목 차

제1장 연구개발과제의 개요 ····· 1

제1절 연구개발의 개요 ····· 3

1. 연구개발의 배경 ····· 3

2. 연구개발의 목적 ····· 9

3. 기술개발 정의 및 필요성 ····· 9

제2절 연구개발의 중요성 ····· 13

1. 기술적 측면 ····· 13

2. 경제적 측면 ····· 13

3. 사회적 측면 ····· 14

4. 연구개발의 비전 ····· 15

제3절 연구개발과제 구성 및 추진전략 ····· 16

1. 연구진 구성 및 추진방향 ····· 16

2. 연구개발 추진전략 ····· 17

제2장 국내외 기술개발 현황 ····· 21

제1절 관련분야의 국내외 시장분석 및 산업동향 ····· 23

1. 국내 기술 및 산업 동향 ····· 23

2. 국외 기술 및 산업 동향 ····· 28

3. 해외 유사 기술 분석 ····· 29

제2절 국내외 지적 재산권 확보방안 ····· 33

1. 특허 동향 분석 ····· 33

2. 관련 기술 특허 분석 ····· 54

3. 국내외 특허 확보 방안 ····· 60

제3장 연구개발 수행 내용 및 결과 ····· 81
제1절 시작품 개발 ····· 83
1. RPSD 기본구성 및 원리 ····· 83
2. 구조체 실용화 기술 개발 ····· 88
제2절 구조체 시제품 제작 ····· 117
1. 요구사항 분석 ····· 117
2. 구조체의 설계기준 검토 ····· 131
3. 구동체 개발 및 제작, 시험 ····· 139
4. 인터페이스 기술개발 ····· 156
제3절 시범설치 및 신뢰성 평가 ····· 222
1. 시범설치 대상지 선정 ····· 222
2. 문양역 설치 제작 사양서 개발 ····· 227
3. 운영 및 유지보수 매뉴얼 개발 ····· 251
4. 신뢰성 평가 ····· 297
제4절 시제품의 기능향상 방안 ····· 302
1. 기능향상 방안 ····· 302
2. 경량화 기술개발 방향 ····· 316
3. 모듈화 기술개발 방향 ····· 318
4. 유지보수 편의성 향상을 위한 모듈화 기술개발 ····· 322

제4장 연구개발목표 달성도 및 관련분야에의 기여도 ····· 325
제1절 연구개발목표의 달성도 ····· 327
제2절 관련분야에의 기여도 ····· 328
1. 연구결과의 활용방안 ····· 328
2. 기대성과 및 파급효과 ····· 331

제5장 연구개발결과의 활용계획 ····· 333
제1절 추가연구의 필요성 ····· 335
1. 추가연구 필요성의 배경 ····· 335
2. 추가연구과제 목적 및 가치 ····· 338
3. 추가연구개발의 중요성 ····· 338
제2절 타산업 연계 및 국제협력 가능성 ····· 347
1. 타산업 연계 가능성 ····· 347
2. 국제협력 가능성 ····· 347
제3절 상용화 추진 방안 ····· 349

제6장 참고문헌 ····· 373

부록 ····· 379
제1장 RPSD 시스템 분야
Ⅰ. 제작사양서
Ⅱ. 운영 및 유지보수 지침서
Ⅲ. 제작공정 사진첩
제2장 RPSD 디자인 분야
제3장 RPSD 토목 분야
Ⅰ. 구조계산서
Ⅱ. 제작사양서
Ⅲ. 시방서
Ⅳ. 안전관리 계획서
Ⅴ. 도면

<표 목차>

<표 1-1> 일본 철도승강장 사고건수와 사망자 수 ····· 4

<표 1-2> PSD 종류 및 적용성 현황 ····· 5

<표 1-3> 미국 메트로 노선의 철도차량 종류 ····· 6

<표 2-1> PSD 수요지역의 실 수요기관 ····· 24

<표 2-2> PSD 국내 주요 관련 업체 ····· 25

<표 2-3> 국내 전문 연구기관 현황 ····· 26

<표 2-4> 주요국가의 지상역사 규모 ····· 28

<표 2-5> 세계시장 선도 업체 ····· 28

<표 2-6> 혼용열차 운용에 대응 가능한 안전장치 개발 현황 ····· 29

<표 2-7> 특허분석 범위 ····· 33

<표 2-8> 검색식 및 검색 건수 ····· 33

<표 2-9> 전 세계 상위 11개 출원인 ····· 34

<표 2-10> 관련 주요 특허 목록(16개) ····· 36

<표 2-11> 전기식 슬라이딩 도어 시스템 및 그에 적용되는 잠금장치 ····· 37

<표 2-12> 비상 개폐 제어 열차 승강장 스크린도어 시스템 및 그 제어방법 ····· 38

<표 2-13> 열차 승강장 스크린도어 비상 개폐 시스템 및 그 제어방법 ····· 39

<표 2-14> 열차 출입문과 승강장 스크린 도어의 개별 연동 제어 시스템 및 방법 ····· 40

<표 2-15> 2열 이동문 스크린도어 제어 시스템 ····· 41

<표 2-16> ＲＦＩＤ를 이용한 승강장 스크린도어 연동시스템의 제어방법 ····· 43

<표 2-17> 전동차 출입문과 지상 스크린도어의 동시 개폐 장치 ····· 44

<표 2-18> 열차 출발 오류 방지를 위한 ＰＳＤ 안전확인시스템 및 그 제어방법 ····· 45

<표 2-19> ２단 스크린 도어를 이용한 정위치 정차 오차 제어장치 ····· 46

<표 2-20> 다단 슬라이딩 스크린 도어장치 ····· 47

<표 2-21> 적응형 버티칼 타입 스크린 도어 ····· 48

<표 2-22> 스크린 도어에 설치되는 광고 및 홍보용 보드 ····· 49
<표 2-23> 스크린 도어 시스템의 비상도어 안전장치 ····· 50
<표 2-24> 열차의 역사 승강장 무단 통과 방지장치 ····· 51
<표 2-25> 열차 정위치 정차 장치 ····· 52
<표 2-26> 플랫폼의 간이 가동책 ····· 53
<표 2-27> 분석대상 기술범위 ····· 54
<표 2-28> 분석대상 기술범위 ····· 55
<표 2-29> RPSD 승하강 구동장치 기술에 대하나 IP 장벽도 ····· 55
<표 2-30> RPSD 구조물 추락방지 기술의 특징 ····· 56
<표 2-31> RPSD 구조물 추락방지 기술에 대한 IP장벽도 ····· 56
<표 2-32> RPSD 전동차 탑승센서 기술의 특징 ····· 57
<표 2-33> RPSD 전동차 탑승센서 기술에 대한 IP장벽도 ····· 57
<표 2-34> RPSD 안전장치 기술의 특징 ····· 58
<표 2-35> RPSD 안전장치 기술에 대한 IP장벽도 ····· 58
<표 2-36> RPSD 균형장치 기술의 특징 ····· 59
<표 2-37> RPSD 균형장치 기술에 대한 IP장벽도 ····· 59
<표 2-38> RPSD 국내 특허 출원 현황 ····· 61
<표 2-39> 전동차플랫폼안전장치 ····· 62
<표 2-40> 상해방지장치를 갖는 로프형 플랫폼 안전장치 ····· 63
<표 2-41> 승하강방식의안전장치 ····· 64
<표 2-42> 장애물감지장치를구비하는승하강방식의전동차플랫폼안전장치 ····· 65
<표 2-43> 이종로프체결방식의열차플랫폼안전장치 ····· 66
<표 2-44> 열차플랫폼안전장치 ····· 67
<표 2-45> 물체감지센서를 이용한 잠금장치를 갖는 스크린 안전장치 ····· 68
<표 2-46> 열차플랫폼스크린안전장치의스크린도어개폐제어방법 ····· 69
<표 2-47> 로프형스크린안전장치 ····· 70
<표 2-48> 열차플랫폼스크린안전장치의스크린도어개폐제어방법 ····· 71
<표 2-49> 수직개폐형스크린도어의승하강장치 ····· 72

<표 2-50> 수직개폐형스크린도어의 승하강장치 ····· 73
<표 2-51> 승하강방식의 전동차플랫폼 안전장치 ····· 74
<표 2-52> 해외 특허 출원 현황 ····· 75
<표 2-53> 전동차 플랫폼 안전장치 ····· 75
<표 2-54> 승하강 방식의 플랫폼 스크린도어 ····· 76
<표 2-55> 국내 상표 출원 : RPSD ····· 77
<표 2-56> 국내디자인 1 : 승강장 안전도어 ····· 77
<표 2-57> 국내디자인 2 : 승강장 안전도어(부분 디자인) ····· 78
<표 2-58> 해외 디자인 출원 : 승강장 안전도어 ····· 78
<표 2-59> 해외상표 : 승강장 안전도어 ····· 78
<표 2-60> 분쟁예상특허 ····· 79
<표 2-61> 실용화 및 사업화시 고려할 특허 ····· 80
<표 3-1> 기본 구성품 사양정리 ····· 99
<표 3-2> 지상역사와 지하역사의 하중조건 ····· 102
<표 3-3> 스크린도어 설계조건 ····· 103
<표 3-4> 지상역사 및 지하역사 설계조건 ····· 103
<표 3-5> 허용축방향 인장응력 ····· 104
<표 3-6> 허용축방향 허용응력 ····· 104
<표 3-7> 항복 응력 ····· 105
<표 3-8> 허용 축방향 압축응력 ····· 105
<표 3-9> 하중조합 ····· 106
<표 3-10> 단면력 종합결과 ····· 110
<표 3-11> 시나리오별 안전율 ····· 111
<표 3-12> 영하 구동 시험 시 기온 및 시험 횟수 ····· 116
<표 3-13> 감성(쾌적성)의 측정과 평가하는 구성요소 ····· 119
<표 3-14> 설문조사 개요 ····· 121
<표 3-15> RPSD 설계시 고려사항 ····· 124
<표 3-16> RPSD가 내려진 상태의 감성평가 설치전· 후 비교 ····· 126

<표 3-17> RPSD가 올라간 상태의 감성평가 설치전· 후 비교 ····· 128
<표 3-18> 감속기 규격 ····· 132
<표 3-19> Moving Wire Block 규격 ····· 132
<표 3-20> Sliding Rail 규격 ····· 132
<표 3-21> Sheave 규격 ····· 133
<표 3-22> Chain Sprocket 규격 ····· 133
<표 3-23> Chain 규격 ····· 133
<표 3-24> Belt 규격 ····· 134
<표 3-25> Weight 규격 ····· 134
<표 3-26> Weight 규격 ····· 135
<표 3-27> Wire rope guide rail 규격 ····· 135
<표 3-28> Wire rope guide 구동 Wheel 규격 ····· 135
<표 3-29> Wire rope Balance Weight 규격 ····· 135
<표 3-30> 착자기 모델 사양 ····· 141
<표 3-31> 400W급 BLDC 모터 사양 ····· 142
<표 3-32> SPG 설계 모터의 역기전력 ····· 142
<표 3-33> SPG 설계 모터의 코깅토크 ····· 143
<표 3-34> 설계 모터의 토크 및 토크리플 ····· 143
<표 3-35> 설계 모터의 손실 및 효율 ····· 143
<표 3-36> 전류 위상 제어(정현파 전류 인가)시의 특성 및 효율 ····· 144
<표 3-37> KISSsoft 사용 설계 값 ····· 145
<표 3-38> MDU 입,출력 사양 ····· 147
<표 3-39> Connector 사양 ····· 148
<표 3-40> Connector 사양 ····· 149
<표 3-41> 시험의 구분 ····· 151
<표 3-42> 모터 효율 측정 ····· 151
<표 3-43> 감속기 전달효율 ····· 152
<표 3-44> 소음 측정 결과 ····· 153

<표 3-45> Backlash 측정 결과 ····· 153
<표 3-46> 회전 변동율 ····· 154
<표 3-47> 내환경 시험 결과 ····· 155
<표 3-48> 인터페이스 방식에 따른 종합 분석 ····· 162
<표 3-49> 인터페이스 적용 현황 ····· 162
<표 3-50> 검지센서 설치 대안 ····· 170
<표 3-51> 역사진입 열차 유형 및 예시 ····· 178
<표 3-52> 검지 센서를 통한 열차 진입상태 알고리즘 1 ····· 178
<표 3-53> 검지 센서를 통한 열차 진입상태 알고리즘 2 ····· 179
<표 3-54> 정차 및 통과차량 검지방안 ····· 181
<표 3-55> 누리로 열차운영현황 ····· 184
<표 3-56> 누리로 기준열차제원 ····· 185
<표 3-57> 무궁화호 열차운영현황 ····· 186
<표 3-58> 무궁화호 기준열차제원 ····· 187
<표 3-59> 새마을호 열차운영현황 ····· 188
<표 3-60> 새마을호 기준열차제원 ····· 189
<표 3-61> KTX 운행 현황 ····· 190
<표 3-62> KTX 기준열차제원 ····· 191
<표 3-63> 최종 국내 기준열차 편성 및 제원 ····· 192
<표 3-64> 시뮬레이션 시나리오 ····· 196
<표 3-65> HMI 표시 항목 ····· 210
<표 3-66> HMI 예제 화면 ····· 211
<표 3-67> 자기부상열차 시범사업 평가 기준 ····· 223
<표 3-68> 필수요건에 해당되는 철도 유형별 해당역 ····· 224
<표 3-69> 적정수준의 이용객이 있는 역 ····· 225
<표 3-70> 인터페이스 환경이 구축되어 있는 역 ····· 225
<표 3-71> 문양역 1일 운영 현황 ····· 228
<표 3-72> RPSD 세부항목 ····· 235

<표 3-73> TIP함체 구성품 ····· 235
<표 3-74> 주제어 장치 I/O ····· 238
<표 3-75> 전원부 구성 ····· 240
<표 3-76> 통신단자 구성 ····· 240
<표 3-77> 승강장 조작반 동작설명 ····· 241
<표 3-78> 승무원 조작반 동작설명 ····· 242
<표 3-79> 개별제어반 동작설명 ····· 243
<표 3-80> RPSD 동작상태 설명 ····· 244
<표 3-81> 조작부 설명 ····· 245
<표 3-82> 설정부 설명 ····· 245
<표 3-83> I/O Interface Connector No 설명 ····· 246
<표 3-84> 장애물 검지 동작 설명 ····· 250
<표 3-85> TIP함체 구성품 ····· 252
<표 3-86> 전원단자 구성 ····· 256
<표 3-87> 통신단자 구성 ····· 257
<표 3-88> Φ8 와이어 텐션 조정 ····· 285
<표 3-89> 10.1.2 Φ4 와이어 장력 조정 ····· 286
<표 3-90> 시운전 테스트 결과 ····· 298
<표 3-91> 구조개선 사항 ····· 307
<표 5-1> 미국 메트로 노선의 철도차량 종류 ····· 341
<표 5-2> 일본 철도승강장 사고건수와 사망자 수 ····· 344
<표 5-3> 본연구개발사업의 기술개발 성숙도 ····· 346
<표 5-4> 철도건널목 적용을 위한 RPSD 일반 사양 ····· 361
<표 5-5> SIL 인증 수행의 국제표준규격 ····· 368

<그림 목차>

<그림 1-1> ICT발전에 따른 철도 승강장 문화의 변화 ····· 3
<그림 1-2> 국내철도사고발생건수 ····· 3
<그림 1-3> 뉴욕지하철 승강장 이용 안전수칙 안내문 ····· 4
<그림 1-4> 열차차종별 정차에 따른 출입문 배치도 ····· 6
<그림 1-5> 정위치 정차 범위 없는 유연한 운영 ····· 7
<그림 1-6> 철도역사 고상 승강장으로 형식 변경 ····· 8
<그림 1-7> 지상역 승강장 안전시설 설치 현황 ····· 8
<그림 1-8> 연구개발 시스템의 기본 개념도 ····· 9
<그림 1-9> 연구개발 시스템 문양역 실제 구축 사진 ····· 10
<그림 1-10> PSD의 종류 ····· 10
<그림 1-11> RPSD 사양 및 조감도 ····· 11
<그림 1-12> 무리한 승차에 따른 안전사고 위험 ····· 13
<그림 1-13> 철도사고 위험도 (2009년도 발생 인명피해 기준) ····· 14
<그림 1-14> RPSD의 미래 ····· 15
<그림 1-15> 연구수행 흐름도 ····· 20
<그림 2-1> 국내 PSD 수요 상위 5개 지역 ····· 23
<그림 2-2> 국내 PSD 공급자 상위 5개사 ····· 24
<그림 2-3> RPSD의 설치 모습 ····· 27
<그림 2-4> 레일형 PSD ····· 30
<그림 2-5> RPSD 유사 시스템 ····· 30
<그림 2-6> 국가별 출원분포 ····· 35
<그림 2-7> 한국 기술발전동향 ····· 35
<그림 2-8> 일본 기술발전동향 ····· 35
<그림 3-1> 광주 녹동역 운영 현황 ····· 83
<그림 3-2> 작동원리와 Main Lift 현황 ····· 84
<그림 3-3> 시스템 구조도 ····· 85

<그림 3-4> RPSD 기본동작 FLOW ····· 86
<그림 3-5> 소형화 기술 개발을 위한 Main Lift 구조 개선 ····· 88
<그림 3-6> 직선운동 없는 Wheel Type 기술 개발 ····· 89
<그림 3-7> 시스템 구조도 ····· 90
<그림 3-8> 와이어로프 체결방식 비교 ····· 90
<그림 3-9> WIRE ROPE 체결방식 ····· 91
<그림 3-10> 시스템 구조도 ····· 92
<그림 3-11> 시스템 구조도(활차구조개선 시스템) ····· 93
<그림 3-12> SLIDING RAIL 및 활차구조도 ····· 94
<그림 3-13> 활차상세도 ····· 94
<그림 3-14> RPSD MODEL 5 기본구조도 ····· 95
<그림 3-15> RPSD MODEL 5,6 활차상세도 ····· 96
<그림 3-16> RPSD MODEL 5,6 일체형 SLIDING RAIL상세도 ····· 96
<그림 3-17> RPSD 구조적 비교 ····· 97
<그림 3-18> RPSD SLIDING 구조개선 ····· 97
<그림 3-19> RPSD AIR UNIT 구조개선 ····· 98
<그림 3-20> RPSD WIRE ROPE UNIT 구조개선 ····· 98
<그림 3-21> 스프링 체결모형 ····· 100
<그림 3-22> 모델별 SLIDING RAIL SYSTEM Type ····· 100
<그림 3-23> 구조해석 단면도 ····· 106
<그림 3-24> 해석 단면 및 모델링 ····· 107
<그림 3-25> 간이역 설치 바닥 기초 작업 ····· 113
<그림 3-26> RPSD 주요설치 과정 ····· 113
<그림 3-27> RPSD 40m 2분할 타입설치 완료 사진(광양 SKD HI-TEC 간이역) ····· 114
<그림 3-28> RPSD 테스트 기록 일지 ····· 115
<그림 3-29> RPSD 신뢰성 시험 자체 결과 ····· 115
<그림 3-30> RPSD 열림 및 닫힘 상태 ····· 115
<그림 3-31> RPSD 열림 및 닫힘 상태 ····· 116

<그림 3-32> 감성평가의 구성요소 ····· 118
<그림 3-33> 인간중심의 설계활동의 상호 의존성 ····· 119
<그림 3-34> 인간공학에서의 감성을 평가하는 방법 ····· 120
<그림 3-35> 스크린도어가 없는 철도 승강장에서 선로에 떨어지는 위험성 ···· 122
<그림 3-36> 승강장 안전펜스의 위험성 방지에 대한 유효성 ····· 122
<그림 3-37> 스크린도어 필요성 ····· 123
<그림 3-38> 스크린도어 비용 저감 시 설치 의향 ····· 123
<그림 3-39> RPSD가 설치 안된 승강장의 위험성 ····· 123
<그림 3-40> 문양역 RPSD의 안전사고예방 효과 ····· 124
<그림 3-41> 문양역 RPSD의 만족도 ····· 124
<그림 3-42> RPSD 설계시 고려사항(설치전·후 비교) ····· 125
<그림 3-43> RPSD가 내려진 상태의 감성평가 ····· 126
<그림 3-44> RPSD 설치후 감성평가 순위(스크린도어가 내려간 상태) ····· 127
<그림 3-45> RPSD가 올라간 상태의 감성평가 ····· 128
<그림 3-46> RPSD 설치후 감성평가 순위(스크린도어가 올라간 상태) ····· 129
<그림 3-47> RPSD 외형도 ····· 131
<그림 3-48> KISSsoft 사용 설계 ····· 144
<그림 3-49> 제어기의 기본 구성 ····· 145
<그림 3-50> SMPS부의 회로 ····· 146
<그림 3-51> DSP 회로도 ····· 147
<그림 3-52> 모터부 토크 측정 ····· 152
<그림 3-53> 감속비 전달 효율 측정 ····· 152
<그림 3-54> 소음 측정 ····· 153
<그림 3-55> Backlash 측정 ····· 154
<그림 3-56> 회전 변동율 측정 DATA ····· 154
<그림 3-57> 내환경 시험 ····· 155
<그림 3-58> 도시철도 별 PSD 설치율(%) ····· 157
<그림 3-59> ATO 제어 방식의 제어 순서 ····· 158

<그림 3-60> ATO신호설비와 연동 인터페이스 방식의 기본 개념도 ····· 159
<그림 3-61> RF 인터페이스 방식의 기본 개념도 ····· 160
<그림 3-62> 출입문검지 센터 인터페이스 방식의 기본 개념도 ····· 160
<그림 3-63> RF+출입문검지 센터 인터페이스 방식의 기본 개념도 ····· 161
<그림 3-64> 다양한 열차 차종에 대응 불가 ····· 163
<그림 3-65> 정위치 정차의 어려움 ····· 164
<그림 3-66> PSD 청소 ····· 164
<그림 3-67> RPSD의 기본 개념 ····· 165
<그림 3-68> 열차의 차량길이가 다른 경우 ····· 166
<그림 3-69> 열차 출입문 개소수가 다른 경우 ····· 166
<그림 3-70> 기존 PSD의 정위치 정차 제약 ····· 167
<그림 3-71> 기존 PSD 개폐 방식(좌우 개폐) ····· 167
<그림 3-72> RPSD 개폐 방식(상하 개폐) ····· 168
<그림 3-73> RPSD 설치 시 구성 방법 ····· 168
<그림 3-74> RPSD의 열림 도착(상하 개폐)의 기본 개념 ····· 169
<그림 3-75> RPSD 인터페이스 기본개념 ····· 169
<그림 3-76> 양 단 검지 방법 ····· 171
<그림 3-77> 양 단 검지 + 기존 시스템 방법 ····· 172
<그림 3-78> 양 단 검지 + 열차 정차 여부 검지 방법 ····· 172
<그림 3-79> 승하강 수단(기둥)별 검지 방법 ····· 173
<그림 3-80> RPSD 인터페이스 구상도 ····· 174
<그림 3-81> RPSD 개별제어반 외형도 및 인터페이스 구성도 ····· 174
<그림 3-82> 개별제어반과 MDU 인터페이스 구성도 ····· 175
<그림 3-83> RPSD 제어 알고리즘 1 ····· 181
<그림 3-84> RPSD 제어 알고리즘 2 ····· 183
<그림 3-85> 누리로 열차유형 ····· 184
<그림 3-86> 누리로 기준열차 구성안 ····· 185
<그림 3-87> 누리로 Door 위치 ····· 185

<그림 3-88> 무궁화호 열차유형 ····· 186
<그림 3-89> 무궁화호 기준열차 구성안 ····· 187
<그림 3-90> 무궁화호 Door 위치 ····· 187
<그림 3-91> 새마을호 열차유형 ····· 188
<그림 3-92> 새마을호 기준열차 구성안 ····· 189
<그림 3-93> 새마을호 Door 위치 ····· 189
<그림 3-94> KTX 열차유형 ····· 190
<그림 3-95> KTX 기준열차 구성안 ····· 191
<그림 3-96> KTX Door 위치 ····· 191
<그림 3-97> 누리로 3D 모델 ····· 192
<그림 3-98> 누리로 3D 모델 ····· 193
<그림 3-99> 무궁화호 3D 모델 ····· 193
<그림 3-100> 새마을호 3D 모델 ····· 194
<그림 3-101> KTX 3D 모델 ····· 194
<그림 3-102> 검지기(센서) 배치도 ····· 195
<그림 3-103> 알고리즘 검증 프로그램 ····· 196
<그림 3-104> 검지기(센서) 배치도 ····· 197
<그림 3-105> 검지기별 열차검지 그래프(S1-1, KTX)(X축:진행시간, Y축:검지기번호) 197
<그림 3-106> 검지기별 열차검지 그래프(S1-2, 새마을호)(X축:진행시간, Y축:검지기번호) ····· 198
<그림 3-107> 검지기별 열차검지 그래프(S1-3, 무궁화호)(X축:진행시간, Y축:검지기번호) ····· 199
<그림 3-108> 검지기별 열차검지 그래프(S1-4, 누리로)(X축:진행시간, Y축:검지기번호) ····· 199
<그림 3-109> 검지기(센서) 배치도 ····· 200
<그림 3-110> 검지기별 열차검지 그래프(S2-1, KTX)(X축:진행시간, Y축:검지기번호) ····· 201

<그림 3-111> 검지기별 열차검지 그래프(S2-2, 새마을호)(X축:진행시간, Y축:검지기번호) ····· 201
<그림 3-112> 검지기별 열차검지 그래프(S2-3, 무궁화호)(X축:진행시간, Y축:검지기번호) ····· 202
<그림 3-113> 검지기별 열차검지 그래프(S1-4, 누리로)(X축:진행시간, Y축:검지기번호) ····· 203
<그림 3-114> RPSD 장애물검지 센서 설치 방법 ····· 204
<그림 3-115> 장애물 감지 센서 대응 전략 구상도 ····· 204
<그림 3-116> 장애물 감지센터 체계 ····· 205
<그림 3-117> RPSD의 장애물 감지 및 제어 알고리즘 ····· 205
<그림 3-118> RPSD 단일 시스템 전체 개념도 ····· 208
<그림 3-119> RPSD 단일 시스템 구성도 ····· 208
<그림 3-120> RPSD 열림동작 흐름도 ····· 212
<그림 3-121> RPSD 닫힘동작 흐름도 ····· 213
<그림 3-122> 시뮬레이션 환경 구축화면-문양역 ····· 214
<그림 3-123> 문양역 승강장 내부 사진 ····· 227
<그림 3-124> 시범 설치된 문양역의 RPSD 열림 및 닫힘 상태 ····· 228
<그림 3-125> 주제어 장치 ····· 236
<그림 3-126> 전원부 ····· 236
<그림 3-127> 통신단자 ····· 237
<그림 3-128> 주제어 장치 ····· 237
<그림 3-129> 전원부 ····· 239
<그림 3-130> 통신단자 구성 ····· 240
<그림 3-131> 승강장 조작반 외형 ····· 241
<그림 3-132> 승무원 조작반 외형 ····· 242
<그림 3-133> 개별제어반 외형 ····· 243
<그림 3-134> 정위치 정차 검지 센서 외형 ····· 247
<그림 3-135> 장애물 검지 센서 외형 ····· 250

<그림 3-136> 주제어 장치 ····· 252
<그림 3-137> 전원단자 ····· 253
<그림 3-138> 통신단자 ····· 253
<그림 3-139> 주제어 장치 ····· 254
<그림 3-140> 전원단자 ····· 256
<그림 3-141> 통신단자 ····· 257
<그림 3-142> 시운전 시험 일보 ····· 297
<그림 3-143> 문양역 RPSD 점검 일정 ····· 299
<그림 3-144> 와이어 로프 연결 구조 ····· 302
<그림 3-145> 웨이트레일 개선 사진 ····· 308
<그림 3-146> Sealing 개선 사진 ····· 309
<그림 3-147> 차단 높이 변경 사진(1950mm ▸ 2050mm) ····· 310
<그림 3-148> 베이스 개선 전후 ····· 311
<그림 3-149> 개선된 와이어키퍼 설치사진 ····· 312
<그림 3-150> 와이어키퍼 개선 사진 ····· 313
<그림 3-151> 와이어 체결 개선 전 후 ····· 314
<그림 3-152> 커버 개선 전 후 ····· 315
<그림 3-153> 와이어로프의 장력시험 방법 ····· 316
<그림 3-154> 하중적재 방법 ····· 317
<그림 3-155> 제작 단계 ····· 317
<그림 3-156> 시뮬레이션 결과 및 현장 시험(안) ····· 318
<그림 3-157> RPSD의 사용 및 설치 현황도 ····· 319
<그림 3-158> 모듈화 기술개발의 기본 개념도 ····· 320
<그림 3-159> 모듈화의 움직 도르레 개발 개념도 ····· 321
<그림 3-160> 상태기반 유지보수 시스템의 표시 개념도 ····· 322
<그림 3-161> 상태기반 유지보수 시스템의 구성 개념도 ····· 323
<그림 3-162> 상태기반의 조기경보시스템 운영 시나리오 ····· 323
<그림 4-1> KTX 열차 제원과 출입문 위치 현황 ····· 328

<그림 4-2> 직선운동 없는 구조개선 ····· 330
<그림 4-3> 일본 20m 차량재원의 4개 출입문과 18m 차량의 3개 출입문 ····· 331
<그림 5-1> RPSD의 센서설치 현황 ····· 336
<그림 5-2> 철도건널목 시스템의 구성도 ····· 339
<그림 5-3> 철도건널목 RPSD 설치와 시스템의 구성도 ····· 340
<그림 5-4> 동경 수도권 상호직통운행 노선도와 노선연장 추이 ····· 342
<그림 5-5> ICT발전에 따른 철도 승강장 문화의 변화 ····· 343
<그림 5-6> 국내철도사고발생건수 ····· 343
<그림 5-7> 타 분야의 연계 가능성 ····· 347
<그림 5-8> RPSD의 사용 및 설치 현황도 ····· 351
<그림 5-9> 모듈화 기술개발의 기본 개념도 ····· 352
<그림 5-10> 모듈화의 움직 도르레 개발 개념도 ····· 353
<그림 5-11> 상태기반 유지보수 시스템의 표시 개념도 ····· 354
<그림 5-12> 상태기반 유지보수 시스템의 구성 개념도 ····· 355
<그림 5-13> 상태기반의 조기경보시스템 운영 시나리오 ····· 355
<그림 5-14> 와이어로프의 장력시험 방법 ····· 356
<그림 5-15> 하중적재 방법 ····· 357
<그림 5-16> 제작 단계 ····· 357
<그림 5-17> 시뮬레이션 결과 및 현장 시험(안) ····· 358
<그림 5-18> 철도건널목 인터페이스 개념도 ····· 359
<그림 5-19> 건널목 설비 ····· 360
<그림 5-20> 철도건널목 RPSD설비 설치안 ····· 362
<그림 5-21> RPSD의 장애물 감지 및 제어 알고리즘 ····· 362
<그림 5-22> RPSD 장애물검지 센서 설치 방법 ····· 363
<그림 5-24> SIL 인증 추진 전략 ····· 368
<그림 5-25> SIL 인증 범위의 설정 방법 ····· 369
<그림 5-26> SIL 인증 추진조직 ····· 370
<그림 5-27> SIL 인증 추진 절차 ····· 370
<그림 5-28> SIL 인증활동을 통한 예상성과물 ····· 371

제1장 연구개발과제의 개요

제1장 연구개발과제의 개요

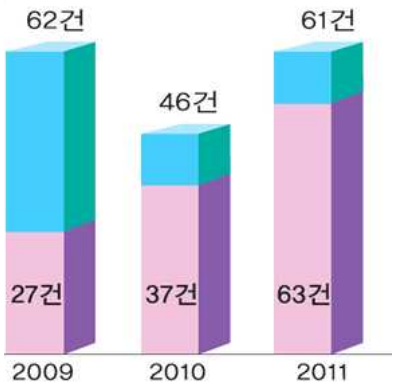
제1절 연구개발의 개요

1. 연구개발의 배경

가. 승강장안전사고 지속적 발생

○ 철도 승강장은 철도를 이용하기 위한 최종 시설물에 해당한다. 이 공간에서는 철도와 승객이 충돌할 수 있는 곳으로 안전사고가 빈번이 발생하고 있다. 뿐만 아니라 승강장은 정차하지 않고 통과하는 열차가 있는 곳일 경우 더욱 위험도가 높고 심리적 불안감까지 가중되고 있다. 철도 승강장의 안전사고의 사회적 피해 비용은 연간 465억 수준에 있다(김현, 2012).

<그림 1-1> ICT발전에 따른 철도 승강장 문화의 변화



자료: 국토교통부(2012)

<그림 1-2> 국내철도사고발생건수

○ 최근 ICT(Information and Communications Technology)의 발전은 철도승강장에서 <그림 1-1>과 같이 인터넷 서핑, 음악 감상, TV시청, 채팅 등 다양한 활동을 할 수 있게 되었고, 이러한 활동들은 승강장에서 승객들의 안전에 대한 주의력이 떨어지는 결과에

해당한다. 국토교통부(전, 국토해양부, 2013년) 자료에 근거하면 승강장안전사고는 한국철도공사가 운영하는 승강장에서 2009년 이후 급격하게 증가하고 있는 추세에 있다(<그림 1-2> 참조). 이는 서울 수도권 등 지하철과 광역철도 일부 구간에 승강장 안전시설에 해당하는 PSD(Platform Screen Door, 이하 PSD)가 100% 근접하게 갖춰짐에 따라 나타난 현상으로 판단된다. PSD와 같은 승강장안전시설은 승강장의 승객안전사고 방재수단으로서 역할을 완벽하게 수행하고 있다고 평가할 수 있다.

○ 이러한 철도승강장의 안전사고 발생은 국내뿐만 아니라 철도선진국인 일본에서도 발생하고 있다. 일본의 경우 연평균 철도승강장의 인사사고건수는 200건이고, 열차접촉이 143건 (71.5%), 승강장 추락은 57건(28.5%)을 점유하고 있다(<표 1-1> 참조). 이는 승강장에서 열차와 승객이 접촉하는 비율이 매우 높다는 점을 알 수 있다. 미국의 경우 뉴욕 메트로에서 발생하는 승강장 사고는 <그림 1-3>에 제시하고 있는 바와 같이 140건이 발생하였고, 이중 50인이 사망하였다.

<표 1-1> 일본 철도승강장 사고건수와 사망자 수

구분	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	연평균
인사 사고(건)	161	196	216	193	234	200
열차접촉 (건)	105	131	163	144	170	143
승강장 추락 (건)	56	65	53	49	64	57

자료 : 니시이 가즈히로, 일본철도의 승강장 안전사고 현황과 철도운영기관의 대응방안, 철도역승강장의 승객안전사고예방을 위한 한일 철도세미나, 한국교통연구원, 2012. 8. 31

출처 : http://photo.hankooki.com/newsphoto/2013/03/03/ssunhue201303030810360.jpg

<그림 1-3> 뉴욕지하철 승강장 이용 안전수칙 안내문

○ 이상과 같은 사고는 필연적으로 발생할 수밖에 없고, 이를 방재하기 위한 안전시설물 설치가 필요하다고 판단된다. 하지만 일본과 미국은 다음과 같은 이유로 각각 철도승강장방재시스템 도입에 한계가 있다.

나. 승강장방재시스템의 한계

○ 철도승강장의 안전사고 방재시스템의 종류는 <표 1-2>에 제시하고 있다. 완전밀폐형은 주로 지하 승강장에 설치하는 것으로 소방 및 공조 설비가 추가적으로 발생된다. 반밀폐형은 지하와 지상역에 설치하는 것으로 천정 마감이 없기 때문에 소방 및 공조 설비가 불필요하지만 지상의 경우 경관성이 매우 취약하다. 난간형은 차단높이가 1.2m이며 기구적 구동방식을 볼 때, 구동부 부품이 증가하는 시스템이다. 각각의 시스템은 장점과 단점을 가지고 있지만 기존 PSD 시스템과 같이 열차 출입문과 PSD가 일대 일(1:1)대응한다.

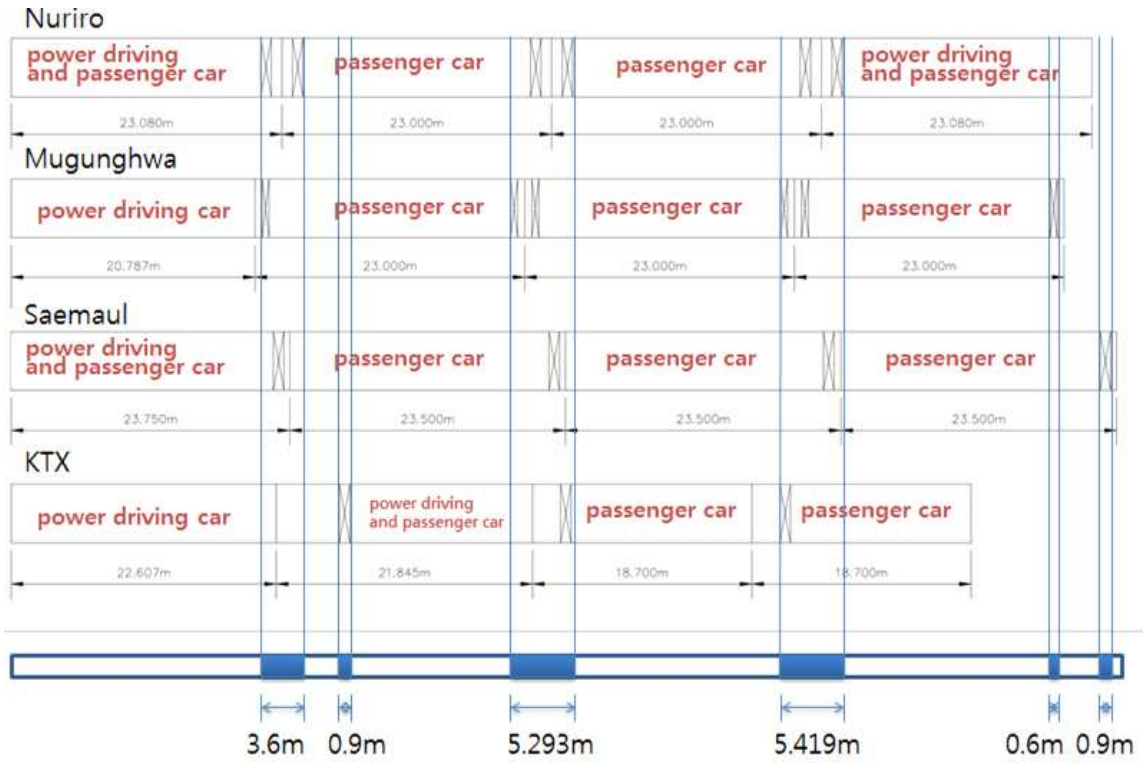
<표 1-2> PSD 종류 및 적용성 현황

구 분	완전 밀폐형	반 밀폐형	난간형
현 황			
적 용	지하정거장	지하/지상정거장	지상정거장
시공성	• 구조적 강화 • 천정마감	• 구조적 강화 • 천정마감없음	• 외부 환경 요인 영향 우려

(1) 열차차량의 종류가 상이함에 따른 문제점

○ 국내 국철구간은 <그림 1-4>에 제시하고 있는 바와 같이 누리로, 무궁화, 새마을, 그리고 KTX가 공히 정차하는 역(사례 : 영등포역)이 있다. 이 경우 열차차종별 정위치 정차할 경우 열차출입문위치가 서로 다르게 배열된다. 이러한 현상은 미국의 뉴욕 메트로에서도 열차가 3종류(15.5m, 18.4m, 23m 등의 차량길이)가 운행되고 있다. 또한 일본의 경우는 다른 노선과 상호 직결운전시행정책에 따라 다양한 열차가 동일 승강장을 이용하고 있다. 이러한 원인는 PSD가 열차차량문과 일대일 대응방식이기 때문에 적용에

한계가 있다.

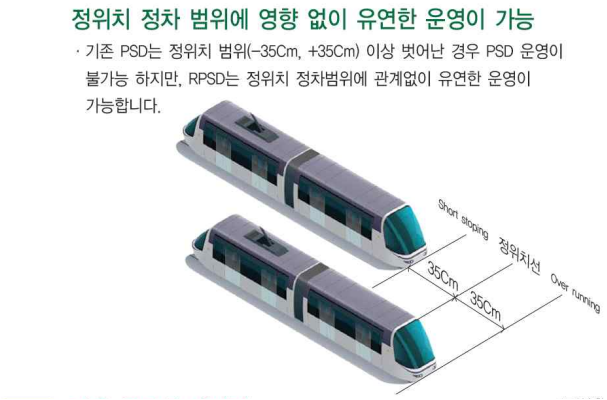


<그림 1-4> 열차차종별 정차에 따른 출입문 배치도

<표 1-3> 미국 메트로 노선의 철도차량 종류

시행처	노선	역사수	차량 종류	차량 수	비고
BART(S.F.)	4 노선	44 역사	4개의 다른 차종	669 량	
WMATA	5 노선	86 역사	5개종이 같은 길이 28m	850 량	2016년에 11개역사 증가
NY	24 노선	468 역사	3개 차종(길이) 15.5m/18.4m/23m		
LA Metro	6 노선	92 역사			2개 연장 라인 건설 중
Chicago	8 노선	145 역사	5개 다른 차종	1,190 량	

자료 : 2013 국토교통 Technology fair, RPSD 발표자료, 한국교통연구원(2013. 6)



<그림 1-5> 정위치 정차 범위 없는 유연한 운영

○ 이상 미국과 일본의 승강장안전사고는 사회적으로 절실히 해결되어야 할 과제에 해당된다. RPSD의 상용화 기술개발과 시범사업, 그리고 국제표준인증은 국내뿐만 아니라 해외의 승강장 안전도 제고를 위해 필요한 기술개발이라고 판단된다.

○ 또한 정차지점에 정위치 정차하는 데에도 시스템적 한계가 존재한다. 즉 수동운전인 경우 정위치 정차에 한계가 있기 때문에 350mm 초과하는 경우에도 PSD 운영에 한계가 있다.

○ 현재 지하역사 승강장의 승객안전방재 시스템 중 하나인 스크린 도어 (PSD: Platform Screen Door)는 승객의 안전이 매우 중요하다는 인식과 함께 승강장 내부의 공기 질 개선 및 에너지 절감을 목표로 1990년대부터 2010년까지 보급되어 왔다. 그 결과 철도역 승강장의 안전사고 절감, 환경개선 및 에너지 절감 등의 개선효과가 나타나고 있다.

- 철도역사 총 695개 중 371개소에 설치 (지하역사 PSD 시스템 보급률 95%)
- 총 설치비용은 7,420억원 규모(역사 당 PSD 설치비용 약 20억원)

○ 하지만 지상역사 승강장의 경우 PSD 설치가 현재까지 매우 초보적 단계에 있다. 그 이유는 현행 PSD의 설치비용이 20억 이상(10량 1편성 기준)으로 매우 높고, 지하역사와 같은 환경개선과 에너지 절감 효과가 발현되기 어렵고, 열차풍과 우천, 기온변화에 따른 추가적 비용이 발생되기 때문이다.

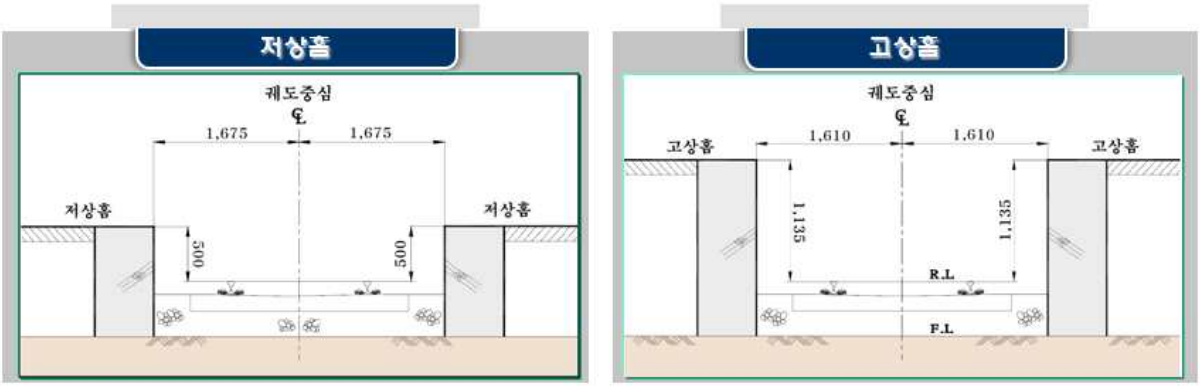
○ 특히 현행 PSD는 스크린 도어 개폐 위치가 고정되어 있어 열차의 출입문 위치와 차량 제원이 일치하지 않는 경우 그 설치가 어렵다는 상황도 매우 큰 이유에 해당된다. 예를 들면 공항철도는 향후 KTX와 Alex전동차, 그리고 EMU 열차 등 다양한 차종이 정차하는 역 승강장에 모두 부합하는 PSD의 도어 개폐 시스템이 불가능한 상황에 있다.

- 즉 지상역사 승강장의 경우 밀폐 환경이 아니므로 공기 질 개선과 냉난방 시스템의 에너지 절감 효과가 없음
- 통과 열차 풍을 고려한 PSD 토목구조물과 부재의 내구성 향상이 요구되며, 우천과 적설에 따른 감전사고, 기온변화에 따른 오작동 가능성 등을 대응하기 위한 추가

적 조치 비용 등 경제적 부담이 가중

○ 지상역사의 승강장은 현재 경춘선을 포함하여 628개소이지만 중앙선, 경부선 등 전철화 확대와 함께 고속철도 역사의 승강장 고상화 정책 등에 따라 지상역 승강장 시설이 259개소로 확대된다. 이때 지상역사 승강장의 승객안전사고 방재시스템은 매우 중요한 철도시설로 대두될 것이다(<그림 1-6>참조).

○ 우리나라 철도정책이 전철화, 고속화로 지상역사 고상 승강장 시설은 점진적으로 증가하고 있지만 승객안전사고 방재시스템은 <그림 1-7>와 같은 난간 설치형태로 아주 초보적인 시설만을 설치하고 있다.



<그림 1-6> 철도역사 고상 승강장으로 형식 변경

경춘선 김유정역 **용산역**

<그림 1-7> 지상역 승강장 안전시설 설치 현황

2. 연구개발의 목적

○ 본 연구개발은 지상역 승강장 환경에 적합한 승객안전사고 방재시스템 개발과 실용화를 목적으로 한다. 따라서 다음과 같은 조건 해결을 전제로 한다.

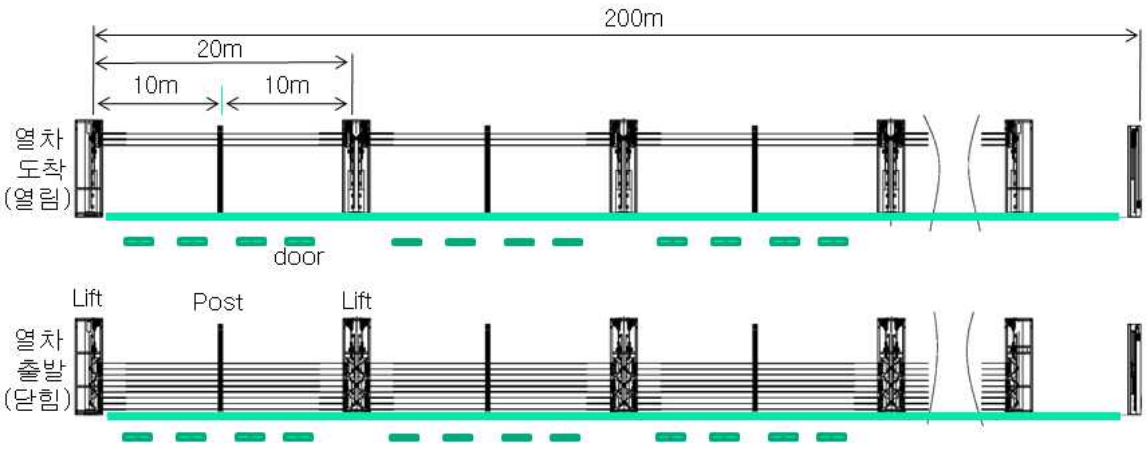
- 열차 제원과 출입문 위치가 다른 열차를 자동 인식하여 대응할 수 있는 스크린 도어 시스템 개발
- 설치비용과 유지보수 비용의 50% 절감
- 우천과 적설 등에 따른 감전사고 안전성 확보
- 영하온도의 시스템 신뢰성 확보
- 현행 승객안전사고 방재시스템의 무리한 승차에 따른 안전사고 방지
- 일본, 미국, 프랑스 등 해외시장 수출 전략

3. 기술개발 정의 및 필요성

가. 기술의 정의

○ 상하 개폐식 로프타입 승강장 세이프 도어(RPSD : Rope type Platform Safe Door)는 열차길이(18~20)단위로 대응하여, 승강장에서 열차와 승객 간에 발생하는 안전사고를 예방하는 시스템이다.

- 다양한 열차의 차종과 출입문 위치가 다른 열차의 운행에 대응이 가능한 시스템
- 기존 스크린 도어 대비, 설치 및 유지보수 비용이 50% 절감
- 100% 국내 기술로 개발한 세계 최초 시스템



<그림 1-8> 연구개발 시스템의 기본 개념도

<그림 1-9> 연구개발 시스템 문양역 실제 구축 사진

나. 기술현황 및 문제점

(1) PSD 기술 현황 및 한계

○ PSD의 종류

- PSD는 선로부와 승강장을 고정벽으로 완전히 격리하는 완전밀폐형, 고정벽 및 가동문 위에 개구부 또는 갤러리를 배치하는 반밀폐형, 차량의 문 위치에 맞추어 가동문을 설치하는 난간형 3종류로 나뉜다.

완전밀폐형	반밀폐형	난간형

<그림 1-10> PSD의 종류

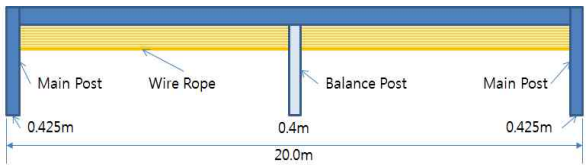
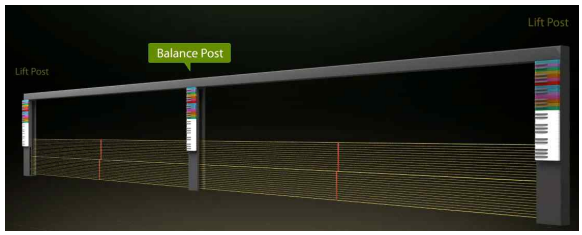
○ PSD의 한계

- PSD의 장점은 승객의 추락 및 전동차 접촉을 방지하고, 역무원 인력을 절감할 수 있으며, 열차의 무인 운전이 가능하게 하고, 승객 유동성을 향상시킬 수 있고 고속 통과 운전이 가능하며, 차량 강풍 방지와 방음·방진(防塵) 효과를 통한 승강장의 쾌적성 유지에 효과적이며, 열차 화재시 방연(防煙) 효과가 있다는 점 등이다.
- 반면 PSD는 대표적으로 다음과 같은 한계가 있다.
  - 초기 설치비가 많이 들고, 운영 유지비가 많이 소요됨
  - 열차가 정위치를 초과해 정차하는 경우 승하차 속도가 지연될 우려가 있음
  - 다양한 열차가 동일 플랫폼을 이용할 경우 대응이 불가함

(2) RPSD 기술 현황 및 한계

○ PSD의 기술 현황

- RSPD는 승객이 전동차 및 여객열차의 승차를 위하여 대기하는 철도 승강장에 설치되어 전동차가 승차위치에 정차하면 안전문을 상부로 승강시켜 승객이 승차할 수 있도록 하고, 승객의 승차가 완료되어 전동차가 출발 할 때에는 승강된 안전문을 하강시켜 승강장 측과 전동차 측을 분리하여, 승객의 선로 추락이나 열차와의 충돌 등의 상해로부터 승객의 안전을 확보할 수 있도록 한 승강장의 안전장치이다.

RPSD의 기본 사양	RPSD 조감도
	

<그림 1-11> RPSD 사양 및 조감도

- RPSD는 열차 출입문과 함께 자동으로 개폐되며, 20m, 40m 등 역사의 특성 및 정차하는 열차의 특성에 따라, 다양한 단위로 구성할 수 있어 구조적, 운영적 여건에 의해 승강장 안전문을 설치하기 어려운 승강장에 설치가 가능하도록 개발되었다.
- 현재 다양한 열차(차량)에 대응할 수 있는 유일한 시스템으로 정위치 정차에 대한 부담도 적고, 설치기간도 짧으며, 비용도 저렴하고, 유지보수 비용도 낮아, 국내 뿐 아니라 해외에서도 경쟁력이 있는 기술로 평가받고 있다.

○ PSD의 한계

- RPSD 기술의 우수성과 독창성은 인정받고 있으나, 아직 시범운영 수준으로, 실제 상용화에 대해서는 적극적이지 못한 실정이다.
- 구조체를 시제품 수준에서 양산 체계로 업그레이드하고, 안전성에 대한 객관성 확보를 통해 국내 적용 및 국외 수출이 활발해 질 수 있는 기반을 마련해야 한다.

문제점	개선방향
1. 구조체의 수공제작에 따른 품질 일관성, 비용 과다, 무게 과다 문제 등 발생 2. 실용화 문제 대두 - 로프타입에 대한 부정적 인식 - 다양한 환경에서의 운영 실적 부족 - 비즈니스 모델 부재로 인한 국내외 시장진출을 위한 원가절감 문제	1. 양산화를 위한 연구가 필요하며, 이를 통해 경량화와 품질 일관성 및 구축비용 절감 필요 2. 안전성에 대해 객관성 확보를 위해 “SIL” 인증 연구로 대응하여 객관적 안전성 인증 필요 3. 고속열차 운행 역사 및 열차 혼용 승강장에서의 운영 실적 확보 필요 4. 철도건널목, 스쿨존 등 RPSD활용을 위한 연구 및 시범운영 등 필요

다. 필요성

○ 창조경제의 실현 측면

- RPSD 구조체와 제어의 메커니즘은 세계 최초 기술이며, 100% 국내 기술로 국내외 장규모가 50조 이상(미국, 일본, EU 등)으로, 이 수요를 창조경제로 연결하기 위해 해외특허출원 및 등록 등의 지적재산권 확보에 관한 연구가 필요하며, 또한 철도건널목과 스쿨존 등의 안전시설 적용방안에 관한 연구가 필요함

○ 신뢰성 확보 측면

- '지상역 승강장 승객안전방재시스템 연구'를 통해 개발된 RPSD는 국내외 보급 활성화를 위해 각 부품과 제어설비 등의 SIL4 및 시험 인증과 함께 고속철도, 혼합열차 운행 역사 승강장의 상용화 실적이 요구되고 있음

○ 기술력 강화 측면

- RPSD의 상용화를 위해서는 구조체의 경량화 및 모듈화, 제어설비 중 모션센서, 비접촉식 센서, 장애물 광폭 고정밀센서 등의 센서기술개발이 필요

제2절 연구개발의 중요성

1. 기술적 측면

○ 현행 PSD 시스템은 좌우 개폐방식으로 전기 모터 구동으로 작동하고 있다. 이 좌우 개폐방식은 <그림 1-12>와 같이 무리한 승차로 가방이나 옷 등이 걸리는 안전사고가 자주 발생하고 있다. 이러한 인간행동심리의 예방개념은 좌우에서 상하 개폐방식을 개선하는 것을 들 수 있다. 이 상하개폐 방식은 승객이 허리를 구부리고 뛰어서 차량으로 들어야 하므로 무리한 승차에 따른 안전사고 예방을 할 수 있는 기술개념에 해당된다.

<그림 1-12> 무리한 승차에 따른 안전사고 위험

○ 또한 전기모터 구동은 지상 역사에서 기상 여건에 따라 감전사고와 기온 저하에 따른 오작동 원인이 발생하지만 이를 개선하는 에어 실린더 방식 채택은 이상 열거한 문제점 해결 방안에 해당되는 기술적 측면에서 매우 중요한 아이디어에 해당된다.

○ 이상 2가지 기술적 측면은 승객의 행동심리와 수도권 북부 지역의 겨울철 온도강하를 고려할 경우 지상역사 승객안전사고 방재시스템에서 반드시 해결해야할 중요한 외부환경 요인에 해당된다.

2. 경제적 측면

○ 국내 지상역사 시설 증가는 승객안전사고 방재시스템 수요 증가하고 있지만 지상역사 환경에 부합되지 않은 과대시설 설치로 비효용성이 제기되고 있다. 즉, 현행 PSD 시스템은 지상역사 환경을 고려할 경우 승객안전사고 방재 기능만이 발현되므로 효율성이 매우 낮다. 따라서 경제적 효율성 제고가 가능한 지상역사의 승객안전사고 방재시스템 개발은 매우 중요하다. 앞으로 고속철도역의 승강장 형식변경과 일본 시장의 경우 지상

역사가 20,000개소인 점을 고려할 경우 산업적 중요성을 약 2조 규모로 가늠할 수 있어 현 시점에서 동 기술개발은 매우 시의 적정한 것으로 판단된다.

3. 사회적 측면

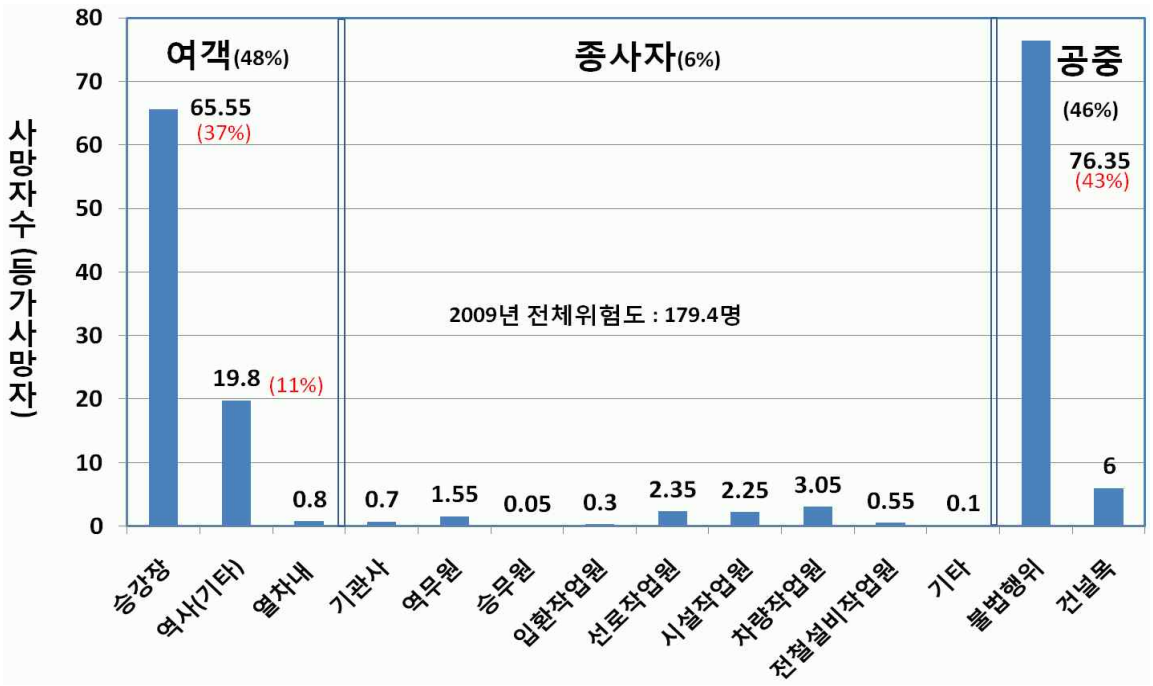
○ 철도 역사 승강장의 승객안전사고 방재시스템은 안전을 중요시 하고 있는 사회적 문화적 환경과도 그 적정성이 인정되며 지상역사 증가를 고려할 경우 시의성이 매우 높다고 사료된다.

○ 구체적으로 철도사고발생건수는 1996년 1,084건에서 2009년 382건으로 지속적인 감소추세이나, 철도사고 사망자(등가사망자[1])는 <그림 1-13>와 같이 주로 승강장 및 선로에서 발생하는 것으로 나타나고 있다.

- 여객사상자는 대부분 승강장에서 투신, 선로 추락으로 발생
- 공중사상자는 승강장에서 투신과 불법 선로침입에 의해 발생

○ 투신, 추락 (전도/실족), 불법 선로침입은 사망사고로 연결되어 높은 위험도를 보임

○ 역사 내 안전사고는 경상자 위주로 발생하여 상대적으로 낮은 위험도를 보임



자료 : 제2차 철도안전종합계획 (국토해양부, 2010)

<그림 1-13> 철도사고 위험도 (2009년도 발생 인명피해 기준)

1) 10인의 중상자, 또는 200인의 경상자를 1인의 등가사망자로 환산

○ 이처럼 승강장에서 투신, 추락, 불법 선로통행 등으로 인해 발생하는 철도사고의 위험도는 매우 높아, 기존의 난간형태의 승강장 안전시설은 관련 철도사고를 적극적으로 예방하는데 한계가 있는 바, 본 연구에서 제안한 지능형 승객안전사고 방재 시스템의 도입이 시급하다고 판단된다.

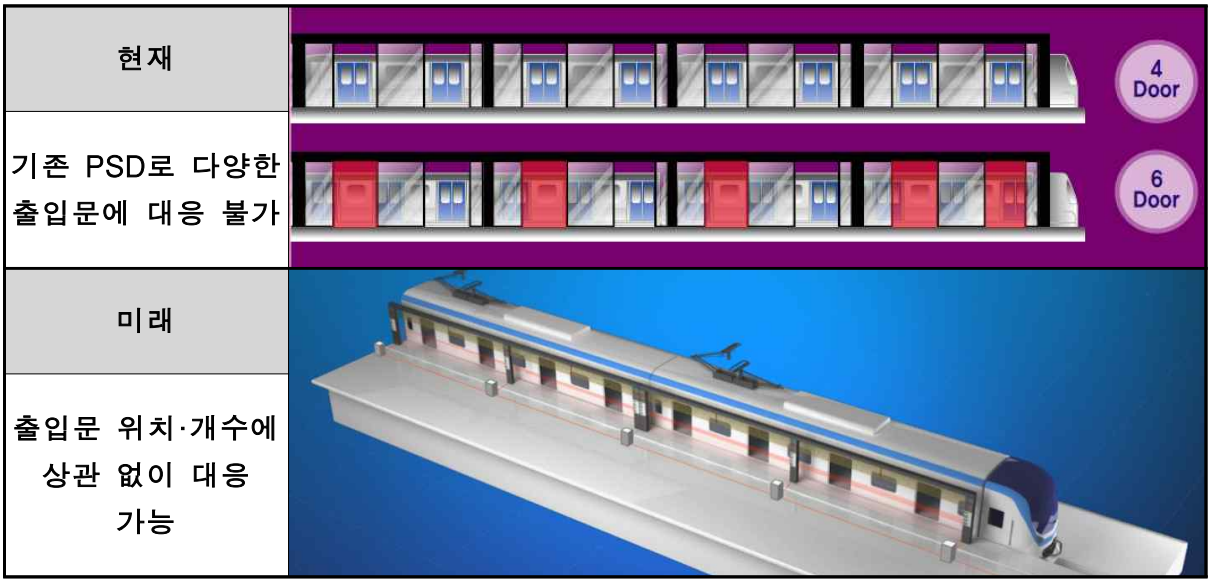
4. 연구개발의 비전

○ 현재

- 출입문의 위치 및 개수가 다른 여러 종의 열차가 정차하는 역사에는 기존의 PSD로는 대응이 매우 어려움
- 기존 PSD 기술은 원천기술이 이탈리아와 일본에 있어 해외 진출 시 경쟁력 약화
- PSD에 대한 요구가 늘고 있으나, 예산 부족으로 인해 일부 역사에만 PSD가 설치되어 승강장 안전의 불평등 발생
- 기존 PSD의 경우 청소 및 수리 등 유지관리 비용이 매우 높아 설치 후에도 매년 막대한 예산 소요

○ 미래

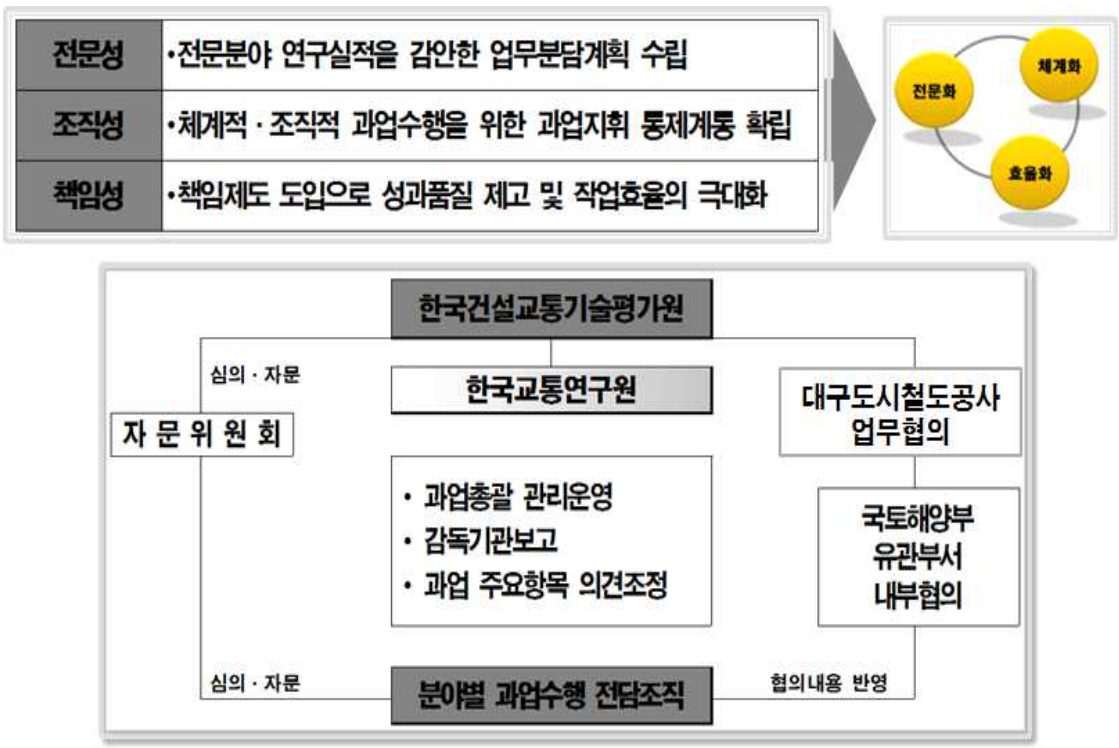
- 출입문의 위치 및 개수가 다른 여러 종의 열차가 정차하는 역사에 RPSD를 설치함으로써 승강장 안전 사고율을 획기적으로 절감
- 우리나라의 원천기술을 통해 해외시장에 진출함으로써, 세계시장을 선점하고 국가경제 발전에 이바지
- 저렴한 비용으로 RPSD를 보급함으로써, 더 많은 역사 승강장의 안전을 확보
- 유지관리 비용 절감으로 더 많은 역사에 RPSD를 보급 가능



<그림 1-14> RPSD의 미래

제3절 연구개발과제 구성 및 추진전략

1. 연구진 구성 및 추진방향



2. 연구개발 추진전략

가. 연구내용과 참여 기관별 역할 분담

구 분	주관연구기관	위탁연구기관	위탁연구기관
1차년도 (2011.10-2012.3)	**한국교통연구원** -RPSD 시스템의 기술 연구 -시스템엔지니어링 -시작품의 내구성 시험과 부품선정의 적절성	**SKD HI-TEC** -RPSD의 시작품 제작 (20m, 40m)	**전남대학교** -와이어 탄성유지 방안연구
2차년도 (2012.4-2013.3)	**한국교통연구원** -SI(System Integration) -철도용품 품질인증 기준 마련 등 법 제도 개선 -시범운영(1단계) *설치공사 *신뢰성 평가 자료 축적	**SKD HI-TEC** -10량 1편성 시제품 제작 (200m) -독립제어장치 설치	**공주대학교** -인터페이스 제어기술 연구 *센터와 현장 시스템 구축 *User-Interface 3D VR 시뮬레이터 개발
3차년도 (2013.4-2014.3)	**한국교통연구원** -시범운영(2단계) *신뢰성 평가 -유지보수체계정립 -시스템 LC 분석 -시스템 기능개선연구 - 해외수출 방안	**SKD HI-TEC** -시스템유지보수체계 -시스템 기능향상을 위한 성능개선	

나. 역할 분담에 따른 연구개발 방법론

○ 1차년도

- 주관연구기관인 한국교통연구원에서는 RPSD 시스템 개발을 위한 기술 연구를 수행하며, 이를 위한 사전에 기술적 요구사항 파악하기 위한 기본 자료를 수집하며,
  - 지상역 승강장의 시설 여건 분석

· 시장동향과 기술요구사항 파악

- 전남대학교에서는 와이어 탄성 유지방안을 연구하여 그 결과를 시작품 제작에 반영하여 내구성 시험에 활용함
- 수집자료에 근거하여 지상역 승강장의 환경 대응 가능한 RPSD의 종합시스템을 설계하며, 시스템의 운영전략과 비상시 대응 시나리오를 고려하여 각 단위 시스템의 기능구현을 위한 설계를 수행
  · 시스템 설계내용에 대한 RPSD의 국내특허 출원**(☞1차년도 특허 출원건수 성과지표 목표 달성)**
  · 특히 열차운영과의 인터페이스 확보를 위해 운영전략의 제어기술을 구상하여 하드웨어와 소프트웨어의 통합적 구상을 수행
  · RPSD의 하드웨어의 종합설계 결과를 위탁연구기관인 SKD HI-TEC에 RPSD 시작품을 제작하도록 함**(☞1차년도 시작품 성과지표 목표 달성)**
  · 또한 시작품의 내구성 시험을 위해 시작품을 제작한 SKD HI-TEC 내부에 시험장비를 설치하여 한국교통연구원이 내구성 시험과 평가를 수행
  · 이러한 시험 결과에 근거하여 기존 구조와 비교한 내구성 개선 결과를 제시하고 객관적 검증을 위해 관련 학회에 논문을 게재함**(☞1차년도 논문게재 성과지표 목표 달성)**

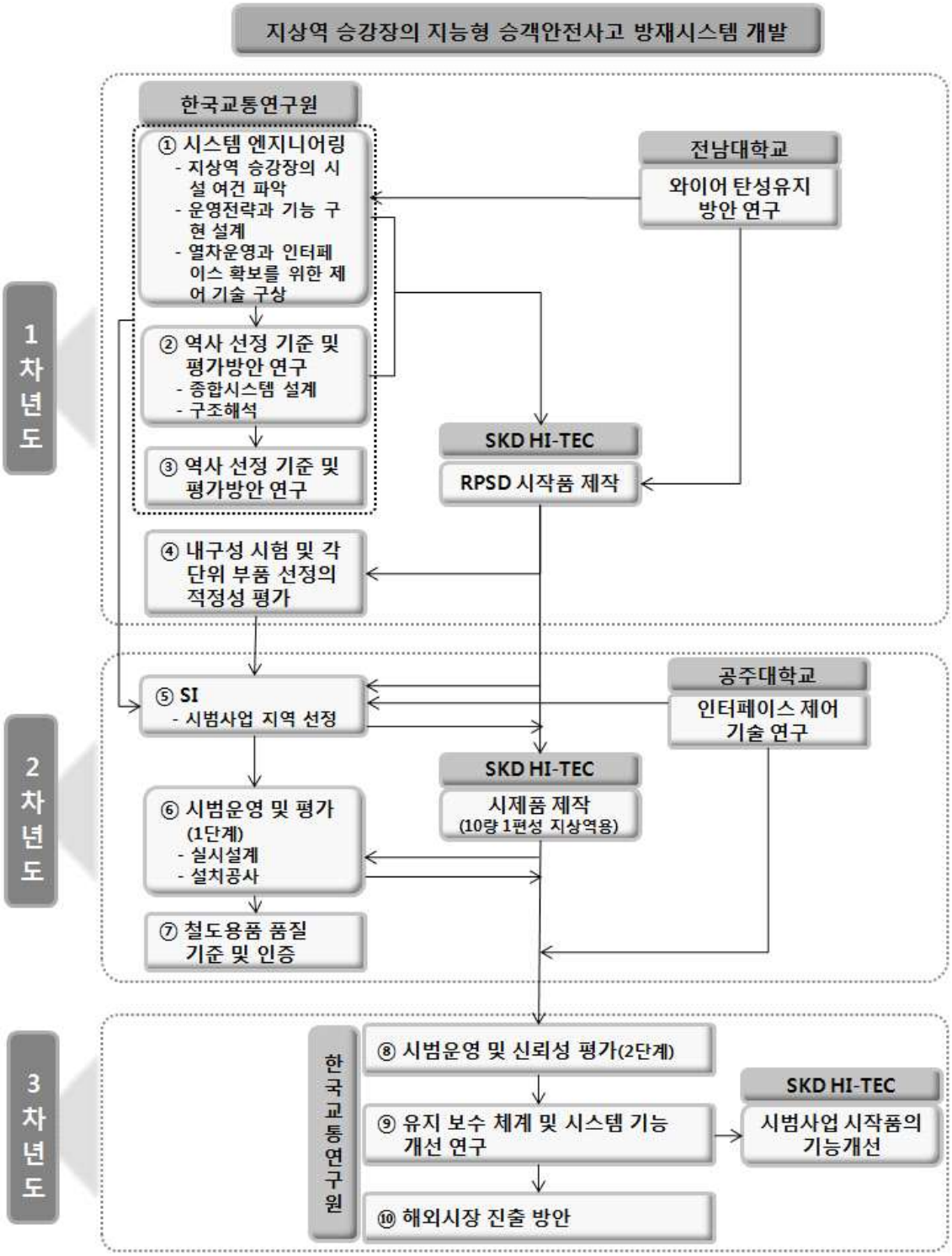
○ 2차년도

- 1차년도 연구결과 중 시범사업 역사 선정기준에 따라 시범사업 실시 역을 선정하고, 이를 위해 시작품 제작과 시스템 인터페이스 제어기술 확보를 위해 각 해당 분야 전문기관인 SKD HI-TEC과 공주대학교에서 제작과 소프트웨어 개발
  · 실시설계 (한국교통연구원에서 전문 설계기관에 용역 발주)
  · SKD HI-TEC : 10량 1편성 상행 또는 하향 한 방향 시제품 제작
  · 공주대학교 : 인터페이스 제어 소프트웨어 및 시뮬레이션 툴 개발
- 시범사업 (1단계)
  · 시범역 설치 공사 : 한국교통연구원에서 공사업체를 선정하여 시행, SKD HI-TEC이 독립제어장치를 설치하지만, System Integration의 용이성과 효용성을 확보하기 위해 SKD HI-TEC이 통합 공사 가능성을 검토하여 공사 실시
  · 신뢰성 평가 자료구축(겨울철) : 한국교통연구원에서 수행하되, 시범사업 운영기관과 협력하여 자료와 신뢰성 평가 결과에 대한 신뢰도를 향상
- 실용화 전제 조건은 RPSD가 철도용품으로서 품질인증을 득하기 위해 도시철도 및 일반 철도용품의 품질인증을 해당 기관에 의뢰하며, 1차년도 국내특허 결과에 근거하여 국제특허를 출원함 **(☞2차년도 국제특허 및 품질인증 성과지표 목표 달성)**

○ 3차년도

- 시범운영 자료에 근거하여 구동부와 제어부, 그리고 인터페이스 등의 유지보수체계에 대해 매뉴얼 구축과 주요 단위 부품의 생애주기를 분석하여 시범운영(2단계)의 신뢰성 평가
  - 각 단위 부품별 생애주기 분석은 1차년도 내구성 연구결과와 시범사업에 근거하여 위탁연구기관인 SKD HI-TEC에서 제작기술과 함께 연구수행
  - 신뢰성 평가는 시범사업 1단계 결과와 연계하여 수행하며, 이때 여름과 겨울 운영결과에 근거하여 고장율과 오작동율 등과 그 원인에 대해 파악
- 시범운영 (2단계)인 신뢰성 평가 결과에 근거하여 고장과 오작동 원인, 그리고 승객의 만족도 조사 결과에 근거하여 기능개선 방안을 연구
  - 이용객 만족도 조사
  - RPSD의 기능 개선 (SKD HI-TEC에서 수행)
  - 시범사업 이후의 RPSD 철거 여부 검토

○ 이상과 같은 연구수행방법은 <그림 1-15>에 제시하고 있음



<그림 1-15> 연구수행 흐름도

제2장 국내외 기술개발 현황

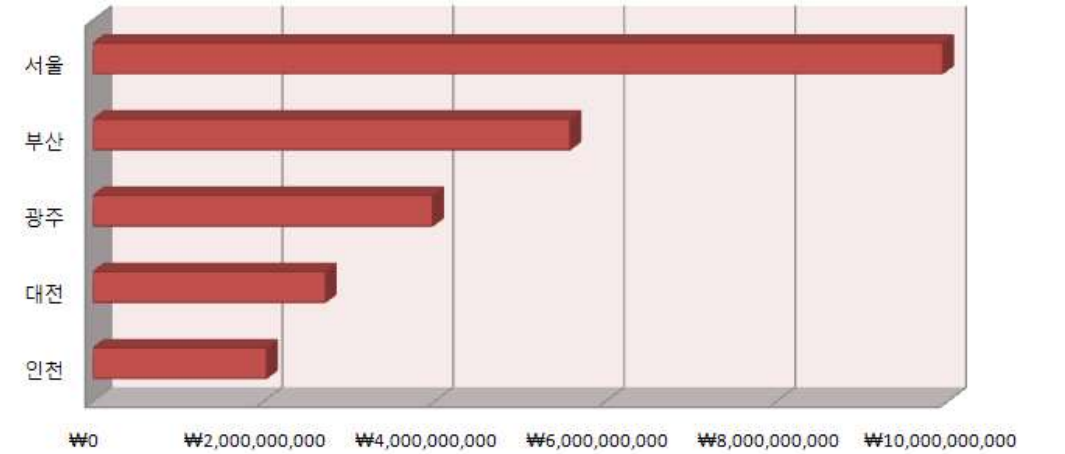
제2장 국내외 기술개발 현황

제1절 관련분야의 국내외 시장분석 및 산업동향

1. 국내 기술 및 산업 동향

가. 국내 시장 현황 및 예측

○ '나라장터 국가종합전자조달' 시스템에 공고된 2004년 12월부터 2011년 6월까지의 PSD 물품 낙찰 자료에 따르면 국내 PSD 시장의 주요 수요지역은 서울, 부산, 광주, 대전, 인천 등 대부분 도시철도에 한정되어 있다.(<그림 2-1> 참조) 각 지역의 실수요기관은 <표 2-1>과 같다.



	인천	대전	광주	부산	서울
금액	₩2,026,100,000	₩2,717,190,600	₩3,971,800,000	₩5,577,200,000	₩9,939,407,500

자료: 나라장터 국가종합전자조달, 2011.07, 재구성

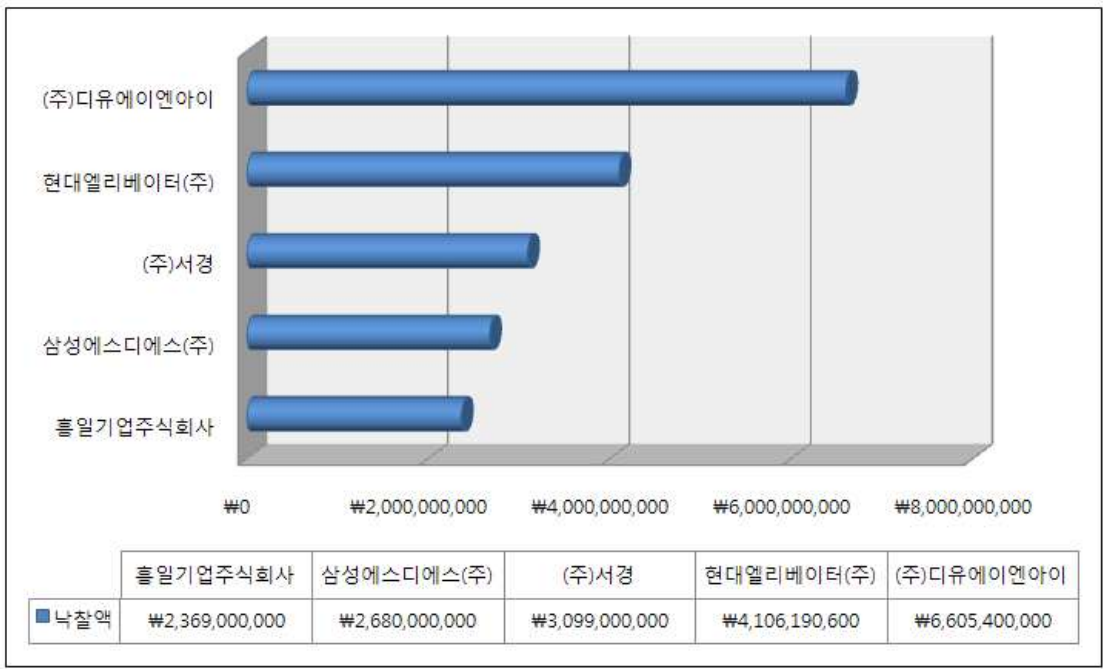
<그림 2-1> 국내 PSD 수요 상위 5개 지역

<표 2-1> PSD 수요지역의 실 수요기관

지역	실수요기관
서울	서울특별시 도시철도 공사/ 서울특별시 도시기반시설본부/ 서울메트로
부산	부산교통공단
광주	광주광역시 지하철건설본부
대전	대전광역시 지하철건설본부/대전광역시 도시철도공사
인천	인천광역시 도시철도건설본부 관리부/인천교통공사

자료: 나라장터 국가종합전자조달, 2011.07, 재구성

○ 또한 PSD 물품의 총 낙찰액을 기준으로 정렬한 상위 5개 공급사는 <그림 2-2>에 제시하고 있으며, 여기에 기재한 공급사 이외에도 경일산업개발(주), 주식회사 리트코, (주)포스콘, 삼중테크(주), 현대정보기술(주) 등의 공급사가 낙찰되었다.



자료: 나라장터 국가종합전자조달, 2011.07

<그림 2-2> 국내 PSD 공급자 상위 5개사

나. 국내 주요 관련 업체

○ PSD 관련된 국내 주요 관련 산업은 기술개발, 제작, 시설공사 등으로 구분할 수 있다. (<표 2-2> 참조) 국내 주요 관련 산업 업체의 특징은 다음과 같다.

○ 기술개발과 제작을 함께 하는 업체는 (주)디유에이엔아이, 대엘리베이터(주)의 2개소가 있다.

○ 기타 업체는 기술개발, 제조, 시설시공 등의 해당 분야만 담당하고 있다.

<표 2-2> PSD 국내 주요 관련 업체

구분	관련 업체
기술개발	(주)디유에이엔아이, 한국철도기술연구원, 대덕피에스텍(주), 삼중테크(주), 서울메트로, 서윤산업(주), 수성정밀기계(주), (주)로템, (주)피에쓰링크, (주)에스티 이엔지(주)넥스트인포메이션, (주)동우자동도어, (주)신성사, (주)에스케이디 하이테크, (주)윈테크로직스, 현대엘리베이터(주), (주)소명
물품	(주)디유에이엔아이, 현대엘리베이터(주), (주)서경, 삼성에스디에스(주), 흥일기업(주), 경일산업개발(주), 주식회사 리트코, (주)포스콘, 삼중테크(주), 현대정보기술(주), (주)소명
시설	(주)비에스이엔지, 상리종합건설, 우양기건(주), (합)동성전기공사, (주)한원엔지니어링, 기건공영(주), (주)오주건설, 탑시티산업(주), 선진전기, (주)서우건설, 동서이에프씨(주), (주)명건종합건설, 삼언전공(주),(주)성원이엘피, 대경정보통신, 화진정보통신, GS네오텍, (주)소명

다. 국내 전문가 및 연구기관 현황

○ 동 분야의 국내 전문가와 연구기관 현황은 <표 2-3>에 제시하고 있는 바와 같이 한국철도기술연구원의 철도종합안전기술개발사업단과 도시철도표준화사업단에서 전담하고 있다. 하지만 현행 PSD 시스템의 기술개발과 보급에는 공헌하지 못하고 있으며 국산화 추진은 서울도시철도공사가 담당하였다.

<표 2-3> 국내 전문 연구기관 현황

구분	현황내용
한국철도기술연구원	국가연구개발사업으로서 ①차세대 고속철도 기술개발, ②한국형 틸팅 열차 신뢰성평가 및 운용기술 개발, ③신에너지 바이모달 수송시스템 개발, ④차세대 첨단 도시철도시스템 기술개발, ⑤무가선 저상트램 시스템 개발, ⑥한국형 경량전철 시스템 실용화, ⑦철도 종합안전 기술개발, ⑧도시철도 표준화 연구, ⑨국가물류 표준 종합시스템 개발, ⑩도시철도 터널 및 차량의 공기질 개선 기술개발을 수행하고 있으며, 연구단으로 철도종합안전기술개발사업단, 도시철도표준화연구단이 있음.
철도종합안전기술개발사업단	① 철도차량 충돌 안전성능 평가 및 피해저감기술 개발, 철도건널목 지능화를 통한 사고예방 및 피해저감기술 개발, 열차제어시스템 안전성능 평가 및 사고방지기술 개발, 철도차량 탈선 안전성능평가 및 사고방지기술 개발, 안전업무 종사자 교육훈련 체계 구축 ② 열차충돌・탈선・화재와 건널목 등의 대형 철도사고의 사전 방지 연구
도시철도표준화연구단	① 차량, 선로, 전력, 신호, 정보통신, 역사, 유지보수체계/정보화 분야 등의 표준화체계구축 및 주요 핵심장치를 개발. ② 주요 핵심장치로는 신뢰도/가용도 관리시스템, 지능형 종합감시 시스템, 차지상간 통합데이터 전송시스템, 선택차단형 DC 통합보호계전장치, 전력설비 온라인 수명예측시스템, 직류형 FRP제 지지애자/장간애자, 교류/직류형 FRP제 절연구분장치, 시설물내진보강시스템, 콘크리트궤도 소음저감장치, 공기조화기 장착용 미세먼지 제거장치 등을 개발. ③ 2007.7～ 2012.7까지 수행되는 도시철도표준화 2단계연구개발사업을 통해 도시철도 역사시설 표준화 연구가 진행되고 있음. ④ 도시철도표준화연구단에서는 총 9건의 논문게재와 총 90건의 논문발표를 하였으나 이 중 PSD에 관한 연구논문은 찾아볼 수 없음.

라. 국내연구 인프라 수준

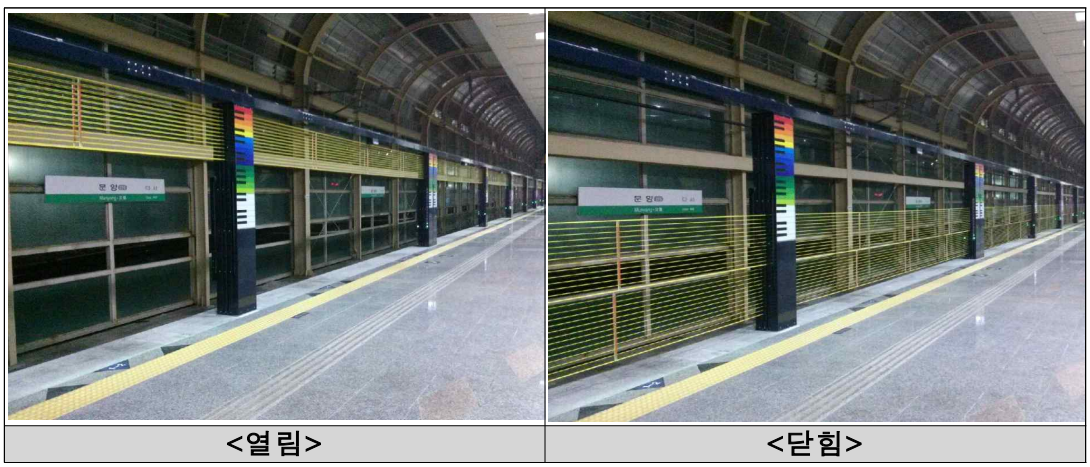
○ PSD 시스템의 기술분야는 주요 핵심부품이 대부분 해외 기술에 의존하였으나, 2007년 기준으로 서울도시철도 공사에 의해 국산화에 성공하였다. 철도운영기관의 기술개발과 보급은 승강장 승객안전 방재시스템의 표준화에 크게 기여하였고, 이를 통한 해외시장 진출을 모색하고 있는 상황에 있다. 반면 국책연구기관인 한국철도기술연구원의 철도종합안전기술개발사업단 및 도시철도표준화연구단을 중심으로 이루어지는 철도안전, 도시철도안전을 위한 법과 제도적 측면에서 지원하고 있다.

○ 이상의 내용에 근거하면 PSD 시스템 분야 국내 연구 인프라는 국가 연구기관이 주도하지 못했으며, 운영기관 기술개발로 비용 절감에 크게 기여하였다고 평가할 수 있다. 따라서 PSD 시스템에 대한 국내연구 인프라는 낮은 수준에 있다고 볼 수 있다.

마. 국내 기술개발 수준

○ 좌우 슬라이딩 방식 승강장 안전사고 방재시스템의 국내개발 수준은 기술안정화 단계에 있다. 이 근거로는 서울도시철도 공사가 동 시스템의 주요 부품에 대해 국산화를 주도하여 생산 설치하고 있다는 점을 들 수 있다. 2007년 이전까지만해도 동 시스템의 주요 부품 조달은 외산에 의존하여 완성품의 설치비용이 개소당 30억 수준이었지만 2007년 이후부터 20억 수준으로 절감되었다.

○ 철도운영기관 주도 기술개발은 지하역사 승강장 승객안전방재시스템 구축에 서울도시철도공사만 약 1,223억원 예산을 절감하였다[2]. 상하개폐방식의 승강장 안전장치 기술이 확보되어 대구 문양역에 시범운행이 시행 중이다.



<열림> <닫힘>

<그림 2-3> RPSD의 설치 모습

2) 서울도시철도공사 웹페이지 http://5678blog.com/40120927852

2. 국외 기술 및 산업 동향

가. 주요국가의 시장규모

○ 본 연구개발 예정인 시스템의 시장규모 추정은 지상역사에 한정하여 검토한다.

- 시장규모는 한국이 259개소, 일본이 2,250개소, 중국 1,130개소 등 총 5,000 개소 이상(<표 2-4> 참조)
- 주요국가의 시장규모는 5조 이상임

<표 2-4> 주요국가의 지상역사 규모

구 분	한국	일본	중국	미국	프랑스	소계
개소수	259	2,250	1,130	580	780	4,999

자료 : 세계철도연감, 2010년

나. 세계시장을 선도하는 주요 업체

○ 현행 PSD 시스템 관련해 세계시장을 선도한 주요 업체는 <표 2-5>에 제시하고 있다.

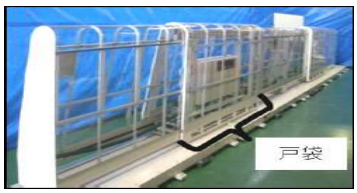
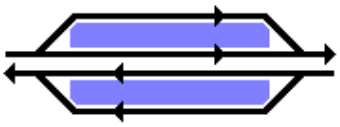
<표 2-5> 세계시장 선도 업체

순번	업체명	국적	프로젝트
1	FAAC 그룹	이탈리아	■Full Half 타입의 PSD를 45년 동안 공급해 온 이탈리아 소재의 기업으로서 상하이(중국)에 520gates, 보고타, 부카라망가, 메델린(콜롬비아)에 3,500 doors, 퀴토, 과야낄(에쿠아도르)에 420 doors를 설치한 것이 대표적인 사례임. ■호주, 오스트리아, 베네룩스, 중국, 프랑스, 독인, 인도, 중동, 폴란드, 스칸디나비아, 스페인, 스위스, 영국, 미국에 지사를 둔 기업임.
2	TOYO DENKI	일본	■2000년에 플랫폼 안전 시스템에 관한 Good Design 상 수상 ■도어 작동용 실린더 및 벨트 기술 개발
3	Nabtesco	일본	■도쿄 메트로 난보쿠 선, 도쿄 타마 도시내 모노레일, 홍콩 MTR(Mass Transit Railway) 쯩꽌오 선, 홍콩 KCRC West Rail, 한국 인천 국제공항철도, 중국 치엔진 메트로 등에 설치.
4	Westinghouse	영국	■Knorr-Bremse Rail Systems 그룹의 산하 기업으로서, 런던 지하철, 코펜하겐 메트로, 싱가포르 창지 공항, 중국 광저우 2호선/4호선, 두바이 메트로 레드라인, 홍콩 APM, 쿠알라룸프르 LTR2, 메카 메트로, 난징 메트로 2호선, 파리-로시 공항, Shenyang 메트로 1호선, Shenzhen 메트로, 싱가포르 Bishan 스테이션, 싱가포르 Circle 라인, 싱가포르 MRT, 싱가포르 북동 라인, Toulous 메트로 2호선 등에 설치

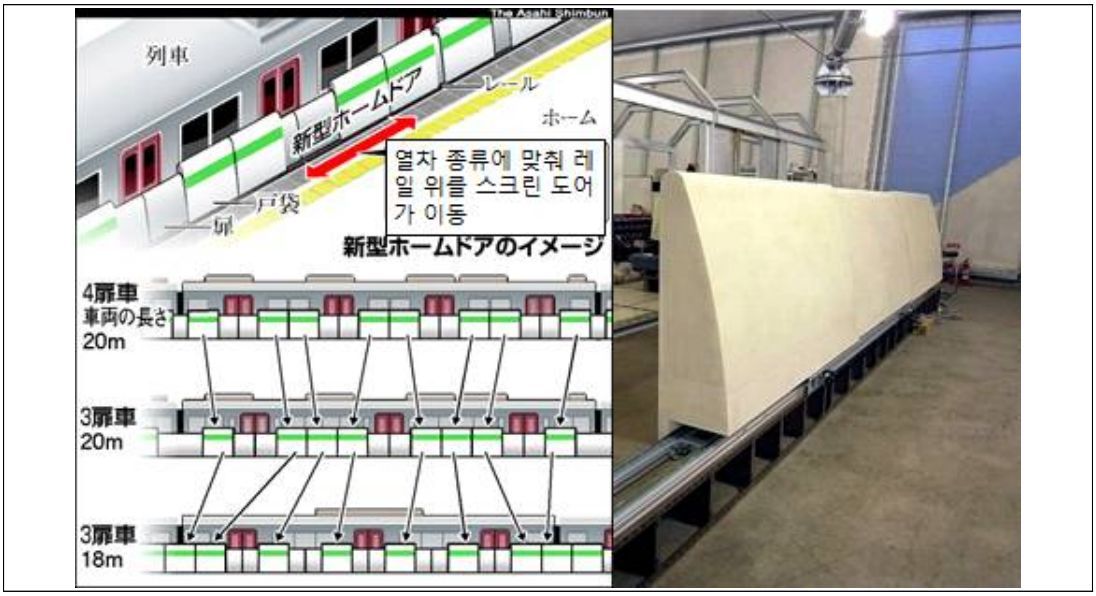
3. 해외 유사 기술 분석

○ 일본 국토교통성에서 차량 문 위치와 관계없고 비용 절감 등의 과제에 대응 가능한 새로운 스크린도어의 기술 개발을 도시철도 기술개발비 보조금을 지원하여 개발 후에 시범사업을 시행하고 있다.

<표 2-6> 혼용열차 운용에 대응 가능한 안전장치 개발 현황

방식		Door이동형	승강Bar
Maker		(주)神戶製鋼所	(주)高見澤사이버 테크닉스
개요			
특징		차량의 정지 위치가매우 어긋나는 경우에도 도어가 이동하여 대응 가능	기존의 스크린 도어부분을 승강하는 로프나 바로 구성하여 경량화되어 설치비용 절감 및 차량 위치와 관계없이 대응 가능
설치역정보	철도회사	西武鐵道(주)	相模鐵道(주)
	역명	新宿線新所澤逆 (2면4선)	いずみ野線 弥生台驛(2면2선)
			
시험 예정 시기		'13. 08~	'13.10~

○ 승강장에 레일을 설치하고 그 위를 이동하는 스크린 도어를 일본에서 도입하고 있으나 고장 위험이 크고, 설치비와 유지보수비용이 과다한 단점이 있다.



<그림 2-4> 레일형 PSD

○ 상하개폐방식과 유사한 시스템이 개발 중이나, Post가 상하 운동하는 시스템이기 때문에 비상대응에 어려움이 있으며 설치와 유지보수비용 과다한 단점이 있다.

<그림 2-5> RPSD 유사 시스템

(3) 해외 시장예측 및 발전전망

○ 본 연구개발은 지상역사가 많은 일본시장 진출을 목표로 하고 있는 바, 먼저 일본의 승강장안전방재시스템 설치 동향과 시장 규모에 대해 파악한 결과 다음과 같다.

- 일본시장 규모는 약 2조 2,500억 규모(2,250개소*10억원/개소)에 해당[3)]
- 특히 일본 철도는 철도회사 간 상호직결운행으로 승객 환승을 최소화시키는 운영을 담당하고 있기 때문에 각 철도회사별로 승강장에 정차하는 철도차량의 형식과 제원이 서로 상이하여 기존에 개발되어 있는 PSD의 설치가 어려움
- 즉 승강장에 철도회사에 따라 3도어, 4도어, 6도어 열차 차량이 혼재되어 운영하고 있음
- 일본의 철도회사에서는 PSD 도입의 전제조건인 정위치정차를 확보하기 어려울 뿐만 아니라 차량 도어의 위치가 각각인 관계로 PSD 설치를 미루어 온 상황임

○ 그러나 최근 일본에서는 철도역 승강장 안전사고 발생건수가 연간 320건 수준으로 매우 높아지고 있어 사고발생 빈도 또한 매년 3% 증가 추세에 있기 때문에 국토교통성에서는 안전사고 대책수립을 각 철도사업자에게 요구하고 있으며, 그 내용은 다음과 같다.

- 국토교통성은 철도 승강장 안전사고방재시스템 정비 촉진 목적으로 2011년 2월 「승강장 안전사고 방재시스템 구축 등에 관한 검토회」를 조직하여 1일 승강장 이용인원이 10만명 이상의 철도역은 PSD 설치가 의무화
- 의무조건에 만족한 역사 개소는 약 250개소가 해당
- 또한 2차 대응 지침은 승강장 이용인원이 1만명 이상의 역으로 확대할 예정에 있으며 이 경우 해당 역은 약 2,000개가 해당

○ 연구개발 예정인 시스템의 일본 시장진출 가능성은 아래와 같은 이유로 매우 높으며 더욱 국토교통성에서 PSD 설치를 의무화할 예정이기 때문에 각 철도회사는 적합한 승강장 안전사고 방재시스템을 찾기 위해 노력 중에 있다.

- 일본의 PSD 제작사는 과점의 형태로 설치 및 유지보수에 엄청난 비용이 소요됨
- 예를 들면 일본의 경우, 200m 홈의 상하행선에 PSD를 설치하는 경우 약 2억엔 이상이 소요되지만 연구개발 예정인 시스템은 50% 비용 절감이 가능함
- 일본에서 사용되는 구조물은 중량이 무거운 제품이라 대부분의 역에서 플랫홈의 보강공사가 필요하기 때문에 JR동일본이 운영하는 동경의 야마노테선의 경우 29개 역에 홈 도어를 설치하는 비용으로 500억엔을 확보하였음
- 이는 개소당 224억원 수준으로 국내 설치비용의 10배 수준에 해당

3) 일본의 승강장 안전사고 방재시스템은 최근 취객과 교통약자에게 빈번히 발생하고 있는 안전사고 대응 조치 일환에 해당된다. 홈 도어 설치비용은 개소 당 30억 이상 고가로 철도사업 구조가 사철회가 주를 이루고 있는 현실에서는 이를 도입하는 데 경제적 부담이 매우 크다. 반면 본 연구개발 예정인 시스템은 10량 1편성 승강장 기준으로 개략 10억을 반영하여 산출하였음

- 승강장에 다른 형식의 열차종 대응이 가능한 승강장 안전사고 방재시스템 요구

○ 일본의 시장 규모가 50%를 점유하며 철도정책 동향 측면에서 승강장 사고방재대책을 수립하는 등 스크린 도어 분야의 시장이 급속하게 형성될 것으로 전망이다

제2절 국내외 지적 재산권 확보방안

1. 특허 동향 분석

가. 국가별 특허출원 분석

○ 특허 동향분석 범위는 <표 2-7>과 같고 분석 결과는 <표 2-8>에 제시하고 있는 바와 같이 검색 건수는 702건이고 이중 일본과 한국에서 각각 342건, 296건으로 90%를 점유하고 있다.

<표 2-7> 특허분석 범위

항목	범위
국가	한국, 일본, 미국, 유럽
연도	2011년 07월 19일 이전문헌
사용 DB	Wintellips
자료범위	한국/일본/미국/유럽 : 공개/등록특허

<표 2-8> 검색식 및 검색 건수

<table>
<tr><th>국가</th><th>검색식</th><th>검색건수</th></tr>
<tr><td>한국</td><td>((B61B-001/02).IPCM. or (((((갭-필러* (갭 adj1 필러*)) ((스크린* 장벽* 배리어* 슬라이* 세이프티* 안전*) adj1 (도어* 펜스*))) and (철로* 플랫폼* 열차* 기차* 정거장* 스테이션*)) or ((방지* 검출* 장애물* 추락*) near10 (철로* 플랫폼* 열차* 기차* 정거장* 스테이션*))) and (B61B-001/00).IPCM.)) or ((platform adj1 sliding adj1 door*) (platform adj1 safety adj1 door*) 피에스디*)</td><td>296</td></tr>
<tr><td>미국</td><td rowspan="3">((B61B-001/02).IPCM. or (((((gap adj1 filler*) ((screen* barrier* sliding* safety*) adj1 (door* fence*))) and (railway* platform* train* station*)) or ((prevent* detect* obstacle* fall*) near10 (railway* platform* train* station*))) and (B61B-001/00).IPCM.)) or ((platform adj1 sliding adj1 door*) (platform adj1 safety adj1 door*))</td><td>28</td></tr>
<tr><td>일본</td><td>342</td></tr>
<tr><td>유럽</td><td>36</td></tr>
<tr><td colspan="2">계</td><td>702</td></tr>
</table>

○ 관련기술의 특허건서에 대한 세계 상위 11개 출원인은 <표 2-9>에 제시하고 있는 바와 같이 1위부터 10위까지는 일본 기업이며 11위가 한국기업이다.

- 일본 기업인 NABTESCO가 한국에서도 많은 특허출원을 하였음
- 해외 유력 경쟁사인 Knorr-Bremse Rail Systems는 상대적으로 특허출원을 많이 하지 않는 것에 주목할 수 있음

<표 2-9> 전 세계 상위 11개 출원인

연번	국적	출원인	출원건수
1	일본	NABTESCO CORP	42
2	일본	EAST JAPAN RAILWAY CO	35
3	일본	HITACHI LTD	35
4	일본	KAWASAKI HEAVY IND LTD	29
5	일본	MITSUBISHI ELECTRIC CORP	28
6	일본	TOYO ELECTRIC MFG CO LTD	23
7	일본	KYOSAN ELECTRIC MFG CO LTD	21
8	일본	MITSUBISHI HEAVY IND LTD	21
9	일본	NABCO LTD	16
10	일본	NIPPON SIGNAL CO LTD	13
11	한국	주식회사 디유에이엔아이	12

○ 본 연구개발 기술분야의 출원추이와 국가별 출원분포는 <그림 2-6>에 제시하고 있는 바와 같이 거의 대부분 일본과 한국에서 이루어졌다.

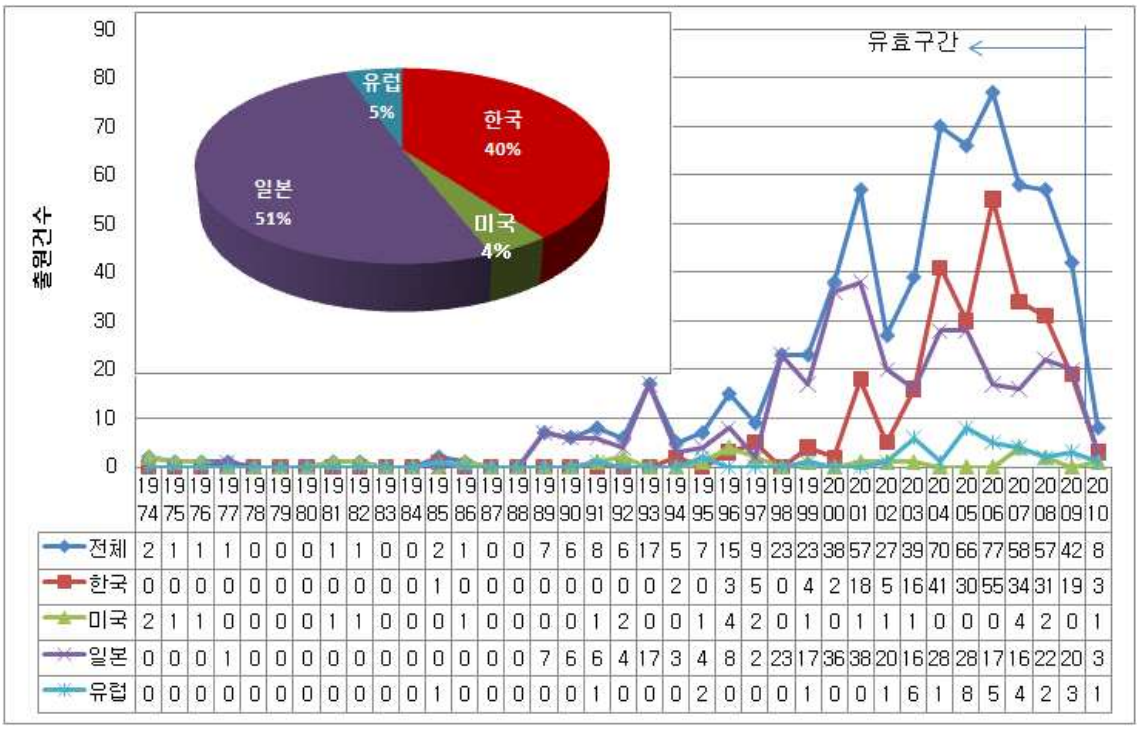
○ 일본의 경우 2003년까지 이 분야기술의 출원을 주도하였으나, 2003년부터는 한국에서의 출원건수가 일본출원을 능가하고 있다.

○ 본 연구개발 관련 특허동향은 다음과 같다.

- <그림 2-7>은 한국에서의 기술발전단계에 대해 제시하고 있으며, <그림 2-8>에서는 일본에서의 기술발전단계를 나타내고 있음
- 이 결과는 철도역사 승강장의 승객안전사고 방재시스템 기술이 한국에서는 발전단

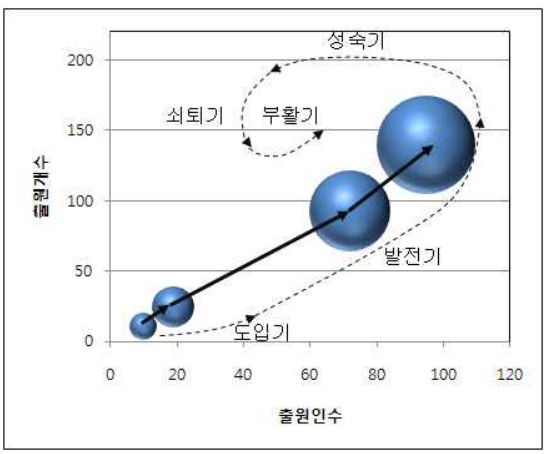
계에 있는 것으로 조사되었으나, 일본에서는 이미 발전단계를 지난 상태이며 뚜렷한 성숙단계의 징조를 보이지 못하고 곧 바로 쇠퇴단계에 접어든 것으로 판단됨

- 이러한 사유는 PSD 시스템의 시장수요가 한국에서 1990년대 이후 지속적으로 증가하였지만 일본의 경우 실수요가 없었기 때문에 실용화사업 단계로 이어지지 못해 나타난 결과임

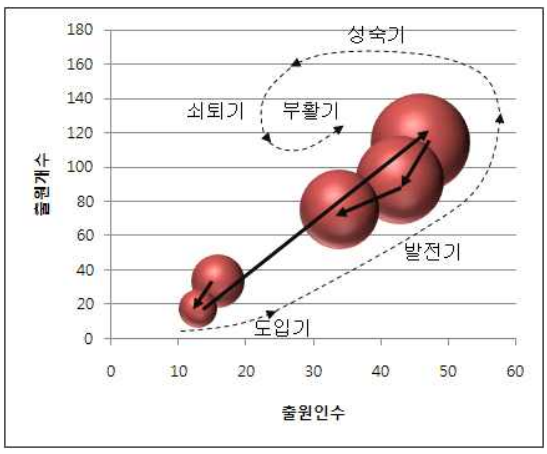


	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
전체	2	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	2	1	0	0	7	6	8	6	17	5	7	15	9	23	23	38	57	27	39	70	66	77	58	57	42	8
한국	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	5	0	4	2	18	5	16	41	30	55	34	31	19	3
미국	2	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	0	0	1	4	2	0	1	0	1	1	1	0	0	0	4	2	0	1
일본	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	6	6	4	17	3	4	8	2	23	17	36	38	20	16	28	28	17	16	22	20	3
유럽	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	1	6	1	8	5	4	2	3	1

<그림 2-6> 국가별 출원분포



<그림 2-7> 한국 기술발전동향



<그림 2-8> 일본 기술발전동향

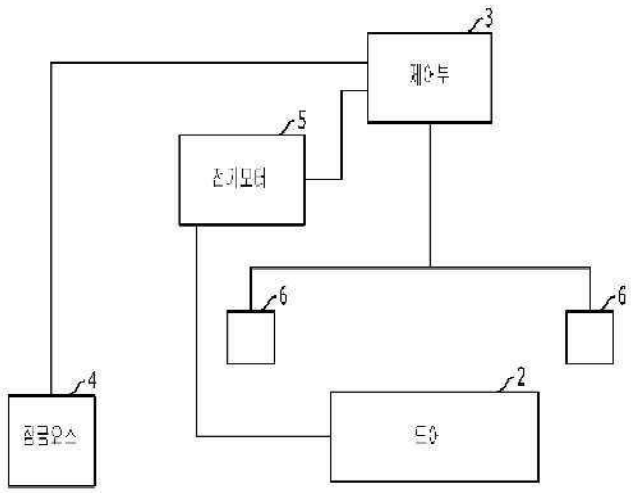
나. 관련 주요 특허

○ 관련 주요 특허 총 16개로 <표 2-10>과 같으며 <표 2-11>부터 <표 2-26>에 각 특허에 대해 요약 기술하였다.

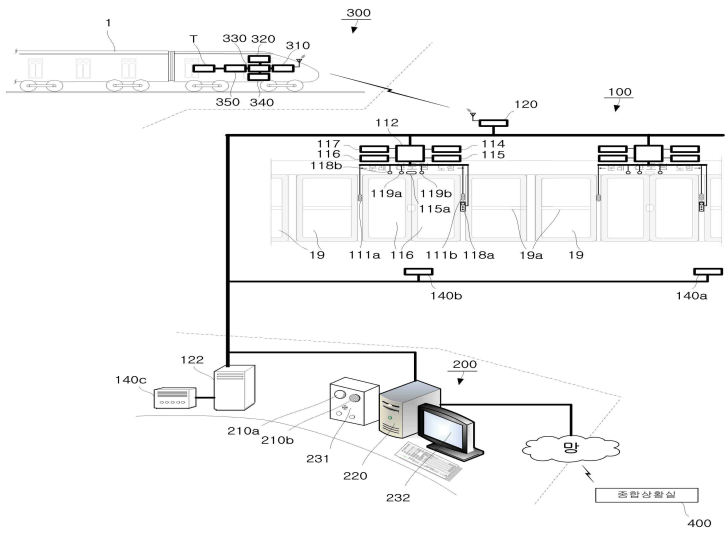
<표 2-10> 관련 주요 특허 목록(16개)

No	공개번호	세부분류	기술 내용
1	2013-0053032	개폐제어	전기식 슬라이딩 도어 시스템 및 그에 적용되는 잠금장치
2	2008-0061034	개폐제어	비상 개폐 제어 열차 승강장 스크린도어 시스템 및 그 제어방법
3	2008-0051564	개폐제어	열차 승강장 스크린도어 비상 개폐 시스템 및 그 제어방법
4	10-1306106	개폐제어	열차 출입문과 승강장 스크린 도어의 개별 연동 제어 시스템 및 방법
5	10-1276144	개폐제어	2열 이동문 스크린도어 제어 시스템
6	10-1196803	개폐제어	RFID를 이용한 승강장 스크린도어 연동시스템의 제어방법
7	10-1173624	개폐제어	전동차 출입문과 지상 스크린도어의 동시 개폐 장치
8	10-1140661	개폐제어	열차 출발 오류 방지를 위한 PSD 안전확인시스템 및 그 제어방법
9	10-0840304	개폐제어	2단 스크린 도어를 이용한 정위치 정차 오차 제어장치
10	10-0806525	개폐제어	다단 슬라이딩 스크린 도어장치
11	10-0799341	다차량대응	적응형 버티칼 타입 스크린 도어
12	10-0606167	광고구조	스크린 도어에 설치되는 광고 및 홍보용 보드
13	20-0453296	수동개폐	스크린 도어 시스템의 비상도어 안전장치
14	2013-0095456	속도검출	열차의 역사 승강장 무단 통과 방지장치
15	1049176	속도검출	열차 정위치 정차 장치
16	JP 4275984	수직개폐	플랫폼의 간이 가동책

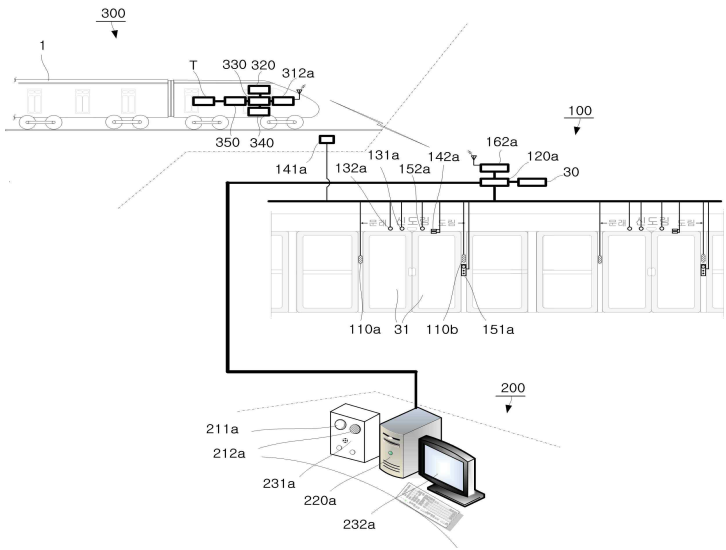
<표 2-11> 전기식 슬라이딩 도어 시스템 및 그에 적용되는 잠금장치

기술분류	도어개폐제어		
출원번호	2011-0118495	출원일	2011.11.14
공개번호	2013-0053032	공개일	2013.05.23
출원인	한국산업은행	발명자	김세광
명칭	전기식 슬라이딩 도어 시스템 및 그에 적용되는 잠금장치		
특허요약	전기식 슬라이딩 도어 시스템이 제공된다. 이 도어 시스템은 프레임과, 프레임에 슬라이딩 이동이 가능하게 설치되어 전기동력에 의해 슬라이딩 개폐가능한 도어와, 도어의 개폐동작을 제어하는 제어부와, 도어가 닫힌위치에서 도어의 잠금동작을 수행하고 제어부의 신호에 따라 잠금동작을 해제하는 잠금요소를 포함한다. 이러한 잠금요소는 솔레노이드 요소를 구비함으로써 제어부의 제어신호에 따라 도어의 개방동작과 연동하여 동작할 수 있다. 이와 같은 구성을 채택함으로써 잠금상태에 있을 때 도어가 안전하게 유지될 수 있다. 이러한 잠금요소는 또한 차량이나 철도차량의 출입문, 객실통로문, 플랫폼 스크린도어 등에 적용될 수 있고, 기설치된 전기식 슬라이딩 도어에 특별한 제약없이 적용될 수 있다.		
대표도면			

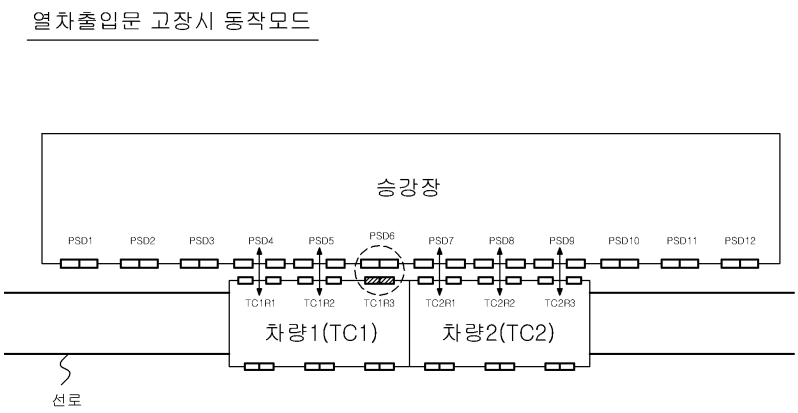
<표 2-12> 비상 개폐 제어 열차 승강장 스크린도어 시스템 및 그 제어방법

기술분류	도어개폐제어		
출원번호	2006-0135773	출원일	2006.12.27
공개번호	2008-0061034	공개일	2008.07.02
출원인	이명관	발명자	이명관
명칭	비상 개폐 제어 열차 승강장 스크린도어 시스템 및 그 제어방법		
특허요약	본 발명은 스크린도어와, 상기 스크린도어의 동작을 제어하는 개별제어반과, 상기 개별제어반의 동작을 제어하는 종합제어반 및 다수의 감지센서와 조작반으로 이루어져 승강장과 선로부를 차단함으로써 승강장 내의 승객 안전을 도모하는 스크린 도어 시스템에 있어서, 상기 스크린 도어 제어시스템은, 스크린도어의 어느 한 곳 이상에 장착되는 하나 이상의 스위치로 구성되며, 승강장에 위치한 승객에 의해 조작되어, 스크린도어 비상 개폐를 나타내는 신호를 발생하는 하나 이상의 비상개폐스위치부; 스크린도어 비상 개폐 여부를 나타내는 경보신호를 발생하는 하나 이상의 승강장표시경보부; 및, 승강장에 위치한 승객에 의해 조작되는 하나 이상의 스위치를 스크린도어의 어느 한 곳 이상에 장착한 후, 상기 스위치의 조작에 따라 스크린도어를 개폐하고, 스크린도어의 비상개폐를 나타내는 경보신호를 발생하는 것;을 포함하여 구성됨을 특징으로 하는 비상 개폐 제어 열차 승강장 스크린도어 시스템이다.		
대표도면			

<표 2-13> 열차 승강장 스크린도어 비상 개폐 시스템 및 그 제어방법

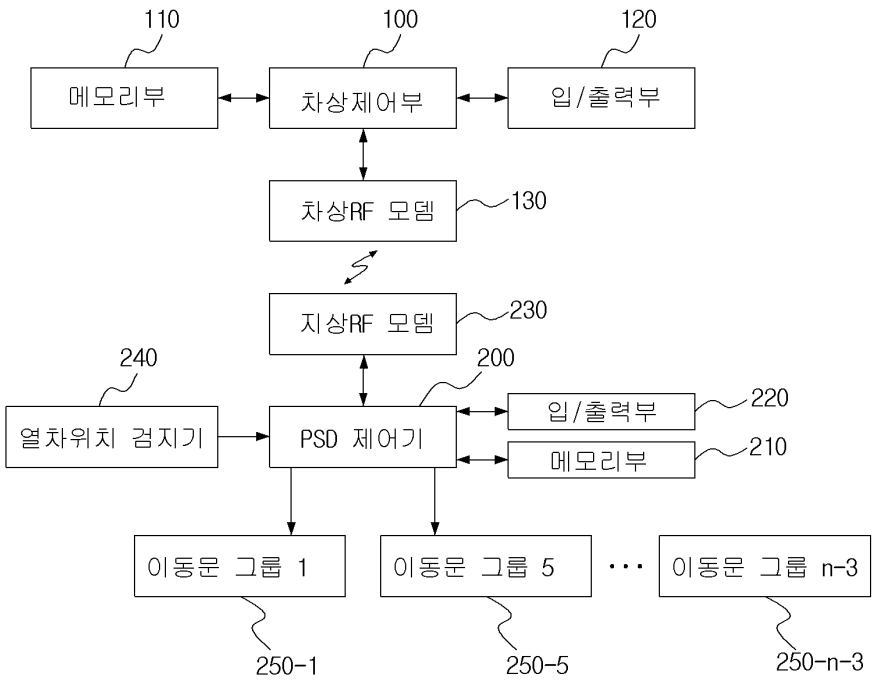
기술분류	도어개폐제어		
출원번호	2006-0122939	출원일	2006.12.06
공개번호	2008-0051564	공개일	2008.06.11
출원인	이명관	발명자	이명관
명칭	열차 승강장 스크린도어 비상 개폐 시스템 및 그 제어방법		
특허요약	본 발명은 스크린도어의 어느 한 곳 이상에 장착되는 하나 이상 스위치로 구성되며, 승강장에 위치한 승객에 의해 조작되어, 스크린도어 비상 개폐를 나타내는 신호를 발생하는 하나 이상의 비상스위치부; 스크린도어 비상 개폐 여부를 나타내는 경보신호를 발생하는 하나 이상의 승강장표시경보부; 상기 비상스위치부에서 인가되는 스크린도어 비상 개폐 신호에 따라 스크린도어 개폐를 나타내는 신호를 스크린도어 시스템에 인가하고, 스크린도어 비상 개폐를 나타내는 경보신호를 발생하도록 상기 승강장표시경보부의 동작을 제어하는 승강장제어부; 및, 승강장에 위치한 승객에 의해 조작되는 하나 이상의 스위치를 스크린도어의 어느 한 곳 이상에 장착한 후, 상기 스위치의 조작에 따라 스크린도어를 개폐하고, 스크린도어의 비상 개폐를 나타내는 경보신호를 발생하는 것;을 포함하여 구성됨을 특징으로 하는 열차 승강장 스크린도어 비상 개폐 시스템이다.		
대표도면			

<표 2-14> 열차 출입문과 승강장 스크린 도어의 개별 연동 제어 시스템 및 방법

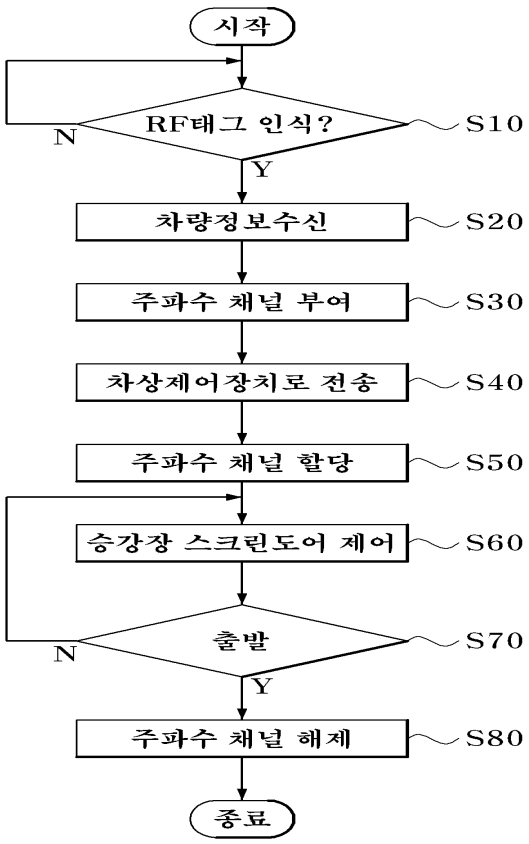
기술분류	도어개폐제어		
출원번호	2011-0094419	출원일	2011.09.20
공개번호	2013-0030865	공개일	2013.03.28
출원인	현대로템 주식회사	발명자	김경식/이종성/공태연
명칭	열차 출입문과 승강장 스크린 도어의 개별 연동 제어 시스템 및 방법		
특허요약	본 발명은 열차 출입문과 승강장 스크린 도어의 개별 연동 제어 시스템 및 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 열차 출입문과 승강장 스크린 도어의 개별 연동 제어 시스템은 열차 출입문의 개폐를 제어하기 위한 열차 출입문 제어장치, 승강장 스크린 도어의 개폐를 제어하기 위한 승강장 스크린 도어 제어장치, 상기 열차 출입문 제어장치로 상기 열차 출입문의 개폐를 제어하기 위한 열차 출입문 개폐 제어명령을 전송하고, 상기 열차 출입문에 대응하는 위치의 승강장 스크린 도어의 개폐를 제어하기 위한 승강장 스크린 도어 개폐 제어명령을 전송하는 차상신호장치 및 상기 차상신호장치로부터 전송받은 승강장 스크린 도어 개폐 제어명령을 상기 승강장 스크린 도어 제어장치로 전송하는 지상신호장치를 포함하여 구성된다. 본 발명에 따르면, 열차 출입문과 승강장 스크린 도어를 낮은 비용으로 안정적이면서 신뢰성 높게 개별 연동 제어하여 열차 운행의 안전성과 대 승객 서비스의 품질을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.		
대표도면			

<표 2-15> 2열 이동문 스크린도어 제어 시스템

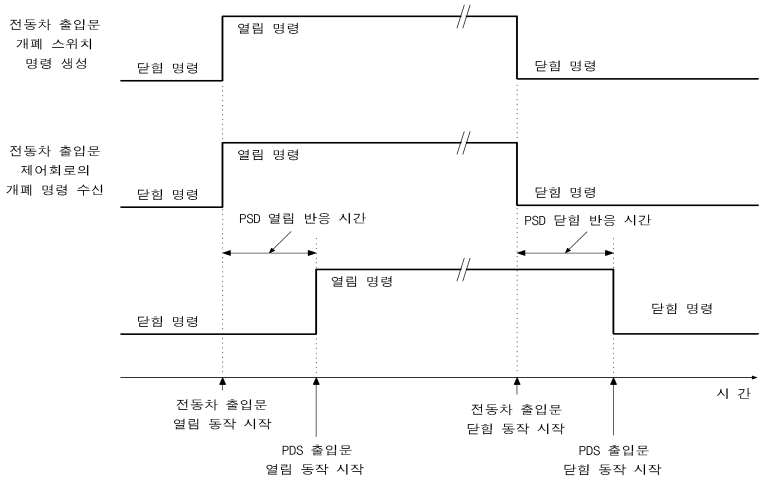
기술분류	도어개폐제어		
출원번호	2011-0088162	출원일	2011.08.31
공개번호	2013-0024609	공개일	2013.03.08
출원인	서울특별시도시철도공사	발명자	박종헌/위성수
명칭	2열 이동문 스크린도어 제어 시스템		
특허요약	본 발명의 2열 이동문 스크린도어 제어 시스템은 기존의 승강장 스크린도어 장치의 고정문 구성을 없애고 전체를 2열의 이동문으로 구성하여 열차의 어느 지점에 정차하여도 열차 차량의 도어 위치에 상응하는 이동문을 개폐하도록 구성한 것을 특징으로 하는 것이다. 상기와 같은 목적을 가진 본 발명의 2열 이동문 스크린도어 제어시스템은 승강장을 선로 측과 차단하면서 열차 도착 시 선로측 구동장치의 힘에 의하여 열차 출입문 개폐와 동기되어 열림 또는 닫힘을 하는 선로측 가동문(100)과, 선로측 가동문(100)의 수직문틀 가장자리와 승강장측 가동문(150) 수직 문틀 가장자리에 설치되고 방풍과 승객 손가락 끼임을 방지를 위하여 연한 재질로 구성된 가동문간 기밀장치(110)와, 승강장 연단부에서 선로 측으로 설치되며 선로측 가동문의 열림 및 닫힘 동작시 가동문을 안내해 주며, 열차 풍 또는 승강장측에서 승객이 수평으로 미는 인하중에 견딜 수 있고 열차와 선로측 가동문 사이에 승객이 머물 수 없도록 하기 위하여 설치하는 선로측 가동문 하부가이더(120)와, 승강장을 선로 측과 차단하면서 열차 도착시 승강장측 구동장치의 힘에 의하여 열차출입문 개폐와 동기 되어 열림 혹은 닫힘을 하는 승강장측 가동문(150)과, 승강장 연단부에서 승강장측으로 설치되며 승강장측 가동문의 열림, 닫힘 동작시 가동문을 안내해주며, 열차풍 또는 승장장측에서 승객이 수평으로 미는 인하중에도 견딜 수 있고, 바닥면에 레일을 없애 승객의 전도사고를 방지하는 승강장측 가동문 하부가이더(160)와, 선로측 가동문 구동장치, 승강장측 가동문 구동장치 및 개별제어반 등을 포함하며 생활방수가 되는 박스형 구조의 헤더박스(200)와, 상기 헤더박스(200)를 승강장측에서 열어 점검할 수 있도록 구성된 헤더박스 점검문(210)과, 승강장바닥에 견고하게 지지기둥을 세워 지지보(310)로 연결하고 승강장 스크린도어 전체하중을 담당하도록 구성된 승강장 스크린도어 지지기둥(300)과, 승강장 스크린도어 지지기둥(300)과 연결하고 승강장 스크린도어의 전체하중을 위에서 들고 있는 구조의 승강장 스크린도어 지지보(310)와, 선로측 가동문을 이송시키는 선로측 가동문 구동장치(400)와, 선로측 가동문 구동장치와 선로측 가동문을 연결하는 선로측 구동장치 연결브라켓(410)과, 선로측 구동장치에 의해서 연결되는 선로측 구동장치		

특허요약	연결브라켓에 연결되어 있는 로울러의 동작을 안내하며 선로측 가동문의 무게를 로울러를 통하여 부담하는 선로측 구동장치 가이드레일(420)과, 선로측 구동장치 가이드레일(420)을 타고 움직이는 로울러로 선로측 가동문의 하중을 선로측 구동장치 가이드레일(420)에 전달하는 선로측 가동문 아이들러 로울러(430)와, 선로측 구동장치 가이드레일(420)에 포함되어 있으며 선로측 가동문 아이들러 로울러(430)를 안내하는 선로측 가동문 아이들러 로울러 가이드레일(440)과, 승강장측 가동문을 이송시키는 승강장측 가동문 구동장치(500)와, 승강장측 가동문 구동장치(500)에 의해서 연결되는 승장장측 구동장치 연결브라켓(510)에 연결되어 있는 로울러의 동작을 안내하며 승강장측 가동문의 무게를 로울러를 통하여 부담하는 승강장측 구동장치 가이드레일(520)과, 각 구동장치에 동력을 공급하고, 구동장치를 제어하는 차량별로 설치되는 개별제어반(600)으로 구성된 것으로 열차 차량의 도어 수에 대응하여 이동문 그룹의 이동문을 설정하고 개폐하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 것이다.
대표도면	

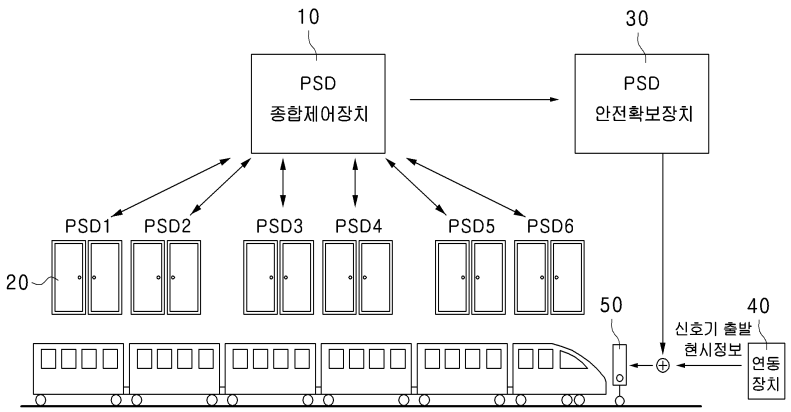
<표 2-16> ＲＦＩＤ를 이용한 승강장 스크린도어 연동시스템의 제어방법

기술분류	도어개폐제어		
출원번호	2010-0051942	출원일	2010.06.01
공개번호	2011-0132110	공개일	2011.12.07
출원인	주식회사 에스티큐브	발명자	박상훈
명칭	ＲＦＩＤ를 이용한 승강장 스크린도어 연동시스템의 제어방법		
특허요약	본 발명은 RFID를 이용한 승강장 스크린도어 연동시스템의 제어방법에 관한 것으로서, 승강장에 진입하는 전동차의 차량정보를 RFID를 통해 입력받아 전동차와 승강장을 식별하여 주파수 채널을 새롭게 할당함으로써 주파수의 혼선 및 상호 간섭을 방지할 수 있어 무선통신 시스템의 신뢰성을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라 승강장 스크린 도어의 원활한 개폐가 이루어질 수 있어 승객을 추락으로부터 안전하게 보호할 수 있다.		
대표도면			

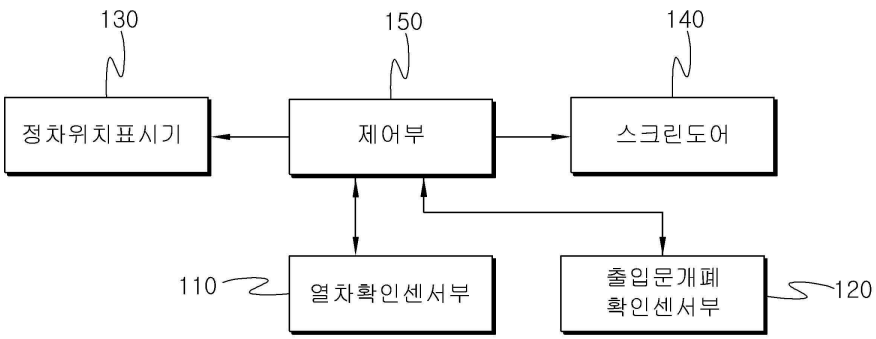
<표 2-17> 전동차 출입문과 지상 스크린도어의 동시 개폐 장치

기술분류	도어개폐제어		
출원번호	2010-0006113	출원일	2010.01.22
공개번호	2011-0086398	공개일	2011.07.28
출원인	서울메트로	발명자	신웅섭
명칭	전동차 출입문과 지상 스크린도어의 동시 개폐 장치		
특허요약	본 발명은 무선통신을 이용하여 전동차 출입문과 지상 스크린도어(이하 'PSD'라 함)를 개폐하는데 있어 PSD의 개폐 지연시간을 단축시키는 장치 및 그 방법에 관한 것이다. 본 발명은, 역사 열차 운행 관리 시스템과 차량 운전 시스템으로 구성되고, 상기 차량 운전 시스템은 역사 열차 운행 관리 시스템의 PSD 제어부에 설정된 전동차 출입문 개폐 지연시간 정보를 전송받아 전동차 출입문의 개폐를 제어하는 전동차 출입문 제어부를 포함하여 구성되고, 상기 역사 열차 운행 관리 시스템은 각 역사별로 운영자가 전동차 출입문 개폐 지연시간을 설정하기 위한 시간 설정 수단과, 시간 설정 수단을 통해 설정된 전동차 출입문 개폐 지연시간 정보를 저장하고 저장된 전동차 출입문 개폐 지연시간 정보를 통신연결된 전동차에 전송하며 전동차로부터 전송된 PSD 출입문 개폐신호에 따라 PSD 출입문을 제어하는 처리부를 포함하는 전동차 출입문과 연동하여 PSD 출입문의 개폐를 제어하는 PSD 제어부를 포함하여 구성되어 PSD 제어부와 전동차 출입문 제어부의 무선통신으로 인한 PSD 개폐 지연시간을 역사별 상황에 맞게 시간을 설정함으로써 전동차 출입문과 PSD 출입문의 개폐를 연동시켜 승객들의 안전사고를 미연에 방지하는 효과를 제공한다.		
대표도면			

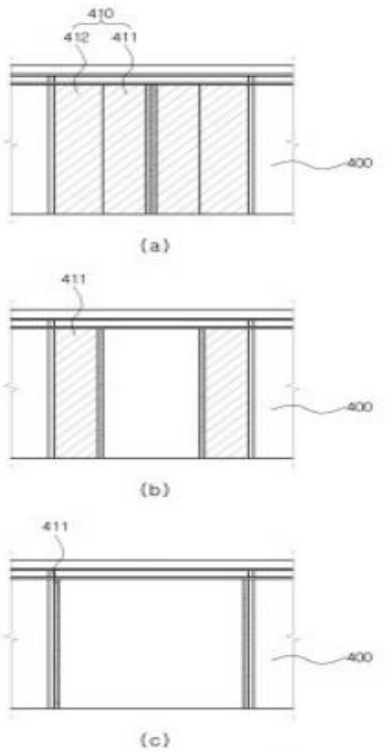
<표 2-18> 열차 출발 오류 방지를 위한 ＰＳＤ 안전확인시스템 및 그 제어방법

기술분류	도어개폐제어		
출원번호	2010-0075262	출원일	2010.08.04
공개번호	2012-0013089	공개일	2012.02.14
출원인	한국철도기술연구원	발명자	조현정/황종규/조우식/한찬희/정재옥/안진
명칭	열차 출발 오류 방지를 위한 ＰＳＤ안전확인시스템 및 그 제어방법		
특허요약	본 발명은 열차 출발 오류 방지를 위한 PSD 안전확인시스템 및 그 제어방법에 관한 것으로, PSD가 모두 닫히지 않은 경우 열차가 출발하는 것을 방지하기 위한 PSD 안전확인시스템에 있어서, PSD의 열림 및 닫힘을 제어하고, PSD의 닫힘 제어 명령 수행 후 PSD로부터 닫힘 정보가 수신되는 경우 수신된 PSD의 닫힘 정보를 출력하는 PSD 종합제어장치(10); 상기 PSD 종합제어장치(10)로부터 PSD 닫힘 정보를 입력받아 모든 PSD가 닫힌 것이 확인될 경우 모든 PSD 닫힘 정보 신호를 출력하는 PSD 안전확보장치(30); 출발 신호기(50)에 신호기 출발 정보를 현시하는 연동장치(40); 및 상기 PSD 안전확보장치(30)로부터 출력되는 모든 PSD 닫힘 정보 신호와 상기 연동장치(40)로부터 출력되는 신호기 출발 현시 정보를 조합하여 열차 출발 신호를 현시하는 출발신호기(50); 를 포함하는 것을 특징으로 하는 열차 출발 오류 방지를 위한 PSD 안전확인시스템을 제공한다. 본 발명에 따르면, 플랫폼의 PSD가 모두 닫히지 않은 상태에서 기관사의 판단 착오로 인한 열차출발을 방지함으로써 심각한 인명사고를 사전에 예방할 수 있다.		
대표도면			

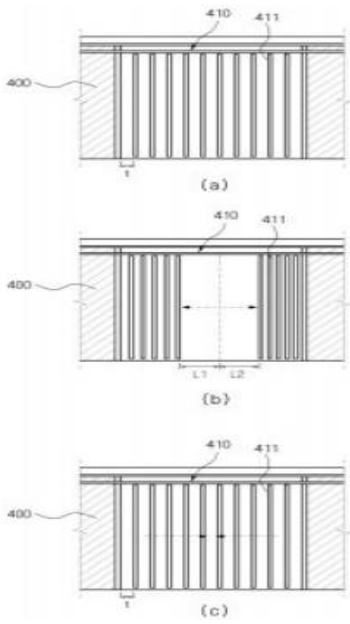
<표 2-19> 2단 스크린 도어를 이용한 정위치 정차 오차 제어장치

기술분류	도어개폐제어		
출원번호	10-2006-0133073	출원일	2006.12.22
등록번호	10-0840304	등록일	2008.06.18
출원인	주식회사 디유에이엔아이	발명자	이호경
명칭	2단 스크린 도어를 이용한 정위치 정차 오차 제어장치		
특허요약	본 발명은 열차의 정위치정차 제어시스템에 있어서, 열차의 진입 여부 및 정차여부를 알 수 있도록 플랫폼에 설치되며, 일정 간격으로 각 센서가 일정 길이 설치되는 열차확인센서부와; 열차의 출입문 개폐를 감지하도록 플랫폼의 각 승강 지점에 설치되는 출입문개폐확인센서부와; 외부로부터 입력되는 제어 신호에 따라 점등되어 승무원에게 열차의 정위치 정차 여부를 알리도록 플랫폼에 설치되는 정차위치표시기와; 2단 도어로 구성되어 있으며, 제어부의 제어 신호에 따라 열차의 정위치 정차 위치가 초과되거나 미달될 경우 1단 도어가 열린 뒤 2단 도어가 열리는 스크린 도어와; 상기 열차확인센서부로부터 제어 신호를 입력받아 열차의 진입시 정위치 정차 여부를 확인하여 열차가 정위치 정차하면 상기 정차위치표시기를 동작시켜 정위치 정차 확인등을 점등시키고, 일정시간이 경과된 후 열차의 스크린 도어에 1단 열림 제어신호를 전송하고, 상기 열차확인센서부로부터 제어 신호를 입력받아 열차의 진입시 정위치 정차 여부를 확인하여 열차가 정위치 정차에서 미달되거나 초과될 경우 상기 정차위치표시기를 동작시켜 정위치 정차 초과 혹은 미달 확인등을 점등시키고, 일정시간이 경과된 후 열차의 스크린 도어에 2단 열림 제어신호를 전송하여 스크린 도어를 개방하는 제어부를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 2단 스크린 도어를 이용한 정위치 정차 오차 제어장치이다.		
대표도면			

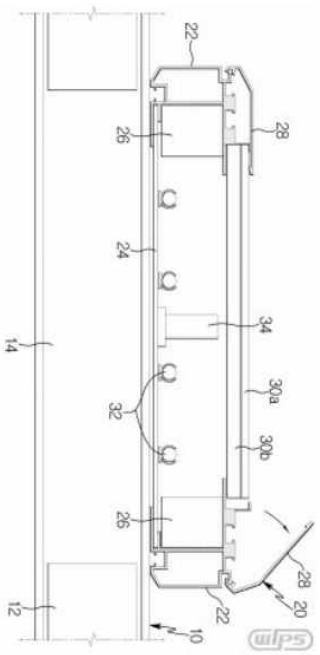
<표 2-20> 다단 슬라이딩 스크린 도어장치

기술분류	도어개폐제어		
출원번호	2006-0119495	출원일	2006.11.30
등록번호	10-0806525	등록일	2008.02.16
출원인	한국철도기술연구원	발명자	백광선/온정근/류준형
명칭	다단 슬라이딩 스크린 도어장치		
특허요약	전동차가 정차하는 승강장에 설치되는 다단 슬라이딩 스크린 도어장치에 관한 것으로, 스크린에 설치된 도어를 다단 슬라이딩 타입으로 하여 스크린의 출입구 폭을 넓힐 수 있게 됨에 따라, 전동차가 정상위치로부터 벗어남에 따른 승객의 승하차 불편을 감소시킬 수 있는 다단 슬라이딩 스크린 도어장치에 관한 것이다. 이를 위해, 다단 슬라이딩 스크린 도어장치는 승강장의 연단부에 장치되어 승강장과 선로를 구획하는 스크린과 승객이 스크린을 통해 전동차에 승차하거나 전동차로부터 하차할 수 있도록, 복수개의 도어 플레이트들이 슬라이딩되어 다단으로 개폐가능하도록 이루어진 다단 슬라이딩 도어 및 스크린의 일측에 장치되어 다단 슬라이딩 도어가 개폐될 수 있도록 동력을 전달하는 개폐부를 포함하는 것을 특징으로 한다.		
대표도면			

<표 2-21> 적응형 버티칼 타입 스크린 도어

기술분류	다차량대응		
출원번호	2006-0119496	출원일	2006.11.30
등록번호	10-0799341	등록일	2008.01.23
출원인	한국철도기술연구원	발명자	백광선/전창성/이강원
명칭	적응형 버티칼 타입 스크린 도어		
특허요약	전동차가 정차하는 승강장에 설치되는 적응형 버티칼 타입 스크린 도어에 관한 것으로, 스크린에 설치된 도어를 버티칼 타입으로 여 스크린의 출입구 폭을 넓힐 수 있게 됨에 따라, 전동차가 정상위치로부터 벗어남에 따른 승객의 승하차 불편을 감소시킬 수 있음은 물론, 전동차의 정차위치에 맞추어 도어열림을 제어함에 따라 승객에게 안정감을 줄 수 있는 적응형 버티칼 타입 스크린 도어에 관한 것이다. 이를 위해, 적응형 버티칼 타입 스크린 도어는 전동차가 승강장에 정차시 전동차가 정위치 정차지점으로부터 벗어난 거리를 측정하는 정차위치 측정부와, 승강장의 연단부에 장치되어 승강장과 선로를 구획하는 스크린과, 승객이 전동차에 승하차할 수 있도록 복수개의 도어 플레이트에 의해 개폐가능하도록 이루어지되, 정차위치 측정부에서 측정된 전동차의 정차위치에 따라 도어열림이 가변되는 적응형 버티칼 도어 및 스크린의 일측에 장치되어 정차위치 측정부의 측정 데이터에 따라 적응형 버티칼 도어가 개폐될 수 있도록 동력을 전달하는 개폐부를 포함하는 것을 특징으로 한다.		
대표도면			

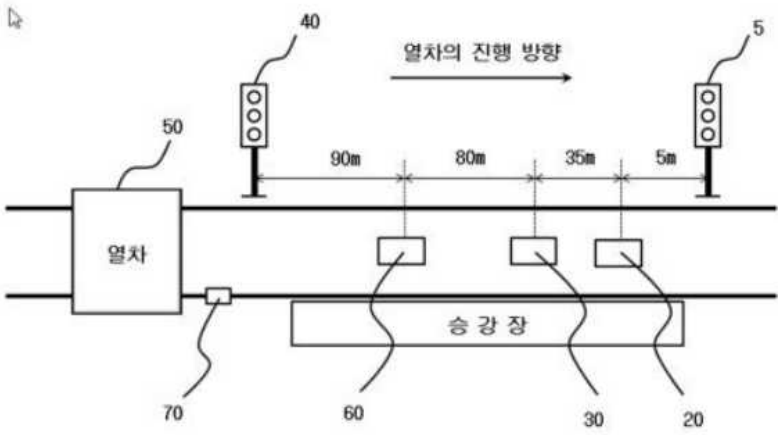
<표 2-22> 스크린 도어에 설치되는 광고 및 홍보용 보드

기술분류	광고구조		
출원번호	2005-0019514	출원일	2005.03.09
등록번호	10-0606167	등록일	2006.07.21
출원인	백종명	발명자	백종명
명칭	스크린 도어에 설치되는 광고 및 홍보용 보드		
특허요약	스크린 도어에 설치되는 광고 및 홍보용 보드에 관한 것으로서, 스크린 도어가 열릴 때 인입되는 인입실 전면부에 광고 및 홍보용 보드를 설치하여 지하철을 기다리는 승객들에게 광고나 홍보효과를 거둘 수 있도록 함은 물론, 승객들은 이로 인하여 정보를 습득할 수 있도록 한 스크린 도어에 설치되는 광고 및 홍보용 보드를 제공하는데 그 목적이 있다. 스크린 도어의 인입실 전면부에 설치되는 것으로서, 알미늄 압출형체인 프레임과, 이 프레임의 후측에 설치되는 알루미늄 복합패널로 이루어진 본체; 본체의 프레임 내측에 각각 설치되는 인버터; 본체의 복합패널 내측에 수직방향으로 설치되고, 인버터와 전기적으로 연결되는 복수의 램프; 프레임의 일측에 회동가능하게 설치되는 개폐도어; 프레임과 개폐도어 사이에 개재되는 보드들 및; 복합패널의 중간측으로부터 보드들과 근접한 위치까지 연장형성된 휨방지 받침대를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다.		
대표도면			

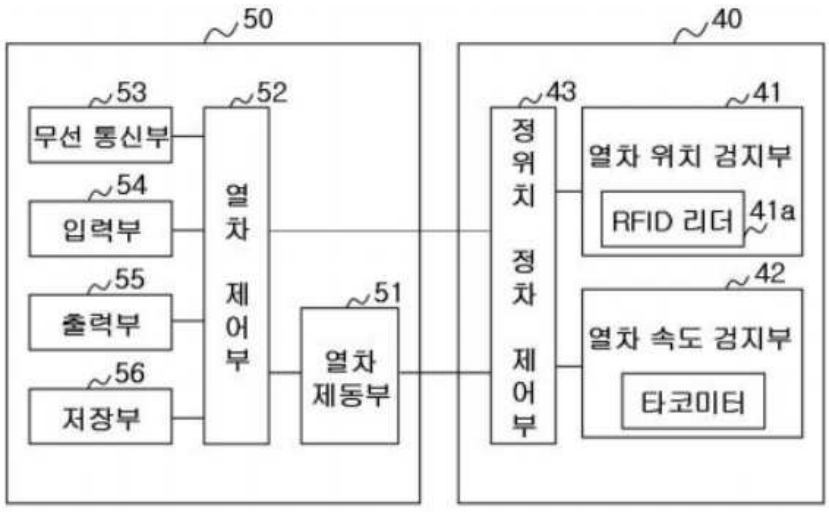
<표 2-23> 스크린 도어 시스템의 비상도어 안전장치

기술분류	수동개폐		
출원번호	2009-0008394	출원일	2009.06.30
공개번호	2011-0000114	공개일	2011.01.06
출원인	현대엘리베이터주식회사	발명자	한정훈
명칭	스크린 도어 시스템의 비상도어 안전장치		
특허요약	스크린 도어 시스템의 비상도어 안전장치에 관한 것으로, 비상도어가 보다 손쉽고 용이하게 열리거나 닫힘은 물론 비상사태 시 비상도어를 통해 승객의 이동이 원활하게 이루어질 뿐만 아니라 비상도어의 개폐 및 잠금상태를 정확하게 확인, 감지함에 따라 열차풍에 의한 비상도어의 열림 방지 및 안전사고의 위험으로부터 승객의 안전을 확보하도록 한 것이다. 이를 위해, 고정프레임에 개폐되도록 설치되는 이동도어와, 도어창과 도어프레임을 갖는 비상도어가 구비된 스크린 도어 시스템의 비상도어에 있어서, 측부의 도어프레임에는 결합커버 및 샤프트가 결합되는 지지부와, 샤프트의 일측에 결합되는 핸들 및 패닉바와, 샤프트의 외주면에 결합되는 핸들 샤프트 블록과 결합되도록 지지부에 결합되는 힌지축과 걸림축이 구비된 한 쌍의 푸쉬블록과, 지지부 내의 바닥면에 형성되어 2개의 체결홈을 갖는 회전원판이 설치되는 고정축부와, 회전원판과 연결 설치되어 왕복이동하는 상, 하부 슬라이드축과 상, 하부 록킹핀 로드바가 각각 결합되는 상, 하부 슬라이드 플레이트와, 상, 하부 록킹핀 로드바에는 비상도어를 록킹 및 해제하는 상, 하부측 록킹부가 각각 구비된 것이다.		
대표도면			

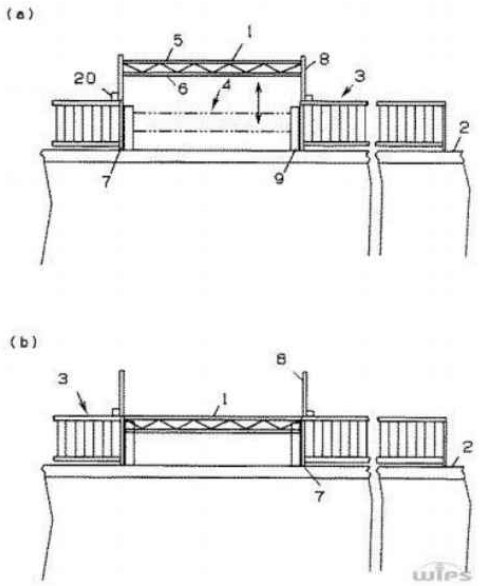
<표 2-24> 열차의 역사 승강장 무단 통과 방지장치

기술분류	속도검출		
출원번호	2012-0016896	출원일	2012.02.20
공개번호	2013-0095456	공개일	2013.08.28
출원인	김재철/손영진	발명자	김재철/손영진
명칭	열차의 역사 승강장 무단 통과 방지장치		
특허요약	열차의 역사 승강장 무단 통과 방지장치는, ATS 장치에 의해 열차를 제어하는 선로는 승강장 진입전 선로의 시단부에 열차가 제1폐색 신호기를 통과 후 일정시간 동안 출발 신호기에 정지 신호를 송신하는 궤도 시소 계전기를 설치하고, 출발 신호기의 후방의 승강장 구간 내 선로에 설치되어 열차 도달시 상기 열차의 속도를 감지하여 감속 코드를 차상자에 송신하는 ATS 지상자를 설치하여, 열차의 차상자에 수시된 감속코드에 따라 열차의 운행 속도를 제어하고, ATC 장치에 의해 열차를 제어하는 선로는 승강장 진입전 선로의 시단부에 열차가 제1폐색 신호기 통과 일정시간 동안 출발 신호기에 정지 신호를 송신하는 PDT 궤도 시소계전기를 설치하고, 출발 신호기의 후방의 승강장 구간 내 레일에 열차 속도로 감속시키기 위한 감속 코드를 송신하는 PLC 로직회로를 설치하여, PLC 로직회로로부터 출력되는 신호를 검출하여 열차의 운행 속도를 제어하여, 열차를 운전 중인 기관사가 눈으로 정지신호를 확인하고, 기관사가 정지 신호를 보지 못하거나 비정상적으로 운전 취급을 하더라도 승강장에 열차를 자동으로 정지시켜, 열차가 역사의 승강장을 무단 통과하는 것을 방지하여 안전운행을 확보한다.		
대표도면			

<표 2-25> 열차 정위치 정차 장치

기술분류	속도검출		
출원번호	2009-0047061	출원일	2009.05.28
공개번호	2010-0128584	공개일	2010.12.08
출원인	서울메트로	발명자	이기승/이남일/정호형/고양옥
명칭	열차 정위치 정차 장치		
특허요약	본 발명은 열차가 플랫폼의 정위치에 정차하도록 하는 열차 정위치 정차 장치에 관한 것으로서, 본 발명의 목적은, 수동운행방식의 열차 또는 자동운행방식의 열차에서 알에프아이디 리더를 이용한 열차의 위치 분석을 통해 열차가 플랫폼의 정위치에 정차하도록 할 수 있는, 열차 정위치 정차 장치를 제공하는 것이다. 이를 위해 열차에 장착되어 있는 열차 정위치 정차 장치에 있어서, 플랫폼에 설치된 알에프아이디 태그로부터 전송되는 무선신호를 알에프아이디 리더로 수신하여 상기 플랫폼 상에서 상기 열차가 어느 위치를 통과하고 있는지를 판단하기 위한 열차 위치 검지부; 상기 열차의 속도를 판단하기 위한 열차 속도 검지부; 및 상기 열차 위치 검지부로부터 전송되는 열차의 위치 정보와 상기 열차 속도 검지부로부터 전송되는 열차 속도 정보를 이용하여 열차 정위치 정차를 위한 정보를 분석하며, 분석결과에 따라 열차의 운행을 제어하는 열차 제어 장치의 열차제동부를 구동시켜, 열차를 상기 플랫폼의 정위치에 정차시키기 위한 정위치 정차 제어부를 포함한다.		
대표도면			

<표 2-26> 플랫폼의 간이 가동책

기술분류	수직개폐		
출원번호	JP 2003-119911	출원일	2003.04.24
공개번호	JP 2004-322823	공개일	2004.11.18
출원인	KAWASAKI HEAVY IND LTD	발명자	大橋 忠晴/横田 正人
명칭	플랫폼의 간이 가동책		
특허요약	철도역의 플랫폼의 옆단 테두리에 설치되는 고정책 간의 개구부(열차에의 승강구)에 설치되는 가동책을 인상식 도어로 한다. 이때, 가동책의 승강 구동 기구 및 그 제어 기구를 간편하게 하는 것과 동시에, 자유낙하의 위험성 등을 완전하게 배제할 수 있도록, 승강 구동 기구 및 그 제어 기구를 제공하는 기술에 관한 것이다. 이를 위하여 고정책 간의 개구부의 양단에 지주를 마련해 이 지주의 상단에 감아올리는 장치를 마련해 상기 승강 도어를 끌어올려, 감아올리는 장치가, 드럼, 웜 기어에 의한 기어 전도 장치, 전동 모터로 구성되어 승강 도어가 그 좌우 양단에 슬라이더를 갖추고 있어 해당 슬라이더를 지주에 의해서 안내시켜, 드럼에 휘감겨진 와이어로프의 일단을 상기 슬라이더에 연결해, 타단을 평형추에 연결해, 평형추의 중량을 승강 도어의 중량과 거의 밸런스 시키는 기술에 간한 것이다.		
대표도면			

2. 관련 기술 특허 분석

○ 특허분석에는 양적인 통계를 의미하는 정량분석과 각 특허가 갖는 기술적인 내용을 의미하는 정성분석으로 나누어 볼 수 있으나, 본 특허동향 조사분석 대상인 RPSD의 경우 세계적으로 상용화된 예가 없을 뿐만 아니라 핵심기술의 출원이 매우 미비하기 때문에 이에 대한 정량분석 결과는 큰 의미가 없다고 할 것이며, 따라서 본 특허동향 조사분석에서는 정성분석을 중심으로 분석하였다.

