연구원	연구원	
19	이성수	㈜피엠그로우	차장	

- 1 -

<그림 3.76> 배터리 교환형 전기버스시스템 안전인증체계 구축 전문위원회(2회차) 참석자명단

- 주요 내용

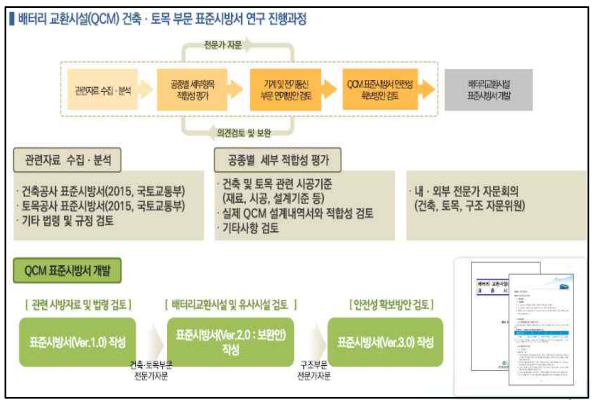
<한국항공대학교>

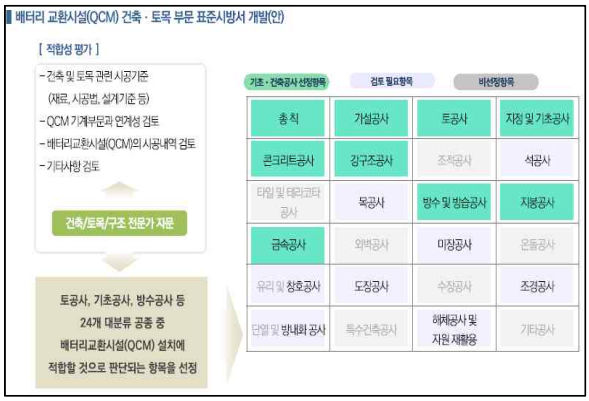
- 과제 개요 및 참여기관, 연구내용 소개



<동림피엔디>

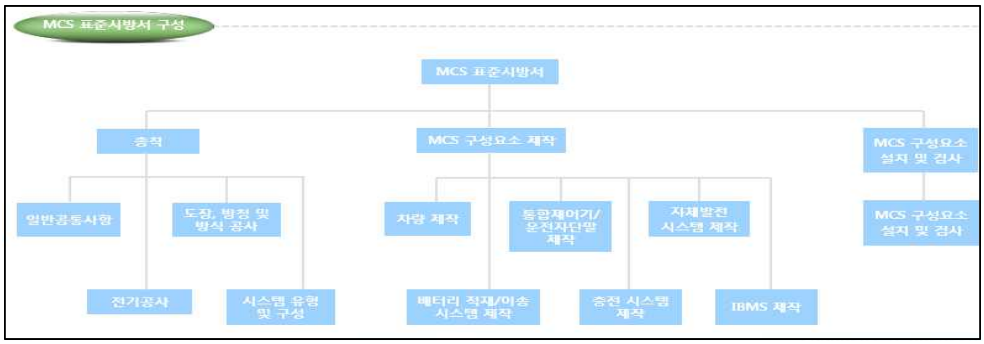
- 배터리 교환시설(QCM) 건축·토목 부문 표준시방서 연구
- 건축/토목/구조 관련 전문가 자문을 통한 적합성평가 실시
- 24개 대분류 공종 중 QCM 설치에 적합한 항목 선정

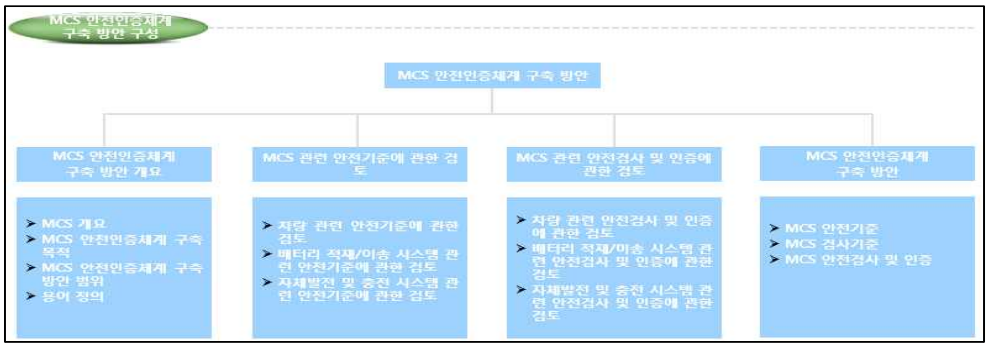




<자동차부품연구원>

- 비상충전 시스템(MCS) 개념 및 필요성, 표준시방서 구성 소개
- 안전인증체계 구축 방안을 위하여 관련 안전기준, 안전검사, 인증 등 검토





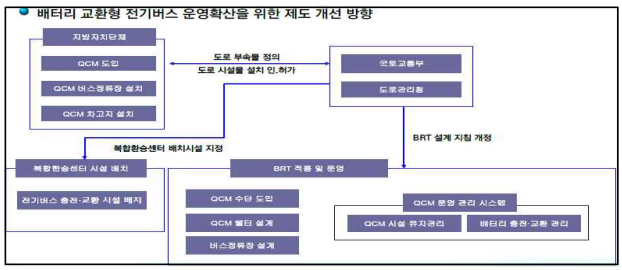
<한국산업기술시험원>

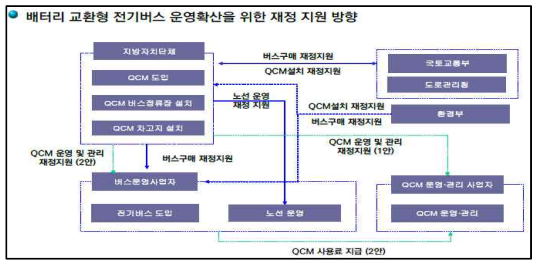
- QCM 인증기관의 자격요건 가이드
  - 선행연구과제 및 유사제도 조사 및 분석
  - 국토부 및 타부터 관련 제도/법규 수집
  - 전문가 자문을 통한 대행인증기관 자격 가이드라인(안) 작성
- QCM 종합안전관리체계 구축

- 불특정 다수의 안전성 확보를 위한 시스템의 설치·유지 및 안전관리 체계 매뉴얼 개발: 종합안전관리체계 매뉴얼 작성
- 부적합 부품 사용 및 변경을 방지하기 위하여 제3자에 의한 제품의 안전성 및 신뢰성 확보: 제품 인증절차(안) 작성

<한국교통연구원>

- 배터리 교환형 전기버스의 운영 확산을 위하여 인프라, 재정, 운영 부분에 대한 개선의 필요성 도출
- 각 부분별 대한 개선 및 지원 방향 제시





■ 논의 내용

- (전문위원) QCM을 도로정류장 시설물로 보았을 때, 도로점용허가를 획득 여부 확인 필요
- (전문위원) 토목시방서 작성 관련 논의: 현재 작성된 내용을 보면 상위기준을 포함되어 있음. 중복된 내용을 제외하고 설계가이드 형식으로 작성해야 할 것
- (동림) 표준시방서는 공사하는 사람이 참조하는 것으로서 구조에서도 어떤 부분을 표준시방서 안에 넣을지 고려하고 있음. 포항, 제주 규모는 다르지만 형식은 비슷함. 수치적으로 지정하는 것은 특기시장에 가까우므로 특정업체를 위한 것이기 때문에 일반적인 내용으로 작성예정
- 도로안전시설물 기준에 대한 논의
- 국가표준 모델을 정해서 큰 방향만 제시
- (전문위원) 배터리 교체 기술발달에 따른 호환성을 고려하여 시방서 작성 요청
- (전문위원) 기계적 위험성 배터리 폭발, 감전, 화재, SW오류, 신뢰성, 위해물질 노출, QCM 시설의 오용에 따른 위험성 등 예측 가능한 위험성을 고려해야함

■ 기타사항

- 각 기관의 연구과제 내용에 대한 전문가 자문 내용을 반영하여 과제 종료 전 자문위원 검토 회의 진행 예정





<그림 3.77> 배터리 교환형 전기버스시스템 안전인증체계 구축 전문위원회(2회차) 회의록

- 각 핵심성과 성과물에 대한 전문위원 타당성 평가

한국산업기술시험원 (2017. 06. 22.)

ktl 한국산업기술시험원 Korea Testing Laboratory

한국항공대학교 컨소시엄

배터리 교환형 전기버스시스템 표준시방 및 안전인증체계 구축, 2차 전문위원 평가

소속기관	에이엔씨	부 서	경영
성 명	김 형 철	연락처	010 - 7353 - 3600

A1. 배터리 교환형 전기버스 시스템의 안전인증체계구축에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)----------	✓ 2)----------	3)----------	4)----------	5)

A2. 대행인증기관 가이드라인 법적근거에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)----------	✓ 2)----------	3)----------	4)----------	5)

A3. 대행인증기관 자격부여 체계에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)----------	✓ 2)----------	3)----------	4)----------	5)

A4. QCM 인증기관 자격 가이드라인에 대한 전반적인 타당성

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)----------	✓ 2)----------	3)----------	4)----------	5)

A5. QCM 인증체계에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)----------	✓ 2)----------	3)----------	4)----------	5)

A6. 적합성평가 절차에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)----------	2)✓ ----------	3)----------	4)----------	5)

A7. QCM 인증절차 가이드라인에 대한 전반적인 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)----------	2)✓ ----------	3)----------	4)----------	5)

[기타 의견]

ktl 한국산업기술시험원 Korea Testing Laboratory

한국항공대학교 KOREA AEROSPACE UNIVERSITY 컨소시엄

배터리 교환형 전기버스시스템 표준시방 및 안전인증체계 구축, 2차 전문위원 평가

소속기관	㈜케이씨티엘	부 서	기술연구소
성 명	임성수	연락처	010-2539-3664

A1. 배터리 교환형 전기버스 시스템의 안전인증체계구축에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	2)	3)	4)	5)

A2. 대행인증기관 가이드라인 법적근거에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	2)	3)	4)	5)

A3. 대행인증기관 자격부여 체계에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	2)	3)	4)	5)

A4. QCM 인증기관 자격 가이드라인에 대한 전반적인 타당성

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	2)	3)	4)	5)

A5. QCM 인증체계에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	2)	3)	4)	5)

A6. 적합성평가 절차에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	2)	3)	4)	5)

A7. QCM 인증절차 가이드라인에 대한 전반적인 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	2)	3)	4)	5)

[기타 의견]

QCM 충전시설이 기존 주유소와 같은 별도의 시설이 아닌 정류장 시설을 겸하게 함에 있어 일반사용자의 접근 및 위험조건에 노출될 우려에 대한 추가 검토가 필요하다고 판단됨.
적합성 절차는 적절하다고 판단되나 적용되는 표준 및 기술기준에 대해서는 본 전문위원회에서 검토하지 않은 사항으로 별도의 검토가 필요.

한국산업기술시험원 (2017. 06. 22)

ktl 한국산업기술시험원 Korea Testing Laboratory

한국항공대학교 컨소시엄 KOREA AEROSPACE UNIVERSITY

배터리 교환형 전기버스시스템 표준시방 및 안전인증체계 구축, 2차 전문위원 평가

소속기관	TUV NORD KOREA	부 서	Mobility, 제품인증
성 명	김인환	연락처	010-3377-8540

A1. 배터리 교환형 전기버스 시스템의 안전인증체계구축에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	(2)	3)	4)	5)

A2. 대행인증기관 가이드라인 법적근거에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	(2)	3)	4)	5)

A3. 대행인증기관 자격부여 체계에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	(2)	3)	4)	5)

A4. QCM 인증기관 자격 가이드라인에 대한 전반적인 타당성

100점	90점	80점	70점	60점 이하
(1)	2)	3)	4)	5)

A5. QCM 인증체계에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	(2)	3)	4)	5)

A6. 적합성평가 절차에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
(1)	2)	3)	4)	5)

A7. QCM 인증절차 가이드라인에 대한 전반적인 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	(2)	3)	4)	5)

[기타 의견]

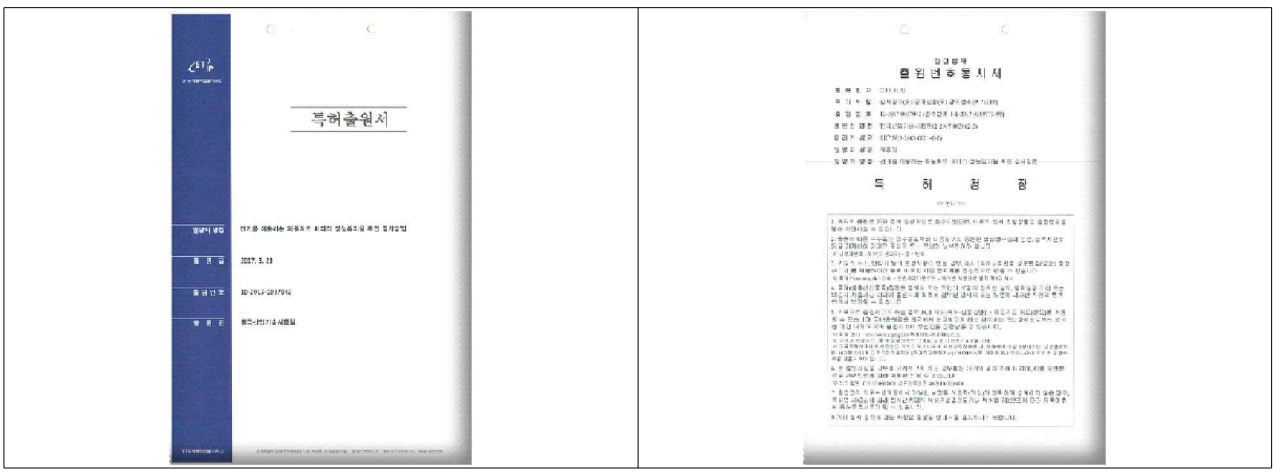
<그림 3.78> 배터리 교환형 전기버스시스템 안전인증체계 구축 전문위원 평가 설문지

9. 특허 및 논문

가. 배터리 교환형 전기버스 시스템 관련 특허출원

○ 특허출원(1건)

- 출원명 : 전기를 이용하는 자동차의 배터리 성능유지율 확인 검사방법
- 출원일 : 2017년 3월 23일
- 출원번호 : 10-2017-0037042
- 출원인 : 한국산업기술시험원 유종걸
- 특허출원서

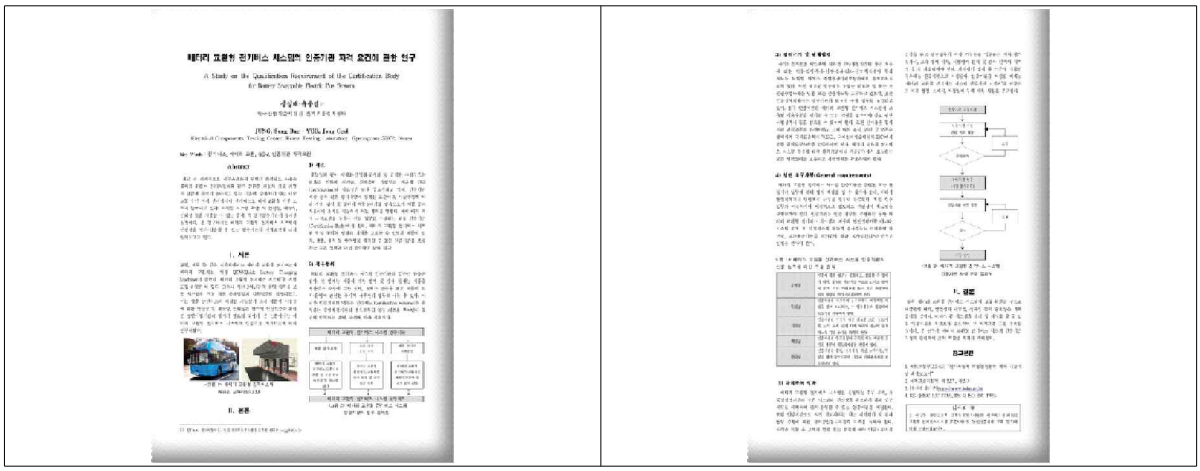


<그림 3.79> 배터리 교환형 전기버스시스템 관련 특허출원서

나. 배터리 교환형 전기버스 시스템 안전인증체계 관련 논문

○ 가이드라인(1건)

- 논문명 : 배터리 교환형 전기버스 시스템의 인증기관 자격 요건에 관한 연구
- 제출처 : 한국ITS학회
- 발표일 : 2017년 4월 21일
- 저자명 : 한국산업기술시험원 유종걸, 정성배
- 논문 원본



<그림 3.80> 배터리 교환형 전기버스시스템의 인증기관 자격 요건에 관한 연구 논문

제 7 절 QCM 종합안전 관리체계 구축 (제도, 규정 등)

1. 선행과제 결과물 조사(완성차)

가. 국내 전기자동차 안전성 평가

○ 저속전기자동차(NEV) 안전성 평가

- 주요 성능평가 항목: 제 102조 충돌 시 승객보호, 91조 4항 연료장치 항목, 18조 전기장치 40km/h 속도로 정면 충돌 시 구동축전지 전해액 누출 방지 항목 등
- 주요 안전성 평가 항목(총 51개): 충돌 시 승객보호시험(안전기준 제102조), 고 전원 전기장치 안전성시험(제91조), 제동능력시험(제90조), 조향성능시험(제89조), 전자파 적합성 시험(제111조 2), 구동축전지 안전성시험(제18조 3), 원동기 출력시험(제111조) 등

○ 하이브리드 자동차 안전성 평가

- 제동능력시험, 충돌 시 전해안전 시험, 고전원 전기장치 안전시험, 구동 축전지 안전시험, 가속 제어장치 복귀능력 시험, 전자파 적합성 시험

○ 수소연료전기자동차 안전성 평가

- 제도/정책분야, 수소안전성 분야, 운행안전성 분야, 전기 안전성 분야로 나누어 연구개발 중

나. QTPE-BUS 안전성 평가 시스템

○ 1차 전문위원회 : 전기적, 구조적, 기능적, 환경적 항목으로 분류하여 총 53개 항목 제시

○ 2차 전문위원회 : 1차에서 제시한 53개의 안전성 평가 항목 중 배터리 교환방식 전기자동차의 특정적인 안전성 평가 항목 10개 선정(일반적 안전성 평가 항목 삭제)

<표 3.100> 배터리 교환방식 전기버스 안전성 제시 항목

항 목	내 용
전기버스 배터리 탈착 구조 안전성	전기버스의 배터리 장착부에 대한 구조적 안전요건
전기버스 커넥터 안전 시험	전기버스와 배터리간 연결 커넥터의 접촉 안전 요건
충전 상태의 표시	차 내부에서 교환된 배터리의 충전상태 확인 요건
차량 이상 동작 시 대책요건 (돌발상황)	전기자동차의 동력 배터리 완전 방전 시 탈출용 에너지 보관 기능
전기 충격에 의한 인체 보호	전기 충격에 의한 차량 및 인체에 대한 보호 안전 요건
차량 전복 시 배터리 보호 시험	전기버스의 사고로 인한 전복 시 배터리 전원 차단 및 보호 요건
배터리 교환방식 전기버스 전기적 안전성	일반 전기자동차에서 사용되는 전기적 안전성 평가 항목에 대하여 전기버스의 특성을 고려한 전기적 안전성 요건

○ 3차 전문위원회 : 최종 7개의 배터리 교환방식 전기버스 안전성 항목 제시

○ 배터리 교환방식 전기버스 안전성 평가 기술기준(안)

<표 3.101 > 배터리 교환방식 전기버스 안전성 평가 기술기준(안)

평가 우선 순위	항 목	내 용
1	배터리 교환방식 전기버스 전기적 안전성	일반 전기자동차에서 사용되는 전기적 안전성 평가 항목에 대하여 전기버스의 특성을 고려한 고전압, 고전원 안전성 확보 요건 일정전압 초과 시 메인 전원으로부터 모든 회로 차단요건
2	전기버스 배터리 탈/장착 구조 안전성 시험	배터리 고정요건, 배터리 실 환경요건 배터리 터미널 단락의 위험 보호 전기버스의 배터리 탈착/장착부에 대한 구조적 안전요건 엔진 모터실 또는 배터리 교환부에 대한 화재 또는 열 보호 요건 차체부에 대한 펜듈럼 시험, 전복시험 계산에 의한 강도 검증
3	QTPE-BUS 표시 장치 성능	배터리 충전상태, 파워트레인의 이상여부, 전기모터 정상작동 표기 등
4	전기충격에 대한 인체 보호	감전에 대한 보호 직접접촉에 대한 보호 노출 전도부와의 간접 좁촉에 대한 보호 절연 저항

○ QTPE-BUS 인증 기준 절차

- 자기인증 능력이 없는 제작자가 자동차를 제작하여 등록하고자 할 때에 따르는 절차를 흐름도로 제시
- QTPE-BUS 안전 시험 인증 항목 정의(19가지)

2. 전기버스 검사 체계 및 추진 방법

가. 전기버스 검사 체계

○ 기존 자동차 검사 시스템(교통안전공단)

<표 3.102 > 기존 자동차 검사 시스템(교통안전공단)

검사 종류	정 의	내 용
정기검사	신규 등록 후 일정기간마다 정기적으로 실시하는 검사 및 대기환경보전법 제62조의 규정에 의한 운행차 배출가스 정기검사 및 소음·진동규제법 제37조의2의 규정에 의한 운행차의 정기검사	- 검사기준 및 방법 : 안전기준, 시행규칙 제73조, 별표15의 정기검사기준 및 방법(운행차의 차종분류 상이)
종합검사	종합검사 대상지역에 등록된 일정차령이 지난 모든 자동차는 일정기간마다 정기적으로 종합검사를 실시 (대기환경보전법,수도권대기환경개선에 관한 특별법, 시·도 조례)	- 관능 및 기능검사 분야 : 육안검사 항목에 대한 검사 - 안전도 검사 분야 : 기기검사 (사이드슬립, 제동력, 속도계, 전조등 등) 항목에 대한 검사 - 배출가스검사 분야
신규검사	신규 등록을 하고자 할 때 실시하는 검사	**신규검사 대상자동차** - 여객자동차운수사업법 또는 화물자동차운수사업법에 의하여 면허, 등록, 인가 또는 신고가 실효되거나 취소되어 말소한 경우 - 자동차를 교육·연구목적으로 사용하는 등 대통령령이 정하는 사유에 해당되는 경우 - 자동차의 차대번호가 등록원부상의 차대번호와 다른 자동차 - 사위 기타 부정한 방법으로 등록되어 말소된 자동차 - 수출을 위해 말소한 자동차 - 도난 당한 자동차를 회수한 경우
임시검사	신규 등록을 하고자 할 때 실시하는 검사	**임시검사 명령에 의한 대상** - 시장·군수·구청장이 안전기준 부적합 또는 안전운행에 지장이 있다고 인정하여 임시검사를 명령한 경우 - 자동차관리법 제34조의 규정에 의한 승인없이 구조·장치를 변경한 경우로원상복구 및 임시검사 명령을 한 때 - (자동차 관리법시행규칙 제63조) - 소유자의 신청에 의한 임시검사(비정기적) - 여객자동차운수사업법 시행규칙 제107조에 의한 차령연장의 경우 - 자동차의 상태를 파악하기 위하여 자동차소유자가 신청한 경우 - 임시검사 명령을 받은 경우(점검·정비·검사 또는 원상복구명령서)



<그림 3.81> 정기검사 흐름도(출처: 교통안전공단)

나. 추진 방법

○ 검사 목적

- 배터리 교환형 전기버스의 주행 및 제동장치 등에 대한 육안과 기기검사를 통해 안전성 확인
- 안전과 직결되는 주요장치 결함을 정비하여 교통사고 및 돌발상황 감소
- 불법 차량 개조 또는 임의변경을 검사하여 안전사고 미연에 방지
- 배터리 안전성 확인

○ 검사 내용

- 기존 자동차 검사체계와 배터리 교환형 전기버스 안전성 평가 기술기준(안)의 검사 항목에 따름
- 자동차 전문 검사기관의 자문(총 2회)을 통한 전문가 의견 반영
- 유사 검사제도 참조(CNG 자동차 내압용기 검사제도 등)

3. 유사시설물 조사(QCM)

가. 승강기시설 관련 법제도 조사

(1) 승강기시설 안전관리법, 시행령, 시행규칙

※ 과제관련 부분 발췌

제13조(승강기의 검사) ① 승강기 관리주체는 해당 승강기에 대하여 국민안전처장관이 실시하는 다음 각 호의 검사를 받아야 한다. <개정 2009.1.30., 2012.2.22., 2013.3.23., 2014.11.19., 2016.1.27.>

1. 완성검사: 승강기 설치(승강기를 교체 설치한 경우는 제외한다)를 끝낸 경우에 실시하는 검사

2. 정기검사: 완성검사 후 정기적으로 실시하는 검사. 이 경우 검사주기는 2년 이하로 하되, 해당 승강기의 사용연수, 제16조의4제1항 전단에 따른 중대한 사고 또는 중대한 고장의 발생 여부 및 횟수, 그 밖에 총리령으로 정하는 사항을 평가하여 승강기별로 검사주기를 다르게 할 수 있다.

3. 수시검사: 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 경우에 실시하는 검사

가. 승강기의 종류, 제어방식, 정격속도, 정격용량 또는 왕복운행거리를 변경한 경우(변경된 승강기에 대한 검사의 기준이 완화되는 경우 등 총리령으로 정하는 경우는 제외한다)

나. 승강기의 제어반(制御盤) 또는 구동기(驅動機)를 교체한 경우

다. 승강기에 사고가 발생하여 수리한 경우(제13조의2제1항제2호에 해당하는 경우는 제외한다)

라. 승강기 관리주체가 요청하는 경우

② 승강기 관리주체는 제1항에 따른 검사를 받지 아니하거나 검사에 불합격한 승강기를 운행할 수 없으며, 이를 운행하려면 해당 검사에 합격하여야 한다. 이 경우 승강기 관리주체는 검사에 불합격한 승강기에 대해서는 총리령으로 정하는 기간 이내에 재검사를 받아야 한다. <개정 2009.1.30., 2012.2.22., 2016.1.27.>

③ 국민안전처장관은 총리령으로 정하는 바에 따라 제1항 또는 제2항에 따른 검사 또는 재검사를 받을 수 없다고 인정하면 그 사유가 없어질 때까지 그 검사를 연기할 수 있다. <개정 2009.1.30., 2013.3.23., 2014.11.19., 2016.1.27.>

④ 제1항 각 호에 따른 검사의 기준·항목 및 방법 등에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다. <개정 2009.1.30.>

⑤ 삭제 <2008.1.17.>

⑥ 삭제 <2016.1.27.>

[제목개정 2009.1.30.]
[시행일 : 2017.1.28.] 제13조제1항제3호, 제13조제2항, 제13조제3항, 제13조제6항

제13조의2(승강기의 정밀안전검사) ① 승강기 관리주체는 해당 승강기가 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 국민안전처장관이 실시하는 정밀안전검사를 받아야 한다. 이 경우 제3호에 해당하는 때에는 정밀안전검

사를 받은 날부터 3년마다 정기적으로 정밀안전검사를 받아야 한다. <개정 2012.2.22., 2013.3.23., 2014.11.19., 2016.1.27.>

1. 제13조에 따른 검사 결과 결함원인이 불명확하여 사고예방과 안전성 확보를 위하여 정밀안전검사가 필요하다고 인정된 경우

2. 승강기의 결함으로 인하여 제16조의4제1항 전단에 따른 중대한 사고가 발생한 경우

3. 완성검사를 받은 날부터 15년이 지난 경우

4. 그 밖에 승강기의 성능의 저하로 인하여 이용자의 안전을 침해할 우려가 있는 것으로 국민안전처장관이 정한 경우

② 승강기 관리주체는 제1항에 따른 정밀안전검사에 불합격한 승강기를 운행할 수 없으며, 다시 운행하기 위하여는 정밀안전검사를 다시 받아야 한다. <개정 2016.1.27.>

③ 제1항에 따른 정밀안전검사의 기준·항목·방법 및 실시시기 등에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

[전문개정 2009.1.30.]
[시행일 : 2017.1.28.] 제13조의2제1항 각 호 외의 부분 후단

나. 기계식 주차시설 및 설비 관련 법제도 조사

(1) 주차장법 제5장의2 기계식주차장, 주차장법 시행령

주차장법[시행 2016.7.20.] [법률 제13804호, 2016.1.19., 일부개정]

※현, 입법예고 법령 발췌

제19조의9(기계식주차장의 사용검사 등) ① 기계식주차장을 설치하려는 경우에는 안전도인증을 받은 기계식주차장치를 사용하여야 한다.

② 제1항에 따라 기계식주차장을 설치한 자 또는 해당 기계식주차장의 관리자(이하 "기계식주차장관리자등"이라 한다)는 그 기계식주차장에 대하여 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 시장·군수 또는 구청장이 실시하는 다음 각 호의 검사를 받아야 한다. 다만, 시장·군수 또는 구청장은 대통령령으로 정하는 부득이한 사유가 있을 때에는 검사를 연기할 수 있다. <개정 2013.3.23.>

1. 사용검사: 기계식주차장의 설치를 마치고 이를 사용하기 전에 실시하는 검사

2. 정기검사: 사용검사의 유효기간이 지난 후 계속하여 사용하려는 경우에 주기적으로 실시하는 검사

③ 사용검사 및 정기검사의 유효기간, 연기 절차, 검사시기 등 검사에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

[전문개정 2010.3.22.]

주차장법 시행규칙[시행 2015.9.24.] [국토교통부령 제190호, 2015.3.23., 일부개정]

제16조의8(기계식주차장의 사용검사 등) ① 법 제19조의9제2항에 따라 기계식주차장의 사용검사 또는 정기검사를 받으려는 자는 별지 제8호의8서식의 기계식주차장 검사신청서에 다음 각 호의 서류를 첨부하여 법 제19조의12에 따른 전문검사기관(이하 "검사대행기관"이라 한다)에 신청하여야 한다. 다만, 제1호부터 제5호까지의 서류는 사용검사의 경우만 첨부하되, 제16조의4제1항에 따른 안전도심사 신청 시 제출된 주요 구조부의 강도계산서

에 포함된 경우에는 첨부하지 아니할 수 있다.

1. 와이어로프·체인 시험성적서

2. 전동기 시험성적서

3. 감속기 시험성적서

4. 제동기 시험성적서

5. 운반기 계량증명서

6. 설치장소 약도

② 제1항에 따라 검사신청을 받은 검사대행기관은 검사신청을 받은 날부터 20일 이내에 제8항에 따른 검사기준에 따라 검사를 마치고 항목별 검사결과를 법 제19조의9제2항 본문에 따른 기계식주차장관리자등(이하 "기계식주차장관리자등"이라 한다)에게 통보하여야 한다.

③ 제2항에 따른 검사결과를 통보받은 기계식주차장관리자등은 부적합판정을 받은 검사항목에 대해서는 그 통보를 받은 날부터 3개월 이내에 해당 항목을 보완한 후 재검사를 신청하여야 한다. 이 경우 검사대행기관은 검사신청을 받은 날부터 10일 이내에 검사를 마치고 그 결과를 기계식주차장관리자등에게 통보하여야 한다. <개정 2012.7.2.>

④ 검사대행기관은 제3항에 따른 보완항목에 대한 검사를 할 때 사진, 시험성적서, 그 밖의 증명서류 등으로 보완된 사실을 확인할 수 있는 경우에는 사진 등의 확인으로 검사를 할 수 있다. 이 경우 검사대행기관은 제3항에 따른 검사신청을 받은 날부터 5일 이내에 그 결과를 기계식주차장관리자등에게 통보하여야 한다.

⑤ 검사대행기관은 제2항부터 제4항까지의 규정에 따라 검사결과를 기계식주차장관리자등에게 통보할 때에는 법 제19조의10에 따라 별지 제8호의9서식의 검사확인증 또는 별지 제8호의10서식의 사용금지 표지를 함께 발급하고, 해당 기계식주차장의 소재지를 관할하는 시장·군수 또는 구청장에게 그 사실을 통보하여야 한다.

⑥ 제5항에 따라 검사확인증 또는 사용금지 표지를 발급받은 기계식주차장관리자등은 해당 기계식주차장의 보기 쉬운 곳에 이를 부착하여야 한다.

⑦ 영 제12조의3제3항에 따라 기계식주차장의 정기검사를 연기하려는 자는 그 연기 사유를 확인할 수 있는 서류를 첨부하여 별지 제8호의11서식에 따라 해당 기계식주차장의 소재지를 관할하는 시장·군수 또는 구청장에게 연기신청을 하여야 한다.

⑧ 국토교통부장관은 법 제19조의9제2항에 따른 기계식주차장의 사용검사 및 정기검사의 기준을 제16조의2에 따른 기계식주차장의 설치기준과 제16조의5에 따른 기계식주차장치의 안전기준에 따라 측정오차와 기계장치의 마모율 등을 고려하여 검사항목별로 정하여 고시한다. <개정 2013.3.23.>

[전문개정 2010.10.29.]

다. 검사대행기관 관련 법제도 조사

주차장법
제19조의12(검사업무의 대행) 시장·군수 또는 구청장은 제19조의9 및 제19조의10에 따른 기계식주차장의 검사에 관한 업무를 대통령령으로 정하는 바에 따라 국토교통부장관이 지정하는 전문검사기관으로 하여금 대행하게 할 수 있다. <개정 2013.3.23.> [전문개정 2010.3.22.]
주차장법 시행령
제12조의4(검사대행자의 지정 및 취소) ① 법 제19조의12에 따라 검사업무를 대행할 수 있는 전문검사기관으로 지정받으려는 자는 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 국토교통부장관에게 지정을 신청하여야 한다. <개정 2013.3.23.> ② 제1항에 따라 전문검사기관으로 지정받으려는 자가 갖추어야 할 지정요건은 별표 2와 같다. ③ 국토교통부장관은 전문검사기관이 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 그 지정을 취소할 수 있다. <개정 2013.3.23> 1. 별표 2의 지정요건을 갖추지 못하게 된 경우2. 부정한 방법으로 지정을 받은 경우3. 검사업무를 현저히 게을리한 경우 ④ 국토교통부장관은 제1항 또는 제3항에 따라 전문검사기관을 지정하거나 그 지정을 취소하였을 때에는 이를 고시하여야 한다. <개정 2013.3.23.> [전문개정 2010.10.21]

라. 기계식 주차설비 관련 자문 (승강안전공단 정근진 지소장)

○ 주무부처

- 기계식 주차설비는 국민안전처에서 수행하는 안전관리 업무에 해당하지만 관리감독은 국토부로 결정될 가능성이 있음
- 관련 업무 인수에 대하여 승강기안전공단은 어려움이 있으며, 교통안전공단에서 기존 업무를 수행할 것으로 보임
- 기술적 사항 및 인증절차는 별도 전문가 자문 필요

마. 기계식 주차설비 관련 회의

○ 전문가 회의

- 전문가: 새빛엔지니어링 조용현 사장
- 일 시: 2016년 5월 31일(화)
- 내 용: 기계식 주차설비 관련 기술기준 및 인증 절차



기계식주차장 검사란?

도심의 부족한 주차공간 확보를 위해 설치한 기계식 주차장의 안전도 확보와 성능유지를 위한 업무로써, 공단은 설계서 안전도 심사와 사용검사, 정기검사를 실시하고 있습니다.

<검사종류 및 시행근거>

종류	내용	검사대상	시행근거
안전도 심사 (설계서)	기계식주차장을 설치하기 전에 설계서의 성능과 안전도에 대한검사(설계검사)	기계식주차장제작자등 (제작자 또는 설치자)	주차장법 제 19조의 6 제 1항에 의거기계식주차장 제작자는 시장, 군수 또는 구청장의 인증을 받아야 한다.
사용검사	최초 설치 후 설계서와의 일치여부 검사(유효기간 3년)	기계식주차장관리자등 (설치자 또는 관리자)	주차장법 제 19조의 9 제 2항에 의거기계식주차장을 설치한자 또는 관리자는 시장·군수 또는 구청장이 실시하는 검사를 받아야 한다.
정기검사	주기적으로 실시하는 검사 (유효기간 2년)	기계식주차장관리자등 (설치자 또는 관리자)	주차장법 제 19조의 9 제 2항에 의거기계식주차장을 설치한자 또는 관리자는 시장·군수 또는 구청장이 실시하는 검사를 받아야 한다.

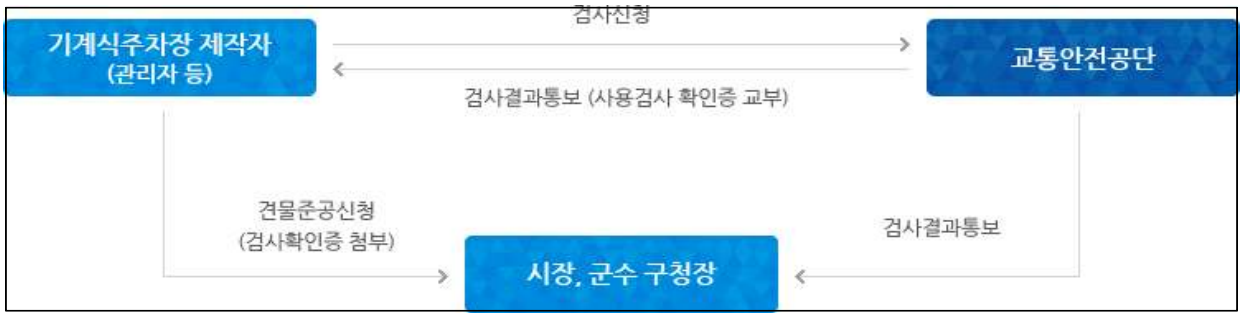
안전도(설계서) 심사

안전도(설계서) 심사 절차



사용검사

사용검사 절차



정기검사

정기검사 절차



안전검사 신청순서

검사신청방법

신청서류

• 안전도 심사

– 기계식주차장치 안전도심사 신청서

※ 첨부서류(다음 각호의 내용이 포함된 CD 또는 디스켓 포함)



· 기계식주차장치의 전체 조립도 (축척 100분의 1 이상인 것)

· 안전장치의 도면 및 설명서(변경신청의 경우에는 변경된 사항만 해당합니다.)

· 기계식주차장치 사양서

· 주요 구조부의 강도계산서 및 도면(변경신청의 경우에는 변경된 사항만 해당합니다.)

· 기계식주차장치 출입구의 도면 및 설명서 (변경신청의 경우에는 변경된 사항만 해당합니다.)

• 사용, 정기 검사

– 검사신청서

※ 첨부서류(제1호부터 제5호까지의 서류는 사용검사의 경우만 첨부하며, 주차장법 시행규칙 제16조의4제1항에 따른 안전도심사 신청 시 제출된 주요 구조부의 강도 계산서에 포함된 경우에는 첨부하지 아니할 수 있습니다.)

1. 와이어로프, 체인 시험성적서
2. 전동기 시험성적서
3. 감속기 시험성적서
4. 제동기 시험성적서
5. 운반기 계량증명서
6. 설치장소 약도

벌칙 및 과태료

벌칙 (법 제 29조)

▪ 3년 이하의 징역 또는 5천만원 이하의 벌금

– 부설주차장을 설치하지 아니하고 시설물을 건축 또는 설치한 자(법 제19조 제1항 및 제3항)

– 부설주차장을 주차장외의 용도로 사용한 자(법 제19조의4제1항)

▪ 1년 이하의 징역 또는 1천만원 이하의 벌금

– 노외주차장인 주차전용건축물의 주차장사용비율에 위반하여 사용한 자

– 정당한 사유 없이 부설주차장 본래의 기능을 유지하지 아니한 자(법 제19조의 6 제1항)

– 허위 기타 부정한 방법으로 기계식주차장치의 안전도인증을 받은자)법 제19조의 6 제1항)

– 안전도인증을 받지 아니하고 기계식주차장치를 제작·조립 또는 수입하여 이를 양도·대여 또는 설치한 자(법 제19조의 6제1항)

– 허위 기타 부정한 방법으로 기계식주차장치의 사용검사 및 정기검사를 받은 자(법 제19조의 9 제2항)

– 사용검사 및 정기검사를 받지 아니하고 기계식주차장을 사용에 제공한 자(법 제19조의 9 제2항)

– 사용검사 및 정기검사에 불합격한 기계식주차장을 사용에 제공한 자(법 제19조의 10 제3항)

– 기계식주차장치보수업을 등록하지 아니하고 보수업을 한 자(법 제19조의 14제1항) <'03.12.31개정>

– 허위 그 밖의 부정한 방법으로 기계식주차장치보수업을 등록한 자(법 제19조의 14제1항) <'03.12.31개정>

– 일반이용금지기간 중에 주차장(노외주차장 및 부설주차장)을 일반의 이용에 제공한 자(법 제24조 제1항)

- 과태료 : 50 만원 이하의 과태료
  - 노외주차장·부설주차장에 대한 일반이용을 거절한 자(법 제17조제2항)
  - 기계식주차장치의 검사필증 또는 사용금지표지를 부착하지 아니한 자(법 제19조의10제2항)
  - 기계식주차장치보수업 등록사항(업체의 명칭, 대표자의 성명, 사업장 소재지) 변경 또는 영업의 휴업·폐업 또는 재개업의 신고를 아니한 자(법 제19조의17)
  - 노외주차장관리자 또는 기계식주차장 검사대행자의 주차장·검사장 또는 그 업무와 관계있는 장소에서 주차시설,검사시설 또는 그 업무에 관한 검사를 거부·기피 또는 방해한 자(법 제25조제1항)
- 이행강제금 (제32조)
  - 원상회복 명령을 받고 시정기간내에 이행하지 아니한 자에 대하여 이행강제금을 부과
  - 부설주차장을 다른 용도로 사용하는 경우위반된 주차구획 설치비용(조례로 정함)의 20%
  - 부설주차장을 본래의 기능을 유지하지 아니하는 경우 위반된 주차구획 설치비용(조례로 정함)의 10%

안전한 사용법

기계식 주차장을 안전하고 편리하게 이용하기 위해서는 운전자 자신이 규칙을 지키고, 주의를 기울이는 것이 무엇보다 중요합니다. 기계식 주차장의 안전한 사용법 을 입고전, 입고시, 출고시로 나누어 살펴보면 다음과 같습니다.

자동차를 입고시키기 전에 수용 가능한 차량인지 확인

- 차량의 높이, 길이, 너비, 중량이 운반기의 사이즈 및 용량에 적합한지를 장치 내부에 진입하기 전에 확인하여 주차가 불가한 차량은 입고시키지 않도록 한다.
- 차량의 안테나는 내렸는지, 택시 방범등 등의 간섭은 없는지, RV 또는 왜곤형 차량인 경우 등 입고에 지장이 없는지를 확인하여야 한다.
- 기계식주차장치 출입구에는 이용자가 보기 쉬운 곳에 입고가 가능한 차량인지 또는 수용자동차의 규격을 명시하도록 한다.

운전자 이외의 탑승자는 장치 안으로 진입금지

- 운전자 이외의 탑승자는 주차장치 밖에서 모두 내리고 운전자는 운반기가 출입구 승입면에 대기하고 있는지를 반드시 확인하도록 한다.
  - 주차장치에 따라서는 출입구 전면에 차량을 정지시키고 운전자가 하차 하게 되면 차량운송장치가 자동 이송하여 견인하는 형태로 있음
- 관리인이 직접 입고 운전하는 주차장에서는 운전자도 장치 밖에서 탑승자와 함께 내리고 차량을 관리인에게 인계한다.

- 장치운전자는 차량 내에 사람이 없는가를 확인한 후에 장치를 조작하여야 한다.

주차구획내의 주차 시 주의

- 자동차를 운반기의 정확한 위치에 정지시킨 후 주차브레이크를 당기고 시동을 끈다.
- 이후 자동차의 문을 확실히 닫은 후 신속히 장치 밖으로 나온다.
  - 단, 장치의 특성상 주차브레이크를 당기지 않아야 하는 것 등의 특수한 주차장치는 해당 주차장치의 특성에 의거 관리인의 지시에 따른다.

주차장 조작방법

- 주차장치를 조작하기전 반드시 조작방법을 숙지한다.
- 이용자는 조작방법에 따라 조작하고 주차장치 관리자는 출입구 등 누구나 쉽게 볼 수 있는 곳에 조작방법을 부착하여 놓는다.

주차장 고장시 조치사항

- 주차장치의 고장으로 차량을 출고할 수 없을 경우에는 유지보수업체에 연락하여 고장원인 해소 및 차량을 출고한다.
- 사고가 발생한 경우에는 사고내용에 따라 유지보수업체, 소방서, 구급의료기관 등의 적절한 기관에 신속한 연락을 취하여 조치하고 임의 조작은 절대 금지 한다.
  - 만일의 경우를 대비하여 관련기관의 연락처를 보기 쉬운 곳에 비치하는것이 중요하다.

기타 주의사항

- 주차장치 출입구 진입시 핸드폰 사용을 금지 한다.
- 주차장치에 차량을 입고시킨 후 주차구획내 오래 머물지 않도록 한다.
- 전문보수업체 등을 통하여 정기적인 점검 및 유지관리가 되도록 한다.
- 기계식주차장치는 최초 설치하여 사용검사를 받은 후 3년, 이후 2년마다 전문검사기관의 정기검사를 받아야 한다.