○ 국내외 지적 재산권 확보를 위해서는 지상역 승강장의 지능형 승객안전사고 방재 시스템 개발에서 도출된 특정기술분야에 대하여 특허망 구축을 하고 있는 주요 기업을 살펴보고, 그 사례의 심층 분석이 필요하다.

○ 이러한 분석결과를 통해 핵심분야에 대한 기술의 흐름을 파악하고 핵심특허는 별도로 심층적인 권리분석을 수행하여 권리범위 현황 파악 및 이를 통해 공백기술 도출과 참여 전문가들과 협의하여 핵심 원천특허에 대한 회피설계방안을 마련함을 목적으로 한다.

(1) 관련 기술 분석

○ 본 연구와 관련된 기술은 승하강 구동장치, 구조물 추락방지장치, 전동차탑승센서, 안전장치, 균형장치로 구분할 수 있으며 기술의 범위는 <표 2-27>과 같다

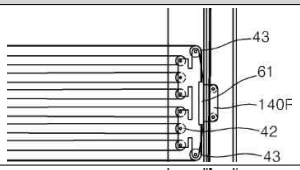
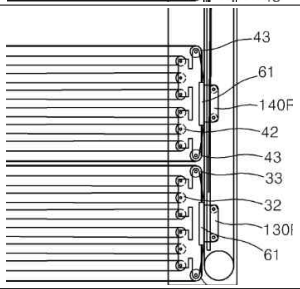
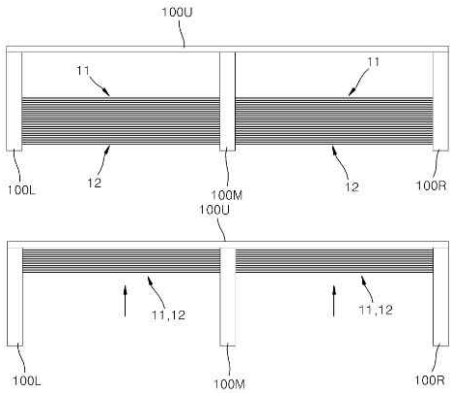
<표 2-27> 분석대상 기술범위

세부분류	검색개요 (기술범위)
승하강구동장치	승강, 하강, 승하강, 엘리베이터라는 키워드를 포함하는 문서 중 실린더, 플런저, 유압, 전동기, 모터, 또는 권상기라는 키워드를 포함하는 문서를 검색. 그 다음 위의 문서 중 완충기, 균형추, 및 와이어 로프라는 키워드를 포함하는 문서를 중심으로 검색
구조물 추락방지장치	구조라는 키워드를 포함하는 문서 중 추락방지, 추락보호, 추락예방이라는 키워드를 포함하는 문서를 중심으로 검색
전동차탑승센서	전동차, 지하철, 기차, 또는 탐승이라는 키워드를 포함한 문서 중 센서, 감지센서, 적외선 센서라는 키워드를 포함하는 문서를 검색한 후 이 중에서 다시 출입문 또는 개폐라는 키워드를 포함하는 문서를 중심으로 검색
안전장치	안전장치, 안전바, 안전도어, 안전로프, 보호장치 라는 키워드를 포함하는 문헌 중 출입문, 개폐라는 키워드를 함께 포함하는 문서를 중심으로 검색
균형장치	균형장치, 균형추, 균형체인, 균형로프라는 키워드를 포함하는 문헌 중 승강, 하강, 승하강이라는 키워드를 함께 포함하는 문서를 중심으로 검색

가. 승하강 구동 장치

○ RPSD 승하강 구동 장치 기술의 특징은 <표 2-28>와 같다.

<표 2-28> 분석대상 기술범위

구분	기술적 특징	구조예시
①	구동대상인 스크린도어는 로프형임	
②	구동대상인 스크린도어는 2단 구조를 가짐	
③	구동방향은 상하방향임	

○ <표 2-29>은 RPSD 승하강 구종 장치 기술에 대한 IP장벽도이다.

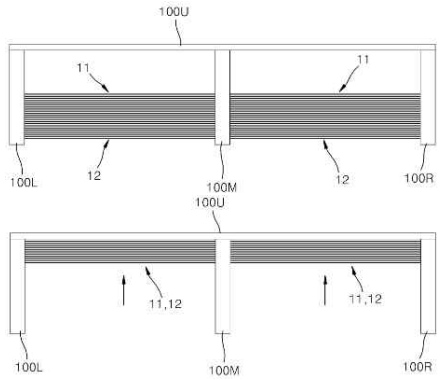
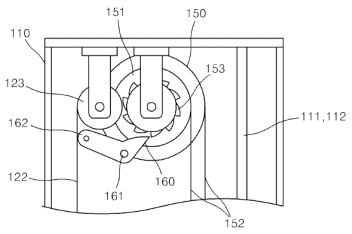
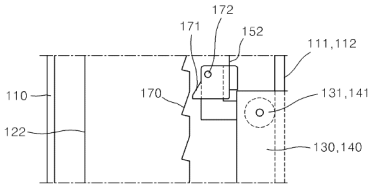
<표 2-29> RPSD 승하강 구동장치 기술에 대하나 IP 장벽도

구분	기술적 특징	관련기술	장벽도
①	구동대상인 스크린도어는 로프형임	스크린도어가 로프형으로 되어 있는 특허문헌은 발견되지 않았음	낮음
②	구동대상인 스크린도어는 2단 구조를 가짐	2단 구조를 갖는 수직개폐형 엘리베이터에 관한 특허문헌이 존재하기 때문에 종래기술에 대한 검토를 반영하지 않는다면 일부 동일한 기술이 무의식적으로 차용될 가능성이 있음	보통
③	구동방향은 상하방향임	2단 구조를 갖는 수직개폐형 엘리베이터에 관한 특허문헌이 존재하기 때문에 종래기술에 대한 검토를 반영하지 않는다면 일부 동일한 기술이 무의식적으로 차용될 가능성이 있음	보통

나. 구조물 추락방지 장치

○ RPSD 구조물 추락방지 기술의 특징은 <표 2-30>과 같다.

<표 2-30> RPSD 구조물 추락방지 기술의 특징

	기술적 특징	구조예시
①	추락할 수 있는 구조물은 로프형 스크린으로서, 추락하더라도 사람에게 심한 상해를 입히지 않음	
②	스크린도어의 추락을 방지하기 위하여 승하강장치의 상부에 설치된 걸림구	
③	스크린도어의 추락을 방지하기 위하여 승하강장치의 가이드 레일에 평행으로 연장되어 설치된 걸림턱	

○ <표 2-31>은 RPSD 구조물 추락방지 기술에 대한 IP장벽도이다.

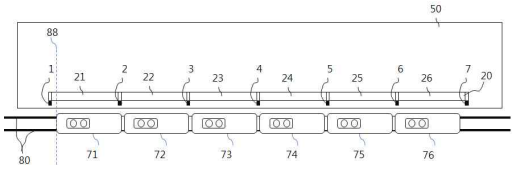
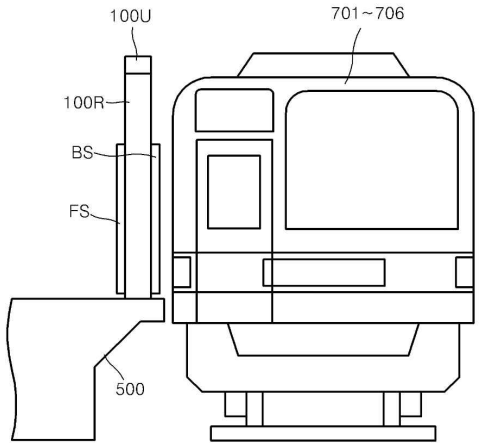
<표 2-31> RPSD 구조물 추락방지 기술에 대한 IP장벽도

	기술적 특징	관련기술	장벽도
①	추락할 수 있는 구조물은 로프형 스크린으로서, 추락하더라도 사람에게 심한 상해를 입히지 않음	종래의 승강기에 설치된 추락 가능한 구조물 내에는 자동차 또는 사람이 탑승하도록 되어 있기 때문에 추락시 피해가 매우 클 수 있음	-
②	스크린도어의 추락을 방지하기 위하여 승하강장치의 상부에 설치된 걸림구	걸림구와 같은 요소기술은 다양한 기계분야에서 찾아볼 수 있으나 승강기 분야에서 특허권으로서 권리화한 것은 찾아볼 수 없었음.	낮음
③	스크린도어의 추락을 방지하기 위하여 승하강장치의 가이드 레일에 평행으로 연장되어 설치된 걸림턱	걸림턱과 같은 요소기술은 다양한 기계분야에서 찾아볼 수 있으나 승강기 분야에서 특허권으로서 권리화한 것은 찾아볼 수 없었음	낮음

다. 전동차 탑승센서

○ RPSD 전동차 탑승센서 기술의 특징은 <표 2-32>과 같다.

<표 2-32> RPSD 전동차 탑승센서 기술의 특징

	기술적 특징	구조예시
①	전동차 정위치 감지를 위해 일련의 전동차 위치센서 중 특히 가장자리 센서(1,7)를 활용하는 기술	
②	RPSD의 수동개폐의 허용을 결정하기 위하여 플랫폼과 선로 쪽의 공간을 감지하는 센서(FS, BS)를 활용하는 기술	

○ <표 2-33>는 RPSD 전동차 탑승센서 기술에 대한 IP장벽도이다.

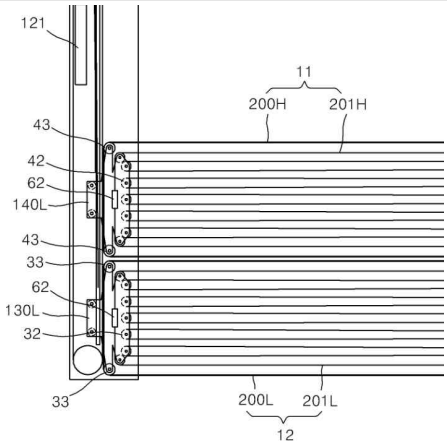
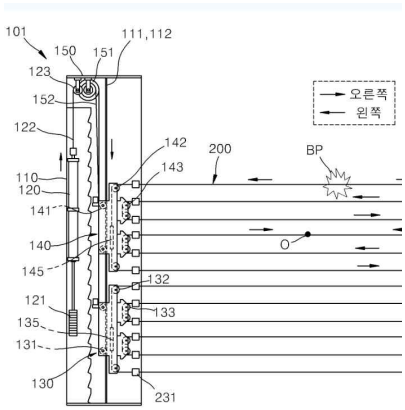
<표 2-33> RPSD 전동차 탑승센서 기술에 대한 IP장벽도

	기술적 특징	관련기술	장벽도
①	전동차 정위치 감지를 위해 일련의 전동차 위치센서 중 특히 가장자리 센서(1,7)를 활용하는 기술	전동차 정위치 감지 기술 중 일련의 센서에서 가장자리 센서와 그 사이의 센서를 구분하여 이용하는 기술은 발견되지 않았음	낮음
②	RPSD의 수동개폐의 허용을 결정하기 위하여 플랫폼과 선로 쪽의 공간을 감지하는 센서(FS, BS)를 활용하는 기술	개폐도어의 수동개폐 기술로서, 선로 쪽에 설치된 기계적 장치를 이용하는 기술만이 검색되었음	낮음

라. 안전장치

○ RPSD 안전장치 기술의 특징은 <표 2-34>와 같다.

<표 2-34> RPSD 안전장치 기술의 특징

	기술적 특징	구조예시
①	로프형 스크린도어가 지그재그형태로 감겨진 일체형으로 형성됨으로써 신체의 일부가 걸리더라도 상해를 줄일 수 있도록 되어 있는 구조(200H, 201H)	
②	로프형 스크린도어의 로프가 끊어지는 경우가 발생하더라도 끊어진 로프에 의해 사람이 다치는 일이 없도록 스토퍼(stopper)(231)가 설치된 구조	

○ <표 2-35>는 RPSD 안전장치 기술에 대한 IP장벽도이다.

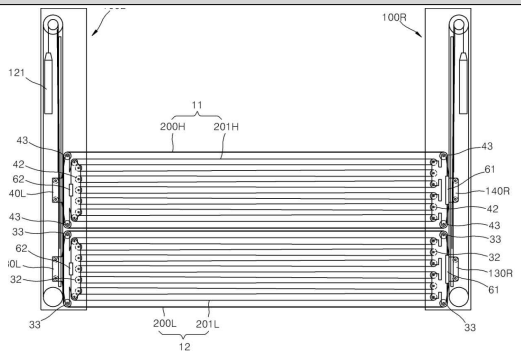
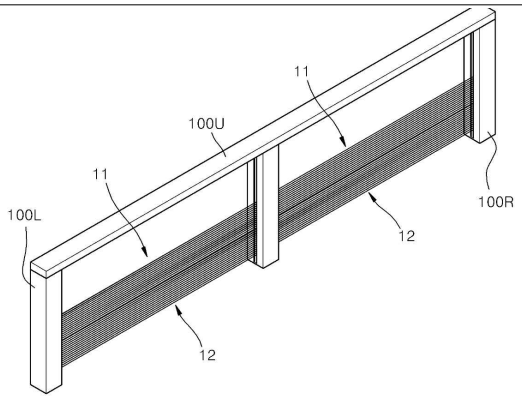
<표 2-35> RPSD 안전장치 기술에 대한 IP장벽도

	기술적 특징	관련기술	장벽도
①	로프형 스크린도어가 지그재그형태로 감겨진 일체형으로 형성됨으로써 신체의 일부가 걸리더라도 상해를 줄일 수 있도록 되어 있는 구조(200H, 201H)	왼쪽의 구성은 로프형 스크린도어가 2단으로 설치된 구조에서 비롯된 것이며, 종래 기술 중에는 이와 유사한 기술을 찾아볼 수 없음	낮음
②	로프형 스크린도어의 로프가 끊어지는 경우가 발생하더라도 끊어진 로프에 의해 사람이 다치는 일이 없도록 스토퍼(stopper)(231)가 설치된 구조	왼쪽의 구성은 로프형으로 설치된 구조에서 비롯된 것이며, 종래 기술 중에는 이와 유사한 기술을 찾아볼 수 없음	낮음

마. 균형장치

○ RPSD 균형장치 기술의 특징 <표 2-36>와 같다.

<표 2-36> RPSD 균형장치 기술의 특징

	기술적 특징	구조예시
①	스크린도어의 로프형 구조에 의해 로프 중앙부아 아래로 쳐지는 현상이 발생할 수 있다는 문제점이 있음	
②	균형추가 설치된 중간 보조포스트가 좌우의 스크린도어 승하강장치 사이에 직립하여 설치되어 있는 구조	

○ <표 2-37>은 RPSD 균형장치 기술에 대한 IP장벽도이다.

<표 2-37> RPSD 균형장치 기술에 대한 IP장벽도

	기술적 특징	관련기술	장벽도
①	스크린도어의 로프형 구조에 의해 로프 중앙부아 아래로 쳐지는 현상이 발생할 수 있다는 문제점이 있음	로프형 구조를 갖는 스크린도어에 관한 내용이 공개되어 있지 않음	-
②	균형추가 설치된 중간 보조포스트가 좌우의 스크린도어 승하강장치 사이에 직립하여 설치되어 있는 구조	i) 승하강장치가 좌우에 설치되어 있으며, ii) 그 사이에 보조포스트가 설치되어 있으며, iii) 보조포스트 내에 균형추가 설치된 구조가 공개되어 있지 않음	낮음

3. 국내외 특허 확보 방안

가. 확보전략

○ 검색대상 기술이 승하강 장치라는 점과 열차 플랫폼에 사용되는 기술이라는 점에 의해, 관련기술로서 사람 또는 자동차의 승하강 장치에 관한 기술 및 열차플랫폼에 대한 기술이 주로 검색되었음

○ 열차 플랫폼을 위해 사용되는 로프형 승하강 안전장치(RPSD)에 관한 기술은 처음 도입되는 기술이기 때문에, 시스템 자체에 대한 유사기술은 검색되지 않았음. 다만, 그 시스템 내부에 사용되는 각각의 요소기술에 대한 개별적인 내용은 검색되었음

○ ① 승하강 구동 장치, ② 구조물 추락방지 장치, ③ 전동차 탑승센서, ④ 안전장치 및 ⑤ 균형장치 각각의 소분류 기술에 대한 다양한 특허문헌이 검색되었지만, 본 RPSD 기술에 따른 구조(로프형 승하강 스크린도어)가 적용되는 어플리케이션(열차 플랫폼 안전장치)이 새로운 콘셉트를 가지고 있기 때문에, 종래의 기술을 변경하지 않고 그대로 검색대상 기술에 적용할 수 없음이 확인되었음

○ ① 승하강 구동 장치, ② 구조물 추락방지 장치, ③ 전동차 탑승센서, ④ 안전장치 및 ⑤ 균형장치 각각의 소분류 기술에 대하여 검색된 다양한 기술이 본 RPSD 기술의 장벽으로 작용할 가능성은 매우 낮은 편임

○ 본 RPSD 기술은 다양한 요소기술이 결합된 시스템 기술이기 때문에, 이 시스템의 용도 및 목적에 따라 다양한 핵심기술이 도출될 수 있음

○ 본 RPSD 기술을 구현하는 과정에서 도출될 수 있는 다양한 기술적 관점들은 경쟁사에 의하여 특허출원 되고 그 중 일부는 경쟁사의 권리로서 독점될 가능성이 존재하는데, 이를 방지하기 위하여 본 RPSD 기술을 구현하는 과정에서 도출되는 다양한 기술을 적극적으로 특허출원하거나 또는 특허출원하기에 부적당하다고 판단되는 경우에는 적극적으로 공개함으로써 경쟁사의 특허권 획득을 사전에 방지하는 전략이 필요함

○ 본 RPSD 기술로부터 특허기술을 도출하기 위하여, 본 장에서 파악한 다양한 스크린도어 기술 및 열차 플랫폼 기술에서 제시한 다양한 관점을 체득할 필요가 있으며, 일단 체득한 관점으로 본 RPSD 기술을 다시 바라보는 시도가 필요할 것으로 판단됨

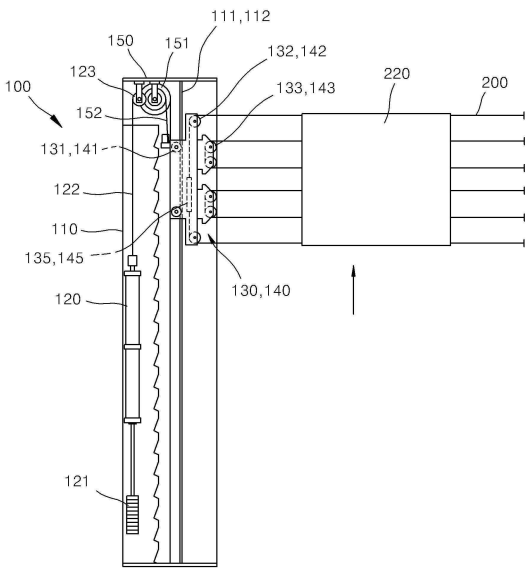
나. RPSD 국내 특허 출원 현황

○ 본 연구과제로 국내 특허는 총 13개를 출원하였으며 <표 2-38>과 같다. 각 특허별 구체적인 내용은 <표 2-38>~<표 2-51>에 상세히 기술하였다.

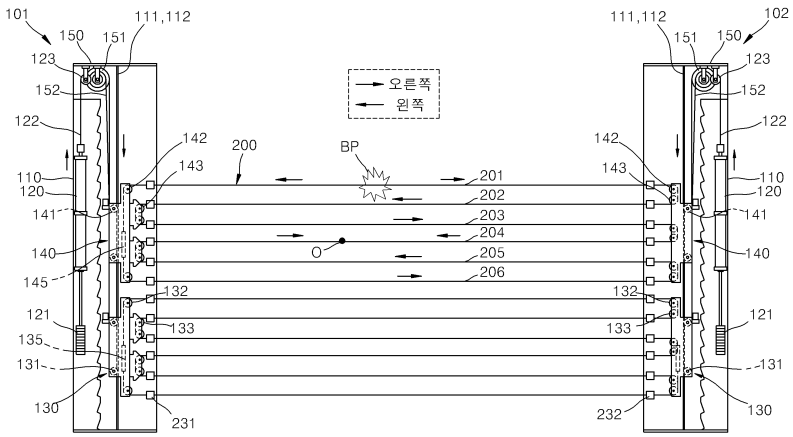
<표 2-38> RPSD 국내 특허 출원 현황

번호	출원번호	관리번호	출원일	발명의 명칭	현상태
1	2012-0022621	PD12-0293	12.03.06	전동차플랫폼안전장치	의견심사중
2	2012-0027991	PD12-0294	12.03.19	상해방지장치를갖는 로프형플랫폼안전장치	등록
3	2012-0050505	PD12-0359	12.05.11	승하강방식의안전장치	의견심사중
4	2012-0061132	PD12-0360	12.06.07	장애물감지장치를구비하는승하강방식의전동차플랫폼안전장치	심사대기중
5	2012-0096571	PD12-0412	12.08.31	이종로프체결방식의열차플랫폼안전장치	심사대기중
6	2012-1196449	PD12-0522	12.08.31.	열차플랫폼안전장치	가출원
7	2012-0110705	PD12-0413	12.10.05.	물체감지센서를 이용한 잠금장치를 갖는 스크린 안전장치	가출원
8	2012-0139620	PD12-0411	12.12.04	열차플랫폼스크린안전장치의스크린도어개폐제어방법	심사대기중
9	2012-0139621	PD12-0564	12.12.04	로프형스크린안전장치	의견심사중
10	2013-0046356	PD13-0810	13.04.25	열차플랫폼스크린안전장치의스크린도어개폐제어방법(가출원)	가출원
11	2013-0054849	PD13-0816	13.05.15	수직개폐형스크린도어의승하강장치	심사대기중
12	2013-0063204	PD13-0815	13.06.03	수직개폐형스크린도어의승하강장치	심사대기중
13	2013-0107980	PD12-0359-D1	13.09.09	승하강방식의전동차플랫폼안전장치	심사미청구

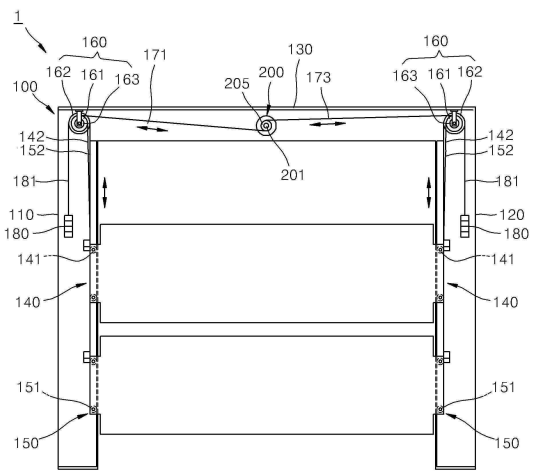
<표 2-39> 전동차플랫폼안전장치

기술분류	도어구조		
출원번호	2012-0022621	출원일	12.03.06
출원인	한국교통연구원	발명자	김현
명칭	전동차플랫폼안전장치	현상태	의견심사중
특허요약	와이어로프가 다수 개의 열을 이루면서 상기 블록들에 연결는 것을 특징으로 하는 발명이다. 구체적으로는, 플랫폼에 상호 이격되도록 직립 설치되는 한 쌍의 본체; 상기 각 본체에 각각 이동가능하게 장착되며, 서로 겹쳐지면서 상승하는 적어도 2개의 블록; 어느 하나의 본체에 구비된 블록과, 나머지 다른 본체에 구비된 대응되는 블록을 서로 연결시키는 와이어로프; 및 상기 블록에 구비되어 상기 와이어로프가 다수 개의 열을 이루면서 상기 블록들에 연결되도록 상기 와이어로프를 회전 지지하는 로프 지지부를 포함하는 전동차 플랫폼 안전장치에 관한 것이다.		
대표도면			

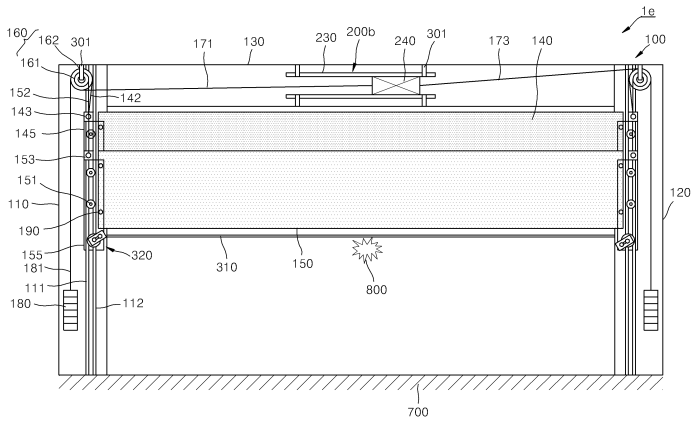
<표 2-40> 상해방지장치를 갖는 로프형 플랫폼 안전장치

기술분류	도어구조		
출원번호	2012-0027991	출원일	12.03.19
출원인	한국교통연구원	발명자	김현
명칭	상해방지장치를갖는로프형플랫폼안전장치	현상태	등록
특허요약	와이로로프에 상해를 방지하기 위한 스토퍼가 설치된 것을 특징으로 하는 발명이다. 구체적으로는, 한 쌍의 로프 승하강수단(100)을 직립 설치하는 단계로서, 상기 각각의 로프 승하강수단(100)은 각각 다수의 회전풀리(132, 133, 142, 143)를 구비하는 제1블록(130) 및 제2블록(140)을 포함하는, 직립설치단계; 한 쌍의 상기 제1블록(130)들 사이와 한 쌍의 상기 제2블록(140)들 사이에서, 상기 회전풀리(132, 133, 142, 143)를 수평방향으로 번갈아가면서 감기도록 와이어로프(200)를 순환하여 설치하는 단계; 및 상기 와이어로프(200)의 각각의 세그먼트(201 ~ 206)에 스토퍼(231, 232)를 설치하는 단계를 포함하고, 상기 제1블록(130) 및 상기 제2블록(140)은 상기 로프 승하강수단(100)에 의해 서로 겹쳐지면서 상승하도록 되어 있고, 상기 각각의 로프 승하강수단(100)에는 상기 와이어로프(200)를 관통시키기 위한 다수의 홀이 구비되어 있고, 상기 스토퍼(231, 232)의 형상은 상기 스토퍼(231, 232)가 상기 홀을 통과하지 못하도록 되어 있는, 전동차 플랫폼 안전장치 설치방법에 관한 것이다.		
대표도면			

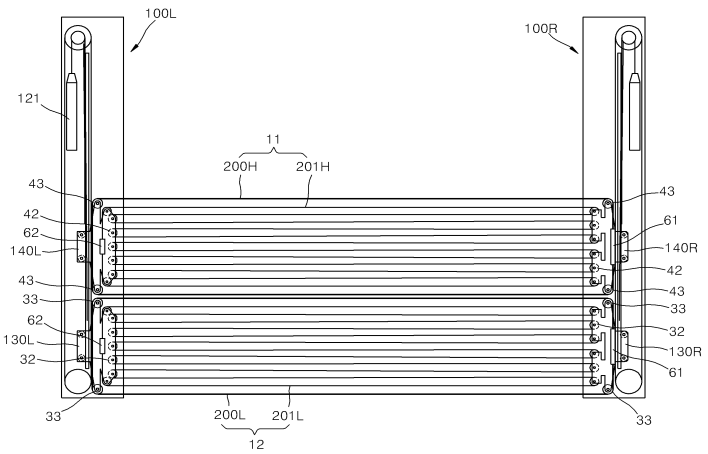
<표 2-41> 승하강방식의안전장치

기술분류	구동부 구조		
출원번호	2012-0050505	출원일	12.05.11
출원인	한국교통연구원	발명자	김현
명칭	승하강방식의안전장치	현상태	의견심사중
특허요약	스크린도어를 한 개의 모터로 구동하는 것을 특징으로 하는 발명이다. 구체적으로는, 플랫폼에 상호 이격되도록 수직으로 배치되는 제1포스트 및 제2포스트; 상기 제1포스트와 상기 제2포스트의 상부를 서로 연결하며, 수평으로 배치되는 수평프레임; 상기 제1포스트와 상기 제2포스트를 따라 승하강하는 적어도 하나의 스크린; 상기 제1포스트 상부에 배치되는 제1활차; 일측이 상기 제1활차에 감겨지며 타측이 상기 적어도 하나의 스크린의 일단부를 연결하는 제1로프; 상기 제2포스트 상부에 배치되는 제2활차; 일측이 상기 제2활차에 감겨지며 타측이 상기 적어도 하나의 스크린의 타단부를 연결하는 제2로프; 및 상기 제1활차와 상기 제2활차를 동시에 회전시켜 상기 스크린을 승하강시키도록 상기 수평프레임에 장착되는 구동부재를 포함하는, 승하강 방식의 전동차 플랫폼 안전장치에 관한 것이다.		
대표도면			

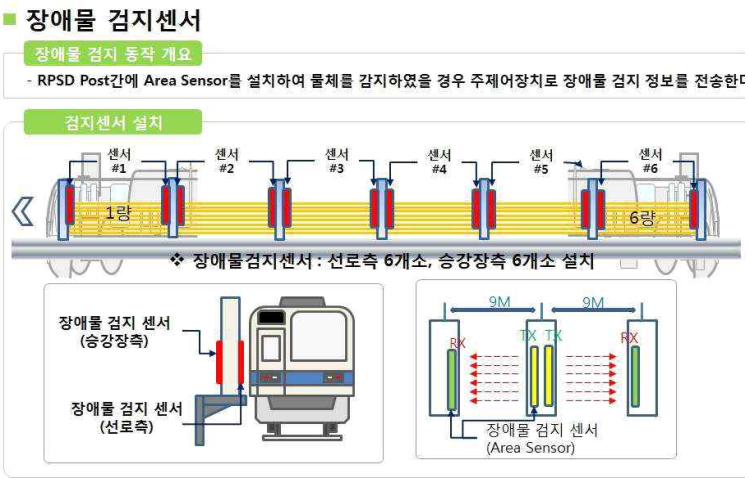
<표 2-42> 장애물감지장치를구비하는승하강방식의전동차플랫폼안전장치

기술분류	안전센서		
출원번호	2012-0061132	출원일	12.06.07
출원인	한국교통연구원	발명자	김현
명칭	장애물감지장치를구비하는승하강방식의전동차플랫폼안전장치	현상태	심사대기중
특허요약	스크린 도어 가장 아랫단에 물리적 접촉에 의해 동작하는 안전장치 구조에 관한 발명이다. 구체적으로는, 플랫폼에 상호 이격되도록 수직으로 배치되는 제1포스트 및 제2포스트; 상기 제1포스트와 상기 제2포스트를 따라 승하강하는 적어도 하나의 스크린; 상기 제1포스트 상부에 배치되는 제1활차; 상기 제2포스트 상부에 배치되는 제2활차; 일측이 상기 제1활차에 감겨지며 타측이 상기 적어도 하나의 스크린의 일단부를 연결하는 제1로프; 일측이 상기 제2활차에 감겨지며 타측이 상기 적어도 하나의 스크린의 타단부를 연결하는 제2로프; 상기 제1활차와 상기 제2활차를 회전시켜 상기 스크린을 승하강시키는 적어도 하나의 구동부재; 및 상기 적어도 하나의 스크린 중 가장 아래쪽 스크린의 아래에 배치된 장애물 감지부를 포함하며, 상기 가장 아래쪽 스크린이 하강하는 도중 상기 장애물 감지부에 장애물이 접촉되면 상기 적어도 하나의 스크린의 하강을 중단하도록 상기 적어도 하나의 구동부재를 제어하도록 되어 있는, 승하강 방식의 전동차 플랫폼 안전장치에 관한 것이다.		
대표도면			

<표 2-43> 이종로프체결방식의열차플랫폼안전장치

기술분류	도어구조		
출원번호	2012-0096571	출원일	12.08.31
출원인	한국교통연구원	발명자	김현
명칭	이종로프체결방식의열차 플랫폼안전장치	현상태	심사대기중
특허요약	로프형 스크린도어에 있어서, 두꺼운 외부로프와 얇은 내부로프의 이중 구조로 된 것을 특징으로 하는 발명이다. 구체적으로는, 상부 스크린도어, 하부 스크린도어, 및 상기 상부 스크린도어와 상기 하부 스크린도어를 수직방향으로 승하강시키도록 되어 있는 한 쌍의 승하강수단을 포함하는 플랫폼 안전장치로서, 상기 한 쌍의 승하강수단은 각각, 상기 상부 스크린도어를 장착하기 위하여 수직방향으로 배열된 다수의 상부 회전풀리를 포함하는 상부블록 및 상기 하부 스크린도어를 장착하기 위하여 수직방향으로 배열된 다수의 하부 회전풀리를 포함하는 하부블록을 포함하며; 상기 상부 스크린도어는, 상기 한 쌍의 승하강수단에 포함된 상기 다수의 상부 회전풀리를 수평방향으로 번갈아가면서 감기도록 순환하여 설치되어 있으며 양 단부가 서로 체결되어 있는 상부 와이어로프를 포함하며, 상기 하부 스크린도어는, 상기 한 쌍의 승하강수단에 포함된 상기 다수의 하부 회전풀리를 수평방향으로 번갈아가면서 감기도록 순환하여 설치되어 있으며 양 단부가 서로 체결되어 있는 하부 와이어로프를 포함하는, 플랫폼 안전장치에 관한 것이다.		
대표도면			

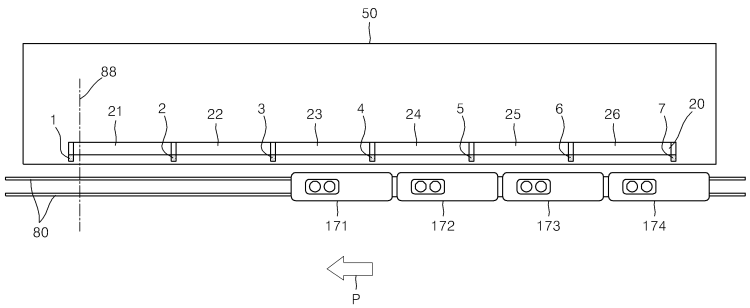
<표 2-44> 열차플랫폼안전장치

기술분류	안전센서		
출원번호	2012-1196449	출원일	12.08.31.
출원인	한국교통연구원	발명자	김현
명칭	열차플랫폼안전장치	현상태	가출원 (취하간주예정)
특허요약	장애물 감지센서에 관한 특허이다. 구체적으로는, 상부 스크린도어, 하부 스크린도어, 및 상기 상부 스크린도어와 상기 하부 스크린도어를 수직방향으로 승하강시키도록 되어 있는 한 쌍의 승하강수단을 포함하는 플랫폼 안전장치로서, 상기 한 쌍의 승하강수단은 각각, 상기 상부 스크린도어를 장착하기 위하여 수직방향으로 배열된 다수의 상부 회전풀리를 구비하는 상부블록 및 상기 하부 스크린도어를 장착하기 위하여 수직방향으로 배열된 다수의 하부 회전풀리를 구비하는 하부블록을 포함하며; 상기 상부 스크린도어는, 상기 한 쌍의 승하강수단에 구비된 상기 다수의 상부 회전풀리를 수평방향으로 번갈아가면서 감기도록 순환하여 설치되어 있으며 양 단부가 서로 체결되어 있는 상부 와이어로프를 포함하며, 상기 하부 스크린도어는, 상기 한 쌍의 승하강수단에 구비된 상기 다수의 하부 회전풀리를 수평방향으로 번갈아가면서 감기도록 순환하여 설치되어 있으며 양 단부가 서로 체결되어 있는 하부 와이어로프를 포함하는, 플랫폼 안전장치.		
대표도면	

<표 2-45> 물체감지센서를 이용한 잠금장치를 갖는 스크린 안전장치

<table>
<tr><td>기술분류</td><td colspan="3">개폐제어</td></tr>
<tr><td>출원번호</td><td>2012-0110705</td><td>출원일</td><td>12.10.05.</td></tr>
<tr><td>출원인</td><td>한국교통연구원</td><td>발명자</td><td>김현</td></tr>
<tr><td>명칭</td><td>물체감지센서를 이용한
잠금장치를 갖는 스크린
안전장치</td><td>현상태</td><td>가출원
(취하간주예정)</td></tr>
<tr><td>특허요약</td><td colspan="3">플랫폼과 선로 측에 각각 설치된 물체감지센서를 이용하여 수동개폐여부를 제어하는 기술에 관한 발명이다.
구체적으로는, 상하로 개폐되는 하나 이상의 스크린도어; 상기 스크린도어의 승하강을 제어하는 한 쌍의 승하강수단; 및 상기 스크린도어의 전방공간의 물체를 감지하도록 되어 있으며 상기 스크린도어의 후방공간의 물체를 감지하도록 되어 있는 센서를 포함하고, 상기 전방공간에 물체가 감지되었는지 여부와 상기 후방공간에 물체가 감지되었는지 여부의 조합에 따라 상기 스크린도어의 수동개폐를 허용할지 여부를 결정하도록 되어 있는, 스크린 안전장치에 관한 기술이다.</td></tr>
<tr><td>대표도면</td><td colspan="3">시나리오 1
<table><tr><th>경우</th><th>플랫폼쪽 물체</th><th>선로쪽 물체</th><th>잠금장치 상태</th><th></th></tr><tr><td>1</td><td>감지</td><td>미감지</td><td>lock</td><td></td></tr><tr><td>2</td><td>감지</td><td>감지</td><td>unlock</td><td></td></tr><tr><td>3</td><td>미감지</td><td>미감지</td><td>unlock</td><td>디폴트 상태</td></tr><tr><td>4</td><td>미감지</td><td>감지</td><td>unlock</td><td></td></tr></table></td></tr>
</table>

<표 2-46> 열차플랫폼스크린안전장치의스크린도어개폐제어방법

기술분류	개폐제어		
출원번호	2012-0139620	출원일	12.12.04
출원인	한국교통연구원	발명자	김현
명칭	열차플랫폼스크린안전장치의스크린도어개폐제어방법	현상태	심사대기중
특허요약	열차진입과 스크린도어의 개방여부를 연동하는 방법에 관한 특허이다. 구체적으로는, 플랫폼의 길이 방향을 따라 배치된 열차감지용 센서어레이를 이용하여 수직개폐형 스크린도어를 제어하는 방법으로서, 상기 센서어레이의 첫 번째 열차감지센서와 마지막 열차감지센서에서는 열차가 감지되지 않고, 상기 센서어레이의 나머지 열차감지센서 중 적어도 일부의 연속적인 열차감지센서 모두에서 열차가 감지된 경우에 상기 수직개폐형 스크린도어의 열림을 허용하도록 하는 제1단계를 포함하는, 수직개폐형 스크린도어 제어방법에 관한 것이다.		
대표도면			

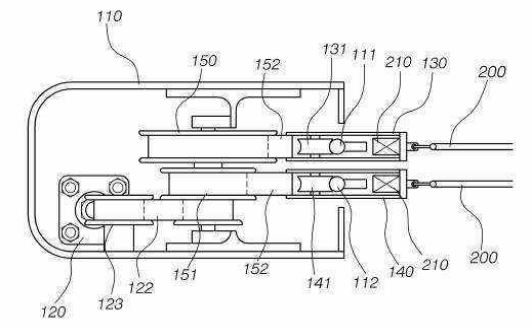
<표 2-47> 로프형스크린안전장치

<table>
<tr><td>기술분류</td><td colspan="3">개폐제어</td></tr>
<tr><td>출원번호</td><td>2012-0139621</td><td>출원일</td><td>12.12.04</td></tr>
<tr><td>출원인</td><td>한국교통연구원</td><td>발명자</td><td>김현</td></tr>
<tr><td>명칭</td><td>로프형스크린안전장치</td><td>현상태</td><td>의견심사중</td></tr>
<tr><td>특허요약</td><td colspan="3">플랫폼과 선로 측에 각각 설치된 물체감지센서를 이용하여 수동개폐여부를 제어하는 기술에 관한 발명이다(본출원).
구체적으로는, 상하로 개폐되는 하나 이상의 스크린도어; 상기 스크린도어의 승하강을 제어하는 구동부를 포함하는 한 쌍의 승하강수단; 및 상기 스크린도어의 전방공간의 물체 또는 상기 스크린도어의 후방공간의 물체를 감지하도록 되어 있는 센서를 포함하고, 상기 스크린도어에 대하여 작용하는 외력이 감지되었을 때에 상기 전방공간 또는 상기 후방공간의 물체가 감지되었는지 여부에 따라 상기 스크린도어의 수동개폐 허용여부를 결정하도록 되어 있는, 스크린안전장치에 관한 기술이다.</td></tr>
<tr><td>대표도면</td><td colspan="3">시나리오 1
<table><tr><td>경우</td><td>플렛폼쪽 물체</td><td>선로쪽 물체</td><td>잠금장치 상태</td><td></td></tr><tr><td>1</td><td>감지</td><td>미감지</td><td>lock</td><td></td></tr><tr><td>2</td><td>감지</td><td>감지</td><td>unlock</td><td></td></tr><tr><td>3</td><td>미감지</td><td>미감지</td><td>unlock</td><td>디폴트 상태</td></tr><tr><td>4</td><td>미감지</td><td>감지</td><td>unlock</td><td></td></tr></table></td></tr>
</table>

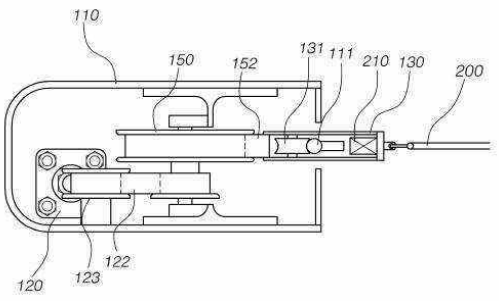
<표 2-48> 열차플랫폼스크린안전장치의스크린도어개폐제어방법

<table>
<tr><td>기술분류</td><td colspan="3">개폐제어</td></tr>
<tr><td>출원번호</td><td>2013-0046356</td><td>출원일</td><td>13.04.25</td></tr>
<tr><td>출원인</td><td>한국교통연구원</td><td>발명자</td><td>김현</td></tr>
<tr><td>명칭</td><td>열차플랫폼스크린안전장치
의스크린도어개폐제어방법</td><td>현상태</td><td>가출원
(취하간주예정)</td></tr>
<tr><td>특허요약</td><td colspan="3">열차의 발차와 연동하여 스크린도어를 닫는 방법에 관한 발명이다.
구체적으로는, 플랫폼에 설치된 수직개폐형 스크린도어를 제어하는 방법으로서, 열차가 상기 플랫폼에 정차하였다가 다시 출발할 때에, 상기 열차의 한 개 이상의 출입문 중 상기 수직개폐형 스크린도어에 의해 스크린되는 출입문이 모두 닫힌 이후에, 상기 수직개폐형 스크린도어의 하강을 시작하는 단계를 포함하는, 수직개폐형 스크린도어 제어방법에 관한 기술이다.</td></tr>
<tr><td>대표도면</td><td colspan="3">시나리오 2
<table><tr><td>경우</td><td>플렛폼쪽
물체</td><td>선로쪽
물체</td><td>잠금장치
상태</td><td></td></tr><tr><td>1</td><td>감지</td><td>미감지</td><td>lock</td><td></td></tr><tr><td>2</td><td>감지</td><td>감지</td><td>unlock</td><td></td></tr><tr><td>3</td><td>미감지</td><td>미감지</td><td>lock</td><td>디폴트 상태</td></tr><tr><td>4</td><td>미감지</td><td>감지</td><td>unlock</td><td></td></tr></table></td></tr>
</table>

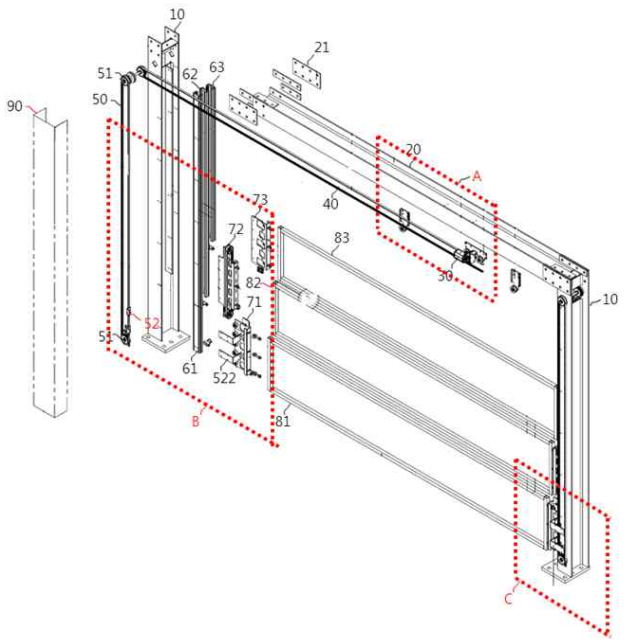
<표 2-49> 수직개폐형스크린도어의승하강장치

기술분류	구동부 구조		
출원번호	2013-0054849	출원일	13.05.15
출원인	한국교통연구원	발명자	김현
명칭	수직개폐형스크린도어의 승하강장치	현상태	심사대기중
특허요약	2단 구조의 스크린도어를 서로 다른 속도로 이동시키기 위한 2중 활차 구조에 관한 발명이다. 구체적으로는, 제1 스크린도어와 제2 스크린도어를 상하방향으로 이동시키도록 되어 있는 스크린도어 개폐 장치에 포함된 승하강 장치로서, 기둥; 상기 기둥을 따라 상하방향으로 이동할 수 있도록 설치되어 있으며, 각각 상기 제1 스크린도어와 상기 제2 스크린도어가 결합되도록 되어 있는 제1 블록 및 제2 블록; 및 상기 제1 블록 및 상기 제2 블록을 상하방향으로 이동시키기 위해, 각각 상기 제1 블록 및 상기 제2 블록에 연결되어 있는 제1 회전활차 및 제2 회전활차를 포함하며, 상기 제1 회전활차의 원주 상의 제1 회전선속도와 상기 제2 회전활차의 원주 상의 제2 회전선속도가 서로 다르도록 상기 제1 회전활차와 상기 제2 회전활차를 회전시키도록 되어 있는, 수직개폐형 스크린도어의 승하강 장치에 관한 기술이다.		
대표도면			

<표 2-50> 수직개폐형스크린도어의 승하강장치

기술분류	구동부 구조		
출원번호	2013-0063204	출원일	13.06.03
출원인	한국교통연구원	발명자	김현
명칭	수직개폐형스크린도어의 승하강장치	현상태	심사대기중
특허요약	와이어의 장력에 의한 구동부의 내구성 저하를 방지기 위한 구조에 관한 특허이다. 구체적으로는, 다수 개의 열을 이루는 와이어로프를 상하방향으로 이동시키도록 되어 있는 스크린도어 개폐장치에 포함된 승하강장치로서, 레일이 설치되어 있는 기둥; 및 상기 와이어로프에 결합되어 있으며, 상기 와이어로프를 상기 레일을 따라 수직방향으로 이동시키도록 되어 있는 블록을 포함하며, 상기 레일은 상기 와이어로프의 연장선상에 설치되어 있는, 수직개폐형 스크린도어의 승하강장치에 관한 기술이다.		
대표도면			

<표 2-51> 승하강방식의 전동차플랫폼 안전장치

기술분류	구동부 구조		
출원번호	2013-0109886	출원일	13.09.12.
출원인	한국교통연구원	발명자	김현
명칭	승하강방식의전동차플랫폼안전장치	현상태	가출원 (취하간주예정)
특허요약	구동부의 구조가 간략화된 RPSD II의 기본형에 관한 특허이다. 구체적으로는, 플랫폼에 상호 이격되도록 수직으로 배치되는 제1포스트 및 제2포스트; 상기 제1포스트와 상기 제2포스트의 상부를 서로 연결하며, 수평으로 배치되는 수평프레임; 상기 제1포스트와 상기 제2포스트를 따라 승하강하는 적어도 하나의 스크린; 상기 제1포스트 상부에 배치되는 제1활차; 일측이 상기 제1활차에 감겨지며 타측이 상기 적어도 하나의 스크린의 일단부를 연결하는 제1로프; 상기 제2포스트 상부에 배치되는 제2활차; 일측이 상기 제2활차에 감겨지며 타측이 상기 적어도 하나의 스크린의 타단부를 연결하는 제2로프; 및 상기 제1활차와 상기 제2활차를 동시에 회전시켜 상기 스크린을 승하강시키도록 상기 수평프레임에 장착되는 구동부재를 포함하는, 승하강 방식의 전동차 플랫폼 안전장치에 관한 기술이다.		
대표도면			

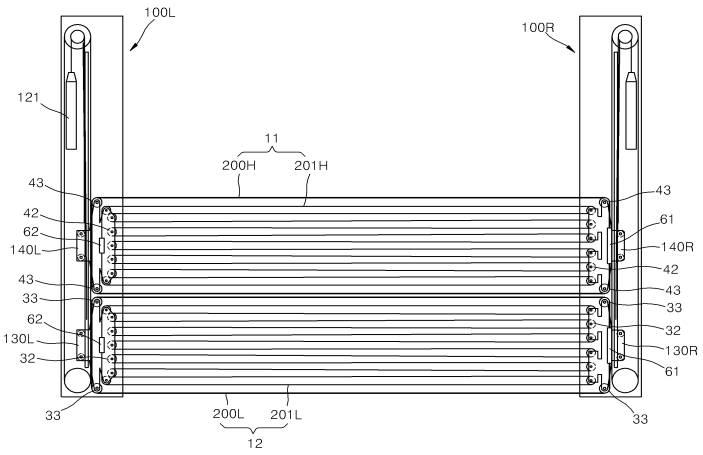
다. 해외 특허 출원 현황

○ 해외 특허 출원 현황은 다음의 <표 2-52>와 같으며 <표 2-53>~<표 2-54>에 상세히 기술하였다.

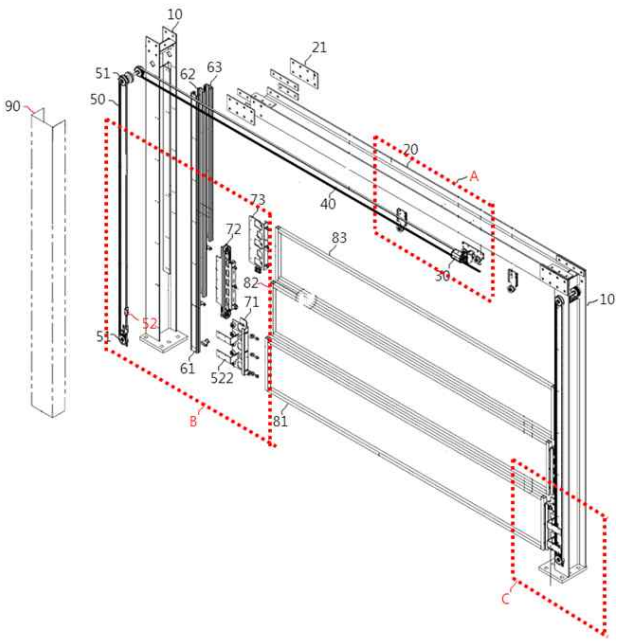
<표 2-52> 해외 특허 출원 현황

연번	국가	출원번호	출원일	우선일	관련 국내 출원번호	발명의 명칭	현상태
1	PCT	KR2013/001814	13.03.06	12.03.06.	10-2012-0022621 10-2012-0027991 10-2012-0096571	전동차 플랫폼 안전장치	심사 대기중
2	PCT	KR2013/008879	13.10.04	12.10.05	10-2013-0109886 10-2012-0110705	승하강 방식의 플랫폼 스크린도어	심사 대기중

<표 2-53> 전동차 플랫폼 안전장치

기술분류	도어구조		
출원번호	KR2013/001814	출원일	13.03.06
출원인	한국교통연구원	발명자	김현
명칭	전동차 플랫폼 안전장치	현상태	심사대기중
특허요약	출원한 국내특허 중 출원번호 10-2012-0022621, 10-2012-0027991, 10-2012-0096571가 병합된 기술이다. 구체적으로는, 와이어로프가 순환구조를 갖는 기술, 와이어로프의 직경 또는 강도가 다른 외부 와이어로프 및 내부 와이어로프를 갖는 기술, 및 스크린 도어 하단부에 물리적 접촉에 의해 작동하는 안전센서 기술을 포함한다.		
대표도면			

<표 2-54> 승하강 방식의 플랫폼 스크린도어

기술분류	구동부 구조		
출원번호	KR2013/008879	출원일	13.10.04
출원인	한국교통연구원	발명자	김현
명칭	승하강 방식의 플랫폼 스크린도어	현상태	심사대기중
특허요약	출원한 국내특허 중 출원번호 10-2013-0109886, 10-2012-0110705가 병합된 기술이다. 구체적으로는 한 개의 구동모터를 이용하여 스크린도어를 승하강 시키는 구조에 관한 기술, 그리고 간략화된 구조를 갖는 RPSD II의 구성에 관한 기술이다.		
대표도면			

라. 디자인 특허 출원 현황

○ 디자인 국내 특허 출원은 상표 1건, 디자인 2건이며, 해외 특허 출원은 디자인 2건, 해외상표 2건으로 다음과 같다.

(1) 국내 상표 및 디자인 출원

(가) 국내상표

○ 국내 RPSD 상표출원은 1건으로 상품류는 <표 2-55>와 같다.

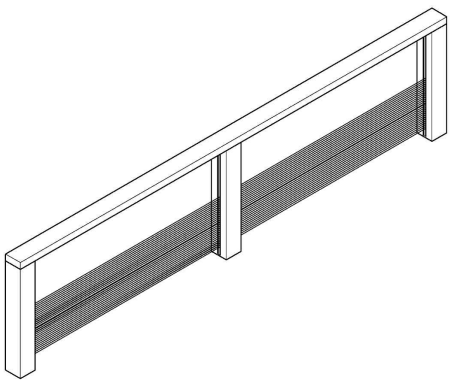
<표 2-55> 국내 상표 출원 : RPSD

출원번호	2012-0076174		
출원인	한국교통연구원	**현상태**	의견심사중
상표명	RPSD	**현상태**	**의견심사중**
상품류	제09류 전자응용자동문개폐장치		
상품류	**제09류 전자응용자동문개폐장치**		

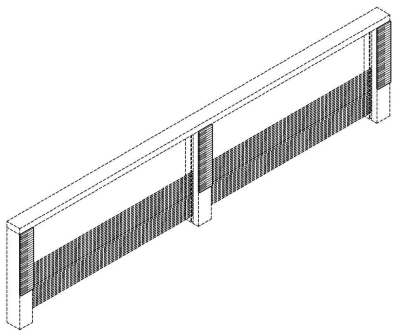
(나) 국내디자인

○ 국내 디자인 출원은 총 2건으로 승강장 안전도어와 문양역 RPSD 디자인이며 <표 2-56>,<표 2-57>와 같다.

<표 2-56> 국내디자인 1 : 승강장 안전도어

출원번호	2012-0041795	**출원일**	12.08.30
출원인	한국교통연구원	**현상태**	의견심사중
대상물품	승강장 안전도어		
사시도			

<표 2-57> 국내디자인 2 : 승강장 안전도어(부분 디자인)

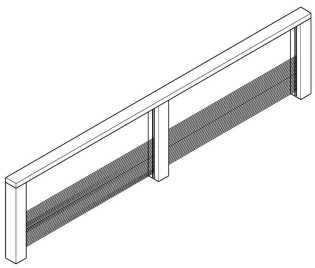
출원번호	2012-0041829	출원일	12.08.30
출원인	한국교통연구원	현상태	의견심사중
대상물품	승강장 안전도어(부분 디자인)		
사시도			

(2) 해외 디자인 및 상표 출원

(가) 해외디자인

○ 해외 디자인 출원은 2건으로 다음의 표와 같다.

<표 2-58> 해외 디자인 출원 : 승강장 안전도어

대상국가	미국/일본		
출원번호	JP 2013-22520 US 29/468233	출원일	13.09.27. 13.09.27.
출원인	한국교통연구원	현상태	의견심사중
대상물품	승강장 안전도어		
사시도			

<표 2-59> 해외상표 : 승강장 안전도어

국가	일본, 미국		
출원번호	JP 2013-072781	출원일	13.09.18.
출원인	한국교통연구원	현상태	의견심사중
상표명	RPSD		
상품류	제09류 전자응용자동문개폐장치		

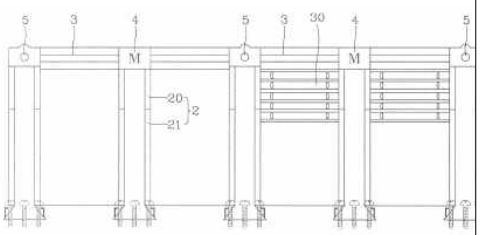
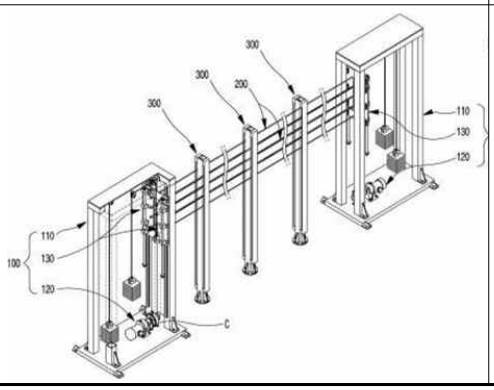
다. 분쟁이 예상되는 특허

○ 본 연구개발과 관련한 분쟁예상 특허는 <표 2-60>에 제시하고 있는 바와 같이 2건에 해당된다. 분쟁예상 특허는 기본적으로 상하 개폐방식의 개념이며, 이를 실현하는 방법은 셔터방식과 와이어 로프 방식이 존재한다.

○ 구체적 회피방안은 다음과 같다.

- 한국등록실용신안 KR 20-0384904에 청구된 기술은 상하방향으로 도어를 개폐한다는 점에서 본 연구개발의 제안기술과 유사하지만 제안기술에서 기술적으로 '셔터'가 아닌 다른 부재, 즉 로프를 사용한다면 분쟁이 발생하더라도 특허 비침해를 주장할 수 있음
- 또한 구동장치가 감속모터가 아닌 피스톤 실린더 구조를 사용하게 되면 특허 비침해를 주장할 수 있음
- 한국등록특허 KR 10-0601112은 2줄 이상의 로프를 포함해야 침해가 성립할 수 있는데 로프 대신 회동 가능한 셔터구조를 사용하면 이 특허의 침해주장으로부터 피해나갈 수 있고,
- 또한 비용절감과 차량운전사 시야 확보 가능한 장점을 활용하기 위한 방안으로 구동장치 사이의 지주를 없애거나 1개만으로 구현하는 기술로 접근한다면 이 특허의 침해주장으로부터 피해나갈 수 있음

<표 2-60> 분쟁예상특허

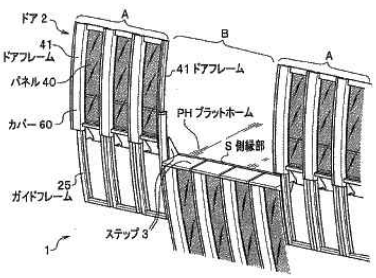
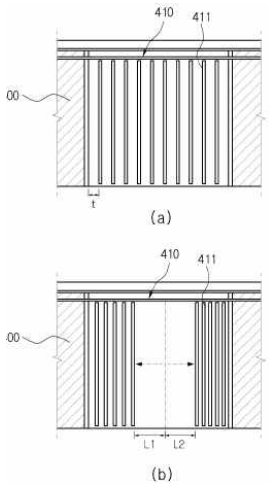
등록번호	대표도	요약
KR 20-0384904		①지주(1) ②지주(1)의 양측에 체결되는 셔터 가이드레일(2); ③지주(1)의 상단에 현가되는 셔터박스(3) ④셔터 승강 구동력을 제공하는 감속모터(4) ⑤셔터박스(3)의 상단을 회동 지지시키는 베어링(5) ⑥수직 승강되는 셔터(30)로 구성되는 것을 특징으로 하는 지하철 투신 방지 현가식 전동 스크린 셔터.
KR 10-0601112		①본체를 따라 상/하 이동되는 로프 승/하강수단 ②본체를 따라 설치하여 된 2줄 이상의 로프 ③로프를 따라 지주가 설치되고, 그 지주에는 설치하여 된 로프 처짐 방지수단 ④로프를 승/하강시키는 로프제어수단으로 구성된 것을 특징으로 하는 전동차 플랫폼의 안전장치

라. 향후 실용화 될 특허

○ 특허동향 분석결과 본 연구개발의 실용화 및 사업화에 고려해야 할 지적 재산권은 <표 2-61>에 제시한 2건으로 구체적인 고려사항은 다음과 같다.

- 일본공개특허 JP 2009-051271에는 도어(door)를 승강장 아래로 내리는 방식이 제시되어 있는데, 로프를 이용하는 기술에서도 로프를 승강장 위로 올리지 않고 승강장 아래로 내리는 방식을 고려해 볼 수 있음
- 한국등록특허 KR 10-0799341에서는 버티칼 타입의 좌우 개폐장치의 각 부재가 축을 중심으로 회전하는 구조가 공개되어 있는데, 로프를 이용하는 본 기술에서도 로프 대신에 회전 가능한 타입의 셔터구조를 이용하는 것을 고려할 수 있음

<표 2-61> 실용화 및 사업화시 고려할 특허

번호	대표도	요약
JP 2009-051271 (공개번호)		①플랫폼에 병설되는 복수의 도어가 상하 방향으로 개폐하는 홈 도어 구조이고 ②도어 측부의 적어도 한편에는 인접하는 도어 사이의 간격을 덮는 커버가 마련되어 있는 것을 특징으로 하는 홈 도어 구조.
KR 10-0799341		①전동차가 정차지점으로부터 벗어난 거리를 측정하는 정차위치 측정부 ②승강장과 선로를 구획하는 스크린 ③축을 중심으로 회전되고, 전동차의 정차위치에 따라 도어 열림이 가변되는 적응형 버티칼 도어 ④적응형 버티칼 도어가 개폐될 수 있도록 동력을 전달하는 개폐부를 포함하는 것을 특징으로 하는 적응형 버티칼 타입 스크린 도어.

제3장 연구개발 수행 내용 및 결과

제3장 연구개발 수행 내용 및 결과

제1절 시작품 개발

1. RPSD 기본구성 및 원리

가. RPSD 시스템 구성

(1) 광주녹동역 모델인 원천기술(Model 1)

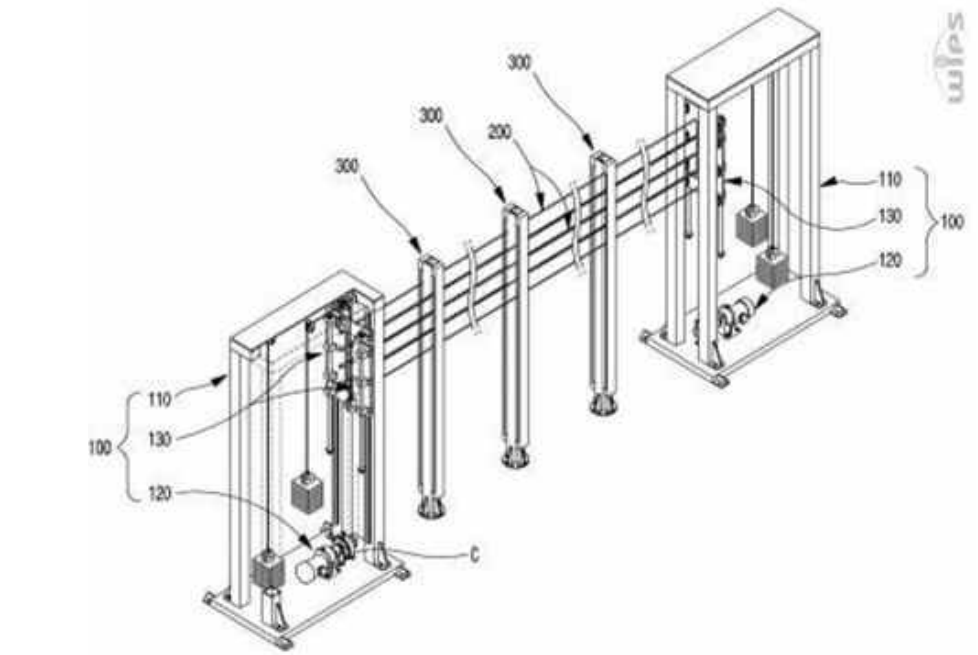
○ 본 연구개발과 직접 관련 있는 국내외 연구개발 내용은 상하 개폐방식이라는 점과 Wire Rope의 탄성으로 승객안전 확보, 모터 구동이 아닌 실린더 방식을 채택하여 200m 승강장구간을 동시에 통제하는 Wire Rope를 이용한 상하 개폐방식의 승객안전사고 방재시스템(RPSD)이 2006년에 개발되었다.

(가) 시스템 구성 및 기본원리

○ 광주 녹동역에서 운영중인 본 연구개발의 원천기술 시스템은 <그림 3-1>과 같이 구성되어 있다.

<그림 3-1> 광주 녹동역 운영 현황

○ 원천기술 시스템의 기본 원리는 승강장 양 끝단에 있는 Main Lift의 공기 실린더에 의해 상하 작동하며, 이 실린더는 <그림 3-2> 하단과 같이 Main Lift에 각 2기씩 탑재되어 있다.



Main Lift<외부>

Main Lift<내부>

<그림 3-2> 작동원리와 Main Lift 현황

(나) 각 부품의 주요 기능설명

1 MAIN POST LM GUIDE - Wire rope가 연결된 PLATE를 지지하면서 상하 동작을 할 수 있게 하는 부품(LM GUIDE - Rail과 Block사이에 홈을 두고 그 사이로 Steel Ball을 삽입하여 Ball의 Rolling을 통하여 상, 하 동작토록 하는 System)

2 CYLINDER - LM GUIDE가 움직일 수 있도록 상, 하 동작을 하는 기계 부품

3 SPRING - WIRE ROPE가 일정한 장력을 유지할 수 있도록 하는 기계 부품

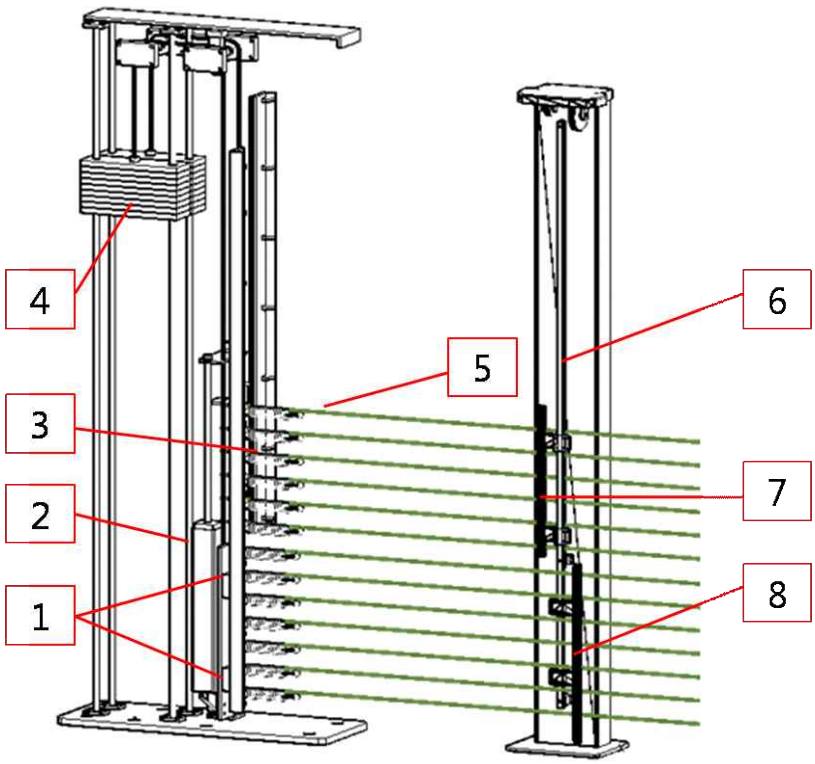
4 WEIGHT - 정전 및 돌발 상황 발생 시 자동으로 OPEN 될 수 있도록 하는 장치이며 평소 동작에서는 OPEN 시 CYLINDER에 과부하가 걸리지 않도록 하는 주요 부품

5 WIRE ROPE - 승객이 철로로 떨어지지 않도록 하는 PART

6 MIDDLE POST LM GUIDE - MAIN POST의 CYLINDER에 의해 Wire rope가 고정된 PLATE가 상, 하 동작을 할 경우 MIDDLE POST의 WIRE ROPE 고정 GUIDE가 이탈이 되지 않도록 하는 기계 부품

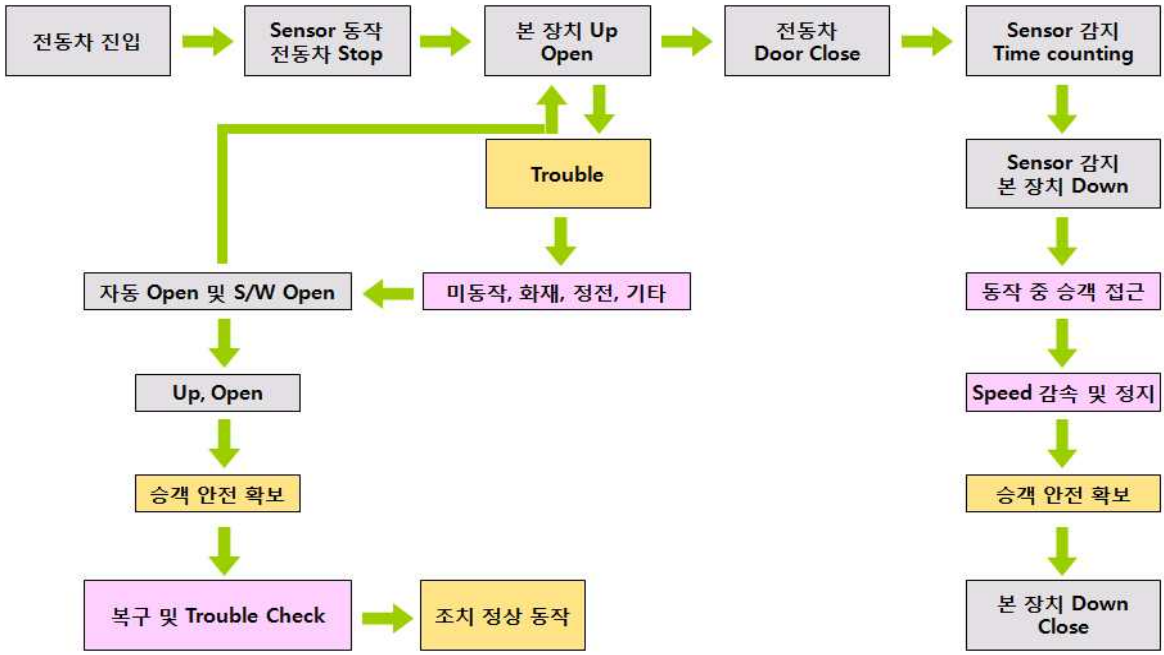
7 상부 MIDDLE POST WIRE ROPE GUIDE - 상부 WIRE ROPE 고정 GUIDE

8 하부 MIDDLE POST WIRE ROPE GUIDE - 하부 WIRE ROPE 고정 GUIDE



<그림 3-3> 시스템 구조도

(다) RPSD 동작 알고리즘



<그림 3-4> RPSD 기본동작 FLOW

(라) 원천기술 시스템의 문제점

○ 시스템 문제점

- MAIN POST의 LM SYSTEM의 경우 Wire rope의 장력이 LM BLOCK에 편 하중의 힘이 받게 되는 구조로 되어있어 장기간 가동 시 파손 등의 문제가 발생
- Wire rope가 고정되는 PLATE를 상, 하로 동작 할 수 있도록 하는 CYLINDER가 2열 구조로 되어있어 장기간 동작 시 파손 등의 문제 발생
- MIDDLE POST의 구조는 직선에서는 동작이 문제가 없지만 곡선 구간일 경우 LM SYSTEM에 편하중을 받을 수 있는 구조
- WIRE ROPE의 연결이 각각으로 구성되어 장력의 조정 및 교환 불편

○ 실용화 문제점

- 지상역 정거장에서는 곡선구간이 많이 존재하기 때문에 분할 시공할 경우 광주 녹동역 RPSD 시스템은 10량 1편성 200m 일체형이므로 지상역 환경에 부적함
- 경제성과 내구성 부족 : 와이어 로프 블록 개수만큼 실린더(4개)가 필요하기 때문에 곡선구간의 지상역 정거장 대응을 위한 분할 시공할 경우 Main Lift는 많은 공간을 필요로 하며, 설치비용 증가

- 와이어로프와 이를 고정하기 위한 이동체간의 편하중과 비틀림으로 내구성이 떨어짐(내구성 시험 결과 4,500회=1년 6개월 수준, 이는 광주녹동역 운행횟수가 1일 10회 기준)으로 인해 유지보수비용 증가
- 차량과 인터페이스 기술 부재 : 현재까지의 연구개발 결과는 RPSD 시스템 통제가 200m이므로 승강장 환경에 따른 설치가 불가능한 경우도 발생되고 유고상황의 경우 부분통제가 불가능하다. 이는 개념적 아이디어로 가치가 존재하지만 실용화에 걸림돌로 작용하기 때문에 2006년 이후 철도안전용품 시장에 진입하지 못했다.

2. 구조체 실용화 기술 개발

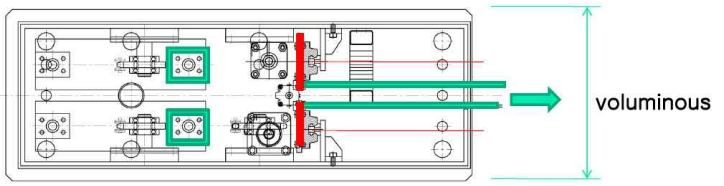
가. 소형화 기술 개발 및 내구성 개선(Model 2)

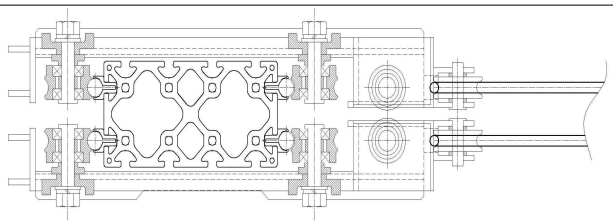
(1) 소형화 기술 개발

○ 지상역 승강장의 시설여건 대응(곡선부, 지붕유무)을 위한 Main Lift의 소형화 기술 적용

※ Main Lift 높이 3.0m → 2.5m 이내 개선

※ 기존 4개→2개 감소

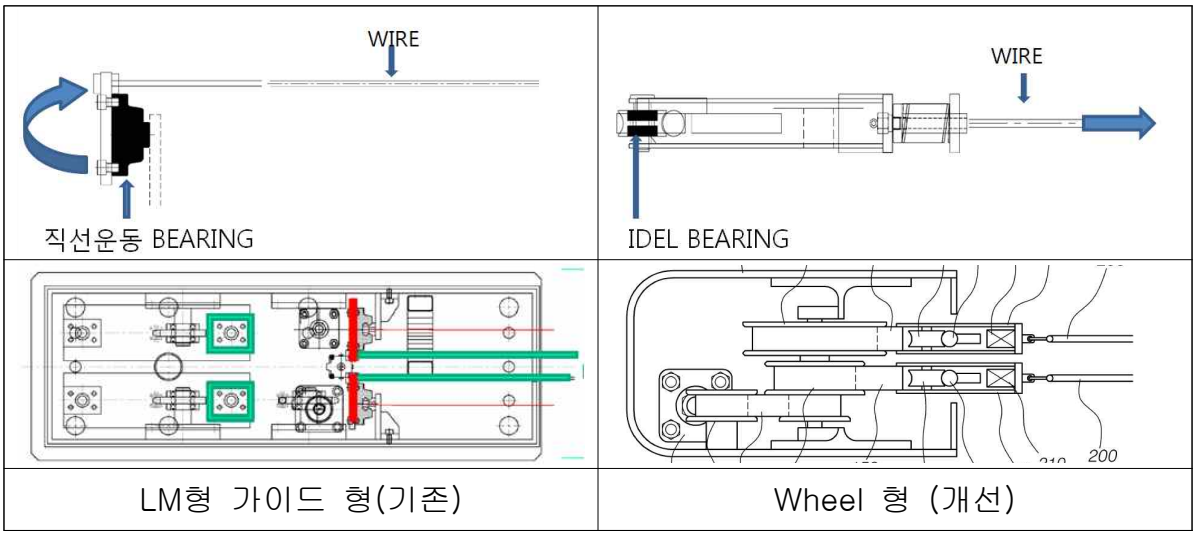
<table>
<tr><td>기존
(녹동역)</td><td> 

- 공기 실린더 용량 = A형 : ϕ60×600ST., B형 : ϕ80×1,200ST.
- 구조물 규모 : 10,00(길이)×400(폭)×30,00mm(높이) 이내</td></tr>
<tr><td>개선</td><td> 
- 공기 실린더 용량 = ϕ40×400ST.이내
- 구조물 규모 : 393(길이)×268(폭)×25,00mm(높이) 이내</td></tr>
</table>

<그림 3-5> 소형화 기술 개발을 위한 Main Lift 구조 개선

(2) 내구성 개선

○ 기존 RPSD 시스템은 <그림 3-6>에 제시하고 있는 바와 같이 승하강 Sliding “LM”형 가이드가 와이어 장력(Tension)을 받고 있어 편하중에 따른 모우멘트(Moment)를 받아 내구성이 낮다. 이를 개선하기 위해 직선운동 없이 작동하는 구조로 와이어 로프를 레일 및 롤러와 중심이 서로 일직선이 되도록 설치한다.



<그림 3-6> 직선운동 없는 Wheel Type 기술 개발

(3) 변경사항 및 시스템 구조

1 WHEEL - 편하중을 받는 구조인 LM SYSTEM에서 원형인 SLIDING RAIL에 WHEEL이 회전을 하며 동작하는 구조로 변경

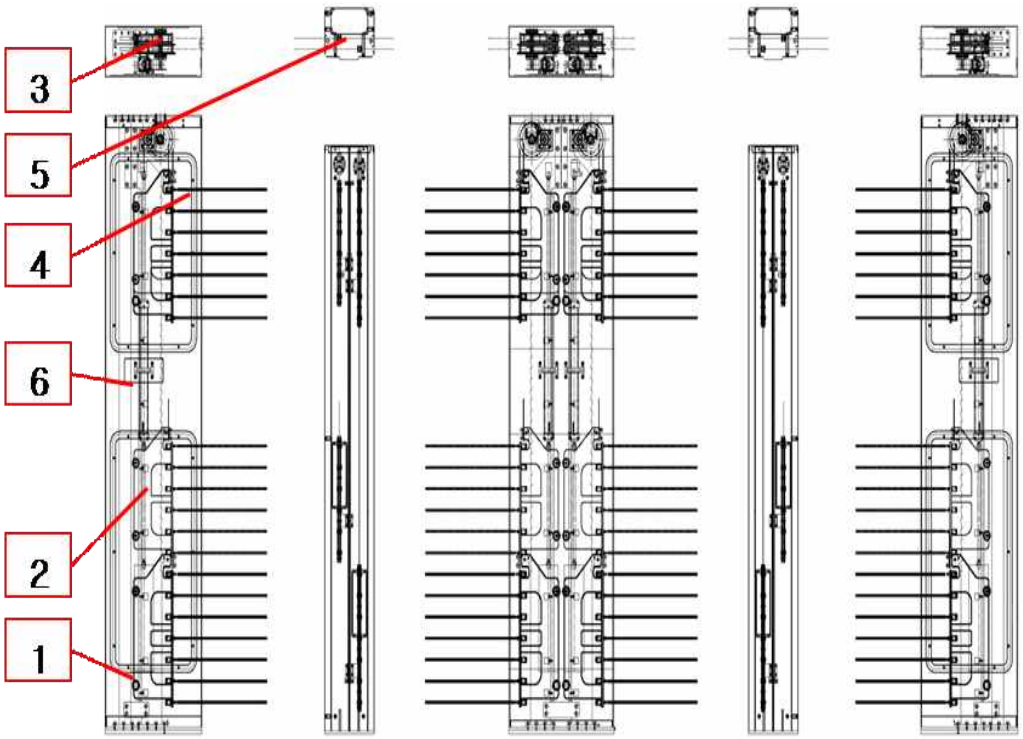
2 WIRE ROPE 고정 활차 - 기존의 상, 하 동작 PLATE는 LM BLOCK에 편하중을 받는 구조로 되어 장기간 동작 시 문제를 발생시킬 수 있어 SLIDING RAIL에서 WHEEL이 회전하면서 동작하는 구조로 변경

3 DOUBLE SHEAVE - 기존 2개의 CYLINDER에서 1개의 CYLINDER로 동작이 가능하도록 DOUBLE SHEAVE (1개의 축에 연결된 크기가 다른 BELT 드럼이 회전을 하여 상승 및 하강 높이를 조절) 구조로 변경

4 SPRING - 기존의 SPRING을 인장용에서 압축 TYPE으로 변경함.

5 SLIDING SHAFT - 상, 하 동작을 유도하는 LM GUIDE를 원형의 SHAFT의 구조로 변경함.

6 CYLINDER - 기존 2개의 CYLINDER가 각각 동작하여 상, 하로 움직이던 구조를 DOUBLE SHEAVE를 이용하여 1개의 CYLINDER로 동작하는 구조로 변경



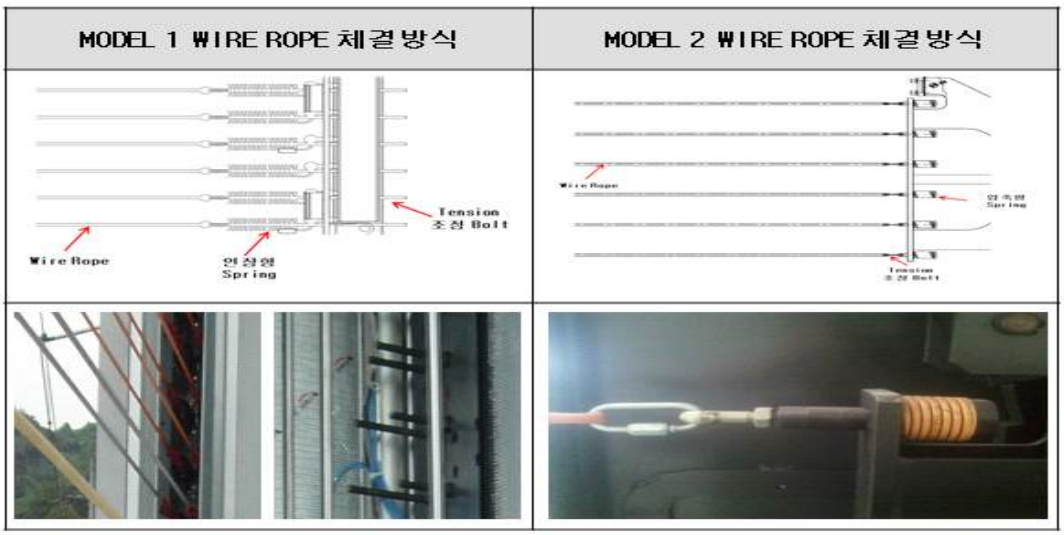
<그림 3-7> 시스템 구조도

(4) 문제점

○ 상하 동작하는 SLIDING RAIL이 분할 구조로 되어있어 WIRE ROPE에서 장력이 많이 받을 경우 변위가 되는 현상 발생이 발생된다.

○ WIRE ROPE의 연결을 인장형에서 압축형으로 변형하였으나 각각 분할 형식으로 작업성의 문제 발생한다. 원천기술과 WIRE ROPE 체결 방식의 변화는 <그림 3-8>과 같다.

○ 이외에도 Main Lift의 높이 개선이 되지 않아 실용화에 어려움이 있다.

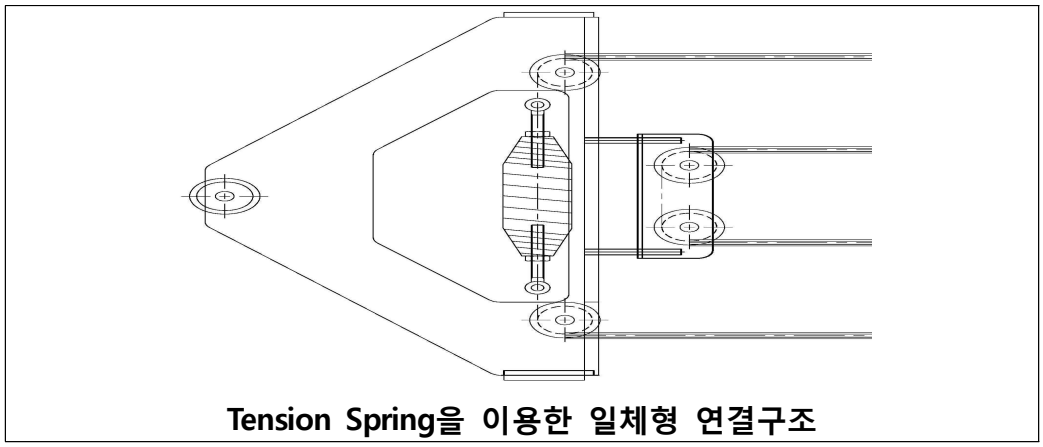


<그림 3-8> 와이어로프 체결방식 비교

나. Main Lift 높이 축소를 위한 3단 블록 기술개발(Model 3)

(1) 개선사항

○ 기존 POST에 높이를 낮추기 위해 2단 활차 구조에서 3단 활차 구조로 변경하였으며, 와이어 체결방식을 일체형으로 기술개발하였다.



<그림 3-9> WIRE ROPE 체결방식

(2) 시스템 구조

1 CYLINDER BELT - CYLINDER의 ROD를 최소화하기 위해 BELT 연결방식을 2단 꺾임 형식으로 변경

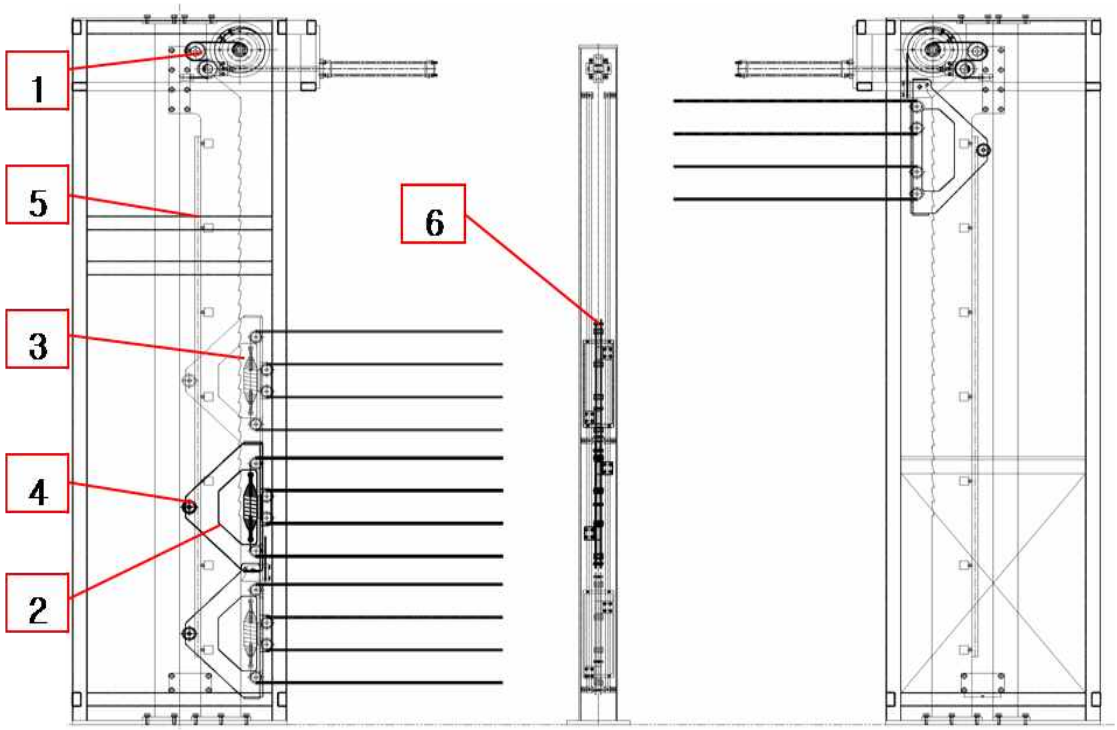
2 WIRE ROPE 고정 활차 - 기존 POST에 높이를 낮추기 위해 2단 활차 구조에서 3단 활차 구조로 변경

3 WIRE ROPE 고정 방식 - 기존 WIRE ROPE의 각각 고정방식에서 1개의 ROPE로 구성되었으며 WIRE ROPE를 1개의 SPRING으로 연결되는 방식으로 변경

4 WHEEL - 2개의 WHEEL의 동작을 중심축을 이용한 1개의 WHEEL 구조로 변경

5 RAIL SHAFT - 3개의 활차 구조로 RAIL 또한 3개로 구성함

6 MIDDLE POST SHAFT - 횡형 SHAFT를 2열로 구성하여 독립된 지지형식이 아닌 2열 지지형식으로 변경



<그림 3-10> 시스템 구조도

(3) 문제점

○ CYLINDER의 2단 도르래에서 과다한 TENSION이 부여되어 동작이 원활하지 못했으며 그에 따라 CYLINDER의 용량이 부족한 현상 발생하였다. (향후 TEST품 적용 시 AIR 압력, CYLINDER 부하, BELT의 장력의 문제 발생 우려)

○ RAIL의 구조가 3단 분리 형식으로 적용되었으나 SHAFT의 변형 현상 발생으로 동작 상태가 원활하지 못한 문제가 발생하였다.

○ 상, 하 동작 활차 (WIRE ROPE 고정)의 WHEEL이 1개의 구조로 되어있어 WIRE ROPE의 장력 조절시 비틀림 현상이 나타났다.

○ 상승 시 중첩형의 구조로 설계되었으나 동작 시 활차 자체의 비틀림과 과도한 하중이 발생되었으며 그로인한 CYLINDER 용량의 문제가 발생하였다.

○ 활차의 비틀림으로 BELT의 이탈 현상이 발생하였다.

○ BELT의 회전이 원활하지 못해 손상 및 절단 현상 발생. 3차 TEST품(3단 구조)의 경우 구조 및 동작의 중대한 문제점 발생됨.이번 TEST로 확인된 3단 구조의 문제점을 향후 RPSD의 방향을 2단 DOUBLE SHEAVE의 구조와 2단 활차 및 2개의 WHEEL 지지 형식의 동작 TYPE, 직접 연결 동작 TYPE의 CYLINDER 구동 방식을 적용하여 좀 더 보완된 SYSTEM을 구성하고자 한다.

다. 활차구조개선(Model 4)

(1) 개선사항

○ 기존 2개의 RAIL이 각각으로 분리되어 높은 WIRE ROPE 장력 적용 시 변형의 문제가 발생되어 일체형의 SLIDING BODY에 2개의 RAIL의 조립 되도록 구조 변경하였다.

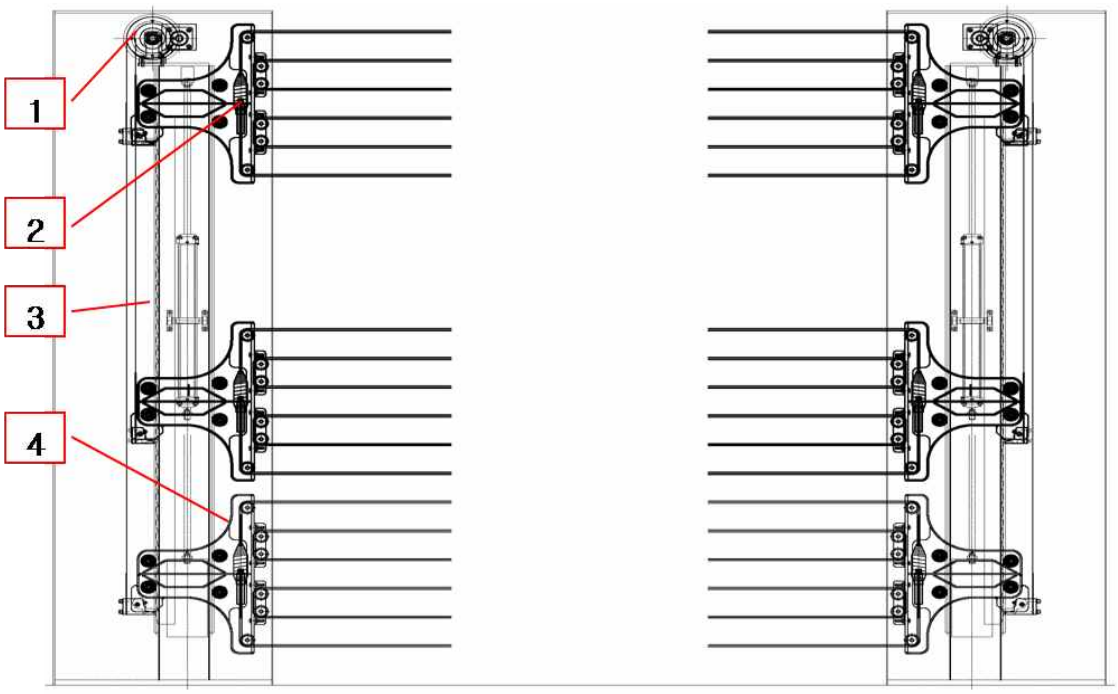
○ 장력 지지를 위한 목적의 WHEEL과 이탈 방지 및 뒤틀림 방지의 목적의 WHEEL이 2중으로 구성되며 일체형 RAIL 지지 BODY의 적용으로 WIRE ROPE 고정 활차의 TYPE을 구성하였다.

(2) 시스템 구조

1 DOUBLE SHEAVE - SINGLE SHEAVE 형식의 CYLINDER 구동형에서 기존 DOUBLE SHEAVE의 구조를 재 적용함.

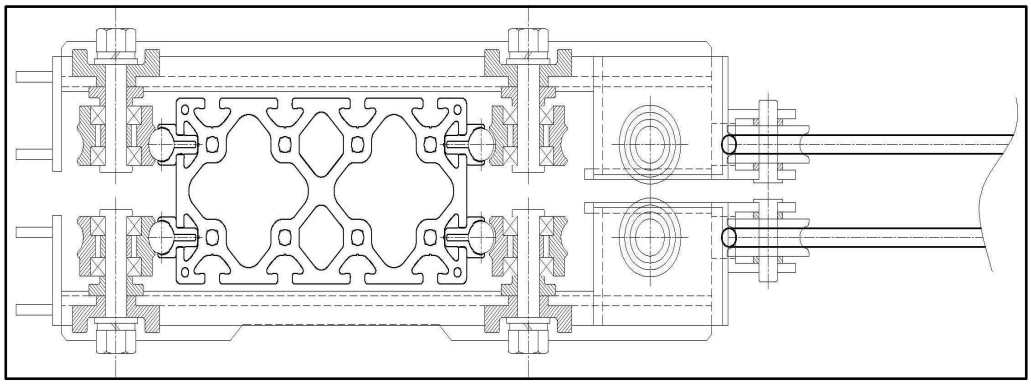
2 WIRE ROPE TENSION 조절 장치 - WIRE ROPE 작업 시 장력 조절이 용의하도록 2개의 TENSION UNIT를 추가 적용함.

3 일체형 SLIDING RAIL - 기존 2개의 RAIL이 각각으로 분리되어 높은 WIRE ROPE 장력 적용 시 변형의 문제가 발생되어 일체형의 SLIDING BODY에 2개의 RAIL의 조립 되도록 구조 변경

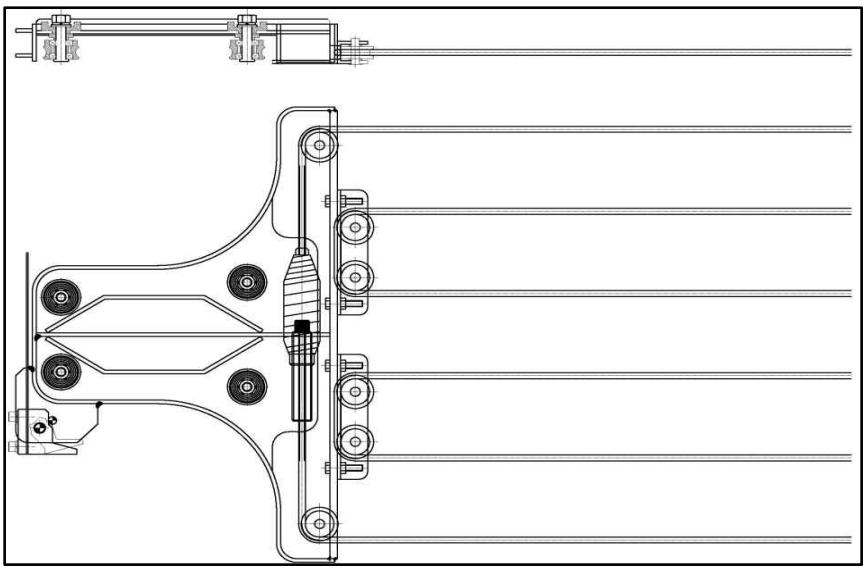


<그림 3-11> 시스템 구조도(활차구조개선 시스템)

④ 2중 지지 WHEEL 포함 WIRE ROPE 고정 활차 - 장력 지지를 위한 목적의 WHEEL과 이탈 방지 및 뒤틀림 방지의 목적의 WHEEL이 2중으로 구성되며 일체형 RAIL 지지 BODY의 적용으로 WIRE ROPE 고정 활차의 TYPE을 구성하였으며 활차구조도는 <그림 3-12>과 같으며, 활차상세도는 <그림 3-13>와 같음



<그림 3-12> SLIDING RAIL 및 활차구조도



<그림 3-13> 활차상세도

○ 본 시스템의 경우 MODEL 3(3단 구조) 시스템에서 발견되어진 문제점들을 해결하고자 Prototype으로 제작되어진 품이다. 지금까지의 시스템에서 발견되어진 활차와 Sliding Rail의 장력에 의한 변형 등을 보완하고자 한다.

- SLIDING RAIL의 경우 두 개의 개별 RAIL 구조에서 일체형으로 변경하므로 써 변

형에 강한 구조로 개선되었으며 그 구조를 정립함

- 활차의 경우 일체형 SLIDING RAIL에 적용될 수 있도록 장력유지 및 이탈, 뒤틀림의 방지에 용이한 구조로 개선되어 이후에 제작되어질 시스템에 적용될 수 있도록 활차의 구조를 정립하게 됨
- DOUBLE SHEAVE의 경우 최초 개선 당시부터 가지는 장점이 더욱 발휘될 수 있도록 구조 및 개선 방향 정립함

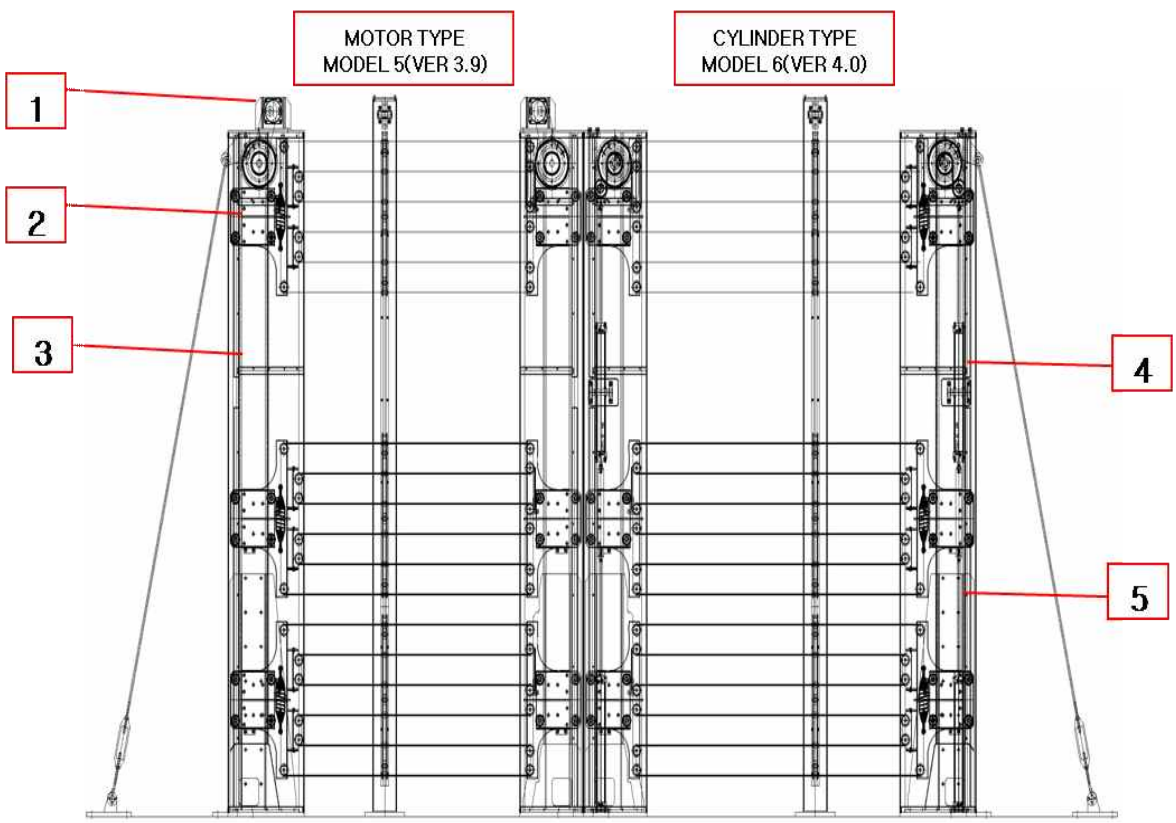
라. 구동형식(모터)(Model 5, 6)

(1) 개선사항 및 시스템 구조

○ 시스템 구조

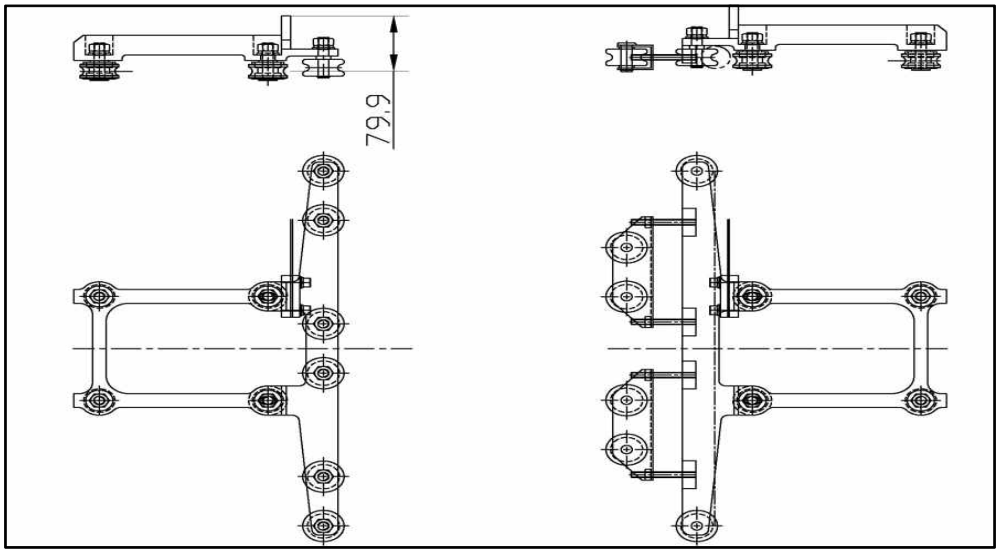
1 상, 하 동작 MOTOR - 기존 CYLINDER 동작에서 MOTOR 구동 형식으로 변경

2 2중 지지 WHEEL 포함 WIRE ROPE 고정 활차 - 장력 지지를 위한 목적의 WHEEL과 이탈 방지 및 뒤틀림 방지의 목적의 WHEEL이 2중으로 구성되며 일체형 RAIL 지지 BODY의 적용으로 WIRE ROPE 고정 활차의 TYPE을 구성하고 MODEL 4의 TEST품에서 정립된 구조에서 경량화 되도록 적용

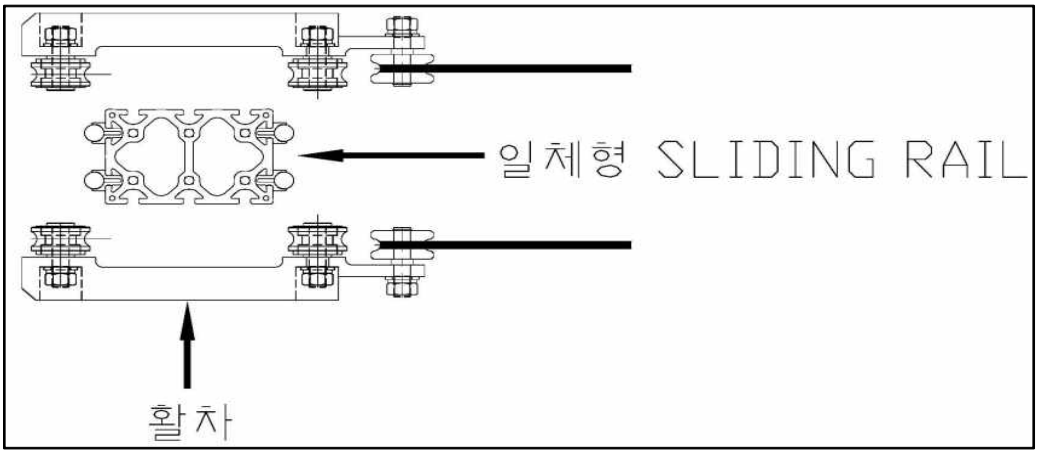


<그림 3-14> RPSD MODEL 5 기본구조도

3 일체형 SLIDING RAIL - 기존 2개의 RAIL이 각각으로 분리되어 높은 WIRE ROPE 장력 적용 시 변형의 문제가 발생되어 일체형의 SLIDING BODY에 2개의 RAIL의 조립 되도록 MODEL 4에서 정립된 구조로 적용. <그림 3-15>, <그림 3-16> 참조



<그림 3-15> RPSD MODEL 5,6 활차상세도



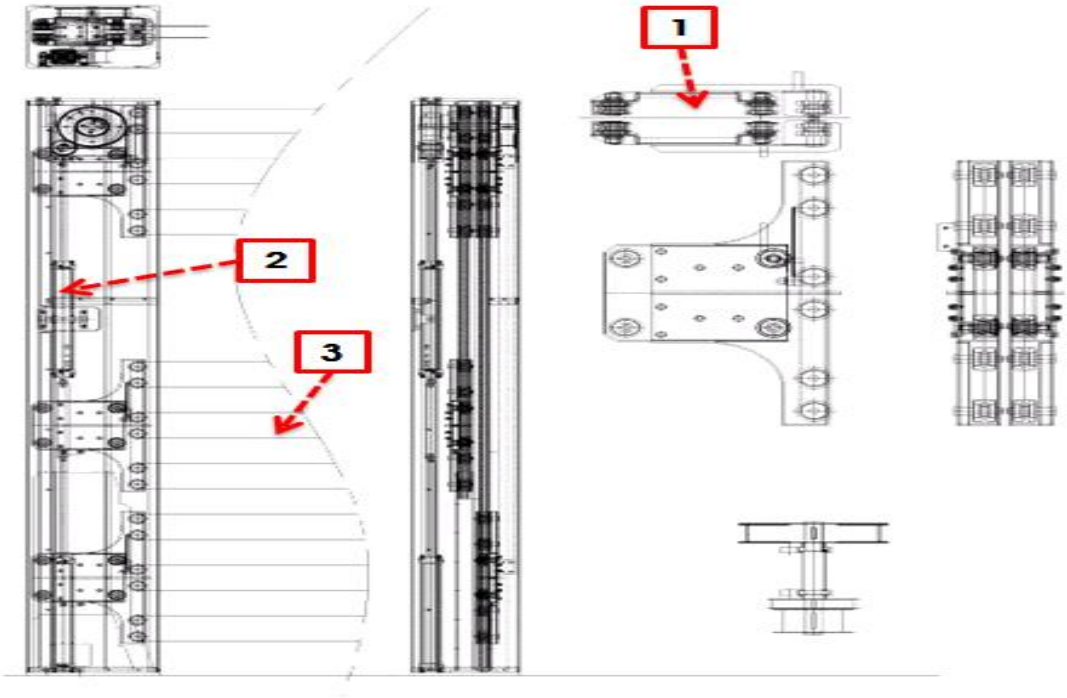
<그림 3-16> RPSD MODEL 5,6 일체형 SLIDING RAIL상세도

4 DOUBLE SHEAVE 및 CYLINDER 구동 방식 - MODEL 4까지의 과정에서 도출 정립된 DOUBLE SHEAVE(1개의 축에 연결된 크기가 다른 BELT 드럼이 회전을 하여 상승 및 하강 높이를 조절)와 1개의 AIR CYLINDER를 이용해 작동하는 구조적용

5 WEIGHT BALANCE CYLINDER(or WEIGHT) - CYLINDER 작동 시 과부하 압

력이 걸리는 것을 방지하는 목적으로 적용

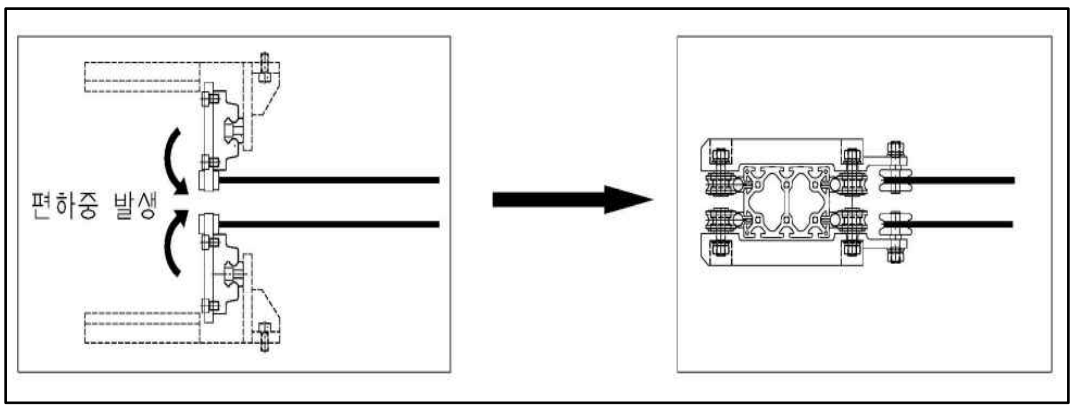
(2) 기존시스템과 구조적 비교 분석



<그림 3-17> RPSD 구조적 비교

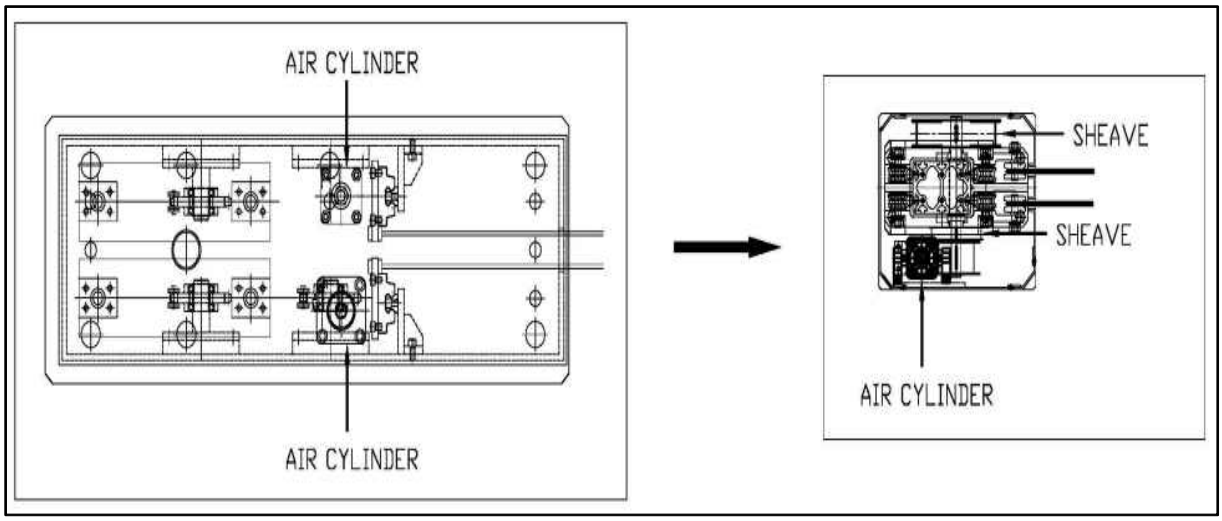
○ MODEL 1(녹동역 설치품)에서 MODEL 6지 진행이 되며 보완 변경되어 정립되어진 내용은 다음과 같다.

○ SLIDING UNIT (상, 하 동작 PART) - 기존에 문제가 되었던 LM GUIDE SYSTEM을 RAIL SLIDING TYPE으로 변경하여 원활한 동작 및 WIRE ROPE의 장력의 방향으로 정하중의 힘이 작용할 수 있도록 함. (곡선형 적용 시 편하중 현상 보완, 전체적인 구조를 간단하게 적용하고 향후 정비가 간단하게 이루어지도록 개선)



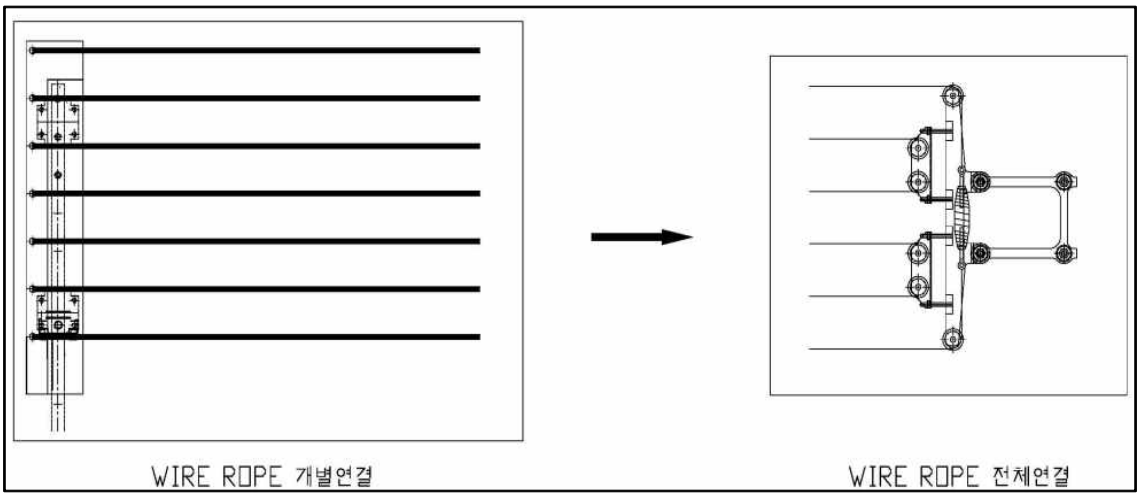
<그림 3-18> RPSD SLIDING 구조개선

○ AIR UNIT (상, 하 동작 CYLINDER PART) - 기존 1개의 MAIN POST에 2개의 CYLINDER가 동작되던 구조에서 하나의 CYLINDER만으로 구동이 가능한 DOUBLE SHEAVE(1개의 축에 연결된 크기가 다른 BELT 드럼이 회전을 하여 상승 및 하강 높이를 조절)가 연결되어 동작함으로서 TROUBLE을 최소화 한다.



<그림 3-19> RPSD AIR UNIT 구조개선

○ WIRE ROPE UNIT - 각각의 분리된 WIRE ROPE를 6열을 하나로 연결함으로서 ROPE의 장력을 균일하게 유지할 수 있도록 적용하고 향후 설치 및 정비, 교환이 쉽게 할 수 있도록 개선한다.

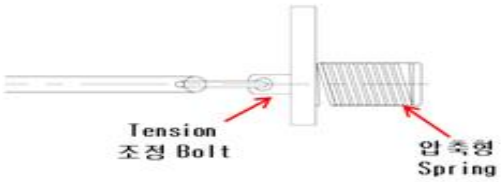
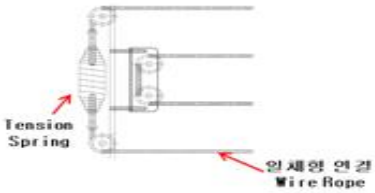
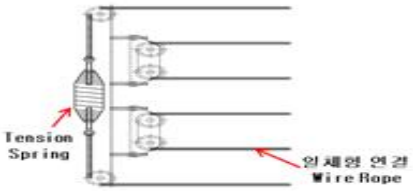


<그림 3-20> RPSD WIRE ROPE UNIT 구조개선

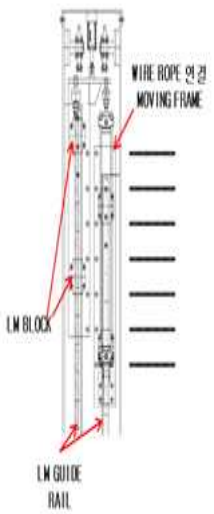
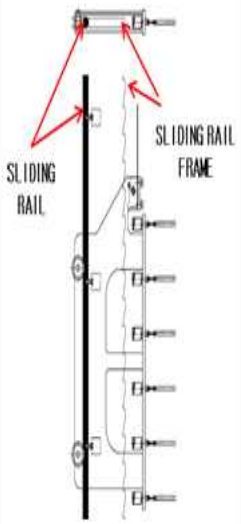
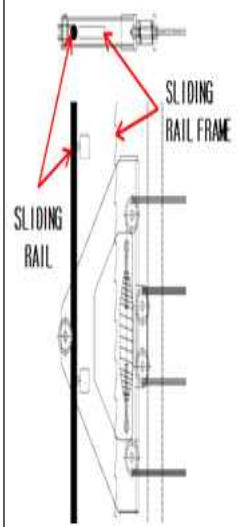
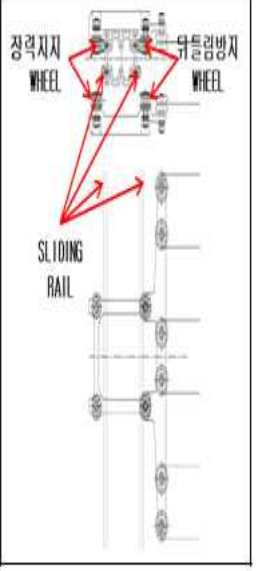
○ 전체적인 구조적 강도의 보완 및 경량화 등 기본 제원을 낮추었으며 기본 구성품 사양은<표 3-1>과 같다.

<표 3-1> 기본 구성품 사양정리

No	항 목	MODEL 1 기본 사양	MODEL 2 기본 사양	MODEL 3 기본 사양	MODEL 4 기본 사양	MODEL 5 기본 사양	MODEL 6 기본 사양
1.	주 동작 방법	Air System	Air System	Air System	Air System	Motor System	Air System
2.	Control	PLC제어	PLC제어	PLC제어	PLC제어	PLC제어	PLC제어
3.	Wire Open 거리	1950 mm	1950 mm	1869 mm	1950 mm	1910 mm	1910 mm
4.	승객 차단 높이	1400~1500 mm	1350 mm	1400 mm	1360 mm	1360 mm	1360 mm
5.	상하 동작 시간	2 ~ 3.5 초	2 ~ 3.5 초	2 ~ 3.5 초	2 ~ 3.5 초	2 ~ 3.5 초	2 ~ 3.5 초
6.	차단 Wire 줄 수	14~16 줄	13 줄	12 줄	12 줄	12 줄	12 줄
7.	Wire 간 거리	100 mm	100 mm	110 mm	110 mm	110 mm	110 mm
8.	Post 간격	10m	10m	10m	10m	10m	10m
9.	Post 높이	2790 mm	2739 mm	2419 mm	2620 mm	2620 mm	2620 mm
10.	Main Lift 간격	200 m	20 m	20 m	40 m	20 m	20 m
11.	Lift Frame 높이	2956 mm	2900 mm	2514 mm	2580mm	2500 mm	2500 mm

	개 념 도
MODEL 1	
MODEL 2	
MODEL 3	
MODEL 4,5,6	

<그림 3-21> 스프링 체결모형

	MODEL 1	MODEL 2	MODEL 3	MODEL 4,5,6
개 념 도				

<그림 3-22> 모델별 SLIDING RAIL SYSTEM Type

마. 시작품의 구조해석

(1) 시작품에 대한 구조해석

○ 본 연구의 주요 설치대상인 지상역을 중심으로 지상역 특성과 스크린도어 설치를 위한 설계반영사항, 구조적 안전성 확보 방안을 검토하였으며, 현재 스크린도어의 주요 기능과 분류, 종류별 장단점, 설계기준, 각 분야별 인터페이스 고려사항을 검토하였다.

(가) 시작품 구조해석의 목적

○ 지상 역사 승강장의 환경에 부합하고 다양한 차종에 적용이 가능한 승객안전사고 방재 시스템의 개발과 실용화를 목적으로 한다. 이를 위한 지능형 스크린도어 개발에는 여러 분야의 사전 연구 개발이 필요하며, 특히 승강장과 지능형 스크린도어의 구조적 안정성 확보를 위한 구조해석 분야의 연구 지원이 필요하며, 이에 따라 총 연구개발 분야 중 스크린도어와 승강장과의 안정적 결합을 위한 구조물 구조 해석을 수행하여 원활한 연구 수행이 되도록 하고자 한다.

○ RPSD 시스템의 표준단면 형상을 기초로 하여 지상역사에서 발생할 수 있는 하중조건 등을 면밀히 검토하여 구조적 안정성을 검토하며, 설계하중, 주 하중을 지지하는 Post의 표준단면과 이에 대한 구조적 안정성 검토한다.

(나) RPSD 설계 요구조건

○ 시작품의 RPSD(Rope Platform Screen Door)은 와이어로프를 이용한 개폐형 스크린도어로, 난간형과 같은 기능을 유지하나, 안전성측면에서는 전면을 와이어로 선로부와 승강장부를 완전 차단하여 안전성을 높였다.

○ 또한, 역사에서 열차의 정위치 정차는 스크린도어 설치와 관련하여 승객의 승하차의 가능여부뿐만 아니라 안전성의 측면에도 매우 중요한 요소이며, 특히, 일반철도, 지하철, 경전철 등 다양한 열차가 혼용되는 역사에서는 스크린도어의 형상과 기능이 설치 가능여부를 좌우할 수 있다.

○ 본 연구대상의 RPSD는 Post와 Wire Rope로 주로 구성되어 안전성과 더불어 정차위치에 따른 열차특성에 훨씬 자유로울 수 있다. 분할구조로 설치되는 경우는 모든 모듈이 상하 개폐 기능이 동시에 작동되어 야 하며, 이는 각 모듈의 동시제어 기술이 요구되는 시스템에 해당된다.

(2) RPSD 기본구성과 작용하는 하중 검토

○ RPSD에 작용하는 하중

- 풍압하중(Wind Pressure Load) : 바람, 태풍 등의 기류에 의해 지상역사에 설치된 도어에 가해지는 하중으로서 태풍의 경우와 같은 최악의 조건을 가정하여 도출한다.
- 열차풍압하중(Train Pressure Load) : 열차풍에 의해서 스크린도어에 가해지는 하중을 의미한다. 본선 터널 형식(단선, 복선터널), 열차운행속도 등을 고려하여 열차 풍압하중을 산정한다.
- 집단하중 (Crowd Load) : 승객의 밀침에 의해서 스크린도어에 가해지는 하중을 의미한다. 승강장 바닥에서 1.1m 높이에 선형하중의 형태로 작용하는 것으로 단순화 한다.
- 피로하중 (Fatigue Load) : 열차풍압하중이 지속적이고 주기적으로 스크린도어에 작용할 경우 피로하중이 작용한다. 노선특성상 직통열차나 통과열차가 빈번할 경우 스크린도어의 구조설계에 피로하중을 고려한다.

○ 정거장 특징에 따라 작용하중 특성

- 주요 연구대상의 역사 형태(지상, 지하)와 스크린도어 형태에 따라 작용하중의 특성이 달라진다. 일반적인 지하철의 경우 외기에 따른 풍압에 대해서는 자유로우나, 본선구간의 피스톤효과와 승강장 밀폐에 따른 열차 풍압하중이 주요 하중의 하나로 작용한다. 반대로, 지상역사의 경우 오픈된 승강장에 따라 열차 풍압이 상대적으로 작으며, 오히려 외기에 따른 풍압이 열차풍압보다 구조적안정성을 좌우되는 주요 하중 인자로 작용한다.

<표 3-2> 지상역사와 지하역사의 하중조건

구 분	설계조건
지상역사	• 태풍에 의한 풍압하중을 적용한다. • 집단하중을 고려한다. • 승강장에 열차의 무정차 통과가 빈번하게 발생할 경우 피로하중을 고려한다.
지하역사	• 지하역사의 경우 풍압하중이 작용하지 않으므로 풍압하중은 고려하지 않고, 열차풍압하중을 적용한다. • 집단하중을 고려한다. • 승강장에 열차의 무정차 통과가 빈번하게 발생할 경우 피로하중을 고려한다.

- 토목분야 : 승강장에 설치하는 스크린도어는 다음의 설계조건을 만족토록 설계하여야한다.

<표 3-3> 스크린도어 설계조건

항 목	9호선 기준	RPSD 기준(안)	비 고
설치위치	승강장 연단으로 부터 100mm 이내	좌 동	
수평분포하중	0.10 kN 이상	좌 동	
피로하중	51 ㎏f/m2 50만회 이상	좌 동	
내풍압	최대 2.70 kN/m2	좌 동	
순간풍속	최대 30 m/s(지하)	좌 동	
스크린도어 출입문 간격	W 2,000~2,300 × H 2,000	W 9,660 × H 1,900	
설계한계	1편성 6량 × 4문기준	Free	

주 : 향후, 시험설치 역사 여건을 고려하여 설치위치 조정

○ 본 연구 적용 하중 및 설계 기준

- 본 연구에서의 설계기준은 도시철도 설계기준을 준수하여 작용하중을 적용하고자 한다. 풍압하중은 외부기상에 노출된 지상역사에서만 적용하고 작용하중은 도시철도설계기준에 의해 2.7kN/m2을 적용하였다.
- 열차풍압하중은 지하역사의 경우 본선을 지나 승강장에 진입하는 동안 본선 내부에서 유입된 공기와 스크린도어로 밀폐된 승강장에 기존 유동체인 공기가 존재하여 피스톤 효과에 따른 압력이 작용하며, 도시철도기준에서는 0.85kN/m2을 적용하였으나, RPSD 특성상 승강장층과 밀폐효과가 떨어져 밀폐형 또는 반밀폐형, 난간형보다 작은 하중이 작용할 것으로 예상된다.
- 승강장 내에서 군중의 밀림에 의한 하중으로는 도시철도 설계기준에 제시되어있는 하중인 0.1kN/m 을 바닥에서 1.1m 높이에서 작용하는 것으로 산정하였다.

<표 3-4> 지상역사 및 지하역사 설계조건

항 목	지상 역사	지하 역사
설계 조건	• 태풍에 의한 풍압하중 적용 • 집단하중 고려	• 열차풍압하중 적용 • 집단하중 고려
풍압하중	2.7kN/m2	-
열차 풍압하중	-	0.85kN/m2
집단 하중	0.1kN/m	0.1kN/m

(2) RPSD POST 구조해석

(가) 설계 조건

○ 하중조건

- 고정하중(DEAD LOAD) : 기둥 및 ROPE 자중
- 활하중(Live Load) : 집단하중 981.0 kN/m 을 등분포로 재하하며, 하중 작용위치는 승강장 바닥에서 1.1m 높이에서 선형하중의 형태로 작용한다.

○ 로프장력 : 로프장력에 의한 하중은 2.5kN/EA 로 가정한다.

○ 풍하중(Wind Load) : 3.0kN/m2 으로 작용하는 것으로 가정한다.

○ 사용재료

- 철근(SD40) : 항복점 강도는 fy=400Mpa, 허용인장응력 fsa= 180Mpa, 허용압축응력은 Fsa= 180Mpa

<표 3-5> 허용축방향 인장응력

강 종 / 판두께(mm)	SS 400 SM400 SMA 41	SM490	SM490Y SM520 SMA50	SM 570 SMA 570
40 이하	140	185	210	255
40 초과 75 이하	125	175	195	245
75 초과 100 이하			190	240

자료 : 철도설계기준(철도교편), 2004, 86 Page

<표 3-6> 허용축방향 허용응력

강 종 / 판두께(mm)	SS 400 SM400 SMA 41	SM490	SM490Y SM520 SMA50	SM 570 SMA 570
40 이하	80	105	120	145
40 초과 75 이하	75	100	115	140
75 초과 100 이하			110	135

자료 : 철도설계기준(철도교편), 2004, 86 Page

<표 3-7> 항복 응력

강 종 / 판두께(mm)	SS 400 SM400 SMA 41	SM490	SM490Y SM520 SMA50	SM 570 SMA 570
40 이하	240	320	360	460
40 초과 75 이하	220	300 (320)	340 (360)	440 (460)
75 초과 100 이하			330 (360)	430 (460)

자료: [도로교설계기준,2005] 58 Page

<표 3-8> 허용 축방향 압축응력

강 종 / 판두께(mm)	SS 400 SM400 SMA 41	SM490	SM490Y SM520 SMA50	SM 570 SMA 570
40 이하	$0 < \ell/r \leq 6$: 140 $6 < \ell/r \leq 130$: $140-0.78(\ell/r-6)$ $\ell/r > 130$: $\frac{740,000}{(\ell/r)^2}$	$0 < \ell/r \leq 9$: 185 $9 < \ell/r \leq 115$: $185-1.22(\ell/r-9)$ $\ell/r > 115$: $\frac{740,000}{(\ell/r)^2}$	$0 < \ell/r \leq 6$: 210 $6 < \ell/r \leq 105$: $210-1.47(\ell/r-6)$ $\ell/r > 105$: $\frac{740,000}{(\ell/r)^2}$	$0 < \ell/r \leq 10$: 255 $10 < \ell/r \leq 95$: $255-2.07(\ell/r-10)$ $\ell/r > 95$: $\frac{740,000}{(\ell/r)^2}$
40 초과 75 이하	$0 < \ell/r \leq 12$: 125 $12 < \ell/r \leq 130$: $125-0.71(\ell/r-12)$ $\ell/r > 130$: $\frac{730,000}{(\ell/r)^2}$	$0 < \ell/r \leq 5$: 175 $5 < \ell/r \leq 115$: $175-1.08(\ell/r-5)$ $\ell/r > 115$: $\frac{730,000}{(\ell/r)^2}$	$\ell/r \leq 14$: 195 $9 < \ell/r \leq 105$: $195-1.35(\ell/r-9)$ $\ell/r > 105$: $\frac{730,000}{(\ell/r)^2}$	$\ell/r \leq 10$: 245 $10 < \ell/r \leq 95$: $245-1.97(\ell/r-10)$ $\ell/r > 95$: $\frac{730,000}{(\ell/r)^2}$
75 초과 100 이하	$\ell/r \leq 9$: 190 $9 < \ell/r \leq 105$: $190-1.3(\ell/r-9)$ $\ell/r > 105$: $\frac{730,000}{(\ell/r)^2}$			$\ell/r \leq 10$: 240 $10 < \ell/r \leq 95$: $240-1.91(\ell/r-10)$ $\ell/r > 95$: $\frac{730,000}{(\ell/r)^2}$

자료 : 〔철도설계기준(철도교편),2004〕 87 Page
주: 여기서 ℓ : 부재의유효좌굴길이(㎝) r: 부재총단면의단면회전반경(㎝)

○ 하중 산정

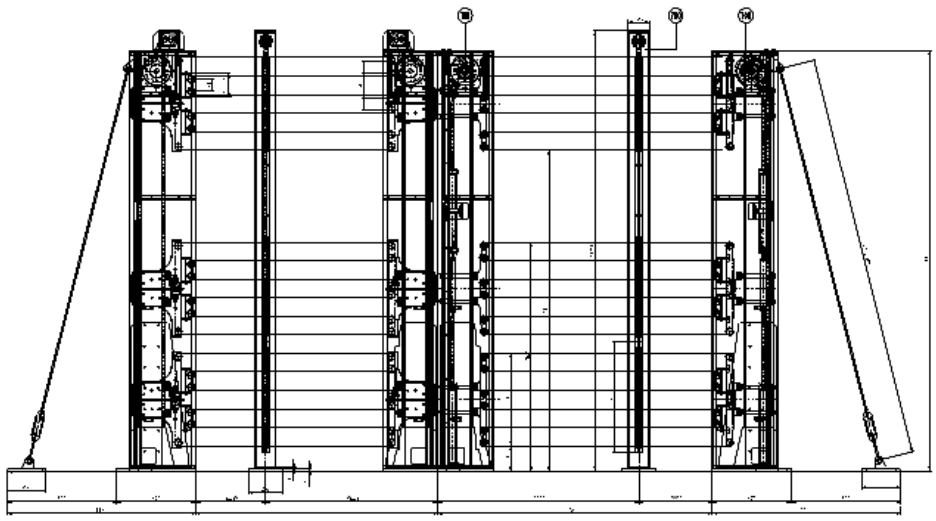
- 강재 자중은 PROGRAM내에서 자동으로 계산 (부부재 할증율: 50.00 % 적용:
- 집단하중은 승강장 바닥에서 1.1m 높이에 선형하중의 형태로 작용(Crowd Load) : CL = 981N/m
- 작용하중 CL = 981 N/m × 80.0 m / 4 = 19.62 kN
- 로프장력에 의한 하중(Rope Tension) : RT = 2500 N/EA
  - 로프에 작용하는 하중(4EA)은 Post를 따라 이동하는 롤러(2EA)에 의해 POST에 이동하중으로 작용
  - 롤러 개소별 RT = 2500 N/EA × 4EA / 2EA = 5000EA
- 풍하중은 3.0 kN/m2 적용
  - 정면 : WL1 = 3.0 kN/m2 × 0.33 m = 0.99 kN/m
  - 측면 : WL2 =3.0 kN/m2 × 0.27 m = 0.81 kN/m

<표 3-9> 하중조합

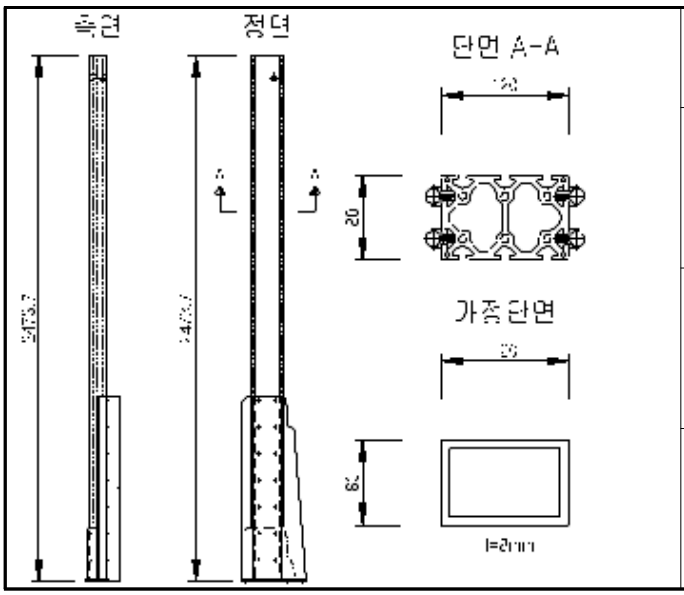
구 분	고정하중	집단하중	로프장력	풍 하 중		비 고
				정 면	측 면	
CASE1	1.00	1.00	1.00	1.00		
CASE2	1.00	1.00	1.00		1.00	

(나) 해석단면 및 모델링

○ 구조해석 단면은 Main Post 간격 20m, 40m, 80m 에 따라 검토하였으며, Main Post 사이 중앙에 Middle Post를 10m, 20m, 40 위치에 배치한 것으로 검토하였다.



<그림 3-23>구조해석 단면도



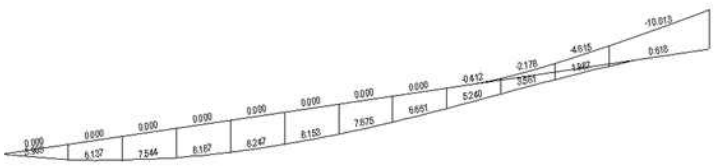
구 분		단면	두께
시나리오 1	20m	120x80	8mm
시나리오 2	40m	130x90	12mm
시나리오 3	80m	140x100	20mm

<그림 3-24> 해석 단면 및 모델링

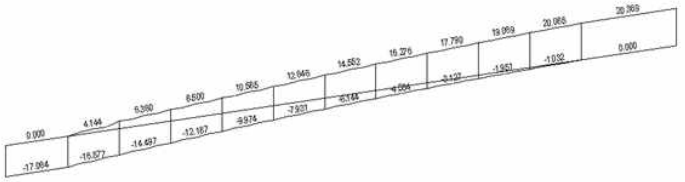
(다) 구조 해석 결과

○ 시나리오 1 해석결과

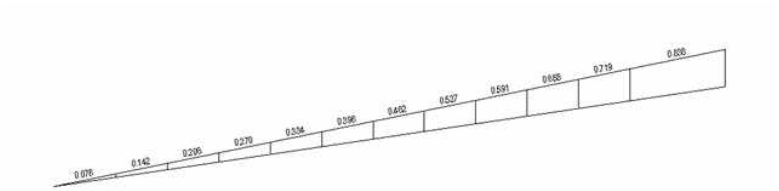
- Post Moment

	• 측면(Rope 축방향) My(max) = 4.615
	• 정면(선로 방향) Mz(max) =5.908

- Post Shear Force

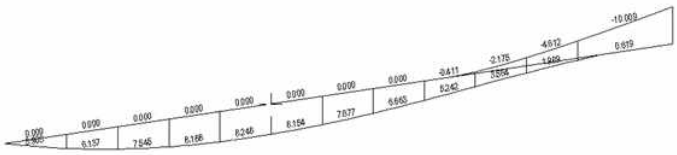
	• 측면(선로 방향) Fy(max) = 6.998
	• 정면(Rope 축방향) Fz(max) = 20.085

- Post Axial Force

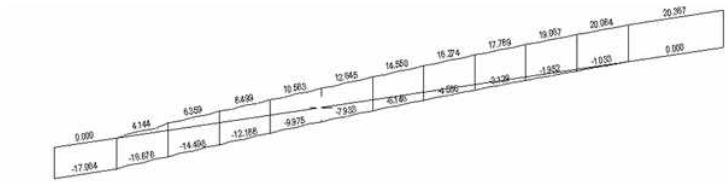
	• 축력 Fx(max) = 0.719

○ 시나리오 2(L=40m) 해석결과

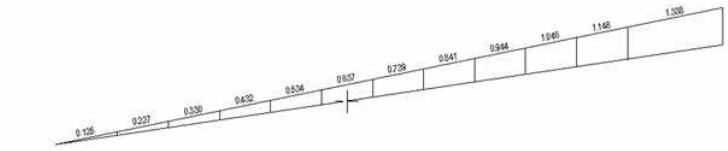
- Post Moment

	• 측면(Rope 축방향) My(max) = 4.612
	• 정면(선로 방향) Mz(max) = 9.605

- Post Shear Force

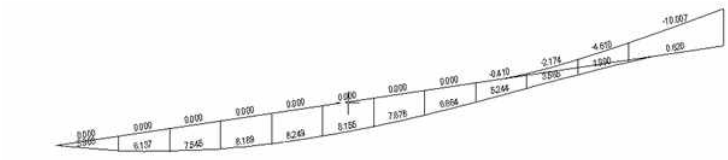
	• 측면(선로 방향) Fy(max) = 11.903
	• 정면(Rope 축방향) Fz(max) = 20.084

- Post Axial Force

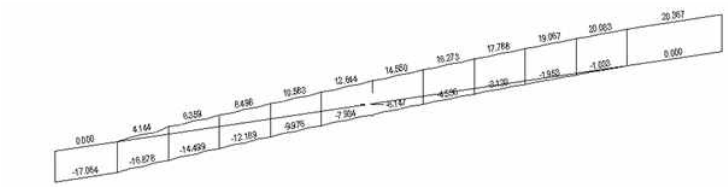
	• 축력 Fx(max) = 1.148

○ 시나리오 3(L=80m) 해석결과

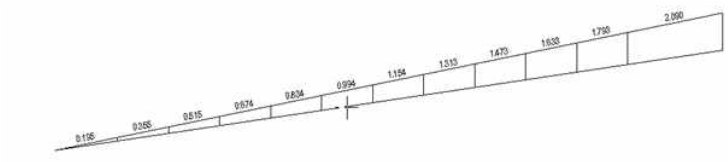
- Post Moment

	• 측면(Rope 축방향) My(max) = 4.615
	• 정면(선로 방향) Mz(max) = 16.998

- Post Shear Force

	• 측면(선로 방향) Fy(max) = 21.713
	• 정면(Rope 축방향) Fz(max) = 20.084

- Post Axial Force

	• 축력 Fx(max) = 1.793

<표 3-10> 단면력 종합결과

구 분		축력	전단력		비틀림 Mx	모멘트	
			Fy	Fz		My	Mz
시나리오 1	case 1	0.719	6.998	19.122	2.000	4.389	5.908
	case 2	0.719	4.905	20.085	2.000	4.615	3.695
시나리오 2	case 1	1.148	11.903	19.121	2.000	4.386	9.605
	case 2	1.148	9.810	20.084	2.000	4.612	7.393
시나리오 3	case 1	1.793	21.713	19.121	2.000	4.385	16.998
	case 2	1.793	19.620	20.084	2.000	4.610	14.786

(3) 부재력 검토 결과

○ 부재력 검토 결과 안전율 1.1이상 확보가 가능한 것으로 분석되었으며, 지간이 길어질수록 Post의 단면과 두께가 증가되어 정면과 측면(X축과 Y축)의 안전율 차이가 증가되어 불균형적인 단면이 형성되었다.

○ Main Post 20m 간격의 시스템은 각 축별(정면, 측면) 허용 안전율을 확보하고 평균 안전율이 1.82로 적정하여 합리적인 단면으로 판단된다. 또한, 열차의 출입문 위치와 차량 제원을 고려할 경우 Main Post 20m 일 경우에도 지장이 없을 것으로 판단되며, 곡선정거장, 하중의 균형분배 등을 고려할 경우 적정할 것으로 판단된다.

○ RPSD 구조해석 중 단면을 결정하는 주요 하중은 군중하중(Crowd Load)이였으며, 시험체 제작 특성상, Main Post를 캔틸레버로 구조체로 해석하여 다소 과도한 모멘트가 발생하였으며, 실제 시공시 승강장 고정단의 접속부 여건에 따라 구조해석의 차이가 발생할 수 있을 것으로 사료된다.

○ 따라서, 시험 시공시에는 건설될 역사의 승강장 여건을 상세히 검토하여 Main Post 상부 지지대 설치 가능 여부 등을 검토하여 발생 응력 감소 방안을 마련하여 구조체의 단면 최적화가 필요하며, 승강장 고정단의 접속부 강결 방안을 마련하여 제시할 필요가 있다.

<표 3-11> 시나리오별 안전율

구 분			작용하중 (kN,m)	작용응력 Fy	허용응력 Fz	합성 응력	판정 (<1.1)	안전율	
시나리오 1 (20m)	정면	휨	5.908	134.204	140.00	0.994	O.K	1.12	1.82
		전단	6.998	20.968	80.000				
	측면	휨	4.615	58.381	140.000	0.437	O.K	2.52	
		전단	20.085	10.476	80.000				
시나리오 2 (40m)	정면	휨	9.605	127.162	140.000	0.926	O.K	1.19	2.71
		전단	11.903	14.565	80.000				
	측면	휨	4.612	34.650	140.000	0.260	O.K	4.23	
		전단	20.084	6.446	80.000				
시나리오 3 (80m)	정면	휨	16.998	130.075	140.000	0.939	O.K	1.17	4.21
		전단	21.713	10.637	80.000				
	측면	휨	4.610	20.270	140.000	0.152	O.K	7.26	
		전단	20.084	3.592	80.000				

(4) 소 결

○ 부재력 검토 결과, RPSD 구조체의 안전율 이상 확보가 가능한 것으로 분석되었으며, 기존 승강장의 안정성에도 문제가 없는 것으로 분석되었다.

○ 다만, RPSD는 기존 스크린도어 구조체와 다르게, ROPE 형으로 기존 강성체 차단막과 달리 완벽한 차단막이 없으며, Rope에 특성으로 일정량의 처짐이 발생하게 된다.

○ 또한, 하중 재하시 Rope에 하중이 전체 분포되어, 기 설계기준과의 재하 조건이 다소 차이가 있어, RPSD에 적합한 하중조건을 산정하여 기준화 하는 것이 타당할 것으로 사료된다.

○ 복잡한 기계적 장치와 로프와의 연결시 기계적 특성, 하중재하에 따른 구조체와 ROPE의 비선형 거동 등을 충분한 시간을 가지고 정밀한 구조해석이 필요하며, 이를 바탕으로 하중 재하별 로프의 처짐량을 정확히 산정하여 이에 따른 구조체의 전달 하중이 검토되어져야 할 것으로 판단된다. 만약, 3단계에서는 이러한 기계적 거동 등을 정확히 해석하여 구조체의 발생 하중을 반영할 경우, 현재보다 좀 더 경제적이고 안정적인 설계가 가능할 것으로 판단된다.

○ 추가적으로 타 구간의 기존 승강장에 RPSD를 설치할 경우, RPSD의 지간과 기존 승강장의 안정성을 연관하여 검토할 필요가 있다.

○ 본 시범구간인 문양역의 경우, 2005년에 개통하여, 비교적 구조물의 안정성이 높고, 또한, 검토결과 충분한 기존 승강장의 안정성을(최소 F.S=1.3) 확보하였으나, 시공이 오래되었거나, 하중조건이 다른 기존 승강장에 설치할 경우, 기존 승강장 안정성 확보에 주의할 필요가 있다.

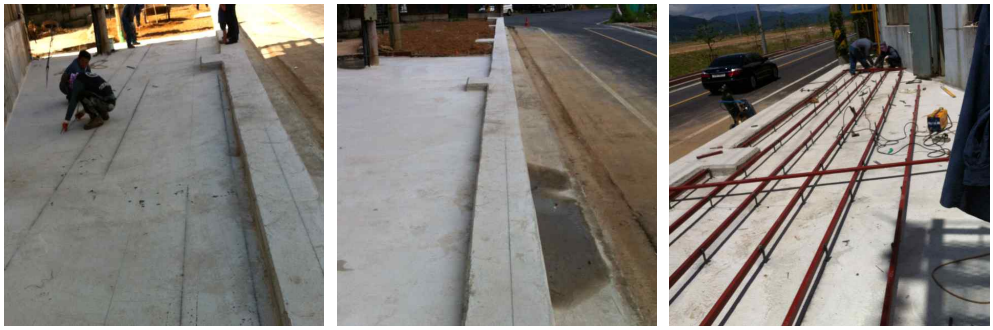
○ 특히, RPSD 지간을 키울수록, RPSD 지점에 하중이 집중되어 기존 승강장에 무리를 줄 수가 있어, 반드시, 안정성 확보 여부를 검토하고, 미 확보시, 승강장 고정단의 접속부 강결 방안을 재 검토하거나, 승강장 보강방안을 검토하여야 한다.

마. 내구성 검사 및 시험

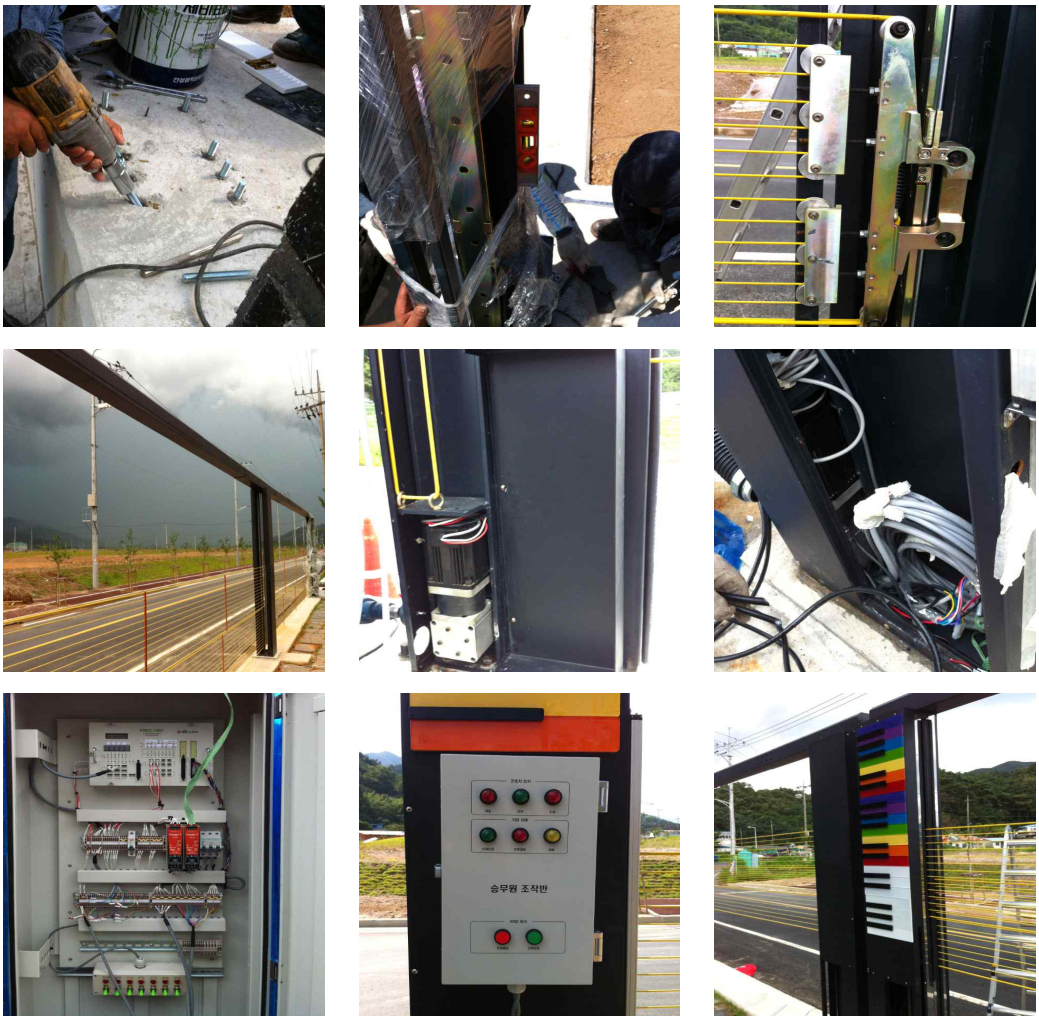
(1) RPSD 시작품 설계 및 설치(40m 2분할)

○ RPSD의 지상역 조건에서 모터 타입의 동시동작 내구성 시험 및 영하 내구성 시험을 위하여 간이역 승강장 및 40m 2분할 타입의 RPSD 프로토 타입을 설치하였다.

- 간이역 승강장 설치 작업 내역은 다음과 같다.
  - 승강장 시멘트 양생 작업
  - 포스트 기준선 잡기
  - 앙카 작업
  - 절연작업
  - 포스트 설치
  - 와이어 설치
  - 케이블 Tray 설치
  - 포스트 디자인 삽입
  - 모터 설치
  - 기조 전기작업
  - TIP 및 DCU 등의 인터페이스 장비 설치



<그림 3-25> 간이역 설치 바닥 기초 작업



<그림 3-26> RPSD 주요설치 과정

<그림 3-27> RPSD 40m 2분할 타입설치 완료 사진(광양 SKD HI-TEC 간이역)

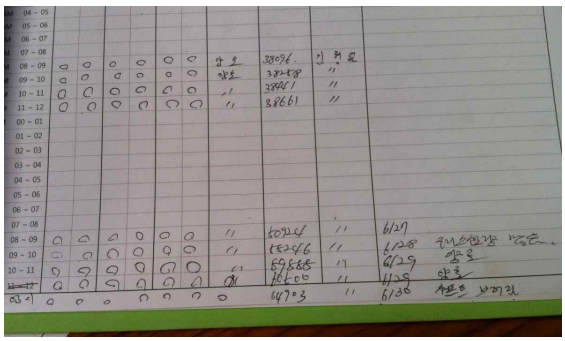
(2) 시작품의 동시 작동 내구성 시험

○ RPSD 동시작동 내구성 시험은 실제 지상역과 같은 간이 승강장을 구축하여 모터이용 구동방식의 분할타입 RPSD 시작품 20M 단위 2식을 연속 구동하게 하여 연속동작 시 각부의 이상여부를 시험 하였다. (연속구동 50만회 완료)

○ 내구성 성능 조건

- 동시 동작시간 시험의 경우 열림/ 닫힘 시간을 4.5초 이내로 하여 기능이나 성능에 이상이 없는지 시험
- 작용력에 대한 시험의 경우는 400N 이하에서 구동 시 기능이나 성능에 이상이 없는지 시험
- 수동 개방력 시험은 200N 이하(20M 구간 당)에서 구동 시 기능이나 성능의 이상 유무 시험
- 마모상태 시험의 경우 5만회마다 측정하여 마모 상태를 확인하고, 유지보수 항목 발생에 대한 체크 등의 시험
- 내구성 시험 세부 목록은 다음과 같다.
  - 레일의 이상 유무(좌, 우)
  - 활차 롤러의 이상 유무(좌, 우)
  - 모터, 감속기 소음 이상 유무(좌, 우)
  - 와이어 동작상태 이상 유무

- RPSD 테스트 일지 및 신뢰성 시험 자체 인증 결과서는 <그림 3-28>과 같다.



<그림 3-28> RPSD 테스트 기록 일지

개요 : RPSD 구조물의 강도 및 동작에 대한 신뢰성 보증

가. 목적

구조물 설계의 기준을 제시로, 설계의 적정성과 동작의 신뢰성을 확보

나. 시험 방법

시료를 500,000 회 연속 동작하여 각부에 이상여부를 확인한다.

다. 시험 조건

1) 시료를 500,000 회 연속으로 작동하여 각부에 이상이 없어야 한다.

2) 시험 중 약 5 만회 마다 개폐 시 동작시간, 동작상태, 작용력, 수동개방력을 확인하여, 내구시험 동작 중 기능이나 성능에 영향을 미치지 않아야 한다.

라. 내구성 시험 중 동작상태 검사(결과)

시험 항목	시험 기준	시험 결과	비 고
RPSD 내구성 시험	50 만회 연속 동작시 이상 없을 것	이상 없음	
내구성 시험 중 **동작시간 시험**	열림/닫힘시간 : 4.5 초 이내일 것 기능이나 성능에 이상 없을 것	이상 없음	5 만회 마다 20 회 측정
내구성 시험 중 **작용력 시험**	400 N 이하 (Main Post Moto Power) 기능이나 성능에 이상 없을 것	이상 없음	5 만회 마다 20 회 측정
내구성 시험 중 **수동 개방력 시험**	200 N 이하 (20M 구간당) 기능이나 성능에 이상 없을 것	이상 없음	5 만회 마다 20 회 측정
내구성 시험 중 **마모 시험**	마모상태가 기능이나 성능에 이상 없을 것	이상 없음	5 만회 마다 5 회 측정
내구성 시험 중 **동작상태 시험**	기능이나 성능에 이상 없을 것	이상 없음	5 만회 마다 20 회 측정

상기와 같이 RPSD 내구성 시험결과에 따른, RPSD 의 신뢰성을 보증합니다.

<그림 3-29> RPSD 신뢰성 시험 자체 결과

<그림 3-30> RPSD 열림 및 닫힘 상태

(3) Main Lift 영하 내구성 시험

○ Main Lift 영하 내구성 시험은 외부조건에 구동부가 모두 노출된 상태로 구동하는 지상역에서 RPSD가 원활하게 이상 없이 작동하여 실제 운영 가능한지 여부를 확인하기 위함이 목적이며, 20m 단위 2식의 프로토 타입을 이용하여 시험 하였다.

○ RPSD 시작품 동시작동 내구성 시험

- 간이역에 설치된 20m 단위 2식을 이용하여 실제 겨울철 날씨를 이용한 눈, 비, 바람 등에 노출시킨 상태로 시험하였다.(구동 시험 영상촬영)
- 개폐 시간은 RPSD 열림부터 담힘 시간까지 10초를 기준으로 구동하여 1일 약 9,000회 구동 테스트 실시하였으며, 1일 오전 9시 30분, 오후 6시 30분 총 2회씩 구동부의 양호 상태를 점검하였다.
- 시험 시 0℃ ~ -5℃의 기온일 수 는 47일, 0℃ ~ -5℃ 기온일 수는 12일, -10℃ 이상의 기온일은 5일 이었다.
- 간이역 설치 장소인 광양의 경우 서울 경기 지방 보다 영하날씨 일수 가 작아 24시간 연속 가동 시험으로 이상 유무를 시험하였다.

<표 3-12> 영하 구동 시험 시 기온 및 시험 횟수

시험 시 기온	시험 일수(테스트 횟수)	시험 횟수 합계
0℃ ~ -5℃	47일(1일 약 9,000회)	406,080회
-5℃ ~ -10℃	12일(1일 약 9,000회)	103,608회
-10℃ 이상	5일(1일 약 9,000회)	43,200회
합계	64일	약 552,690회

<그림 3-31> RPSD 열림 및 닫힘 상태

제2절 구조체 시제품 제작

1. 요구사항 분석

가. 개요

○ 지상역 승강장에서 승객의 안전 확보, 지상역 조건과 열차 차종 자동 인식에 따른 상하 개폐 기능이 탑재된 지능형 승객안전사고 방재 시스템(RPSD : Rope type Platform Safe Door)의 실용화 기술을 목표로 연구개발이 수행되고 있다.

○ 본 시스템의 연구개발은 상하 개폐방식이라는 점과 Wire Rope로 승객안전 확보, 모터 구동이 아닌 실린더 방식을 채택하여 200m 승강장 구간을 동시에 통제 가능한 Wire Rope를 이용한 상하 개폐방식으로 현재 대구광역시 도시철도 2호선 문양역에 시범설치 운행되고 있다.

○ 이러한 지능형 RPSD의 인간 중심 설계를 위해서는 RPSD의 기술구현 뿐 아니라 RPSD을 이용하게 되는 대상자들의 감성(안전성, 고품격, 쾌적함, 압박감 등)을 과학적으로 측정하고 분석할 필요가 있다.

○ 따라서 본 연구에서는 이용자들이 어느 정도 만족하는지 그리고 RPSD 설치 전과 설치 후의 감성평가 자료를 비교하고, 현재 지상역 승강장의 스크린도어(안전문)에 대한 위험상황에 대한 인식과 안전사고를 예방하는데 안전펜스의 유효성 및 RPSD 설치 필요성 등을 조사·분석하여 이용자 중심의 시스템을 개발하는데 목적이 있다.

○ 요구 분석을 위한 조사 분석 내용은 다음과 같다.

○ RPSD 시스템에 대한 휴먼펙터 분석

- 휴먼팩터를 도출할 수 있는 관능(주관)평가, 지각적(객관적) 평가법, 종합평가법 등에 대한 평가방법에 대한 고찰
- 지능형 RPSD의 작동원리와 각 설계대안 별 특징이 안전(불안)한지, 세련되고 모던한 느낌이 있는지, 개방감(압박감)이 있는지, 견고한지, 전체적으로 쾌적한지 등 평가인자 및 평가항목을 정립

○ 스크린도어가 없는 철도 승강장의 위험성

- 피크시 승하차 인원이 많아서 아주 혼잡한 상태의 승강장 상황에서 선로에 떨어지는 위험성
- 열차가 고속으로 통과하는 승강장 상황에서 선로에 떨어지는 위험성

- 승강장 안전펜스의 위험성 방지에 대한 유효성 등

○ 문양역에 스크린도어가 설치된 후 RPSD 유효성, 만족도

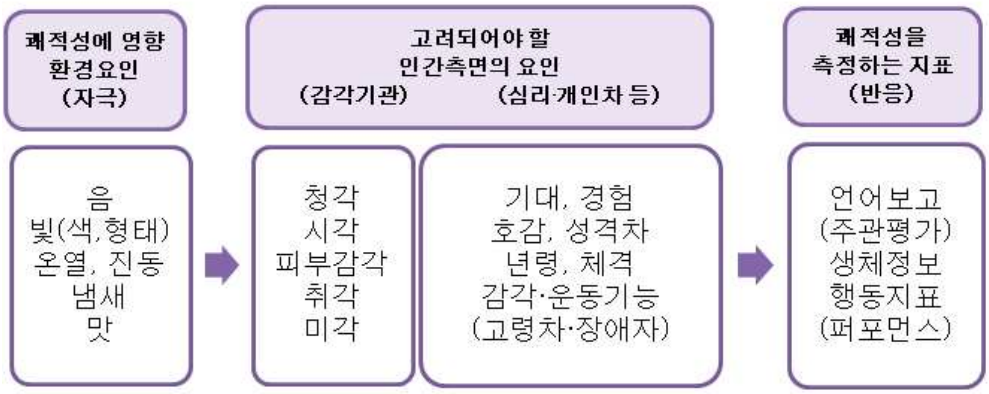
- 통계적 관능(주관)평가방법으로 SD법에 의한 감성평가결과를 설치전과 설치후 비교 분석
- RPSD 시스템 설계시 고려할 사항
- RPSD 에 대한 감성평가 순위분석 등

나. 감성평가의 개념 및 평가방법

(가) 감성평가의 의미

○ 감성평가는 인간의 감성, 감각이나 사고방식에 의한 평가기술이라고 정의할 수 있으며, 근래 사회전체가 인간 중심으로 변화함에 따라 감성평가, 감성품질의 시대, 감성사회 등 쾌적성이나 감성을 키워드로 하는 연구개발이 자동차, 건설, 서비스 등 다양한 산업분야에서 활용되고 있다.

○ 즉 감성이란 철학적으로 어렵지만 감성공학의 기술로 정착됨으로서, 감성의 가치를 중요시하고 이러한 제품의 개발·생산·판매에 이르는 전부분의 비즈니스 과정에 적용되고 있으며, 감성(쾌적성)의 측정과 평가하는 구성요소는 다음과 같다.



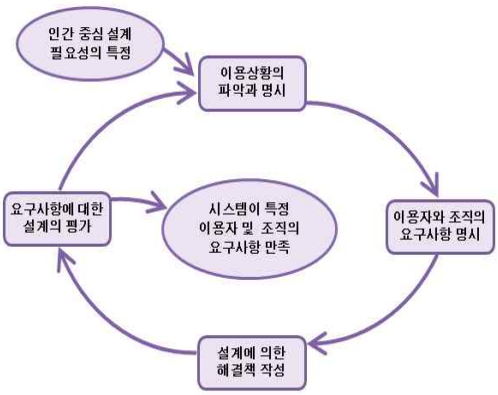
<그림 3-32> 감성평가의 구성요소

<표 3-13> 감성(쾌적성)의 측정과 평가하는 구성요소

구 분	세 부 내 용
쾌적성에 영향을 주는 환경요인	▪ 환경측의 요인은 빛, 음, 냄새, 온열, 진동과 같이 자극의 속성 혹은 시각, 청각, 피부감각, 후각, 미각과 같이 자극기관 차이에 근거해 분류할 수 있음
인간측의 요인	▪ 쾌적하고 불쾌한 정도는 자극의 절대강도로 개인에 따라 차이가 있음 ▪ 남녀별 연령별 등 개인차의 문제, 기대, 경험, 기호 등의 심리적 요인 영향 등
최적성을 측정하는 지표	▪ 언어 보고(주관평가) : 설문조사나 버튼 등을 이용 피험자가 느끼는 정도 측정 ▪ 생체 정보(생리 반응) : 뇌파, 심박, 호흡 등이 생리적인 반응을 이용함 ▪ 행동지표(퍼포먼스) : 환경을 변화시켰을 때 어느 정도 변화하는지 등

(나) 감성평가방법

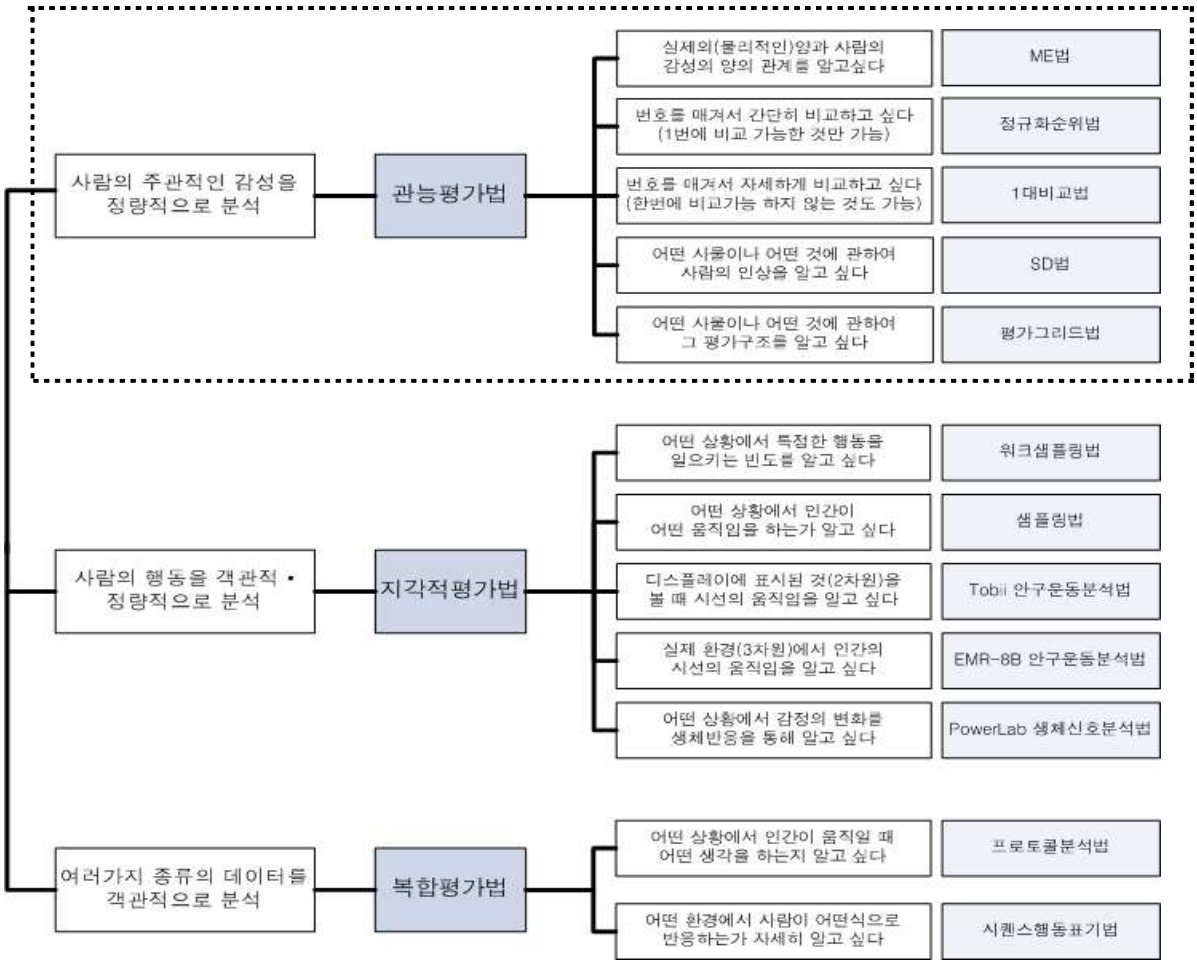
○ 시스템이 특정이용자 및 조직의 요구사항에 만족시키기 위해서는 궁극적으로 인간중심의 설계(Human Centred design)활동이 이루어져야하고 이러한 프로세스는 1)이용사항의 파악과 명시(明示), 2)이용자와 조직의 요구사항을 명시, 3)설계에 의한 해결책 작성, 4)요구사항에 대한 설계의 평가와 같은 4단계를 거쳐 제품개발에 반영되고 있다.



<그림 3-33> 인간중심의 설계활동의 상호 의존성

○ 인간을 중심으로 정량적으로 평가하는 인간공학적 수법은 관능(주관)평가, 지각적(객관적) 평가법, 종합평가법 크게 3가지로 구분하고 있으며, 본 연구에 적용할 관능(주관)평가법이란 이용자들의 감각을 평가하는 방법으로서 시뮬레이션으로 작성된 RPSD 설계대안 혹은 실제 RPSD 시스템의 작동원리를 보고 안전(불안)한지, 세련되고 모던한 느낌이 있는지, 개방감(압박감)이 있는지, 견고한지, 전체적으로 쾌적한지 등 응답자의 주관적인 감성을 수치화 하여 평가하는 방법이다.

○ 이러한 관능평가법은 다음 <그림 3-34>에 나타낸바와 같이 ME법(Magnitude Estimation method), 정규화 순위법, 일대(一對)비교법, SD법(Semantic Differential method), 평가 그리드법이 있는데, 조사방법은 인상과 이미지를 수치화하는데 범용 적으로 사용되고 있는 SD법에 의한 조사를 실시하였다.



<그림 3-34> 인간공학에서의 감성을 평가하는 방법

다. 문양역 RPSD 설치 전·후에 대한 감성평가

(가) 설문조사 개요

○ 대구도시철도 2호선 문양역에 시범으로 설치된 RPSD에 대하여 설치되기 전 RPSD 가상이미지를 보고 설문조사를 실시하였으며, 그리고 설치된 후 스크린도어를 직접보고 이 시스템을 설계하는데 있어서 가장 고려할 사항과 RPSD의 작동상황을 보고 어떤 인상을 받았는지 감성평가를 실시하였다.

○ 현장설문조사 대상자는 대구도시철도 문양역에 위치한 차량기지 근무자 및 관계자를 비

롯하여 문양역 이용객을 대상으로 설치 전 총 218명, 설치 후 총 252명의 설문조사를 실시하였다.

<표 3-14> 설문조사 개요

구분	조사대상	조사매수		조사일시
RPSD설치전	직원 및 관계자	98	45%	2013년 1월 9일 ~ 1월 12일
	일반 이용객	120	55%	
	소계	218	100%	
RPSD설치후	직원 및 관계자	85	34%	2013. 7월 11일 ~ 7월 15일
	일반 이용객	167	66%	
	소계	252	100%	

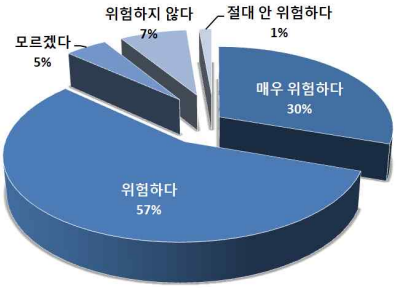
(나) 스크린도어에 대한 일반사항 분석

○ 응답자 특성

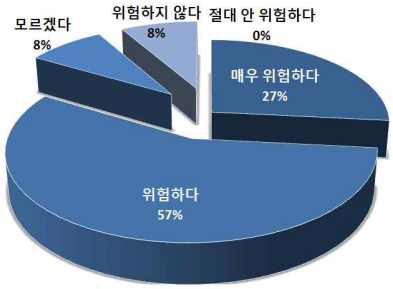
- 설문조사 응답자의 성별특성을 살펴본 결과 로프스크린도어 설치 전 총 218명 중 남성이 66%로 여성 34%에 비해 응답률이 다소 높지만, 설치 후의 경우 총 252명의 응답자 중 남성이 51.6%, 여성 48.4%로 크게 차이가 없는 것으로 나타났다.
- 직업별 특성은 설치 전·후 조사 모두 회사원이 각각 45%, 34%로 가장 높고 그 외 주부, 기타, 자영업, 공무원 순으로 나타났으며, 연령별로는 설치 전·후 모두 31~40세가 각각 23%, 24%로 가장 높은 분포를 보여주고 있다.

○ 스크린도어가 없는 철도 승강장의 위험성

- 스크린도어가 없는 철도 승강장, 「피크시 승하차 인원이 많아서 아주 혼잡한 상태의 승강장」 상황에서 선로에 떨어지는 위험성을 어느 정도 느끼십니까? 에 대하여 매우 위험하다가 30%으로 전체 87%가 위험성을 느끼고 있다.
  - 참고적으로, 동일한 질문에 대하여 2011년 일본 국토교통성의 「제5회 스크린도어 정비촉진 등에 관한 검토회」 보고서 1150부에 대한 설문조사결과에 의하면 90%가 위험하다고 응답한바 있음
- 그리고 「열차가 고속으로 통과하는 승강장」 상황에서 선로에 떨어지는 위험성을 어느 정도 느끼십니까? 에 대해서는 매우 위험하다가 27%으로 전체 84%가 위험성을 느끼고 있다.
  - 동일항목에 대한 일본의 조사결과는 80%로써 국내에서 고속열차 통과에 대하여 조금 더 위험성을 느끼고 있다는 것을 알 수 있음



(혼잡상황)

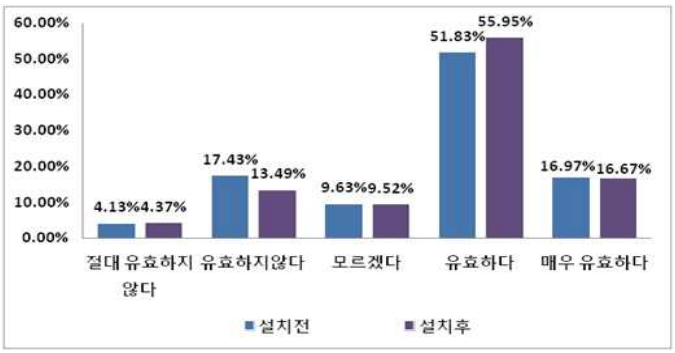


(고속열차 통과시)

<그림 3-35> 스크린도어가 없는 철도 승강장에서 선로에 떨어지는 위험성

○ 승강장 안전펜스의 위험성 방지에 대한 유효성

- RPSD 설치 이전 승강장 안전펜스가 설치되어 있을 때 승객 안전사고 측면에서 선로에 떨어지는 위험성을 어느 정도 방지할 수 있다고 생각하는지 질문한 결과 「승강장 안전펜스가 유효+매우 유효하다」 69%이고 「유효하지 않다」 17%로 나타났다.
  - RPSD 설치 후에는 「승강장 안전펜스가 유효+매우 유효하다」73%로 설치전에 비해 4% 증가한 반면,「유효하지 않다」14%로 유효성을 낮게 평가한 것으로 나타났다.

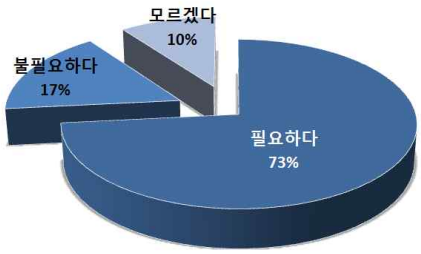


승강장 안전펜스	설치전	설치후
절대 유효하지 않다	4.13%	4.37%
유효하지 않다	17.43%	13.49%
모르겠다	9.63%	9.52%
유효하다	51.83%	55.95%
매우 유효하다	16.97%	16.67%

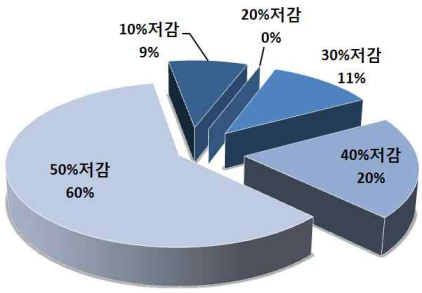
<그림 3-36> 승강장 안전펜스의 위험성 방지에 대한 유효성

○ 스크린도어에 대한 필요성

- 스크린도어가 승강장 추락사고 등 안전사고를 예방할 수 있는데, 설치비용이 한 역에 약 15억원이 소요되는데, 승객안전을 위해 꼭 설치해야 할지 질문한 결과 「필요하다」 73%, 「불필요하다」 17%, 「모르겠다」 10%로 응답하였다.
- 스크린도어의 설치비용이 비싸기 때문에 불필요하다고 선택하신 사람이 새로운 로프식 스크린도어 기술개발로 설치비용이 어느 정도 저감된다면 설치해도 좋다고 생각하십니까? 질문한 결과 「50% 저감」 60%, 「40% 저감」 20%으로 나타났다.



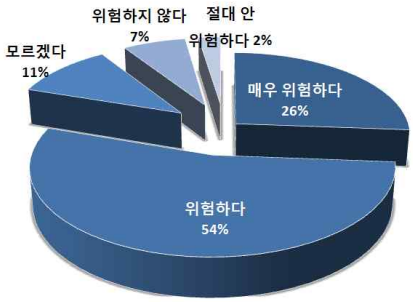
<그림 3-37> 스크린도어 필요성

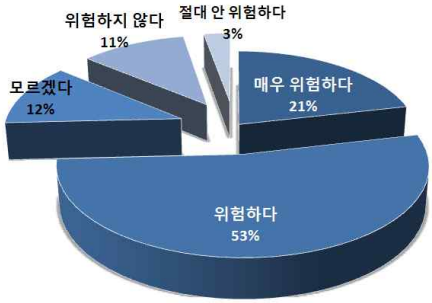


<그림 3-38> 스크린도어 비용 저감 시 설치 의향

○ RPSD에 대한 설치 필요성

- RPSD가 없는 철도 승강장에서, 선로에 떨어질 수 있는 위험성과 자살 사고의 가능성이 어느 정도 높다고 생각하십니까? 질문에 「위험하다」54%, 「매우 위험하다」26%로 총 80%가 위험하게 느끼고 있는 것으로 나타났다.
- RPSD 스크린도어가 없는 「피크시 아주 혼잡한 상태의 승강장」에서 타의로 밀려서 선로에 떨어질 수 있는 위험상황을 어느 정도 느끼십니까? 질문에 「위험하다」53%, 「매우 위험하다」21%로 총 74%가 위험하게 느끼고 있는 것으로 나타났다.





<그림 3-39> RPSD가 설치 안된 승강장의 위험성

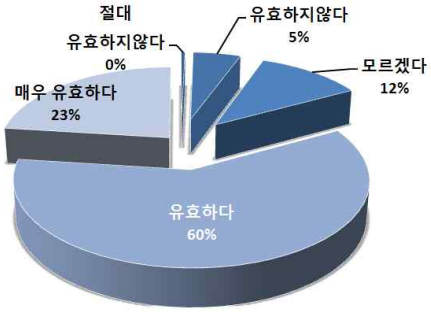
라. 문양역 RPSD에 대한 만족도 및 설계 시 고려사항

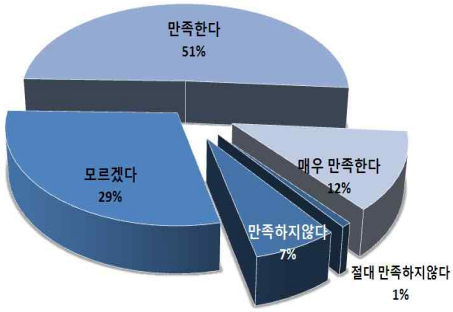
○ 문양역 RPSD 설치로 인한 위험성 방지 및 만족도

- 문양역에 RPSD가 설치된 후, 승객 안전사고 측면에서 선로에 떨어지는 위험성을 어느 정도 방지할 수 있다고 생각하십니까? 질문에 「유효하다」60%, 「매우 유효하다」23%로 총 83%가 안전사고를 방지할 수 있는 것으로 조사되었다.

- 현재 문양역에 설치된 스크린도어에 어느 정도 만족하십니까? 질문에 「만족한다」

51%, 「매우 만족한다」12%로 총 63%의 만족도를 나타내고 있다.





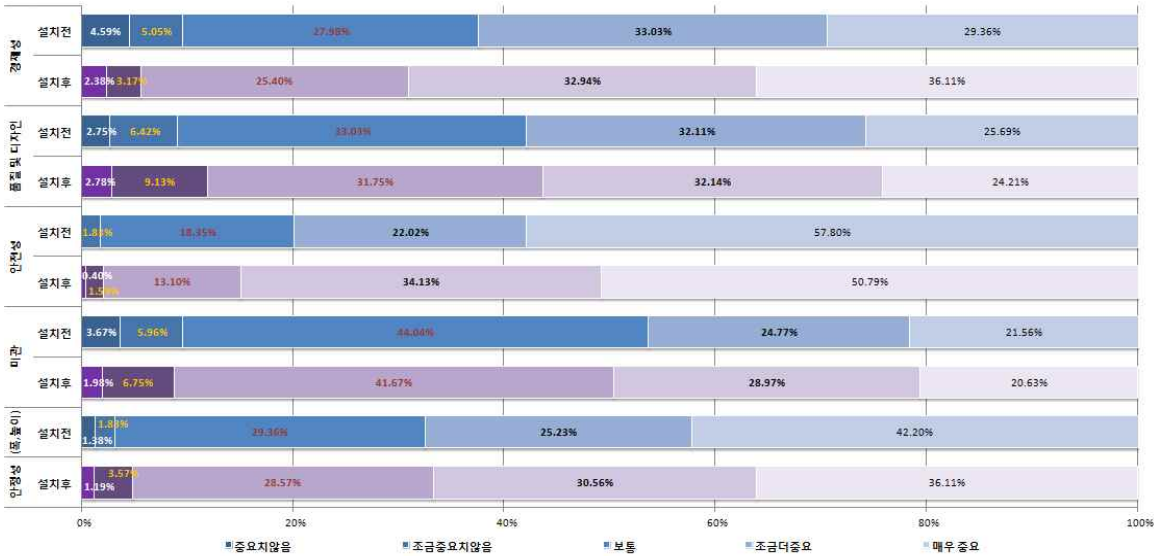
<그림 3-40> 문양역 RPSD의 안전사고예방 효과 **<그림 3-41> 문양역 RPSD의 만족도**

○ 설계시 고려사항

- 문양역의 RPSD 설치 전에는 로프스크린도어의 운영 영상과 가상이미지를 보고, 설치된 후에는 현장 상황을 직접 보면서 이 시스템을 설계하는데 있어서 가장 고려할 사항이 있다면 무엇인지 총 5개의 항목에 대하여 조사 하였다.
- 조사한 결과 「조금 더 중요」와 「매우중요」의 합계가 설치 전 및 설치 후 모두 높은 항목은 승강장에서의 시설의 안전성이 각각 79.8%, 84.9%로 가장 높게 나타났고, 그 다음으로 승강장에서의 안정성(폭, 높이 등) 비율이 각각 67.4%, 66.7%이며, 시스템의 경제성이 62.4%, 69.1%순으로 나타나고 있다.
- 특히 설치된 RPSD를 보고 설치전보다 매우 중요하다는 평가항목 비율이 안전성이 57.8%에서 50.8%로, 안정성(폭, 높이)이 42.2%에서 36.1%로 낮아짐으로써, 가상적인 이미지로 생각한 것보다 실제가 훨씬 안전하고 안정적으로 느끼고 있다는 것을 알 수 있다.
  - 반면「매우중요」비율이 높아진 것은 경제성으로 설치전 29.4%에서 설치 후 36.1%으로 높아졌다.

<표 3-15> RPSD 설계시 고려사항

설계시 고려사항		중요치 않음	조금 중요치 않음	보통	조금 더 중요	매우 중요
안정성 (폭,높이)	설치전	1.38%	1.83%	29.36%	25.23%	**42.20%**
	설치후	1.19%	3.57%	28.57%	30.56%	**36.11%**
미관	설치전	3.67%	5.96%	44.04%	24.77%	21.56%
	설치후	1.98%	6.75%	41.67%	28.97%	20.63%
안전성	설치전	0.00%	1.83%	18.35%	22.02%	**57.80%**
	설치후	0.40%	1.59%	13.10%	34.13%	**50.79%**
품질 및 디자인	설치전	2.75%	6.42%	33.03%	32.11%	25.69%
	설치후	2.78%	9.13%	31.75%	32.14%	24.21%
경제성	설치전	4.59%	5.05%	27.98%	33.03%	**29.36%**
	설치후	2.38%	3.17%	25.40%	32.94%	**36.11%**

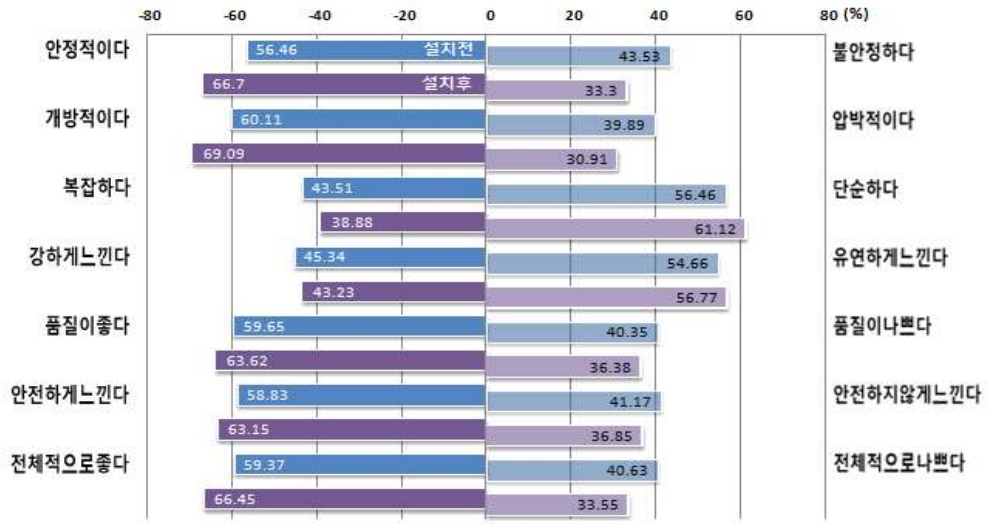


<그림 3-42> RPSD 설계시 고려사항(설치전·후 비교)

마. 문양역 RPSD에 대한 감성평가

○ RPSD가 내려진 상태의 감성평가

- 문양역 RPSD에 대하여 어떤 인상을 받았는지 설치전과 설치후의 감성평가를 실시하였으며, 스크린도어가 내려진 상태, 스크린도어가 올라간 상태 2가지 상황에 대하여 조사를 실시하였다.
- 스크린도어가 내려진 상태에 대한 +항목은「안정적이다」,「개방적이다」, 「품질이 좋다」,「안전하게 느낀다」,「전체적으로 좋다」이고, 반면에 -항목으로는 「단순하다」,「유연하게 느낀다」로 나타났다.
  - 설치전 감성평가보다 설치후 +항목이 대체적으로 5%이상씩 증가하였으며, 특히「안정적이다」설치전 56.5%에서 설치후 66.7%로,「개방적이다」설치전 60.1%에서 설치후 69.1%로 크게 향상되었다.
- RPSD가「단순하다」,「유연하게 느낀다」은 설치전 감성평가보다 설치후 마이너스 비율이 각각 4.7%, 2.1% 증가한 점을 주목하여 시스템 설계시 이러한 사항이 반영되어야 할 것이다.
- 스크린도어가 내려진 상태에 대한 전체적인 감성평가는 설치전 59.4%에서 설치후 66.5%가 문양역 RPSD를 좋게 평가하고 있다.

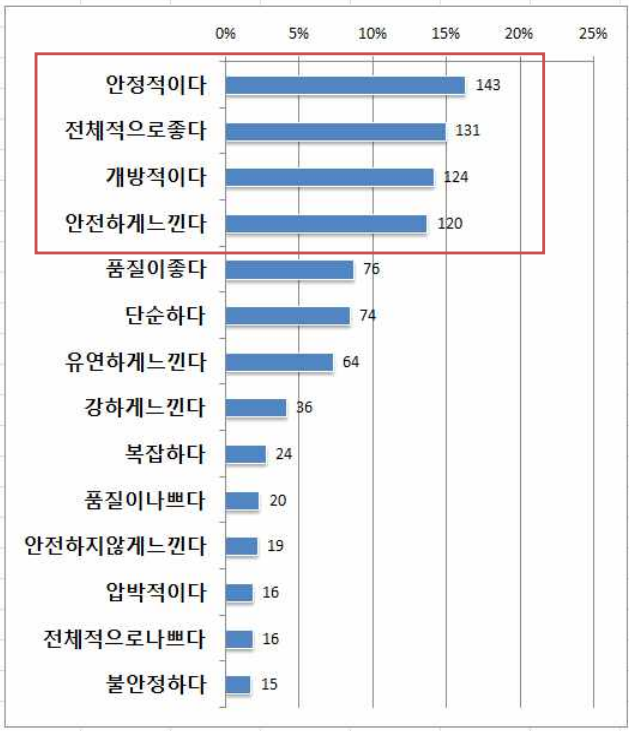


<그림 3-43> RPSD가 내려진 상태의 감성평가

<표 3-16> RPSD가 내려진 상태의 감성평가 설치전· 후 비교

안정적이다	설치전	-56.46	43.53	설치전	불안정하다
	설치후	-66.70	33.30	설치후	
개방적이다	설치전	-60.11	39.89	설치전	압박적이다
	설치후	-69.09	30.91	설치후	
복잡하다	설치전	-43.51	56.46	설치전	단순하다
	설치후	-38.88	61.12	설치후	
강하게 느낀다	설치전	-45.34	54.66	설치전	유연하게 느낀다
	설치후	-43.23	56.77	설치후	
품질이 좋다	설치전	-59.65	40.35	설치전	품질이 나쁘다
	설치후	-63.62	36.38	설치후	
안전하게 느낀다	설치전	-58.83	41.17	설치전	안전하지 않게 느낀다
	설치후	-63.15	36.85	설치후	
전체적으로 좋다	설치전	-59.37	40.63	설치전	전체적으로 나쁘다
	설치후	-66.45	33.55	설치후	

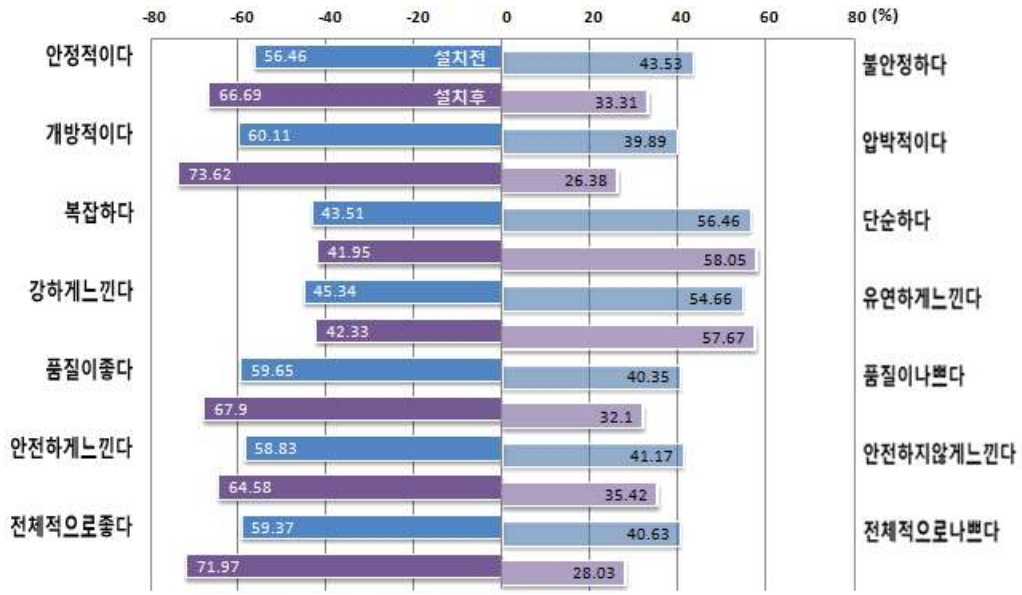
- RPSD 설치후에 대한 감성평가 순위 분석한 결과를 다음 <그림 3-44>에 나타낸 바와 같이, 평상시 스크린도어가 내려진 상태는「안정적이다」143명(대체로 그렇다, 매우 그렇다 응답자), 16%으로 가장 높고,「전체적으로 좋다」15%, 「개방적이다」, 「안전하게 느낀다」각 14%순으로 나타났다.



<그림 3-44> RPSD 설치후 감성평가 순위(스크린도어가 내려간 상태)

○ RPSD가 올라간 상태의 감성평가

- 스크린도어가 올라간 상태에 대한 현장설문 대상자 또한 설치 전과 후의 경우 모두 모두 +항목은 「안정적이다」, 「개방적이다」, 「품질이 좋다」, 「안전하게 느낀다」,「전체적으로 좋다」이고, 반면에 -항목으로는 「단순하다」, 「유연하게 느낀다」로 로프스크린도어가 내려진 상태와 비슷하게 나타났다.
  - 설치전 감성평가보다 설치후 +항목이 크게 증가한 항목은 「개방적이다」설치전 60.1%에서 설치후 73.6%으로 실제 RPSD의 개방감을 높게 평가하고 있다.
- RPSD가「단순하다」,「유연하게 느낀다」은 스크린도어가 내려간 상태와 마찬가지로 감성평가가 좋지 않으며 설치전보다 설치후 마이너스 비율이 약간 증가하였다.
- 스크린도어가 올라간 상태에 대한 전체적인 감성평가는 내려간 상태보다 높게 평가하고 있으며, 설치전 59.4%에서 설치후 72.0%로 문양역 RPSD를 매우 양호하게 평가하고 있다.



<그림 3-45> RPSD가 올라간 상태의 감성평가

<표 3-17> RPSD가 올라간 상태의 감성평가 설치전· 후 비교

안정적이다	설치전	-56.46	43.53	설치전	불안정하다
	설치후	-66.69	33.31	설치후	
개방적이다	설치전	-60.11	39.89	설치전	압박적이다
	설치후	-73.62	26.38	설치후	
복잡하다	설치전	-43.51	56.46	설치전	단순하다
	설치후	-41.95	58.05	설치후	
강하게느낀다	설치전	-45.34	54.66	설치전	유연하게느낀다
	설치후	-42.33	57.67	설치후	
품질이좋다	설치전	-59.65	40.35	설치전	품질이나쁘다
	설치후	-67.90	32.10	설치후	
안전하게느낀다	설치전	-58.83	41.17	설치전	안전하지않게느낀다
	설치후	-64.58	35.42	설치후	
전체적으로좋다	설치전	-59.37	40.63	설치전	전체적으로나쁘다
	설치후	-71.97	28.03	설치후	

- 스크린도어가 올라간 상태에 대한 감성평가 순위를 분석한 결과 「안정적이다」129명, 20%, 「개방적이다」19%으로 가장 높고,「유연하게 느낀다」13%,「단순하다」10%순으로 나타났다.
- 특히 스크린도어가 올라간 상태에서 감성평가 상위권에「유연하게 느낀다」,「단순하다」는 부정적인 평가항목으로써 RPSD 설계 시 로프가 좀 더 견고하게 만들고 단순한 느낌이 들지 않도록 개선할 필요가 있다.

- 마지막으로「전체적으로 좋다」는 실제 다른 평가항목들(안정적이다, 유연하게 느낀다, 안전하게 느낀다 등)과 상호작용한 값으로 중복되지만, 스크린도어가 올라간 상태에서는 비교적 낮게 평가되고 있다.

<그림 3-46> RPSD 설치후 감성평가 순위(스크린도어가 올라간 상태)

바. 소결

○ 본 연구에서 지상역 승강장에서 승객의 안전확보, 지상역 조건과 열차 차종 자동 인식에 따른 상하 개폐 기능이 탑재된 RPSD의 실용화 기술을 목표로 연구개발을 수행하는 과정에서 인간 중심 설계를 위해 이용대상자들의 감성(안전성, 고품격, 쾌적함, 압박감 등)을 과학적으로 측성 분석하였다.

○ 분석결과 첫째, RPSD 설계시 가장 고려할 사항은 승강장에서의 안전성 그 다음으로 로프높이의 적정성, 로프색상 및 품질, 포스트간격의 적정성, 시스템 경제성 순으로 나타났다.

○ 둘째, 감성평가의 순위분석을 통하여 평상시 스크린도어가 내려진 상태는 개방적이다 13.8%로 가장 높고, 유연하게 느낀다 11.0%, 안정적이다. 10.8%, 단순하다 10.2%순으로 나타났다. 특히 상위권에 부정적인 평가항목으로 유연하고 단순하게 느끼고 있기 때문

에 향후 스크린도어의 설계 시 로프가 좀 더 견고하게 만들고 단순한 느낌이 들지 않도록 개선할 필요가 있다.

○ 셋째, 요인분석결과 요인 1은 RPSD에 대한 긍정적인 감성평가 요소로 요인 2는 유연하게 느낀다. 단순하다.로 부정적인 감성 평가요소를 나타냄으로서, 추출된 요인과 감정어휘의 연관정도가 명확하게 구별하고 전체분산의 약 60%를 설명할 수 있었다.

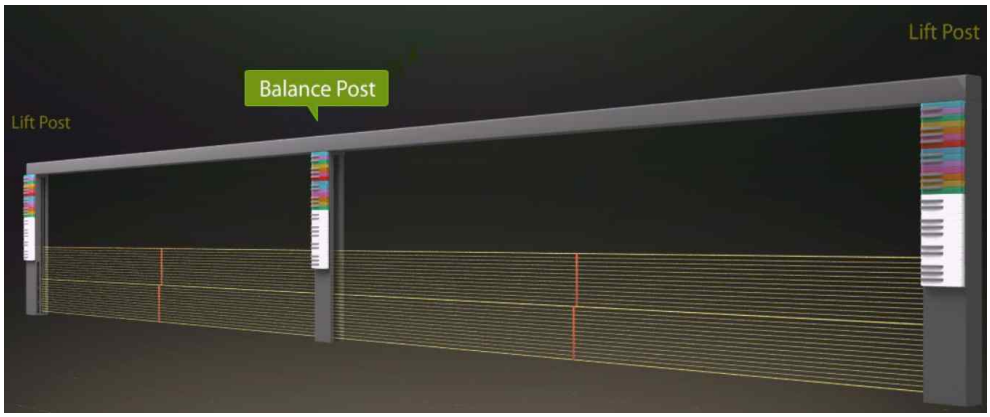
○ 마지막으로 향후 이용자 감성평가를 체계적이고 효율적으로 측정하기 위하여 RPSD의 작동원리를 현실감 있게 구현할 수 있는 VR 시뮬레이션을 제작하여 다양한 설계 대안별 감성평가결과를 비교분석하고 이용자중심설계에 이를 반영할 수 있도록 지속적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

2. 구조체의 설계기준 검토

가. 구조체 주요 구성

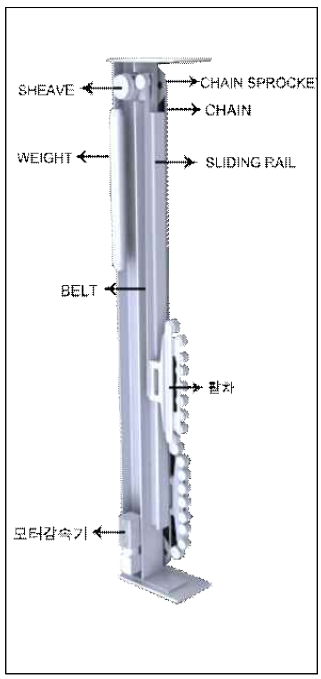
○ 시제품으로 제작된 RPSD 시스템은 1량 단위 18m로 구성하였으며, 설비내역과 이들 설비에 대한 상세사양은 다음과 같다.

○ 구조체(FRAME) 외형도 및 주요부 명칭은 <그림 3-47>과 같다.



<그림 3-47> RPSD 외형도

나. MAIN POST 구성



① 수 량 : 1식
② 규 격 : 150x150x6x9t + 150x 100x 6x 9 조합형
③ 재 질 : SM490
④ 기둥커버 : SS400 (ㅁ- 425x264x2x2T 이상)- 구조계산서 참조
⑤ 설치간격 : 18m(RPSD 유닛 당)
⑥ 지지방법 : 하단고정방식(승강장바닥) + 상부 수평보 연결고정
⑦ 절연처리 : 감전방지를 위한 구조물 앵커부분에 절연패드, 절연재 설치,전위차 방지를 위한 접지설치
⑧ 표면처리 : 부식방지, 전식방지
⑨ 구성요소 : 수직기둥 등 구조물의 지지요소(철골)
⑩ 고정방법 상부 : 기둥커버가 Main 기둥과 거동을 같이 할 수 있도록 베이스 플레이트 15T를 사용
하부 : 베이스플레이트 15T를 사용하고 케미칼앙카 M16을 사용하여 2개소 이상 고정
- 더미부 하부 앵커는 케미컬 앵커 M16을 사용하여 4개소 이상 고정하고 커버 등은 상세설계 시에 협의

주) 상세설계 시 구조계산에 따라 조정가능

○ Motor 감속기 구성 내용은 다음 표와 같다.

<표 3-18> 감속기 규격

구 분	규격 및 사양	비 고
형 식	BLDC, 유성감속기	
모 터 출 력	500W	
상 용 전 압	AC220V	
토 크	13Kg/cm	
R P M	3000	
감 속 비	20:1	
절 연 계 급	B	
속 도 검 출	HALL SENSOR	
환 경 조 건	-30℃ ~ 60℃	
규 격	90*90*275	

○ Moving Wire Block

- Wire Rope의 장력을 유지하며 RAIL에 조립되어 상하 이동으로 RPSD를 개폐한다.

<표 3-19> Moving Wire Block 규격

구 분	규격 및 사양	비 고
형 식	Steel 재질 제작품	

○ Sliding Rail

- Rail에 조립된 Wire Rope를 포함하는 활차의 동작구간을 유도한다.

<표 3-20> Sliding Rail 규격

구 분	규격 및 사양	비 고
형 식	Sliding Rail	
규 격	Φ14 × 2000	
재 질	SUJ2	

○ Sheave

- 서로 다른 회전반경에 의해 활차 이동거리를 제어한다.

<표 3-21> Sheave 규격

구 분	규격 및 사양	비 고
형 식	DOUBLE SHEAVE	

○ Chain Sprocket

- 모터감속기에서 체인으로 전달된 동력의 방향전환과 SHEAVE에 동력을 전달하는 역할을 한다.

<표 3-22> Chain Sprocket 규격

구 분	규격 및 사양	비 고
형 식	STANDARD ROLLER CHAIN SPROCKET	
피 치	9.53mm	

○ Chain

- 모터감속기에서 체인으로 전달된 동력의 방향전환과 SHEAVE에 동력을 전달하는 역학을 하며, 모터감속기에 연결되어 동력 전달을 하고 활차의 상하 이동 구간을 유도한다.

<표 3-23> Chain 규격

구 분	규격 및 사양	비 고
형 식	STANDARD ROLLER CHAIN	
규 격	RS35	
피 치	9.53mm	
MINIUM TENSILE STRENGTH	373kN	

○ Belt

- Belt는 Sheave에 연결되어 동력을 활차에 전달, 상하 작동을 유도한다.

<표 3-24> Belt 규격

구 분	규격 및 사양	비 고
형 식	POLYSPRINT BELT	
모 델	L-500	
두 께	1.55㎜	
무 게	18g/10*100	

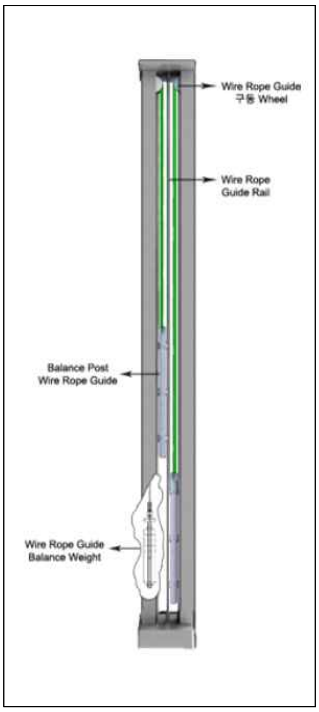
○ Weight

- 동력부의 부하를 줄이기 위해 활차의 무게를 보상한다.

<표 3-25> Weight 규격

구 분	규격 및 사양	비 고
형 식	STEEL WEIGHT	
규 격	34kgf	

다. Balance post(ㅁ-Column)



① 수 량 : 1식
② 규 격 : ㅁ- 160x65x5t
③ 재 질 : SS400
④ 기둥커버 : SS400 (ㅁ- 400x284x2.0x2.0T 이상)- 구조계산서 참조
⑤ 설치간격 : Main 기둥과 9m 간격으로 설치
⑥ 지지방법 : 하단고정방식(승강장바닥 앵커) + 상부 수평보 연결 고정
⑦ 절연처리 : 감전방지를 위한 구조물 앵커부분에 절연패드, 절연재 설치, 전위차 방지를 위한 접지설치
⑧ 표면처리 : 부식방지, 전식방지
⑨ 구성요소 : 수직기둥 등 구조물의 지지요소(철골)
⑩ 고정방법 : 베이스플레이트 15T를 사용하고 케미칼앙카 M16을 사용하여 2개소 이상고정
- 더미부 하부 앵커는 케미컬 앵커 M16을 사용하여 4개소 이상
고정하고 커버 등은 상세설계 시에 협의

주) 상세설계 시 구조계산에 따라 조정가능

○ Balance Post wire rope guide

- Balance weight에 연결되어 세이프도어의 원활한 이동과 로프 간격 유지를 위한 장치이다.

<표 3-26> Weight 규격

구 분	규격 및 사양	비 고
형 식	STEEL 재질 제작품	

○ Wire rope guide rail

- Rail에 조립 된 Balance Post wire rope guide의 상하 동작 구간을 유도한다.

<표 3-27> Wire rope guide rail 규격

구 분	규격 및 사양	비 고
형 식	원통형 레일	

○ Wire rope guide 구동 Wheel

- Rail에 조립 된 Wire rope guide의 상하 동작 시 WEIGHT와 GUIDE의 원활한 작동을 위한 Wheel이다.

<표 3-28> Wire rope guide 구동 Wheel 규격

구 분	규격 및 사양	비 고
형 식	STEEL WHEEL	

○ Wire rope Balance Weight

- Wire rope guide가 상하 이동시 처짐 방지와 원활한 이동을 위한 Weight이다.

<표 3-29> Wire rope Balance Weight 규격

구 분	규격 및 사양	비 고
형 식	STEEL WEIGHT	

라. 상부 수평 보(ㅁ 형 BOX)

① 수 량 : 1식

② 규 격 : ㅁ- 150x150x2.3t

③ 재 질 : SS400

④ 커 버 : -

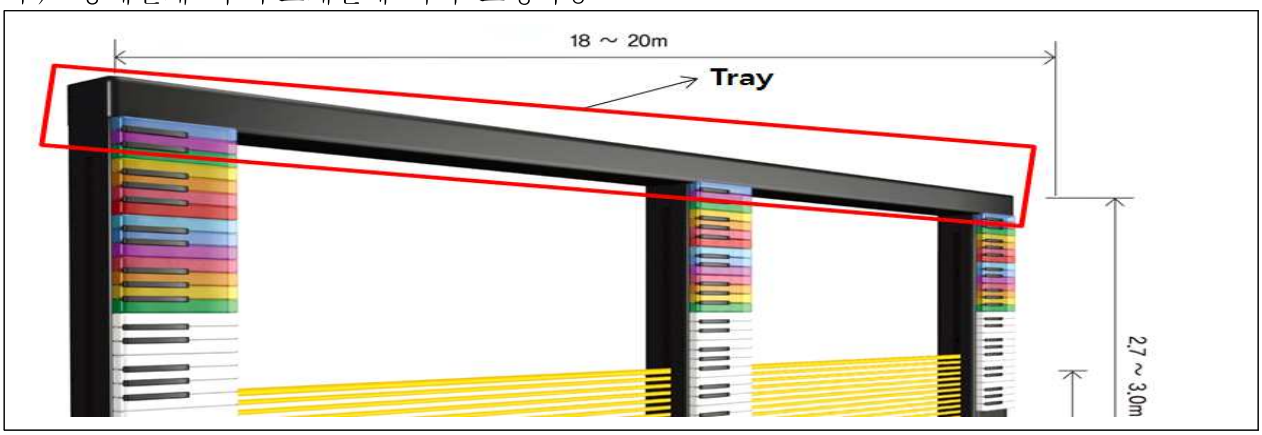
⑤ 표면처리 : 부식방지, 전식방지

⑥ 절연처리 : 전위차 방지를 위한 등전위 본딩

⑦ 구성요소 : 승강장 안전장치 제어 및 전기 케이블 등 기타 전선 통로

⑧ 고정방법 : 수직 기둥과 연결 시 플레이트(9T)를 설치 후 고력볼트 F10T 4-M16, 4개소 이상 고정

주) 상세설계 시 구조계산에 따라 조정가능



마. RPSD 구동 방식

① 개폐 방식 : TENSION이 주어진 세이프도어를 이용한 상하 슬라이딩 방식

② POST 간격 : 각 POST의 간격은 9m이고 MAIN POST의 분할단위가 길어지면 BALANCE POST를 9m 단위로 보상 설치한다.

③ 구동 방식 : 모터 감속기에 연결된 Chain 구동방식

④ 개방 높이 : 1,900mm

⑤ 차단 높이 : 1,300mm ~ 1,400mm

⑥ WIRE ROPE 구성 : 2단 구성 - 외측 Φ8*2줄 / 내측 Φ4*12줄

⑦ 동작시간 : 열림 / 닫힘 동작시간(1회 동작) 2.5 ~ 5초 (조정가능)

⑧ 장애물 감지 : 센서를 이용한 장애물 감지

⑨ 정차 감지 : 센서를 이용한 열차 감지

⑩ Unit 당 구성 : Main Post Unit 당 구성

- 포스트 : 2Set
- 커버(Cover) : 2Set
- RPSD구동박스 : 2Set
- 웨이트 : 2Set

: Balance Post Unit 당 구성

- 커버(Cover) : 1Set
- 포스트(Post) : 1set

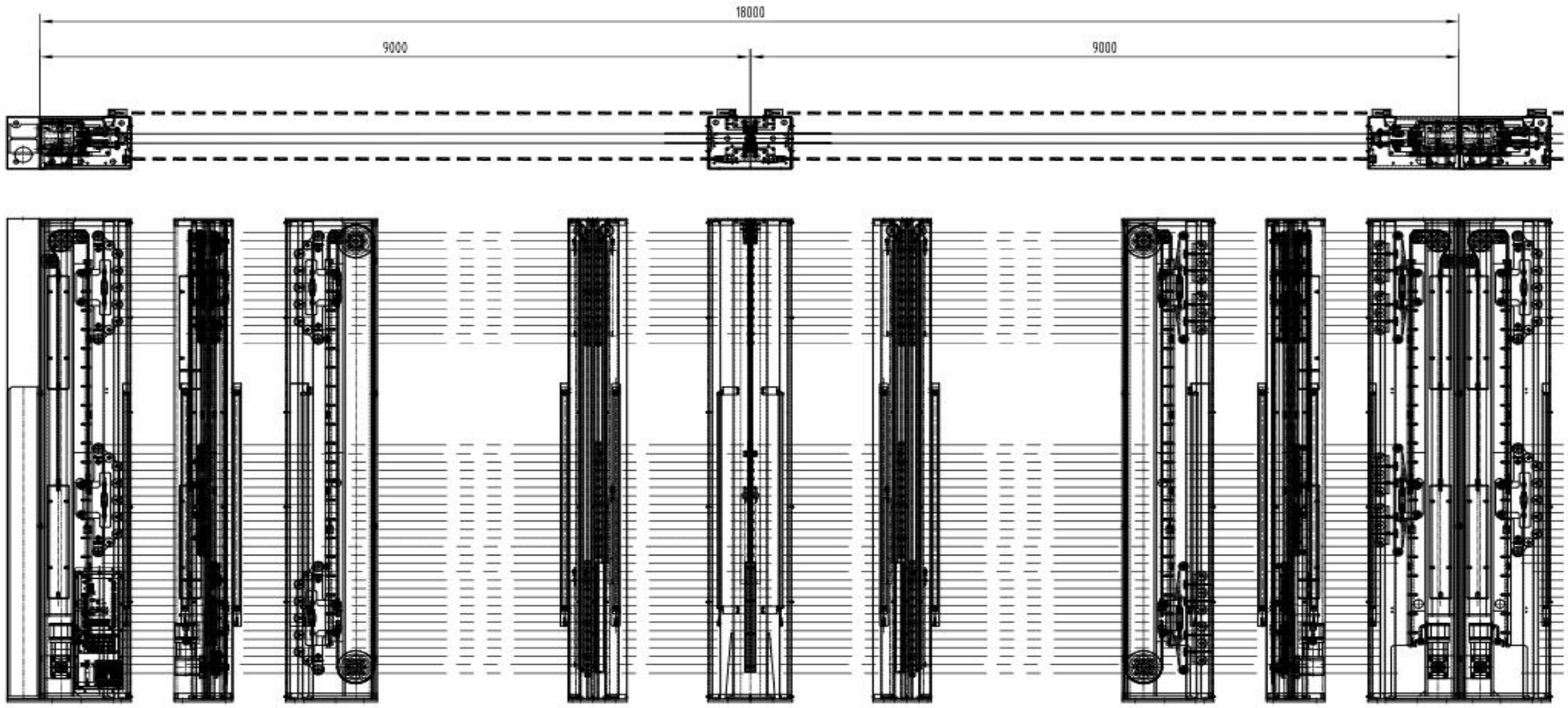
바. RPSD 구조체(FRAME) 도장

○ 도장(또는 코팅)되는 강의 재질특성 및 용도를 감안하여 RPSD가 갖추어야 할 표면강도, 내구성, 내후성, 내열성, 불연성 및 난연성, 절연성, 미려성, 유지 관리성을 높이고, 운영기간 중 그 성능 및 품질이 유지 될 수 있는 도료(또는 코팅제)를 사용하여 다음과 같이 도장(또는 코팅)한다.

- 골조부(H-빔) 및 형강 도장
  - 목　　적: 부식방지 및 전식방지
  - 사용도료: 분체도료
  - 도장방법: 소부도장 (열처리)
  - 표면처리: 부식방지, 전식방지
  - 건조도막두께: 100㎛ 이상
  - 색　　상: 추후 협의 결정
- 골조부 커버링, 도어구조체 표면(알루미늄 새시 등) 및 커버부분의 도장
  - 목　　적 : 부식방지, 감전방지, 미려성, 내구성 등
  - 사용도료 : 분체절연도료
  - 도장방법 : 소부도장 (열처리)
  - 건조도막두께 : 100㎛ 이상

SYMBOL	DATE	REVISION & DESCRIPTION	SIGNATURE	
			DWG.BY	APP.BY
⚠	00/00/00	-	-	-
⚠	00/00/00	-	-	-

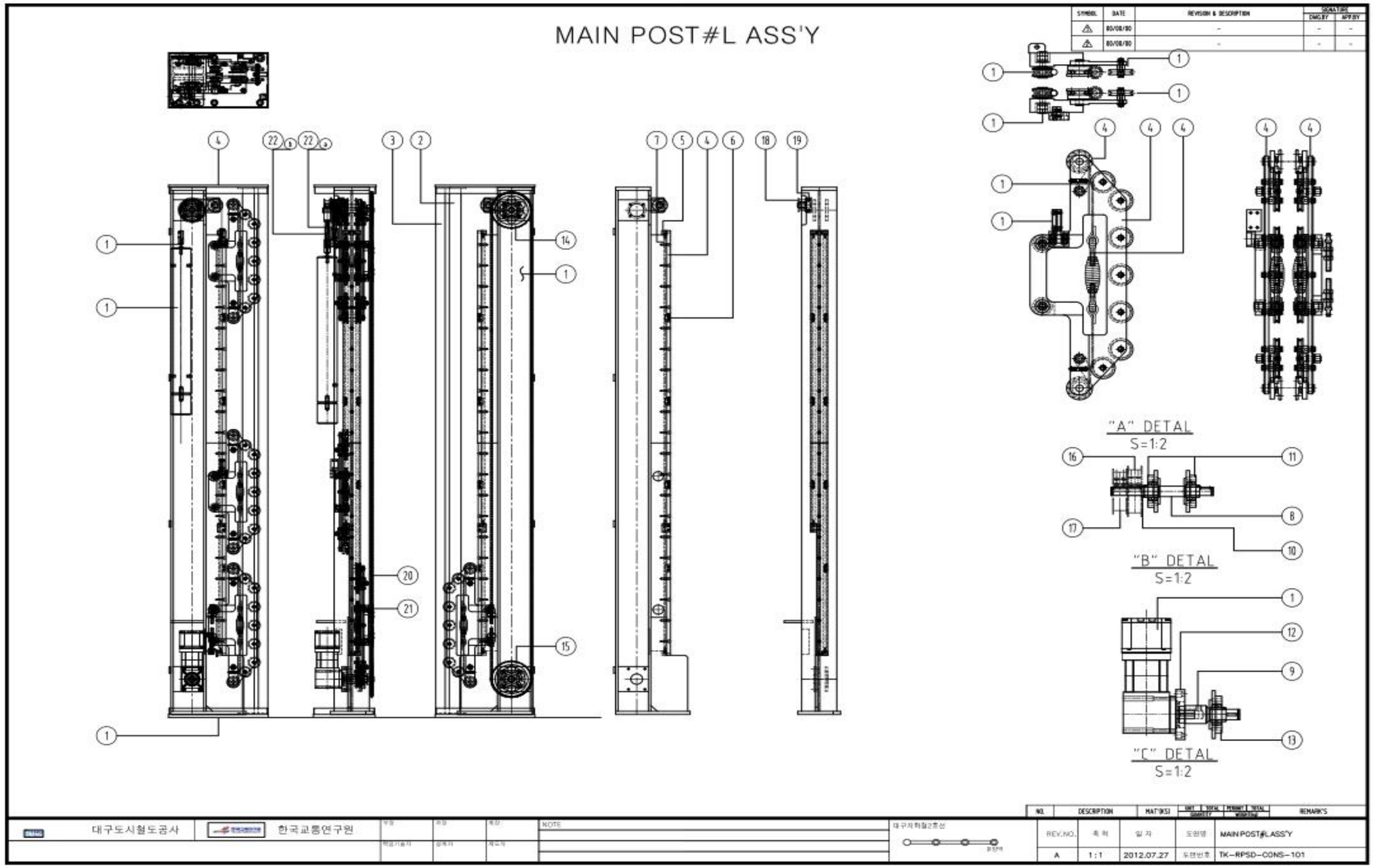
RPSD SECTION ASSEMBLY#1



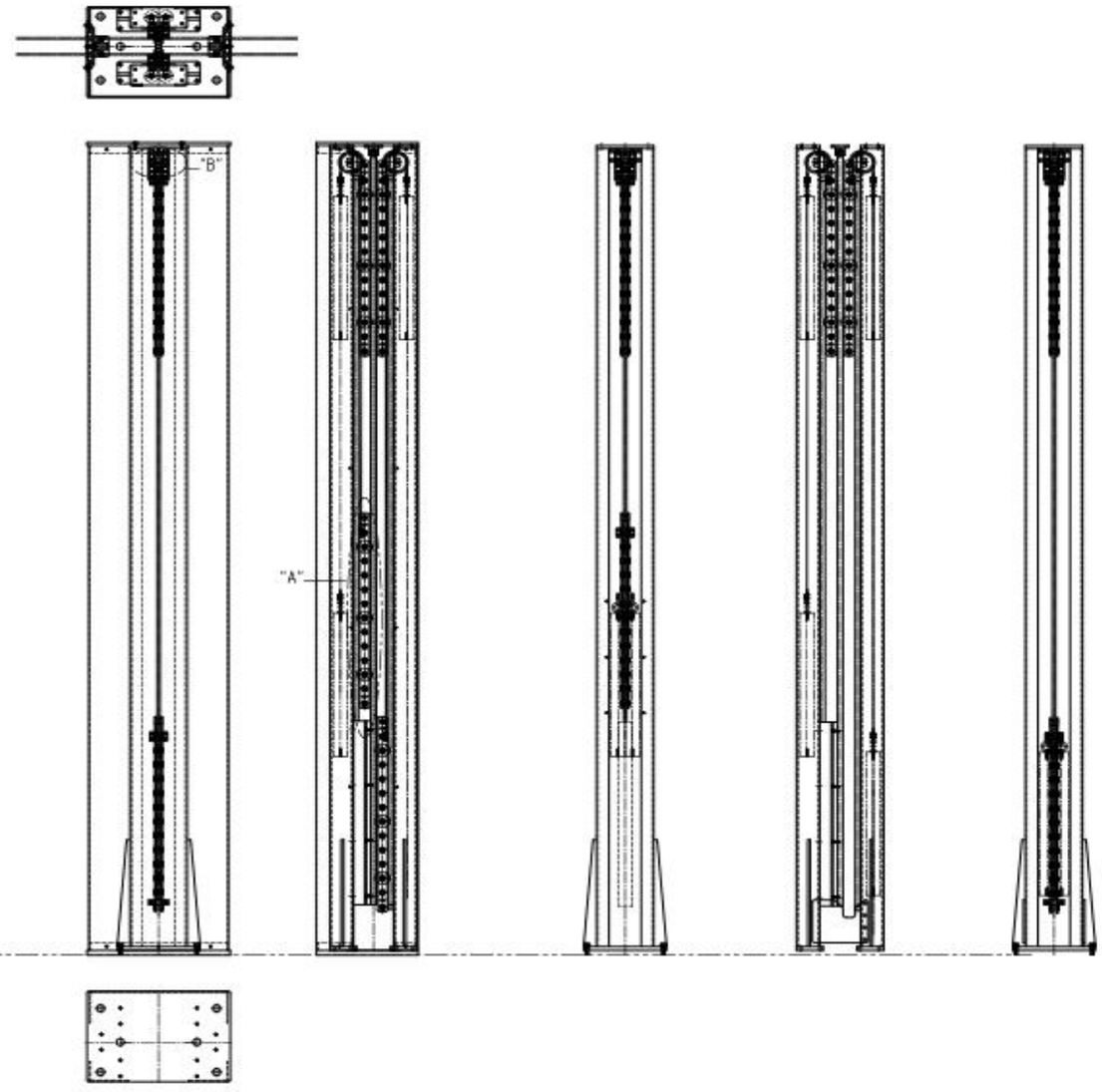
NOTE
1. 일반 모따기 C0.5
2. 도시되고 지시없는 모따기 C1

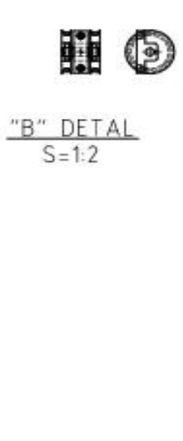
한국교통연구원	(주)SKD HI-TEC			NOTE		REV.NO.	축 척	일 자	도면명	RPSD SECTION ASSEMBLY#1
						0	1:1	2012.10.17	도면번호	TK-RPSD-M-002

< RPSD 구조체 도면>

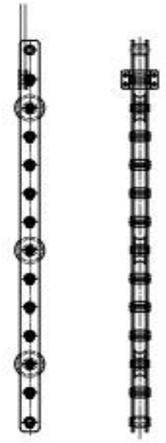


< RPSD Main Post 도면>





"B" DETAL
S=1:2



"A" DETAL
S=1:2

NO.	DESCRIPTION	MAT'(KS)	UNIT QUANTITY	TOTAL	PERUNIT WEIGHT	TOTAL	REMARKS

대구도시철도공사	한국교통연구원	부장	차장	책임	NOTE	대구지하철2호선	REV.NO.	축 척	일 자	도면명	BALANCE POST ASS'Y
		책임기술자	설계자	제도자			A	1 : 1	2012.07.27	도면번호	TK-RPSD-CONS-103

< RPSD Balance Post 도면>

3. 구동체 개발 및 제작, 시험

가. 개발환경

(1) 구성조건

○ RPSD Main Post 및 Balance Post 내에 각각 내장 형태로 구성

○ 세이프도어 20m 및 40m를 수용할 수 있는 Motor Drive Unit 개발

○ 2개의 Motor를 상호 동기화 시켜 제어되도록 구성

(2) 기능적 조건

○ Door 개폐 시간의 설정
- 열림시간 : 2.5 sec ~ 5 sec(매 0.5 sec설정 입력정보에 따라 변경가능)
- 닫힘시간 : 3.5 sec ~ 5 sec(매 0.5 sec설정 입력정보에 따라 변경가능)

○ 작용력 40N, 수동개폐력 100N

○ 내구성 최소 50만회 개폐시 이상이 없을 것

(3) 통신 방식

○ RPSD의 Door Control Unit (DCU)간 통신 방식은 CAN 이중계화 설계

○ CAN 통신 이중화에 따른 자동 절체 기능 구현

○ CAN 통신 이상에 대비하여 실선 방식의 신호선 별도 구성 설계

(4) 외부 입출력 조건 및 기타

○ Motor 및 MDU의 상태 및 고장 정보를 DCU로 전송 기능 구현

○ 외부 이동거리 보정 정보 입력시 Motor 회전에 의한 위치 보정

○ 전원 입력 : 1Ph. 220V 60Hz

나. BLDC 모터 설계

(1) 부하토크 산정 및 권선 설계

○ 목표 사양에 따른 부하토크 산정
- 모터 용량 : 400 W
- 기저 속도 : 3000 rpm
- 토크 : 1.3 Nm

○ 극 수, 슬롯 수 결정
- 10극 12슬롯

(2) FEM 해석과정

○ BLDC 해석
- BLDC 모터의 경우 6개의 스위치를 이용한 6step 구동방식의 제어법이 이루어 져야 한다.
- BLDC 해석은 전압원 해석을 수행하여야 하므로, 외부회로를 구성하여 연동해석을 수행하였다.

○ BLAC 해석
- BLAC 모터는 SPWM 또는 SVPWM 구동방식의 제어법이 이루어 져야 한다.
- BLAC 모터는 정현파 전류제어를 하기 때문에 전류원 해석을 수행하였다.

(3) 착자요크 설계 및 착자요크 해석법 정리

○ 착자기 해석법을 정리하였으며, 착자패턴을 고려하여 400W급 BLDC 모터의 특성 분석을 수행하였다.

(4) 해석 결과

○ 전압원 해석을 통하여 설계된 모델의 역기전력, 코깅토크, 토크리플, 동손 및 효율을 검증하였다.

○ 설계된 모터의 특성 시험을 수행하였고, 해석 결과의 타당성을 검증하였다.

(5) SPG 설계 모터 특성 분석

○ 착자요크 사양

- 설계된 착자기 모델의 사양은 표 1과 같다.

<표 3-30> 착자기 모델 사양

파라미터	값	단위
극수	10	극
축방향길이	45	mm
치폭	13.67	mm
치당턴수	5	turn
고정자외경	100	mm
회전자외경	44	mm
요크재질	S20C	

○ 400W급 BLDC 모터 사양

- 설계 프로세스를 통해 설계된 400W급 BLDC 모터의 최종 사양은 표 2과 같다.

<표 3-31> 400W급 BLDC 모터 사양

파라미터	값	단위
극수	10	극
슬롯수	12	개
적층 길이	25.9	mm
치당턴수	135	turn
고정자외경	98	mm
고정자 내경	45	mm
회전자 외경	44	mm
공극 길이	0.5	mm
권선 직경	0.48	mm

○ 역기전력

- 설계된 400W급 BLDC 모터의 역기전력은 착자기에서 수행한 영구자석 착자 패턴을 입력하여 FEM 해석을 수행하여 확인하였다. 역기전력 해석 및 시험은 2000rpm에서 수행하였으며 그 결과는 표 3과 같다.

<표 3-32> SPG 설계 모터의 역기전력

구분	해석결과	실험결과
역기전력 (Vpeak)	77.29	76.55
역기전력 실효값 (Vrms)	55.6	54.57

○ 코깅토크

- FEM해석을 통한 코깅토크의 크기는 표 4에 나타내었다. 코깅 토크가 작아지는 것

을 확인 할 수 있다.

<표 3-33> SPG 설계 모터의 코깅토크

구분	해석결과
코깅토크 (mNm)	17.83

○ 토크 및 토크리플

- 토크는 400W를 만족시키는 3000rpm에서의 토크를 보았으며, 이때의 토크 및 토크리플은 표 5과 같다.

<표 3-34> 설계 모터의 토크 및 토크리플

구분	해석결과	실험결과
토크 (Nm)	1.29	1.261
토크리플 (Nm)	0.47	-

○ 전류 및 동손 효율

- 기계손을 제외한 모터의 손실과 효율은 표 6에 나타내었다.
- 철손의 감소로 인하여 효율이 증가하였음을 확인 할 수 있다.
- 효율은 식 (1)과 같이 계산한다.

$$Efficiency(\%) = \frac{Output\ Power}{Output\ Power + Copper\ Loss + Mech\ Loss} \qquad (1)$$

<표 3-35> 설계 모터의 손실 및 효율

구분	해석결과	실험결과
전류 (A)	2.804	2.771
동손 (W)	15.62	-
철손 (W)	43.45	-
기계손 (W)	9	-
모터 효율 (%)	91.82	-
효율 (%)	87.86	87.31

○ 전류 위상벡터 제어 결과

- 3000rpm에서 전류 위상제어를 수행했을 때의 토크, 토크리플, 입력전류, 손실, 효율 등에 대하여 표 7에 나타내었다.

- 정현적인 역기전력 파형으로 전류 위상벡터 제어를 수행하였을 때 토크리플이 작아지는 것을 확인할 수 있다.
- 동일한 rpm에서 동일한 출력이 나오는 입력 전류를 보았을 때 SPG 모델이 역기전력 상수가 커서 낮은 전류값이 입력되어 동손이 작아짐을 확인할 수 있다.

<표 3-36> 전류 위상 제어(정현파 전류 인가)시의 특성 및 효율

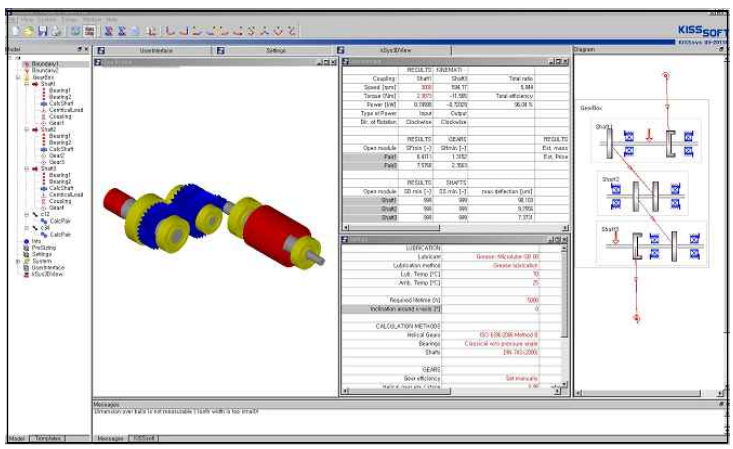
구분	해석결과
토크 (Nm)	2.869
토크리플 (Nm)	0.023
입력전류 최대값 (A)	5.26
동손 (W)	27.474
철손 (W)	18.08
기계손	9
모터 효율 (%)	93.23

다. 감속기 개발

○ 감속기 설계는 KISSsoft 프로그램을 사용하여 최적화 설계를 구현하였으며, 그림 1>은 KISSsoft 프로그램을 사용하여 설계한 예 이다.

○ 감속비 설계 제원

- Gear Reduction Ratio = 1/20



<그림 3-48> KISSsoft 사용 설계

<표 3-37> KISSsoft 사용 설계 값

구분	Planetary Gearhead						Bevel	
Stage	1st			2nd			-	
Ratio	1/5			1/4			1/1	
Gear	Sun	Planet	Ring	Sun	Planet	Ring	Bevel In	Bevel Out
Module	0.8			0.7			2.0	
Teeth	24	36	96	36	36	108	30	30
Reference Dia.	19.2	28.8	76.8	25.2	25.2	75.6	60.0	60.0
Tip Dia.	21.47	29.91	75.30	27.24	26.09	74.28	55.5	55.5

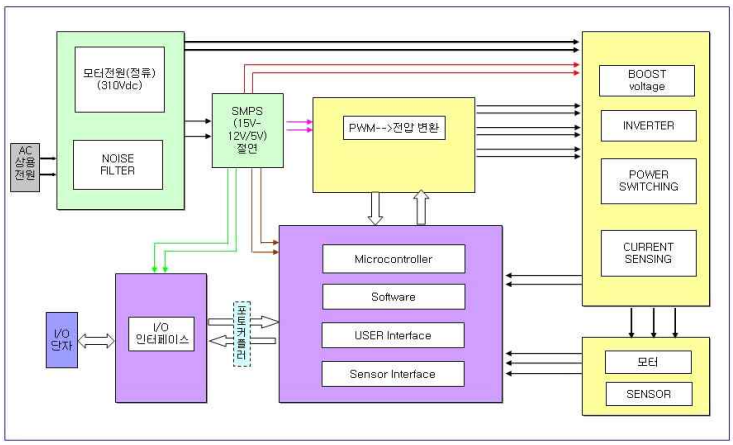
라. MDU 설계

○ Motor 제어시 세이프 도어 제어시간을 만족하는 범위내에서 가속, 등속, 감속 구간을 설정하여 제어

○ 세이프 도어 20m 제어 프로그램과 40m를 제어하는 프로그램 제작 후 하나의 MDU PCB Board내 탑재시킴.

(1) DRIVER 제어 설계

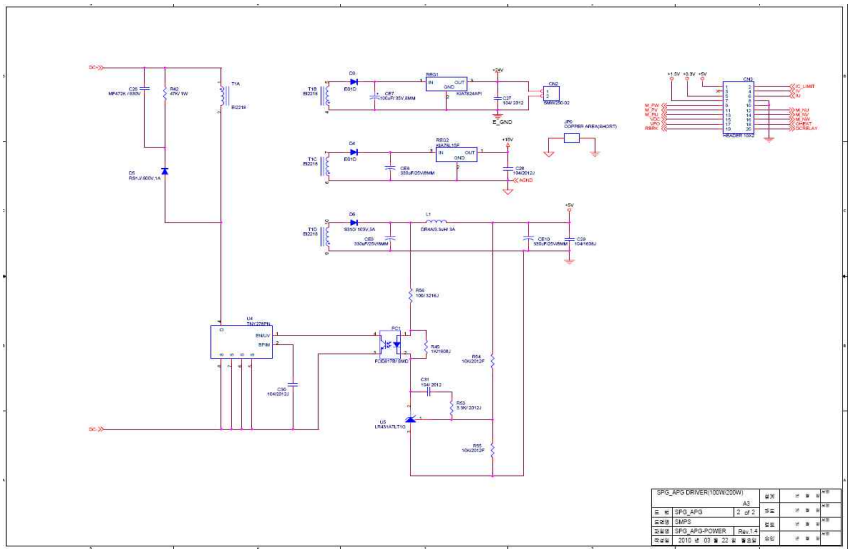
- 제어기 주회로는 AC 전원 입력을 정류하여 DC로 만드는 정류 및 평활부와 BLAC 모터를 구동하는 가변 주파수 및 가변 전압을 교류전원으로 변환하는 3상 인버터부로 구성되고 모터의 회전자 위치는 감지용 Hall Senser의 신호를 이용하여 출력 파형을 결정하며, Hall Senser의 출력 주파수를 감지하여 속도 Feed-Back을 행한다.
- 속도 제어를 위한 출력 전압의 조정은 PWM 방식을 이용하였다.
- 그림 2는 제어기의 기본 구성을 나타냈다.



<그림 3-49> 제어기의 기본 구성

(2) 전원 회로

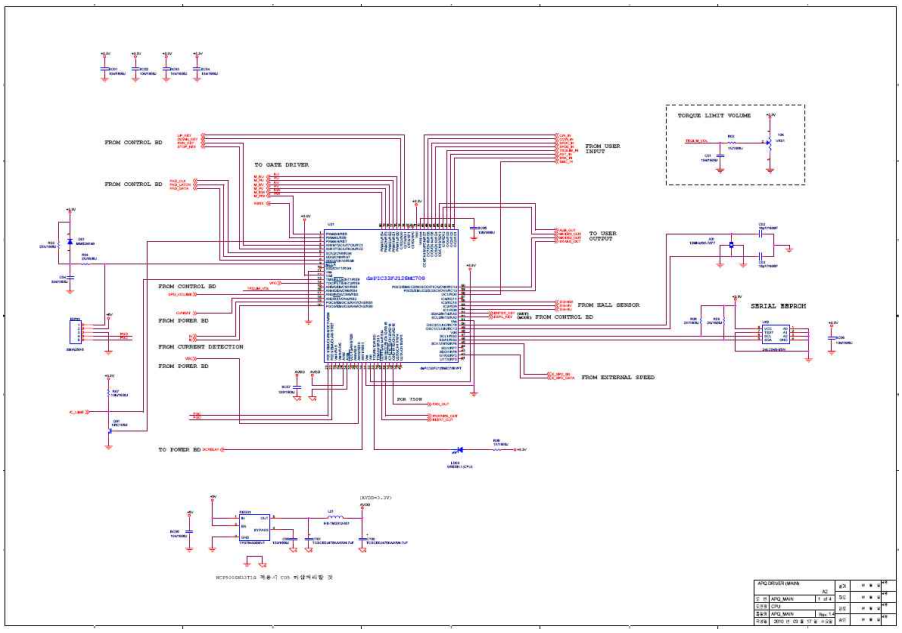
- 본 Driver에는 총 4개의 전원이 필요하다. 즉, 인버터 게이트 구동용으로 사용되는 15Vdc 독립 전원과 Hall-IC의 전원용 12Vdc, I/O interface 및 주 제어기의 디지털 전원으로 1개의 5Vdc 전원이 필요하다. 이와 같이 4개의 독립된 전원을 만들기 위해 POWER INTEGRATIONS사의 TOP244Y SMPS IC와 TRANS를 사용하였다.



<그림 3-50> SMPS부의 회로

(3) 제어부

- DSP는 MICROCHIP사의 dsPIC33FJ128MC708을 사용하였다. 다음 <그림 3-51>는 DSP와 주변 Interface에 대한 회로이며, DSP의 하드웨어적인 구성은 다음과 같다.
  - Up to 40 MIPS operation (@3.0-3.6V)
  - 16-bit wide data path
  - 24-bit wide instructions
  - ADC(A/D Converter) 10-bit, 1.1Msps or 12-bit, 500Ksps conversion
  - Up to 85 programmable digital I/O pins
  - Timer/Counters, up to nine 16-bit timers
  - 3-wire SPI (up to two modules)
  - Enhanced Controller Area Network(eCAN)
  - Motor Control PWM (up to eight channels)



<그림 3-51> DSP 회로도

○ 상세 입출력 사양

- MDU 입.출력 사양

<표 3-38> MDU 입,출력 사양

항 목	내 용	비 고
외형 사이즈	132x124x65	
전원입력 범위	AC220V ±10% , 정격전류 4.2A	
구 동 대 상	DC311V, BLDC Motor	
제 어	입력신호타입 : PHOTO COUPLER 방식 출력신호타입: Open-Collector 속도제어 정도 : ±1 rpm, 제어방식 : 정형파 제어	
통 신	주통신 2Ch, CAN2.0B	DCU연계제어

○ Connector 사양

<표 3-39> Connector 사양

커넥터 명	TYPE	핀번호	내 용	MDU내부 연결내용
CN1 (Power/Motor)	AKZ950-08 (AWG18)	1	L	AC POWER LINE
		2	N	AC POWER LINE
		3	FG	FG
		4	NC	Not used
		5	U	MOTOR U
		6	V	MOTOR V
		7	W	MOTOR W
		8	FG	FG
CN2 (Hall Signal)	SMP200-20C (AWG24)	1	5V	HALL, Pin5
		2	Hu	HALL Signal - U
		3	Hv	HALL Signal - V
		4	Hw	HALL Signal - W
		5	Gnd	GND
		6-20	NC	Not used

<표 3-40> Connector 사양

커넥터 명	TYPE	핀번호	내 용	MDU내부 연결내용
CN3 (I/O)	SMP200-34C (AWG24-22)	1	NC	Not used
		2	OPEN	Open signal input
		3	A-GND	GND
		4	NC	Not used
		5	CLOSE	Close signal input
		6	A-GND	GND
		7	NC	Not used
		8	HOME	Home Signal Input
		9	A-GND	GND
		10	+24V	24Vdc output
		11	H_SENSOR	H-Sensor
		12	A-GND	GND
		13	+24V	24Vdc output
		14	L_SENSOR	L-Sensor
		15	A-GND	GND
		16-26	NC	Not used
		27	ALARM OUT	Alarm signal output
		28	A-GND	GND
		29	OPEN_END OUT	Open end signal out
		30	A-GND	GND
		31	CLOSE_END OUT	Close end signal out
		32	A-GND	GND
		33-34	NC	Not used
CN4/CN5 (CAN PORT)	RJ45	1	CAN1+	CAN-1 +
		2	CAN1-	CAN-1 -
		3	A-GND	GND
		4	NC	Not used
		5	CAN2+	CAN-2 +
		6	CAN2-	CAN-2 -
		7	A-GND	GND
		8	FG	FG

마. 샘플제작 및 시험

(1) 검 사

- 겉모양 검사 : 구조, 재료, 마무리, Bolt 조임 상태, 배선 상태 등을 육안으로 검사하여 사용상 유해한 흠 및 결함이 없어야 한다.
- 사양 검사 : 승인도면 및 제출사양에 의거 사양 측정시 기준치에 적합하여야 한다.

(2) 시 험

- 시험 조건 : BLDC GEARED MOTOR는 제조사 정격에 기준하는 측정 항목을 기준하여 각종 시험을 실시하여야 하며, 전수 검사를 한다.
- 시험 종류 및 방법
  - 모터 용량 및 내전압 시험 : 다이나모 측정을 원칙으로 하고 절연등급 B종 규정에 의거 시험한다.
  - 감속기 시험 : 모터 조합시 작동상태(원활한 구동) 및 소음은 65dB를 넘지 않아야 한다.
  - 온도 특성 시험 : BLDC GEARED MOTOR를 영하 20℃에서 2시간 방치한다. 이를 상온에서 1시간 방치하여 구동시 정격을 만족하여야 한다.
  - 동작시험 : 모터 및 감속기 조합후 구동시 원활한 구동 (제조사 규정 전류 및 소음)을 하여야 한다.
  - 시운전 시험 : BLDC GEARED MOTOR 설치 후 3개월 동안 운용하여 기계적 이상 유무를 1개월 주기로 점검하여 불량사항이 없어야 한다.

(3) 시험 수준

- 시험 수준 : 형식 시험은 초도 생산된 1개의 제품에 대하여 시행하고, 전수시험은 생산된 모든 제품에 대하여 시행한다.

<표 3-41> 시험의 구분

No	시험의 구분	형식 시험	전수 시험	비고
1	외관 검사	●	●	
2	치수 검사	●	●	
3	용량 시험	●	-	
4	내전압 시험	●	-	
5	소음 시험	●	●	
6	작동 시험	●	●	
7	온도 특성 시험	●	-	
8	방수 시험	●	-	
9	시운전 시험	●	●	

(4) 시험 평가

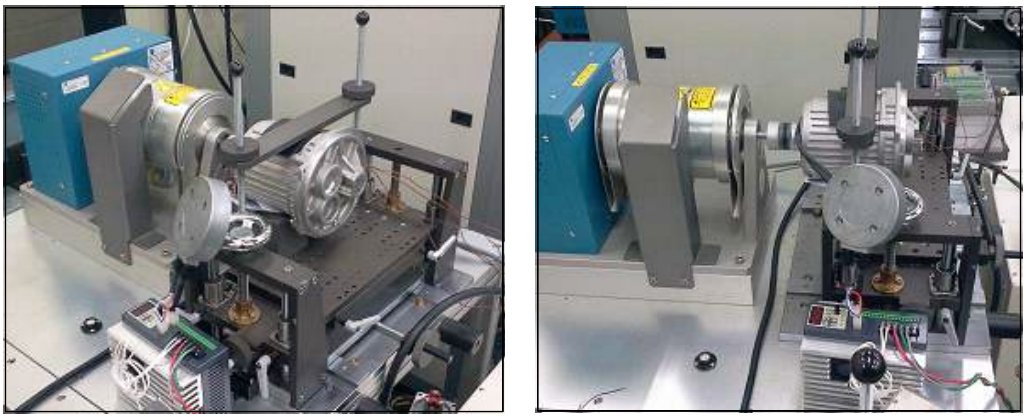
① 효율 평가 결과

- 모터의 효율

· 모터의 효율은 기어박스 내의 기어를 제거하고, 그림 5과 같이 Torque Meter를 이용하여 측정하였으며 측정 결과는 표 13와 같이 85.0%로 측정되었다.

<표 3-42> 모터 효율 측정

항목	측정치
전압	220 V
전류	4.2 A
입력	470 W
회전수	3000 RPM
토크	13 kgf-cm
출력	400 W
효율	85.0 %



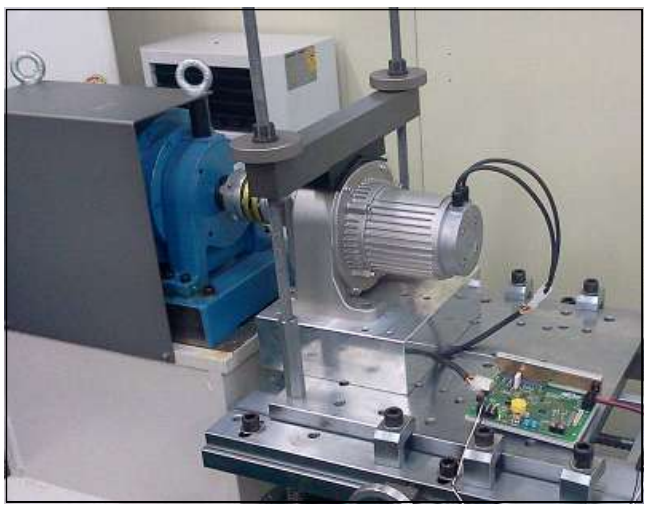
<그림 3-52> 모터부 토크 측정

- 감속기의 전달효율

  · KISSsoft 를 사용하여 목표한 전달 효율 80% 이상으로 설계하였고, TEST한 결과 아래 표 14와 같이 개발 목표를 만족하였다.

<표 3-43> 감속기 전달효율

구분		감속기 전달 효율(%)	
FRAME	감속비	개발 목표	측정값
	1/20	80%이상	89.10



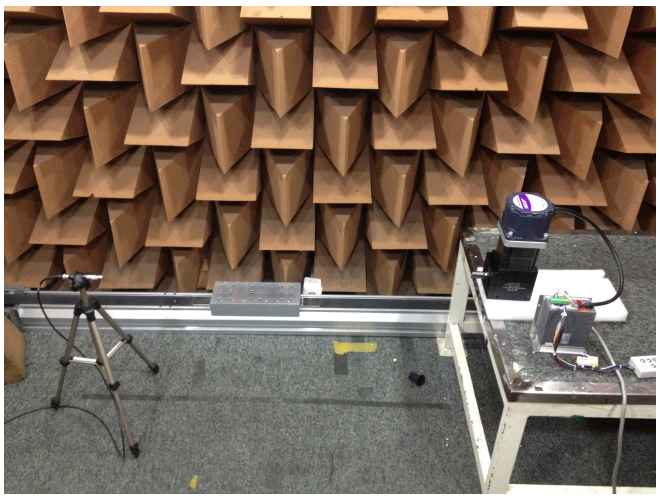
<그림 3-53> 감속비 전달 효율 측정

② 소음 평가 결과

- 소음 평가 결과는 아래 표와 같이, 개발 목표인 65dB 이하를 만족하였다.

<표 3-44> 소음 측정 결과

구분		소음(dB)		
FRAME	감속비	개발 목표	측정값-SPG	
			CW	CCW
	1/20	65 [dB] 이하	52.3	52.9



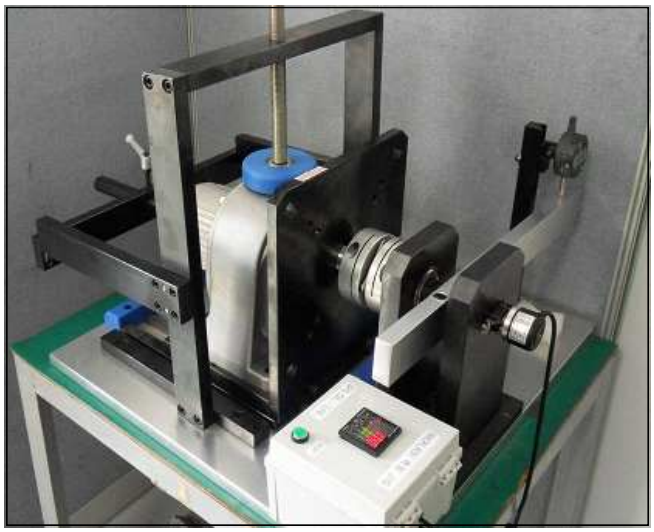
<그림 3-54> 소음 측정

③ 감속기 기어의 Backlash 평가 결과

- KISSsoft 를 사용하여 목표 Backlash 이하로 설계하였고, 자체 제작한 측정 장치를 이용하여 측정한 결과, 아래 표와 같이 목표한 성능을 만족하였다.

<표 3-45> Backlash 측정 결과

구분		Backlash		
FRAME	감속비	성능 목표	측정값-SPG	비 고
	1/20	30′ 이하	20′ 86″	



<그림 3-55> Backlash 측정

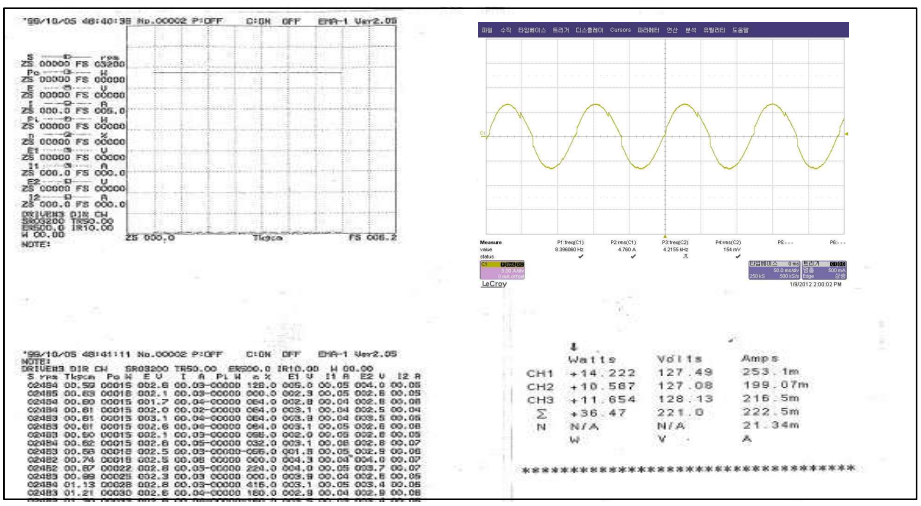
④ 회전 변동율 평가 결과

- 목표 사양 및 결과

  · 공간벡터 제어 기법과 실시간 센서 신호처리 및 Torque, speed의 연동제어 알고리즘 개발로 회전 변동율을 만족 시켰다.

<표 3-46> 회전 변동율

항 목	unit	목표사양	무부하시	정격부하시 (30kgf·cm)	결 과
Motor Speed	[r/min]	± 1%	3000	2995	0.2%



<그림 3-56> 회전 변동율 측정 DATA

⑤ 환경 평가

- 환경 평가시험

  · 항온항습조를 이용하여 저온, 상온, 고온 상태에서 원활히 구동되는 정도를 평가함.

<표 3-47> 내환경 시험 결과

평가 항목	평가 환경 (온도)	평가 결과
상온	25 °c	양호
저온 (2시간 방치 시험)	-20 °c	양호
고온 (2시간 방치 시험)	60 °c	양호
절연 내압	시험 전, 후	양호

<그림 3-57> 내환경 시험

- 환경 평가 결과

  · 항온항습조를 이용하여 요구되는 평가 환경에서 원활히 구동되는지 시험한 결과 구동에 문제가 없음이 확인되어 양호한 평가 결과를 얻었다.

4. 인터페이스 기술개발

가. 기존 기술현황 분석

(1) 기존 PSD의 운영 개념

(가) 승강장 안전문 도입 개요

○ PSD는, 플랫폼 스크린도어, 혹은 승강장 안전문이라고 하며, 사전적 의미로는 철도승강장 위에 선로와 격리되는 고정벽(스크린)과 가동문을 설치해 차량의 출입문과 연동하여 개폐되도록 하는 승강장 안전 지원 장치 또는 그러한 시스템을 말한다.

○ 전동차가 승강장 홈에 완전히 멈추어 서면 전동차 문과 함께 열려 승객의 안전 확보와 함께 전동차로 인한 소음·먼지·강풍 등을 줄이고, 승객이 고의나 실수로 선로에 빠지는 것을 막아주는 역할을 한다.

○ 영국에서 처음으로 도입한 이래 프랑스·일본·홍콩 등의 지하철도 역에서 적용하고 있으며, 한국에서는 2004년 광주지하철 1호선에 최초로 설치되어 운영되었다.

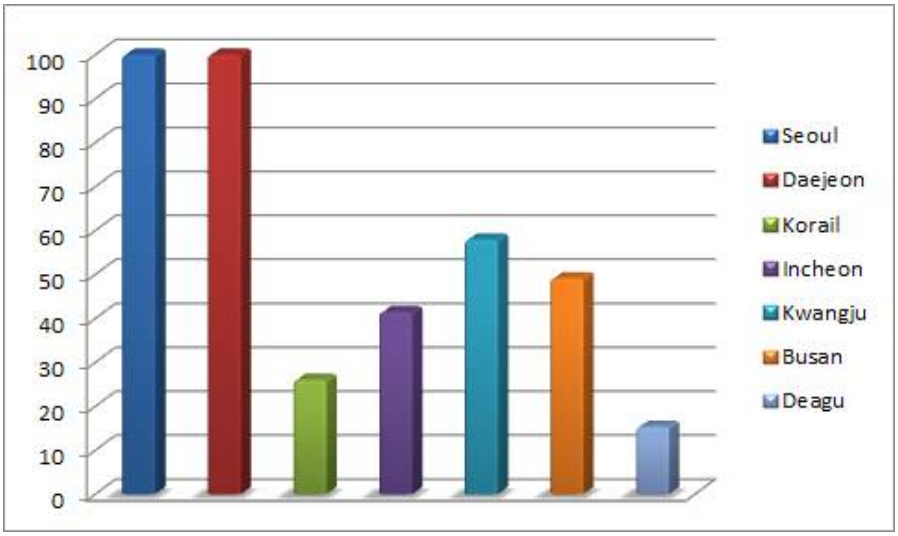
○ 선로부와 승강장을 고정벽으로 완전히 격리하는 완전밀폐형, 고정벽 및 가동문 위에 개구부(開口部) 또는 갤러리를 배치하는 반밀폐형, 차량의 문 위치에 맞추어 가동문을 설치하는 난간형 3종류로 나뉜다.

○ PSD의 장점은 ① 승객의 추락 및 전동차 접촉 방지 ② 역무원 인력의 절감 ③ 열차의 무인 운전 가능 ④ 승객 유동성 향상 및 고속통과 운전 가능 ⑤ 차량 강풍 방지와 방음·방진(防塵) 효과를 통한 승강장의 쾌적성 유지 ⑥ 열차 화재시 방연(防煙) 효과 ⑦ 역 환기탑 및 기계실의 축소 가능 등이다.

○ 그러나 초기 설치비가 많이 들고, 열차가 정위치를 초과해 정차하는 경우 승하차 속도가 지연될 우려가 있다는 것이 단점으로 지적된다.

(나) 국내 PSD의 설치현황 및 효과

○ 2013년 1월 현재 서울지하철(289개역)과 대전지하철(22개역)에는 스크린도어가 100% 설치되었으며, 철도공사 관리구간 223개역 중 26%, 인천지하철 29개역 중 41.4%, 광주지하철 19개역 중 57.9%, 부산지하철 108개역 중 49.1%, 대구지하철 59개역 중 15.3%가 설치되어 있다.



<그림 3-58> 도시철도 별 PSD 설치율(%)

○ 한국철도공사에 따르면 2012년 전국 도시철도에서 39건의 투신사고가 발생해 34명이 목숨을 잃은 것으로 나타났다.

○ 하지만 기관사가 스크린도어를 직접 열고 뛰어내린 사고 1건을 제외하고는 모두 스크린도어 미설치역에서 사고가 발생한 것으로 조사되어 스크린도어가 투신사고 방지에 큰 영향을 준 것으로 분석되었다.

(2) 기존 PSD의 운영 전략

○ PSD 안전문 개폐여부 판단을 위한 기법은 일반적으로 크게 다음 세 가지로 구분할 수 있다.

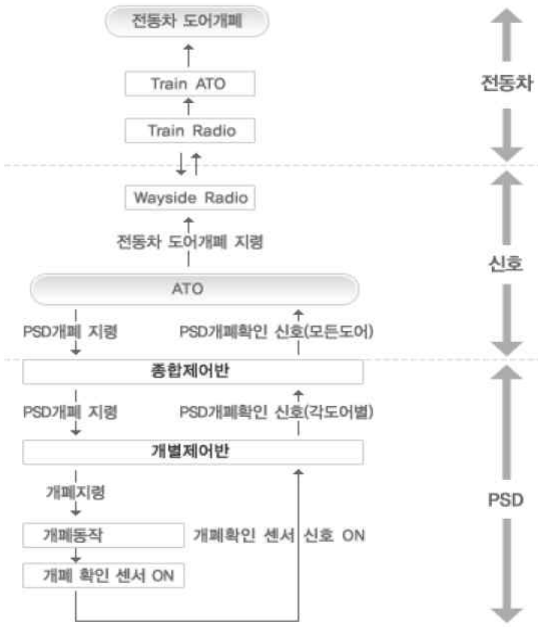
- ATO 방식
- 무선(RF)통신 방식
- 출입문 검출장치 방식

(가) ATO 방식

○ ATO(Automatic Train Operation)는 열차 자동 운전 장치를 뜻하며, 미리 정해진 구간을 구간별 제한속도나 지정속도로 운행하게 되고, 정차시 감속 및 정차선 정지, 서행신호 및 출입문 취급 등의 정보를 전달받아 자동으로 운행한다.

○ 이 방식은 지상자(지상신호기)에 의해 전동차 하부에 있는 차상자(차상신호기)로 운행정보를 송출하여 전동차내부에서 컴퓨터로 자동제어 하는 방식으로, 일정간격으로 늘어선 지상 신호기에서 정지, 감속, 운행 등의 신호를 보내고, 이를 열차가 받아 자동으로 시간에 맞춰 운행하게 된다.

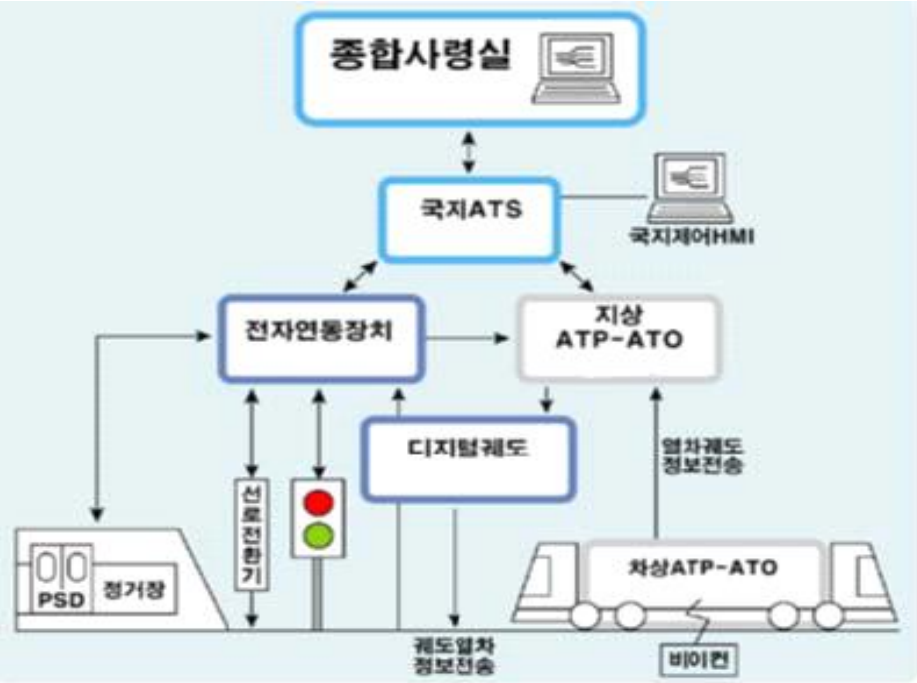
○ ATO 제어 방식에서 PSD는 이 ATO를 통해 열차가 역내에서 정지하면 열차의 승차위치 정차 여부에 대한 지상자 신호를 받아 안전문을 열고 닫는 동작을 하게 된다.



<그림 3-59> ATO 제어 방식의 제어 순서

○ ATO는 ATC(Automatic Train Control) 제어 범위를 확장해서 종합사령실에서 운행 중인 열차의 운행상태와 운행속도 등을 모니터 상에 표시되며 이것을 바탕으로 열차에 대한 전반적인 상황체크가 가능하며 가속, 감속 등의 대부분의 운행을 컴퓨터가 담당한다.

○ 이 방식은 완전 자동이지만, 안전상 기관사가 탑승하여 출입문을 닫고, 비상상황에 대비하고 있으며, 종합사령실에서 비상상황 발생시 강제로 열차를 세울 수도 있고, 속도조절, 신호기 조작까지 담당한다.



<그림 3-60> ATO신호설비와 연동 인터페이스 방식의 기본 개념도

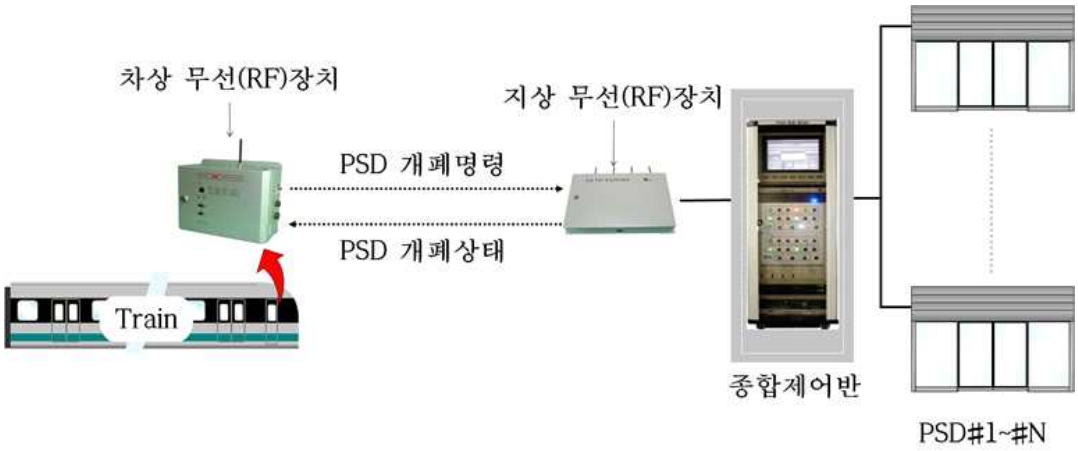
○ ATO 신호연동 인터페이스의 장단점은 먼저 ATO에 직접연결이 되어 PSD가 자동으로 운영되기 때문에 안정성에 대한 신뢰도가 높다. 반면 전동차운영시스템에 ATO일 경우에만 적용이 가능하며, ATO시스템의 흐름상 전동차 개폐시간과 PSD 개폐시간과의 오차가 발생한다.

(나) 무선(RF)통신 제어 방식

○ RF(Radio Frequency) 통신 제어 방식은 승강장 채널고정 방식으로 운영 되며, 열차승무원이 열차의 상태와 연동되는 PSD의 상태를 무선으로 제어할 수 있는 RF-차상장치와 이 RF-차상장치와 무선통신을 할 수 있도록 하는 무선중계장치인 RF-지상장치로 구성되어 있다.

○ RF-차상장치는 RF-지상장치로부터 도착역의 PSD 상태정보를 수신하고 RF-지상장치는 RF-차상장치를 통해 해당 차량의 편성번호, 열차의 기종 등을 포함한 열차의 상태정보를 수집한다.

○ RF통신 제어 방식에서는 RF-지상장치에 전동차의 출입문 개폐 정보와 연동하여 PSD 안전문의 개폐 여부를 결정하게 된다. 여기서, 전동차의 출입문 개폐 정보는 열차의 승차위치 정차 여부를 판단할 수 있는 기준이 된다.

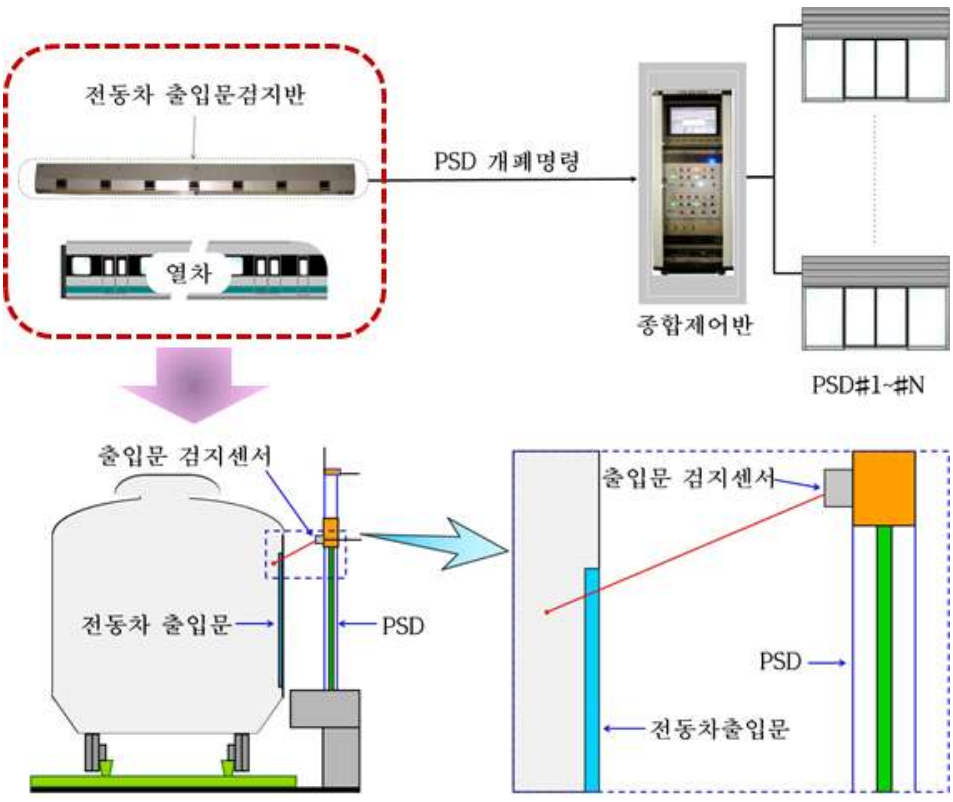


<그림 3-61> RF 인터페이스 방식의 기본 개념도

(다) 출입문 검출장치 제어 방식

○ 출입문 검출장치 제어 방식은 전동차 출입문을 마주 볼 수 있는 위치에 승강장 안전문 센서를 설치하여 이 센서가 승강장에 정차된 전동차의 전동차문 개폐 상태를 감지함으로서 승강장 안전문이 함께 개폐 하도록 하는 방식이다.

○ 여기서 전동차문의 열림은 열차가 승차위치에 정차했다는 것을 알 수 있는 지표로 볼 수 있다.



<그림 3-62> 출입문검지 센터 인터페이스 방식의 기본 개념도

(라) 조합 제어 방식

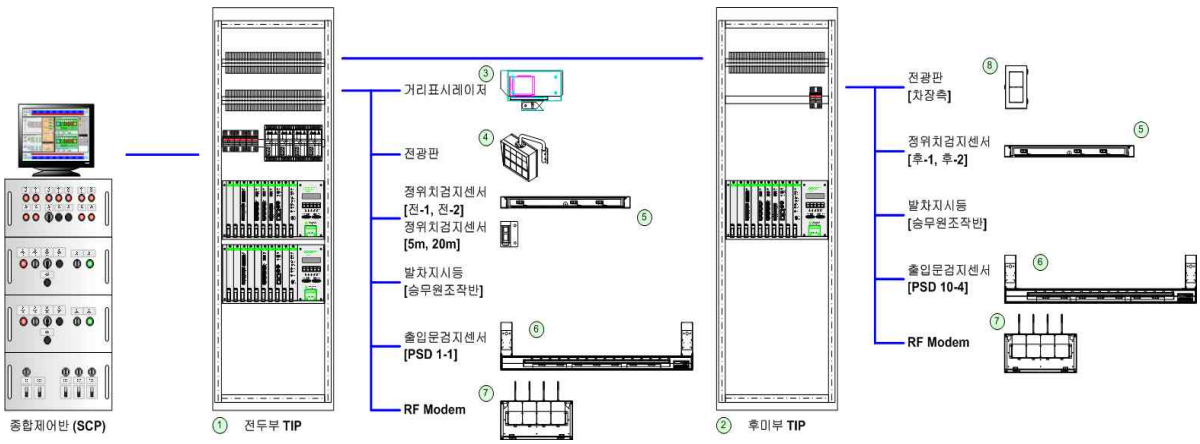
○ 열차의 양호한 승차위치 정차여부 감지 및 PSD 개폐를 위해서는 위에 제시된 방법 중 1가지 방법을 사용하거나, 세가지 방식 중 2가지 방식을 조합하여 활용하는데 일반적인 조합은 다음과 같다.

- ATO 제어 방식 + 출입문 검출장치 제어 방식
- RF통신 제어 방식 + 출입문 검출장치 제어 방식

○ PSD 안전문 제어를 위해 감지방식을 2중화 하는 이유는 기계 이상 등 사고 방지에 목적이 있으며, 다른 한편으로는 각 통신방식의 단점을 보완하기 위함이기도 하다.

○ ATO방식의 경우 열차 운영에 관한 정확한 상태파악에 장점이 있으나, 종합제어반과 개별제어반 등의 통신을 거쳐 PSD가 열리기 때문에 PSD 개폐 시간에 지체가 발생하게 되며, RF통신 제어 방식의 경우 열차의 정보를 다량으로 정확하게 전달할 수 있으나 열차의 정위치 정차 여부를 직접적으로 판단하는 방식은 아니다.

○ 이 두 방식의 단점을 보완하기 위해 PSD제어 부분에서는 가장 정확하고 빠르게 정보를 전달하는 출입문 검출장치 제어방식을 함께 도입하는 경우가 많다.



<그림 3-63> RF+출입문검지 센터 인터페이스 방식의 기본 개념도

(마) 기존 인터페이스 방식 적용에 대한 검토

○ 각각의 PSD 운영 방식을 검토한 결과 출입문 검지의 경우 ATO 방식의 경우 안정성은 높으나 개폐시간이 긴 단점이 있었으며, RF 방식은 개폐시간은 짧지만 설치비용이 높은 것으로 나타났다.

<표 3-48> 인터페이스 방식에 따른 종합 분석

구분	ATO	RF	출입문검지	RF+ 출입문검지
전차운영시스템	ATO	ATO/ATS/ATC	ATO/ATS/ATC	ATO/ATS/ATC
안정성	상	중	하	중
개폐시간	하	상	중	상
설치비용 (기존시스템개조)	낮음	높음	중간	높음
유지비용	낮음	낮음	높음	높음

(바) 스크린 도어의 운영기관의 인터페이스 적용 현황

○ 도시철도 운영 기관의 인터페이스 적용 현황은 아래와 같으며, 수도권 이외의 대부분 지방에서는 ATO 방식을 사용하고 있는 것으로 나타났다.

<표 3-49> 인터페이스 적용 현황

No	운영기관	노선	제어장치
1	서울메트로	1호선(동묘앞)	출입문검지센서
2	서울메트로	2호선(지선)	RF장치
3	서울메트로	2호선(본선)	RF장치 + 출입문검지센서
4	서울메트로	3호선(을지로3가)	출입문검지센서
5	서울메트로	4호선(동대문)	출입문검지센서
6	대전지하철		ATO
7	대구지하철	1호선	RF장치 + 출입문검지센서
8	대구지하철	2호선	ATO
9	광주지하철		ATO
10	부산지하철	전체	ATO
11	인천공항철도		ATO

(2) 기존 PSD 운영 개념 및 전략의 문제점

(가) 다양한 열차 차종에 대응 불가

○ 동일한 역에 정차하는 차량의 종류가 다양하고 출입문의 위치가 제각각인 경우 기존의 승강장 안전문 설치 및 운영이 어렵다.

○ 기존의 승강장 안전문은 철도 차량과 승강장 안전문이 1:1로 매칭이 되어야만 사용이 가능하기 때문에 열차마다 출입문의 위치가 다양한 경우에는 적용이 어려운 것이다.

○ 뉴욕, 영국, 미국, 일본 등 오래전부터 도시철도를 도입해온 대부분의 국가에서 발생하는 문제이다.

<그림 3-64> 다양한 열차 차종에 대응 불가

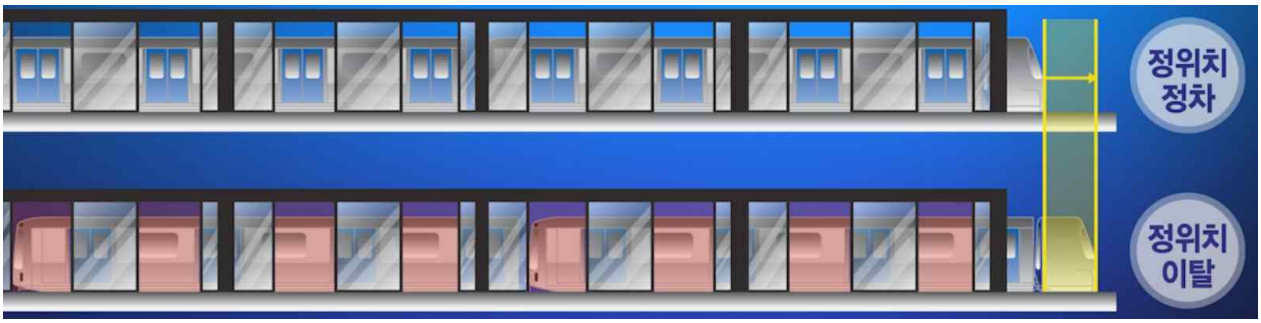
(나) 정위치 정차의 어려움

○ ATO(Automatic Train Operation) 등 열차 자동 운전장치가 설치되어 있는 경우 자동으로 열차를 정위치에 정차할 수 있다.

○ 하지만 많은 국가의 도시철도 및 일반철도는 기관사의 조작에 의해 열차가 정차하도록 되어 있다.

○ 기존의 PSD를 설치할 경우 열차 출입문과 승강장 안전문이 매우 정확히 일치해야 하기 때문에 정위치 정차가 되지 않을 경우 승객이 타고 내릴 수 없게된다.

○ 이는 승하차 시 안전사고로 연결되거나 정위치 정차에 대한 열차 운전자의 극심한 스트레스가 된다.



<그림 3-65> 정위치 정차의 어려움

(다) 보강공사 및 운영 유지에 막대한 예산 필요

○ PSD의 구조가 복잡하여 세심한 관리가 필요하며, 청소해야 하는 유리 등으로 막힌 면적이 넓어 청소비용 등 관리 비용이 매우 높다.

○ 또한 부품의 고장 및 파손 시 부품이 고가이기 때문에 유지관리 비용이 높고, 고장이 잦은 편이다.

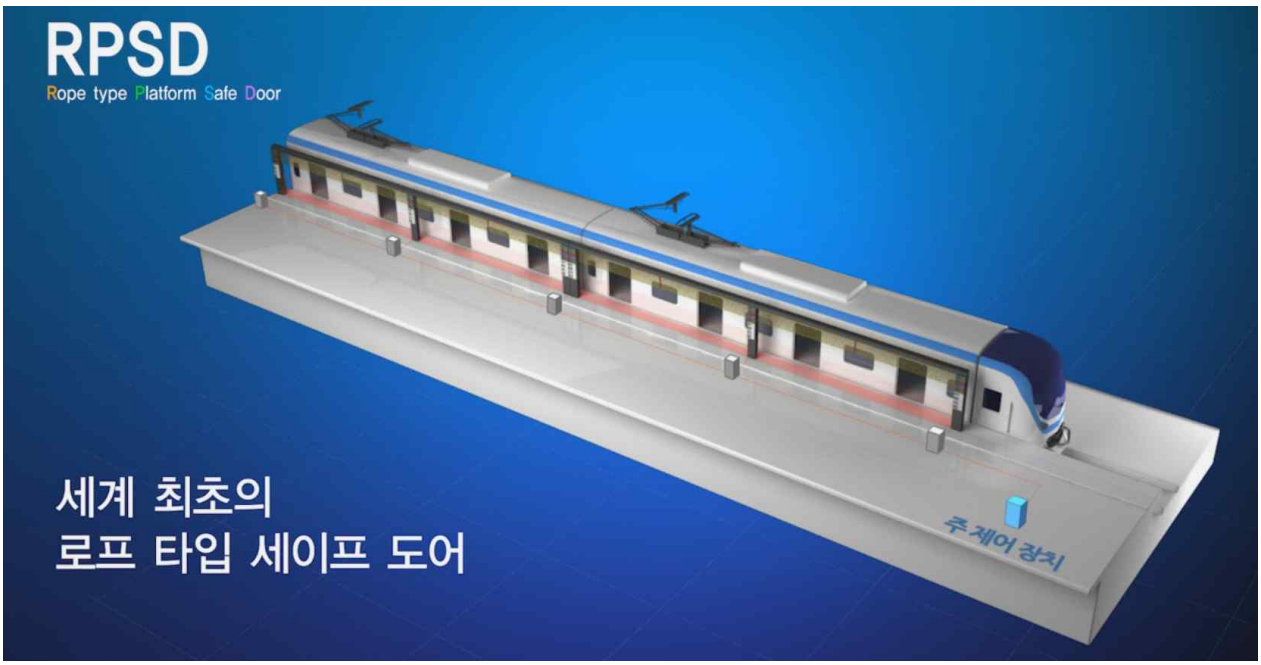
<그림 3-66> PSD 청소

나. RPSD 특성을 고려한 인터페이스 기술개발의 필요성

(1) 상해개폐식 승강장 안전문 운영 개념

(가) RPSD 개요

○ RSPD는 로프로 설치된 2단의 세이프 도어를 양쪽 승하강 리프트를 이용해 아래위로 열고 닫는 시스템으로, 승강장에 정차하는 차종이 다양할 경우에도 PSD를 적용할 수 있도록 설계되었다.



<그림 3-67> RPSD의 기본 개념

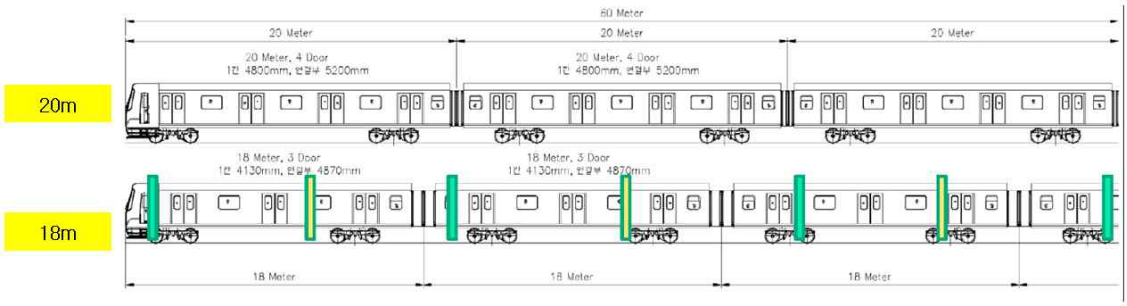
○ RPSD는 20m, 40m 등 역사의 특성 및 정차하는 열차의 특성에 따라, 다양한 단위 구성할 수 있어 구조적, 운영적 여건 때문에 PSD를 설치하기 어려운 승강장에도 설치가 가능하도록 개발되었다.

○ 현재 다양한 열차(차량)에 대응할 수 있는 유일한 PSD 시스템으로 정위치 정차에 대한 부담이 적고, 설치기간도 짧으며, 비용도 저렴하고, 유지보수 비용도 낮아, 국내 뿐 아니라 해외에서도 경쟁력이 있는 기술로 평가받고 있다.

(나) RPSD의 운영상 장점

○ 열차 차종에 제약 없이 운영

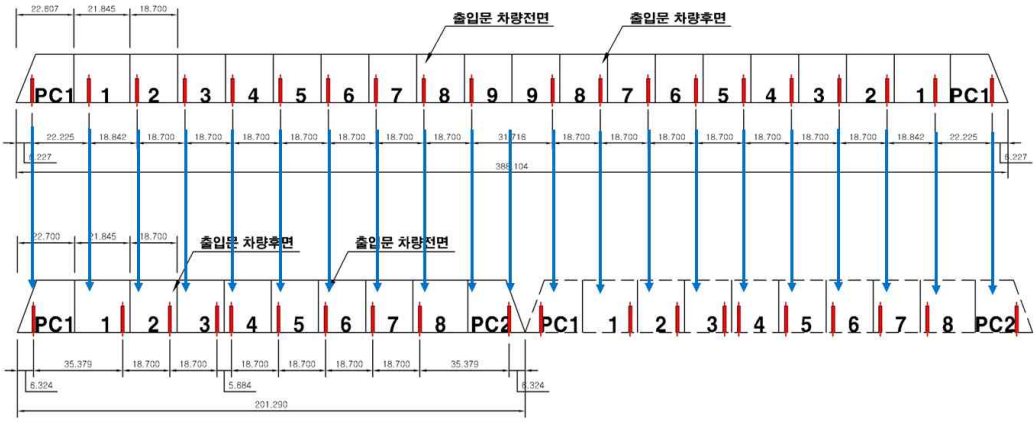
- 기존 PSD의 경우 다 차종이 혼재되어 운영되는 역사에는 설치가 불가능하여 그 곳을 이용하는 승객의 안전을 100% 보장할 수 없다.



<그림 3-68> 열차의 차량길이가 다른 경우

○ 열차 출입문 개소수의 제약 없이 운영

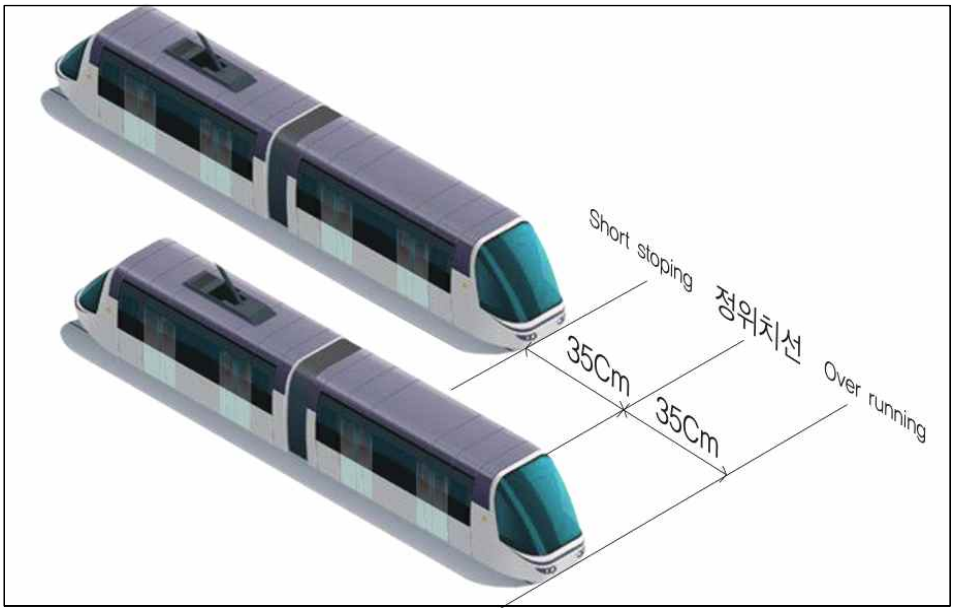
- 열차 출입문 개소수가 다른 열차가 운영되고 있는 역사의 경우도 기존 PSD는 설치가 불가능하여 승강장 안전시설로 안전펜스 등과 같은 최소한의 안전장치만을 설치하고 있는 실정이다.



<그림 3-69> 열차 출입문 개소수가 다른 경우

○ 정위치 정차에 제약 없이 운영

- 현재 PSD는 열차가 ±35Cm 안에 정차하는 정위치 정차의 제약이 있다. 이러한 이유로 기존 PSD가 설치된역의 경우 정위치 정차에 대한 제약이 있어 기관사의 스트레스를 높이는 문제점이 있다.



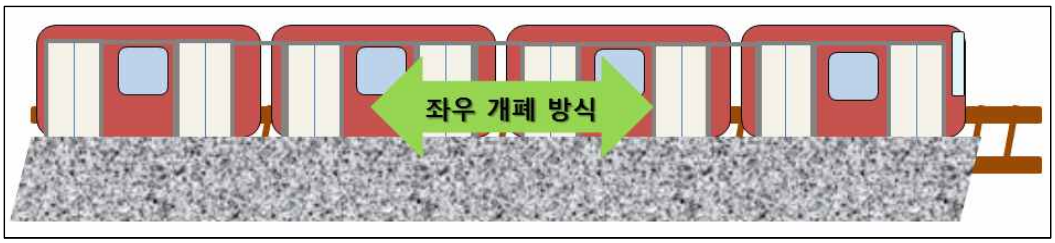
<그림 3-70> 기존 PSD의 정위치 정차 제약

(2) 상해개폐식 승강장 안전의문 운영 전략

(가) 기존 PSD 개폐방식과의 개념 차이

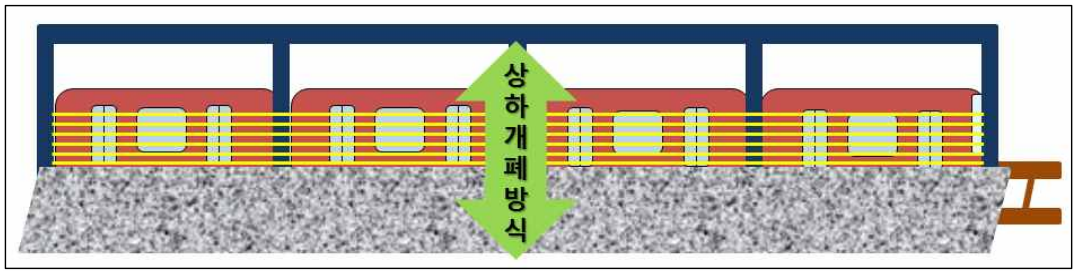
○ 기존 PSD 시스템에는 완전밀폐형, 반밀폐형, 난간형이 있으며 이들의 경우 좌우 개폐방법으로 운영되고 있다.

○ 이 때문에 열차문과 PSD 출입문의 일대일 대응방식인 기존 스크린도어는 다차종 및 출입문 개소수가 다른 열차가 운영되고 있는 역사에서는 설치가 불가능 하다.



<그림 3-71> 기존 PSD 개폐 방식(좌우 개폐)

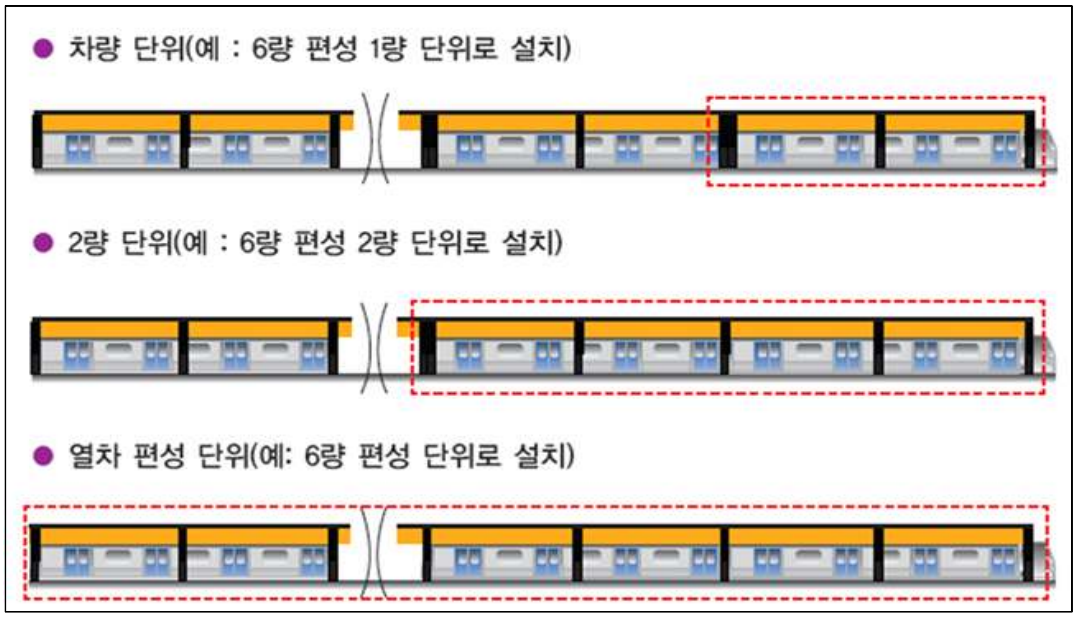
○ RPSD의 경우 상하개폐 방식으로 기존 PSD가 설치가 불가능한 다차종 운영 역사, 열차 출입문 개소수가 다른 열차가 혼영 운영되는 역사에도 설치 가능하다.



<그림 3-72> RPSD 개폐 방식(상하 개폐)

(나) RPSD 설치 방안

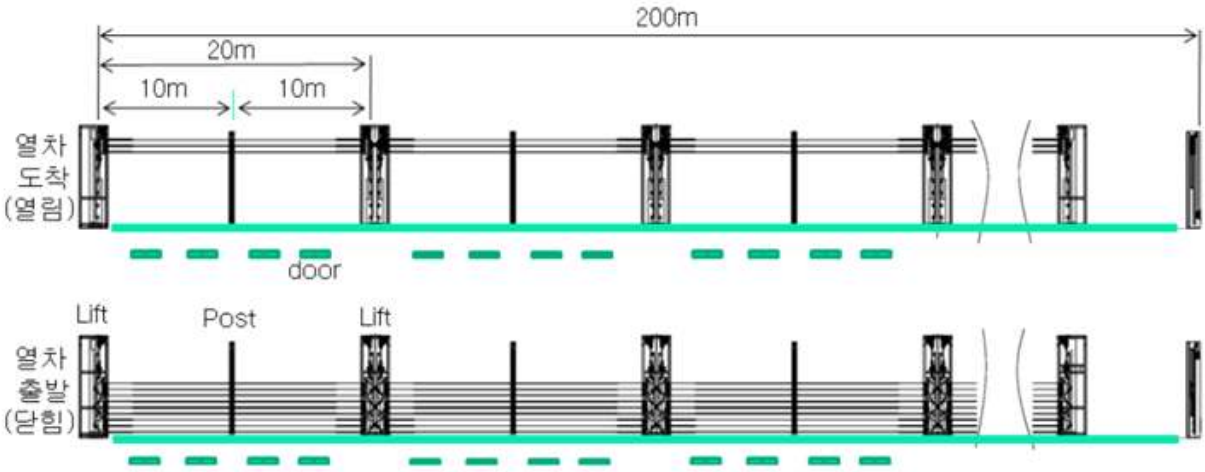
○ RPSD의 설치 방안은 다음 그림과 같이 1량 단위 편성 설치부터 열차 편성단위 설치까지 가능하다.



<그림 3-73> RPSD 설치 시 구성 방법

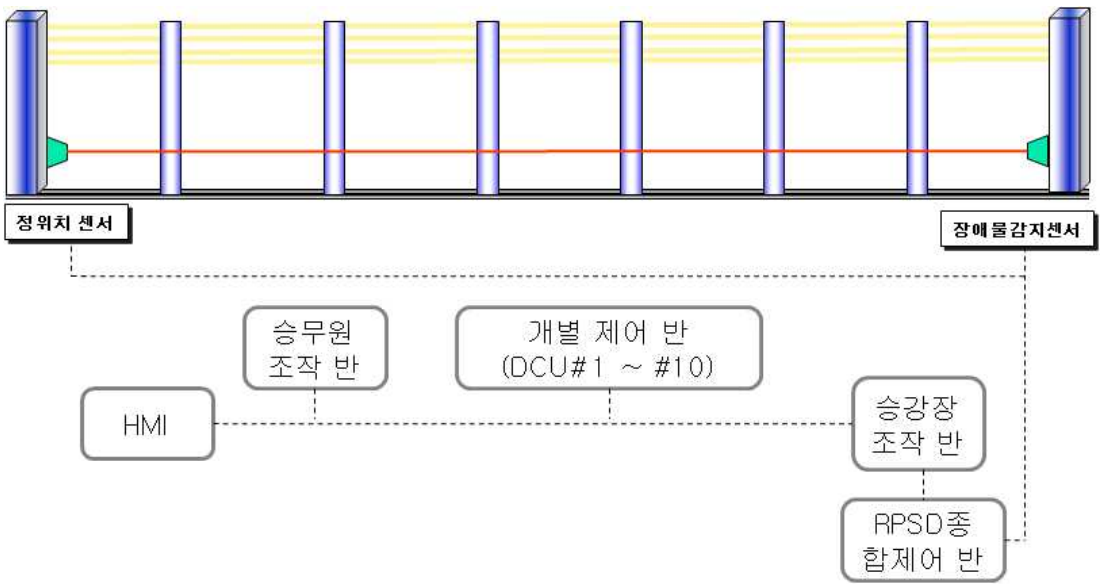
(다) 제어 단위 검토

○ RPSD 열림과 닫힘의 기본 개념은 <그림 3-74>와 같이 상하 개폐방식이며, 열차편성과 정거장 기하구조에 따라 철도운영자가 열차 차량 단위 또는 편성단위, 열차 차량을 그룹단위로 제어 가능하다.



<그림 3-74> RPSD의 열림 도착(상하 개폐)의 기본 개념

○ 기존 스크린도어는 열차1량당 4개 출입문으로 구성되어 있기 때문에 스크린도어 가동도어는 량당 4개씩 설치하여 10량 1편성 기준으로 총 40개 가동문을 제어해야 하지만, 본 RPSD 시스템은 <그림 3-75>과 같이 최대 10개 단위로 제어한다. 따라서 개별제어반은 10량 1편성 기준 10개로 대응이 가능하다.



<그림 3-75> RPSD 인터페이스 기본개념

(3) 필요성

○ PSD는 열차가 정위치에 정차를 확인하여 스크린도어를 개폐하는 방법으로 제어된다. 정위치정차 검지방법에는 ATO 지상신호설비와 연동방식, RF 연동방식, 출입문검지센서 연동방식, RF + 출입문검지센서 연동방식 등이 있다.

○ 이들 장치는 PSD 구조물에 정위치 정차 검지장치를 설치할 수 있는 공간이 충분하여 정위치 정차 검지를 손쉽게 확인할 수 있다.

○ 로프타입의 수직 개폐형 스크린 안전장치(RPSD)에서는 수직 개폐형 스크린도어를 승하강 하기위한 수단 외에는 고정된 구조물이 기본적으로 제공되지 않는다.

○ 따라서 기존 PSD에서 사용하던 정위치 검지방법인 ATO 지상 신호 설비와 연동방식, RF 연동방식, 출입문검지센서 연동방식, RF + 출입문검지센서 연동방식 등의 검지장치를 장착할 수 있는 공간을 제공하기 어렵다.

○ 때문에 RPSD에서 기존에 사용하고 정위치 정차 검지방법 외에 대체할 수 있는 방법이 필요하다.

다. 운영전략

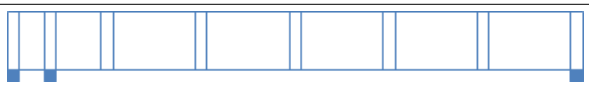
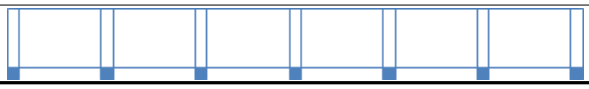
(1) 독립 인터페이스 제어방식 도출

(가) 독립형 제어방식

○ 본 연구에서는 이를 해결하기 위해 RPSD의 구조물 중 센서를 설치할 수 있는 승하강 수단(기둥)에 상부 혹은 하부에 열차검지센서를 설치하여 열차의 정위치를 검지하는 방안을 도출하였다.

○ 다음은 승하강 수단(기둥) 상부 혹은 하부에 열차검지센서를 설치하여 열차의 정위치를 검지하는 경우, 각 승하강 수단에 검지센서를 설치하는 방안으로 도출된 방법들이다.

<표 3-50> 검지센서 설치 대안

검지 방법	검지기 설치 방안
양 단 검지	
양 단 검지 + 기존 시스템 연계	ATO 연계
양 단 검지 + 열차 정차 여부 검지	
승하강 수단별 검지	

(2) 정위치 정차 검지방법 도출

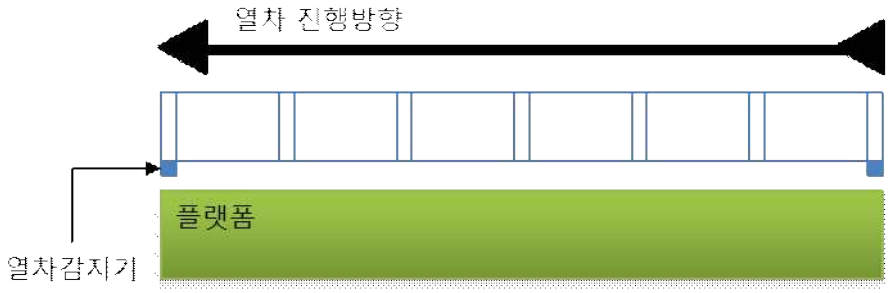
○ 정위치 정차 검지 방법은 위에 제시된 네가지 검지센서 설치 방법에 따라 각각 다양하게 제시될 수 있다.

(가) 양 단 검지

○ 양 단 검지 방법은 RPSD 진입부와 진출부에 있는 승하강 수단에 열차 검지 장치를 설치하여 열차의 진출입여부를 판단하여 RPSD를 개폐하는 방법이다.

○ 진입부의 검지센서가 열차의 진입 여부를 판단하여 일정 시간 후에 승강장 안전문이 열리고 상류부 검지센서에서 열차의 진출여부를 판단하여 승강장 안전문을 닫도록 하는 방법이다.

○ 이 방법은 설치 및 유지관리 비용이 저렴한 장점이 있으나, 승강장 안전문 개폐시간이 빠르거나 느릴 수 있으며, 승객 안전에 불리한 면이 있다.



<그림 3-76> 양 단 검지 방법

(나) 양 단 검지 + 기존 시스템 연계

○ 양 단 검지 + 기존 시스템 연계 방법은 RPSD 진입부와 진출부에 있는 승하강 수단에 열차 검지 장치를 설치하여 열차의 진출입여부를 판단하고 기존 시스템인 ATO를 통해 열차의 정위치를 판단하여 RPSD를 개폐하는 방법이다.

○ 이 방법은 비용과 안전에 장점이 있으나 ATO-종합제어반-개별제어반을 거치면서 개폐시간에 지체가 발생한다는 단점이 있다.

<그림 3-77> 양 단 검지 + 기존 시스템 방법

(다) 양 단 검지 + 열차 정차 여부 검지

○ 양 단 검지 + 열차 정차 여부 검지 방법은 RPSD 진입부와 진출부에 있는 승하강 수단에 열차 검지 장치를 설치하고 진출부에서 정위치정차 범위에 검지기를 추가로 설치하는 방법이다.

○ 진입부, 진출부 열차 검지장치를 이용하여 열차의 진출입을 판단하고, 추가 설치된 검지장치를 이용하여 열차의 정위치를 판단하여 RPSD를 개폐하는 방법이다.

○ 이 방법은 RPSD 설치 및 유지관리 비용이 저렴한편이며, 승강장 안전문의 개폐 시간도 신속하지만 열차가 완전히 정위치에 정차하지 않는 경우 승강장 안전문 개폐에 문제가 발생할 수 있어 RPSD의 장점을 살리지 못하는 문제가 있다.

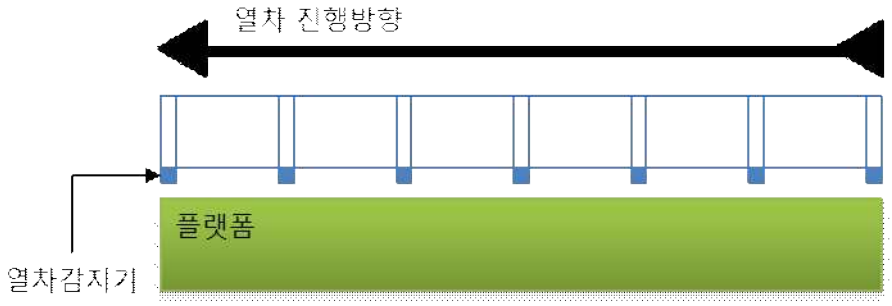
<그림 3-78> 양 단 검지 + 열차 정차 여부 검지 방법

(라) 승하강 수단(기둥)별 검지

○ 승하강 수단별 검지 방법은 승하강 수단별로 검지센서를 설치하는 방법이다

○ 다른 방법에 비해 검지센서 설치비용이 더 투입되지만, 열차의 정차 여부를 정확히 파악 할 수 있고, 개폐 지연 시간이 거의 없다.

○ 또한 여러 개의 센서를 이용함으로 센서 중 하나에 이상이 생기더라도 해당상황에 대응할 수 있어 2중화가 필요 없게 되므로 2중화를 교려한다면 전체적인 비용 측면에서 오히려 유리하다고 판단 할 수 있다.



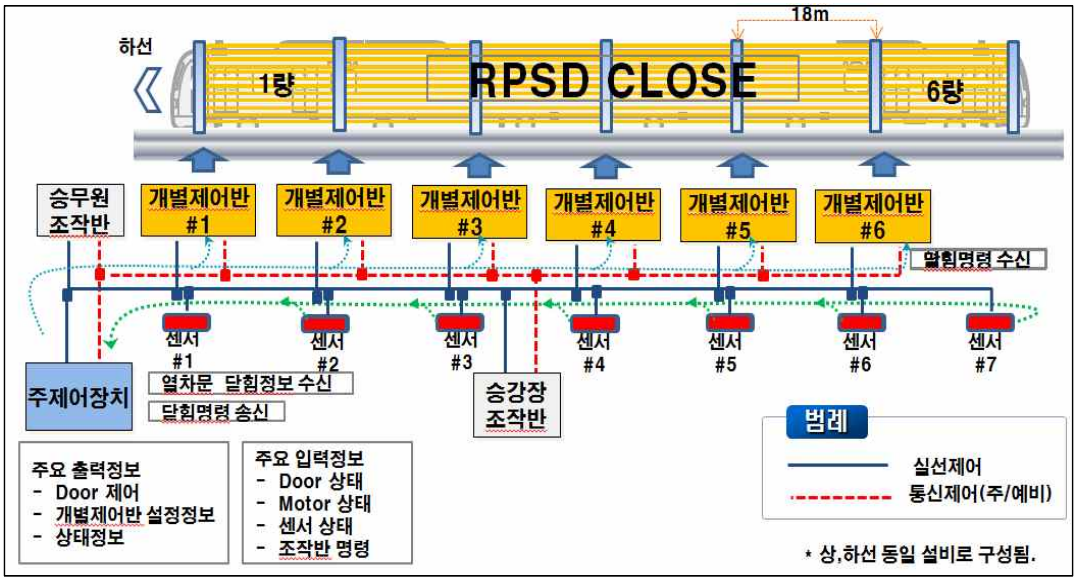
<그림 3-79> 승하강 수단(기둥)별 검지 방법

(마) 결론

○ 정위치 정차 검지방법으로 안정성이 높고, 개폐 지체시간이 적으며, RPSD 특성에 맞게 열차의 정차여부를 정확히 파악할 수 있는 승하강 수단(기둥)별 검지 방법으로 설정 하였다.

라. 시스템 구성

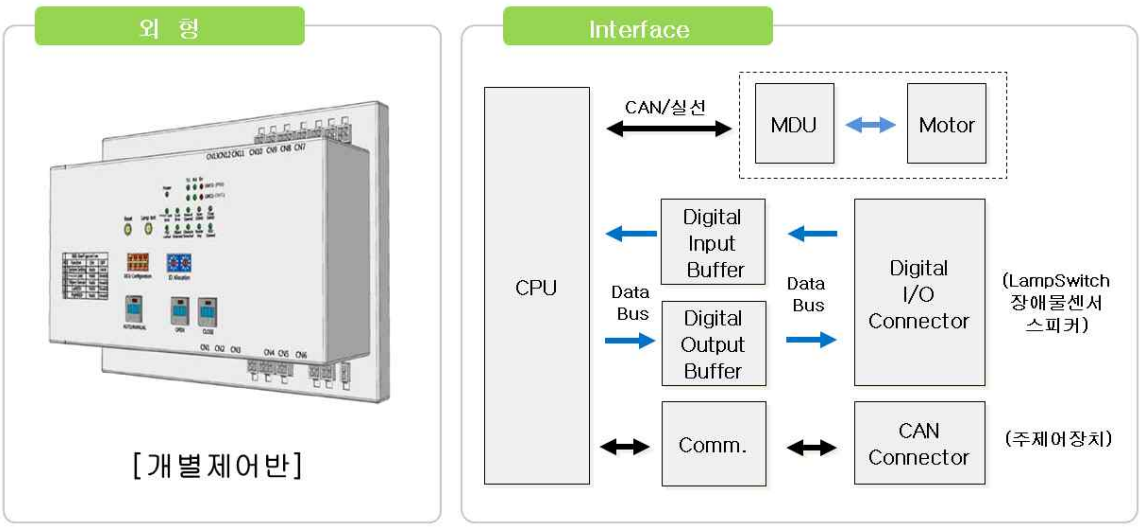
○ RPSD의 차량과 인터페이스 구성도는 다음 그림과 같다.



<그림 3-80> RPSD 인터페이스 구상도

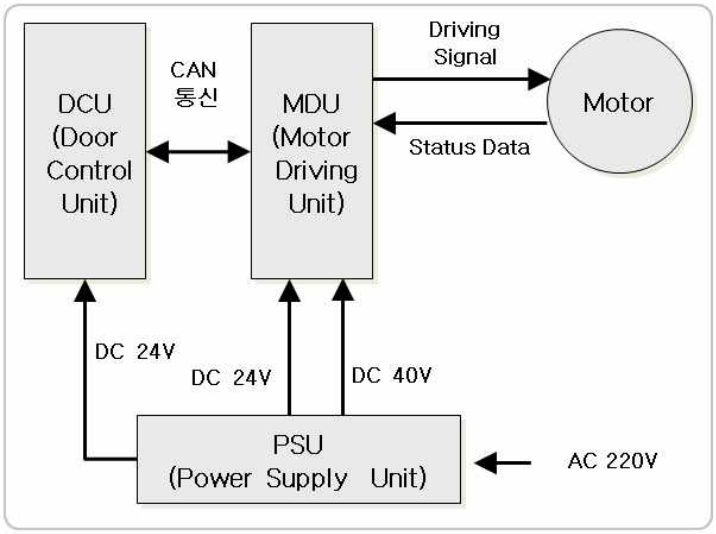
○ RPSD 개별제어반의 인터페이스

· 장애물 동작 등은 열차 1량당 1set 설치하고 있는 개별제어반으로 정보를 송수신하여 검지한다.



<그림 3-81> RPSD 개별제어반 외형도 및 인터페이스 구성도

· 개별제어반 내부에는 MDU, DCU, I/O보드 등이 있는데 TIP와 DCU간의 통신, DCU와 MDU간의 통신, MDU와 MDU간 통신 등이 이루어져 RPSD 상태정보에 대하여 인터페이스하며, 고장 및 점검시에도 RPSD를 자동 또는 수동으로 개폐한다.



<그림 3-82> 개별제어반과 MDU 인터페이스 구성도

· 이처럼 RPSD 개폐 동작을 모두 관장하여 상태 정보를 DCU에 전송해주는 RPSD 전용의 MDU 및 모터 등의 개발이 필요하다.