관련법규

법 령	관련고시
주차장법, 시행령, 시행규칙	기계식주차장의 안전기준 및 검사기준 등에 관한 규정

기계식 주차장의 종류



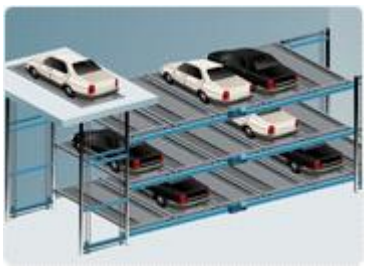
수직순환식

- 주차에 사용되는 부분(주차구획)에 자동차를 들어가도록 한 후 그 주차구획을 수직으로
  순환이동하여자동차를 주차하도록 설계된 주차장치
- **구분방식** : 수직순환식, 하부(상부,중간)승입식 ○대



수평순환식

- 주차구획에 자동차를 들어가도록 한 후 그 주차구획을 수평으로 이동하여 자동차를 주차하도록
  설계한 주차장치
- 구분방식 : 수평순환식, ○단 각형(원형) 하부(상부,직접) 승입식 ○대



다층순환식

- 주차구획에 자동차를 들어가도록 한 후 그 주차구획을 여러층으로 된 공간에 상하 또는 수평으로 순환이동하여 자동차를 주차하도록 설계한 주차장치
- 구분방식 : 다층순환식, ○단 각형(원형) 하부(상부,직접) 승입식 ○대



2단식

- 주차구획이 2단으로 배치되어 있는 주차구획에 상하 또는 상하, 수평 이동하여 자동차를
  주차하도록 설계한 주차장치
- 구분방식 : 2단식, 승강횡행(종행)식(중열,PIT) ○대, 2단식, 경사(승강)PIT식 ○대, 2단식,경사(단순)승강식(수동식) ○대



다단식

- 주차구획이 3층 이상으로 배치되어 있는 주차구획에 상하 또는 상하, 수평 이동하여 자동차를
  주차하도록 설계한 주차장치
- 구분방식 : 다단식, ○단 승강횡행(종행)식(중열, PIT) ○대



승강기식

- 여러층으로 배치되어 있는 고정된 주차구획에 승강기에 의하여 자동차를 자동으로 운반 이동하여
  주차하도록 설계된 주차장치
- 구분방식 : 승강기식, 횡식(종식) 하부(상부,중간)승입식 ○대,선회식(로봇주차) ○대



승강기 슬라이드식

- 승강기식주차장의 승강기가 상하 및 수평으로 자동이동하여 주차하도록 설계된 주차장치
- 구분방식 : 승강기슬라이드식, 횡식(종식) 하부(상부,중간)승입식 ○대



평면왕복식

- 평면으로 배치되어 있는 고정된 주차구획에 운반장치에 의하여 자동차를 운반이동하여 주차하도록 설계된 주차장치
- 구분방식 : 평면왕복식, ○단 운반식 횡식(종식) ○대, 운반격납식 ○대

특수형식

- 위 이외의 형식으로 설계한 주차장치

바. 기계식 주차장의 안전기준 및 검사기준 등에 관한 규정

○ [시행 2015.8.19.] [국토교통부고시 제2015-585호, 2015.8.19., 일부개정]

- 제3조(출입문의 구조), 제4조(안전장치 등), 제5조(기계장치 등), 제6조(입출고시간),

제7조(재료의 규격 등), 제8조(중량배분), 제9조(자동차 중량), 제10조(운반기 및 주차 구획 등), 제11조(승강로의 구조), 제 12조(방향전환장치의 구조), 제13조(주차장의 구조물) 등에 대한 규정

사. 시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법

○ 「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」(국토교통부)에서는 시설물의 안전점검과 적정한 유지관리를 통하여 재해와 재난을 예방하고 시설물의 효용을 증진시키며 공중(公衆)의 안전을 확보하는 것을 목적으로 함

○ 동법에 따라 해당 시설물의 소유자가 관리책임을 가지고 시설물의 안전 및 유지관리에 관한 종합적인 조치·활동을 하도록 규정하고 있음
- 시설물 관리주체는 5년마다 시설물의 안전 및 유지관리에 관한 기본계획을 수립·시행해야함
- 점검목적 및 점검수준을 고려하여 정기안전점검, 정밀안전점검, 정밀안전진단, 긴급안전점검, 내진성능평가, 유지관리, 성능평가로 구분함

○ QCM 시스템의 경우는「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」제7조(시설물의 종류)에 따라 제1종, 제2종시설물을 제외한 안전관리가 필요한 소규모 시설물에 해당됨
- 제3종시설물은 중앙행정기관의 장 또는 지방자치단체의 장이 다중이용시설 등 재난이 발생할 위험이 높거나 재난을 예방하기 위하여 계속적으로 관리할 필요가 있다고 인정하는 시설물임
- 따라서 배터리 교환시설(QCM) 시스템의 경우 관리주체의 안전 및 유지관리 계획에 따라 보수·보강의 시행 등으로 재난 발생 위험을 해소하거나 예방하기 위하여 계속적으로 관리할 필요성이 있음

「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」[시행 2018.1.18.] [법률 제14545호, 2017.1.17., 전부개정]

제19조(소규모 취약시설의 안전점검 등)

① 국토교통부장관은 제7조 각 호의 시설물이 아닌 시설 중에서 안전에 취약하거나 재난의 위험이 있다고 판단되는 사회복지시설 등 대통령령으로 정하는 시설(이하 "소규모 취약시설"이라 한다)에 대하여 해당 시설의 관리자, 소유자 또는 관계 행정기관의 장이 요청하는 경우 안전점검 등을 실시할 수 있다.

② 국토교통부장관은 제1항의 요청을 받은 경우 해당 소규모 취약시설에 대한 안전점검 등을 실시하고, 그 결과와 안전조치에 필요한 사항을 소규모 취약시설의 관리자, 소유자 또는 관계 행정기관의 장에게 통보하여야 한다.

③ 소규모 취약시설의 관리자, 소유자 또는 관계 행정기관의 장은 제2항에 따라 통보를 받은 경우 보수·보강 등의 조치가 필요한 사항에 대하여는 이를 성실히 이행하도록 노력하여야 한다.

④ 국토교통부장관 및 관계 행정기관의 장은 소규모 취약시설의 관리자, 소유자 등에 대하여 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 소규모 취약시설의 안전 및 유지관리에 관한 교육을 실시할 수 있다.

⑤ 제1항부터 제3항까지에 따른 안전점검 등의 방법과 절차 등에 필요한 사항은 국토교통부령으로 정한다.

제39조(시설물의 유지관리)

① 관리주체는 시설물의 기능을 보전하고 편의와 안전을 높이기 위하여 소관 시설물을 유지관리하여야 한다. 다만, 대통령령으로 정하는 시설물로서 다른 법령에 따라 유지관리하는 경우에는 그러하지 아니하다.

② 관리주체는 유지관리업자 또는 그 시설물을 시공한 자[하자담보책임기간(동일한 시설물의 각 부분별 하

자담보책임기간이 다른 경우에는 가장 긴 하자담보책임기간을 말한다) 내인 경우에 한정한다]로 하여금 시설물의 유지관리를 대행하게 할 수 있다. ③ 시설물의 유지관리에 드는 비용은 관리주체가 부담한다.
제40조(시설물의 성능평가) ① 도로, 철도, 항만, 댐 등 대통령령으로 정하는 시설물의 관리주체는 시설물의 성능을 유지하기 위하여 시설물에 대한 성능평가를 실시하여야 한다. ② 제1항에 따른 관리주체는 성능평가를 한국시설안전공단과 안전진단전문기관에게 대행하게 할 수 있다. ③ 성능평가를 실시한 자는 대통령령으로 정하는 바에 따라 그 결과보고서를 작성하고, 이를 관리주체에게 통보하여야 한다. ④ 관리주체는 제3항에 따른 성능평가 결과보고서를 국토교통부장관에게 제출하여야 한다. 이 경우 제출 절차에 관하여는 제6조제4항부터 제7항까지를 준용한다. ⑤ 제3항에 따른 결과보고서의 작성에 관하여는 제17조제2항 및 제3항을 준용한다. 이 경우 "안전점검 및 정밀안전진단"은 "성능평가"로 본다. ⑥ 성능평가를 실시한 자는 실시결과에 따라 대통령령으로 정하는 기준에 적합하게 해당 시설물의 성능등급을 지정하여야 한다. ⑦ 제1항에 따른 성능평가의 실시시기, 실시자의 자격, 성능평가의 방법·절차 등에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

아. 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 실시 등에 관한 지침

○ 배터리 교환시설(QCM)의 경우는 다중이용시설 및 복합시설물로서 운영자와 이용자의 안전 확보를 위한 정기 또는 수시 점검이 필요함

○ 「시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 실시 등에 관한 지침」에서는 정기점검의 수행방법, 정밀점검의 수행방법, 긴급점검의 수행방법, 정밀안전진단, 보수·보강 방법 등에 대한 안전성평가 기준을 제시하고 있음

- 본 연구에서는 정밀점검의 목적으로 QCM 시설물에 대한 비파괴검사를 수행한 바 있음
- 위 지침에서는 시설물 운영중 현장에서 발생하는 결함 등에 대하여 구조물에 손상을 입히지 않고 현장재료시험에 대한 방법을 제시하고 있음

○ 「전기설비기술기준의 판단기준」(산업통상자원부)에서는 특히 고전압 전기설비시설에 대한 비파괴 검사 범위, 종류, 절차 및 방법, 검사기준 등을 제시하고 있음

「시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 실시 등에 관한 지침」[제2016-807호, 2016.12.6.]

제8조(안전점검 및 정밀안전진단의 일반) ①안전점검 및 정밀안전진단의 목적은 현장조사 및 각종 시험에 의해 시설물의 물리적·기능적 결함과 내재되어 있는 위험요인을 발견하고, 이에 대한 신속하고 적절한 보수·보강 방법 및 조치방안 등을 제시함으로써 시설물의 안전을 확보하고자 함에 있다.
제9조(안전점검의 종류) 안전점검은 점검의 목적 및 수준에 따라 정기점검, 긴급점검 및 정밀점검으로 구분한다.
제22조(현장 재료시험) ①현장 재료시험은 시설물이 위치하는 현장에서 구조물에 손상을 입히지 않고 강도 및 결함 등을 측정하는 것으로 이에 대한 세부사항은 세부지침에 따른다.

제31조(보수·보강 방법의 일반)

①보수는 시설물의 내구성능을 회복 또는 향상시키는 것을 목적으로 한 유지관리 대책을 말하며, 보강이란 부재나 구조물의 내하력과 강성 등의 역학적인 성능을 회복, 혹은 향상시키는 것을 목적으로 한 대책을 말한다.

②보수를 위해서는 상태평가 결과 등을, 보강을 위해서는 상태평가 및 안전성평가 결과 등을 상세히 검토하고, 발생된 결함의 종류 및 정도, 구조물의 중요도, 사용 환경조건 및 경제성 등에 의해서 필요한 보수·보강 방법 및 수준을 정하여야 한다.

4. QCM 종합안전관리체계 적용 가능한 검사 항목

가. 완성검사, 정기검사, 수시검사

○ 유사 시설물의 검사 항목을 참조하여 QCM 시스템의 검사 항목 도출

나. 기계식주차설비 사용/정기검사기준(제16조제1항 관련)

항 목		사용 검사	정기 검사	검사기준
1. 출입문		○	○	가. 규칙 제16조의5제6호의 규정에 적합할 것 나. 제3조의 규정에 적합할 것
2. 출입구		○	×	규칙 제16조의5제2호의 규정에 적합할 것
3. 통로		○	×	규칙 제16조의5제5호의 규정에 적합할 것
4. 운반기내정위치 정차장치		○	×	규칙 제16조의5제7호의 규정에 적합할 것
		×	○	설치상태 및 작동상태가 양호할 것
5. 안전장치		○		가. 규칙 제16조의5제8호의 규정에 적합할 것 나. 제4조의 규정에 적합할 것
			○	설치상태 및 작동상태가 양호할 것
6. 기계 장치	**전동기**	○		가. 용량은 설계제원이상일 것. 단, 분당회전수는 설계치와 비교하여 ±5% 이내일 것. 나. 기동전류는 유도전동기가 직입기동인 경우에는 600%이하, Y-△기동인 경우에는 200%이하, 저항 및 리액터기동일 경우에는 300%이하, 가변전압·가변주파수 변환인 경우에는 설계에 적용한 규격이하, 직류전동기인 경우에는 평균전류에서 정격전류의 125%이하이고, 순시치는 300%를 초과하지 아니할 것. 다. 기동시간은 설계치와 비교하여 150%이내일 것
			○	가. 브러시의 상태가 양호할 것. 나. 회전 및 급유상태가 양호하고 절연 및 접지상태가 양호할 것
	감속기	○		가. 용량은 설계제원 이상일 것 나. 감속기 치차비는 설계치의 ±5%이내일 것. 다만, 치차비 및 회전수 변경에 따른 운전속도는 설계속도의 ±5% 이내이어야 한다.
			○	감속기의 치차 및 커플링의 손상이나 이상진동 및 발열이 없을

<table>
<tr><th colspan="2">항 목</th><th>사용
검사</th><th>정기
검사</th><th>검사기준</th></tr>
<tr><td rowspan="7"></td><td></td><td></td><td></td><td>것</td></tr>
<tr><td rowspan="2">제동장치</td><td>○</td><td></td><td>용량은 설계제원 이상일 것</td></tr>
<tr><td></td><td>○</td><td>가. 승강구동부의 브레이크 라이닝의 상태가 양호할 것.
나. 작동시 이상진동이나 소음・발열 및 누유가 없을 것</td></tr>
<tr><td rowspan="2">전동장치</td><td>○</td><td></td><td>가. 개방치차의 면압강도는 설계기준의 80%이상일 것
나. 축・커플링・유니버셜조인트등의 규격은 설계제원이상일 것. 다만, 축의 직경은 설계치의 98%이상일 것</td></tr>
<tr><td></td><td>○</td><td>가. 벨트의 장력상태가 양호하고 마모가 없을 것
나. 커플링・유니버셜조인트・체인의 연결상태가 양호하고 마모가 없을 것</td></tr>
<tr><td rowspan="2">유압장치</td><td>○</td><td></td><td>유압장치의 로드・실린더 직경은 설계치의 98%이상, 펌프용량은 설계치의 95%이상일 것</td></tr>
<tr><td></td><td>○</td><td>유압전동기・실린더등의 누유가 없고, 실린더의 굴곡・변형・손상이 없을 것</td></tr>
<tr><td>시브(드럼)</td><td>○</td><td>×</td><td>시브(드럼)의 직경은 제5조제7항의 규정에 의한 규격의 98%이상일 것</td></tr>
<tr><td colspan="2">7. 입출고시간</td><td>○</td><td>×</td><td>제6조의 규정에 적합할 것</td></tr>
<tr><td rowspan="4">8. 재료의 규격</td><td rowspan="2">기초 및 구조</td><td>○</td><td></td><td>설계규격 이상일 것(주차철골 포함)</td></tr>
<tr><td></td><td>○</td><td>가. 기초콘크리트의 과도한 균열이나 파손 및 침하가 없을 것
나. 볼트의 이완・탈락 및 부식이 없을 것
다. 주차철골의 균열・파손 및 침하가 없을 것</td></tr>
<tr><td rowspan="2">와이어로프 및 체인</td><td>○</td><td></td><td>가. 와이어로프는 섬유심 또는 로프심(Independent Wire Rope Core에 한한다)이 있는 구조이어야 하며, 로프 1개당 3개소이상을 측정한 최소평균 지름은 공칭지름 이상일 것
나. 로프는 와이어로프 취급기준에 맞도록 설치하고 연결장치의 효율은 2단식주차장치 및 다단식주차장치는 80%이상, 그 밖의 주차장치는 95%이상일 것. 다만, 연결방식에 따른 적용효율에 의하여 계산한 값의 안전율이 7이상인 경우에는 이를 적용하지 아니할 수 있다. 이 경우 연결방식에 따른 적용효율은 다음과 같다.
<table>
<tr><th>연 결 방 식</th><th>효 율</th></tr>
<tr><td>합 금 고 정</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>크 립 고 정</td><td>80%</td></tr>
<tr><td>쇄 기 고 정</td><td>65%</td></tr>
<tr><td>로 크 고 정</td><td>95%</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td></td><td>○</td><td>가. 와이어로프의 지름은 로프 1개당 3개소 이상을 측정한 값이 공칭지름의 90%이상이어야 하며, 로프소선은 로프의 길이 300밀리미터내에 전소선수의 10%이상이 끊어지지 아니하고 부식이 없을 것
나. 체인의 연결 및 장력상태가 양호하고 균열, 파손이 없을 것</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td></td><td></td><td>운반기의 무게는 설계치의 105%이하일 것(계량증명서 또는 계산서로 확인할 수 있다)</td></tr>
</table>

항 목		사용 검사	정기 검사	검사기준
	운반기	○	×	
	중추	○	×	무게는 설계치와 비교하여 ±10%이내일 것
9. 접지 및 절연저항		×	○	가. 전동기 및 제어장치의 접지저항은 사용전압이 400V이하일 경우에는 100Ω이하, 400V를 초과하는 경우에는 10Ω이하일 것 나. 제어장치 및 전동기등의 절연저항은 사용전압이 150V이하일 경우에는 0.1MΩ이상, 150V초과 300V이하일 경우에는 0.2MΩ이상, 300V초과 400V이하일 경우에는 0.3MΩ이상, 400V를 초과하는 경우에는 0.4MΩ이상일 것
10. 주차구획		○	×	가. 규칙 제16조의5제3호 및 제4호의 규정에 의한 규격의 97%이상일 것 나. 제10조의 규정에 적합할 것
11. 승강로		○	×	가. 승강기식주차장치·승강기슬라이드식주차장치 또는 평면왕복식주차장치는 제11조의 규정에 적합할 것 나. 다층순환식주차장치·수평순환식주차장치 또는 평면왕복식주차장치의 승강로의 길이는 설계치의 130%이내(안전율이 안전기준에 적합한 경우에는 그 범위내)일 것
12. 시운전		○	×	가. 주차장치의 작동이 원활하고 주차장 본래의 기능을 유지할 것 나. 운전시 이상진동 및 소음이 없을 것 다. 차단기·개폐기 및 계전기류의 작동기능이 양호할 것
		×	○	주차장치의 작동이 원활하고 주차장 본래의 기능을 유지할 것
13. 방향전환장치		○	×	가. 규칙 제16조의2제1호의 규정에 적합할 것 나. 제12조의 규정에 적합할 것
		×	○	방향전환장치의 작동이 원활하고, 과다한 소음이나 진동이 없을 것
14. 기타		○	×	가. 경계시설 및 덮개등이 제13조제2항 및 제3항의 규정에 적합할 것 나. 제어장치 및 전동기의 접지저항은 사용전압이 400V이하일 경우에는 100Ω이하, 400V를 초과하는 경우에는 10Ω이하일 것 다. 기타 법령에 규정된 안전기준에 위배되지 않을 것
		×	○	다른 법령에 규정된 안전기준에 위배되지 않을 것

다. 검사의 종류

○ 완성검사는 전기버스/QCM 설치(교체 설치한 경우는 제외)를 끝낸 후 사용하기 전에 실시하는 검사

○ 정기검사는 완성검사 후 정기적으로 실시하는 검사. 검사 주기는 2년 이하로 하되, 전기버스/QCM의 사용연수, 중대한 사고 또는 고장의 발생 여부 및 횟수, 그 밖에 정하는 사항을

평가하여 전기버스/QCM별로 검사주기를 다르게 할 수 있음

○ 수시검사는 다음의 각 항목의 하나에 해당하는 경우에 실시하는 검사

- 전기버스/QCM의 제어반 또는 시스템의 일부를 교체하는 경우
- 전기버스/QCM에 사고가 발생하여 수리한 경우

구 분	설 명
완성검사	전기버스/배터리 교환시설의 설치(교체 설치한 경우는 제외)를 끝낸 후 사용하기 전 최초에 실시하는 검사
정기검사	완성검사 후 정기적으로 실시하는 검사로써, 검사 주기는 2년 이하로 하되, 전기버스/배터리 교환시설의 사용연수, 중대한 사고 또는 고장의 발생 여부 및 횟수 등을 고려하여 검사주기를 다르게 할 수 있음
수시검사	다음의 항목 중 하나에 해당하는 경우 실시하는 검사 전기버스/배터리 교환시설의 제어반 또는 시스템의 일부를 교체하는 경우 전기버스/배터리 교환시설에 사고가 발생하여 수리한 경우

가. 검사 항목

구 분			세부항목	완성	정기	수시
공통			비상정지장치 작동 유무	○		○
			관계법상의 안전점검 이행여부		○	
			자체점검일지 작성		○	○
			안전관리자 안전교육 유무	○	○	
			환기구 주변 청소 상태		○	
			야간식별 등 기타 안전 상태	○	○	
			시설물 주변 배수 상태	○		
전기버스	**배터리**		온도 시험	○		
			동작 시험	○	○	○
			안전성 시험	○	○	○
	충전부		접속기	○	○	○
			커넥터	○	○	○
배터리 교환시설	**기계시설**	**QCM 로봇 주행장치**	하중시험	○		
			구동부 소음, 진동시험	○	○	
			속도시험	○		
		QCM 로봇 견인장치	하중시험	○		
			속도시험	○		
			구동부 소음, 진동시험	○	○	
			최대 작동높이 시험	○		
			최대 작동 배터리 변각 시험	○		○
			견인 가이드 장치의 작동 흔들림 시험	○		
			견인 가이드 장치의 와이어 이상감지 능력 시험	○	○	○

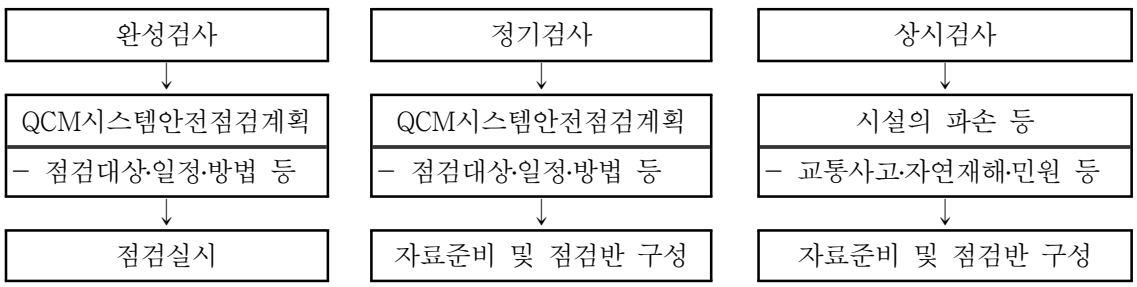
구 분			세부항목	완성	정기	수시
		공통	QCM 로봇 주행 및 견인장치의 반복 내구 시험	○		
			배터리 클램프 장치의 근접센서 및 터치 스위치 이중화 작동 시험	○		○
			기계실 비상장치 작동	○	○	○
			제어반 스위치 접점 및 작동	○	○	
			드럼 또는 플리 마모 상태	○	○	
			와이어로프의 감김 상태	○		○
	구조물	주요 구조부	기둥, 보, 슬래브 등 균열 및 손상여부	○	○	
			외관 균열 및 변형 상태	○	○	
			바닥의 지반침하 등에 따른 구조물의 위험 여부	○		
		QCM 자동도어 장치	내구성시험	○		
			소음시험	○	○	
		비전 및 QCM 제어	이중화 전환 능력시험	○		○
			이중화 전환 소요시간 시험	○	○	
			주간 배터리 교체 속도 시험	○		
			야간 배터리 교체 속도 시험	○		
			버스 도착 인식 소요시간	○	○	
			주·야간 비전 카메라의 배터리 위치 값 분석 소요시간 시험	○		○
	전기시설	수전반 및 전기기구	수전반 및 주개폐기 상태	○		○
			정전시 비상전원확보 여부	○	○	
			전기기구의 적정성 및 유지관리 상태		○	
		충전기	충전부 작동 상태 및 누전 유무	○	○	○
		기타				○

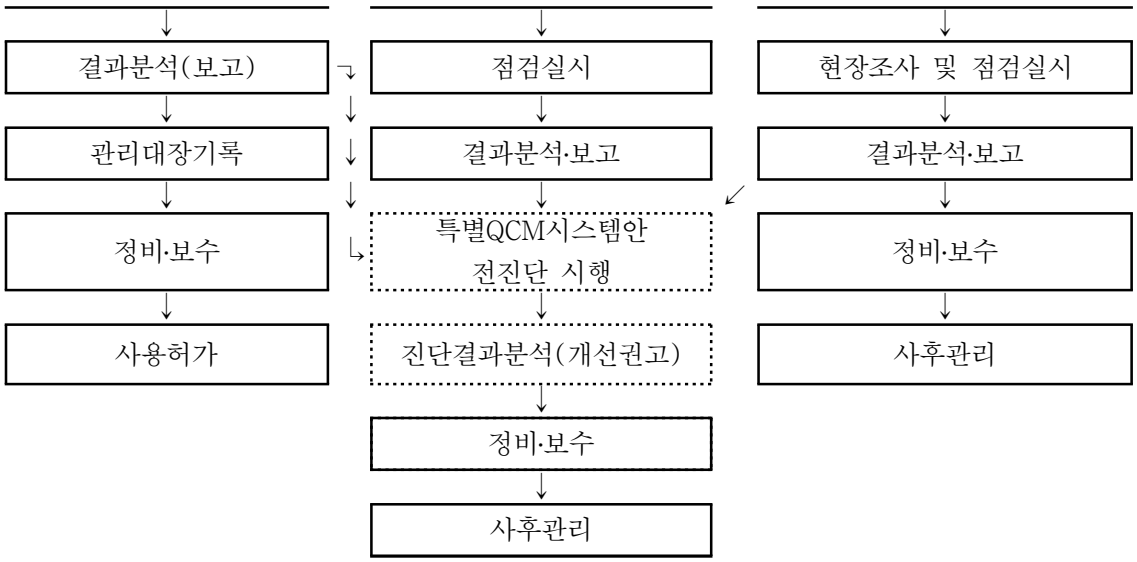
나. 검사 방법

(1) 점검자는 전기버스/배터리 교환시설에 대한 설계, 안전성 평가, 유지·관리 를 포함한 공학적·기술적 지식을 갖추어야 함

(2) 점검 시 객관성 및 일관성 확보를 위하여 점검표 검사별 세부 항목에 대한 모든 점검을 실시함

(3) 또한 점검자가 필요하다고 인지하는 경우 점검내용을 추가하거나 변경하는 등 조정할 수 있음





<운영단계별 검사 절차>

다. 전기버스(QTPE-Bus) 검사기준

구 분	검사 항목	검사 기준
배터리	온도 시험	▪ 저온방치: -30 °C ± 3 °C ▪ 고온방치: 60 °C ± 3 °C (지속시간 최소: 6시간)
	동작 시험	▪ 저온동작 (-15 °C ± 3 °C / 율속: 1 C-Rate) - 방전: SOC* 100 % - 충전: SOC 0 % ▪ 고온동작(40 °C ± 3 °C / 율속: 1 C-Rate) - 방전: SOC 100 % - 충전: SOC 0 % ▪ 상온동작:(20 °C ± 3 °C / 율속: 1 C-Rate) - 방전: SOC 100 % - 충전: SOC 0 % * SOC: State of charge
	안전성 시험	▪ 낙하안전시험 ▪ 액중투입안전시험 ▪ 과충전안전시험 ▪ 과방전안전시험 ▪ 단락안전시험 ▪ 열노출안전시험 ▪ 연소안전시험
충전부	클램프	▪ 온도: 23 °C ± 5 °C ▪ 습도: 20 % R,H ~ 75 % R,H ▪ 차량 제어장치를 통해 신호전달 후 동작이 완료되는 시간 측정
	커넥터	▪ 온도: 23 °C ± 5 °C ▪ 습도: 20 % R,H ~ 75 % R,H ▪ 차량 제어장치를 통해 신호전달 후 동작이 완료되는 시간 측정

라. 배터리 교환시설(QCM) 검사기준

구 분		검사 항목	검사 기준
기계 시설	QCM 로봇 주행장치	하중시험	▪ 최고 하중 인가(최대 500 kg): 안전하중 1000 kg
		구동부 소음, 진동시험	▪ 환경부 소음·진동 공정시험기준
		속도시험	▪ 제품 사양 조건
	QCM 로봇 견인장치	하중시험	▪ 최고 하중 인가(최대 500 kg): 안전하중 1000 kg
		속도시험	▪ 제품 사양 조건
		구동부 소음, 진동시험	▪ 환경부 소음·진동 공정시험기준
		최대 작동높이 시험	▪ 제품 사양 조건
		최대 작동 배터리 변각 시험	▪ Z축 Gantry반복 동작: 10 회 평균시간 / 1 Cycle
		견인 가이드 장치의 작동 흔들림 시험	▪ 설계 오차범위(± 10 mm) 내 작동 확인
		견인 가이드 장치의 와이어 이상감지 능력 시험	▪ 장력감지센서 일반 사양 조건
	공통	QCM 로봇 주행 및 견인장치의 반복 내구 시험	▪ 상온조건 ▪ MTTF* 보증: 64,800 회 ▪ B10** 보증: 200,000 회 *MTTF: Mean Time to Failure(고장까지의 평균수명 **B10: 전제 대상의 10%가 고장이 발생하는 시험의 수명
		배터리 클램프 장치의 근접센서 및 터치 스위치 이중화 작동 시험	▪ 제품 사양 조건
		기계실 비상장치 작동	▪ 작동여부 확인
		제어반 스위치 접점 및 작동	▪ 작동여부 확인
		드럼 또는 플리 마모 상태	▪ 마모상태 확인
		와이어로프의 감김 상태	▪ 와이어로프 상태 – 뒤틀림 – 부품림 – 압착 – 흘음
구조물	주요 구조부	기둥, 보, 슬래브 등 균열 및 손상여부	▪ 육안검사
		외관 균열 및 변형 상태	▪ 육안검사
		바닥의 지반침하 등에 따른 구조물의 위험 여부	▪ 육안검사
	QCM 자동 도어 장치	내구성시험	▪ 도어 제어장치
		소음시험	▪ 환경부 소음·진동 공정시험기준
	비전 및 QCM 제어	이중화 전환 능력시험	▪ 제품 사양 조건
		이중화 전환 소요시간 시험	▪ 제품 사양 조건
		주간 배터리 교체 속도 시험	▪ 제품 사양 조건
		야간 배터리 교체 속도 시험	▪ 제품 사양 조건
		버스 도착 인식 소요시간	▪ 제품 사양 조건
		주·야간 비전 카메라의 배터리 위치 값 분석 소요시간 시험	▪ 전기버스 진입 10 회 실시 ▪ 위치인식시간: 500 ms 이하
전기 시설	수전반 및 전기 기구	수전반 및 주개폐기 상태	▪ 전기설비기술기준의 판단기준
		정전시 비상전원확보 여부	▪ 비상전원 작동 여부 확인
		전기기구의 적정성 및 유지관리 상태	▪ 전기설비기술기준의 판단기준 및 육안검사
	충전기	충전부 작동 상태 및 누전 유무	▪ 교환형 배터리 연결 형식: IEC 61851-1 규격 적합 여부 판단 ▪ 직류전원 공급 후 최대 정격이 초과 여부 판단 ▪ 전류 및 전압 측정

구 분		검사 항목	검사 기준
			– 전압: 정격전압 ± 1 %, – 전류: 측정치의 ± 2 % + 1 A (± 5 %(50 A 이상), ± 2.5 A (50 A 미만) ▪ 충전 전 절연 시험: R > 100 Ω/V × U ▪ 과전압/과전류 보호 – 과전압: 400 ms 이내 보소 – 과전류: 200 A/s 이상의 하강율로 정격출력의 5 % 미만의 출력전류를 감소 ▪ 제어회로 전원 보전: 충전장치의 전원회로를 임의로 차단하여 제어회로 전원이 차단되는지 확인 ▪ 직접 접촉에 대한 보호 – 전압; 42.4 V 피크 또는 60 V d.c. 이하 – 허용 저장에너지: 20 J이하 – IEC 60950 참조 ▪ 누설 접촉 전류 – 1종 직류충전기: 3.5 mA 이하 – 2종 직류충전기: 0.25 mA 이하
	기타		– 점검자의 판단에 따른 검사

5. 종합안전관리체계 매뉴얼 작성

가. 종합안전관리체계 매뉴얼

○ 불특정 다수가 이용하는 QCM의 경우 안전성 확보를 위해 법에서 규정한 검사기준 등에 따라 건축물 및 기타공작물에 대한 완성·수시 검사가 필요함

○ 가장 기본적인 구동능력 및 안전상의 구조, 안전장치의 적정설치 여부 및 작동상태 등을 검사하여 안전이용 가능여부 대한 검사로써 건축물의 준공검사와 유사함

○ 선행 연구과제의 성과인'QTP-EBUS 안전성 평가관리 지침서'을 활용하여 상용화 단계에서의 적용 가능한 안전성 검증체계 구축 필요

- 선행과제의 목표는 배터리 교환형 전기버스 시스템의 동작 성능 및 인프라 구축에 중점을 두었음
- 상용화 단계의 배터리 교환형 전기버스 시스템의 경우 운영자 및 이용자의 안전을 최우선으로 한 인프라 및 종합안전관리체계 구축 필요

○ 배터리 교환형 전기버스 시스템과 유사한 구조물 및 시설물의 설치 검증체계 자료 조사.분석을 통해 QCM시스템만의 종합안전관리체계 마련

○ 검사 지침서는 이 매뉴얼에 포함되지 않는다. 검사 지침서는 개발과정에서 확정되거나 획득한 각 부품, 구성품 및 완제품의 성능, 기능, 내구성 등 기술적인 정보를 바탕으로 개발되어야 하는 업무규정이다. 또한 QCM의 운영과정에서 검사항목의 타당성에 대한 지속적인 검토를 통하여 개선을 할 필요가 있음

○ 배터리 교환형 전기버스 시스템에서 핵심 부품이라고 할 수 있는 배터리에 대한 폐기물 처리 방안 및 재활용 방안 제시 필요

-「자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률」시행령에 따라 재활용이 가능한 폐기물의 일정량 이상을 재활용하도록 생산자에게 의무를 부여하는 생산자책임재활용제도(EPR)가 존재하지만 리튬1차 전지만 대상으로 하고 있음(환경부)

-「폐기물 관리법」시행규칙 별표4의 폐기물의 종류별 세부분류에서는 폐전지를 사업장 일반폐기물로 분류하고 있음

○ 배터리 교환형 전기버스 시스템은 고전압·고전류 사용으로 사고 시 감전과 화재 폭발 등 안전성과 관련하여 큰 위험 요소를 가지고 있다. 배터리 교환버스에 장착되는 배터리와 그 배터리를 충전하는 충전시설을 고전압·고전류 설비로 볼 수 있음. 따라서 안전성 확보와 안전관리체계 확보를 위하여 전기시설물에 대한 안전성체계를 제시할 필요가 있음.

-「자동차안전기준에 관한 규칙」(국토교통부) 18조의2에서는 고전원전기장치에 대한 안전기준과, 18조의3 구동축전지 적합 기준이 언급되어 있음

- 전기사업법 제67조에 의한「전기설비기술기준의 판단기준」제286조(전기자동차 충전설비의 시설)에서는 충전장치의 시설 방법 및 시공 방법, 커넥터 및 플러그 등 충전장치의 부대설비 시설방법을 제시하고 있음

전기사업법 제67조 및 동법 시행령 제43조, 전기설비기술기준(산업통상자원부 고시) 제4조에 따른 전기설비기술기준의 판단기준(산업통상자원부)

제286조(전기자동차 충전설비의 시설)

① 1. 전용의 개폐기 및 과전류차단기를 각 극(과전류차단기는 다선식 전로의 중성극을 제외한다.)에 시설하고 또한 전로에 지락이 생겼을 때 자동적으로 그 전로를 차단하는 장치를 시설할 것.

② 1. 충전부분이 노출되지 않도록 시설하고, 외함은 제33조에 따라 접지공사를 할 것.

2. 외부 기계적 충격에 대한 충분한 기계적 강도(IK07 이상)를 갖는 구조일 것.

3. 침수 등의 위험이 있는 곳에 시설하지 말아야 하며, 옥외에 설치 시 강우, 강설에 대하여 충분한 방수 보호등급(IPX4 이상)을 갖는 것일 것.

4. 분진이 많은 장소, 가연성 가스나 부식성 가스 또는 위험물 등이 있는 장소에 시설하는 경우에는 통상의 사용상태에서 부식이나 감전, 화재, 폭발의 위험이 없도록 제199조부터 제202조까지의 규정에 따라 시설할 것.

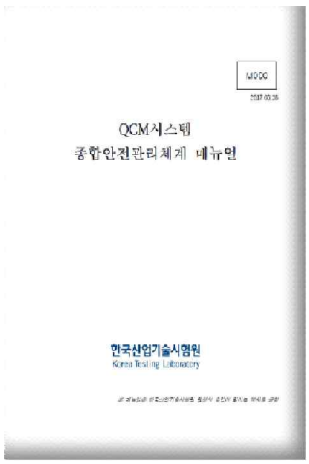
5. 충전장치에는 전기자동차 전용임을 나타내는 표지를 쉽게 보이는 곳에 설치할 것.

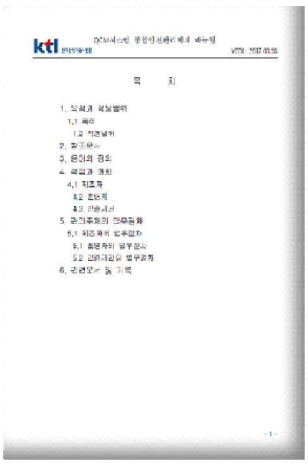
③ 2. 충전 케이블은 유연성이 있는 것으로서 통상의 충전전류를 흘릴 수 있는 충분한 굵기의 것일 것.

3. 다. 의도하지 않은 부하의 차단을 방지하기 위해 잠금 또는 탈부착을 위한 기계적 장치가 있는 것일 것.

라. 커넥터(충전 케이블에 부착되어 있으며, 전기자동차 접속구에 접속하기 위한 장치를 말한다)가 전기자동차 접속구로부터 분리될 때 충전 케이블의 전원공급을 중단시키는 인터록 기능이 있는 것일 것.

나. 종합안전관리체계 매뉴얼 작성





6. 유사 시설물 제품인증 절차

가. 승강기 안전부품 인증제도

○ 승강기 부품인증 적용대상 리스트

구 분		Lift Directive		Machinery Directive
		EN 81-1	EN 81-2	EN 115
엘리베이터	공통	1. 승강장도어 잠금장치 2. 비상정지장치 3. 조속기 4. 완충기 5. 안전회로	좌 동	-
	로프식	1. 상승과속 방지수단	-	-
	유압식	-	1. 럽처밸브 2. 리스트릭터	-
에스컬레이터		-	-	-
계		6	2	0
합계		8		

나. 승강기 안전부품 인증제도 도입 방향

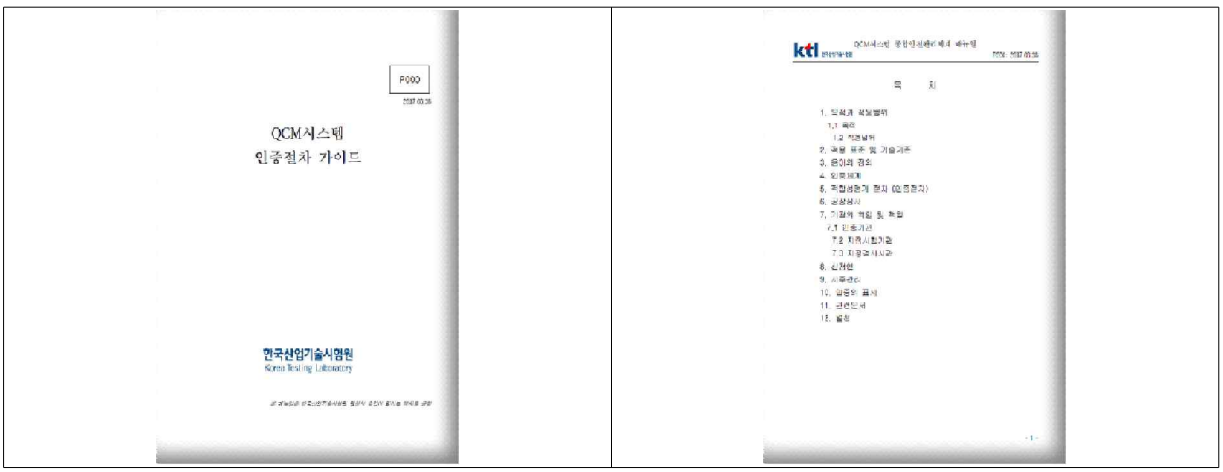
○ 승강기 주요 안전부품(현행 부품검사 대상부품)에 대한 신뢰성과 안전성을 확보할 수 있는

형식시험과 법제화를 통한 사후관리체계를 구축하도록 하며, 특히 주요 안전부품에 대한 인증제도는 승강기 검사기준과는 별개의 제도로 유럽연합(EU)의 승강기 지침(법령)과 같이 상위법에서 규정하는 것이 타당하며 승강기 검사는 최종 성능평가에 국한된 부분에 대해서만 실시하도록 항목의 대폭 조정이 필요함

구 분	도입 방향	비 고
인증방법	• 부품인증제 : 강제인증(즉시시행) • 시스템 : 임의인증제 실시 후, 추후 단계별로 강제인증 전환	• EU Directive : 강제인증(부품) • 국내 화물용 승강기 인증제도 관련법(산업안전보건법) : 임의인증
인증품목	• 10종 품목(현행 부품검사 대상품목)	• EU Lift Directive – 6종에 국한
인증제도	• CE마크 인증제도와 현행 부품검사의 인증제도를 혼합한 형태의 별도 인증시스템 구축	• EU Lift Directive의 CE인증제도
관련법령	• 제도 도입 : 관련 법령으로 구축 – 승강기제조 및 관리에 관한 법률 개정 (인증대상 품목, 인증기준, 심사방법, 인증심사 절차 및 사후관리 등)	• EU Lift Directive 및 국내 화물용 승강기 인증제도 관련법 참조
인증기준	• 기준 도입 근거 : 관련 고시로 구축 – EN 81-1/81-2, EN 115의 MOD 형태	• EN 81 - 1 • EN 115 • EN 81 – 2

○ 배터리 교환시설(QCM) 시스템의 안전인증 법제화와 관련한 세부 추진 계획은 연구주관기관과 관련 부처인 국토교통부, 민간투자기업 등 이해관계자와의 협의 후 추진 예정임

다. 절차서 작성



7. 논문

○ 배터리 교환형 전기버스 시스템 종합안전관리체계 관련 학술대회 논문 발표

○ 2017.02.17. 대한교통학회(2017년도 춘계학술대회)

8. 전문위원회의

가. 배터리 교환형 전기버스시스템 안전인증체계 구축 전문위원회(1회차)

○ 개요

- 일시: 2017년 1월 19일(목) 15:00 ~ 18:00
- 장소: 하이엔드타워 2차 1501호, 4강의장(구로동)
- 참석자: AoC 김형철 대표, TUV Nord 김인환 이사, TUV SUD 이선호 부장, TUVRheinland 김수용 차장, P&E 박요한 대표, KCTL 임성수 부장, 한국산업기술시험원(유종걸 센터장, 정현주 연구원, 정성배 연구원), 총9명
- 주요 내용: 전기안전, 배터리 및 자동차 인증제도 등의 전문가로 구성된 전문위원회를 개최하여 본 연구과제의 성과물 중 대행인증기관 가이드라인 및 제품인증절차서(안)에 대한 타당성을 논의하고 보완사항 대한 의견을 반영
- 전문위원 명단

소속	성명	직위	비고
TÜV Nord Korea	김인환	이사	기계류 시험 및 인증 전문가 (승강기, 자동차 및 차량부품, ISO 26262 등)
TÜV Rheinland Korea	김수용	차장	전기안전 시험 및 인증제도 전문가
P&E (피앤이)	박요한	대표	전자파 시험 및 평가 전문가 (KOLAS 및 NARTE 평가사)
TÜV SÜD Korea	이선호	부장	배터리 시험 및 인증제도 전문가
KCTL	임성수	부장	전기안전 시험 및 인증제도 전문가

- 전문위원 의견 및 회의 세부 내용

<전문위원1>

– 인증체계 및 절차에서 신청인의 기준은 무엇인가?

: 제조, 유통, 판매자 또는 QCM 운영자도 가능하며 이와 관련된 기준은 작성된 절차서에 제시해 두었음

– 인증절차를 부품과 완제품으로 세분화 하여 작성할 것을 요청함

– QCM을 하나의 무인안전시스템으로 봤을 때 인증범위를 재구성 하여야 할 것으로 판단됨

<전문위원2>

- 400kW급 이상의 용량에 대한 고조파/플리커 시험은 우리나라에서는 불가능하지만 외국사례를 보면 일부 수행할 수 있음. 전기안전공사에서 일부 고조파에 대해 정의를 해 두었음을 참조
- 예를 들어 어느 한 부품에 대하여 전자파, 신뢰성 등 여러 분야의 시험이 필요하지만 한 기관에서 수행할 수 없을 때 검증의 주체는 어디인가?
  : 각 시험에 대한 시험성적서의 검증은 인증기관에서 수행함

<전문위원3>

- 인증절차는 현재의 기본법을 따르면 될 것으로 판단되며, 검사관련 가이드라인이 필요할 것으로 판단됨
- 배터리 시스템에 대하여 충·방전 오류 또는 유지에 대한 관리체계와 외부에 설치되어 있는 시설인 만큼 배터리교환 시 주변 환경을 고려해야 할 것으로 판단됨

<전문위원4>

- 인증체계에서 부품별로 인증을 받아야 하는가?
  : QCM 인증체계는 현 승강기의 표준을 준용하여 작성하였으며, 부품에 초점 두고 있음
- 사후관리를 세부적으로 나눠야 할 것으로 판단됨: 인증 절차서의 <별표1>를 보면 인증 대상품의 구분을 제시하였으며, 각 부품, 구성품에 대한 공장심사 필요성을 정의하였음

<전문위원5>

- 모든 인증은 그 사용목적을 기준으로 하고 있음. QCM시스템은 의도된 사용목적이 무엇인지. 산업용 설비의 경우는 현장에서 어느 정도 산업규격이나 규정을 숙지한 준전문가가 사용을 하지만, QCM시스템의 경우는 숙지되지 않은 상태에서 운영을 하게 된다면 사고의 위험성이 높을 것으로 예상됨. 따라서 오용의 가능성을 예측하여 안전기준을 제시하는 것이 우선적으로 필요할 것임

○ 전문위원 평가표

- 각 핵심성과물에 대한 타당성 평가

한국산업기술시험원 (2017. 01. 19.)