구 분		정보 내용	
CAN 통신 (주제어)	DCU → MDU	명령	Door Open
			Door Close
			열림 속도 설정
			닫힘 속도 설정
			모터 동작 정지(Break)
			Reset
			Door 재개폐
	MDU → DCU	Door 동작정보	닫힘 완료
			열림중
			열림 완료
			닫힘중
		모터 Error정보	모터 과부하
			모터 과온도
		MDU 상태 정보	MDU 동작중 상태
			모터 동작중
			모터 전원
실 선 (보조제어)	DCU → MDU	명령	열림 명령
			닫힘 명령
	MDU → DCU	동작상태	열림 완료
			닫힘 완료

(1) 통상 열림 동작

○ 자동운전

- 열차가 정차하면 열차 정차 일정시간후(3초) 주제어장치는 열림 명령을 개별제어반(DCU)에 전송 한다.
- 개별제어반은 주제어장치로부터 열림 명령을 수신하면 동작음(음성)이 울리고, 세이프도어 상부의 표시등(적색)이 점등하며 열림 동작을 개시 한다.
- 세이프도어가 열리기 시작하면 닫힘 확인센서가 OFF되고, 주제어장치로 닫힘 확인 OFF신호를 전송한다.
- 주제어장치는 승강장의 모든 개별제어반으로부터 열림 확인신호를 수신하면 승무원조작반, 승강장조작반에 열림 확인신호를 송신하고, 조작반은 열림표시등을 점등 한다.

○ 수동운전

- 수동운전은 승무원조작반, 승강장조작반의 조작부에서 열림 버튼을 조작하면 세이프도어는 전제 열림을 동작한다.
- 세이프도어 열림시 동작시간: 2.5 ~ 5초(조정가능)

(2) 통상 닫힘 동작

○ 자동운전

- 열차가 승강장을 벗어나면 일정 시간후(2초) 주제어장치는 닫힘 명령을 개별제어반(DCU)에 전송 한다.
- 개별제어반은 주제어장치로부터 닫힘 명령을 수신하면 동작음(음성)이 울리고 닫힘 동작을 개시 한다.
- 세이프도어가 완전히 닫히면 닫힘 확인센서가 ON되고 도어 상부의 표시등(적색)을 소등한다.
- 주제어장치는 승강장의 모든 개별제어반으로부터 닫힘 확인신호를 수신하면 승무원조작반, 승강장조작반에 닫힘 확인신호를 송신하고, 조작반은 열림표시등을 소등 한다.

○ 수동운전

- 수동운전은 승무원조작반, 승강장조작반 조작부에서 닫힘 버튼을 조작하여 세이프도어를 전체 닫힘을 동작한다.
- 세이프도어 닫힘시 동작 시간 : 3.5초 ~ 5초(조절가능)

마. 도어개폐 알고리즘 개발

(1) 일반 운영 시나리오

(가) 정위치 정차 검지방법 알고리즘 도출

○ 알고리즘 도출을 위해 파악해야 하는 상황은 열차가 승강장에 정차하지 않은 상황을 제외한 진입시작, 진입 중, 양호(정위치 정차), 초과, 진출로 구분할 수 있다.

○ 또한 역사진입 열차의 유형는 단일차종-단일편성, 단일차종-혼용편성, 혼용차종-혼용편성이 있으며 단일차종-단일편성은 RPSD 길이와 열차길이가 같은 경우, 단일차종-혼용편성, 혼용차종-혼용편성은 RPSD 길이 보다 열차 길이가 작을 경우를 고려하여 작성되어야 한다.

<표 3-51> 역사진입 열차 유형 및 예시

열차유형		예시	비고
RPSD 길이와 열차길이가 같은 경우	단일차종 -단일편성	지하철차량 - 8량	공항철도
RPSD 길이보다 열차길이가 작을 경우	단일차종 -혼용편성	지하철차량 - 4량 지하철차량 - 6량	대구지하철 2호선
	혼용차종 -혼용편성	KTX - 20량 새마을호 - 8량 무궁화호 - 9량 외 다수	서울역

① RPSD 길이와 열차길이가 같은 경우

○ RPSD 길이와 열차길이가 같은 경우 선정한 검지방법인 승하강 기둥 별 검지 센서 설치 방법에 따라 설치된 검지 센서를 통해 파악하는 방안은 다음과 같다.

<표 3-52> 검지 센서를 통한 열차 진입상태 알고리즘 1

상태	진출부 센서	중앙부센서					진입부 센서	비고
	1	2	3	4	5	6	7	
진입	X	X	X	X	X	X	○	
미달	X	○	○	○	○	○	○	
양호	X	○	○	○	○	○	X	3초 후 열림
초과	○	○	○	○	○	X	X	
진출	X	X	X	X	X	X	X	닫힘

○ 진입상태 검지는 열차가 플랫폼에 진입하기 시작하면 진입부 열차검지센서(7)만 열차가 검지되었다는 신호를 출력한다.

- 이때 RPSD는 열차가 진입했다고 판단한다.

○ 미달상태는 진출부 열차검지센서를 제외한 다른 열차검지센서(2~7)에서 열차가 검지되었다는 신호를 출력한다.

- 이때 RPSD는 진출부 열차 검지센서에서 열차가 검지되었다는 신호가 출력되지 않고 진입부 열차검지센서를 포함한 일련의 열차검지센서에서 열차가 검지되었다고 신호가 출력되도 스크린도어를 개방을 허용하지 않는다고 판단한다.

○ 양호상태는 열차가 모두 플랫폼에 진입하여 진입부와 진출부 열차검지센서에서 열차가 검지되었다는 신호를 출력하지 않고, 다른 일부의 연속된 열차검지센서(2~6)에서 3초 이상의 열차가 검지되었다는 신호를 출력한다.

-이때 RPSD는 스크린도어의 개방을 허용할 수 있는 상태라고 판단한다.

○ 초과상태는 진입부 열차검지센서에 열차가 검지되었다는 신호를 출력하지 않고, 다른 열차검지센서(1~5)는 열차가 검지되었다는 신호를 출력하는 상태이다.

- 이때 진출부 열차검지센서에서 열차가 검지되었다는 신호를 출력하면 일부의 연속된 열차 검지센서에서 3초 이상의 열차가 검지되었다는 신호를 출력해도 RPSD는 스크린도어의 개방을 허용할 수 없는 상태라고 판단한다.

○ 진출상태는 모든 열차검지센서에서 열차가 검지되지 않았다는 신호를 출력하는 상태이다.

- 이때 RPSD는 개방된 스크린도어를 폐쇠할 수 있는 상태라 판단한다.

○ 여기서 양호한 정차 시에 3초 후 승강장 안전문을 여는 이유는 열차가 정위치에 완전히 정차하고 열차의 출입문이 열리는 시간을 고려하여 도출된 시간이다.

② RPSD 길이보다 열차길이가 작을 경우

○ RPSD 길이보다 열차길이가 작을 경우 선정한 검지방법인 승하강 기둥 별 검지 센서 설치 방법에 따라 설치된 검지 센서를 통해 파악하는 방안은 다음과 같다.

<표 3-53> 검지 센서를 통한 열차 진입상태 알고리즘 2

상태	진출부 센서	중앙부센서					진입부 센서	비고
	1	2	3	4	5	6	7	
진입	X	X	X	X	X	X	○	
미달	X	○	○	○	○	○	○	
양호1	X	X	○	○	○	○	X	3초 후 열림
양호2	X	○	○	○	○	X	X	3초 후 열림
초과	○	○	○	○	○	X	X	
진출	X	X	X	X	X	X	X	닫힘

○ 진입상태 검지는 열차가 플랫폼에 진입하기 시작하면 진입부 열차검지센서(7)만 열차가 검지되었다는 신호를 출력한다.

- 이때 RPSD는 열차가 진입했다고 판단한다.

○ 미달상태는 진출부 열차검지센서를 제외한 다른 열차검지센서(2~7)에서 열차가 검지되었다는 신호를 출력한다.

- 이때 RPSD는 진출부 열차 검지센서에서 열차가 검지되었다는 신호가 출력되지 않고 진입부 열차검지센서를 포함한 일련의 열차검지센서에서 열차가 검지되었다고 신호가 출력되도 스크린도어를 개방을 허용하지 않는다고 판단한다.

○ 양호상태1은 열차가 모두 플랫폼에 진입하여 진입부와 진출부 열차검지센서에서 열차가 검지되었다는 신호를 출력하지 않고, 다른 일부의 연속된 열차검지센서(3~6)에서 3초 이상의 열차가 검지되었다는 신호를 출력한다.

- 이때 RPSD는 스크린도어의 개방을 허용할 수 있는 상태라고 판단한다.

○ 양호상태 2는 열차가 모두 플랫폼에 진입하여 진입부와 진출부 열차검지센서에서 열차가 검지되었다는 신호를 출력하지 않고, 다른 일부의 연속된 열차검지센서(2~5)에서 3초 이상의 열차가 검지되었다는 신호를 출력한다.

- 이때 RPSD는 스크린도어의 개방을 허용할 수 있는 상태라고 판단한다.

○ 양호상태 1, 2를 개방할 때 열차검지센서별 연동되어 개폐하는 스크린도어에 따라 열차의 후미부 또는 선두부의 스크린도어가 열차의 도어가 존재함에도 개폐되지 않는 경우가 생길 수 있다.

- 이는 구동알고리즘 설계 시 예외사항을 두어 설계하면 보완할 수 있다.

○ 초과상태는 진입부 열차검지센서에 열차가 검지되었다는 신호를 출력하지 않고, 다른 열차검지센서(1~5)는 열차가 검지되었다는 신호를 출력하는 상태이다.

- 이때 진출부 열차검지센서에서 열차가 검지되었다는 신호를 출력하면 일부의 연속된 열차 검지센서에서 3초 이상의 열차가 검지되었다는 신호를 출력해도 RPSD는 스크린도어의 개방을 허용할 수 없는 상태라고 판단한다.

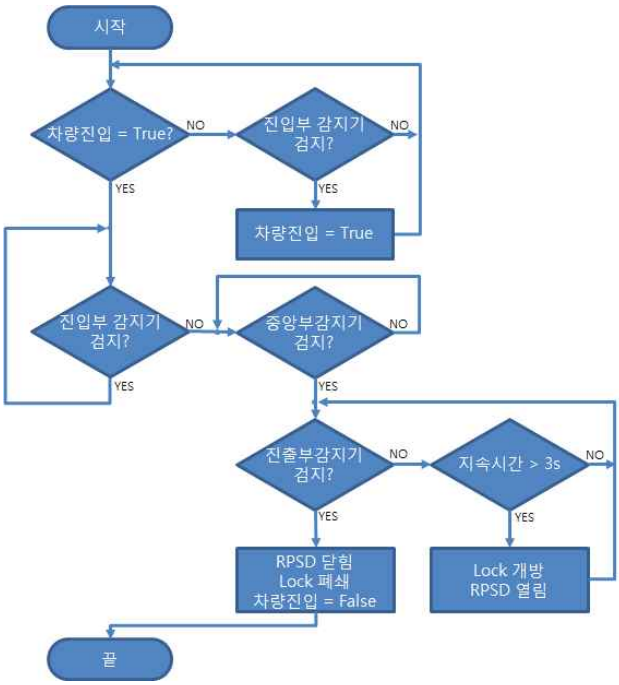
○ 진출상태는 모든 열차검지센서에서 열차가 검지되지 않았다는 신호를 출력하는 상태이다.

- 이때 RPSD는 개방된 스크린도어를 폐쇠할 수 있는 상태라 판단한다.

○ 여기서 양호한 정차 시에 3초 후 승강장 안전문을 여는 이유는 RPSD 길이와 열차길이가 같은 경우와 마찬가지로 열차가 정위치에 완전히 정차하고 열차의 출입문이 열리는 시간을 고려하여 도출된 시간이다.

③ RPSD 제어 알고리즘 1

○ 위에 제시된 상황별 검지 방안을 실제로 구현하기 위한 알고리즘은 다음 그림과 같다.



<그림 3-83> RPSD 제어 알고리즘 1

(나) 정차차량 및 통과차량 검지방법 도출

○ 기존의 PSD는 ATO 신호설비를 이용한 연동, RF장비를 이용한 연동을 통해 통과차량일 경우 RPSD의 Lock이 개방되지 않아 PSD의 오작동에 대한 대비를 할 수 있다.

○ RPSD의 경우에도 차량의 정위치가 검지되지 않은 이상 Lock이 개방되지 않지만, 오작동에 대비하여 정차차량 및 통과차량에 대한 검지방안이 필요하다.

○ 차량이 RPSD가 설치된 플랫폼에 진입하기 전에 또는 진입직후에 통과여부를 판단하여 통과차량의 경우 Lock을 폐쇄하여 승객의 안전성을 증대시킬 수 있다.

<표 3-54> 정차 및 통과차량 검지방안

검지방안	내용
ATO 연동방안	- ATO 지상신호 설비와 연동하여 차량의 정차 및 통과여부를 판단
진출부 센서 검지	- 진출부 검지센서의 장애물 검지여부를 이용하여 정차 및 통과여부를 판단
구내속도 검지 1	- 구내진입속도를 이용해 차량의 정차 및 통과여부를 판단
구내속도 검지 2	- 구내속도의 감속여부를 이용해 차량의 정차 및 통과여부를 판단

① ATO 연동방안

○ ATO 연동방안은 ATO 지상신호 설비와 연동하여 정차 및 통과차량을 검지 하는 방법이다

○ 차량의 진입시 ATO 지상신호 설비에서 정차여부를 전송받아 정차 및 통과차량 여부를 판단하여 RPSD의 Lock 여부를 판단한다.

○ 이 방법은 ATO 지상신호 설비를 통해 가장 정확한 정차 및 통과여부의 정보를 받기 때문에 정확도가 높지만 ATO로 지상신호 설비가 설치되어 있어야하고 차량개조 비용 역시 증가하기 때문에 운영에 불리한 면이 있다.

② 진출부 센서 검지

○ 진출부 센서를 이용한 검지방법은 진출부 검지센서에서 열차를 검지하여 정차 및 통과차량을 검지하는 방법이다

○ 진출부 센서에 열차가 검지되면 통과차량으로 판단할 수 있다.

○ 이 방법은 기존의 장비를 사용하기 때문에 설치 및 유지관리 비용이 저렴하지만 정차차량의 정위치판단상태 중 초과상태에도 통과차량으로 판단할 수 있고, 차량의 선두부가 진출부 센서까지 진입을 해야 확인할 수 있어 안전에 불리한 면이 있다.

③ 구내속도 검지 1

○ 구내속도 검지 1는 역사 내부로 진입하는 차량의 운행속도 승하강 수단에 설치되어 있는 검지센서를 이용해 파악하여 정차 및 통과차량을 검지하는 방법이다.

○ RPSD를 설치하는 해당 역사에 구내속도를 플랫폼의 진입속도가 구내속도보다 작으면 정차열차, 구내속도와 같으면 통과열차로 판단할 수 있다.

○ 이 방법은 기존의 장비를 사용하기 때문에 설치 및 유지관리 비용이 저렴하지만 플랫폼 진입시 모든차량이 구내속도 낮은 속도로 진입한다는 보장이 없기 때문에 정확도에 불리한 점이 있다.

④ 구내속도 검지 2

○ 구내속도 검지 2는 구내속도 검지 1과 마찬가지로 역사 내부로 진입하는 차량의 운행속도 승하강 수단에 설치되어 있는 검지센서를 이용해 파악하여 정차 및 통과차량을 검지하는 방법이다.

○ 구내속도 검지 1과 다른 점은 차량의 운행속도 파악을 진입부에서만 실시하는 것이 아니라 진입부에서 5개의 검지센서를 이용해 연속적으로 속도를 파악하는 점이다.

○ 5개의 검지센서를 이용해 파악된 속도의 감속여부를 판단하여 정차여부를 판단한다.

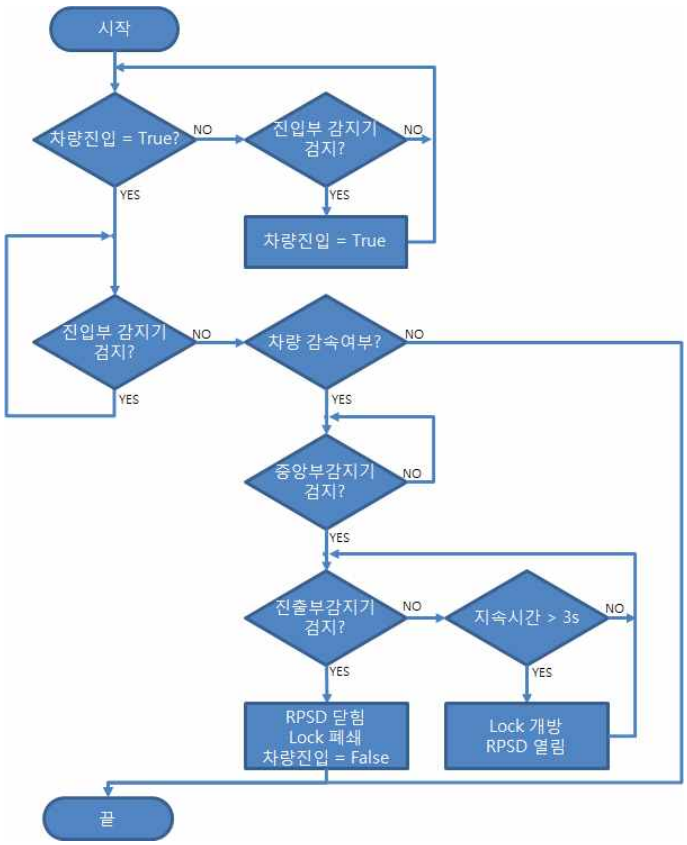
○ 이 방법은 기존의 장비를 사용하기 때문에 설치 및 유지관리 비용이 저렴하고 5개의 검지센서를 이용해 차량이 플랫폼 진입시 사전에 통과여부를 판단할 수 있기 때문에 승객에 안전성에 유리한 점이 있다.

⑤ 결론

- 정차 및 통과차량 검지 방법으로 안정성이 높고, 설치비용이 적으며, 승객안전에 유리한 구내속도 검지 2로 선정하였다.

⑥ RPSD 제어 알고리즘 2

- RPSD 제어 알고리즘 1과 위에 제시된 구내속도 검지 2 방안을 실제로 구현하기 위한 알고리즘은 다음과 같이 제시한다.



<그림 3-84> RPSD 제어 알고리즘 2

(2) 운영 시나리오 검증

(가) RPSD 인터페이스 구현을 위한 국내열차 현황조사

○ RPSD시스템을 열차 혼용 구간이 있는 일반열차 역사에 구축 시 RPSD 구조물과 열차(KTX, 새마을호, 무궁화호, 누리로) 출입문과의 상충문제 발생하며 시뮬레이션을 위한 3D Model 구축에 열차재원 등이 필요하다.

○ 누리로

- 열차유형

  · 누리로는 친환경 전기동차로 운용효율을 높은070것과 우수한 기동성, 쾌적한 승차감이 장점으로, MC, TP, T 차량으로 구성된다.

➢ 누리로는 MC, TP, T 차량으로 구성

➢ MC

동력 운전제어차로 편성 양단에 위치하는 동력 운전제어차

➢ TP

집전기가 탑재된 무동력차로 팬터그래프와 객실이 함께 공존하는 차량

➢ T

무동력차로 동력 기기가 탑재되지 않은 객실용 차량

<그림 3-85> 누리로 열차유형

- 열차운영현황

  · 누리로는 장항선, 충북선, 경부선으로 총 3개의 노선을 운행한다.

  · 누리로의 운행구간은 서울~신창, 서울~제천, 순천~여수 엑스포 등이 있다.

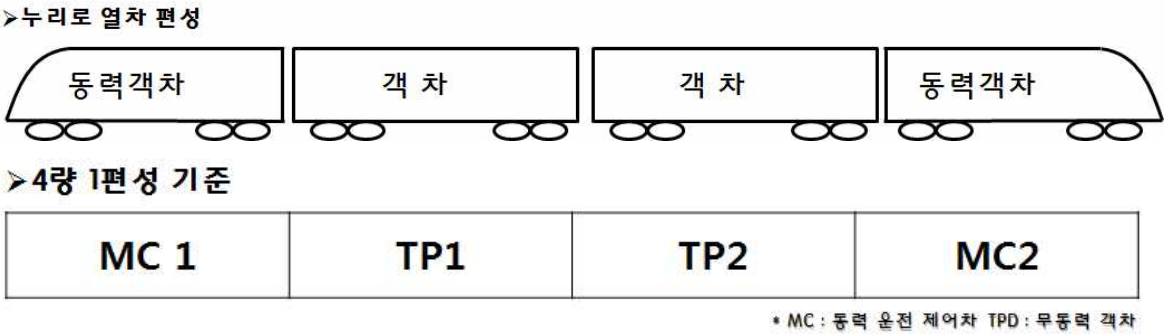
<표 3-55> 누리로 열차운영현황

편성수	운행노선	운행구간	운행객차
4량편성	장항선	서울↔신창	평일 22회 운행, 주말 14회 운행
4량편성	충북선	서울↔제천	하루 2회 운행
4량편성	경부선	순천↔여수 엑스포	하루 36회 운행 (배차간격 30분), 2012년 서계 박람회 기간한정

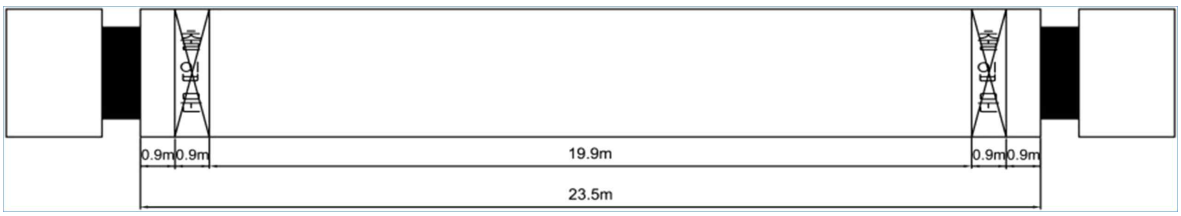
- 기준열차안

  · 누리로 4량과 8량 1편성 중 4량 1편성의 운행 수가 월등히 높기 때문에 4량 1편성을 기준열차로 선정하였으며 열차의 출입문은 Plug-In Door 1 Leaf 구조로 1

량에 2개씩 위치하고 있다.



<그림 3-86> 누리로 기준열차 구성안



<그림 3-87> 누리로 Door 위치

- 기준열차 제원

<표 3-56> 누리로 기준열차제원

구 분		길이	폭	높이
누리로	동력객차	23,080㎜	3,180㎜	3,750㎜
	객 차	23,000㎜	3,180㎜	3,750㎜

○ 무궁화호

- 열차유형

· 무궁화호는 2개의 3축 구동대차(Co-Co)를 갖는 디젤기관차 1량 또는 2량에 의해 견인되는 열차이며, 객차는 B-B형으로 1량당 4개의 차축을 가지며 전체 차축 수는 편성에 따라 가변적이다.

<그림 3-88> 무궁화호 열차유형

- 열차운영현황

  · 무궁화호 열차는 경부선, 호남선, 장항선 등 13개의 노선에서 운행된다.

  · 운행구간으로는 서울~부산, 서울~순천, 대구~진주 등의 구간을 운행 하며 서울~부산 구간에서 가장 많이 운행된다.

<표 3-57> 무궁화호 열차운영현황

운행노선	운행구간[횟수]	운행노선	운행구간[횟수]	운행노선	운행구간[횟수]
경부선	서울↔(구포)↔부산 [28]	호남선	광주↔목포 [4]	충북선	대전↔제천 [16]
경부선	서울↔마산•순천 [14]	전라선	익산↔여수 [8]	영동선	강릉↔동대구 [4]
경부선	서울↔해운대 [4]	경전선	부전↔마산•진주 [2]	영동선	강릉↔부전 [2]
경부선	서울↔제천 [2]	경전선	부전↔목포•광주 [2]	영동선	동행(강릉)↔영주 [2]
경부선	대전↔부산 [6]	경전선	대구↔마산•진주 [16]	태백선	청량리↔강릉 [12]
경부선	(동)대구↔부산 [2]	경전선	부전↔순천 [4]	태백선	제천↔아우라지 [2]
경부선	서울↔동대구 [8]	경전선	순천↔마산•창원 [2]	동행선	포항↔경주 [4]
경부선	서울↔대전 [4]	경전선	순천↔광주(송정) [6]	태백선	포항↔순천 [2]
호남선	용산↔목포 [12]	중앙선	청량리↔부전 [4]	태백선	동대구↔부전 [20]
호남선	용산↔광주 [8]	중앙선	청량리↔제천 [4]	경북선	영주↔부산 [6]
호남선	용산↔순천 [2]	중앙선	청량리↔안동 [10]	대구선	동대구↔포항(울산) [8]
호남선	용산↔익산 [2]	장항선	용산↔서대전 [2]	정선선	제천↔아우라 [2]
호남선	대전↔광주 [2]	장항선	용산↔익산 [16]	경의선	서울↔도라산 [2]

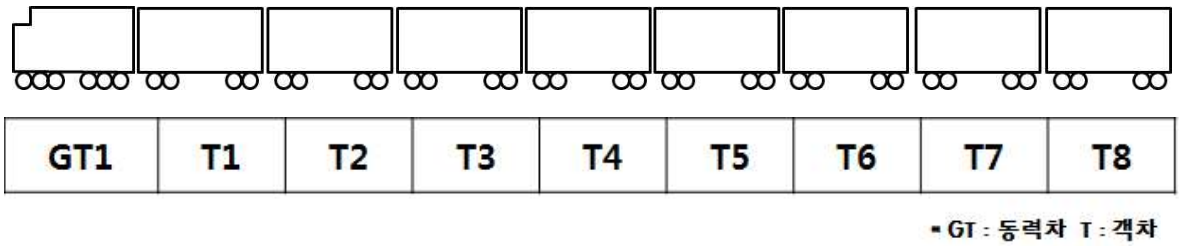
출처 : 노선별 열차운행 현황 (코레일) - 2011.10.5

- 기준열차안

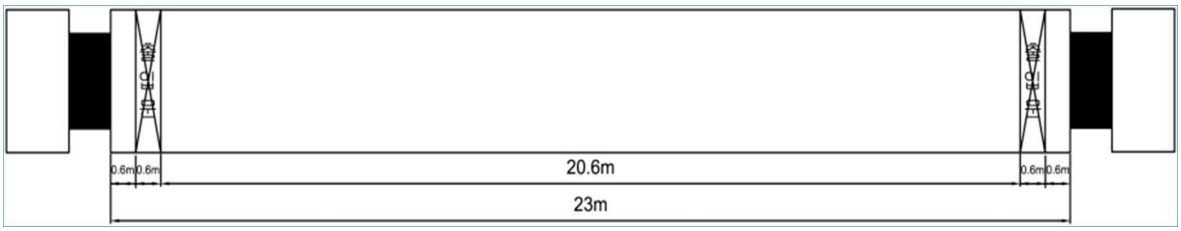
  · 무궁화호의 운행편성은 모두 9량 1편성임으로 기준열차를 9량 1편성으로 선정하

였으며, 동력차는 많이 운행하고 있는 7500호대로 선정하였다.

· 열차의 출입문은 동력차를 제외한 8량에 Plug-In Door 1 Leaf 구조로 1량에 2개씩 위치하고 있다.



<그림 3-89> 무궁화호 기준열차 구성안



<그림 3-90> 무궁화호 Door 위치

- 기준열차 제원

<표 3-58> 무궁화호 기준열차제원

구 분		길이	폭	높이
무궁화호	동력객차	20,787㎜	3,127㎜	4,254㎜
	객 차	23,000㎜	3,000㎜	4,200㎜

○ 새마을호

- 열차유형

· 새마을호는 8량 1편성 열차의 동력차 및 객차를 로 구성되어 있으며 모든 대차가 Bo-Bo형으로 32개의 차축으로 구성

· 전방 및 후방 동력차가 2개의 2축 구동대차를 가지며 객차 역시 2축 대차(B-B형식)로 구성되어있다.

모델명	DRH	DRH03	DRH04	DRH07	DRH08	DRH09	DRH09특
도입년도	1987	1988	1989	1992	1992	1993	1993
차량번호	101-104	111-118	127-128	131-140, 145-148, 153-158	167-171	175-176,189	251-254, 257-258
도입량수	4량	8량	2량	19량	5량	3량	6량
차량사진							

모델명	88년 초기형	88년 중기형	89년 중기형	92년 후기형	93년 후기형	94년 후기형	94년 특실형
도입년도	1988	1988	1989-1991	1992	1993	1994	1993-1994
차량번호	105-108	119-126	129-130	141-144, 149-152, 159-164	172-174, 177-180, 190-198	199-206	255-256, 259-262
도입량수	4량	8량	2량	14량	16량	8량	6량
차량사진							

<그림 3-91> 새마을호 열차유형

- 열차운영현황
  - 새마을호의 운행 노선은 경부선, 호남선, 장항성, 동해남부선 등 9개의 노선을 운행
  - 새마을호의 운행구간은 서울~(부산, 마산, 포항, 임진강), 용산~(목포, 광주, 익산), 대구~진해를 운행

<표 3-59> 새마을호 열차운영현황

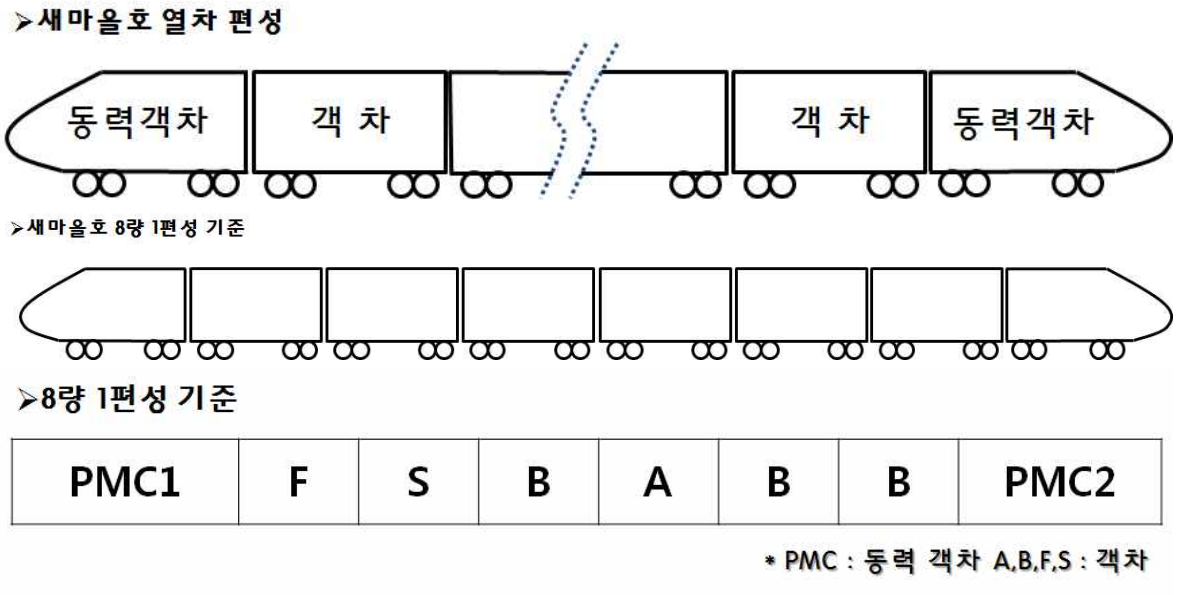
편성수	운행노선	운행구간	운행객차
6량편성	경전선	대구↔진해	#1081, #1082, #1083, #1084, #1085, #1086, #1087, #1088
8량편성	경부선	서울↔부산	#1001, #1002, #1003, #1004, #1005, #1006, #1007, #1008, #1009
8량편성	경부선	용산↔부산	#1010
8량편성	경부선	서울↔동대구	#1021, #1022, #1023, #1024 #4205, #4206, #4207, #4208 (주말임시)
8량편성	경전선	서울↔마산	#1031, #1032
8량편성	경부선	서울↔포항	#1041, #1042, #1043, #1044
8량편성	동해남부선	동대구↔부전	#1051, #1052, #1053, #1054, #1055, #1056, #1057, #1058, #1059, #1060
8량편성	호남선	용산↔목포	#1101, #1102, #1103, #1104 #1102, #1103 (객차형)
8량편성	호남선	용산↔광주	#1112, #1113, #1114, #1115, #1116 #1111, #1114 (객차형)
8량편성	전라선	용산↔여수엑스포	#1121, #1128 #1122, #1125 (객차형)
8량편성	전라선	용산↔익산	#1151, #1152, #1153, #1154, #1155, #1156, #1157, #1158, #1159, #1160, #1161, #1162, #1163, #1164

출처 : 노선별 열차운행 현황 (코레일) - 2011.10.5

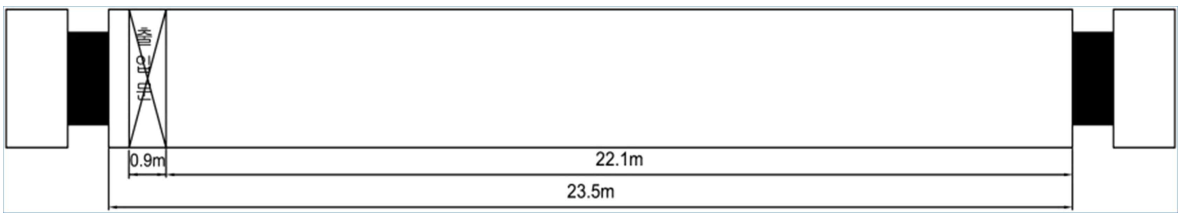
- 기준열차안
  - 새마을호의 운행 편성은 6량과 8량이며, 그중 8량의 운행이 다수임으로 8량 1편

성을 기준열차로 선정

· 동력객차와 객차에 Plug-In Door 1 Leaf 구조로 각각 1량에 1개씩 위치



<그림 3-92> 새마을호 기준열차 구성안



<그림 3-93> 새마을호 Door 위치

- 기준열차제원

<표 3-60> 새마을호 기준열차제원

구 분		길이	폭	높이
새마을호	동력객차	23,750mm	3,000mm	3,680mm
	객 차	23,500mm	3,000mm	3,680mm

○ KTX

- 열차유형

  · 고속열차는 KTX, KTX-산천으로 차량을 구분

  · KTX, KTX-산천의 큰 차이점은 편성구조(KTX 20량, KTX-산천 10량)가 다름

차량종별	KTX (K-TGV)	KTX-산천
차량사진		
편성구조	20량 1편성 PC-MT-T(16)-MT-PC	10량 1편성 (PC-TT-T(6)-TT-PC)
편성출력	13,560kW	10량 편성 : 8,800kW 20량 편성 : 17,600kW
최고속도	330km/h	350km/h
차량형상	동력제어차 : 유선형 객차 단면 : 6각형 구조	동력제어차 : HSR350X의 설계특성 반영 / 대차커버 미장착 객차단면 : HSR350X의 설계특성 반영
차체폭	2,904mm	2,970mm
제어방식	사이리스터 위상제어	가변 전압 가변 주파수 제어 (VVVF)
출입문 단독 제어장치	운전실에서 출입문 폐/쇄 체결시 외부에서 출입문 개/폐 불가	외부 출입문 개별작동 스위치

<그림 3-94> KTX 열차유형

- 열차운영현황

  · KTX의 운행노선은 경부선, 호남선, 경전선, 전라선 등 총 4개의 노선으로 구성

  · 운행구간은 서울~부산, 서울~마산, 용산~목포, 용산~여수 등을 운행

<표 3-61> KTX 운행 현황

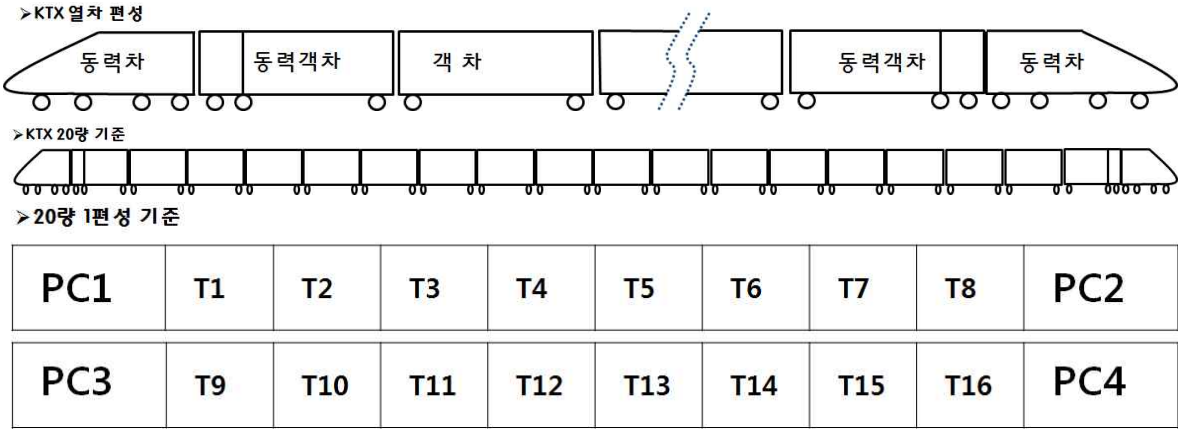
편성수	운행노선	운행구간	운행객차
20량편성	경부선	서울↔부산	하루 72회 운행
20량편성	경부선	서울↔(수원)↔부산	하루 8회 운행
20량편성	경부선	서울↔(구포)↔부산	하루 16회 운행
20량편성	경부선	서울↔마산/순천	하루 14회 운행
20량편성	경부선	서울↔대전	하루 4회 운행
20량편성	호남선	용산↔목포	하루 20회 운행
20량편성	호남선	용산↔광주	하루 18회 운행
20량편성	전라선	용산↔여수	하루 10회 운행

출처 : 노선별 열차운행 현황 (코레일) - 2011.10.5

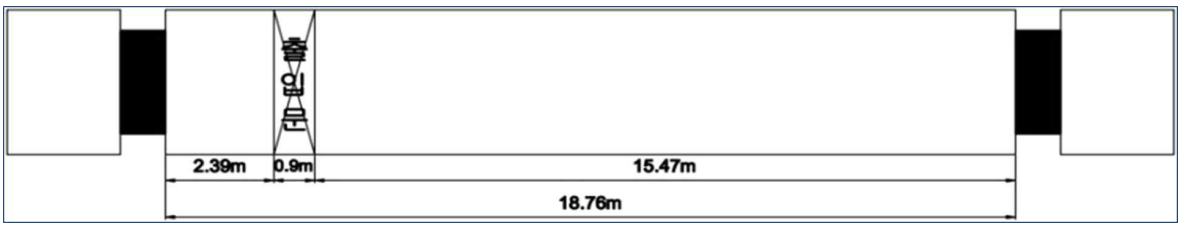
- 기준 열차안

  · 운행이 다수인 KTX를 기준열차로 선정하며 편성은 20량 1편성으로 선정

  · 열차의 출입문은 동력차를 제외한 16량에 Plug-In Door 1 Leaf 구조로 1량에 한 개 위치



<그림 3-95> KTX 기준열차 구성안



<그림 3-96> KTX Door 위치

- 기준열차제원

<표 3-62> KTX 기준열차제원

구 분		길이	폭	높이
KTX	동 력 차	22,607㎜	2,814㎜	4,100㎜
	동력객차	21,845㎜	2,904㎜	3,484㎜
	객 차	18,700㎜	2,904㎜	3,484㎜

○ 최종 국내 기준열차 편성 및 제원

  · 현황조사를 토대로 최종 선정된 국내 기준열차 제원은 다음 표와 같다.

<표 3-63> 최종 국내 기준열차 편성 및 제원

구 분	KTX	새마을호	무궁화호	누리로
차량 편성	20량	8량	9량	4량
운행 형태	20량 고정편성	8량 고정편성	9량 고정편성	4량 단독
편성 길이	388.1m	206m	210m	92.160m
차체폭 (객차외부)	2,904mm	3,000mm	3,200mm	3,180mm

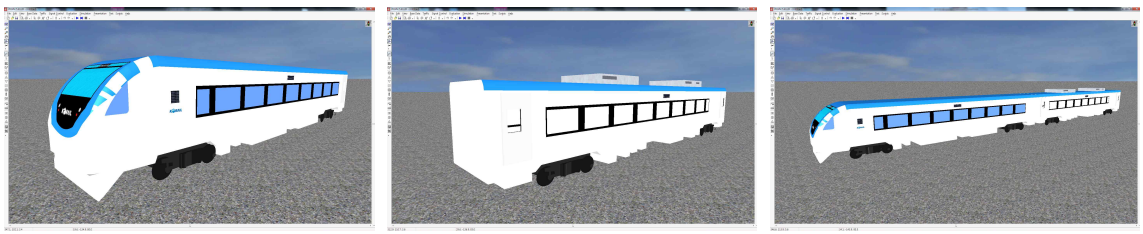
(나) RPSD 인터페이스 구현을 위한 시뮬레이션 환경 구축

○ 시뮬레이션용 국내 열차 구현

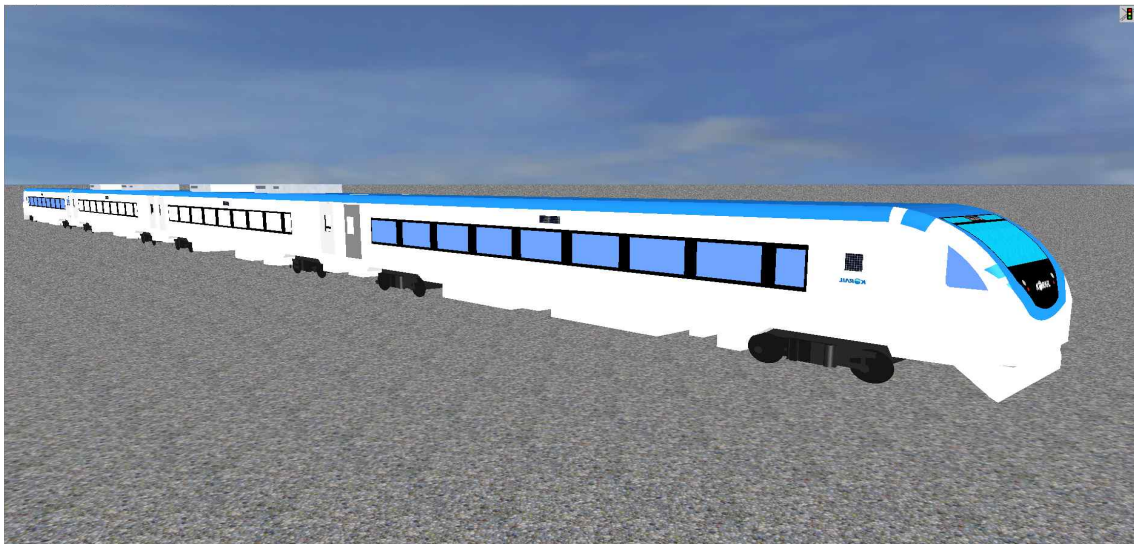
- 보다 정확한 분석을 위해 기 조사된 열차 제원과 선정된 기준열차를 이용하여 시뮬레이션용 3D 열차를 구현
- Sketch up과 V3DM을 이용해 3D 열차를 제작

① 누리로

- 누리로 기준열차 편성은 4량 1편성
- 구축된 누리로 3D MOode



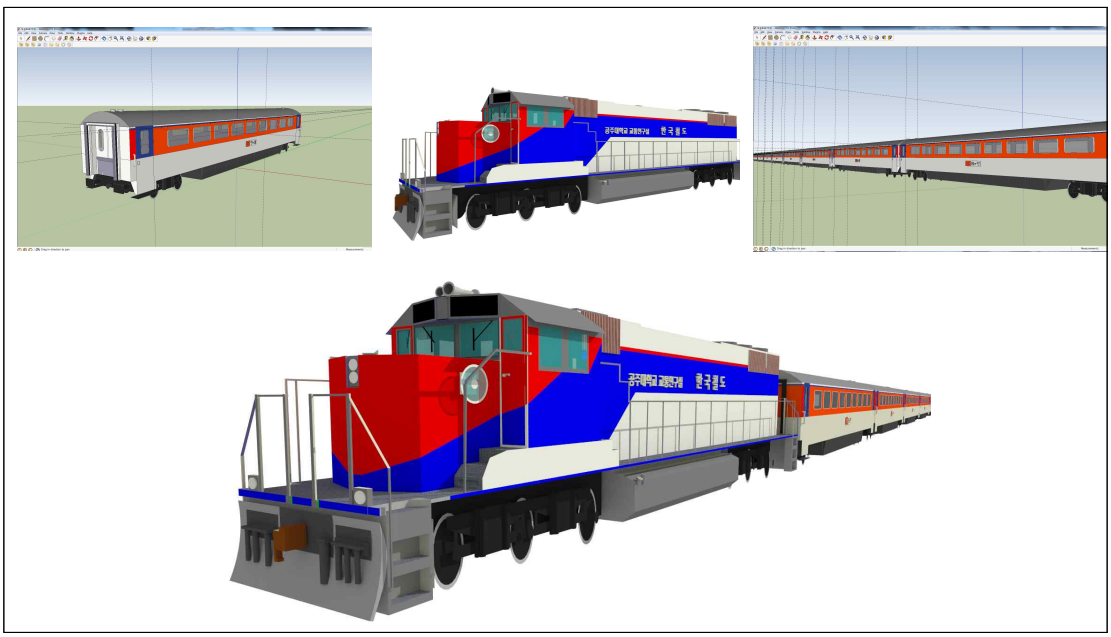
<그림 3-97> 누리로 3D 모델



<그림 3-98> 누리로 3D 모델

② 무궁화호

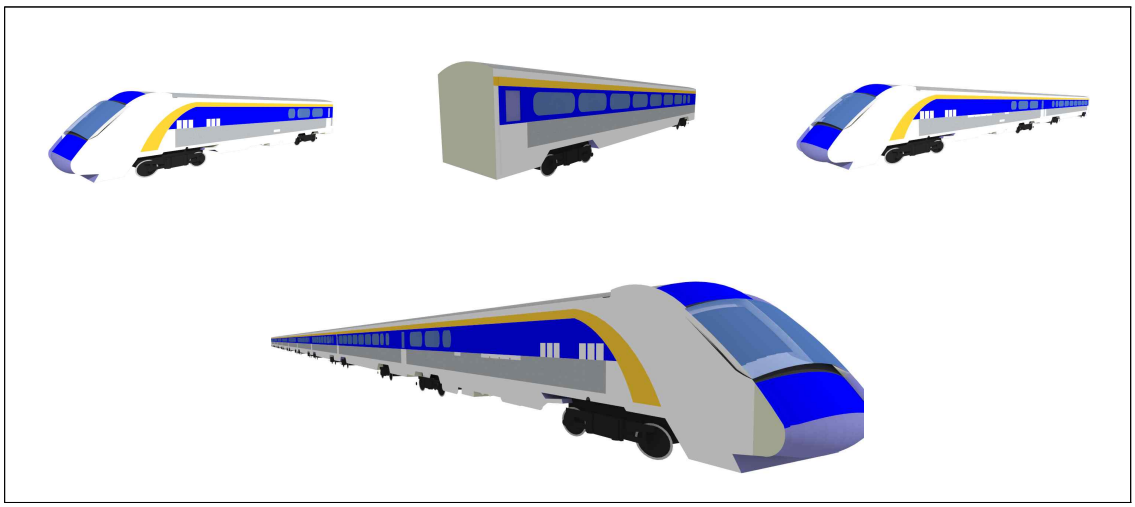
- 무궁화호 기준열차 편성은 9량 1편성
- 구축된 무궁화호 3D Model



<그림 3-99> 무궁화호 3D 모델

③ 새마을호

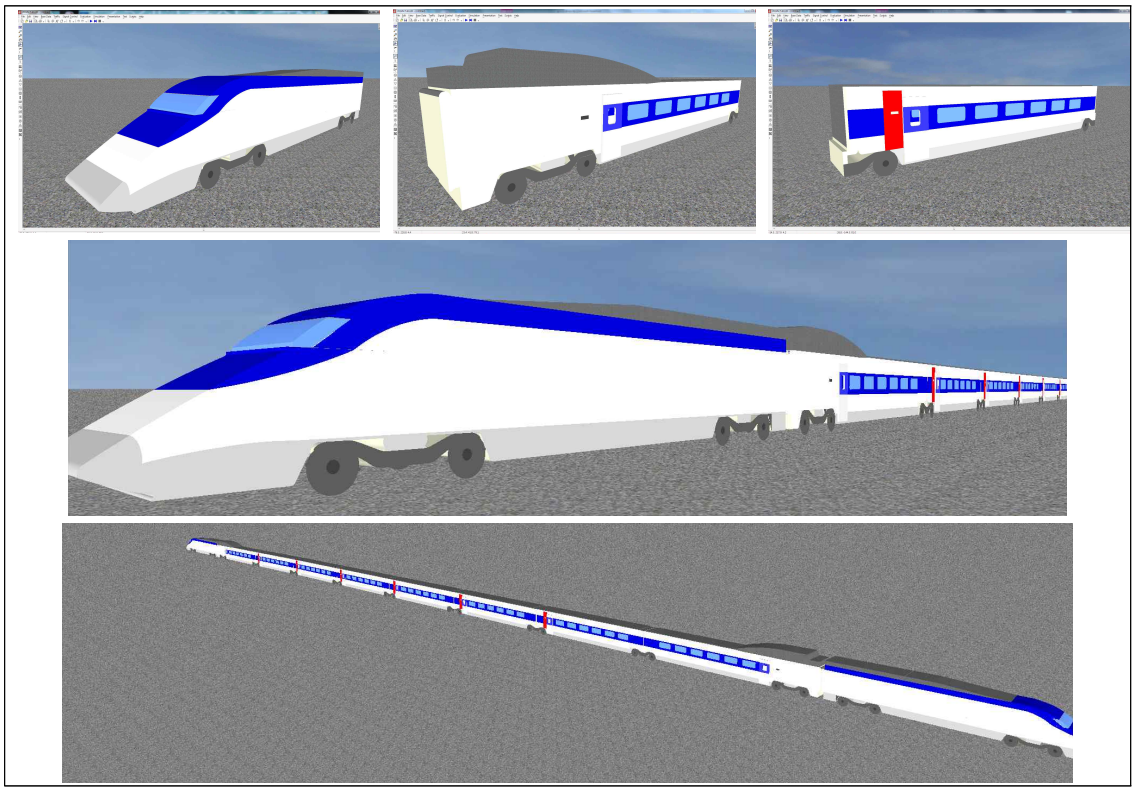
- 새마을호 기준열차 편성은 8량 1편성
- 구축된 새마을호 3D Model



<그림 3-100> 새마을호 3D 모델

④ KTX

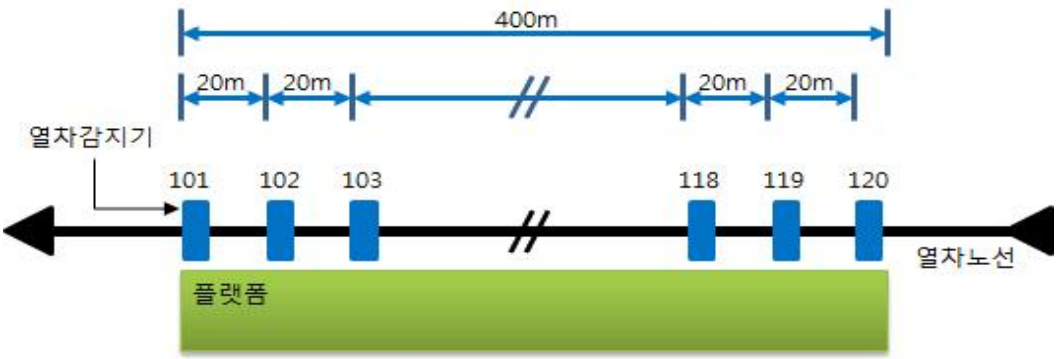
- KTX 기준열차 편성은 20량 1편성
- 구축된 KTX 3D Model



<그림 3-101> KTX 3D 모델

(나) 시뮬레이션용 네트워크 구축

○ 시뮬레이션을 위한 네트워크는 열차 길이가 가장 긴 KTX를 분석할 수 있도록 400m의 단일 플랫폼으로 작성하였고, 20m(기본형 RPSD 승하강 기둥 간격)씩 20개의 열차 검지기를 설치하였다.



<그림 3-102> 검지기(센서) 배치도

○ <그림 3-102>의 열차검지기 중 하류부 검지센서(101)는 열차 진출검지센서, 상류부 검지센서(120)는 열차 진입 검지센서 기능을 하게 된다.

(다) RPSD 구동 시나리오 설계 및 시뮬레이션

○ 도출된 알고리즘이 RPSD를 운용하는데 타당한 알고리즘인지 확인하기 위해 RPSD가 구동할 수 있는 시나리오를 설계하고 이에 대한 시뮬레이션을 수행하였다.

○ 설계된 구동시나리오는 철도 운영환경을 실제와 같이 표현하고 실험 및 분석을 수행할 수 있는 독일 PTV사(社)의 Microscopic Simulation Program인 VISSIM을 사용하여 시뮬레이션을 수행하였다.

○ 또한 시나리오에 따라 승하강 기둥별 검지기의 검지정보를 판단하기 위해 VISSIM의 Add-on Module인 Com-Interface와 Microsoft사(社)의 Visual Basic Program Language를 이용하요 알고리즘 검증용 응용프로그램을 개발하고 이를 통해 시뮬레이션을 수행하였다.

<그림 3-103> 알고리즘 검증 프로그램

① 혼용열차 진입시 RPSD 구동 시나리오 설계

○ 국내에서 운영되고 있는 열차를 조사한 결과 KTX, 새마을호, 무궁화호, 누리로로 조사되었다.

○ 시나리오는 모든 진입열차의 정지선이 같은 경우(S1)와 진입열차의 정지선이 모두 다를 경우(S2)로 선정하였다.

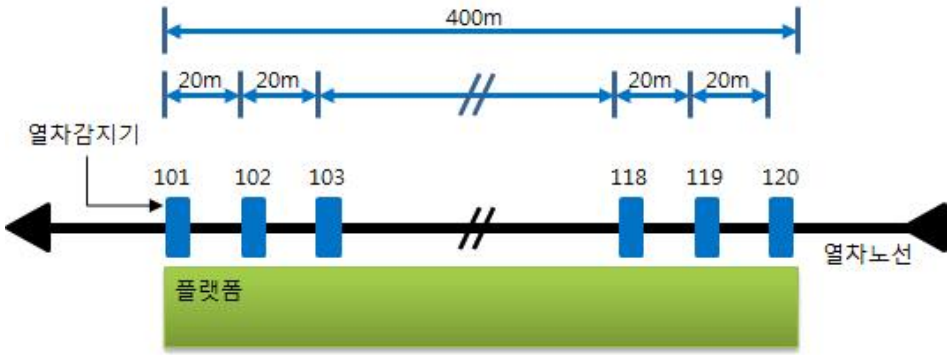
○ 이는 현재 운영되고 있는 역사별로 역사의 환경에 따라 진입열차 정지선이 다르기 때문이다.

○ 각각의 시나리오에서는 KTX 진입 및 진출(1), 새마을 진입 및 진출(2), 무궁화 진입 및 진출(3), 누리로 진입 및 진출(4)의 총 4개의 세부 시나리오로 구분하여 진행했다.

<표 3-64> 시뮬레이션 시나리오

시나리오	세부시나리오	정지선 위치	열차종류	편성
S1	1	101-102	KTX	20량
	2	101-102	새마을호	8량
	3	101-102	무궁화호	9량
	4	101-102	누리로	4량
S2	1	101-102	KTX	20량
	2	104-105	새마을호	8량
	3	107-108	무궁화호	9량
	4	107-108	누리로	4량

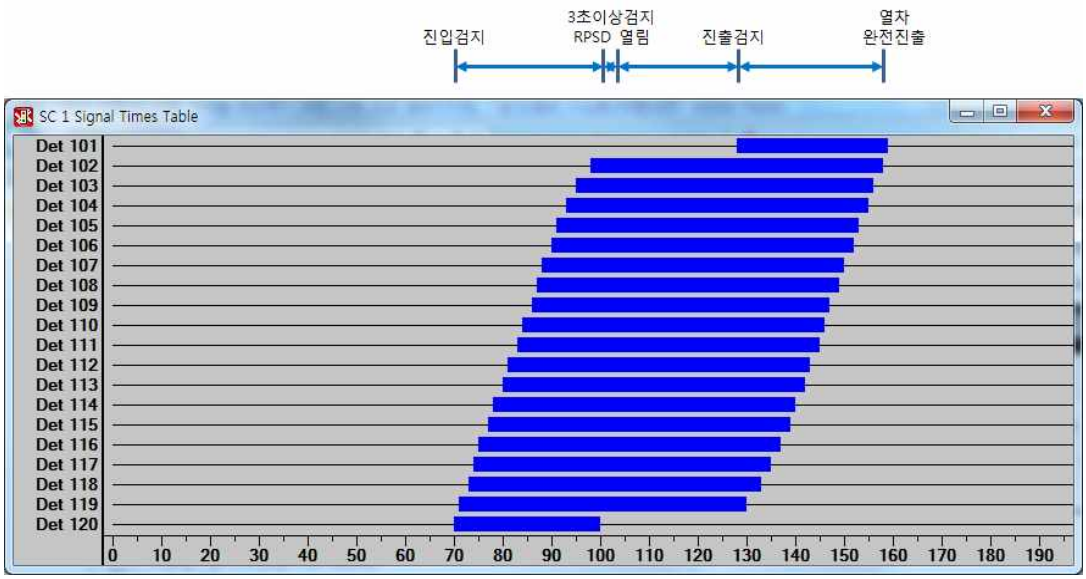
② 시나리오 분석 - 모든 진입열차의 정지선이 같은 경우(S1)(101-102사이)



<그림 3-104> 검지기(센서) 배치도

○ 시나리오 S1-1

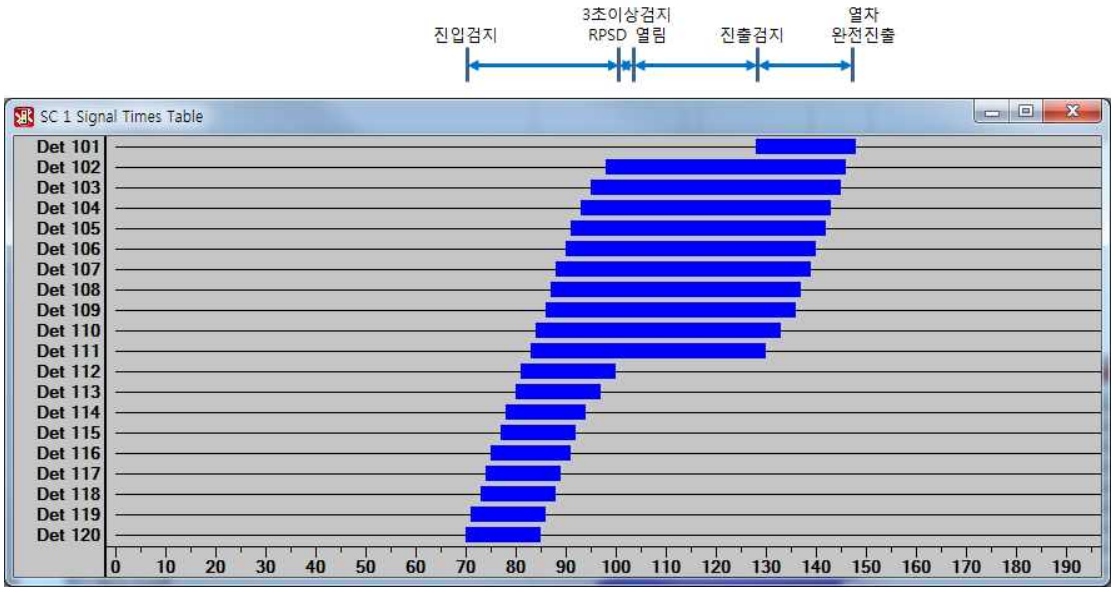
- 진입 : KTX 열차가 진입할 경우(S1) 중앙부 120번 검지센서가 70초에 열차 진입을 검지하였다
- 양호 : 102번 ~ 119번 검지센서가 3초 이상 동시에 검지되어 RPSD가 정상적으로 열림이 되었다.
- 진출 : 약 20초의 대기 후 101번 검지센서가 진출을 열차진출을 검지하고, RPSD가 정상적으로 닫힘이 되었다.
- 실험결과 KTX 열차는 제안된 알고리즘에 의한 RPSD 운영에 문제가 없는 것으로 나타났다.



<그림 3-105> 검지기별 열차검지 그래프(S1-1, KTX)(X축:진행시간, Y축:검지기번호)

○ 시나리오 S1-2

- 진입 : 새마을호 열차가 진입할 경우(S2) 120번 검지센서가 70초에 열차 진입을 검지하였다.
- 양호 : 102번 ~ 111번 검지센서가 3초 이상 동시에 검지되어 RPSD가 정상적으로 열림이 되었다.
- 진출 : 20초 대기 후 101번 검지센서가 열차진출을 검지하고, RPSD가 정상적으로 닫힘이 되었다.
- 실험결과 새마을호 열차 또한 제안된 알고리즘에 의한 RPSD 운영에 문제가 없는 것으로 나타났다.



<그림 3-106> 검지기별 열차검지 그래프(S1-2, 새마을호)(X축:진행시간, Y축:검지기번호)

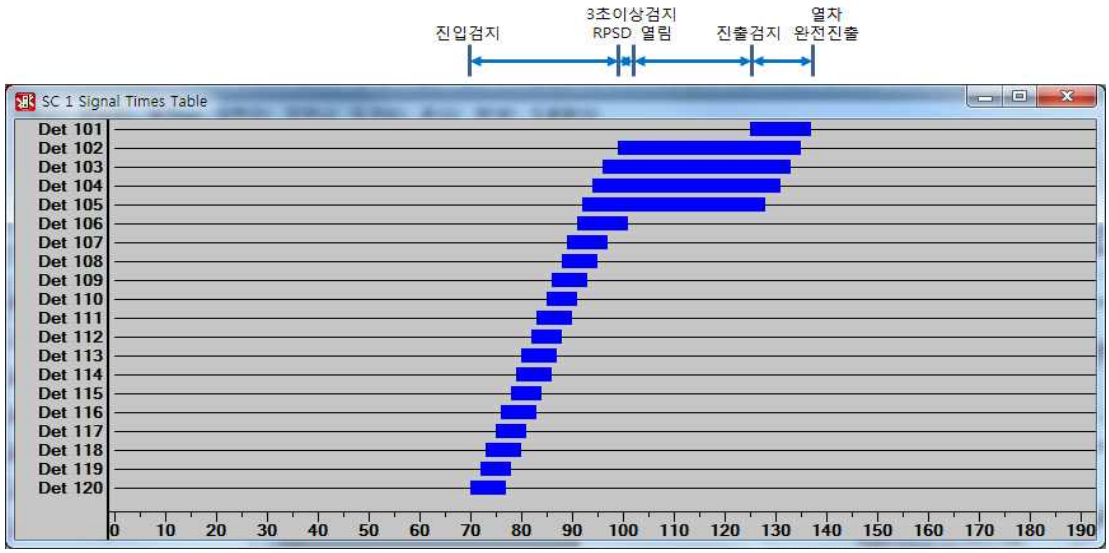
○ 시나리오 S1-3

- 진입 : 무궁화호 열차가 진입할 경우(S3) 120번 검지센서가 70초에 열차 진입을 검지하였다.
- 양호 : 102번 ~ 111번 검지센서가 3초 이상 동시에 검지되어 RPSD가 정상적으로 열림이 되었다.
- 진출 : 20초 대기 후 101번 검지센서가 진출을 열차진출을 검지하고, RPSD가 정상적으로 닫힘이 되었다.
- 실험결과 무궁화호 열차 또한 제안된 알고리즘에 의한 RPSD 운영에 문제가 없는 것으로 나타났다.

<그림 3-107> 검지기별 열차검지 그래프(S1-3, 무궁화호)(X축:진행시간, Y축:검지기번호)

○ 시나리오 S1-4

- 진입 : 누리로가 진입할 경우(S4) 120번 검지센서가 70초에 열차 진입을 검지였다.
- 양호 : 102번 ~ 105번 검지센서가 3초 이상 동시에 검지되어 RPSD가 정상적으로 열림이 되었다.
- 진출 : 약 20초의 대기시간을 기다린 후 101번 검지센서가 진출을 열차진출을 검지하고, RPSD가 닫힘이 되었다.
- 실험결과 누리로 열차 역시 제안된 알고리즘에 의한 RPSD 운영에 문제가 없는 것으로 나타났다.

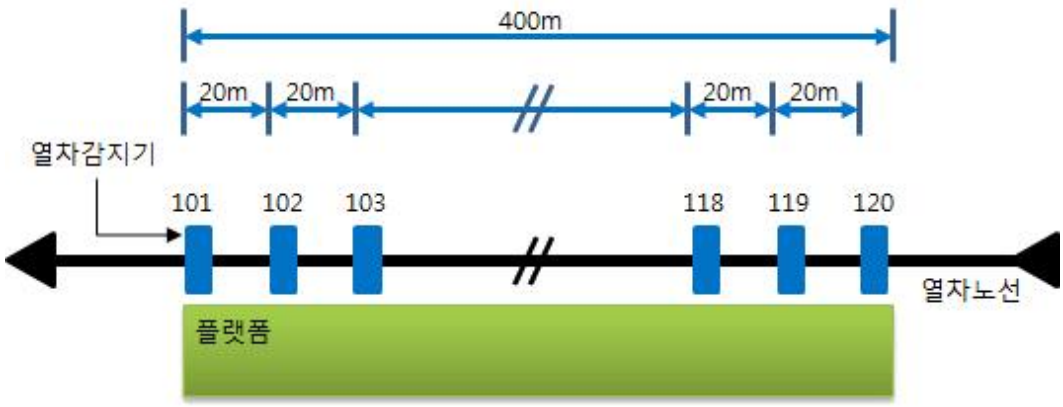


<그림 3-108>검지기별 열차검지 그래프(S1-4, 누리로)(X축:진행시간, Y축:검지기번호)

○ 기타

- 열차 종류가 다른 새마을호과 무궁화호를 검지한 검지센서의 수가 같은 이유는 기준열차의 크기가 각각 206m, 210m인데 206m~210m 사이에는 검기기가 존재하지 않기 때문이다(200m와 220m에 설치).

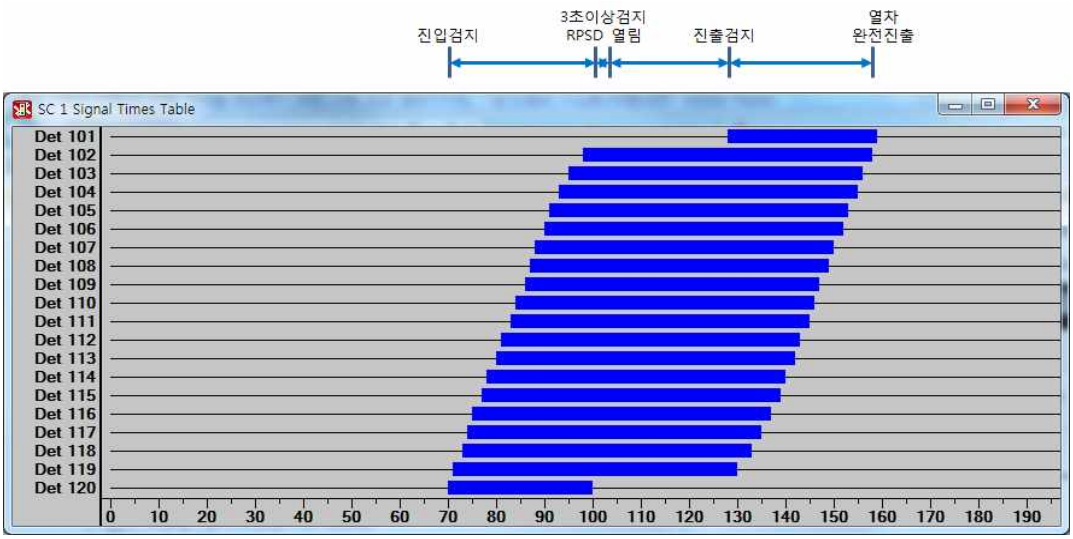
③ 시나리오 분석 - 진입열차의 정지선이 모두 다를 경우(S1)



<그림 3-109> 검지기(센서) 배치도

○ 시나리오 S2-1

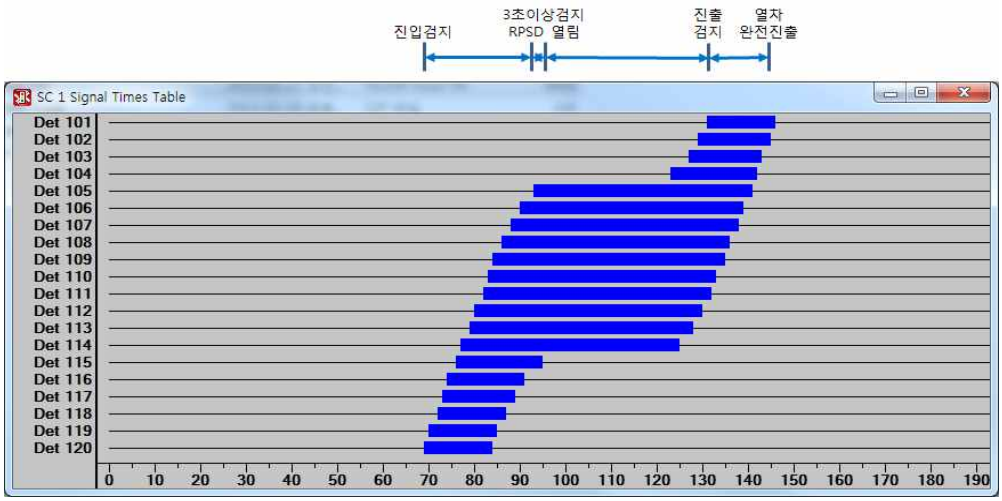
- 진입 : KTX 열차가 진입할 경우(S1) 중앙부 120번 검지센서가 70초에 열차 진입을 검지하였다.
- 양호 : 102번 ~ 119번 검지센서가 3초 이상 동시에 검지되어 RPSD가 정상적으로 열림이 되었다.
- 진출 : 약 20초의 대기 후 101번 검지센서가 진출을 열차진출을 검지하고, RPSD가 정상적으로 닫힘이 되었다.
- 실험결과 S1-1과 마찬가지로 KTX 열차는 제안된 알고리즘에 의한 RPSD 운영에 문제가 없는 것으로 나타났다.



<그림 3-110> 검지기별 열차검지 그래프(S2-1, KTX)(X축:진행시간, Y축:검지기번호)

○ 시나리오 S2-2

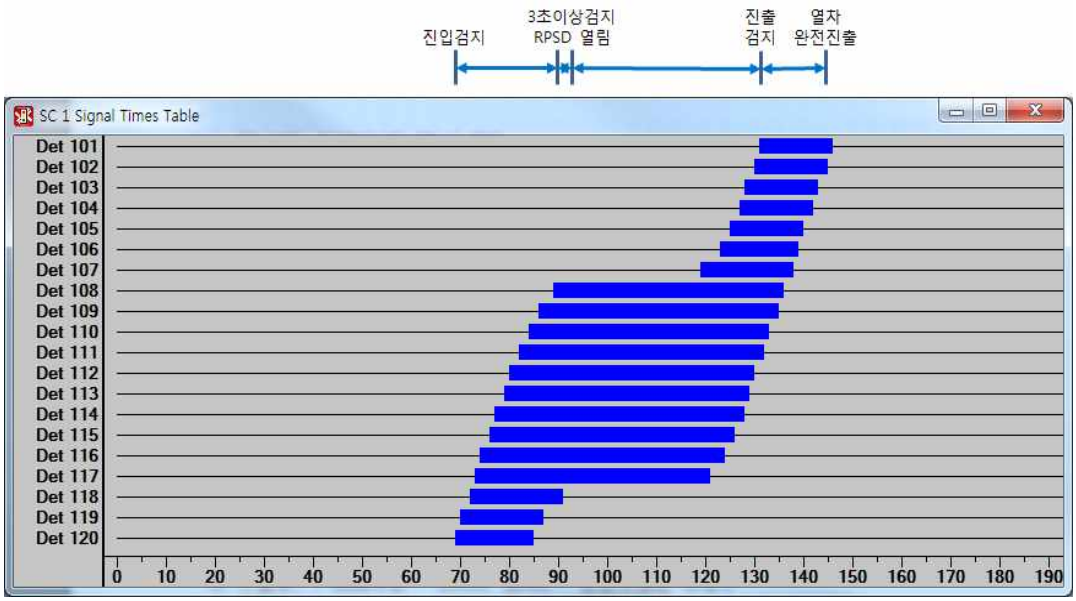
- 진입 : 새마을호 열차가 진입할 경우(S2) 120번 검지센서가 70초에 열차 진입을 검지하였다
- 양호 : 105번 ~ 114번 검지센서가 3초 이상 동시에 검지되어 RPSD가 정상적으로 열림이 되었다.
- 진출 : 20초 대기 후 101번 검지센서가 열차진출을 검지하고, RPSD가 정상적으로 닫힘이 되었다.
- 실험결과 새마을호 열차 또한 제안된 알고리즘에 의한 RPSD 운영에 문제가 없는 것으로 나타났다.



<그림 3-111>검지기별 열차검지 그래프(S2-2, 새마을호)(X축:진행시간, Y축:검지기번호)

○ 시나리오 S2-3

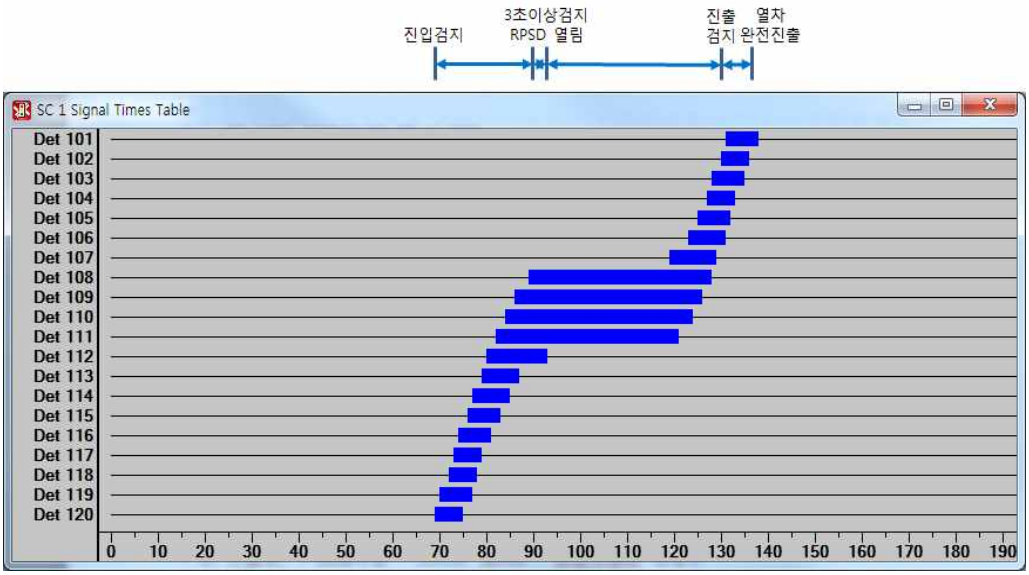
- 진입 : 무궁화호 열차가 진입할 경우(S3) 120번 검지센서가 70초에 열차 진입을 검지하였다.
- 양호 : 108번 ~ 117번 검지센서가 3초 이상 동시에 검지되어 RPSD가 정상적으로 열림이 되었다.
- 진출 : 20초 대기 후 101번 검지센서가 진출을 열차진출을 검지하고, RPSD가 정상적으로 닫힘이 되었다.
- 실험결과 무궁화호 열차 또한 제안된 알고리즘에 의한 RPSD 운영에 문제가 없는 것으로 나타났다.



<그림 3-112> 검지기별 열차검지 그래프(S2-3, 무궁화호)(X축:진행시간, Y축:검지기번호)

○ 시나리오 S2-4

- 진입 : 누리로가 진입할 경우(S4) 120번 검지센서가 70초에 열차 진입을 검지였다.
- 양호 : 102번 ~ 105번 검지센서가 3초 이상 동시에 검지되어 RPSD가 정상적으로 열림이 되었다.
- 진출 : 약 20초의 대기 시간을 기다린 후 101번 검지센서가 진출을 열차 진출을 검지하고, RPSD가 닫힘이 되었다.
- 실험결과 누리로 열차 역시 제안된 알고리즘에 의한 RPSD 운영에 문제가 없는 것으로 나타났다.



<그림 3-113> 검지기별 열차검지 그래프(S1-4, 누리로)(X축:진행시간, Y축:검지기번호)

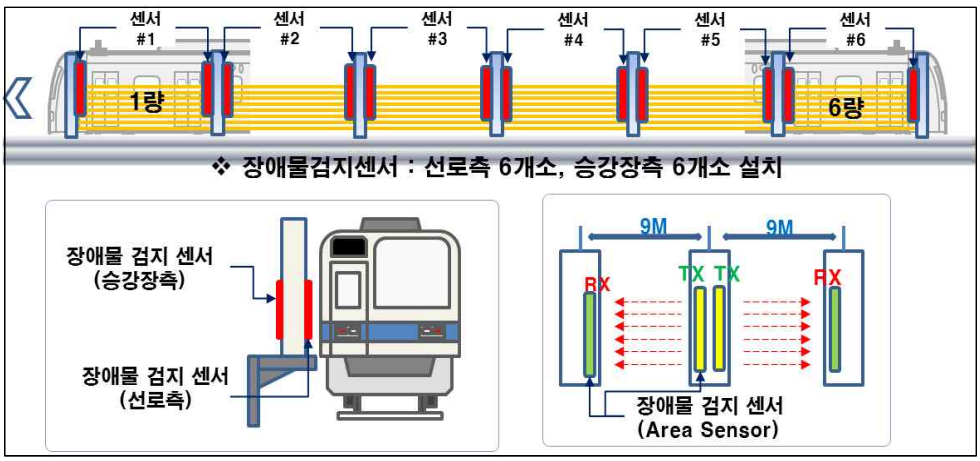
④ 결론

○ 시나리오 분석 결과 승하강 기둥 별 검지센서 설치 방법을 적용하여 검지센서를 설치하고 본 논문에서 제시한 알고리즘을 이용할 경우 KTX, 새마을호, 무궁화호, 누리로 등 다양한 열차가 진입하는 역사 및 정지선이 다른 경우에도 RPSD 운영에 문제가 없는 것으로 나타나, 실제 현장에서 알고리즘으로 사용하는데 문제가 없을 것으로 판단된다.

바. 비상대응을 위한 알고리즘

(1) 장애물 검지 알고리즘

- 승강장 안전장치의 세이프도어가 닫히는 도중에 사람이나 물체가 구동부 과부하 센서 또는 장애물센서에 감지될 경우 세이프도어를 재 개폐시킨다.
- 이와 같은 동작은 이물질 감지가 해소될 때까지 무한 반복한다.
- 이상신호를 수신한 TIP 주제어장치는 기관사조작반에 이상신호를 송신하고 각 조작반의 표시등을 점등시킨다. 이때 TIP 주제어반 및 각 조작반에서는 세이프도어의 재개폐동작이 가능하다.

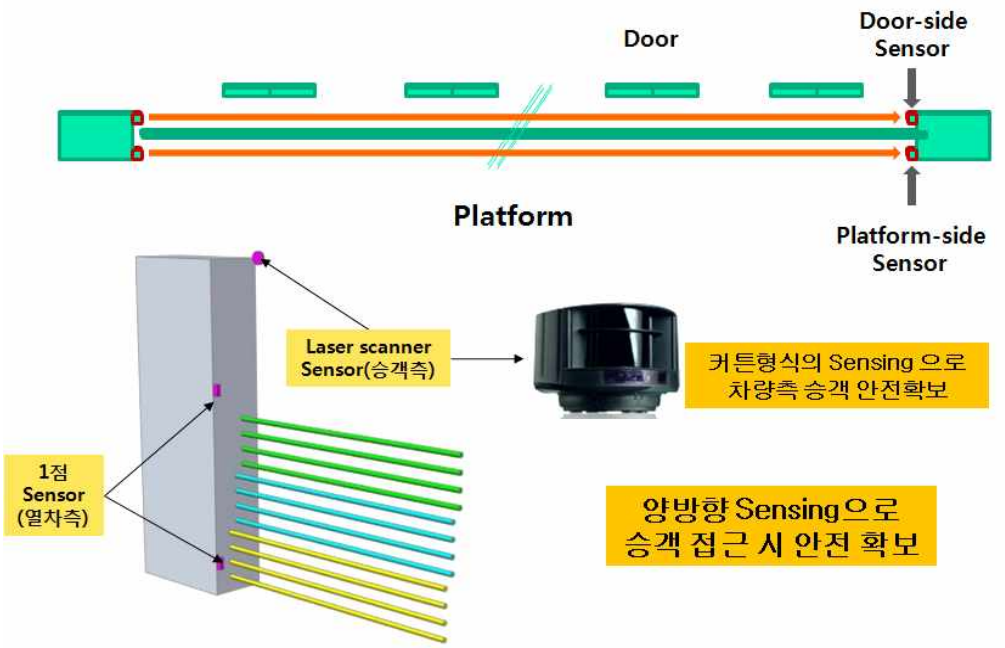


<그림 3-114> RPSD 장애물검지 센서 설치 방법

○ 장애물 감지에 따른 대응 전략

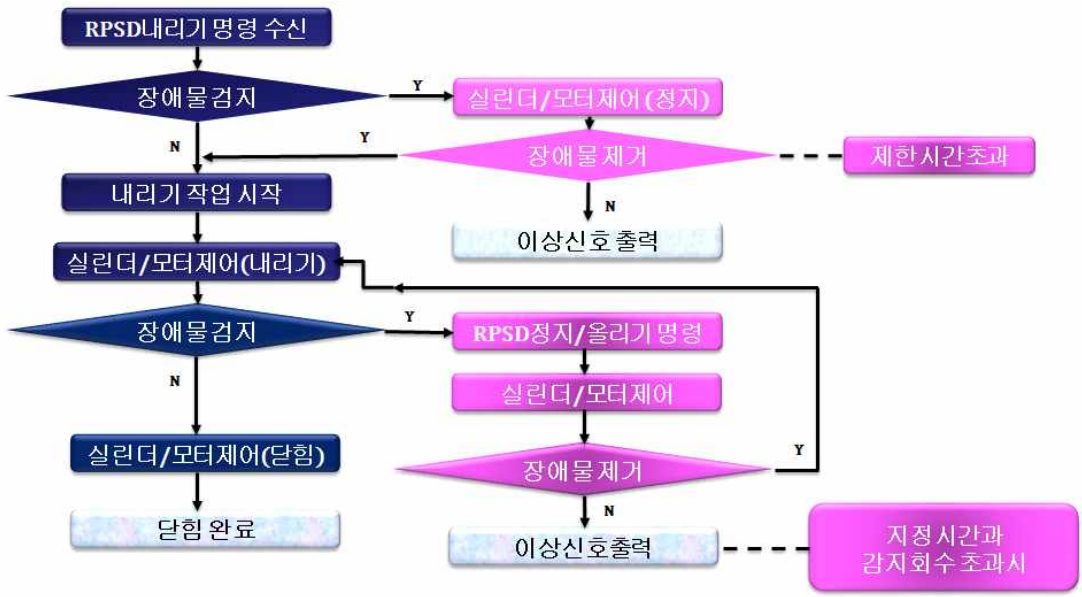
<그림 3-115> 장애물 감지 센서 대응 전략 구상도

○ 장애 감지 센서 체계



<그림 3-116> 장애물 감지센터 체계

○ 장애물 감지와 RPSD 제어 알고리즘



<그림 3-117> RPSD의 장애물 감지 및 제어 알고리즘

(2) 부정개폐 및 비상대응 알고리즘

(가) 장애 발생시

○ 출입문 검지센서, RPSD 시스템의 이상, 신호선의 단선 등에 의하여 세이프도어의 운전이 정지될 경우에 대비하여, 이상발생 시에는 수동으로 전환하여 개·폐 할 수 있는 스위치를 각 개별제어반(DCU)에 설치한다.

○ 개별제어반(DCU), 기관사조작반에서 세이프도어의 개·폐 조작을 하고 있는지를 표시할 수 있는 기능을 갖춘다.

(나) 안전장치

○ 전동차가 승강장에 정차하고 있지 않은 상태에서는 세이프도어를 강제로 열 수 없도록 하고, 비상상황 발생시에는 개별조작반, 승강장/승무원조작반 및 TIP 주제어반에서 조작으로 세이프도어를 수동으로 열 수 있도록 한다.

○ 닫힘 동작 중에 세이프도어에 승객이나 물체가 접촉할 경우 이를 감지하는 센서가 각 세이프도어마다 설치되어, 이 센서가 세이프도어 닫힘 동작 중에 승객이나 물체를 감지하면 세이프도어를 다시 개방시킨다.

○ RPSD와 전동차도어 사이의 공간에 승객이 갇히는 것을 방지하기 위하여 이를 감지하는 센서(장애물 검지센서)를 각 세이프도어마다 설치하며, 이 센서가 승객이나 물체를 감지하면 세이프도어는 닫힘 동작을 개시하지 않도록 한다.

○ 개별제어반, 기관사조작반은 세이프도어를 수동으로 개·폐시킬 수 있는 기능을 갖추도록 한다.

(다) 비상시 동작조건

○ 정전 시 대응

- 열차가 도착하기 전 RPSD가 설치된 역사에 정전이 발생한 경우 역무원이 각 RPSD의 개별제어반을 이용하여 세이프도어를 수동 개방시킬 수 있다.
- 역사 정전으로 수동 개방된 상태라 하더라도 전원복귀 후 자동으로 정상운전이 가능하다.
- 근본적으로 역사 내 전원공급의 응급유지체계(전원공급 2중화)을 구축 한다.(전원공급 2중화 범위 : 개별제어반, TIP 주제어장치)

○ 화재 등의 비상시 승객 탈출기능

- RPSD가 설치된 역사를 향해 운행하던 전동차에 화재 등의 비상사태가 발생하면 해당 역에 전동차도착 이전에 TIP 주제어장치에서 일괄 조작하여 세이프도어를 개방조치를 할 수 있다.
- 비상사태로 인해 전동차가 정위치 정차 후 세이프도어를 기관사가 자동으로 열 수 없는 경우는 인터록 푸시버튼을 사용하여 기관사가 RPSD도어를 수동으로 열고 탈출할 수 있도록 한다.

○ RPSD 고장 시 대응

- TIP 주제어반과 기관사조작반, 개별제어반에서 세이프도어의 개별 또는 일괄 개·폐 조작이 가능한 시스템으로 구성하며, 상/하선 중 한쪽 배터리 전원이 OFF 되어도 다른 쪽 RPSD 동작에 영향을 주지 않도록 한다.

사. RPSD 제어기술 구현을 위한 소프트웨어 설계

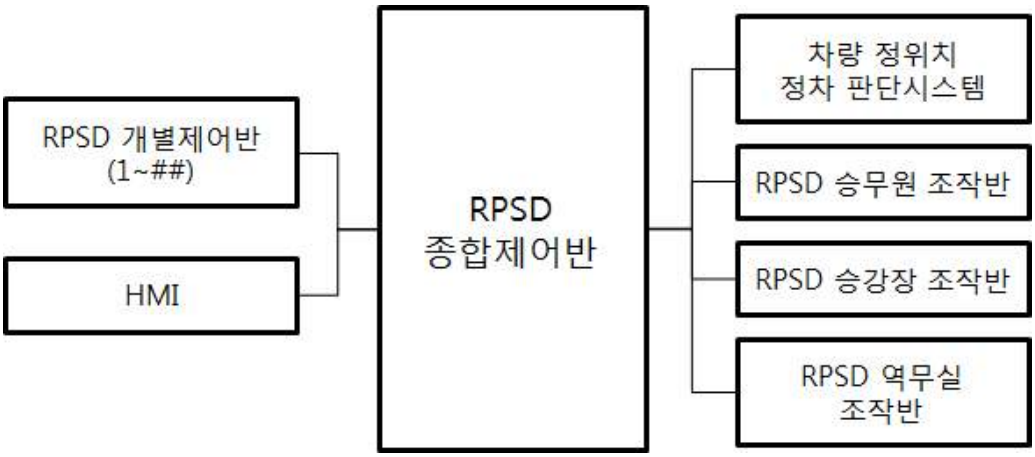
(1) 개요

○ RPSD 단일 시스템 구현 시 시스템 간 기능적 요구사항, 기술적 실현방법, 알고리즘 개발, 구성원 간 Data 교류 등을 정의한다.

○ 구상된 운영개념의 실현성을 위해 Human Machine Interface 기반의 알고리즘을 바탕으로 3D VR(Virtual Reality) Simulation을 구현한다.

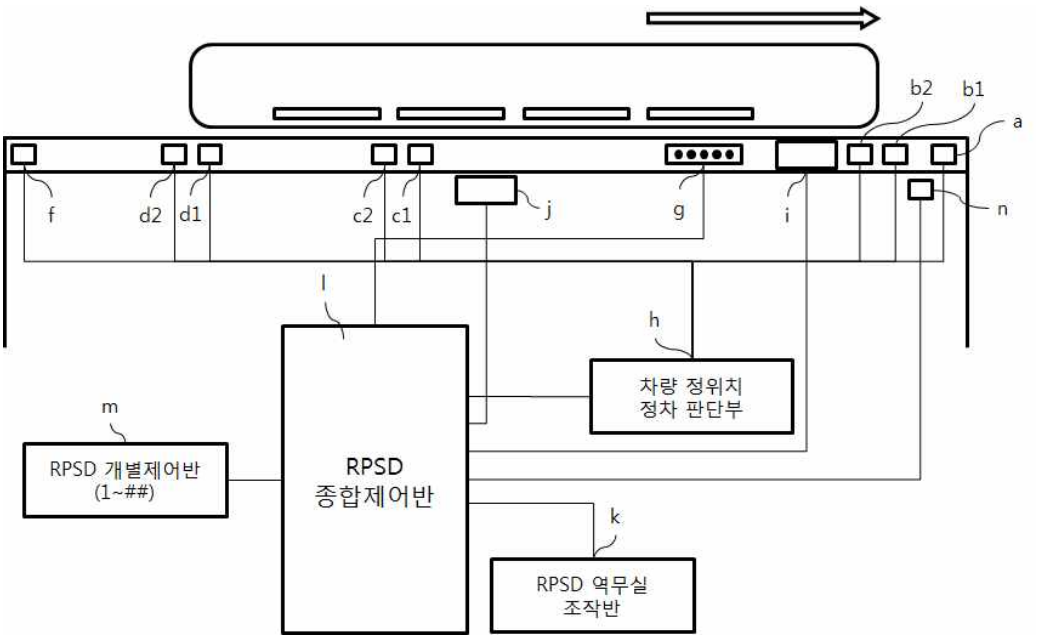
(가) 시스템 구성

○ 차량 정위치 정차 시스템, RPSD 종합제어반, 승무원 조작반, 승강장 조작반, 역무실 조작반, HMI로 구성한다.



<그림 3-118> RPSD 단일 시스템 전체 개념도

(나) 시스템별 기능



<그림 3-119> RPSD 단일 시스템 구성도

○ 차량 정위치 정차 시스템

- 차량 정위치 정차 시스템은 RPSD 단일 시스템 구성 시 가장 중요한 구성요소이다.
- 정위치 정차 판단부(h), 진입 검지부(f), 진출 검지부(a), 최대진행 검지부(b1), 최소진행 검지부(b2), 후방 최대진행 검지부(c1,d1,…), 후방 최소진행 검지부(c2,d2,…)로 구성되어 있다.

- 차량 정위치 정차 판단부에서는 각각의 검지부에서 검지신호를 입력받아 이들 신호를 정해진 알고리즘으로 분석하여 차량이 승강장에 진입해서 차량이 정차했는지를 판단하고 RPSD 종합제어반(1)에 차량의 정차여부를 알려준다.
- 진입 검지부는 승강장 후미부에 설치가 되며, 차량이 승강장에 진입하였는지를 검지한다.
- 최소 2~3 초 이상 검지됐을 시에 차량이 진입하였다고 판단하고, HMI(n)에 진입을 표시하고, RPSD 제어 시스템 자동운전 동작이 시작된다.
- 차량 정위치 정차 판단부에서는 진입 검지부 장애 시 진입검지기에서 차량 진행방향으로 가장 가까운 후방 최소진행 검지부에서 차량 진입 검지를 대체한다.
- 진출 검지부는 승강장 선두부에 설치가 되며, 차량이 승강장을 진출하였는지를 검지하여 RPSD 제어 시스템 자동운전 동작을 정지한다.
- 최대진행 검지부와 최소진행 검지부에서는 차량이 정위치에 정차했는지 검지한다.
- 최대진행 검지부는 차량의 1량 선두부 정위치 정차지점에서 +600mm 지점에, 최소진행 검지부는 차량의 1량 선두부 정위치 정차지점에서 -600mm지점에 설치한다.
- 최소진행 검지부에서 차량 검지 후 1초안에 최대진행 검지부에서 차량을 검지하지 못하면 차량이 정위치에 정지한 것으로 판단하며, HMI에 정위치정차 여부를 표시한다.
- 해당 승강장에 진입하는 차량의 량 수가 A량이라면 후방 최대진행 검지부는 차량의 A량 후미부 정위치 정차지점에서 +600mm 지점에, 후방 최소진행 검지부는 차량의 1량 후미부 정위치 정차지점에서 -600mm지점에 설치한다.
- A량의 판단은 차량 정위치 정차 판단부에서 차량의 정위치 정차 확인 후 후방 최대진행 검지부에서 차량을 검지하고, 후방 최소진행 검지부에서는 차량을 검지하지 못했을 때 A량으로 판단한다.
- A량 후방 검지부는 차량의 량 수 확인과 동시에 승강장 선두부의 차량 정위치 검지기의 장애 발생시 차량의 정위치를 추가 검지한다.
- 해당 승강장에 진입하는 차량의 량 수에 따라 후방 검지부는 추가로 설치한다 (d1,d2,…).
- 출입문 개폐 검지부는 차량 1량 중 1개의 출입문에 설치하여 RPSD 종합 제어반에 전동차의 출입문의 개폐 여부를 전송한다.
- 모든 검지부는 초음파 센서, 적외선 센서, 레이저 센서 등 다양한 타입의 거리 센서가 이용될 수 있다.

○ RPSD 종합제어반

- RPSD 종합제어반(1)은 스크린도어의 동작감시를 하는 컴퓨터와 상선(하선)제어장치, 알람표시장치, 전원공급장치로 구성한다.

- RPSD 종합제어반은 각 역사 승강장층 RPSD 장비실내에 설치한다.
- 수량은 1트랙에 1EA, 상하선 운영 시 1역사에 2EA를 설치한다.
- 각 도어별 상태를 감시, 수동개폐, 장애감시 등의 기능을 한다.
- 차량 정위치 정차 시스템의 정위치 정차 판단부에서 정위치 정차여부를 검지하고, 출입문 개폐 검지부(g)에서 출입문 열림을 확인하여 자동으로 RPSD를 열어주고, HMI(n)에 RPSD 열림상태를 표시한다(자동모드).
- 출입문 개폐 검지부에서 출입문 닫힘을 확인하고 장애물검지 상태가 정상이면 자동으로 RPSD를 닫고, HMI의 출입문 닫힘 상태를 표시한다(자동모드).
- 차량 정위치 정차 후 장애로 인한 출입문이 열리지 않을 때에는 승무원이 승무원 조작반, 역무원이 승강장 조작반, 역무실 조작반을 통해 수동으로 RPSD를 열 수 있다(수동모드).
- RPSD 열림 상태에서 장애로 인한 출입문이 닫히지 않을 때에는 승무원이 승무원 조작반, 역무원이 승강장 조작반, 역무실 조작반을 통해 수동으로 RPSD를 닫을 수 있다(수동모드).

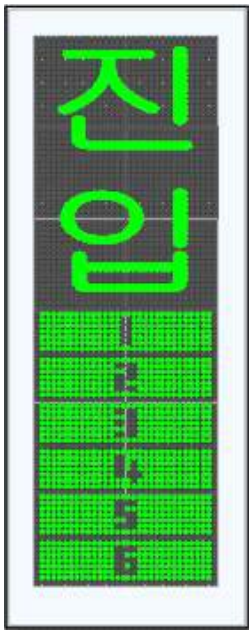
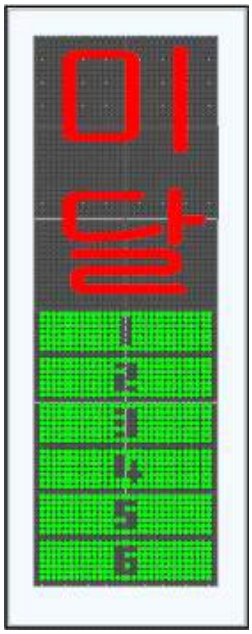
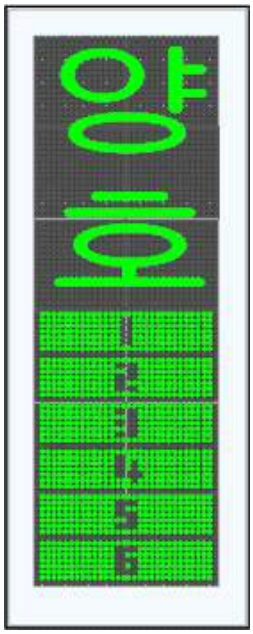
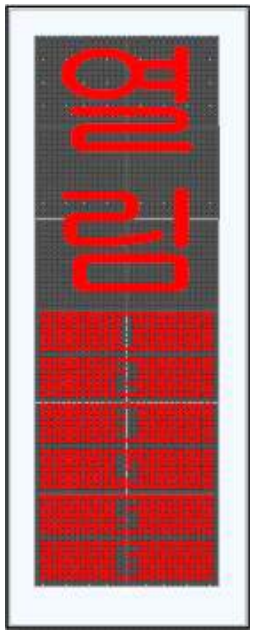
○ HMI(Human Machine Interface)

- RPSD 종합제어반(l)에 연결되어 전동차 정위치 상태와 RPSD 상태를 기관사에게 제공해주는 장치이다.
- 전체상태표시부와 RPSD상태표시부로 나눠지며 전체상태표시부에는 진입, 미달, 양호, 열림, 닫힘, 장애가 표시되고, RPSD상태표시부에는 열림상태, 닫힘상태, 장애상태, 기타상태로 표시된다.

<표 3-65> HMI 표시 항목

구분	항목	설명
전체상태표시	진입	차량이 역에 진입 시 녹색으로 표시
	미달	최소진행검지기부터 ~ 후방최대진입검지기까지 적색으로 표시
	양호	-60cm ~ +60cm 까지 적색으로 표시
	열림	RPSD 전체 열림 시 적색으로 표시
	닫힘	RPSD 전체 닫힘 시 녹색으로 표시
	장애	PSD 장애 발생 시 황색으로 표시
	초과	차량이 역 진출 시 적색으로 표시
RPSD상태표시	열림	RPSD 열림 시 량별로 적색으로 표시
	닫힘	RPSD 닫힘 시 량별로 녹색으로 표시
	장애	RPSD 고장 시 량별로 황색으로 표시
	기타	RPSD 상태 현시는 량별로 현시하며, 해당량 중 RPSD 하나라도 열림, 닫힘 또는 장애 시 열림, 닫힘 또는 장애로 현시

<표 3-66> HMI 예제 화면

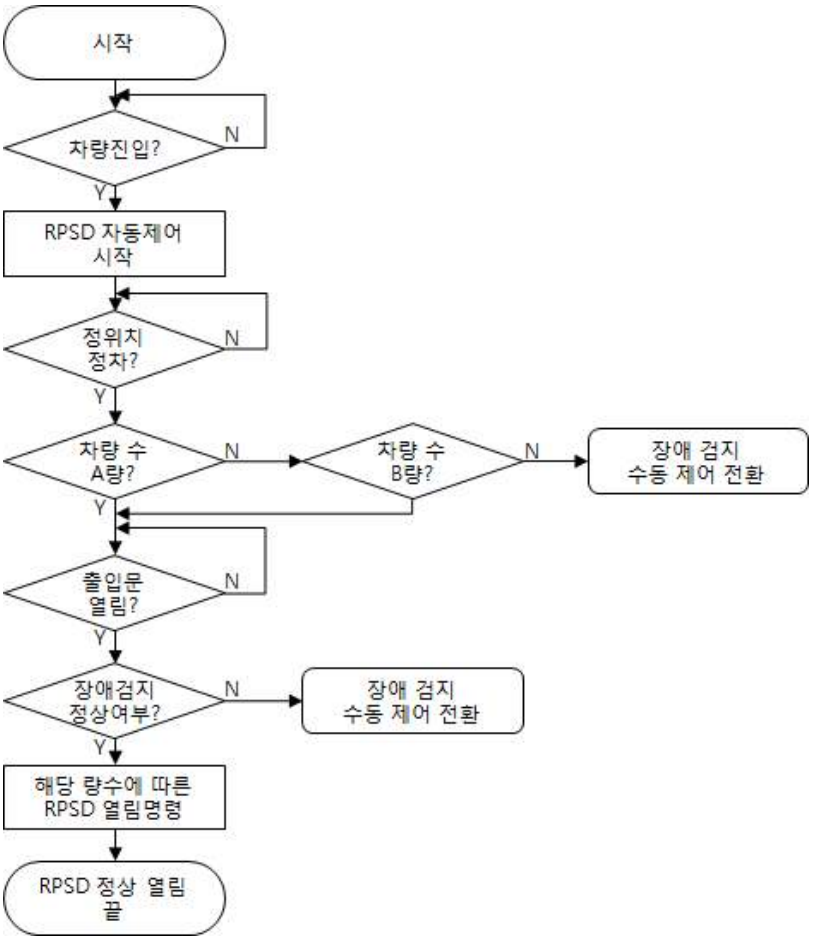
진입	미달	양호	열림
			

○ 조작반

- 조작반에는 승무원 조작반(n), 승강장 조작반(j), 역무실 조작반(k)이 있으며 RPSD 종합제어반(l)과 연결되어 있다.
- 승무원 조작반은 RPSD 선두부의 선로 측에, 승강장 조작반은 RPSD 중앙부의 승강장 측 수납함 내에, 역무실 조작반은 각 역사 역무원실에 설치된다.
- 승무원 조작반은 차량 승무원이 해당 트랙의 RPSD상태를 감시하며, 장애 등의 발생 시 수동으로 개폐시킬 수 있도록 한다.
- 승강장 조작반은 역사 역무원이 해당 트랙의 RPSD 상태를 감시하며, 장애 등의 발생 시 수동으로 개폐시킬 수 있도록 한다.
- 역무실 조작반은 역사 역무원이 역무원실 내에서 해당 역사의 RPSD 상태를 감시하며, 장애 등의 발생 시 수동으로 개폐시킬 수 있도록 한다.

(2) RPSD 제어 흐름도

○ 열림동작

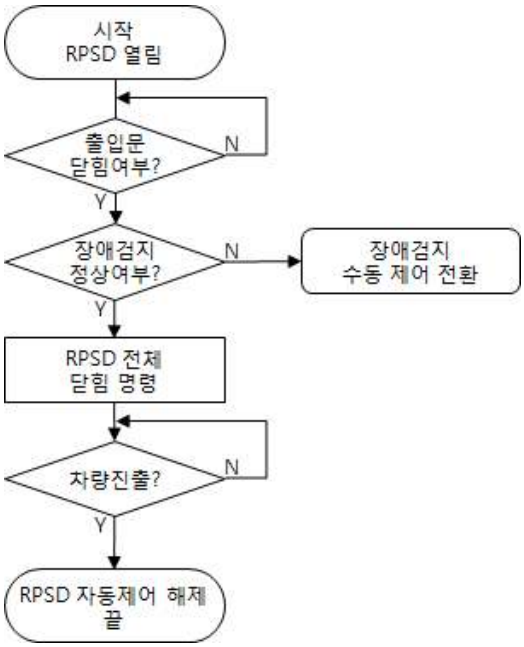


<그림 3-120> RPSD 열림동작 흐름도

- 진입검지부에서 차량의 진입이 검지되면 RPSD 자동제어가 시작된다.
- 진입검지부에서 차량이 검지되지 않거나 진입검지부 이상으로 인해 작동 불능상태로 판단되면 정위치 정차 판단부는 후방 최소진행 검지부에서 진입검지를 할 수 있도록 한다.
- 최대진행 검지부가 Off, 최소진행 검지부가 On 상태가 1초 이상 지속되면 정위치 정차로 판단한다.
- A량 후방 최대진행 검지부가 On, A량 후방 최소진행 검지부가 Off 상태이면, A량으로 판단한다.
- B량 후방 최대진행 검지부가 On, B량 후방 최소진행 검지부가 Off 상태이면, B량으로 판단한다.

- 차량 수 검지가 이루어지지 않으면 장애로 판단 수동 제어로 전환한다.
- 출입문 개폐 검지부에서 차량의 출입문 열림이 검지되면 RPSD 종합제어반에서 RPSD 장애 검지가 정상일 경우 해당 량수에 따른 RPSD 열림 명령을 전송한다.
- RPSD 장애가 검지될 경우 수동 제어로 전환한다.

○ 닫힘동작



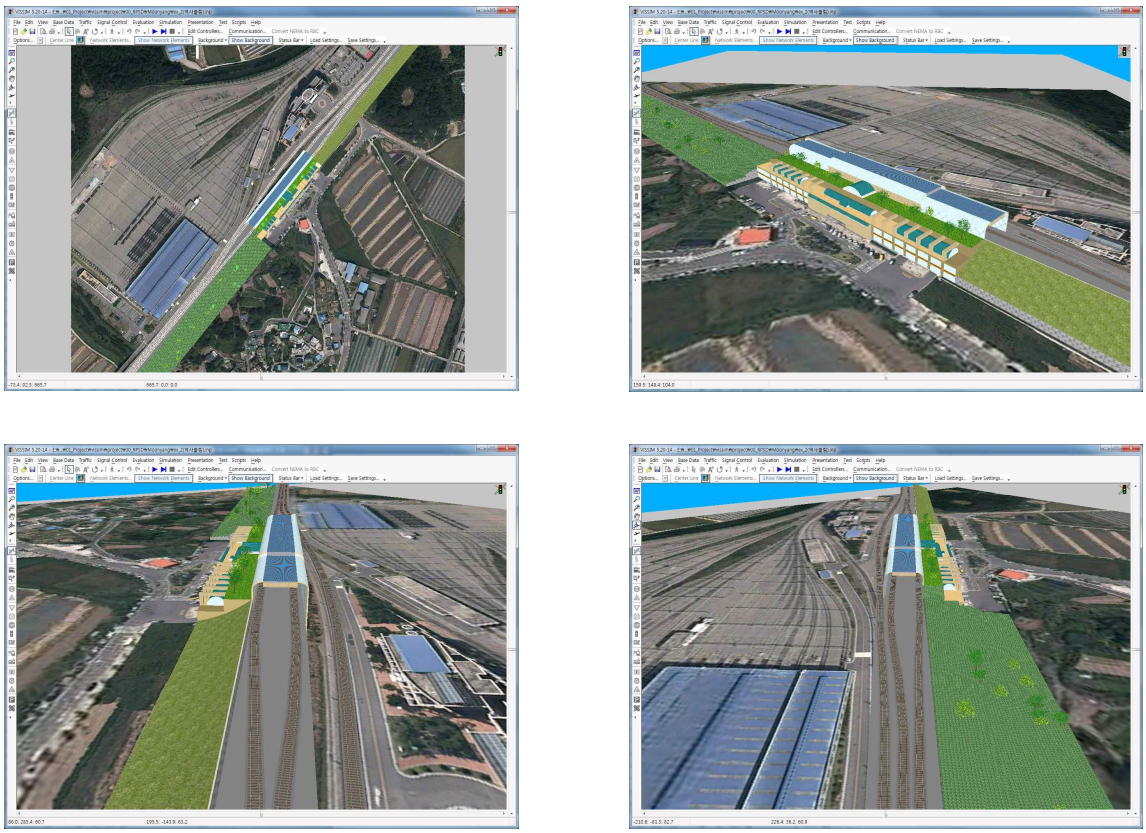
<그림 3-121> RPSD 닫힘동작 흐름도

- 닫힘동작은 RPSD 정상 열림이 된 후 동작이 시작된다.
- 출입문 개폐 검지부에서 차량 출입문의 닫힘여부를 검지한다.
- RPSD 장애 검지가 정상일 경우 RPSD 종합제어반에서 RPSD 전체 닫힘 명령을 전송한다.
- RPSD 장애가 검지 될 경우 수동 제어로 전환한다.
- 진출검지부에서 차량이 진출여부를 검지하며, 차량진출이 확인 될 경우 RPSD 자동제어가 해제된다.

(3) RPSD 제어기술 시뮬레이션을 위한 환경 구축

○ Micro Simulation 프로그램에 시범 사업지로 선정된 대구도시철도 2호선 문양역을 구축한다.

○ 문양역 위성사진, 내부사진, 도면 등을 이용해 선로, 승강장, 전동차 등을 구현했다.



<그림 3-122> 시뮬레이션 환경 구축화면-문양역

(4) RPSD 소프트웨어 개발

(가) 승강장 주제어 장치 소프트웨어

○ 개별 DCU의 개폐 동작을 명령하며 지상모뎀과 통신하여 열차의 차량정보 및 위치를 취합하여 RPSD의 개폐 상태 및 각종 센서의 상태를 역무실 종합제어반에 모든 상황을 통보하는 프로그램

- 지상모뎀과 주제어장치간 프로토콜

- 주제어장치와 DCU 간의 프로토콜
- 열차위치 센서 입력을 통한 정차열차, 통과열차판단 알고리즘
- 역무실 종합제어반과 주제어장치간의 프로토콜

(나) 구동부 통합 DCU 프로그램

○ RPSD 모터의 제어 및 상위 시스템과의 상태정보 교환을 위한 프로그램으로 각종센서 정보를 취합하여 RPSD의 개폐를 직접적으로 담당하는 프로그램
  - 모터제어 알고리즘
  - 동작시간, 토크, 부하, 가속, 감속 등 파라미터 설정 알고리즘
  - 센서 입력처리 알고리즘(Area Sensor, 열림 완료 및 닫힘 완료 센서, 레이저 영상감지센서)
  - DCU와 승강장 주 제어 장치 간 프로토콜
  - DCU와 조작반간 프로토콜
  - 장애물 검지 처리 알고리즘

(다) 조작반, 경보제어반 소프트웨어 개발

○ 승무원 및 역무원이 이용하는 장치로 수동으로 RPSD 개폐, 자동, 수동 운전선택, 램프 및 부저를 통해 장애상태를 파악할 수 있는 프로그램.
  - 조작반과 DCU간 프로토콜
  - 램프 및 부저출력 알고리즘
  - 승무원 조작반 방송출력 알고리즘
  - 경보제어반의 선로측 출입문 제어 알고리즘

(라) 역무실 종합 제어반 소프트웨어 개발

○ RPSD SYSTEM을 총괄하는 PC 프로그램으로 승강장 주제어장치를 통해 모든 상태를 모니터링하고 저장하며 총괄하는프로그램으로 철도 신호관제 시스템과 연동이 가능함.
  - 역무실 종합 제어반과 승강장 주제어장치간 프로토콜
  - 역무실 종합 제어반과 UPS간 프로토콜
  - 역무실 종합 제어반과 경보제어반과의 프로토콜

(마) 차상, 지상모뎀 소프트웨어개발

○ RF 통신을 통해 열차와 RPSD SYSTEM을 연동 시키기위한 장치의 프로그램

(바) RF TAG 리더 소프트 웨어 개발

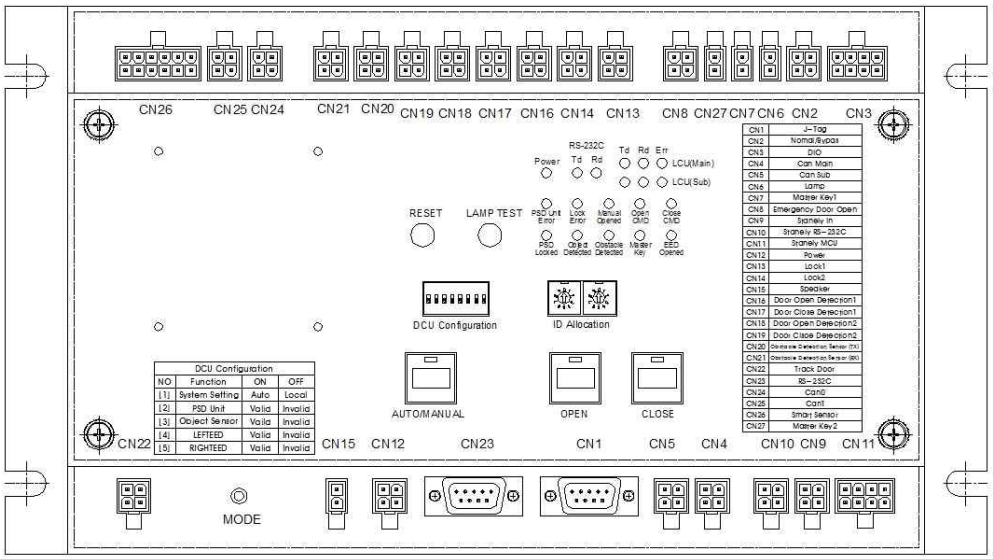
○ 열차에 부착된 태그가 가지고 있는 편성정보 및 열차 정보를 읽기위한 RF 리 장치 프로그램

(사) 영상감지 센서 소프트웨어개발

○ 선로측 이미지를 모니터링 하여 RPSD와 열차사이에 물체를 감지하여 DCU에 통보하는 프로그램

아. DCU 및 LCU 제작

(1) DCU



○ 도어 1개구마다 설치하며, 주제어 장치와 제어신호를 송수신하여 고장 및 점검 시 자동, 수동으로 도어를 개폐할 수 있는 설비를 말한다.

○ 동작설명

- “통신상태” LED 표시부분 : RPSD 유닛의 통신 상태를 실시간으로 표시한다.

항 목		설 명
LCU (Main)	Txd	▪ 주통신(CAN) 라인을 통하여 LCU로 Data를 전송할 때 점등한다.
	Rxd	▪ 주통신(CAN) 라인을 통하여 LCU에서 Data를 수신할 때 점등한다.
	Err	▪ 주통신(CAN) 통신이 오류가 발생 하면 점등한다.
LCU (Sub)	Txd	▪ 예비통신(CAN) 라인을 통하여 LCU로 Data를 전송할 때 점등한다.
	Rxd	▪ 예비통신(CAN) 라인을 통하여 LMCU에서 Data를 수신할 때 점등한다.
	Err	▪ 예비통신(CAN) 통신 오류가 발생 하면 점등한다.

○ “상태표시” LED 표시부분 : RPSD 유닛의 동작 상태를 실시간으로 표시한다.

항 목	설 명
잠금 완료	▪ 잠금장치의 리밋 스위치가 동작하면 점등한다.
열림 명령	▪ RPSD 제어시스템으로부터 열림 명령을 수신하면 점등한다.
닫힘 명령	▪ RPSD 제어시스템으로부터 닫힘 명령을 수신하면 점등한다.
닫힘 완료	▪ 와이어 도어가 닫힘 완료 상태일 때 점등한다.
열림 완료	▪ 와이어 도어가 열림 완료 상태일 때 점등한다.
전류 이상	▪ 모터의 전류가 설정치보다 높게 흐를 때 점등한다. (도어의 과부하방지)
DCU장애	▪ DCU 자체 장애 발생시 점등한다. (RESET버튼을 누르거나 전원을 재투입하여 초기화시 해제됨)
전원	▪ DCU 전원이 정상적으로 공급될 때 점등한다.
수동 열림	▪ 선로측 가동도어의 수동 열림 레버를 이용하여 RPSD가 개방되면 점등한다.
비상문	▪ DCU에 연결된 비상도어가 열림 상태이면 점등한다.
도어개폐키	▪ 마스터 키를 이용하여 도어 개폐키가 열림 상태이면 점등한다.
바이패스 (Bypass)	▪ DCU에 연결된 바이패스 스위치를 ‘자동’에서 ‘분리’로 전환하면 점등한다. (이 경우 해당도어만 전체 RPSD시스템에서 분리한다.)
장애 검지	▪ 장애물 검지센서가 전동차와 RPSD 사이의 물체를 검지하면 점등한다.
장애 이상	▪ 장애물 검지센서의 자체 장애가 발생하면 점등한다.
센서	▪ 전동차와 RPSD 사이의 물체를 검지하면 점등한다.
CPU 통신장애	▪ DCU 주제어장치 PCB의 CPU 이상이 발생하면 점등한다.
열림센서	▪ DCU에 연결된 닫힘센서가 가동도어를 검지하지 못하면 점등한다.
닫힘센서	▪ DCU에 연결된 닫힘센서가 가동도어를 검지하면 점등한다.
잠금 장애	▪ 잠금장치(마그네틱 락장치)에 장애가 발생하면 점등한다.

○ 조작부

- RPSD 유닛을 수동조작 할 수 있는 기능을 제공한다.

항 목			설 명
1	RESET	푸쉬 버튼	▪ 장애 해제 및 시스템 초기화를 위한 리셋 스위치이다.
2	램프시험	푸쉬 버튼	▪ DCU의 램프를 시험하기 위한 스위치이다. - 램프시험 스위치를 누르면 DCU의 모든 LED가 점등한다.
3	ID 설정	Rotary 스위치	▪ DCU의 ID(주소)를 할당한다.
4	DCU 설정	DIP 스위치	▪ RPSD 유닛의 동작 조건을 위한 DCU 파라미터를 설정한다.(00 ~ 99까지)
5	자동/수동	LED 내장 푸쉬 버튼	▪ RPSD 유닛의 운영 모드를 변경한다. - 수동 모드일 때만 적색LED 점등 - 수동 모드일 때만 DCU의 열림 버튼과 닫힘 버튼에 의한 가동도어 수동 제어가능
6	열림	LED 내장 푸쉬 버튼	▪ DCU 수동모드일 때 가동도어를 열기 위한 스위치이다. - 열림 버튼을 누른 후 3초간 내장 LED 점등
7	닫힘	LED 내장 푸쉬 버튼	▪ DCU 수동모드일 때 가동도어를 닫기 위한 스위치이다. - 닫힘 버튼을 누른 후 3초간 내장 LED 점등

○ 설정부

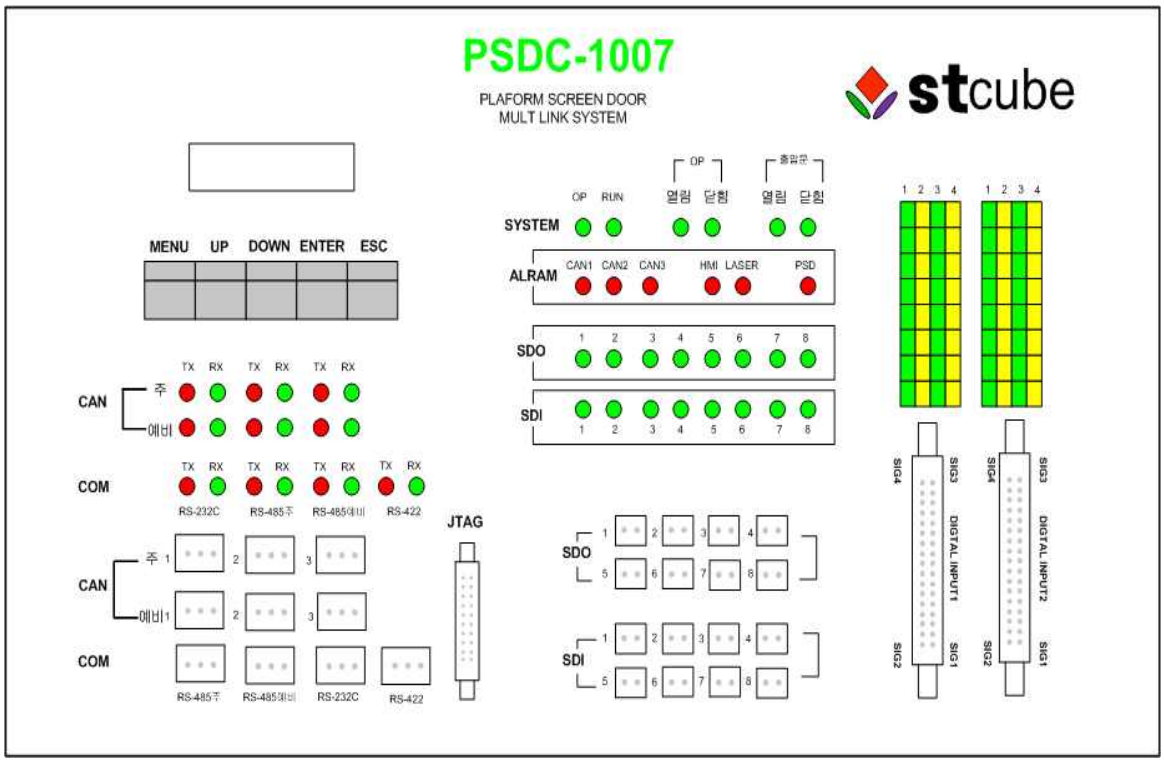
- RPSD 유닛의 동작 조건을 설정할 수 있는 기능을 제공한다.

<table>
<tr><th>항 목</th><th colspan="4">설 명</th></tr>
<tr><td rowspan="18">DCU 설정</td><td colspan="4">RPSD 유닛과 DCU의 동작 조건을 설정한다.</td></tr>
<tr><td>NO</td><td>Functions</td><td>S/W 위치</td><td>동작</td></tr>
<tr><td rowspan="2">[1]</td><td rowspan="2">자동/수동</td><td>ON</td><td>▪ 주제어 장치에 의한 DCU 설정</td></tr>
<tr><td>OFF</td><td>▪ DCU에 의한 DCU 설정</td></tr>
<tr><td rowspan="2">[2]</td><td rowspan="2">장애센서</td><td>ON</td><td>▪ 물체 검지 신호 수용</td></tr>
<tr><td>OFF</td><td>▪ 물체 검지 신호 미수용</td></tr>
<tr><td rowspan="2">[3]</td><td rowspan="2">센서</td><td>ON</td><td>▪ 비상문 열림 수용</td></tr>
<tr><td>OFF</td><td>▪ 비상문 열림 미수용</td></tr>
<tr><td rowspan="2">[4]</td><td rowspan="2">비상문</td><td>ON</td><td>▪ 초기화 정상 동작</td></tr>
<tr><td>OFF</td><td>▪ 초기화 간편 동작</td></tr>
<tr><td rowspan="2">[5]</td><td rowspan="2">초기화</td><td>ON</td><td></td></tr>
<tr><td>OFF</td><td></td></tr>
<tr><td>[6]</td><td>예비 스위치</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>[7]</td><td>예비 스위치</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">[8]</td><td rowspan="2">예비 스위치</td><td>ON</td><td>▪ 시간 설정에 다른 연속 동작</td></tr>
<tr><td>OFF</td><td>▪ 동작 안함</td></tr>
<tr><td>ID 설정</td><td colspan="4">DCU의 ID(주소)를 설정한다.
: 00~99까지 가능 - 예) 와이어도어 1은 “00”, 6은 “05”</td></tr>
</table>

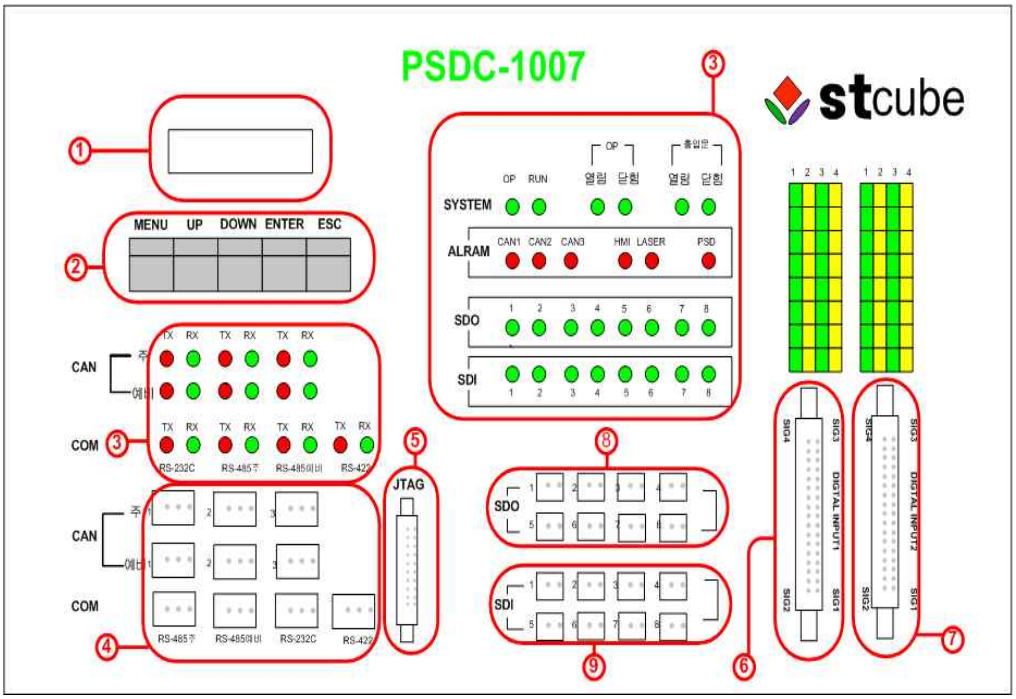
(2) LCU

○ 주제어장치는 기관사측 RPSD TIP함내에 설치되며 사용자의 편의를 위해 VFD, KEY, LED 및 통신포트 등으로 구성되어 있다.

○ VFD는 장치의 상태를 표시하고 KEY(스위치)를 조작하여 VFD로 장비의 이상 유무를 확인 할 수 있다, LED를 통하여 장치의 전원, 통신, 상태를 표시하여 사용자 조작에 편의를 제공한다. 통신포트를 사용하여 개별제어반, 종합제어반, 전광판, 레이저 거리 검지센서, HMI와 통신할 수 있다.



(가) 제어장치 상세 설명



① VFD(Vacuum Flourescent Display) 표시 부분

○ 장치 버전 정보 표시

○ 상태 정보 표시

○ 전광판 정보 표시

② KEY(스위치)

○ 주제어 장치를 테스트 할 때 사용

○ 주제어 장치와 전광판 통신 테스트 할 때 사용

○ 주제어 장치와 레이저 거리 검지 센서 통신 테스트 할 때 사용

③ 상태 표시 LED

○ 장비의 통신 상태 확인

○ 장비의 이상 상태 확인

④ 통신포트

○ CAN 통신포트(주/예비), RS - 485(주/예비), RS-232C, RS - 422

⑤ JTAG

○ 주제어 장치 UPDATE 포트로 사용

⑥ DIGITAL INPUT1

○ 출입문 검지 장치 센서 입력포트

⑦ DIGITAL INPUT2

○ 정위치 검지 장치 센서 입력포트

⑧ SDO(Signal Digital Output)

○ 출입문 열림/닫힘 신호를 주제어장치 및 개별제어반으로 출력하는 포트이다.

⑨ SDI(Signal Digital INput)

○ 출입문 열림/닫힘 완료 신호를 개별제어반으로부터 입력받는 포트이다.

(다) 주제어 장치 기능

○ 센서를 이용하여 RPSD를 제어한다.

○ 개별제어반으로 RPSD 열림/닫힘 지령을 한다.

○ 개별제어반으로부터 RPSD 열림/닫힘 알람 정보를 얻는다.

○ 사용자 인터페이스를 위한 통신 포트를 제공한다.

○ RPSD 신호 장비간의 연결 할 수 있는 통신 포트를 제공한다.

○ 센서로부터 정위치 정보(진입, 미달, 양호, 초과)를 받아 판단 처리 한다.

제3절 시범설치 및 신뢰성 평가

1. 시범설치 대상지 선정

(1) 시범운영 역사 선정 기준

○ 지상역 승강장 승객안전방재시스템에 대한 시범사업 역사 선정은 기존 철도사업의 R&D 사업 사례를 검토하고, 이에 근거한 시범사업 역사 선정기준을 제시한다. 더 나아가서 해당 후보지 역사가 운영기관과 협의를 통하여 시범사업 운영 의향을 파악하여 2단계 연구 수행에 차질 없이 진행될 수 있도록 준비하는 데 목적이 있다.

(가) K-AGT 시험선 사례

○ 선정 기준

- 차량에 대한 주행시험 등 각종 시험을 수행할 수 있는 부지확보와 타 차량시스템용 시험선 설치를 위한 추가 부지확보가 가능한 지역
- 경전철 수요처와 연결이 수월한 지역
- 시험차량의 반입·반출이 자유로운 지역
- 자재와 인원의 진출입이 원활한 지역
- 도시계획과 상반되지 않은 지역
- 도시교통 장애요인 및 민원발생이 적은 곳
- 상하수도 및 전력 등 각종 유틸리티 공급이 용이한 곳

○ 후보지 및 선정

- 의왕역~철도박물관, 목포 삼학도, 경부선 삼성~남성현 폐선부지 (선정)

○ 시사점

- 시험 기능 목적으로 하였기 때문에 민원발생이 상대적으로 적은 지역을 선정하였다. 이는 본 과업의 경우도 실용화에 주안점을 두고 있기 때문에 민원발생 여부를 입지선정의 핵심기준으로 반영할 필요는 없을 것으로 판단된다.

(나) 도시형자기부상열차 시범노선 사례

○ 입지선정 방법의 경우 지자체들이 작성하여 제출한 시범노선 건설운영에 관한 사업계획서에 대해 분야별 전문가에 의한 사전적격성 평가를 거친 후, 무작위로 추출된 평가위

원들이 본 평가를 실시하여 선정

① 입지선정 기준

○ 사전적격성 평가기준

- 시설측면의 요구조건 : 설계최고속도시험이 가능한 노선일 것, 본선 인접지역에 차량기지를 확보할 것
- 재원조달 및 운영측면의 요구조건 : 시범노선 사업비의 20% 이상을 해당 지자체가 분담할 것, 시범노선 이용수요가 1일 2천인/km 이상일 것

○ 후보지 및 선정

- 대구시, 광주시, 대전시, 인천시(선정, 인천국제공항 지역)

<표 3-67> 자기부상열차 시범사업 평가 기준

평가항목	세부평가항목	세세부 평가항목	가중치
사업목적달성의 적합성 (43.84)	노선의 적정성 (25.78)	- 선형	4.81
		- 정거장 입지	4.68
		- 차량기지 입지 및 규모	1.85
		- 장래 확장계획	6.01
		- 타 교통수단과의 연계·환승계획	8.43
	운영계획의 적정성 (11.50)	- 운영계획	6.65
		- 유지관리계획	2.92
		- 비상시 대처방안	1.93
	홍보계획의 우수성 (6.56)	- 도시 상징물 및 비전과의 연계성	2.52
		- 국내 홍보계획	2.42
		- 국외 홍보계획	1.62
신청기관 추진의지 (22.48)	사업시행 일정계획 (7.01)	- 사업추진일정 지원계획	3.82
		- 인허가등 행정업무 처리계획	3.19
	환경관리 계획 (3.93)	- 건설·시험운행과정의 환경관리지원 계획	2.03
		- 운영 과정의 환경관리 계획	1.90
	용지확보 및 주민동의 (11.54)	- 주민의견 수렴	3.22
		- 용지확보 계획	4.47
		- 지장물 이전계획	2.19
		- 갈등관리계획	1.66
재원조달 및 투자효율성 (33.68)	경제적 효율성 (10.66)	- 공사비 대비 이용수요	4.85
		- 수요추정의 신뢰성	3.00
		- 공사비 및 운영비 추정의 신뢰성	2.81
	지역경제 파급효과 (8.37)	- 지역경제파급효과	4.77
		- 역세권 개발계획	3.60
	신청기관의 사업비 분담규모 (7.47)	- 신청기관 분담액(용지비 포함)	2.29
		- 신청기관 분담액(용지비 제외)	1.52
		- 공사비 분담비율(용지비 포함)	2.15
		- 공사비 분담비율(용지비 제외)	1.51
	재원조달 계획의 적정성(7.18)	- 분담비 조달계획	4.85
		- 운영자금 조달계획	2.33
	계		100.0

○ 시사점

- 외국에 대한 홍보 측면의 장점과 실용화 과정에서 발생할 수 있는 위험요소에 대한 부담을 줄일 수 있는 지역으로 선정하였으며, 시범사업의 기술적 목적 충족은 기본 조건으로 명시, 시범사업에 소요되는 본 과업의 예산규모는 상대적으로 매우 작기 때문에 위험요소에 대한 부담을 핵심기준으로 간주할 필요는 없을 것으로 판단

(2) RPSD 설치 역사 선정 기준

(가) 사업목적 달성의 적정성

- (필수요건 1 : 스크린도어나 안전펜스 미설치 정거장) 현재 여객을 취급하고 있는 지상 역으로서 스크린도어가 설치되어 있지 않을 것(안전펜스 설치 역은 포함)

<표 3-68> 필수요건에 해당되는 철도 유형별 해당역

유형	해당 역
도시철도역	인천지하철(귤현역), 대구2호선(문양역), 부산1호선(8개소), 부산 2호선(2개소), 서울9호선(개화역)
수도권 전철역	경부선(34개소), 경인선(18개소), 장항선(7개소), 경의선(18개소), 경원선(22개소), 경춘선(16개소), 안산선 (14개소), 분당선(2개소), 일산선(2개소), 중앙선(20개소)
고속일반철도역	278개소
합계	444개소

- (필수요건 2 : 적정수준의 이용객이 있는 정거장) 현재 일정 수준 이상의 여객(1일 승차인원 기준)이 이용하고 있어 홍보 측면에서 유리하며, 반대로 지나치게 혼잡한 역은 제외한다.
- 필수요건에 해당하는 대상 역은 <표 3-69>에 제시하고 있음

<표 3-69> 적정수준의 이용객이 있는 역

1일 승차인원	유형	해당 역
3만인/일 이상	도시철도	
	수도권전철	9개소 (경부선 4개소, 경인선 5개소)
	일반고속	
1~3만인/일	도시철도	6개소 (부산1호선 6개소)
	수도권전철	37개소 (중앙선 4개소, 일산선 1개소, 안산선 5개소, 분당선 1개소, 경인선 7개소, 경원선 7개소, 경부선 12개소)
	일반고속	3개소 (동대구, 대전, 부산)
0.5~1만인/일	도시철도	1개소 (부산1호선 1개소)
	수도권전철	33개소 (중앙선 3개소, 경춘선 3개소, 안산선 5개소, 분당선 1개소, 경인선 3개소, 경원선 10개소, 경부선 8개소)
	일반고속	8개소 (천안아산, 광명, 구미, 대구, 밀양, 구포, 서대전, 익산)
0.2~0.5만인/일	도시철도	2개소 (대구2호선, 부산2호선 1개소)
	수도권전철	33개소 (경부선 4개소, 경의선 9개소, 경인선 3개소, 안산선 3개소, 장항선 3개소, 경원선 4개소, 경춘선 5개소, 중앙선 2개소)
	일반고속	8개소 (조치원, 김천, 경산, 왜관, 광주, 목포, 송정리, 창원)

- (필수요건 3 : 인터페이스 환경이 구축되어 있는 정거장) RPSD의 차량과 인터페이스는 차량 정위치 정차, 출입문 개폐 등에 관한 신호제어시스템과 연동이 가능하여 추가적인 시설 정비 없이 운영이 가능한 정거장이 대상이 된다. 즉 ATO(열차자동운전) 지상설비나 RF 통신 단말기가 모든 열차 차종에 설비되어 있는 노선을 말한다.

<표 3-70> 인터페이스 환경이 구축되어 있는 역

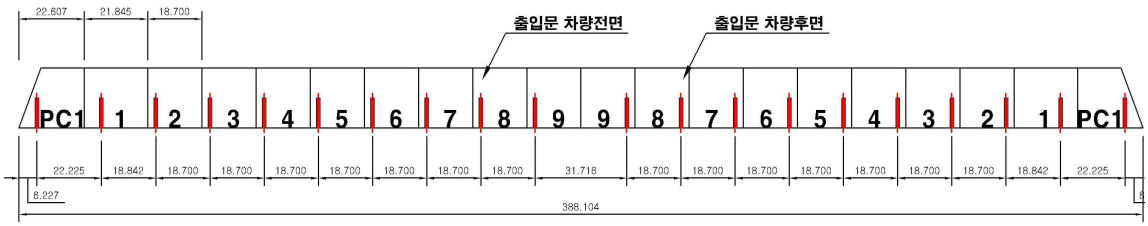
시스템	유형	해당 역
ATO+ATC ATO+ATP	도시철도	부산1호선 2개소, 부산2호선 1개소, 대구1호선,
	수도권전철	
	일반고속	
ATC	도시철도	6개소 (부산1호선 6개소)
	수도권전철	1개소 (분당선 1개소)
	일반고속	1개소 (천안아산)
ATO	도시철도	2개소 (부산1호선, 대구도시철도 2호선)
	수도권전철	20개소 (경부선 12개소, 경춘선 8개소)
	일반고속	12개소 (경부선 8개소, 호남선 4개소)

○ 선택요건은 첫째 본 연구개발 시스템의 기술적 장점이 다양한 차종대응 기능의 장점이 있다. 때문에 이러한 장점을 부각시킬 수 있는 정거장이 적정하다. 둘째, RPSD 시장성과 확대 가능성, 셋째 시범운영기간에 있어 유지보수 인력 지원 등 운영기관의 적극적인 시행의지가 중요하다.

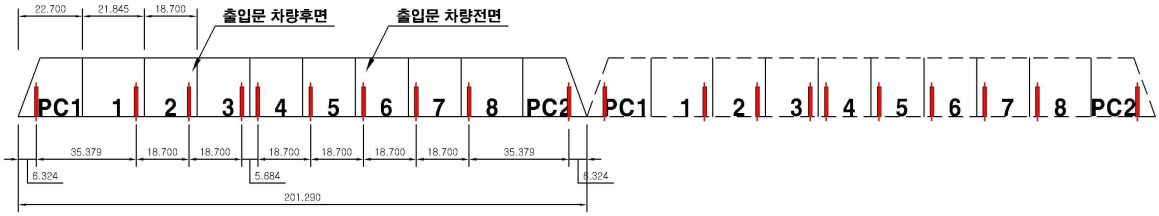
- (기술적 장점 부각의 선택 요건) : 동일 정거장에 다른 차종과 열차 문위치가 다른 차량이 정차하는 정거장 요건을 갖춘 정거장으로 도시철도 정거장은 해당되지 않는

다. 예들 들면 경춘선의 퇴계원, 사릉, 마석, 평내호평, 가평, 남춘천, 춘천 (청춘열차 정차)과 중앙선 중랑역(경춘선 열차 +중앙선 열차)이 해당된다. 또한 고속철도가 정차하는 모든 정거장으로 KTX-Ⅰ과 KTX-Ⅱ가 정차하는 곳 등을 들 수 있다.

<KTX-Ⅰ>



<KTX-Ⅱ>



- (RPSD 확대 설치 등의 시장성에 관한 선택 요건) : 시범운영으로 완료하는 것이 아니라 해당 운영기관이 실제 시범운영한 결과 신뢰성 평가에 근거하여 RPSD의 유효성과 경제성 등을 확인하여 다른 역으로 확대할 수 있는 정거장을 포함하고 있는 운영기관에서 선정해야 한다. 이 경우 부산교통공사와 대구도시철도공사가 각각 지상역사를 운영하고 있으며 특히 대구의 경우 향후 3호선 정거장 30개 모두가 지상역사로 시장성이 매우 큰 것으로 판단된다. 또한 수도권 전철의 경춘성과 경부선도 매우 크며 향후 철도공사가 운영하고 있는 정거장이 대부분이므로 시장성이 무한히 큰 것으로 판단된다.
- (운영기관의 적극성에 관한 선택 요건) : 필수요건을 만족시키는 운영기관과 사전협의를 통하여 적극적 지원 여부를 고려하여 선정한다.

(3) RPSD 시범사업 후보지 평가

○ 본 시범사업은 운영기관의 적극적인 지원이 필요하므로 이상 필수요건과 선택요건을 종합 검토 결과 한국철도공사(수도권 철도망 중 경춘선과 경부선 정거장), 부산교통공사(부산 1호선 정거장), 대구도시철도공사(2호선 정거장) 등이 후보지에 해당된다.

○ RPSD 시범운영과 관련하여 적극적인 운영기관은 대구도시철도공사와 부산교통공사이며, 대구도시철도공사와는 도시철도 2호선 문양역에 시범운영에 관한 MOU 체결 요청에 따라 본 시범사업은 대구2호선 문양역으로 추진하도록 결정되었다.

2. 문양역 설치 제작 사양서 개발

가. 문양역 환경분석

(1) 개요

○ 설치 장소 : 대구도시철도공사 2호선 문양역

○ 문양역의 내부 시설 현황

<그림 3-123> 문양역 승강장 내부 사진

○ 일반 조건

- 승강장의 조건 : 2개(상선, 하선)
- 승강장 길이 : 약 150.6m/1승강장
- 승강장 형태 : 섬식(직선)
- 전동차 편성 : 2호선-6량
- 전동차 도어 수 : 1량 당 4도어
- 전도차 운전 : 자동운전 및 수동운전 방식(1인 승무)
- 안전 시설물 : 안전펜스

○ 환경 조건

- 역내 온도 : 통상 - 30 ℃ ~ + 60 ℃
- 상대 습도 : 0 ~ 80%
- 지진 : 0.2g(수평방향)

○ 1일 기준 운영 현황은 다음과 같다.

<표 3-71> 문양역 1일 운영 현황

인터페이스	운행 시격	운행 횟수	1일 전동차 운영	1일 이용객수
자체개발 인터페이스 시스템 독립 운영	피크 : 5분 평상 : 7분	주중 : 312회 주말 : 288회	1량 6편성	5,082명

(2) 시범사업 공정

○ 실시 협약 체결 : 2013년 1월 3일

- 공정계획, 시설유지관리, 비용부담, 운영 등에 관한 사항 명기

○ RPSD 설치 공사 : 2013년 1월 15일 ~ 2월 24일

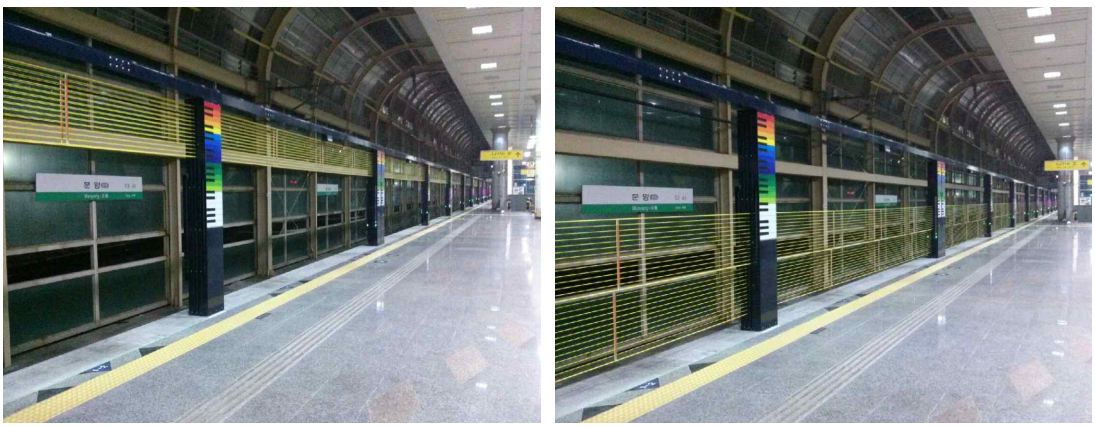
- 와이어 로프, 덕트, 모터 등 구조체 설치
- UPS, 제어라인 설치 및 전기공사 완료

○ 시운전 야간 테스트 : 2013년 2월 25일 ~ 2월 28일

○ 시운전 주간 테스트 : 2013년 3월 1일 ~ 3월 8일

(3) 문양역 RPSD 설치 현황

○ 현재 운영구간 6량은 RPSD 인터페이스 방식에 따라 구동 하도록 설치되어 있으며, 비운영구간인 2량은 승객차단 시설로만 설치되어 있다.



<그림 3-124> 시범 설치된 문양역의 RPSD 열림 및 닫힘 상태

나. 설계조건

(1) 설계기준

○ 본 RPSD 시스템은 주변 환경을 고려하여 아래에 주어진 기본요구조건을 만족하도록 설계, 제작, 설치한다.

(가) 환경 조건

- 역내 온도 : 통상 -30 ℃ ~ +60 ℃
- 역내 온도 : 통상 -30 ℃ ~ +60 ℃
- 지　　진 : 0.2g(수평방향)

(나) 유틸리티 공급

- 전력: AC380V/220V 60Hz 3Φ4w(역사 전기실에서 공급)

(다) 전동차

- 운전방식: 자동운전 및 수동운전(1인 승무)
- 전동차편성: -
- 전동차크기(1량) : -
- 전동차 도어(1량): -

(라) 세이프도어

- 연동방식 : 전동차 검지에 의한 제어방식
- 설치방식 : 하단지지 방식
- 적용하중
  - 순간풍속 : 최대30m/sec
  - 내 풍 압 : 최대90㎏f/㎡
  - 인압하중 : 100㎏f/m이상(FL+1.2~1.5m높이)/승객혼잡하중
  - 피로하중 : ± 500N/㎡(50만회이상/년 기준)
  - 지진하중 : 0.2g(수평방향)
- 주요재질

· 구동부(각 POST): SS400, SM490

· Wire : 컬러 코팅 와이어(Ø8,Ø4)

※ 컬러 코팅 와이어는 Ø8*2(1단 2단 상부),Ø4*12(1단2단 중앙)를 기본으로 하되, 디자인을 반영하여 색상은 발주처와 협의 후 결정

- 표면도장

· 도장사양 : 부식방지, 감전방지도장(분체정전소부도장)

· 색상 : 추후협의

주 : 도장의 심한탈색, 들뜸, 표면훼손 등 미관 저해 시, 절연 저하 시 보수 도장을 실시한다.

- 구조물 수명

· 설계수명 : 30년(프레임)

- 승강장 안전장치 (RPSD)

· 세이프도어형태 : 2단 상하 개폐방식

· 세이프도어수량 : -

· 구동방식 : 체인 벨트 구동 장치

· 세이프도어 열림높이 : 1,900mm

· 세이프도어길이 : 메인포스트간 거리 18M

- 열림시간 : 2.5~5초(조정가능)

- 닫힘시간 : 2.5~5초(조정가능)

- 세이프도어닫힘력 : 40.1㎏f 이하

- 비상시 : RPSD 인력 상승 가능

(마) 설치 대상 역 조건

역 사 명		승강장 형 태	승강장 선 형	길이(약 m)		승강장 위 치
				승강장	RPSD 연장	
-	-	섬 식	직 선	-	-	-

(2) 동작조건

(가) 수동 및 자동 열림, 닫힘 동작

① 통상 열림 동작

○ 자동운전

- 열차가 정차하면 열차 정차 일정시간후(3초) 주제어장치는 열림 명령을 개별제어반(DCU)에 전송 한다.
- 개별제어반은 주제어장치로부터 열림 명령을 수신하면 동작음(음성)이 울리고, 세이프도어 상부의 표시등(적색)이 점등하며 열림 동작을 개시 한다.
- 세이프도어가 열리기 시작하면 닫힘 확인센서가 OFF되고, 주제어장치로 닫힘 확인 OFF신호를 전송한다.
- 주제어장치는 승강장의 모든 개별제어반으로부터 열림 확인신호를 수신하면 승무원조작반, 승강장조작반에 열림 확인신호를 송신하고, 조작반은 열림표시등을 점등 한다.

○ 수동운전

- 수동운전은 승무원조작반, 승강장조작반의 조작부에서 열림 버튼을 조작하면 세이프도어는 전제 열림을 동작한다.
- 세이프도어 열림시 동작시간: 2.5 ~ 5초(조정가능)

② 통상 닫힘 동작

○ 자동운전

- 열차가 승강장을 벗어나면 일정 시간후(2초) 주제어장치는 닫힘 명령을 개별제어반(DCU)에 전송 한다.
- 개별제어반은 주제어장치로부터 닫힘 명령을 수신하면 동작음(음성)이 울리고 닫힘 동작을 개시 한다.
- 세이프도어가 완전히 닫히면 닫힘 확인센서가 ON되고 도어 상부의 표시등(적색)을 소등한다.
- 주제어장치는 승강장의 모든 개별제어반으로부터 닫힘 확인신호를 수신하면 승무원조작반, 승강장조작반에 닫힘 확인신호를 송신하고, 조작반은 열림표시등을 소등 한다.

○ 수동운전

- 수동운전은 승무원조작반, 승강장조작반 조작부에서 닫힘 버튼을 조작하여 세이프도어를 전체 닫힘을 동작한다.
- 세이프도어 닫힘시 동작 시간 : 3.5초 ~ 5초(조절가능)

(나) 이물질 감지

○ 승강장 안전장치의 세이프도어가 닫히는 도중에 사람이나 물체가 구동부 과부하 센서 또는 장애물센서에 감지될 경우 세이프도어를 재 개폐시킨다.

○ 이와 같은 동작은 이물질 감지가 해소될 때까지 무한 반복한다.

○ 이상신호를 수신한 TIP 주제어장치는 기관사조작반에 이상신호를 송신하고 각 조작반

의 표시등을 점등시킨다. 이때 TIP 주제어반 및 각 조작반에서는 세이프도어의 재개폐 동작이 가능하다.

(다) 장애물 발생시

○ 출입문 검지센서, RPSD 시스템의 이상, 신호선의 단선 등에 의하여 세이프도어의 운전이 정지될 경우에 대비하여, 이상발생 시에는 수동으로 전환하여 개·폐 할 수 있는 스위치를 각 개별제어반(DCU)에 설치한다.

○ 개별제어반(DCU), 기관사조작반에서 세이프도어의 개·폐 조작을 하고 있는지를 표시할 수 있는 기능을 갖춘다.

(라) 안전장치

○ 전동차가 승강장에 정차하고 있지 않은 상태에서는 세이프도어를 강제로 열 수 없도록 하고, 비상상황 발생시에는 개별조작반, 승강장/승무원조작반 및 TIP 주제어반에서 조작으로 세이프도어를 수동으로 열 수 있도록 한다.

○ 닫힘 동작 중에 세이프도어에 승객이나 물체가 접촉할 경우 이를 감지하는 센서가 각 세이프도어마다 설치되어, 이 센서가 세이프도어 닫힘 동작 중에 승객이나 물체를 감지하면 세이프도어를 다시 개방시킨다.

○ RPSD와 전동차도어 사이의 공간에 승객이 갇히는 것을 방지하기 위하여 이를 감지하는 센서(장애물 검지센서)를 각 세이프도어마다 설치하며, 이 센서가 승객이나 물체를 감지하면 세이프도어는 닫힘 동작을 개시하지 않도록 한다.

○ 개별제어반, 기관사조작반은 세이프도어를 수동으로 개·폐시킬 수 있는 기능을 갖추도록 한다.

(마) 비상시 동작조건

○ 정전 시 대응

- 열차가 도착하기 전 RPSD가 설치된 역사에 정전이 발생한 경우 역무원이 각 RPSD의 개별제어반을 이용하여 세이프도어를 수동 개방시킬 수 있다.
- 역사 정전으로 수동 개방된 상태라 하더라도 전원복귀 후 자동으로 정상운전이 가능하다.
- 근본적으로 역사 내 전원공급의 응급유지체계(전원공급 2중화)을 구축 한다.(전원공급 2중화 범위 : 개별제어반, TIP 주제어장치)

○ 화재 등의 비상시 승객 탈출기능

- RPSD가 설치된 역사를 향해 운행하던 전동차에 화재 등의 비상사태가 발생하면 해당 역에 전동차도착 이전에 TIP 주제어장치에서 일괄 조작하여 세이프도어를 개방조치를 할 수 있다.
- 비상사태로 인해 전동차가 정위치 정차 후 세이프도어를 기관사가 자동으로 열 수 없는 경우는 인터록 푸시버튼을 사용하여 기관사가 RPSD도어를 수동으로 열고 탈출할 수 있도록 한다.

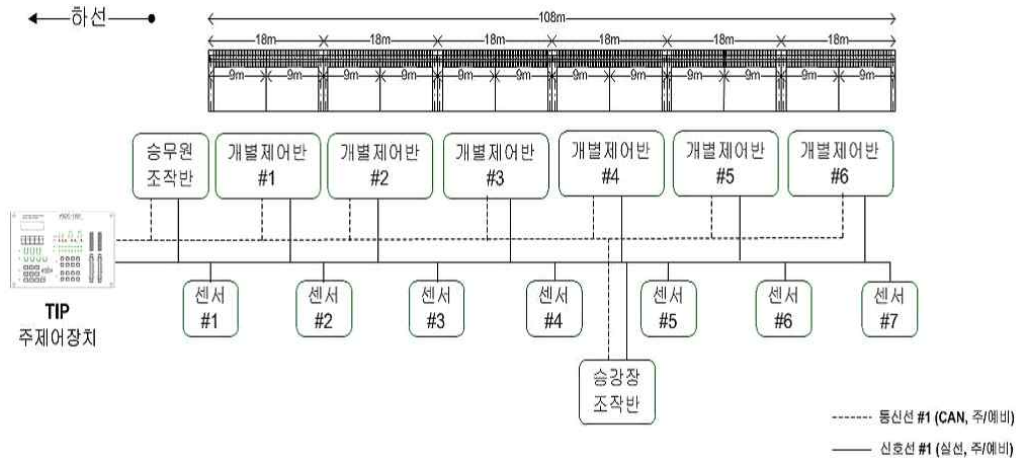
○ RPSD 고장 시 대응

- TIP 주제어반과 기관사조작반, 개별제어반에서 세이프도어의 개별 또는 일괄 개·폐 조작이 가능한 시스템으로 구성하며, 상/하선 중 한쪽 배터리 전원이 OFF 되어도 다른쪽 RPSD 동작에 영향을 주지 않도록 한다.

다. 제어반 및 조작반

(1) 계통도

○ RPSD는 승강장 연단에 선로와 분리되는 고정기둥과 상/하 가동줄(와이어)을 설치하여 승강장과 선로부를 차단함으로써 승객의 안전을 도모하는 안전설비이다



(2) RPSD 시스템 세부항목

<표 3-72> RPSD 세부항목

품 명	설치 장소	수량 (set)	비고
TIP(주제어장치)	기관사측RPSD 더미부 박스 내부	1	
승무원 조작반	기관사 출입문 선로측 외부	1	
개별제어반	모든 RPSD 구동부	-	
센서	RPSD 선로측 외부	-	
승강장 조작반	전동차 4량 5량 승강장측 외부	1	
장애물 센서	RPSD 선로/승강장 측 외부	-	

※ 장치 설치 수량은 한 개 역사 기준으로 한쪽 플랫폼에 설치되는 수량을 표시함

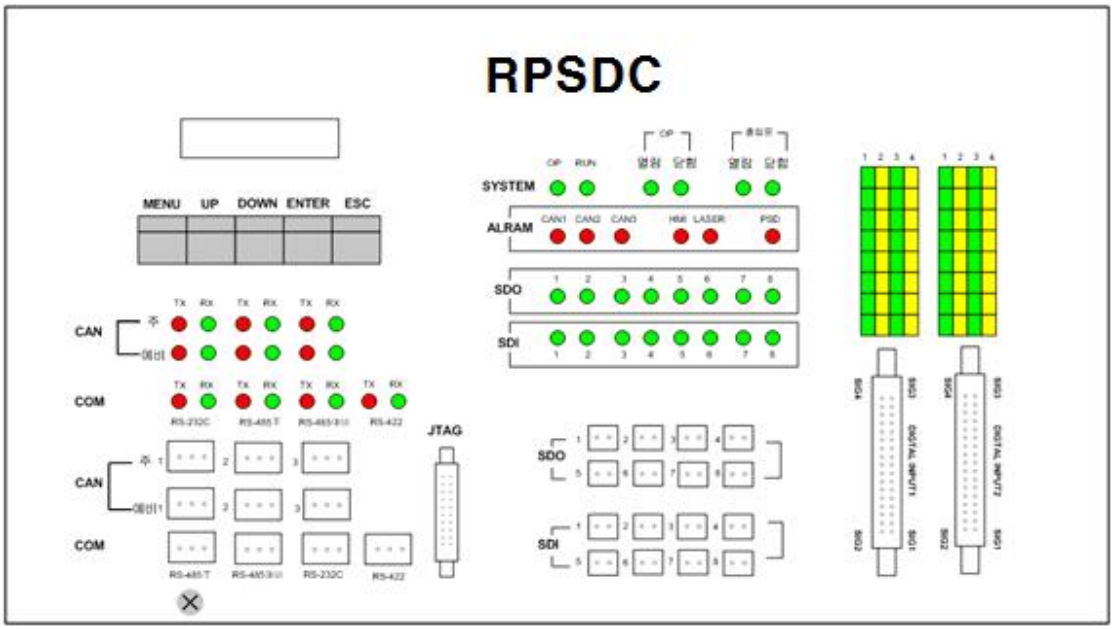
(다) TIP (Train Information Panel)

○ TIP는 기관사측 RPSD 더미부 구동박스 내부에 설치되며, 주제어 장치, 전원부, 통신단자로 구성되고 기능은 다음과 같다.

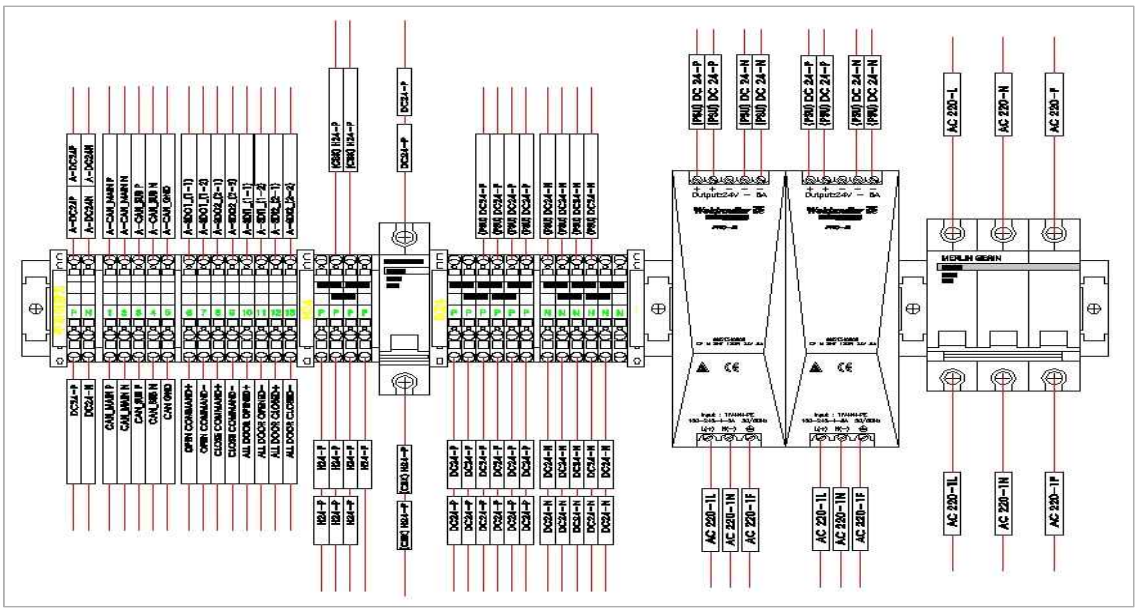
- 구성품 및 기능

<표 3-73> TIP함체 구성품

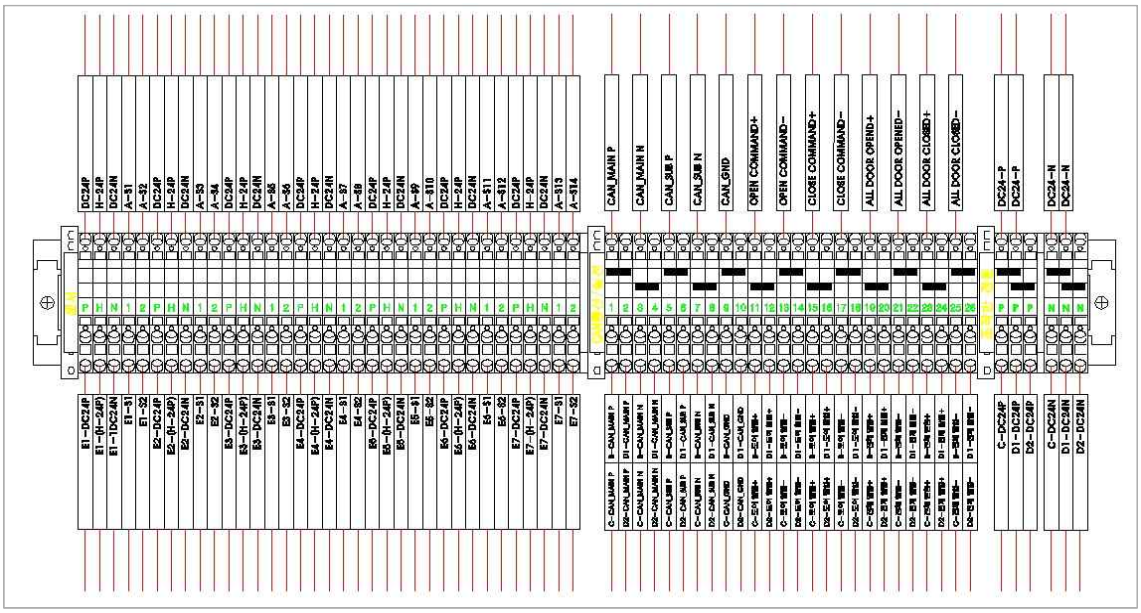
NO	부 품	기 능	비 고
1	주제어 장치	RPSD문 개/폐 유무 처리 장치,전동차의 진입 미달 양호 초과를 판단하는 장치	
2	전원부	TIP, 주제어 장치의 전원 공급	
3	통신단자	주제어 장치, 개별제어반의 통신선 연결 센서 신호선 연결	



<그림 3-125> 주제어 장치



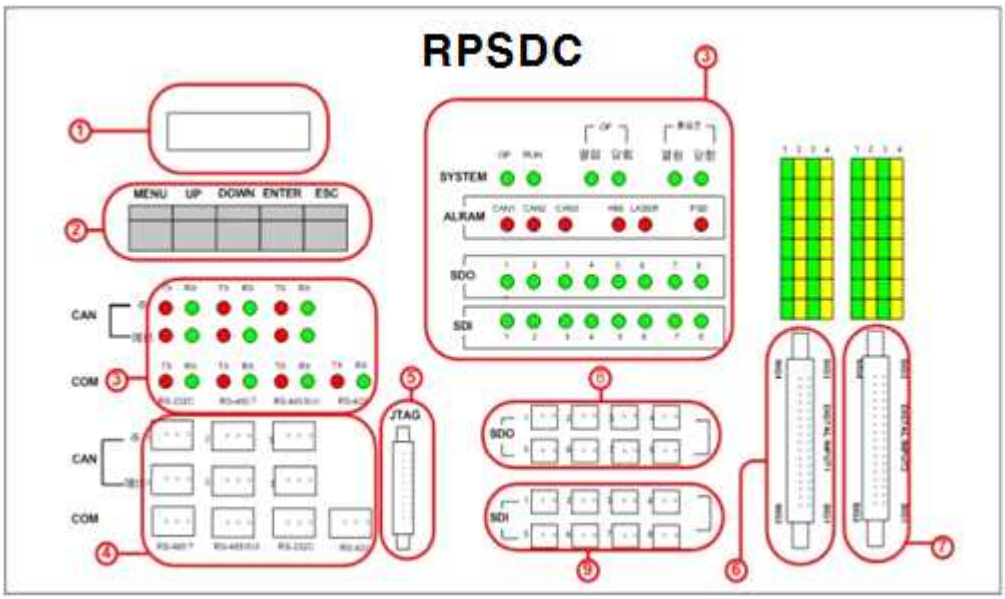
<그림 3-126> 전원부



<그림 3-127> 통신단자

○ 주제어 장치

- 주제어 장치는 기관사측 RPSD 더미부 구동박스 내에 설치되며 사용자의 편의를 위해 VFD, KEY, LED 및 통신포트 등으로 구성되어 있다.
- VFD는 장치의 상태를 표시하고 KEY(스위치)를 조작하여 VFD로 장비의 이상 유무를 확인 할 수 있다. LED를 통하여 장치의 전원, 통신, 상태를 표시하여 사용자 조작에 편의를 제공한다. 통신포트를 사용하여 개별제어반, 종합제어반, 전광판, 레이저 거리 검지 센서 통신할 수 있다.



<그림 3-128> 주제어 장치

<표 3-74> 주제어 장치 I/O

번호	항 목	내용	인터페이스
1	주, 예비통신단자	▪각 개별제어반의 문 열림 상태 및 장애물 센서 값 등을 수신하여 RPSD를 제어	CAN
2	실선 제어 (SDI, SDO)	▪개별제어반과 연결되며 주, 예비 통신선과 이중구성으로 통신 오류 시에도 RPSD의 개폐 가능	실선
3	센서 제어	▪정위치 센서의 값들을 읽고 정위치 정차 위치 여부를 판단하여 RPSD를 제어	실선
4	시리얼통신단자	▪주제어장치의 프로그램 업그레이드, 유지보수, 장치추가 등의 용도	RS-232C
5	RS-485 단자 RS-422 단자	▪장치 추가 시 인터페이스 용도 (전광판,HMI,레이저 등 장치 추가시)	RS-485 RS-422
6	JTAG	▪주제어장치 업데이트 용도	JTAG

① 제어 장치 상세 설명

- VFD(Vacuum Flourescent Display) 표시 부분
  - · 장치 버전 정보 표시
  - · 상태 정보 표시
  - · 전광판 정보 표시
- KEY(스위치)
  - · 주제어 장치를 시험 할 때 사용
  - · 주제어 장치와 전광판 통신 시험 할 때 사용
  - · 주제어 장치와 레이저 거리 검지 센서 통신 시험 할 때 사용
- 상태 표시 LED
  - · 장비의 통신 상태 확인
  - · 장비의 이상 상태 확인
- 통신포트
  - · CAN 통신포트(주/예비), RS - 485(주/예비), RS-232C, RS - 422
- JTAG
  - · 주제어 장치 UPDATE 포트로 사용
- DIGITAL INPUT1

· 출입문 검지 장치 센서 입력단자

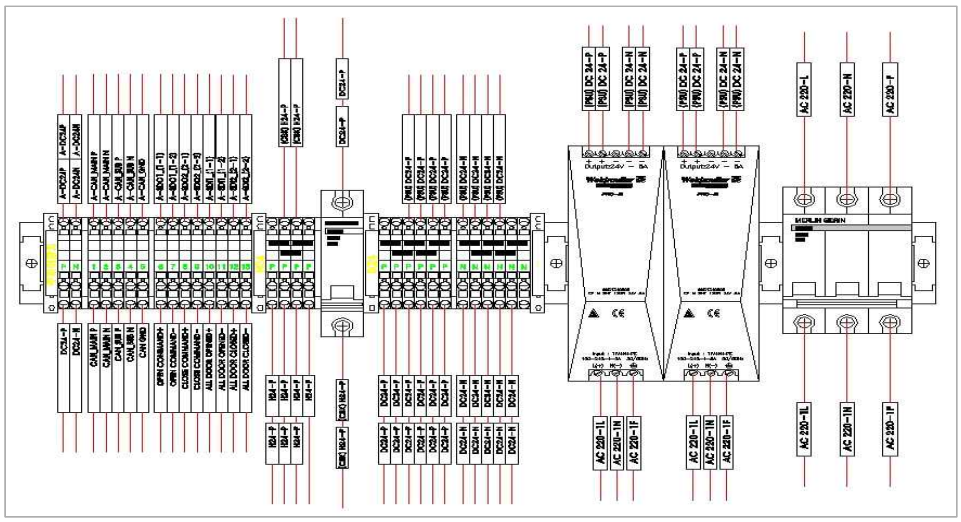
- DIGITAL INPUT2
  · 정위치 검지 장치 센서 입력단자
- SDO(Signal Digital Output)
  · 출입문 열림/닫힘 신호를 주제어장치 및 개별제어반으로 출력하는 단자
- SDI(Signal Digital Input)
  · 출입문 열림/닫힘 완료 신호를 주제어장치 및 개별제어반에서 입력받는 단자

② 주제어 장치 기능

- 센서를 이용하여 RPSD를 제어한다.
- 개별제어반으로 RPSD 열림/닫힘 지령을 한다.
- 개별제어반으로부터 RPSD 열림/닫힘 알람 정보를 얻는다.
- 사용자 인터페이스를 위한 통신 포트를 제공한다.
- RPSD 신호 장비간의 연결 할 수 있는 통신 포트를 제공한다.
- 센서로부터 정위치 정보(진입, 미달, 양호, 초과)를 받아 판단 처리 한다.

○ 전원부

- TIP 장치의 주 전원은 UPS실에서 AC 220V 전원을 공급받아 내부에서 DC 24V로 변환하여 검지센서와 주제어 장치 등에 공급하는 스위칭 파워와 주제어 장치로 통신 및 실선을 연결하는 단자로 구성되어 있다.



<그림 3-129> 전원부

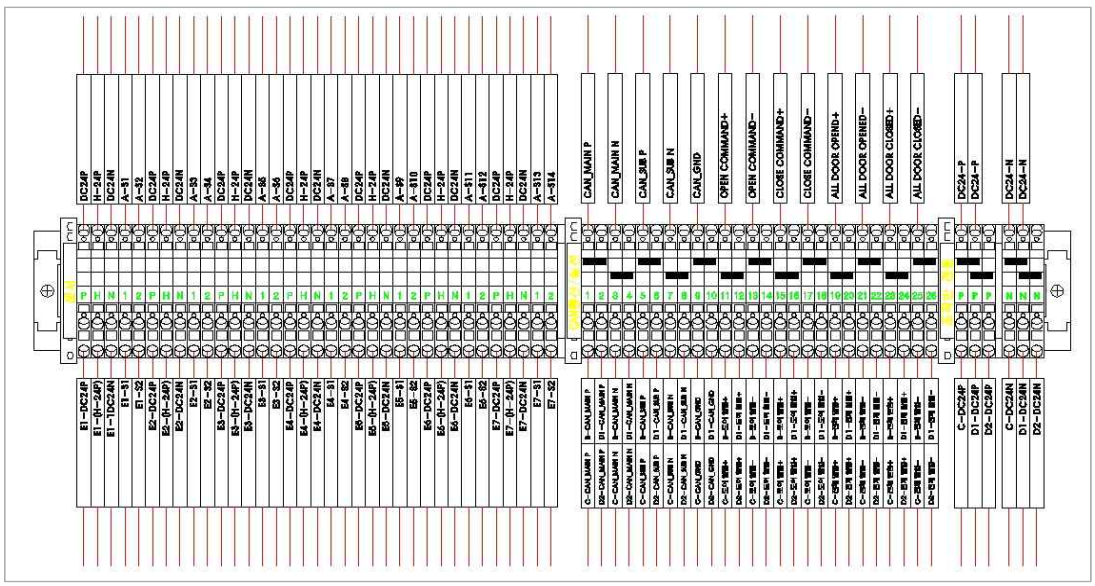
- 전원부 부품 구성표는 다음과 같다.

<표 3-75> 전원부 구성

NO	부 품	기 능	비 고
1	단자함	TIP 주 전원 차단기	
2	스위칭 파워	AC220V를 DC24V로 변환하는 장치	
3	스위칭 파워	AC220V를 DC24V로 변환하는 장치	
4	통신 및 실선	주제어 장치로 연결	

○ 통신단자

- 주제어 장치와 CAN통신(개별제어반 및 조작반), 실선 신호를 연결한다.



<그림 3-130> 통신단자 구성

- 통신 단자 구성표

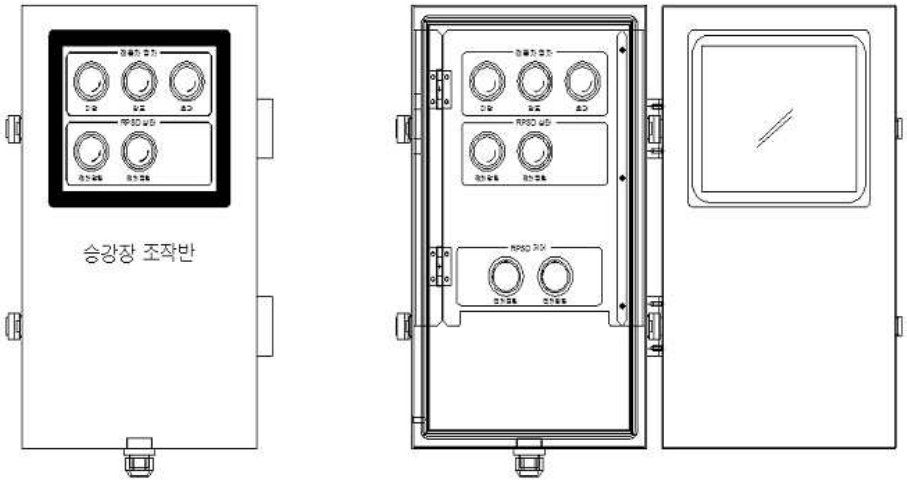
<표 3-76> 통신단자 구성

NO	부 품	기 능	비 고
1	센서신호	주제어 장치와 검지 장치 센서 신호를 연결	
2	CAN 통신	주제어 장치와 개별제어반 및 조작반을 연결	
3	실선 신호	주제어 장치와 개별제어반 및 조작반을 연결	

(라) 승강장 조작반

○ 전동차 4량 5량 승강장측 외부 측에 설치되어 역무원이 승강장 세이프도어개폐를 수동조작 할 수 있으며 또한 도어의 개폐여부를 확인 할 수 있는 설비이다.

○ 외형



<그림 3-131> 승강장 조작반 외형

○ 주요기능

- 세이프도어제어기능 (전체 열림/닫힘, 수동 개폐)
- 세이프도어감시 기능
- 세이프도어제어를 위한 사용자 인터페이스
- 열차정위치 표시(미달, 양호, 초과)

○ 동작 설명

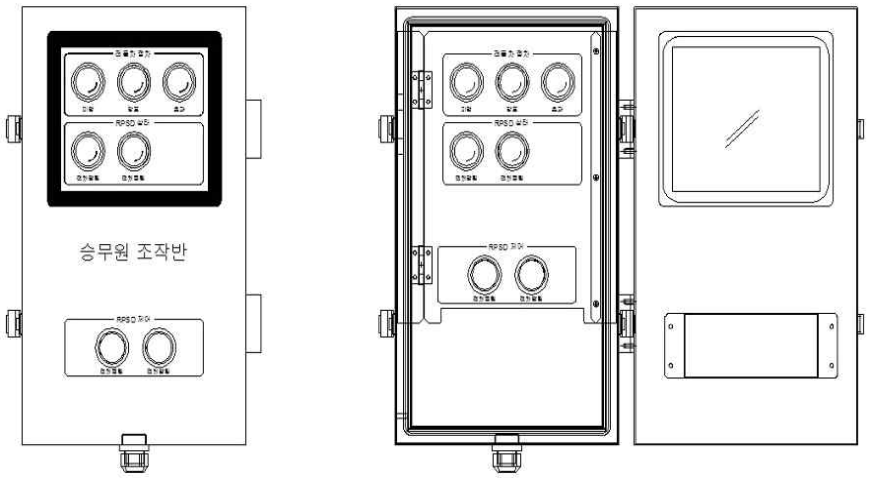
<표 3-77> 승강장 조작반 동작설명

번호	항 목		설 명	비고
1	RPSD 상태	전체닫힘	▪ 해당 승강장의 모든 와이어도어가 닫힘완료일 경우 점등한다.	
		전체열림	▪ 해당 승강장의 와이어도어가 열림중, 열림완료 경우 점등한다.	
		장애	▪ 세이프도어장애 발생시 점등한다.	
2	RPSD 조작부	전체닫힘	▪ 버튼을 누를 경우 해당 승강장의 모든 와이어 도어가 닫힘동작 한다.	
		전체열림	▪ 버튼을 누를 경우 해당 승강장의 모든 와이어 도어가 열림동작 한다.	
3	정차 상태	미달	▪ 전동차 정차 위치가 -18m ~ -2m일 때 미달 표시등이 점등된다.	
		양호	▪ 전동차 정차 위치가 -2m ~ +2m일 때 양호 표시등이 점등된다.	
		초과	▪ 전동차 정차 위치가 +2m ~ +18m일 때 초과 표시등이 점등된다.	

(마) 승무원 조작반

○ 전동차 전두부, 후두부의 RPSD 선로 측에 설치되어 기관사, 차장이 승강장 세이프도어 개폐를 수동조작 할 수 있으며 또한 도어의 개폐여부를 확인 할 수 있는 설비이다.

○ 외형



<그림 3-132> 승무원 조작반 외형

○ 주요기능

- 세이프도어제어기능 (전체 열림/닫힘, 수동 개폐)
- 세이프도어감시 기능
- 세이프도어제어를 위한 사용자 인터페이스
- 열차정위치 표시(미달, 양호, 초과)

○ 동작 설명

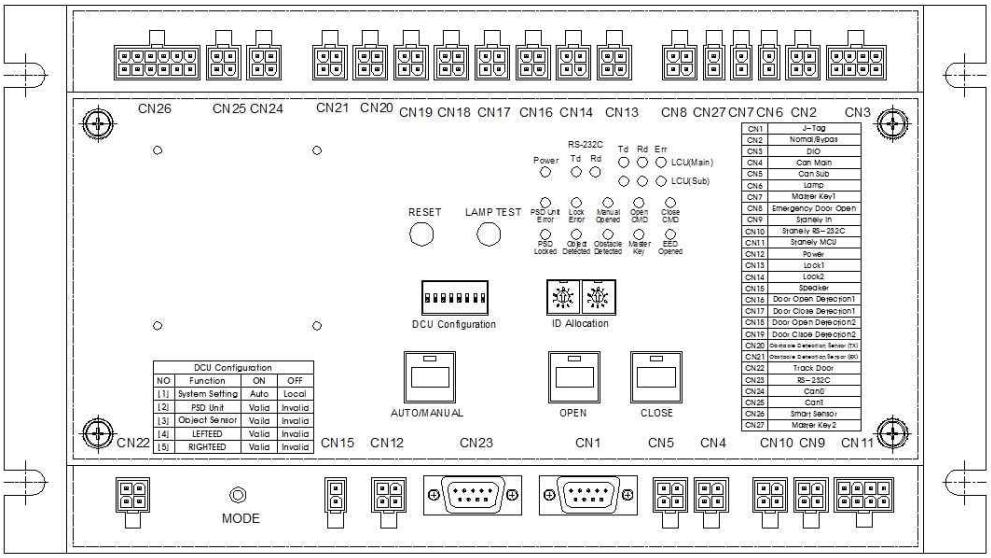
<표 3-78> 승무원 조작반 동작설명

번호	항 목		설 명	비고
1	RPSD 상태	전체닫힘	▪ 해당 승강장의 모든 와이어도어가 닫힘완료 일 경우 점등한다.	
		전체열림	▪ 해당 승강장의 와이어도어가 열림중, 열림완료 경우 점등한다.	
		장애	▪ 세이프도어 장애 발생 시 점등한다.	
2	RPSD 조작부	전체닫힘	▪ 버튼을 누를 경우 해당 승강장의 모든 와이어 도어가 닫힘동작 한다.	
		전체열림	▪ 버튼을 누를 경우 해당 승강장의 모든 와이어 도어가 열림동작 한다.	
3	정차 상태	미달	▪ 전동차 정차 위치가 -18m ~ -2m일 때 미달 표시등이 점등된다.	
		양호	▪ 전동차 정차 위치가 -2m ~ +2m일 때 양호 표시등이 점등된다.	
		초과	▪ 전동차 정차 위치가 +2m ~ +18m일 때 초과 표시등이 점등된다.	

(바) 개별제어반

○ 세이프도어 1개구마다 설치하며, 주제어 장치와 제어신호를 송수신하고 고장 및 점검 시 자동, 수동으로 도어를 개폐할 수 있는 설비를 말한다.

○ 외형



<그림 3-133> 개별제어반 외형

○ 동작설명

① “통신상태” LED 표시부분 : RPSD 유닛의 통신 상태를 실시간으로 표시한다.

<표 3-79> 개별제어반 동작설명

항 목		설 명
LCU (Main)	Txd	▪ 주통신(CAN) 라인을 통하여 LCU로 Data를 전송할 때 점등한다.
	Rxd	▪ 주통신(CAN) 라인을 통하여 LCU에서 Data를 수신할 때 점등한다.
	Err	▪ 주통신(CAN) 통신이 오류가 발생 하면 점등한다.
LCU (Sub)	Txd	▪ 예비통신(CAN) 라인을 통하여 LCU로 Data를 전송할 때 점등한다.
	Rxd	▪ 예비통신(CAN) 라인을 통하여 LMCU에서 Data를 수신할 때 점등한다.
	Err	▪ 예비통신(CAN) 통신 오류가 발생 하면 점등한다.

② “상태표시” LED 표시부분 : RPSD 유닛의 동작 상태를 실시간으로 표시한다.

<표 3-80> RPSD 동작상태 설명

항 목	설 명
잠금 완료	▪ 잠금장치의 리밋 스위치가 동작하면 점등한다.
열림 명령	▪ RPSD 제어시스템으로부터 열림 명령을 수신하면 점등한다.
닫힘 명령	▪ RPSD 제어시스템으로부터 닫힘 명령을 수신하면 점등한다.
닫힘 완료	▪ 와이어 도어가 닫힘 완료 상태일 때 점등한다.
열림 완료	▪ 와이어 도어가 열림 완료 상태일 때 점등한다.
전류 이상	▪ 모터의 전류가 설정치보다 높게 흐를 때 점등한다. (도어의 과부하방지)
DCU장애	▪ DCU 자체 장애 발생시 점등한다. (RESET버튼을 누르거나 전원을 재투입하여 초기화시 해제됨)
전원	▪ DCU 전원이 정상적으로 공급될 때 점등한다.
수동 열림	▪ 선로측 가동도어의 수동 열림 레버를 이용하여 RPSD가 개방되면 점등한다.
비상문	▪ DCU에 연결된 비상도어가 열림 상태이면 점등한다.
도어개폐키	▪ 마스터 키를 이용하여 도어 개폐키가 열림 상태이면 점등한다.
바이패스 (Bypass)	▪ DCU에 연결된 바이패스 스위치를 ‘자동’에서 ‘분리’로 전환하면 점등한다. (이 경우 해당도어만 전체 RPSD시스템에서 분리한다.)
장애 검지	▪ 장애물 검지센서가 전동차와 RPSD 사이의 물체를 검지하면 점등한다.
장애 이상	▪ 장애물 검지센서의 자체 장애가 발생하면 점등한다.
센서	▪ 전동차와 RPSD 사이의 물체를 검지하면 점등한다.
CPU 통신장애	▪ DCU 주제어장치 PCB의 CPU 이상이 발생하면 점등한다.
열림센서	▪ DCU에 연결된 닫힘센서가 가동도어를 검지하지 못하면 점등한다.
닫힘센서	▪ DCU에 연결된 닫힘센서가 가동도어를 검지하면 점등한다.
잠금 장애	▪ 잠금장치(마그네틱 락장치)에 장애가 발생하면 점등한다.

③ 조작부

- RPSD 유닛을 수동조작 할 수 있는 기능을 제공한다.

<표 3-81> 조작부 설명

항 목			설 명
1	RESET	푸쉬 버튼	▪ 장애 해제 및 시스템 초기화를 위한 리셋 스위치이다.
2	램프시험	푸쉬 버튼	▪ DCU의 램프를 시험하기 위한 스위치이다. - 램프시험 스위치를 누르면 DCU의 모든 LED가 점등한다.
3	ID 설정	Rotary 스위치	▪ DCU의 ID(주소)를 할당한다.
4	DCU 설정	DIP 스위치	▪ RPSD 유닛의 동작 조건을 위한 DCU 파라미터를 설정한다.(00 ~ 99까지)
5	자동/수동	LED 내장 푸쉬 버튼	▪ RPSD 유닛의 운영 모드를 변경한다. - 수동 모드일 때만 적색LED 점등 - 수동 모드일 때만 DCU의 열림 버튼과 닫힘 버튼에 의한 가동도어 수동 제어가능
6	열림	LED 내장 푸쉬 버튼	▪ DCU 수동모드일 때 가동도어를 열기 위한 스위치이다. - 열림 버튼을 누른 후 3초간 내장 LED 점등
7	닫힘	LED 내장 푸쉬 버튼	▪ DCU 수동모드일 때 가동도어를 닫기 위한 스위치이다. - 닫힘 버튼을 누른 후 3초간 내장 LED 점등

④ 설정부

- RPSD 유닛의 동작 조건을 설정할 수 있는 기능을 제공한다.

<표 3-82> 설정부 설명

항 목	설 명			
DCU 설정	RPSD 유닛과 DCU의 동작 조건을 설정한다.			
	NO	Functions	S/W 위치	동작
	[1]	자동/수동	ON	▪ 주제어 장치에 의한 DCU 설정
			OFF	▪ DCU에 의한 DCU 설정
	[2]	장애센서	ON	▪ 물체 검지 신호 수용
			OFF	▪ 물체 검지 신호 미수용
	[3]	센서	ON	▪ 비상문 열림 수용
			OFF	▪ 비상문 열림 미수용
	[4]	비상문	ON	▪ 초기화 정상 동작
			OFF	▪ 초기화 간편 동작
	[5]	초기화	ON	
			OFF	
	[6]	예비 스위치		
	[7]	예비 스위치		
	[8]	예비 스위치	ON	▪ 시간 설정에 다른 연속 동작
			OFF	▪ 동작 안함
ID 설정	DCU의 ID(주소)를 설정한다. : 00~99까지 가능 - 예) 세이프도어1은 “00”, 6은 “05”			

○ I/O Interface Connector No

<표 3-83> I/O Interface Connector No 설명

항 목		설 명
CN.No	용도	
CN1	JTAG	▪ 개별제어반 업데이트
CN2	Normal /Bypass	▪ Normal/Bypass 상태확인
CN3	DIO	▪ 문열림완료, 문닫힘완료, 문열림명령, 문닫힘명령 신호
CN4	CAN M	▪ CAN 통신 MAIN 단자
CN5	CAN S	▪ CAN 통신 Slave 단자
CN6	LAMP	▪ 해당 도어 상태표시
CN7	Master Key1	▪ 마스터키1 입력
CN8	EDO	▪ Emergency DOOR Open - 비상도어 열림 신호
CN9	Stanely In	▪ 문열림,닫힘 상태 MDU에전송
CN10	RS-232C	▪ MDU Interface
CN11	Stanley MCU	▪ 모터 컨트롤 데이터
CN12	POWER	▪ DC24V 입력
CN13	LOCK1	▪ 잠금장치 1 제어(DC24V)
CN14	LOCK2	▪ 잠금장치 2 제어(DC24V)
CN15	Speaker	▪ 스피커 출력 단자
CN16 CN18	DOD1 DOD2	▪ Door Open Detection 1,2 센서 입력
CN17 CN19	DCD1 DCD2	▪ Door Close Detection 1,2 센서 입력
CN20	ODS(TX)	▪ Obstacle Detection Sensor TX
CN21	ODS(RX)	▪ Obstacle Detection Sensor RX
CN22	TRACK DOOE	▪ Emergency DOOR Open - 비상도어 열림 신호
CN23	RS-232C	▪ RS-232C 통신단자
CN24	CAN0	▪ CAN 통신 0 - 스마트센서 캔통신 0
CN25	CAN1	▪ CAN 통신 1 - 스마트센서 캔통신 1
CN26	Smart Sensor	▪ 스마트 센서 신호 입력
CN27	Master Key2	▪ 마스터키2 입력

(사) 센서(정위치 및 열림/닫힘 동작)

○ 센서 외형 및 특징

① DL - S202P - KJ

<그림 3-134> 정위치 정차 검지 센서 외형

② 특징

- 나쁜 환경조건에서도 안정된 장거리 검출
- Compact Size이면서도 고기능
- IP67의 보호구조
- Connector Type
- 광축 조정용 Laser Pointer Option으로 구비

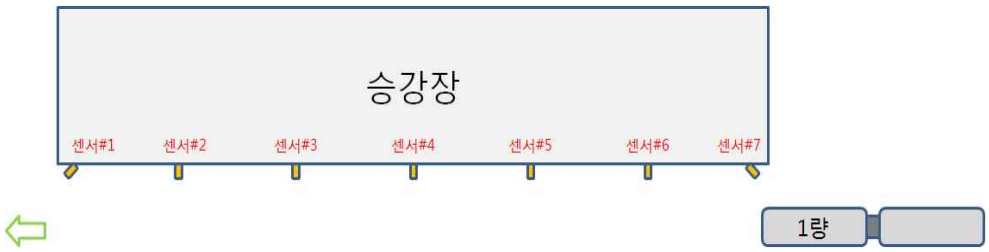
③ 형식

- 검출 방식 : 엠프 내장형(거리한정반사형)
- 출력 방식 : NPN - OPEN Collector 출력 커넥터식
- 동작 상태 : Light ON 동작

○ 동작설명

1) 전동차 정차 위치

- 진입 : 전동차 전두부가 승강장 진입시 센서#7번이 검지 될 때



- 미달(-18M ~ -2M) : 전동차가 승강장 진입 후 센서#7번부터 센서#2번까지 검지 될 때

- 양호(-2M ~ +2M) : 전동차가 승강장에 정차시 센서#7번과 센서#1번을 제외한 나머지 센서들이 검지 될 때

  · 정위치 정차 검지 3초 후 RPSD는 열림 동작

- 초과(+2 ~ +18M) : 승객이 승/하차 완료 후 전동차가 출발 후 센서#1번이 검지 될 때(RPSD는 열림 동작 상태중)

- 대기 : 전동차가 승강장을 벗어나고 센서가 모두 검지 안될 때
  - 대기상태가 3초 후 RPSD는 닫힘 동작

- 통과 : 전동차가 승강장을 통과하는 열차 (회송 열차)
  - 진입, 미달, 양호, 초과, 대기 각각의 열차검지 센서의 조합을 이용하여 열차의 속도를 검지한다. 통과 열차 운행시 RPSD의 열림/닫힘 동작을 하지 않는다.
  - 열차의 정위치 검지 “진입 --> 미달” RPSD전용 검지 프로그램 적용
  - 열차의 정위치 검지 “미달 --> 양호” RPSD전용 검지 프로그램 적용
  - 열차의 정위치 검지 “양호 --> 초과” RPSD전용 검지 프로그램 적용
  - 열차의 정위치 검지 “초과 --> 대기” RPSD전용 검지 프로그램 적용

상태	센서#1	센서#2	센서#3	센서#4	센서#5	센서#6	센서#7	비고
진입							✓	
미달		✓	✓	✓	✓	✓	✓	
양호		✓	✓	✓	✓	✓		3초후 열림 동작
초과	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
대기								2초후 닫힘 동작
통과								속도검지

(아) 장애물 센서

○ 와이어도어와 전동차 사이, 와이어도어와 대기 승객 간 물체의 존재 여부를 검지하여 와이어도어가 안전하게 동작 할 수 있도록 한다.

○ 외형 및 특징

- BW40-24(P) 오토닉스 또는 동등 이상의 제품

<그림 3-135> 장애물 검지 센서 외형

○ 장애물 검지 동작

<표 3-84> 장애물 검지 동작 설명

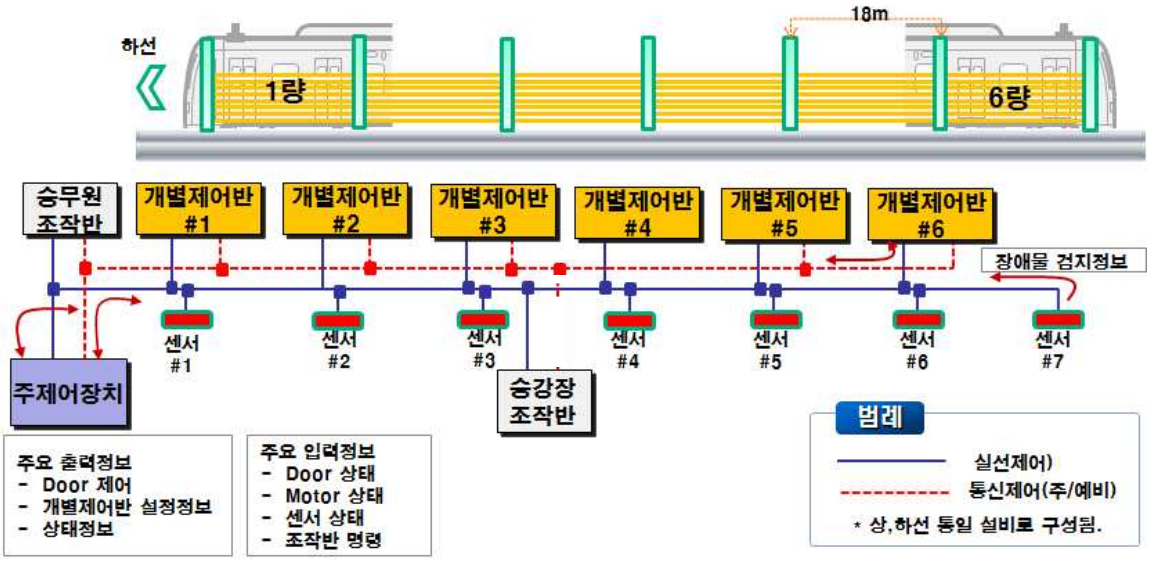
번호	항 목	설 명	비고
1	장애물 감지	▪ 가동도어 양 끝단에 센서 수신/발신 부를 설치하여 물를 감지하였을 경우 와이어도어의 닫힘 동작을못하게 한다.	수신/발신부 확인

3. 운영 및 유지보수 매뉴얼 개발

(1) RPSD 시스템

(가) RPSD 개요

○ RPSD는 승강장 연단에 선로와 분리되는 고정기둥과 상/하 가동줄(와이어)을 설치하여 승강장과 선로부를 차단함으로써 승객의 안전을 도모하는 안전설비이다.



(나) RPSD 시스템 세부항목

품 명	설치 장소	수량	비고
TIP (주제어장치)	1번 메인포스트 옆 RPSD 제어반 판넬 내부	1	
승무원 조작반	기관사 출입문 선로측 외부	1	하행 차장 측 추가 설치
개별제어반	모든 RPSD 구동부	6	
정위치 센서	RPSD 선로측 외부	7	
승강장 조작반	4번 미들포스트	1	
장애물 센서	RPSD 선로/승강장 측 외부	24(SET)	RX,TX구조

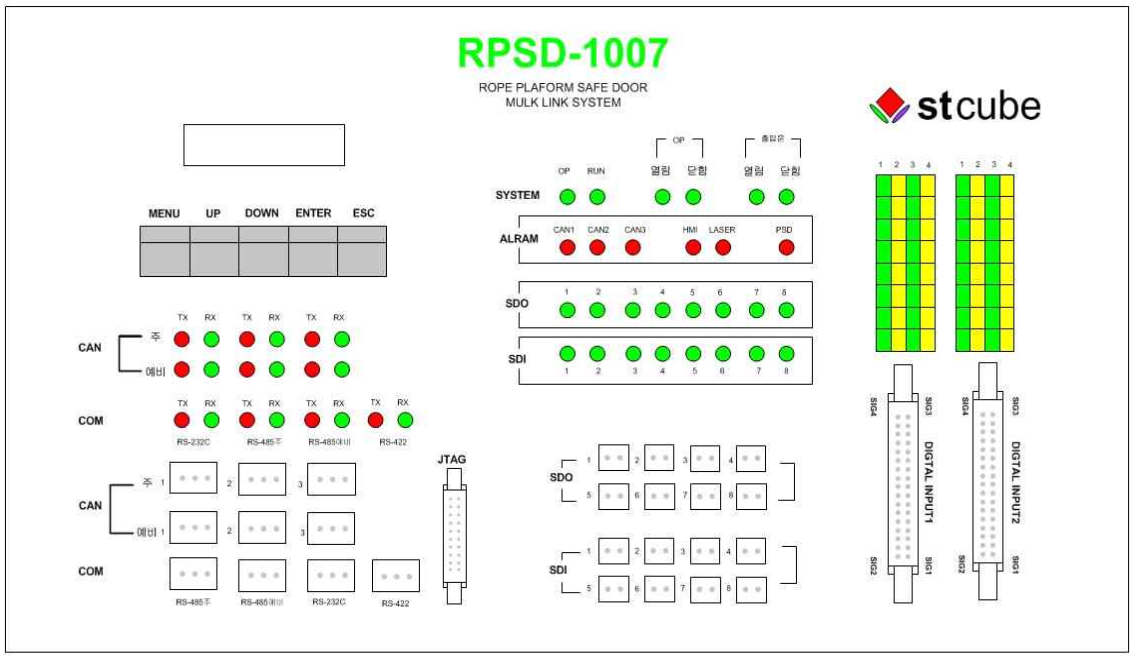
※ 장치 설치 수량은 한 개 역사 기준으로 한쪽 플랫폼에 설치되는 수량을 표시함.

(2) TIP(Train Information Panel)

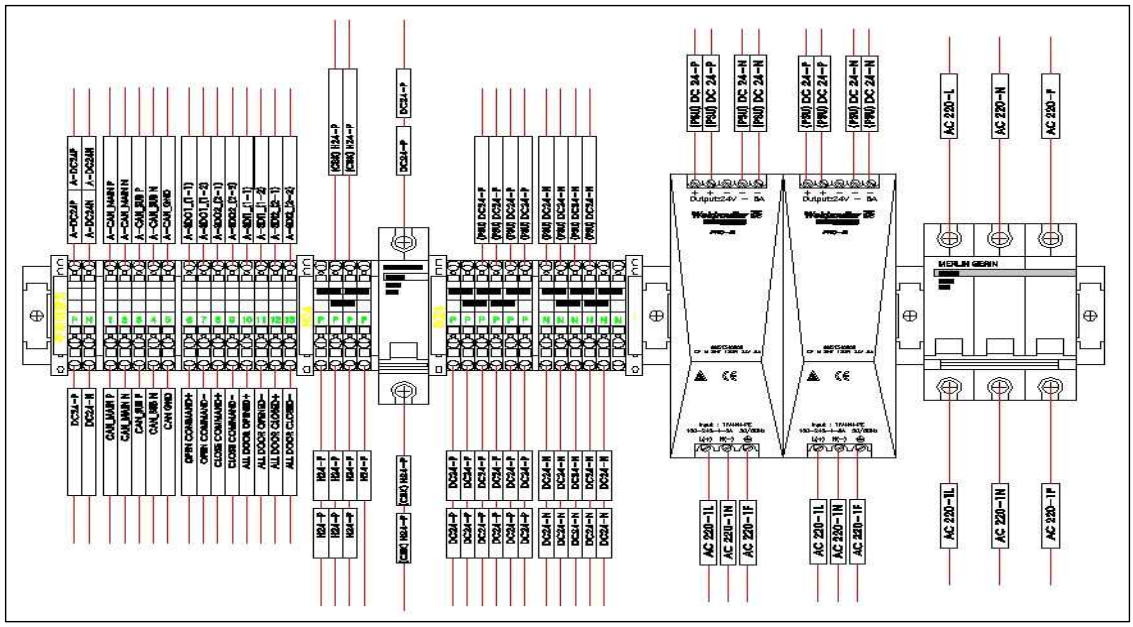
○ TIP는 RPSD 1번 Main포스트 옆 RPSD 제어반 판넬 내부에 설치된다.

<표 3-85> TIP함체 구성품

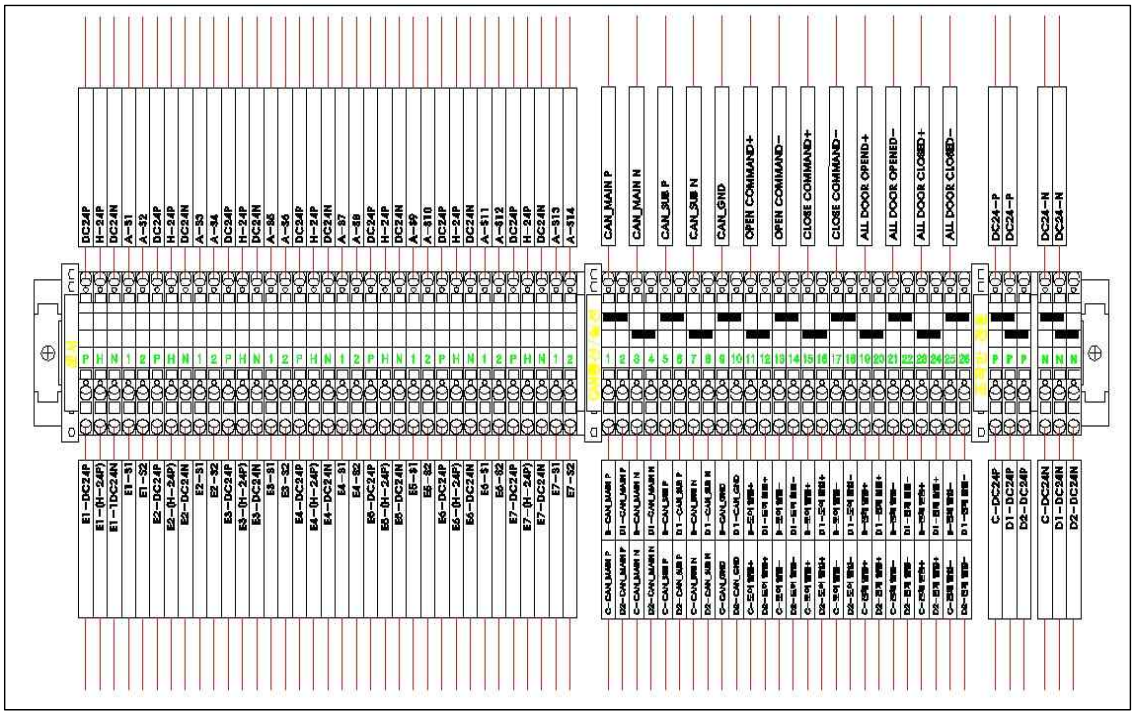
NO	부 품	기 능	비 고
1	주제어 장치	RPSD문 개/폐 유무 처리 장치,전동차의 진입 미달 양호 초과를 판단하는 장치	
2	전원단자	TIP, 주제어 장치의 전원 공급	
3	통신단자	주제어 장치, 개별제어반의 통신선 연결 센서 신호선 연결	



<그림 3-136> 주제어 장치



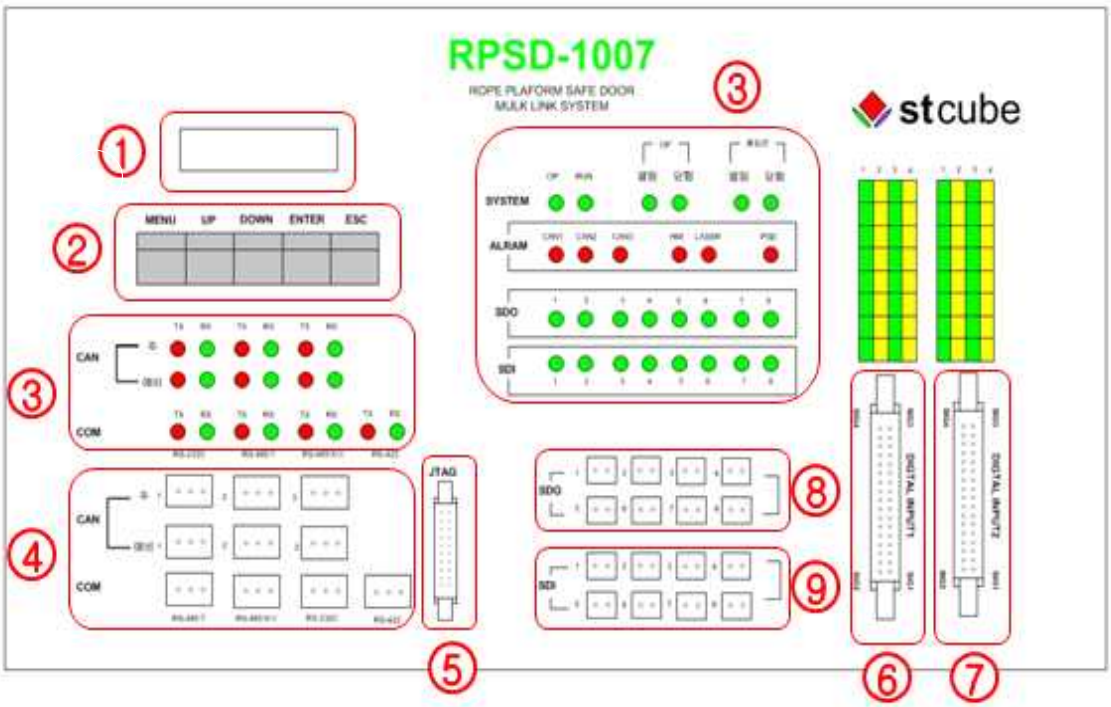
<그림 3-137> 전원단자



<그림 3-138> 통신단자

(가) 주제어 장치

○ 주제어 장치는 RPSD 1번 Main포스트 옆 RPSD 제어반 판넬 내부에 설치되며 사용자의 편의를 위해 VFD, LED, KEY, 통신포트 등이 구성되어 있다. VFD는 장치의 상태를 표시하고 KEY(스위치)를 조작하여 VFD로 장비의 이상 유무를 확인 할 수 있다, LED를 통하여 장치의 전원, 통신, 상태를 표시하여 사용자 작에 편의를 제공한다. 통신포트를 사용하여 개별제어반, 승무원 조작반과 CAN 통신을 한다.



<그림 3-139> 주제어 장치

○ 제어 장치 상세 설명

① VFD(Vacuum Flourescent Display) 표시 부분

- 펌웨어 버전 표시
- 상태 정보 표시
- 전광판 정보 표시

② KEY(스위치)

- 주제어 장치를 테스트 할 때 사용
- RPSD 열림/닫힘 테스트 할 때 사용

③ 상태 표시 LED

- 장비의 통신 상태 확인
- 장비의 이상 상태 확인

④ 통신포트

- CAN 통신포트(주/예비), RS - 485(주/예비), RS-232C, RS - 422

⑤ JTAG

- 주제어 장치의 펌웨어 업데이트 단자

⑥ DIGITAL INPUT1

- 정위치 검지 센서 입력단자 (예비포트)

⑦ DIGITAL INPUT2

- 정위치 검지 센서 입력단자

⑧ SDO(Signal Digital Output)

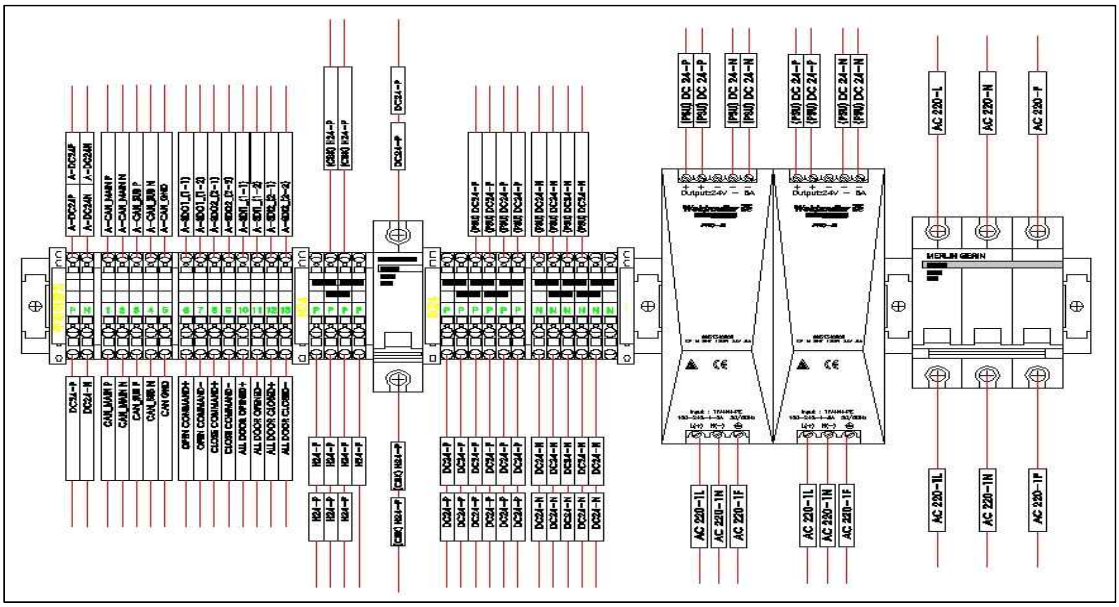
- 출입문 열림/닫힘 신호를 개별제어반으로 출력하는 단자

⑨ SDI(Signal Digital Input)

- 출입문 열림/닫힘완료 신호를 개별제어반에서 입력받는 단자

(나) 전원단자

○ TIP 장치의 주 전원은 UPS실에서 AC220V전원을 공급받아 내부에서 DC24V로 변환하여 검지센서와 주제어 장치등에 공급하는 스위칭 파워와 주제어 장치로 통신 및 실선을 연결하는 단자로 구성되어 있다.



<그림 3-140> 전원단자

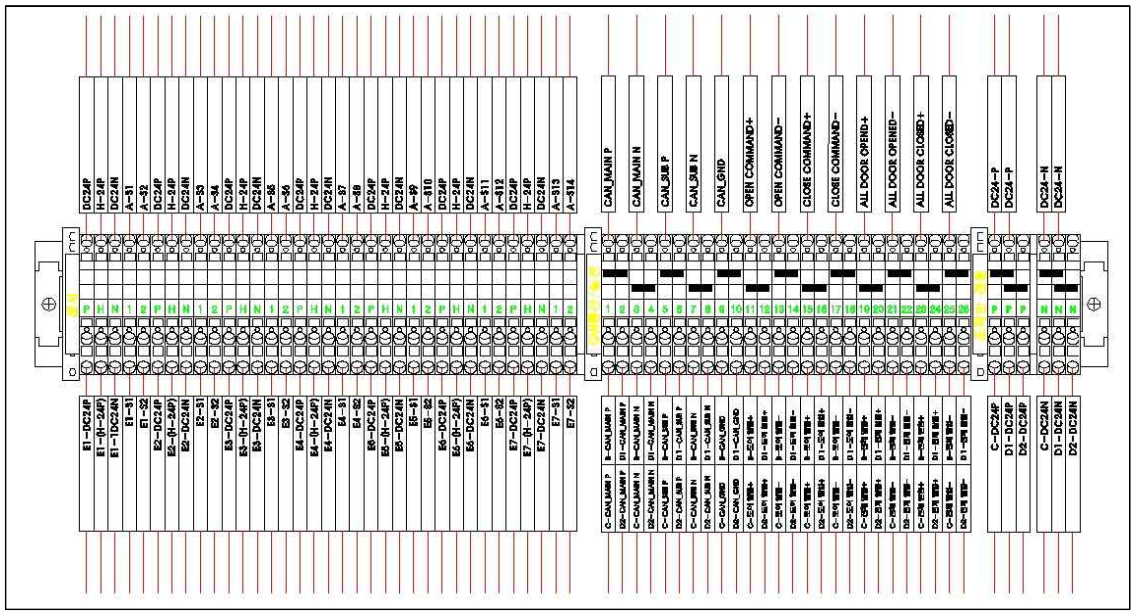
○ 전원부 부품 구성표

<표 3-86> 전원단자 구성

NO	부 품	기 능	비 고
1	단자함	TIP 주 전원 차단기	
2	스위칭 파워	AC220V를 DC24V로 변환하는 장치	
3	스위칭 파워	AC220V를 DC24V로 변환하는 장치	
4	통신 및 실선	주제어 장치로 연결	

(다) 통신단자

○ 주제어 장치와 CAN통신(개별제어반 및 조작반), 실선 신호를 연결한다. 정위치 센서의 입력신호를 주제어 장치와 연결한다.



<그림 3-141> 통신단자

○ 통신 단자 구성표

<표 3-87> 통신단자 구성

NO	부 품	기 능	비 고
1	센서신호	주제어 장치와 검지 장치 센서 신호를 연결	
2	CAN 통신	주제어 장치와 개별제어반 및 조작반을 연결	
3	실선 신호	주제어 장치와 개별제어반 및 조작반을 연결	

(라) 점검 방법

○ 주제어 장치

1) 점검 기준

- 내/외부 청결 상태
  - 장비 내/외부의 먼지나 이물질을 깨끗하게 제거해야 함.
- 전체 통신 결선 및 설치 상태
  - 통신선들이 견고하게 주제어장치 통신 단자에 접속되어 있어야 함.
- 전원 보드 상태
  - 주제어 장치의 녹색 OP LED 점등 확인.
- 통신 및 알람 확인
  - 유지보수용 소프트웨어가 설치된 노트북과 인터페이스 케이블을 연결하여 CAN, RS-485, RS-232C, RS-422등의 통신을 확인.
  - 적색 ALRAM LED가 점멸되었는지 확인.

2) 점검 전 준수 사항

- 정전기로 인하여 장치에 손상이 가지 않도록 주의해야 함.

3) 점검도구 및 인원

- 점검도구 : 멀티테스터기, 드라이버, 유지보수용 소프트웨어가 설치된 노트북, RS-232C 케이블, PCAN 케이블, RS-485 케이블
- 점검인원 : 기술요원 2인/조

4) 점검 절차

- 각 부분 통신상태가 양호 한지 확인해야 함.

(마) 보수 및 교체

○ 주제어 장치

1) 교체 기준

- 내용연한 경과 : 주제어 장치의 내용연한(5년) 경과로 인한 노후
- 외부 충격으로 인한 소손 또는 망실
- 과전압으로 인한 파손
- 기타 천재지변으로 인한 파손

2) 교체 전 준수사항

- 전동차 운행이 중단된 시간대에 시행 함.
- 투입된 전원을 차단 : 배전반의 차단기를 OFF 함
- 멀티테스터기를 이용 전원 확인

3) 교체 도구 및 인원

- 점검도구 : 드라이버, 멀티테스터기, 사다리
- 점검인원 : 1인

4) 교체절차

- TIP 분전반에서 DC24V차단기를 OFF
- 멀티테스터기를 사용하여 전원을 확인 한다.
- 전원 및 통신선을 분리한다.
- 드라이버를 이용하여 고정 브라켓에서 주제어 장치를 분리한다.
- 주제어장치 교체 후 통신 및 전원선을 연결 한다.
- TIP 분전반에서 DC24V차단기를 ON한 후 멀티테스터기를 사용하여 전원을 확인한다.

(바) 체크리스트

NO	장비	점검 항목	상태 평가			비고
			A	B	C	
1	TIP	케이블 결선 및 연결 상태				
		외부 청소 상태				
		전원 차단기 확인				
2	주제어 장치	전원 확인				
		케이블 연결 상태				
		외부 청소 상태				
		LED 점등 상태				
		CAN 통신 확인				
		RS-232C 통신 확인				
		RS-485 통신 확인				
		RS-422 통신 확인				
		전원 스위치 동작 확인				
		테스트 스위치 동작 확인				

※ A : 좋음 B: 양호 C: 이상

(3) 정위치 센서

(가) 개요

○ 전동차가 역사에 진입 후 전동차가 정차 할 때 전동차 정차 위치가 RPSD의 동작 위치와 일치하는지 확인하고 RPSD의 열림/닫힘을 제어한다.

(나) 동작 설명

○ 진입 : 전동차 전두부가 승강장 진입시 센서#7번이 검지 될 때

○ 미달(-20M ~ -3M) : 전동차가 승강장 진입 후 센서#7번부터 센서#2번까지 검지 될 때

○ 양호(-2M ~ +2M) : 전동차가 승강장에 정차시 센서#7번과 센서#1번을

제외한 나머지 센서들이 검지 될 때

※ 양호 정차 검지 2초 후 RPSD는 열림 동작

○ 초과(+3 ~ +18M) : 승객이 승/하차 완료 후 전동차가 출발 후 센서#1번이 검지 될 때 (RPSD는 열림 동작 상태중)

○ 대기 : 전동차가 승강장을 벗어나고 센서가 모두 검지 안될 때

※ 대기상태가 2초 후 RPSD는 닫힘 동작

(다) 점검 방법

○ 정위치 센서

1) 점검 기준

- 외관 상태 점검
  - 외관에 손상이 없어야 함.
- 케이스 내/외부 청결 상태
  - 케이스 내/외부의 먼지나 이물질을 깨끗하게 제거해야 함.
- 센서 전면부 청결 상태
  - 센서 전면부가 완벽하게 깨끗해져야 함.
- 센서 동작 상태
  - 각각의 정위치 검지 센서가 작동 되어야 함.
- 센서 고정 상태
  - 흔들림 없이 고정 상태가 양호 하여야 함.
- 배선 연결 상태
  - 배선이 견고하게 접속되어 있어야 함.

2) 점검 전 준수 사항

- 열차 운행 여부를 확인하여 안전 확보 후 점검한다.

3) 점검도구 및 인원

- 점검도구 : 깨끗한 면, 드라이버, 명함 크기의 두꺼운 종이
- 점검인원 : 기술요원 2인/조

4) 점검 절차

- 열차가 운행하지 않는지 확인하고 안전이 확인된 경우만 트랙 쪽으로 나감
- 명함 크기의 두꺼운 종이를 센서 정면에 위치하여 센서의 동작 LED 확인
- 센서를 옮겨 간면서 센서의 동작 상태를 확인

(라) 보수 및 교체

○ 정위치 검지 센서

1) 교체 기준

- 내용연한 경과 : 정위치 정차 센서의 내용연한(3년) 경과로 인한 노후
- 외부 충격으로 인한 소손 또는 망실
- 과전압으로 인한 파손
- 정위치 정차 센서 불량
- 기타 천재지변으로 인한 파손

2) 교체 전 준수사항

- 전동차 운행이 중단된 시간대에 시행 함.
- 투입된 전원을 차단 : 배전반의 차단기를 OFF 함
- 센서 전원 OFF 상태를 파악함

3) 교체도구 및 인원

- 교체도구 : “+” 드라이버, “-”드라이버(센서튜닝용), 멀티테스터기, 명함 크기의 두꺼운 종이, 8mm 복스
- 교체인원 : 2인

4) 교체절차

- TIP 분전반에서 24V 차단기를 OFF
- “+” 드라이버를 사용 커버를 분리한다.
- 고정 브라켓을 8mm복스를 이용하여 분리한다.
- “+” 드라이버를 사용하여 고정브라켓에서 센서를 분리한다.
- 센서 교체 후 고정브라켓에 센서를 연결 후 및 커버를 덮는다.
- “-” 드라이버를 이용하여 센서 거리를 조정한다.
- TIP 분전반에서 24V 차단기 ON 후 센서를 두꺼운 종이를 가린 후 센서가 동작 하는지 확인.

※ 기본 센서의 조정 길이는 1000mm이고 역사에 따라 수정될 수 있다

(마) 체크리스트

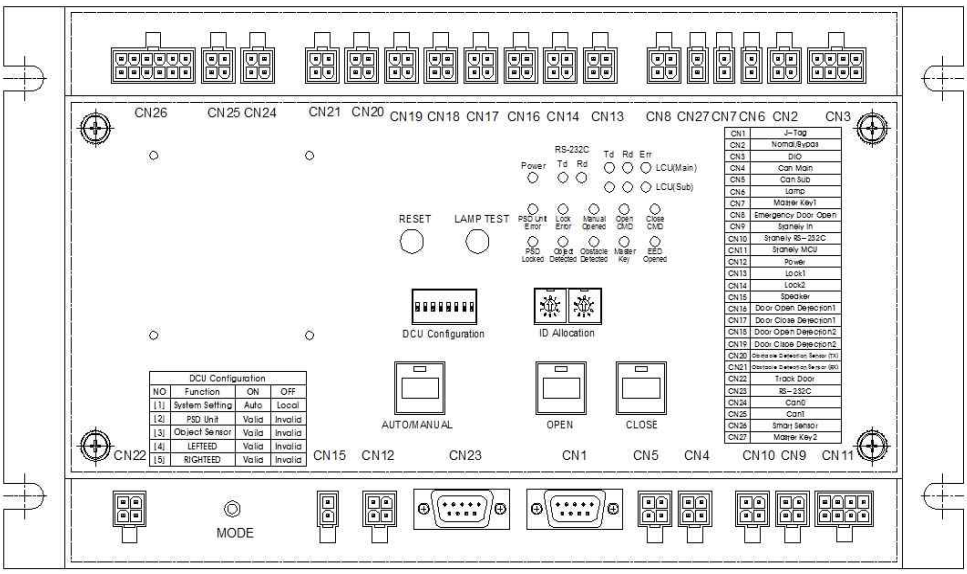
NO	장비	점검 항목	상태 평가			비고
			A	B	C	
1	정위치 센서	전원 확인				
		케이블 연결 상태				
		외부 청소				
		내부 청소				
		센서 동작 확인				
		센서 케이블 확인				
		센서 고정 브라켓 확인				

※ A : 좋음 B: 양호 C: 이상

(4) 개별제어반

(가) 개요

- 도어 1개구마다 설치하며, 주제어 장치와 제어신호를 송수신하고 고장 및 점검 시 자동, 수동으로 도어를 개폐할 수 있는 설비를 말한다.



(나) 동작설명

○ 통신상태

항 목		설 명
주제어장치 (Main)	Txd	▪ 주통신(CAN) 라인을 통하여 주제어장치로 Data를 전송할 때 점등한다.
	Rxd	▪ 주통신(CAN) 라인을 통하여 주제어장치에서 Data를 수신할 때 점등한다.
	Err	▪ 주통신(CAN) 통신이 오류가 발생 하면 점등한다.
주제어장치 (Sub)	Txd	▪ 예비통신(CAN) 라인을 통하여 주제어장치로 Data를 전송할 때 점등한다.
	Rxd	▪ 예비통신(CAN) 라인을 통하여 주제어장치에서 Data를 수신할 때 점등한다.
	Err	▪ 예비통신(CAN) 통신 오류가 발생 하면 점등한다.

○ 상태표시

항 목	설 명
Open CMND	▪ RPSD 제어시스템으로부터 열림 명령을 수신하면 점등한다.
Close CMND	▪ RPSD 제어시스템으로부터 닫힘 명령을 수신하면 점등한다.
Manual Opened	▪ 수동모드에서 열림 완료인 경우 점등한다.
PSD Unit Error	▪ 도어에 이상이 생긴 경우 점등한다.
Object Detected	▪ 장애물 검지 센서가 사물을 감지했을 때 점등한다.
Power	▪ DCU 전원이 정상적으로 공급될 때 점등한다.
RS-232C Td, Rd	▪ DCU 상태 모니터링 용도로 데이터 입 출력 시 점등한다.

○ 수동조작

항 목			설 명
1	RESET	푸쉬 버튼	▪ 장애 해제 및 시스템 초기화를 위한 리셋 스위치이다.
2	램프시험	푸쉬 버튼	▪ DCU의 램프를 시험하기 위한 스위치이다. - 램프시험 스위치를 누르면 DCU의 모든 LED가 순차적으로 점등한다.
3	ID 설정	Rotary 스위치	▪ DCU의 ID(주소)를 할당한다.
4	DCU 설정	DIP 스위치	▪ 장애물 센서 기능을 사용하지 않을 때 ON(1~4) 시킨다.
5	자동/수동	LED 내장 푸쉬 버튼	▪ RPSD 유닛의 운영 모드를 변경한다. - 수동 모드일 때만 적색LED 점등 - 수동 모드일 때만 DCU의 열림 버튼과 닫힘 버튼에 의한 가동도어 수동 제어가능
6	열림	LED 내장 푸쉬 버튼	▪ DCU 수동모드일 때 가동도어를 열기 위한 스위치이다. - 열림 버튼을 누른 후 3초간 내장 LED 점등
7	닫힘	LED 내장 푸쉬 버튼	▪ DCU 수동모드일 때 가동도어를 닫기 위한 스위치이다. - 닫힘 버튼을 누른 후 3초간 내장 LED 점등

(다) 점검 방법

○ 개별제어반(DCU)

1) 점검 기준

- 내/외부 청결 상태
  - 장비 내/외부의 먼지나 이물질을 깨끗하게 제거해야 함.
- 전체 통신 결선 및 설치 상태
  - 통신 및 실선 케이블들이 견고하게 주제어장치 통신 단자에 접속되어 있어야 함.
- 전원 보드 상태
  - 개별제어반의 LED 점등상태 확인.
- 통신 및 알람 확인
  - 유지보수용 소프트웨어가 설치된 노트북과 인터페이스 케이블을 연결하여 CAN 통신을 확인.
  - 적색 ALRAM LED가 점멸되었는지 확인.
- 수동 동작확인
  - MANUAL 버튼 누른후 열림/닫힘 버튼을 눌러 수동으로 RPSD가 동작되는지 확인한다.

2) 점검 전 준수 사항

- 정전기로 인하여 장치에 손상이 가지 않도록 주의해야 함.

3) 점검도구 및 인원

- 점검도구 : 멀티테스터기, 드라이버, 유지보수용 소프트웨어가 설치된 노트북, RS-232C 케이블, PCAN 케이블, RS-485 케이블
- 점검인원 : 기술요원 2인/조

4) 점검 절차

- 각 부분 통신 및 케이블 연결 상태가 양호 한지 확인해야 함.
- 버튼 및 LED 상태확인

(라) 보수 및 교체

○ 개별제어반(DCU)

1) 교체 기준

- 내용연한 경과 : 주제어 장치의 내용연한(5년) 경과로 인한 노후
- 외부 충격으로 인한 소손 또는 망실
- 과전압으로 인한 파손
- 기타 천재지변으로 인한 파손

2) 교체 전 준수사항

- 전동차 운행이 중단된 시간대에 시행 함.
- 투입된 전원을 차단 : 배전반의 차단기를 OFF 함
- 멀티테스터기를 이용 전원 확인

3) 교체 도구 및 인원

- 점검도구 : 드라이버, 멀티테스터기, 사다리
- 점검인원 : 1인

4) 교체절차

- TIP 분전반에서 차단기를 OFF
- 멀티테스터기를 사용하여 전원을 확인 한다.
- 전원 및 통신선을 분리한다.
- 드라이버를 이용하여 고정 브라켓에서 개별제어반을 분리한다.

- 개별제어반 교체 후 통신 및 전원을 연결 한다.
- 차단기를 ON한 후 멀티테스터기를 사용하여 전원을 확인한다.

(마) 체크리스트

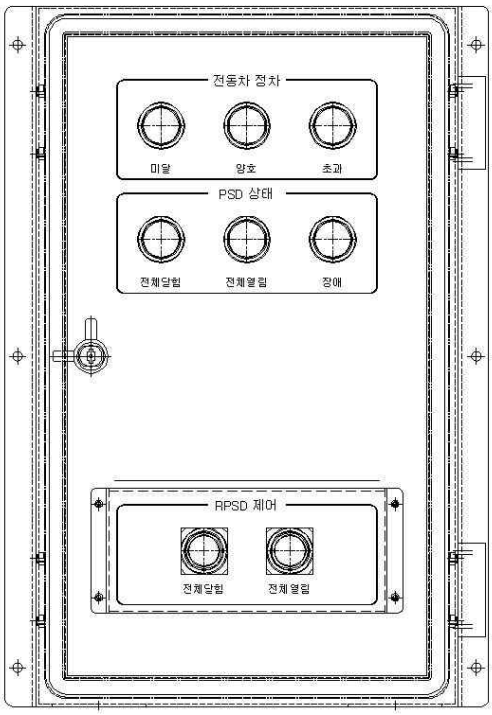
NO	장비	점검 항목	상태 평가			비고
			A	B	C	
1	개별제어반	개별제어반의 배선상태				
		종합제어반과의 통신 확인 시험				
		램프, 버튼 및 스위치 동작시험				
		수동 동작 시험(열림, 닫힘)				
		모드 변경 시험(자동, 수동)				
		개별제어반 리셋 시험				
		RPSD '열림' 확인시험				
		RPSD '닫힘' 확인시험				
		통신 분리 시험(정상, 분리)				

※ A : 좋음 B: 양호 C: 이상

(5) 승무원 조작반

(가) 개요

○ 전동차 전두부, 후두부의 RPSD선로 측에 설치되어 기관사, 차장이 승강장 와이어도어 개폐를 수동조작 할 수 있으며 또한 도어의 개폐여부를 확인 할 수 있는 장비이다.



(나) 동작설명

번호	항 목		설 명	비고
1	RPSD 상태	전체닫힘	▪ 해당 승강장의 모든 와이어도어가 닫혔을 경우 점등한다.	
		전체열림	▪ 해당 승강장의 모든 와이어도어가 열렸을 경우 점등한다.	
		장애	▪ 와이어도어가 열림/닫힘 동작 중 장애가 발생하였을 경우 점등한다.	
2	RPSD 조작부	전체닫힘	▪ 버튼을 누를 경우 해당 승강장의 모든 와이어도어가 닫힘동작 한다.	
		전체열림	▪ 버튼을 누를 경우 해당 승강장의 모든 와이어도어가 열림동작 한다.	
3	정차 상태	미달	▪ 전동차 정차 위치가 -20M ~ -3M일 때 미달 표시등이 점등된다.	
		양호	▪ 전동차 정차 위치가 -2M ~ +2M일 때 양호 표시등이 점등된다.	
		초과	▪ 전동차 정차 위치가 +3M ~ +20M일 때 초과 표시등이 점등된다.	

(다) 점검 방법

○ 승무원 조작반

1) 점검 기준

- 내/외부 청결 상태
  - 장비 내/외부의 먼지나 이물질을 깨끗하게 제거해야 함.
- 전체 통신 결선 및 설치 상태
  - 통신 및 실선 케이블들이 스위치 및 램프에 견고하게 연결되어 있는지 확인해야함.
- 전원 보드 상태
  - LED 점등상태 확인.
- 통신 확인
  - 유지보수용 소프트웨어가 설치된 노트북과 인터페이스 케이블을 연결하여 CAN 통신을 확인.
- 동작 확인
  - 열림/닫힘 스위치를 눌러 RPSD가 열림/닫힘 동작을 하는지 확인한다.
  - 열림 및 닫힘 완료시 열림/닫힘 완료 램프가 점등되는지 확인한다.

(라) 보수 및 교체

○ 승무원 조작반

1) 교체 기준

- 내용연한 경과 : 주제어 장치의 내용연한(5년) 경과로 인한 노후
- 외부 충격으로 인한 소손 또는 망실
- 과전압으로 인한 파손
- 기타 천재지변으로 인한 파손

2) 교체 전 준수사항

- 전동차 운행이 중단된 시간대에 시행 함.
- 투입된 전원을 차단 : 배전반의 차단기를 OFF 함
- 멀티테스터기를 이용 전원 확인

3) 교체 도구 및 인원

- 점검도구 : 드라이버, 멀티테스터기, 사다리
- 점검인원 : 1인

4) 교체절차

- TIP 분전반에서 차단기를 OFF
- 멀티테스터기를 사용하여 전원을 확인 한다.
- 전원 및 통신선을 분리한다.
- 드라이버를 이용하여 고정 브라켓에서 승무원 조작반을 분리한다.
- 승무원 조작반 교체 후 통신 및 전원을 연결 한다.
- 차단기를 ON한 후 멀티테스터기를 사용하여 전원을 확인한다.

(마) 체크리스트

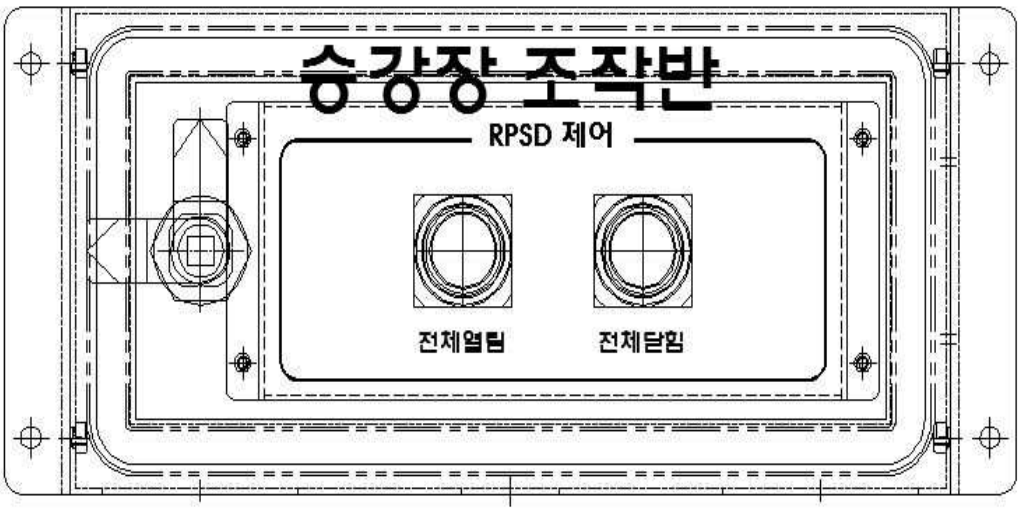
NO	장비	점검 항목	상태 평가			비고
			A	B	C	
1	승무원 조작반	승무원 조작반의 배선상태				
		각 조작반, 제어반과의 통신 확인 시험				
		램프, 버튼 및 스위치 동작시험				
		RPSD ‘열림’ 확인시험				
		RPSD ‘닫힘’ 확인시험				

※ A : 좋음 B: 양호 C: 이상

(6) 승강장 조작반

(가) 개요

○ RPSD 4번 미들포스트 외부 측에 설치되어 비상시 역무원이 승강장 와이어도어 개폐를 수동조작 할 수 있는 장비 - 외부에서 승객들이 조작 할 수 없도록 장비 내부에 전체 열림/닫힘 스위치가 내장되어 있다



(나) 동작설명

번호	항 목		설 명	비고
1	RPSD 조작부	전체닫힘	▪ 버튼을 누를 경우 해당 승강장의 모든 와이어 도어가 닫힘동작 한다.	
		전체열림	▪ 버튼을 누를 경우 해당 승강장의 모든 와이어 도어가 열림동작 한다.	

(다) 점검 방법

○ 승강장 조작반

1) 점검 기준

- 내/외부 청결 상태

  · 장비 내/외부의 먼지나 이물질을 깨끗하게 제거해야 함.

- 전체 결선 및 설치 상태

  · 실선 케이블들이 스위치에 견고하게 연결되어 있는지 확인해야함.

- 동작 확인

  · 열림/닫힘 스위치를 눌러 RPSD가 열림/닫힘 동작을 하는지 확인한다.

(라) 보수 및 교체

○ 승무원 조작반

1) 교체 기준

- 내용연한 경과 : 주제어 장치의 내용연한(5년) 경과로 인한 노후
- 외부 충격으로 인한 소손 또는 망실
- 기타 천재지변으로 인한 파손

2) 교체 전 준수사항

- 전동차 운행이 중단된 시간대에 시행 함.
- 투입된 전원을 차단 : 배전반의 차단기를 OFF 함
- 멀티테스터기를 이용 전원 확인

3) 교체 도구 및 인원

- 점검도구 : 드라이버, 멀티테스터기, 사다리
- 점검인원 : 1인

4) 교체절차

- TIP 분전반에서 차단기를 OFF
- 멀티테스터기를 사용하여 전원을 확인 한다.
- 실선케이블을 분리한다.
- 드라이버를 이용하여 미들포스트에서 승강장 조작반을 분리한다.
- 승강장 조작반 교체 후 실선케이블을 연결 한다.
- 차단기를 ON한 후 멀티테스터기를 사용하여 전원을 확인한다.

(마) 체크리스트

NO	장비	점검 항목	상태 평가			비고
			A	B	C	
1	승강장 조작반	승강장 조작반의 배선상태				
		RPSD ‘열림’ 확인시험				
		RPSD ‘닫힘’ 확인시험				

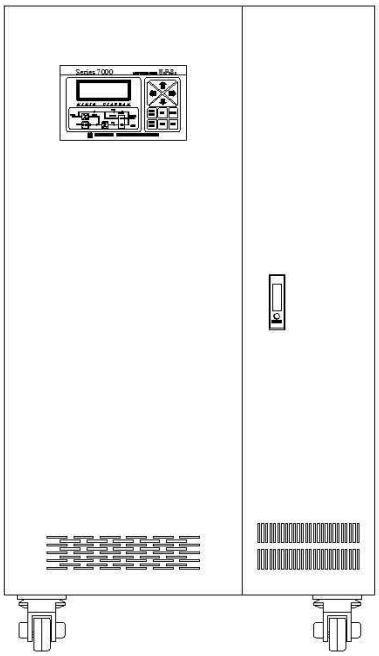
※ A : 좋음 B: 양호 C: 이상

(7) UPS

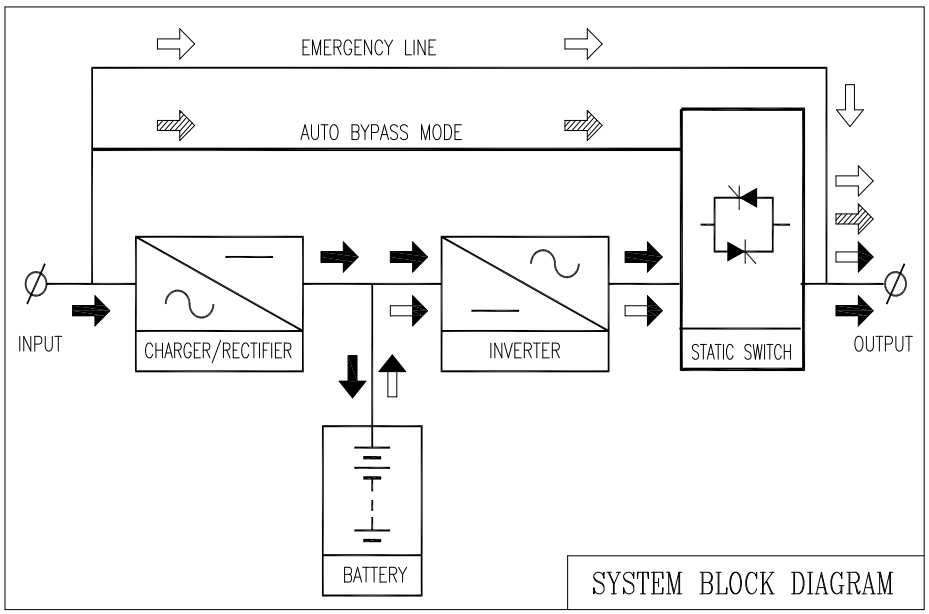
(가) 개요

○ 대합실 3층 기계실에 설치되어 RPSD 시스템의 전원을 공급하는 장비이다.

○ 배터리를 사용하여 비상시 약 30분 동안 RPSD시스템을 운영 할 수 있다.



(나) 동작설명



○ 정상상태 (➡)

- 상용 또는 예비전원을 받는 정류부 및 충전기부는 교류를 직류로 변환시켜 역변환부를 통하여 부하에 안정된 교류 전력을 공급하고, 동시에 축전지를 충전할 수 있도록 제작한다.

○ 정전시 (⇨)

- 상용전원이 차단되면 평상시 정류부 및 충전기부에 의해 충전되었던 축전지에서 무순단으로 역변환부에 직류 전력이 공급되므로 부하에는 무정전 상태로 주어진 방전시간 동안 안정된 교류전력이 공급되도록 한다.

○ 정상복귀 (➡)

- 차단되었던 상용전원이 다시 정류부및 충전기부에 공급되면 축전지의 방전이 자동으로 멈추고 상용전원은 정류부 및 충전기부를 거쳐 역변환부를 통해 무순단으로 부하에 안정된 양질의 전력을 공급하게 되고 동시에 방전된 축전지를 재충전 시키도록 제작되어 한다.

○ BYPASS 운전시(⇨)

- 역변환부의 출력주파수 및 전압과 상용전원을 자동 동기 시키는 방식으로 장비의 고장 및 과부하로 인한 역변환부 자동 Shut Down시 상용전원과 동기된 상태로 동기절체 스위치를 통하여 무순단 절체되어 부하에 전력을 공급할 수 있도록 제작한다.

○ 고장시 비상운전(⇨)

- 역변환부 및 동기절체부 고장시 부하에 전원을 공급하여야 할 경우 부하에 전력을 공급할 수 있도록 제작한다.

(다) 점검 방법

○ 승강장 조작반

1) 점검 기준

- 내/외부 청결 상태
  - 장비 내/외부의 먼지나 이물질을 깨끗하게 제거해야 함.
- 전체 통신 결선 및 설치 상태
  - 전원 및 통신 케이블이 차단기에 견고하게 연결되어 있는지 확인해야함.
- 동작 확인
  - 디지털 상태표시판에 표시되는 동작상태가 이상이 없는지를 확인한다.

(라) 보수 및 교체

○ 승무원 조작반

1) 교체 기준

- 외부 충격으로 인한 소손 또는 망실
- 과전압으로 인한 파손
- 기타 천재지변으로 인한 파손

2) 교체 전 준수사항

- 전동차 운행이 중단된 시간대에 시행 함.
- 투입된 전원을 차단 : 전기실 LV4 차단기 OFF
- 배터리와 연결된 차단기를 OFF
- 멀티테스터기를 이용 전원 확인

3) 교체 도구 및 인원

- 점검도구 : 드라이버, 멀티테스터기
- 점검인원 : 1인

4) 교체절차

- 전기실 LV4 차단기 OFF 한다
- 배터리와 연결된 차단기를 OFF 한다.
- 멀티테스터기를 사용하여 전원을 확인 한다.
- 전원 및 통신선을 분리한다.
- UPS를 교체한다.
- UPS교체 후 통신 및 전원을 연결 한다.
- 차단기를 ON한 후 멀티테스터기를 사용하여 전원을 확인 한다.
- 배터리와 연결된 차단기를 ON 시킨다.

(마) 체크리스트

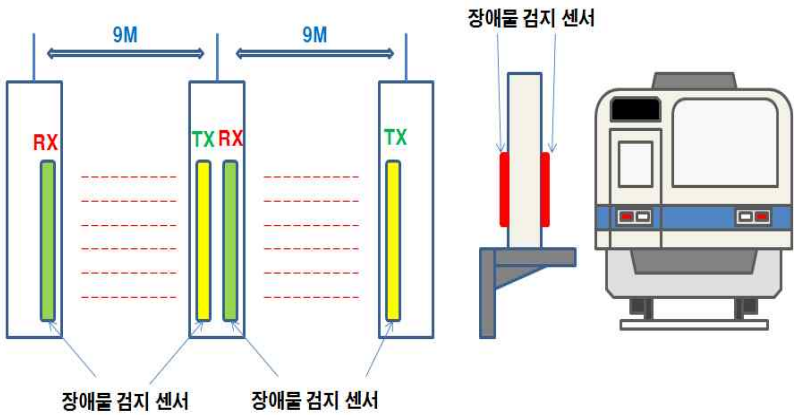
NO	장비	점검 항목	상태 평가			비고
			A	B	C	
1	UPS	UPS의 배선상태				
		입력단의 전원확인 AC380V				
		출력단 원확인 AC220V				
		배터리 입력단 전원확인 AC220V				

(8) 장애물 센서

(가) 개요

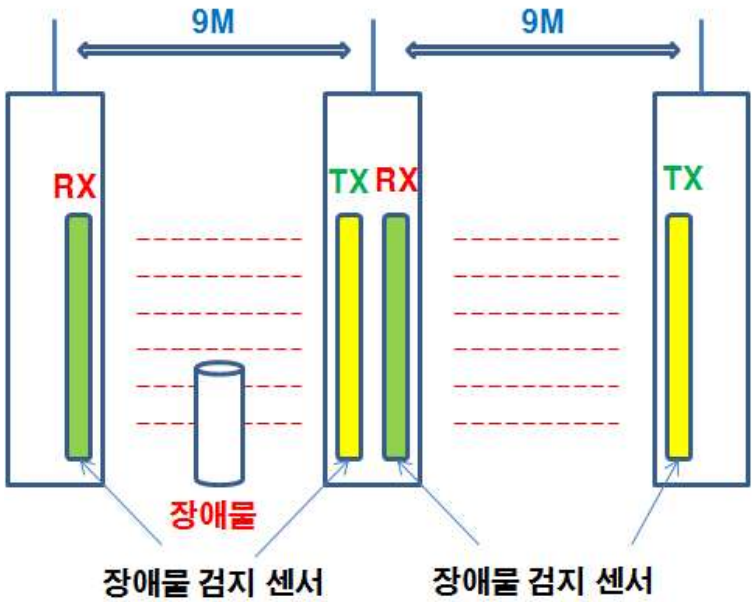
○ 와이어도어와 전동차 사이, 와이어도어와 대기 승객 간 물체의 존재 여부를 검지하여 와이어도어가 안전하게 동작 할 수 있도록 한다.

○ 포스트 하나당 4SET 각 설치(RX,TX)되고 설치 위치는 RPSD 아래 그림과 같이 선로측 2SET 승강장 측 2SET로 설치된다.



▪ RPSD와 전동차 사이의 장애물 검지는 위에 그림과 같이 센서를 이용하여 승객 및 장애물을 검지하여 RPSD를 운영한다.

(나) 동작설명



○ RPSD가 닫혀있을 경우

- 승강장 측 장애물 센서 사이에 장애물(승객)이 검지되면 스피커에서 경고 방송을 내보낸다. 장애물 센서에 장애물이 해제가 되기 전까지 무한으로 경고 방송을 한다.
- RPSD 전체닫힘 완료 5초 후 전동차가 대기상태로 변경되면 선로 측 장애물 센서 사이에 장애물(승객)이 검지되어도 장애물 센서는 동작하지 않는다.

○ RPSD가 닫힘 동작을 할 경우

- 장애물 센서 사이에 장애물(승객)이 검지되면 스피커에서 경고 방송을 내보내고 RPSD는 열림 동작을 한다. 장애물이 해제 되면 닫힘 동작을 한다. 10회 까지 닫힘 동작중 장애물 감지되었을 경우 반복동작 하며 10회 이후에는 RPSD는 열림 상태로 고정된다.(승강장 및 승무원 조작반에서 전체 닫힘 버튼을 눌러 해제한다.)

○ RPSD가 열려있을 경우

- 장애물 센서는 동작을 하지 않는다.

○ RPSD가 열림 동작을 할 경우

- 장애물 센서 사이에 장애물(승객)이 검지되면 스피커에서 경고 방송을 내보내고 RPSD는 열림 동작을 한다.

(다) 점검 방법

○ 장애물 센서

1) 점검 기준

- 외관 상태 점검
  - 외관에 손상이 없어야 함.
- 케이스 내/외부 청결 상태
  - 케이스 내/외부의 먼지나 이물질을 깨끗하게 제거해야 함.
- 센서 전면부 청결 상태
  - 센서 전면부가 완벽하게 깨끗해져야 함.
- 센서 동작 상태
  - 수광부의 녹색표시등이 점등되어야 함.
- 센서 고정 상태
  - 흔들림 없이 고정 상태가 양호 하여야 함.
- 배선 연결 상태
  - 배선이 견고하게 접속되어 있어야 함.

2) 점검 전 준수 사항

- 열차 운행 여부를 확인하여 안전 확보 후 점검한다.

3) 점검도구 및 인원

- 점검도구 : 깨끗한 면, 드라이버, 지름10㎜이상의 물체
- 점검인원 : 기술요원 2인/조

4) 점검 절차

- 열차가 운행하지 않는지 확인하고 안전이 확인된 경우만 트랙 쪽으로 나감
- 장애물 검지시 설정된 도어 기능에 이상이 없어야 함.
- 센서를 옮겨 간면서 센서의 동작 상태를 확인

(라) 보수 및 교체

○ 장애물 센서

1) 교체 기준

- 내용연한 경과 : 정위치 정차 센서의 내용연한(3년) 경과로 인한 노후
- 외부 충격으로 인한 소손 또는 망실
- 과전압으로 인한 파손
- 정위치 정차 센서 불량
- 기타 천재지변으로 인한 파손

2) 교체 전 준수사항

- 전동차 운행이 중단된 시간대에 시행 함.
- 투입된 전원을 차단 : 배전반의 차단기를 OFF 함
- 센서 전원 OFF 상태를 파악함

3) 교체도구 및 인원

- 교체도구 : “+” 드라이버, , 멀티테스터기, 지름10㎜이상의 물체, 4mm 육각렌치
- 교체인원 : 2인

4) 교체절차

- TIP 분전반에서 차단기를 OFF 한다
- “+”드라이버, 육각렌치를 사용 고정 브라켓에서 센서를 분리한다.
- 센서 케이블을 분리한다.

- 센서 교체 후 고정브라켓에 센서를 연결한다.
- TIP 분전반에서 차단기를 ON 한다.
- RX, TX 센서의 각도가 맞는지 확인한다.
- 지름10㎜이상의 물체를 사용하여 센서가 장애물을 감지 하는지 확인한다.

(마) 체크리스트

NO	장비	점검 항목	상태 평가			비고
			A	B	C	
1	장애물 센서	전원 확인				
		케이블 연결 상태				
		외부 청소				
		내부 청소				
		센서 동작 확인				
		설정 횟수 초과 시 경보 표시 기능 상태				
		센서 고정 브라켓 확인				

※ A : 좋음 B: 양호 C: 이상

(9) 구조체 점검 표준표

○ RPSD의 설계가 아무리 완전하고 시공이 완벽하더라도 유지관리가 소홀하면 그 설비의 기능은 충분히 발휘 할 수 없으며 장비의 사용 년한을 감소 기키고 장비의 고장으로 인한 막대한 수리비용의 지불 로 전체적인 유지 및 관리 비용과 재 투자 비용이 증가합니다. 이를 사전에 방지하기 위해서는 유지관리 담당자 또는 유리관리 용역 업체 스스로가 항상 장비의 운전 상태를 파확하고 철저한 사전 점검을 통해 최적의 운전 전상태와 최고의 효율로 장비를 운용하고 에너지 손실을 최소화 하여 사전 정비를 통해 장비의 고장으로 인한 과도한 수리비용의 지불을 막아야 할 것입니다.

(가) 표준 점검 내용 및 주기

시간 또는 주기 항목		점검 동작 횟수 또는 주기(최소한)						비고
		240	1,680	7,200	21,600	43,200	86,400	
		매일	1주	1개월	3개월	6개월	1년	
		구동 장치, 동작상태						
1	모터 감속기				○			
2	체인텐션				○			
3	스프라켓					○		
4	모터 하우징 베어링			○		○		
5	아이들 스프라켓					○		
6	활차 베어링			○				
7	더블쉬브 체인				○			
8	와이어 텐션				○			
9	구리스 주입 상태		○					
10	볼트 풀림 상태			○				
11	와이어 스프링(스프링 항복)				○			
12	동작 이음	◉						
13	동작 상태	◉						
14	외형 상태	◉						
15	웨이트 및 웨이트 레일					○		
16	발란스포스트 밸트					○		

주) 1. ○:점검하여 이상 있면 교환 및 조정, ◎:점검 후 교환 ◉:즉시 교환 및 조치

(나) 표준 교환 주기표

구분	시간 또는 주기		실시 항목	비고
	동작 횟수	주기		
일상 점검	240회	매일	동작 이음, 동작 상태, 외형 상태	
정기 점검	1680회	1주	구리스 주입 상태	
	7200회	1개월	모터 하우징 베어링, 활차 베어링, 볼트 풀림 상태,	
	21600회	3개월	모터 감속기, 첸인텐션, 스프라켓, 아이들 스프라켓, 더블쉬브 체인, 와이어 텐션, 와이어 스프링	
	43200회	6개월	스프라켓, 아이들 스프라켓,웨이트 및 웨이트 레일, 발란스포스트 벨트	
비고				

*운행 횟수는 5분 1회운행*20시간 운전 기준

(다) 이상 운전 시 진단과 대책

현상	원인	대책
1. 한구간이 열리지 않음 또는 동작 상태 이상	모터이상	모터 취금 사양서에 따라 처리
	모터 샤프트 이상	즉시 교체
	전선단락	회로도를 참조 하여 단락된 부위 점검 후 조치
	장애물센서 이상	센서의 전원 인가 여부 및 동작 상태를 확인 하고 이상시 교환 및 조정
	체인 이탈	체인 장력 점검 및 체인 파손 시 교체
	베어링 파손(활차, 감속기, 쉐이브등)	즉시 교체
2. 개별 제어반	토크 리미트 오버(모터 과부하 감지)	토크 리미트 오버 시 각 구동부를 점검 하여야함.
	원점 센서 이상	원점센서 교체
2. 전구간 구간이 열리지 않음	열차 정위치 센서 이상	정위치 센서 교체 및 정위치 정차 구간 재 조정
	정차구간 미달 및 초과	승무원 조작반을 이용하여 임시 열림
3. 이음 발생	구리스 부족	구리스 주입
	베어링 파손	베어링 파손위치를 확인 하고 즉시 교체
	볼트 풀림	볼트 풀림 위치를 확인 하고 즉시 교체
	웨이트 레일	웨이트 레일 텐션 조정
	활차 레일 및 롤러 이물질	활차 레일 및 롤러 이물질 제거 제거시 세척제를 이용하여 세척 후 구리스 재 주입
	발란스 포스트 벨트 끊어짐	벨트 끊어짐 이탈여부를 점검하여 -벨트 교체, 또는 -벨트 재 체결
4. 외관 상태	도어 열림 상태(자연적 현상 으로)	도어 잠김 손잡이를 점검 하여 파손 등을 확인 하여 교체 또는 수리
	와이어 처짐	와이어 끊어짐 -레일 플레이트 파손, - 스프링 항복, -온도에의한 처짐 등을 확인하고 -스프링 교체, -레일플레이트 점검, - 와이어 텐션 조정작업을 진행한다.
	와이어 키퍼 파손	와이어 키퍼를 육안으로 확인하여, 외형이상 판손등이 발생 하였을 경우 교체 하여야 한다.
	덕트 처짐	덕트 처짐이 발생하였을 경우 점검 후 볼트 체결 확인 하고 포스트 기우러짐을 확인 하여야 한다.

(라) 운전 검검표

부위	항목	점검 방법	정상치(예)	이상치 (예)
와이어 활차부	와이어 차단 시 높이	와이어 차단 높이를 자를 이용하여 바닥에서부터 하단 ∅8하부까지 측정측정	150±8mm (문양역)	150mm에서 1±8mm 10mm 이상 초과 또는 미달
	와이어 열림 시 높이	도어가 완전히 개방 된후 베이스에서 하단∅8와이어 하부까지 측정	19000±8mm (문양역)	19000±8mm에서 10mm이상 초과 초과 또는 미달시
	열림 동작 시간	MDU 표시창 시간 확인	사용자 초기 셋팅 값 (3.0S)	사용자 초기 셋팅시간 초과 또는 미달
	닫힘 동작 시간	MDU 표시창 시간 확인	사용자 초기 셋팅 값(문양역 5.0S)	사용자 초기 셋팅시간 초과 또는 미달
	활차 위치	활차는 활차 롤러가 중심 홈이 레일의 중심에 위치 하여야 한다. 활차와 롤러와 레일 위치를 육안으로 확인한다.	활차롤러홈이 레일과 중심에 위치 하여야 한다.	활차 롤러의 레일 이탈
MDU	구동 거리 (닫힘~열림 거리	초기 동작 완료수 수동열림, 도어 열림 시 높이-닫힘시 하단 높이를 측정 하여 MDU 표시창의 수치와 비교 한다.	1700mm±5mm	1700mm±5mm 초과 미달
RPSD 내부	웨이트 위치	웨이트의 체인 등을 확인 하여 웨이트가 정위치에 있는 지를 확인 하여야 한다. 위에트는 열림시 가장 하부 닫힘시 가장 상점에 위치하여야한다. 웨이트가 상점에 있을기 아이들 스프라켓과 관섭이 있는지 확인 하여야 한다.	-닫힘 완료시 웨이트가 상부 아이들 스프라켓과 간섭이 없을것 -열림 완료시 웨이트가 모터 보호 판과 간섭이 없을것	동작시 이음발생(아이들 스프라켓과 충돌 또는 모터 보호판과의 충돌)
	원점 센서 동작 상태 *센서의 도그 감지 위치는 8mm 이임	전원인가 후 활차 센서 도그를 감지 하는 지 점검 하여야 한다.	-활차의 센서 도그가 센싱 위치에 있으면 감지램프가(빨간색점등) 켜짐 -활차 도그의 위치와 센서 위치가 동일한 위치임(활차센싱위치)	-활차 센서 도그가 센싱 위치에 있음에도 램프가 켜지지않음(전원등 확인) -활차 센서도그와 센서 위치가 상이 할경우
	체인 상태	후방(선로측)구동 체인의 텐션이 충분 한지 점검 하여야 한다.		
RPSD 측면	센서 동작 상태(장애물 센서)	센서 동작 상태를 확인 한다. 센서는 표시 램프를 의 전원 램프 와 수발광부의 매칭을 확인 한다.	전원 램프 점등 수발광 매칭 램프 초록색 점등	전원 램프 꺼짐 수발광부 붉은색램프 점등

(마) 예방 정비

항목	점검 및 교환	비고
벨트 보플 발생	점검 시 벨트의 보플이 심하게 발생 하였다면 교환 한다.	
체인 벤딩 이상	체인의 벤딩이 이상이 있을 경우 교환 한다.	
모터 샤프트	모터 샤프트의 이음 발생시 피로 하중에의해 파손 될 우려가 있으므로 교환 한다.	
와이어 흠집	와이어 피복에 손상이 있고 내부 와이어에 손상을 있을시 와이어를 교환 하여야 한다.	
볼트 풀림	점검 시 볼트 풀림이 발생할 경우 정비 한다.	

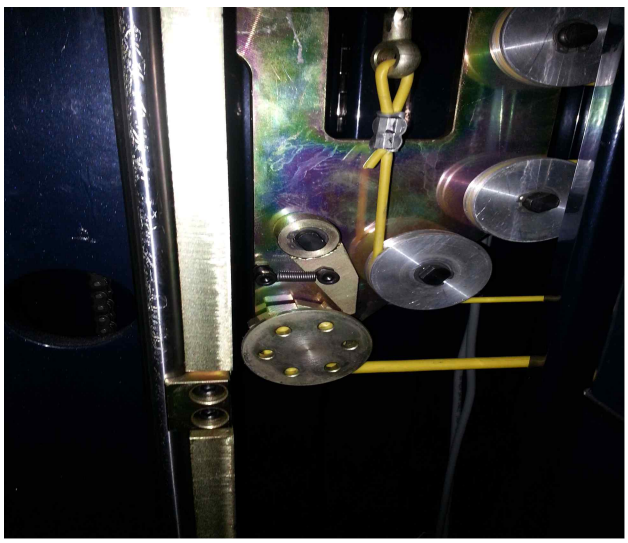
(10) 구조체 부품 교체 및 조정 작업 방법

(가) 와이어 텐션 조정

○ 계절의 온도 변화에 따라 장력에 변화가 발생할 수 있다. 이때 와이어 장력 조정 블록 볼트 및 장력 조정 라쳇을 이용하여 장력을 조정 하여야 한다.

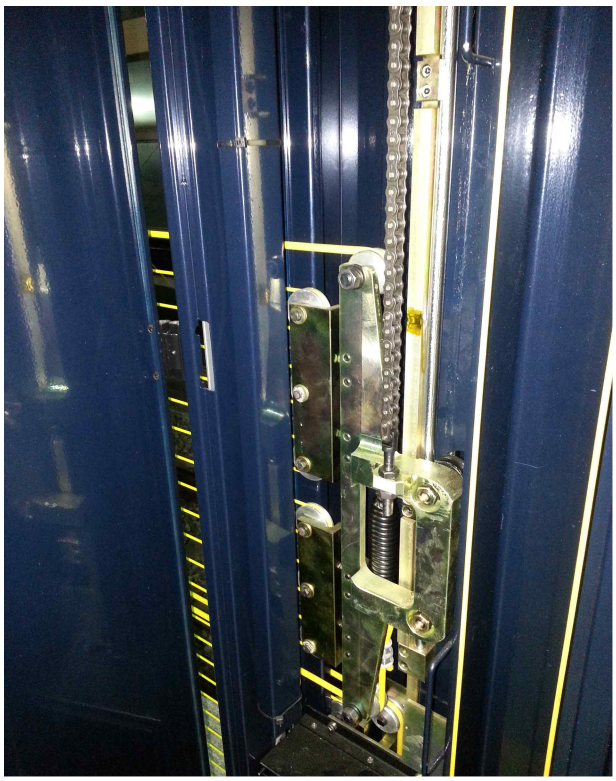
<표 3-88> Φ8 와이어 텐션 조정

순번	작업 순서	사용 공구	
1	Main Master Post 전면 후면 부의 커버를 개방 한다.	커버 열쇠	
2	장력 조정 라쳇이 정비구에 위치하도록 위지 조정을 한다.	없음	
3	라쳇 장력 툴을 이용하여 정방향으로 라쳇을 딸깍 소리가 날때까지 감아준다.	라쳇복스 (SKD 제공)	
4	반대쪽 포스트의 스프링을 확인하여 정확한 장력이 인가 되었는지 확인한다.	없음	
5	장력이 부족할 경우 반대 쪽의 라쳇을 전과 같은 방법으로 조정 한다.	라쳇 복스	
6	장력이 과할 경우 라쳇을 정방향으로 약간 돌린 후 라쳇 공정 핀을 뒤로 밀어 해제 시킨뒤 원하는 장력일 때 고정 핀을 고정하여 조정한다.	라쳇 복스 Φ4드라이버	
작업 인원	작업 인원은 RPSD와이어 장력 조정 경력이 있는 1인과 보조 인력1인		



<표 3-89> 10.1.2 Φ4 와이어 장력 조정

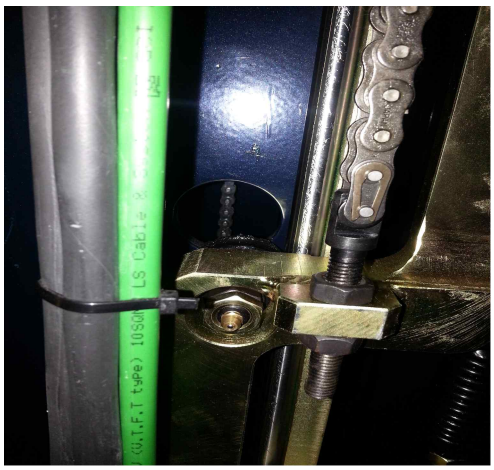
순번	작업 순서	사용 공구	비고
1	Main Slave Post 전면 후면 부의 커버를 개방 한다.	커버 열쇠	
2	장력 조정 블록의 볼트를 공구를 이용하여 조인다. 이때 장력 조정 블록이 편차가지지 않도록 상하부 볼트를 번갈아 가며 조아 준다.	13mm 롱 복스	
3	Main Master Post 포스트의 스프링을 확인 하여 적정 텐션을 확인한다.	없음	
작업 인원	작업 인원은 RPSD와이어 장력 조정 경력이 있는 1인과 보조 인력1인		



(나) Moving wire block roller 교체

○ RPSD 운영 중 roller마모 및 베어링 손상시 roller를 교체 하여야 한다. RPSD의 동작중 이음 발생은 roller 및 베어링 구름에서 발생하는 경우가 많으므로 이음과 동작 이상시 1차로 점검을 요하는 부분이다.

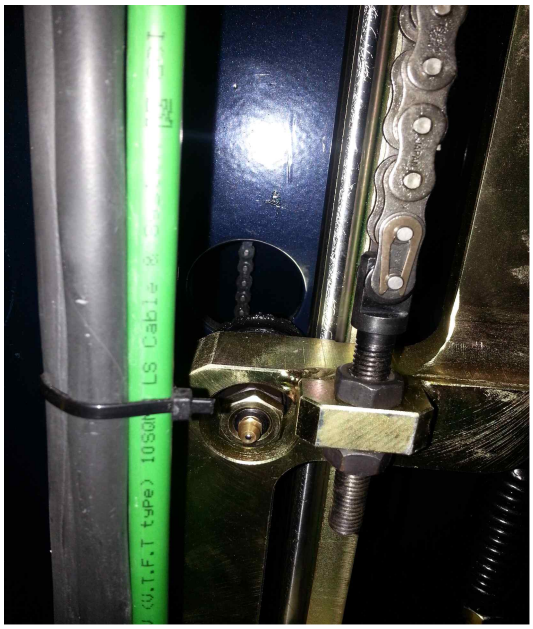
순번	작업 순서	사용 공구	비고
1	Main Post 전면 후면 부의 커버를 개방 한다.	커버 열쇠	
2	와이어 장력 조정 정비 매뉴얼을 참조하여 와이어 장력(Φ4,Φ8)을 최대로 풀어 준다.	13mm 롱 복스	
3	Moving wire block roller를 roller정비홀에 위치 시킨다.	없음	
4	활차 롤러 후면의 볼트를 제거한다. 볼트 제거시 활차가 와이어 텐션에 의해 쏠림현생이 발생 할 수 있으므로 활차를 정비 홀에 로프를 이용하여 고정 하여야한다.	19mm복스, 스패너,Φ5이상 로프	
5	볼트 제거 후 샤프트를 제거 한다. 샤프트 제거시 구리스 주입구를 훼손 하지 않도록 주의 하여야한다.	고무 망치. 샤프트 제거용 봉	
6	기존 roller를 준비된 roller로 교체하고 교체작업 역순으로 조립한다 .	13mm 롱 복스,19mm복스, 스패너, Φ5이상 로프,고무 망치. 샤프트 제거용 봉	
작업 인원	작업 인원은 RPSD 정비 경력이 있는 1인과 보조 인력2인		



(다) Roller 구리스 주입

○ Moving wire block의 원활한 동작을 위해 월간 구리스 주입을 하여야 한다. 롤러는 구조 부분에서 동작을 수행하는 부품이므로 정기적인 관리가 필요하다.

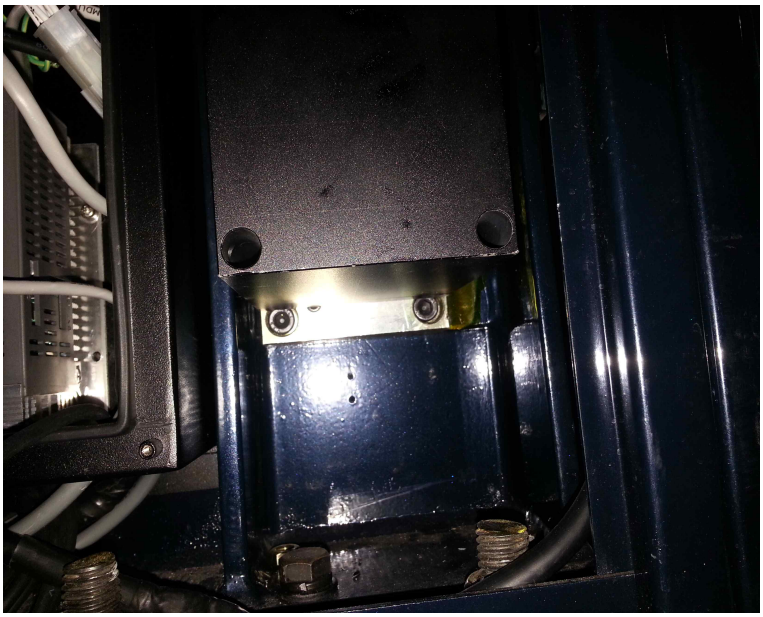
순번	작업 순서	사용 공구	
1	Main Post 전면 후면 부의 커버를 개방 한다.	커버 열쇠	
2	활차 롤러 부분의 구리스 주입구에 구리스 주입기를 이용하여 구리스를 삽입한다.	구리스 주입기	
작업 인원	구리스 주입 경험이 있는 1인		



(라) 모터 감속기 교체

○ 모터 감속기 교체는 작업 시간이 길며 교체시는 RPSD의 운용상 곤란한 상황 이므로 전문적으로 교체할 수 있는 경험과 기술이 있는 인원이 신속히 교체 하는 것이 바람직하다.

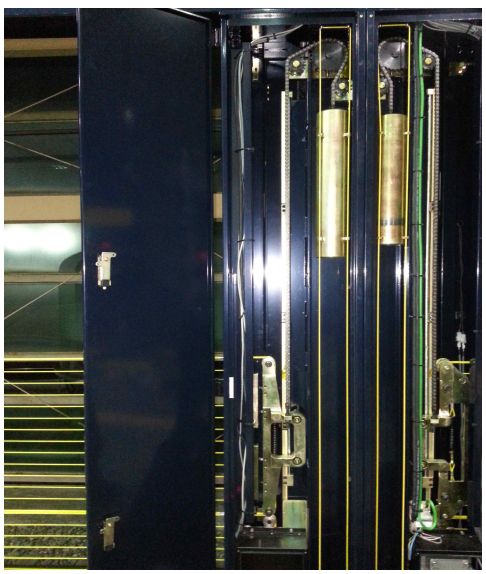
순번	작업 순서	사용 공구	
1	Main Post 전면부의 커버를 개방 한다.	커버 열쇠	
2	육각 렌치를 이용하여 감속기 체별 볼트 4개를 제거 한다.	육각 5mm렌치	
3	감속기 하단부의 베어링 하우징 부의 육각 볼트를 감속기를 밀어 낼수 있도록 서서히 풀어준다.	육각 6mm렌치	
4	감속기가 볼트에 의해 밀려서 빠져 나오면 감속기를 상하로 움직이며 분리 한다.	없음	
5	상하로 움직여 분리 되지 않을때는 감속기와 베어링 하우징 사이에 L형 렌치를 삽입하여 누르면서 제거한다.	5mm이상의L형 렌치	
작업 인원	RPSD 모터 감속기 분리 경험이 있는 1인		



(마) 레일 교체

○ RPSD운영 중 Moving Wire Block Roller와 Rail 사이에 이물질이 끼인 상태에서 운영될 경우 표면에 덴트, 찍힘 등이 발생하여 이음이 발생할 수 있다. 이 경우 레일의 청소만으로 이음발생 현상이 없어 질수 있으나 불가피 할시 교체 작업을 실시 하여야한다. 또한 와이어 부의 외부 충격에 의한 레일 휨발생 이탈 등이 발생하였을 경우도 Rail을 교체 하여야 한다.

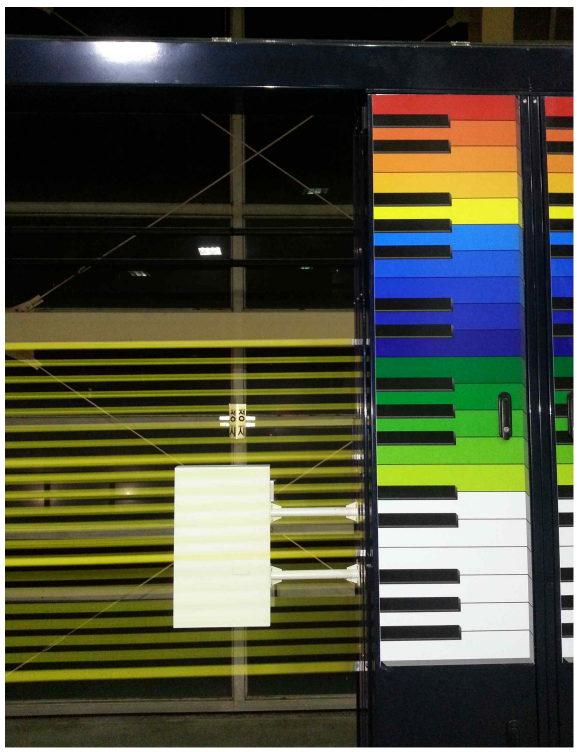
순번	작업 순서	사용 공구	
1	Main postdml 전면부 또는 후면부 커버를 개방한다.	커버 열쇠	
2	상부 레일 스톱퍼를 제거	육각 5mm렌치	
3	활차 롤러 교환 매뉴얼을 참조하여 활차 롤러를 제거 하고 활차 제거	13mm 롱 복스,19mm복스, 스패너,Φ5이상 로프,고무 망치. 샤프트 제거용 봉	
4	레일 제거 후 교체작업	없음	
5	분리 역순으로 조립 작업	5mm이상의L형 렌치	
작업 인원	RPSD 모터 감속기 분리 경험이 있는 2인 보조 2인		



(바) 실링 커버 갭 조정

○ 동작 중 와이어와 실링커버의 갭이 틀어져 마찰이 발생할 때 오이어의 손상이 발생 할수 있다. 이때 와이어와 실링커버 사이어 1mm~2mm정도의 갭 조정이 필요하다. 반대로 갭이 너무 넓을 경우 POST내부로 이물질이 들어 갈 수 있으므로 갭 조정이 필요하다.

순번	작업 순서	사용 공구	
1	포스트의 실링커버의 볼트를 갭조정이 가능하도록 풀어 준다.	+드라이버 ,전동공구	
2	와이어를 상부에 위치시에 갭을 조정한 후 상부 볼트를 완전 체결한다.	+드라이버 ,전동공구,사다리	
3	상부 갭조정 후 와이어 블록을 하부로 위치시키고 하부 갭조정을 완료 후 볼트를 완전 체결한다.	+드라이버 ,전동공구	
4	나머지 볼트를 완전 체결한다.	+드라이버 ,전동공구	
작업 인원	RPSD 경험이 있는 1인 보조 1인		



(사) 구동부 Chain tension 조정

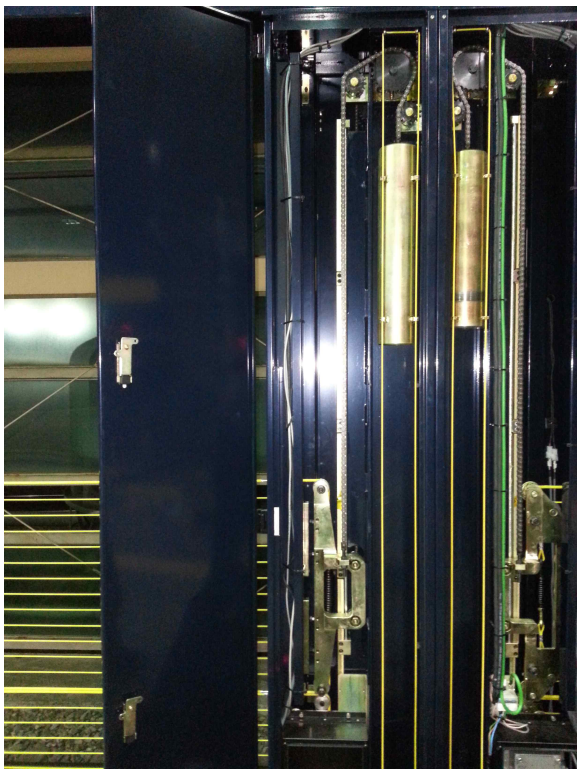
○ Main post 후면의 구동부 Chain tension이 운영기간이 길어 질수록 늘어 나는 경우가 발생한다. 이때 체인의 tension을 조정해 주어야 한다.

순번	작업 순서	사용 공구	
1	Main post 후면부 커버를 개방 한다.	커버 열쇠	
2	활차부 체인 연결 Tension조정 볼트의 셋트 볼트를 풀고 Tension을 조정한다.	17mm스패너 2p	
3	적정 Tension량을 확인 후 개방된 커버를 닫는다.	커버 열쇠	
작업 인원	RPSD 경험이 있는 1인 보조 1인		

(아) 차단 높이 조정

○ 차단 높이는 심한 와이어 블록 헌팅 시, 상부 와이어 무리한 개방 시 웨이트와 활차가 연결된 Chain이 피치를 넘어 높이가 변하는 현상이 발생 할 수 있다. 이때 도어 열림 높이가 변하고, 동작상 문제가 발생 할 수 있으므로 차단 높이 조정을 하여야 한다.

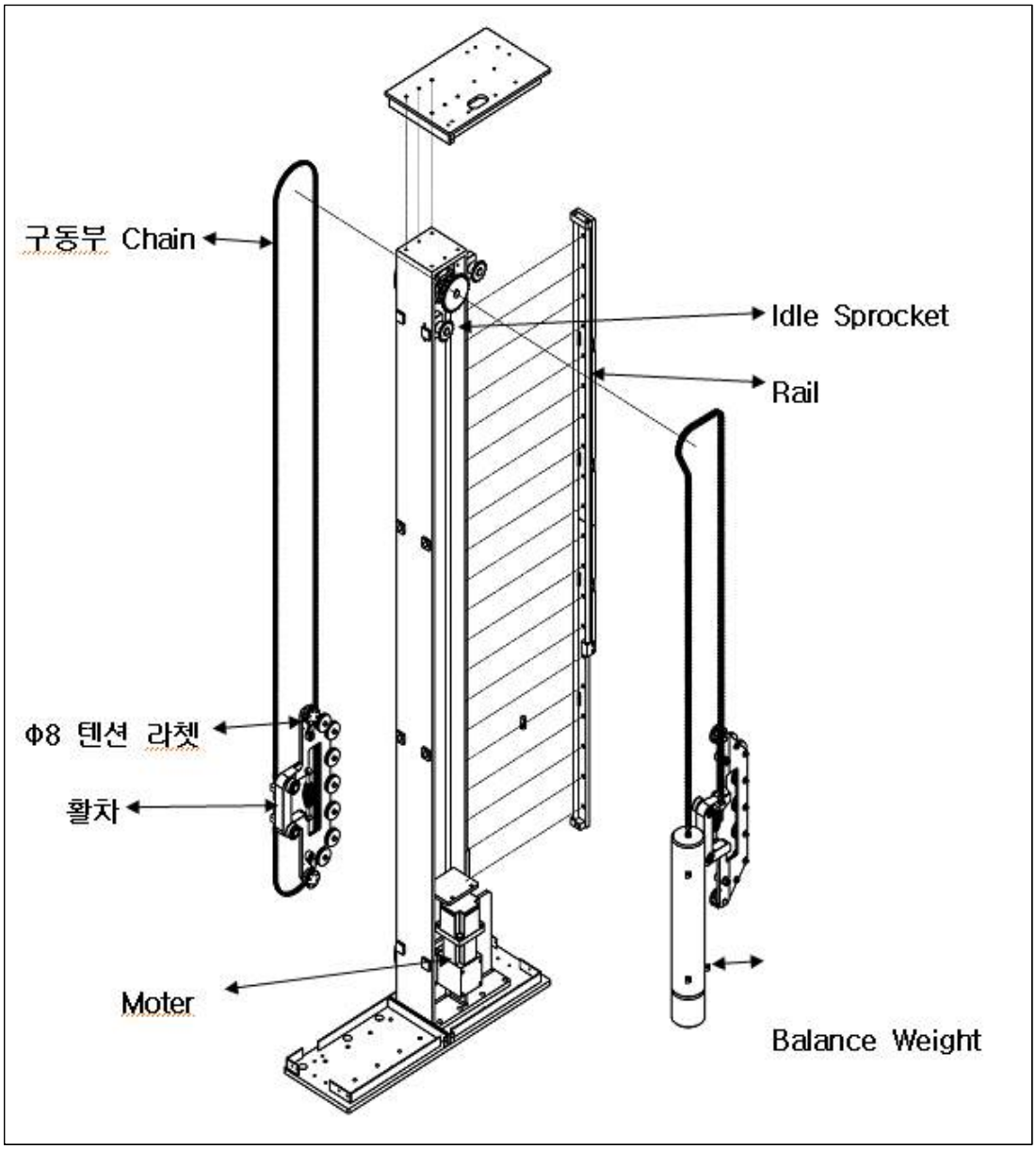
순번	작업 순서	사용 공구	
1	Main post의 전면부 커버를 개방한다.	커버 열쇠	
2	활차를 상부 500mm지점까지 상승 시킨다.	없음	
3	활차가 상승 될 때 Balance Weight가 하강 하게 되는데 500mm 정도의 각목을 모터 보호 판에 올려 놓고 Balance weight를 받혀 준다.	500mm길이 각목	
4	활차를 와이어 진행 방향에서 1인이 500mm를 상승시켜 Chain의 Tension을 줄이고 1인이 Chain 코를 앞쪽 또는 뒤쪽으로 넘긴다.	없음	
5	조정 후 활차를 동작시 상승 높이 까지 상승 시킨 후 두 활차의 높이가 일치 되는지를 확인 한다.	없음	
작업 인원	RPSD 경험이 있는 1인 보조 2인		



(자) 구조체 CHECK LIST

CHECK LIST		점검 동작 횟수 또는 주기(최소한)					비고
		날자 20 . . . 점검자 (인)					
		양호	이상	조정	교환	조치 내용	
1	모터 감속기						
2	체인텐션						
3	스프라켓						
4	모터 하우징 베어링						
5	아이들 스프라켓						
6	활차 베어링						
7	더블쉬브 체인						
8	와이어 텐션						
9	구리스 주입 상태						
10	볼트 풀림 상태						
11	와이어 스프링(스프링 항복)						
12	동작 이음						
13	동작 상태						
14	외형 상태						
15	웨이트 및 웨이트 레일						
16	발란스포스트 밸트						

(차) 부품 위치도


구동부 Chain
Idle Sprocket
Rail
Φ8 텐션 라쳇
활차
Moter
Balance Weight

(카) 약어

○ 본 문서에서 사용되는 약어는 다음과 같다.

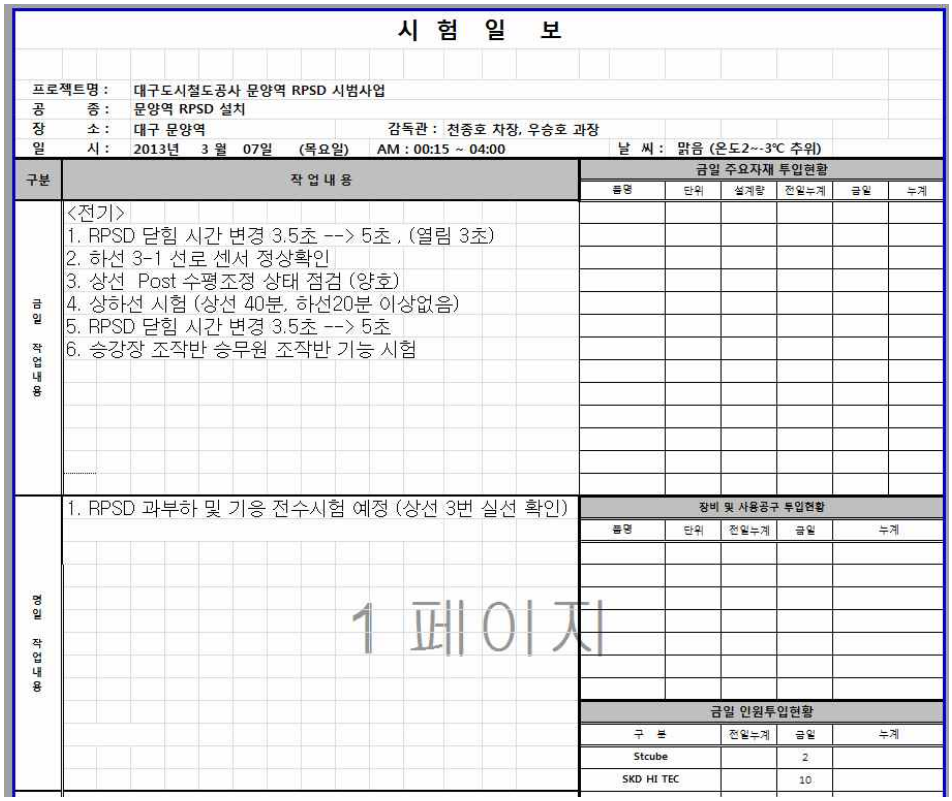
DCU	(Door Control Unit)	: 개별제어반
MDU	(Motor Driver Unit)	: 모터구동 장치
RPSD	(Rope platform Screen Doors)	: 로프 승강장 스크린도어
PSL	(Platform Screen Doors Local Control)	: 승강장 제어반
UPS	(Uninterruptible Power Supply)	: 무정전 전원 공급장치
TIP	(Train Information Panel)	: 전동차 정보 판넬
VFD	(Vacuum Flourescent Display)	: 진공 형광표시 소자
LED	(Light Emitting Diode)	: 발광 다이오드
SDO	(Signal Digital Output)	: 디지털 입력신호
SDI	(Signal Digital Input)	: 디지털 출력신호

4. 신뢰성 평가

(1) 시운전 테스트 결과

○ 운영 자료 구축은 시운전 테스트부터 추적되며, 시운전 완료 후 시범운영 시 부터의 구축된 자료를 이용하여 신뢰성 평가

- 시운전 야간 테스트 : 2013년 2월 25일 ~ 2월 28일
  - 야간(00:30 ~ 04:30) 임시열차 1개 편성 투입 시험
  - 영업운행과 동일 조건에서 시스템 점검 및 기능 시험
- 시운전 주간 테스트 : 2013년 3월 1일 ~ 3월 8일
  - 주간(10:00 ~ 12:00) 실제 운영 시간에 시험
  - 전동차 운영 시격에 맞춰 전동차의 정차 및 출발에 따라 시운전 시험
  - 각 구조물의 설비 상태, 기능 및 성능 상태 등을 실제 승객이 이용 시 시험
- 시운전 테스트 결과 구조물, 인터페이스 등의 장비 구동 시 모두 양호 상태 결과가 산출되었으며, 테스트 결과는 <표 3-90>와 같다.



시 험 일 보

프로젝트명 : 대구도시철도공사 문양역 RPSD 시범사업
공 종 : 문양역 RPSD 설치
장 소 : 대구 문양역 감독관 : 천종호 차장, 우승호 과장
일 시 : 2013년 3 월 07일 (목요일) AM : 00:15 ~ 04:00 날 씨 : 맑음 (온도2~-3℃ 주위)

구분	작 업 내 용
금일 작업내용	<전기> 1. RPSD 닫힘 시간 변경 3.5초 --> 5초 , (열림 3초) 2. 하선 3-1 선로 센서 정상확인 3. 상선 Post 수평조정 상태 점검 (양호) 4. 상하선 시험 (상선 40분, 하선20분 이상없음) 5. RPSD 닫힘 시간 변경 3.5초 --> 5초 6. 승강장 조작반 승무원 조작반 기능 시험
명일 작업내용	1. RPSD 과부하 및 기능 전수시험 예정 (상선 3번 실선 확인)

금일 주요자재 투입현황

품명	단위	설계량	전일누계	금일	누계

장비 및 사용공구 투입현황

품명	단위	전일누계	금일	누계

금일 인원투입현황

구 분	전일누계	금일	누계
Stcube		2	
SKD HI TEC		10	

1 페이지

<그림 3-142> 시운전 시험 일보

<표 3-90> 시운전 테스트 결과

구 분	점검사항	점검결과	비 고
구조물 및 설비	• 로프 등 구조체 설치상태	양호	
	• 각종 센서 및 조작반 설치상태	양호	
	• 접지, 소음 및 도장상태	양호	
기능 및 성능	• 로프의 개폐(동작)상태	양호	
	• 각종 센서 작동상태	양호	
	• 각종 조작반 작동상태	양호	
	• UPS 절체 및 용량	양호	
연동시험	• 장애물 검지시 로프 재개폐상태 (로프 수평상태 유지)	양호	로프 좌우끝단에 장애검지(부하제공)시 수평제어 시간 지연(10초 이내)
	• 램프 점소등, 안내방송 상태	양호	
	• 열차정차·출발시 도어 개폐상태	양호	
	• 열차 무정차 통과시험	양호	10~35㎞/h까지 5㎞/h마다
	• 장애센서 작동시 도어 10회 반복 재개폐	양호	
	• 도어 과부하 및 장애발생시 자동리셋(열림상태) 기능	양호	

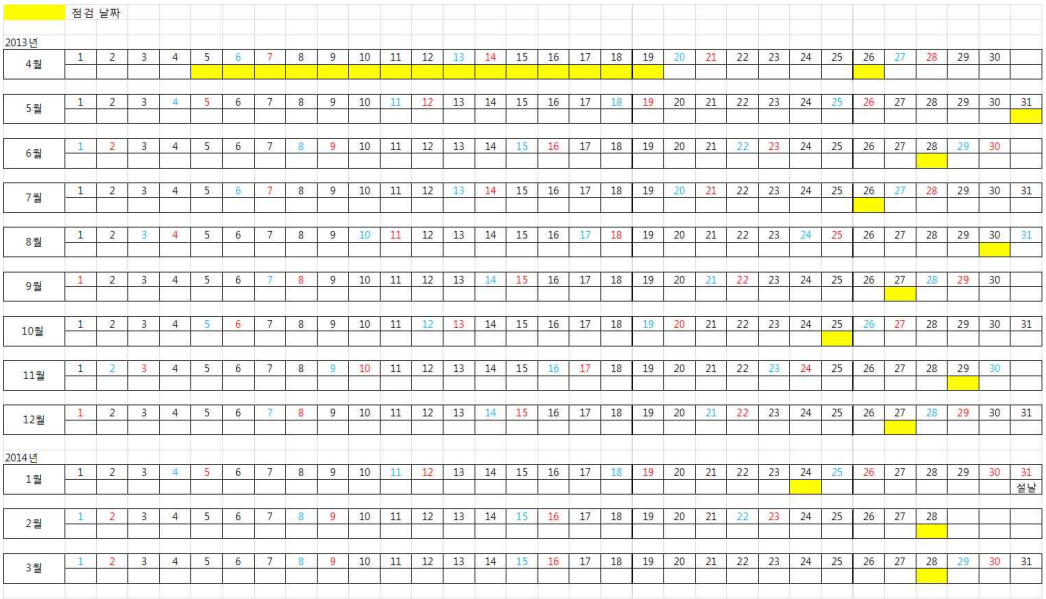
(2) 시범운영 테스트

(가) 시범운영 점검 일정

○ 점검기간 : 2013년 04월 1일 ~ 2014년 3월 31일

- 2013년 4월까지는 매주 금요일 야간점검 실시, 2015년 5월 이후부터 2014년 3월까지는 매월 마지막 주에 점검 실시<그림 3-143> 참조

○ 점검시간 : 00:30 ~ 04:30



<그림 3-143> 문양역 RPSD 점검 일정

(나) 문양역 RPSD 점검 사항

○ 인터페이스 점검 목록

NO	목록		RPSD 포스트 NO					
			1	2	3	4	5	6
1	센서	정위치						
		장애물(SET)						
		홀						
2	통신	Main/Sub						
		TIP						
		DCU						
		MDU						
		승무원 조작반						
3	실선	TIP						
		DCU						
		MDU						
		승무원 조작반						
4	램프스피커	Main/Sub						
		램프						
		스피커						

○ 구조체 점검 목록

CHECK LIST		점검 동작 횟수 또는 주기(최소한)					비고
		날자 20 . . . 점검자 (인)					
		양호	이상	조정	교환	조치 내용	
1	모터 감속기						
2	체인텐션						
3	스프라켓						
4	모터 하우징 베어링						
5	아이들 스프라켓						
6	활차 베어링						
7	더블쉬브 체인						
8	와이어 텐션						
9	구리스 주입 상태						
10	볼트 풀림 상태						
11	와이어 스프링(스프링 항복)						
12	동작 이음						
13	동작 상태						
14	외형 상태						
15	웨이트 및 웨이트 레일						
16	발란스포스트 밸트						

주: 운영일지 부록 참조

(다) 장애발생 및 조치사항

연번	월일	시각	상선/하선	고장내용	조치사항	장애발생원인	재발방지대책
1	4/5	6:10	상선	전체 열리지 않음	TIP 테스트 모드 해제	TIP 테스트 모드로 설정	전동차 기동전 확인
2	4/5	6:20	상선	1번 늦게 닫힘	전동차 출발후 자동 닫힘	기관사 조작반 수동조작 버튼으로 인한 장애물 센서 검지	기관사 전파 교육
3	4/5	13:00	하선	4번 RPSD 열림 상태	승강장 조작반 닫힘동작	승객이 기대여 장애물 센서 검지	육안식별 강화
4	4/5	13:07	상선	4번 RPSD 경고방송 반복	4번 전원 차단기 ON/OFF	장애물 센서 오동작	센서 점검
5	4/5	13:25	상선	4번 RPSD 닫힘 동작안됨	4번 전원 차단기 ON/OFF	장애물 센서 오동작	센서 점검
6	4/5	14:35	하선	1번 늦게 닫힘	전동차 출발후 자동 닫힘	기관사 조작반 닫힘 버튼으로 인한 장애물 센서 시간초과	기관사 전파 교육
7	4/6	9:50	상선	4번 장애물센서 감지 후 수평 조정	전동차 출발후 자동 닫힘	승객이 장애물센서에 감지	구조체 점검요청
8	4/6	10:28	상선	4번 장애물센서 감지 후 수평 조정	전동차 출발후 자동 닫힘	승객의 우산이 장애물센서에 반복적으로 감지	구조체 점검요청
9	4/6	11:05	하선	1번 늦게 닫힘	전동차 출발후 자동 닫힘	기관사 조작반 수동조작 버튼으로 인한 장애물 센서 검지	기관사 전파 교육
10	4/6	12:21	하선	1번 늦게 닫힘	전동차 출발후 자동 닫힘	기관사 조작반 수동조작 버튼으로 인한 장애물 센서 검지	기관사 전파 교육
11	4/7	6:10	하선	1번 늦게 닫힘	전동차 출발후 자동 닫힘	기관사 조작반 수동조작 버튼으로 인한 장애물 센서 검지	기관사 전파 교육
12	4/7	9:48	하선	1번 늦게 닫힘	전동차 출발후 자동 닫힘	기관사 조작반 수동조작 버튼으로 인한 장애물 센서 검지	기관사 전파 교육
13	4/8	6:10	상선	1번, 4번 열림 중 수평 후 열림	자동복귀 (승강장 조작반 열림/닫힘 수동조작)	-	구조체 점검요청
14	4/8	6:34	하선	1번 늦게 닫힘	전동차 출발후 자동 닫힘	기관사 조작반 수동조작 버튼으로 인한 장애물 센서 검지	기관사 전파 교육
15	4/8	6:38	하선	전체 열리지 않음	승무원 조작반 수동열림 조작	열차 정위치 초과 정차	기관사 전파 교육
16	4/8	7:10	상선	4번 열림 중 수평 후 열림	자동복귀(승강장 조작반으로 수동조작)	-	구조체 점검요청
17	4/8	7:56	상선	4번 열림 중 수평 후 열림	자동복귀(열차 출발후 전원 ON/OFF)	-	구조체 점검요청
18	4/8	8:04	상선	4번 열림 중 수평 후 열림	자동복귀(열차 출발후 전원 ON/OFF)	-	구조체 점검요청
19	4/8	11:34	하선	1번 RPSD 늦게 닫힘	전동차 출발후 자동 닫힘	기관사 조작반 수동조작 버튼으로 인한 장애물 센서 검지	기관사 전파 교육
20	4/10	7:30	상선	1번 RPSD 늦게 열림	2~6번 열림완료시 열림 동작	수평동작 후 열림	육안식별 강화

※4월11일부터 ~ 4월19일까지 장애가 발생하지 않음

제4절 시제품의 기능향상 방안

1. 기능향상 방안

가. 와이어 절단 대응방안

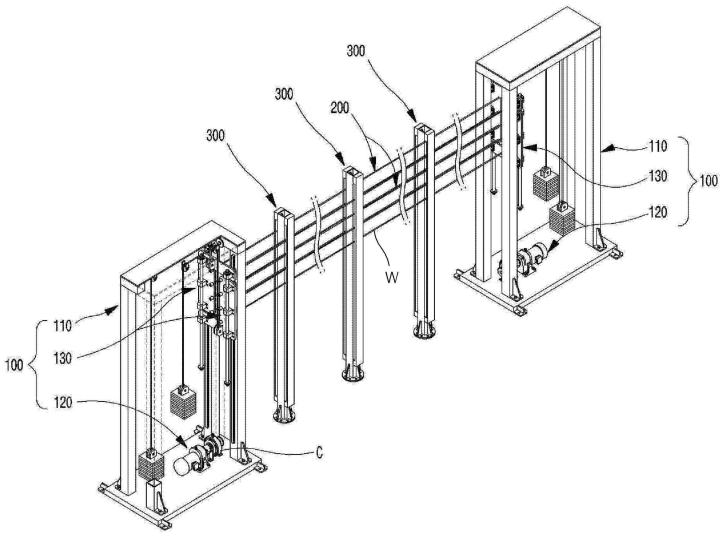
(1) 기존 와이어로프 연결 구조 및 문제점

(가) 기존 와이어로프 연결 구조

○ RPSD는 로프형 승강장 안전장치로 로프 승/하강수단, 로프, 로프 처짐 방지수단을 포함하여 구성하고 있다.

○ <그림 3-144>에서 보는바와 같이 한 쌍의 이동플레이트들은 다른 로프 승/하강수단(100)의 이동체(130)의 한 쌍의 이동플레이트들과 각각 로프(200)에 의해 연결되며, 로프(200)가 플랫폼의 입출구를 차단하므로 승객은 안전하게 플랫폼에서 대기할 수 있게 된다. 여기서 로프(200)는 이동체(130)들의 각 이동플레이트들을 다수개의 와이어(W)가 개별적으로 연결한 상태로 설치된다. 즉, 각 와이어들(W)의 일단과 타단은 서로 마주보는 로프 승/하강수단(100)들의 이동체(130)의 각 이동플레이트에 각각 연결되는 구조를 갖는다.

○ 로프 처짐 방지수단(300)은 로프 승/하강수단(100)의 중간에 여러 개가 설치되는 지주 역할을 겸하며, 로프(200)의 처짐을 방지하며 로프(200)의 상하 이동을 원활하게 하는 역할을 한다.



<그림 3-144> 와이어 로프 연결 구조

(나) 발생될 수 있는 문제

○ 비틀림 현상 및 편하중 마모 발생

- "전동차 플랫폼 안전장치"는 로프(200)가 설치된 이동체(130)들의 각 이동플레이트들의 승하강시 중심위치가 서로 달라 부하가 한 쪽 방향으로 집중되면서 비틀림 현상 및 편하중으로 인한 마모가 발생 우려

○ 와이어 로프로 인한 승객 상해 발생 문제

- 이동체(130)의 하나의 이동플레이트가 상승하면서 다른 이동플레이트에 중첩되도록 동작할 때, 두 이동플레이트들에 연결된 로프(200)들의 사이로 승객이 접근하면서 팔이나 손이 끼일 경우 발생하는 안전사고 발생
- 두 이동플레이트들에 연결된 로프(200)들이 끊기는 경우 로프의 장력에 의해 로프가 수축하면서 절단부분이 근처의 사람에게 상해를 입힐 수 있다.

○ 두 이동플레이트들에 연결된 로프(200)들이 길게 연장되기 때문에, 로프의 미세한 상하 진동발생

(2) 와이어로프 개선 목적 및 문제점 해결방안

(가) 와이어로프 개선 목적

○ 와이어 로프 개선 사항은 위에서 서술한 문제점을 포함하여 여러 문제점들을 해결하기 위한 것으로서, 로프를 승하강시키는 로프 승하강수단의 운동을 균형적이고 안정적으로 수행하고 로프에 의한 안전사고에 보다 적극적으로 대응할 수 있는 전동차 플랫폼 안전장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

(나) 와이어로프 문제점 해결 방안

○ 와이어로프 설치방법

- 한 쌍의 로프 승하강수단을 직립 설치하는 단계로서, 위의 각각의 로프 승하강수단은 각각 다수의 회전풀리를 구비하는 제1블록 및 제2블록을 포함하는, 직립설치단계를 포함한다.
- 한 쌍의 위의 제1블록들 사이와 한 쌍의 위의 제2블록들 사이에서, 위의 회전풀리를 수평방향으로 번갈아가면서 감기도록 와이어로프를 순환하여 설치하는 단계를 포함한다.
- 위의 와이어로프의 각각의 세그먼트에 스토퍼를 설치하는 단계를 포함한다. 이때, 위의 제1블록 및 위의 제2블록은 위의 로프 승하강수단에 의해 서로 겹쳐지면서 상

승하도록 되어 있고, 위의 각각의 로프 승하강수단에는 위의 와이어로프를 관통시키기 위한 다수의 홀이 구비되어 있고, 위의 스토퍼의 형상은 위의 스토퍼가 위의 홀을 통과하지 못하도록 되어 있다.

○ 다른 관점에 따른 전동차 플랫폼 안전장치는, 플랫폼에 상호 이격되도록 직립 설치된 한 쌍의 로프 승하강수단으로서, 위의 각각의 로프 승하강수단은 각각 다수의 회전풀리를 구비하는 제1블록 및 제2블록을 포함하는, 한 쌍의 로프를 설치한다.

○ 또한 한 쌍의 위의 제1블록들 사이와 한 쌍의 위의 제2블록들 사이에서, 위의 회전풀리를 수평방향으로 번갈아가면서 감기도록 순환하는 방식으로 와이어 로프를 설치한다.

○ 위의 와이어로프의 각각의 세그먼트에 설치된 스토퍼를 포함한다. 이때, 위의 제1블록 및 위의 제2블록은 위의 로프 승하강수단에 의해 서로 겹쳐지면서 상승하도록 되어 있고, 위의 각각의 로프 승하강수단에는 위의 와이어로프를 관통시키기 위한 다수의 홀이 구비되어 있고, 위의 스토퍼의 형상은 위의 스토퍼가 위의 홀을 통과하지 못하도록 되어 있다.

○ 위의 전동차 플랫폼 안전장치는, 다수개의 관통 홀이 형성되어 있는 벌어짐 방지수단으로서, 위의 와이어로프가 위의 다수개의 관통 홀을 통과하여 위의 벌어짐 방지수단과 결합되어 있는, 벌어짐 방지수단을 더 포함한다. 이때, 위의 와이어로프의 일부분이 위의 벌어짐 방지수단에 고정될 수 있도록, 위의 다수개의 관통 홀 중 하나 이상의 직경은 위의 와이어로프의 직경보다 작거나 같도록 되어 있을 수 있다. 그리고 위의 다수개의 관통 홀 중 나머지 다른 하나 이상의 직경은 위의 와이어로프의 직경보다 크도록 되어 있을 수 있다.

(3) 와이어로프 개선 효과

○ 상기한 바와 같이 이루어진 본 발명의 일 실시예에 따르면, 로프를 승하강시키는 로프 승하강수단의 운동을 균형적이고 안정적으로 수행하고 로프에 의한 안전사고에 보다 적극적으로 대응할 수 있는 전동차 플랫폼 안전장치를 구현할 수 있다.

나. 기계적 안전장치

(1). 문양역 상하선 각각 40m 안전문 설치

(가) 설치 개요

○ 대구 도시철도 2호선 문양역의 열차 비가동 구간 상하행 40M구간에 RPSD를 설치한다. 비가동 구간을 RPSD로 차단함으로서 승객과 열차를 분리하여 승객의 안전을 도모하고, 역사의 미관을 좋게 하기 위함이다.

(2) 설치 배경

○ 대구 도시 철도 2호선 문양역은 역사 플랫폼이 10량기준을로 설계되었다. 실제 대구 도시철도에서 운영 중인 열차는 6량이 운영되어 있어 RPSD 실시 설계 시 상하행 120m가 설계되어 비가동 구간의 경우 고정형 팬스 설치가 계획되었다. 설치 후 비가동 구간의 미관상 통일성이 부족하고, 승객의 안전상 문제가 발생할 여지가 있어 비가동 구간에 RPSD 80M를 설치하여 운영하기로 하였다.

○ 단, 비가동 구간의 경우 열차의 운행이 없고, 승객의 안전상의 문제 및 미관문제 이므로 실제 동작하는 것이 아니라, 차단용으로 구동부 없이 설치하기로 하였다.

(라) 설치 사양

○ 설치는 문양역 시범 설치 시 사용된 시방서에 준하여 설치 공사를 진행하였다.

(다) 기대 효과

○ RPSD 인식 향상

- RPSD의 상하행 40m 비아동 구간 설치 시 플랫폼 차단 구조물의 통일성을 확보 할 수 있어 RPSD에 대한 이용객의 의식을 향상 시킬 수 있다.

○ 이용객의 심리적 안정성 향상

- 대구 지하철 2호선 문양역은 실제 운영 중인 열차가 6량이 운영되고 있다. 이에 상하행120m 구간만 RPSD를 설치하게 되면 비가동 구간 40m는 고정형 팬스를 설치하게 된다. 이때 상대적으로 고정형 팬스 부분의 차단 효과가 낮아 보이게 되므로 비가동 구간도 40m 구간에 RPSD를 설치하여 이용객의 심리적 안정성을 향상 시킬 수 있음

○ RPSD 홍보효과

- 현재 RPSD가 설치된 역사는 광주 녹동역을 제외하고 대구 문양역 이 유일하다. RPSD의 문양역 전 플랫폼에 설치 함으로서 RPSD에 관심을 가지고 있는 기관, 좀 더 완성된 설치 모습을 보여줄 수 있어 상당한 홍보 효과가 있을 것으로 판단됨

○ RPSD 40M분할 타입 TEST 효과

- 문양역은 20M분할 타입으로 제작되어 운영 중이다. 추 후 일본, 국내 KTX의 경우 40M분할 타입으로 요구 하는 경우가 많다. 이에 비가동 구간에 40M 분할 타입으로 설치 함으로서 설치 노하우와 40M분할 타입의 활용방법 구동 방법 연구에 도움이 된다.

(2) 구조체 경량화 및 구조개선

(가) 안전문 설치 목적

○ 대구 도시 철도 2호선 문양역은 역사 플레폼이 견고하여 RPSD설치를 하기 위해 최소한의 보강 공사만 시행하였다. 현재 RPSD의 중량은 MAIN POST기준 300Kg 더블포스트 구간의 경우 600Kg 의 고중량이다. 한국의 경우 대부분의역사 플레폼이 견고하나 일본등 외국의 경우는 노후된 플레폼이 많다. RPSD의 특성상 플레폼 끝단에 설치 되므로 노후된 플레폼에는 대대적인 보강공사를 진행하여야 한다. 이에 RPSD를 경량화 함으로서 보강공사 비용을 최소화 하기 위함이다.

○ 또한 대구 도시철도 2호선 문양역에 설치된 RPSD를 경량화 하여 노후된 플레폼에 최소 보강 작업으로 설치가 가능하게 하기 위함이다.

(나) 기대 효과

○ RPSD 설치 비용절감

- 문양역에 설치된 RPSD는 고중량 구조물이기 때문에 인력으로 설치가 불가능하다. 문양역 설치의 경우에도 모터카를 이용하여 시공하였다. 종점역이 문양역의 경우 모터카의 접근이 용의 하고, 상부 지적물이 적어 모터카 시공이 가능하였으나 모터카 접근이 어려운 역사는 설치가 매우 어려운 상황이다. 경량화를 통하여 인력 설치가 가능할 경우 설치 공정을 단축시키고 설치 비용 절감을 할 수 있다.

○ 플레폼 보강 비용 절감

- 대구 지하철 2호선 문양역은 실제 플레폼이 견고 하여 최소한의 보강 공사만 진행하였으나, 현재 일본의 경우 노후화된 역사가 대부분이다. 일본의 야마노테선의 PSD설치 공사시 프레폼 보강 공사비용이 한화 20억원 규모의 플레폼 보강 공사를 진행하였다. 경량화를 통하여 베이스 보강 공사를 최소화 하여 RPSD의 장점을 부각 시킬 수 있다.

(다) 개선 내용

○ 대구 도시 철도 2호선 문양역은 역사 플레폼이 견고하여 RPSD설치를 하기 위해 최소한의 보강 공사만 시행하였다. 현재 RPSD의 중량은 MAIN POST기준 300Kg 더블포스트 구간의 경우 600Kg 의 고중량이다. 한국의 경우 대부분의역사 플레폼이 견고하나 일본등 외국의 경우는 노후된 플레폼이 많다. RPSD의 특성상 플레폼 끝단에 설치 되므로 노후된 플레폼에는 대대적인 보강공사를 진행하여야 한다. 이에 RPSD를 경량화 함으로서 보강공사 비용을 최소화 하기 위해 포스트 도섹 및 커버방식을 구조개선하여 경량화 하였다. 또한 대구 도시철도 2호선 문양역에 설치된 RPSD를 경량화 하여 노후된 플레폼에 최소 보강 작업으로 설치가 가능하게 하기 위함이다.

○ 또한 문양역 설치 이후 <표 3-91>와 같이 구조개선 되었으며 구체적인 내용은 다음과 같다.

<표 3-91> 구조개선 사항

품목	문양역 시범설치	츠키미노역 시범설치 (제작 완료)
웨이트 레일	와이어 로프레일	LM가이드 레일
실링	튜브방식 일부 실링	PET방식 완전실링
차단높이	1900mm	2050mm
포스트 사이즈	430*274*2500	430*264*2700
도색	청색계열	아이보리 화이트
와이어 키퍼	우레탄 테이프방식	PE알미늄 방식
와이어 체결	피복위 슬리브압착	피복제거클립체결
커버 방식	전면 커버방식	분할 분리 방식
스프링 스톱퍼	없음	설치(활차)

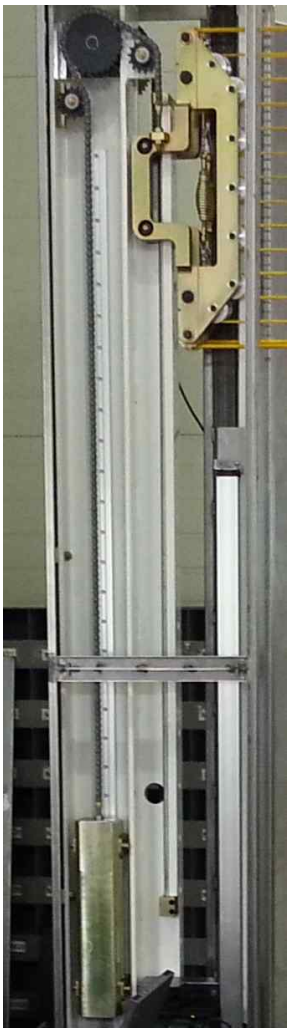
○ 웨이트 레일 개선

① 현황

- 웨이트 레일은 와이어 RPSD도어가 열림 또는 닫힘시 활차의 무게를 보상하여 모터 부하를 줄이기 위해 설치된 웨이트가 커버 또는 프레임과 충돌하지 않도록 가이드 역할을 하는 레일을 말한다. 기존 문양역 웨이트레일은 와이어로프를 이용하여 가이드를 하였으나 , 와이어 피복이 벗겨지는 현상과 구동 마찰력이 많이 발생하였다.