배터리 교환형 전기버스시스템 표준시방 및 안전인증체계 구축, 전문위원 평가

소속기관	타유모이노즈트 코리아 (주)	부 서	Mobility / PCD
성 명	김 인 환	연락처	010-3371-8540

A1. 배터리 교환형 전기버스 시스템의 안전인증체계구축에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)----------	(2)----------	3)----------	4)----------	5)

A2. 대행인증기관 가이드라인 법적근거에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
(1)----------	2)----------	3)----------	4)----------	5)

A3. 대행인증기관 자격부여 체계에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
(1)----------	2)----------	3)----------	4)----------	5)

A4. QCM 인증기관 자격 가이드라인에 대한 전반적인 타당성

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)----------	2)----------	3)----------	4)----------	5)

A5. QCM 인증체계에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)----------	2)----------	3)----------	4)----------	5)

A6. 적합성평가 절차에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)----------	2)----------	3)----------	4)----------	5)

A7. QCM 인증절차 가이드라인에 대한 전반적인 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)----------	2)----------	3)----------	4)----------	5)

[기타 의견]

배터리 교환형 전기버스시스템 표준시방 및 안전인증체계 구축, 전문위원 평가

소속기관	(주) 케이씨티엔지	부 서	기술연구소
성 명	양 상수	연락처	010-2539-3664

A1. 배터리 교환형 전기버스 시스템의 안전인증체계구축에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)----------	2)✓----------	3)----------	4)----------	5)----------

A2. 대행인증기관 가이드라인 법적근거에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)----------	2)✓----------	3)----------	4)----------	5)----------

A3. 대행인증기관 자격부여 체계에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)----------	2)✓----------	3)----------	4)----------	5)----------

A4. QCM 인증기관 자격 가이드라인에 대한 전반적인 타당성

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)----------	2)----------	3)✓----------	4)----------	5)----------

A5. QCM 인증체계에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)----------	2)----------	3)✓----------	4)----------	5)----------

A6. 적합성평가 절차에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)----------	2)----------	3)✓----------	4)----------	5)----------

A7. QCM 인증절차 가이드라인에 대한 전반적인 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)----------	2)----------	3)✓----------	4)----------	5)----------

[기타 의견]

QCM의 이동된 목적 (사용자, 설치, 관리방식 등) 에 대한 재규정이 우선되어야 할 것입니다.

배터리 교환형 전기버스시스템 표준시방 및 안전인증체계 구축, 전문위원 평가

소속기관	TÜV 라인란드 코리아	부 서	Safety
성 명	김 수 동	연락처	010-8775-8942

A1. 배터리 교환형 전기버스 시스템의 안전인증체계구축에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)----------	2)✓----------	3)----------	4)----------	5)

A2. 대행인증기관 가이드라인 법적근거에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)----------	2)✓----------	3)----------	4)----------	5)

A3. 대행인증기관 자격부여 체계에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)----------	2)✓----------	3)----------	4)----------	5)

A4. QCM 인증기관 자격 가이드라인에 대한 전반적인 타당성

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)----------	2)✓----------	3)----------	4)----------	5)

A5. QCM 인증체계에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)----------	2)✓----------	3)----------	4)----------	5)

A6. 적합성평가 절차에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)✓----------	2)----------	3)----------	4)----------	5)

A7. QCM 인증절차 가이드라인에 대한 전반적인 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)----------	2)✓----------	3)----------	4)----------	5)

[기타 의견]

배터리 교환형 전기버스시스템 표준시방 및 안전인증체계 구축, 전문위원 평가

소속기관	티에브이슈드 코리아	부 서	배터리팀
성 명	이선호	연락처	010-8627-1134

A1. 배터리 교환형 전기버스 시스템의 안전인증체계구축에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	2)	3)	4)	5)

A2. 대행인증기관 가이드라인 법적근거에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	2)	3)	4)	5)

A3. 대행인증기관 자격부여 체계에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	2)	3)	4)	5)

A4. QCM 인증기관 자격 가이드라인에 대한 전반적인 타당성

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	2)	3)	4)	5)

A5. QCM 인증체계에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	2)	3)	4)	5)

A6. 적합성평가 절차에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	2)	3)	4)	5)

A7. QCM 인증절차 가이드라인에 대한 전반적인 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	2)	3)	4)	5)

[기타 의견]

[redacted] 확인서인 인증체계 뿐만 아니라 [redacted] 특별 별개의 인증체계가 구축되어야 한것으로 판단됩니다.

배터리 교환형 전기버스시스템 표준시방 및 안전인증체계 구축, 전문위원 평가

소속기관	피엔이	부 서	총괄
성 명	박O한	연락처	010 3499 0972

A1. 배터리 교환형 전기버스 시스템의 안전인증체계구축에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	2)	3)	4)	5)

A2. 대행인증기관 가이드라인 법적근거에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	2)	3)	4)	5)

A3. 대행인증기관 자격부여 체계에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	2)	3)	4)	5)

A4. QCM 인증기관 자격 가이드라인에 대한 전반적인 타당성

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	2)	3)	4)	5)

A5. QCM 인증체계에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	2)	3)	4)	5)

A6. 적합성평가 절차에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	2)	3)	4)	5)

A7. QCM 인증절차 가이드라인에 대한 전반적인 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	2)	3)	4)	5)

[기타 의견]

나. 배터리 교환형 전기버스시스템 통합 전문위원회(2회차)

○ 개요

- 일시: 2017년 6월 22일(목) 15:00 ~ 18:00
- 장소: 한국교통연구원(세종시)
- 참석자: UV Nord 김인환 이사, KCTL 임성수 부장, AoC 김형철 대표, ㈜데미셈 강호 기술사, 한국환경정책평가연구원 한진석 부연구위원, 한국법제연구원 이준서 연구위원, 국토연구원 이백진 센터장, 항공대학교 최용길 교수, 한국산업기술시험원(정현주 연구원, 정성배 연구원), 자동차부품연구원(문희석 센터장, 조성현 연구원), ㈜동림피엔디(육동근 상무, 오일석 차장), 유도로보틱스 이준호 주임, 한국교통연구원(김규옥 센터장, 조선아 연구원), ㈜피엠그로우 이성수 차장 총19명

○ 주요 내용

- 각 핵심성과 성과물에 대한 전문위원 타당성 평가

한국산업기술시험원 (2017. 06. 22.)

ktl 한국산업기술시험원 Korea Testing Laboratory

한국항공대학교 컨소시엄

배터리 교환형 전기버스시스템 표준시방 및 안전인증체계 구축, 2차 전문위원 평가

소속기관	에이온씨	부 서	경영
성 명	김 형 철	연락처	010 - 7353 - 3600

A1. 배터리 교환형 전기버스 시스템의 안전인증체계구축에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)---------- ✓	2)----------	3)----------	4)----------	5)

A2. 대행인증기관 가이드라인 법적근거에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)---------- ✓	2)----------	3)----------	4)----------	5)

A3. 대행인증기관 자격부여 체계에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)---------- ✓	2)----------	3)----------	4)----------	5)

A4. QCM 인증기관 자격 가이드라인에 대한 전반적인 타당성

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)---------- ✓	2)----------	3)----------	4)----------	5)

A5. QCM 인증체계에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)---------- ✓	2)----------	3)----------	4)----------	5)

A6. 적합성평가 절차에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)----------	b) ----------	3)----------	4)----------	5)

A7. QCM 인증절차 가이드라인에 대한 전반적인 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)----------	b) ----------	3)----------	4)----------	5)

[기타 의견]

ktl 한국산업기술시험원 Korea Testing Laboratory

한국항공대학교 컨소시엄 KOREA AEROSPACE UNIVERSITY

배터리 교환형 전기버스시스템 표준시방 및 안전인증체계 구축, 2차 전문위원 평가

소속기관	㈜케이씨티엘	부 서	기술연구소
성 명	임성수	연락처	010-2539-3664

A1. 배터리 교환형 전기버스 시스템의 안전인증체계구축에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	2)	3)	4)	5)

A2. 대행인증기관 가이드라인 법적근거에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	2)	3)	4)	5)

A3. 대행인증기관 자격부여 체계에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	2)	3)	4)	5)

A4. QCM 인증기관 자격 가이드라인에 대한 전반적인 타당성

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	2)	3)	4)	5)

A5. QCM 인증체계에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	2)	3)	4)	5)

A6. 적합성평가 절차에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	2)	3)	4)	5)

A7. QCM 인증절차 가이드라인에 대한 전반적인 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	2)	3)	4)	5)

[기타 의견]

QCM 충전시설이 기존 주유소와 같은 별도의 시설이 아닌 정류장 시설을 겸하게 함에 있어 일반사용자의 접근 및 위험조건에 노출될 우려에 대한 추가 검토가 필요하다고 판단됨.
적합성 절차는 적절하다고 판단되나 적용되는 표준 및 기술기준에 대해서는 본 전문위원회에서 검토하지 않은 사항으로 별도의 검토가 필요.

ktl 한국산업기술시험원 Korea Testing Laboratory

한국항공대학교 KOREA AEROSPACE UNIVERSITY 컨소시엄

배터리 교환형 전기버스시스템 표준시방 및 안전인증체계 구축, 2차 전문위원 평가

소속기관	TUV NORD KOREA	부 서	Mobility, 제품인증
성 명	김인환	연락처	010-3377-8540

A1. 배터리 교환형 전기버스 시스템의 안전인증체계구축에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	(2)	3)	4)	5)

A2. 대행인증기관 가이드라인 법적근거에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	(2)	3)	4)	5)

A3. 대행인증기관 자격부여 체계에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	(2)	3)	4)	5)

A4. QCM 인증기관 자격 가이드라인에 대한 전반적인 타당성

100점	90점	80점	70점	60점 이하
(1)	2)	3)	4)	5)

A5. QCM 인증체계에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	(2)	3)	4)	5)

A6. 적합성평가 절차에 대한 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
(1)	2)	3)	4)	5)

A7. QCM 인증절차 가이드라인에 대한 전반적인 타당성.

100점	90점	80점	70점	60점 이하
1)	(2)	3)	4)	5)

[기타 의견]

제 8절 국제 표준 추진

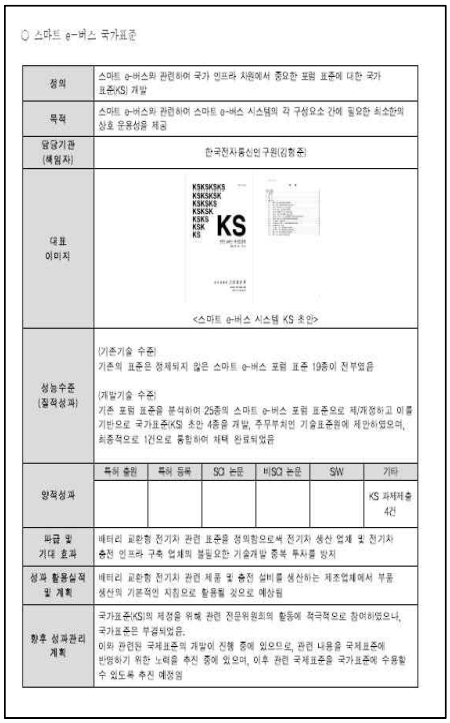
1. 개요

○ 연구의 목적
- 배터리 교환형 전기버스 시스템의 대중교통 적용을 위하여 기존에 이미 대중교통에 적용되어 운행되고 있는 전기버스와의 호완성 문제가 발생할 수 있음
- 현재 국내에서 개발하여 대중교통에 적용되고 있는 전기버스 시스템은 충전방식에 따라 플러그인 전기차, 온라인 무선충전 전기버스 시스템이 있음
- 충전 방식이 다른 세 가지 유형의 전기버스 시스템의 대중교통 적용을 위하여 중복투자를 최소화하기 위한 전기버스 충전 인프라 기술 표준이 필요함

○ 연구의 범위
- 본 연구의 범위는 플러그인 전기차, 온라인 무선 충전 전기버스, 배터리 교환형 전기버스 충전 인프라의 국제 표준을 추진하기 위한 기초 연구로, 대중교통 시스템에 적용된 전기버스 충전 방식에 대한 국제표준 및 특허 현황을 조사하고자함

2. 선행과제 특허등록 및 표준 등록 현황

○ 배터리 교환형 전기버스의 도로교통 시스템과 관련된 특허는 차량기술, 배터리 충전 및 교환 기술, 배터리 기술 등이 등록되었음
- “전기자동차 교통안전 융합체계 기술개발” 과제를 통하여 국내표준 32건 이상 등록하였고, 스마트 e-버스 관련 국내표준 1건과 IEC 국제표준을 등록하였음
- IEC에 제출한 국제표준 인증 명은 Electric Vehicle battery swap system Part 1: System description and general requirements로 시스템 설명과 일반적인 요구사항들에 관한 내용을 담고 있음

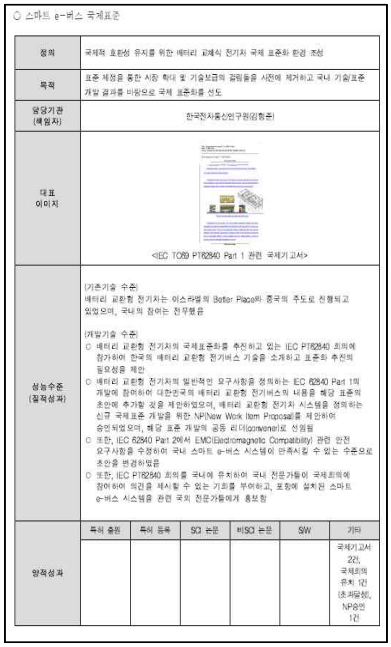


○ 스마트 e-버스 국가표준

정의	스마트 e-버스와 관련하여 국가 인프라 차원에서 중요한 표준에 대한 국가표준(KS) 개발
목적	스마트 e-버스와 관련하여 스마트 e-버스 시스템의 각 구성요소 간에 필요한 최소한의 상호 운용성을 제공
담당기관 (책임자)	한국전자통신연구원(김형준)
대표 이미지	KSKSKSKS KSKSKSK KSKSKS KSKSK KSKS KSK KS KS <스마트 e-버스 시스템 KS 초안>
성능수준 (질적성과)	(기존기술 수준) 기존의 표준은 정제되지 않은 스마트 e-버스 표준 19종이 전부였음 (개발기술 수준) 기존 표준을 분석하여 25종의 스마트 e-버스 표준 표준으로 체계정하고 이를 기반으로 국가표준(KS) 초안 4종을 개발, 주무부처인 기술표준원에 제안하였으며, 최종적으로 1건으로 통합하여 제택 완료되었음

양적성과	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI 논문	SW	기타
						KS 과제제출 4건

파급 및 기대 효과	배터리 교환형 전기차 관련 표준을 정의함으로써 전기차 생산 업체 및 전기차 충전 인프라 구축 업체의 불필요한 기술개발 중복 투자를 방지
성과 활용실적 및 계획	배터리 교환형 전기차 관련 제품 및 충전 설비를 생산하는 제조업체에서 부품 생산의 기본적인 지침으로 활용될 것으로 예상됨
향후 성과관리 계획	국가표준(KS)의 제정을 위해 관련 전문위원회의 활동에 적극적으로 참여하였으나, 국가표준은 부결되었음. 이와 관련된 국제표준의 개발이 진행 중에 있으므로, 관련 내용을 국제표준에 반영하기 위한 노력을 추진 중에 있으며, 이후 관련 국제표준을 국가표준에 수용할 수 있도록 추진 예정임



○ 스마트 e-버스 국제표준

정의	국제적 호환성 유지를 위한 배터리 교체식 전기차 국제 표준화 환경 조성
목적	표준 제정을 통한 시장 확대 및 기술보급의 걸림돌을 사전에 제거하고 국내 기술표준 개발 결과를 바탕으로 국제 표준화를 선도
담당기관 (책임자)	한국전자통신연구원(김형준)
대표 이미지	<IEC TC69 PT62840 Part 1 관련 국제기고서>
성능수준 (질적성과)	(기존기술 수준) 배터리 교환형 전기차는 이스라엘의 Better Place와 중국의 주도로 진행되고 있었으며, 국내의 참여는 전무였음 (개발기술 수준) ○ 배터리 교환형 전기차의 국제표준화를 추진하고 있는 IEC PT62840 회의에 참가하여 한국의 배터리 교환형 전기버스 기술을 소개하고 표준화 추진의 필요성을 제안 ○ 배터리 교환형 전기차의 일반적인 요구사항을 정의하는 IEC 62840 Part 1의 개발에 참여하여 대한민국의 배터리 교환형 전기버스의 내용을 해당 표준의 초안에 추가할 것을 제안하였으며, 배터리 교환형 전기차 시스템을 정의하는 신규 국제표준 개발을 위한 NP(New Work Item Proposal)를 제안하여 승인되었으며, 해당 표준 개발의 공동 리더(convenor)로 선임됨 ○ 또한, IEC 62840 Part 2에서 EMC(Electromagnetic Compatibility) 관련 안전 요구사항을 수정하여 국내 스마트 e-버스 시스템이 만족시킬 수 있는 수준으로 초안을 변경하였음 ○ 또한, IEC PT62840 회의를 국내에 유치하여 국내 전문가들이 국제회의에 참여하여 의견을 제시할 수 있는 기회를 부여하고, 포함에 실치된 스마트 e-버스 시스템을 관련 국외 전문가들에게 홍보함

양적성과	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI 논문	SW	기타
						국제기고서 2건, 국제회의 유치 1건 (초제달성), NP승인 1건

<그림 3.82> 스마트 e-버스 관련 표준 성과

○ 배터리 교환형 전기버스 과제의 국내표준은 배터리 교환형 기술과 관련된 것으로 버스 기술, 배터리 기술, 배터리 교환기술, 충방전 및 교환을 위한 소프트웨어와 통신 기술 등과 관련된 기술임



(1) 특허 등록

No.	구분	특허명칭	등록번호	등록일	출원인 (등록권리자)
A-1	2-	배터리교환방식의 전기차 충전스테이션 시스템	10-1256904	20130416	박순석, 김원규, 장희정, 유치란, 최승철, 정개일, 육치란, 정도양, 신용학, 한개홍
A-2	2-하	전기자동차의 배터리 교환 방법	10-1313279	20130924	박순석, 김원규, 장희정, 유치란, 최승철, 정개일, 육치란, 정도양, 신용학, 한개홍
A-3	2-하	충전스테이션에서의 NEW전기방법 및 관리시스템	10-1361601	20130430	박순석, 김원규, 장희정, 유치란, 최승철, 정개일, 육치란, 정도양, 신용학, 한개홍
A-4	2-하	차량 배터리용 플로우장치	10-1333835	20131121	박순석, 김원규, 정개일, 신용식
A-5	2-하	차량 배터리용 자력하구동장치	10-1335170	20131209	박순석, 김원규, 정개일, 신용식
A-6	2-하	차량 배터리용 자력하구동장치	10-1335179	20131209	박순석, 김원규, 정개일, 신용식
A-7	2-하	차량 배터리 위치탐색장치	10-1342187	20131210	박순석, 김원규, 정개일, 신용식
A-8	2-하	차량용 배터리의 장착 보강구조	10-1360712	20130909	박순석, 김원규, 최승철, 정개일, 고개순, 김정훈
A-9	2-하	차량용 상부 교체형 배터리장착부 개폐장치	10-1360935	20140204	박순석, 김원규, 정개일, 신용식, 최승철
A-10	2-하	차량용 배터리장착부 배수장치	10-1360926	20140204	박순석, 김원규, 최승철, 정개일, 고개순, 김정훈
A-11	2-하	차량용 배터리장착부의 실러이딩비버 개폐방법	10-1360927	20140204	박순석, 김원규, 정개일, 신용식, 최승철
A-12	2-하	차량용 배터리의 장착 보강구조	10-1302753	20130827	박순석, 김원규, 최승철, 정개일, 고개순, 김정훈
A-13	2-하	차량용 배터리의 장착 보강구조 및 이의 설치방법	10-1360928	20140204	박순석, 김원규, 최승철, 정개일, 고개순, 김정훈
A-14	2-하	차량용 상부 교체형 배터리 배터리장착부 개폐장치	10-1302754	20130827	박순석, 김원규, 정개일, 신용식, 최승철
A-15	2-하	전기자동차, 배터리충전스테이션, 이를 포함하는 전기자동차의 배터리 교환체탁시스템 및 그 제탁방법	10-1245572	20130314	박순석, 김원규, 장희정, 유치란, 최승철, 정개일, 육치란, 정도양, 신용학, 한개홍
A-16	2-하	전기버스 및, 전기 배터리 교환 스테이션과 전기	10-1261234	20130430	박순석, 김원규, 정원개,



		통신 방법			정명섭
A-17	2-사	전기버스 및 전기버스 배터리 교환시스템	10-1313073	20130924	박순석, 김원규, 정원개
A-18	2-사	전기버스 및 배터리 교환 스테이션	10-1245562	20130314	박순석, 김원규, 정원개
A-19	2-사	전기버스 배터리 교환 스테이션	10-1245571	20130314	박순석, 김원규, 정원개
A-20	2-사	전기버스 및 전기버스 배터리 교환시스템	10-1245566	20130314	박순석, 김원규, 정원개
A-21	2-아	전기 자동차용 배터리의 자동교환 시스템	10-1269990	20130527	육치란
A-22	2-아	전기 자동차용 배터리의 자동교환 시스템	10-1269991	20130527	육치란
A-23	2-아	전기 자동차용 배터리의 탈착장치	10-1269992	20130527	육치란
A-24	2-아	전기 자동차용 배터리의 탈착장치	10-1333913	20131203	육치란, 심주섭, 박용규, 장승섭, 김용하, 박순석, 최승철, 정개일
A-25	2-아	전기 자동차용 배터리의 탈착장치	10-1313075	20130924	육치란, 심주섭, 박용규, 장승섭, 김용하, 박순석, 최승철, 정개일
A-26	2-아	전기 자동차용 배터리의 탈착장치	10-1294736	20130802	육치란, 심주섭, 박용규, 장승섭, 김용하, 박순석, 최승철, 정개일, 김원규
A-27	2-아	추락방지기능을 갖춘 전기자동차용 견인식 배터리 자동교환시스템	10-1310830	20131015	박순석, 김원규, 육치란, 심주섭, 홍종식, 김용하
A-28	2-자	전기 자동차 배터리 충전 시스템	10-1307508	20130712	박순석, 김원규, 최민수
A-29	2-자	전기자동차 배터리 충전장치	10-1307711	20130909	박순석, 김원규, 최민수
A-30	2-카	전기자동차의 배터리 냉각 시스템	10-1306575	20130904	주은아, 이원주, 정혜문
A-31	2-카	전기 자동차용 배터리 케이스	10-1279416	20130621	박순석, 김원규, 주은아, 이원주, 육치란, 심주섭, 김용하
A-32	2-카	배터리조립체	10-1299013	20130816	박순석, 김원규, 주은아, 이원주, 정혜문

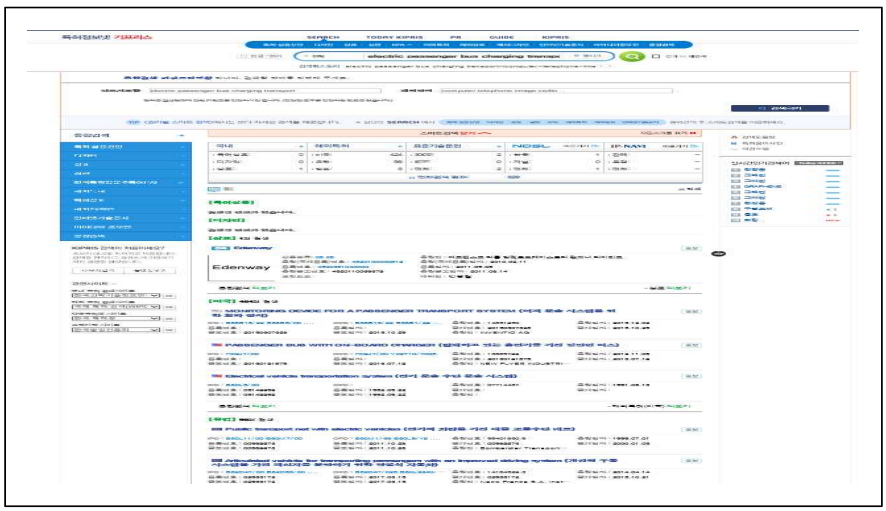
<그림 3.83> 배터리 교환형 전기버스 기술관련 특허 현황

3. 특허청 제공 정보 사이트 검색 결과

○ 특허청에서 제공하는 특허 정보넷 키프리스를 활용한 특허 등록 현황을 분석한 결과 세 가지 유형의 충전 인프라의 표준을 정하는 특허는 진행하고 있지 않을 것으로 판단됨

○ 특허 검색을 위해 반듯이 포함되어야할 키워드로 electric passenger bus charging transport을 설정하였고, 제외 단어로 computer, telephone, image, vedio로 설정함
- 컴퓨터 통신과 관련된 기술 명칭 중 bus를 사용하는 사례가 있어 이를 제외하기 위함임
- 1차 검색결과 미국특허 424건, 유럽 특허 98건, 일본 특서 3건이 검색되었고, 표준 기술 문서 2건이 검색됨
- 표준기술문서 2건은 모두 3GPP 의 통신기술 표준과 관련이 있는 것으로 전기자동차 버스 충전 인프라와는 관련이 없는 것으로 판단됨
- 일본의 3건은 노선 버스 운행관리와 관련된 특서, 여객 운송차량의 발밑 난방장치, 승강객 판별 검출 장치로 전기버스 인프라와는 관련이 없음
- 미국과 유럽의 특허 중 전기운송수단 운송 시스템(Electric vehicle transport system)과 관련된 특허들은 1970-1990년대 등록된 특허로 트롤리 버스와 유사한 기술로, 전력 전달 방법, 집전 방법, 충전방법 등이 있었음
- 또한 최근에 등록되고 있는 특허는 버스 정류장에 도착하여 버스 상부에서 제공하는 전력을 순간 충전하는 방식의 전기버스와 관련된 기술로써 순간 충전을 위한 충전 장치, 배터리 기술, 버스 정류장 특성, 버스 차량 기술 등에 관한 특허가 등록되고 있음

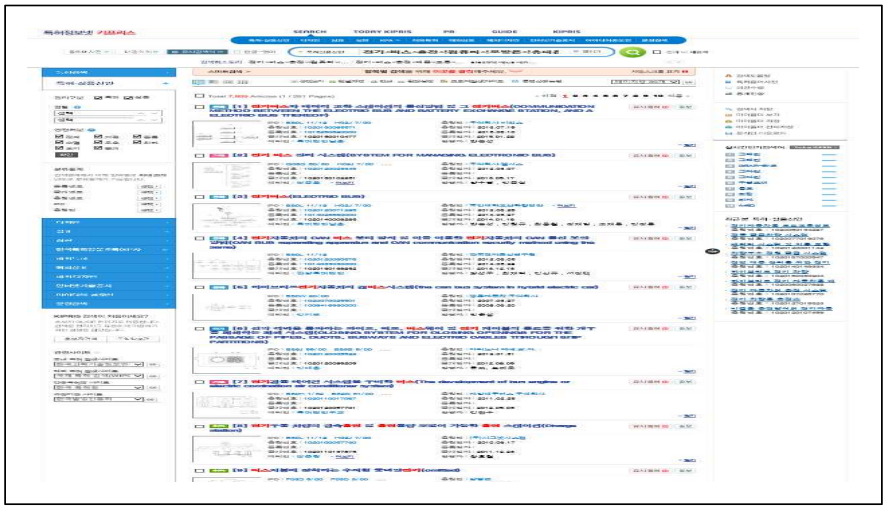
○ 국내 특허 등록 현황 검색을 위한 키워드는 “전기” “버스” “충전” 으로 설정하였고 제외문자는 “모발폰”, “휴대폰”, “청소기”, “노트북”, “디지털”, “이미지”로 절설함
- 국내 특허 등록은 7,809건이 검색되었고, 국내에서 개발된 배터리 교환형 전기버스 관련 기술, 온라인 무선충전 전기버스 시스템 과련 기술, 급속 충전 저기버스 시스템 관련 기술 등이 등록되었음



<그림 3.84> 해외 특허 (미국, 유럽, 일본) 출원 검색 결과



<그림 3.85> 미국 특허출원 상세 내역



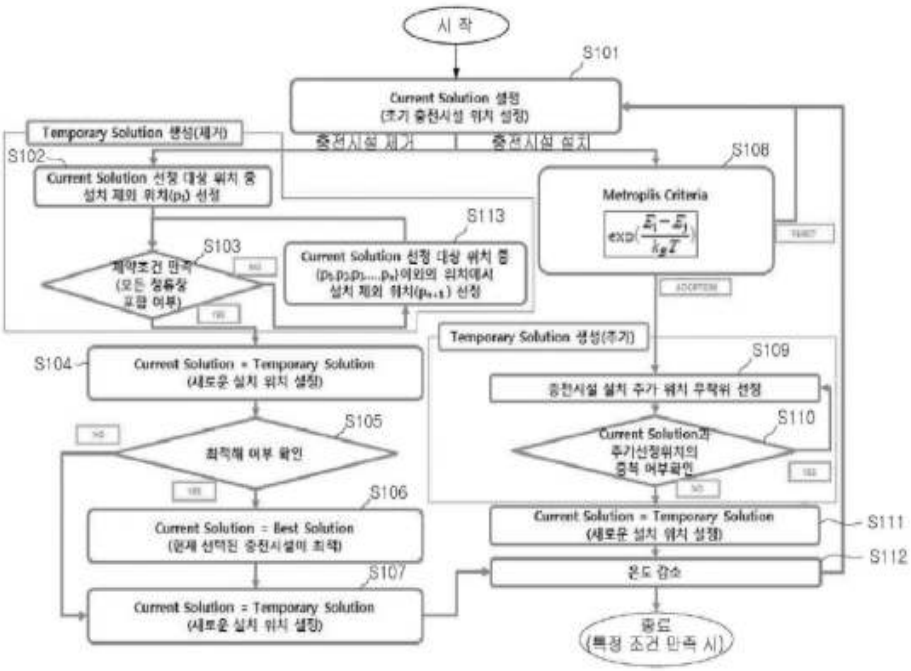
<그림 3.86> 국내 특허출원 상세 내역

가. 국내 특허 조사

(1) 전기버스 충전시설 위치 선정방법

○ 전기버스의 일 회 충전 운행거리에 따른 제약을 극복하기 위해 적절한 충전시설 위치를 선정하도록 한 전기버스 충전시설 위치선정방법이 제시됨

- 영향권 범위 설정, 정류소간 거리 도축, 상기 설정한 영향권 범위와 각 정류소간 거리를 비교하여 각 정류소에 충전시설 설치 시 영향권 범위에 포함되는 정류소 수를 산출하는 단계
- 충선시설 대비 가장 많은 노선상 정류소를 포함하는 위치를 산출하는 단계
- 충전시설을 설치할 경우 규모와 용량을 고려하기 위해 상기 충전시설이 포함되는 노선을 제거하여 초기 충전시설 설치 위치를 설정하는 단계를 포함함



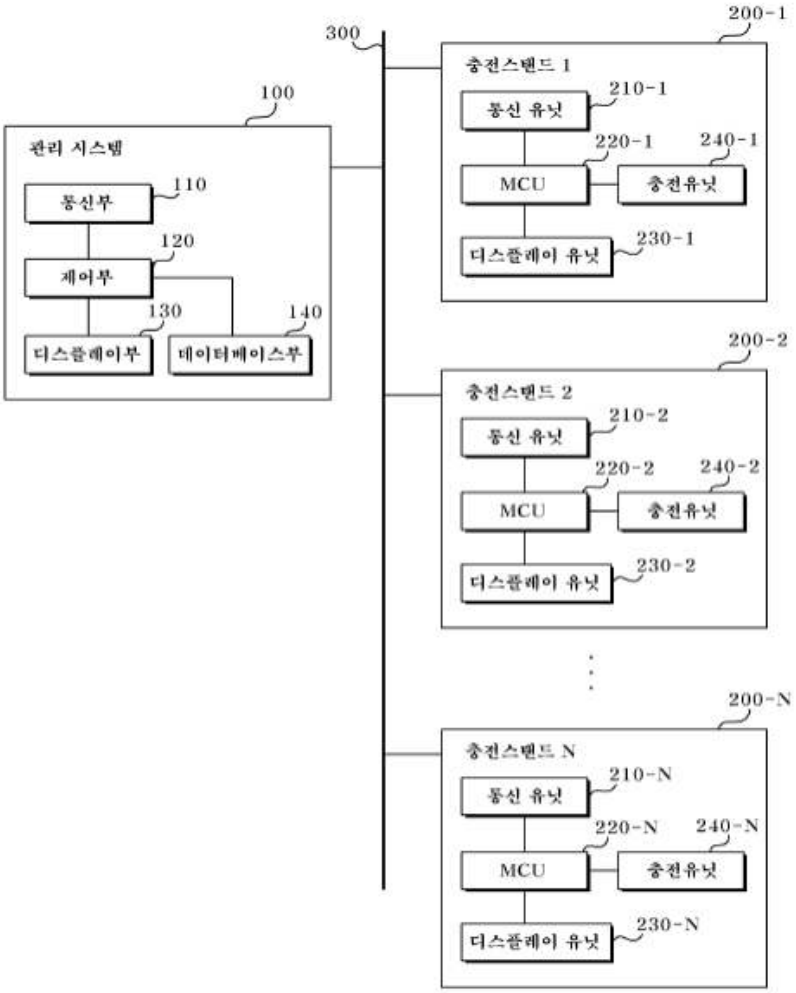
<그림 3.87> 전기버스 충전시설 위치설정방법

자료 : 국내 특허(공개특허 : 10-2013-0089909)

(2) 전기 버스 관리 시스템

○ 충전 스탠드와 통신 가능하게 연결되는 전기 버스를 관리하기 위한 시스템임

- 상기 충전 스탠드를 통해 상기 전기 버스에 대해 이력 정보를 요청하여 수신하고, 상기 수신된 이력 정보를 요청하여 수신하고, 충전 스탠드를 제어하기 위한 제어부
- 스탠드로부터 수신된 이력 정보 또는 충전 현황을 표시하기 위한 디스플레이부
- 전기 버스에 관한 이력 정보를 각각의 전기버스 별로 저장하기 위한 데이터베이스부를 포함하고, 상기 이력 정보는 각각의 전기 버스마다 제공되며, 각각의 전기 버스에 대한 충전 정보 및 운행 정보를 포함할 수 있음



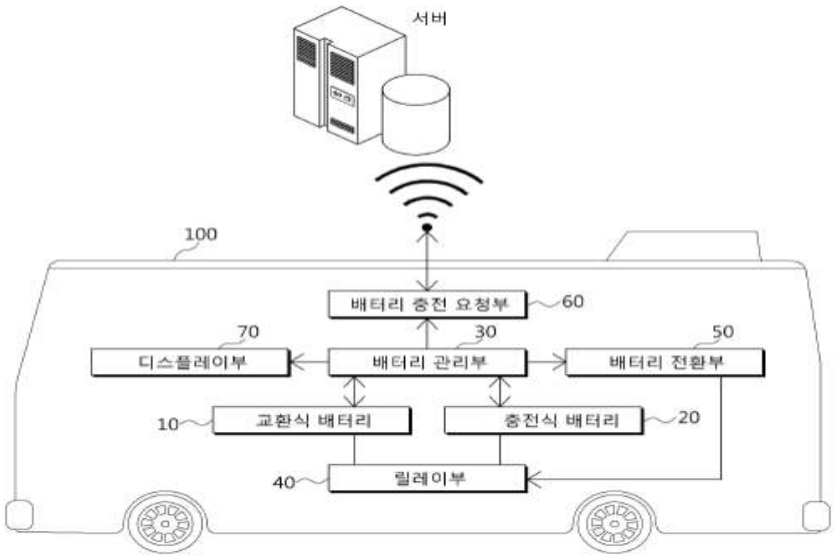
<그림 3.88> 전기버스 관리 시스템

자료 : 국내 특허(공개특허 : 10-2013-0102251)

(3) 전기버스

○ 교환식 배터리의 구동이 불가능한 경우를 대비하여 플러그인 방식으로 충전 가능한 충전식 배터리를 추가로 장착하고, 배터리 잔량 및 이상 유무 등의 배터리 상태정보를 기초로 전력 공급경로를 제어함으로써 동력원을 지속적으로 공급할 수 있는 전기버스에 관한 특허임

- 배터리 교환 스테이션을 통해 방전된 배터리가 완충된 배터리로 교환될 수 있도록 장착되는 교환식 배터리; 플러그인 방식으로 충전 가능한 배터리로서, 상기 교환식 배터리가 방전된 후에 전력을 공급하기 위하여 마련되는 충전식 배터리
- 상기 교환식 배터리와 상기 충전식 배터리의 상태를 모니터링하여 배터리 상태정보를 제공하는 배터리 관리부
- 배터리 상태정보를 기초로 상기 교환식 배터리와 상기 충전식 배터리 중 전력공급을 위한 배터리를 선택하고, 선택된 배터리에 의하여 전력이 공급되도록 전력공급경로를 전환하는 배터리 전환부를 포함함



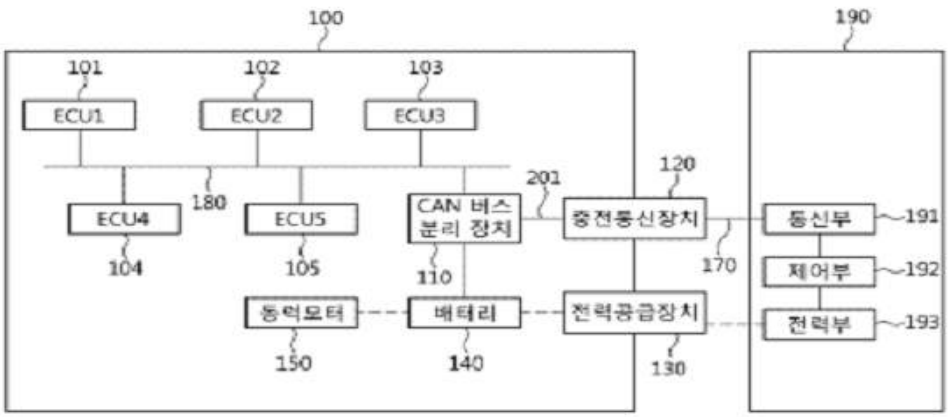
<그림 3.89> 전기버스

자료 : 국내 특허(공개특허 : 10-2014-0006265)

(4) 전기자동차의 C A N 버스 분리 장치 및 이를 이용한 전기자동차의 C A N 통신 보안 방법

○ 전기자동차의 CAN 버스 분리 장치 및 이를 이용한 전기자동차의 CAN 통신 보안 방법에 관한 특허임

- 포함된 전자 제어 유닛(Electronic Control Unit; ECU)과 제 1 CAN(Controller Area Network) 데이터를 송수신하는 제1 CAN 버스 인터페이스부
- 상기 전기자동차에 연결된 충전기와 통신하기 위한 충전통신장치와 제2 CAN 데이터를 송수신하는 제2 CAN 버스 인터페이스부
- 상기 제2 CAN 버스 인터페이스부를 통해 수신된 상기 제2 CAN 데이터가 상기 제1 CAN 버스 인터페이스부로 전달되는 것을 차단하는 제어부를 포함



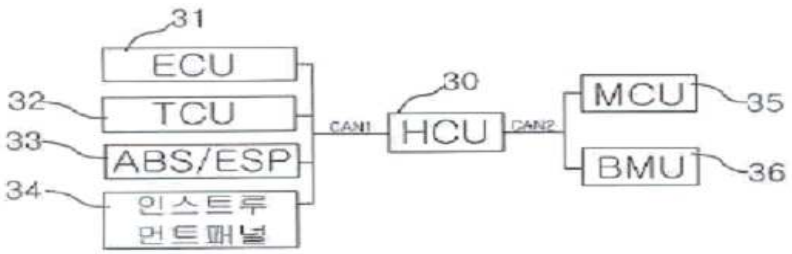
<그림 3.90> 전기자동차의 C A N 통신 보안 방법

자료 : 국내 특허(공개특허 : 10-2013-0136852)

(5) 하이브리드 전기자동차의 캔버스시스템

○ 캔 트래픽의 중복을 방지하여 효율을 향상시키고, 기존 차량의 캔 아이디를 변경하지 않고 그대로 사용할 수 있도록 하여 하이브리드전기자동차의 개발시간 및 개발비용을 절감할 수 있도록 한 하이브리드 전기자동차의 캔버스시스템에 관한 특허임

- 하이브리드 전기자동차의 최상위제어기인 HCU; 엔진제어기인 ECU, 변속제어기인 TCU, 차량의 안정을 꾀하는 ABS/ESP가 상기 HCU와 제 1 CAN 버스로 각각 연결됨
- 전기에너지 충전 및 차량구동을 수행하는 모터제너레이터를 제어하는 MCU, 고전압용 배터리제어를 수행하는 BMU, 고전압 라인에서 12V 라인으로 충전 기능을 수행하는 직류컨버터가 상기 HCU와 제 2 CAN 버스로 각각 연결된 것을 특징으로 함



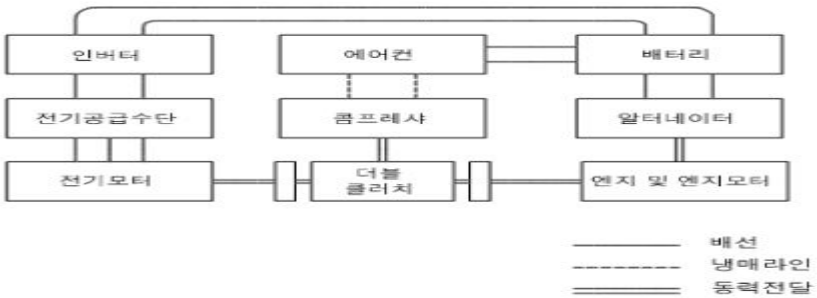
<그림 3.91> 하이브리드 전기자동차의 캔버스시스템

자료 : 국내 특허(등록특허 : 10-0841693)

(6) 전기겸용 에어컨 시스템을 구비한 버스

○ 전기겸용 에어컨 시스템은 구비한 버스에 관한 특허임

- 상기 엔진모터의 회전력을 상기 콤프레셔에 인가하는 엔진인가부와, 상기 전기모터의 회전력을 상기 콤프레셔에 인가하는 전기인가부 및, 상기 엔진인가부 또는 상기 전기인가부 중 하나의 동력을 선택적하는 전환하는 변환부로 이루어진 더블클러치(200)와
- 상기 배터리에 연결되는 인버터와, 상기 인버터와 상기 전기모터에 전기를 공급하는 전기공급수단으로 이루어져, 전기모터 사용으로 소음 및 매연이 전혀 없어 환경문제 해결 및 시민들의 민원발생이 방지되며 연료비절감 또한 탁월하다는 특징이 있음



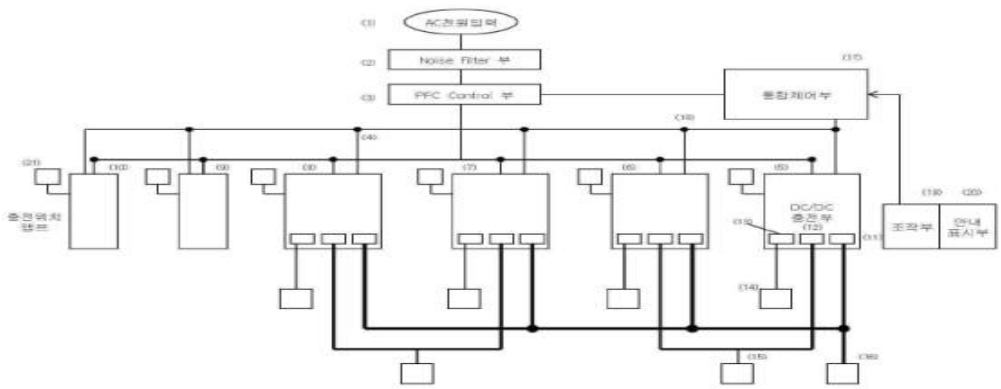
<그림 3.92> 전기겸용 에어컨 시스템을 구비한 버스

자료 : 국내 특허(공개특허 : 10-2012-0097701)

(7) 전기구동 차량의 급속충전 및 충전용량 조절이 가능한 충전 스테이션

○ 전기구동 차량을 급속충전하고, 저속 전기차에서 전기 버스까지 충전 가능한 충전 스테이션에 관한 특허임

- 입력 교류전원의 역률을 보상하고, 소형모듈 다수개가 병렬 연결되어 있는 PFC
- 상기 PFC를 공유하는 다수의 DC/DC 충전기
- 상기 다수의 다수의 DC/DC 충전기를 단독으로 사용하거나, 일부를 병렬 연결하여, 전기구동 차량을 충전시키는 충전포트를 포함하여 이루어짐



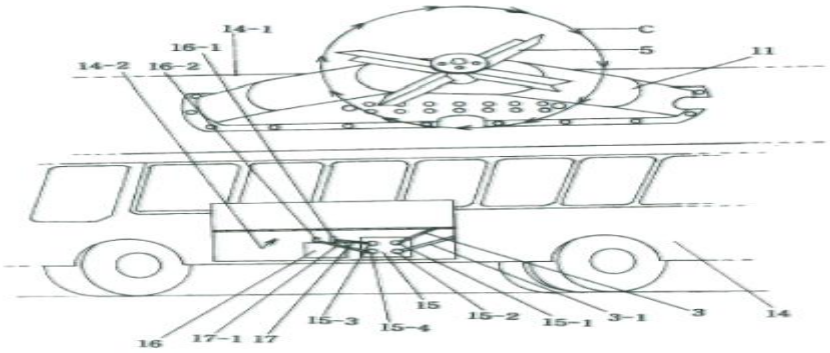
<그림 3.93> 전기구동 차량의 급속충전 및 충전용량 조절이 가능한 충전 스테이션

자료 : 국내 특허(공개특허 : 10-2011-0137675)

(8) 버스 지붕에 장착하는 수직형 풍력발전기

○ 버스지붕에 장착하는 수직형 풍력발전기에 관한 특허임

- 수직형 풍력발전기의 몸체 사면에 롱 고정암나사를 각각 끼워서 수직으로 고정 장착하기 위한 암나사삽입고정대가 일체형으로 갖고
- 상기 수직형 풍력발전기의 전기자축암나사에 하나의 결합체로 갖는 회전부 둘레에 자형 회전날개가 일체하고
- 상기 수직형 풍력발전기의 몸체를 보호 및 외관상 미려를 갖도록 커버가 일체 구비되고
- 상기 수직형 풍력발전기에서 생산된 전기에너지를 일력 변환시키기 소형정류기와
- 상기 소형정류기에 의해 변화된 전기(전류)를 저장하는 축전지에 충전시켜 충전된 전기에너지를 버스의 축전지에 충전시켜 사용하거나, 또는 전기버스의 축전지에 자동으로 재충전시켜 사용이 편리하도록 이를 제공하는 발명임



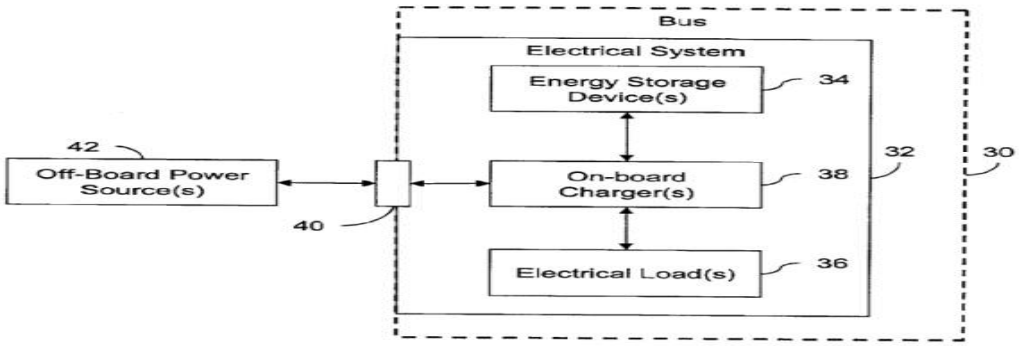
<그림 3.94> 버스 지붕에 장착하는 수직형 풍력발전기

자료 : 국내 특허(공개특허 : 10-2011-0042274)

나. 미국 특허 조사

(1) Passenger bus with on-board charger

○ 여객을 운송하는 버스에 전기 에너지 저장 장치를 충전하는 장비와 방법에 관한 특허임
- 버스에 전기를 공급하는 전기 에너지 저장 장치와 off-board 상에서 전기를 받아주는 인프라 장치, on-board 충전기로 구성됨

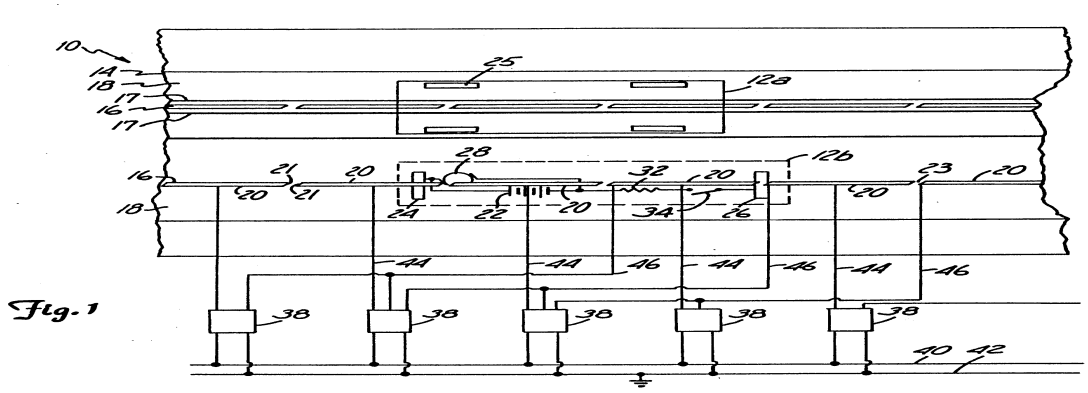


<그림 3.95> Passenger bus with on-board charger

자료 : 미국 특허(공개번호 : US 2013/0181679 A1)

(2) Electrical vehicle transportation system

○ 전기 차량을 포함한 대중교통 시스템에 관한 특허임
- 상기 시스템은 부하지지면을 갖는 도로를 포함하고, 상기 도로는 전기 버스에 에너지 공급이 가능한 제어 회로별로 압축이 가능하며 종방향으로 정렬된 부분들로 분할됨



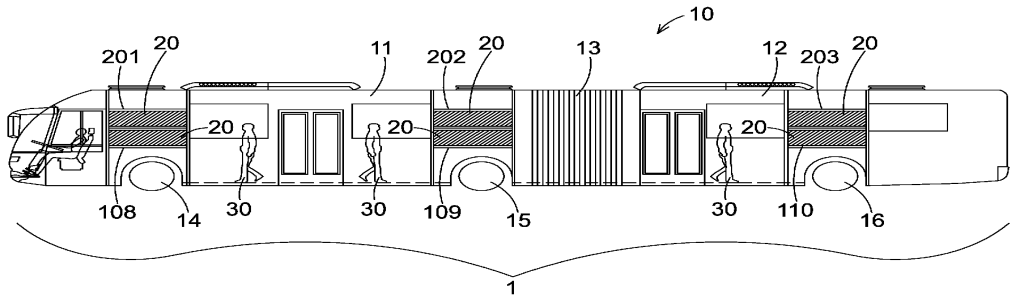
<그림 3.96> Electrical vehicle transportation system

자료 : 미국 특허(공개번호 : US 1992/00514898 A1)

(3) Battery module configuration structure for articulated electricbus

○ 전기 버스의 배터리 모듈 구성 구조를 개선하여 공간 활용을 높이고, 수송 용량을 증대하는 방법에 관한 특허임

- 전기 버스 배터리 모듈의 구성은 차량, 복수의 wheel shafts를 포함함
- 복수의 wheel shafts는 각각 차량의 아래에 배치되며, 배터리 모듈은 차량 내부에 배치됨
- 습기 침투 또는 제동에 의한 배터리 수명과 안전 문제가 해결됨



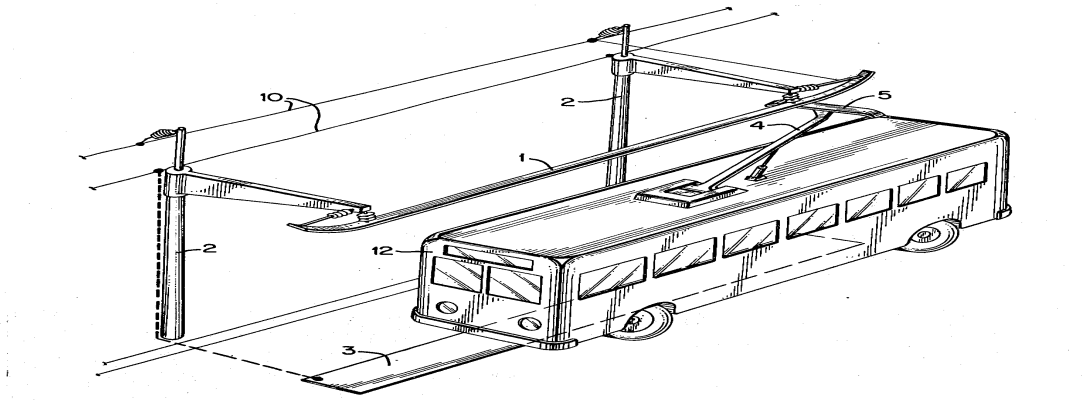
<그림 3.97> Battery module configuration structure for articulated electricbus

자료 : 미국 특허(공개번호 : US 2015/0165885 A1)

(4) Electric traction transportation system with storage battery powered vehicles and fast recharge at the vehicle stops

○ 대중교통 시스템 중 저장 배터리를 사용하는 차량에 관련된 특허임

- 미리 노선과 정류장이 정해진 차량의 사용 시 trolley를 사용하여 배터리를 제거하지 않아 정류장에서 배터리 충전을 더 빠르게 할 수 있음
- 각 정류장은 배터리를 제거하지 않고 버스와 연결하여 배터리 충전이 가능하도록 하는 장치들로 구성됨

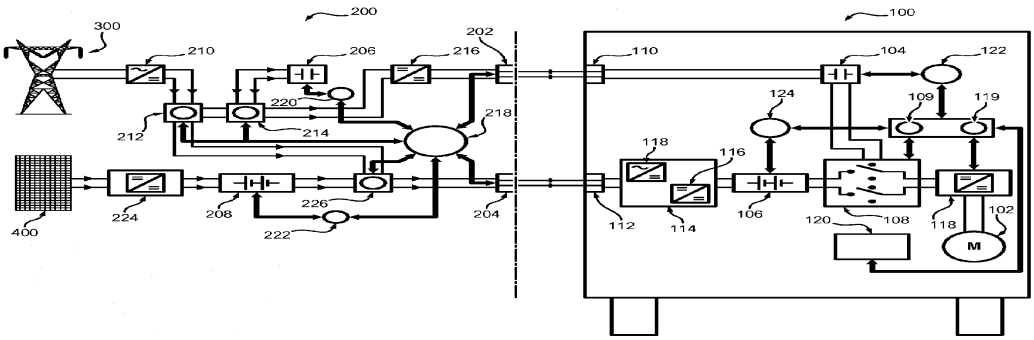


<그림 3.98> Electric traction transportation system with storage battery powered vehicles and fast recharge at the vehicle stops

자료 : 미국 특허(공개번호 : US 1976/3955657)

(5) Electrical vehicle and associated transport facility

○ On-board 에너지 저장 장치를 가지고 있는 전기 엔진을 장착한 전기 차량에 관한 특허임
- 에너지 저장 장치는 하나 이상의 supercapacitor를 포함하며, 두 번째 에너지 저장 모듈은 하나 이상의 베터리를 포함함
- 또 상기 특허는 차량과 하나 이상의 차량을 충전할 수 있는 정류장을 포함함

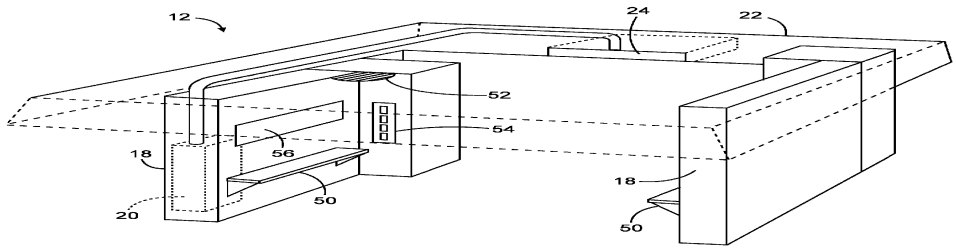


<그림 3.99> Electrical vehicle and associated transport facility

자료 : 미국 특허(공개번호 : US 2016/0167678 A1)

(6) Vehicle charging station

○ 급속 충전 배터리를 사용하는 차량의 Zero-footprint 충전 시스템에 관련된 특허임
- 상기 충전 시스템은 정류소에 버스가 완전히 들어가서 충전하는 시스템으로, 정류소는 여객이 대기하는 장소를 포함함
- 또 급속 충전 배터리를 충전하기 위한 정류소 내부에 설치된 충전 장치들이 포함됨



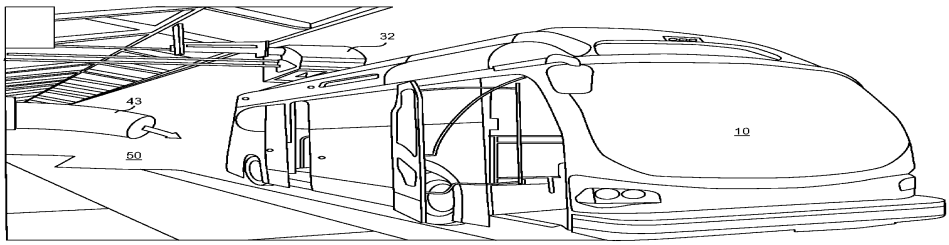
<그림 3.100> Vehicle charging station

자료 : 미국 특허(공개번호 : US 2017/0028864 A1)

(7) Harnessing heat during electric vehicle charging

○ 전기 차량의 충전 정류소의 열을 관리하는 방법에 관련된 특허임

- 상기 특허는 정류소의 구성 요소에서 나오는 가열된 열을 배출하는 장치와, 콘솔과 연결되어 가열된 열을 저장하는 장치로 구성됨



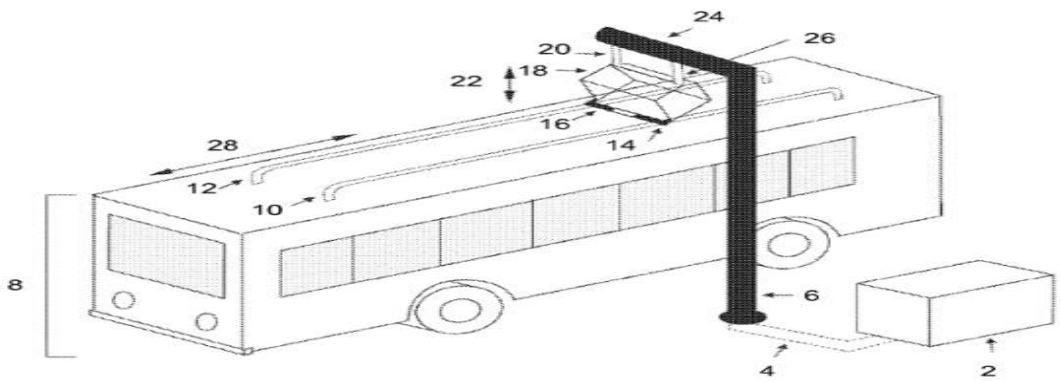
<그림 3.101> Harnessing heat during electric vehicle charging

자료 : 미국 특허(공개번호 : US 2016/ 009260025 B1)

(8) Charging systems for electric vehicles

○ 전기 차량 혹은 하이브리드 차량의 충전 시스템과 방법에 관련된 특허임

- 상기 시스템은 배터리 충전 정류소와 그와 관련된 충전 장치들을 포함하며, 미리 경로가 정해지지 않은 기존의 차량과 비슷한 타입의 차량도 충전이 가능함

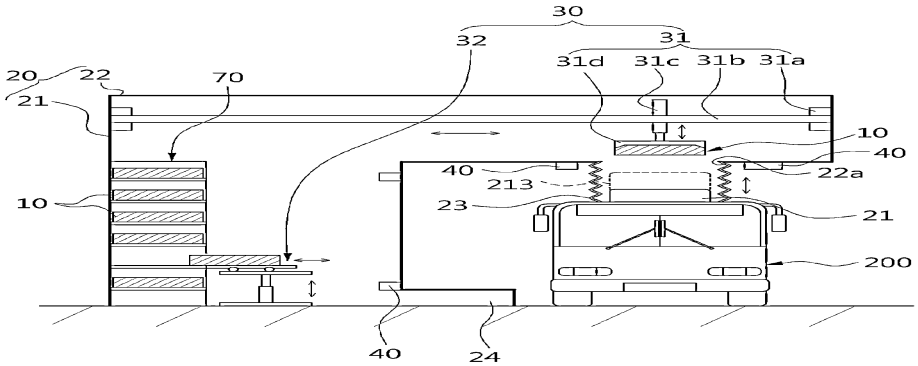


<그림 3.102> Charging systems for electric vehicles

자료 : 미국 특허(공개번호 : US 2017/0217334 A1)

(9) Battery exchanging-type charging station system for electric vehicle

○ 전기 차량의 교환형 배터리 충전 정류소 시스템에 관련된 특허임
- 교환형 배터리 충전 정류소는 전기 차량이 자유롭게 들어오고 나갈 수 있는 출입구와 배터리를 받을 수 있는 로딩 유닛, 배터리 교환 로봇, 충전 정류소 제어 유닛, 충전 정류소에 들어오는 전기 차량의 정보를 수집, 관리하는 유닛으로 구성됨



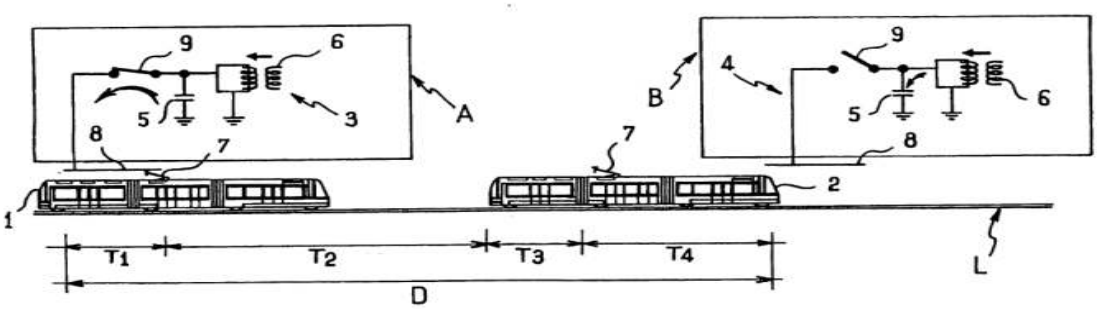
<그림 3.103> Battery exchanging-type charging station system for electric vehicle

자료 : 미국 특허(공개번호 : US 2014/0002019 A1)

다. 유럽 특허 조사

(1) Public transport net with electric vehicles

○ 전기 수송 차량과, 정류소를 포함하는 대중교통 시스템에 관한 특허임
- 상기 시스템은 대중교통 배터리를 충전하여 전기를 추진력으로 사용하는 수송 차량과 수송 차량이 정차하고 배터리를 충전 수 있는 정류소를 포함함

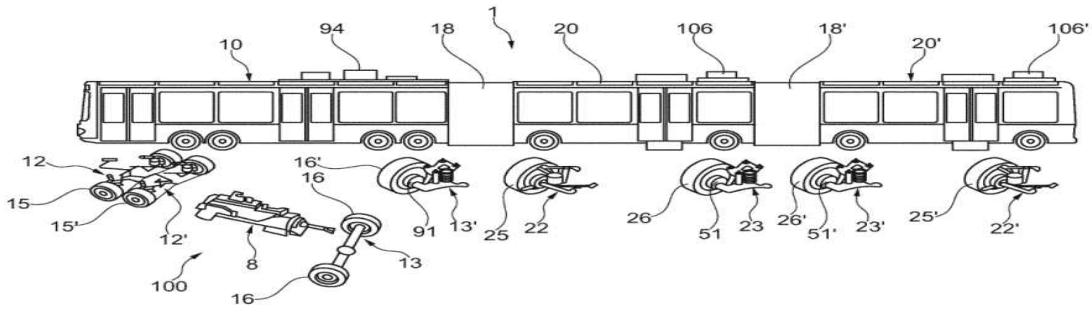


<그림 3.104> Public transport net with electric vehicles

자료 : 유럽 특허(공개번호 : EP 0 968 873 B1)

(2) Articulated vehicle for transporting passengers with an improved driving system

○ 전방에 차량의 드라이빙 시스템을 제공하는 carriage을 장착하고 후방에 보조 드라이빙 시스템을 장착하여 개선된 드라이빙 시스템을 제공하는 차량에 관한 특허임

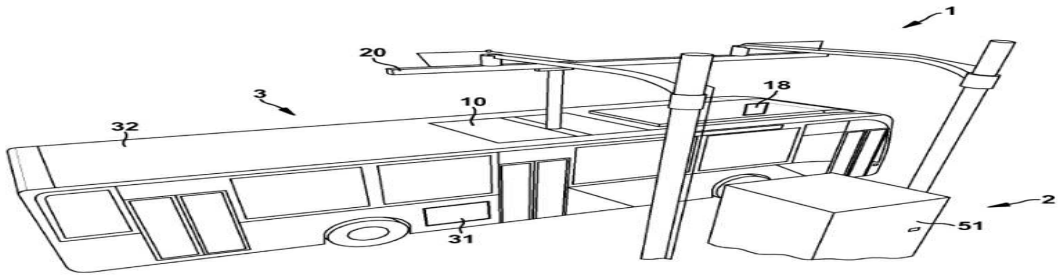


<그림 3.105> Articulated vehicle for transporting passengers with an improved driving system

자료 : 유럽 특허(공개번호 : EP 2 933 172 B1)

(3) Connecting apparatus for connecting an electrically powered vehicle to a charging station

○ 전기 차량을 충전할 수 있는 정류소와 관련 장비에 관한 특허임
- 상기 시스템은 전기 차량을 충전할 수 있는 정류소와 전기 차량 위에 장착되는 연결 시스템으로 구성됨

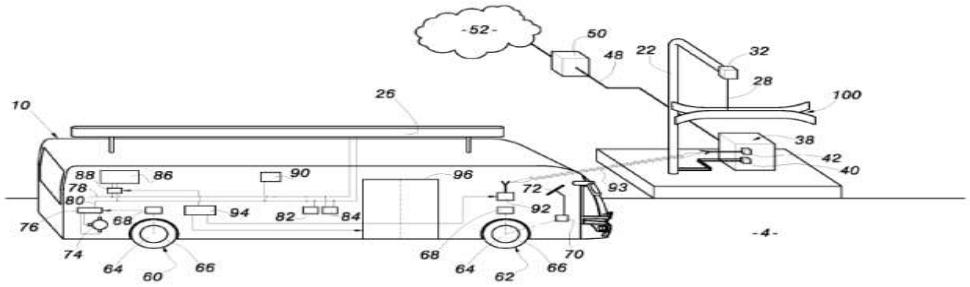


<그림 3.106> Connecting apparatus for connecting an electrically powered vehicle to a charging station

자료 : 유럽 특허(공개번호 : EP 2 981 432 B1)

(4) Public transport system, electrical vehicle and recharging station for said system

○ 전기 차량과 충전 정류소와 관련된 대중교통시스템에 관한 특허임
- 상기 대중교통 시스템은 제 3 전기 전도체로 구성된 양극성 레일과 전기 차량에 연결된 제 3 collector shoe를 포함함



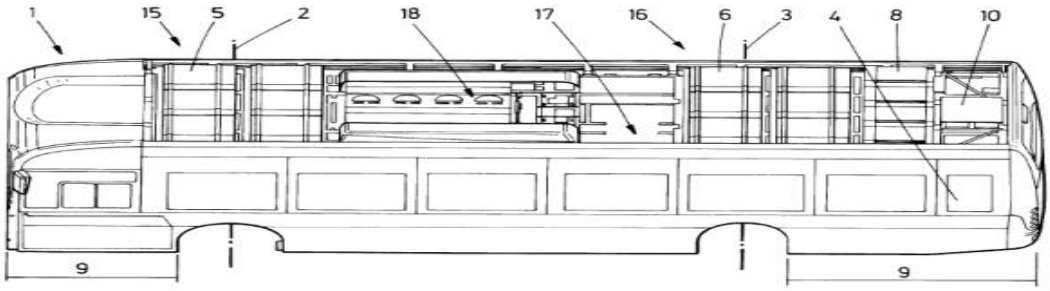
<그림 3.107> Public transport system, electrical vehicle and recharging station for said system

자료 : 유럽 특허(공개번호 : EP 2 380 767 A1)

(4) Bus

○ 하나 이상의 전기 충전 모터를 장착한 전기 버스와 관련된 특허임

- 상기 시스템은 전기 추진 모터, 앞 축, 뒷 축, 여객 이용 부분, 여객 이용 부분 상단에 위치한 2개 이상의 전기 에너지 저장 장치로 구성됨



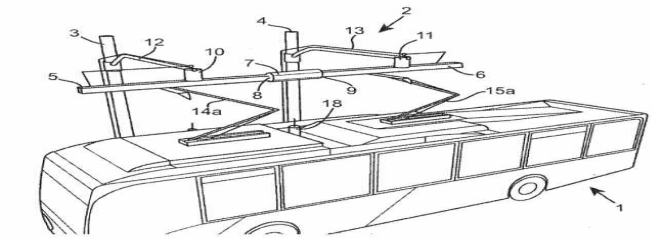
<그림 3.108> BUS

자료 : 유럽 특허(공개번호 : EP 3 176 022 A1)

(5) Electric vehicle charging station and charge receving arrangement for a vehicle

○ 전기 차량을 충전하기 위한 충전 정류소와 배터리에 관련된 특허임

- 상기 정류소는 차량을 정류소와 연결하기 위해 하나 이상의 전도성 elements를 포함함
- 전기 차량은 상기 전도성 elements를 지지하지 위한 장치들을 포함함



<그림 3.109> Electric vehicle charging station and charge receving arrangement for a vehicle

자료 : 유럽 특허(공개번호 : EP 2 504 190 B1)

4. 소결

○ 국내외 특허(미국, 유럽, 일본)를 검색한 결과 전기버스 충전 인프라와 관련된 특허는 7,809건, 미국 특허 424건, 유럽 특허 98건, 일본특허 3건이 검색되었음

○ 기존에 등록된 특허는 개별 전기 버스 충전 시스템과 관련된 특허로 새로운 기술개발에 따른 등록으로 판단됨

○ 표준 추진 현황은 선행과제에서 추진한 스마트 e-bus관련 국내 표준(KS)과 국제표준(IEC)이 등록 된 것으로 판단됨

○ 그러나 국내에서 개발된 플러그인 충전형 전기버스, 온라인 무선충전 전기버스, 배터리 교환형 전기버스의 충전 기술의 특성을 고려하여 대중교통 시스템에 적용하기 위한 표준 추진 사례는 검색되지 않는 것으로 판단됨

○ 따라서 세 가지 유형의 전기버스 충전 인프라의 구축 시 발생할 수 있는 중복 투자를 배제하고 효율적인 최적의 충전 인프라 투자를 위하여 세 가지 유형의 전기버스 충전 인프라의 BRT 적용을 위한 표준을 추진할 필요성이 있는 것으로 판단됨

5. ISO TC/204 국제 표준 제안

가. ISO TC/204 위킹그룹 개요

○ 현재 ISO 국제표준의 TC 204 는 지능형교통체계(Intelligent Transport System)의 주요 기술의 표준화를 추진하고 있는 기구로 12개 Working Group 이 있음

<표 3.103> ISO TC 204의 Working Group

Working Group	주요 논의 내용
WG1	Architecuture
WG3	ITS Database Technology
WG4	Automatic vehicle and equipment identification
WG5	Fee and toll collection
WG7	General fleet management and commercial/freight
WG8	Public transport/emergency
WG9	Integrated transport information, management and control
WG10	Traveller information systems
WG14	Vehicle/roadway warning and control systems
WG16	Communications
WG17	Nomadic Devices in ITS Systems
WG18	Cooperative systems

나. WG8 국제표준 추진 현황

○ WG8에서는 대중교통과 긴급재난 관련된 국제표준을 개발하기 위해 최근 기술 동향을 파악하여 국제 표준으로 추진하기 위한 검토 회의를 1년에 2회에 걸쳐 개최하고 있으며, 주요 논의 사항을 핵심별로 정리하면 다음과 같음

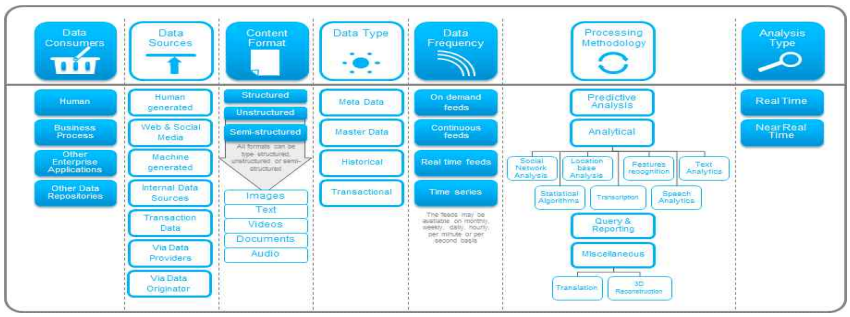
(1) 대중교통분야의 빅데이터 활용 관련

○ 2016년 빅데이터를 활용한 대중교통분야의 표준을 추진하기 위한 스터디 그룹이 결성되었음

○ 2016년 빅데이터에 관련된 워크숍이 열렸고, 표준 필요성과 가능성이 있는 분야에 대한 방향을 설정하기 위해 각 워킹 그룹간 토의 진행

○ 교통부분에서의 빅데이터를 정의하고 Internet of Transport (IoTransport)의 5개 계층(이용자 경험, 서비스, 정보 수집, 정보관리, 교통운영)에 대한 구체적인 설명을 함

○ 빅데이터를 4가지(4 V) 항목, 즉 자료의 크기(Volume), 다양성(Variety), 분석 속도(Velocity), 정확성(Veracity) 측면에서 일반 DATA와 구별하고, structured, semi-structured, unstructured data로 Big data를 구분



<그림 3.110> 교통부문 빅데이터의 개념 및 구분

(2) Connected Vehicle 관련

○ 대중교통 분야에 새롭게 등장하는 자동차의 기술과 관련하여 대중교통에 적용할 수 있는 사례 분석과 새로운 Work item 도출을 위해 WG 8에서 관심을 갖고 있음

○ 우리나라의 전기버스 충전인프라 구축과 운영 경험을 살려서 표준을 주도하고, 특히 BRT에 적용하기 위한 충전 표준을 국내 기술을 토대로 제시해야 한다고 판단됨

○ 전기버스 BRT 적용을 위한 충전인프라 구축 방안에 대한 표준 추진 가능성 높음

(3) Open Payment 관련

○ open payment system에서 구상하는 큰 그림은 대중교통체계 관련한 요금지불체계를 통합하기 위한 표준을 제정하는 것으로, 이를 위한 open payment system의 범위와 개념을 정립하고 시스템의 구축 및 운영에 대한 표준 문서를 작성하는 것을 목표로 스터디 그룹으로 출발함

○ 이와 관련된 최근 기술 동향과 적용 사례를 검토하고, 전문가의 의견을 듣는 단계이며, 우리나라의 대중교통 요금지불 체계 사례와 기술을 소개한 바 있음

○ 2016년에는 Interoperability between IFM Systems and NFC Model Devices, Conformance Testing for Fare Management Systems, Account based Ticketing Validation에 대한 구체적인 안건에 대한 토론이 이루어졌음

(4) 대중교통체계의 긴급 대피 및 재난재해 대응 및 복구 관련

○ 대중교통체계의 긴급 대피 및 재난재해 대응 및 복구 관련한 문서 (Emergency Evacuation and Disaster Response and Recovery-Part 1- Framework and Concept of Operations) DIS 19083-1에 대한 검토와 향후 추진 계획을 논의함

○ NP 19083-2 Information flow, NP 19083-3 Guidelines for training and exercise use case discussions를 발표하고 의견 수렴

○ 새로운 item으로 E-call Device for Emergency on Connected Vehicle이 제안됨

○ 긴급 대피 및 재난재해 대응 및 복구에 대한 표준 작업은 꾸준히 진행 중이며, 교통시스템과 긴급차량 등의 연계도 필요하며, e-call 서비스에 대한 제안이 적절한 시기에 되었다고 판단되며, 새로운 표준 안건이 계속 제안될 수 있을 것으로 판단됨

<표 3.104> WG 8의 진행 중인 표준 현황

번호	표준번호	표준명	단계					
			PWI	NP	WD	CD	DIS	FDIS
1	ISO 24014 Part 1	Interoperable Fare Management Systems (IFMS)					√	
2	ISO 24014 Part 2	supplementary Concepts of Part 1 for Business Practices						√
3	ISO 24014 Part 3	complimentary concepts to Part 1 for multi- application media						√
4	17185-Part 1	Public Ttransport User Information-Part 1-Framework						√
5	17185-Part 2	Public Transport Data and Interface Standards Catalogue and Cross Reference						√
6	17185-Part 3	Public Transport User Information Use Cases for the Worldwide Traveller						√
7	19083-1	Emergency Evacuation and Disaster Response and Recovery-Part 1-Framework				√		
8	19083-2	Emergency Evacuation and Disaster Response and Recovery- Part 2-Information Flow		√				
9	19083-3	Emergency Evacuation and Disaster Response and Recovery- Part 3-Use Cases	√					
10		Conformance testing for Fare Management Systems		√				
11	20526	Account-based Ticketing Standards Requirements		√				
12		Interoperability between IFM Systems and NFC Mobile Devices	√					
13		Standard Identifier Formats for Public Transport Media	√					

다. WG8 국제표준 제안

○ 2016년 10월, ISO TC 204 WG 8에 참석하여 전기자동차 충전인프라 관련 내용 논의함. 주요 회의 내용은 다음과 같음

□ Public Transport Connected Vehicle Standards Discussion

1. 주요내용
   - ○ 대중교통분야에서 Connected Vehicle에 대한 관심이 높아가고 있으며, 이에 대한 적용 및 활용 방안 모색

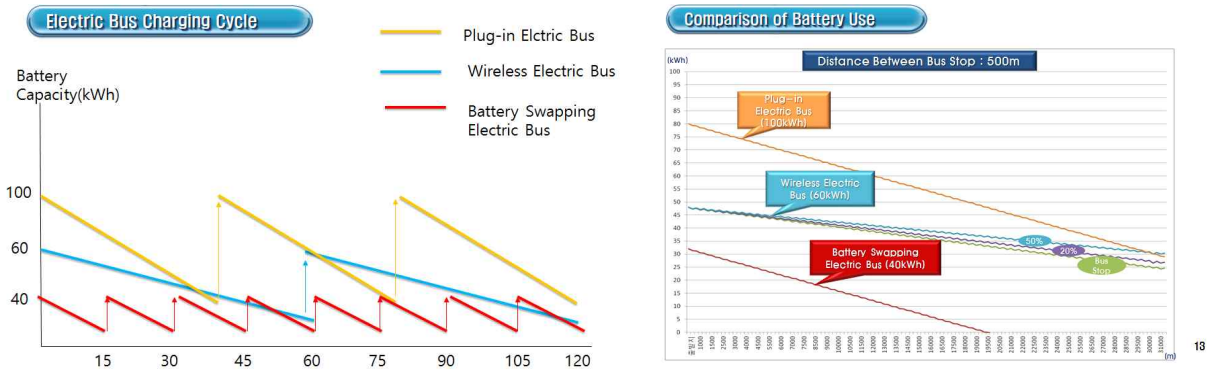
2. 중요도
   - ○ 대중교통 분야에 새롭게 등장하는 자동차의 기술과 동향을 파악할 필요가 있으며 대중교통에 적용할 수 있는 사례 분석과 새로운 Work item 도출을 위해 WG 8에서 관심을 갖고 있어 표준 추진 가능성 높음

3. 금번 회의 주요 내용

○ 전기버스의 3가지 종류와 충전 인프라에 대한 설명을 교통연구원 김규옥 박사가 소개하였으며, WG8 에서 새로운 표준 안건으로 추진하기로 결정됨

- Public Transport - Charging Infrastructure for Public Transport Electric Bus for BRT Applications

○ 한국에서는 3가지 형태의 전기버스가 개발되었으며, 포항, 구미 등지에서 운영되고 있음



4. 대응 필요성

○ 우리나라의 전기버스 충전인프라 구축과 운영 경험을 살려서 표준을 주도하고, 특히 BRT에 적용하기 위한 충전 표준을 국내 기술을 토대로 제시해야 한다고 판단됨

5. 의결사항

○ PWI: Public Transport - Charging Infrastructure for Public Transport Electric Bus for BRT Applications

○ 대중교통분야에도 connected vehicle 관련 표준 추진이 필요하고 이에 대한 제안을 해줄 것을 다시 요청하고 우리나라의 전기버스 관련 표준 아이템 제안에 추진 결정

○ 국제표준 제안 내용은 다음과 같음

(1) 제목

○ Charging Infrastructure for Public Transport Electric Bus for Bus Rapid Transit(BRT) Applications

(2) 목적

○ To make standard in building charging infrastructure for public electric buses that are able to be operated in the section of BRT lanes in different operating conditions

○ To avoid the possible operation failure due to the lack of charging facilities in BRT roadways

○ To avoid the overinvestment in building BRT charging infrastructure

(3) 범위

○ Define the charging infrastructure that should be installed for different electric buses, specially focused on BRT applications

○ Identify the infrastructure factors that have effects on the running distance per a charging

○ Suggest the charging infrastructure that ensures the safety in the operation by considering the geometric and traffic conditions, and it will cover the charging and roadway guideline for building BRT facilities oriented for electric buses

(4) 내용

○ Introduction and key components of BRT

○ Types of electric buses in several countries

○ Charging infrastructures for each type

○ Characteristics on electric buses and charging infrastructure

○ Requirements for charging infrastructure

○ Analysis on infrastructure factors

○ Implemented cases in each electric bus, and

○ Recommended charging infrastructure

○ 이 안건의 중요성이 참가자에게 인지되어 PWI로 채택되어 향후 추진 방법에 대해 우리나라 전기버스 관련 전문가들과 협의하며 대응 할 계획임

○ 본 연구개발 과제를 통하여 발굴된 국제표준의 지속적인 추진을 통해 국제표준으로 채택될 경우 전기버스 대중교통분야의 충전기술 수출에 경제적 역할이 클 것으로 기대됨

○ 따라서 전기버스 충전 인프라의 BRT 적용을 위한 국제표준 등록을 위한 국토교통부의 지속적인 지원이 필요함

라. 향후 추진 계획

○ 우리나라 전기자동차 정책은 환경부, 산업통상자원부, 국토교통부 등에서 추진되고 있음

○ 환경부는 공공주도 전기차 보급사업을 담당하고, 산업통상자원부는 관련 산업 육성화를 위한 정책을 실시하고, 국토교통부는 전기차 운행지원과 관련한 내용을 담당하고 있음

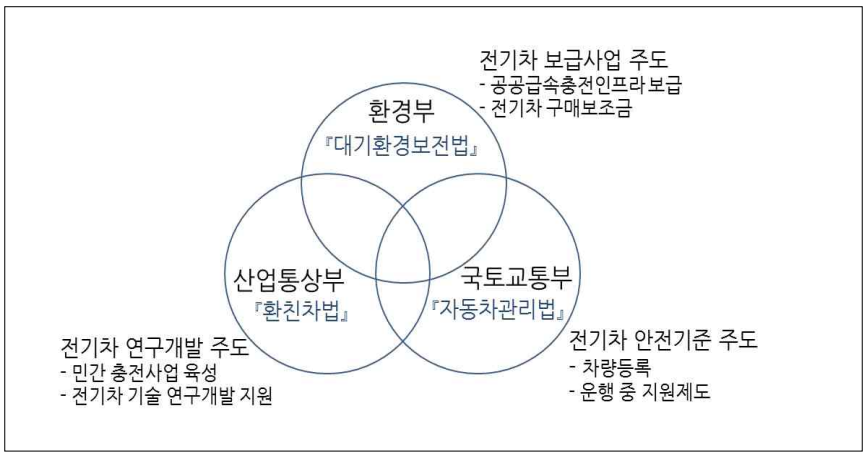
- 환경부는 전기차 보급사업으로 구매보조금을 지급하고, 친환경차 활성화를 위한 자동차 평균 온실가스.연비기준을 마련하는 역할을 함

- 산업통상자원부는 전기차 관련산업으로 민간충전서비스, ESS기반 충전시설 등 에너지 신산업 육성 부문을 담당

- 국토교통부는 전기차의 안전 기준과 운행 관련된 부문을 담당

○ 그러나 지속적인 지원정책에도 불구하고 전기자동차 시장확대는 당초 목표보다 더디게 진행되고 있는 실정

○ 각 부처별 전기차 관련 정책을 추진하는 법적 근거와 주요 추진내용을 정리하면 <그림 3.111>과 같음



<그림 3.111> 국내 전기차 정책 관련 부처 업무

○ 국내 전기자동차 시장은 환경부 주도로 전기차 선도도시 및 일부 지자체 중심으로 실시되는 공공발주를 통해 시작

○ 초기 전기차 수요층은 대부분 공공부문 관용차량이나 준 공공분야 및 대형 기업 중심의 업무용 차량이었지만, '13년 하반기 부터는 전기자동차 구매보조금이 민간 이용자에게 확대되면서 개인용 차량으로 전기자동차를 구매하는 소비자가 늘어나기 시작

○ 그러나 민간구매의 경우에도 전기자동차 보급사업을 실시하는 일부 지자체 지역으로 한정되었고, 구매방식도 공용차량과 마찬가지로 공공발주 형태로 진행

○ 향후, 지자체에서 새로운 전기차 보급사업에 착수할 때는 다른 지자체에서 겪은 시행착오를 최소화하기 위해, 지자체간 경험을 공유하여 효율적인 보급사업이 추진될 수 있도록 해야 할 것이며, 전기버스의 지자체 도입이 점차 확산되고 있음

○ 이러한 시점에서 전기버스의 충전인프라 국제표준이 추진되고 있는 것은 국내 전기버스 산업의 육성과 지자체 전기버스 확산에도 크게 기여할 수 있을 것으로 판단됨

○ ISO TC 204의 국제 표준을 최종단계 까지 마무리 하기 위해서는 국가기술표준원과 협력 할 필요가 있고, 이미 소개된 서로 다른 세가지 타입의 전기버스 국내 지자체의 성공사례 외에, 국외 적용 사례 등을 추가하고 WG 8의 참여 국가의 표준 문서 작성을 유도해야 하는 과정이 남아 있음

○ 향후 지속적인 ISO TC 204 참여와 표준 문서 완성을 위한 관계 기관 협조를 통해 추진하고자 함

○ ISO TC 204 총회는 매년 4월과 10월에 2회 개최되며, 총회에서는 제안된 표준안과 진행 사항에 대해서 토의를 하고 표준 채택 의사결정을 하므로 매년 2회 열리는 총회에 참석해 국제표준을 지속 추진할 계획임

- 현재 제안된 PWI는 2018년 4월까지 NP 투표를 계획하고 있으며, 결과에 따라 2018년 10월 WD를 진행하고, 그 이후인 2019년 2년 간 CD, DIS, FDIS를 추진할 계획임

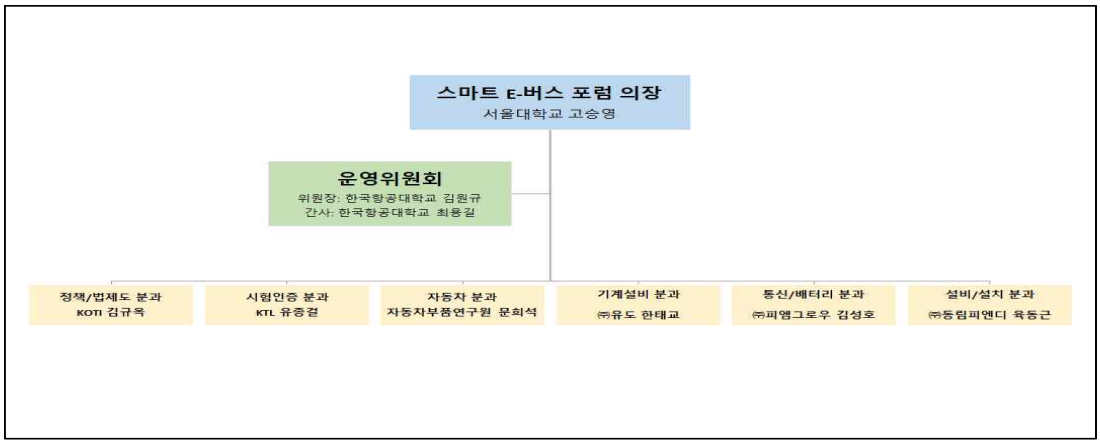
- 국제 표준을 진행하는 데 있어, 총회에 참석하여 진행해야 함에 따라 국외 여비와 국제 표준 문서의 작성에 연구진의 지속적인 협조와 정부의 표준화 지원 요구됨

6. 스마트 E버스 포럼 운영

○ 분과위원회 구성
- 전기버스 분야 별 전문가 집단을 활용한 분과위원회 구성을 통해 전기버스에 관한 전문 기술정보를 공유하고 알리며 배터리 교환형 전기버스 시스템 보급 및 국제 표준화 추진을 위한 설명회 개최

7. 전기버스 설명회 개최 및 의견 수렴

○ 배터리 교환형 전기버스 사업 공무원 대상 설명회 개최



<그림 3.112> 분과위원회 구성

- 2016년 3월 11일, 서울대학교에서 시내버스 관련 공공기관 및 민간업체 담당자 총 58명이 참석하여 주요 논의 내용으로는 친환경 전기버스 지차체 사업 확산 방안 / QCM의 시험·인증기술개발 및 종합 안전 관리체계 구축 / 배터리 교환형 전기버스 시스템 지원을 위한 비상충전시스템 / 친환경전기버스 도입사례 / 전기버스 사업 확대를 위한 관련 법·제도 개선 방안에 관한 논의를 진행
- 전기버스를 도입하고자 하는 전국지자체, 운송사업체, 관련 전문업체들을 대상으로 배터리 교환형 전기버스의 개발 내용 및 사업화 모델 등을 설명하여 전기버스에 관한 정확한 정보를 전달하고 인식을 높임, 또한 사업 추진 관련 공무원 및 운송업체 담당자들의 제도적 실무적 기관들의 의견을 수렴





<그림 3.113> 배터리 교환형 전기버스 사업 공무원 대상 설명회 개최

○ 제3회 국제전기자동차엑스포 참가

- 2016년 3월 19일~23일, 제주국제 컨벤션 센터에서 국제 엑스포에 배터리 교환형 전기버스 부문 특별세미나 운영을 통해 국내 우수 기술을 소개하고 사업화 방향을 논의함

○ 배터리 교환형 전국버스운송조합연합회 대상 설명회 개최

- 2016년 7월 14일, 전국버스운송조합 연합회에서 해당 연합회를를 대상으로 배터리 교환형 전기버스 시스템의 소개 및 기술적 설명을 통해 배터리 교환형 전기버스 연구 개요 /

배터리 교환형 전기버스 시스템 / 도입 사례 및 전기버스 비교 분석 / 친환경 전기버스 사업확산 모델 및 비교 분석 / 전기버스 도입 활성화를 위한 법제도 개선(안) / 전국버스운송조합연합회와 협력 방안을 논의 함

- 실무 운송사업체의 입장을 대변하는 운송조합 엽합회와의 설명회를 통해 보다 실무적입장의 배터리 교환형 전기버스 도입 및 표준화에 관한 정보전달 및 논의를 수행함





<그림 3.114> 배터리 교환형 전국버스운송조합연합회 대상 설명회 개최

제 9 절 관련제도 개선방안 마련

1. QCM 설치 관련 법제도 현황 분석

○ 배터리 교환형 전기버스시스템은 배터리 교환형 전기버스와 전기버스에 충전을 제공할 수 있는 충전시설과 배터리교환시설로 구성됨
- QCM의 설치 및 운영과 관련된 법령은 도로 및 교통시설과 관련된 법령, 교통운영 체계와 관련된 법령, 국토의 이용 및 도시 계획과 관련된 법령으로 구분해 볼 수 있음
- 배터리 교환형 전기버스의 운영과 관련된 법령은 운수사업자 관리를 위한 법령, 대중교통 체계 운영을 위한 법령, 환경과 관련된 법령이 있음

가. 도로법

○ 현행 법령에서는 전기자동차의 충전 인프라를 설치하기 위해 도로점용에 관한 허가를 도로관리청에서 득하여 설치할 수 있다고 규정하고 있음

○「도로법」 제61조 및 도로법 시행령 제55조에서는 전기차의 충전인프라를 설치하기 위하여 도로 점용에 관한 허가를 도로관리청에서 득하여 설치 할 수 있다고 규정하고 있음
-「도로법」 제61조에서는 공작물. 물건, 그 밖의 시설물을 신설, 개축, 변경 또는 제거하거나 그 밖의 사유로 도로(도로구역 포함)을 점용하려는 자는 도로관리청의 허가를 받도록 하고 있음
- 또한「도로법시행령」 제55조에서 도로관리청의 허가를 받을 수 있는 공작물로 전기자동차 충전시설과 지중배전용기기함을 규정하고 있음

○ 그러나 「도로법」에 따라 도로에 설치하려는 QCM은 버스정류시설, 배터리 충전시설 및 배터리 교환 시설로 정의 될 수 있으며, 해당 시행령 제55조에서 정의하는 전기자동차 충전시설의 성격과는 다소 차이가 발생 할 수 있음
- 또한「도로법시행령」 제3조에 전기버스 배터리 충전시설 및 전기버스 배터리 교환시설이 정의되어 있지 않음
- 따라서 배터리 교환형 전기버스시스템의 특성을 고려하여 도로시설물로 정의하고, 이를 설치하기 위한 도로점용 허가에 관한 사항을 정하도록 개선필요

도로법 제61조 및 도로법 시행령 제3조, 제3조의1, 제55조

도로법

제61조(도로의 점용 허가)

① 공작물·물건, 그 밖의 시설을 신설·개축·변경 또는 제거하거나 그 밖의 사유로 도로(도로구역을 포함한다. 이하 이 장에서 같다)를 점용하려는 자는 도로관리청의 허가를 받아야 한다. 허가받은 기간을 연장하거나 허가받은 사항을 변경(허가받은 사항 외에 도로 구조나 교통안전에 위험이 되는 물건을 새로 설치하는 행위를 포함한다)하려는 때에도 같다.