② 개선 사항

- 기존 웨이트레일을 LM 가이드로 변경하여 기존 구동 마찰력 대비 현격한 기능 상승 뿐만 아니라 가이드 기능도 상승되었다. 구동시 발생하던 피복 가루가 발생하지 않으며, 설치 또한 기존의 와이어 레일 일 때는 RPSD가 설치 완료된 후 작업을 하였으나, 이번 변경 후 제작시 조립이 설치를 하여 출하가 가능함으로 설치 공사기간을 단축 할 수 있다.

	
<변경 전>	<변경 후>

<그림 3-145> 웨이트레일 개선 사진

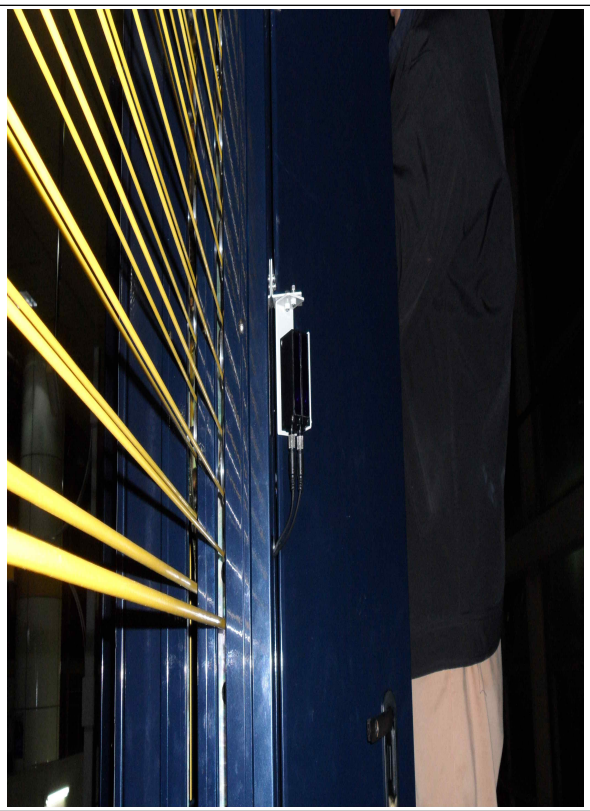
○ POST SEALING 개선사항

① 일반 사항

- POST SEALING은 기존 호스 타입에서 PET수지(0.07t)를 이용한 SEALING으로 변경되었다. 기존에는 와이어 마모 구동력 문제로 인해 SEALING호스를 10mm가량 갭을 두고 설치되었다. 이로 인해 SEALING호스 갭 사이로 빗물들이 스며들 여지가 있었다.

② 개선 사항

- 기존 SEALING호스를 PET수지(0.07t)로 교체함으로서 완전 실링이 가능하게 됐다. 기존 와이어를 보호하기 위한 와이어 보호 캡을 또한 PET수지로 변경함으로 구동 마찰력을 줄이면서 마찰 면이 줄어들고 소재 변경에 따른 마찰계수 또한 줄어들어 직접 접촉을 통한 완전 실링을 구연 하였다.



Sealing 변경 호스→ PET 수지

<그림 3-146> Sealing 개선 사진

○ 차단 높이

① 일반 사항

- 기존 문양역에 설치된 RPSD의 열림 높이는 1900mm이었으나 시각적으로 열차 안에서 하차시 보이는 와이어 높이가 열차 문보다 낮아 보이는 현상이 발생 승객이 하차시에 다소 불편한 모습이 발생 하였다.

② 개선 사항

- 와이어 열림 높이를 2050mm으로 변경함으로서 하차시 와이어가 열차 문보다 낮아 보이는 현상을 현격히 줄일 수 있었음. 현재의 차단 높이로 설정시 열차 안쪽에서 와이어로프가 시각적으로 보이지 않지 때문에 승객의 거부 반응이 적을 것으로 판단된다.

<그림 3-147> 차단 높이 변경 사진(1950mm ▸ 2050mm)

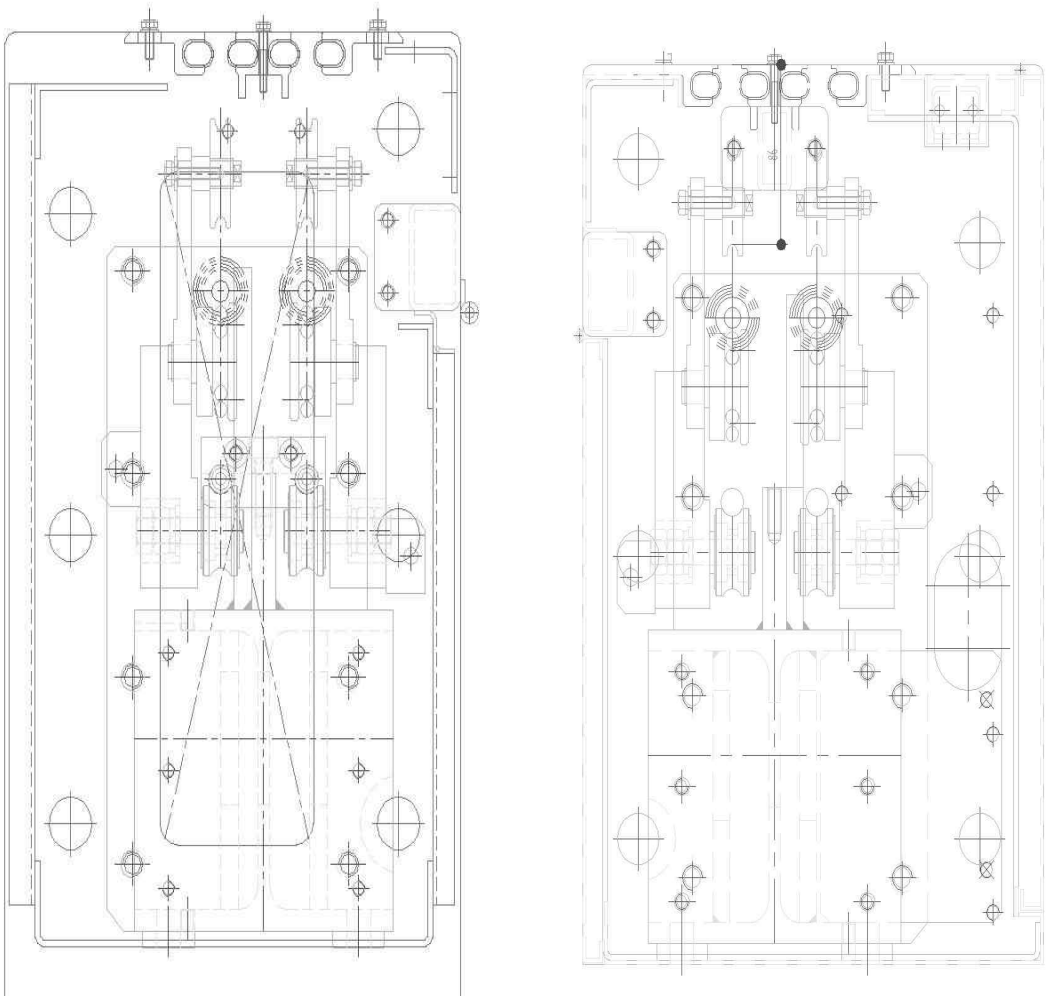
○ POST 사이즈 축소

① 일반 사항

- 문양역에 설치된 포스트 사이즈는 430*274로 설계 되었으나 이번에 개량된 RPSD의 경우 430*264로 변경 되었다.

② 변경 사항

- RPSD의 특성상 포스트내부는 제어반 기타 구동 장치를 모두 포함 하고 있어 사이즈를 줄이는 것이 상당히 어려운 변경 사항에 해당한다. 또한 RPSD는 포스트 사이즈가 줄어 들 수 록 열차 출입문과의 간섭을 피할 수 있어 설치에 유리하다.



<그림 3-148> 베이스 개선 전후

○ 와이어 키퍼 개선

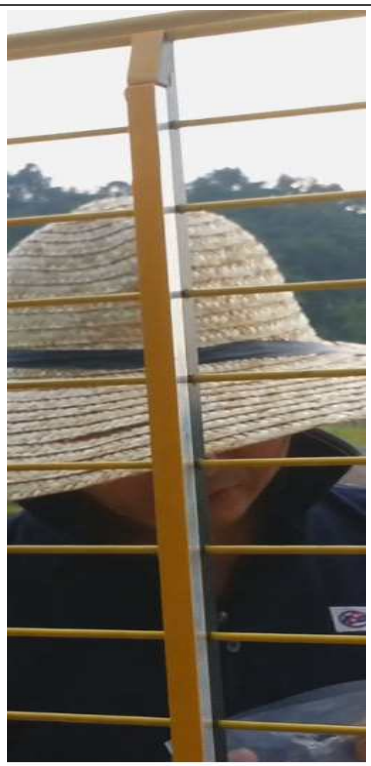
① 일반 사항

- 와이어키퍼는 여러 줄로 조합된RPSD에서 와이어에 하중이 가해 졌을 때 여러 가닥의 와이어를 한 번에 연결하여 와이어가 플랫폼 끝단을 벗어나지 못하도록 하는 장치이다. 와이어 키퍼는 승객의 안전과 직결되고 직접 닿는 부분이므로 충분한 내구성을 가지고 있어야 하며, 승객이 부상을 입을 수 있는 BURR가 없어야 한다.

② 개선 사항

- 기존의 와이어 키퍼는 테이프 방식이므로 설치가 용이 하고 충분한 하중을 가지고 있으며, BURR가 없는 구조 이다.
- 단점은, 겨울에 설치가 완료된 문양역은 처음에는 문제가 없었으나, 여름에 온도가 상승 하면서 테이프 접착부가 흘러내리는 현상이 발생하여 머리카락, 먼지 등이 와이어키퍼에 붙는 현상이 발생 하였다.
- 변경된 와이어키퍼는 PE소재의 프레임에 알루미늄을 끼워 고정하는 방식으로 기존 테이프 방식보다 내구성이 우수 하며 조립시간도 단축시킬 수 있다.

<그림 3-149> 개선된 와이어키퍼 설치사진

	
와이어키퍼 개선 전	와이어키퍼 개선 후

<그림 3-150> 와이어키퍼 개선 사진

○ 와이어 체결 방식

① 일반 사항

- 기존 와이어 체결방식은 피복위에 슬레이브를 이용하여 압착하여 체결하는 방식이었으나 이번 변경 방식은 와이어 피복을 제거하고 와이어 클립을 체결하는 방식이다.

② 개선 사항

- 승객부와 열차부를 차단하는 역할을 하는 와이어는 RPSD에서 가장 중요한 역할을 하는 부분 중 하나다. 기존의 피복위에 슬리브를 압착하여 설치하는 타입은 와이어에 하중이 가해지게 되면 와이어가 빠지는 현상이 발생한다. 이번에 변경된 체결방식은 피복을 벗겨 사용함으로 와이어가 빠질 위험이 적으며, 기존의 압착 방식 체결에서 와이어 클립으로 변경함으로써, 볼트의 토크를 이용하여 메인트란스가 가능하다.

<그림 3-151> 와이어 체결 개선 전 후

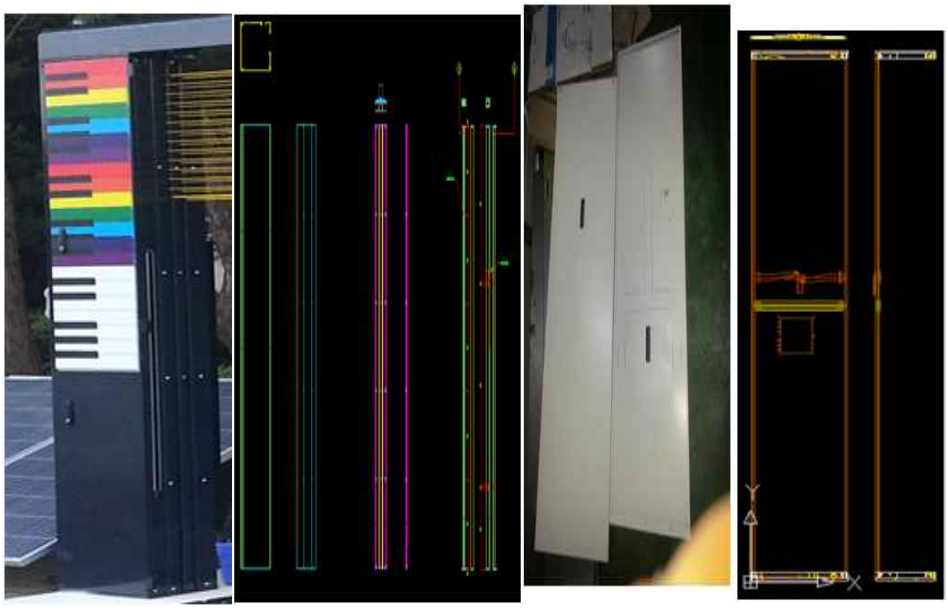
○ 커버 개선

① 일반 사항

- 커버는 메인트란스작업과 RPSD 외관 디자인을 위해 필요한 부분이다. 문양역에 설치된 커버는 2.5m전체가 도어로 되어 있다.

② 개선 사항

- 기존의 커버는 2.5m전체를 도어로 제작하여 설치하였다. 도어 형식은 메인 트란스시 변리한 점은 있으나, 작업 중 바람에 의한 도어 닫힘으로 사고 발생 여지가 있고 주간 긴급 조치지 도어를 열었을 경우 상황실 카메라를 도어가 가리는 문제점이 있었다.
- 이번 변경된 도어는 2단 분리형으로 정비 시 도어를 완전히 탈착 하여 사용가능 하여 담힘 사고를 방지 할 수 있다. 또한 2단 분리로 인해 도어의 길이가 1.2m정도로 줄어들어 철판 두께를 2.3T-->에서 1.2T로 줄여 경량화도 가능하다.



<그림 3-152> 커버 개선 전 후

○ 스프링 스톱퍼

① 일반 사항

- 스프링 스톱퍼는 스프링이 무리한 와이어 장력을 받아 영구 변형이 발생하는 문제를 해결하기 위해 설치된 장치이다.

② 개선 사항

- 와이어의 완충 역할 및 장력 측정에 사용되는 스프링이 와이어 장력에 의해 항복점을 넘어 영구변형이 일어난다. 기존에는 와이어 장력 에 대한 정확한 데이터가 없었으나 이번에 실시한 와이어 장력 테스트로 스프링이 받는 하중을 계산한 결화 와이어 장력에 의해 영구변형이 일어나 스프링연신률을 계산하여 항복점 이전에서 스톱퍼로 스프링이 더 이상 늘어나지 않도록 하였다.

2. 경량화 기술개발 방향

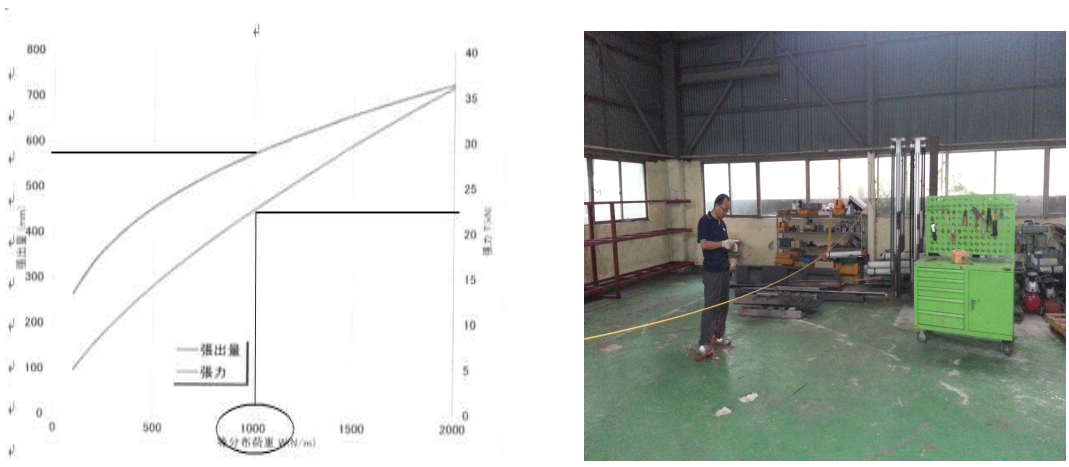
(1) 구조체 경량화 기술개발

○ 현재 대구도시철도 2호선 문양역에 시범운영중인 RPSD는 중량이 무거워 신축역사나 승강장 연건이 양호한 곳에서는 구조적으로 설치 문제가 없으나, 승강장이 노후한 역사에는 보강 작업이 불가피하다. 일본의 경우 대부분 역사가 노후화 되어, RPSD 설치 시 막대한 승강장 보강작업이 필요하다. 야마노테선의 경우 PSD 설치를 위해 역사당 승강장 보강 비용으로 20억 이상 소요 되었다.

○ 본 경량화 기술개발 연구 과제를 통하여 승강장 보강공사를 최소화 할 수 있는 구조를 개발하여야 한다.

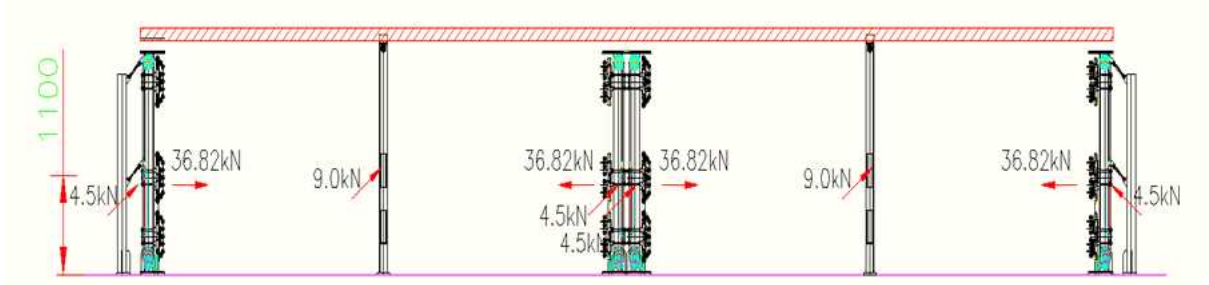
○ **(MAIN 프레임 경량화)** : MAIN 프레임은 RPSD 중량의 40%를 차지하여 경량화를 위해서는 MAIN 프레임 경량화가 필수적이다. MAIN 프레임을 경량화 하기 위해서는 구조 보강 방법 변경, 구조 소재 변경, 프레임 형상 변경 등의 방법이 있으나 획기적인 경량화를 위해서는 소재 변경 방법의 경량화가 필요하다. 따라서 프레임의 경량화 방법 중 구조보강, 형상 변경, 소재변경 등의 방법 등을 검토하고 소재 변경의 연구를 수행한다. 소재를 변경하기 위해서는 소재의 특성 제작방법, 조립방법, 취급 방법 등 여러 가지 고려되어야 할 사항이 있다. 변경가능 한 소재는 마그네슘합금 알루미늄 합금은 경량화에 맞는 소재(강(7.8) 보다 비중이 낮은 소재)를 선정 한다.

○ **(프레임 경량화 기술 개발을 위한 와이어로프 장력시험)** : RPSD의 프레임 경량화를 위해서는 작용하는 하중분석이 중요하다. 내구성은 최대가 되도록 하는 것이 아니라 가격 경제성 등을 고려하여 최적이 되도록 한다. MAIN 프레임은 RPSD에 작용하는 하중을 지탱하는 역할을 함으로 정확한 하중 작용 방향 하중량 분석이 선행 되어야 한다.



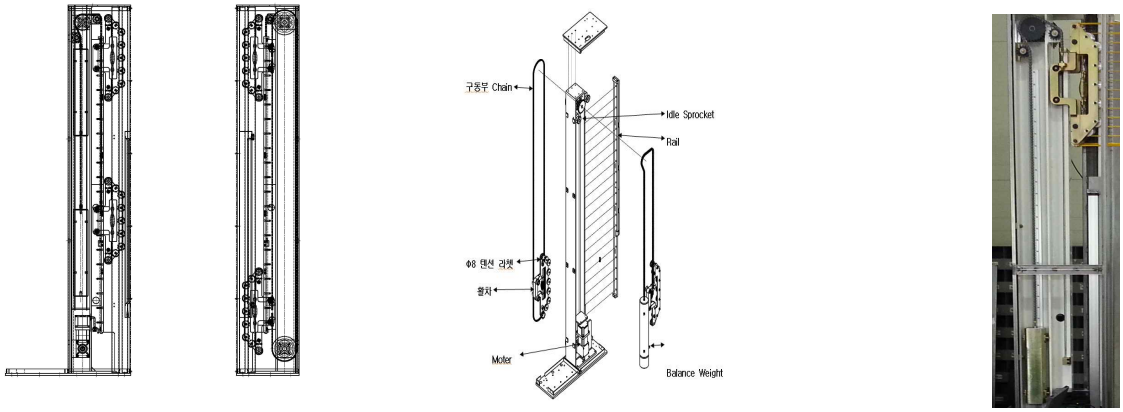
<그림 3-153> 와이어로프의 장력시험 방법

○ **(프레임 하중 분석)** : RPSD에 작용하는 하중은 일반 DOOR와 달리 고려하여야할 하중 방향이 다양하다. 와이어 방향의 하중(장력)과 인압 하중, 풍하중 지진하중 등을 고려하여 정확한 하중방향을 도출해 낸다. 하중방향은 시뮬레이션을 실시하여 선형적인 하중 방향을 분석하고 동시에 TEST밴드를 설치하여 실증 실험을 진행하여 도출한다. 하중 방향을 고려하여 저하중부분의 보강을 최소화하고 고하중 방향의 보강을 강화하여 최소 설계를 통한 경량화를 한다.



<그림 3-154> 하중적재 방법

○ **(시뮬레이션 및 3D설계)** : RPSD의 물리적으로 원하는 기능을 수행할 수 있는 작동원리가 변경 구조 체에서 원활히 작동 가능 한지 여부를 시뮬레이션을 통하여 구조 체와 구동부간의 작동상 간섭을 검토 하고 실제작 시 제작 시행착오를 줄이기 위해 시뮬레이션을 수행한다. 구조 체의 간섭 부를 쉽게 검토하기 위해 시뮬레이션 설계는 3D로 수행한다.



<그림 3-155> 제작 단계

○ **(시제품 하중 시뮬레이션 및 시험)** : 시제품 하중 시뮬레이션을 수행하여 TEST 전

하중 동작형태 동작상 문제점의 선형적인 데이터를 도출한다. 시뮬레이션은 시제품 TEST시 테스트 기본 자료로 활용되며, 실 TEST의 기본 자료가 된다.

<그림 3-156> 시뮬레이션 결과 및 현장 시험(안)

○ **(덕트의 경량화)** : DUCT 경량화 방법에는 구조보강, 형상 변경, 소재변경 등의 방법이 있으나, DUCT는 구조 특성상 풍하중을 고려한 설계가 반영되어한다. 경량화 방법 중 DUCT는 소재 변경, 형상 변경의 방법을 사용한다. 소재 변경은 자중을 고려 하여 설계하고 풍하중은 형상을 반영하여 설계한다.

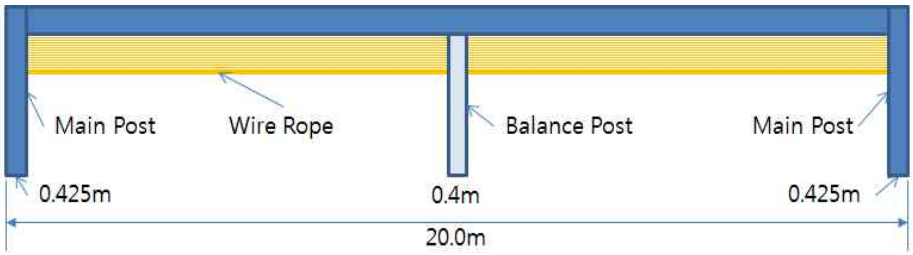
○ **(경량화 시제품 제작, 20m 기준 2개)** : RPSD 경량화 단계중 시제품제작은 실제 상용화 될 제품을 제작한다. 제작시 추 후 상용화를 고려하여 제작 방법에 대한 연구가 필요하다. 제작 방법은 대량 생산 시의 금형개발, 목형개발등의 대량 생산 가능한 방법이 고려되어야한다. RPSD는 특성상 POST의 수직 수평이 구동상의 영향을 줄 수 있으므로 제작 단계에서부터 조립 방법 또한 검토한다.

3. 모듈화 기술개발 방향

(1) 제작, 검사, 시공 등에 대한 모듈화 기술 개발

○ 모듈화 기술개발은 기 개발된 RPSD는 <그림 3-157>에 제시하고 있는 바와 같이 기본적으로 20m 단위 즉 열차 1량의 길이 단위 설치를 목표로 개발하였지만, 제작 다음 성능시험은 크기와 무게, 그리고 로프체결 문제로 인해 공장내부에서 시행하는 것이 매우 불편하였다.

RPSD의 기본 사양



RPSD 설치 현황(대구 도시철도2호선 문양역)

<그림 3-157> RPSD의 사용 및 설치 현황도

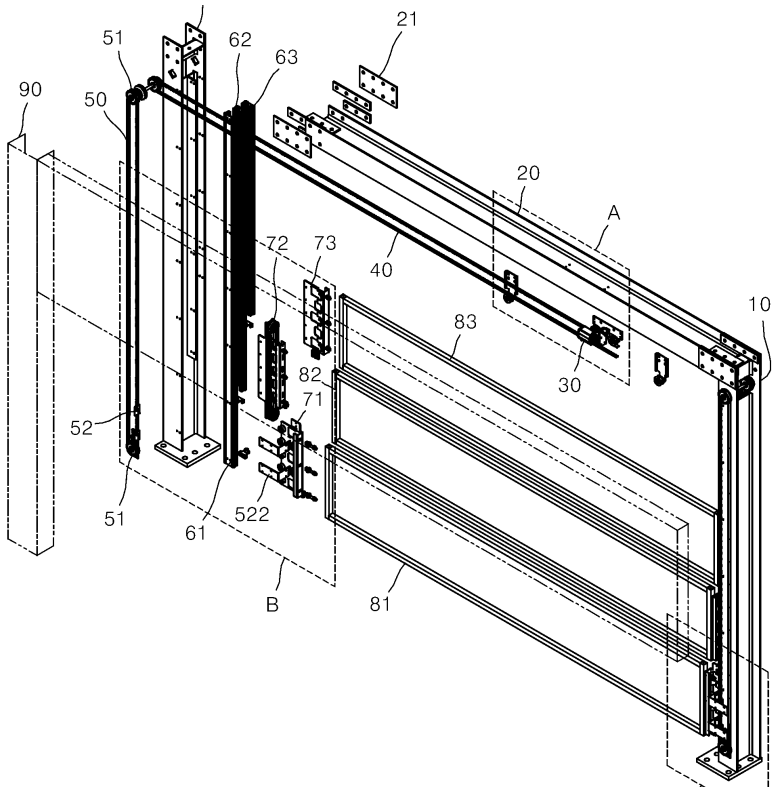
○ 모듈화 기술개발은 먼저 20m 단위의 설치개념을 10m 단위로 변경하고, 구동체 연결구 자중이 걸리지 않은 구조로 변경한다. 이때 구동체와 연결구 관련 관련 각 부품들은 수평 및 수직벨트, 풀리, 브라켓, 클램프 등은 상용품을 적용할 수 있도록 설계(Degine)를 수행한다(<그림 3-158> 참조).

○ 한편 모듈화 단위가 20m에서 10m로 변경됨에 따라 구동장치(예들 들면, 모터 또는 실린더 등)의 설치개소수가 증가할 수 있기 때문에 단일구동시스템으로 개발한다. 또한 모듈화 규모가 작아짐에 따라 동반되는 비용증가를 개선하기 위해 MDU와 DCU는 통합하여 제어할 수 있는 기술을 개발한다.

○ 운영자가 요구하는 차단 높이는 1.5m 수준이며 이를 구현하는 데 구조체 높이 변화가 없도록 3단으로 구현한다. 이때 적용기술은 움직 도르레(<그림 3-159>의 91번)를 이용한다.

○ 안전문의 와이어 사용은 장력이 발생되고 이 장력은 수평부재의 규모와 내구성에 영향

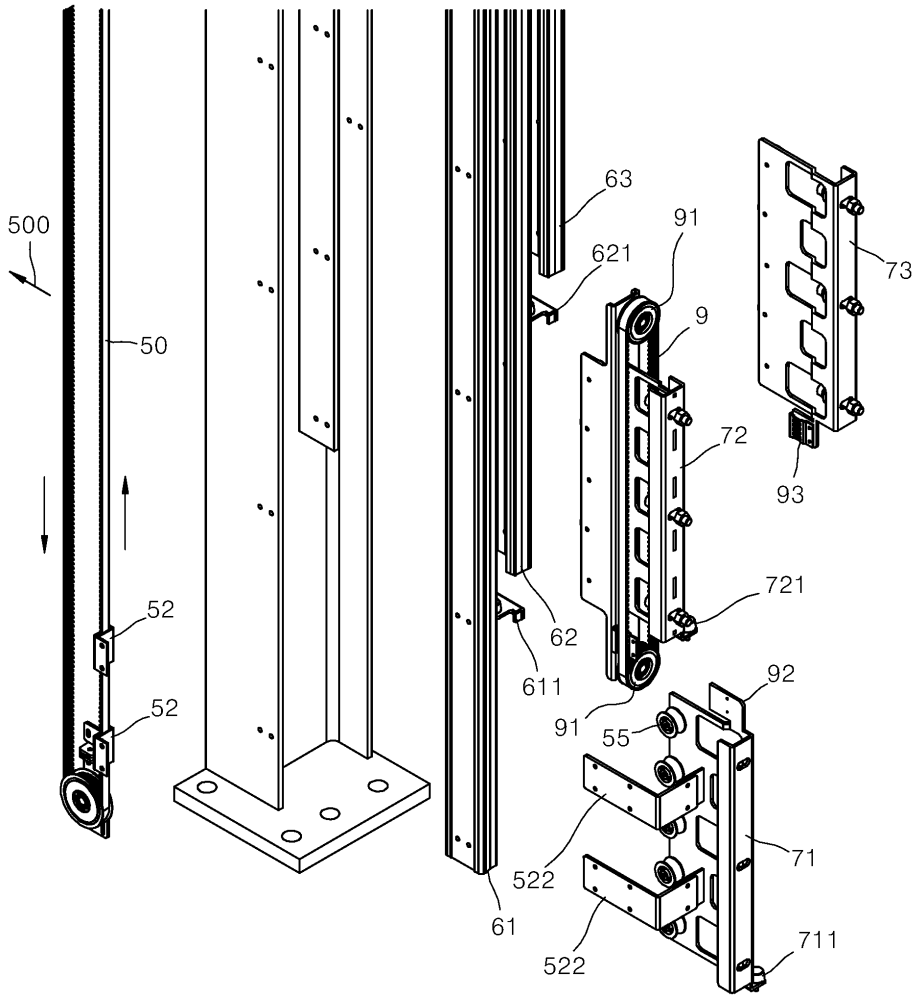
을 미치고 있기 때문에 장력이 없는 와이어 기술개발과 함께 풍1하중에 견고할 수 있는 구조로 변경하고자 한다.



범례

10 : 수직프레임	20 : 수평프레임
30 : 구동부	31 : 토션 브라켓
32, 42, 51 : 풀리	
40 : 수평벨트, 수평연결구, 제1연결구	41 : 벨트 처짐방지 브라켓
50 : 수직벨트, 수직연결구, 제2연결구	52, 722 : 클램프
22 : 결합편	
61 : 제1레일	
62 : 제2레일	
63 : 제3레일	611 : 제1스토퍼
621 : 제2스토퍼	71 : 제1행어
711 : 제1돌출부	72 : 제2행어
721 : 제2돌출부	723 : 풀리 축
73 : 제3행어	
91: 풀리(moved pulley), 동활차, 움직 도르레	92 : 제1결합부
93 : 제3결합부	66 : 롤러홀
88 : 도어 연결홀	

<그림 3-158> 모듈화 기술개발의 기본 개념도



범례

50 : 수직벨트, 수직연결구, 제2연결구
52, 722 : 클램프

22 : 결합편
61 : 제1레일
62 : 제2레일
63 : 제3레일
611 : 제1스토퍼
621 : 제2스토퍼
71 : 제1행어
711 : 제1돌출부
72 : 제2행어
721 : 제2돌출부
723 : 풀리 축
73 : 제3행어
91: 풀리(moved pulley), 동활차, 움직 도르레
92 : 제1결합부
93 : 제3결합부
66 : 롤러홀
88 : 도어 연결홀

<그림 3-159> 모듈화의 움직 도르레 개발 개념도

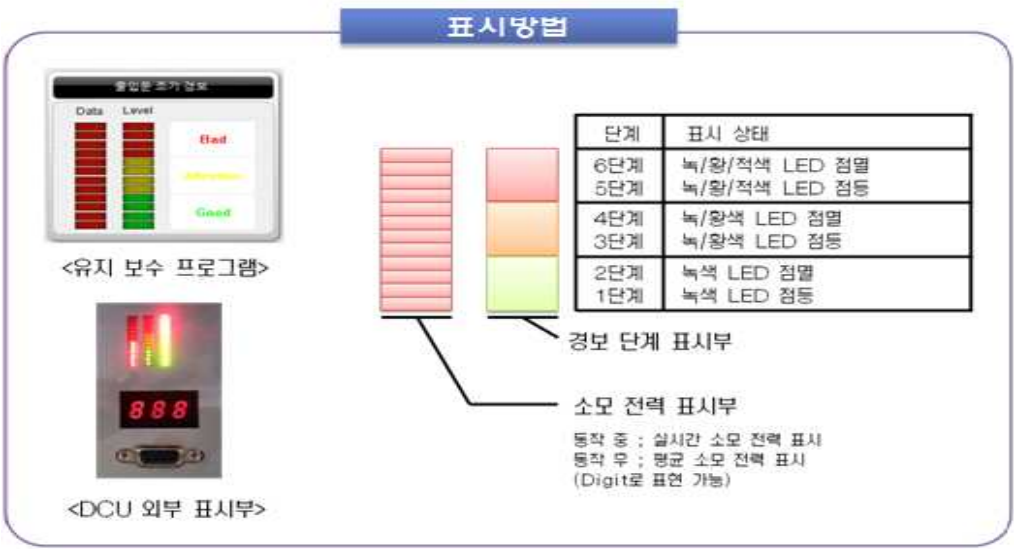
4. 유지보수 편의성 향상을 위한 모듈화 기술개발

○ 상태기반 유지보수 편의성 증대는 운영자의 보다 편리한 상태기반 유지보수를 위해 다음과 같은 유지관리 시스템을 개발한다.

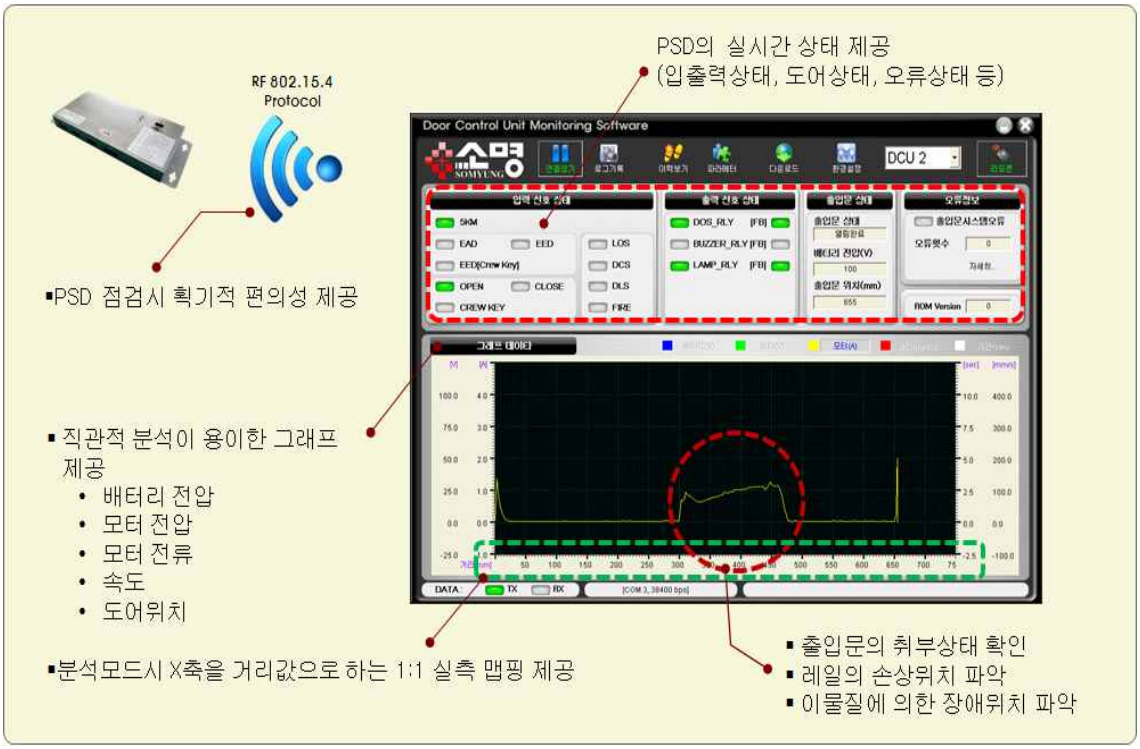
- 조기경보 시스템
- RPSD제어기 무선점검 시스템

○ 상태기반 유지보수 시스템은 RPSD 안전문의 동작 상태를 항시 감시하고 동작에 이상징후가 있을시 고장이 발생하기 전에 관리자에게 알림으로써 장기간 반복적인 사용에 의해 발생할 수 있는 비상상황에 적절하게 대응하여 RPSD 동작을 안정적으로 유지 및 관리할 수 있는 시스템을 개발한다(<그림 3-4> 참조).

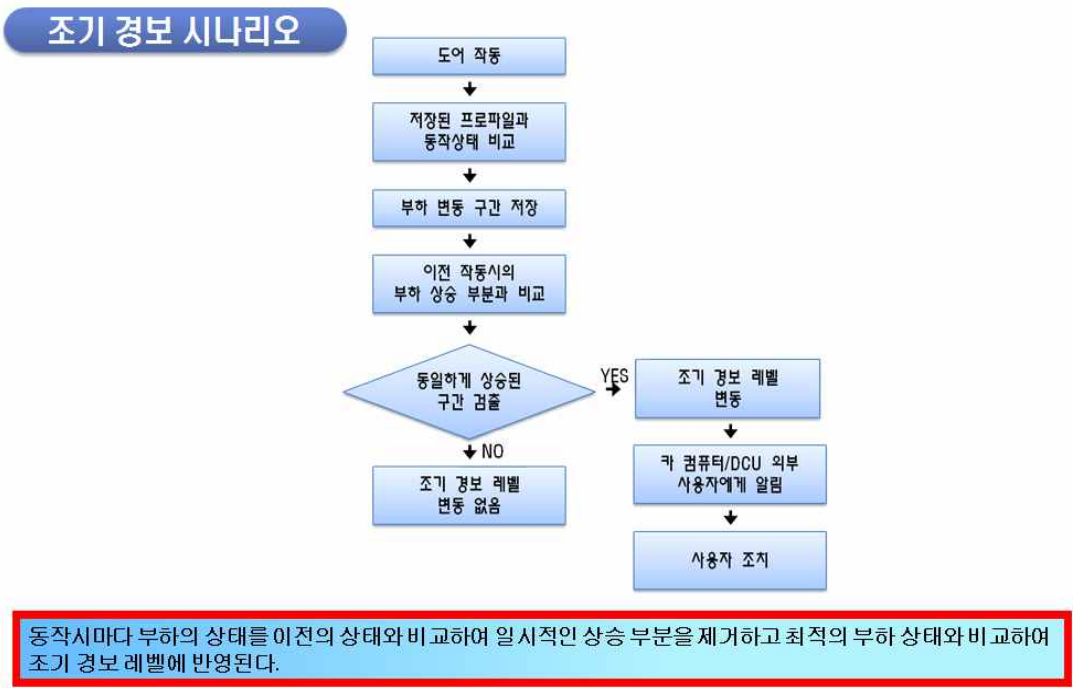
○ 무선점검 기능은 DCU에 근거리 무선 통신 (Bluetooth or ZigBee or IR 등) 기능을 결합하여 제어기가 설치된 구조물의 점검 커버를 열지 않고도 무선으로 DCU의 입출력 상태, 전압 전류값과 안전문 이동속도, 각종 파라메터 값 및 고장 이력을 점검하고, 그 결과를 점검자의 PDA 또는 노트북 PC 등으로 무선전송을 가능하게 하는 기술로서 RPSD의 유지보수를 위한 시간과 비용을 절감시켜주는 효과가 기대된다(<그림 3-5> 참조).



<그림 3-160> 상태기반 유지보수 시스템의 표시 개념도



<그림 3-161> 상태기반 유지보수 시스템의 구성 개념도



<그림 3-162> 상태기반의 조기경보시스템 운영 시나리오

제4장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제4장 연구개발목표 달성도 및 관련분야에의 기여도

제1절 연구개발목표의 달성도

연차	연구목표	연구내용	추 진 일 정(월별)												달성도
			1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	
1차 년도 (2011.9.30~2012.3.29))	• 종합 시스템 구상	• 지상역 승강장의 시설 여건 파악 - 지상역 승강장의 시설 현황 파악 - 승강장 안전시설에 관한 관련 제도													100
		• 역사 선정 기준 및 평가 방안 연구													100
		• 시장동향과 기술요구 사항 분석													100
		• 운영전략과 기능구현 설계													100
		• 열차운영과의 인터페이스 확보를 위한 제어 기술 구상													100
		• 와이어 탄성 유지방안 연구													100
		• SD 시작품 설계													100
	▪시작품 제작 (40m 모듈)	▪ RPSD 시작품 제작													100
	▪시작품의 내구성 평가	• 지상역 환경을 고려한 구조해석 - (외부요인) 진동/열차풍/바람/지진 등 - (인프라 요인) 지상역사 승강장의 환경													100
		▪ 내구성 시험													100
		▪ 각 단위 부품선정의 적정성 평가													100
2차 년도 (2012.3.30~2013.3.29)	• 시작품의 내구성 평가	• 동시작동 내구성 시험													100
		• Main Lift 내구성 시험													100
	• 시제품 제작 및 설치	• RPSD 시스템 운영 전략과 기능구현을 위한 SI(System Integration)													100
		• 열차운영과의 인터페이스 확보를 위한 제어 기술 연구													100
		• 시범사업 시제품 사양서 제작													100
		• 시범사업 시제품 제작 및 설치													100
	• 시범운영과 신뢰성 평가	• 시범사업 (1단계) -실시간 자료구축 및 신뢰성 평가													100
3차 년도 (2013.3.30~2013.9.29)	• 유지 보수 체계 정립	• 시범사업 (2단계)													100
		• 시범운영의 신뢰성 평가													100
		• 시스템의 유지보수 체계 정립													100
	• 시제품의 기능 향상 방안	• 시스템 기능향상 방안 연구													100
		• 해외수출을 위한 기능 제고 방안													100

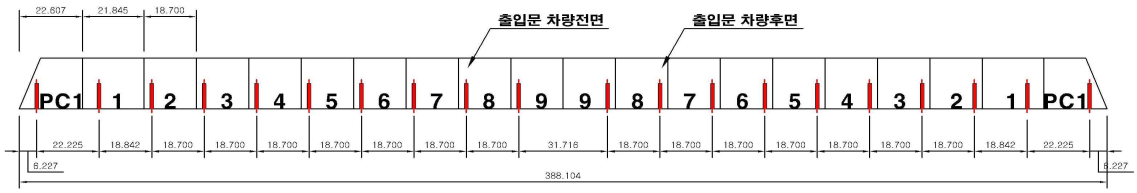
제2절 관련분야에의 기여도

1. 연구결과의 활용방안

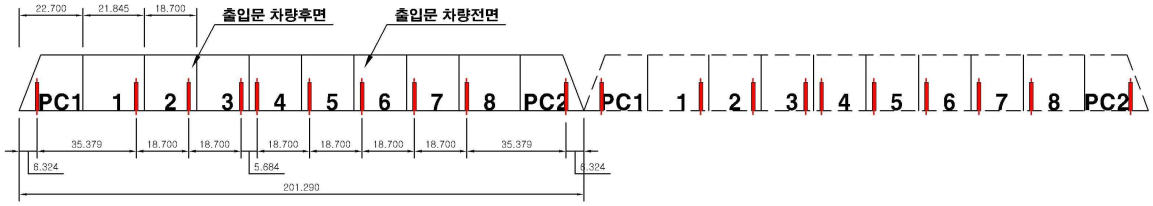
가. 현장적용방안(계획)

○ 본 사업의 연구개발목표는 상용화를 위한 시제품 제작과 이를 현장에 적용하는 시범설치를 포함하고 있다. 따라서 한국철도시설관리공단은 시범설치 대상선정 기초연구에 근거하여 고속철도, 철도건널목, 그리고 무인운전 철도(일반철도) 등에 현장설치 계획을 수립하고 있다.

- 시제품의 신뢰성 평가를 통한 현장 적용성 검증
- 지상역 승객안전사고 방재시스템의 구축비용과 유지보수 비용은 기존 PSD 시스템 비교 50% 절감으로 비용부담에 따른 현장 적용성 개선
- 차량제원과 출입문 개소수 및 위치가 다른 차량이 혼재한 경우 예를 들면, 인천공항철도와 KTX-Ⅰ과 KTX-Ⅱ가 혼재한 승강장 대응이 가능한 시스템 구축으로 현장 대응력 극대화
- KTX-Ⅰ



- KTX-Ⅱ



<그림 4-1> KTX 열차 제원과 출입문 위치 현황

- 지상역 환경에 적합한 모듈 구성과 시스템의 소형화로 현장 적용성 극대화

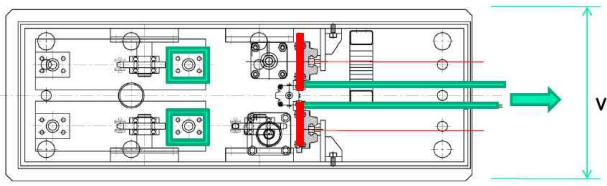
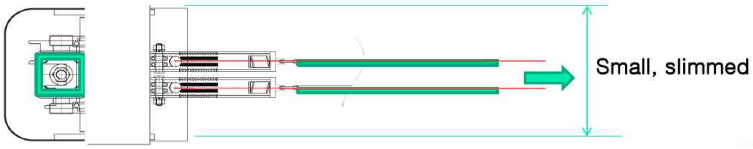
나. 실용화 및 제품화 방안

○ 시범설치와 신뢰성 평가는 계절에 따른 기후변화 영향 분석을 통하여 실용화 기술 확보를 검증하고 일부 성능 개선을 도출하여 상용화 및 제품화를 추진한다. 연구 초기단계에서 산업디자인을 접목하여 제작 용이성과 물류 운송비 최소화 모듈제작 방안, 시공표준화 방안, 유지보수체계 확립, 철도용품 품질 인증 취득 등 국내외 시장진출 여건 구축한다.

다. 미래원천기술 확보

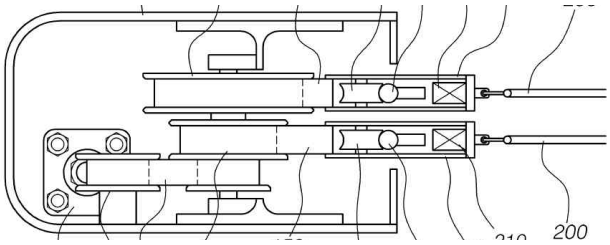
○ 원천기술은 다음과 같이 크게 3개로 구분된다. 이러한 원천기술에 대해 일본, 중국, 유럽, 미국 등 해외특허 추진한다.

○ 지상역 승강장의 시설여건 대응(곡선부, 지붕유무)을 위한 Main Lift 구조의 소형화

기존	 공기 실린더 용량 = A형 : ϕ60×600ST., B형 : ϕ80×1,200ST. 구조물 규모 : 10,00(길이)×400(폭)×30,00mm(높이) 이내
개선	 공기 실린더 용량 = ϕ40×300ST.이내 구조물 규모 : 700(길이)×230(폭)×25,00mm(높이) 이내

○ "LM" 가이드 내구성 개선

- Sliding "LM" 가이드가 와이어 장력(Tension)을 받고 있어 편하중에 따른 모우멘트를 받아 내구성이 낮기 때문에 이를 개선하기 위해 직선운동 없이 작동하는 구조 연구

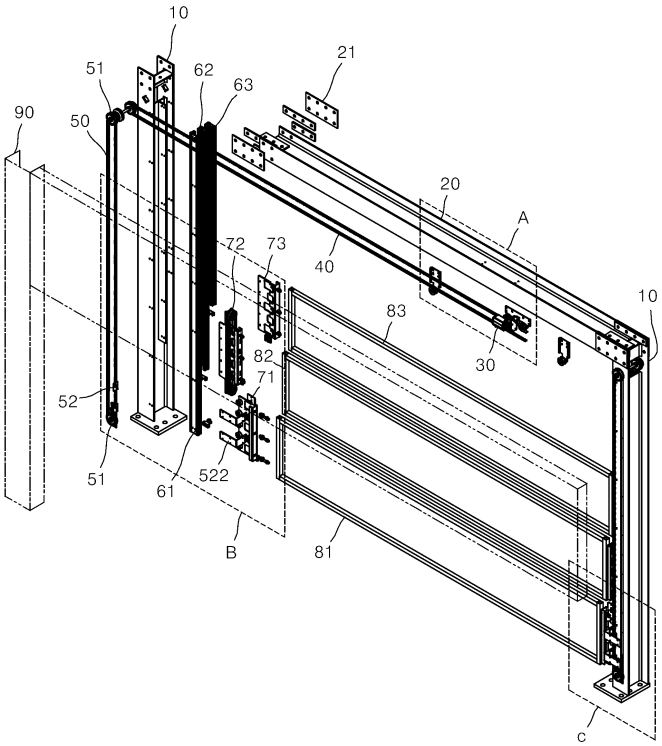


<그림 4-2> 직선운동 없는 구조개선

※ 와이어의 2단 블록 또는 3단 블록을 한 개 실린더로 제어하기 위해 원주 길이가 다른 Wheel를 이용하여 제어하는 기술을 개발

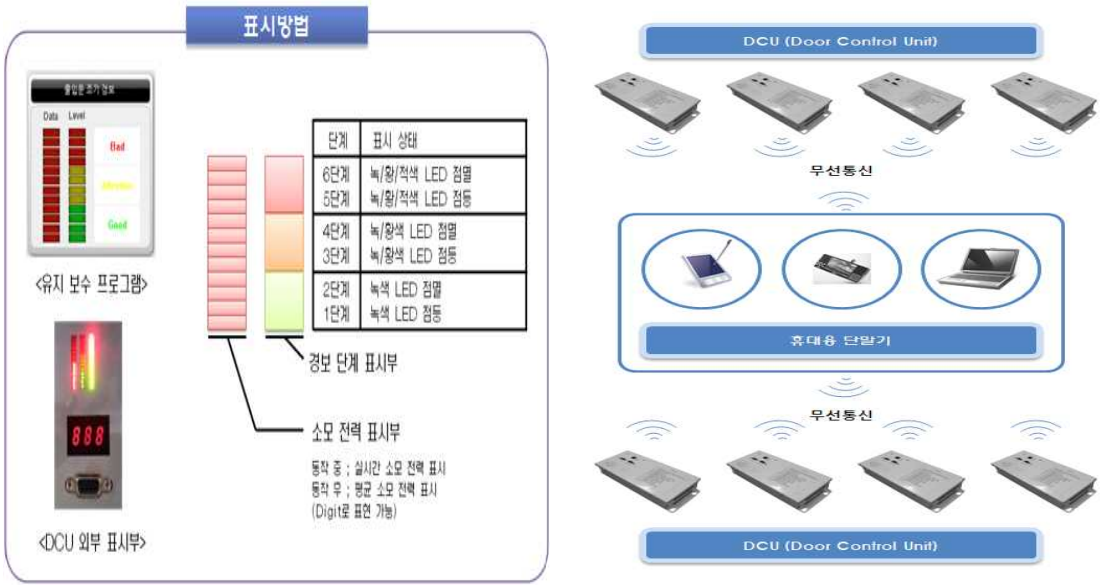
○ 모듈화 기술

- 부품 모듈화에 따른 유지보수비용의 혁신과 부품의 호환성 극대화로 사용자 친화적 설계기술과 물류비용과 시공성 등 편의성 확보하는 기술에 해당된다.



○ 상태기반 유지보수 시스템

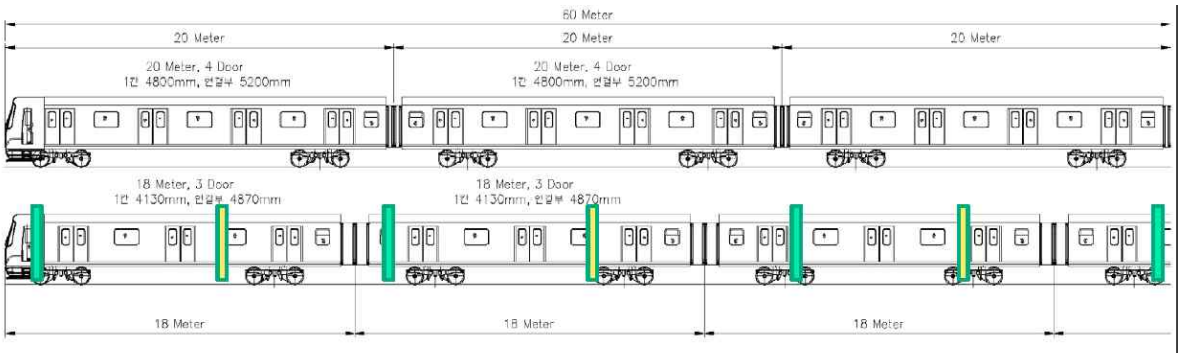
- RPSD의 고장을 사전에 알려주는 조기경보시스템 및 무선점검시스템 기술을 적용함으로서 유지보수 및 점검을 위한 시간과 비용을 절감시켜주는 유지보수의 편의성을 획기적으로 증대시켜주는 기술



2. 기대성과 및 파급효과

○ 철도 대국이라는 일본에서는 현재 철도역 승강장의 안전사고가 빈번히 발생하여 사회문제로 대두되어 철도이용객 10만인 이상인 승강장은 PSD 설치를 의무화하고 있지만, 다양한 차량의 편성과 제원, 출입문 개수와 위치가 다른 열차가 운행되고 있기 때문에 현재 기술수준으로 이를 해결하는 데 한계가 있다.

○ 기업이 보유하고 있는 기술과 미래원천기술과 결합은 세계수준의 기술력을 확보할 수 있으며, 이로 인한 기술적 파급효과는 일본, 중국, 유럽, 미국 등으로 수출이 기대되며, 순수 국내기술력으로 세계 철도용품 시장에 진출할 수 있기 때문에 창조경제 구현이 기대된다.



<그림 4-3> 일본 20m 차량재원의 4개 출입문과 18m 차량의 3개 출입문

제5장 연구개발결과의 활용계획

제5장 연구개발결과의 활용계획

제1절 추가연구의 필요성

1. 추가연구 필요성의 배경

○ 로프형 승강장 안전도어(RPSD; Rope type Platform safe Door, 이하 'RPSD')는 자유공모과제를 수행하여 철도운영기관의 요구조건에 부합하는 실용화기술을 확보하고 국내보급 및 해외 수출의 가능성을 확인할 수 있었다.

가. 실용화 기술 확보 및 해외수출

○ 2006년 : ㈜SKD HI-TEC에서 로프를 이용한 승강장안전장치의 기술을 개발하여 광주 1호선 녹동역에 시범설치하고 실용화를 시도하였으나, 철도안전기준 및 신뢰성 등 운영기관의 요구조건을 만족시키지 못해 사장됨

○ 2011년 : 한국교통연구원에서 로프타입의 승강장안전장치기술의 가치를 재평가하여, 국토교통부 R&D 자유공모과제를 통해 실용화기술개발연구를 수행하였음(2011.9 ~ 2013.9)

○ 2012년 : 자유공모과제를 통하여 실용화기술 확보(2012.12)

○ 2013년 : 대구 2호선 문양역에 시범설치(2013.1)하여 현재 영업운영 중에 있으며, 일본 동경 전원도시선 츠키모노역에 시범설치를 위해 200m(상선 설치기준 3억 2천만원)규모의 수출 달성(2013.7)

나. 철도시장진입 및 자유공모과제의 한계

○ 선행연구과제인 지상역 승강장 지능형 승객안전사고방재시스템개발은 자유공모과제로 연구기간과 연구비용규모의 한계로 안전성 검증과 신뢰성 확보에 필요한 영업운전실적, 그리고 해외 지적재산권확보 등을 수행할 수 없었다. 먼저 국내 및 해외의 철도시장에

서는 안전이라는 가치를 매우 중요하게 다루고 있기 때문에 RPSD가 철도시장을 점유하기 위해서는 안전성 검증 이외 다음과 같은 한계 극복이 필요하다.

○ (상용화 기술 확보) RPSD가 실용화 기술수준에서 가격 경쟁력과 안전성 확보라는 관점에서 나타난 문제점 해결에 한계가 있으며, 이를 해결하기 위해 다음과 같은 상용화 기술개발이 필요

- (모듈화 기술개발) RPSD의 모듈화는 상용화 기술의 핵심 사안으로 부품의 모듈화와, 설계/제작/검사를 위한 모듈화, 그리고 편리한 유지보수를 위한 모듈화 등의 기술개발이 필요

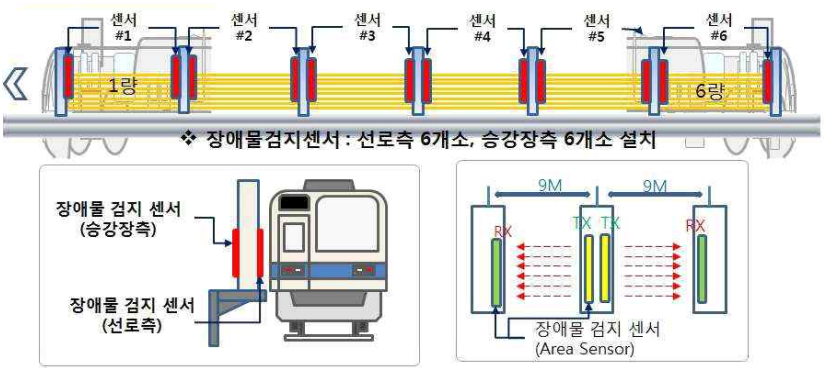
  · **(부품의 모듈화)** RPSD 부품은 모두 자체 생산하여 적용하고 있기 때문에 각 부품에 대한 성능검증에 많은 시간이 소비되는 점과 함께 생산해야 할 부품의 수는 결국 가격상승으로 이어지기 때문에 기존 사용품 사용 비율을 높이는 연구가 필요(이 연구는 설계단계부터 기획되어야 함)

  · **(설계/제작/검사의 모듈화)** RAMS 활동은 설계단계부터 신뢰성 분석, 유지보수성 분석, 가용성 분석 등이 반영되어야 하며, 이를 통하야 제품 제작과 설치규모에 부합하도록 실제 설치하여 모든 기능구현에 대해 테스트를 수행할 수 있도록 하기 위한 제작/설치/검사를 위한 모듈화가 필요

  · **(운반/설치의 모듈화)** RPSD는 제품 제작된 다음 현장 설치 이전에 성능검사를 수행하기 곤란한 모듈로 구성되어 있어 현장테스트는 품질과 기능 저하로 이어질 수 있기 때문에 이를 극복할 수 있도록 모듈화 기술이 필요하며, 또한 국내 및 해외 운송을 위해 물류비용 절감과 운반의 용이성을 고려한 모듈화 연구가 필요

- **(경량화 연구)** 현재 RPSD의 무게는 20m 기본 단위 기준 200kg이고 200m 승강장 기준인 경우 2,000kg(2톤)에 해당되므로 이를 보다 경량화하여 작업의 용이성과 함께 승강장에 미치는 자중 절감을 위한 연구가 필요

- **(센서 개발)** RPSD 설치는 기존 스크린도어(PSD; Platform screen door)와 다르게 <그림 5-1>과 같이 승강장측과 선로측 모두 설치해야 한다. 이때 9m 이상의 장거리 환경에서도 적용 가능하고, 햇볕, 이물질 등과 같은 노이즈 극복이 가능한 RPSD 특성에 부합한 제품개발이 필요



<그림 5-1> RPSD의 센서설치 현황

○ 국제표준인증

- 국내외 철도운영기관은 신뢰성/가용성/유지보수성/안전성 등 다양한 요구 사항에 대해 객관적 인증을 요구하고 있으며 이 안전성 인증은 현재 RPSD 적용 논란이 되고 있는 안전의 신뢰성을 확보할 수 있을 것으로 기대
- 국제표준인은 RPSD가 국내·외 철도시장에서 승강장 안전장치로서의 상용화를 위해서는 반드시 필요한 사항이며, 이는 RAMS(Reliability, Availability, Maintainability, and Safety)활동을 통하여 설계와 제작 단계에서 신뢰성, 가용성, 유지보수성 등을 통해 수행
- 이중 안전성(Safety) 인증은 개발공정을 기반으로 IEC/EN에서 제시하는 안전성 수명주기 단계별 황동을 실시하고 초기단계부터 폐기까지 시스템 개발 수명주기 전반에 걸친 시스템의 이해와 분석으로 각각의 안전성 활동을 수행하여 시스템 SIL 인증을 확보해야 함
- 신뢰성 확보는 RPSD 시범사업 확장을 통하여 다양한 상황에서 발생할 수 있는 장해항목의 검증을 수행해야 함

○ **(지적재산권 확보)**

- RPSD는 국내뿐 아니라 해외에서 주목받는 시스템으로 성공적인 창조경제로 발전시키기 위하여 해외 지적 재산권 확보가 필수적이며, 특히 서일본JR에서는 자사의 시장규모가 수천억 규모라는 점에 착안하여 RPSD의 회피설계 및 기술개발을 진행하고 있음
- RPSD는 국내뿐만 아니라 해외에서 주목받는 시스템으로 성공적 수출달성을 위해 해외 지적 재산권 확보가 절심하게 필요함
  · **(국내시장 규모)** 국토교통부 철도안전계획에 따르면 2017년까지 스크린도어 설치에 5,321억원 투자
  · **(해외시장 규모)** 주요 국가에 5조원 수출달성이 가능 (일본 : 16,000개, 미국 : 1,000개 승강장 등)

2. 추가연구과제 목적 및 가치

○ 추가연구의 목적은 상용화를 위해 필요한 모듈화기술개발/성능시험, 경량화기술개발, 철도건널목 인터페이스기술개발, 장애물센서 등의 상용화 기술개발과 함께 시범사업(고속철도와 이외 일반철도, 철도건널목) 및 평가, 그리고 SIL 인증과 지적재산권 확보 등의 브랜드화 사업 등을 포함하고 있다. 이상 3대 과제개발 추진의 목적은 철도부문의 창조경제 모델 개발 및 구현에 있다.

○ 추진과정에서는 국내뿐만 아니라 해외시장까지 진출하면서 모범적인 창조경제 R&D로 발전시키고자 하고 있다. 따라서 연구개발성과는 해외수출 실적으로 설명해야 한다.

3. 추가연구개발의 중요성

가. 기술적 측면의 기술개발 중요성

○ 본 연구개발사업은 상용화 기술 확보 및 여건조성에 목표가 있다. 이 목표는 기 개발된 RPSD 상용화의 한계를 극복해야만 한다.

○ 제작/검사/시공 등에 대한 모듈화 기술

- RPSD의 모든 부품이 생산품이 아님에 따라 발생하는 부품의 품질과 내구성, 그리고 신뢰성 확보의 한계를 극복하기 위해 기존 스크린도어 산업에서 생산한 상용화 부품의 비율을 증가시킨다. 이는 생산원가 절감과 함께 RPSD의 신뢰성 향상과 부품조달의 용이성 확보 측면에서 매우 중요한 기술개발 항목에 해당된다.
- 또한 시공성 측면의 모듈화개발은 단위 생산공정과 기능시험구현이 가능하도록 하는 기술로 현장설치 이전에 성능 테스트가 생산 공정에서 이루어 질 수 있도록 하는 데 목적이 있다. 이 기술은 상용 서비스 승강장에 RPSD 설치할 때, 제한된 유지보수시간(01시-04시)만 주어진 상황에서 철도이용자의 피해를 최소화할 수 있는 기술로 매우 중요하다. 특히 공시기간 단축과 함께 품질향상에 공헌하는 기술에 해당된다.
- 상기 모듈화 기술은 부품의 안정성과 공기단축 이외 포장과 배송 등 물류비 절감에도 크게 기여할 수 있는 매우 중요한 기술에 해당된다.

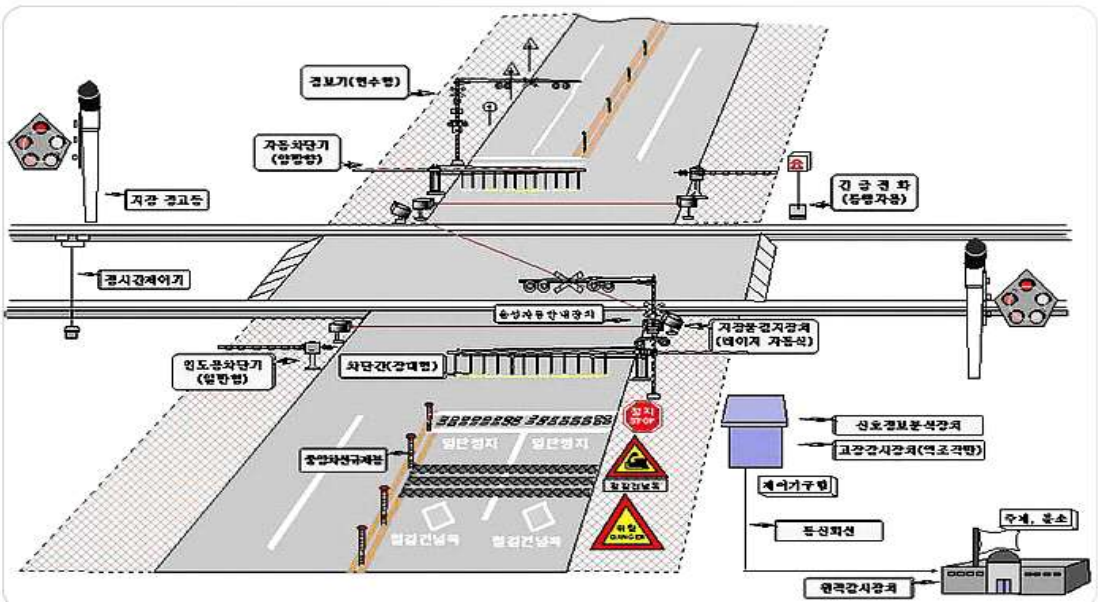
○ 구조체 경량화 기술개발 및 제작

- 현재 RPSD의 자중이 기본 200kg/20m로 승강장구조에 미치는 영향이 크다. 이는 신설 역사나 1990년대 이전 준공된 승강장의 경우 승강장보강공사가 요구된다.

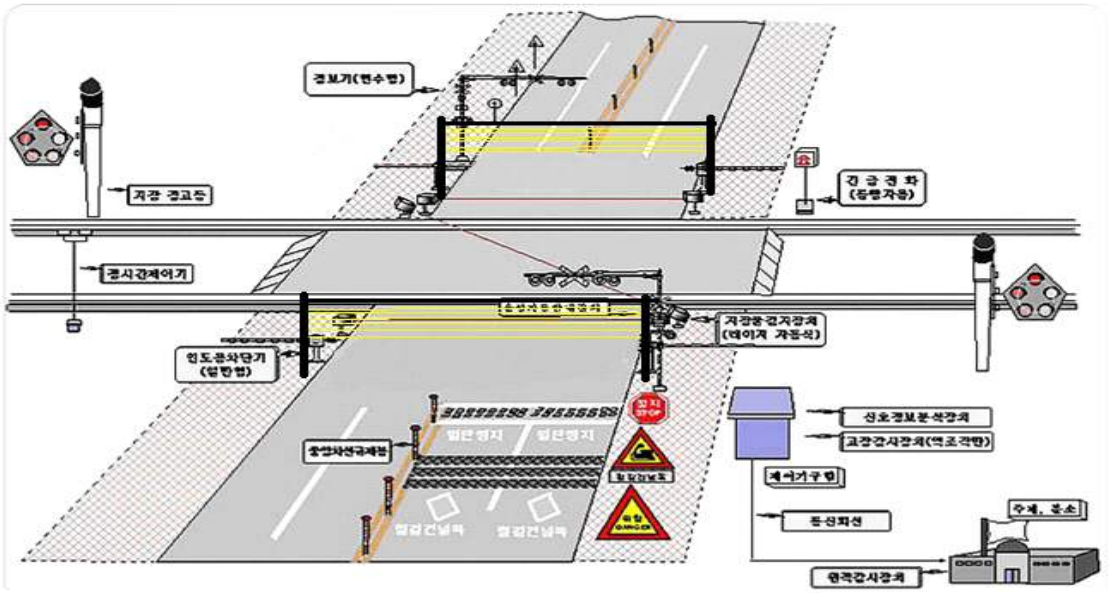
- 구조체 경량화 기술개발은 오래된 승강장의 보강공사 필요시 하중부하를 최소화시킬 수 있는 것으로 부대사업비용과 시공성을 용이하게 할 수 있는 매우 중요한 기술에 해당된다.

○ **철도건널목 적용을 위한 신호시스템과 인터페이스 기술개발**

- RPSD는 다른 분야 적용성이 매우 높은 시스템이다. 이러한 장점은 철도건널목 시스템이 건널목 횡단(차량과 사람 등)에 대해 봉 차단에 따라 안전도가 낮다고 판단하여 시범설치 운영을 요구하고 있다.
- 철도건널목시설은 전동차단기, 경보기, 지장물 검지장치, 신호정보분석장치, 제어함, 궤도선로장치, 제어케이블 등으로 구성되어 있다(<그림 5-2>, <그림 5-3> 참조).



<그림 5-2> 철도건널목 시스템의 구성도



<그림 5-3> 철도건널목 RPSD 설치와 시스템의 구성도

- 철도건널목에 RPSD 적용은 상하 차단 기능을 실행해야 하기 때문에 기존 제어유니트와 연동되어야 한다. 이를 위한 인터페이스 기술개발은 향후 철도건널목의 안전도 제고에 매우 중요한 기술에 해당된다.

○ **장거리특성을 고려한 장애물센서 개발**

- 장애물센서는 안전도어와 전동차 사이, 안전도어와 대기승객 또는 물체 등의 존재여부를 검지하여 안전도어가 안전하게 동작할 수 있도록 한다. 이때 오토닉스 또는 동등 이상의 제품을 사용하고 있지만, 기존 스크린도어는 개방문 폭이 2,000mm 이내로 여기에 해당하는 사용품만 존재한다.
- RPSD는 개방문 폭이 10m이며, 로프특성상 선로측으로 처지는 거리가 발생할 수 있기 때문에 안전거리 확보 및 건축한계 등을 고려하야 승강장 끝단에서 일정거리를 두고 설치된다. 이때 차량과 RPSD 사이의 공간이 발생하므로 이 공간에 남아있는 장애물을 검지할 수 있는 센서 개발이 필요하다.
- 본 연구개발의 센서개발은 기존 에어리어 센서 대용품이며, 기존 센서가 이물질, 빛 등의 노이즈에 따라 오작동 발생이 되고 있는 문제점까지 개선하는 기술로 안전성 확보에 매우 중요하다.

나. 경제산업적 측면의 기술개발 중요성

○ 로프형 승강장 도어의 상용화기술개발은 국내외 국외로 구분해서 볼 수 있다. 먼저 국내의 경우 스크린도어 산업은 서울지하철(234개 역사) 중심으로 형성되어 5,000억 시장이 형성되었지만, 2010년 현재 100% 설치 완료한 시점부터 사양화 산업이 되었다. 특히 대기업과 일부 중소기업만 제외하고 동일 분야 중소기업이 정리되었다. RPSD는 지상 승강장 적용 목표로 개발한 시스템으로 향후 국철구간의 승강장에 적용할 경우 2,500억 규모의 국고절감과 함께 스크린 도어 산업의 부흥기를 맞이할 수 있을 것으로 기대된다.

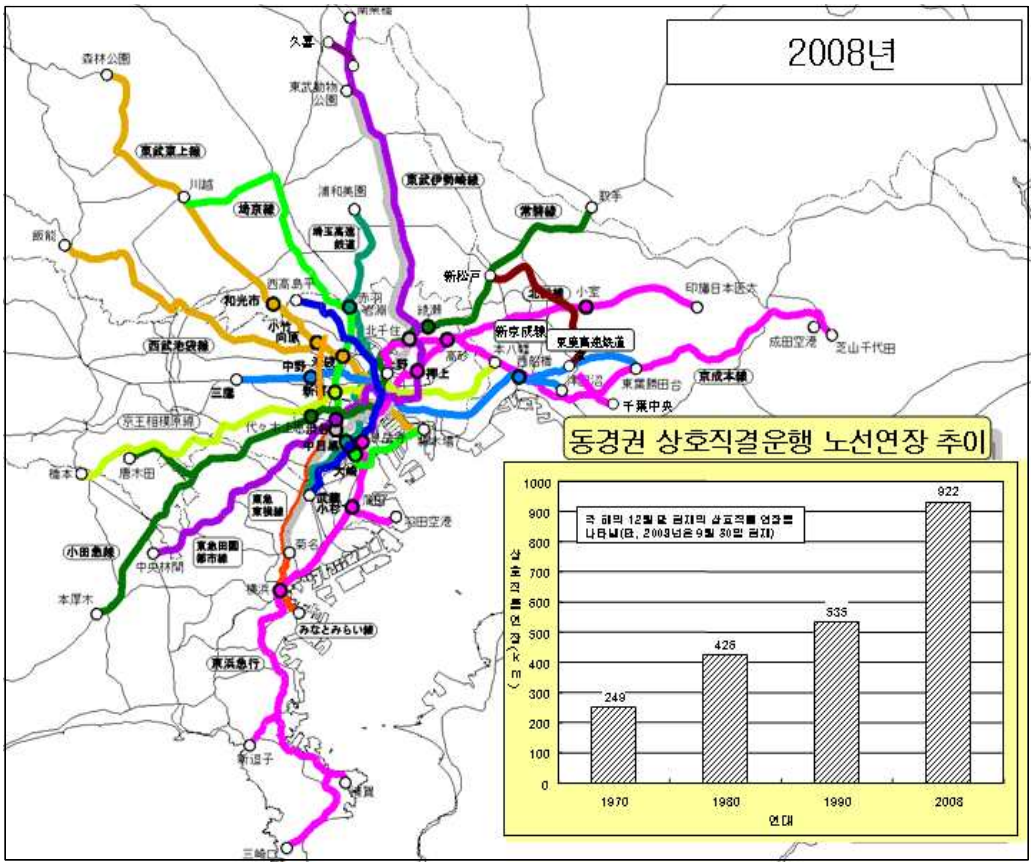
○ RPSD의 상용화 성공 여부에 따라 약 5조 규모의 해외시장이 블루오션이 될 수 있다. 일본과 미국, 유럽 등의 시장에서는 RPSD와 같이 다양한 열차 차종에 대응 가능한 기능이 필요하다. 즉 열차차종의 다양성은 <표 5-1>에 제시한 바와 같이 차량길이가 다르고 출입문 위치나 출입문 수가 다르기 때문에 기존 PSD의 경우 해외 시장의 대응이 불가능하다.

<표 5-1> 미국 메트로 노선의 철도차량 종류

시행처	노선	역사수	차량 종류	차량 수	비고
BART(S.F.)	4 노선	44 역사	4개의 다른 차종	669 량	
WMATA	5 노선	86 역사	5개종이 같은 길이 28m	850 량	2016년에 11개역사 증가
NY	24 노선	468 역사	3개 차종(길이) 15.5m/18.4m/23m		
LA Metro	6 노선	92 역사			2개 연장 라인 건설 중
Chicago	8 노선	145 역사	5개 다른 차종	1,190 량	

자료 : 2013 국토교통 Technology fair, RPSD 발표자료, 한국교통연구원(2013. 6)

○ 한편 RPSD의 가장 큰 시장이라고 판단되고 있는 일본은 노선간 상호직결운행(Direct Operation)을 통해 도심과 부도심의 여객수송수요에 대응하고 있다, 복수의 철도 회사는 상호 상대방으로 선로에 해당 철도회사의 차량을 직결로 운행하고 있다. 이러한 직결운행은 도심과 부도심간 통행에서 발생하고 있는 환승불편과 환승역의 혼잡도를 크게 완화시키는 효과가 있었다. 2008년 현재 동경권의 상호직결운행 현황은 민간철도회사 포함 약 922㎞가 운영되고 있다(<그림 5-4>). 따라서 일본에서는 열차 편성과 규모 등이 다른 차량이 동일 승강장을 이용하기 때문에 기존 PSD에는 설치가 적합하지 않다.



<그림 5-4> 동경 수도권 상호직통운행 노선도와 노선연장 추이

○ 이러한 해외시장의 특성에도 불구하고 스크린도어 기업은 해외에 진출하려고 노력하였지만 기존 PSD가 다양한 열차 차종에 대응하기 어렵기 때문에 진출하지 못했다. 하지만 RPSD 상용화 연구개발은 기격과 기능 경쟁력 있는 시스템으로 일본을 비롯한 미국과 유럽시장 진출이 가능하게 될 것이다.

○ 이상 국내와 국외 상황은 RPSD 상용화 기술개발이 경제와 산업 측면에서 매우 중요하다는 점을 알 수 있다.

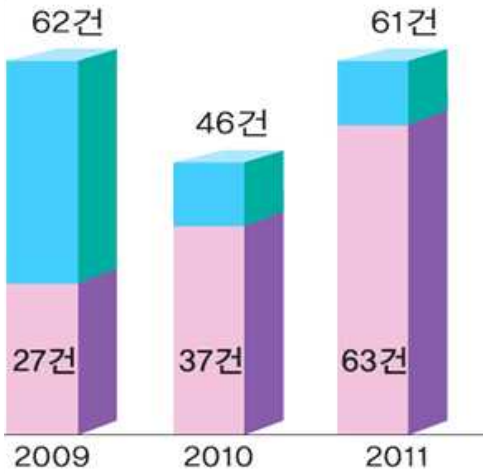
다. 사회문화적 측면의 기술개발 중요성

○ 철도 승강장은 철도를 이용하기 위한 최종 시설물에 해당한다. 이 시설물은 철도와 이용자가 충돌할 수 있는 것으로 안전사고가 빈번이 발생하는 장소이다. 뿐만 아니라 승강장은 정차하지 않고 통과하는 열차가 있는 곳일 경우 더욱 위험도가 높고 심리적 불안감까지 가중되고 있다. 철도 승강장의 안전사고의 사회적 피해 비용은 연간 465억 수

준에 있다.

○ 최근 ICT 발정은 철도승강장에서 <그림 5-5>와 같이 인터넷 서핑, 음악감상, TV시청, 채팅 등 다양한 활동을 할 수 있게 되었고, 이러한 활동은 승강장에서 안전의 주의력이 떨어지는 결과에 해당한다. 국토교통부(전, 국토해양부, 2013년) 자료에 근거하면 승강장 안전사고는 한국철도공사가 운영하는 승강장에서 2009년 이후 급격하게 증가하고 있는 추세에 있다(<그림 5-6> 참조). 이는 서울 수도권 등 지하철과 광역철도 일부 구간에 승강장 안전시설에 해당하는 PSD가 100% 갖춰짐에 따라 나타난 현상에 해당된다.

<그림 5-5> ICT발전에 따른 철도 승강장 문화의 변화



자료: 국토교통부(2012)

<그림 5-6> 국내철도사고발생건수

○ 미국의 뉴욕 메트로는 2012년 선로 추락사고가 150건 정도 발생되고 있으며, 53명인 사망사고로 이어졌다. 이는 <표 5-1>에 제시한 바와 같이 뉴욕 메트로의 열차가 3종류(15.5m, 18.4m, 23m 등의 차량길이)가 운행되고 있기 때문에 스크린도어 설치가 불가능하다. 일본에서는 <표 5-2>에 제시하고 있는 바와 같이 연평균 855건의 승강장 사고가 발생하고 이중 절반에 해당하는 421건이 인명사고로 이어지고 있다.

○ 이상 미국과 일본의 승강장안전사고는 사회적으로 절실히 해결되어야 할 과제에 해당된다. RPSD의 상용화 기술개발과 시범사업, 그리고 국제표준인증은 국내뿐만 아니라 해외의 승강장 안전도 제고를 위해 필요한 기술개발이라고 판단된다.

<표 5-2> 일본 철도승강장 사고건수와 사망자 수

구분	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	연평균
인명사고	383	424	436	396	466	421
인명사고 이외	466	468	413	455	368	434
합계	849	892	849	851	834	855

자료 : 니시이 가즈히로, 일본철도의 승강장 안전사고 현황과 철도운영기관의 대응방안, 철도역승강장의 승객안전사고예방을 위한 한일 철도세미나, 한국교통연구원, 2012. 8. 31

라. 정부지원의 필요성

○ 추가 연구개발로 제시한 RPSD 국제표준인증 및 상용화 기술개발은 정부예산 절감, 공공성과 글로벌 철도의 안전성 제고, 스크린도어 산업 부흥 및 강소기업육성이라는 측면에서 정부지원의 필요성이 있다. 아래는 상기 각 관점에서 정부지원의 필요성과 그 타당성을 제시하였다.

(1) 승강장 안전시설 투자예산 절감

○ 국토교통부장관은 철도안전법 제5조에 따라 철도안전종합계획을 수립하고 세부 시행계획을 수립해야 한다. 또한 철도운영자는 철도안전법 제7조에 규정하는 바에 따라 안전관리체계를 승인받고 이를 유지해야 한다. 철도승강장안전은 정부와 철도운영자에게 법 및 제도적으로 의무사항이 규정되어 있다.

- 도시철도의 경우 도시철도건설규칙 제30조의2(승강장의 안전시설)에 따라 도시철도의 승강장에는 안전팬스 및 스크린도어를 설치하여야 함
- 일반철도 즉, 간선철도와 고속철도의 경우 철도시설 안전에 관한 규칙 제44조(승강장의 안전시설)에 근거하여 난간, 스크린도어 및 안전발판 등을 설치해야 함

○ 이와 관련하여 국토교통부는 철도안전종합계획수립시 철도 승강장 안전 확보를 위해 2017년까지 5,700억 규모를 투입하여 승강장안전시설을 설치할 예정에 있다. 이러한 철도 관련 법 및 제도에 따라 의무적으로 설치해야 하는 시설이 승강장안전시설이다. 지상역 승강장 1개소의 스크린도어 설치비용(설계/제작/설치 포함)은 200m 길이 기준 약 20억이 소요된다. 하지만 RPSD의 상용화 기술개발과 국제표준인증은 승강장안전시설의 정부예산 50% 수준을 절감할 수 있다. 따라서 본 연구개발은 향후 승강장안전시설의 국가예산을 절반수준으로 감소할 수 있기 때문에 정부지원의 타당성이 매우 높다고 판단된다.

(2) 공공성과 글로벌 철도 승강장/철도건널목 안전성 제고

○ 기존 PSD시스템은 국철 승강장에서 일본 미국 등과 같이 1개 이상의 열차 차종이 동시에 운행되고 있는 승강장의 승객안전사고 방재 시스템으로서 역할이 불가능하지만, 본 연구개발은 열차차종에 관계없이 국내뿐 만아니라 해외의 철도역 승강장의 안전사고 취약성 개선이 가능하기 때문에 공공성 및 국민복지 증진에 기여하므로, 본 연구개발에 정비지원은 타당하다고 판단된다.

○ 또한 RPSD는 다양한 분야의 안전시설로 적용이 가능하다. 특히 철도분야 중 철도건널목의 안전도가 낮게 운영되고 있지만 RPSD의 철도건널목 인터페이스 기술개발과 적용성을 확인할 수 있다면 철도운영의 안전도 제고에 기여할 것으로 기대되기 때문에 정부지원의 타당성이 매우 높다고 판단된다.

(3) 세계 스크린도어 수출과 강소기업 육성

○ 기존 PSD시스템은 해당 원천기술이 이탈리아와 일본에 있지만 RPSD는 구조체와 제어의 메커니즘이 세계 최초 기술이며, 100% 국내 기술로 개발하고 해당 원천기술이 한국교통연구원에 있기 때문에 향후 국내외 승강장안전시스템 시장에 독보적인 우위를 차지할 수 있다. 이는 국내외 시장규모가 5조 이상(미국, 일본, EU 등)시장을 독점할 수 있기 때문에 아이디어를 기술개발하는 창조경제 모델이 될 수 있다.

○ 국가는 강소기업 육을 통한 창조경제로 구현하는 국정목표가 있는 바, RPSD의 국내외 지적재산권 확보에 소요되는 연구개발비 지원은 시의성이 매우 높은 것으로 판단된다.

다. 연구개발 단계

○ 본 연구개발사업은 상용화 기술을 확보하는 데 목표가 있다. 주요 연구개발내용은 RPSD의 상용화 기술개발, 시범설치 및 신뢰성 평가, 브랜드화 사업 등 3가지로 구분된다. 본 연구개발의 기술개발성숙도 분석은 상기 3개 연구내용으로 구분하여 제시하고자 한다.

○ 동 기술개발과 관련하여 2010년 이후 일본에서 상하로 움직이는 메커니즘 개발에 착수하여 국토교통성의 해당 기업에 예산지원을 실시하고 있다. 자유공모과제에서 수행한 결과물은 RPSD의 실용화 기술로 대구 도시철도 2호선 문양역과 일본 전원도시선 츠키

미노역에 각각 영업운영과 시범운영을 실시하고 있다. 한국교통연구원이 개발한 RPSD는 실용화 단계 중 시제품 설치 및 성능시험단계(TRL8)에 있다.

○ 본 연구개발사업은 자유공모과제 성과물에 대해 상용화에 부족한 모듈화 및 경량화 기술개발, 장애물센서개발 등을 포함하고 있고, 상용화에 걸림돌인 RPSD의 신뢰성 검증과 안전성 인증 등을 포함하고 있기 때문에 <표 5-3>에 표시하고 있는 바와 같이 본 연구개발사업의 기술개발성숙도는 9 단계에 포함된다.

<표 5-3> 본연구개발사업의 기술개발 성숙도

구분		표기	단계별 설명
기초연구 단계	TRL 1	☐	TRL 1 이론적 연구단계
	TRL 2	☐	TRL 2 기술적 개념정립 단계
실험 단계	TRL 3	☐	TRL 3 실험적 증명 단계
	TRL 4	☐	TRL 4 실험실 성능평가 단계
시작품 단계	TRL 5	☐	TRL 5 유사환경 시험 단계
	TRL 6	☐	TRL 6 유사환경 기술시범 단계
실용화 단계	TRL 7	☐	TRL 7 실제환경 시작품 데모 단계
	TRL 8	☐	TRL 8 시제품 설치 및 성능시험 단계
사업화 단계	TRL 9	√	TRL 9 현장적용/사업화 단계

제2절 타산업 연계 및 국제협력 가능성

1. 타산업 연계 가능성

○ RPSD의 상용화 연구개발사업은 도로교통안전의 산업과 연계가 가능하다. 최근 버스전용차로가 확대 설치되면서 섬식 정류장이 다수 설치되고 있지만 승객이 점유해야 하는 공간은 제한되어 있기 때문에 안전사고 위험성이 높아지고 있다. 또한 어린이 보호 구역에서도 안전시설로 활용이 가능하다.

▲ 중앙버스정류장(BRT) 시설의 횡단보도　　▲ 어린이 보호구역

<그림 5-7> 타 분야의 연계 가능성

2. 국제협력 가능성

(1) 일본

○ RPSD의 일본 보급은 일본 철도운영자의 요구사항을 파악하고 이를 반영한 시스템 성능을 확보해야 한다. 선행 연구과제인 「지상역 승강장의 지능형 승객안전사고 방재시스템개발 연구(한국교통연구원, 2011. 8~ 2013. 9)」에서는 상기 요구사항 파악은 토큐전철주식회사의 대리인 김태규 대표(주식회사 KJCT)와 주식회사 일본신호와 협력하여 수행하였다. 향후 일본 동경의 올림픽 개최 등은 철도승강장의 안전시설 확보를 가속화할 것으로 기대되며, 주식회사 일본신호가 국토교통성에서 R&D 예산을 받아 한국교통연구원에서 개발한 RPSD의 개량화 사업을 수행하고 있다.

○ 이와 관련하여 한국교통연구원과 일본신호는 RPSD 관련 기밀유지협약서(NDA)를 맺고

관련 정보를 지원하고 있다. 향후 상용화 사업 중 시범사업의 확대가 절심히 필요하기 때문에 츠키미노역 이외 역사 승객이용이 혼잡한 역사와 곡선구간 등 2개 역사 정도의 시범사업 추진할 계획이다.

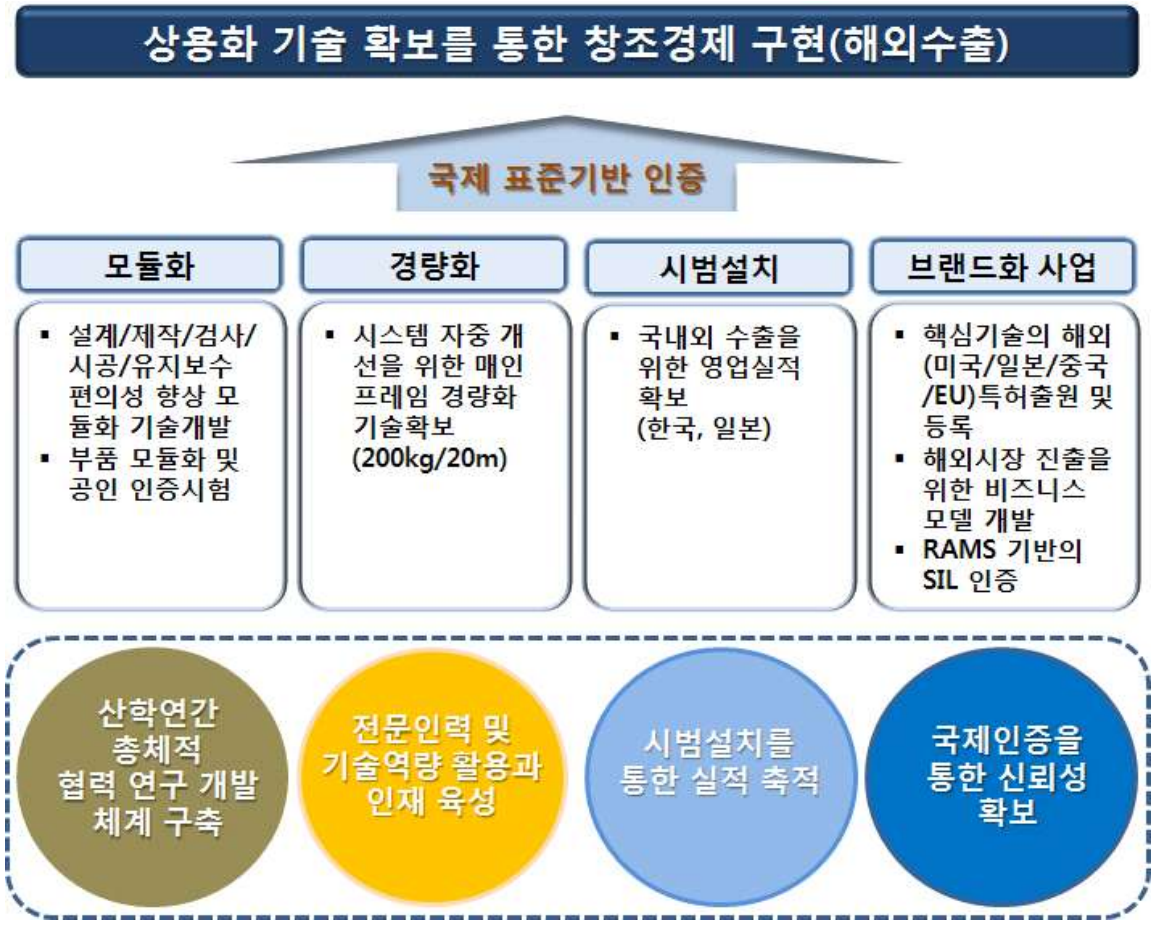
(2) 스웨덴

○ 스웨덴의 Stockholme 메트로는 선진화 사업이 진행 중에 있다. 이 중 무인운전으로 전환하면서 일부 역에 스크린도어 설치가 요구되었고, 이때 요구조건은 영하 25℃ 극한기후 조건에 운영되어야 한다. 기존 PSD는 슬라이딩 레일이 승강장 바닥에 설치되기 때문에 극한조건을 만족시키기 어렵다. 또한 광역전철과 펜델로그라는 특급광역전철이 시속 160km로 주행한다. 이런한 철도승강장의 위험도 개선은 RPSD로 그 대안을 찾고 있다. 이와 관련하여 RPSD의 시범설치에 관심이 있기 때문에 향후 스웨덴 Stockholme과의 국제협력의 가능성이 열려 있다.

제3절 상용화 추진 방안

○ 본 과제의 추진을 통해 궁극적으로 지향하는 비전은 세계 최초의 기술을 기반으로 창조경제 구현을 하고자 한다. 창조경제 비전 달성은 국내의 경우 승강장 안전시설 투자비용 국고 50% 절감과 5조원 규모의 해외시장을 선점하고자 한다.

○ 전 세계적으로 철도승강장 안전에 대한 요구가 증대되고 있는 현 시점에서 RPSD의 상용화 기술개발과 국제표준인증을 통해 녹색성장 및 경제적 효과 창출이 예상된다.



가. 추가연구개발의 최종 목표

□ RPSD 상용화 기술확보
- 부품의 모듈화 기술 (부품 중 PSD 상용품 사용 비율 50%)
- 제작검사/설치(시공)/배송 등의 편의성 확보를 위한 모듈화 기술
- 구조체 경량화 기술
- 고속철도와 이외 철도 및 철도건널목 시제품 각 1식 현장설치
- 신뢰성평가 보고서(문양역, 츠키미노역, 시범설치 3개소)

□ 해외진출을 위한 국제표준인증 획득
- SIL 인증 획득

□ 해외 지적재산권 확보
- 미국/일본/중국/EU 등의 해외특허 등록

○ 본 연구개발 목표는 RPSD 상용화 기술확보 및 해외진출을 위한 국제표준인증 획득에 있다. 먼저 상용화 기술 확보는 선행기술개발 성과물 RPSD의 기능을 보완하는 것으로 상용화에 걸림돌이 되고 있는 부품의 신뢰성과 경량화 등 상용화 기술개발을 목표로 한다. 다음은 상용화 기술 확보 성과물에 근거하여 시범설치하고 그 신뢰성을 평가하고자 한다. 마지막은 상용화 기술개발과 시범설치의 모든 프로세서 즉 설계, 제작, 시험, 설치 등을 거쳐 국제표준기반의 SIL 인증을 취득한다. 이상 분야에 대한 각각 기술개발 목표의 범위와 한계는 다음과 같다.

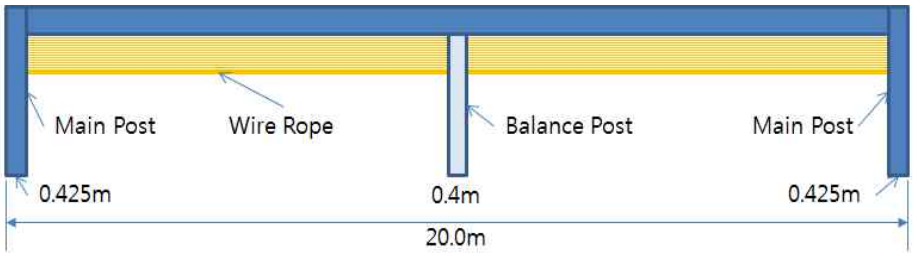
나. 해당 기술개발 목표의 범위

○ 상용화 기술의 범위는 연구개발내용에 모듈화 기술, 경량화 기술, 인터페이스 기술개발, 그리고 장거리 특성을 반영한 장애물센서 개발 등이 있다. 각 항목별 기술개발의 범위는 아래와 같다.

(1) 상용화 기술개발

○ 제작, 검사, 시공 등에 대한 모듈화 기술 개발
- 모듈화 기술개발은 기 개발된 RPSD는 <그림 5-8>에 제시하고 있는 바와 같이 기본적으로 20m 단위 즉 열차 1량의 길이 단위 설치를 목표로 개발하였지만, 제작 다음 성능시험은 크기와 무게, 그리고 로프체결 문제로 인해 공장내부에서 시행하는 것이 매우 불편하였다.

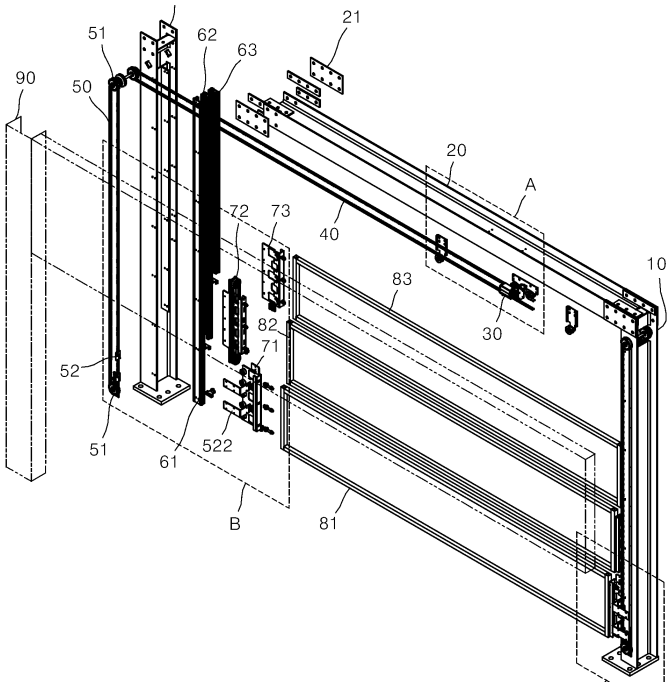
RPSD의 기본 사양



RPSD 설치 현황(대구 도시철도2호선 문양역)

<그림 5-8> RPSD의 사용 및 설치 현황도

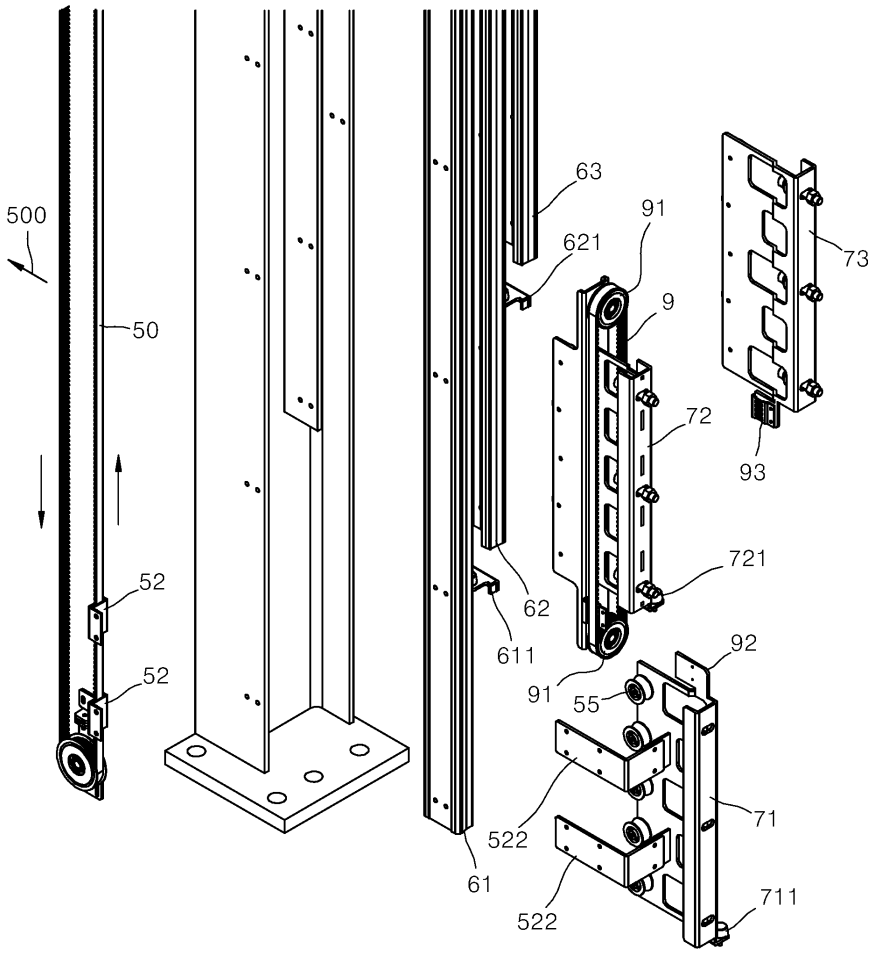
- 모듈화 기술개발은 먼저 20m 단위의 설치개념을 10m 단위로 변경하고, 구동체 연결구 자중이 걸리지 않은 구조로 변경한다. 이때 구동체와 연결구 관련 각 부품들은 수평 및 수직벨트, 풀리, 브라켓, 클램프 등은 상용품을 적용할 수 있도록 설계(Degine)를 수행한다(<그림 5-9> 참조).
- 한편 모듈화 단위가 20m에서 10m로 변경됨에 따라 구동장치(예들 들면, 모터 또는 실린더 등)의 설치개소수가 증가할 수 있기 때문에 단일구동시스템으로 개발한다. 또한 모듈화 규모가 작아짐에 따라 동반되는 비용증가를 개선하기 위해 MDU와 DCU는 통합하여 제어할 수 있는 기술을 개발한다.
- 운영자가 요구하는 차단 높이는 1.5m 수준이며 이를 구현하는 데 구조체 높이 변화가 없도록 3단으로 구현한다. 이때 적용기술은 움직 도르레(<그림 5-10>의 91번)를 이용한다.
- 안전문의 와이어 사용은 장력이 발생되고 이 장력은 수평부재의 규모와 내구성에 영향을 미치고 있기 때문에 장력이 없는 와이어 기술개발과 함께 풍1하중에 견고할 수 있는 구조로 변경하고자 한다.



범례

10 : 수직프레임	20 : 수평프레임
30 : 구동부	31 : 토션 브라켓
32, 42, 51 : 풀리	
40 : 수평벨트, 수평연결구, 제1연결구	41 : 벨트 처짐방지 브라켓
50 : 수직벨트, 수직연결구, 제2연결구	52, 722 : 클램프
22 : 결합편	
61 : 제1레일	
62 : 제2레일	
63 : 제3레일	611 : 제1스토퍼
621 : 제2스토퍼	71 : 제1행어
711 : 제1돌출부	72 : 제2행어
721 : 제2돌출부	723 : 풀리 축
73 : 제3행어	
91: 풀리(moved pulley), 동활차, 움직 도르레	92 : 제1결합부
93 : 제3결합부	66 : 롤러홀
88 : 도어 연결홀	

<그림 5-9> 모듈화 기술개발의 기본 개념도



범례

50 : 수직벨트, 수직연결구, 제2연결구	52, 722 : 클램프
22 : 결합편	61 : 제1레일
62 : 제2레일	
63 : 제3레일	611 : 제1스토퍼
621 : 제2스토퍼	71 : 제1행어
711 : 제1돌출부	72 : 제2행어
721 : 제2돌출부	723 : 풀리 축
73 : 제3행어	
91: 풀리(moved pulley), 동활차, 움직 도르레	92 : 제1결합부
93 : 제3결합부	66 : 롤러홀
88 : 도어 연결홀	

<그림 5-10> 모듈화의 움직 도르레 개발 개념도

○ 유지보수 편의성 향상을 위한 모듈화 기술개발

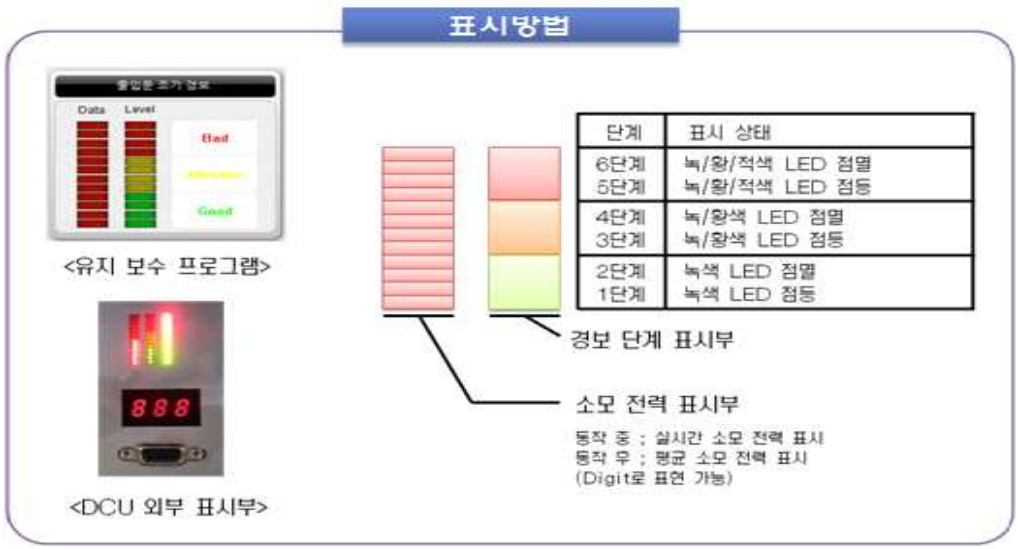
- 상태기반 유지보수 편의성 증대는 운영자의 보다 편리한 상태기반 유지보수를 위해 다음과 같은 유지관리 시스템을 개발한다.

  · 조기경보 시스템

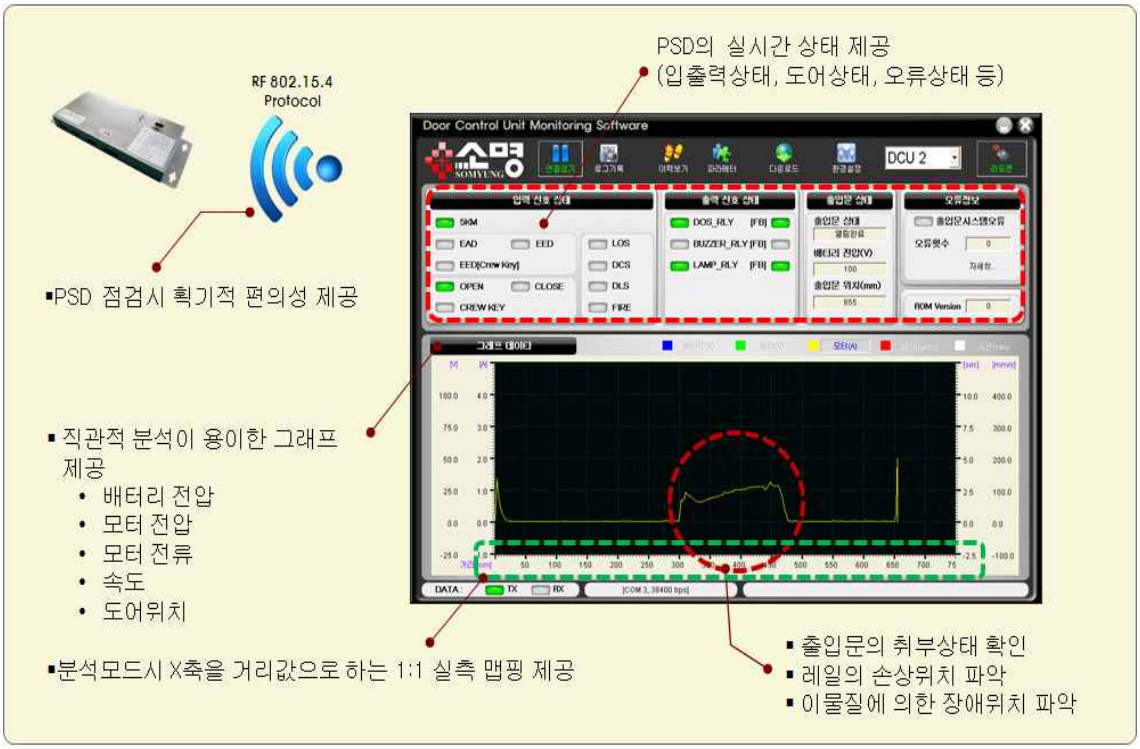
  · RPSD제어기 무선점검 시스템

- 상태기반 유지보수 시스템은 RPSD 안전문의 동작 상태를 항시 감시하고 동작에 이상 징후가 있을시 고장이 발생하기 전에 관리자에게 알림으로써 장기간 반복적인 사용에 의해 발생할 수 있는 비상상황에 적절하게 대응하여 RPSD 동작을 안정적으로 유지 및 관리할 수 있는 시스템을 개발한다(<그림 5-11> 참조).

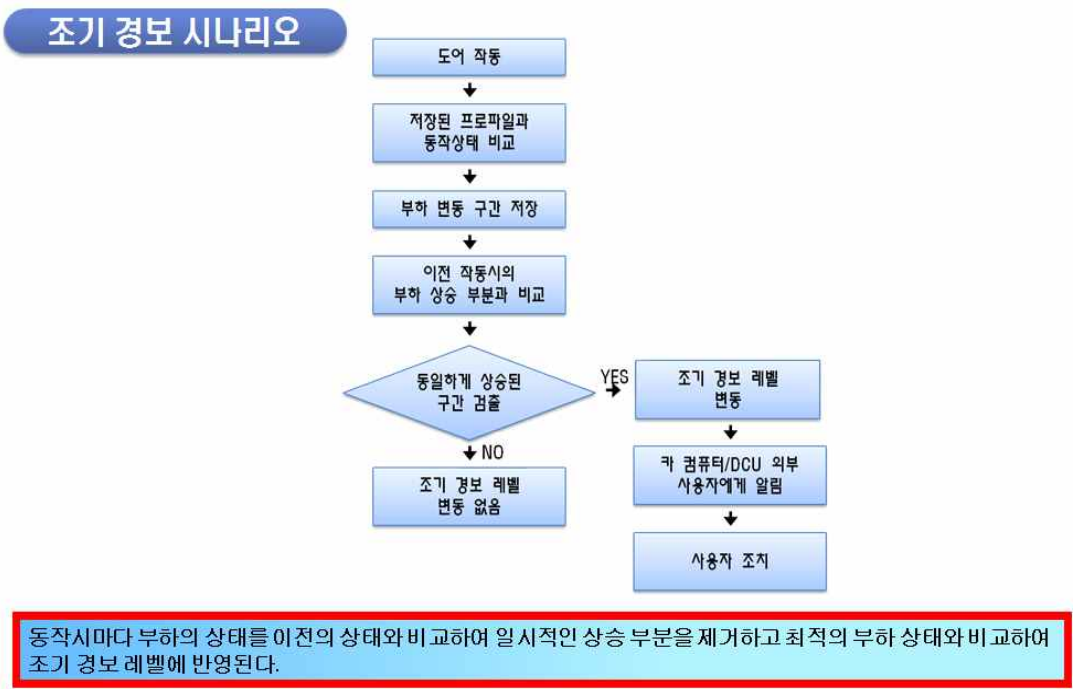
- 무선점검 기능은 DCU에 근거리 무선 통신 (Bluetooth or ZigBee or IR 등) 기능을 결합하여 제어기가 설치된 구조물의 점검 커버를 열지 않고도 무선으로 DCU의 입출력 상태, 전압 전류값과 안전문 이동속도, 각종 파라메터 값 및 고장 이력을 점검하고, 그 결과를 점검자의 PDA 또는 노트북 PC 등으로 무선전송을 가능하게 하는 기술로서 RPSD의 유지보수를 위한 시간과 비용을 절감시켜주는 효과가 기대된다(<그림 5-12> 참조).



<그림 5-11> 상태기반 유지보수 시스템의 표시 개념도



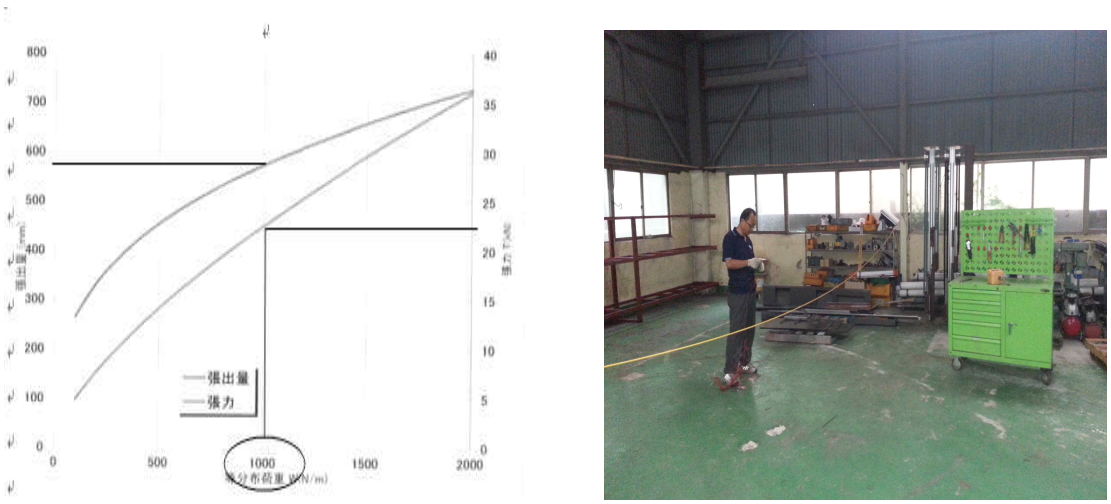
<그림 5-12> 상태기반 유지보수 시스템의 구성 개념도



<그림 5-13> 상태기반의 조기경보시스템 운영 시나리오

○ 구조체 경량화 기술개발

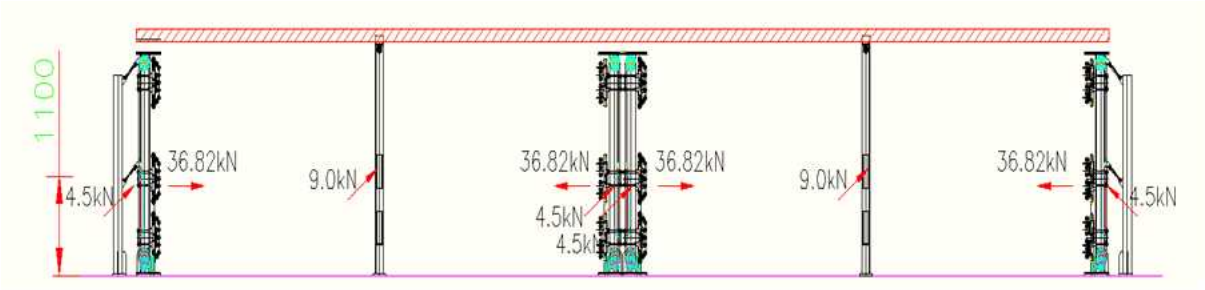
- 현재 대구도시철도 2호선 문양역에 시범운영중인 RPSD는 중량이 무거워 신축역사나 승강장 연건이 양호한 곳에서는 구조적으로 설치 문제가 없으나, 승강장이 노후한 역사에는 보강 작업이 불가피하다. 일본의 경우 대부분 역사가 노후화 되어, RPSD 설치 시 막대한 승강장 보강작업이 필요하다. 야마노테선의 경우 PSD 설치를 위해 역사당 승강장 보강 비용으로 20억 이상 소요 되었다.
- 본 경량화 기술개발 연구 과제를 통하여 승강장 보강공사를 최소화 할 수 있는 구조를 개발하여야 한다.
- (MAIN 프레임 경량화) : MAIN 프레임은 RPSD 중량의 40%를 차지하여 경량화를 위해서는 MAIN 프레임 경량화가 필수적이다. MAIN 프레임을 경량화 하기 위해서는 구조 보강 방법 변경, 구조 소재 변경, 프레임 형상 변경 등의 방법이 있으나 획기적인 경량화를 위해서는 소재 변경 방법의 경량화가 필요하다. 따라서 프레임의 경량화 방법 중 구조보강, 형상 변경, 소재변경 등의 방법 등을 검토하고 소재 변경의 연구를 수행한다. 소재를 변경하기 위해서는 소재의 특성 제작방법, 조립방법, 취급 방법 등 여러 가지 고려되어야 할 사항이 있다. 변경가능 한 소재는 마그네슘합금 알루미늄 합금은 경량화에 맞는 소재(강(7.8) 보다 비중이 낮은 소재)를 선정 한다.
- **(프레임 경량화 기술 개발을 위한 와이어로프 장력시험)** : RPSD의 프레임 경량화를 위해서는 작용하는 하중분석이 중요하다. 내구성은 최대가 되도록 하는 것이 아니라 가격 경제성 등을 고려하여 최적이 되도록 한다. MAIN 프레임은 RPSD에 작용하는 하중을 지탱하는 역할을 함으로 정확한 하중 작용 방향 하중량 분석이 선행 되어야 한다.



<그림 5-14> 와이어로프의 장력시험 방법

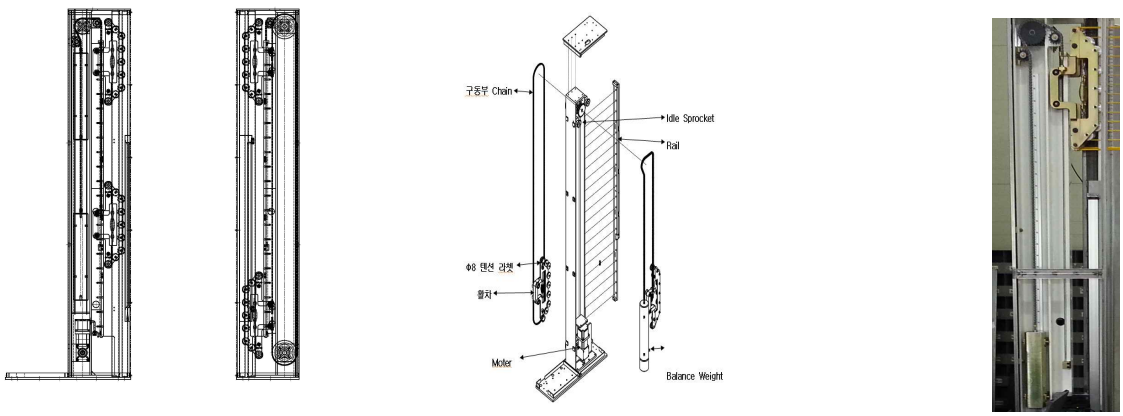
- **(프레임 하중 분석)** : RPSD에 작용하는 하중은 일반 DOOR와 달리 고려하여야할 하중 방향이 다양하다. 와이어 방향의 하중(장력)과 인압 하중, 풍하중 지진하중 등

을 고려하여 정확한 하중방향을 도출해 낸다. 하중방향은 시뮬레이션을 실시하여 선형적인 하중 방향을 분석하고 동시에 TEST밴드를 설치하여 실증 실험을 진행하여 도출한다. 하중 방향을 고려하여 저하중부분의 보강을 최소화하고 고하중 방향의 보강을 강화하여 최소 설계를 통한 경량화를 한다.



<그림 5-15> 하중적재 방법

- **(시뮬레이션 및 3D설계)** : RPSD의 물리적으로 원하는 기능을 수행할 수 있는 작동 원리가 변경 구조 체에서 원활히 작동 가능 한지 여부를 시뮬레이션을 통하여 구조 체와 구동부간의 작동상 간섭을 검토 하고 실제작 시 제작 시행착오를 줄이기 위해 시뮬레이션을 수행한다. 구조 체의 간섭 부를 쉽게 검토하기 위해 시뮬레이션 설계는 3D로 수행한다.



<그림 5-16> 제작 단계

- **(시제품 하중 시뮬레이션 및 시험)** : 시제품 하중 시뮬레이션을 수행하여 TEST 전 하중 동작형태 동작상 문제점의 선형적인 데이터를 도출한다. 시뮬레이션은 시제품 TEST시 테스트 기본 자료로 활용되며, 실 TEST의 기본 자료가 된다.

<그림 5-17> 시뮬레이션 결과 및 현장 시험(안)

- **(덕트의 경량화)** : DUCT 경량화 방법에는 구조보강, 형상 변경, 소재변경 등의 방법이 있으나, DUCT는 구조 특성상 풍하중을 고려한 설계가 반영되어한다. 경량화 방법 중DUCT는 소재 변경, 형상 변경의 방법을 사용한다. 소재 변경은 자중을 고려 하여 설계하고 풍하중은 형상을 반영하여 설계한다.
- **(경량화 시제품 제작, 20m 기준 2개)** : RPSD 경량화 단계중 시제품제작은 실제 상용화 될 제품을 제작한다. 제작시 추 후 상용화를 고려하여 제작 방법에 대한 연구가 필요하다. 제작 방법은 대량 생산 시의 금형개발, 목형개발등의 대량 생산 가능한 방법이 고려되어야한다. RPSD는 특성상 POST의 수직 수평이 구동상의 영향을 줄 수 있으므로 제작 단계에서부터 조립 방법 또한 검토한다.

(2) 철도건널목 적용을 위한 신호시스템과의 인터페이스 기술개발

(가) 인터페이스 기술개발의 범위

○ 철도건널목 제어 유니트는 주재 또는 분소 단위의 궤도 및 신호기정보 키트와 건널목 제어 유니트와 연동되어 있다(<그림 5-18>).

○ 기존 케이블 사양과 동일처리 가능하도록 개발하며, 경보기, 차단기는 각각 전원 및 제어 케이블과 인터페이스 할 수 있도록 한다.

○ 철도건널목 적용의 제어기술은 기존 철도신호시스템과 연동시킬 수 있도록 하며 인터페이스 기능으로만 작용하도록 한다. 단, 철도신호시스템과 별도 개발하는 연구내용이 아니다.

<그림 5-18> 철도건널목 인터페이스 개념도

(2) 건널목 현황

○ 건널목 보안장치는 철도와 도로가 평면 교차하는 개소에서 열차의 진입을 통행자에게 알려 사고를 방지하는 운전 보안설비이다. 최근 열차의 고속화와 운행 회수의 증가 및 자동차와 보행자 등과 같은 교통량의 증가로 건널목 사고가 많이 발생하게 되어 열차 운행의 안전, 정확, 신속성에 많은 지장을 받고 있기 때문에 건널목 보안장치의 설비를 보완하거나 신기술을 적용하여 사고를 방지한다. 건널목은 열차운행 회수와 도로 교통량에 따라 차단기와 경보기가 24시간 동작하거나 건널목 안내원이 근무하는 1종 건널목, 경보기만 동작하는 2종 건널목, 건널목 교통안전 표지판만 설치되어 있는 3종 건널목으로 구분한다.

- 건널목 경보기 : 열차가 제어거리 약 800~1,200m 이내에 진입하면 건널목의 경보가 자동으로 작동하고 2개의 적색등을 교대로 점멸하여 열차의 접근을 통행자에게 사전에 알려주는 기기이다.
- 전동차단기 : 건널목 경보기가 동작한 다음 약 3초 후 건널목의 통행쪽 도로를 차단기 암이 자동으로 내려져 차량의 통행을 제지하는 기기이다.
- 고장 감시장치
  · 건널목 보안장치의 동작상태를 감시하는 장치로 고장 발생시 고장 상태를 보수자에게 자동으로 표시하고 경보를 발하여 고장을 신속히 복구하도록 하는 장치이다.
- 지장물 검지장치 : 건널목을 통과중인 차량이 고장, 도로 정체로 인한 정차, 보판 이탈 등 운전자 부주의로 건널목을 지장하고 있을 때 레이저에 의해 자동으로 지장물을 검지한 후 열차 제동거리 전방에 설치된 지장 경고등의 적색등이 섬광되어 운행

중인 기관사에게 건널목에 장애물이 있음을 사전에 알려주는 장치이다.

- 신호정보 분석장치 : 건널목 보안장치의 동작 정보를 실시간으로 검지하여 기록 저장하고 데이터를 출력하여 고장에 대한 원인을 분석하는 장치이다.
- 전동 차단기 : 도로 교통량 증가와 도로폭에 따라 4.5m, 6m, 8m, 12m,14m 차단봉을 설치한다.
- 원격 감시장치 : 신호 정보 분석장치가 있는 건널목을 신호제어 분소 단위로 구성하여 건널목 보안장치를 원격으로 감시하는 기기이다.
- 출구측 차단간 검지기 : 열차가 건널목에 접근하여 경보기가 동작중에 자동차가 차단기 하강 직전 건널목에 진입하여 출구측 차단기 하강으로 빠져나가지 못하고 정차하는 경우에 상황을 파악, 검지하여 출구측 차단기를 상승시켜 자동차가 안전하게 건널목을 통과하도록 하는 기기이다.
- 건널목 정시간 제어기 : 건널목의 경보기를 제어하기 위하여 열차 접근 시점에 해당 구간을 운행하는 열차의 최고 속도를 감안하여 궤도회로 또는 제어자를 설치하고 있다. 이때 고속열차와 저속열차의 경보시간이 큰 차이가 있을 경우 통행자가 고장으로 잘못 인식하고 횡단하여 사고가 발생할 수 있다. 이에 대응하기 위하여 열차의 속도를 검지하여 경보시간을 조정하여 적정하게 유지하기 위한 기기이다.

<그림 5-19> 건널목 설비

(3) 철도 건널목 인터페이스 장치 개발 범위

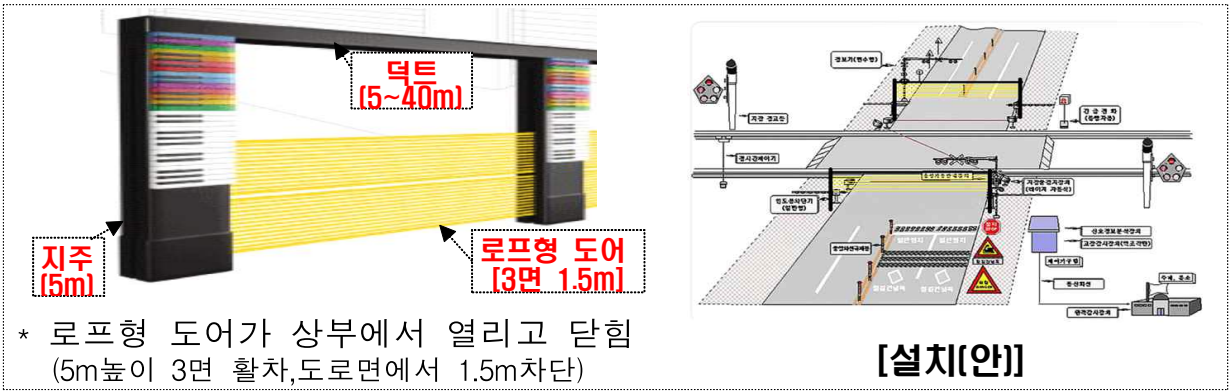
○ 1970년도 이후 국내 철도의 운전사고 발생현황을 살펴보면 건널목 사고가 그 대부분을 차지하고 있으며, 그동안 건널목 사고는 입체화 사업의 지속적 추진, 보안시설의 자동화 시스템 및 대국민 홍보활동 강화 등으로 사고건수는 매년 감소하는 추세지만 아직도 사고발생 잠재요인이 많고 건널목 사고의 대형화는 인적,물적 피해가 클 뿐만 아니라 열차지연에 따른 사회적 손실도 큰 실정이다. 우리나라와 철도환경이 유사한 일본의 경우 전국에 약 3만7천개소의 철도건널목이 있으며, 건널목 사고가 철도 운전사고에서 차지하는 비율은 60%를 초과하고 있다. 더욱이 철도 중대사고의 대부분이 제1종 건널목에서 지속적으로 발생하고 있어 건널목은 안전대책상 중요한 위치를 차지하고 있다.

○ 건널목 사고는 지역특성, 교통특성, 건널목 구조, 인적 요인 등이 복잡하게 서로 얽혀서 발생하며, 일반적으로 경고 전에 건널목에 진입하여 정체 등으로 나올 수 없게 되는 경우와 사고의 대부분을 차지하고 있는 경보가 울린 뒤에 건널목으로 진입하는 경우로 나뉜다. 특히 후자의 경우는 건널목의 존재 또는 경보표시를 깨닫지 못하고 진입하는 경우와 경보 중인 건널목에 고의로 진입하는 경우로 국민의 질서의식 수준과 밀접한 관계가 있다

○ 본 연구는 효과적이고 효율적인 건널목 사고 안전 실시 대책으로서 건널목의 진입을 원천적으로 차단시키는 RPSD를 설치하여 기존 차단기의 한계를 보완하여 건널목의 무단 진입에 따른 사고를 방지하고, 기존 건널목 제어 시스템과 RPSD간의 표시 및 제어 정보를 처리하기 위한 인터페이스 장치를 개발한다

<표 5-4> 철도건널목 적용을 위한 RPSD 일반 사양

항목	기존 전동차단기	RPSD
차단 길이	4.5m, 6m, 8m, 12m,14m	5 ~ 40m 도로폭와 동일
상승시간	12초 이하	3.5~5초
하강 시간	8초±2초	3.5~5초
전동기	직권4극 DC 24V	AC 220V
기동전류	70A 이하	10A

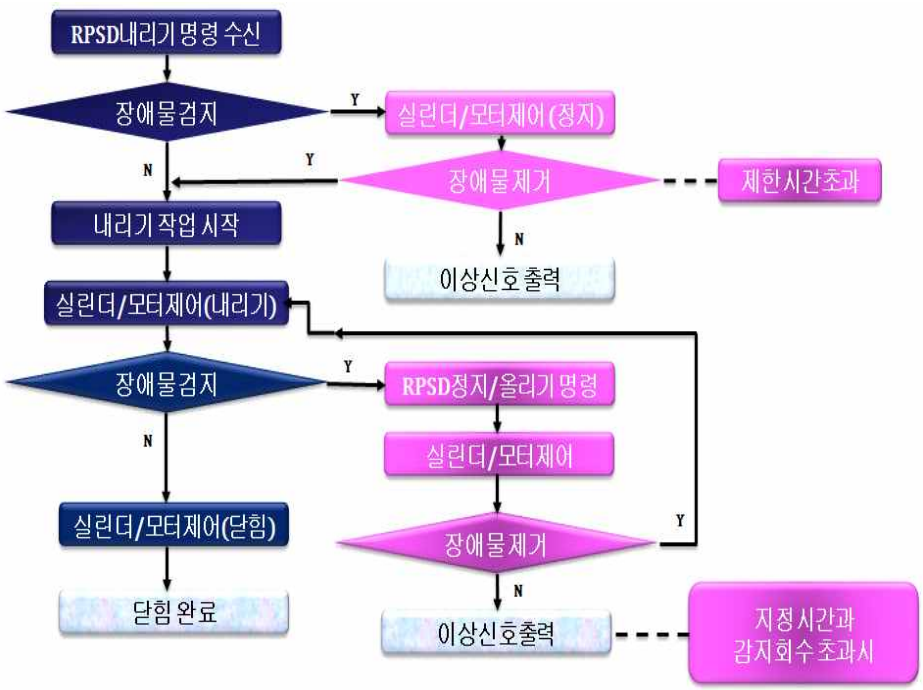


<그림 5-20> 철도건널목 RPSD설비 설치안

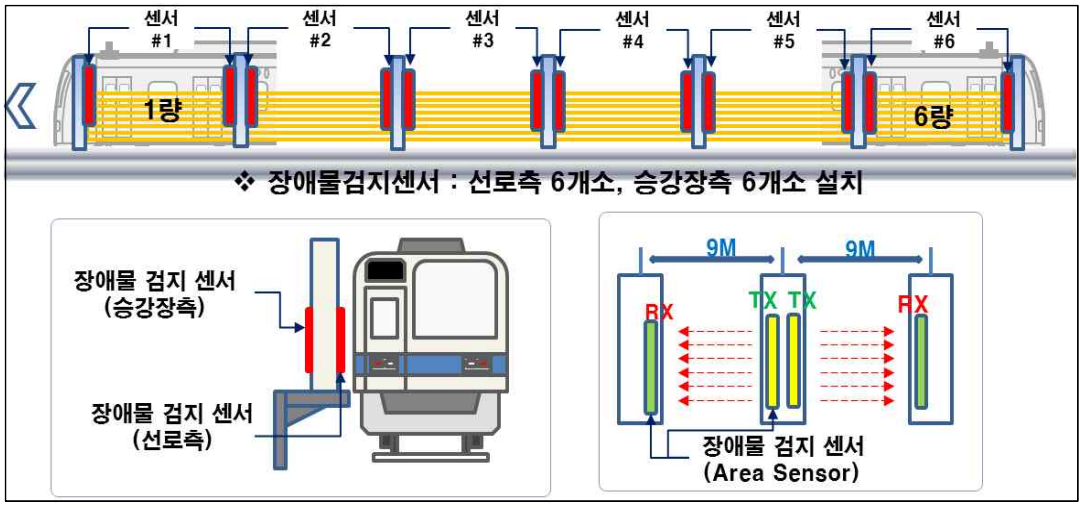
(4) 장거리 특성을 고려한 장애물 센서 개발

○ 장애물감지 알고리즘

- 장애물센서 감지(시범역사 설치) : 승강장 안전장치의 세이프도어가 닫히는 도중에 사람이나 물체가 구동부 과부하 센서 또는 장애물센서에 감지될 경우 세이프도어를 재 개폐시킨다. 이와 같은 동작은 이물질 감지가 해소될 때까지 무한 반복한다. 이상신호를 수신한 TIP 주제어장치는 기관사조작반에 이상신호를 송신하고 각 조작반의 표시등을 점등시킨다. 이때 TIP 주제어반 및 각 조작반에서는 세이프도어의 재개폐동작이 가능하다.



<그림 5-21> RPSD의 장애물 감지 및 제어 알고리즘

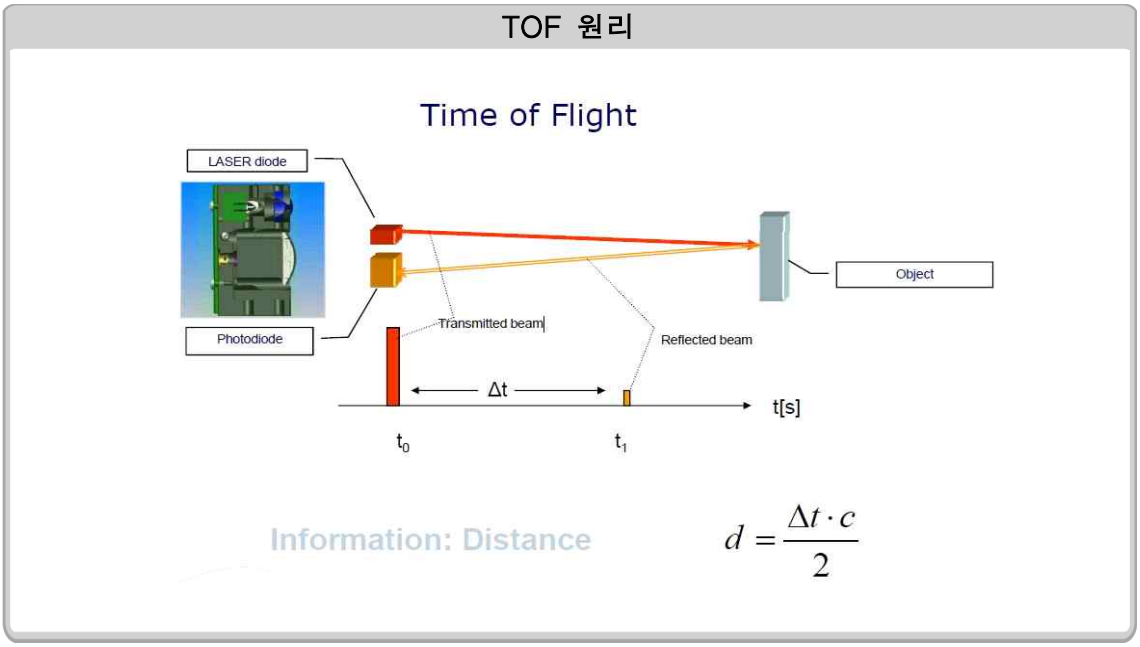


<그림 5-22> RPSD 장애물검지 센서 설치 방법

○ 성능 및 요구조건

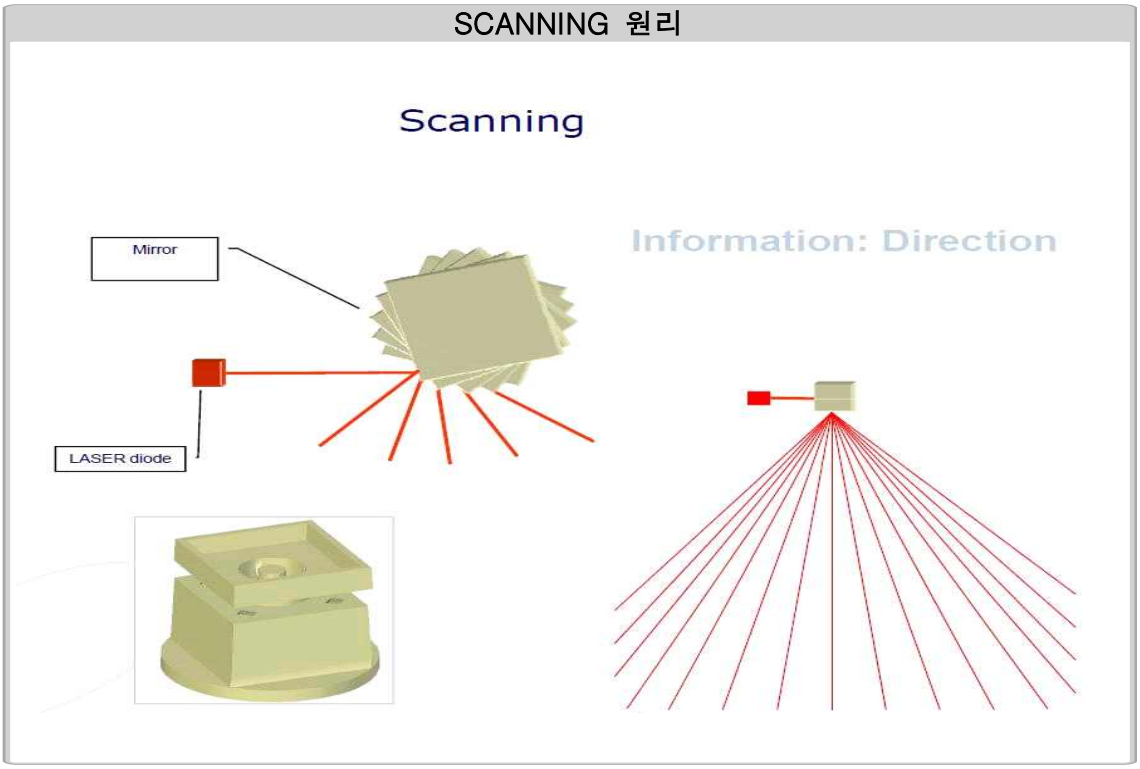
- 와이어도어와 전동차 사이에 물체 및 승객이 갇혔을 경우 장애물 센서에 의해 이를 검지하여 RPSD 동작을 제어하고, 차량의 출발을 억제하여 승객의 안전을 도모
- 장거리 감지가 가능한 센서 개발하여 RPSD 설치에 탄력적으로 조절 가능 (설치 포스트 기준 10M, 20M, 40M 등)
- 거리 조절 기능을 이용하여 설치에 따른 거리 조절 기능
- 외부 환경 변화(비, 눈, 태양광)에도 안정적 작동 기능
- 장거리 특성을 고려한 센서 개발은 에어리어 센서, 3D센서, 초음파 등으로 RPSD 운영시나오에 적합한 사양을 선정하여 개발한다.
- 3D 레이저 센서 : 레이저 스캐너 방식을 사용하여 사각영역을 설정하여 감지하는 기능, 외부 환경 변화(비, 눈, 태양광)에도 안정적 작동 기능, 사각지대를 완벽하게 감지하는 기능, 거리조절 기능 등을 포함하여 개발한다.

TOF 원리

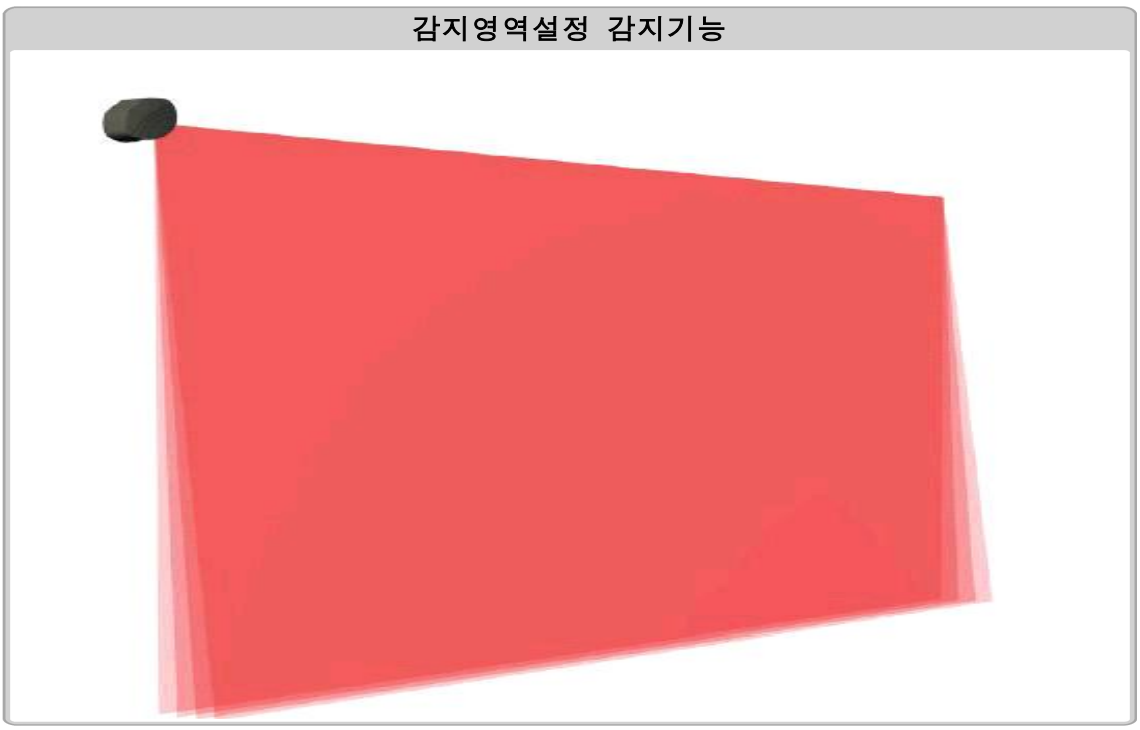


- 3D 레이저센서 SCANNING

SCANNING 원리



- 센서 감지 영역



(4) 타 분야 적용/상용화 전략수립

○ 최근 버스전용차로가 확대 설치되면서 도로중앙의 섬식 정류장이 다수 설치되고 있지만 승객이 점유해야 하는 공간은 제한되어 있기 때문에 안전사고 위험성이 높아지고 있다. 또한 어린이 보호 구역내에서도 어린이들 도로횡단시 발생할 수 있는 사고를 예방하기 위하여 녹색어머니회 등을 통하여 교통안전지도를 수행하고 있으나, 경제적, 시간적 제약이 발생한다. 따라서 보행자 및 차량의 이용형태에 대한 분석 및 법제도상의 제약조건 등에 대한 검토를 바탕으로 승강장안전분야 이외의 도로분야에서 본 시설을 활용하기 위한 전략 수립이 필요하다.

○ 중앙버스전용차로 정류소 안전분야

- 중앙버스전용차로 중 정차노선이 집중되는 특정 정류소의 출퇴근시와 같은 경우, 과도한 대기승객으로 인하여 승하차 승객의 이동에 어려움을 겪고 있으며, 경우에 따라 승강장을 벗어나 차로부를 이용하는 경우가 발생하고 있다. 이용자가 집중되는 특정 정류소의 경우 정류소 내부로 접근하는 버스차량과 보행자간의 상충위험성이 높은 상황이며, 이를 방지하기 위한 물리적 안전시설의 보강이 필요한 실정이다.
- 이에, 중앙버스전용차로 정류소 설계지침 상의 기하구조 규정에 대한 검토를 본 시

설을 정류소 차도측 보행자 돌출방지 안전시설로 활용하기 위한 적정규격 등에 대한 검토를 수행한다. 또한, 정류소의 기하구조, 위치, 버스 대기인원, 승하차 유동 인원, 버스 정차대수 등의 변수를 고려한 다양한 시나리오별 적정 운영방식에 대하여 제시한다.

- 횡단보도부 역시 과도한 횡단대기 보행자로 인하여 차도부 돌출위험성이 발생하며, 접근 버스의 승차를 위하여 무리한 횡단을 시도하는 경우가 발생하므로 이를 방지하기 위한 안전시설의 설치가 필요하다. 이와 같은 경우, 본시설의 차단부의 개폐를 판단하기 위하여 횡단보행신호기와의 연동이 필요하다. 횡단보행신호기와 연동을 위한 기술에는 다양한 기술이 개발 가능하지만, 본 연구에서는 횡단보행시설 제어기와 연결이 불필요하며 빛 감지 센서, 무선통신 등을 이용한 제어방식을 개발함으로서, 설치 및 유지관리의 간편을 도모한다. 또한, 정류소내 쾌적한 대기공간 및 통행공간 확보를 위하여 승강장내부 구조물로 인한 유효폭원의 협소를 최소화 하기 위하여 기설 쉘터 지주부, 가로등, 버스정보제공시스템(BIS) 등과의 구조물 통합 전략을 수립한다.

○ 횡단보도 보행자 안전분야

- 어린이 교통사고 중, 초등학교 등하교시 학교 주변에서 발생하는 사고는 이미 오래전부터 끊임없이 문제제기 되어 왔다. 우리나라 교통사고 통계를 보면 교통사고 사망자수는 전체적으로 감소하는 추세를 보이고 있으나, 어린이 횡단 중 차량과의 충돌사고 비율은 증가하는 경향을 나타내고 있다. 특히, 초등학교 등하교시 발생하는 교통사고 위험으로부터 어린이들을 보호하기 위하여 무단횡단 억제 및 안전 확보 노력이 필요하며, 이를 위해 녹색 어머니회 및 지역 노인회를 중심으로 어린이보호구역내 횡단보도 교통안전지도가 수행되고 있다. 녹색어머니회 및 지역 노인회의 어린이 보호구역 내 횡단보도 교통안전지도를 통한 교통안전 확보 노력은 사회 전반적으로 긍적적 반응을 얻고 있으나, 이와 같은 교통안전지도는 자발적 봉사활동 차원에서 이루어지고 있으며, 등하교시와 같은 특정 시간대에만 이루어지고 있다.

- 따라서, 등하교 시간을 제외한 시간대의 어린이 통행사고 위험성은 상존하고 있으며, 교통안전지도 인력을 확보하는 과정에서도 많은 시간 및 행정비용이 소요되는 문제가 존재한다. 이를 해소하기 위한 상시 횡단보행안전시설로서 본 시설의 적용가능성을 검토하며, 빛 감지 센서, 무선통신 등을 이용한 제어방식을 이용하여 설치 및 유지관리가 용이한 제어방식을 개발한다.

(5) 시범설치 및 신뢰성 평가

○ 시범설치 대상지 선정

- 시범설치 대상지 선정은 RPSD의 기능을 잘 표현할 수 있는 승강장으로 한다. RPSD는 다양한 열차가 운영하고 있는 곳에 적용할 수 있는 장점이 있으며, 정위치 정치가 어려운 환경에 적합하다. 따라서 첫째, 다양한 열차가 이용하고 있는 곳, 둘째 정차열차와 통과 열차가 운영하는 곳, 그리고 공단사업부서(건축설비처, 차량처 등)와 한국철도공사 실무진과 협의를 통해 가장 효율적인 구간에 설치한다.

○ 시범설치

- 시범설치는 1차년도 상용화 기술과 안전성분석(RAMS)활동 등에 기반하여 2~3차년도로 구분하여 시행한다. 국내 시범설치는 한국철도시설관리공단 주관으로 대상지를 선정하고 운영기관의 요구조건에 만족시킬 수 있도록 제작하여 실시한다.

○ 신뢰성 평가

- RPSD 신뢰성 평가의 범위는 시범설치 이외 자유공모과제로 추진하여 왔던 대구도시철도 2호선 문양역과 시제품을 수출한 일본 동경 전원도시선 츠키미노역을 포함하여 수행한다. 신뢰성 평가 자료수집의 기본원칙은 RPSD가 차량과 인터페이스 운영되기 때문에 인터페이스 종합장치인 LCU에 자동 기록되는 열차 위지 정보(양호, 초과, 미달, 통과), RPSD 열림과 닫힘 동작, 센서 상태정보, 오작동 여부 등의 자료를 기초로 한다. 이 외 유지보수관리 및 오작동 조치사항 등은 각 운영기관에서 조치한 관리대장에 근거항여 수행한다.

(6) 브랜드화 사업

○ 브랜드화 사업은 국제표준규격제정과 SIL 인증 획득이 있으며, 국제특허 등 지적재산권 확보의 내용이 있다. 구체적인 연구개발 범위는 다음과 같다.

○ SIL 인증

- SIL 인증은 RPSD시스템의 이해와 함께 <그림 5-23>와 같은 단계적 추진전략으로 접근한다. 먼저 RPSD의 안전성을 객관적으로 입증해, 이를 <표 5-5> 기반의 국제규격에 부합하는 안전성 분석활동(RAMS)을 통한 설계개선을 도출하고 객관화된 안전성 입증자료에 근거하여 국제규격에 부합하는 인증평가를 받는다.

<그림 5-24> SIL 인증 추진 전략

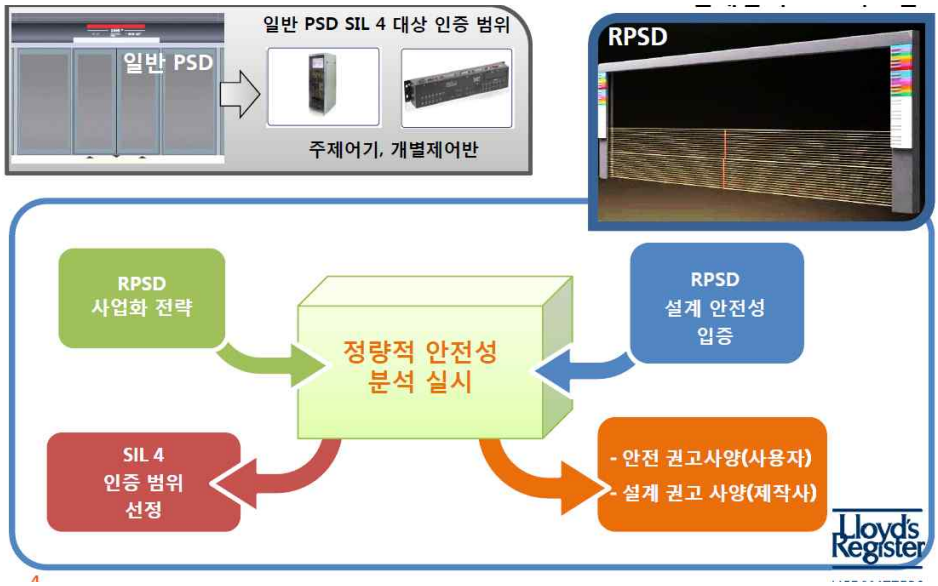
<표 5-5> SIL 인증 수행의 국제표준규격

구분	규격 번호	내용
CENELEC	50126	Railway Applications-The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS)
	50128	Railway applications-Communication, signalling and processing systems-Software for railway control and protection systems
	50129	Railway applications-Communication, signalling and processing systems-Safety related electronic systems for signalling
IEC	62278	Promoted to IEC based on EN50126
	62425	Promoted to IEC based on EN50129
	62279	Promoted to IEC based on EN50128
	61508	Functional Safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic Safety-Related System : Part 1-7

○ SIL 인증의 범위

- SIL 인증은 구조체와 구동부로 구분하여 RPSD 전반의 안정성에 초점을 맞추어 추진한다. 일반 PSD의 SIL 인증범위는 주제어기와 개별제어반을 대상으로 한다. 이는 일반 PSD가 가동문이나 구조체가 유리벽으로 안전성을 100% 확보하고 있기 때문이다.
- 단, 일반 PSD의 경우도 예외사항을 두고 있다. 사례를 들어 보면, 첫째 역사 화재가 발생할 경우 PSD 장비에서 독성 물질이 발생할 경우 SIL과 무관하다. 둘째 유리파손과 무관하다. 셋째, 전기적 쇼크에 무관하다.

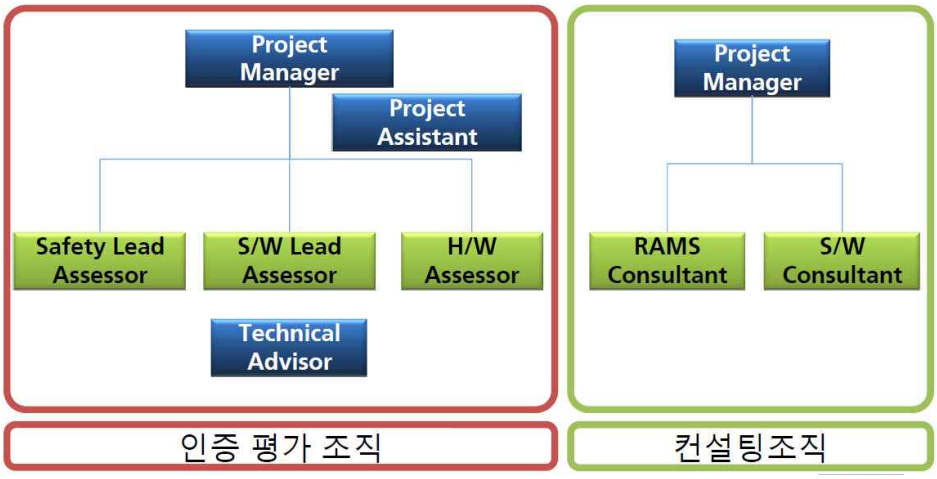
- 따라서 RPSD의 SIL 인증 범위는 정량적인 안전성 분석을 실시하여 범위를 선정하고 구조체 특성상 안전권고 및 설계 권고 사항으로 두고 추진한다.