② ~ ④ 생 략

도로법 시행령

제3조(도로의 부속물) 법 제2조제2호바목에서 "대통령령으로 정하는 시설"이란 법 제23조에 따른 도로관리청(이하 "도로관리청"이라 한다)이 설치한 다음 각 호의 시설을 말한다.

1. 주유소, 충전소, 교통·관광안내소, 졸음쉼터 및 대기소
2. 환승시설 및 환승센터
3. 장애물 표적표지, 시선유도봉 등 운전자의 시선을 유도하기 위한 시설
4. 방호울타리, 충격흡수시설, 가로등, 교통섬, 도로반사경, 미끄럼방지시설, 긴급제동시설 및 도로의 유지·관리용 재료 적치장
5. 화물 적재량 측정을 위한 과적차량 검문소 등의 차량단속시설
6. 도로에 관한 정보 수집 및 제공 장치, 기상 관측 장치, 긴급 연락 및 도로의 유지·관리를 위한 통신시설
7. 도로 상의 방파시설(防波施設), 방설시설(防雪施設), 방풍시설(防風施設) 또는 방음시설(방음림을 포함한다)
8. 도로에의 토사유출을 방지하기 위한 시설 및 비점오염저감시설(「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 제2조제13호에 따른 비점오염저감시설을 말한다)
9. 도로원표(道路元標), 수선 담당 구역표 및 도로경계표
10. 공동구
11. 도로 관련 기술개발 및 품질 향상을 위하여 도로에 연접(連接)하여 설치한 연구시설

제55조(점용허가를 받을 수 있는 공작물 등) 법 제61조제2항에 따라 도로점용허가(법 제107조에 따라 국가 또는 지방자치단체가 시행하는 사업에 관계되는 점용인 경우에는 협의 또는 승인을 말한다)를 받아 도로를 점용할 수 있는 공작물·물건, 그 밖의 시설의 종류는 다음 각 호와 같다. <개정 2014.11.24., 2015.8.11.>

1. 전주·전선, 공중선, 가로등, 변압탑, **지중배전용기기함**, 무선전화기지국, 종합유선방송용단자함, 발신전용휴대전화기지국, 교통량검지기, 주차측정기, **전기자동차 충전시설**, 태양광발전시설, 태양열발전시설, 풍력발전시설, 우체통, 소화전, 모래함, 제설용구함, 공중전화, 송전탑, 그 밖에 이와 유사한 것

2 ~ 12 생 략

나. 도시계획 시설의 결정 구조 및 설치기준에 관한 규칙

○ 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제43조제2항에 따라 위임된 도시계획 시설의 결정 구조 및 설치 기준에 관한 규칙에서는 동 시행령 제2조에서 규정된 기반시설을 세부 및 범위에 관한 사항을 규정하고 있음

- 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령」 제2조에서 정의하는 기반시설은 교통시설을 포함하고 있으며, 교통시설은 도로, 철도, 항만, 공항, 주차장, 자동차정류장, 궤도, 운하, 자동차 및 건설기계검사시설, 자동차 및 건설기계운전 학원을 규정함

○ 도시계획 시설의 결정 구조 및 설치 기준에 관한 규칙 제31조에서는 자동차 정류장에 해당하는 시설을 규정하고 있음

- 여객자동차 터미널, 물류터미널, 공영차고지, 공동차고지, 화물자동차 휴게소, 복합환승

센터를 자동차 정류장에 해당하는 시설로 규정함

○ 또한 제33조 제2항에서 자동차 정류장에 설치할 수 있는 시설로 부대시설과 편의 시설을 설치할 수 있도록 규정하고 있음
  - 규칙 제33조 제2항에서 규정하는 부대시설에는 전기차 충전시설 및 배터리 교환시설을 설치할 수 있는 것으로 규정 (2012년 10월 개정)

○ 본 규칙에 따라 공영 및 공동차고지와 복합환승센터에는 배터리 교환 시설을 설치할 수 있으나 환승 센터 및 복합환승센터 설계 및 배치 기준에 따른 시설로 정의되어 있지 않아 개선이 필요함
  - 환승센터 및 복합환승센터 설계 및 배치 기준은「국가교통체계 효율화법」제50조에 따라 마련되어 운영되고 있음

도시계획시설의 결정구조 및 설치기준에 관한 규칙

제31조(자동차정류장) 이 절에서 "자동차정류장"이란 다음 각 호의 시설을 말한다. <개정 2005.7.1., 2008.1.14., 2008.9.5., 2008.11.6., 2010.3.16., 2013.12.31., 2016.5.16.>

1. 여객자동차터미널 : 「여객자동차 운수사업법」 제2조제5호의 규정에 의한 여객자동차터미널로서 여객자동차터미널사업자가 시내버스운송사업·농어촌버스운송사업·시외버스운송사업 또는 전세버스운송사업에 제공하기 위하여 설치하는 터미널
2. 물류터미널: 「물류시설의 개발 및 운영에 관한 법률」 제2조제2호에 따른 물류터미널로서 물류터미널사업자가 「화물자동차운수사업법 시행령」 제3조제1호에 따른 일반화물자동차운송사업 또는 「해운법」 제2조제3호에 따른 해상화물운송사업에 제공하기 위하여 설치하는 터미널
3. 공영차고지
   가. 여객자동차운수사업용 공영차고지 : 「여객자동차 운수사업법 시행규칙」 제72조의 규정에 의한 공영터미널
   나. 화물자동차운수사업용 공영차고지 : 「화물자동차 운수사업법」 제2조제9호에 따른 공영차고지
4. 공동차고지
   가. 전세버스운송사업용 차고지: 「개발제한구역의 지정 및 관리에 관한 특별조치법 시행령」에 따라 개발제한구역에 설치하는 「여객자동차 운수사업법 시행령」 제3조제2호가목에 따른 전세버스운송사업용 차고지로서 다음의 어느 하나에 해당하는 시설
      1) 「여객자동차 운수사업법」 제53조에 따른 조합 또는 같은 법 제59조에 따른 연합회가 설치하는 차고지
      2) 1)에서 정하는 자 외의 자가 설치하여 지방자치단체에 기부채납하는 차고지
   나. 화물자동차운송사업용 차고지: 「화물자동차 운수사업법」 제21조제4항제2호에 따른 공동차고지로서 다음의 어느 하나에 해당하는 시설
      1) 「화물자동차 운수사업법」 제48조에 따른 협회 또는 같은 법 제50조에 따른 연합회가 설치하는 차고지
      2) 1)에서 정하는 자 외의 자가 「개발제한구역의 지정 및 관리에 관한 특별조치법 시행령」에 따라 개발제한구역에 설치하여 지방자치단체에 기부채납하는 차고지
5. 화물자동차 휴게소: 「화물자동차 운수사업법」 제2조제10호에 따른 화물자동차 휴게소로서 국가 또는 지방자치단체가 설치하거나 소유(「사회기반시설에 대한 민간투자법」 제4조제1호 및 제2호의 경우로 한정한다)하는 휴게소
6. 복합환승센터: 「국가통합교통체계효율화법」 제2조제15호에 따른 복합환승센터

제33조(자동차정류장의 구조 및 설치기준)

① 생략

②자동차정류장에 설치할 수 있는 시설은 다음 각 호와 같다. 다만, 개발제한구역에 설치하는 전세버스운송사업용 차고지 또는 화물자동차운송사업용 차고지에는 「개발제한구역의 지정 및 관리에 관한 특별조치법 시행령」 별표 1 제3호서목나)에 따른 부대시설만 설치할 수 있다. <개정 2004.12.3., 2005.7.1., 2006.11.22., 2011.11.1., 2012.6.28., 2012.10.31., 2013.12.31., 2014.12.31., 2016.5.16.>

1. 부대시설 : 주유소·자동차용 가스충전소·**전기차 충전시설 및 배터리 교환시설**·변전실·보일러실·공해방지시설·자동차 정비시설·방송실·배차실·안내실·차고·세차장·종업원용 휴게실·종업원용 목욕실·종업원용 기숙사·승무원대기실·물류터미널에 설치하는 종업원 및 운송주선업자용 사무실 겸용 숙소
2. ~ 3. 생략
③ 생략

다. 국가 통합교통 체계 효율화법

○ 「국가통합교통체계효율화법」 제50조에서는 사업자가 복합환승센터 개발 실시계획을 수립 할 때는 국토교통부장관이 정하여 고시하는 환승센터의 설계 및 배치 기준을 따르도록 규정하고 있음

- 본 기준에 따른 복합환승센터의 세부시설은 열차, 항공기, 선박, 지하철, 버스, 택시, 승용차 등 교통수단간의 원활한 연계교통 및 환승활동과 상업 업무 등을 복합적으로 지원하기 위한 시설을 설치 할 수 있도록 규정하고 있음
- 그러나 배터리교환 시설 설치를 고려한 버스 정류장 혹은 배터리 교환 시설의 설계 및 배치 기준은 고려하고 있지 않음
- 또한 본 기준에서 정하지 않은 사항은 간선급행버스체계 설계지침을 참고하도록 되어 있으나, 간선급행버스 체계 설계 지침에는 배터리 교환형 전기버스의 설계를 위한 사항 고려하고 있지 않음

국가통합교통체계효율화법

제50조(복합환승센터개발실시계획의 승인)
① 사업시행자는 대통령령으로 정하는 바에 따라 복합환승센터 개발사업의 실시계획(이하 "복합환승센터개발실시계획"이라 한다)을 수립하여 지정권자의 승인을 받아야 한다. 승인을 받은 사항 중 대통령령으로 정하는 중요 사항을 변경하려는 경우에도 또한 같다.
② 사업시행자가 복합환승센터개발실시계획을 수립할 때에는 국토교통부장관이 정하여 고시하는 환승센터(정보안내시설을 포함한다)의 설계 및 배치 기준에 따라야 한다. <개정 2013.3.23.>
③ 복합환승센터개발실시계획에는 개발한 토지·시설 등의 처분에 관한 사항이 포함되어야 한다.
④ 복합환승센터개발실시계획의 승인절차, 첨부서류 및 그 밖에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다. <신설 2015.1.6.>

○ 「대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법률」제2조 제5호에 따라 간선급행버스 설계지침을 마련하여 운영하고 있음

- 본 규칙에서는 간선급행버스 체계(BRT) 설계를 위한 사항들을 정리하고 있으며 최종 수정은 2010년에 이루어짐
- 전기자동차 보급을 위한 시설물로 온라인 전기버스의 운행을 지원하기 위한 시설기준을 제시하고 있으나, 배터리 교환형 전기버스 및 자동충전 시스템에 대한 사항은 고려하고 있지 않음

<표 3.105> QCM 설치 및 운영을 위한 법제도 비교 (국토교통부 관련 법제도)

관련법규	2016년 11월 기준	배터리 자동교환형 전기버스 충전 인프라(QCM)		
		차고지	버스정류장	개선 필요 사항
도로법 제61조 및 도로법 시행령 제55조의 1호	법61조에 따라 대통령령(제55조)이 정하는 도로 점용허가 대상 시설에 지중배전용기기함과 전기자동차충전시설이 규정됨	해당 없음	버스정류소에 QCM 충전 시설을 설치할 수 있음	· 버스정류소에 QCM 충전시설 설치할 수 있으나 QCM 전체 시설에 대한 적용 모호 · QCM은 도로의 부속물로 정의되어 있지 않음
도시계획시설의 결정구조 및 설치기준에 관한 규칙	제33조(자동차정류장의 구조 및 설치기준) 배터리 자동 교환형 전기 버스 충전 인프라 설치 (2012년 개정)	배터리 자동 교환형 전기버스 충전 인프라 설치	복합환승 센터는 자동차 정류장에 해당하여 설치할 수 있음	· 복합 환승 센터 시설물로 QCM 설치할 수 있음 · 그러나 복합환승센터 설계 및 배치 기준에 다른 시설로 정의되지 않음
국가통합교통체계효율화법 제50조에 따른 환승센터 및 복합환승센터 설계·배치 기준	환승센터 및 복합 환승 센터 설계·배치 기준	해당 없음	해당 없음	
대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법률제 2조	법제 2조 5호에 따른 간선급행버스 설계 지침 (2010년 최종)	해당 없음	해당 없음	· 배터리 교환형 전기버스 및 자동충전시스템(QCM)은 고려하지 않음

2. 배터리 교환형 전기버스 운행 관련 법제도 현황

○ 배터리 교환형 전기버스의 운행과 관련된 법제도는 운수사업에 제공되는 버스의 관리를 위한 법률과 전기차 보급사업 대상 버스에 대한 관리 규정이 있음

가. 여객자동차 운사업법

○ 「여객자동차운수사업법」은 여객자동차 운수사업에 관한 질서를 확립하고 여객의 원활한 운송과 여객자동차 운수사업의 종합적인 발달을 도모하는 것을 목적으로 하고 있음

○ 안전한 버스 운행을 확보하기 위한 여객용 자동차 관리 규정으로 자동차의 사용연한을 규정하고 있음

- 동법 제84조에서는 자동차의 차령과 운행거리를 넘겨 운행하지 못하도록 대통령령으로 그 기준을 정하고 있으며, 운수사업용 자동차의 운행 여건을 고려하여 안전성 요건이 충족되는 경우 2년의 범위에서 연장할 수 있도록 정하고 있음
- 「여객자동차운수사업법시행령」 제40조에서 자동차 차령에 대한 세부 기준을 정하고 있으며, 택시 운송사업, 버스 운송사업 등에 따라 차령을 달리 정하고 있음
- 동법 시행령 제40조의 별표 2에서 정하는 승합자동차의 운행연한은 특수여객자동차운송사업용은 10년 6개월로 하고, 그 밖의 사업용 자동차는 9년으로 정하고 있음
- 전기자동차에 대하여 전기자동차 보급현황 및 계획과 충전시설 설치 현황 및 계획, 도로여건 등을 종합적으로 고려하여 일반 자동차에 2년을 더한 기간으로 함

○ 이에 따라 전기버스의 사용연한은 그 밖의 사업용 승용자동차로 9년을 기산하고, 시·도의 전기자동차 보급계획에 따라 조례로 2년을 더하여 11년으로 정할 수 있음
- 또한 승합자동차의 경우「자동차관리법」제43조 제1항 제4호에 따라 임시검사 기준에 적합한 경우 매 6개월마다 사용기한을 최장 2년까지 연장할 수 있음
- 이에 따라 여객자동차 운수사업용 승합자동차의 사용연한은 최소 11년에서 최장 13년까지임

여객자동차 운수사업법 및 시행령

여객자동차 운수사업법
84조(자동차의 차령 제한 등)
① 여객자동차 운수사업에 사용되는 자동차는 자동차의 종류와 여객자동차 운수사업의 종류에 따라 대통령령으로 정하는 연한[이하 "차령"(車齡)이라 한다] 및 운행거리를 넘겨 운행하지 못한다. 다만, 시·도지사는 해당 시·도의 여객자동차 운수사업용 자동차의 운행여건 등을 고려하여 대통령령으로 정하는 안전성 요건이 충족되는 경우에는 2년의 범위에서 차령을 연장할 수 있다. <개정 2014.5.21.>
② ~ ④ 생략

여객자동차 운수사업법 시행령
제40조(자동차의 차령 등) ① 법 제84조제1항에 따라 여객자동차 운수사업에 사용되는 자동차(법 제4조제3항에 따라 외국인만 운송할 것을 조건으로 일반택시운송사업의 한정면허를 받아 운행하는 자동차는 제외한다)의 운행연한(이하 "차령"이라 한다)과 그 연장요건은 별표 2와 같다. <개정 2009.11.27.>

② ~ ⑥ 생략

<표 3.106> 사업용자동차의 차령과 그 연장조건

차종	사업의 구분		차령
승용자동차	여객자동차 운송사업용	개인택시(경형·소형)	5년
		개인택시(배기량 2,400cc 미만)	7년
		개인택시(배기량 2,400cc 이상)	9년
		개인택시[전기자동차(「환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률」 제2조제3호에 따른 전기자동차를 말한다. 이하 같다)]	9년
		일반택시(경형·소형)	3년 6개월
		일반택시(배기량 2,400cc 미만)	4년
		일반택시(배기량 2,400cc 이상)	6년
		일반택시(전기자동차)	6년
	자동차대여 사업용	경형·소형·중형	5년
		대형	8년
	특수여객자동차운송사업용	경형·소형·중형	6년
		대형	10년
승합자동차	특수여객자동차운송사업용		10년 6개월
	그 밖의 사업용		9년

나. 대기환경보전법

○「대기환경보전법」제58조의 제3항에서는 국가나 지방자치단체가 환경친화적 자동차의 이용을 촉진하기 위한 보조금을 지원할 수 있도록 규정하고 있음

- 동 조항에 따라 자금 지원을 할 수 있는 사항에는 배출가스가 매우 적게 배출되는 것으로 환경부장관이 정하여 고시하는 자동차를 구입하는 자로 정하고 있음

○ 그러나 동법 제58조 제15항에는 제3항에 따라 자금을 보호하거나 융자할 수 있는 지원 대상을 정하기 위해 전기자동차 성능평가를 실시할 수 있도록 규정하고 있음

○ 이에 따라 동시행규칙 제79조의9에 전기자동차 성능평가에 관한 세부 규정을 정하고 있으며, 전기자동차 보급대상 평가에 관한 규정을 고시하고 있음
- 환경부 고시에서 규정하는 전기자동차 차종에는 고속전기자동차, 저속전기자동차, 화물자동차, 전기버스로 구분되고, 전기버스에는 플러그 충전형, 무선충전형 및 배터리 교환형 전기버스에 대한 기준을 제시하고 있음

대기환경보전법과 시행령

대기환경보전법

제58조(저공해자동차의 운행 등) ① ~ ② 생략

③ 국가나 지방자치단체는 저공해자동차의 보급, 배출가스저감장치의 부착 또는 교체와 저공해엔진으로의 개조 또는 교체를 촉진하기 위하여 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자에 대하여 예산의 범위에서 필요한 자금을 보조하거나 융자할 수 있다. <개정 2009.5.21., 2012.2.1., 2012.5.23., 2016.1.27.>

1. 저공해자동차를 구입하거나 저공해자동차로 개조하는 자
2. 저공해자동차에 연료를 공급하기 위한 시설 중 다음 각 목의 시설을 설치하는 자
   가. 천연가스를 연료로 사용하는 자동차에 천연가스를 공급하기 위한 시설로서 환경부장관이 정하는 시설
   나. 전기를 연료로 사용하는 자동차(이하 "전기자동차"라 한다)에 전기를 충전하기 위한 시설로서 환경부장관이 정하는 시설
   다. 그 밖에 태양광, 수소연료 등 환경부장관이 정하는 저공해자동차 연료공급시설
3. 제1항 또는 제2항에 따라 자동차에 배출가스저감장치를 부착 또는 교체하거나 자동차의 엔진을 저공해엔진으로 개조 또는 교체하는 자
4. 제1항에 따라 자동차의 배출가스 관련 부품을 교체하는 자
5. 제1항에 따른 권고에 따라 자동차를 조기에 폐차하는 자
6. 그 밖에 배출가스가 매우 적게 배출되는 것으로서 환경부장관이 정하여 고시하는 자동차를 구입하는 자

④ ~ ⑭ 생략

⑮ 환경부장관은 제3항에 따라 자금을 보조하거나 융자할 수 있는 지원 대상을 정하기 위하여 환경부령으로 정하는 바에 따라 전기자동차 성능 평가를 실시할 수 있다. <신설 2016.1.27.>

대기환경보전법 시행령

제79조의9(전기자동차 성능 평가)

① 법 제58조제15항에 따라 전기자동차 성능 평가를 받으려는 자는 별지 제36호의2서식의 전기자동차 성능 평가 신청서(전자문서로 된 신고서를 포함한다)에 다음 각 호의 서류를 첨부하여 한국환경공단에 제출하여야 한다.

1. 전기자동차의 구성에 관한 서류 1부
2. 전기자동차에 탑재된 배터리의 제작서·종류·용량 및 자체 시험결과가 포함된 서류 1부
3. 1회 충전 시 주행거리 시험 결과서(시험방법이 기재된 것을 말한다) 1부
4. 주요 전기장치의 제원에 관한 서류 1부

② 법 제58조제15항에 따른 전기자동차의 성능 평가 항목은 다음 각 호와 같다.

1. 1회 충전 시 주행거리
2. 충전에 걸리는 시간
3. 그 밖에 전기자동차의 성능 확인을 위하여 환경부장관이 정하여 고시하는 항목

③ 그 밖에 전기자동차 성능 평가에 필요한 사항은 환경부장관이 정하여 고시한다.

[본조신설 2016.7.27.]

<표 3.107> 배터리 모교환형 전기버스 관련 법제도

관련법규	관련 부처	2016년 11월 기준	전기버스 관련 규정	
			관련 내용	재정지원
여객자동차운수사업 법 제84조	국토교통부	법제 84조 및 시행령 제40조의 별표 2 전기버스 사용 연한은 일반 버스와 동일하게 봄	사용 연한 규정	해당 없음
대기환경 보전법 제 58조	환경부	법제58조 제15항에서 배터리 교환형 전기버스 의 성능평가 기준 정의	전기자동차 성능평가	구매 지원 근거

3. 전기버스 재정지원 관련 법령 현황

○ 전기버스 확산을 위한 재정지원 관련 법령으로 대중교통 부문 재정지원 법제도와 친환경자동차 이용촉진을 위한 법제도 부문을 고려해 볼 수 있음

○ 대중교통부분 지원 법제도는 버스구매지원과 관련된 법령, 전기차 충전시설 지원 법령, 교통체계 개선 지원 관련 법령으로 구분
- 버스 구매 지원과 관련된 법령은 「여객자동차 운수사업법」,「대중교통의 육성 및 이용 촉진에 관한 법」,「대기환경 보전법」이 해당됨
- 전기차 충전시설관련 법령은 대기환경 보전법이 적용됨
- 교통체계 개선 지원과 관련된 법령은 「대도시권 광역교통관리에 관한 특별법」,「국가통합교통체계효율화법」,「간선급행버스 체계의 건설 및 운영에 관한 특별법」이 있음

가. 여객자동차 운수사업법

○ 「여객자동차운수사업법」에서 규정하고 있는 여객용 승합자동차에 대한 재정 지원은 낡은 차량을 대체하는 경우와 경제적·환경 친화적 안전운전 및 관리를 지원하는 시설 및 장비를 확충하는 경우에 지원 대상이 됨
- 법 제50조 제2항에서 여객용 승합자동차 구매를 위한 자금의 보조 또는 융자를 지자체 조례에서 정하도록 하고 있음
- 지자체 조례에서는 해당 지자체의 자금을 고려하여 지원할 수 있으며, 실무적으로 친환경차 혹은 저상차를 지원 대상으로 하고 있음

여객자동차 운수사업법

제50조(재정 지원)
① 국가는 여객자동차 운수사업자가 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사업을 수행하는 경우에 재정적 지원이 필요하다고 인정하면 대통령령으로 정하는 바에 따라 그 여객자동차 운수사업자에게 필요한 자금의 일부를 보조하거나 융자할 수 있다. <개정 2009.5.27., 2013.3.23.>
1. 자동차의 고급화나 터미널의 현대화
2. 수익성이 없는 노선의 운행
3. 공동시설이나 안전관리시설의 확충과 개선
4. 낡은 차량의 대체(代替)
5. 터미널의 이전이나 규모·구조·설비의 확충·개선
6. 여객자동차 운수사업의 서비스 향상을 위한 시설·장비의 확충 또는 개선
7. 여객자동차운송가맹사업을 위하여 필요한 시설·설비의 설치 및 개선
8. 경제적·환경친화적 안전운전 및 관리를 지원하는 시설·장비의 확충과 개선
9. 그 밖에 여객자동차 운수사업을 진흥하기 위한 것으로서 국토교통부령으로 정하는 사항

② 시·도는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사유가 있으면 여객자동차 운수사업자에게 필요한 자금의 일부를 보조하거나 융자할 수 있다. 이 경우 보조 또는 융자의 대상 및 방법과 보조금 또는 융자금의 상환 등에 관하여 필요한 사항은 해당 시·도의 조례로 정한다. <개정 2009.5.27., 2014.1.28.>
1. 여객자동차 운수사업자가 제1항 각 호의 어느 하나에 해당하는 사업을 수행하는 경우
2 ~ 6 생략

③ ~ ④ 생략

나. 대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법

○ 「대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법」에서는 저상버스의 도입 등 대중교통 수단의 고급화 및 다양화를 위한 재정지원을 규정하고 있음
- 지원을 원하는 지자체 또는 대중교통운영자는 국토교통부의 관련 부서에 신청을 하도록 하고 있고, 소요자금의 전부 또는 일부를 지원할 수 있음

대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법

제12조(대중교통육성을 위한 재정지원)
국가 또는 지방자치단체는 대중교통의 육성 및 이용촉진을 위하여 지방자치단체 또는 대중교통운영자에게 다음 각호의 어느 하나에 해당하는 사업에 필요한 소요자금의 전부 또는 일부를 대통령령이 정하는 바에 따라 보조하거나 융자할 수 있다. <개정 2008.3.28.>
1. 제10조의 규정에 의한 대중교통수단의 우선통행을 위한 조치
2. 저상(底床)버스의 도입 등 대중교통수단의 고급화·다양화
3. 환승시설 등 대중교통시설의 확충·개선
4. 제10조의5에 따른 전국호환 교통카드의 설치·운용
5. 그 밖에 대통령령이 정하는 대중교통의 육성 및 이용촉진을 위한 사업

다. 대기환경보전법

○ 「대기환경보전법」제58조에서는 저공해자동차의 운행을 촉진하기 위하여 저공해자동차를 구입하거나 저공해자동차로 개조하는 자에 대하여 지자체가 자금을 지원할 수 있도록 규정

하고 있음

- 대기환경보전법의 대상이 되는 전기자동차는 법제58조의 제15항에 따라 자동차 성능평가를 받고, 일정 성능기준에 만족한 차량에 한하여 지원하고 있음

대기환경보전법

제58조(저공해자동차의 운행 등) ① ~ ② 생략

③ 국가나 지방자치단체는 저공해자동차의 보급, 배출가스저감장치의 부착 또는 교체와 저공해엔진으로의 개조 또는 교체를 촉진하기 위하여 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자에 대하여 예산의 범위에서 필요한 자금을 보조하거나 융자할 수 있다. <개정 2009.5.21., 2012.2.1., 2012.5.23., 2016.1.27.>

1. 저공해자동차를 구입하거나 저공해자동차로 개조하는 자
2. 저공해자동차에 연료를 공급하기 위한 시설 중 다음 각 목의 시설을 설치하는 자
   가. 천연가스를 연료로 사용하는 자동차에 천연가스를 공급하기 위한 시설로서 환경부장관이 정하는 시설
   나. 전기를 연료로 사용하는 자동차(이하 "전기자동차"라 한다)에 전기를 충전하기 위한 시설로서 환경부장관이 정하는 시설
   다. 그 밖에 태양광, 수소연료 등 환경부장관이 정하는 저공해자동차 연료공급시설
3. 제1항 또는 제2항에 따라 자동차에 배출가스저감장치를 부착 또는 교체하거나 자동차의 엔진을 저공해엔진으로 개조 또는 교체하는 자
4. 제1항에 따라 자동차의 배출가스 관련 부품을 교체하는 자
5. 제1항에 따른 권고에 따라 자동차를 조기에 폐차하는 자
6. 그 밖에 배출가스가 매우 적게 배출되는 것으로서 환경부장관이 정하여 고시하는 자동차를 구입하는 자

④ ~ ⑭ 생략

⑮ 환경부장관은 제3항에 따라 자금을 보조하거나 융자할 수 있는 지원 대상을 정하기 위하여 환경부령으로 정하는 바에 따라 전기자동차 성능 평가를 실시할 수 있다. <신설 2016.1.27.>

○ 또한 전기자동차에 전기를 충전하기 위하 시설로 환경부 장관이 정하는 시설에 대하여 자금을 보조하거나 융자 할 수 있도록 하였고, 필요한 경우 충전시설을 설치할 수 있도록 하였음

- 그러나 QCM이 자동차에 전기를 충전하기 위한 시설에 해당하는가를 판단하기에 다소 모호한 점이 있어 이 규정의 개선이 필요함

대기환경보전법 시행령

제79조의8(전기자동차 충전시설의 설치·운영)

① 한국환경공단은 법 제58조제14항에 따라 다음 각 호의 시설에 전기자동차 충전시설을 설치할 수 있다.

1. 공공건물 및 공중이용시설
2. 「건축법 시행령」 별표 1 제2호에 따른 공동주택
3. 지방자치단체의 장이 설치한 「주차장법」 제2조제1호에 따른 주차장
4. 그 밖에 전기자동차의 보급을 촉진하기 위하여 충전시설을 설치할 필요가 있는 건물·시설 또는 그 부대시설

② 한국환경공단은 전기자동차 충전시설을 설치하기 위한 부지의 확보와 사용 등을 위하여 지방자치단체의 장, 「공공기관의 운영에 관한 법률」 제4조에 따른 공공기관의 장, 「지방공기업법」에 따른 지방공기업의 장에게 협조를 요청할 수 있다. [본조신설 2016.7.27.] [종전 제79조의8은 제79조의10으로 이동 <2016.7.27.>]

<표 3.108> 대기환경보전법에 따른 충전시설 설치 및 설치지원 근거

관련법규	2016년 11월 기준	관련 내용	재정지원	비고
대기환경 보전법 제58조	제58조 제3항 2호의 나목에서 전기를 연료로사용하는 자동차에 전기를 충전하기 위한 시설	사용 연한 규정	설치 재정 지원 근거	자동차에 전기를 충전하기 위한 시설로 QCM이 해당하는가는 그 해석이 모호
대기환경보전법 시행규칙 제79조	제58조 제3항 2호의 나목에 해당하는 충전시설을 동법 시행규칙 제79조의 8 에 따라 설치 운영할 수 있음	그 밖에 전기자동차의 보급을 촉진하기 위한 충전시설의 설치할 필요가 있는 건물.시설 또는 부대시설	설치 근거	

라. 대도시권 광역교통 관리에 관한 특별법

○ 「대도시권 광역교통 관리에 관한 특별법」의 제3조에서는 대도시권 광역교통 기본계획을 20년 단위로 수립하도록 규정하고 있음
- 세부 내용으로 대도시권 대중교통수단의 장기적인 확충 및 개선에 관한 사항과 광역교통시설의 건설에 필요한 재원 조달의 기본방향 및 투자 우선순위에 관한 사항을 포함하도록 하고 있음
- 2016년 현재 대도시권 광역교통 기본계획 변경에 따라 2013-2020년까지 수립되어 있음
- 또한 법 제3조의 2에서는 대도시권 광역교통 시행계획을 5년 단위로 수립하도록 하고 있음, 2016년 현재 제3차 시행계획을 추진하고 있음

○ 동 법에 따라 수립된 기본계획과 시행계획을 근거로 대도시권 대중교통 개선을 위한 시설 건설 및 개량 시 국고에서 보조할 수 있도록 법 제10조 제1항에 규정하고 있음

○ 현재의 대도시권 광역교통 기본계획에서는 도로부문의 탄소배출 저감을 위한 방안으로 대중교통 시스템의 효율화에 중점을 두고 있음

○ 그러나 대중교통수단으로 전기버스 등 친환경자동차 이용을 확대하는 방안은 기본계획 및 시행계획에 반영이 미흡한 것으로 판단됨

마. 국가통합교통체계 효율화법

○ 「국가통합교통체계 효율화법」 제60조에서는 국가 또는 지방자치단체가 복합환승센터 개발 및 운영에 필요한 비용의 일부를 보조할 수 있도록 규정하고 있음

○ 또한 동법 시행령 54조에서 국가 또는 지방자치단체가 보조할 수 있는 사업의 종류를 규정하고 있음
- 시행령 54조에서 규정하는 시설은 버스, 철도, 자전거 등 연계교통수단으로 정류, 정차, 정거시설 또는 그 접근을 위한 시설의 설치가 포함되어 있음

○ 따라서 동법 시행령 제54조에 따라 국가 또는 지방자치단체의 보조를 받기 위한 시설로써 QCM의 해당 여부는 아직까지 모호한 상태임
- 도시계획시설의 결정구조 및 설치기준에 관한 규칙에서 복합환승센터에 QCM을 설치할

수 있도록 규정을 마련하고 있으나, QCM이 복합환승센터 내의 재정지원 대상의 시설물로 정의되는가는 모호한 상태임

○ 또한 복합환승센터 내의 시설물 설치 규정에 QCM의 설치 규정을 포함하고 있지 않으며, 준용가능 지침인 간선급행버스체계(BRT)설계 지침에서도 관련 규정이 정의되어 있지 않음

국가교통체계효율화법 및 동 시행령

국가통합교통체계효율화법

제60조(복합환승센터 개발사업의 지원)

① 복합환승센터 개발사업에 필요한 비용은 사업시행자가 부담한다.

② 국가 또는 지방자치단체는 대통령령으로 정하는 바에 따라 복합환승센터 개발 및 운영에 필요한 비용의 일부를 보조하거나 융자할 수 있다.

③ 국가 또는 지방자치단체는 복합환승센터의 원활한 개발 및 운영을 위하여 필요한 연계교통시설·용수시설 등 기반시설의 설치를 우선적으로 지원하여야 한다.

국가통합교통체계효율화법 시행령

제54조(복합환승센터 개발비용의 보조)

① 법 제60조제2항에 따라 국가나 지방자치단체가 복합환승센터의 개발을 위하여 보조하는 사업(이하 "보조사업"이라 한다)의 종류는 다음 각 호와 같다.

1. 버스, 철도, 자전거 등 연계교통수단의 정류·정차·정거시설 또는 그 접근을 위한 시설의 설치
2. 보행이동시설, 자전거보관시설 등 공익목적의 환승편의시설 설치
3. 보안시설 및 안전시설의 설치
4. 환승정보안내시설 설치

바. 간선급행버스체계의 건설 및 운영에 관한 특별법

○ 「간선급행버스체계의 건설 및 운영에 관한 특별법」에 따라 실시계획의 승인을 받은 간선급행버스 체계 사업에 대하여 필요 사업에 대한 비용을 보조할 수 있도록 규정하고 있음

○ 또한 동법 제5조에서는 간선급행버스 체계 개발계획의 수립에 포함되는 내용을 정의하고 있음

- 동법에서는 노선명, 노선연장, 기종점, 정류소, 차고지, 간선급행버스체계 교차로 등에 관한 계획을 포함하도록 하고 있음
- 따라서 간선급행버스 체계 개발 계획에 배터리 교환형 전기버스 및 QCM을 적용할 수 있도록 개정 필요

<표 3.109> 전기버스 및 충전 시스템 재정지원 관련 규정

관련법규	2016년 11월 기준	관련 내용	재정지원	비고
대기환경 보전법 제58조	제58조 제3항 2호의 나목에서 전기를 연료로사용하는 자동차에 전기를 충전하기 위한 시설	사용 연한 규정	설치 재정 지원 근거	자동차에 전기를 충전하기 위한 시설로 QCM이 해당하는가는 그 해석이 모호
대기환경보전법 시행규칙 제79조	제58조 제3항 2호의 나목에 해당하는 충전시설을 동법 시행규칙 제79조의 8에 따라 설치 운영할 수 있음	그밖에 전기자동차의 보급을 촉진하기 위한 충전시설의 설치할 필요가 있는 건물.시설 또는 부대 시설	설치 근거	

사. 제 법령별 재정지원 규모

○ 대중교통 관련 개선을 위해서 관련 법령에서는 국가나 지방자치단체장이 이를 지원 할 수 있는 근거를 마련하고 있음

○ 「국가통합교통체계 효율화법」 제60조에서는 복합환승센터 개발 보조 사업에 대하여 필요비용의 일부를 지원할 수 있다고 규정하고 있음
- 지원 대상 시설은 버스, 철도, 자전거 증의 연계교통수단의 정류, 정차, 정거시설 또는 환승센터로의 접근시설임
- 지원 규모는 복합환승센터 개발 총사업비의 10% 이내로 국가 기간 복합환승센터의 경우 총 보조사업비의 70%, 광역복합환승센터 총보조사업비용의 50%를 지원할 수 있도록 규정하고 있음

○ 「대도시권 광역교통관리에 관한 특별법」 제10조에서는 광역교통시설의 건설 및 개량을 위한 비용을 지원할 수 있도록 명시하고 있음
- 지원대상은 지방자치단체의 장이 시행하는 광역교통시설의 건설 및 개량 사업으로 지원 규모는 공용차고지 건설 및 개량에 필요한 비용의 30%를 지원함

○ 「간선급행버스 체계의 건설 및 운영에 관한 특별법」 제21조에서는 전환교통지원의 일환으로 보조금을 지원하도록 명시하고 있음
- 지원대상은 국가 및 지방자치단체와 전환교통에 관한 협약을 체결한 교통물류운영자 및 교통물류 이용자, 화주로 지원 규모는 협약 이행실적에 따른 경비의 전부 또는 일부를 지원할 수 있도록 하고 있음

○ 「여객자동차운수사업법」 제50조 1항에서 여객자동차운수사업의 진흥을 위한 국가의 재정지원 방안을 규정하고 있음
- 자동차의 고급화 및 터미널의 현대화를 위한 지원과 대폐차 지원을 할 수 있으며, 서비스 향상, 경제적, 환경 친화적 안전운전 및 관리지원을 위한 장비의 확충과 개선을 위해 지원할 수 있음
- 또한 법 제50조 2항에서 시도지사는 여객자동차 운수사업자에게 버스교통체계를 개선하

는 경우와 감차를 통한 구조조정이 필요한 경우 필요자금의 일부를 지원할 수 있도록 하고 있음

○ 「대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법」 제12조에서는 대중교통 운영자에게 저상버스의 도입 등 수단의 고급화와 다양화를 위한 지원을 명시하고 있음
- 지원대상은 지방자치단체 또는 대중교통 운영자로 소요자금의 전부 또는 일부를 지원할 수 있도록 함

○ 「대기환경보전법」 제58조에서는 친환경자동차 구매지원을 명시하고, 환경부에서는 전기버스 구매를 지원하고 있음
- 지원대상자는 지방자치단체 또는 대중교통 운영자로 지원 규모는 1대당 1억원임
- 그러나 지원 대상 차량은 환경부 고시로 정한 성능적합성 기준에 부합하는 차량으로 제한하고 있음

<표 3.110> 제 법령별 재정지원 규모

법 명	관련 규정	지원 대상	지원 규모
국가통합교통체계 효율화법	- 법 제60조 복합환승센터 개발 보조사 사업 · 버스, 철도, 자전거 등 연계교통수단의 정류, 정차, 정거시설 또는 접근시설	- 보조 사업에 필요한 비용의 일부	- 복합환승센터 개발 총사업비의 10% 이내 · 국가기간복합환승센터: 총보소사업비의 70% · 광역복합환승센터: 총보조사업비용의 50%
대도시권 광역교통관리에 관한 특별법	- 법 제10조 광역교통시설의 건설 및 개량을 위한 비용 지원 규정	- 지방자치단체의 장이 시행하는 광역교통시설의 건설 및 개량 사업	- 공역차고지 건설 및 개량에 필요한 비용의 30%
간선급행버스체계의 건설 및 운영에 관한 특별법	- 법 제32조에서는 체계 건설을 위한 국가재정지원 명시 - 시행령 제27조에서는 필요비용의 지원 비율을 정하고 있음	- 국가 또는 지방자치단체가 시행하는 체계 건설사업	- 광역급행버스체계: 총사업비의 50% - 간선급행버스체계: 수도권은 25%, 그 외 지역은 50%
지속가능 교통물류 발전법	- 법 제21조에서는 전환교통지원의 일환으로 보조금을 지원하도록 명시	- 국가 및 지방자치단체와 전환교통에 관한 협약을 체결한 교통물류운영자 및 교통물류 이용자, 화주	- 협약 이행실적에 따른 경비의 전부 또는 일부
대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법	- 법 제12조에서 환승시설 등 대중교통 시설의 확충 및 개선을 위한 소요자금의 지원 명시 - 법 제13조에서 대중교통시범도시의 지정 및 필요재정을 지원할 수 있도록 명시 - 법 제14조에는 지방자치단체의 장이 설치하는 공영차고지에 대하여 개발환수이익에 관한 법률에 따른 개발부담금, 대체산림자원조성비, 농지보전부담금, 대체초지 조성비 감면 명시	- 지방자치단체 또는 대중교통 운영자	- 소요자금의 전부 또는 일부를 보조하거나 융자할 수 있음
환경 친화적 자동차의 개발	- 법 제11조의2에 환경친화적 자동차의 충전시설 등을 설치하도록 명시	- 공공건물,공동주책, 지역자치단체장이	

법 명	관련 규정	지원 대상	지원 규모
및 보급촉진에 관한 법	- 법 제13조에서 필요자금의 지원 명시	설치한 주차장, 환경친화적 자동차의 보급을 위해 설치할 필요가 있는 건물, 시설 및 그 부대시설의 소유자 또는 관리자	
여객자동차 운수사업법	- 법 제50조 1항에서 여객자동차 운수사업의 진흥을 위한 국가의 재정지원 방안을 규정 · 자동차의 고급화 및 터미널의 현대화, 대폐차 지원 · 서비스 향상, 경제적, 환경친화적 안전운전 및 관리 지원을 위한 장비의 확충과 개선 - 법 제50조 2항에서 시도지사는 여객자동차 운수사업자에게 필요한 자금의 일부 지원 · 버스교통체계를 개선하는 경우, 감차를 통한 구조조정이 필요한 경우	- 여객자동차 운수사업법에 따른 여객운수사업자	- 필요자금의 일부
대중교통의 성 및 이용촉진에 관한 법	- 법 제12조에 저상버스 도입 등 수단 고급화와 다양화를 위한 지원 명시	- 지방자치단체 또는 대중교통 운영자	- 소요자금의 전부 또는 일부
대기환경 보전법	- 법 제58조에서는 친환경자동차 구매 지원을 명시하고ㄴ 환경부에서는 전기버스 구매지원	- 지방자치단체 또는 대중교통 운영자	- 대당 1억원

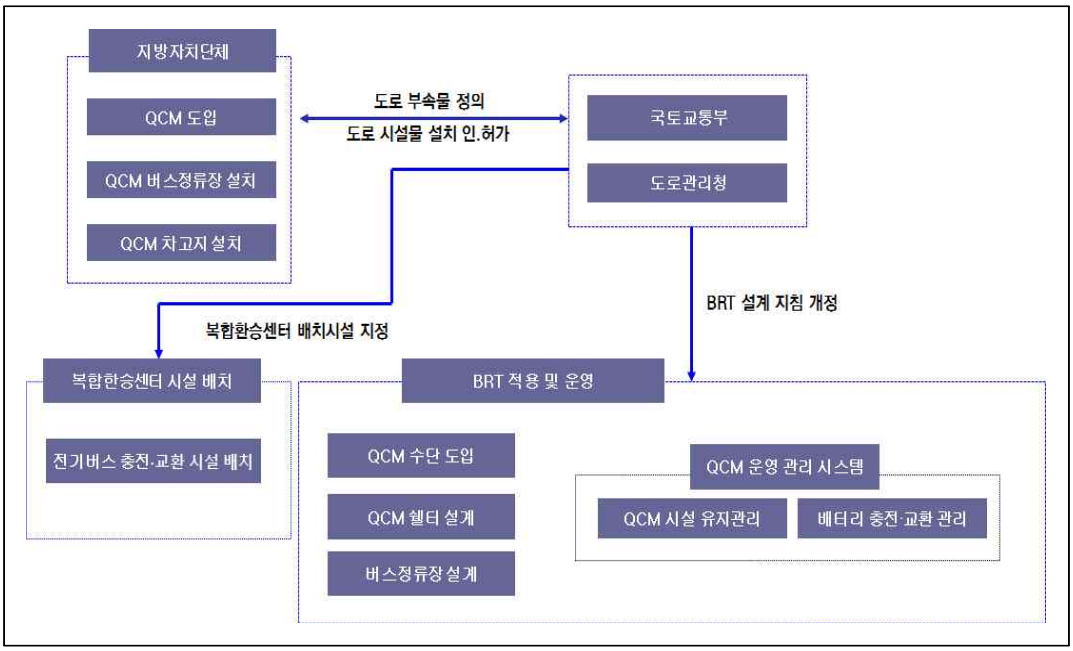
4. 법제도 검토의 시사점

○ QCM은 설치비용이 큰 도로 시설물로 배터리 교환 시설 및 충전 시설이라는 특성 외에 버스 정류소에 설치되는 정거장 시설물 혹은 차고지에 설치되는 시설물로 볼 수 있음
- 그러나 현행 「도로법」에는 전기버스 배터리 충전 시설 및 배터리 교환시설이 부재하며 관련 인허가 시 불편 발생

○ 배터리 교환형 전기버스를 대중교통 시스템에 확대 적용하기 위한 방안으로 교통시스템 기술 및 대중교통 시설 기준에 관련 내용이 포함되어야 함
- 그러나 현행 간선급행버스체계 기술기준 및 복합환승센터 기설 기준에는 관련 내용을 고려하고 있지 않음
- 또한 이들 대중교통 관련 시설 건설을 위해 다양한 재정 지원을 규정하고 있으나, 배터리 교환형 전기버스 시스템에 대한 내용은 아직까지 포함되어 있지 않아 관련 내용을 개선 할 필요가 있음

○ 현재 대중교통 서비스 품질 향상하고 대중교통 안전을 확보하기 위하여 사용연한 만기에 이른 자동차의 폐차에 따른 신규버스 지원과 저상버스 구매 지원을 위해 재정지원 하고 있으나 환경 친화적 자동차의 구매를 지원하는 제도는 미흡한 실정임
- 따라서 전기버스 등과 같은 환경 친화적 버스 구매를 유도하기 위한 법제도 개선이 필요

5. 배터리 교환형 전기버스 운영확산을 위한 제도 개선 방향



<그림 3.115> 배터리 교환형 전기버스 운영확산을 위한 제도개선 방향

○ 배터리 교환형 전기버스의 운영을 결정하는 주체는 지방차치단체와 버스 운영 업체라고 할 수 있으며, 이를 지원하기 위한 관련 법 및 제도 개선이 이루어 필요함

- 특히, 버스준공영제를 도입하여 운영하고 있는 지방자치단체는 버스 운영시스템 도입 의사 결정에 결정적인 역할을 하고 있으며, QCM을 버스 정류장 및 차고지에 설치하는 역할을 하고 있음

○ 이에 따라 정부 및 도로관리청은 지자체의 의사결정 및 실행에 필요한 QCM 시설의 정의, 간선급 행버스 기술 기준 및 설계지침 개선, 복합환승센터의 배치 시설로 지정 등의 법제도 개선 추진

6. QCM 설치, 운영 및 유지관리를 위한 법제도 개선 방안

○ QCM 시설의 기능은 버스정류장, 배터리 급속충전 시설, 배터리 교환시설이라고 할 수 있음

- QCM 시설은 새로운 시설물로 도로법 및 대중교통 관련 법체계에 정의되어 있지 않으며, 전기자동차 및 대중교통 관련 제 지원제도의 대상여부를 결정하는데 어려움 발생
- 이에 따라 QCM 시설의 기능 증에 적합한 법적 정의를 통하여 관련 법제도의 관리 체계의 테두리에 편입시킬 필요 있음

○ QCM 시설의 버스정류시설로의 정의는 형행 「도로법」제2조에 버스정류 시설로 정의되어 있음

○ QCM 시설의 전기차 배터리 충전 시설로의 정의는 아직까지 모호한 상태라고 할 수 있음
- 현행 「도로법시행령」 제3조에서는 도로관리청이 설치한 충전소라고 정의되어 있으나, 이때의 충전소는 전기배터리 충전 시설이라고 해석하기에 모호한 점이 있기 때문에 이를 명확히 정의할 필요가 있음

○ QCM 시설의 전기차 배터리 교환시설로의 정의는 도로법 및 기타 법제도에 정의되어 있지 않음



<그림 3.116> QCM 시설의 기능과 법적 정의

○ QCM 시설의 법적 정의 방안은 QCM이 가진 기능별로 정의하고, 해당 법령을 개정하는 방안과 QCM 시설을 통합적인 시설물로 보고 통합 정의하는 방안이 있음

<표 3.111> QCM 시설의 법적 정의 개선 방안

QCM 시설기능	기능별 현행 법적 정의	정의 개선 방안 (1. 기능별 정의)	정의 개선 방안 (2. 통합 정의)
버스정류시설	- 도로법 제2조에 따른 버스정류 시설	- 현상 유지	- 도로법 제2조의 2호 개정 · 배터리급속충전·교환시설 · 배터리급속충전·교환 버스정류장 - 도로법시행령 제3조1호 개정 · 12호에 도로관리청이 설치한 배터리급속충전·교환 버스정류장(배터리급속충전·교환 시설)
전기차 배터리 충전시설	- 도로법 시행령 제3조 · 도로관리청이 설치한 충전소	- 도로법 시행령 제3조의 1호 · 도로관리청이 설치한 전기버스 배터리 충전 시설 신설 추가	
전기차 배터리 교환시설	- 도로법 미 정의	- 도로법시행령 제3조의 1호 · 도로관리청이 설치한 전기버스 배터리 교환 시설 추가	

- 그러나 QCM 시설 중 버스정류 시설로의 정의는 이미 현행 법제도 내에 정의되어 있음
- 또한 통합 정의할 경우 특정 시설에만 한정된 정의가 될 수 있으며, 향후 이를 응용 및 개선하여 유사한 시설물시 새롭게 정의해야하는 경직성 발생
- 따라서 일부 정의되지 않은 기능을 별개로 정의하는 것이 바람직한 것으로 판단됨

○ QCM 시설의 기능별 정의를 위해 「도로법시행령」 제3조의 1호에 도로관리청이 설치한 전기버스 배터리 충전 시설과 배터리교환 시설 신설 정의함

<표 3.112> 「도로법 시행령」제3조 신구 대조표

현행	개정(안)
제3조(도로의 부속물) 법 제2조제2호 바목에서 "대통령령으로 정하는 시설"이란 법 제23조에 따른 도로관리청(이하 "도로관리청"이라 한다)이 설치한 다음 각 호의 시설을 말한다. 1. 주유소, 충전소, 교통·관광안내소, 졸음쉼터 및 대기소 2 ~ 11 <생 략>	제3조(도로의 부속물) 법 제2조제2호바목에서 "대통령령으로 정하는 시설"이란 법 제23조에 따른 도로관리청(이하 "도로관리청"이라 한다)이 설치한 다음 각 호의 시설을 말한다. 1. 주유소, 충전소, *전기버스 배터리 충전시설, 전기버스 배터리 교환 시설,* 교통·관광안내소, 졸음쉼터 및 대기소 2 ~ 11 <생 략>

○ 「도로법 시행령」제55조는 도로점용허가를 받아 점용할 수 있는 공작물, 물건 및 그밖의 시설의 종류를 정의하고 있음

○ 「도로법 시행령」 제55조의 1호에 전기버스 배터리 교환 시설을 신설 추가하여 QCM 설치를 위한 점용 허가 취득 시 용이하도록 함

<표 3.113> 「도로법 시행령」제22조 신구 대조표

현행	개정(안)
제55조(점용허가를 받을 수 있는 공작물 등) 법 제61조제2항에 따라 도로점용허가(법 제107조에 따라 국가 또는 지방자치단체가 시행하는 사업에 관계되는 점용인 경우에는 협의 또는 승인을 말한다)를 받아 도로를 점용할 수 있는 공작물·물건, 그 밖의 시설의 종류는 다음 각 호와 같다. <개정 2014.11.24., 2015.8.11.> 1. 전주·전선, 공중선, 가로등, 변압탑, 지중배전용기기함, 무선전화기지국, 종합유선방송용단자함, 발신전용휴대전화기지국, 교통량검지기, 주차측정기, 전기자동차 충전시설, 태양광발전시설, 태양열발전시설, 풍력발전시설, 우체통, 소화전, 모래함, 제설용구함, 공중전화, 송전탑, 그 밖에 이와 유사한 것 2. ~ 12 <생 략>	제55조(점용허가를 받을 수 있는 공작물 등) 법 제61조제2항에 따라 도로점용허가(법 제107조에 따라 국가 또는 지방자치단체가 시행하는 사업에 관계되는 점용인 경우에는 협의 또는 승인을 말한다)를 받아 도로를 점용할 수 있는 공작물·물건, 그 밖의 시설의 종류는 다음 각 호와 같다. <개정 2014.11.24., 2015.8.11.> 1. 전주·전선, 공중선, 가로등, 변압탑, 지중배전용기기함, 무선전화기지국, 종합유선방송용단자함, 발신전용휴대전화기지국, 교통량검지기, 주차측정기, 전기자동차 충전시설, *전기버스 배터리 교환 시설*, 태양광발전시설, 태양열발전시설, 풍력발전시설, 우체통, 소화전, 모래함, 제설용구함, 공중전화, 송전탑, 그 밖에 이와 유사한 것 2. ~ 12 <생 략>

7. 대중교통 BRT 적용방안 및 도입 구간 선정 기준 마련

가. 배터리 교환형 전기버스 BRT 구성요소

○ 간선버스급행체계(BRT)의 구성요소는 크게 주행로, 교차로, 차량, 환승시설, 정류소, 운행관리시스템, 요금관리 시스템 등으로 구분됨

○ 배터리 교환형 전기버스를 적용한 BRT의 경우에도 일반 BRT와 동일한 구성요소가 필요하나, 가장 큰 차이점은 차량이 배터리 교환형 전기버스라는 점과 차고지 혹은 주행로에 배터리 교환시설의 구축이 필요하다는 점임

○ 다음 <표3.114>은 일반 BRT와 비교해 배터리 교환형 전기버스의 기술 및 운영적 특징 때문

에 필요한 BRT 시설을 구체적으로 보여주고 있음

○ 배터리 교환형 전기버스 BRT의 기반시설 설치 요구사항
- 일반차량과 완전분리 된 전용주행로를 가짐
- 배터리 교환형 전기버스는 버승 상충부에 배터리 교환장치가 갖추어져 도로에 설치된 배터리 교환시설로부터 충전된 배터리를 교체 받아 바로 주행을 할 수 있는 버스로 일반형 버스에서 개조된 형태의 버스임
- 배터리 교환형 전기버스 BRT 주행로는 입체구조 또는 평면상에서 물리적 시설물을 통해 완전 분리된 전용도로상의 설치 및 주행이 가능해야 함
- 원활한 주행을 위해 교차로 입체처리 또는 우선 신호 처리가 가능해야 하며, 배터리 교환을 위해 정차 중 주변의 버스 안전운행에 지장을 주지 않도록 교환중이라는 표시를 표출해 주어야 함

○ QCM 설치
- 배터리 교환형 전기버스의 충전 및 교환 시설인 QCM은 정류장(가변도로)과 차고지에 설치될 수 있으며, 정류소에 설치하는 QCM은 전기 공급 시설을 고려하고, 충전시설 구축을 위해서는 도로구조와 교통이용 행태 등을 고려할 필요가 있음
- BRT 요금 관리 시스템에서 고려할 사항은 전기사용 요금징수 시스템과 배터리 충방전 관련 시스템이 고려되어야 함

<표 3.114> 배터리 교환형 전기버스 BRT 요구 시설

구성요소	배터리 교환 전기버스 BRT	비고
주행로	- 일반 BRT와 동일	- 충전시설 구축을 도로구조와 교통이용 행태 등 고려 필요
교차로	- 일반 BRT와 동일	※ 배터리 교환형 전기버스의 효율적 운행을 위해서는 신호연동, 버스 우선신호, 보행신호와의 연계 등 필요
차량	- 배터리 교환장치가 장착된 버스	
환승시설	- 일반 BRT와 동일	
정류소	- 충전시설 1. 배터리 교환 시설 2. 전기 공급 시설	- 충전시설 구축을 도로구조와 교통이용 행태 등 고려 필요
운행관리시스템	- 일반 BRT와 동일	
요금관리시스템	- 전기사용 요금징수시스템 별도 필요	

나. 배터리 교환형 전기버스 BRT 사업 노선 선정 기준

(1) 배터리 교환형 전기버스 BRT 노선 선정 검토 항목

○ 배터리 교환형 전기버스의 BRT 분석 노선 선정을 위해서는 기본적으로 일반 BRT 분석 노선 선정 기준이 반영되어야 하며, 배터리 교환형 전기버스가 버스 노선을 최소 1회 운행하는 데 제약이 없어야 함

○ 또한, 배터리 교환형 전기버스 BRT 설계 시에는 기본적으로 국토부의 간선급행버스체계(BRT) 설계 지침[1]에서 제시하는 BRT 설계시 일반적 고려 사항이 반영되어야 함

○ 다음은 배터리 교환형 전기버스의 BRT 선정 시 추가적으로 검토해야 할 항목을 보여줌

<표 3.115> 배터리 교환형 전기버스 BRT 사업 노선 검토 항목

비고	일반 BRT 선정 검토 항목[2]	배터리 교환형 전기버스 BRT 선정 추가검토 항목
구축 용이성	1. BRT 구성요소를 적용 가능 노선 - 전용차로 도입 가능 차로수 - 신호우선처리 교차로 수 - 중요교차로수 - 기존 환승시설 및 공영차고지 활용 가능 2. 기존 간선과 도시형 버스노선 활용가능 노선 - 버스 노선수 및 버스노선 조정 정도 3. 해당 노선내 관련계획으로 인한 제약이 적은 노선 4. 관련 지자체수, 도로 수용 필요 여부	1. 정류장, 주행구간의 충전시설 구축 가능 노선 - 전기 공급시설 이용 가능 - 배터리 교환시설 설치 공간 - 배수시설 및 도로선형 양호 구간 - 별도의 정차면 설치 가능한 정류장 공간 확보 2. 최종 주행 중 SOC 수준이 20% 이상 될 수 있는 노선 3. 친환경 교통체계 구축의 정책추진 의지가 강한 지자체내 노선
구축 시급성	1. 대중교통(버스) 이용수요가 많은 노선 - 축별 버스 이용 수요 - 노선의 첨두시 교통량 2. 기존 대중교통(전철, 경전철) 수단이 부족한 노선 - 전철노선 중복도 및 혼잡도	1. 심한 대기오염으로 친환경교통수단으로의 대체 필요성이 있는 노선 - 축별 이산화탄소 배출량
구축 효율성	1. 지자체간 연계가 가능하고 적절한 소통이 유지되는 노선 - 통행 속도	

(2) 배터리 교환형 전기버스 BRT 사업 노선 선정 기준

○ 배터리 교환시설 설치 가능성과 사업의 효과 등이 높은 노선이 배터리 교환형 전기버스 시범노선으로 선정되어야 하며 주요 항목을 설명하면 표와 같음

○ 또한, BRT 체계를 계획 및 설계할 때에는 BRT 유형의 시설 유지관리 및 개보수를 위해 필요한 목표연도를 설정하도록 BRT 설계지침에 명시되어 있으므로 배터리 교환형 전기버스 BRT 설계 목표연도를 정할 필요가 있음

- 도로의 신설 시, 터널 및 교량 등의 구조물이 포함된 도로구간은 목표연도를 20년으로 하며, 상대적으로 확장이 용이한 토공구간은 10년으로 적용
- 기존에 건설되어 운영 중인 도로 상에 BRT를 도입하는 경우는 설치되는 기반시설의 유지관리 기간이 비교적 작으므로 10년 이하로 하되 BRT 유형에 따라 차등 적용함

○ 따라서, 위 기준을 적용하여 배터리 교환형 전기버스 BRT 적용도로 구간이 신설될 경우는 목표연도를 20년으로 하고, 기존 도로상에 시스템을 구축할 때도 일반 규정에는 10년을 제시하지만 도로에 구축되는 형태이기 때문에 목표연도를 최소 20년으로 설정하는 것이 바람직함

1) 국토교통부, 간선급행버스체계(BRT) 시설의 기술 기준, 2016.
2) 김대호, BRT 구성요소와 국내동향 발표자료(2004.7)

<표 3.116> 배터리 교환형 전기버스 BRT 사업 노선 선정 기준

구분	항목		선정기준
사업 용이성	배터리 교환시설 구축 가능	버스 정류장 수	Km당 개소
		정류장 간 거리	Km당 거리
		구간중 3% 이상 구배 수	Km당 수
		전기공급 시설 구축 필요성	적음
		배터리 교환시설 설치 공간	가로,세로 7m 이상
	BRT 적용 가능	버스전용차로 수	2차로 이상
		일반 차로수	6차로 이상
		신호교차로수	Km당 개소
		신호우선처리 교차로수	Km당 개소
	공사 제약	공사중 대체도로	유무
	관련계획 제약	도로 및 철도 계획	적음
	기타	지자체의 친환경 정책 및 친환경기술 수용 의지	강함
시급성	대기오염 현황	대기오염 정도	높음
	대중교통 공급 현황	대중교통 노선 중복도(%)	낮음
	승용차 수요	승용차 이용수단(%)	낮음
사업 효과	신기술	신기술 도입 홍보 효과	높음
	전용차로 연계	버스전용차로 개선 통행속도	높음
	대기오염 현황	대기오염 농도 감축(%)	높음

○ 배터리 교환형 전기버스 BRT 구간 선정과 목표연도를 설정할 때는 다음과 같은 사항이 고려되어야 함

- 현재와 장래 이용자의 수요 예측
- 목표 서비스 수준
- 도로여건과 장래 확장, 신규건설에 따른 운영 방식과 노선 조정 가능 여부 등이 종합적으로 고려되어야 함
- 절차

· 대상구간의 현재 교통량, 구간별 지체현황 등을 검토하여 전용차로의 설치 가능 및 설치 구간을 설정

· 배터리 교환형 전기버스 BRT 차량의 통행량 및 그에 따른 예상 수송 승객수, 전용차로 설치에 따른 일반차로의 서비스수준 등을 예측

· 배터리 교환형 전기버스 전용차로의 용량 및 차로수, 일반차로의 최소확보 차로수 등을 결정하여 노선 운영 계획 수립

○ 배터리 교환형 전기버스의 경우, 신설인 경우 전용차로가 필요하고, 기존도로의 경우에도 버스 전용차로를 확보하여 운영할 필요가 있으므로 버스전용차로를 이용하여 운영하기 위한 최소 수요가 확보될 필요가 있음

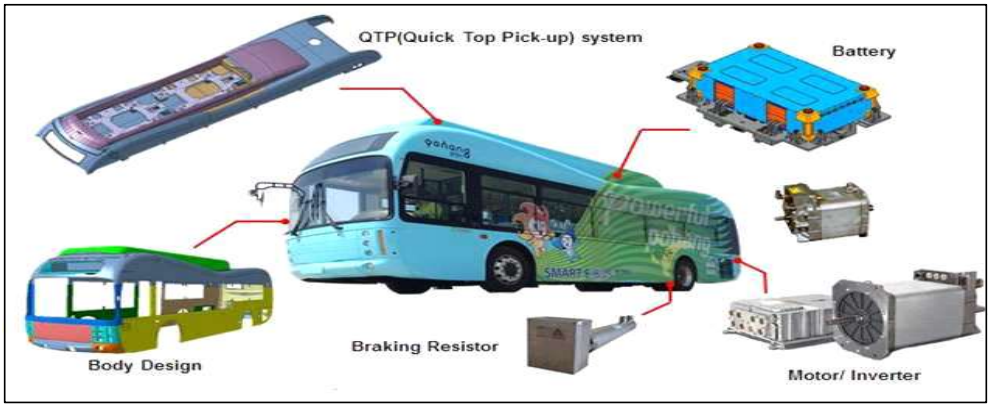
8. 배터리 교환형 전기버스 BRT 시설물 관련 고려 항목

가. 배터리 교환형 전기버스

○ 자동차안전기준에 관한규칙, 교통약자의 이동편의증진법 상의 세부기준과 도로설계기준에 부합

되는 차량제원을 만족하여야하며, 이용자가 전자파로 보호받을 수 있는 장치가 마련되어야 함

○ 배터리 교환형 전기버스에서 교차로의 신호정보, 교환시설까지의 거리 정보 등 교환에 필요한 정보를 제공 받을 수 있도록 구성되어야 함



<그림 3.117> 배터리 교환형 전기버스의 구성 요소

○ 배터리 교환형 전기버스 BRT 설계 기준 차량 :

- 배터리 교환형 전기버스 BRT 설계차량은 기본적으로 일반 BRT 설계 기준차량의 제원을 만족 시켜야 함
- 정차 중 배터리 교환이 이루어질 수 있도록 장치가 마련되고, 배터리 교환중 승객이 보호될 수 있는 안전장치가 마련된 버스로 운행 측면에서는 일반 버스차량의 설계 기준을 충족시켜야 함
- 배터리 교환형 전기버스 차량 규격(폭, 차고, 길이, 바닥높이, 최소회전반경 등)은 아래와 같음

<표 3.117> 배터리 교환형 전기버스 설계 기준 차량 제원

제원(m) / 자동차별	폭	높이	길이	축간거리 (축거)	앞내민 길 이	뒷내민 길 이
대형자동차	2.5	4.0	13.0	6.5	2.5	4.0

비고) 1. 축간거리 : 앞바퀴 차축의 중심으로부터 뒷바퀴 차축의 중심까지의 길이
비고) 2. 앞내민길이 : 자동차의 앞면으로부터 앞바퀴 차축의 중심까지의 길이
비고) 3. 뒷내민길이 : 뒷바퀴 차축의 중심으로부터 자동차의 뒷면까지의 길이

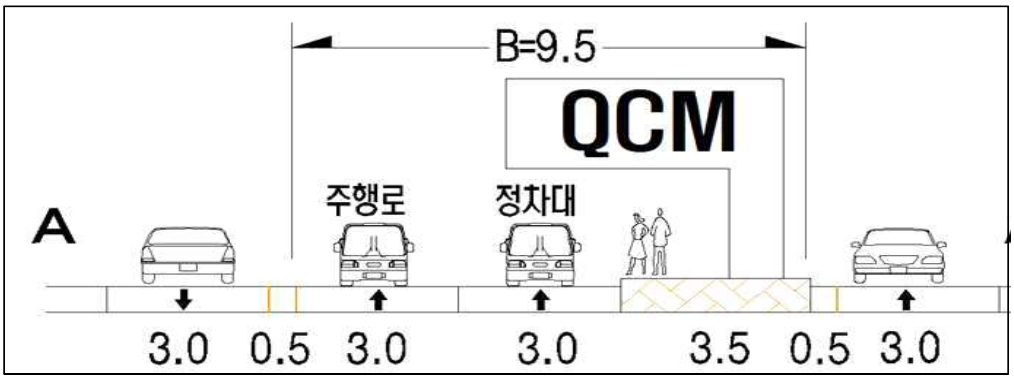
나. 교차로

○ 배터리 교환식 전기버스가 원활히 통행 할 수 있도록 설계가 되어야 하고, 버스가 교차로에 접근할 때 배터리 교환형 전기버스 차량에게 우선 신호와 연동신호가 연계되어 운영되도록 설계해야 함

다. 정류장

○ 배터리 교환형 전기버스의 정차시 배터리 교환이 이루어지도록 교환시설이 구축되어야 하고, 이용자들이 배터리 교환시설로부터 안전하게 보호받을 수 있도록 서비스가 제공되어야 함

○ 원활한 승하차를 위한 정차면과 이용자 대기 공간이 화보되어야 함



<그림 3.118> QCM 정류장 횡단면도

라. 배터리 교환시설

○ 배터리 교환형 전기버스 BRT 구간에 설치되어야 하는 시설물은 다음과 같음
- 배터리 교환 로봇이 장착된 교환 시설, 충전 및 교환 대기 배터리, 외부 수배전반



<그림 3.119> 배터리 교환 시설 요소

마. BRT 운영관리 시스템

○ 효과적으로 BRT를 운영하기 위한 전용 운영센터(버스사령실 등)를 설치하거나 운영센터의 기능을 모두 갖춘 타 운영센터(통합교통운영센터 등)에서 운영이 될 수 있도록 설계

○ 버스 운행관리시스템 (BMS: Bus Management System)을 갖추어 배터리 교환형 전기버스의 운행 관리가 이루어지도록 설계

○ 배터리 교환시설의 정밀정차 등을 효과적으로 운영.통제할 수 있는 조직, 통제시스템, 정보관리체계 등을 갖추도록 함

바. 전기버스 운전자

○ 배터리 교환형 전기버스 BRT 운전자
- 배터리 교환형 전기버스의 운전자는 배터리 교환시설이 설치된 장소의 정차면에 정확히 정차해야, 배터리 교환시스템의 안전과 시간을 최소화 할 수 있으므로 운행 제반요소에 관한 교육 훈련이 필요함
- BRT 운전자의 특성 중 가장 중요한 요소로 도로상의 배터리 교환시설 위치와 SOC 20%이상의 배터리 상태를 위지해 주행 가능한 도로구간에 대한 숙지가 필요하며, 도로 및 운행 구간에 대해 충분한 훈련 및 교육이 이루어 져야 함

9. 배터리 교환형 전기버스 BRT 설계 시 고려 사항

가. 배터리 교환형 전기버스 도입 구간 선정

○ 배터리 교환형 전기버스 도입 구간의 설계는 우선 국토교통부에서 정한 BRT 주행로의 최소 기준을 충족시켜야 하며, 정지한 상태에서 충전을 위한 배터리 교환이 이루어지기 때문에 도로 기하구조에 영향을 받게 됨
- BRT 정류장 간격은 배터리 교환형 전기버스의 교환이 이루어지는 주요 장소가 되므로 정류장 간격은 버스 운행에 매우 중요한 요소임
- 정류장의 간격은 주행로의 형태, 개발밀도, 정류장 도달 수단 등에 따라 결정되는 것으로 보통 정류장은 승객이 많이 유발되는 곳에 위치하며 아래 표와 같이 지역에 따라 간격을 권장하고 있음

<표 3.118> BRT 설치를 위한 정류장 간격

지 역	최 소(m)
주요 도시부	500
도 시 부	600
도 시 근 교	800
지 방 부	1,000

나. 배터리 교환시설 설치 위치 및 방법

○ 배터리 교환형 전기버스는 운행속도, 도로의 구배, 차량의 혼잡정도 등에 따라 주행할 수 있는 능력에 차이가 나므로 배터리 교환시설 설치 위치 및 방법 설정 필요

○ 배터리 교환형 전기버스 교환시설의 설계를 위해서는 다음과 같은 사항이 결정되어야 함
- 버스 노선 구간 길이
- 노선 내 버스 정류장 수
- 노선 내 신호교차로 수
- 버스 운행 설계속도
- 버스 정류장 평균 정차 시간
- 신호교차로의 신호운영 패턴 및 변수
- 차량 가속도
- 배터리 용량

○ 차량의 혼잡 정도에 따라, 배터리 교환형 전기버스가 신호교차로에서 정차하거나 주행 구간 중에 정체를 겪는 시간이 달라질 수 있음

○ 특히, 버스가 도심에서 겪게 되는 지체는 상당부분 신호교차로에 의해 발생하게 되므로 설계 단계부터 혼잡에 대한 고려를 해야 함

○ 신호교차로의 서비스 수준은 지체로 표현되며, 교통 혼잡을 나타 낼 수 있는 지표로 활용될 수 있음

○ 다음은 분석을 위한 기본 조건임

<표 3.119> 기본조건

※ 기본 조건
- 목표속도 = 60km/h
- 가속도 0.2G = 1.96m/s2
- 감속도 0.25G = 2.45m/s2
- 배터리 용량 50kWh
- 정류장 간 거리 500m, 1000m
- 정차시간 = 20초

다. 배터리 교환형 전기버스 BRT 버스정류장 설계

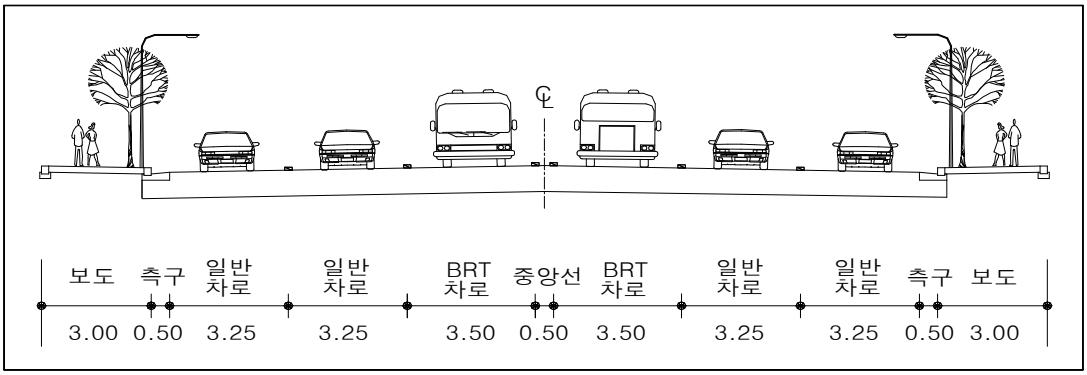
○ BRT 이용자들이 신속히 승하차할 수 있고 안전하고, 쾌적하며 편리한 서비스를 제공할 수 있도록 설계되어야 함
- 버스 정류장의 교환시설 설치위치 고려
- 버스 정차 위치, 버스베이 길이, 승차 인원, 승차시간 고려하고 일반버스 정류장과 분리 설치

○ 배터리 교환형 전기버스의 BRT 정류장의 형태는 일체형과 분리형으로 구분하여 검토할 수 있음

(1) 분리형 BRT 정류장

○ 분리형[3]일 경우, 일반버스 정류공간과 전기버스 정류공간과의 간격 및 길이에 대한 분석 해

보면 다음과 같음



<그림 3.120> 분리형 BRT 차로 단면도

- 배터리 교환형 전기버스 정차면을 일반버스 정차면 후미에 설치할 경우 정차하고자 하는 일반버스와 출발하고자 하는 배터리 교환형 전기버스 간 엇갈림 현상 발생
- 배터리 교환형 전기버스가 2대 이상 연속으로 정차면에 진입 할 경우, 두 번째 전기버스의 진입 대기에 따라 후미 일반버스의 정체 발생
- 일반버스 정차면 연장에 테이퍼 길이(일반버스+배터리 교환형 전기버스) 등을 추가 할 경우, 횡단보도와의 이격거리가 크기 때문에 승객의 불편 초래
- 분리형 배터리 교환형 전기버스 버스정류장 설계시 배터리 교환형 전기버스 정차면을 포함한 버스정류장 전체의 길이는 105m 이상일 것으로 예상되며, 배터리 교환형 전기버스의 내리는 문으로부터 계산해도 90m 이상일 것으로 예상됨에 따라 버스이용자들의 불편이 커질 것으로 판단
- 분리형 배터리 교환형 전기버스 버스정류장 설계시 정류장 내에서 일반버스, 배터리 교환형 전기버스 간 엇갈림이 발생하므로 엇갈림에 따른 파급효과를 최소화하기 위해 15m 이상의 여유 공간이 필요함

(2) 일체형 BRT 정류장

○ 배터리 교환형 전기버스의 특성 상 정류장 내에 교환시설의 일반버스 승강장 후미에 추가로 설치하는 것은 물리적 여건 및 버스이용자 특성 상 바람직하지 못하다고 판단됨

○ 버스도착순서, 정차면 위치에 관계없이 집전할 수 있는 정차면 마련 필요

○ 노선의 연장이 짧은 경우, 기·종점 차고지에서 충전하고 노선 상에서 일반버스와 동일하게 운영될 수 있도록 하는 방안이 필요함

○ 정류장 후미에 별도의 버스 베이를 설치하는 것 보다는 정류장 1번째 정차면에 배터리 교환시설을 설치하는 것이 바람직함

3) 자료 :「도로의 구조.시설 기준에 관한 규칙」해설(안), 대한토목학회, 2008. 12.

○ 후미 정차면의 일반버스 통행에 지장이 없도록 평균 정차시간 내에 한하여 교환이 이루어져야 함

(3) 배터리 교환형 전기버스 BRT 정류장 배치 및 정차시간

○ 배터리 교환형 전기버스는 버스정류장에서 배터리 교환이 이루어지기 때문에 정류장 간 간격의 설계가 중요함

○ 배터리 교환형 전기버스는 버스 정류장에서 정차하는 시간에 배터리 교환이 이루어 지는 만큼 전체 네트웍의 효율성을 고려해 최적의 위치에 시설이 구축되어야 함

○ 버스의 평균정차시간은 다음과 같이 세 가지 방법으로 산정 할 수 있음
- 현장측정방법 (가장 정확한 방법으로 기존 버스노선 평가에 적용)
- Default values 적용 (승하차인원을 추정할 수 없는 장래계획에 적용)

<표 3.120> 입지 위치에 따른 버스의 평균 정차시간

입지위치	도시철도 환승 가능 여부	Dwell Time	
		85% (초)	평균 (초)
도심/부도심	환승가능	26	20
	미환승	17	14
시계유출입권	환승가능	26	20
	미환승	17	14
광역외곽권	환승가능	18	14
	미환승	14	10

○ 계산에 의한 방법 (승하차 인원이나, 추정치를 알 수 있을 때 적용)

$$td = Pa\ ta + Pb\ tb + toc$$

여기서, td =평균정차시간 (초)
Pa =첨두15분 동안 버스당 하차객수(인) : 가장 혼잡한 문
Pb =첨두15분 동안 버스당 승차객수(인) : 가장 혼잡한 문
ta = 승객하차시간 (초/인)
tb = 승객승차시간 (초/인)
toc =출입문 개폐시간(초)

○ 정류장 정차 시간과 위치

라. 배터리 교환 시설 설계

(1) 정류장내 배터리 교환시설 설계

○ 배터리 충전 및 교환시설은 배터리 교환 로봇, 배터리 팩 및 충전 시설 및 기타 유지관리 시설로 이루어짐

○ 배터리 교환 로봇 및 배터리 팩의 설계 시 고려 사항
- 배터리 교환 로봇의 기능 구성은 배터리 팩을 들어 올리는 HOIST의 주행 및 인양, 배터리 교체를 위한 자동 문, 충전 거치대, 배터리 권상 및 견인하는 HOIST와 HOIST 가이드, 배터리를 호이스트와 체결하는 Clamp 유닛, 전원 공급장치를 기본 요소로 함
- 배터리 팩의 구성 요소는 배터리 팩, 배터리 서브팩, 배터리 셀, 배터리 BMS로 구성하고, 총 규격은 길이 1,896.5mm, 너비 1,404mm, 높이 472mm로 총 중량 670kg(오차범위 10kg 내외)를 갖추도록 하여 버스상부의 배터리와 교환·탑재가 용이하도록 설계함
- 배터리 팩의 충전은 배터리 팩 사양서 충전 조건을 유지하도록 하고, 항온장치가 되어 있는 BSS 내에서 하도록 하며, 제조사는 부득이 차량 내외부 충전에 대응한 매뉴얼을 가지고 있어야 함
- 배터리 충전을 위해 고압의 전류가 흐르는 배터리팩 및 충전시설의 취급주의 내용이 가시적으로 인지할 수 있는 장소에 부착되어야 하고, 전자파 등에 대한 대기 고객의 피해를 최소화 할 수 있도록 안내 되어야 함
- 배터리 충전 및 교환 시설의 모니터링을 위한 CCTV, 충전 및 교환 log 수집 장치를 갖추도록 하며, 충전 및 교환시설 내 일정 온도 유지 장치를 갖추도록 함

(2) 배터리 교환소 설치 및 시공 요소

○ 배터리 교환 시설(QCM)은 건축물은 배터리교환 로봇과 배터리 팩의 하중을 지지할 수 있도록 설계 및 시공되어야 함

○ 외부 충격에 의한 보호, 기상 상황에 대응한 방습장치, 기설 시설의 연결, 전기 배선, 유지관리 시설, 공조 등을 합리적으로 고려해야함

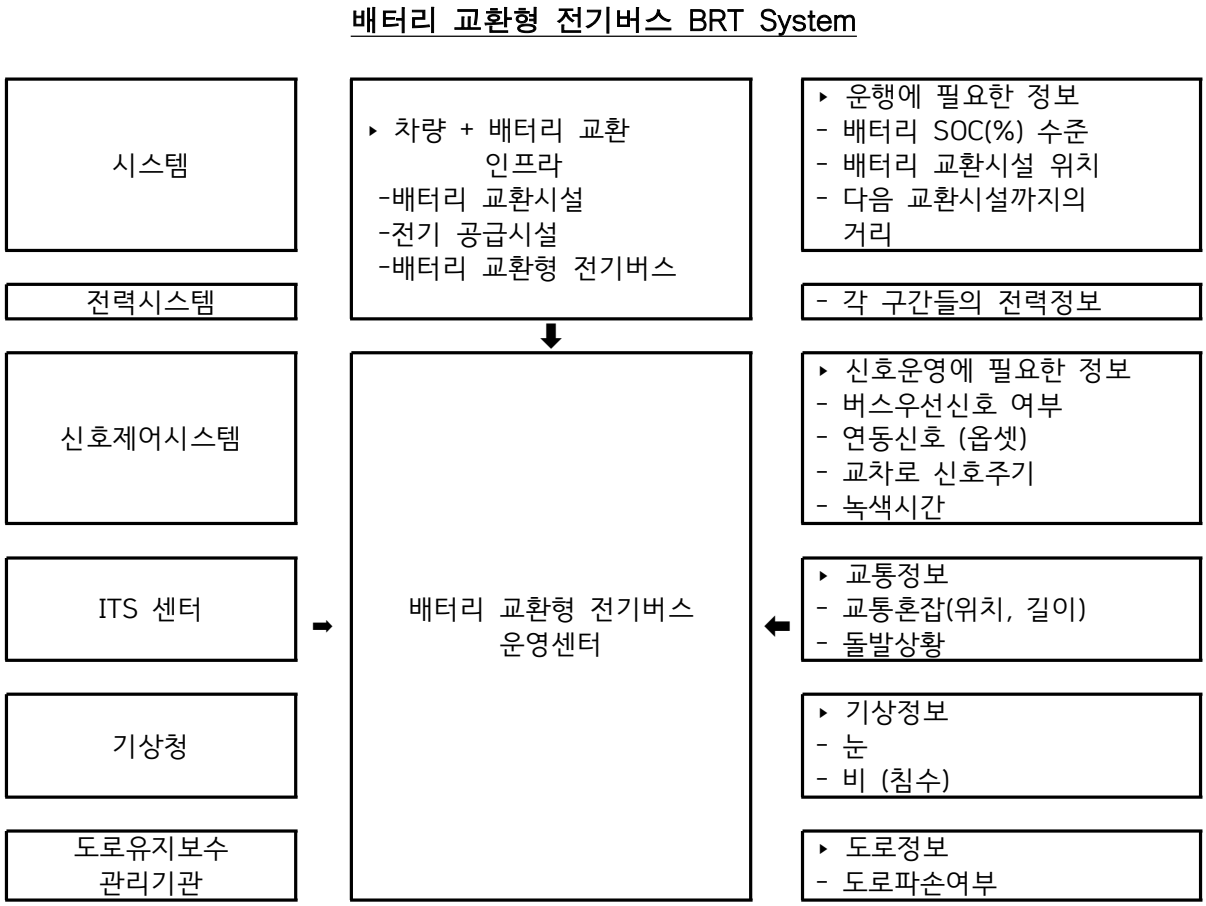
마. 배터리 교환형 전기버스 BRT 운영 및 유지관리 방안

(1) 배터리 교환형 전기버스 BRT 운영방안

○ 배터리 교환형 전기버스 BRT 운영을 위하여 일반 BRT 운영, 관련 정보 수집 및 제공 일들을 하는 BRT 운영센터와 비슷한 역할을 하는 배터리 교환형 전기버스 BRT 운영시스템이 필요

○ 배터리 교환형 전기버스 BRT 운영시스템에는 노선운행, 신호운영, BMS/BIS 정보와의 연

계 운영, 교환시설 모니터링 및 도로 유지보수 관리, 돌발 상황 및 교통 혼잡 정보 연계 등과 관련된 시스템의 기능이 필요함



<그림 3.121> 배터리 교환형 전기버스 BRT 운영시스템

○ 배터리 교환형 전기버스 BRT 운영 시스템은 운행시 필요한 정보, 전력정보, 신호운영에 대한 정보, 교통정보, 기상정보, 도로정보 등을 중심으로 각각의 정보들을 수집하고 제공하는 시스템임

○ 운행 시 필요한 정보

- 배터리 SOC(%) 수준

  배터리 SOC(%)는 20~80% 사이의 범위 내에서 소모되고 충전되어 사용 될 때 효율이 높음. 정해진 범위를 벗어날 경우 센터에서 수집한 정보들을 가공하여 해당버스에 경고를 하는 등의 역할을 해주어야 함

- 배터리 교환시설 위치

  센터에서 배터리 교환시설의 설치위치에 대한 정보 수집이 정확히 되어 있어야, 버스들이 교환시설을 통해 배터리를 교환할 수 있도록 정보를 제공해 주는 역할을 해 주어야 함

- 다음 교환시설까지의 거리

  버스가 배터리 SOC(%) 수준의 범위를 벗어나기 전에 경고를 하도록 하지만, 다음 교환시설까지 거리를 정확히 알아야 현재의 위치에서 얼마만큼의 거리를 주행할 수 있는 지

판단하므로 다음 교환시설까지의 거리를 알려주는 역할 역시 포함되어야 함

- 전력 정보

각각의 교환시설이 설치되어 있는 구간에서 공급 가능한 전력의 정보를 알려주어 전력이 부족할 경우를 대비할 수 있도록 전력 정보를 제공하는 역할이 포함되어야 함

○ 신호운영에 대한 정보

- 버스우선신호, 연동신호를 통해 BRT 구간을 운행하고 있는 배터리 교환형 전기버스가 정, 발차 하는 횟수를 줄여 줄 수 있도록 사전에 관련 교차로 신호정보, 버스우선신호정보 등을 신호제어시스템을 통해 제공받을 수 있어야 함

○ 교통정보

- 첨두시나 각종 돌발 상황과 관련하여 발생하는 교통혼잡상황들의 정보를 제공하여 배터리 교환형 전기버스가 교통상황에 따라서 전력량에 따라 미리 충전여부를 결정할 수 있도록 혼잡위치, 길이 등과 관련한 정보를 제공해 주는 역할을 해야 함

○ 기상정보

- 기상청과 연계하여 기상상황들을 센터 또는 버스에 직접 정보제공을 해주어 눈이나 비가 많이 올 때 안전 운행이 되도록 기상정보를 제공해 주는 역할도 포함되어야 함(기상정보에 대한 부분은 재검토 필요)

○ 도로정보

(2) 배터리 교환형 전기버스 BRT 유지관리 방안

○ 유지관리 대상은 크게 배터리 교환시설, 전기시설, 배터리 교환형 전기버스 등으로 구분할 수 있으며 시설별 유지 관리 방안은 다음과 같음

○ 배터리 교환시설의 유지 관리 방안

- 배터리 교환 시설의 교환 로봇의 유지 관리는 먼지, 가벼운 손상여부, 볼트와 너트 등의 연결 장치 등의 이상 여부를 점검하는 일상 점검과 유닛 요소 별로 3개월에서 6개월간의 단기검사, 2년 주기의 OverHaul 검사를 배터리교환 시설 검사 기준에 따라 수행할 수 있도록 함
- 배터리 팩의 점검 사항은 케이스 외관, 볼트 체결상태, 팩 내외 누수 및 부식, 기타 케이블 연결 상태 등을 유관으로 확인하는 유관검사, FUSE 상태 점검, 배터리 팩 내부 전압 상태를 주기적으로 점검하도록 하며, 주기적 검사를 할 수 있는 체계 마련 필요
- 배터리 충전 및 모니터링 상태를 지속적으로 관리하고 긴급 상황 발생 시 신속히 대응할 수 있도록 함

○ 전기시설의 유지관리 방안

- 전기시설의 검사 항목은 수전반 및 주개폐기 상태, 정전시 비상전원회복 여부, 전기기구의 적정성 및 유지관리 상태를 검사하며, 배터리 교환시설 검사 기준에 따라 주기적으로 수행할 수 있도록 계획함

○ 배터리 교환형 전기버스 차량의 유지관리 방안
- 배터리 교환형 전기버스 차량의 운행과 일상적 관리를 위한 운전원 교육을 실시하도록 하고, 전기버스에 대한 정기 검사를 실시하도록 함
- 배터리 교환형 전기버스의 검사는 「자동차관리법」에 의한 자동차 종합검사와 배터리 교환형 전기버스 검사 기준에 따른 전기버스 (QTPE-Bus) 검사로 구분하여 수행
- 전기버스 검사 항목은 배터리 온도시험과 동작시험, 충전부 클램프와 커넥터 시험을 기준에 따라 실시하도록 함

10. 지자체 BRT 적용을 위한 조례 검토

가. 제주도 조례 검토

○ 제주도는 2017년 8월 26일을 시점으로 대중교통 간선급행버스 체계를 구축하여 운행을 개시하였음
- 15.3 km에 대중교통 우선 차로제를 도입하였고 노선버스, 전세버스 및 택시가 운행할 수 있도록 하였음
- 노선버스의 기능은 급행버스, 간선 및 지선버스와 관광지 순환 버스의 체계로 개편하였고, 과거 민영버스 체제에서 준공영제를 도입하여 수익금 공동관리, 표준운송원가에 의한 재정지원, 노선 공공관리 등의 운영 체제를 채택하였음
- 또한 그 동안 비수익 노선을 대상으로 운영하였던 공영버스에 대해 지방 공기업으로 전환하여 기존 51대의 버스는 86편으로 개편 증차하였음

○ 또한 「제주특별자치도 여객자동차운수사업 보조금 지원 조례」에서 여객자동차 운수사업 발전을 위하여 전기버스 도입 시 지원할 수 있는 근거를 마련하고 있음

○ 제주도는 「제주특별자치도 전기자동차 보급 촉진 및 이용 활성화에 관한 조례」를 통해 전기자동차를 활성하기 위한 필요 조치를 하고 있음
- 조례 제6조에서는 전기자동차 관련 사업자의 권리와 협조 사항을 정하고 있으며, 4항에서는 전기자동차 관련 사업자는 자동차를 새로 구입하거나 사용연한 만료로 새로운 차량으로 대차하는 경우 전기자동차로 구입하도록 노력해야 한다고 규정하고 있음
- 또한 제7조에서는 전기자동차 활성화 계획을 수립하고 시행하도록 하고 있으며, 제2항 6호에 공공부문 및 대중교통, 민간보급 등 분야별 일반자동차 감차 및 폐차를 포함한 전기자동차 보급 계획을 수립하도록 하고 있음
- 제11조에서는 경비에 대한 지원 내용을 규정하고 있으며, 전기차 구매 차액에 대한 지원, 충전시설 구축비용, 전기차 충전 정보관리 및 전산망 설치 사업비를 지원할 수 있도록 하였음
- 제 14조의 2에서는 충전시설의 설치 대상을 규정하고 있고 운수시설(여객자동차터미널, 철도시설, 공항시설, 항만시설)을 충전시설 설치 대상 교통시설로 보고 있음

- 제14조의 3에서는 충전시설의 종류를 규정하고 있으며, 급속충전시설과 완속충전시설 및 이동식 충전기를 접속할 수 있는 시설을 설치한 경우 완속 충전시설 설치로 보고 있음

○ 그러나 충전 시설 대상지에 충전 시설 중 배터리 교환형 전기버스 충전 교환 시설을 가로변 버스 정류장을 포함하고 있지 않으며, QCM 시설을 충전시설로 규정하고 있지 않아, 개정이 필요함

- 제14조의 2 제1호 마의 우수시설에 가로변 버스 정류장을 추가신설하여 충전시설 설치 대상으로 규정
- 제14조의3 충전시설의 종류에 배터리 교환형 전기차의 배터리를 충전하고 교환하는 시설은 급속충전시설로 보는 것으로 신설
- 충전 시설의 종류에 배터리 교환형 전기버스뿐만이 아니라 향후 승용자동차의 배터리 교환형이 적용될 수 있도록 배터리 교환형 전기차로 규정

<표 3.121> 전기자동차 보급 촉진 및 이용 활성화에 관한 조례 제14조의 2~3 개선(안)

현행	개정(안)
제14조의2(충전시설 설치 대상) 영 제18조의4 각 호 외의 부분에 따른 전기자동차 충전시설 설치 대상 시설은 다음 각 호와 같다. 1. 공공건물 및 공중이용시설로서 「건축법 시행령」 제3조의5 및 별표 1에 따른 용도별 건축물 중 다음 각 목의 시설 가 ~ 라 < 생 략> 마. 운수시설 바 ~ 거 < 생 략> 2 ~ 3 < 생 략 > 제14조의3(충전시설의 종류) ① 충전시설의 종류는 영 제18조의5제1항에 따른 급속충전시설과 완속충전시설로 한다. ② 이동식 충전기를 접속할 수 있는 시설을 설치할 경우 이를 완속충전시설의 설치로 본다. [본조신설 2016.12.30.]	제14조의2(충전시설 설치 대상) 영 제18조의4 각 호 외의 부분에 따른 전기자동차 충전시설 설치 대상 시설은 다음 각 호와 같다. 1. 공공건물 및 공중이용시설로서 「건축법 시행령」 제3조의5 및 별표 1에 따른 용도별 건축물 중 다음 각 목의 시설 가 ~ 라 < 생 략> 마. 운수시설 *(가로변 버스 정류장)* 바 ~ 거 < 생 략> 2 ~ 3 < 생 략 > 제14조의3(충전시설의 종류) ① ~② ③ *배터리 교환형 전기차의 배터리를 충전하고 교환하는 시설은 급속 충전시설로 본다.* [본조신설 2016.12.30.]