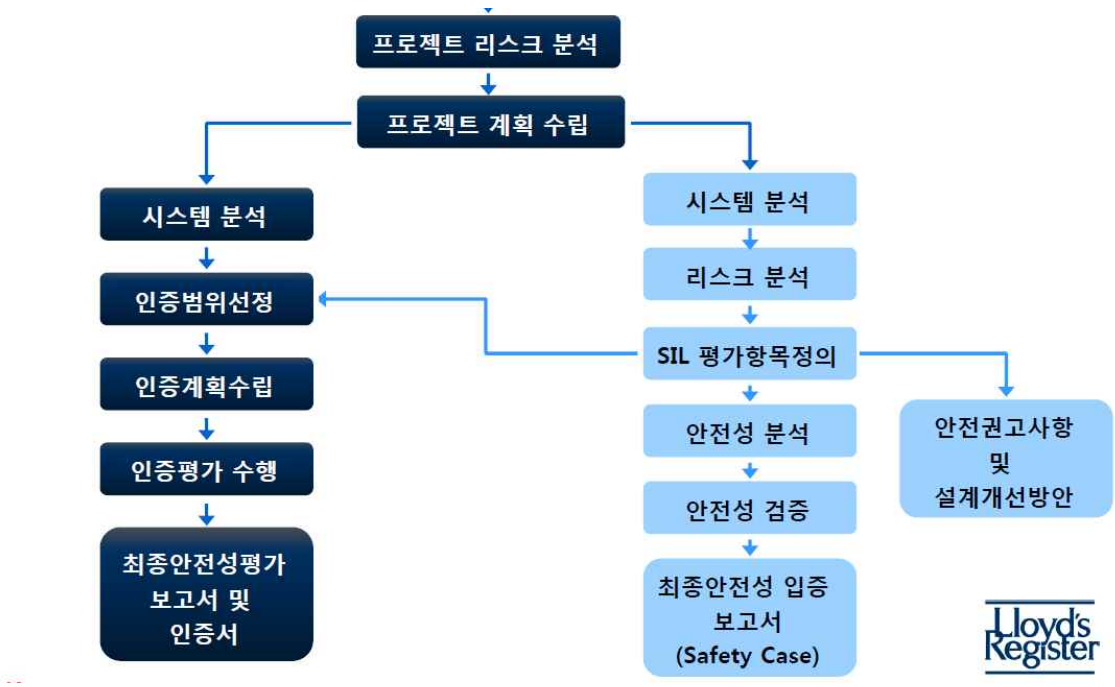
<그림 5-25> SIL 인증 범위의 설정 방법

○ SIL 인증평가 조직 구성 및 인증절차

- SIL 인증평가는 크게 인증평가 조직과 이 평가를 국제규격에 부합하도록 문서 및 시험 등을 실시하기 위해 컨설팅 조직을 두고 실시한다(<그림 5-26> 참조). 인증평가는 로이드 레지스터를 선정하여 추진한다. 컨설팅 조직은 추후 제조사들의 인력과 문서작성 수준 등을 참고하여 선정한다.
- 인증절차는 일반적인 SIL <그림 5-24>의 절차로 수행한다. 초기단계에서 RPSD의 자체 요구사항과 위험도를 분석하고 설계 및 제작 등의 컨설팅에 근거하여 각 단계별 평가기관과 자료 교환과 피드백과정을 거쳐 수행한다.
- 각 피드백과정은 인증업무와 컨설팅업는 각각 V-곡선 모델(표준화)에 근거하여 수행한다.



<그림 5-26> SIL 인증 추진조직



<그림 5-27> SIL 인증 추진 절차

○ 예상 성과물

- 한편 SIL 인증 활동은 다음과 같은 성과물들이 예상된다.

<그림 5-28> SIL 인증활동을 통한 예상성과물

○ 국제특허 등 지적재산권 확보

- 국제특허 출원 대상은 RPSD의 원천기술에 해당하는 구조체 구성(와이어 블록의 체결방법 포함)과 이를 제어하는 기술, 그리고 모듈화 관련 기술 등 크게 3개 기술을 대상으로 한다(2장 국제출원 및 해외특허 등록 리스트 참조).
- 해외특허등록 계획은 현재 제안단계의 계획이지만 원천기술에 한정하여 해외특허비용을 최소화하였다. 향후 연구과정에서 해외지적재산권 확보의 종합적 전략수립에 근거하여 해외특허출원전략을 수정할 계획이다.

○ 해외출원 대상국가

- 대상국가의 범위는 시장이 가장 큰 일본과 중국, 그리고 미국과 유럽(EU) 등을 대상으로 설정한다.
- 단, 시장규모만이 아니라 제조국과 end user가 상이하여 분쟁이 발생할 수 있는 사례는 추후 전략적으로 검토하여 대상국가의 범위를 추가한다.

제6장 참고문헌

제6장 참고문헌

1. 박수진, “지하철 승강장에 스크린도어 시스템을 도입한 경우 적정 급배기방식에 관한 연구”, 중앙대학교 대학원, 2002
2. 차철현, “스크림도어 적용에 따른 지하 승강장의 환기설비 공기조화”, 냉동공하괴, 하계학술대회 논문집, 1997
3. 국토해양부, 제2차 철도안전종합계획(2011-2016), 2010.
4. 심성욱, 신일기, 심성옥, 옥외광고혼잡에 대한 소비자 지각에 관한 연구 :지하철 스크린도어(PSD:Platform Screen Door) 광고물을 중심으로, 광고학연구 제19권 제5호 (2008 10) pp.193-212
5. 김동우, 김재민, 주석준, 박재환, 열차풍에 의한 승강장 스크린도어 및 천장마감재의 풍압 특성, 한국풍공학회지 제13권 제1호 32p ~ 39p, 2009.
6. 강윤재, 기술적 해결을 통한 위험관리의 가능성과 한계: 지하철 스크린도어를 중심으로, 과학기술학연구 10(2) 77-105, 2010.
7. 이정기, PSD 센서를 이용한 3차원 상대위치 결정장치 개발, 충남대학교 석사학위논문, 2011. 2
8. 김국연, 남궁곤, “건축디자인재료” 서우, 2002
9. 길정천, 최순목, “건축디자인 재료” 야정문화사, 2002
10. 해외철도사업 진출전략 및 수주 활동과 방안, 국토해양부, 2008
11. 김진식, 손진근, 승강장 스크린 도어(PSD)에 대한 고 신뢰성의 감시 및 제어 시스템 개발, 전기학회논문지 59(2) 158-162, 2010.
12. 이무호, 수동운전방식에서의 PSD 출입문 신호반응시간 개선방안 연구, 서울과학기술대학교, 석사학위논문, 2010. 2
13. 이재열, 신광복, 류봉조, 김동현, 이은규, 열차 진입 시 풍압에 의한 완전 밀폐형 승강장 스크린 도어(PSD)시스템의 구조 안정성 평가, 한국철도학회논문집 제9권 제5호 통권36호 (2006. 10) pp.594-600
14. 민경윤, 손영진, 박근수, 수동운전(ATS)구간에서 PSD 적용 기술의 성공적 요인 분석연구, 한국철도학회논문집 10 57-66, 2007
15. 이재열, 신광복, 류봉조, 전재선, 김동현, 이은규, 승강장 스크린 도어(PSD)시스템의 구조 안정성 평가, 한국철도학회 2006년도 추계학술대회 논문집, 2006.
16. 이희창, 김동일, 전상훈, 무인운전 차량의 도어 및 PSD 제어 신호에 대한 연

구, 한국철도학회 2010년도 춘계학술대회 논문집 2010
17. 김진식, 손진근, 승강장 스크린 도어(PSD)에 대한 고 신뢰성의 감시 및 제어 시스템 개발, 전기학회논문지 제59P권 제2호 (2010년 6월) pp.158-162

18. 이무호, 김찬겸, 이석종, 이수영, 수동운전방식에서의 PSD 출입문 신호반응 시간 개선 방안 연구, 한국철도학회 2008년도 춘계학술대회 논문집 2008
19. 김경식, 최종묵, 이종성, 유성호, 열차 출입문과 PSD간 연동제어 및 인터페이스 안전성 확보, 한국철도학회 2007년도 춘계학술대회 논문집 2007
20. Abetter quality service at the lowest cost, International Metropolitan Railways Committee, 1997
21. Cooperative control of schooling for multiple mobile robots by using only information from PSD sensors (in Japanese). Proceedings of the 12th IEEE Hiroshima Section Hiroshima Student Symposium, Yamashiro T, Nagata F (F)-13, 2 pp, 2010
22. 国土交通省, ホーム柵設置促進に関する検討 報告書, 2003
23. 国土交通省, ホームドアの国交省指針, 2011
24. ICHISAKU TAJIMA“저항·콘덴서·코일” 한진, 2003
25. R. Rosenberg " 최신모터수리“ 성안당, 2003
26. “기계공학편람사전II” 한국사전연구사, 1997
27. 남상준, 이용섭, 장강원, 김윤영 평면링크 기구의 자동 설계를 위한 개선된 스프링 연결블록 모델과 자유도 제한 기법 대한기계학회 2007도 추계학술대회 강연 및 논문 초록집 2007
28. 김진훈, 이수종, 이경호 원추형 코일스프링의 강성에 대한 연구 한국박용기관학회 2001년 추계학술대회 논문집 2001
29. VISUM Basic, PTV AG
30. VISUM Manual, PTV AG
31. VISSIM 5.20 User Manual, PTV AG
32. VISSIM 5.20-05 COM Interface Manual, PTV AG
33. 철도 차량운행계획 Simulation 방법론 개발에 관한 연구(공주대학교, 2011,신대섭)
34. 실시간 통합교통관리체계 구축 방안에 관한 연구(공주대학교, 2011, 강희찬)
35. 손문석, 이승일, 도시철도 승강장 스크린도어의 풍압 안정성 해석, 한국철도학회 논문집, 제115권 제11호, 2012년
36. 박재영, 철도신호공학, 2002, 통일출판사
37. 김영태, 철도신호제어시스템, 2006, 테크미디어

38. 국토해양부, 철도 건널목 지능화를 통한 사고 예방 및 피해 저감 기술 개발 최종 보고서, 2010
39. 신덕호, 이재훈, 이기서, 자동열차방호장치와 건널목 보안장치간의 인터페이스 안전 요구사항에 관한 연구, 한국철도학회 논문집, 제 8권 제2호, 2005
40. 장동완, 전태현, 레일 단락감도 불량으로 발생하는 무경보 예방을 위한 건널목 보안장치 설계, KIIEE 제24권 제1호, 2010
41. 한국교통연구원, 2013 국토교통 Technology fair, RPSD 발표자료, 2013.6
42. 니시이 가즈히로, 일본철도의 승강장 안전사고 현황과 철도운영기관의 대응방안, 철도역승강장의 승객안전사고예방을 위한 한일 철도세미나, 한국교통연구원, 2012. 8. 31
43. 나라장터 국가종합전자조달, 2011
44. 세계철도연감, 2010년

부 록

제1장 RPSD 시스템 분야

제2장 RPSD 디자인 분야

제3장 RPSD 토목 분야

제 1 장

RPSD 시스템 분야

목 차

Ⅰ. 제작사양서

1. PSD개요---------- 1

1.1 역사의 조건

2. 설계조건---------- 2

2.1 설계기준

2.2. 동작 조건

3. 제어반 및 조작반 ---------- 6

3.1 계통도

3.2 RPSD 시스템 세부 항목

3.3 TIP

(Train Information Panel)

3.4 승강장 조작반

3.5 승무원 조작반

3.6 개별제어반

3.7 센서

3.8 장애물 센서

4.공급수량 변경 사항 ------- 27

5. 약 어 ---------- 28

붙 임 : 첨부도면

Ⅱ. 운영 및 유지보수 지침서

1. 주제어장치---------- 1

1.1 점검주기 및 내역

1.2 점검방법

1.3 보수 및 교체

2. 개별제어반---------- 6

2.1 점검주기 및 내역

3. 승우원 조작반---------- 9

2.1 점검주기 및 내역

4. 승강장 조작반---------- 11

2.1 점검주기 및 내역

5. 정위치검지장치---------- 13

5.1 센서사양

5.1 점검주기 및 내역

5.3 점검방법

6. 장애물 센서---------- 19

6.1 점검기준

6.2 점검사항

6.3 장애물센서교체

Ⅲ. 제작공정 사진첩

1. 장비개발 및 제작사진------ 1

2. 현장설치사진---------- 6

3. 장비보관사진---------- 11

Ⅰ. 제작사양서

Ⅰ. 제작사양서

1. RPSD 개요

RPSD는 승객이 전동차 및 여객열차의 승차를 위하여 대기하는 지하철 승강장 또는 철도의 승강장에 설치되어 전동차가 승차위치에 도달하면 로프도어를 상부로 승강시켜 승객이 승차할 수 있도록 하고, 승객의 승차가 완료되어 전동차가 출발하고자 할 때에는 승강된 로프도어를 하강시켜 승강장 측과 전동차 측을 분리하여, 승객의 선로 추락이나 열차와의 충돌 등의 상해로부터 승객의 안전을 확보할 수 있도록 한 플랫폼의 안전장치이다.

1.1 역사의 조건(1개 역사 당)

1) 승강장(Platform)	:	상선1, 하선1
2) 승강장 길이	:	약 120m/1승강장
3) 승강장 형태	:	섬식(직선)
4) 전동차(Train)편성	:	2호선-6량
5) 총 도어 수(전동차)	:	문양역 - 48도어 (6량 × 4도어 × 2승강장)
6) 전동차운전	:	자동운전 및 수동운전방식 (1인 승무)
7) 승강장 안전장치(RPSD) 수량	:	18M*6 (1 승강장 당)

2. 설계조건

2.1 설계기준

본 RPSD 시스템은 주변 환경을 고려하여 아래에 주어진 기본요구조건을 만족하도록 설계, 제작, 설치한다.

1) 환경 조건

- 역내 온도: 통상 -30 ℃ ~ +60 ℃
- 역내 온도: 통상 -30 ℃ ~ +60 ℃
- 지　　진: 0.2g(수평방향)

2) 유틸리티 공급

- 전력: AC380V/220V 60㎐ 3Φ4w(역사 전기실에서 공급)

3) 전동차

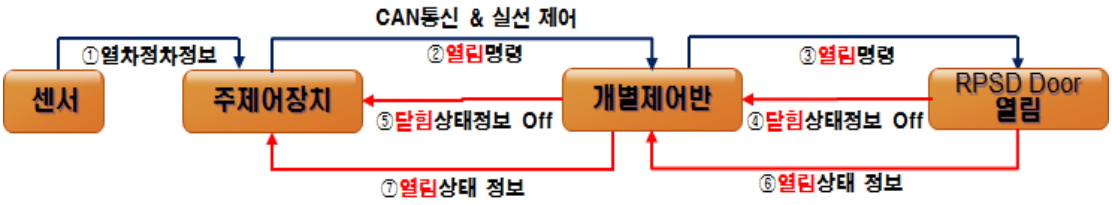
- 운전방식: 자동운전 및 수동운전(1인 승무)
- 전동차편성: 2호선 - 6량
- 전동차 도어(1량): 4도어

2.2 동작조건

2.2.1 수동 및 자동 열림, 닫힘 동작

1) 통상 열림 동작

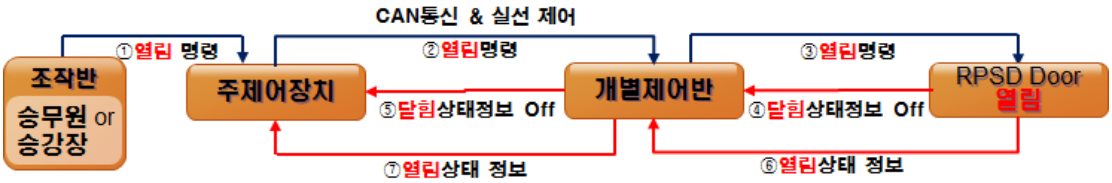
- 자동운전



- 열차가 정차하면 열차 정차 일정시간후 주제어장치는 열림 명령을 개별제어반(DCU)에 전송
- 개별제어반은 주제어장치로부터 열림 명령을 수신하면 동작음(음성)이 울리고, 로프도어 상부의 표시등(적색)이 점등하며 열림 동작을 개시.
- 로프도어가 열리기 시작하면 닫힘 확인센서가 OFF되고, 주제어장치로 닫힘 확인 OFF신호를 전송한다.
- 주제어장치는 승강장의 모든 개별제어반으로부터 열림 확인신호를 수신하면 승

무원조작반, 승강장조작반에 열림 확인신호를 송신하고, 조작반은 열림표시등을 점등.

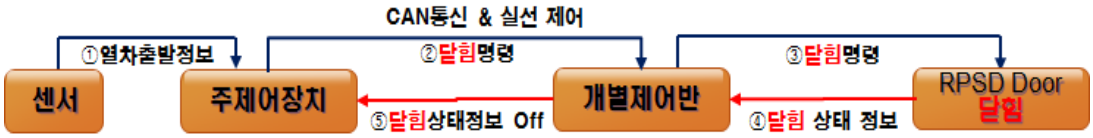
- 수동운전



- 수동운전은 승무원조작반, 승강장조작반의 조작부에서 열림 버튼을 조작하면 로프도어는 전제 열림을 동작한다.
- 로프도어 열림시 동작시간: 2.5 ~ 5초(조정가능)

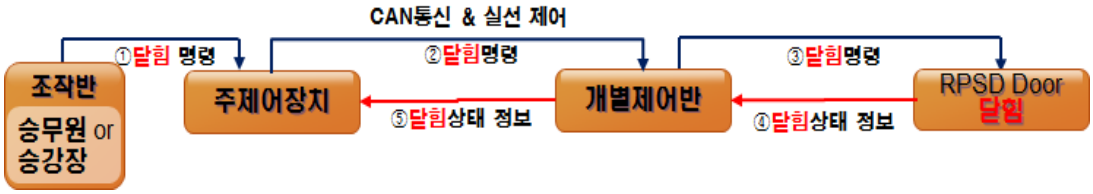
2) 통상 닫힘 동작

- 자동운전



- 열차가 승강장을 벗어나면 일정 시간후 주제어장치는 닫힘명령을 개별제어반(DCU)에 전송
- 개별제어반은 주제어장치로부터 닫힘 명령을 수신하면 동작음(음성)이 울리고 닫힘 동작개시.
- 로프도어가 완전히 닫히면 닫힘 확인센서가 ON되고 도어 상부의 표시등(적색)을 소등한다.
- 주제어장치는 승강장의 모든 개별제어반으로부터 닫힘 확인신호를 수신하면 승무원조작반, 승강장조작반에 닫힘 확인신호를 송신하고, 조작반은 열림표시등을 소등.

- 수동운전



- 수동운전은 승무원조작반, 승강장조작반 조작부에서 닫힘 버튼을 조작하여 로프도어를 전체 닫힘을 동작한다.
- 로프도어 닫힘시 동작 시간 : 3.5초 ~ 5초(조절가능)

2.2.2 이물질 감지

- 승강장 안전장치의 로프도어가 닫히는 도중에 사람이나 물체가 구동부 과부하 센서 또는 장애물센서에 감지될 경우 로프도어를 재 개폐시킨다.
- 이와 같은 동작은 이물질 감지가 해소될 때까지 무한 반복한다.
- 이상신호를 수신한 TIP 주제어장치는 기관사조작반에 이상신호를 송신하고 각 조작반의 표시등을 점등시킨다. 이때 TIP 주제어반 및 각 조작반에서는 로프도어의 재개폐동작이 가능하다.

2.2.3 장애물 발생시

- 출입문 검지센서, RPSD 시스템의 이상, 신호선의 단선 등에 의하여 로프도어의 운전이 정지될 경우에 대비하여, 이상발생 시에는 수동으로 전환하여 개·폐 할 수 있는 스위치를 각 개별제어반(DCU)에 설치한다.
- 개별제어반(DCU), 기관사조작반에서 로프도어의 개·폐 조작을 하고 있는지를 표시할 수 있는 기능을 갖춘다.

2.2.4 안전장치

- 전동차가 승강장에 정차하고 있지 않은 상태에서는 로프도어를 강제로 열 수 없도록 하고, 비상상황 발생시에는 개별조작반, 승강장/승무원조작반 및 TIP 주제어반에서 조작으로 로프도어를 수동으로 열 수 있도록 한다.
- 닫힘 동작 중에 로프도어에 승객이나 물체가 접촉할 경우 이를 감지하는 센서가 각 로프도어마다 설치되어, 이 센서가 로프도어 닫힘 동작 중에 승객이나 물체를 감지하면 로프도어를 다시 개방시킨다.
- RPSD와 전동차도어 사이의 공간에 승객이 갇히는 것을 방지하기 위하여 이를 감지하는 센서(장애물 검지센서)를 각 로프도어마다 설치하며, 이 센서가 승객이나 물체를 감지하면 로프도어는 닫힘 동작을 개시하지 않도록 한다.

- 개별제어반, 기관사조작반은 로프도어를 수동으로 개·폐시킬 수 있는 기능을 갖추도록 한다.

2.2.5 비상시 동작조건

1) 정전 시 대응

- 열차가 도착하기 전 RPSD가 설치된 역사에 정전이 발생한 경우 역무원이 각 RPSD의 개별제어반을 이용하여 로프도어를 수동 개방시킬 수 있다.
- 역사 정전으로 수동 개방된 상태라 하더라도 전원복귀 후 자동으로 정상운전이 가능하다.
- 근본적으로 역사 내 전원공급의 응급유지체계(전원공급 2중화)에 대비한 설비 구성으로 한다.(전원공급 2중화 범위 : 개별제어반, TIP 주제어장치)

2) 화재 등의 비상시 승객 탈출기능

- RPSD가 설치된 역사를 향해 운행하던 전동차에 화재 등의 비상사태가 발생하면 해당 역에 전동차도착 이전에 TIP 주제어장치에서 일괄 조작하여 로프도어를 개방 조치를 할 수 있다.
- 비상사태로 인해 전동차가 정위치 정차 후 로프도어를 기관사가 자동으로 열 수 없는 경우는 인터록무시버튼을 사용하여 기관사가 RPSD도어를 수동으로 열고 탈출할 수 있도록 한다.

3) PSD 고장 시 대응

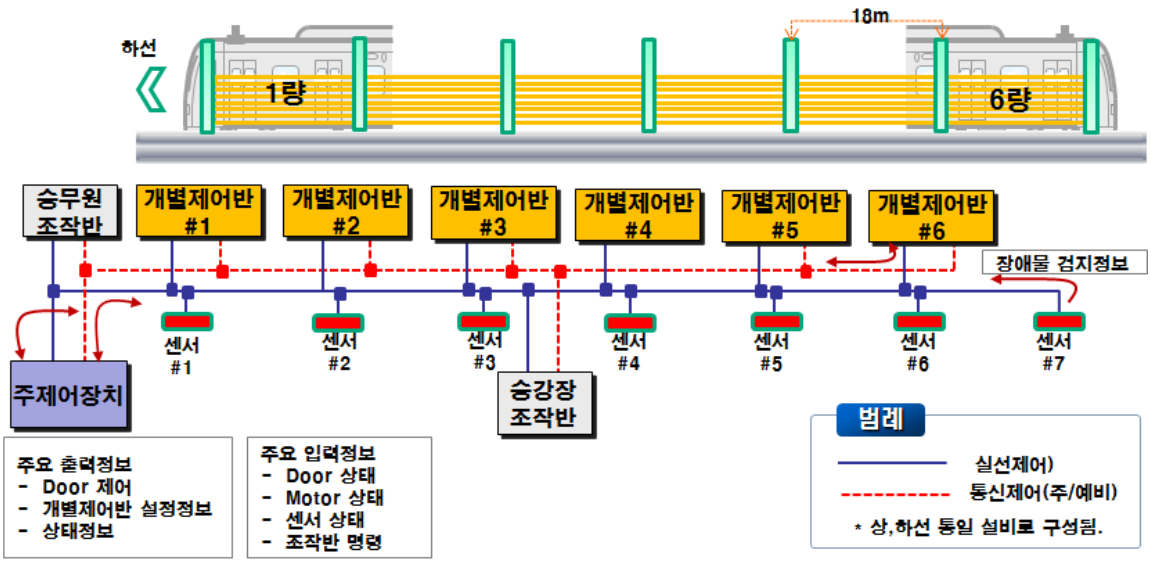
- TIP 주제어반과 기관사조작반, 개별제어반에서 로프도어의 개별 또는 일괄 개·폐 조작이 가능한 시스템으로 구성하며, 상/하선중 한쪽 전원이 OFF 되어도 다른쪽 RPSD 동작에 영향을 주지 않도록 한다.

3. 제어반 및 조작반

각종 조작신호 및 관련 기능을 다음과 같은 구조로 제작하여 수동운전방식에서의 전동차 출입문과 연동으로 동작 할 수 있도록 제작한다.

3.1 계통도

RPSD는 승강장 연단에 선로와 분리되는 고정기둥과 상/하 가동줄(와이어) 을 설치하여 승강장과 선로부를 차단함으로써 승객의 안전을 도모하는 안전설비이다.



3.2 RPSD 시스템 세부항목

품 명	설치 장소	수량 (set)	비고
TIP(주제어장치)	기관사측RPSD 더미부 박스 내부	1	
승무원 조작반	기관사 출입문 선로측 외부	1	사월방향 차장 측 추가 설치
개별제어반	모든 RPSD 구동부	6	
센서	RPSD 선로측 외부	7	
승강장 조작반	승강장측 외부	1	상세설계시 협의
장애물 센서	RPSD 선로/승강장 측 외부	12	

※ 장치 설치 수량은 한 개 역사 기준으로 한쪽 플랫폼에 설치되는 수량을 표시함.

3.3 TIP (Train Information Panel)

3.3.1 제어 장치 주요 기능 및 외형

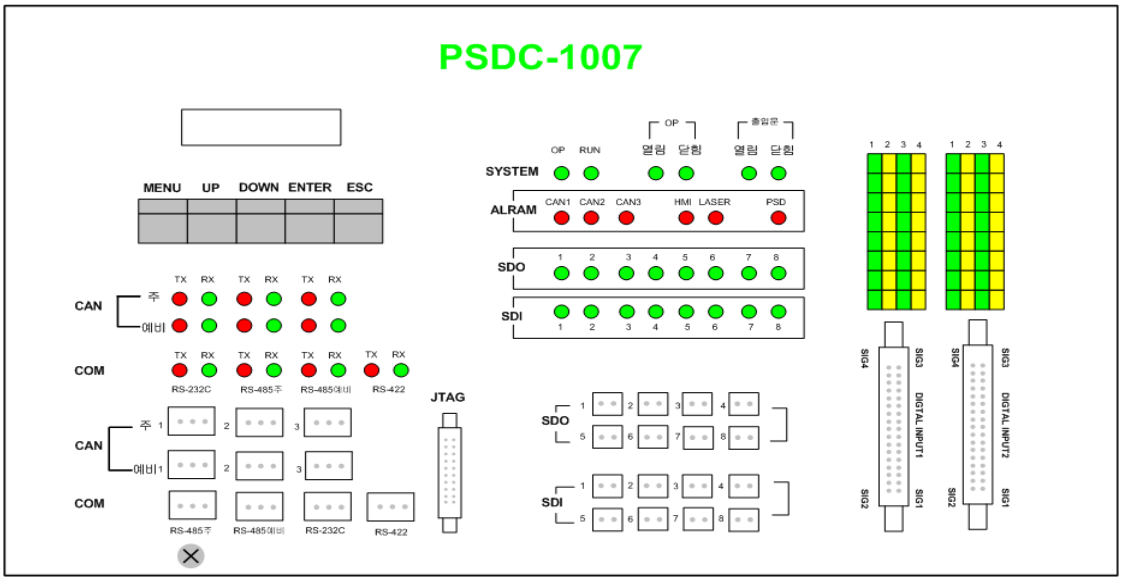
1) 주제어장치

- 구성품 및 기능

NO	부 품	기 능	비 고
1	주제어 장치	RPSD의 로프도어 개/폐 유무 처리 장치,전동차의 진입 미달 양호 초과를 판단하는 장치	
2	전원부	TIP, 주제어 장치의 전원 공급	
3	통신단자	주제어 장치, 개별제어반의 통신선 연결 센서 신호선 연결	

- 외형

TIP는 기관사측 RPSD 더미부 구동박스 내부에 설치되며, 주제어 장치, 전원부, 통신 단자로 구성된다.



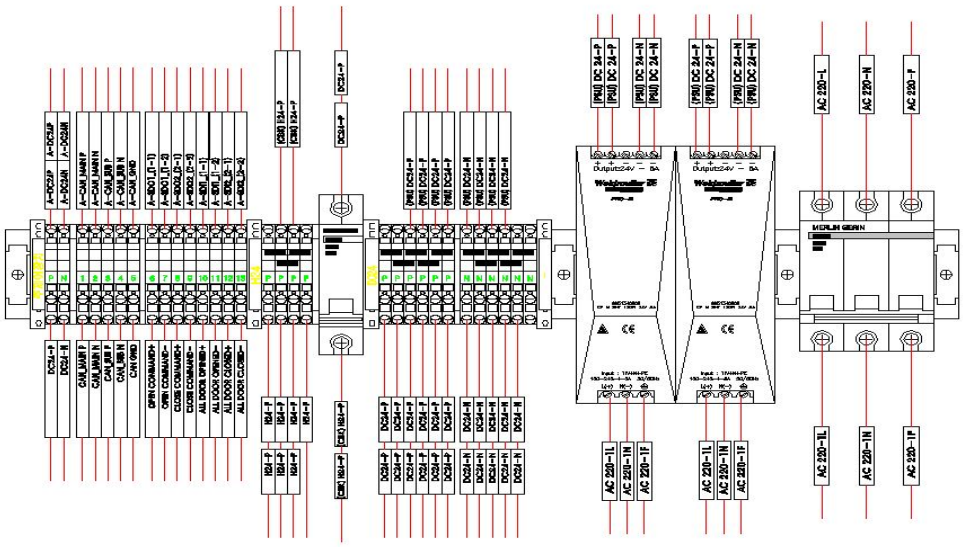
2) 전원부

- 구성품 및 기능

NO	부 품	기 능	비 고
1	단자함	TIP 주 전원 차단기	
2	전원장치	DC24V 입력장치	
3	전원장치	DC24V 입력장치	
4	통신 및 실선	주제어 장치로 연결	

- 외형

  TIP 장치의 주 전원은 역사내 전원공급장치로부터 2중화 전원을 공급받아 검지 센서와 주제어 장치등에 공급하는 스위칭 파워와 주제어 장치로 통신 및 실선을 연결하는 단자로 구성되어 있다.



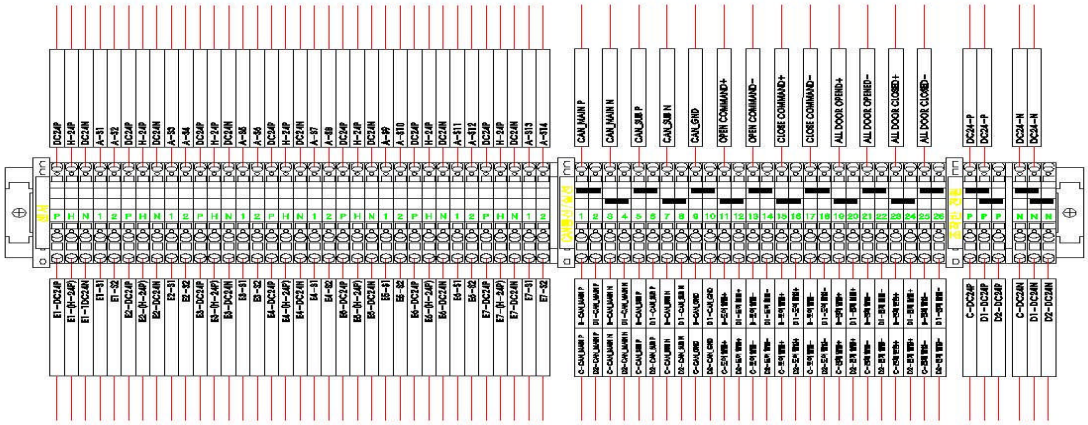
3) 통신단자부

- 구성품 및 기능

NO	부 품	기 능	비 고
1	센서신호	주제어 장치와 검지 장치 센서 신호를 연결	
2	CAN 통신	주제어 장치와 개별제어반 및 조작반을 연결	
3	실선 신호	주제어 장치와 개별제어반 및 조작반을 연결	

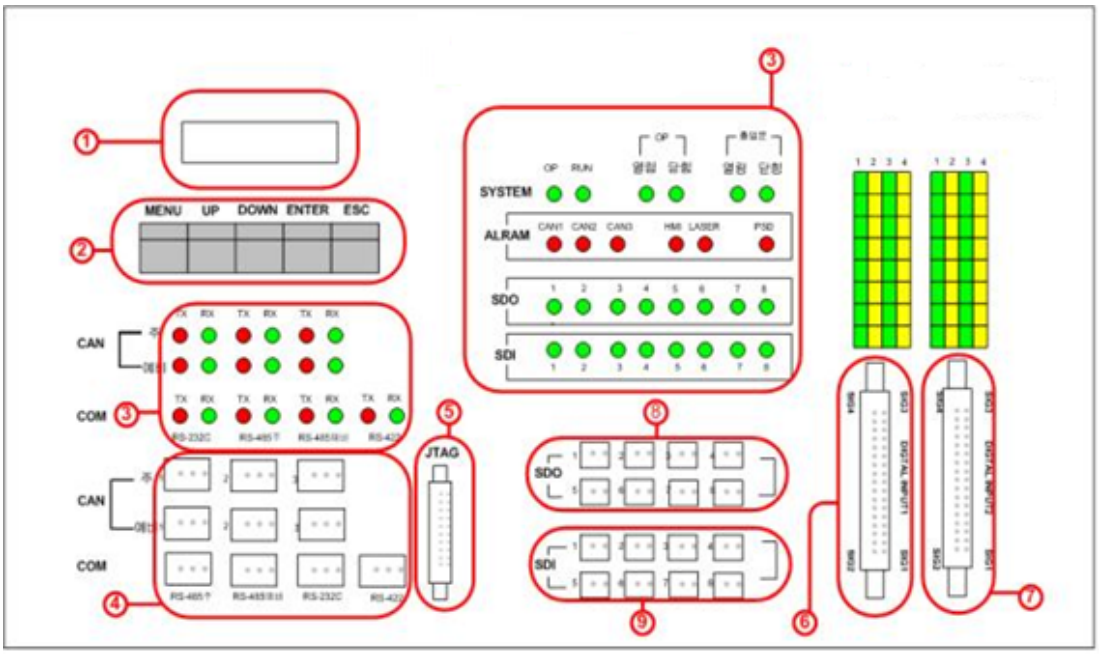
- 외형

  주제어 장치와 CAN통신(개별제어반 및 조작반), 실선 신호를 연결한다.



3.3.2 상세 기능

1) 주제어 장치는 기관사측 RPSD 더미부 구동박스 내에 설치되며 사용자의 편의를 위해 VFD, KEY, LED 및 통신포트 등으로 구성되어 있다.
VFD는 장치의 상태를 표시하고 KEY(스위치)를 조작하여 VFD로 장비의 이상 유무를 확인 할 수 있다, LED를 통하여 장치의 전원, 통신, 상태를 표시하여 사용자 조작에 편의를 제공한다. 통신포트를 사용하여 개별제어반과 통신할 수 있다.



2) Input output 내용

번호	항 목	내용	인터페이스
1	주, 예비통신단자	▪ 각 개별제어반의 문 열림 상태 및 장애물 센서 값 등을 수신하여 RPSD를 제어	CAN
2	실선 제어 (SDI, SDO)	▪ 개별제어반과 연결되며 주, 예비 통신선과 이중구성으로 통신 오류 시에도 RPSD의 개, 폐 가능	실선
3	센서 제어	▪ 정위치 센서의 값들을 읽고 정위치 정차 위치 여부를 판단하여 RPSD를 제어	실선
4	시리얼통신단자	▪ 주제어장치의 프로그램 업그레이드, 유지보수, 장치추가 등의 용도	RS-232C
5	RS-485 단자 RS-422 단자	▪ 장치 추가 시 인터페이스 용도 (전광판,HMI,레이저 등 장치 추가시)	RS-485 RS-422
6	JTAG	▪ 주제어장치 업데이트 용도	JTAG

3) 제어 장치 상세 설명

① VFD(Vacuum Flourescent Display) 표시 부분

- 장치 버전 정보 표시
- 상태 정보 표시
- 전광판 정보 표시

② KEY(스위치)

- 주제어 장치를 테스트 할 때 사용
- 주제어 장치와 전광판 통신 테스트 할 때 사용
- 주제어 장치와 레이저 거리 검지 센서 통신 테스트 할 때 사용

③ 상태 표시 LED

- 장비의 통신 상태 확인
- 장비의 이상 상태 확인

④ 통신포트

- CAN 통신포트(주/예비), RS - 485(주/예비), RS-232C, RS - 422

⑤ JTAG

- 주제어 장치 UPDATE 포트로 사용

⑥ DIGITAL INPUT1

- 출입문 검지 장치 센서 입력단자

⑦ DIGITAL INPUT2

- 정위치 검지 장치 센서 입력단자

⑧ SDO(Signal Digital Output)

- 출입문 열림/닫힘 신호를 주제어장치 및 개별제어반으로 출력하는 단자

⑨ SDI(Signal Digital Input)

- 출입문 열림/닫힘 완료 신호를 주제어장치 및 개별제어반에서 입력받는 단자

3.3.3 주제어 인터페이스 내용

- 센서를 이용하여 RPSD를 제어한다.
- 개별제어반으로 RPSD 열림/닫힘 지령을 한다.
- 개별제어반으로부터 RPSD 열림/닫힘 알람 정보를 얻는다.
- 사용자 인터페이스를 위한 통신 포트를 제공한다.
- RPSD 신호 장비간의 연결 할 수 있는 통신 포트를 제공한다.
- 센서로부터 정위치 정보(진입, 미달, 양호, 초과)를 받아 판단 처리 한다.

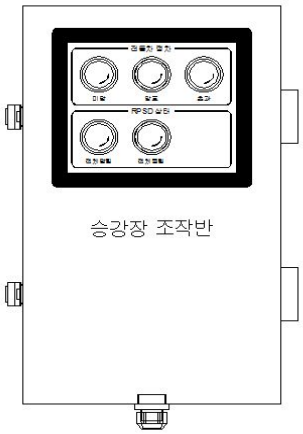
3.4 승강장 조작반

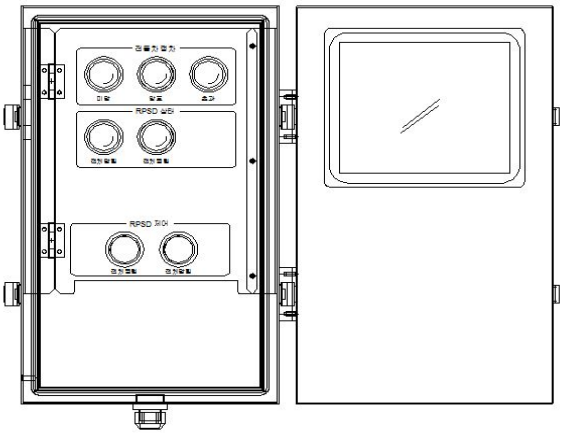
전동차 4량 5량 승강장측 외부 측에 설치되어 역무원이 승강장 로프도어를 개폐를 수동조작 할 수 있으며 또한 로프도어의 개폐여부를 확인 할 수 있는 설비

1) 주요기능

- 로프도어 제어기능 (전체 열림/닫힘, 수동 개폐)
- 로프도어 감시 기능
- 로프도어 제어를 위한 사용자 인터페이스
- 열차정위치 표시(미달, 양호, 초과)

2) 외형

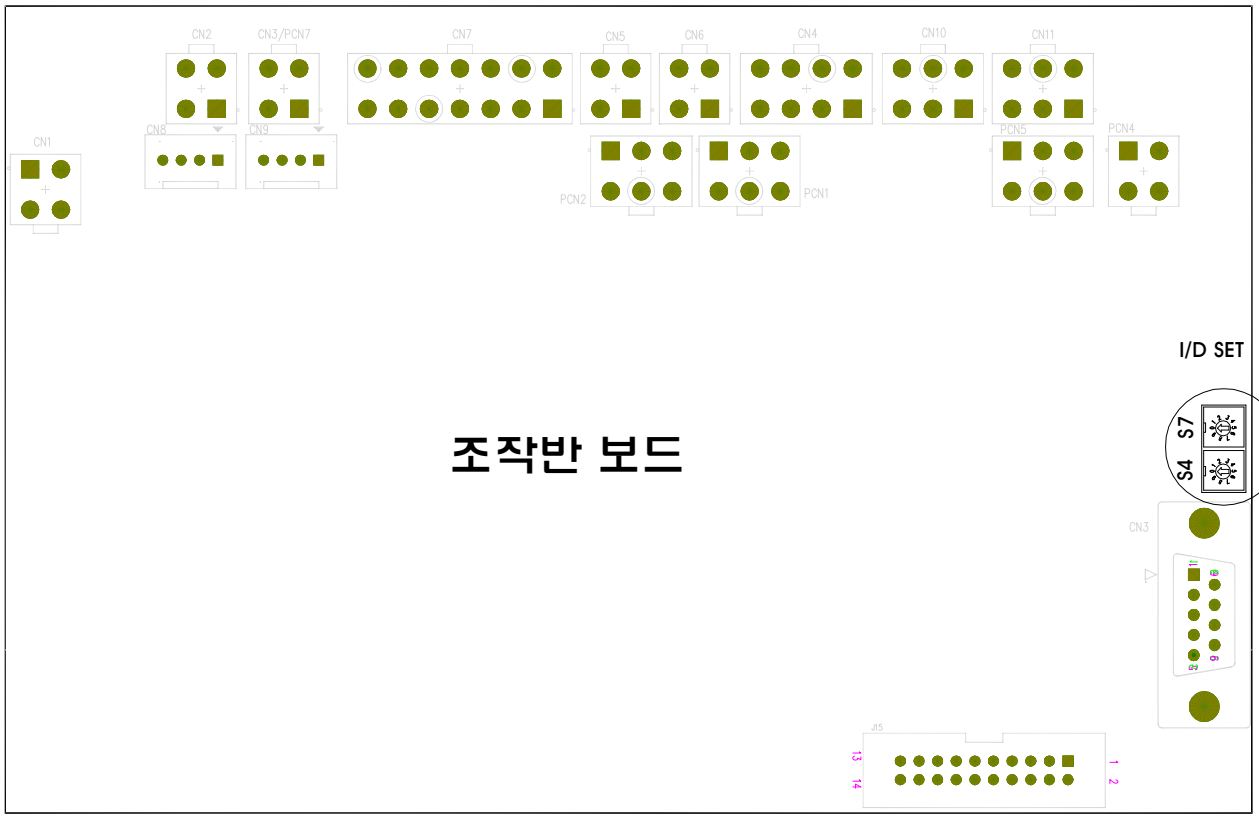




3) 동작설명

번호	항 목		설 명	비고
1	RPSD 상태	전체닫힘	▪ 해당 승강장의 모든 로프도어가 닫힘완료일 경우 점등한다.	
		전체열림	▪ 해당 승강장의 로프도어가 열림중, 열림완료 경우 점등한다.	
		장애	▪ 로프도어 장애 발생시 점등한다.	
2	RPSD 조작부	전체닫힘	▪ 버튼을 누를 경우 해당 승강장의 모든 로프도어가 닫힘 동작 한다.	
		전체열림	▪ 버튼을 누를 경우 해당 승강장의 모든 로프도어가 열림 동작 한다.	
3	정차 상태	미달	▪ 전동차 정차 위치가 -18M ~ -2M일 때 미달 표시등이 점등된다.	
		양호	▪ 전동차 정차 위치가 -2M ~ +2M일 때 양호 표시등이 점등된다.	
		초과	▪ 전동차 정차 위치가 +2M ~ +18M일 때 초과 표시등이 점등된다.	

4) ID/SET 설정내용



승강장 조작반의 ID/SET 설정내용은 다음과 같다.

S4	S7	장치	비고
04	06	승무원 조작반(기관사측)	
04	07	승무원 조작반(차장측)	사월방향만 설치함
05	00	승강장 조작반	

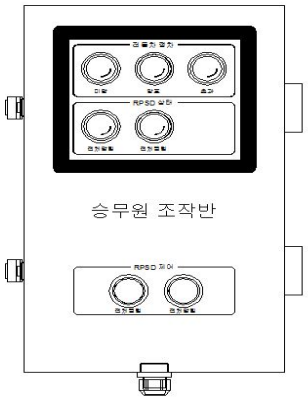
3.5 승무원 조작반

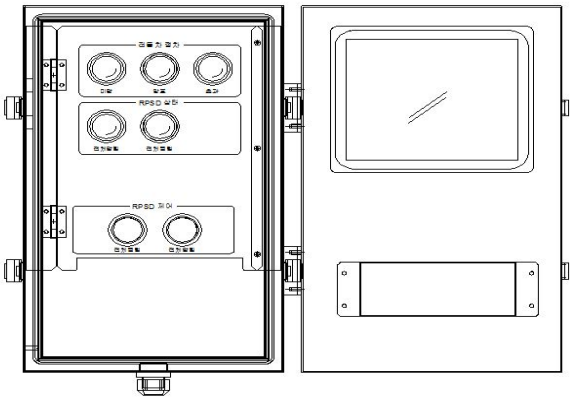
전동차 전두부, 후두부의 RPSD선로 측에 설치되어 기관사, 차장이 로프도어 개폐를 수동조작 할 수 있으며 또한 로프도어의 개폐여부를 확인 할 수 있는 설비

1) 주요기능

- 로프도어 제어기능 (전체 열림/닫힘, 수동 개폐)
- 로프도어 감시 기능
- 로프도어 제어를 위한 사용자 인터페이스
- 열차정위치 표시(미달, 양호, 초과)

2) 외형

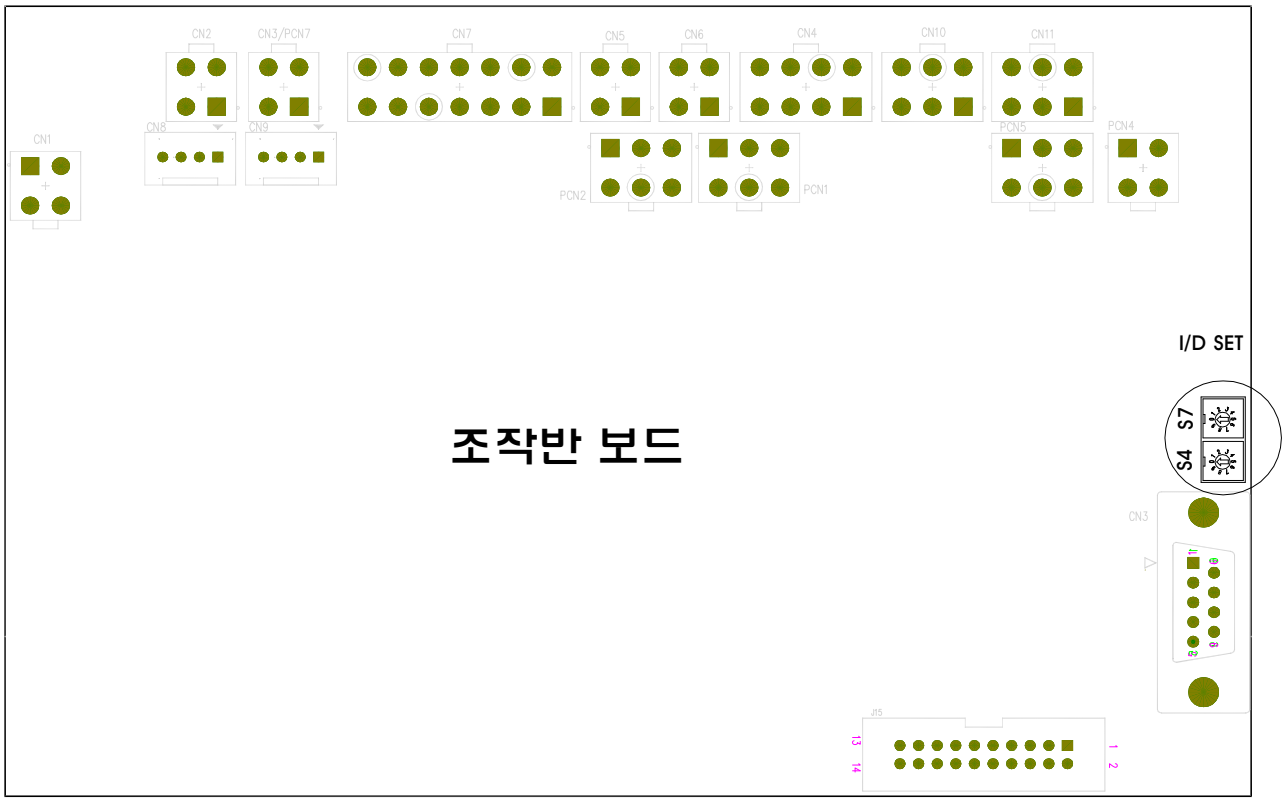




3) 동작설명

번호	항 목		설 명	비고
1	RPSD 상태	전체닫힘	▪ 해당 승강장의 모든 로프도어가 닫힘 완료일 경우 점등한다.	
		전체열림	▪ 해당 승강장의 로프도어가 열림중, 열림완료 경우 점등한다.	
		장애	▪ 로프도어 장애 발생시 점등한다.	
2	RPSD 조작부	전체닫힘	▪ 버튼을 누를 경우 해당 승강장의 모든 로프도어가 닫힘 동작 한다.	
		전체열림	▪ 버튼을 누를 경우 해당 승강장의 모든 로프도어가 열림 동작 한다.	
3	정차 상태	미달	▪ 전동차 정차 위치가 -18M ~ -2M일 때 미달 표시등이 점등된다.	
		양호	▪ 전동차 정차 위치가 -2M ~ +2M일 때 양호 표시등이 점등된다.	
		초과	▪ 전동차 정차 위치가 +2M ~ +18M일 때 초과 표시등이 점등된다.	

4) ID/SET 설정내용



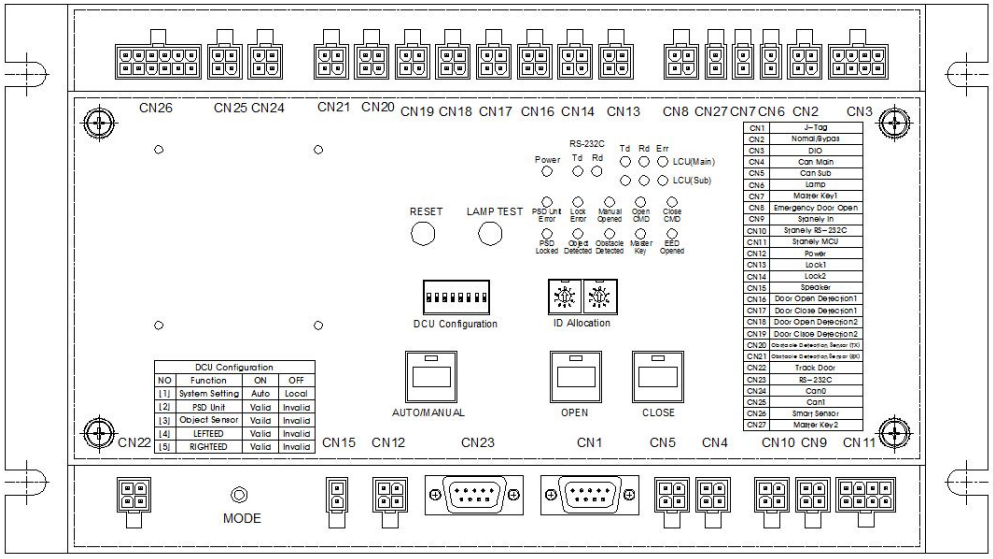
승무원 조작반의 ID/SET 설정내용은 다음과 같다.

S4	S7	장치	비고
04	06	승무원 조작반(기관사측)	
04	07	승무원 조작반(차장측)	사월방향만 설치함
05	00	승강장 조작반	

3.6 개별제어반

로프도어 1개구마다 설치하며, 주제어 장치와 제어신호를 송수신하고 고장 및 점검 시 자동, 수동으로 로프도어를 개폐할 수 있는 설비를 말한다.

3.6.1 외 형



3.6.2 동작설명

1) “통신상태” LED 표시부분 : RPSD 유닛의 통신 상태를 실시간으로 표시한다.

항 목		설 명
LCU (Main)	Txd	▪ 주통신(CAN) 라인을 통하여 LCU로 Data를 전송할 때 점등한다.
	Rxd	▪ 주통신(CAN) 라인을 통하여 LCU에서 Data를 수신할 때 점등한다.
	Err	▪ 주통신(CAN) 통신이 오류가 발생 하면 점등한다.
LCU (Sub)	Txd	▪ 예비통신(CAN) 라인을 통하여 LCU로 Data를 전송할 때 점등한다.
	Rxd	▪ 예비통신(CAN) 라인을 통하여 LMCU에서 Data를 수신할 때 점등한다.
	Err	▪ 예비통신(CAN) 통신 오류가 발생 하면 점등한다.

2) “상태표시” LED 표시부분 : RPSD 유닛의 동작 상태를 실시간으로 표시한다.

항 목	설 명
잠금 완료	▪ 잠금장치의 리밋 스위치가 동작하면 점등한다.
열림 명령	▪ RPSD 제어시스템으로부터 열림 명령을 수신하면 점등한다.
닫힘 명령	▪ RPSD 제어시스템으로부터 닫힘 명령을 수신하면 점등한다.
닫힘 완료	▪ 로프도어가 닫힘 완료 상태일 때 점등한다.
열림 완료	▪ 로프도어가 열림 완료 상태일 때 점등한다.
전류 이상	▪ 모터의 전류가 설정치보다 높게 흐를 때 점등한다. (로프도어의 과부하방지)
DCU장애	▪ DCU 자체 장애 발생시 점등한다. (RESET버튼을 누르거나 전원을 재투입하여 초기화시 해제됨)
전원	▪ DCU 전원이 정상적으로 공급될 때 점등한다.
수동 열림	▪ 선로측 가동 로프도어의 수동 열림 레버를 이용하여 로프도어가 개방되면 점등한다.
바이패스 (Bypass)	▪ DCU에 연결된 바이패스 스위치를 ‘자동’에서 ‘분리’로 전환하면 점등한다. (이 경우 해당 로프도어만 전체 RPSD시스템에서 분리한다.)
장애 검지	▪ 장애물 검지센서가 전동차와 RPSD 사이의 물체를 검지하면 점등한다.
장애 이상	▪ 장애물 검지센서의 자체 장애가 발생하면 점등한다.
센서	▪ 전동차와 RPSD 사이의 물체를 검지하면 점등한다.
CPU 통신장애	▪ DCU 주제어장치 PCB의 CPU 이상이 발생하면 점등한다.
열림센서	▪ DCU에 연결된 닫힘센서가 가동 로프도어를 검지하지 못하면 점등한다.
닫힘센서	▪ DCU에 연결된 닫힘센서가 가동 로프도어를 검지하면 점등한다.

3) 조작부

RPSD 유닛을 수동조작 할 수 있는 기능을 제공한다.

항 목			설 명
1	RESET	푸쉬 버튼	▪ 장애 해제 및 시스템 초기화를 위한 리셋 스위치이다.
2	램프 시험	푸쉬 버튼	▪ DCU의 램프를 시험하기 위한 스위치이다. - 램프시험 스위치를 누르면 DCU의 모든 LED가 점등한다.
3	ID 설정	Rotary 스위치	▪ DCU의 ID(주소)를 할당한다.
4	DCU 설정	DIP 스위치	▪ RPSD 유닛의 동작 조건을 위한 DCU 파라미터를 설정한다.(00 ~ 99까지)
5	자동/ 수동	LED 내장 푸쉬 버튼	▪ RPSD 유닛의 운영 모드를 변경한다. - 수동 모드일 때만 적색LED 점등 - 수동 모드일 때만 DCU의 열림 버튼과 닫힘 버튼에 의한 가동 로프도어 수동 제어가능
6	열림	LED 내장 푸쉬 버튼	▪ DCU 수동모드일 때 가동 로프도어를 열기 위한 스위치이다. - 열림 버튼을 누른 후 3초간 내장 LED 점등
7	닫힘	LED 내장 푸쉬 버튼	▪ DCU 수동모드일 때 가동 로프도어를 닫기 위한 스위치이다. - 닫힘 버튼을 누른 후 3초간 내장 LED 점등

4) 설정부

RPSD 유닛의 동작 조건을 설정할 수 있는 기능을 제공한다.

항 목	설 명			
DCU 설정	RPSD 유닛과 DCU의 동작 조건을 설정한다.			
	NO	Functions	S/W 위치	동작
	[1]	자동/수동	ON	▪ 주제어 장치에 의한 DCU 설정
			OFF	▪ DCU에 의한 DCU 설정
	[2]	장애센서	ON	▪ 물체 검지 신호 수용
			OFF	▪ 물체 검지 신호 미수용
	[3]	센서	ON	▪ 비상문 열림 수용
			OFF	▪ 비상문 열림 미수용
	[4]	비상문	ON	▪ 초기화 정상 동작
			OFF	▪ 초기화 간편 동작
	[5]	초기화	ON	
			OFF	
	[6]	예비 스위치		
	[7]	예비 스위치		
	[8]	예비 스위치	ON	▪ 시간 설정에 다른 연속 동작
			OFF	▪ 동작 안함
ID 설정	DCU의 ID(주소)를 설정한다. : 00~99까지 가능 - 예) 로프 도어 1은 “00”, 6은 “05”			

3.6.3 DCU Allocation 설정내용

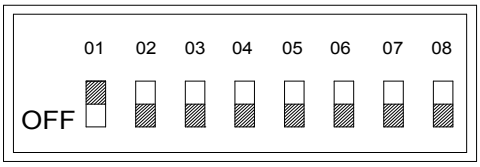
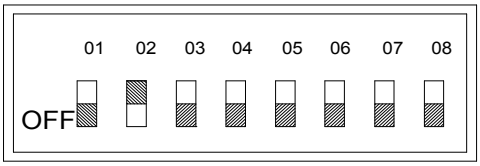
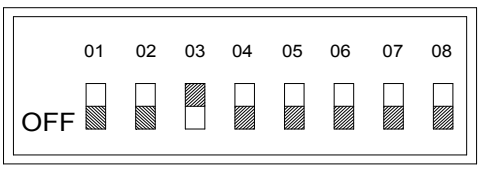
DCU Allocation 설정내용은 다음과 같다.

NO.	왼쪽 스위치	오른쪽 스위치	DCU NO	설치위치	비고
01	0	1	DCU1	진행방향 1번째	
02	0	2	DCU2	진행방향 2번째	
03	0	3	DCU3	진행방향 3번째	
04	0	4	DCU4	진행방향 4번째	
05	0	5	DCU5	진행방향 5번째	
06	0	6	DCU6	진행방향 6번째	

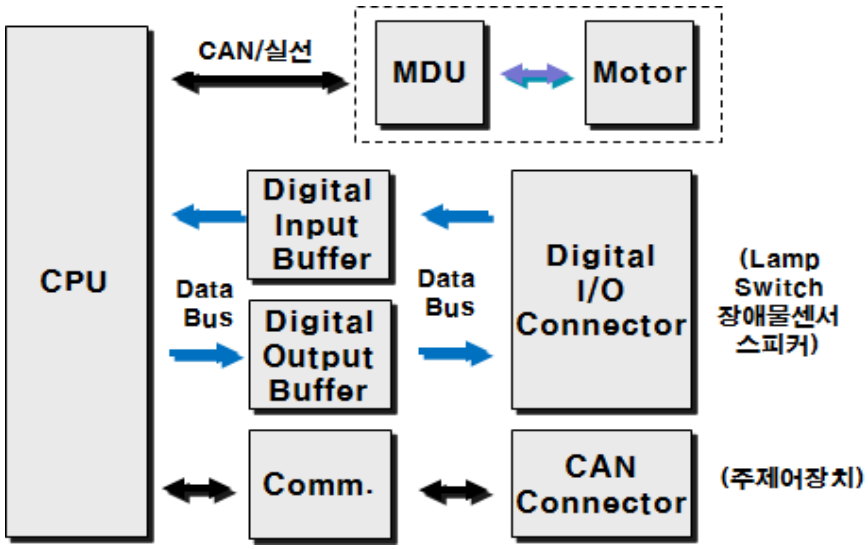
3.6.4 DCU Configuration 설정내용

DCU Configuration 설정내용은 다음과 같다.

NO.	기능	ON	OFF	비고
01	자동/수동설정	자동	수동	
02	단락설정	사용	미사용	
03	장애물감지설정	사용	미사용	

자동/수동설정	
단락설정	
장애물감지설정	

3.6.5 Interface 구성도



3.6.6 MDU -DCU간 인터페이스

1) 개별제어반의 DCU와 MDU간 제어방식 및 기능

- 개별제어반의 DCU와 MDU간의 제어방식은 통신방식을 기준으로 이중화하고, 다음사항을 만족할 수 있는 구조로 설계한다.
- 고장발생시 이중화에 따른 자동절체기능 (통신회선, 회로가 고장시에는 실선 방식으로 자동절체)
- 주제어는 통신방식으로 하며 실선 방식은 비상시 또는 고장시 사용한다.

2) 통신방식 이상으로 비상운전을 할 경우 다음사항을 포함하여 세부방안

- 전체 RPSD 개별 로프도어의 개폐시간의 차이가 없이 동시에 동작한다.
- 배선은 최소한의 병렬방식으로 구성

3) 통신 방식

- 주제어 : CAN 통신 (이중화)
- 보조제어 : 실선제어

4) DCU와 MCU간 Data In Out 정보 내용

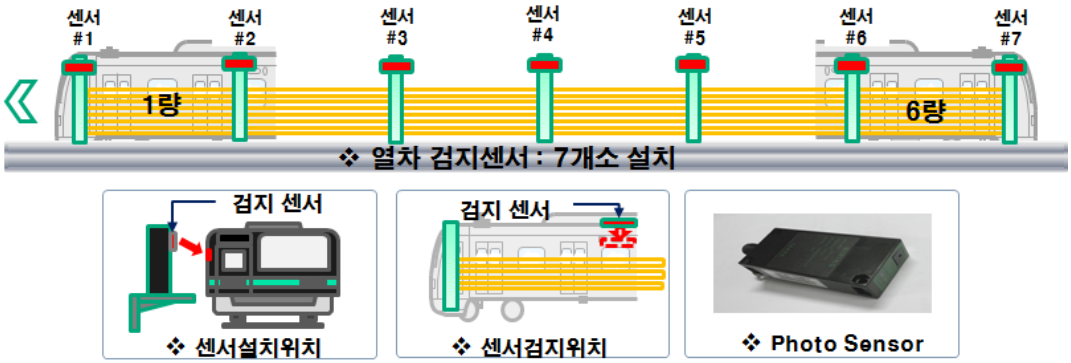
구 분		정보 내용		비 고
CAN 통신 (주제어)	DCU → MDU	명령	Door Open	
			Door Close	
			열림 속도 설정	2.5~5초
			닫힘 속도 설정	3.5~5초
			모터 동작 정지(Break)	
			Reset	
			Door 재개폐	장애물 검지:문닫힘 중 DCU가 장애물 검지하여 MDCU에게 재개폐 명령함.
	MDU → DCU	Door 동작정보	닫힘 완료	
			열림중	
			열림 완료	
			닫힘중	
		모터 Error 정보	모터 과부하	
			모터 과온도	
		MDU 상태 정보	MDU 동작중 상태	
			모터 동작중	
			모터 전원	
실 선 (보조 제어)	DCU → MDU	명령	열림 명령	
			닫힘 명령	
	MDU → DCU	동작상태	열림 완료	
			닫힘 완료	

5.6.7 I/O Interface Connector No.

항 목		설 명
CN.No	용도	
CN1	JTAG	▪ 개별제어반 업데이트
CN2	Normal /Bypass	▪ Normal/Bypass 상태확인
CN3	DIO	▪ 로프도어 열림완료, 로프도어 닫힘완료, 로프도어 열림명령, 로프도어 닫힘명령 신호
CN4	CAN M	▪ CAN 통신 MAIN 단자
CN5	CAN S	▪ CAN 통신 Slave 단자
CN6	LAMP	▪ 해당 로프도어 상태표시
CN7	Master Key1	▪ Spare
CN8	EDO	▪ Emergency DOOR Open - 비상도어 열림 신호
CN9	Stanely In	▪ 로프도어 열림,닫힘 상태 MDU에 전송
CN10	RS-232C	▪ MDU Interface
CN11	Stanley MCU	▪ 모터 컨트롤 데이터
CN12	POWER	▪ DC24V 입력
CN13	LOCK1	▪ Spare
CN14	LOCK2	▪ Spare
CN15	Speaker	▪ 스피커 출력 단자
CN16 CN18	DOD1 DOD2	▪ Door Open Detection 1,2 센서 입력
CN17 CN19	DCD1 DCD2	▪ Door Close Detection 1,2 센서 입력
CN20	ODS(TX)	▪ Obstacle Detection Sensor TX
CN21	ODS(RX)	▪ Obstacle Detection Sensor RX
CN22	TRACK DOOE	▪ Spare
CN23	RS-232C	▪ RS-232C 통신단자
CN24	CAN0	▪ CAN 통신 0 - 스마트센서 캔통신 0
CN25	CAN1	▪ CAN 통신 1 - 스마트센서 캔통신 1
CN26	Smart Sensor	▪ Spare
CN27	Master Key2	▪ Spare

3.7 센서 (정위치 및 열림/닫힘 동작)

3.7.1 구성



3.7.2 외형 및 특징

1) Photo Sensor (DL - S202P - KJ)

2) 특 징

- 나쁜 환경조건에서도 안정된 장거리 검출
- Compact Size이면서도 고기능
- IP67의 보호구조
- Connector Type
- 광축 조정용 Laser Pointer Option으로 구비

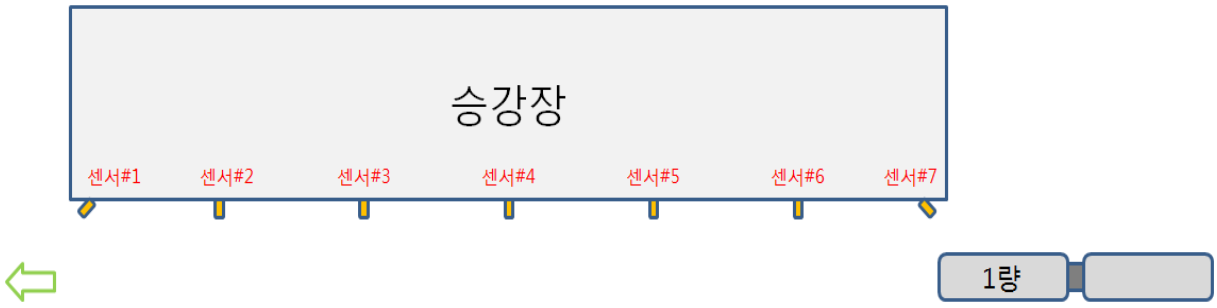
3) 형　식

- 검출 방식 : 엠프 내장형(거리한정 반사형)
- 출력 방식 : NPN - OPEN Collector 출력 커넥터식
- 동작 상태 : Light ON 동작

3.7.3 동작 설명

1) 전동차 정차 위치

◆ 진입 : 전동차 전두부가 승강장 진입시 센서#7번이 검지 될때



◆ 미달(-18M ~ -2M) : 전동차가 승강장 진입 후 센서#7번부터 센서#2번 까지 검지 될때

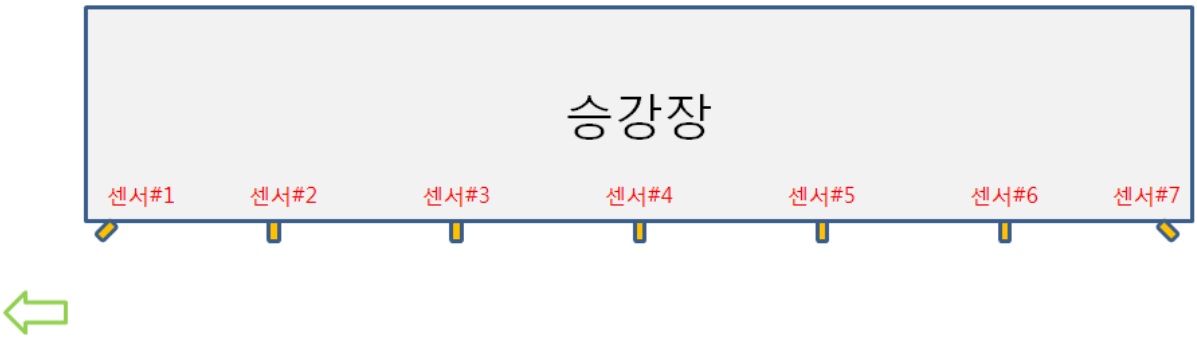
◆ 양호(-2M ~ +2M) : 전동차가 승강장에 정차시 센서#7번과 센서#1번을 제외한 나머지 센서들이 검지 될 때

◆ 정위치 정차 검지 일정시간 후 로프도어 열림 동작

◆ 초과(+2M ~ 18M) : 승객이 승/하차 완료 후 전동차가 출발 후 센서#1번이 검지 될 때(로프도어는 열림 동작 상태중)

◆ 대기 : 전동차가 승강장을 벗어나고 센서가 모두 검지 안될 때

◆ 대기상태가 일정시간 후 로프도어는 닫힘 동작



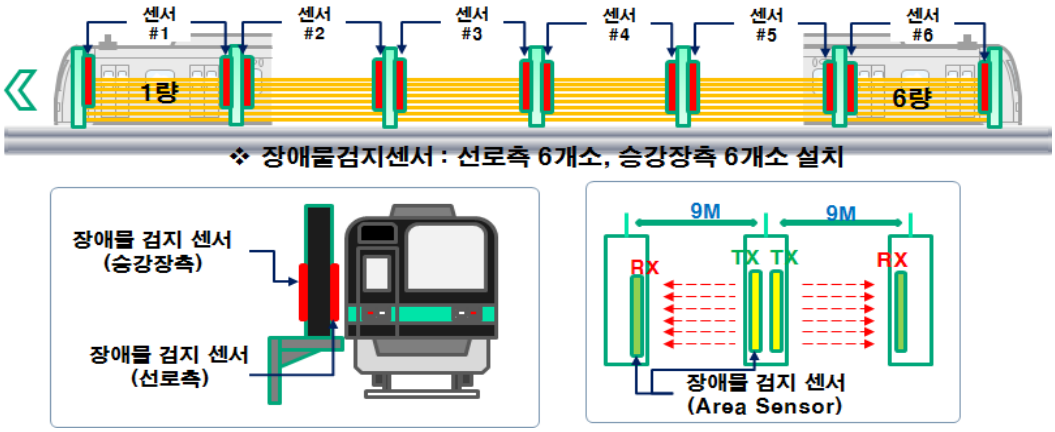
상태	센서#1	센서#2	센서#3	센서#4	센서#5	센서#6	센서#7	비고
진입	×	×	×	×	×	×	○	
미달	×	○	○	○	○	○	○	
양호	×	○	○	○	○	○	×	
초과	○	○	○	○	○	○	×	
대기	×	×	×	×	×	×	×	

○ : 센서 검지 × : 센서 미감지

3.8 장애물 센서 (정위치 및 열림/닫힘 동작)

로프도어와 전동차 사이, 로프도어와 대기 승객간 물체의 존재 여부를 검지하여 안전장치 로프도어가 안전하게 동작 할 수 있도록 한다.

3.8.1 외형 및 특징



3.8.2 외형 및 특징

1) Area Sensor (BW40-24(P) 오토닉스 또는 동등 이상의 제품)

3.8.3 동작 설명

번호	항 목	설 명	비고
1	장애물 감지	▪ 가동 로프도어 양 끝단에 센서 수신/발신 부를 설치하여 물체를 감지하였을 경우 안전장치 로프도어의 닫힘 동작을 못하게 한다.	수신/발신부 확인

4. 공급수량 변경사항

시스템 구성 변경에 따라 과업지시서 내용에서 제작물품 및 수량을 아래와 같이 협의 변경하여 최종 납품 완료한다.

제작 물품	단위	수 량			변경사유
		변경 전	변경 후	증 감	
개별제어반	SET	2	12	10	기자재 제작승인도에 따른 변경
종합제어반	SET	1	0	-1	
승무원 조작반	SET	2	3	1	
승강장 조작반	SET	2	2	0	
주제어장치 (분전반 내장)	SET	2	2	0	
출입문검지센서	EA	2	0	-2	
정위치 검지센서	EA	2	14	12	
장애물검지센서	EA	12	24	12	

5. 약어

본 문서에서 사용되는 약어는 다음과 같다.

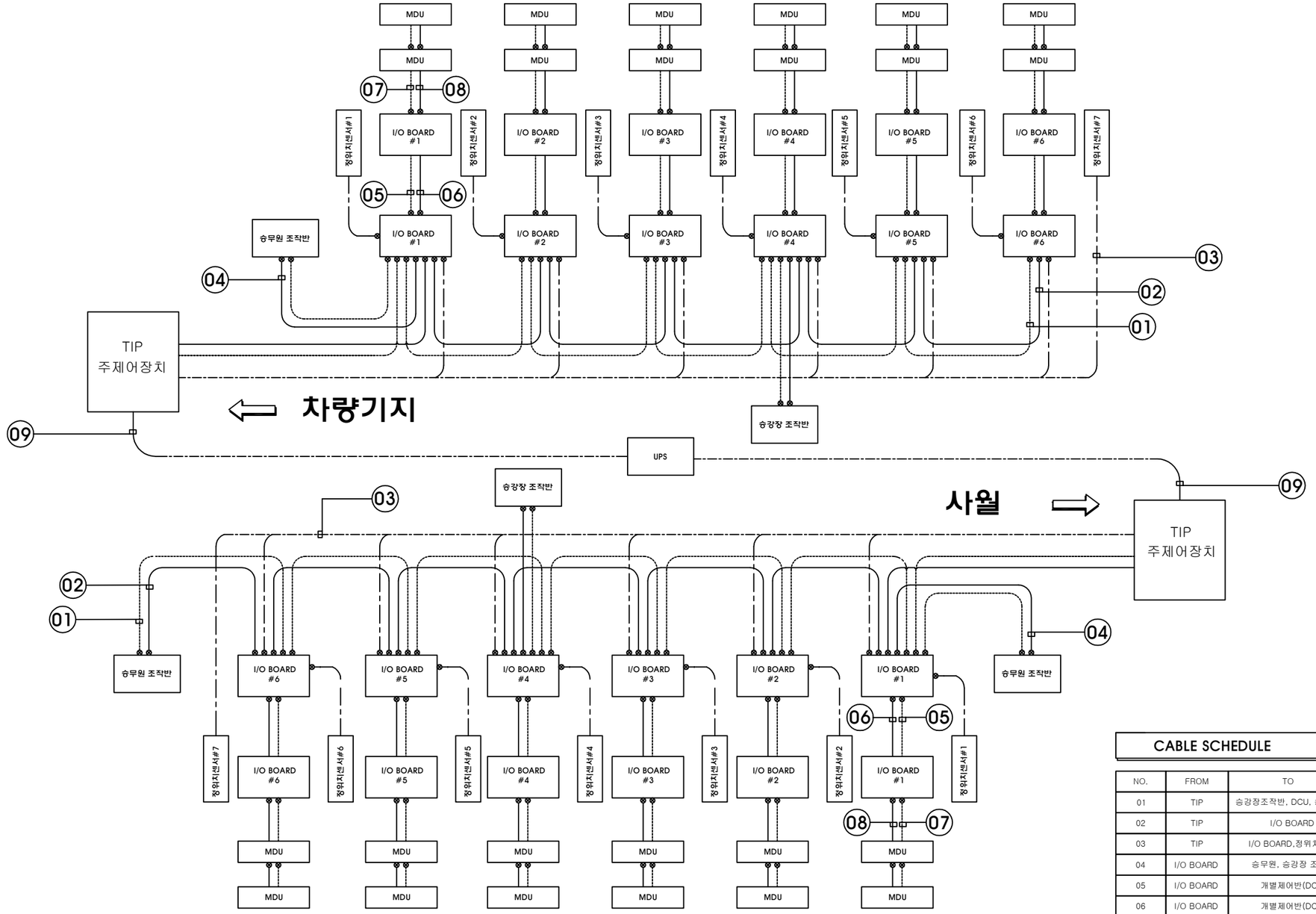
ATC	(Automatic Train Control)	: 자동열차 제어장치
ATO	(Automatic Train Operation)	: 자동열차 운전장치
ATS	(Automatic Train Stop)	: 열차자동 정지장치(수동운전)
DCU	(Door Control Unit)	: 개별제어반
EED	(Emergency Escape Doors)	: 비상(탈출)문
GUI	(Graphic User Interface)	: 그래픽 사용자 환경
HMI	(Human Machine Interface)	: GUI 구성 감장치
LCD	(Liquid Crystal Device)	: 액정표시 소자(장치)
MDU	(Motor Driver Unit)	: 모터구동 장치
RPSD	(Rope Type platform Safety Device)	: 로프타입 승강장 안전장치
PSL	(Platform Safety Device Local Control)	: 승강장 조작반
UPS	(Uninterruptible Power Supply)	: 무정전 전원 공급장치
TIP	(Train Information Panel)	: 전동차 정보 판넬
VFD	(Vacuum Flourescent Display)	: 진공 형광표시 소자
LED	(Light Emitting Diode)	: 발광 다이오드
SDO	(Signal Digital Output)	: 디지털 입력신호
SDI	(Signal Digital Input)	: 디지털 출력신호

붙임 : 도면

도면목록

NO.	REV.	DRAWING NO.	DRAWING TITLE	REMARK
1	0	TK-RPSD-CONT-000	도면목록	
2	0	TK-RPSD-CONT-001	제어설비 계통도	
3	0	TK-RPSD-CONT-002	제어설비 설치도	
4	0	TK-RPSD-CONT-003	주제어장치 ASSEMBLY	
5	0	TK-RPSD-CONT-004	주제어장치 상세결선도	
6	0	TK-RPSD-CONT-005	TIP 전원단자 결선도	
7	0	TK-RPSD-CONT-006	TIP 통신단자 결선도	
8	0	TK-RPSD-CONT-007	주제어장치 설치도	
9	0	TK-RPSD-CONT-008	개별제어반 ASSEMBLY	
10	0	TK-RPSD-CONT-009	I/O BOARD ASSEMBLY	
11	0	TK-RPSD-CONT-010	개별제어반 설치도	
12	0	TK-RPSD-CONT-011	개별제어반 결선도	
13	0	TK-RPSD-CONT-012	개별제어반 상세 결선도	
14	0	TK-RPSD-CONT-013	센서 ASSEMBLY	
15	0	TK-RPSD-CONT-014	Area 센서 설치도	
16	0	TK-RPSD-CONS-015	정위치센서 설치도	
17	0	TK-RPSD-CONT-016	승강장 조작반 ASSEMBLY	
18	0	TK-RPSD-CONT-017	승강장 조작반 설치도	
19	0	TK-RPSD-CONT-018	승무원 조작반 ASSEMBLY	
20	0	TK-RPSD-CONT-019	승무원 조작반 설치도	
21	0	TK-RPSD-CONT-020	승강장, 승무원 조작반 결선도	

제어설비 계통도



범 례

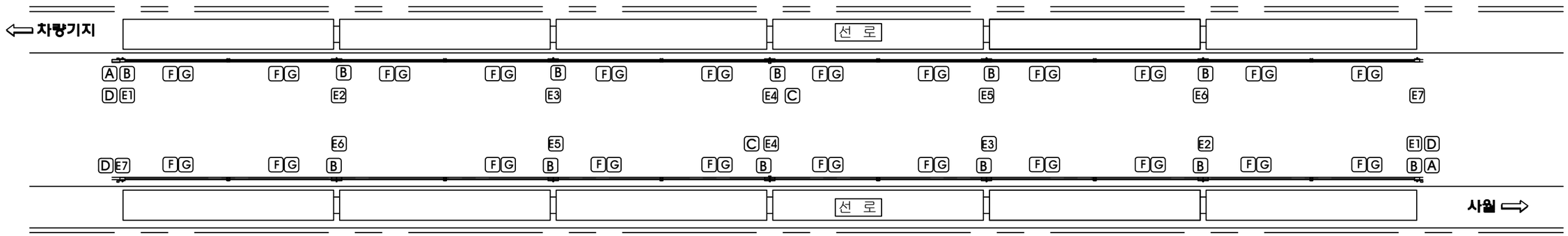
- CAN 통신케이블(주, 예비)
- SIGNAL(실선제어 케이블)
- 센서용 케이블(정위치)

CABLE SCHEDULE

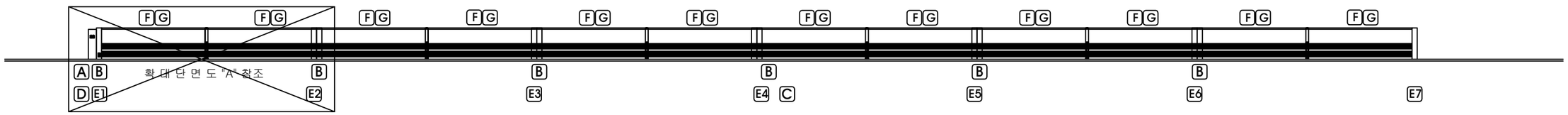
NO.	FROM	TO	CABLE	REMARK	비고
01	TIP	승강장조작반, DCU, 승무원 조작반	UL 2919 AME-SB AWG20 2P	CAN 통신	
02	TIP	I/O BOARD	UL AWM2464 AWG20 8C	SIGNAL	
03	TIP	I/O BOARD,정위치센서	UL AWM2464 AWG20 6C	DC24V/SIGNAL	
04	I/O BOARD	승무원, 승강장 조작반	UL AWM2464 AWG20 10C	DC24V/SIGNAL	
05	I/O BOARD	개별제어반(DCU)	UL 2919 AME-SB AWG20 2P	CAN 통신	
06	I/O BOARD	개별제어반(DCU)	UL AWM2464 AWG20 8C	SIGNAL	
07	DCU	MDU	UL 2919 AME-SB AWG20 2P	CAN 통신	
08	DCU	MDU	UL AWM2464 AWG20 8C	SIGNAL	
09	UPS	주제어장치	UL 2919 AME-SB AWG20 2P	RS-485	

DTRO 대구도시철도공사	대구도시철도공사	한국교통연구원	부장	과장	계장	NOTE	대구지하철2호선	REV.NO.	축 척	일 자	도면명	제어설비 계통도
posco 포스코엔지니어링	포스코엔지니어링		책임기술자 유경호	설계자 이오현	제도자 이강욱		문양역	0	NONE	2012.12.14	도면번호	TK-RPSD-CONT-001

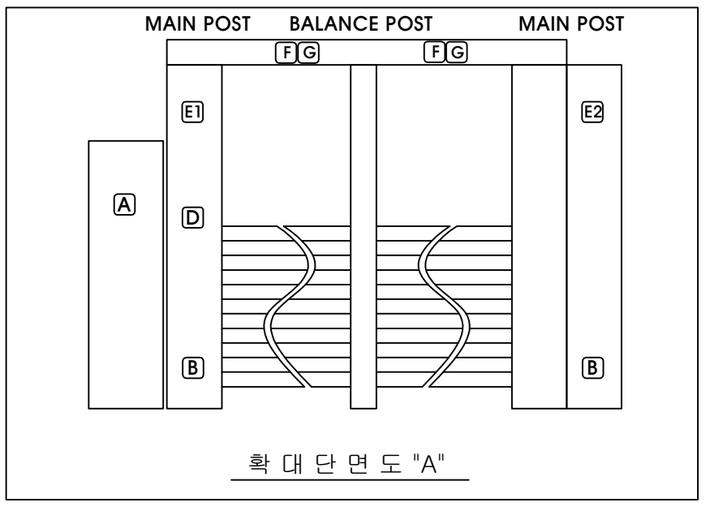
제어설비 설치도



평 면 도



단 면 도



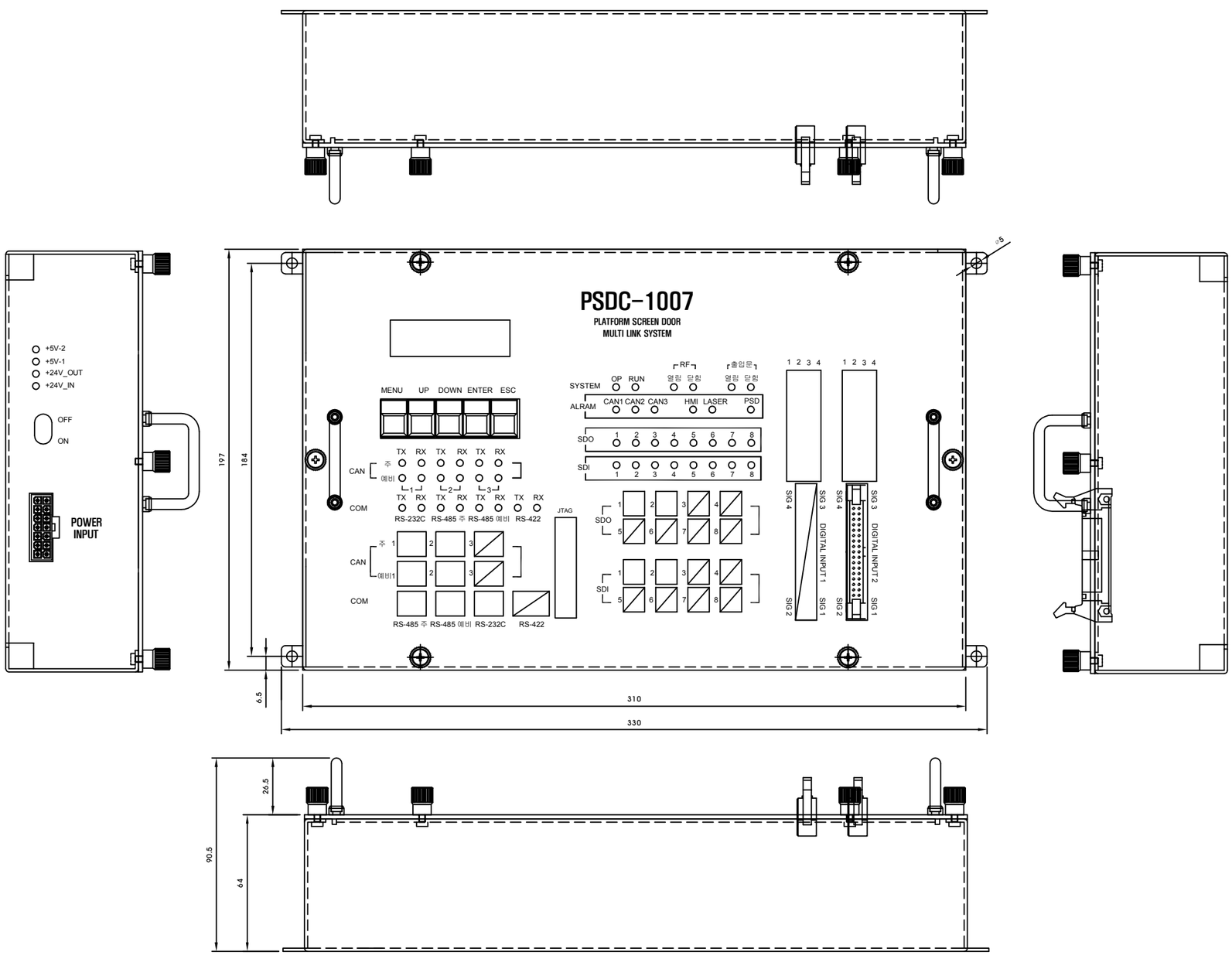
확 대 단 면 도 "A"

EQUIPMENT LIST

ID Code	Description	Quantity(Station)
A	주제어장치(TIP)	2
B	개별제어반	12
C	승강장 조작반	2
D	승무원 조작반	3
E1~E7	정위치센서	14
F	스피커	24
G	램프	24

DTRO 대구도시철도공사	대구도시철도공사	한국교통연구원 한국교통연구원	부장	과장	계장	NOTE	대구지하철2호선 문양역	REV.NO.	축 척	일 자	도면명	제어설비 설치도
posco 포스코엔지니어링	포스코엔지니어링		책임기술자 유경호	설계자 이오현	제도자 이강욱			0	NONE	2012.12.14	도면번호	TK-RPSD-CONT-002

주제어장치 ASSEMBLY



NOTE

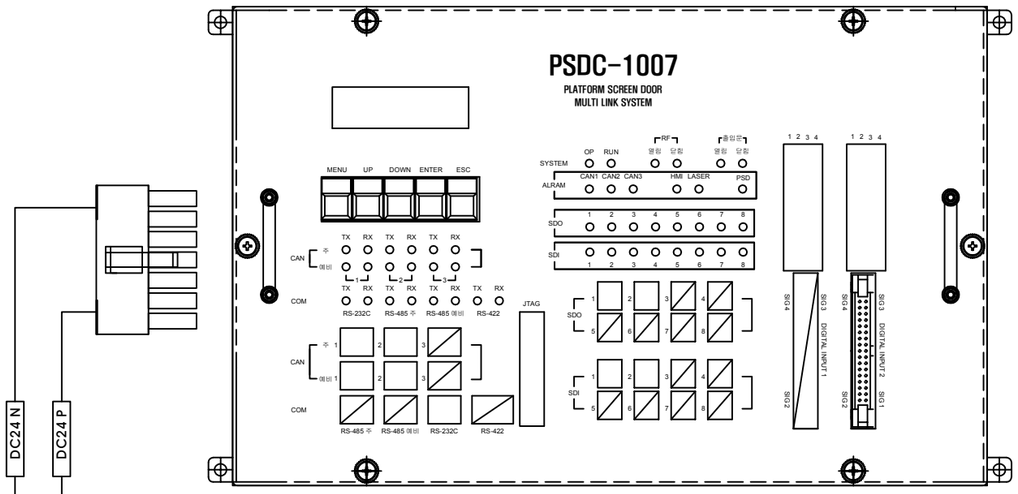
: 미사용 포트

주제어장치 포트 기능

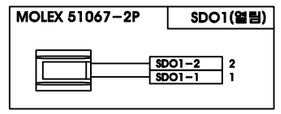
NO.	PORT	CONTENT	비고
01	CAN1	주제어장치,DCU,MDU 주통신포트	
02	CAN2	주제어장치,DCU,MDU 예비통신포트	
03	COM	주제어장치 디버그	
04	SDO	실선출력(닫힘, 열림명령)	
05	SDI	실선입력(닫힘, 열림완료)	
06	DISITAL INPUT2	정위치센서 입력	
07	JTAG	주제어장치 프로그램 업데이트	

대구도시철도공사	한국교통연구원	부장	과장	계장	NOTE	대구지하철2호선 문양역	REV.NO.	축 척	일 자	도면명	주제어장치 ASSEMBLY
포스코엔지니어링		책임기술자 유정호	설계자 이오현	제도자 이강욱			0	NONE	2012.12.14	도면번호	TK-RPSD-CONT-003

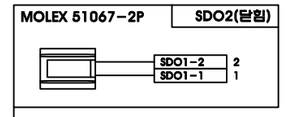
주제어장치 상세결선도



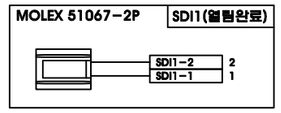
MOLEX 51067-2P — SDO1(열림)



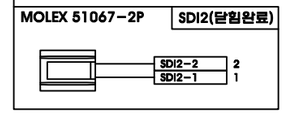
MOLEX 51067-2P — SDO2(닫힘)



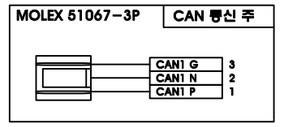
MOLEX 51067-2P — SDI1(열림완료)



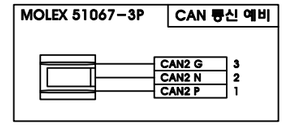
MOLEX 51067-2P — SDI2(닫힘완료)



MOLEX 51067-3P — CAN 통신 주

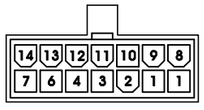


MOLEX 51067-3P — CAN 통신 예비



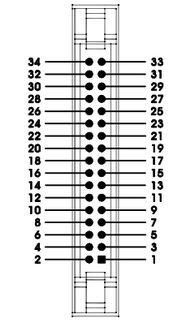
전원

MOLEX 5557-14P



정위치 센서

HIF3B-34D-2.54R

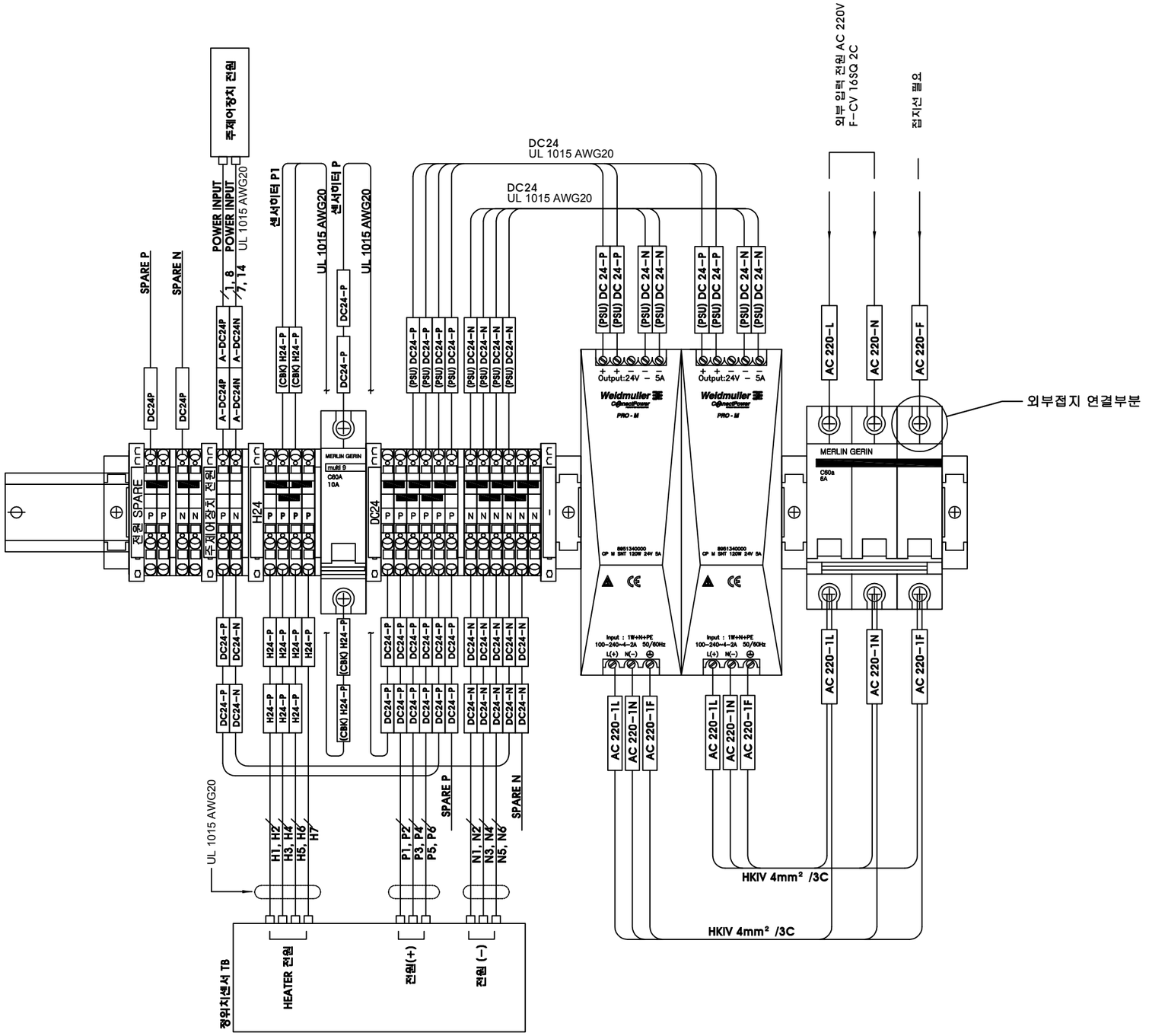


NOTE

: 미사용 포트

대구도시철도공사 / 포스코엔지니어링	한국교통연구원	부장	과장	계장	NOTE	대구지하철2호선 문양역	REV.NO.	축 척	일 자	도면명	주제어장치 상세결선도
		책임기술자 유정호	설계자 이오현	제도자 이강욱			0	NONE	2012.12.14	도면번호	TK-RPSD-CONT-004

TIP 전 원 단 자 결 선 도

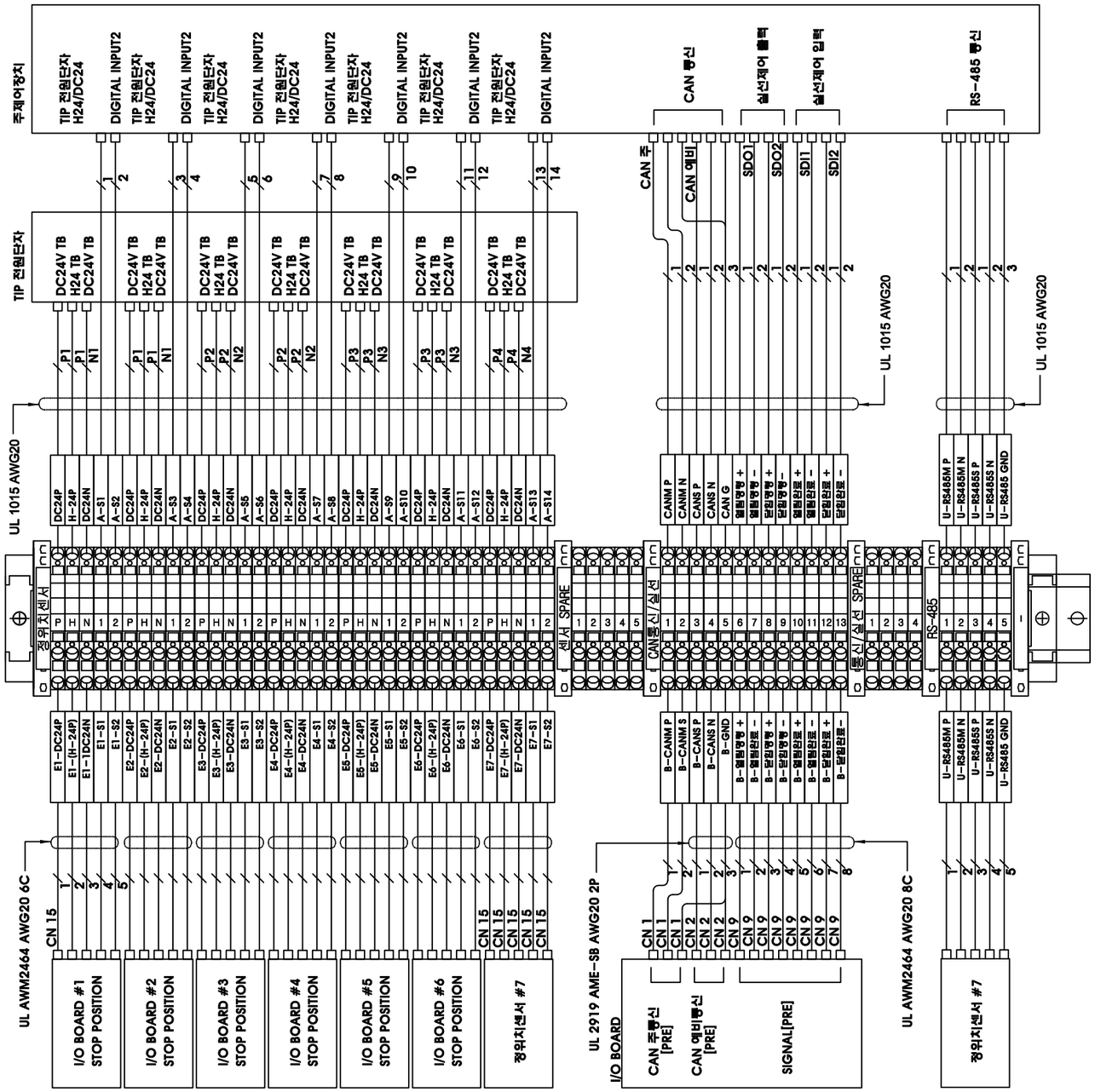


DTRO 대구도시철도공사	한국교통연구원	부장	과장	계장	NOTE	대구지하철2호선 문양역	REV.NO.	축 척	일 자	도면명
posco 포스코엔지니어링		책임기술자 유경호	설계자 이오현	제도자 이광욱			0	NONE	2012.12.14	도면번호

TIP 전원단자 결선도

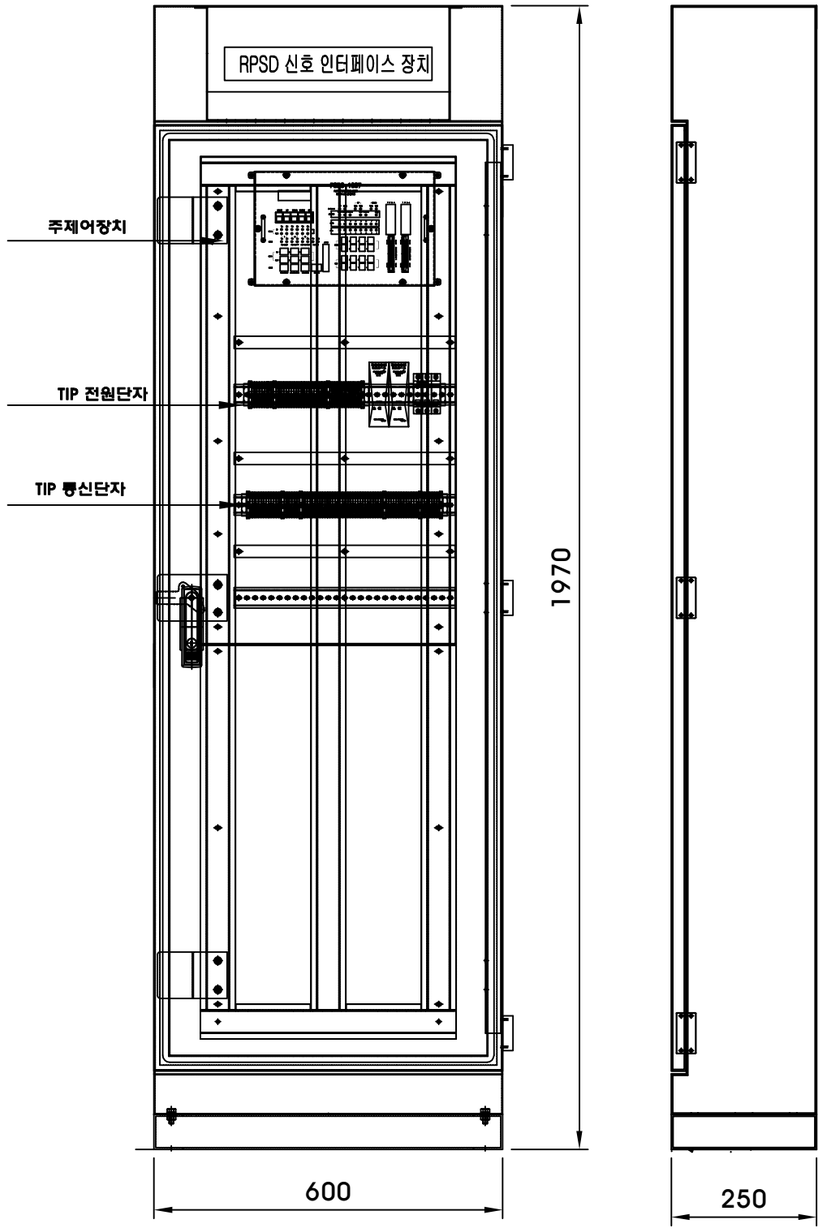
TK-RPSD-CONT-005

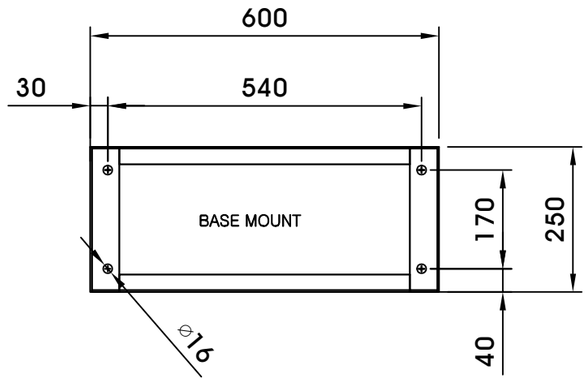
TIP 통 신 단 자 결 선 도

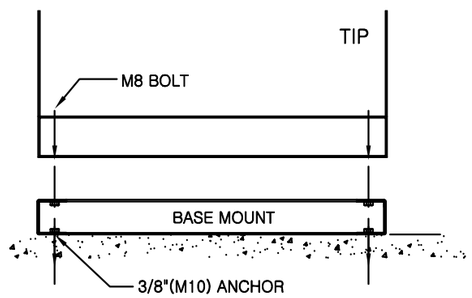


DTRO 대구도시철도공사	대구도시철도공사	KOTI 한국교통연구원	한국교통연구원	부장	과장	계장	NOTE	대구지하철2호선 문양역	REV.NO.	축 척	일 자	도면명	TIP 통신단자 결선도
posco 포스코엔지니어링	포스코엔지니어링			책임기술자 유정호	설계자 이오현	제도자 이강욱			0	NONE	2012.12.14	도면번호	TK-RPSD-CONT-006

주제어장치 설치도







Note

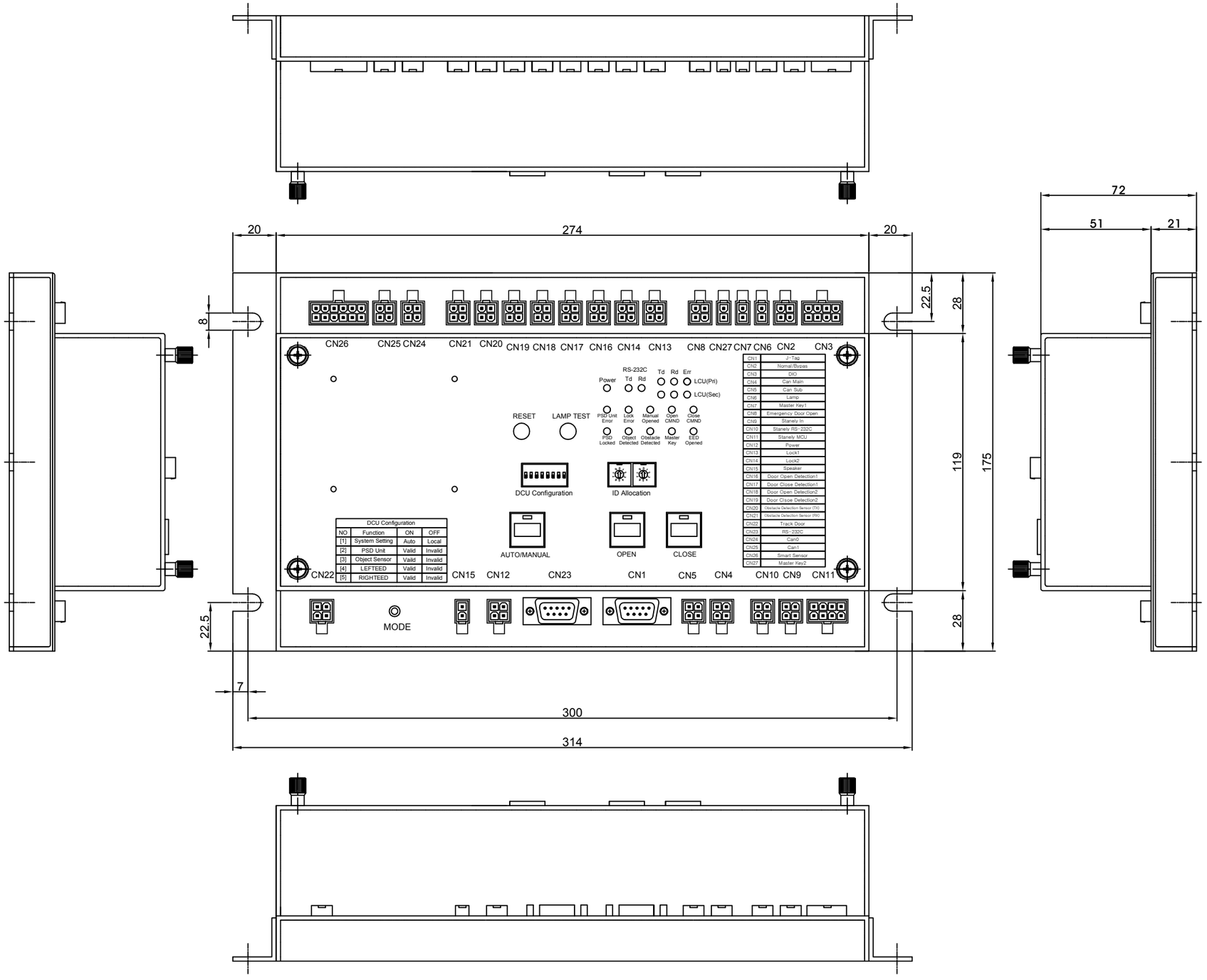
1. 문양역 현장 상황에 따라 변경될 수 있음

대구도시철도공사 / 포스코엔지니어링	한국교통연구원	부장	과장	계장	NOTE	대구지하철2호선 문양역	REV.NO.	축 척	일 자	도면명
		책임기술자 유경호	설계자 이오현	제도자 이광욱			0	NONE	2012.12.14	도면번호

주제어장치 설치도

TK-RPSD-CONT-007

개별제어반 ASSEMBLY



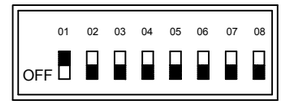
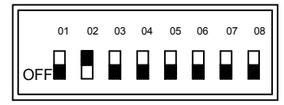
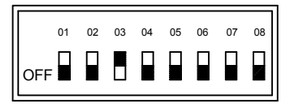
DCU Configuration			
NO	Function	ON	OFF
[1]	System Setting	Auto	Local
[2]	PSD Unit	Valid	Invalid
[3]	Object Sensor	Valid	Invalid
[4]	LEFTEED	Valid	Invalid
[5]	RIGHTEED	Valid	Invalid

CN1	J-Tag
CN2	Normal/Bypass
CN3	DIO
CN4	Can Main
CN5	Can Sub
CN6	Lamp
CN7	Master Key1
CN8	Emergency Door Open
CN9	Stanely In
CN10	Stanely RS-232C
CN11	Stanely MCU
CN12	Power
CN13	Lock1
CN14	Lock2
CN15	Speaker
CN16	Door Open Detection1
CN17	Door Close Detection1
CN18	Door Open Detection2
CN19	Door Close Detection2
CN20	Obstacle Detection Sensor (TX)
CN21	Obstacle Detection Sensor (RX)
CN22	Track Door
CN23	RS-232C
CN24	Can0
CN25	Can1
CN26	Smart Sensor
CN27	Master Key2

RPSD DCU ID Allocation 설정 내용

NO.	왼쪽 스위치	오른쪽 스위치	DCU NO	설치위치	비고
01	0	1	DCU1	진행방향 1번째	
02	0	2	DCU2	진행방향 2번째	
03	0	3	DCU3	진행방향 3번째	
04	0	4	DCU4	진행방향 4번째	
05	0	5	DCU5	진행방향 5번째	
06	0	6	DCU6	진행방향 6번째	

DCU Configuration 설정내용

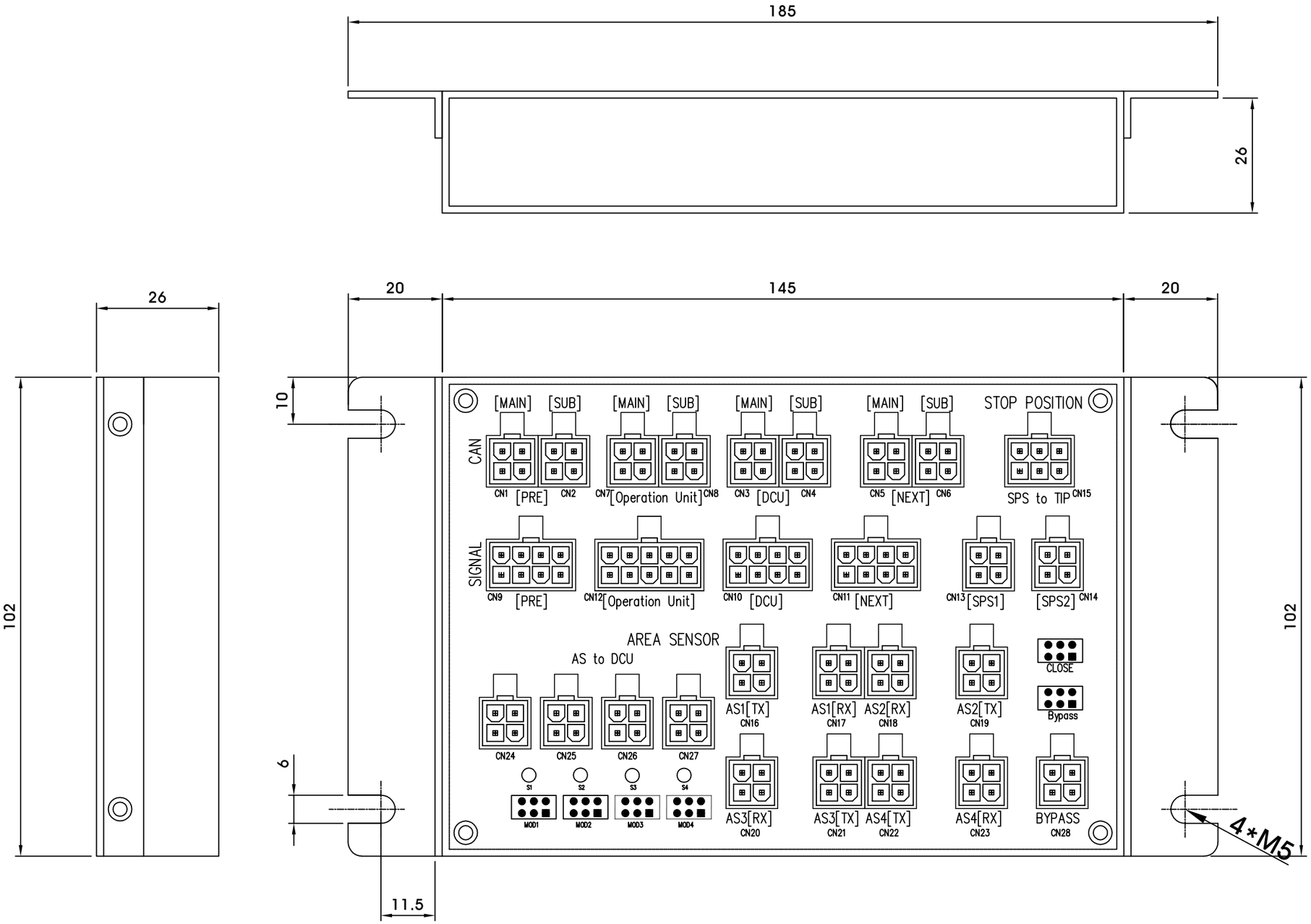
NO.	기능	ON	OFF	비고
01	자동/수동설정	자동	수동	
02	단락설정	사용	미사용	
03	장애물감지설정	사용	미사용	
자동/수동설정				
단락설정				
장애물감지설정				

DCU 포트 내용

NO	내용	비고
CN1	장비 업데이트	장비 업데이트
CN2	DCU 바이패스	DCU 바이패스
CN3	실선입력	실선입력
CN4	CAN 통신(주)	CAN 통신(주)
CN5	CAN 통신(예비)	CAN 통신(예비)
CN6	Lamp	Lamp
CN7	Master Key1	예비
CN8	기관사, 차장측 비상문	예비
CN9	모터 신호	예비
CN10	모터 통신(RS-232)	예비
CN11	모터 MCU	MDU 실선
CN12	Power	Power
CN13	Lock1	예비
CN14	Lock2	예비
CN15	Speaker	Speaker
CN16	장애물 검지 센서1 입력	장애물 검지 센서1 입력
CN17	장애물 검지 센서2 입력	장애물 검지 센서2 입력
CN18	장애물 검지 센서3 입력	장애물 검지 센서3 입력
CN19	장애물 검지 센서4 입력	장애물 검지 센서4 입력
CN20	장애물 검지센서 (TX)	예비
CN21	장애물 검지센서 (RX)	예비
CN22	비상문	예비
CN23	RS-232C	디버그
CN24	CAN 통신(SPARE 주)	MDU CAN통신(주)
CN25	CAN 통신(SPARE 예비)	MDU CAN통신(예비)
CN26	감지 센서(예비)	예비
CN27	Master Key2	예비

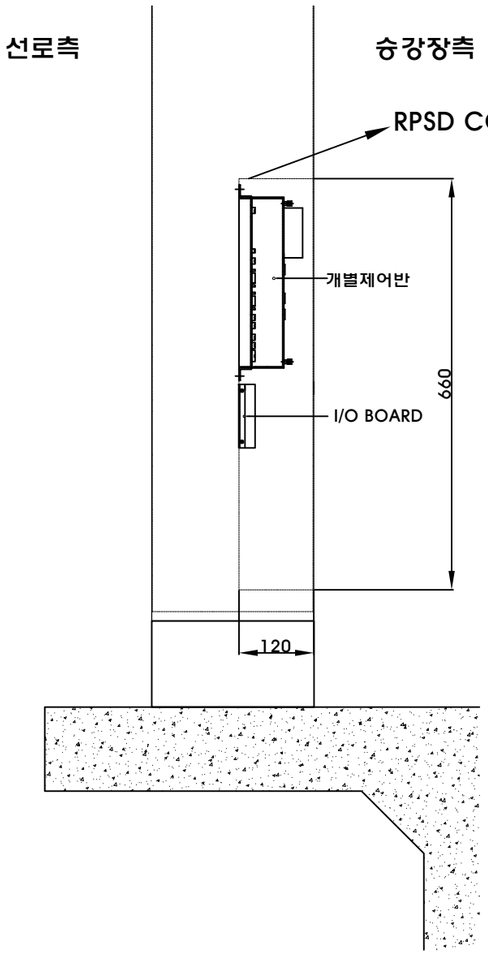
DTRO 대구도시철도공사	대구도시철도공사	한국교통연구원	부장	과장	계장	NOTE	대구지하철2호선 문양역	REV.NO.	축 척	일 자	도면명	개별제어반 ASSEMBLY
posco 포스코엔지니어링	포스코엔지니어링		책임기술자 유경호	설계자 이오현	제도자 이광욱			0	NONE	2012.12.14	도면번호	TK-RPSD-CONT-008

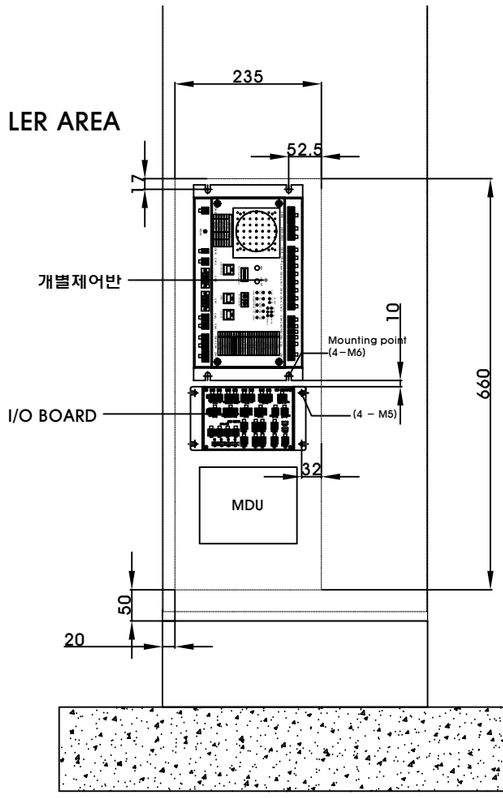
I/O BOARD ASSEMBLY

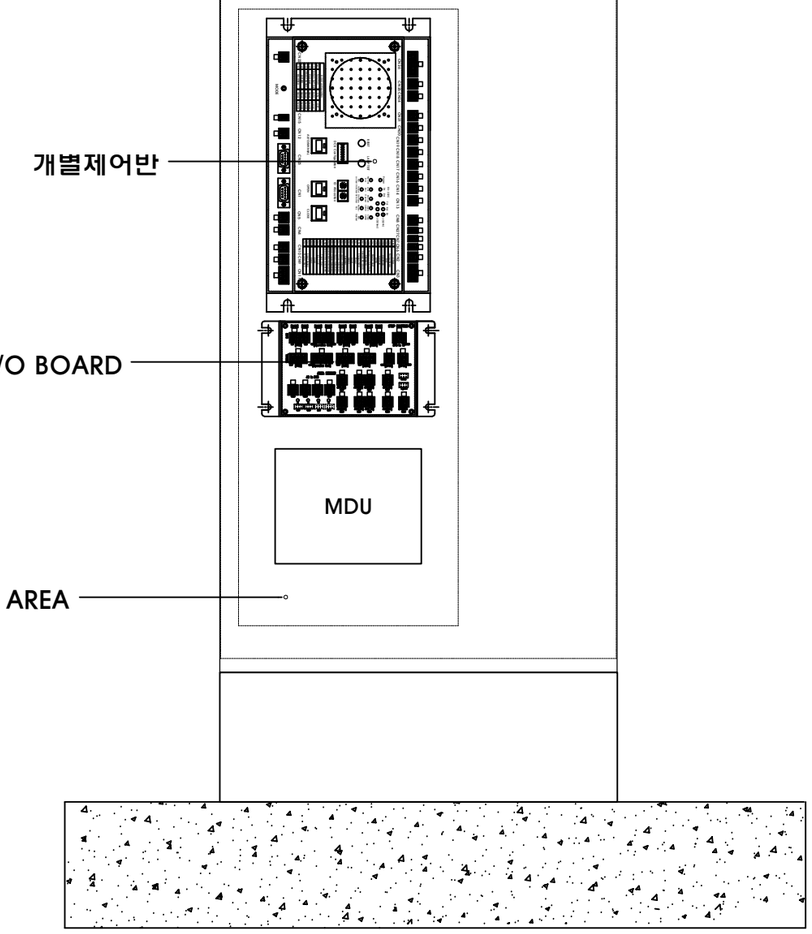


DTRO 대구도시철도공사	한국교통연구원	부장	과장	계장	NOTE	대구지하철2호선	REV.NO.	축 척	일 자	도면명
posco 포스코엔지니어링		책임기술자 유정호	설계자 이오현	제도자 이강욱		문양역	0	NONE	2012.12.14	I/O BOARD ASSEMBLY
									도면번호	TK-RPSD-CONT-009

개별제어반 설치도





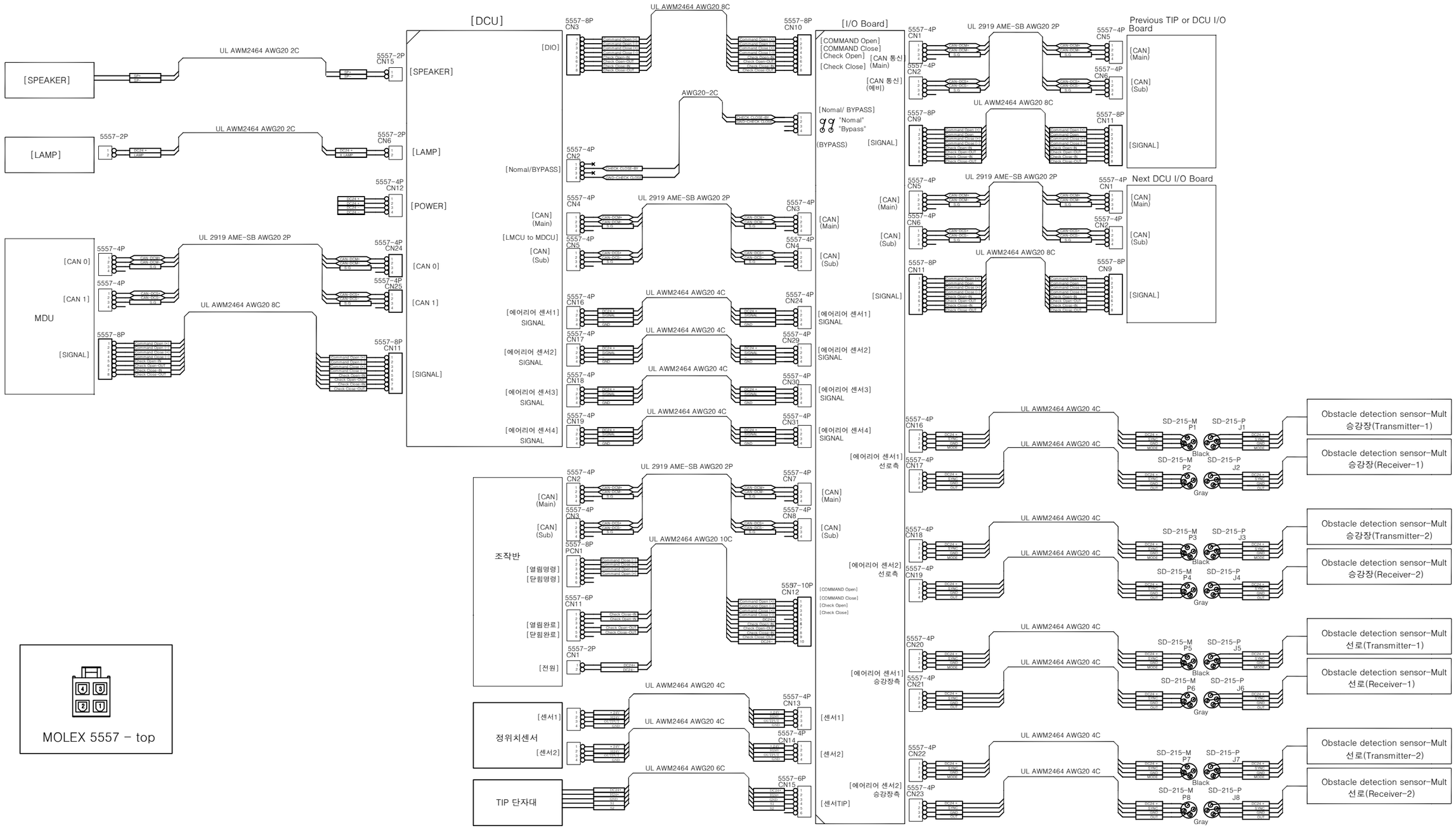


Note

1. 구조체에 따라 변경가능

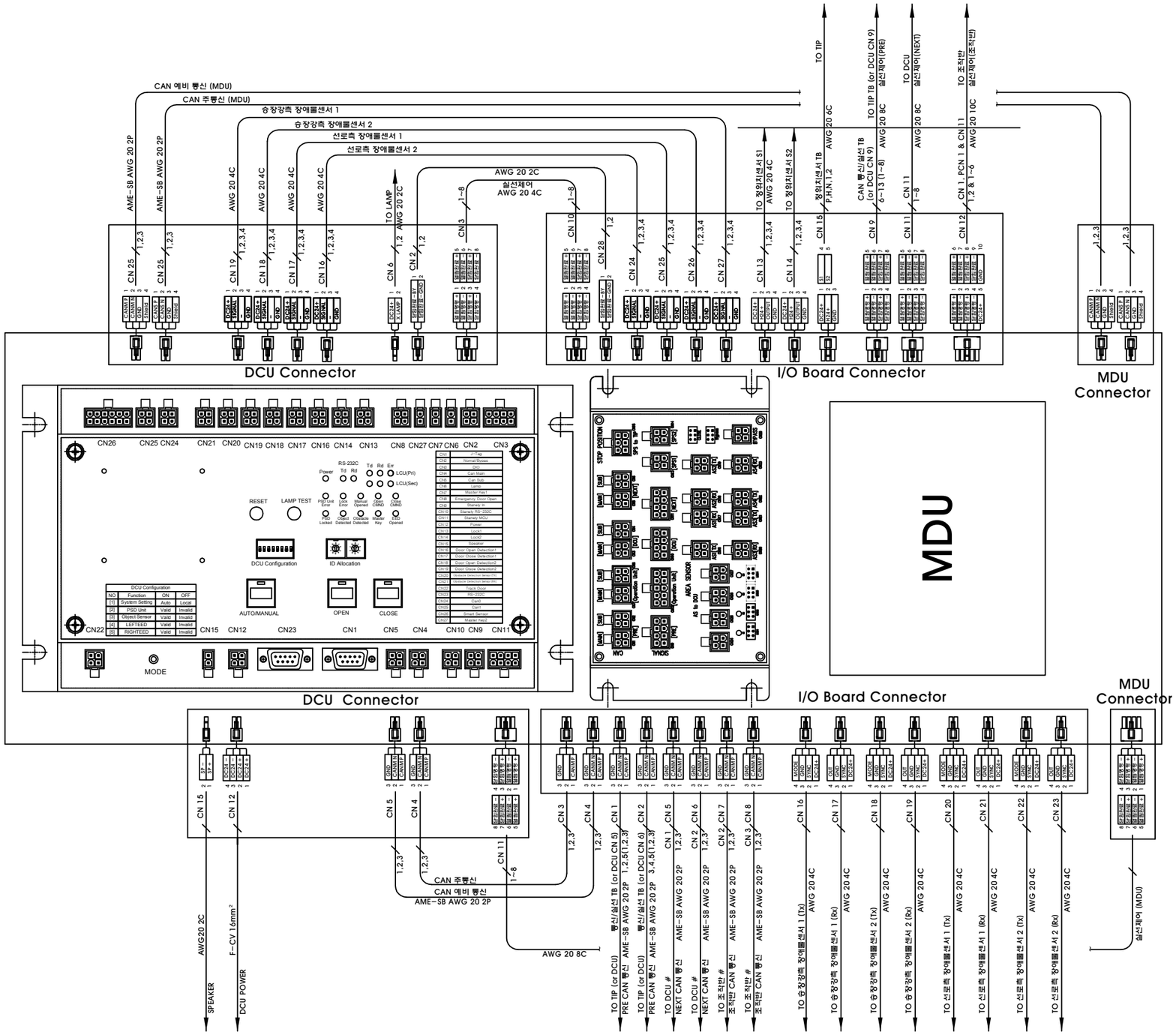
대구도시철도공사 / 포스코엔지니어링	한국교통연구원	부장 / 책임기술자 유정호	과장 / 설계자 이오현	계장 / 제도자 이강욱	NOTE	대구지하철2호선 문양역	REV.NO.	축 척	일 자	도면명	개별제어반 설치도
							0	NONE	2012.12.14	도면번호	TK-RPSD-CONT-010

개별제어반 결선도

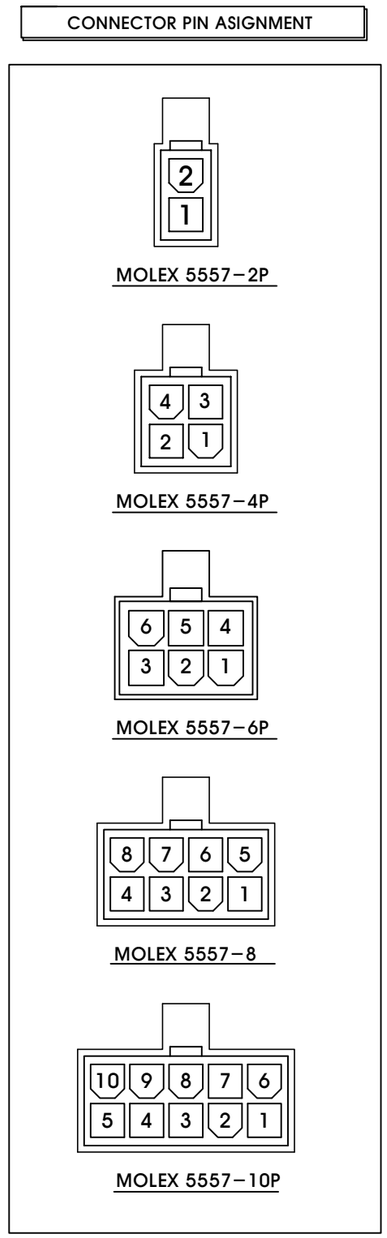


대구도시철도공사	한국교통연구원	부장	과장	계장	NOTE	대구지하철2호선	REV.NO.	축 척	일 자	도면명	개별제어반 결선도
포스코엔지니어링		책임기술자 유정호	설계자 이오현	제도자 이강욱		문양역	0	NONE	2012.12.14	도면번호	TK-RPSD-CONT-011

개별제어반 상세결선도

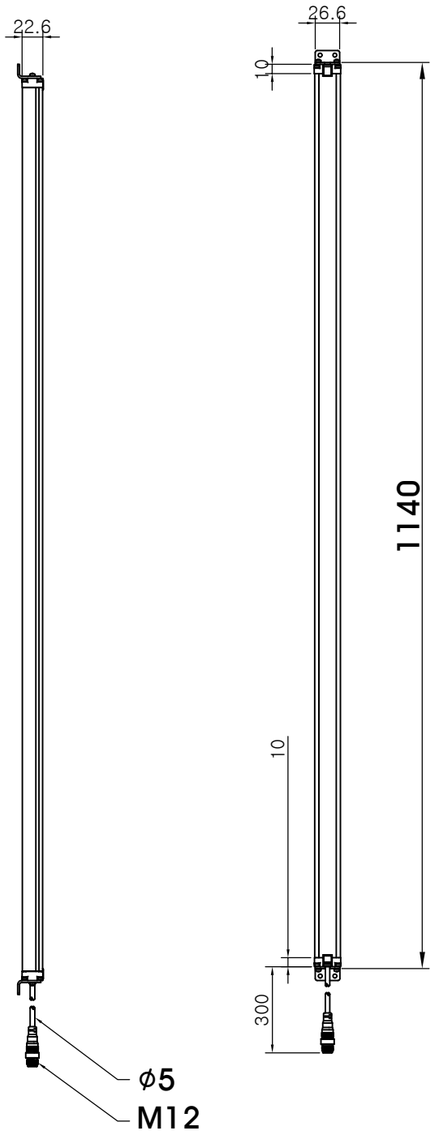


CONNECTOR PIN ASIGNMENT



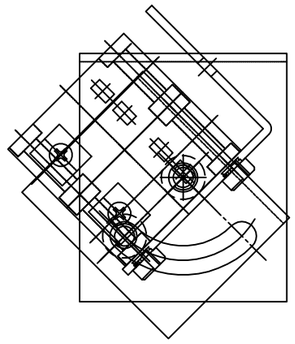
대구도시철도공사 / 포스코엔지니어링	한국교통연구원	부장	과장	계장	NOTE	대구지하철2호선 문양역	REV.NO.	축 척	일 자	도면명	개별제어반 상세결선도
		책임기술자 유정호	설계자 이오현	제도자 이강욱			0	NONE	2012.12.14	도면번호	TK-RPSD-CONT-012

센서 ASSEMBLY

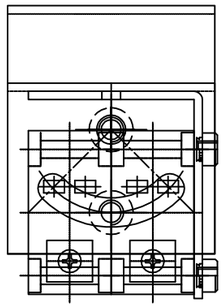


MODEL : BWC40-20H(SCALE 1:3)

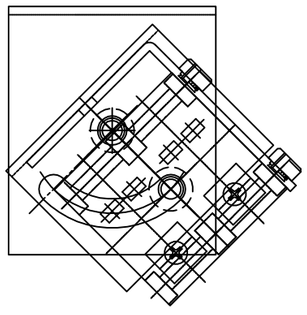
에어리어센서



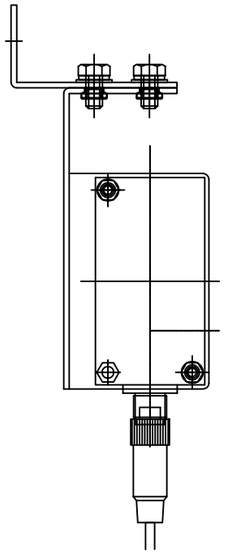
−45 °

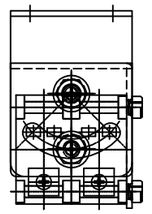


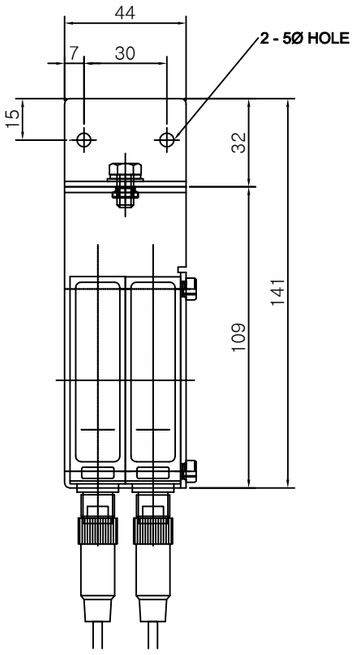
0 °

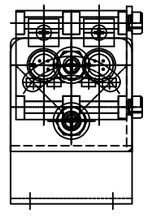


+45 °

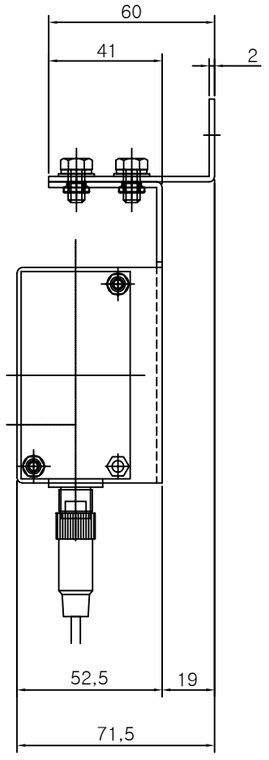






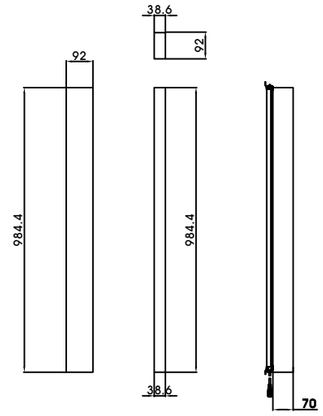


정위치센서



DTRO 대구도시철도공사	대구도시철도공사	한국교통연구원	부장	과장	계장	NOTE	대구지하철2호선	REV.NO.	축 척	일 자	도면명	센서 ASSEMBLY
posco 포스코엔지니어링	포스코엔지니어링		책임기술자 유정호	설계자 이오현	제도자 이강욱		문양역	0	NONE	2012.12.14	도면번호	TK-RPSD-CONT-013

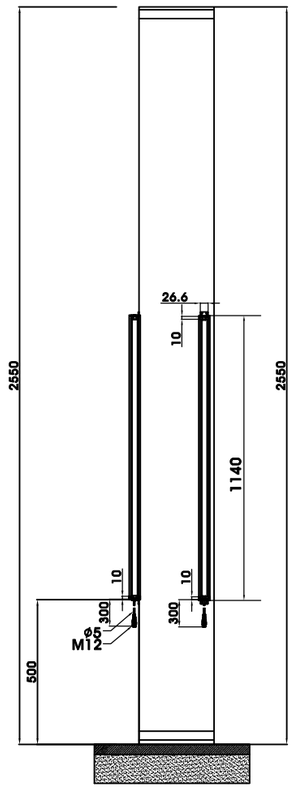
Area 센서 설치도



AREA 센서 갓

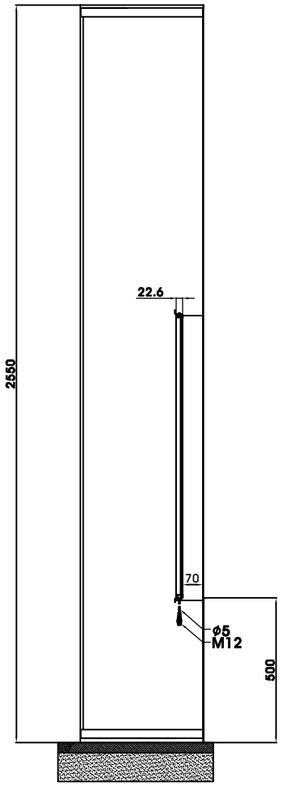
(센서앞면 보다 70mm 길게제작)

승강장측

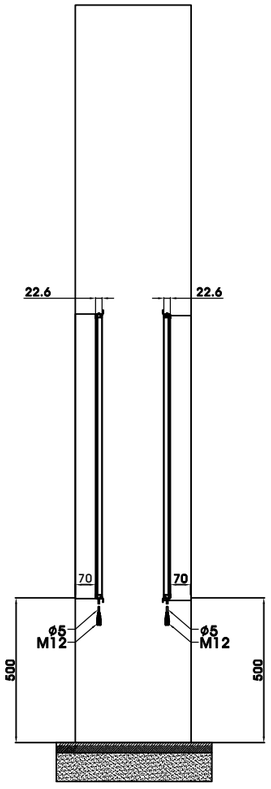


MAIN L-SIED

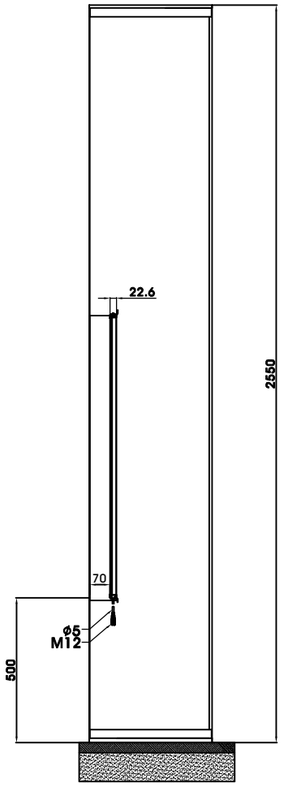
선로측



MAIN L



BALANCE



MAIN R

측면도

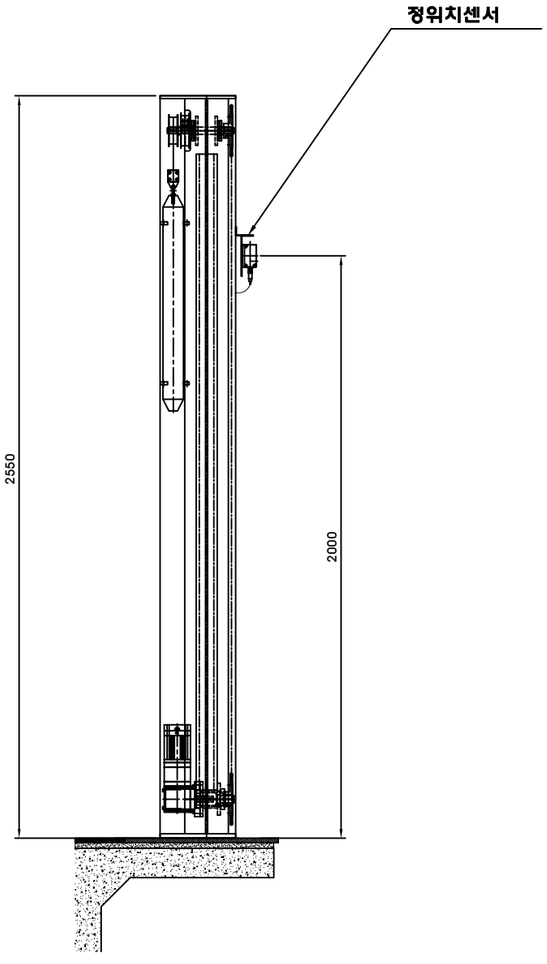
정면도(승장장에서본모습)

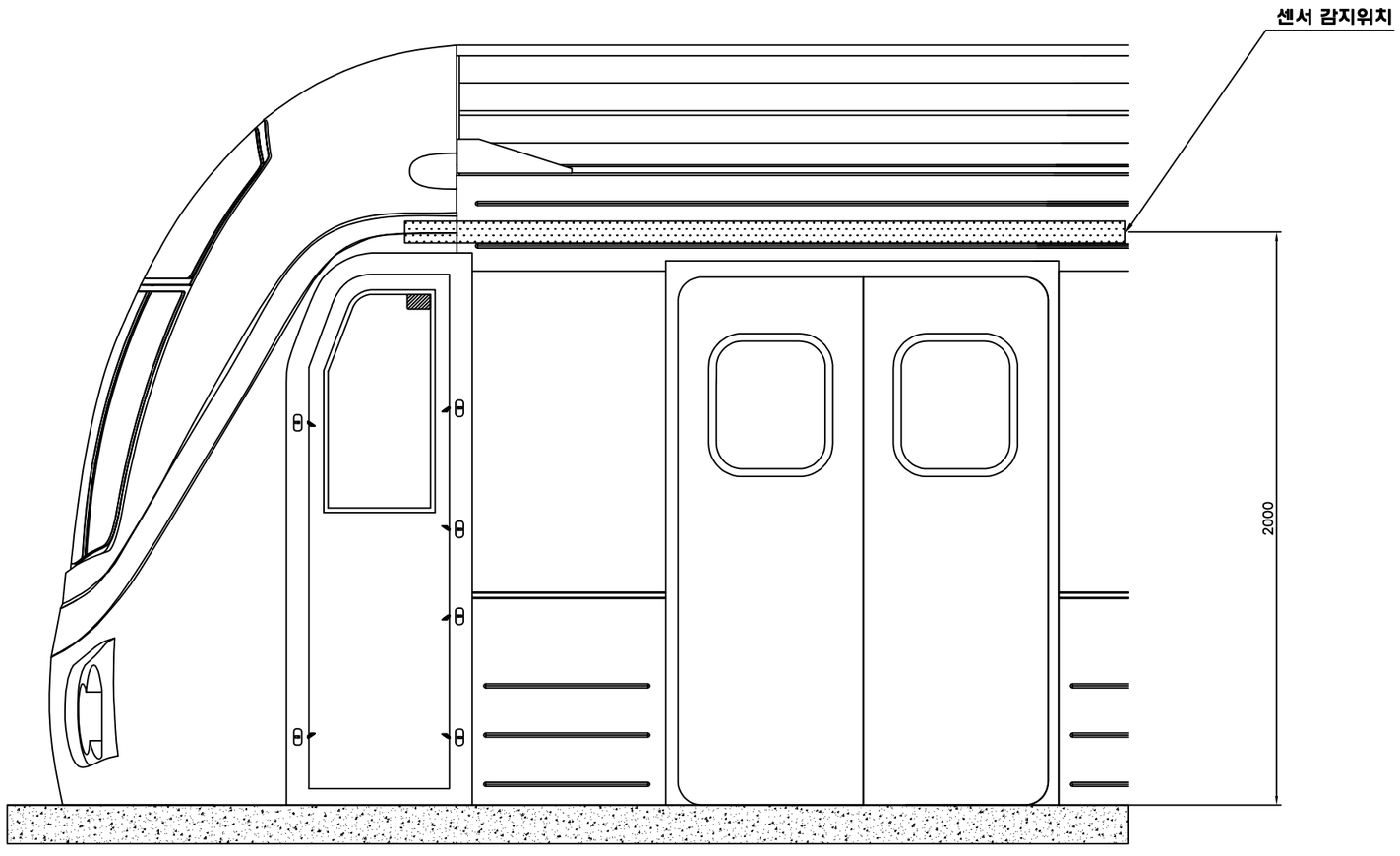
Note

1. 구조체에 따라 변경가능

DTRO 대구도시철도공사 / posco 포스코엔지니어링	대구도시철도공사 / 포스코엔지니어링	한국교통연구원	부장	과장	계장	NOTE	대구지하철2호선 문양역	REV.NO.	축 척	일 자	도면명	Area 센서 설치도
			책임기술자 유경호	설계자 이오현	제도자 이강욱			0	NONE	2012.12.14	도면번호	TK-RPSD-CONT-014

정위치센서 설치도

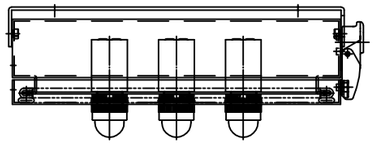


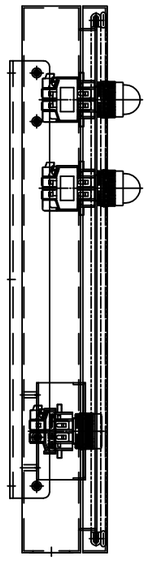


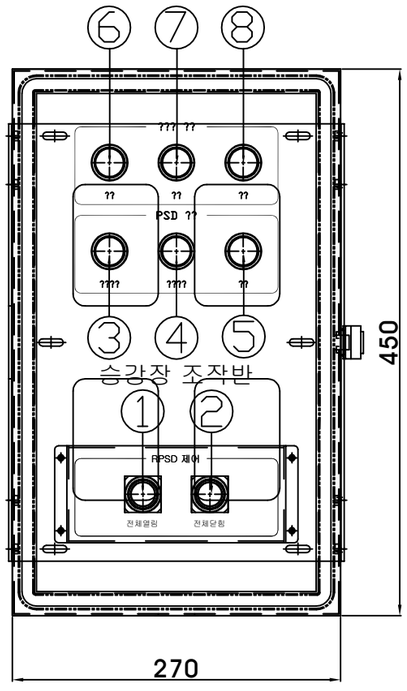
DTRO 대구도시철도공사	한국교통연구원	부장	과장	계장	NOTE	대구지하철2호선	REV.NO.	축 척	일 자	도면명
posco 포스코엔지니어링		책임기술자 유경호	설계자 이오현	제도자 이강욱		문양역	0	NONE	2012.12.14	정위치센서 설치도
										도면번호 TK-RPSD-CONT-015

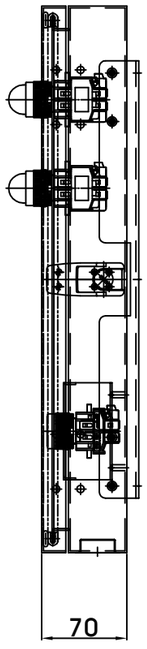
승강장 조작반 ASSEMBLY

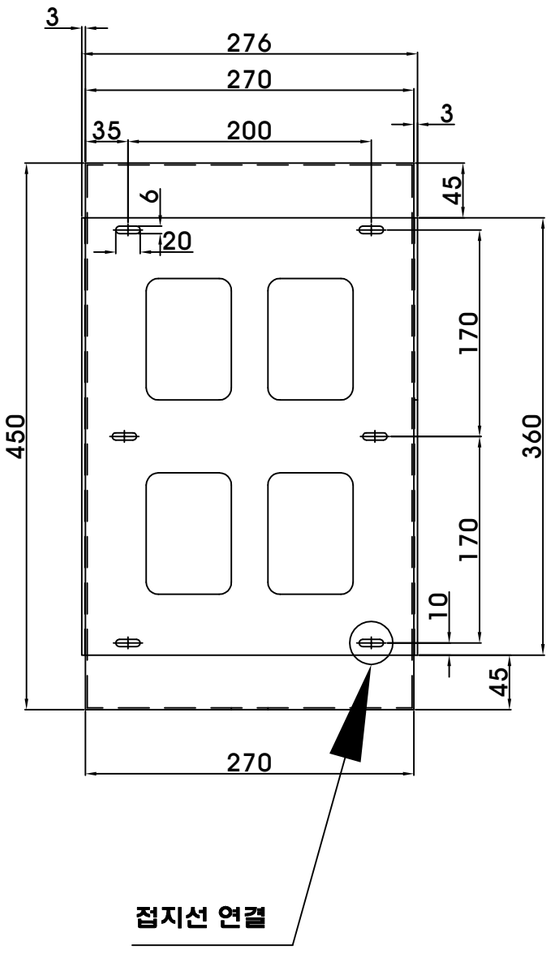
	NAME	MATERIAL SPEC	REMARK
1	RPSD 전체 열림 버튼	Red, Φ22	
2	RPSD 전체 닫힘 버튼	Green, Φ22	
3	RPSD 전체 열림 램프	Red, Φ22	
4	RPSD 전체 닫힘 램프	Green, Φ22	
5	전동차 장애 램프	Yelllow, Φ22	
6	전동차 미달 정차 램프	Red, Φ22	
7	전동차 양호 정차 램프	Green, Φ22	
8	전동차 초과 정차 램프	Red, Φ22	

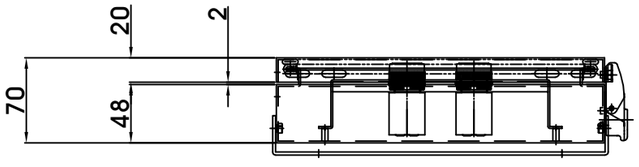












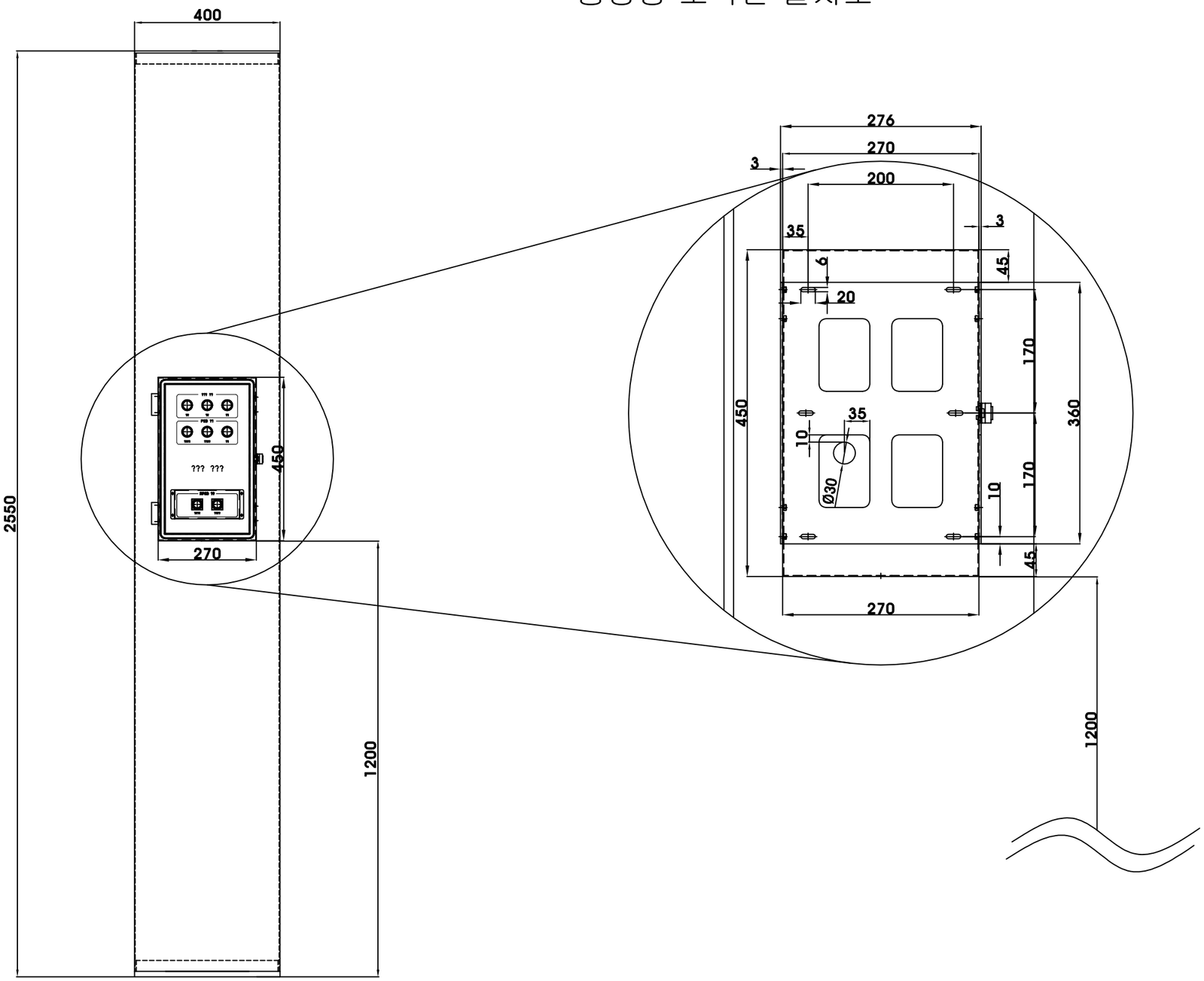
Note

1. 구조체에 따라 변경가능

DTRO 대구도시철도공사	한국교통연구원	부장	과장	계장	NOTE	대구지하철2호선	REV.NO.	축 척	일 자	도면명	승강장 조작반 ASSEMBLY
posco 포스코엔지니어링		책임기술자 유경호	설계자 이오현	제도자 이강욱		문양역	0	NONE	2012.12.14	도면번호	TK-RPSD-CONT-016

4량 MAIN POST#L

승강장 조작반 설치도



Note

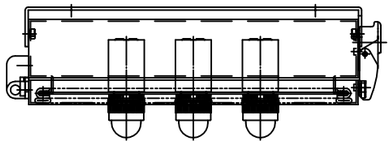
1. 구조체에 따라 변경가능

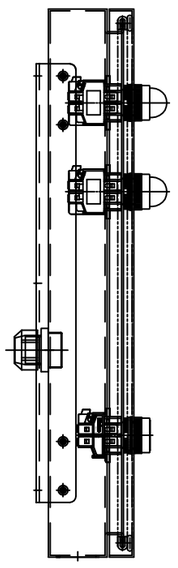
승강장 조작반 설치도(승강장측에서 본모습)

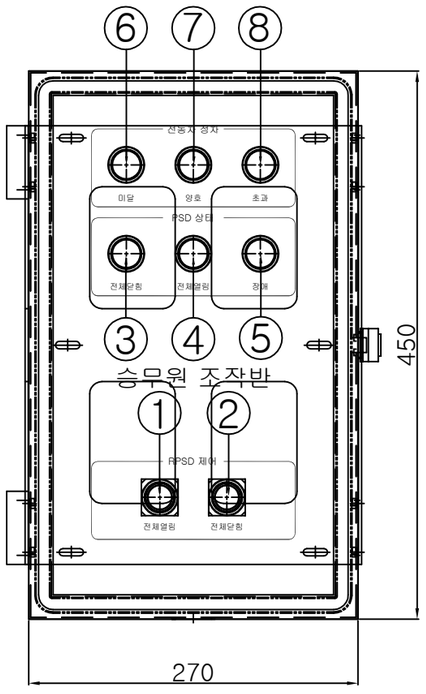
DTRO 대구도시철도공사	한국교통연구원	부장	과장	계장	NOTE	대구지하철2호선	REV.NO.	축 척	일 자	도면명	승강장 조작반 설치도
posco 포스코엔지니어링		책임기술자 유경호	설계자 이오현	제도자 이강욱		운양역	0	NONE	2012.12.14	도면번호	TK-RPSD-CONT-017

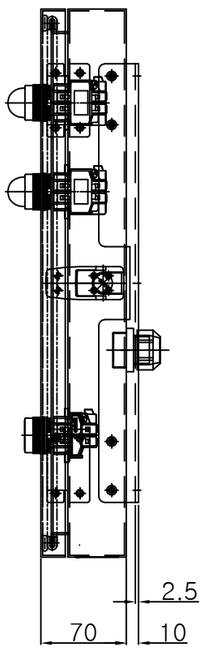
승무원 조작반 ASSEMBLY

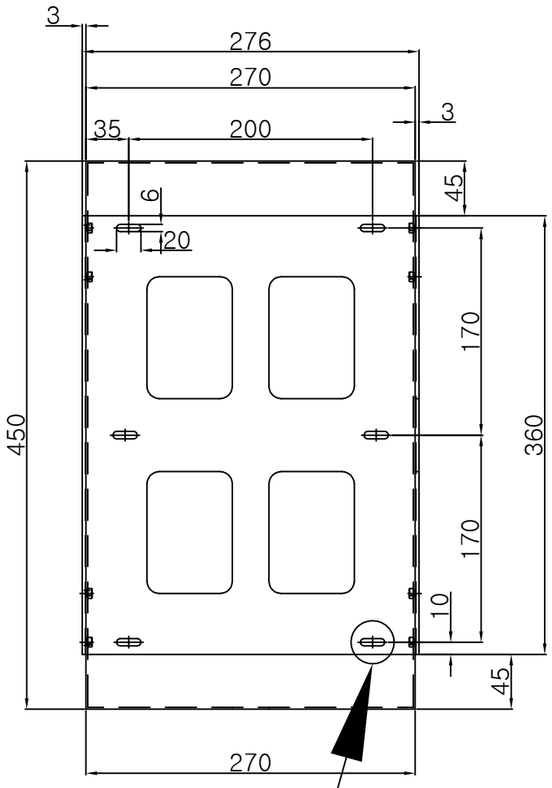
	NAME	MATERIAL SPEC	REMARK
1	RPSD 전체 열림 버튼	Red, Φ22	
2	RPSD 전체 닫힘 버튼	Green, Φ22	
3	RPSD 전체 열림 램프	Red, Φ22	
4	RPSD 전체 닫힘 램프	Green, Φ22	
5	전동차 장애 램프	Yelllow, Φ22	
6	전동차 미달 정차 램프	Red, Φ22	
7	전동차 양호 정차 램프	Green, Φ22	
8	전동차 초과 정차 램프	Red, Φ22	

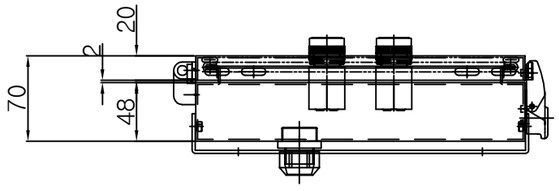








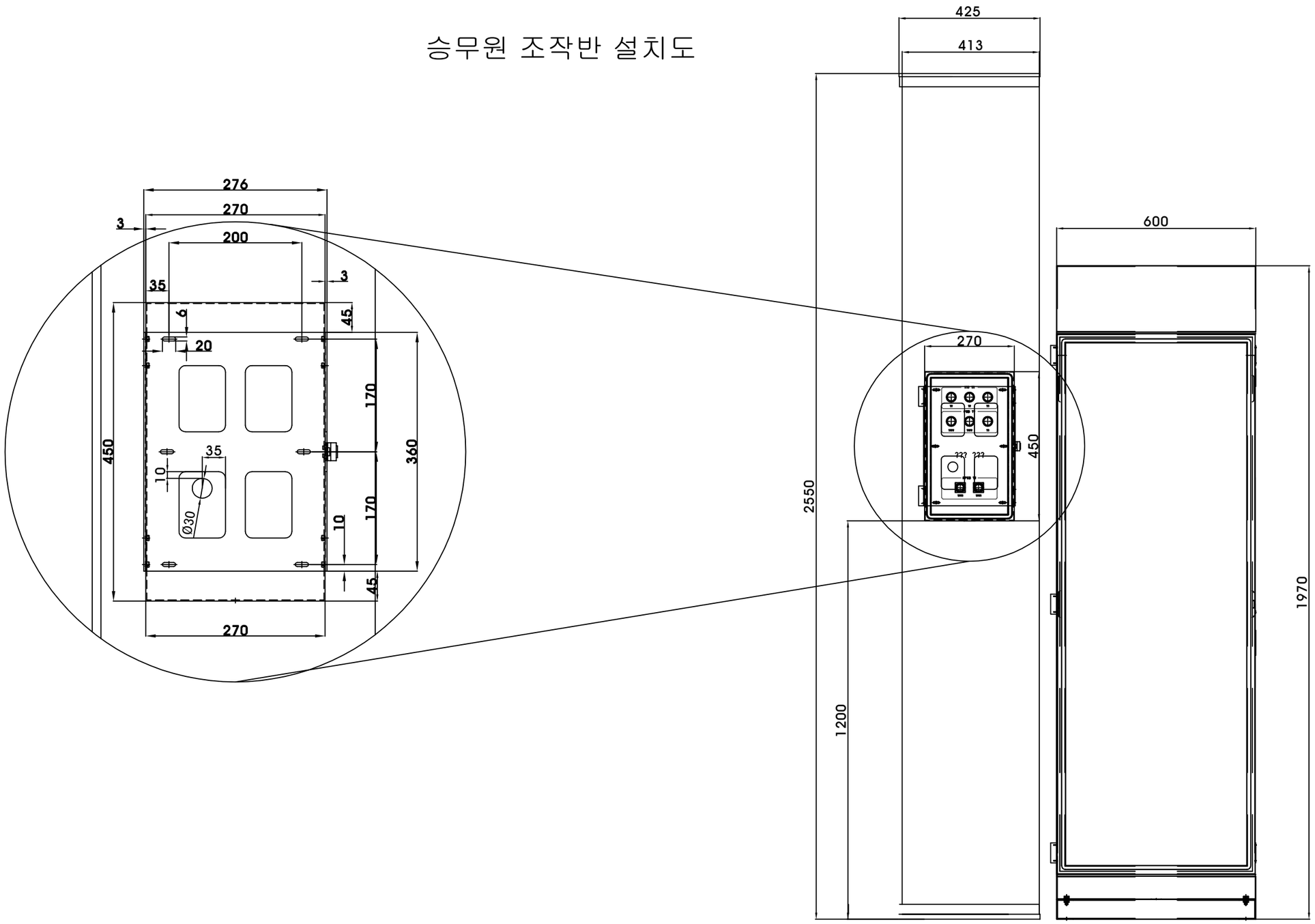




접지선 연결

DTRO 대구도시철도공사	한국교통연구원	부장	과장	계장	NOTE	대구지하철2호선 분양역	REV.NO.	축 척	일 자	도면명	승무원 조작반 ASSEMBLY
posco 포스코엔지니어링		책임기술자 유경호	설계자 이오현	제도자 이광욱			0	NONE	2012.12.14	도면번호	TK-RPSD-CONT-018

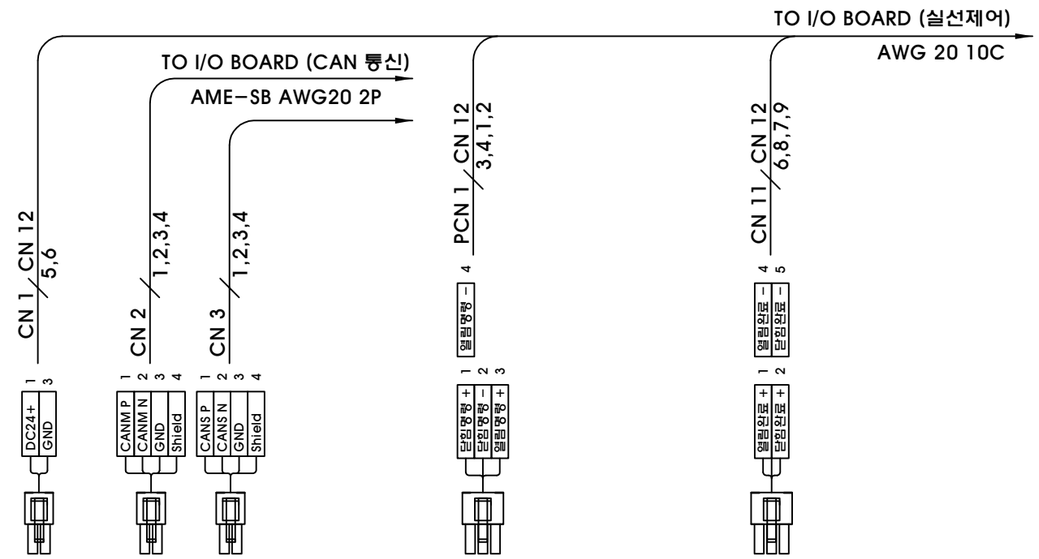
승무원 조작반 설치도

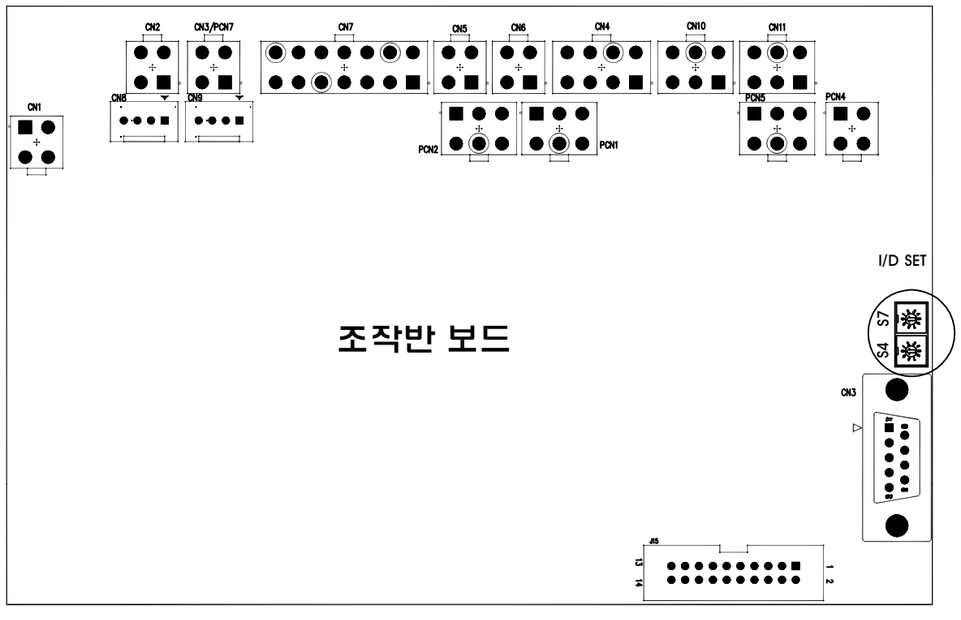


승무원 조작반 설치도(선로측에서 본모습)

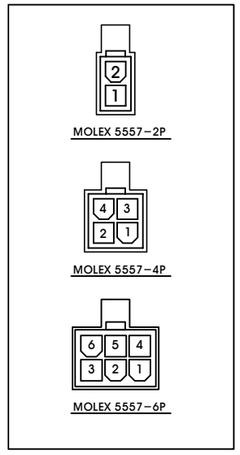
DTRO 대구도시철도공사	대구도시철도공사	한국교통연구원 한국교통연구원	부장	과장	계장	NOTE	대구지하철2호선	REV.NO.	축 척	일 자	도면명	승무원 조작반 설치도
posco 포스코엔지니어링	포스코엔지니어링		책임기술자 유경호	설계자 이오현	제도자 이광욱		문양역	0	NONE	2012.12.14	도면번호	TK-RPSD-CONT-019

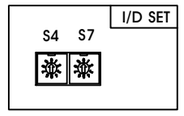
승강장, 승무원 조작반 결선도





CONNECTOR PIN ASIGNMENT





ID/SET 설정내용

S4	S7	장치	비고
04	06	기관사 조작반	
04	07	차장 조작반	사용 방향만 설치
05	00	승강장 조작반	

대구도시철도공사	한국교통연구원	부장	과장	계장	NOTE	대구지하철2호선	REV.NO.	축 척	일 자	도면명	승강장, 승무원 조작반 결선도
포스코엔지니어링		책임기술자 유정호	설계자 이오현	제도자 이강욱		문양역	0	NONE	2012.12.14	도면번호	TK-RPSD-CONT-020

Ⅱ. 운영 및 유지보수

Ⅱ. 운영 및 유지보수 지침서

1. TIP(Train Information Panel)

- 구성품 및 기능

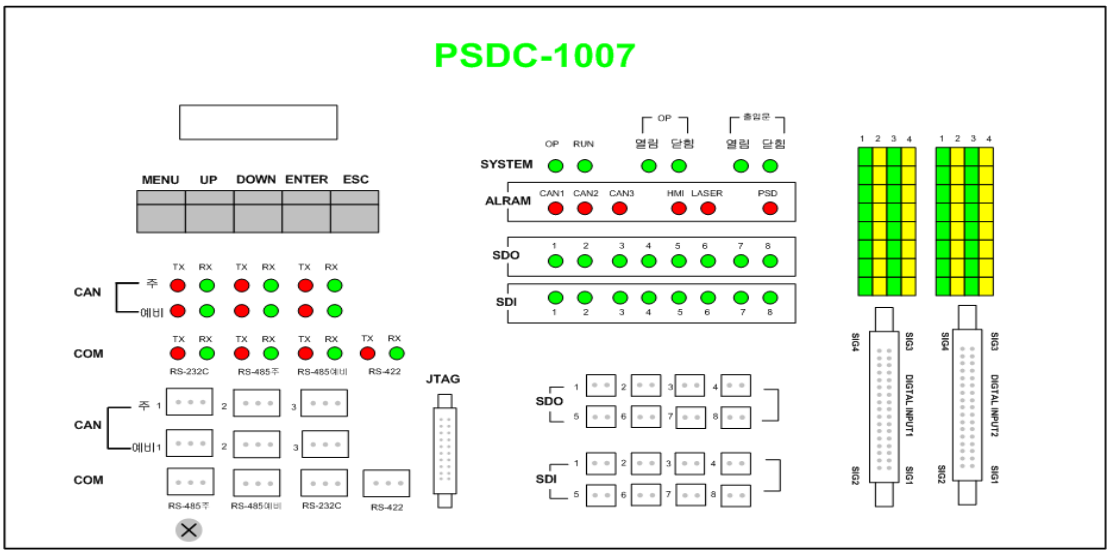
  주제어장치는 RPSD 기관사측의 TIP BOX내부에 내에 설치되며 사용자의 편의를 위해 VFD, LED, KEY, 통신포트 등이 구성되어 있다. VFD는 장치의 상태를 표시하고 KEY(스위치)를 조작하여 VFD로 장비의 이상 유무를 확인 할 수 있다, LED를 통하여 장치의 전원, 통신, 상태를 표시하여 사용자 조작에 편의를 제공한다. 통신포트를 사용하여 개별제어반과 통신할 수 있다

  TIP는 RPSD 기관사측 TIP BOX내부에 설치되어 있다. TIP는 주제어 장치, 전원부, 통신단자 등으로 구성하며 각 구성품의 기능은 다음과 같다.