나. 경기도 조례 검토

○ 경기도는 수도권 교통본부에의 관련 지역에 포함되어 있는 지역으로 광역 교통 BRT가 실시되고 있으나 버스 운영은 버스 준공영제가 채택되어 운영되고 있지 않음

- 이에 따라 「경기도 여객자동차 운수사업 관리 조례」에 여객자동차 운수사업자 재정지원에 관한 사항을 규정하고 있음
- 버스 구매를 위한 재정지원은 전기버스 구매를 위한 재정지원 관련 내용 중 해당 사항을 검토 필요

○ 경기도는 버스 준공영제를 운영하고 있지는 않으나, 경기도는 버스 운영자들에게 버스 운영원가를 보전해 주고 있으며, QCM 운영 비용에 대한 사항을 조례로 정할 필요 있음

○ 경기도는 「경기도 전기자동차 이용 활성화 지원 조례」를 통해 전기자동차의 보급 촉진

계획을 수립하고, 예산범위내의 재정지원을 할 수 있도록 하고 있음

○ 저공해 자동차의 표지를 부착한 전기자동차의 운행에 대하여 공공기관 주차요금 면제, 유료도로 통행부담금 감면 및 기타 도지사가 필요하다고 인정하는 사항에 대해 지원할 수 있는 근거를 마련하고 있음

○ 또한 제 7조에서는 시범지역의 지정을 통하여 전기자동차 이용활성화를 촉진할 수 있으며, 시범 지역 내 보조금을 차등 지원할 수 있는 근거를 두고 있음

○ 조례의 제 8조와 제9조에서는 충전시설의 설치 대장지와 충전 시설의 종류를 정하고 있음
- 제 8조에서 충전시설의 설치 대상에 운수시설을 규정하고 있으나 가로변 버스 정류장이 포함된 내용은 아니므로 개정 필요함
- 또한 제 9조에서는 충전시설의 종류를 충전 능력이 시설 당 7킬로와트시 이상인 고정형 시설로 정의하고 있으나 배터리교환시설을 두고 있지 않으므로 개정 필요

○ 제주도 조례와 마찬가지로 충전시설 설치 대상 중 운수시설에 가로변 버스 정류장이 포함될 수 있도록 규정하고, 충전시설의 종류에 배터리의 충전 및 교환시설이 포함되도록 단서조항 신설

<표 3.122> 전기자동차 보급 촉진 및 이용 활성화에 관한 조례 제14조의 2~3 개선(안)

현행	개정(안)
제8조(충전시설 설치 대상 등) ① 「환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률 시행령」(이하 "영"이라 한다) 제18조의4에 따라 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 시설로서 주차장 주차단위구역 100개 이상을 갖춘 시설은 전기자동차 충전시설을 설치하여야 한다. 1 < 생 략> 2. 공중이용시설로서 「건축법 시행령」 제3조의5 및 별표 1에 따른 용도별 건축물 중 다음 각 목의 시설 가 ~ 라 < 생 략> 마. 운수시설 바 ~ 거 < 생 략> 2 ~ 3 < 생 략 > 제9조 (충전시설의 종류) 제8조에 따라 설치하는 충전시설은 충전능력이 시설당 7킬로와트시 이상인 고정형 시설로 한다.	제8조(충전시설 설치 대상 등) ① 「환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률 시행령」(이하 "영"이라 한다) 제18조의4에 따라 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 시설로서 주차장 주차단위구역 100개 이상을 갖춘 시설은 전기자동차 충전시설을 설치하여야 한다. 1 < 생 략> 2. 공중이용시설로서 「건축법 시행령」 제3조의5 및 별표 1에 따른 용도별 건축물 중 다음 각 목의 시설 가 ~ 라 < 생 략> 마. 운수시설 *(가로변 버스 정류장)* 바 ~ 거 < 생 략> 2 ~ 3 < 생 략 > 제9조 (충전시설의 종류) 제8조에 따라 설치하는 충전시설은 충전능력이 시설 당 7킬로와트시 이상인 고정형 시설로 한다. *단, 배터리 교환형 전기차의 배터리를 충전하고 교환하는 시설은 급속 충전시설로 본다.*

다. 경상북도 조례 검토

○ 경상북도의 포항시는 간선급행버스 체계 및 버스 준공영제를 운영하지 않는 지역으로 전기버스 도입에 관심을 보이고 있는 지자체임
- 특히 배터리 교환형 전기버스 시범운영지역으로 선정되어 성공적인 시범 운행을 마친 상태임
- 그러나 배터리 교환형 전기버스의 확산 운영을 위해 사업자를 선정하고 전기버스 구매를 추진하고 있으나 재정 지원의 부족으로 사업이 정체 상태에 있는 것으로 판단됨

○ 경상북도의 전기버스 활성화를 위한 조례를 살펴보면, 재정지원 대상에 도지사가 전기자동차의 이용 활성화를 위하여 필요하다고 인정하는 사항을 규정하고 있음

○ 충전 시설 설치 대상 규정은 다른 자체와 마찬가지로 운수시설이 포함되나 가로변 버스 정류장은 포함하고 있지 않으므로 관련 조향을 개정할 필요 있음

○ 또한 충전 시설의 종류에 급속과 완속 충전기를 구분하고, 이동식 충전기를 완속충전기로 정의하고 있으나 배터리 교환형 전기버스 충전 및 교환 시설에 대한 정의는 마련되어 있지 않아 개정 필요

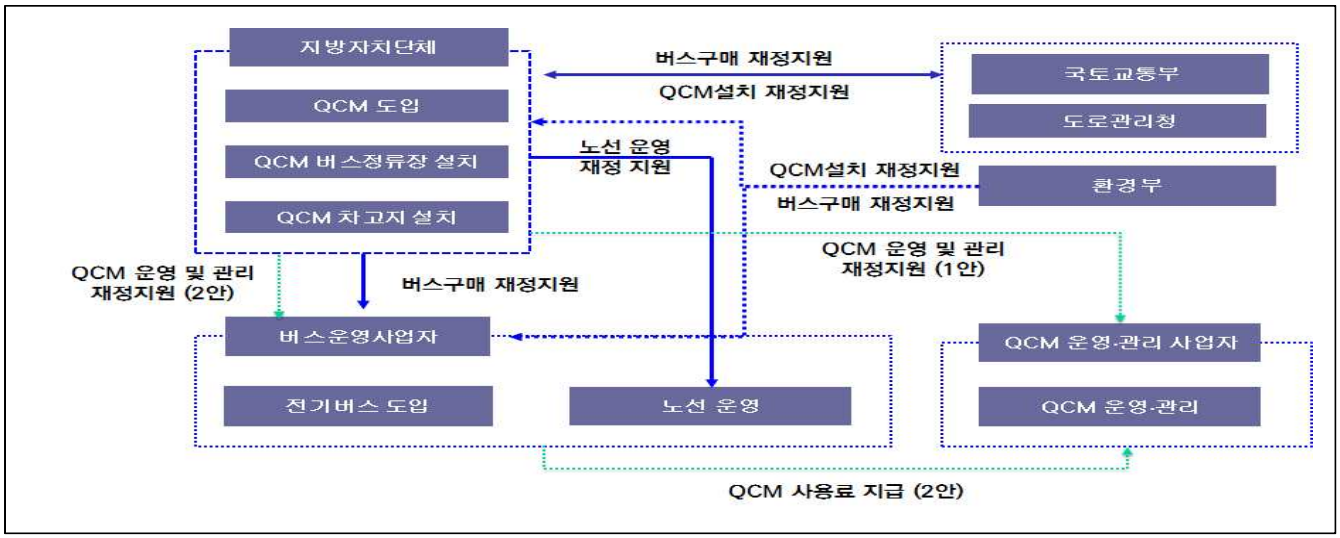
<표 3.123> 전기자동차 보급 촉진 및 이용 활성화에 관한 조례 제14조의 2~3 개선(안)

현행	개정(안)
제14조의2(충전시설 설치 대상) 영 제18조의4 각 호 외의 부분에 따른 전기자동차 충전시설 설치 대상 시설은 다음 각 호와 같다. 1. 공공건물 및 공중이용시설로서 「건축법 시행령」 제3조의5 및 별표 1에 따른 용도별 건축물 중 다음 각 목의 시설 가 ~ 라 < 생 략> 마. 운수시설 바 ~ 거 < 생 략> 2 ~ 3 < 생 략 > 제14조의3(충전시설의 종류) ① 충전시설의 종류는 영 제18조의5제1항에 따른 급속충전시설과 완속충전시설로 한다. ② 이동식 충전기를 접속할 수 있는 시설을 설치할 경우 이를 완속충전시설의 설치로 본다. [본조신설 2016.12.30.]	제14조의2(충전시설 설치 대상) 영 제18조의4 각 호 외의 부분에 따른 전기자동차 충전시설 설치 대상 시설은 다음 각 호와 같다. 1. 공공건물 및 공중이용시설로서 「건축법 시행령」 제3조의5 및 별표 1에 따른 용도별 건축물 중 다음 각 목의 시설 가 ~ 라 < 생 략> 마. 운수시설 *(가로변 버스 정류장)* 바 ~ 거 < 생 략> 2 ~ 3 < 생 략 > 제14조의3(충전시설의 종류) ① ~② ③ *배터리 교환형 전기차의 배터리를 충전하고 교환하는 시설은 급속 충전시설로 본다.* [본조신설 2016.12.30.]

○ 배터리 교환형 전기버스의 운행을 활성화하기 위한 QCM 운영 및 관리에 관한 사항과 배터리 충 방전 관리에 관한 사항, 관련 정보를 버스 운영사 및 지자체와 공유 문제 등 사업 수행을 위한 구체적인 내용에 대한 개정이 필요함

11. 대중교통 사업 확산 및 예산확보 방안 마련

가. 대중교통 적용 사업 확산 및 재정지원 방향



<그림 3.122> 배터리 교환형 전기버스 운영확산을 위한 재정지원 방향

○ 배터리 교환형 전기버스를 활용한 대중교통 사업 확산을 위해 필요한 재정지원방안은 크게 버스구매 및 QCM 설치와 같은 사업 초기 재정지원과 버스노선 운영지원과 QCM 운영 및 관리를 위한 안정적 운영을 위한 재정지원으로 구분하여 볼 수 있음

○ 버스구매를 위한 재정지원은 「여객자동차 운수사업법」 및 「대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법」에 따른 버스 구매 지원과, 「대기환경보전법」에 따른 전기버스 구매 지원의 대상 여부를 평가해 볼 수 있음

- 전기버스를 도입하고자하는 지자체 및 버스운영사업자는 환경부로부터 지원받는 전기버스를 구매할 수 있음
- 낡은 차량을 신규차량으로 대체할 경우 지원 받을 수 있는 재정지원과, 교통약자 이동편의 증진을 위한 저상버스 구매 시 재정 지원 되고 있음

○ 그러나 전기버스 구매 시에 재정 지원할 수 있는 근거는 명시되어 있지 않는 것으로 판단

- 신규 제작되는 저상 전기버스의 경우 대폐차 지원제도와 저상전기버스 구매 지원에 해당한다고 볼 수 있음
- 따라서 전기버스 확산을 통한 온실가스 저감을 위해 전기버스 구매 시 지자체 혹은 버스운영자를 보조할 수 있는 근거 마련 필요함

○ QCM의 차고지 및 가변 버스 정류장 설치를 지원하기 위한 재정지원 근거는 마련되어 있지 않음

○ 다만, QCM의 공영 차고지 설치를 위한 지원은 「대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법」 제 14조에서 지방자치단체장이 설치하는 공영차고지에 대한 부담금 등의 감면 조항이 있음

- 그러나 QCM 시설은 구축비용이 높기 때문에 원활한 배터리 교환형 전기버스시스템 운영을 위해 공영차고지 구축 시 관련 부담금 감면 보다는 재정적 지원 방안 모색이 필요

○ 또한 「대기환경보전법」에서는 전기자동차 구매에 따른 충전 시설 구비에 대한 지원금을 지급하고 있으나 배터리를 충전하고 교환하는 시설에 대한 지원의 근거는 모호함

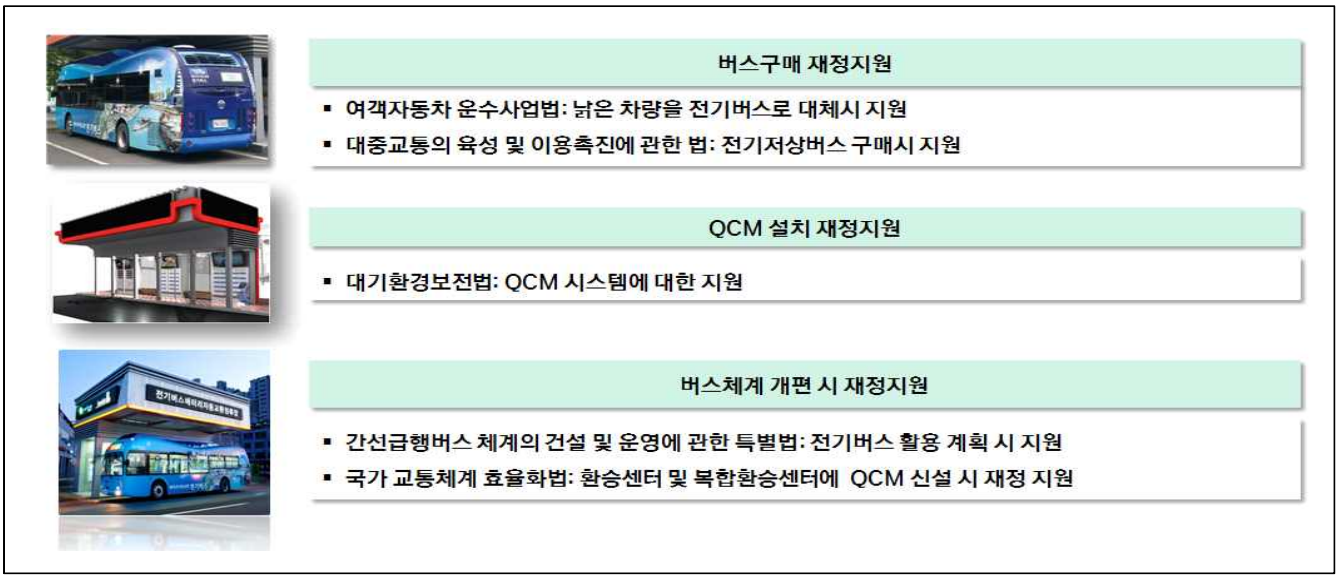
- QCM의 기능 중 배터리 충전 시설로써의 재정지원은 받을 수 있을 것으로 판단되나 배터리 교환 시설에 대한 구축지원은 모호한 실정
- QCM은 단순 충전 시설로써의 기능만을 하는 것이 아니라 배터리 교환시설로써의 기능 또한 중요하기 때문에 배터리 교환 시설에 대한 재정 지원 근거 마련 필요

○ QCM의 운용비용 부담 방안은 지자체에서 직접 QCM 운영 관리자에게 지급하는 방안과, 민간 버스 운영사가 사용한 비용을 QCM 운영관리자에게 지급하는 방안을 고려할 수 있음
- 버스 운송원가에 적용하는 방안은 버스준공영제를 채택하고 이는 지자체의 경우 버스운송원가에 QCM 이용 및 유지관리 비용과 전력 공급 비용을 포함하여 운송원가를 책정하고, 운송사업자가 QCM 운영자에게 지급하는 방안임
- QCM 운영 사업자에게 직접 QCM 운영 원가를 보전해 주는 방안의 경우 지자체와 QCM 운영사업자 간의 협약을 체결하고 추진하는 방안임

○ 현재 제주도와 포항시에서 시범적용하고 있는 방안은 버스 운송원가에 적용하는 방안 보다는 지자체와 QCM 운영 사업자간의 협약을 통한 운영 원가 보전 방안을 채택하고 있는 것으로 판단됨
- 그러나 이 방안은 QCM 운영 사업자의 재정 부담이 큰 운영방식으로 배터리 교환형 전기버스의 확산 초기 단계인 현재 버스 운영 회전율의 부족에 따른 초기 시설 투자비용 등의 회수에 어려움이 있는 것으로 판단됨
- 따라서 초기 QCM 운영의 재정 부담을 완화할 수 있는 방안 마련이 필요함

나. 대중교통 재정지원 제도 개선

○ 배터리 교환형 전기버스 시스템 도입 초기에 고려할 수 있는 재정 지원은 버스 구매비용 지원, QCM 설치 시 재정지원, 버스 체계 개편 시 재정지원 할 수 있도록 관련 법령에 명시



<그림 3.123> 배터리 교환형 전기버스 시스템 도입을 위한 재정지원 방안

(1) 버스 구매를 위한 재정 지원

○ 「여객자동차 운수사업법」제50조 제1항의 4호에 낡은 차량을 신규 차량으로 대체하는 경우필요 자금을 일부 지원할 수 있도록 하고 있으며, 8호에는 경제적, 환경 친화적 안전 운전 관리를 지원하는 시설 및 장비의 확충과 개선 시 필요자금의 일부를 보조 및 융자할 수 있다고 명시하고 있음

- 낡은 차량의 전기버스 등의 환경 친화적 차량으로의 대체를 촉진할 수 있도록 4호의 낡은 차량을 환경 친화적 차량으로 대체 시에 우선 지원 할 수 있도록 단서조항 신설

<표 3.124> 여객자동차 운수사업법 제50조 개정(안)

현행	개정(안)
제50조(재정 지원) ① 국가는 여객자동차 운수사업자가 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사업을 수행하는 경우에 재정적 지원이 필요하다고 인정하면 대통령령으로 정하는 바에 따라 그 여객자동차 운수사업자에게 필요한 자금의 일부를 보조하거나 융자할 수 있다. <개정 2009.5.27., 2013.3.23.> 1 ~ 3 <생 략> 4. 낡은 차량의 대체(代替) 5 ~ 9 <생 략> ② ~ ⑤ <생 략>	50조(재정 지원) ① 국가는 여객자동차 운수사업자가 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사업을 수행하는 경우에 재정적 지원이 필요하다고 인정하면 대통령령으로 정하는 바에 따라 그 여객자동차 운수사업자에게 필요한 자금의 일부를 보조하거나 융자할 수 있다. <개정 2009.5.27., 2013.3.23.> 1 ~ 3 <생 략> 4. 낡은 차량의 대체 (代替) (단, *환경 친화적 차량*으로 대체(代替) 시 우선 지원) 5 ~ 9 <생 략> ② ~ ⑤ <생 략>

○ 「대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법」제12조에는 저상버스를 도입 등 대중교통 수단의 고급화·다양화를 위해 소요자금의 전무 또는 일부를 보조하거나 융자할 수 있다고 규정

- 그러나 전기버스의 도입 등 대중교통수단의 고급화, 다양화와 더불어 친환경화를 촉진할 수 있도록 법 제12조의 2호 개정 추진

<표 3.125> 대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법 제12조 개정(안)

현행	개정(안)
제12조(대중교통육성을 위한 재정지원) 국가 또는 지방자치단체는 대중교통의 육성 및 이용촉진을 위하여 지방자치단체 또는 대중교통운영자에게 다음 각호의 어느 하나에 해당하는 사업에 필요한 소요자금의 전부 또는 일부를 대통령령이 정하는 바에 따라 보조하거나 융자할 수 있다. <개정 2008.3.28.> 1. 제10조의 규정에 의한 대중교통수단의 우선통행을 위한 조치 2. 저상(底床)버스의 도입 등 대중교통수단의 고급화·다양화 3. ~ 5 <생 략>	제12조(대중교통육성을 위한 재정지원) 국가 또는 지방자치단체는 대중교통의 육성 및 이용촉진을 위하여 지방자치단체 또는 대중교통운영자에게 다음 각호의 어느 하나에 해당하는 사업에 필요한 소요자금의 전부 또는 일부를 대통령령이 정하는 바에 따라 보조하거나 융자할 수 있다. <개정 2008.3.28.> 1. 제10조의 규정에 의한 대중교통수단의 우선통행을 위한 조치 2. 저상(底床)버스 및 *전기버스*의 도입 등 대중교통수단의 고급화·*다양화 및 친환경화* 3. ~ 5 <생 략>

(2) QCM 설치를 위한 재정 지원 방안

○ 「대기환경보전법」에서는 배터리 교환형 전기버스의 구매지원을 제공하고 있으나, 전기자

동차 배터리 충전 및 교환 시설에 대한 재정 지원 근거 마련

- 동 법제 58조 3항 2호 나목의 전기를 충전하기 위한 시설을 전기를 충전하거나 배터리를 교환하는 시설 등으로 개정

<표 3.126> 대기환경보전법 제58조 개정(안)

현행	개정(안)
제58조(저공해자동차의 운행 등) ① ~ ② <생 략> ③ 국가나 지방자치단체는 저공해자동차의 보급, 배출가스저감장치의 부착 또는 교체와 저공해엔진으로의 개조 또는 교체를 촉진하기 위하여 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자에 대하여 예산의 범위에서 필요한 자금을 보조하거나 융자할 수 있다. <개정 2009.5.21., 2012.2.1., 2012.5.23., 2016.1.27.> 1. 저공해자동차를 구입하거나 저공해자동차로 개조하는 자 2. 저공해자동차에 연료를 공급하기 위한 시설 중 다음 각 목의 시설을 설치하는 자 가. 천연가스를 연료로 사용하는 자동차에 천연가스를 공급하기 위한 시설로서 환경부장관이 정하는 시설 나. 전기를 연료로 사용하는 자동차(이하 "전기자동차"라 한다)에 전기를 충전하기 위한 시설로서 환경부장관이 정하는 시설 다. 그 밖에 태양광, 수소연료 등 환경부장관이 정하는 저공해자동차 연료공급시설 3. ~ 6. <생 략> ④ ~ ⑰ <생 략>	제58조(저공해자동차의 운행 등) ① ~ ② <생 략> ③ 국가나 지방자치단체는 저공해자동차의 보급, 배출가스저감장치의 부착 또는 교체와 저공해엔진으로의 개조 또는 교체를 촉진하기 위하여 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자에 대하여 예산의 범위에서 필요한 자금을 보조하거나 융자할 수 있다. <개정 2009.5.21., 2012.2.1., 2012.5.23., 2016.1.27.> 1. 저공해자동차를 구입하거나 저공해자동차로 개조하는 자 2. 저공해자동차에 연료를 공급하기 위한 시설 중 다음 각 목의 시설을 설치하는 자 가. 천연가스를 연료로 사용하는 자동차에 천연가스를 공급하기 위한 시설로서 환경부장관이 정하는 시설 나. 전기를 연료로 사용하는 자동차(이하 "전기자동차"라 한다)에 전기를 충*전하거나 배터리를 교환하는 시설 등*으로서 환경부장관이 정하는 시설 다. 그 밖에 태양광, 수소연료 등 환경부장관이 정하는 저공해자동차 연료공급시설 3. ~ 6. <생 략> ④ ~ ⑰ <생 략>

(3) 버스 체계 개편을 위한 재정 지원

○ 「간선급행버스 체계의 건설 및 운영에 관한 특별법」에서는 간선급행버스 체계 건설 사업에 필요한 비용을 보조할 수 있도록 하였으나, 전기버스 등 친환경 자동차의 배치 등에 대한 고려는 하고 있지 않음

- 따라서 대중교통 체계의 건설 목표 중 하나인 교통 수요관리를 통한 교통부문 환경 개선에 부합 할 수 있도록 전기 버스 적용을 촉진 할 수 있도록 관련 내용 신설 필요
- 이에 따라 법제 27조 3호를 신설하고, 전기버스의 활용 계획과 충전시설을 배치할 경우 해당 사업비의 일부를 지원할 수 있는 근거 마련

<표 3.127> 간선급행버스 체계의 건설 및 운영에 관한 특별법 제27조 개정(안)

현행	개정(안)
제27조(국가의 재정지원)법 제32조에 따라 국토교통부장관은 다음 각 호의 구분에 따라 체계건설사업에 필요한 비용을 보조하여야 한다. 1. 광역간선급행버스체계: 총사업비용의 50퍼센트 2. 광역간선급행버스체계가 아닌 간선급행버스체계 가. 수도권(서울특별시·인천광역시 및 경기도를 말한다) 지역: 총사업비용의 25퍼센트 나. 수도권 외의 지역: 총사업비용의 50퍼센트	제27조(국가의 재정지원)법 제32조에 따라 국토교통부장관은 다음 각 호의 구분에 따라 체계건설사업에 필요한 비용을 보조하여야 한다. 1. 광역간선급행버스체계: 총사업비용의 50퍼센트 2. 광역간선급행버스체계가 아닌 간선급행버스체계 가. 수도권(서울특별시·인천광역시 및 경기도를 말한다) 지역: 총사업비용의 25퍼센트 나. 수도권 외의 지역: 총사업비용의 50퍼센트 *3. 전기버스의 활용 계획과 충전시설 배치: 해당사업비의 일부*

○ 국가 통합교통체계 효율화법에 환승센터 및 복합환승센터 설계 및 시설 배치 기준에 QCM 시설 배치

- 「국가통합교통체계 효율화법」제60조에서는 국가 또는 지방자치단체는 대통령령으로 정하는 바에 따라 복합환승센터 개발 및 운영에 필요한 비용의 일부를 보조할 수 있도록 하였음
- 동법 시행령 제54조에서는 버스, 철도, 자전거 등 연계교통수단의 정류장, 정차, 정거시설 또는 접근을 위한 시설의 배치 시 재정지원을 할수 있도록 하였음
- 이에 근거를 두고 있는 국토교통부 고려인 "환승센터 및 복합환승 센터의 설계 및 배치 기준" 에는 버스 정류시설의 설계 및 배치기준을 제시하고 있음
- 그러나 전기자동차 배터리 교환 및 정류 시설에 대해 정의 하도록 하여 재정지원의 근거 마련 필요

다. 배터리 교환형 전기버스 및 QCM 운영 방안

(1) 배터리 교환형 전기버스 생산 및 QCM 운영의 공기업화

○ 배터리 교환형 전기버스의 확산을 위한 재정지원에도 불구하고 실증 사업 등에서 사업 운영에 대한 이해 부족, 배터리 교환형 전기버스 공급 부족 등의 문제가 나타나고 있음

- 기술 개발 및 실증 단계에서 도입 초기 단계의 신 기술을 확산하기 위한 임계점에 도달하기까지 정부의 역할이 중요
- 그러나 정부 역시 사업의 공익적 편익이 높은 사업이라는 것을 입증하는 것과 실제로 성공적인 운영 사례가 부족한 상태에서 사업 재정 지원의 정당성을 찾는데 어려움이 발생할 수 있음
- 이에 따라 배터리 교환형 전기버스를 활성화하기 위한 방안으로 현재 가장 많은 자금이 소요되는 배터리 교환형 전기버스 공급을 위한 생산, QCM 설치 및 배터리 리스사업 운영 부분을 공기업화 할 필요가 있음

○ 또한 배터리 교환형 전기버스 시스템을 우선 적용하기에 적합한 노선은 교통량이 많지 않은 비수익 노선일 가능성이 높으며, 비수익 노선에 대한 복지교통 제공을 위한 지원 가능

- 현재 배터리 1기 교체 시간은 60-80초로 교통량이 많은 지역의 버스 정류장에 설치된 QCM에서 배터리 1기를 교체하기에는 서비스 품질 유지를 위한 많은 노력이 필요함
- 따라서 교통량이 상대적으로 적은 노선에 우선 적용하여 다른 도로 통행자들과의 충돌을 회피하면서 안전정인 운영 및 배터리 교환 기술을 향상 시킬 수 있음

(2) 전기버스 구매 쿼터제 도입

○ 현재 환경부는 전기 동력의 개인 승용자동차의 보급 추진하여 왔으나 전기버스의 확산에는 미흡한 실정임

○ 대중교통은 개인 승용자동차에 비해 경제적인 취약계층에서 주로 이용하는 수단으로 볼 수 있으나, 전기자동차 보급을 위한 보조금을 승용자동차 구매자에게만 지급하게 되어 교통 복지 형평에 어긋나는 모순 발생

○ 이에 따라 지자체의 전기버스 보급 확산을 위한 대책의 일환으로 개인 전기 승용차 보급 대수의 일정 비율만큼 전기버스를 보급할 수 있도록 쿼터제 마련 필요

12. 관련부처 협의 및 의견 수렴 방안

○ 배터리교환형 전기버스 적용 활성화를 위해 제안한 관련 법안과 담당부처와 역할은 다음표와 같음

○ 향후 관련 법안의 추진을 위해서 해당 민간 의견 수렴과 법제개정 추진을 위하여 담당부처 담당자의 정책 지원 및 협의를 추진하도록 하겠음

<표 3.128> 관련부처 협력 방안

관련법	담당부처	역할
도로법	국토교통부 (도로국 관련과)	관련 법조항 개정 추진
여객자동차운수사업법	국토교통부 (대중교통과, 신교통개발과)	예산확보 (기재부) 및 관련 법조항 개정 추진
대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법	국토교통부(대중교통과)	예산확보 (기재부) 및 관련 법조항 개정 추진
간선급행버스 체계의 건설 및 운영에 관한 특별법	국토부(도시광역교통과)	예산확보 (기재부) 및 관련 법조항 개정 추진
대기환경보전법	환경부	예산확보 (기재부) 및 관련 법조항 개정 추진
전기자동차 보급 촉진 및 이용 활성화에 관한 조례	해당 지자체 (경기도, 경상북도, 제주도)	배터리교환형 전기버스 보급 확산을 위한 예산 확보 및 지자체 조례 개정 추진

○ 전기차 보급사업을 추진하고 있는 환경부는 전기버스의 보급을 위한 계획을 수립하여 추진할 계획에 있으며, 산업통상자원부는 제주도에서 전기버스 보급 사업을 추진한 실적이 있음

○ 국토교통부는 전기버스 운행지원과 안전 기준을 마련하고, 연구개발을 추진하였고 전기버스의 확산을 위한 정책을 고려하고 있음

○ 지자체에서도 전기버스를 보급하기 위한 추진 계획을 갖고 예산을 확보하기 위한 노력을 하고 있지만, 지자체의 실정에 전기버스의 종류와 수량을 결정하고 있음

○ 본 연구에서는 배터리 교환형 전기버스의 대중교통 활용을 위한 제도를 검토하고, 개선안을 제시하였으며 향후 지자체와 협업이 필요함

○ 아직까지는 지자체의 전기버스 사업이 구체화되어 있지 않은 실정이지만, 향후 지자체가 전기버스 사업을 추진할 때 추진 계획, 예산 확보, 노선 선정 등 사업추진 부분에서 본 연구의 성과물을 활용 할 수 있음

○ 매년 지자체의 전기차 및 전기버스 보급 사업 추진시 지자체의 요구사항과 정부의 계획에 반영될 수 있도록, 환경부, 산자부 등의 부처와 긴밀히 협조할 계획임

- 국토부의 BRT 개선 계획
- 환경부의 전기버스 보급 계획
- 산자부의 전기버스 관련 계획
- 지자체의 전기버스 추진 계획

제 4 장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

제 1 절 목표달성도

구분	핵심성과 (Level1)		단위성과 (Level2)		성과검증 기준			측정 방법	검증 방법	해당 기관	양적 성과목표	
					질적 성과지표		목표치				목표	달성
연구과제 1	A	배터리 교환 시설 (QCM) 표준 시방서 개발 및 교통 안전 진단 체계 구축	A-1	QCM 표준 시방서	①	분야별 전문가 의견 반영	3회	지자체, 사업체, 등 관련기관 회의	표준 시방서 의견 반영	한국항공대, 유도로보틱스(주), 동림피엔디, 피엠그로우	논문 : 1건 표준시방서 : 1건	논문 : 1건 (100%) 표준시방서 : 1건 (100%)
					②	학술회의 발표 논문 1건	1건	학술 발표 논문	논문 기재 확인			
					③	표준시방서 제정	타당성 80% 이상	QCM 관련 표준시방서 제정안에 대한 타당성	100점 만점 평가표 작성, 전문가 자문회의를 통해 표준시방서 타당성 검증			
			A-2	MCS 표준 시방서	①	표준시방서 제정 타당성 검증	타당성 80% 이상	MCS 관련 표준시방서 재정안에 대한 타당성	100점 만점 기준배점 방식의 평가표 작성, 전문가 자문의견을 통해 타당성 검증	자동차부품연구원	논문 : 1건 표준시방서 : 1건	논문 : 1건 (100%) 표준시방서 : 1건 (100%) *논문 1건 (초과달성)
			A-3	MCS 안전 인증 체계 구축	①	안전인증 체계 구축방안 제정 타당성	타당성 80% 이상	전문가 자문의견을 통해 타당성	100점 만점 기준배점 방식의 평가표		특허 : 출원 1건 안전인증체계 구축방안 보고서 : 1건	특허 : 출원 1건 (100%) 안전인증체계 구축방안 보고서 : 1건(100%)

				방안		검증		검증	작성, 전문가 자문의견을 통해 타당성 검증			
연구과제 2	B	배터리 교환형 전기 버스의 안정적 운영을 위한 비상 대응 체계 개발 및 경제성 분석	B-1	비상 대응 체계 매뉴얼	①	실 사용자 평가	3회	지자체, 사업체, 등 관련기관 회의	비상대응 체계 의견 반영	유도로보틱스(주), 피엠그로우	비상대응체계 매뉴얼 : 1건 (100%) 특허 : 2건	비상대응체계 매뉴얼 : 1건 특허 : 2건 (100%) * 논문 1건 (초과달성)
					②	전문가 평가	2회	관련기관 전문가 회의	비상대응 체계 의견 반영			
			B-2	특허 2건	①	특허 등록 확인	2건	비상대응 시스템 신규아이템 특허 2건	특허청 확인			
			B-3	경제성 분석	①	분야별 전문가 의견 반영	3회	관련 전문가 자문 회의	경제성 평가 모델 의견 반영	동림피엔디	논문 : 1건 경제성평가 모델 : 1건	논문 : 1건 (100%) 경제성평가 모델 : 1건(100%)
					②	학술회의 발표 논문 1건	1건	학술 발표 논문	논문 기재 확인			
					③	경제성평가 모델 개발	1건	사업 유형별, 버스운영 방식별, 경제성 분석 개발 모형 완성도	100점 만점 평가표 작성, 전문가 자문회의를 통해 표준시방서 타당성 검증			
연구과제 3	C	부품 및 모듈 단위 시험·인증 기술 개발	C-1	시험 방법·절차 개발 및 재진단 보고서	①	성능비교 시험 및 테스트 베드 재진단 보고서 작성	1건	전문가 회의를 통한 타당성 검증	100점 만점 평가표 작성, 전문가 자문회의로 검증	한국산업기술시험원	특허 : 출원 1건 논문 : 1건 시험 및 재진단 보고서 : 1건	특허 : 출원 1건(100%) 논문 : 1건(100%) 시험 및 재진단 보고서 : 1건(100%)
					②	학술대회 논문 발표	1건	학술발표 논문	논문게재 확인			
					③	국내 특허	1건	특허출원	특허출원			

						출원			서			
			C-2	대행 (인증) 기관 자격 가이드 라인	①	전문가 의견 수렴	2회	KOLAS, KAS 등 관련 기관 전문가 회의	가이드라인 의견 반영		자격가이드라인 : 1건	자격가이드라인 : 1건(100%)
					②	가이드라인 작성	타당성 80% 이상	가이드라인 타당성 검증	100점 만점 평가표 작성, 전문가 자문회의로 검증			
연구과제 4	D	QCM 종합 안전 관리 체계 구축 (제도, 규정 등)	D-1	종합 안전 관리 체계 매뉴얼	①	완성차 관련 전문가 의견 수렴	2회	전기자동차 관련 제작사 및 인증기관 회의	완성차 가이드라인 의견 반영	한국 산업 기술 시험 원	논문 : 1건 매뉴얼 : 1건 제품인증 절차서 : 1건	논문 : 1건(100%) 매뉴얼 : 1건(100%) 제품인증 절차서 : 1건(100%)
					②	종합안전 관리체계 매뉴얼 작성	적합성 80% 이상	개발된 매뉴얼에 대한 타당성 검증	100점 만점 평가표 작성, 전문가 자문회의로 검증			
					③	학술대회 논문 발표	1건	학술발표 논문	논문게재 확인			
			D-2	제품 인증 절차	①	제품인증 절차서 작성	적합성 80% 이상	전문가 회의를 통한 타당성 검증	100점 기준표			
연구과제 5	E	국제 표준 추진 및 관련 제도 개선 방안 마련	E -1	국제 표준 추진	①	표준 특허 조사	1건	표준특허 조사 보고서	특허청과 공동으로 실적평가	한국 항공 대, 서울 대학 교 (위탁)	표준특허 조사보고서 : 1건 국제표준 Draft : 1건	표준특허 조사보고서 : 1건(100%) 국제표준 Draft : 1건(100%)
					②	국제표준 개정 추진	1건	해당 국제표준화 기구 제안여부 확인	해당 국제표준화 기구 확인			
					③	Smart e-BUS 포럼 추진	1건	표준화 방안 연구 및 활동 실적 적합성	개정(안) 보고서			

								평가				
			E-2	관련 제도 개선 방안 마련	①	QCM 설치, 운영 및 유지관리를 위한 도로법 등 관련 법 개선방안	1건	개선방안에 대한 타당성 검증	100점 만점 평가표 작성, 전문가 자문회의로 검증	한국교통연구원	논문 : 1건 보고서 :1건	논문 : 1건(100%) 보고서 :1건(100%)
					②	대중교통 BRT 적용방안 마련	1건	적용방안에 대한 타당성 검증	100점 만점 평가표 작성, 전문가 자문회의로 검증			
					③	지자체 대중교통 BRT 적용을 위한 조례 검토	1건	조례(안) 적용방안에 대한 타당성 검증	100점 만점 평가표 작성, 전문가 자문회의로 검증			
					④	대중교통 적용사업 확산 및 예산 확보 방안 마련	1건	예산확보 방안에 대한 적합성 검증	100점 만점 평가표 작성, 전문가 자문회의로 검증			
계											특허 : 출원 4건 논문 : 6건 표준시방서 : 2건 보고서 : 4건 매뉴얼 : 2건 경제성 평가 모델 : 1건 가이드라인 : 1건 절차서 : 1건 국제표준 Draft : 1건	특허 : 출원 4건(100%) 논문 : 8건(133%) 표준시방서 : 2건(100%) 보고서 : 4건(100%) 매뉴얼 : 2건(100%) 경제성 평가 모델 : 1건(100%) 가이드라인 : 1건(100%) 절차서 : 1건(100%) 국제표준 Draft : 1건(100%) *논문 2건 초과달성

제 2 절 관련 분야 기여도

○ 전기자동차 교통인프라의 보급을 위한 기초자료와 지침을 마련하여 전기자동차의 보급 및 확산을 위한 정책적인 지원 등에 활용이 가능할 것임

○ 충전시설에 관한 규정 정립과 표준설계안 마련을 통하여 표준화 된 충전인프라의 구축을 가능하게 할 것이며 충전시설의 확충 및 확산에 있어 표준적인 지표로 사용하게 될 것임

○ 전기자동차 운영 시 발생할 수 있는 유형별 돌발 상황에 대한 지침 및 대응체계 구축으로 기존 고속도로에만 국한되어 있던 돌발 상황관리 시스템을 일반도로로의 확장을 통해 돌발 상황 관리시스템의 다변화에 기여할 것이며 전기차 운영 시 돌발 상황에 대한 기본지침이 될 것임

○ 본 연구에서는 배터리 교환형 전기버스 도입에 따른 비용·편익·수익 분석을 토대로 사업의 주체별·운영특성별 경제성 평가, 재무성 평가, 민감도 분석을 수행하였음

- 현황을 최대한 반영하여 버스노선을 지선형, 간선형, 광역형으로 분류하였고, 경유버스를 CNG저상버스, 플러그인충전형 전기버스, 배터리 교환형 전기버스로 대체할 경우의 경제성 평가를 시행하여 전기버스 도입타당성을 확보하였음

- 국가 및 지자체, 특수목적법인(SPC), 버스운송사업자 및 버스운송조합으로 사업주체를 구분하고 민영제, 준공영제, 공영제로 버스운영에 따른 개략적인 재무성평가를 수행하여 실 전기버스 도입시 좀 더 유리한 도입 모델에 대해 검토하였음

- 도입에 가장 밀접한 영향을 미치는 배터리 교환시설 및 배터리에 대해 민감도 분석을 실시하여 전기버스 도입의 활성화를 위한 적정수준을 파악하였음

○ 향후 배터리 교환형 전기버스시스템 도입시 본 연구결과를 활용하여 사업주체 및 버스운영 방식에 따른 명확한 투입비용 산정과 기대수익 관리를 통해 전기버스의 효율적인 보급방안을 모색할 수 있음

○ 이와 함께 경제적 타당성 분석과정을 토대로 전기버스 도입시 효율적인 정책적인 지원(안) 마련시 체계적인 검토가 가능한 기초자료로의 활용이 가능할 것임

○ 향후 현장에서 실시하는 배터리교환시설(QCM) 공사의 각 공종별로 공사시방서, 전문시방서 작성시 활용이 가능한 기초자료로 활용이 가능할 것임

○ 본 연구과제에서는 배터리 교환형 전기버스 시스템(QCM)에 대한 안전인증체계 구축과 시험·인증제도 마련을 통해 안전한 설계와 시공에 대한 기반을 마련함

○ 선행 개발된 QCM 시스템 단위의 안전성평가 기술에서 나아가 부품 및 모듈 단위의 안전성 평가를 바탕으로 종합적 안전인증체계를 구축함

○ 기 구축된 QCM의 구조물 재진단 및 결함 검사 등 테스트베드를 적극 활용함으로써 QCM 시스템의 구체적 안전성을 확립과 성능 및 신뢰성을 검증하였음

○ 또한 이를 바탕으로 향후 배터리 교환 방식 전기버스 시스템 도입 및 운영 시 안전성 검증에 대하여 근간이 될 수 있을 것으로 예상함

○ QCM 시스템과 더불어 향후 새로운 교통 융합 시스템의 도입 시 안전성 검토는 필수적임. 따라서 이를 위한 구체적인 안전성평가 규격과 인증 시스템을 운영할 수 있는 시험·인증 대행기관의 자격요건을 제시하여 운영타당성을 확보하였음

○ QCM 시스템의 시험·인증 대행기관 자격요건을 제시함으로써 제품의 설치 및 사용과정에서 발생하는 위험에 대한 객관적인 안전성평가와 책임 소재를 명확하게 하였음

○ 상용화 단계에서의 위험 및 위해로부터 운영자와 이용자의 안전을 고려한 종합안전관리체계 매뉴얼을 제시함으로써 향후 QCM 시스템이 교통편의시설로서의 역할이 기대됨

○ QCM 시스템에서 사용되는 부품 및 구성품에 대한 제품인증절차를 제시함으로써 제작사 및 생산자의 명확한 제조 품질 기준 확립으로 제품품질 향상에 기여

○ 향후 새로운 교통 융합 시스템의 도입 시 본 연구과제결과를 토대로 체계적이고 효율적인 충전인프라의 안전인증체계로 활용이 가능할 것임

○ 비상충전시스템(MCS)은 배터리 교환형 전기버스 시스템의 안정적인 운영을 지원하기 위해 설계 및 제작된 시스템으로 배터리 교환형 전기버스(QTPE-BUS : Quick Top Pick-up E-BUS)의 주행 중 갑작스러운 방전 및 배터리 교환 시스템(QCM : Quick Change Machine)의 배터리 비상 수급 요청 등의 응급상황에 대응하여 방전된 배터리 교환형 전기버스의 급속충전 및 배터리 교환 시스템으로의 배터리 이송, 공급 등을 지원하는 전기자동차 응급 지원 시스템임

○ 현재 비상충전시스템(MCS)은 선행과제 연구를 통해 시작품 개발 및 기능 검증이 완료된 상태이나 제작 및 설치를 위한 기준, 즉, 표준시방과 제작, 설치 이후 안전하게 운영될 수 있도록 하는 안전기준, 검사기준 및 방법, 인증 체계가 부재되어 있어 시스템 도입과 상용화를 위해서는 이에 대한 마련이 필수적이라 할 수 있음

○ 연구개발 목표를 달성하기 위해 각종 시방서 자료 수집 및 검토를 거쳐 확인된 유사시방서를 참조하고, 비상충전시스템(MCS) 관련 필수 요구사항 검토, 비상충전시스템(MCS) 각 구성요소 점검 및 현장 연동시험, 전문가 자문회의 등 비상충전시스템(MCS)의 표준시방을 도출하기 위한 단계별 연구를 수행함

○ 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계 구축 방안 도출을 위해서는 자동차 및 기계·장치 등에 관한 안전기준, 검사기준 및 방법, 인증 관련 자료, 국가기술표준 자료 등의 수집, 검토를 거쳐 비상충전시스템(MCS)에 적용 가능한 범위 및 요소들을 도출하였으며, 표준시방과 마

찬가지로 비상충전시스템(MCS) 각 구성요소 점검 및 현장 연동시험, 전문가 자문회의 등을 거쳐 결과에 반영될 수 있도록 단계별 연구를 수행함

○ 본 연구수행에 따른 기여도는 관련 분야뿐만 아니라 사회 전반에 걸쳐 기여가 예상되며, 특히 배터리 교환형 전기버스 시스템의 안정적인 지원을 위한 비상충전시스템(MCS) 도입 및 상용화에 필요한 제작 및 설치 기준과 제작, 설치 이후 안전하게 운영될 수 있도록 하는 안전기준, 검사기준 및 방법, 인증 체계에 대한 방안을 마련함으로써 향후 시스템을 도입하고, 상용화하고자 하는 각 기관 및 기업, 단체에서 활용할 수 있는 기초 기준 자료로 기여할 것으로 예상됨

○ 전기자동차 교통인프라의 보급을 위한 기초자료와 지침을 마련하여 전기자동차의 보급 및 확산을 위한 정책적인 지원 등에 활용이 가능할 것임

○ 충전시설에 관한 규정 정립과 표준설계안 마련을 통하여 표준화 된 충전인프라의 구축을 가능하게 할 것이며 충전시설의 확충 및 확산에 있어 표준적인 지표로 사용하게 될 것임

○ 전기자동차 운영 시 발생할 수 있는 유형별 돌발 상황에 대한 지침 및 대응체계 구축으로 기존 고속도로에만 국한되어 있던 돌발 상황관리 시스템을 일반도로로의 확장을 통해 돌발상황 관리시스템의 다변화에 기여할 것이며 전기차 운영 시 돌발 상황에 대한 기본지침이 될 것임

○ 본 연구 개발을 통해 배터리 교환형 전기버스 충전 시스템의 대중교통 적용 확산을 위한 법제도 개선 방안을 도출함

- 도로법상의 배터리 충전 교환 시스템인 QCM을 정의하여 관련 인허가의 혼란을 배제하고, 대중교통 관련 시설 투자시에 지원 대상에 포함될 수 있는 기반 마련

- 대중교통 BRT에 적요하기 위하여 국토교통부 고시인 “간선급행버스(BRT)체계 기술 기준”에 배터리 교환형 전기버스시스템을 적용하기 위한 시설, 설계 및 유지관리 기준을 제안함

- 지자체 대중교통 BRT 적용 지원을 위해 제주도, 경상북도(포항시), 경기도(김포시) 전기자동차 및 대중교통 재정지원 관련 조례 개선 방안 제시함

- 대중교통 적용 사업의 확산을 위한 예산확보 마련을 위해 버스구매 관련 법제도 개선 방안, QCM 설치를 위한 재정지원 방안 대중교통체계 개편을 위한 재정지원 방안을 검토하여 배터리 교환형 전기버스시스템에 대한 재정지원이 될 수 있도록 법제도 개선 방안을 제시

- 또한 배터리 교환형 전기버스시스템의 확산을 위한 공공사업화 및 전기버스 보급 쿼터제 등을 제안함

○ 본 기술 개발 과제를 통하여 전기버스 시스템의 대중교통관련 법제도 내에 편입될 수 있는 체계를 마련함

제 5 장 연구개발성과의 활용계획

제 1 절 연구결과의 활용방안

○ 배터리 교환형 전기버스 도입에 따른 주체별·운영특성별 경제적 타당성 분석과정을 토대로 전기버스 도입시 효율적인 정책적인 지원(안) 마련시 체계적인 검토가 가능한 기초자료로의 활용이 가능할 것임

○ 배터리교환시설(QCM)에 대한 구축, 운영 단계의 안전성, 신뢰성, 내구성을 확보할 수 있는 표준시방서를 개발함으로써 향후 배터리 교환형 전기버스의 도입시 전문시방서 및 공사시방서 작성에 적용 가능함

○ 이와 함께 발주처와 설계사, 시공사 등에서 기본자료로 활용이 가능함

○ 본 연구과제 결과를 통하여 배터리 교환방식 전기버스 시스템 도입 시 종합적인 안전관리 체계 구축 지원 가능할 것임

○ QCM 시스템의 안전성 평가를 통하여 위험 및 재해로부터 안전을 도모하는데 기초자료로 활용할 수 있음

○ QCM 시스템 및 부품 안전성평가를 통해 향후 오픈 랩 형식의 운영·지원이하며, 안전성시험 시스템이 구축되어 있지 않은 제조사 및 제작사의 시험·인증기관 방문을 통하여 기술연수 지원이 가능함

○ 새로운 시험평가 기술 기준 개발을 통해 국내 전문가의 국제 표준 활동 IEC TC21, IEC TC69 및 ISO TC22/SC21 등을 지원할 수 있으며, 국내 표준에 대한 적극적인 제안 활동 가능

○ 종합안전관리체계 및 충전인프라시설과 관련한 인증제도 활용으로 공공운수분야 활성화를 위한 기본 방안 제시 가능

○ 향후 전기자동차 충전시설 확산 시 성능 및 안전성과 관련하여 전주기 맞춤형 기술지원이 가능함

○ 국가정책에 부합하는 전기버스 시장 확대 및 수익성 사업 연계 개발이 필요함

○ 본 과제 종료 이후 보급·상용화를 위하여 새로운 비즈니스 모델 창출이 필요하며, 타 전기자동차 사업과 관련하여 경쟁력 확보가 필요함

○ 비상충전시스템(MCS)은 배터리 교환형 전기버스(QTPE-BUS)가 예기치 못한 교통정체,

기기오류, 운전자의 판단실수 등에 의한 배터리 방전으로 주행 중 갑작스럽게 정차할 경우 안전지대로 신속히 이동할 수 있도록 급속 충전해 줄 수 있는 이동형 응급지원 시스템으로 활용 가능

○ 비상충전시스템(MCS)은 배터리의 장기 사용으로 인한 노화, 배터리 고장, 만충 배터리의 수량 부족 등에 의해 배터리 교환 시스템(QCM)에 배터리 교환 장애가 생겼을 경우 정상 배터리로의 신속한 공급/교체를 해줄 수 있는 이동형 응급지원 시스템으로 활용 가능

○ 본 과제 연구수행을 통해 도출된 비상충전시스템(MCS)의 표준시방 및 안전인증체계 구축 방안은 배터리 교환형 전기버스 시스템의 안정적인 운영을 지원하기 위해 설계 및 제작된 비상충전시스템(MCS)을 포함하여 배터리 교환형 전기버스 시스템 도입 및 사업 확산 시 예상되는 설계상의 혼란, 무분별한 제품 도입, 시스템 호환성, 제작 및 설치 상의 하자 발생 등의 문제를 최소화할 수 있을 것으로 예상되며, 도입 설계 단계부터 구축 운영 단계까지 전체적인 단계에 걸쳐 활용 가능

○ 비상충전시스템(MCS) 표준시방은 시스템 도입의 설계, 구축 단계에서 제작 및 설치 기준의 부재에 따른 발주자와 제작자간의 설계, 제작, 설치 논의 및 방안 모색, 제작 상태 및 기능 확인 등에 있어 불필요한 시간적 소모와 혼선을 최소화시켜줌으로써 효율적인 작업 및 업무 협의가 가능할 수 있도록 활용 가능

○ 비상충전시스템(MCS) 안전인증체계 구축 방안은 시스템 도입의 설계 단계부터 운영 및 유지관리 단계에 이르기까지 필요한 안전기준, 검사기준 및 방법, 인증과 관련한 일련의 체계 방안을 제시해 줌으로써 시스템의 잦은 고장, 안전사고 발생 등의 상황을 미연에 방지하고, 안전하고, 효율적인 관리가 가능할 수 있도록 활용 가능

○ 비상충전시스템(MCS) 표준시방을 비롯한 관련 연구 자료는 비상충전시스템(MCS) 차량 내 구성요소인 통합제어기, 배터리 적재/이송 시스템, 자체발전 시스템 및 충전 시스템 등의 활용을 통해 향후 배터리 교환형 전기버스(QTPE-BUS) 뿐만 아니라 각종 전기자동차의 응급상황 시 급속충전을 해줄 수 있는 이동형 응급지원 시스템을 구현하기 위한 기술 자료로 활용 가능

○ 비상충전시스템(MCS) 표준시방을 비롯한 관련 연구 자료는 비상충전시스템(MCS) 차량 내 구성요소인 통합제어기, 배터리 적재/이송 시스템 등의 활용을 통해 향후 배터리 교환형 전기버스(QTPE-BUS)를 위한 배터리 교환 시스템(QCM) 뿐만 아니라 각종 배터리 교환형 전기자동차용 배터리 교환 시스템의 응급상황 시 배터리의 공급/교체를 해줄 수 있는 이동형 응급지원 시스템을 구현하기 위한 기술 자료로 활용 가능

○ 비상충전시스템(MCS)을 배터리 교환형 전기버스 시스템에 적용하여 도입 및 사업 확산 시 장기적인 운영을 통해 기술적, 운영적인 측면에 있어 발생되는 문제점을 파악하고, 보완하여 향후 지속적인 시스템 도입 및 사업 확산에 기여할 수 있도록 추진 필요

○ 배터리 교환형 전기버스 시스템의 표준시방서를 통해 사업 확산 시 예상되는 설계상의 혼란, 무분별한 제품 도입, 공사상의 하자 발생 등의 안전상 문제를 최소화 할 수 있으며 사업 준비 단계부터 구축·운영단계까지 활용 가능

○ 본 연구 개발 과제에서 제안하는 법제도 개선 방안의 추진을 통하여 배터리 교환형 전기버스의 사업화에 활용할 수 있을 것으로 판단됨

○ 또한 도입 초기의 배터리 교환형 전기버스 생산 및 QCM 운영의 공영화를 통한 전기버스 산업 생태계 활성화와 더불어 배터리 교환형 전기버스 기술 확산에 활용할 수 있을 것으로 기대

제 2 절 기대성과 및 파급효과

○ 기술적 측면

- 배터리 교환형 전기버스 도입에 따른 주체별·운영특성별 경제적 타당성 분석과정을 토대로 향후 사업진행시 기초자료로 활용이 가능할 것임

- 선행연구에서 개발된 배터리교환시설(QCM)에 대한 표준시방서를 개발하여 향후 시공시 시설의 안전성과 신뢰성, 내구성을 확보할 수 있는 기반을 마련하였음

- 향후 시험·인증 대행기관으로부터 체계적이고 효율적인 안전성시험 가능

- 종합안전관리체계 구축을 통한 지속적인 안전관리 체계 확보

- 배터리 교환방식 전기자동차 및 충전시스템의 안전성 시험 및 인증제도 확립

- QCM 시스템 핵심부품에 대한 안전성평가를 통해 제조기업 기술경쟁력 확보 및 제조 품질 향상

- QCM 시스템을 구성하고 있는 교환로보스 배터리팩, 전기차 충전기 등 전 산업분야의 기술개발 활성화 및 전문 제조업체 육성

- 안전인증체계 활용으로 인한 QCM 시스템 보급·운영 시 위험으로부터의 관리자 및 이용자 보호

- 비상충전시스템(MCS)의 표준시방 및 안전인증체계 구축 방안을 통해 제작 및 설치 기준과 안전기준, 검사기준 및 방법, 인증 체계를 확립함으로써 비상충전시스템(MCS)을 구성하는

차량, 통합제어기/운전자단말, 배터리 적재/이송 시스템, 충전 시스템, 자체발전 시스템, IBMS 등의 각 장치를 비롯하여 시스템 전체를 전문 제작, 인증할 수 있는 기관 및 기업, 단체 육성 또는 기술지원 가능

- 배터리 교환형 전기버스 시스템의 안정적인 운영 지원을 위한 비상충전시스템(MCS)의 제작 및 설치 기준과 안전기준, 검사기준 및 방법, 인증 체계 구축 방안을 마련함으로써 시스템에 대한 종합적인 내구성, 신뢰성 향상을 통해 배터리 교환형 전기버스 시스템 도입과 사업 확산 가능

- 비상충전시스템(MCS)의 제작 및 설치 기준을 포함한 표준시방을 마련함으로써 향후 시스템 도입 및 사업 확산 시 도입 시기, 지역, 제조업체 등에 따라 각각 달라질 수 있는 시스템 간의 호환성 문제를 최소화시킴

- 비상충전시스템(MCS)의 안전기준, 검사기준 및 방법, 인증 체계를 포함한 전반적인 안전인증체계 구축 방안을 마련함으로써 향후 운영 및 관리상의 기술적 제약조건을 최소화시킴

- 비상충전시스템(MCS)을 구현하기 위해 필요한 이동식 충전 기술, 배터리 Stack 보관 및 적재 기술 등의 비상충전시스템(MCS) 차량 제작 및 운영에 필요한 원천 요소 기술 향상 가능

- 전기자동차 관련 응급 상황에 대처하기 위해 비상충전시스템(MCS)을 운영할 수 있는 H/W, S/W 기술 및 시스템 이용에 대한 과금 체계와 전기자동차 관련 응급 상황에 대처할 수 있는 운용 기술 향상 가능

- 상용차 기반의 이동식 충전 시스템 개발을 통한 모바일 충전시스템 구축 및 운영에 필요한 충전기 제작기술 및 운영시스템 연계 기술에 대한 국내 원천 기술 및 기술경쟁력을 확보하여 향후 해외시장 대응을 고려한 기반 확보 가능

- 배터리 교환형 전기버스 시스템을 지원하기 위한 비상충전시스템(MCS)에 대한 단편적인 연구개발에서 벗어나, 각종 전기자동차, 배터리 교환형 전기자동차 시스템까지 지원할 수 있는 유형별 확산 보급을 위한 기초 기술 확보 가능

- 배터리 교환식 전기차의 충전인프라 구축 및 설계, 시공을 위한 기술의 정립 및 보급에 활용 가능함

- 배터리 교환식 전기차 및 충전인프라 구축을 위한 국내외 표준화 및 기준 제정을 위한 기술자료로 활용 가능함

- 배터리 교환형 전기버스 시스템 기술의 법제도화를 통해 본 기술의 대중교통 시스템에 적용하는데 용이한 체계를 갖출 것으로 기대됨

○ 사회.경제적 측면

- 일반경유 차량의 전기버스 대체시 사업의 경제성 평가를 통해 사업의 타당성을 확인할 수 있고, 사업주체별、운영특성별 재무성 평가 방식을 토대로 정책적인 지원안 마련의 기초자료로 사용할 수 있음
  또한 전기버스 대체에 따라 대기오염(CO, NOx, HC, PM)과 온실가스(CO_2, CH_4) 등의 오염 물질이 발생되지 않아 대중교통 분야의 환경영향 개선에 기여할 것으로 판단됨

- 배터리 교환형 전기버스 시스템 구축, 운영 단계의 안전성, 신뢰성, 내구성을 확보하여 사업 진행시 사용가능한 공종을 정리하였으며, 배터리교환시설(QCM) 보급시 발주서류 작성 등에 기초가 될 수 있는 배터리교환시설(QCM)에 대한 표준시방서를 도출하였음

- 향후 현장에서 실시하는 배터리교환시설(QCM) 공사진행시 각 공종별로 전문시방서, 공사시방서 작성시 활용이 가능한 기초자료로 활용할 수 있는 체계를 구축하였음

- QCM 시스템의 종합안전관리체계 구축을 통하여 각종 시설물의 안전관리 및 안전의식을 제고

- 안전인증제도 도입을 통하여 사업화과정에서의 인증의 중복해소, 인증기간 및 비용 단축 등 합리적 기대효과

- 부처별 시험인증제도의 단일화를 통한 기업의 부담 완화 및 국내 시험인증산업의 육성으로 국가 경쟁력 강화

- 공공운수분야의 새로운 비즈니스 모델 구축 및 지자체와 기업들에게 유망사업 모델 제시

- 비상충전시스템(MCS)의 제작, 설치 기준인 표준시방과 안전기준, 검사기준 및 방법, 인증체계를 포함한 전반적인 안전인증체계 구축 방안을 마련함으로써 시스템 도입 및 사업 확산 과정에서 발생할 수 있는 여러 가지 혼선으로 인한 불필요한 시간 단축, 절차의 간소화, 잘못된 인증 및 중복 인증의 방지 등의 다양한 효과가 기대됨

- 비상충전시스템(MCS)을 포함한 배터리 교환형 전기버스 시스템의 도입 및 사업 확산이 되면 비상충전시스템(MCS)의 제작 및 설치 기준과 안전인증체계 구축 방안에 의한 각 장치별 또는 시스템 전체의 전문 제조 및 인증 기관, 기업, 단체 등의 육성에 따라 관련 산업의 활성화가 기대됨

- 비상충전시스템(MCS) 관련 제작 및 설치 기준을 정의함으로써 전기자동차 충전 인프라 구축 관련 기관의 불필요한 기술개발 중복투자를 방지할 수 있으며, 향후 시장 확대 및 기술 보급의 걸림돌을 사전에 제거할 수 있음

- 비상충전시스템(MCS)을 통한 배터리 교환형 전기버스 시스템의 안정적인 운영 지원에 따라 배터리 교환형 전기버스 시스템 전체의 도입 및 사업 확산의 가능성을 높이고, 친환경

대중교통 시스템으로 우리나라를 “녹색 교통 선진국”으로 이끌 밑거름이 될 수 있음과 동시에 환경비용의 절감, 운영비용의 절감을 이끌어낼 수 있음

- 비상충전시스템(MCS)을 통한 배터리 교환형 전기버스 시스템의 안정적인 운영 지원에 따라 배터리 교환형 전기버스 시스템의 해외시장 진출의 가능성을 높임으로써 관련 제조, 인증을 수행하는 기관, 기업, 단체 등의 해외 진출 및 글로벌 성장 역시 기대할 수 있음

- 비상충전시스템(MCS) 관련 연구수행 과정을 통해 시스템 구축을 위한 관련 전문가들을 확보하여 향후 지속가능한 기술개발을 추진함으로써 세계 전기자동차 및 충전인프라 기술 시장에서 기술 선점을 통한 국가 경쟁력 강화에 기여하고, 신 성장 동력원으로 국가 경제 발전에 이바지할 것으로 기대함

- 국내 전기자동차 시장 전망은 2020년 누적대수 100만대로 예상되며 충전인프라 시장의 성장을 고려하면 충전시스템 시장규모는 2020년에는 4조원 규모로 비상충전시스템(MCS) 및 비상충전시스템(MCS)용 DC-DC 충전기의 상용화가 이루어지면 전기자동차 보급의 방해요소인 충전시간, 주행거리에 대한 문제점 해결과 긴급 출동 서비스 및 상용차 기반의 충전시스템 구축이 가능

- 전기자동차 운영시 발생 가능한 유형별 돌발상황의 지침 및 대응체계 구축으로 전기자동차의 사고 및 차량결함 등으로 인한 혼합교통류의 2차사고 및 지·정체로 인한 대기오염의 저감을 통해 원활한 교통처리와 사회·경제적 처리비용의 감소에 기여할 것임

- 배터리 교환형 전기버스의 확대 적용으로 대중교통 분야 탄소 배출 저감을 통한 환경 개선에 기여할 것으로 판단됨

- 또한 새로운 기술 개발의 상용화를 통하여 관련 기술 분야에 대한 고용 향상을 통한 결제 활성화의 효과를 기대할 수 있음

- 사회 경제적 소외 계층에 새로운 시스템의 교통 서비스를 제공함으로써 교통복지에 기여할 것으로 기대함

○ 환경적 측면

- 배터리 교환형 전기버스 도입을 통한 공공운수분야의 공해물질 및 온실가스 배출 저감 효과 기대, 소음 저감 효과 기대

- 대기오염 물질 저감으로 인한 국민 생활환경 개선

- 전기에너지 사용으로인한 석유 사용 의존도 및 에너지 수입비용 절감 기대

- 전 세계적 문제인 온실가스 절감정책에 동참하고 환경 개선 효과 등을 기대함

- 전 세계적으로 기후변화와 자원위기에 대응하고 경제성장과 환경보호를 동시에 달성하기 위해 녹색기술의 역할이 증대되고 있으며 우리나라 녹색성장 국가전략에도 부합됨

- 일반 화석연료 자동차로 인해 가중되고 있는 에너지문제 및 환경문제의 해결을 통해 지속 가능한 지구환경 구축이라는 글로벌 목표 달성에 이바지 함

- 대중교통의 수송 에너지원을 화석 연료로부터 전기에너지로 전환시킴으로써 전력 생산 효율을 향상시키고 자동차에 의한 환경으로의 영향을 개선할 수 있음

제 6 장 연구과정에서 수집한 해외 과학기술 정보

제 1 절 연구관련 해외 과학기술 정보

1. Analysis of Battery Safety and Hazard' Risk Mitigation

○ Hazard Modes : 배터리의 외형에 변화를 주거나 사람의 목숨을 위협하는 원인으로 구분함
- Electrical Hazards : 합선이나 과도한 충전은 배터리의 외부적 위험성 중 하나임
- Thermal Hazard : 온도 상승, 화재 등은 Thermal Hazard의 내/외부적 위험 요소
- Mechanical Hazard : 충돌, 낙하 등과 같은 상태의 위험성을 나타냄
- System Hazards : 배터리와 관련된 외부적인 시스템으로부터 시작되는 사고

○ Severity : 각각의 위험성은 0에서 7사이의 숫자로 표현이 되어있으며 숫자가 높을수록 위험도는 높아짐, 겉으로 관찰이 가능한 발생 효과 등으로 표현됨

Severity Levels (Adopted and modified from EUCAR)		
S	Description	Criteria for Severity Classification & Effects
0	효과없음	기능의 상실 없음
1	복구 가능한 기능 상실	결함, 누출, 분출, 화재, 파열, 폭발, 발열반응 또는 열폭주 없음 일시적인 배터리 성능의 상실, 보호장치 재설정 필요
2	복구 불가능한 기능 상실	누출, 분출, 화재, 파열, 폭발, 발열반응 또는 열폭주 없음 RESS 복구 불가능한 손상, 수리 필요
3	누출 (중량<50%)	분출, 화재, 파열 없음 무게 손실 < 배터리 전해액 중량의 50%, 옅은 연기
4	분출 (중량≧50%)	화재, 파열, 폭발 없음 무게 손실 ≦ 배터리 전해액 중량의 50%, 심한 연기
5	화재	파열, 폭발 없음
6	파열	폭발 없음, RESS 느린 속도로 분해됨
7	폭발	폭발(RESS가 분해됨)

2. Tesla Roadster Emergency Responder Guide

○ 고전압 : 모든 고전압 전선과 오렌지 색상의 전선을 만지거나 뜯으면 안됨. 또한 고전압 시스템을 하단하기 전에는 오렌지 색상의 전선을 절단해서는 안됨

○ Roadster 충전 중에는(충전기에 연결이 된 경우) 불을 끄기 위해서 물을 사용해서는 안됨

○ 차량 내부의 모든 전류를 차단하기 위해서는 '12V Emergency Cable'을 절단하면 됨. '12V Emergency Cable' 절단 시 에어백, Seat belt tensioners, Restraint system의 사용이 불가능함. 차량 내부의 탑승객을 구출할 경우에는 안전성의 향상을 위해서 차량의 시동을 끈 다음 케이블을 절단하는 것이 가장 좋음

○ 고전압 전선을 절단 한 경우 10초간 전선에 전류가 흐를 수 있는 가능성이 있음. 에어백, Seat belt tensioner 등 고전압 전선 절단 후 30초 정도 사용이 가능함

○ 고전압의 위험성이 있기 때문에 Emergency Disconnect를 절단한 후에도 차량 내부에 탑재된 배터리 팩을 자르거나 뜯으면 안됨. 구멍을 뚫거나 소각하거나 충돌을 일으키거나 배터리 팩이 60도 이상의 온도에 노출되어서는 안됨. 일반적으로 배터리 내부에 내장된 전극재질과 액체 전해물질은 노출되지 않을 것임. 배터리 팩이 기계, 온도, 전기적으로 문제가 생길 경우에는 전극재질과 액체 전해물질이 노출될 수 있음. 예를 들어 합선은 배터리의 과열을 일으키고 불이 붙을 원인이 될 것임

○ 테슬라 로드스터가 충전 중에 자동차에서 불이 붙거나 연기가 날 경우에는 자동차의 시동을 즉시 꺼야함. 리튬 이온 배터리가 불에 붙을 경우 지속적으로 그 주변을 물바다를 만들어야 함. 물은 불을 직접적으로 진압할 수는 없지만 배터리 셀들의 온도를 낮춰주고 불이 번지는 것을 막아주며 불이 재점화되는 것을 막아줌

3. VOLTA BOX

○ VOLTA BOX는 전기버스 배터리팩 제조사임



<그림 6.1> VOLTA BOX 회사

○ VOLTA BOX사의 배터리팩의 이점은 각각의 셀을 조립하여 배터리팩의 크기를 조절할 수 있음

○ 배터리의 수명이 타사에 비해 45~80% 더 향상된 수치를 나타냄

○ 배터리의 신뢰성에 대한 문의 결과 압력시험, 열 시험, 진동시험, 충격시험 등의 실험 시 초기 전압의 90% 이상의 전압의 형태를 보임



<그림 6.2> 시험 장비



<그림 6.3> 시험 장비

○ 충격시험항목 6시간 동안 화재가 발생하지 않는 조건 존재

○ 위의 실험 외에 다른 시험도 실시하며 VOLTA BOX사에서 직접 시험

○ VOLTA BOX사의 배터리는 유럽공장과 미국에서 생산하고 있으며 배터리 셀 역시 자체 생산제품을 사용



<그림 6.4> 배터리 팩

○ VOLTA BOX사의 주요 제품 납품 사례
- SEATTLE의 전기버스 배터리팩 (26kWH, 436V, 530UNIT 납품)
- SWISS Geneva & Lucerne (32kWh, 320V, 50UNIT 납품)
- Luxembourg 하이브리드 버스의 배터리팩 (25kWh, 634V, 10UNIT 납품)



<그림 6.5> 납품 사례

○ 위의 사례에서 볼 수 있듯이 사양이 다른 여러종류의 배터리팩을 제조한 경험이 있으며 각각 다른 버스회사와 협업한 경험이 있음

○ VOLTA BOX사와 미팅에서 한국시장 및 아시아 시장에 대한 지대한 관심을 느낄수 있었으며 유럽 및 미국시장에서 전기버스 배터리를 납품했던 것을 기반으로 배터리 교환형 전기버스의 해외 진출 시 배터리 수급의 한 방법이 될 수 있을 것으로 보임

4. ENGINE EXPO

○ EXPO에 자동차의 제어나 분석업체가 많이 참여

○ 참여 기업 중 일본기업인 KYOWA와 같이 자동차의 안전테스트 및 교통기반시설의 시스템을 개발하고 관리하는 회사는 현재 포항에서 실시중인 배터리 교환 버스 시스템의 통합운영센터에 적용할 수 있는 기술들이 있을 것으로 기대

○ 이외에도 자료 분석기기에 대한 회사들이 많이 참가하여 전기적 신호를 분석하는 솔루션을 많이 보유하고 있었음

○ 이러한 것들을 전기버스에 도입하여 버스 내의 신호이상 등을 기록하면 좀 더 좋은 자료와 모니터링이 될 것으로 보임

○ 업체별 각 종 테스트를 시연하는 곳이 많이 있었고 표준시방서 제작시에 테스트 방법들을 벤치마킹 및 활용 가능한 테스트들을 관람할 수 있었음



<그림 6.6> ENGINE EXPO

5. 국제전기자동차 엑스포

○ 장소 : 제주 중문관광단지 일대 여미지 식물원

○ 참여업체 : 국내외 200개 기업, 지자체, 유관기관

○ 한국항공대 산학협력단 참여

– 배터리 교환형 전기버스 시스템 표준시방 및 안전인증체계 구축 연구에 대하여 국제전기자동차 엑스포를 통하여 일반인들에게 홍보할 수 있었음



<그림 6.7> 국제전기자동차 엑스포 참가



<그림 6.8> 과제 설명 자료

○ 전기자동차

– 전기차로는 쉐보레 볼트, 현대 아이오닉, 기아 소울EV, 삼성 SM3 등이 참가하여 일반인들의 관심을 받았으며 그 외에도 대림 전기이륜차, 농기계용으로 제작된 전기차업체들도 다수 참가함



<그림 6.9> 쉐보레 볼트

○ 충전장치

– 전기차뿐만 아니라 배터리 충전시설과 관련된 전시도 눈에 띄게 많이 보였음

– 충전시설에 대한 국가보조금과 지방자치단체들의 적극적인 보조가 있을 경우 전기차를 구매하는 이용자들이 보다 증가할 것으로 생각됨



<그림 6.10> 충전 장치

○ 전기버스

- 전기버스 업체로는 우진산전과 브라이선 EV 코리아가 참여
- 우진산전은 한번 충전으로 150km를 주행가능함



<그림 6.11> 우진산전 전기버스

제 7 장 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비 현황

구입 기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입 가격 (천원)	구입처 (전화번호)	비고 (설치 장소)	NTIS장비 등록 번호
유도로보틱스(주)	석정반	2000x1000x250mm	1	20161128	3,374	(주)정우정반 (031-366-4293)	유도로보틱스(주)	NFEC-2016-12-213618
유도로보틱스(주)	리니어 하이트	LH-600E/EG	1	20161128	10,631	(주)성신인스트루먼트 (02-2672-0013)	유도로보틱스(주)	NFEC-2016-12-213619
유도로보틱스(주)	로크웰 경도 시험기	HR-521	1	20161128	17,999	(주)성신인스트루먼트 (02-2672-0013)	유도로보틱스(주)	NFEC-2016-12-213679
유도로보틱스(주)	블록 게이지	BM1-112-1/PD	1	20161128	3,654	(주)성신인스트루먼트 (02-2672-0013)	유도로보틱스(주)	NFEC-2016-12-213686
유도로보틱스(주)	휴대용 경도계	HH-411	1	20170626	4,766	(주)성신인스트루먼트 (02-2672-0013)	유도로보틱스(주)	NFEC-2017-07-239091
유도로보틱스(주)	직각형 정밀 수준기	R-MSL1502	1	20170626	2,420	(주)성신인스트루먼트 (02-2672-0013)	유도로보틱스(주)	NFEC-2017-07-239092

제 8 장 연구개발과제의 대표적 연구 실적

번호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명/ 기타	소속 기관명	역할	논문 게재지/ 특허 등록 국가	영향력 지수	논문 게재일 /특허 등록일	사사 여부 (단독 사사 또는 중복 사사)	특기 사항 (SCI 여부/인용 횟수 등)
1	논문	배터리 교환형 전기버스 시스템 지자체 확산 방안	한국 항공 대학교/ (주) 동림 피엔디	-	대한교통 학회 2016년 춘계학술 대회		2016.02.18	단독	-
2	논문	배터리 교환형 전기버스 시스템 지원을 위한 비상충전시스템 (MCS)	자동차 부품 연구원	-	대한교통 학회 2016년 춘계학술 대회	-	2016.02.18	단독	-
3	논문	비상충전시스템 (MCS) 제작 및 설치를 위한 표준시방에 관한 연구	자동차 부품 연구원	-	한국ITS 학회 2017년도 춘계학술 대회		2017.04.21	단독	-
4	논문	친환경 대중교통 도입에 따른 경제성평가 (유형별 버스노선을 중심으로)	㈜동림 피엔디	-	한국ITS 학회 2017년도 춘계학술 대회		2017.04.21.	단독	-
5	논문	배터리 교환형 전기버스 시스템의 인증기관 자격 요건에 관한 연구	한국 산업 기술 시험원	-	한국ITS 학회 2017년도 춘계학술 대회	-	2017.04.21	단독	-
6	논문	배터리 교환형 전기버스 시스템 종합안전관리체계 개발	한국 산업 기술 시험원	-	대한교통 학회 2017년도 춘계학술 대회	-	2017.02.17	단독	-
7	논문	배터리교환형 전기버스 사업확대를	한국 교통 연구원	-	대한교통 학회 2016년	-	2016.02.18		-

		위한 법제도 개선 방안			춘계학술대회				
8	특허	비상충전시스템의 고장진단 방법 및 장치	자동차부품연구원	-	대한민국	-	2017.05.24	-	-
9	특허	전기자동차용 비상 충전 트레일러	유도로보틱스(주)	-	대한민국	-	2017.08.10	-	-
10	특허	전기자동차의 배터리 교체용 클램프 장치	유도로보틱스(주)	-	대한민국	-	2017.08.10	-	-
11	특허	전기를 이용하는 자동차의 배터리 성능유지율 확인 검사방법	한국산업기술시험원	-	대한민국	-	2017.03.23	-	-
12	기타	QCM 표준시방서	(주)동림피엔디/유도로보틱스(주)/(주)피엠그로우	-	-	-	-	-	-
13	기타	MCS 표준시방서	자동차부품연구원	-	-	-	-	-	-
14	기타	비상대응체계 매뉴얼	유도로보틱스(주)	-	-	-	-	-	-
15	국제표준	Charging Infrastructrue for Public Transport Electric Bus for BRT Application	한국교통연구원	주제안자	-	-	2016.10.15	-	-

제 9 장 참고 문헌

○ 곽상록 외(2012), “철도사고의 효율적 복구를 위한 체계구축 및 장비개발 기획연구 보고서”, 한국철도기술연구원, 국토교통부

○ 기도형 외(2004), “크레인 사망 재해 실태와 안전대책”, 한국안전학회지, 제20권, 제1호

○ 김대호(2004), “BRT 구성요소와 국내동향 발표자료”

○ 김시곤 외(2009), “고속철도 화재사고 비상대응 교육프로그램 개발에 관한 연구”, 대한안전경영과학회지, 제11권, 제2호

○ 김현태 외(2008), “복합형 환승센터에서의 상황대응을 위한 통합정보시스템 구축에 관한 연구”, 한국지형공간정보학회지, 제16권, 제3호

○ 백주현 외(2015), “트램의 국내 도입에 따른 비상대응체계 구축에 관한 연구”, 한국철도학회 학술발표대회논문집, 제10호

○ 신정범 외(2012), “철도안전 비상대응체계 개선방안에 관한 연구”, 한국철도학회 학술발표대회논문집, 제10호

○ 이재홍(2016), “전기버스 긴급상황용 배터리 트레일러 및 이를 이용한 전기버스 운행방법에 관한 연구”, 한국통신학회 2016년도 동계종합학술발표회

○ 장성용 외(2008), “철도비상사고 비상대응 주체별 행동요령 수립을 위한 Activity-Action Diagram 도출 및 전산화 구축방안”, 서울산업대학교 철도전문 대학원 석사학위논문

○ 정필현 외(2012), “Smart e-BUS 돌발상황관리 매뉴얼 연구”, 대한교통학회 교통기술과 정책, 제9권, 제4호

○ 조성락(2014), “국내외 전기차 충전기술·인프라 관련 사업실태와 전기차 개조·튜닝 시장동향과 전망”, 이슈퀘스트

○ 조택근(2008), “버스안전구역 도입을 위한 버스정류장 교통사고 특성 및 교통사고예측 모형 연구”, 아주대학교 대학원 학위논문

○ 황상규(2009), “전기자동차 보급활성화 및 인프라 구축방향에 대한 기초 연구”, 한국교통연구원

○ 고용노동부(2015), 위험기계·기구 자율안전확인 고시

○ 고용노동부(2016), 국가기술 자격법

○ 고용노동부(2016), 산업안전보건법

○ 고용노동부(2016), 산업재해보상 보험법

○ 고용노동부(2016), 안전검사 고시

○ 고용노동부(2016), 안전검사 절차에 관한 고시

○ 고용노동부(2016), 위험기계·기구 안전인증 고시

○ 고용노동부(2017), 산업안전보건법 시행령

○ 고용노동부(2017), 산업안전보건법 시행규칙

○ 고용노동부(2017), 안전인증 대상 기계·기구 등이 아닌 기계·기구 등의 안전인증 규정

○ 고용노동부(2017), 안전인증 자율안전확인신고의 절차에 관한 고시

○ 국가건설기준센터(2016), 건축기계설비공사 표준시방서

○ 국토교통과학기술진흥원(2014), “전기자동차 교통안전융합체계 기술개발”

○ 국토교통부(2009), 교통안전점검·평가 지침

○ 국토교통부(2010), 건설공사 안전관리업무 매뉴얼

○ 국토교통부(2013), 교통시설 투자평가지침 5차개정

○ 국토교통부(2014), 전기자동차 교통안전 융합체계 기술개발 최종보고서

○ 국토교통부(2015), 건축공사 표준시방서

○ 국토교통부(2015), 기계식 주차장치의 안전기준 및 검사기준 등에 관한 규정

○ 국토교통부(2015), 토목공사 표준일반시방서

○ 국토교통부(2016), 가설공사 표준시방서

○ 국토교통부(2016), 간선급행버스체계(BRT)시설의 기술 기준

○ 국토교통부(2016), 건설기술 진흥법

○ 국토교통부(2016), 건설산업 기본법

○ 국토교통부(2016), 건축구조기준 및 해설

○ 국토교통부(2016), 건축구조 설계기준

○ 국토교통부(2016), 주차장법 시행령

○ 국토교통부(2016), 주차장법 시행규칙

○ 국토교통부(2017), 건축법

○ 국토교통부(2017), 자동차관리법

○ 국토교통부(2017), 자동차관리법 시행령

○ 국토교통부(2017), 자동차관리법 시행규칙

○ 국토교통부(2017), 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙

○ 국토교통부(2017), 자동차 및 자동차부품의 인증 및 조사 등에 관한 규정

○ 국토교통부(2017), 주차장법

○ 국토해양부(2009), 안전관리 매뉴얼/물류창고 안전관리 매뉴얼

○ 국토해양부(2013), 건축공사 표준시방서

○ 산업통상자원부(2016), 신에너지 및 재생에너지 개발·이용 보급 촉진법

○ 산업통상자원부(2016), 에너지이용 합리화법

○ 산업통상자원부(2017), 국가표준기본법

○ 산업통상자원부(2017), 국가표준기본법 시행령

○ 산업통상자원부(2017), 산업기술혁신 촉진법

○ 산업통상자원부(2017), 전기용품 및 생활용품 안전관리법

○ 산업통상자원부(2017), 전기용품 및 생활용품 안전관리법 시행령

○ 산업통상자원부(2017), 전기용품 및 생활용품 안전관리법 시행규칙

○ 산업통상자원부(2017), 전기용품 및 생활용품 안전관리 운용요령

○ 한국산업안전보건공단(2011), 중량물 취급 작업 안전 매뉴얼

○ 한국산업표준(KS)

○ 한국제품인정기구(2015), 적합성평가-제품, 프로세스 및 서비스 인증기관에 대한 요구사항, 해설 및 지침서

○ 행정안전부(2017), 승강기시설 안전관리법

○ 행정안전부(2017), 승강기시설 안전관리법 시행령

○ 행정안전부(2017), 승강기시설 안전관리법 시행규칙

○ 환경부(2011), 2011년도 전기자동차 공공충전인프라 설치 지침

○ 환경부(2015), 전기자동차 충전인프라 설치·운영 지침

○ 환경부(2017), 대기환경보전법

○ 대한토목학회(2008), “도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙” 해설 (안)

○ 산업통상자원부(2016), "공공운수분야 전기차신산업 활성화 전략 연구"

○ 서울연구원(2011), “서울시 친환경버스 도입방안 연구”

○ 신재생에너지학회(2008), “국내 보급 예정 하이브리드 자동차의 유형별 편익 고찰”

○ 지식경제부(2012), “국가경쟁력강화를 위한 국가표준·인증제도 선진화 방안”

○ 코레일(2015), “안전관리체계 프로그램/철도 안전관리체계 프로그램”

○ 한국교통연구원(2011), “전기자동차 해외 모범사례 분석평가 및 정책제언”

○ 한국산업안전보건공단(2011), “중량물 취급 작업 안전 매뉴얼”

○ 한국스마트그리드사업단(2010), “전기자동차 충전인프라 구축방안 최종보고서”

○ 한국운수산업연구원(2015), “버스요금제도 개선방안 연구”

○ 한국운수산업연구원(2015), “차량다양화를 통한 버스운행 효율화 방안”

○ 한국에너지공학회(2011), “손익분기점 분석을 이용한 전기차의 보조금 정책 연구”

○ 한국법제연구원(2015), "승강기 검사.인증체계 일원화 연구"

○ 한국법제연구원(2016), "승강기 검사.인증체계 일원화 연구"

○ 한국승강기안전관리원(2012), “승강기 자체점검 제도 및 기록관리 개선 방안 연구”

○ 한국항공대학교(2014), “전기자동차 교통안전 융합체계 기술개발 과제 테스트베드 구축”

○ 한국환경공단지자체(2016), “온실가스 배출량 산정지침(Ver.4.0)”

○ 환경부(2011), “경승용 전기차 및 LPi 플러그인 하이브리드자동차 개조차량의 기술성 및 경제성 평가”

○ 환경부(2012), “CNG 하이브리드버스 운행시범사업 효과분석 및 실증연구”

○ J. Lawrence Aber(2016), “Electric Bus Analysis for NYC Transit”, Columbia University

○ European Committee for Standardization(1998), “Safety rules for the construction and installation of lifts”

○ European Committee for Standardization(2008), Safety of escalators and moving walks-Construction and installation”

○ 교통안전공단, http://www.ts2020.kr/main.do

○ 국가건설기준센터, http://www.kcsc.re.kr/

○ 국가기술표준원, http://www.kats.go.kr/main.do

○ 국가법령정보센터, http://www.law.go.kr

○ 특허정보검색서비스, http://www.kipris.or.kr/khome/main.jsp

○ 한국정보통신산업연구원, http://master.kici.re.kr:8080/main.do