NO	부 품	기 능	비 고
1	주제어 장치	RPSD의 로프도어 개/폐 유무 처리 장치,전동차의 진입 미달 양호 초과를 판단하는 장치	
2	전원부	TIP, 주제어 장치의 전원 공급	
3	통신단자	주제어 장치, 개별제어반의 통신선 연결 센서 신호선 연결	

- 외형

  TIP는 기관사측 RPSD 더미부 구동박스 내부에 설치되며, 주제어 장치, 전원부, 통신 단자로 구성된다.



1.1 점검주기 및 내역

1.1.1 점검주기

NO	장비	점검 항목	유지보수 주기			비고
			월	분기	반기	
1	TIP	케이블 결선 및 연결 상태	0			
		외부 청소 상태	0			
		전원 차단기 확인	0			
2	주제어 장치	전원 확인	0			
		케이블 연결 상태	0			
		외부 청소 상태	0			
		LED 점등 상태	0			
		CAN 통신 확인	0			
		RS-232C 통신 확인	0			
		RS-485 통신 확인	0			
		RS-422 통신 확인	0			
		전원 스위치 동작 확인	0			
		테스트 스위치 동작 확인		0		

1.1.2 점검내역

▶ 월간점검

NO	장비	항목	방법	상태 평가		
				A	B	C
1	TIP	케이블 연결 상태	도면과 케이블 번호 일치여부 확인 케이블 결선 상태를 육안 또는 테스터기 사용하여 확인한다.			
		외부 청소	청소 상태를 확인한다.			
		차단기 확인	차단기를 내려서 전원공급 차단여부를 확인한다.			
2	주 제어 장치	전원 확인	녹색 OP LED의 점등 확인한다.			
		케이블 연결 상태Tip	도면과 케이블 번호 일치여부 확인한다. 컨넥터 결선 상태를 육안 또는 테스터기 사용하여 확인한다.			
		외부 청소	외부에 이물질이 묻어 있는지 확인한다.			
		LED 점등	테스트모드(KEY스위치)를 이용하여 확인한다.			
		CAN 통신	유지보수용 소프트웨어가 설치된 노트북에 P-CAN 케이블을 연결하여 데이터를 확인한다.			
		RS-232	유지보수 프로그램을 실행하여 RS-232단자의 신호 입출력을 확인한다.			
		RS-485	테스트 모드에서 진입을 선택하여 HMI 모니터가 켜지는지 확인한다.			
		RS - 422	유지보수 프로그램을 사용하여 레이저 거리 검지 센서의 적색 신호 출력을 확인한다.			
		전원 스위치	전원 스위치를 ON/OFF 절체 하여 장치 전원의 ON/OFF를 확인한다.			

▶ 분기점검

NO	장비	점검 항목	점검 방법	상태 평가		
				A	B	C
1	주 제어 장치	테스트 스위치 동작 확인	MANU버튼을 누른 후 UP, DOWN버튼을 조작하여 VFD화면의 시험장치목록의 변경을 확인한다. ENTER버튼을 눌러 테스트 및 LED 모드의 선택과 ESC버튼을 눌러 기본 모드로 돌아가는지 확인한다.			

* A : 좋음 B: 양호 C: 이상

1.2 점검방법

1.2.1 주제어장치

1) 점검기준

가. 내/외부 청결 상태

장비 내/외부의 먼지나 이물질을 깨끗하게 제거해야 함.

나. 전체 통신 결선 및 설치 상태

통신선들이 견고하게 주제어장치 통신 단자에 접속되어 있어야 함.

다. 전원 보드 상태

주제어 장치의 녹색 OP LED 점등 확인.

라. 통신 및 알람 확인

-유지보수용 소프트웨어가 설치된 노트북과 인터페이스 케이블을 연결 하여 CAN, RS-485, RS-232C, RS-422등의 통신을 확인.

-적색 ALRAM LED가 점멸되었는지 확인.

2) 점검 전 준수 사항

정전기로 인하여 장치에 손상이 가지 않도록 주의해야 함.

3) 점검도구 및 인원

- 점검도구 : 멀티테스터기, 드라이버, 유지보수용 소프트웨어가 설치된 노트북, RS-232C 케이블, PCAN 케이블, RS-485 케이블
- 점검인원 : 기술요원 2인/조

4) 점검 절차

각 부분 통신상태가 양호 한지 확인해야 함.

1.3 보수 및 교체

1.3.1 주제어장치

1) 교체 기준

- 내용연한 경과 : 주제어 장치의 내용연한(5년) 경과로 인한 노후
- 외부 충격으로 인한 소손 또는 망실
- 과전압으로 인한 파손
- 기타 천재지변으로 인한 파손

2) 교체 전 준수사항

- 전동차 운행이 중단된 시간대에 시행 함.
- 투입된 전원을 차단 : 배전반의 차단기를 OFF 함
- 멀티테스터기를 이용 전원 확인

3) 교체 도구 및 인원

- 점검도구 : 드라이버, 멀티테스터기, 사다리
- 점검인원 : 1인

4) 교체절차

- TIP 분전반에서 DC24V차단기를 OFF
- 멀티테스터기를 사용하여 전원을 확인 한다.
- 전원 및 통신선을 분리한다.
- 드라이버를 이용하여 고정 브라켓에서 주제어 장치를 분리한다.
- 주제어장치 교체 후 통신 및 전원선을 연결 한다.
- TIP 분전반에서 DC24V차단기를 ON한 후 멀티테스터기로 전원을 확인 한다.

2. 개별제어반(DCU)

개별제어반은 RPSD 1개구 마다 설치되어 주제어장치와 제어신호를 송수신하고 고장 및 점검 시 자동, 수동으로 로프도어를 개폐할 수 있는 설비를 말한다.

2.1 점검 항목

2.1.1 점검항목

순번	점검 항목						비 고
	세부 내용	1W	1M	3M	6M	1 Y	
1	개별제어반의 배선상태				V	V	
2	주제어장치와의 통신 확인 시험		V	V	V	V	
3	램프, 버튼 및 스위치 동작시험				V	V	
4	수동 동작 시험(열림, 닫힘)				V	V	
5	모드 변경 시험(자동, 수동)				V	V	
6	잠금장치 동작시험(정상, 해제)				V	V	
7	통신 분리 시험(정상, 분리)				V	V	
8	스크린도어 ‘열림’ 확인시험				V	V	
9	스크린도어 ‘닫힘’ 확인시험				V	V	
10	개별제어반 리셋 시험				V	V	
11	재개폐 기능 시험				V	V	

2.1.2 준비사항

계측기 및 장치 준비

순번	명칭	설명
1	개별제어반	시험 대상 장치
2	전원공급장치(PSU 24V, 40V)	전원 공급 장치
3	멀티테스터	전원 및 배선 체크
4	드라이버	십자 및 일자 드라이버

2.1.3 점검 절차

1) 점검장소 및 시간

개별제어반의 점검은 전동차 운행이 끝난 후 실시한다.

2) 점검 인원 및 구성

개별제어반의 점검은 2인 1조로 하며, 장치 점검 후 성적서를 작성한다.

3) 점검 항목

장치 설명

2.1.4 고장분류 및 조치방법

- 정위치 정차 후, 스크린도어 장애에 때른 조치방법은 다음과 같다.

1) 열림동작 장애

(1) 열림 최대 동작 시간 초과 발생

◎ 열림 최대 동작 시간 초과 발생 시 해당 개별제어반의 수동 조작을 시도해본다.

◎ 수동 조작으로 정상 도어 개폐가 되는 경우는 “잠금장치걸림”, “열림확인센서위치”, “일회성 이물질 끼임”을 점검하고 이상이 없다 면 1회성 장애로 판단한다.

◎ 해당 개별제어반의 수동 조작조차 되지 않는 경우 PSU 전원을 차단 후 도어 위치 초기화를 진행하고 재점검한다.

◎ 계속 불량이라면 보드를 교체한다.

(2) 닫힘 최대 동작 시간 초과 발생

◎ 닫힘 최대 동작 시간 초과 발생 시 수직,수평 장애물 센서의 센서 정상 램프를 확인하고 정상일 경우 수동 조작을 시도해본다.

◎ 수동 조작으로 정상 도어 개폐가 되는 경우는 “닫힘확인센서위치”, “일회성 이물질 끼임”을 점검하고 이상이 없다면 1회성 장애로 판단한다.

◎ 해당 개별제어반의 수동 조작조차 되지 않는 경우 PSU 전원을 차단 후 도어 위치 초기화를 진행하고 재점검한다. 계속 불량이라면 보드를 교체한다.

2) 전원 이상

◎ 개별제어반이 동작하지 않고 PSU를 리셋해도 정상 부팅되지 않는 경우 DCU 보드를 교체한다.

2.1.5 보드교체방법

1) 전원을 내리고 개별제어반 박스의 모든 커넥터를 제거한다.
2) 개별제어반의 모든 나사를 분리하고 박스를 분리한다.
3) 개별제어반 박스 내부의 모든 커넥터를 제거한다.
4) 개별제어반 DCU 보드 및 프론트 보드의 나사를 분리한다.
5) 문제가 있는 보드를 교체한 후 다시 보드 나사를 체결한다.
6) 개별제어반 박스 내부의 모든 커넥터를 체결한다.
7) 개별제어반 박스를 구조체에 넣고 박스 나사를 체결한다.
8) 개별제어반 박스의 모든 커넥터를 체결한다.
9) 전원을 올린다.

3. 승무원조작반

승무원조작반은 RPSD 기관사측 부분에 설치되고 기관사는 RPSD의 개폐조작과 상태를 확인할 수 있다.

3.1 점검 주기 및 내역

3.1.1 점검주기

순번	점검 항목						비 고
	세부 내용	1W	1M	3M	6M	1 Y	
1	승무원 조작반의 배선상태				V	V	
2	각 조작반, 주제어장치와의 통신 확인 시험		V	V	V	V	
3	램프, 버튼 및 스위치 동작시험				V	V	
4	수동 동작 시험(열림, 닫힘)				V	V	
5	스크린도어 '열림' 확인시험				V	V	
6	스크린도어 '닫힘' 확인시험				V	V	
7	승무원 조작반 리셋 시험				V	V	

3.1.2 준비 사항

계측기 및 장치 준비

순번	명칭	설명
1	승무원 조작반	시험 대상 장치
2	전원공급장치(PSU 24V, 40V)	전원 공급 장치
3	멀티테스터	전원 및 배선 체크
4	드라이버	십자 및 일자 드라이버

3.1.3 점검 절차

1) 점검 장소 및 시간

기관사 및 차장조작반의 점검은 전동차 운행이 끝난 후 실시한다.

2) 점검 인원 및 구성

기관사 및 차장조작반의 점검은 2인 1조로 하며, 장치 점검 후 성적서를 작성한다.

3.1.4 고장 분류 및 조치 방법

-램프 점등 불량

1) 열림확인, 닫힘확인 램프 등 램프 점등이 계속 안되는 경우 램프시험 버튼을 눌러
   순차적으로 램프를 점등시켜 정상적으로 켜고 꺼지는지 확인한다.
2) 정상인 경우 배선 라인 및 램프 접점 점검을 하고 비정상인 경우 조작반의 램프를 교체한다.

- 수동 조작 불량

1) 열림 혹은 닫힘 제어가 되지 않는 경우 수동 버튼 접점 및 케이블을 확인한다.
2) 동작은 하나 이상한 램프점등 및 동작을 할 경우 실선 제어, 확인 라인의 꼬임여부를 점검한다.
3) 램프시험을 비롯한 모든 버튼이 안될 경우 뒷면 ID 세팅이
   기관사(S4 : 04, S7 : 06), 차장(S4 : 04, S7 : 07) 로 되어 있는지 확인한다.
4) ID 가 틀렸다면 전원을 내리고 ID를 다시 맞춘 후 전원을 올린다.

- 통신 불량

1) HMI 화면에 기관사 혹은 차장조작반이 통신 불통으로 나타나는 경우
2) CAN 라인 케이블 및 접점을 점검하고, 램프시험 버튼을 사용하여 보드가 정상 동작중인지 확인한다.
3) 정상 동작이고 라인의 문제가 없어도 계속 불통인 경우 보드를 교체한다.

4. 승강장조작반(PSL)

승강장조작반은 RPSD 중간부분에 설치되고 승강장에 있는 직원이 RPSD 로프도어의 개폐조작과 상태를 확인할 수 있으며, 또한 유지보수자가 RPSD 로프도어의 개폐상태 등을 점검, 확인할 수 있는 장치이다.

4.1 점검 주기 및 내역

4.1.1 점검주기

순번	점검 항목						비 고
	세부 내용	1W	1M	3M	6M	1 Y	
1	기관사 및 차장조작반의 배선상태				V	V	
2	각 조작반, 제어반과의 통신 확인 시험		V	V	V	V	
3	램프, 버튼 및 스위치 동작시험				V	V	
4	수동 동작 시험(열림, 닫힘)				V	V	
5	스크린도어 '열림' 확인시험				V	V	
6	스크린도어 '닫힘' 확인시험				V	V	
7	기관사 및 차장조작반 리셋 시험				V	V	

4.1.2 준비 사항

계측기 및 장치 준비

순번	명칭	설명
1	승강장조작반	시험 대상 장치
2	전원공급장치(PSU 24V)	전원 공급 장치
3	멀티테스터	전원 및 배선 체크
4	드라이버	십자 및 일자 드라이버

4.1.3 점검 절차

1) 점검 장소 및 시간

승강장조작반의 점검은 전동차 운행이 끝난 후 실시한다.

2) 점검 인원 및 구성

승강장조작반의 점검은 2인 1조로 하며, 장치 점검 후 성적서를 작성한다.

4.1.4 고장 분류 및 조치 방법

- 램프 점등 불량

1) 열림확인, 닫힘확인 램프 등 램프 점등이 계속 안되는 경우
2) 램프시험버튼을 눌러 순차적으로 램프를 점등시켜 정상적으로 켜고 꺼지는지 확인한다.
3) 정상인 경우 배선 라인 및 램프 접점 점검을 하고
4) 비정상인 경우 조작반의 램프를 교체한다.

- 수동 조작 불량

1) 열림 혹은 닫힘 제어가 되지 않는 경우 수동 버튼 접점 및 케이블을 확인한다.
2) 동작은 하나 이상한 램프점등 및 동작을 할 경우 실선 제어, 확인 라인의 꼬임여부를 점검한다.

- 통신 불량

1) CAN 라인 케이블 및 접점을 점검하고, 램프시험 버튼을 사용하여 보드가 정상 동작중인지 확인한다.
2) 정상 동작이고 라인의 문제가 없어도 계속 불통인 경우 보드를 교체한다.

4.1.5 보드 교체 방법

1) 승강장조작반의 전면 커버를 사각키로 연다.
2) 메인보드, 터미널보드 등의 커넥터를 제거한다.
3) 메인보드, 터미널보드 등의 나사를 제거하고 본체에서 분리한다.
4) 메인보드, 터미널보드 등의 전면 램프 및 스위치류 등을 유지보수하거나 보드를 교체한다.
5) 모든 모듈들을 원래 위치에 넣고 조립한다.
6) 승강장조작반의 전면 커버를 닫는다.

5. 정위치 검지 장치

5.1 센서 사양

5.1.1 DL - S202P - KJ

* 특 징

- 열악한 환경에서도 안정된 장거리 검출
- Compact Size이면서도 고기능
- IP67의 보호구조
- Connector Type
- 광축 조정용 Laser Pointer Option으로 구비

5.1.2 형식

- 검출 방식 : 엠프 내장형(거리한정반사형)
- 출력 방식 : NPN - OPEN Connector 출력 커넥터식
- 동작 상태 : Light ON 동작±

5.1.3 구조

- 보호 구조 : IEC60529 규격 IP67
- 재　　질 : Polycarbonate (Case 와 Lens)

5.1.4 정격

- 전원 전압 : 24V DC ± 10% 전용(리플 P ~ P : 10% 이하)
- 검출 거리 : 200mm ~ 2000mm
- 소비 전류 : Sensor 동작 30mA
  Heater 동작 -30° C, 161mA 이하 (Sensor 동작 전류 포함)
- 표준검출물체 : 200mm*200mm 백색용지 사용서
- 응답 시간 : 6ms이하
- 제어 출력 : NPN - OPEN COLLECTOR1 출력 정격 100mA(DC30) 이하
  NPN : SINK 전류
- 출력 전압 : 2.5V DC ~ 30V DC
- 잔류 전압 : 1.5V 이하

5.1.5 성능

- 사용 주의 조도 : 태양광 100,000Lx 이하 , 백열등 3,000Lx이하
  (수광면조도)
- Heater Start 온도 : 3℃ ~ -3℃
- Heater 출력 : 0.6W ~ 2.6W (0℃ ~ -30℃)
- 사용주의 온도 :-30℃ ~ 60℃ (결로, 결빙이 없을 것)
- 사용주의 습도 : 35 ~ 85%RH이하 (결로, 결빙이 없을 것)
- 절연 저항 : 20MΩ 이상 (DC500V메가, 입출력선 일체와 Case 사이)
- 내 전 압 : AC 1,000V 50/60Hz 1분가
- 내 진 동 : 10 ~ 55Hz 복진폭 1.5mm X,Y,Z 각 방향 2시간
- 내 충 격 : 내구 500m/S^(50G) X,Y,Z 각 방향 3회

5.1.6 사양

- 광원 : 적외선 LED (880nm)
- 수광 소자 : 2분할 PHOTO Diode
- 표 시 등 : 적색 - 동작표시등 (OUT), 초록 - 여유도 표시등 (STB)

5.1.7 표준 시험 상태

- 온도 : 25℃
- 습도 : 60%RH

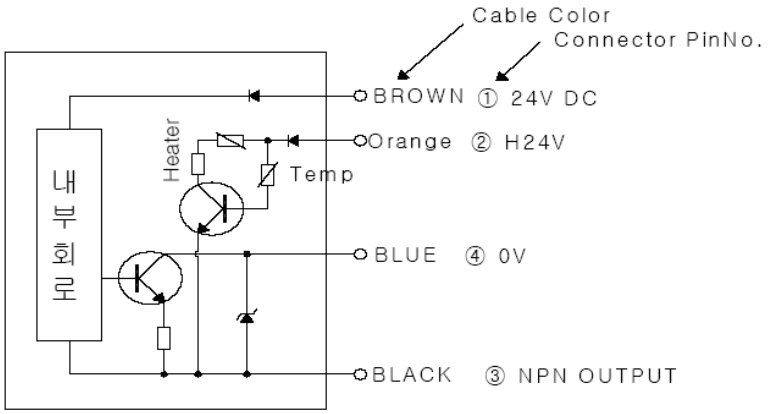
5.1.8 사용 조건

- 전압 범위 : 24V DC ± 10%(리플 P ~ P : 10%이하)
- 온도 범위 : -30℃ ~ 60℃
- 습도 범위 : 35 ~ 80%RH 이하
- 주위 조도 : 태양광 100,000Lx 이하, 백열등 3,000Lx이하
  (수광면조도)
  - 부식성 가스나 절삭유등 알카리성 물질에 노출시키지 말 것.
  - 제품에 무리한 압력을 가하지 말 것

5.1.9 회로도 및 외형

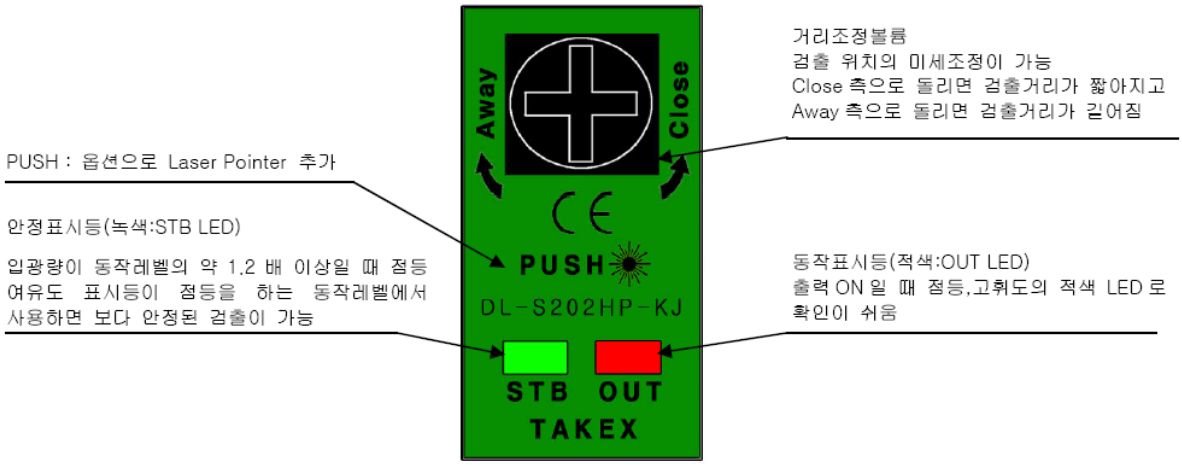
- 회로도

입출력 회로도



[센서 입출력 회로도]

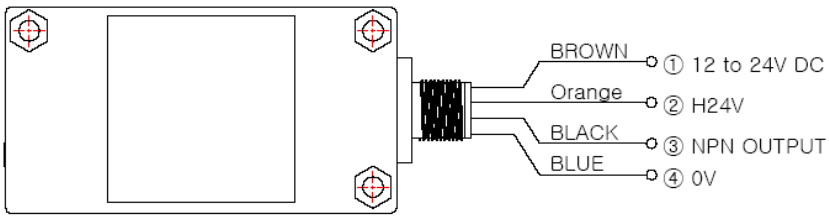
- 외형 및 명칭



[외형 및 명칭]

- PIN 접속

Pin 접속도



Cable 분리형, 총 길이: 2M(Option)			
1	BROWN : 24V	3	BLACK : NPN OUTPUT
2	Orange : H24V	4	BLUE : 0V

[센서 PIN 접속도]

5.2 점검 주기 및 목록

5.2.1 점검주기

NO	장비	점검 항목	유지보수 주기			비고
			월	분기	반기	
1	정위치 검지 장치	전원 확인	0			
		케이블 연결 상태	0			
		외부 청소	0			
		내부 청소	0			
		센서 동작 확인		0		
		센서 케이블 확인		0		
		센서 고정 브라켓 확인		0		

5.2.2 점검목록

▶ 월

NO	장비	항목	방법	상태 평가		
				A	B	C
1	정위치 검지 장치	전원 확인	내부 보드 24V, GND선에 멀티테스터기를 사용하여 전원이 들어오는지 확인한다.			
		케이블 연결 상태	내부에 있는 보드에 커넥터가 라벨에 맞게 잘 꽂혀 있는지 확인한다.			
		외부 청소	외부에 녹과 이물질이 있는지 확인한다.			
		내부 청소	내부에 이물질이 있는지 확인한다.			

▶ 분기

NO	장비	항목	방법	상태 평가		
				A	B	C
1	정위치 검지 장치	센서 확인	센서를 두꺼운 종이로 가리고 길이를 조정했을 때 센서가 점등 또는 소등 되는지 확인한다.			
		센서 케이블 확인	케이블이 잘 연결되어 있고 이상이 없는지 확인한다.			
		브라켓 확인	고정 브라켓에 금이 가있거나 파손이 있는지 확인한다.			

* A : 좋음 B: 양호 C: 이상

5.3 점검 방법

1) 점검 기준

가. 외관 상태 점검

- 외관에 손상이 없어야 함.

나. 케이스 내/외부 청결 상태

- 케이스 내/외부의 먼지나 이물질을 깨끗하게 제거해야 함.

다. 센서 전면부 청결 상태

- 센서 전면부가 완벽하게 깨끗해져야 함.

라. 센서 동작 상태

- 각각의 정위치 검지 센서가 작동 되어야 함.

마. 센서 고정 상태

- 흔들림 없이 고정 상태가 양호 하여야 함.

바. 배선 연결 상태

- 배선이 단자대에 견고하게 접속되어 있어야 함.

2) 점검 전 준수 사항

- 열차 운행 여부를 확인하여 안전 확보 후 점검한다.

3) 점검도구 및 인원

- 점검도구 : 깨끗한 면, 드라이버, 명함 크기의 두꺼운 종이
- 점검인원 : 기술요원 2인/조

4) 점검 절차

- 열차가 운행하지 않는지 확인하고 안전이 확인된 경우만 트랙 쪽으로 나감
- 명함 크기의 두꺼운 종이를 센서 정면에 위치하여 센서의 동작 LED 확인
- 센서를 옮겨 간면서 센서의 동작 상태를 확인

6. 장애물센서

장애물센서

6.1 점검 기준

장애물센서에 이상이 없는지 확인하며, 기타 특이사항 유무를 확인한다.

6.1.1 점검 전 준수 사항

본 점검의 실시는 전동차 운행이 종료된 후 실시하되 선로측에 운행되는 선로점검 차량에 주의하고 점검전에 사전 승인을 득한 후 실시한다.

6.1.2 점검도구 및 인원

1) 인원: 스크린도어의 운용이 가능한 작업자 2인 이상
2) 도구: 청소도구, 지름 10㎜ 이상의 물체

6.2. 점검사항

6.2.1 외관 및 청결상태

1) 외관에 손상이 없어야 함.
2) 센서 전면부가 완벽하게 깨끗해져야 함
3) 청소 시 주의사항

① 센서에 너무 무리한 힘을 주면 세척 시 렌즈 표면에 물리적인 손상이나 스크래치가 발생할 수 있으므로 주의할 것.

② 너무 많은 양의 세척액을 사용하여 렌즈 세척 시 세척액이 렌즈 표면에

남아있으면 오동작의 원인이 될 수 있음.

4) 장애물 검지 시 재 개·폐 여부
PSD 도어가 닫히는 도중에 지름10㎜이상의 물체를 감지하면 도어를 재 개폐시켜야 함.

5) 설정 횟수 초과 시 정해진 폭만큼 개방 여부
연속 3회(횟수 조정 가능) 반복 시 도어를 열고 개방하여야 함.

6) 설정 횟수 초과 시 경보 표시 기능 상태
도어 열림 시 구동박스의 개폐표시등을 점등시키고 각 조작반의 이상 표시등을 점등시켜야 함.

7) 발광부와 수광부 안정 상태 확인

6.3. 장애물센서 교체

6.3.1 교체기준

장애물센서 작동에 이상이 없어야 한다.

6.3.2 교체전 준수사항

본 점검의 실시는 전동차 운행이 종료된 후 실시하되 선로 측에 운행되는 선로점검 차량에 주의하고 점검전에 사전 승인을 득한 후 실시 한다.

6.3.3 교체도구 및 인원

롱 로즈, 드라이버, 사다리, 기술요원 2인

6.3.4 교체전절차

1) 센서커버를 분리한다.
2) 장애물센서에 연결된 케이블을 분리한다.
3) 장애물센서를 새 것으로 교체하고, 케이블을 연결한다.
4) 센서커버를 조립한다.

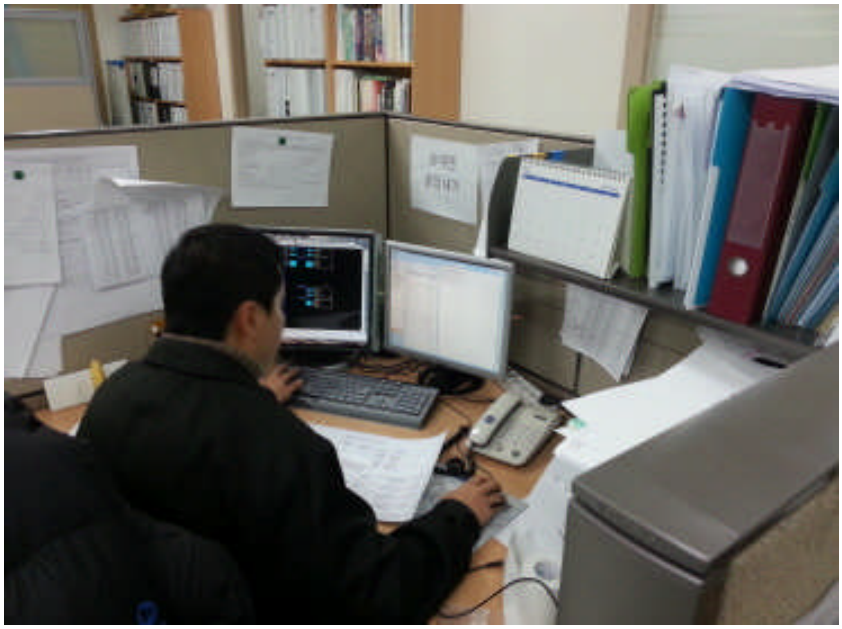
5) 센서의 동작표시등이 정상적으로 동작하는지 확인한다.

Ⅲ. 제작공정 사진첩

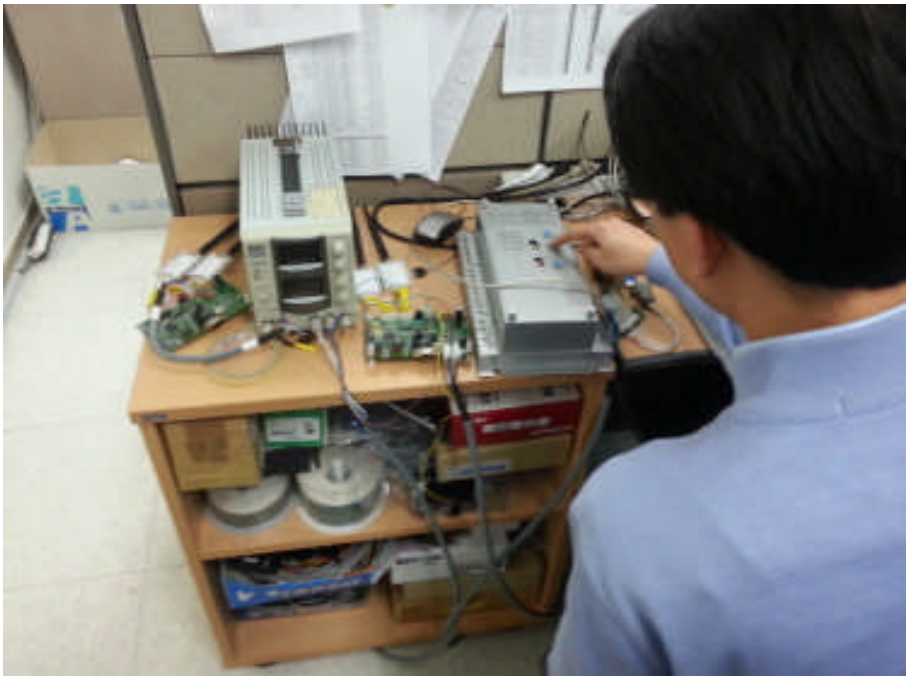
Ⅲ. 제작공정 사진첩

1.장비 개발 및 제작 사진

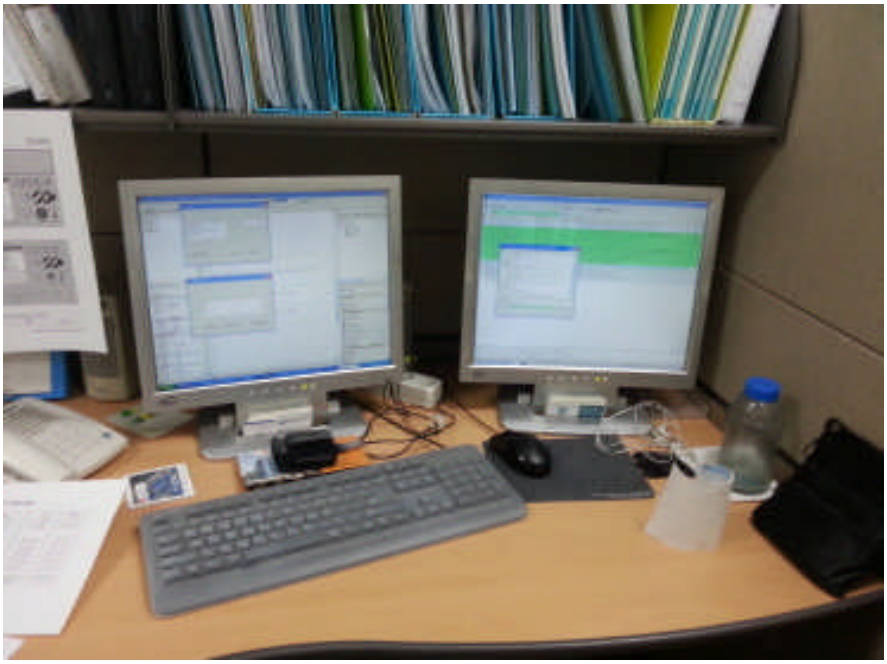
1차 개발회의



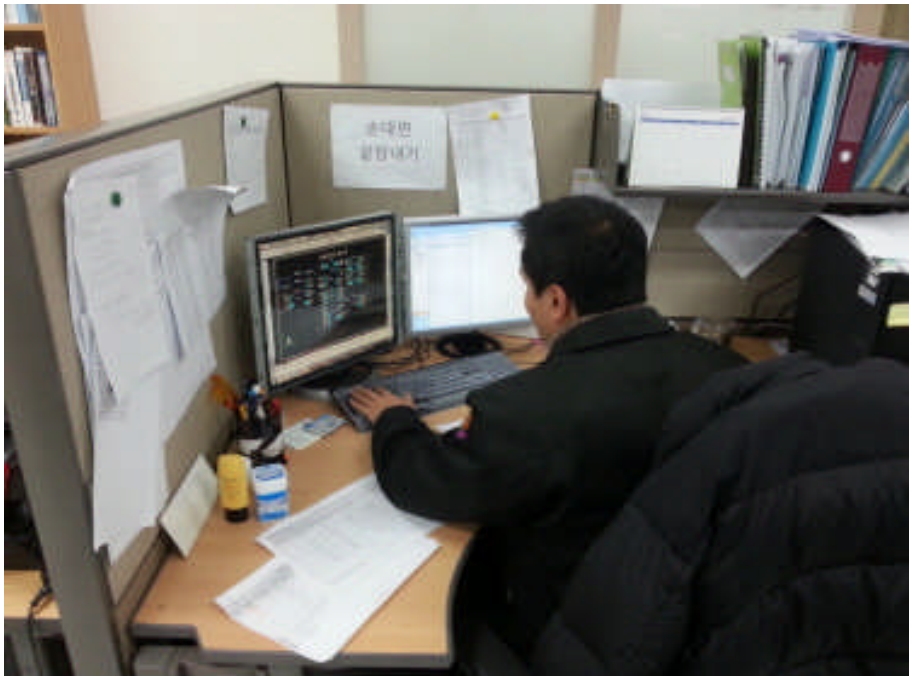
1차 설계



샘플 시험



1차 프로그래밍

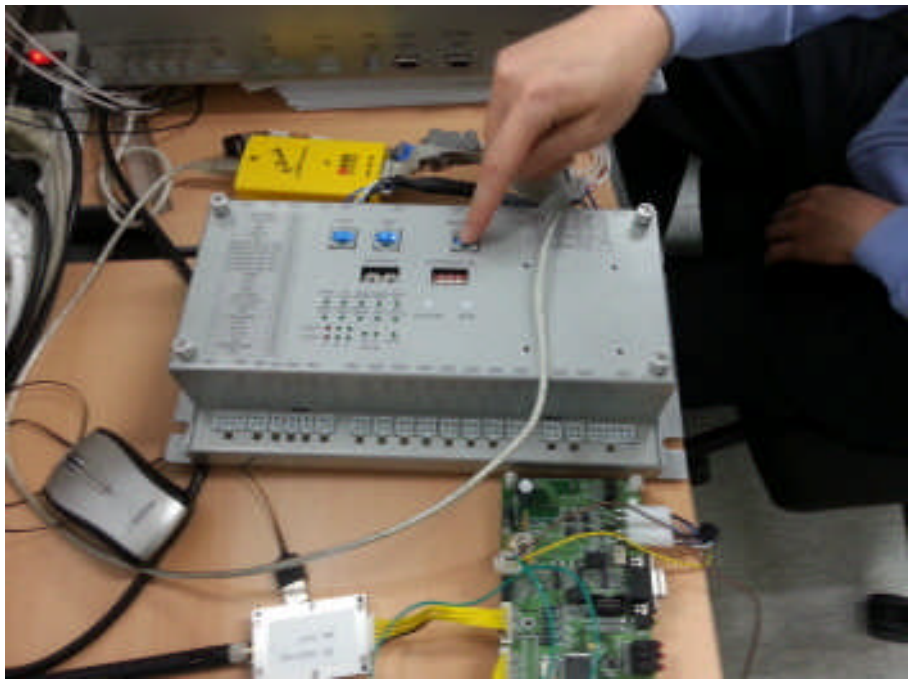


2차 설계변경

2차 프로그래밍

3차 설계변경

2차 개발회의



프로토타입 시험

장비 케이블 제작

2.현장 설치 사진

장비 설치 및 세팅

장비 동작 시험

TIP(주제어장치) 설치모습

TIP(주제어장치) 설치모습

승무원조작반 설치모습

승무원조작반 설치모습

개별제어반 설치모습

개별제어반 설치모습

승강장 조작반 설치모습

장애물 센서 설치모습

3. 장비 보관 사진

장애물 센서

장애물 센서

정위치 센서

정위치 센서

개별제어반

개별제어반

제 2 장

RPSD 디자인 분야

목 차

1. RPSD 연구개발 배경 및 목적-- 1

1.1 RPSD 디자인 개발 배경

1.2 RPSD 디자인 개발 목적

2. RPSD 디자인 개발 전략------ 2

2.1 분석

2.2. Concept의 도출

2.2. Concept의 설정

3. RPSD Post 디자인---------- 4

3.1 1차 시안

3.2 2차 Modeling

3.3 3차 Modeling

3.4 4차 Modeling

3.5 실사 부착형

3.6 아크릴 부착형

4. RPSD Design Storytelling--- 30

4.1 Design Storytelling 전략

4.2 Storytelling 1차 Simulation

4.3 Storytelling 2차 Simulation

5. Catalouge 디자인 ------ 35

5.1 Korean Version

5.2 English Version

6. RPSD 홍보 동영상 ------ 38

6.1 홍보 동영상 개발범위

6.2 Story Board

Ⅰ. RPSD 디자인 개발 배경과 목적

1.1 RPSD 디자인 개발의 배경

‘과거에는 가격으로, 오늘은 품질로, 내일은 디자인으로 경쟁한다.’

◦ ‘과거에는 가격으로, 오늘은 품질로, 내일은 디자인으로 경쟁한다.’ 현대 산업사회에서의 디자인은 기업경영전략의 핵심이자 제품의 경쟁력을 결정짓는 중요한 요소로서 철도 안전 시설용품으로서의 지상역 승강장의 지능형 승객 안전사고 방재시스템의 신뢰성 확보와 RPSD의 취약성에 대응하고 이를 개선하기 위해서는 기존의 Screen Door의 개념을 능가하는 디자인의 패러다임이 필요함.

◦ 도시공간의 기능과 구조가 한번 형성되면 그것은 역사적 관심을 가지고 맥락이 계속 유지 발전하는 것으로 공공디자인의 중요성이 높아지고 있음. 지상역 승강장은 공공의 철도공간으로 심미적, 상징적, 기능적 가치를 디자인에 의해 높임으로써 국민생활의 질을 높이며 더 편리하고 쉽게 이용할 수 있는 “모든 사람을 위한 디자인(Design for All)을 모토로 삼는 공공시설물에 대한 요구를 충족시킬 수 있음.

◦ 하이테크 정보화 사회에서 상품과 서비스의 기술수준은 큰 차이를 나타내지 않고 있으며 소비자들은 상품이나 서비스를 구매할 때에 품질이나 기능과 함께 브랜드, 디자인, 색상 등이 주는 느낌과 감성에 의지하게 됨. 고객과의 좋은 관계를 형성은 하기 위해 논리적인 설득과 함께 고객의 복잡한 감성적 욕구를 체계적으로 분석하고 접근해야 하는 홍보 동영상 작업이 요구됨.

◦ 이를 위해 (주)큐레인에서는 지상역 승강장의 지능형 승객 안전사고 방재시스템 개발 연구의 일환으로 교통정보 이용자들에게 감각적이며 정서적으로 접근할 수 있는 제품디자인과 홍보물의 연구를 실시하고자 함.

1.2 RPSD 디자인 개발의 목적

◦ 본 연구 게발의 목적은 RPSD의 외관의 형태, 심미적 가치, 제품의 사용성과 사용자간의 감성적 연결고리를 만들어 내는 것이 주요 목적임.

2. RPSD 디자인 개발 전략

2.1 분석

1) 기능

- 사고예방(열차에 뛰어듬 29.8%, 승강장 추락 16.2%, 승차시 넘어짐 27.8%) 전체 사고의 57.6%를 방지할 수 있음.
- 2종 이상의 열차가 이용하는 승강장에 설치할 수 있는 PSD시스템의 필요성.
- 부수적 기능 : 정보전달

2) 강점

- 다양한 열차차종에 대응 가능한 유일한 시스템
- 정위치 정차 범위에 영향 없이 유연한 운영 가능
- 설치 및 유지보수 비용 절감
- 철도 승강장 설치기간 단축
- 신 재생 에너지 생산

3) 약점

- 실제로는 그렇지 않지만 시각적으로 견고성과 안정성의 결여되어 보임.
- 혐오시설로의 오해 가능성
- 정보 전달의 기능이 약함

2.2 Concept의 도출

RPSD는 와이어로프블록의 장력을 이용하여 버스 또는 철도승강장에서 승객안전사고(철도차량과 승객 또는 버스와 승객사이에 발생할 수 있는 사고)를 예방하기위해 설치할 수 있는 안전장치를 말하는 것으로 기능과 강점 그리고 약점이 모두 Rope로부터 비롯된 것으로 Rope를 Motive로 Design Concept를 도출함.

2.3 Concept의 설정

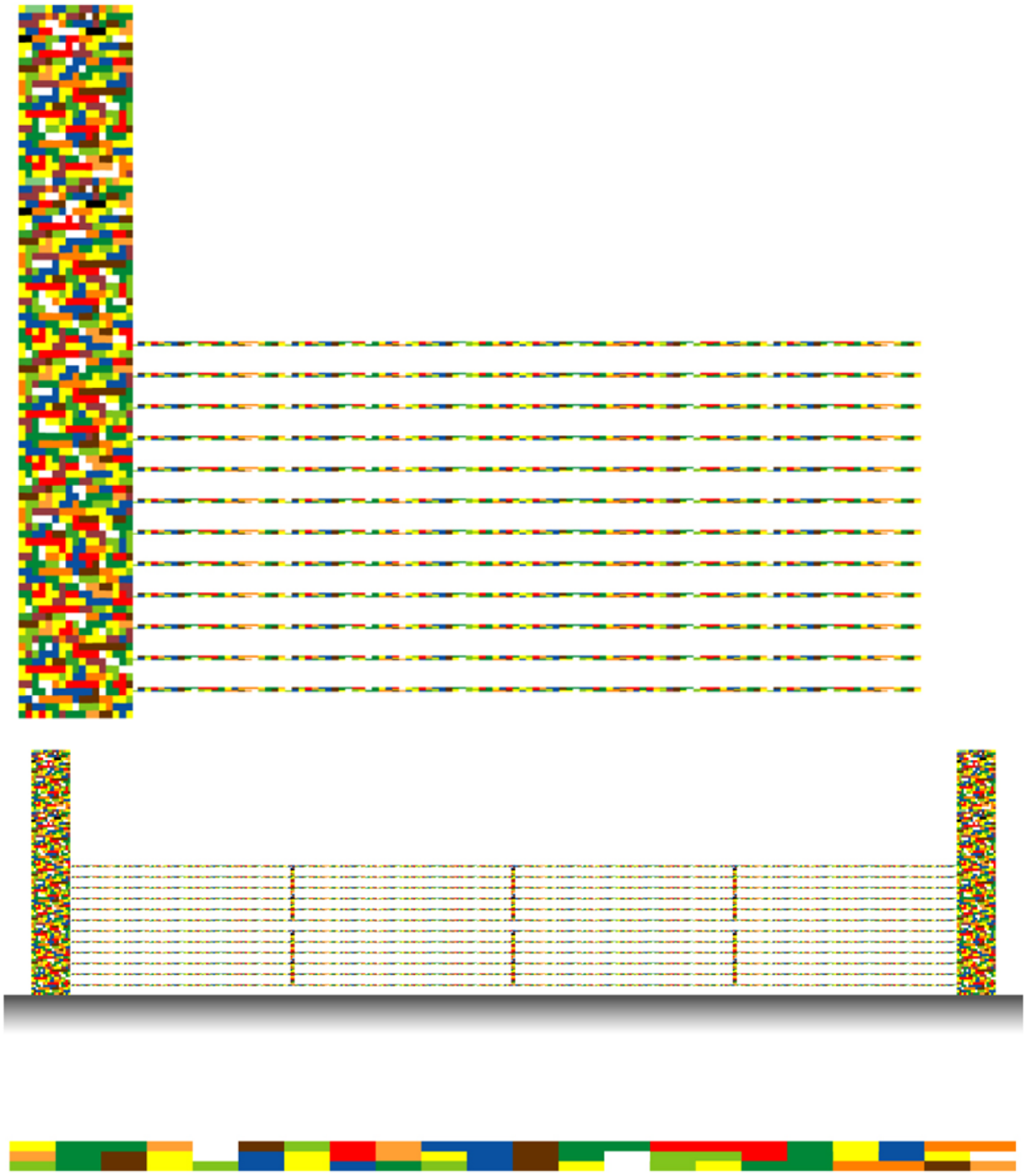
Rope의 시각적인 견고성과 안정성의 결여 단점을 'Story가 있는 Rope', 즉 예술과 결합시켜 승강장 고객의 논리적으로 설득함과 함께 복잡한 감성적 욕구를 충족시켜

줌으로서 고객과의 좋은 관계를 형성하여 약점을 장점으로 전환한다.

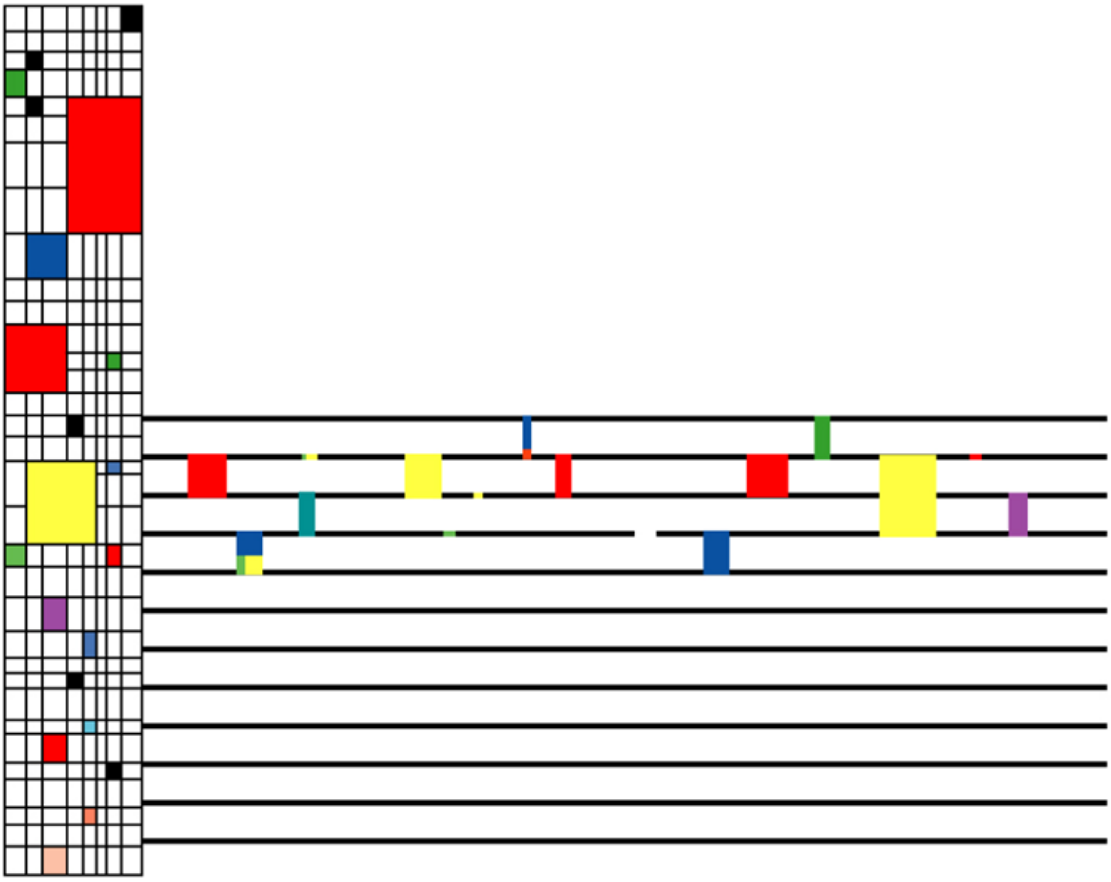
3. RPSD Main Post 디자인 개발

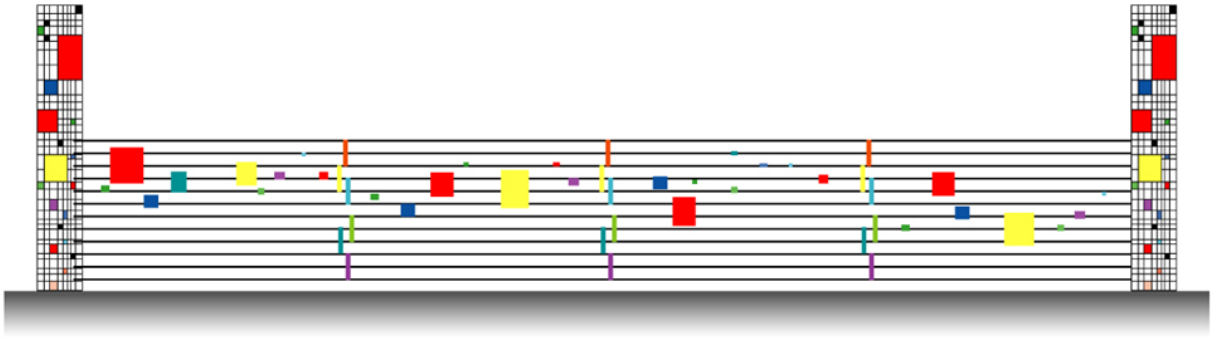
3-1. 1차 시안

Concept1: Colorful Block

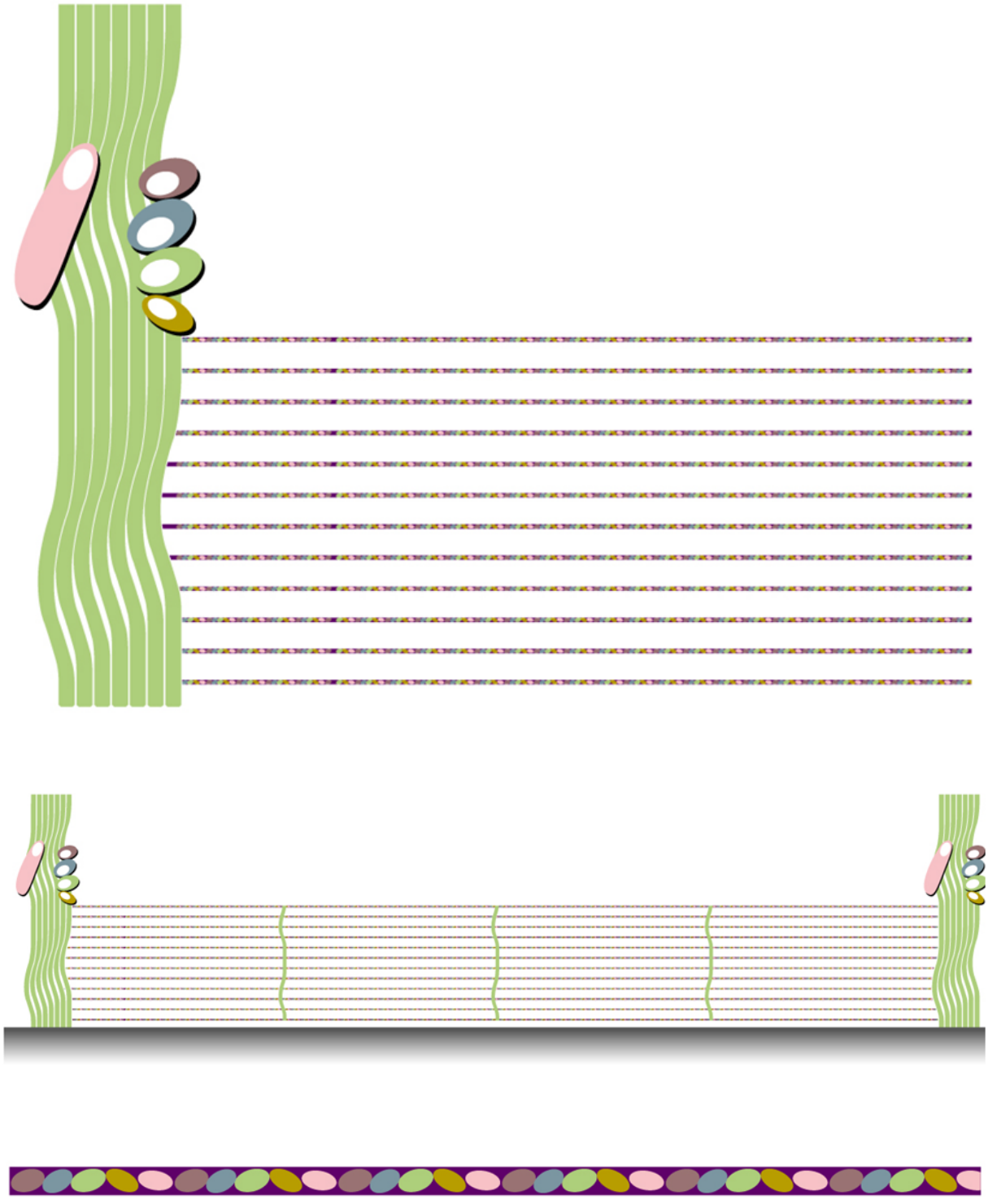


Concept2: Moderian

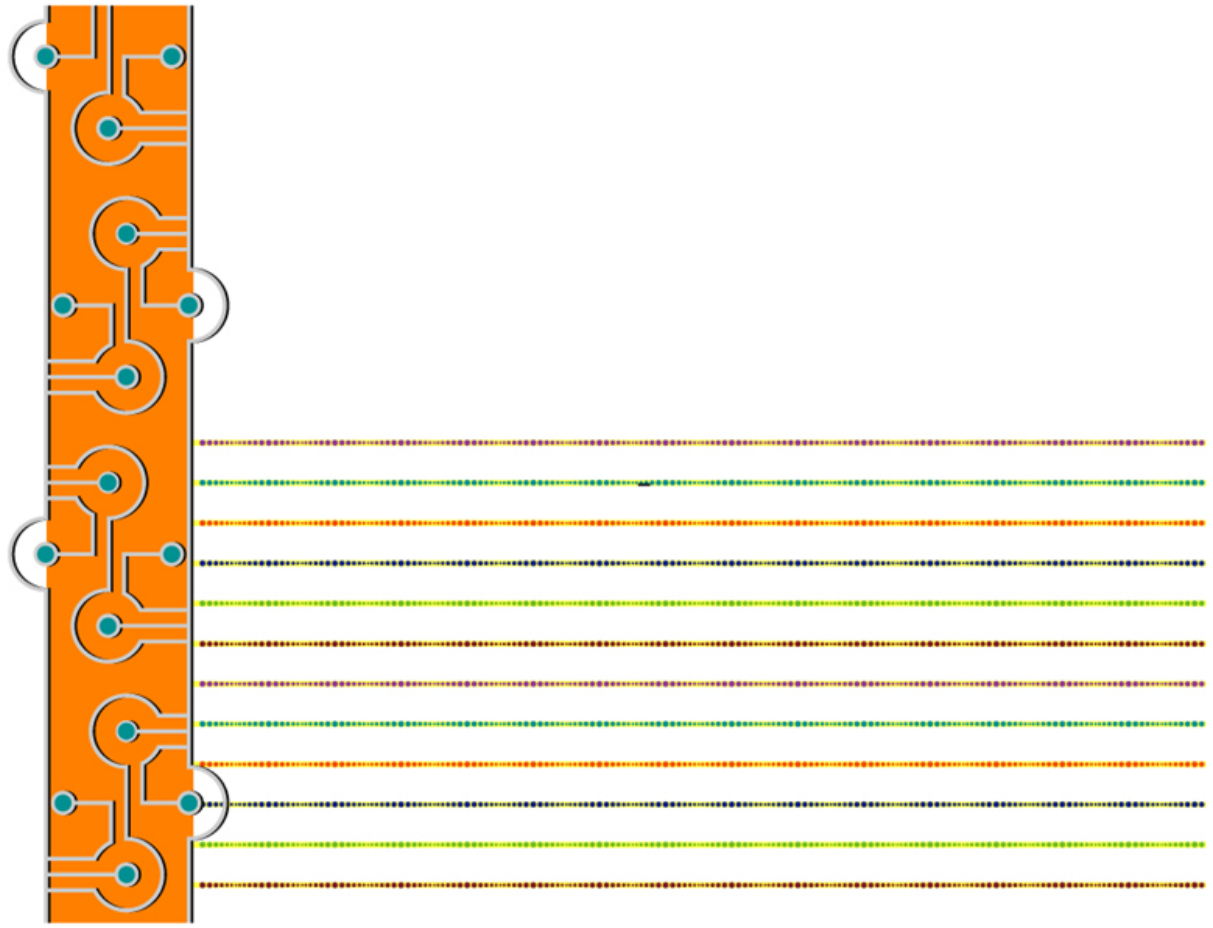


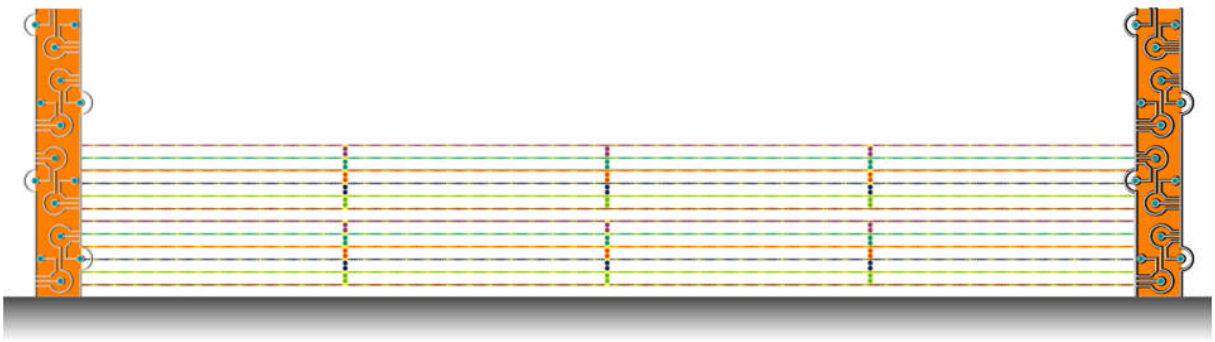


Concept3: Soft Hand

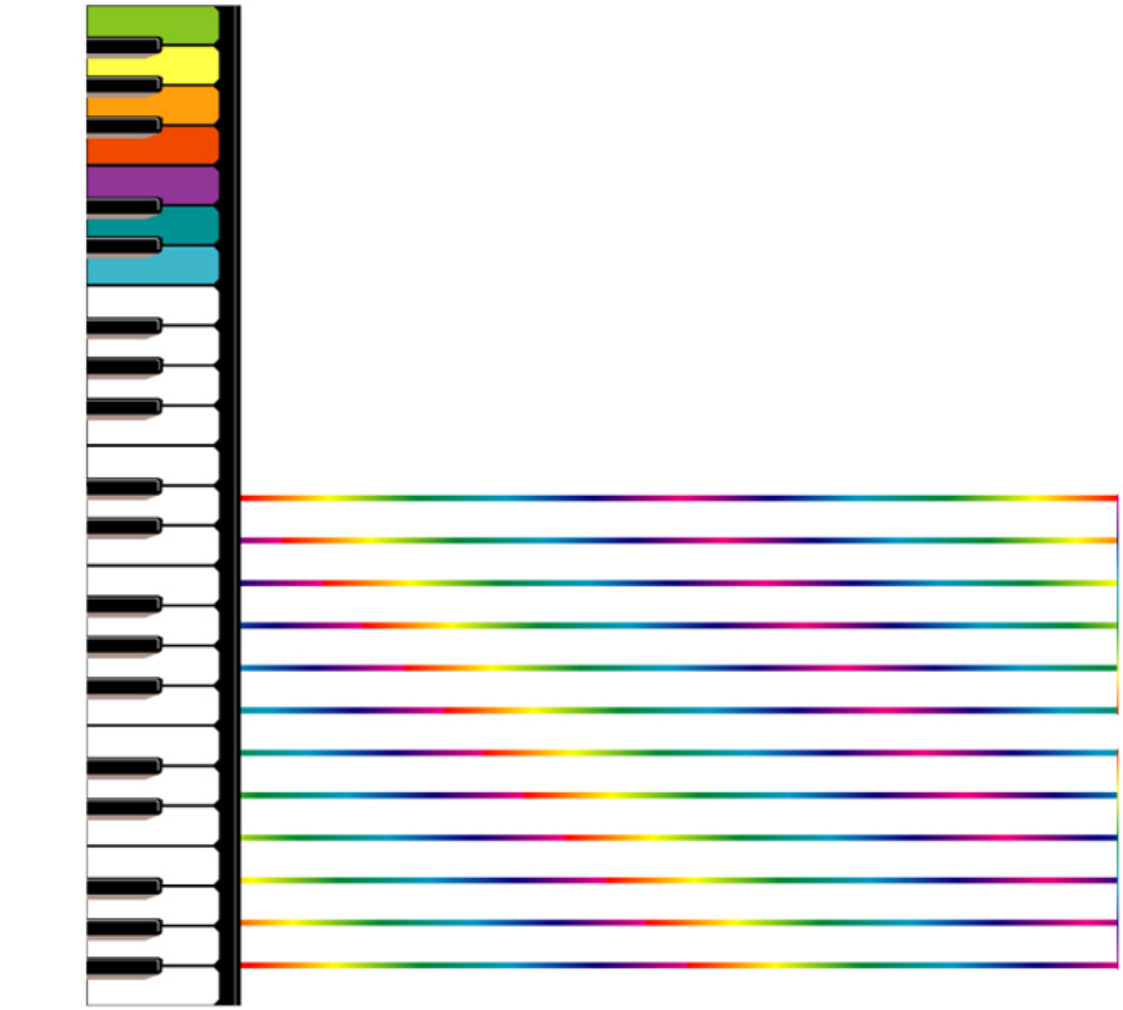


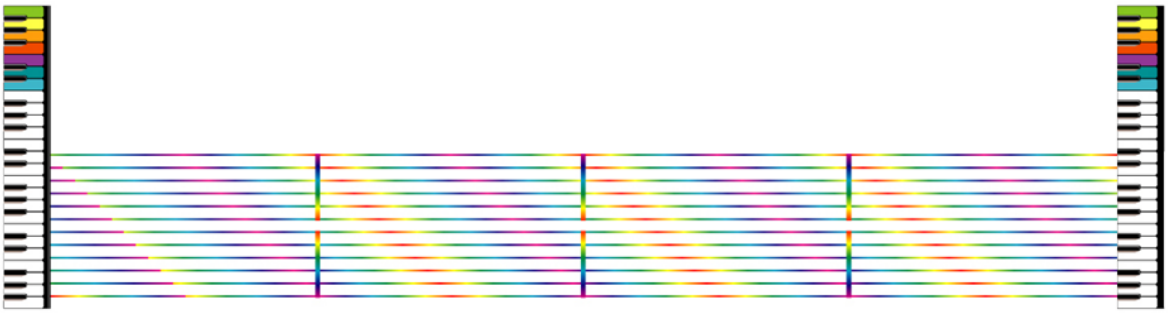
Concept4: Flute



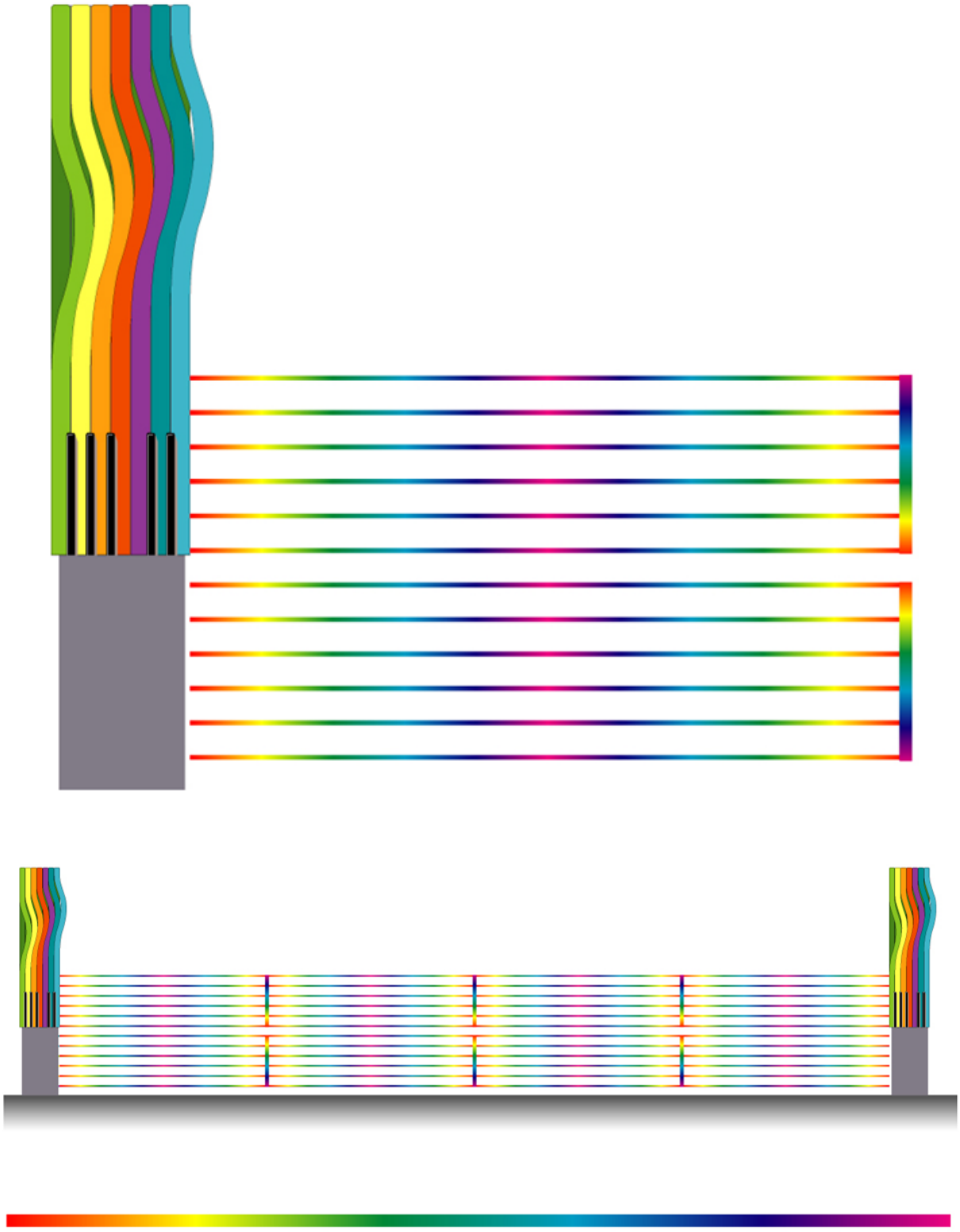


Concept5: Piano





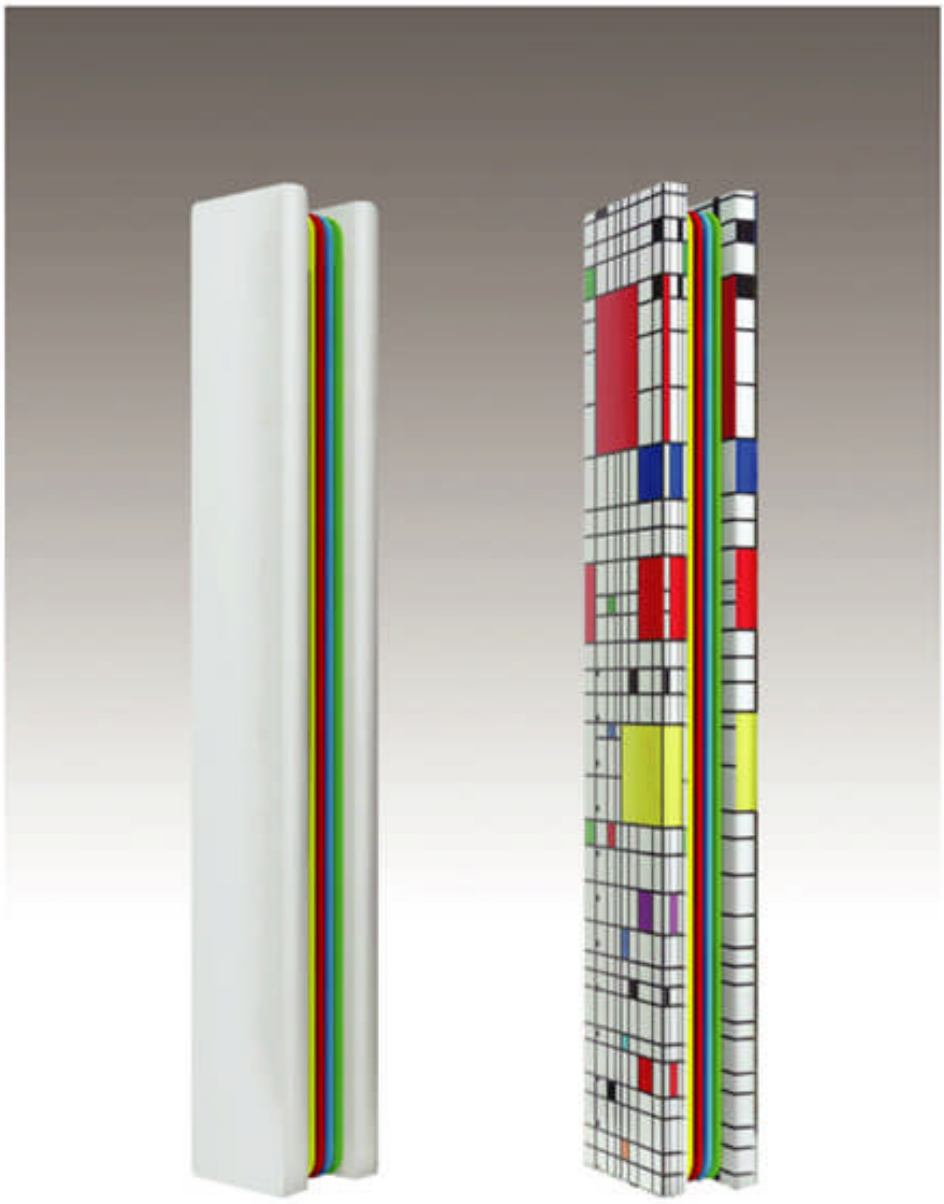
Concept6: Wave



3-2. 1차 Modeling

3-2-A

3-2-B



3-2-C

3-2-D

3-2-E

3-2-F

3-2-G

3-2-H

3-2-1

3-2-J

3-3. 3차 Modeling

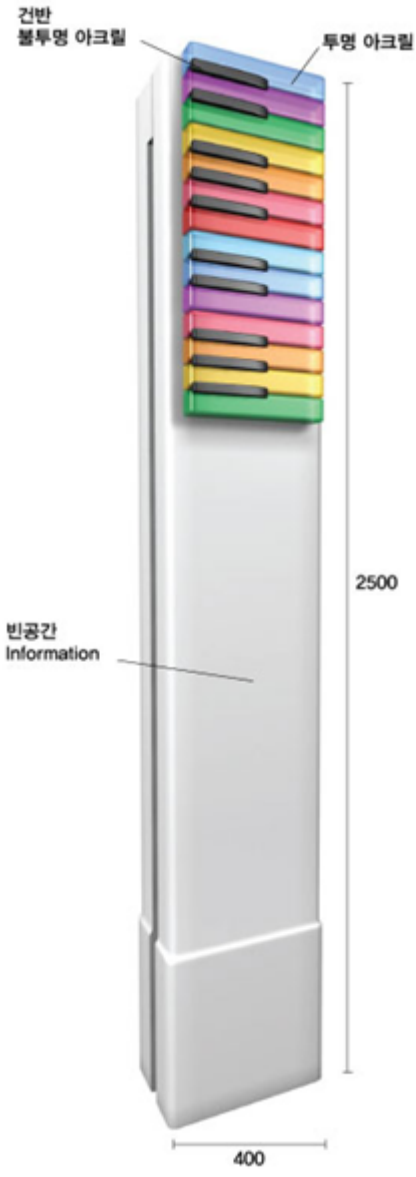
3-3-A

3-3-B

3-3-C

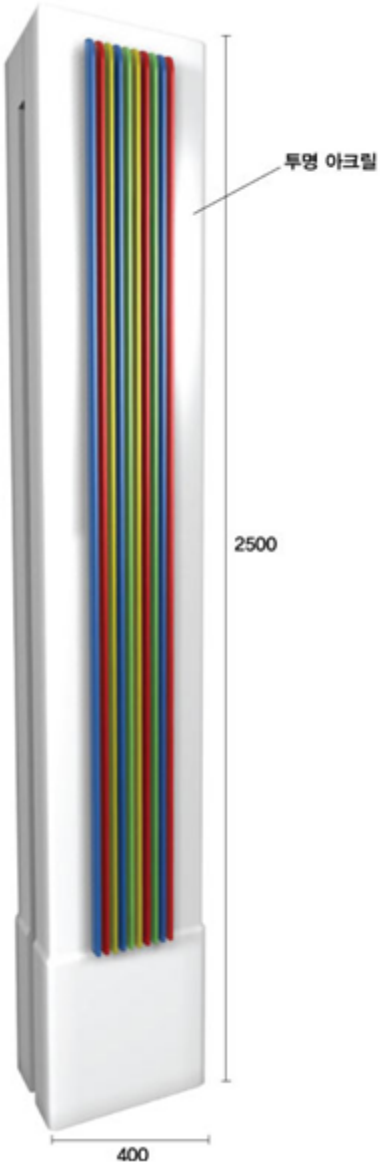
3-4. 4차 Modeling

3-4-A_1

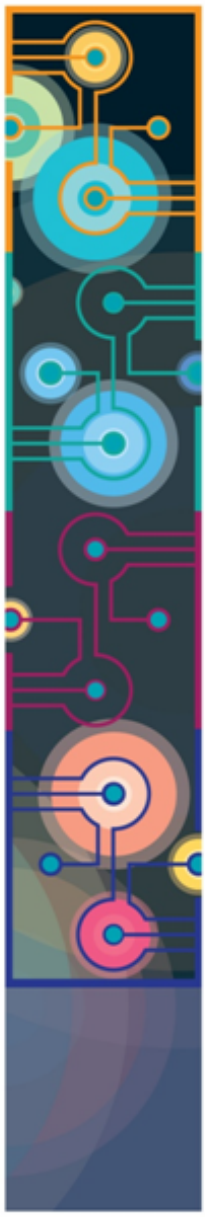


3-4-A_2

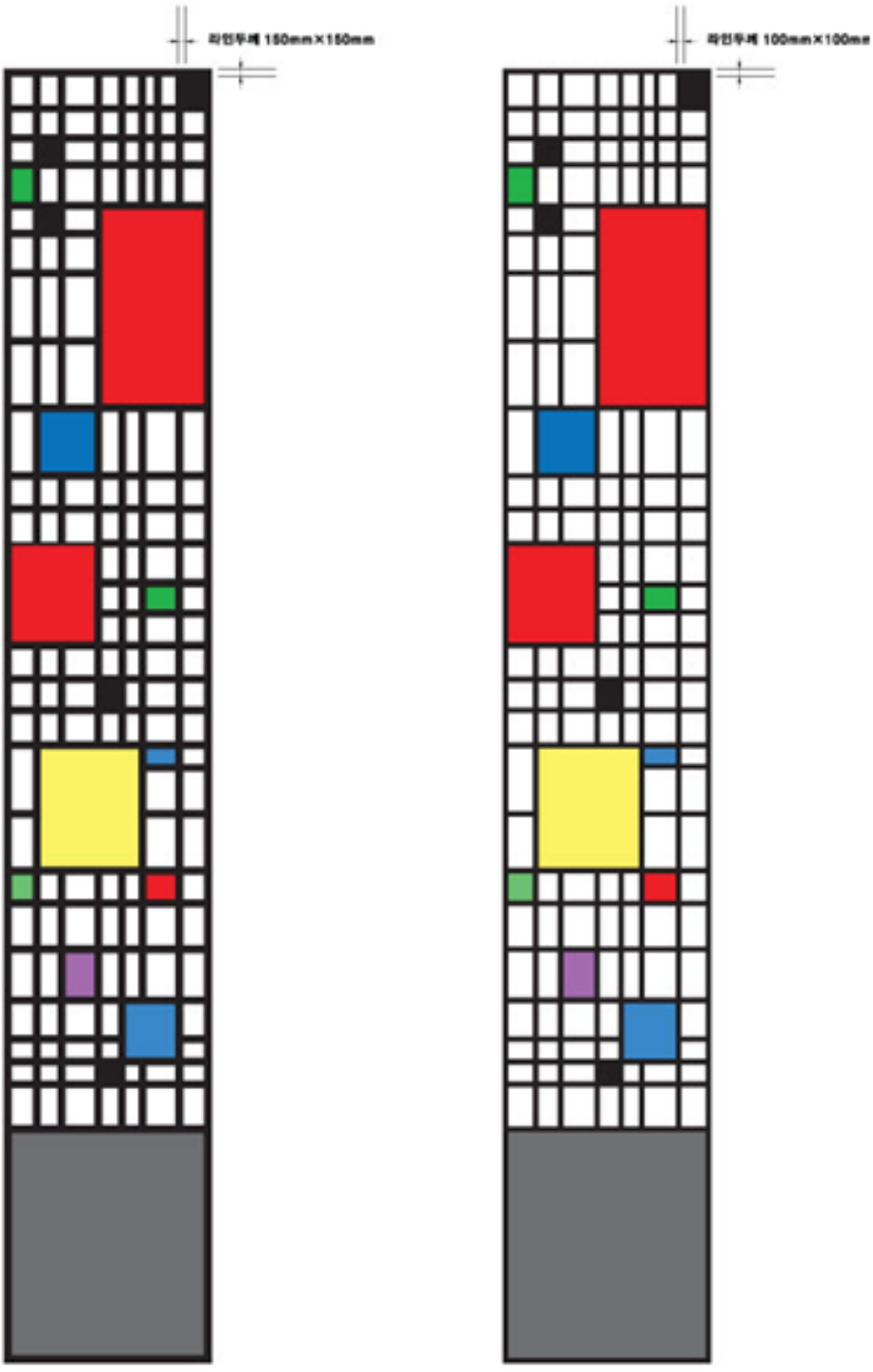
3-4-B



3-4-C



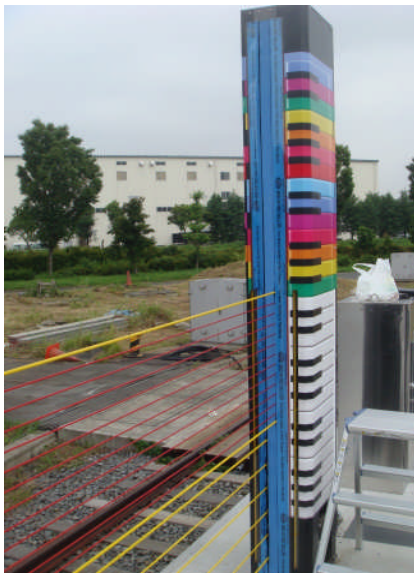
3-4-D



3-5. 실사 부착형

3-5-A

3-5-B



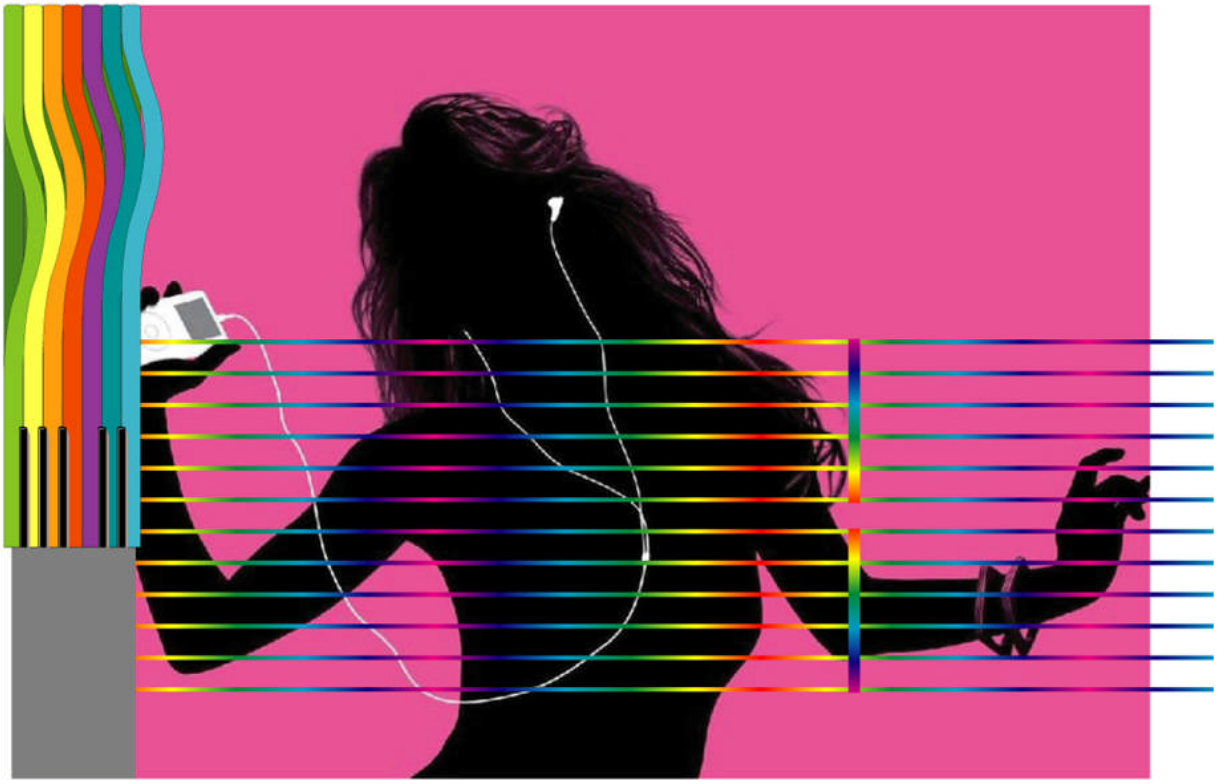
3-6. 아크릴 부착형

3-6-A

4. 디자인 Storytelling

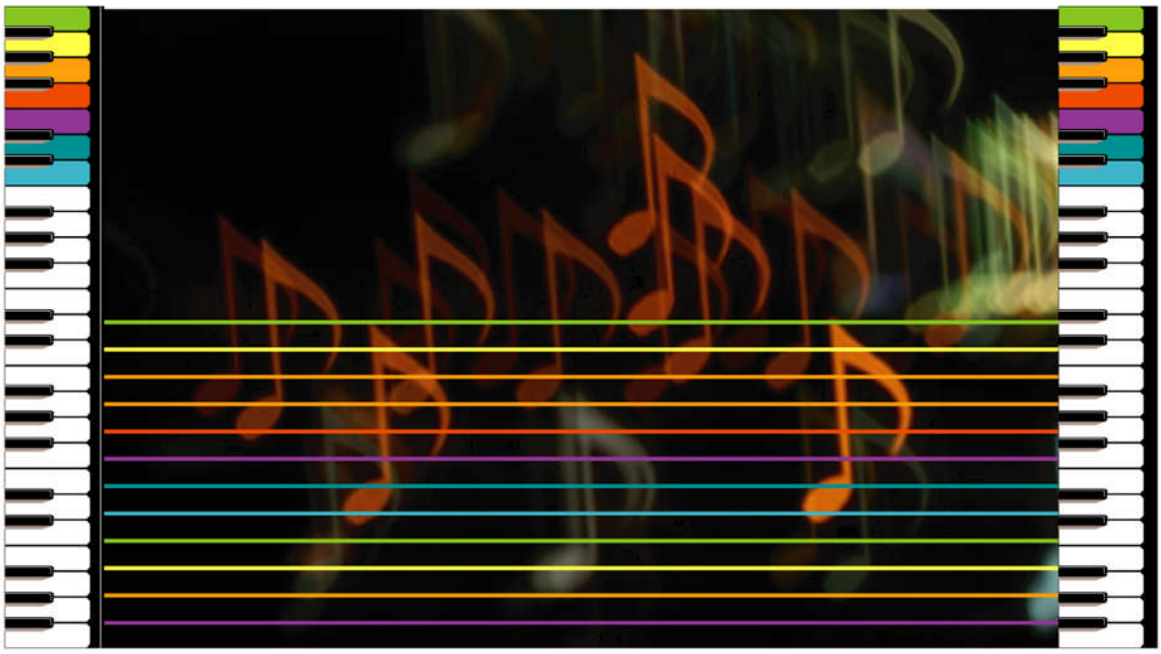
4-1 디자인 Storytelling 전략

4-1-A



3-3-B

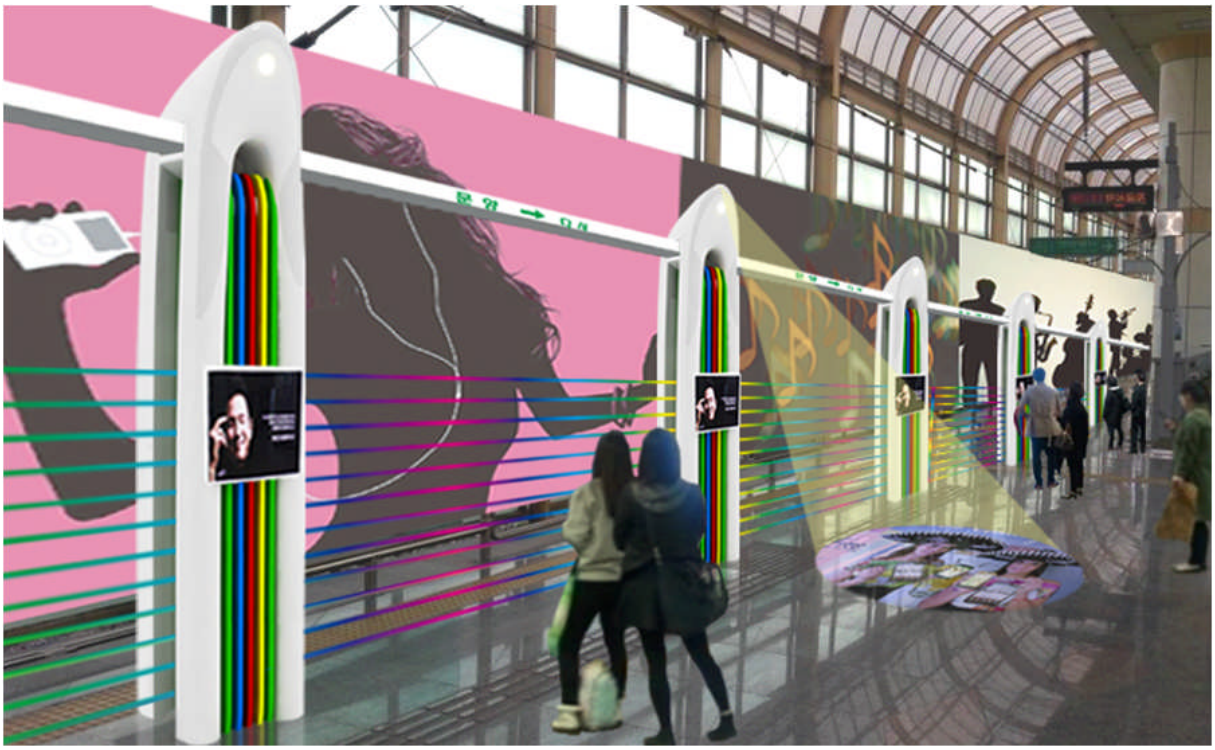
3-3-C



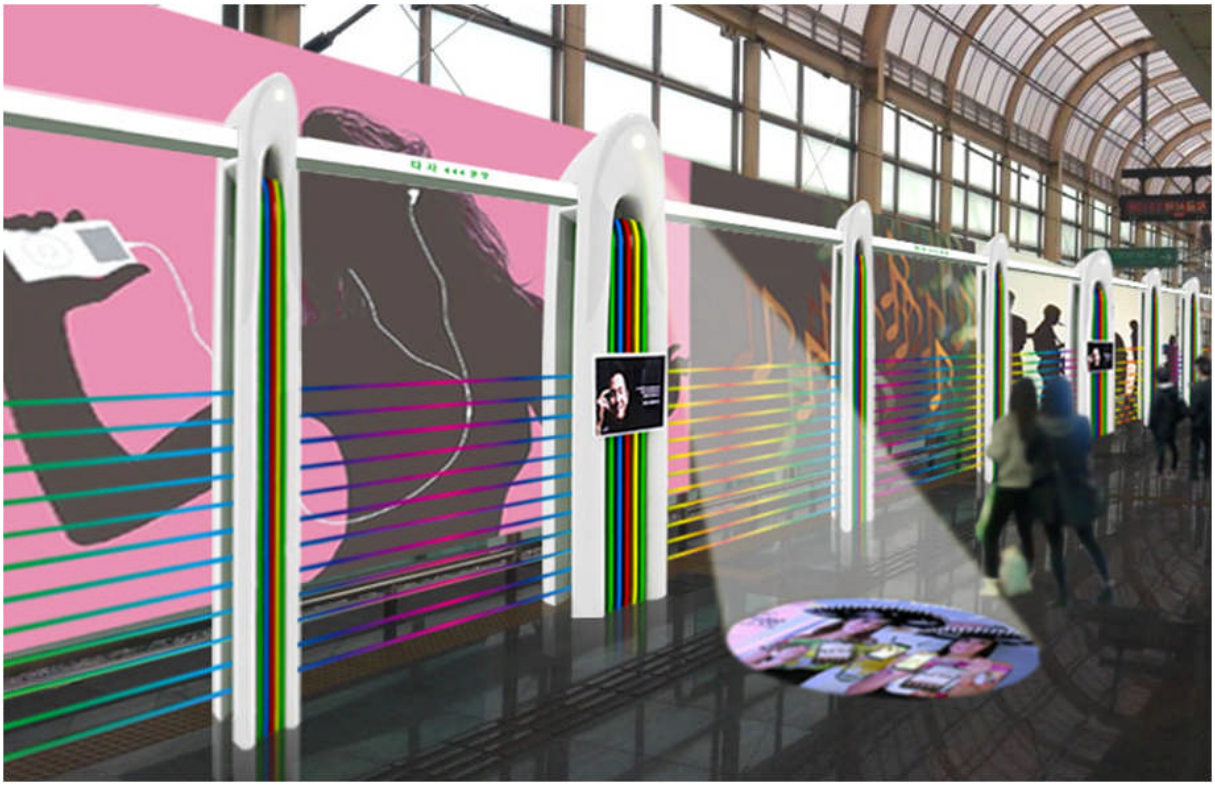
3-3-D

4-2. Storytelling 1차 Simulation

3-5-A. 열차 문 열림



3-5-B. 열차 문 닫힘



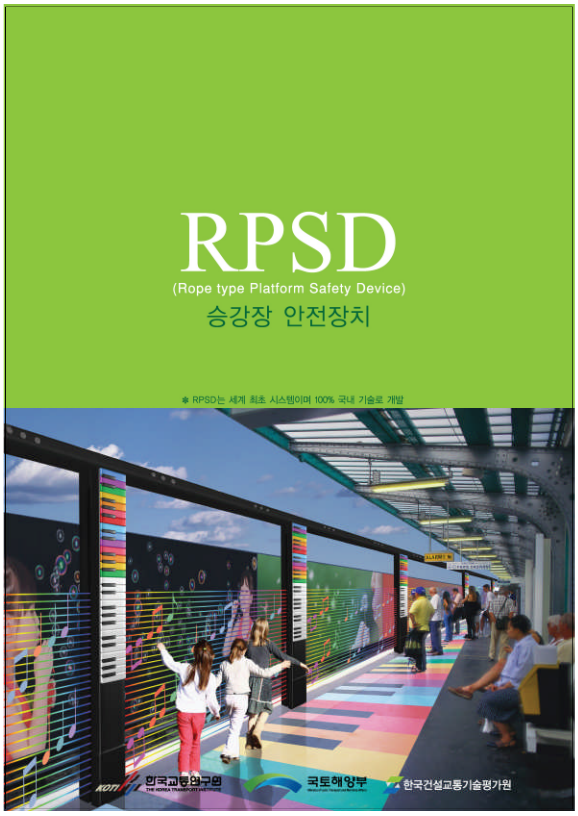
4-3. Storytelling 2차 Simulation

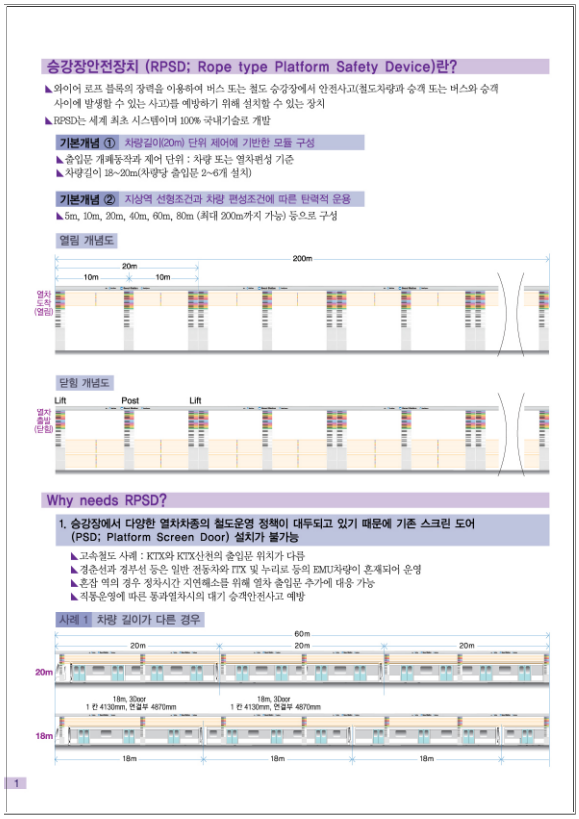
3-6-A. RPSD 닫힘

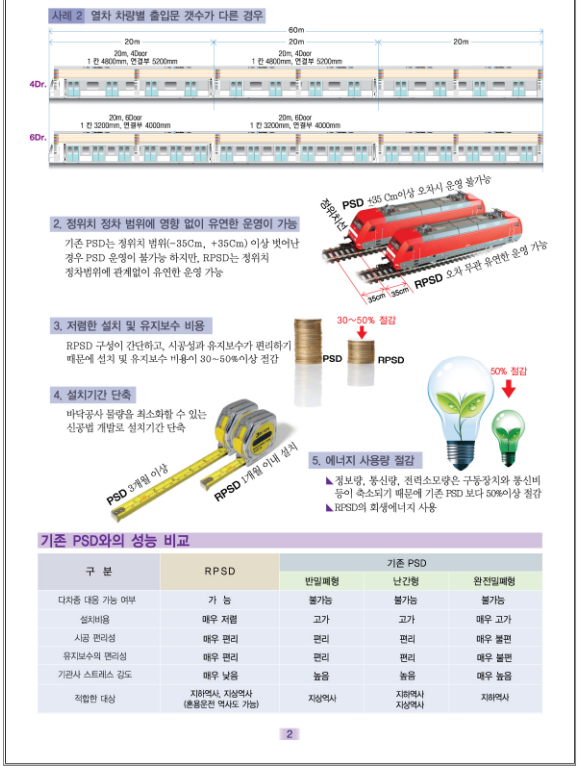
3-6-B. RPSD 열림

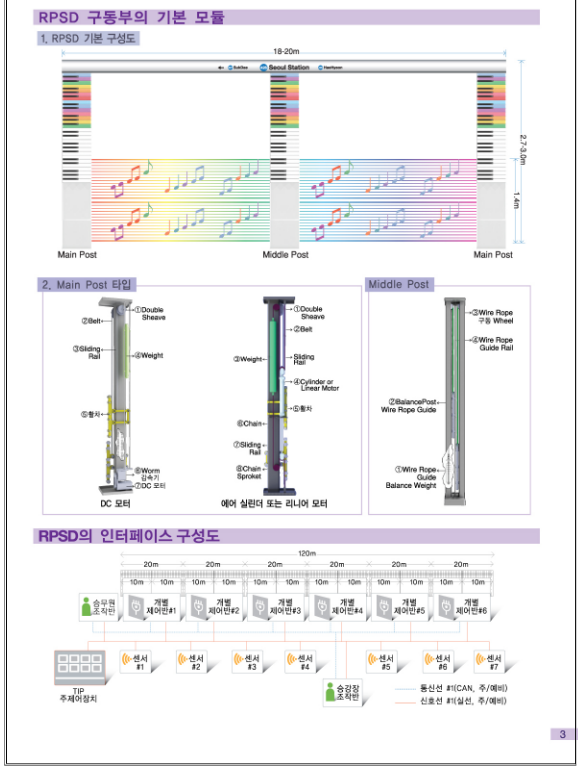
5. Catalogue Design

5-1 Korean Version









RPSD 기본 사양

구 분	항 목	기본 사양	비 고
설치비용	구 성	Wire rope tension을 이용한 소구경 Wire rope를 이용한 방식	
		Post 간격 10m	
	기계동작	모터 또는 Air 압력에 의한 동작	
동작기본 사항	Wire Open 거리	1950mm (현장 상황 고려 조정가능)	
	승객 차단 높이	1400mm (현장 상황 고려 조정가능)	
	상하 동작 시간	2.5~5초 (현장 상황 고려 조정가능)	
	Wire 간 거리	30~110mm (현장 상황 고려 조정가능)	
	Post 간격	10m (현장 상황 고려 조정가능)	
Main Post	간 격	직선 구간 : 20m	벌도 요구시 40m, 80m 가능(직선구간인 경우)
	구 성	모터(Air Cylinder 1ea), Rail Unit, 각 Sensor, 급지 장치	
	중 량	약 100kg~	
Middle Post	구 성	Weight, Sensor	
	중 량	약 50kg~	

RPSD 구성방법 및 적용 예

적용 방안 정거장 여건을 고려하여 탄력적으로 설치

❶ 차량 단위(예 : 6량 편성 1량 단위로 설치)

❷ 2량 단위(예 : 6량 편성 2량 단위로 설치)

❸ 열차 편성 단위(예: 6량 편성 단위로 설치)

❹ 곡선구간 설치 예

4

한국교통연구원
411-701 경기도 고양시 일산서구 고양대로 315
Tel 031.910.3114 Fax 031.910.3222
www.rpsd.kr, www.koti.re.kr

주) 에스케이디 하이테크
548-833 전남 광양시 옥곡면 신금리 1507-44
Tel 061.772.7941 Fax 061.772.7943
www.skdhitec.com

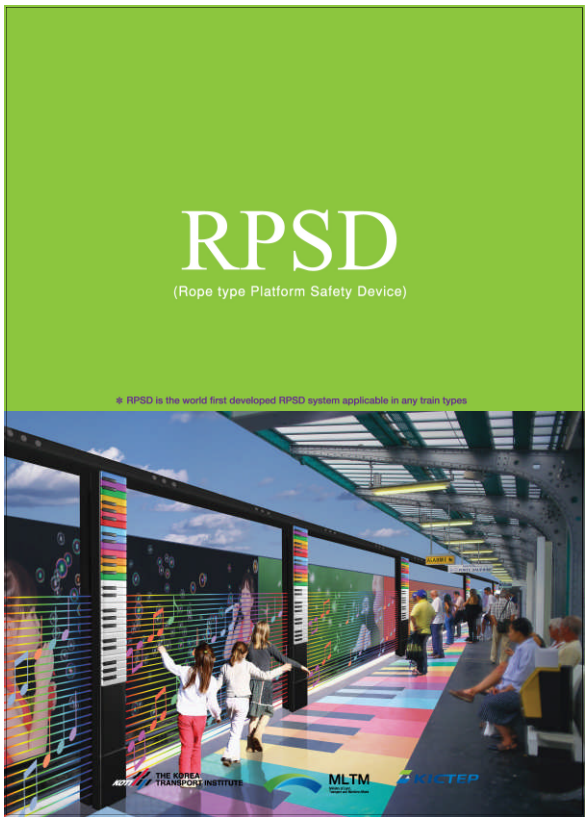
포스코 엔지니어링
704-809 경기도 평택구 수내동 9-3번지
Tel 031.738.1571 Fax 031.738.0116
www.poscoengineering.com

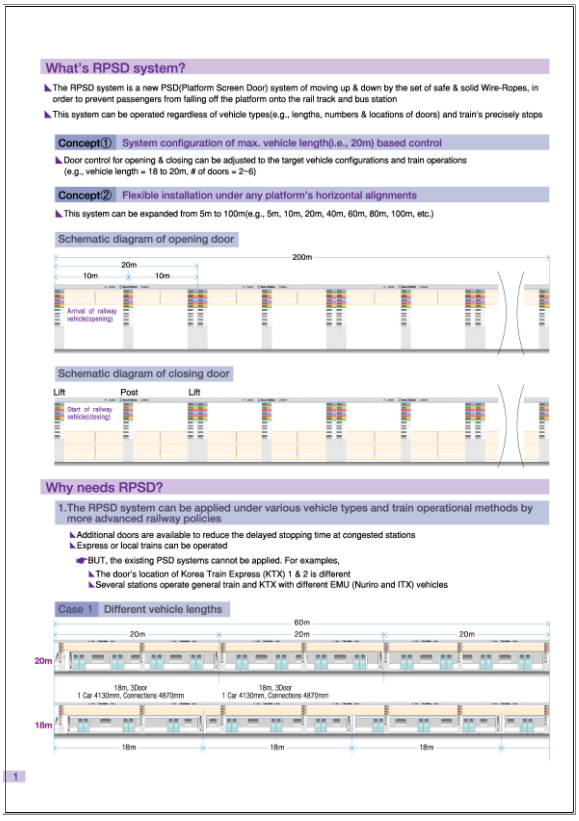
대구도시철도공사
704-808 대구광역시 달서구 월배로 250 (상인동)
Tel 053.643.2114 Fax 053.640.2189
www.dtro.or.kr

주) 태성
719-814 경북 칠곡군 약목면 복성리 1166-93
Tel 054.975.5775 Fax 054.975.0485
www.taesunge.com

* RPSD의 모든 지적소유권/기술들은 한국교통연구원 허가 없이 무단 사용할 수 없습니다.

5-2 English Version





What's RPSD system?

The RPSD system is a new PSD(Platform Screen Door) system of moving up & down by the set of safe & solid Wire-Ropes, in order to prevent passengers from falling off the platform onto the rail track and bus station

This system can be operated regardless of vehicle types(e.g., lengths, numbers & locations of doors) and train's precisely stops

Concept① System configuration of max. vehicle length(i.e., 20m) based control

Door control for opening & closing can be adjusted to the target vehicle configurations and train operations (e.g., vehicle length = 18 to 20m, # of doors = 2~6)

Concept② Flexible installation under any platform's horizontal alignments

This system can be expanded from 5m to 100m(e.g., 5m, 10m, 20m, 40m, 60m, 80m, 100m, etc.)

Schematic diagram of opening door

Schematic diagram of closing door

Why needs RPSD?

1.The RPSD system can be applied under various vehicle types and train operational methods by more advanced railway policies

Additional doors are available to reduce the delayed stopping time at congested stations

Express or local trains can be operated

BUT, the existing PSD systems cannot be applied. For examples,

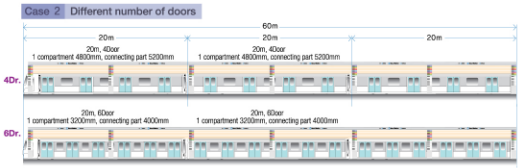
The door's location of Korea Train Express (KTX) 1 & 2 is different

Several stations operate general train and KTX with different EMU (Nuriro and ITX) vehicles

Case 1 Different vehicle lengths

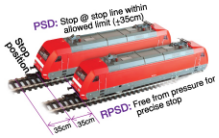
1

Case 2 Different number of doors



2.The RPSD system can flexibly be operated within possible stopping ranges

BUT, the existing PSD systems cannot be operated unless the train stops within the prefixed ranges(e.g., between -35cm and +35cm)

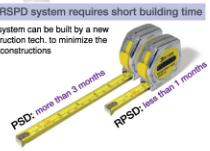


3.The RPSD system needs low building and maintenance & operation costs

The total cost is lower than the PSD system because of its simple system configuration and easy building and maintenance works

4.The RSPD system requires short building time

This system can be built by a new construction tech. to minimize the base constructions



5.The RPSD system can save more energy

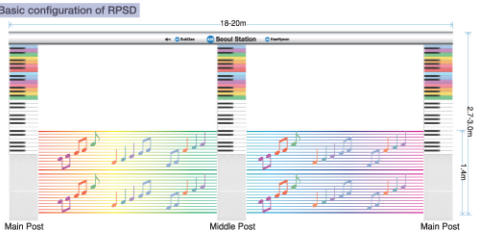
- This system can save energy by 50% because it simplifies sub-facilities for operations and communications, more than the PSD system
- Application of regenerative energy in RPSD

Performance comparison

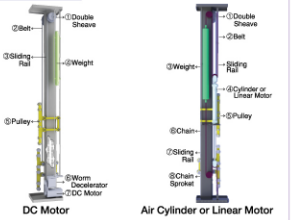
Classification	RPSD	PSD		
		Half-height	Handrail	Full-height
Applicability to vehicle types	Possible	Impossible	Impossible	Impossible
Building cost	Low	High	High	High
Building convenience	Most	High	Middle	Low
Maintenance convenience	Most	Middle	High	Low
Driver stress	Low	Most	High	Most
Suitable sites	Ground stations operating 2 more train types	Ground station	Underground & ground stations	Underground station

Main modules of operating RSPD

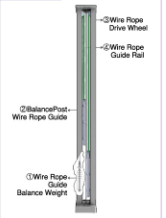
1.Basic configuration of RPSD



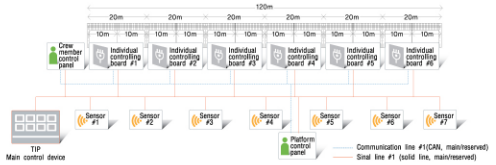
2.Types of main post



Middle Post



Interface structure of train and RSPD



Basic specifications of RPSD

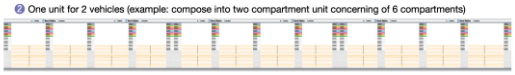
Classification	Category	Basic specs	others
Installation cost	Composition	Small size wire rope using wire rope tension Interval of 10m between posts	
	Machinery movement	Movement by motor or Air pressure	
Matters concerning basic movement	Wire Open distance	1950mm (Adjustable to various situations)	
	Height for passenger block	1400mm (Adjustable to various situations)	
	Up and down movement time	2.5~5 seconds (Adjustable to various situations)	
	Distance between wires	30~110mm (Adjustable to various situations)	
	Post interval	10m (Adjustable)	
Main Post	Interval	Direct line district: 20m	Adjustable to requests (in case of straight platform)
	Composition	Motor(Air Cylinder 1ea), Rail Unit, Each Sensor, Feed device	
	Weight	About100kg~	
Middle Post	Composition	Weight, Sensor	
	Weight	Approximately 50kg~	

Examples of building and composing RPSD

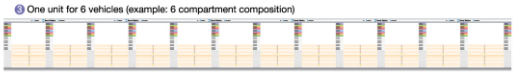
Application Flexible installation dependent on the target station's situations

❶ One unit for 1 vehicle (example: 6 vehicle composition, composed to the unit of 1 vehicle unit)

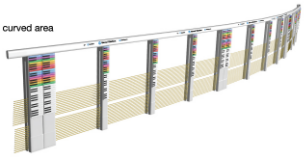
❷ One unit for 2 vehicles (example: compose into two compartment unit concerning of 6 compartments)



❸ One unit for 6 vehicles (example: 6 compartment composition)



❹ Case of installation at curved area



The Korea Transport Institute
315 Goyangtaero, Ilsanseo-gu, Goyang-si,
Gyeonggi-do, 411-701, Korea
Tel 82.31.910.3114 Fax 82.31.910.3222
www.rpsd.kr, www.koti.re.kr

SKD HI-TEC CO., LTD
1507-44 Singeum-ri, Okgok-myeon, Gwangyang-city,
Jeonnam, 545-833, Korea
Tel 82.61.772.7941 Fax 82.61.772.7943
www.skdhitec.com

Posco Engineering
9-3 Sunae-dong, Bundang-gu, Seongnam-city,
463-825, Korea
Tel 82.31.738.1571 Fax 82.31.738.0116
www.poscoengineering.com

Daegu Metropolitan Transit Corp.
307 Wolbae-ro, Dalseo-gu, Daegu-city,
704-808, Korea
Tel 82.53.643.2114 Fax 82.53.640.2189
www.dtro.or.kr

TAESUNG CO., LTD
1166-93 Boksaeng-ri, Yangmok-myeon, Chilgok-gun,
Gyeongbuk-Do, 718-814, Korea
Tel 82.54.975.5775 Fax 82.54.975.0485
www.taesunge.com

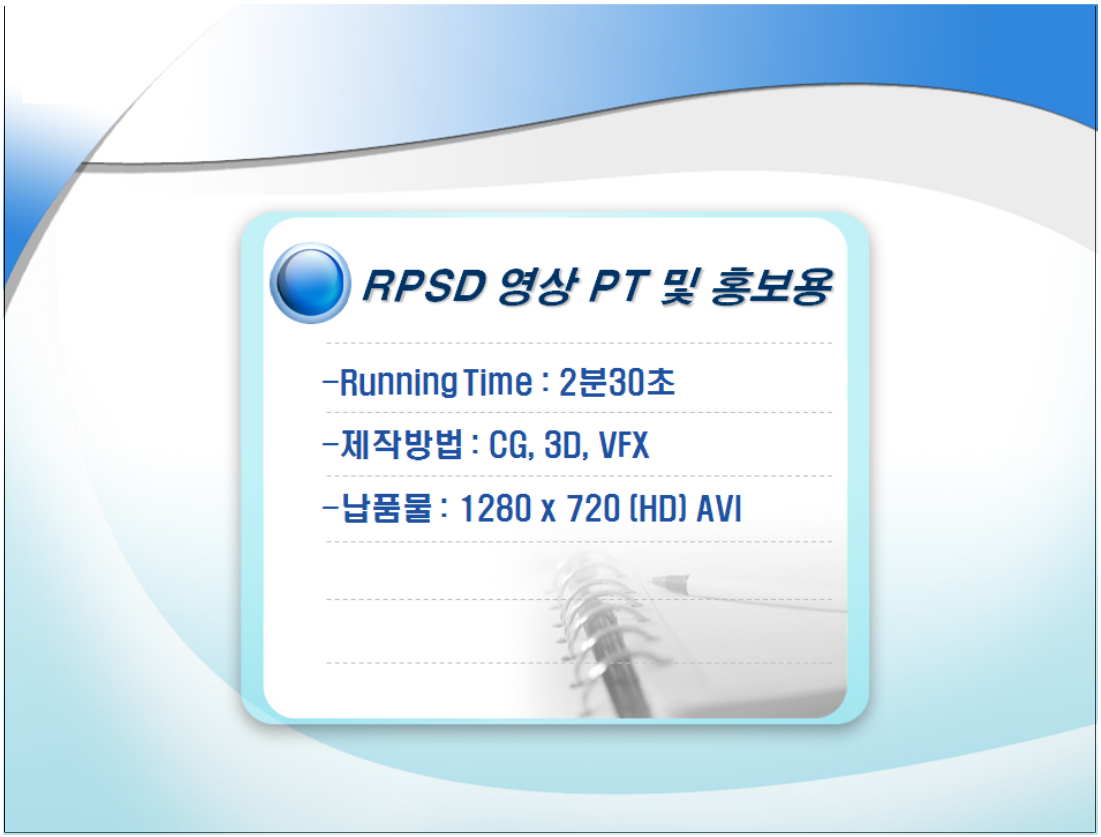
All copyrights are reserved by KOTI

6. RPSD 홍보동영상

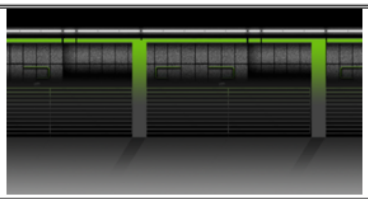
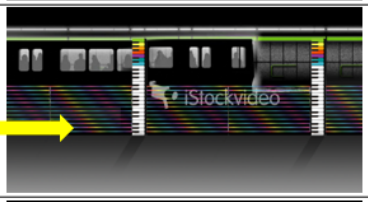
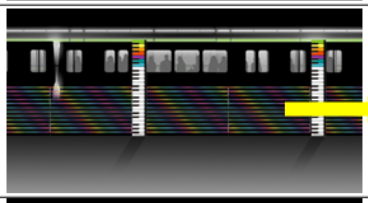
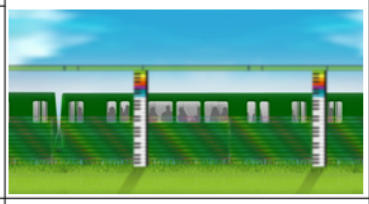
6-1 RPSD 홍보동영상 개발범위

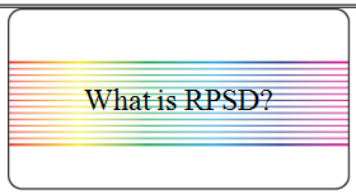
분류	개발항목	내용
동영상	RPSD 소개 홍보물	승객 안전사고 방재시스템 홍보영상
	Running Time	4분 30초 내외
	제작방법	CG, 3D, VFX
	납품물	1280 x 720 (HD) AVI
	내용 (상세내용 스토리보드 참조)	Introduction RPSD란 RPSD의 필요성(특장점) RPSD 설치실적 RPSD 타분야 응용 Ending
기타	개발언어 (영문)	나레이션 : 영문 내용문안 : 영문

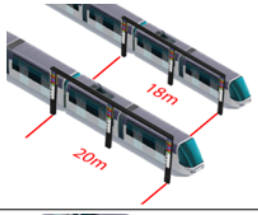
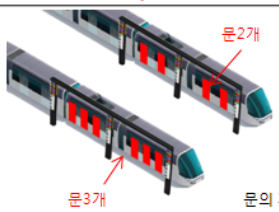
6-2 RPSD 홍보동영상 Story Board

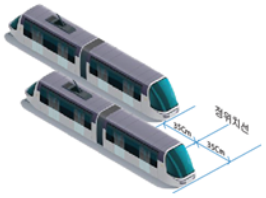
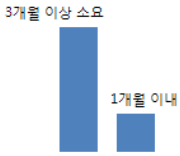
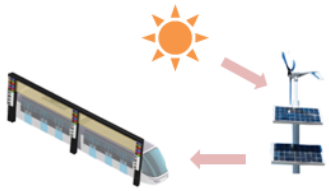

RPSD 영상 PT 및 홍보용
-Running Time : 2분30초
-제작방법 : CG, 3D, VFX
-납품물 : 1280 x 720 (HD) AVI

INTRO

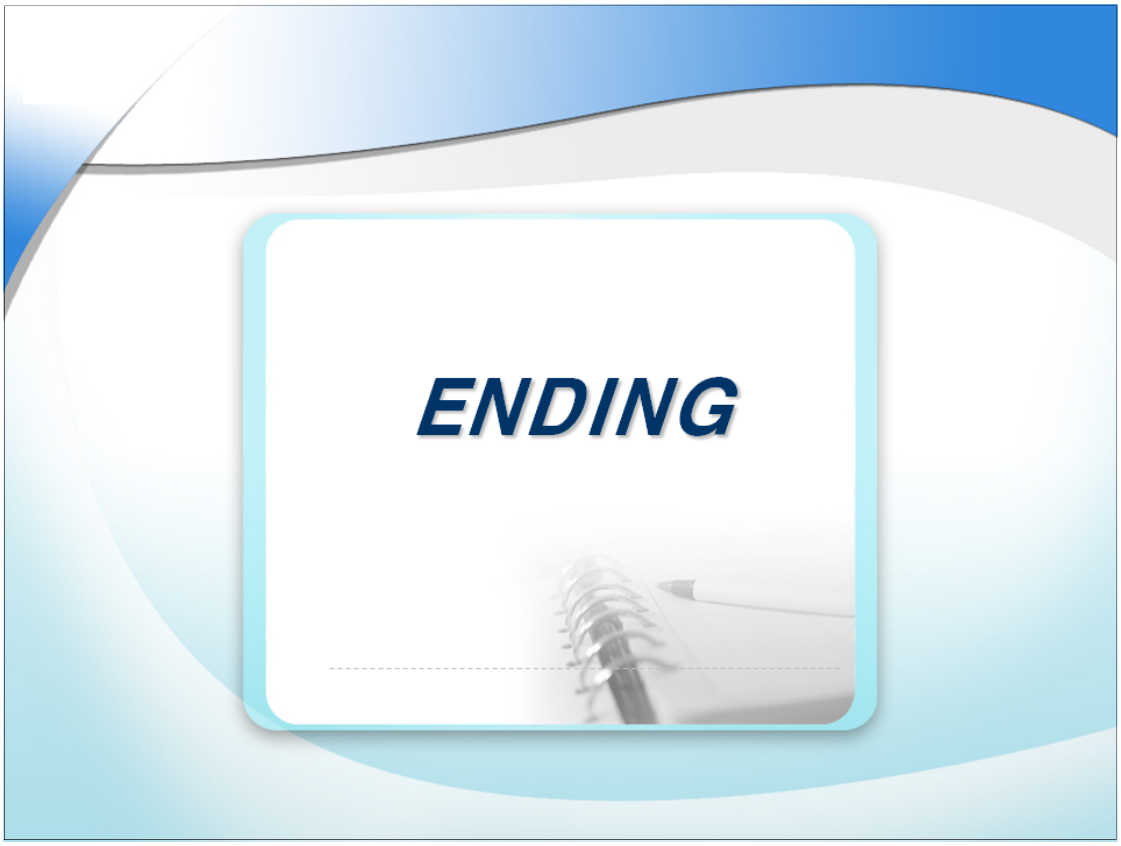
Cut	화면구성	내 용		Time
		Video	Audio	
1		3D + CG RPSD 플랫폼 이미지	Sound) 기차가 움직이는 효과음 소리	3초
2		3D + CG 기차가RPSD 플랫폼에 들어오는 애니메이션 (칼라는 그린 톤으로 처리 예정)		2초
3	 		Sound) 효과음	2초
4		3D + CG 기차가 모두 지나가면 RPSD텍스트로 장면 전환되면서 로고 애니메이션		1초

Cut	화면구성	내 용		Time
		Video	Audio	
1		인트로 이후 본문 컨텐츠 첫 번째 내용 로프들의 백그라운드 이후 첫 제목 what is RPSD 가 에니메이션 화 되어 나온다		
2		*배경은 실사 스틸 컷 열차 및 사람 실루엣은 3D 애니메이션 합성처리	100% 국내 기술로 개발된 RPSD는 어떠한 장소에도 설치가 가능합니다.	
3		사람들이 모여있는 역사에 스크린도어가 내려져있고 열차가 들어온다. 사람들의 움직임 동작 최소화.(실루엣 처리) 열차가 들어오고 스크린도어가 내려가며 열차가 출발하면서 Zoom out 화면이 점점 멀어진다.`	로프의 장력을 이용한 승객안전사고 예방장치로서	
4			친환경 녹색에너지를 활용한 안전장치입니다.	

Cut	화면구성	내 용		Time
		Video	Audio	
9		Main Post의 작동이 3d 화면으로 전환되어 구조적인 장치의 가동을 설명해준다.		
10		로프들의 백그라운드 이후 첫 제목 why needs RPSD 가 애니메이션 화 되어 나온다		
11	 열차의 길이	두 대의 다른 길이의 열차를 비교해 주면서 열차의 길이가 달라도 RPSD의 작동에 이상이 없음을 보여준다.	기존 승강장 스크린도어는 열차 규격변화에 대응이 불가능합니다.	
12	 문의 개수, 위치	각각 다른 수의 도어가 있는 열차의 칸을 비교해 주면서 열차 칸의 도어수가 달라도 RPSD의 작동에 이상이 없음을 보여준다.	그러나 RPSD는 모든 승강장, 어떠한 열차 차종에도 대응 가능한 유일한 승강장 안전장치입니다.	

Cut	화면구성	내 용		Time
		Video	Audio	
13		항상 정 위치에만 정차를 해야 하는 현재 PSD와 비교를 하며 정 위치선을 반드시 지키지 않아도 승 하차에 지장이 없음을 보여준다.	또한, 정 위치 정차범위에 관계없이 유연한 운영이 가능합니다	
14		현금 지폐가 허리띠에 의해 졸라짐을 표현하여 기존 PSD보다 비용 절감되는 이미지를 표현해 준다.	RPSD는 구성이 간단하고, 시공성과 유지보수가 편리하여 설치 및 유지보수 비용이 절감되며	
15		애니메이션 되는 그래프를 표현 기존 PSD보다 짧은 시간 안에 완공될 수 있는 점을 표현해준다.	바닥공사 물량을 최소화하는 신공법으로 설치기간이 단축됩니다	
16		태양광에 의한 충전으로 열차가 작동됨을 애니메이션화하여 자연친화적인 설비 환경을 강조한다.	RPSD의 친환경 상하개폐 메카니즘은 맑은 공기와 함께 회생에너지를 드립니다	

Cut	화면구성	내 용		Time
		Video	Audio	
5		위에서 아래로 스크린 도어가 내려올 때 손을 넣는 모습을 보여준다. 손이 닿으면 센서가 작동하여 스크린 도어가 멈춘다.	RPSD는 로프의 장력을 이용한 상하구동방식의 Safe door로서 로프 사이에 손이나 물건 등이 끼는 경우,	
6		위에서 아래로 스크린 도어가 내려올 때 뛰어가 부딪히는 모습을 보여준다. 성인이 부딪쳐도 스크린 도어에 이상이 없음을 보여준다.	강한 하중이 주어지는 경우,	
7		태풍, 눈보라가 치는 가운데에도 이상없이 작동하는 모습을 보여준다.	태풍, 눈보라 등에도 이상없이 안전하게 작동합니다.	



Cut	화면구성	내 용		Time
		Video	Audio	
17	RPSD 설치실적	제목의 글자들이 애니메이션화 되어 'RPSD설치실적' 을 표현한다.		
18		광주 녹동 역에 설치되어 있는 RPSD를 사진으로 보여준다.	안전하고 쾌적한 승강장안전의 완성 RPSD- 광주 녹동 역 시범설치	
19		일본 신호에 설치되 있는 RPSD를 사진으로 보여준다.	㈜일본신호 RPSD 수출	
20		대구에 설치될 예정인 RPSD를 3D 화면으로 보여준다.	대구 문양 역 설치예정	

Cut	화면구성	내 용		Time
		Video	Audio	
21	타 분야 응용	제목의 글자들이 애니메이션화 되어 '타 분야 응용' 을 표현한다.		
22		버스 승강장에 설치될 수 있음을 표현한다.	세계 최초 100% 국내 기술로 개발된 RPSD는 버스 승강장,	
23		어린이 보호구역에 설치될 수 있음을 표현한다.	어린이 보호구역,	
24		철도 건널목에 설치될 수 있음을 표현한다.	철도 건널목 등.	
25	RPSD 한국교통안전공단 국토해양부 한국건설교통기술평가원	마지막 엔딩 화면으로 처음엔 RPSD 로고가 나오고 협력업체의 로고가 뒤따라 애니메이션 화 되어 나온다. 마지막으로 자연물인 무당벌레가 날아오며 로고에 앉고, eco friendly 라는 문장이 뒤따라 날아와 배치된다.	친환경 안전장치로서 무한한 가능성을 가지고 있습니다.	

제 3 장

RPSD 토목 분야

목 차

Ⅰ. 구조계산서

1. 설계기준---------- 1
2. 단면 가정---------- 2
3. 하중 조건---------- 6
4. Middle Post 상단 경계조건 검토 5
5. 하중재하도 ---------- 5
6. 해석결과 및 부재력 검토----- 9
7. RPSD 구조체와 승강장 접합부 구조 계산 ---------- 31

Ⅱ. 제작사양서

1. 개요---------- 37
2. 기기 사양---------- 37
3. 시공 분야---------- 41

Ⅲ. 시방서

1. 일반사항---------- 45
2. 기술규격 설명서---------- 48
3. 검사 및 시험---------- 50
4. 설치 및 시공---------- 50
5. 케미컬 앵커볼트 공사-------- 51
6. 시스템 인터페이스---------- 53
7. 유지보수 계획---------- 53

Ⅳ. 안전관리계획서

1. 개요 및 목적---------- 55
2. 안전관리 조직 및 역할----- 57
3. 안전관리 업무 범위-------- 58
4. 안전관리 시스템 구축과 운용- 59
5. 안전점검 계획---------- 62
6. 안전교육 계획---------- 68
7. 안전관리 계획---------- 71
8. 시험 및 시운전 안전관리 방안 87
9. 안전관리비 사용 계획------ 90
10. 재해발생 위험시 조치 및 대응 방법---------- 91

Ⅴ. 도면

Ⅰ. 구조계산서

I. 구조계산서

1. 설계기준

1.1 RPSD 제원

◆ 기둥형식 : MAIN : STEEL I 형강, MIDDLE : STEEL BOX

◆ 기둥높이 : 2550.0 mm

◆ 기둥간격 : 8.928 m

◆ 평면선형 : 직 선

1.2 승강장 제원

◆ 구조 형식 철근 콘크리트 RC구조물, fck=24kN/m, fy=400kN/m

◆ 섬심 승강장 (1면 2선L= 150.6 m, B=11.060m

◆ 승강장 슬래브 : 200.0 mm , 배근 : H19@150

◆ 벽 체 : 200.0 mm , 배근 : H19@150

◆ 중간 기둥 : HxB = 800x500 , 배근 : H25, 12ea

◆ 중앙 거더 : HxB = 400x500 , 배근 : 상부 H32, 5ea 하부 H25,5ea

1.3 사용재료

◆ 강재

탄성계수	Es =	210000	MPa
단위 중량	γs =	77.0	kN/m³
- SM490			
항복점 강도	fy =	400	Mpa
장기 허용응력도	fy =	240	Mpa
허용 인장응력	f_{sa} =	160	Mpa
허용 전단응력	f_{sa} =	92	Mpa
- SS400			
항복점 강도	fy =	400	Mpa
장기 허용응력도	fy =	240	Mpa
허용 인장응력	f_{sa} =	160	Mpa
허용 전단응력	f_{sa} =	92	Mpa

◆ 철근콘크리트 RC 구조물

- 콘크리트

설계강도 : f_{ck} = 24 MPa

단위중량 : γ_c = 25 kN/m^3

탄성계수 : E_c = 8500 x (24 + 8) ^ (1/3) = 26986 MPa

- 철 근

항복강도 : f_y = 400 MPa

탄성계수 : E_s = 200000 MPa

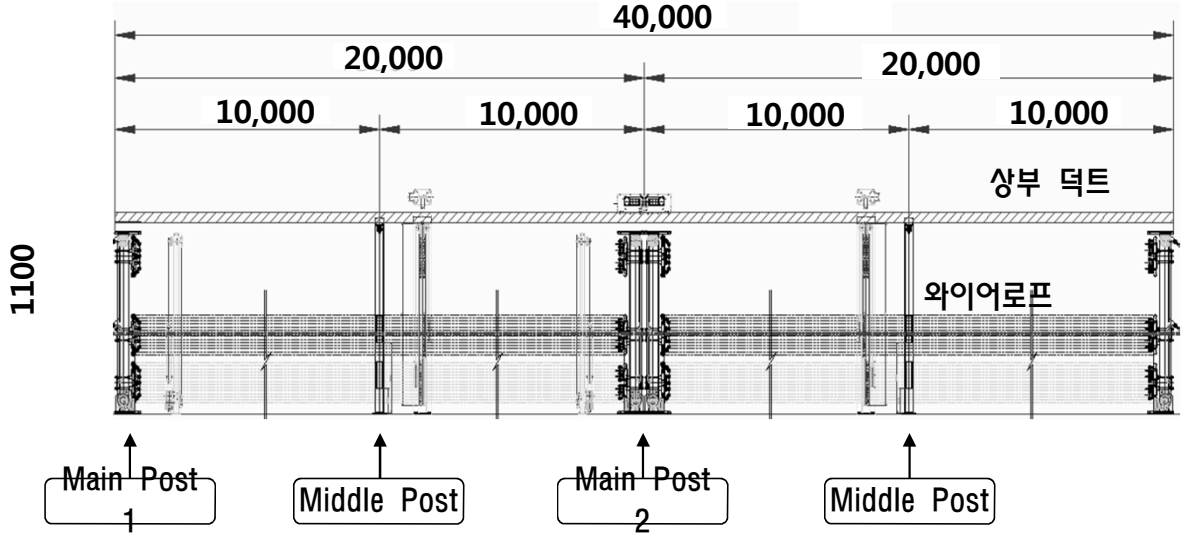
1.4 참고문헌

◆ 한국 건축구조물 설계기준

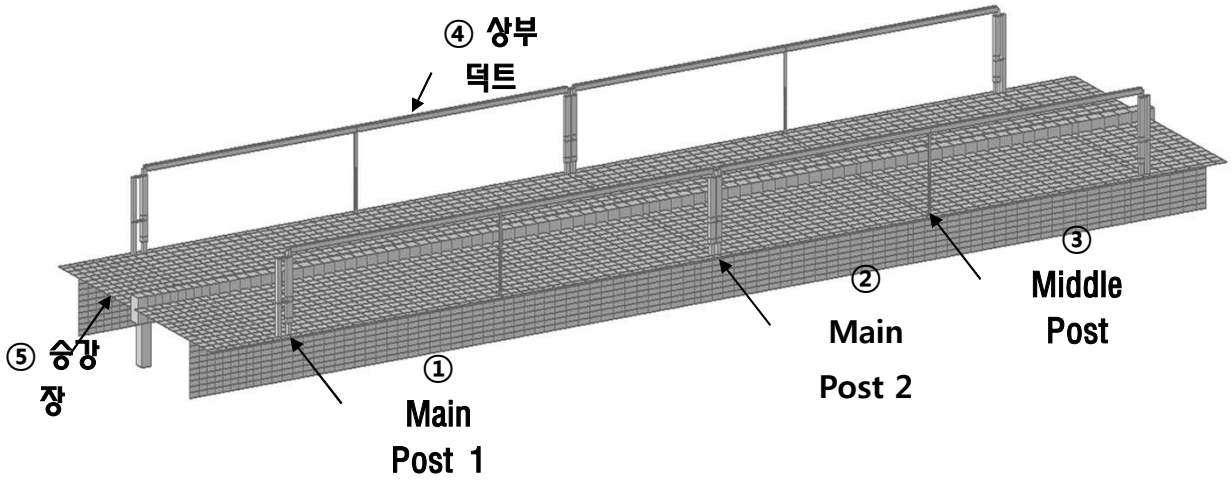
◆ 콘크리트 구조설계기준

2. 단면 가정

2.1 단면 가정



2.2 모델링



2.3 부재 특성

- 승강장

구분	부재폭 (m)	부재두께(m)	단면적(m^2)	단면2차모멘트 (m^2)	비 고
1	1.000	0.200	0.200	0.0006667	슬래브
2	1.000	0.200	0.200	0.0006667	벽 체
3	0.500	0.800	0.400	0.0213333	거더
4	0.40 x 0.40, C.T.C. 7.50m		0.021	0.0002844	기 둥

3. 하중 조건

3.1 하중조건

◆ 고정하중 (DEAD LOAD)
- 부재 자중

◆ 건축 마감 하중
- W = 5.0kN/m^2

◆ 활하중 (LIVE LOAD)

- 군집하중(승강장 상재하중 5.0 kN/m^2 을 등분포 하중으로 승강장에 재하

- 집단하중(인압하중) : 1.0 kN/m 을 등분포 하중을 재하하며, 충격은 고려하지 않는다.

: 승강장 바닥에서 1.1m 높이에 선형하중의 형태로 작용

◆ 풍하중 (Post 커버에 작용하는 하중)
- 풍하중(Wind Load) : WL = 2.7 kN/m^2

◆ 설계방법

승강장 플랫폼 : 강도 설계법 RPSD POST : 허용응력 설계법

3.2 하중산정

1) 고정하중 ---------- case 1

- 강재 자중 : PROGRAM내에서 자동으로 계산(부부재 할증율: 50.00 %적용)
- ROPE 자중 : π/4 x(0.004 ^2) x 12 ea x 8.928 m x 77.0 kN/m^3 = 0.10 kN
  π/4 x (0.008 ^2) x 2 ea x 8.928 m x 77.0 kN/m^3 = 0.07 kN
  0.17 kN

기둥당/상단 로프활차 0.17 kN / 2 ea = 0.086 kN

기둥의 활차 지지점 2개소 0.09 kN / 2 ea = 0.043 kN

- 전력 케이블 자중 0.025 kN/m x 1.2 (여유율) = 0.030 kN/m

2) 로프장력 ---------- case 2

- 로프 장력에 의한 하중(Rope Tension) : RT 1.8 , 0.6 kN/EA
- Main post 부분 : Φ8 1.8 kN/m x 2.0 ea = 3.6 kN
  Φ4 0.6 kN/m x 12.0 ea = 7.2 kN
  10.8 kN / 2 = 5.40 kN
  (상단 rope 활차 2개지점 작용)

3) 건축마감하중 ---------- case 3

- 건축마감 하중 (승강장 상부에 재하) : 5.0 kN/m^2

4) 인압하중 ---------- case 4

- 승강장 바닥에서 1.1m 높이에 등분포하중의 형태로 작용(Crowd Load) : CL = 1.0 kN/m

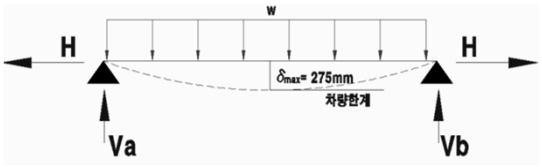
- 로프의 특성을 반영하여 상단ROPE group에서 군중하중을 같이 받는 것으로 가정 14.0 ea

- 전구간 집단하중 작용시

ㅇ Main Post

P(va) = 1.0 kN/m x 8.928 m / 2 = 4.46 kN / 2 = 2.23 kN
(상단 rope 활차 2개지점 작용)

P(H) = 9.964 kN·m / 0.35 m = 28.47 kN / 2 = 14.23 kN
(상단 rope 활차 2개지점 작용)



- cable의 일반정리를 적용하면

{H x δm = (단순보) 휨모멘트}

∴ δm(중앙처짐) = 차량한계까지의 거리 275mm

H x δm(중앙 처짐) = w x l^2 / 8 = 1.0 kN/m x 8.93 ^{2}m / 8 = 9.964 kN·m

ㅇ Middle Post

P(정면) = 1.0 kN/m x 8.928 m = 8.928 kN/m / 14.0 = 0.64 kN
(상단 전 Rope 각각 적용)

5) 군중하중 ---------- case 5

- 군중 하중 (승강장 상부에 재하) : 5.0 kN/m^2

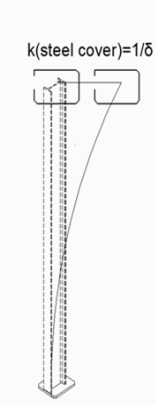
6) 전면에 풍하중 작용시 ---------- case 6

- 메인기둥 : W = 2.7 kN/m^2 x 0.470 m = 1.269 kN/m
- 중앙기둥: W = 2.7 kN/m^2 x 0.400 m = 1.080 kN/m
- 상부부재 : W = 2.7 kN/m^2 x 0.150 m = 0.405 kN/m

7) 측면에 풍하중 작용시 ---------- case 7

- Main post : W = 2.7 kN/m^2 x 0.300 m = 0.810 kN/m
- 중앙기둥 : W = 2.7 kN/m^2 x 0.300 m = 0.810 kN/m
- 상부 : W = 2.7 kN/m^2 x 0.023 m = 0.061 kN

4. middle Post 상단 경계조건 검토



*지점부 스프링계수 산정

- 주 하중은 Main Post에서 지지하며, Main Post 처짐 발생시 $k = \frac{1}{\delta}$ $\delta = \frac{p \cdot l^3}{3 E I}$
  Post 상단에서 강결되어 있는 Post의 커버의 지지력을 반

단면제원 (ㅁ- 160 x 65 x 5 x 5) A = 2.88E-03 m^2

Ix= 2.30E-05 m^4 Iy= 1.64E-05 m^4

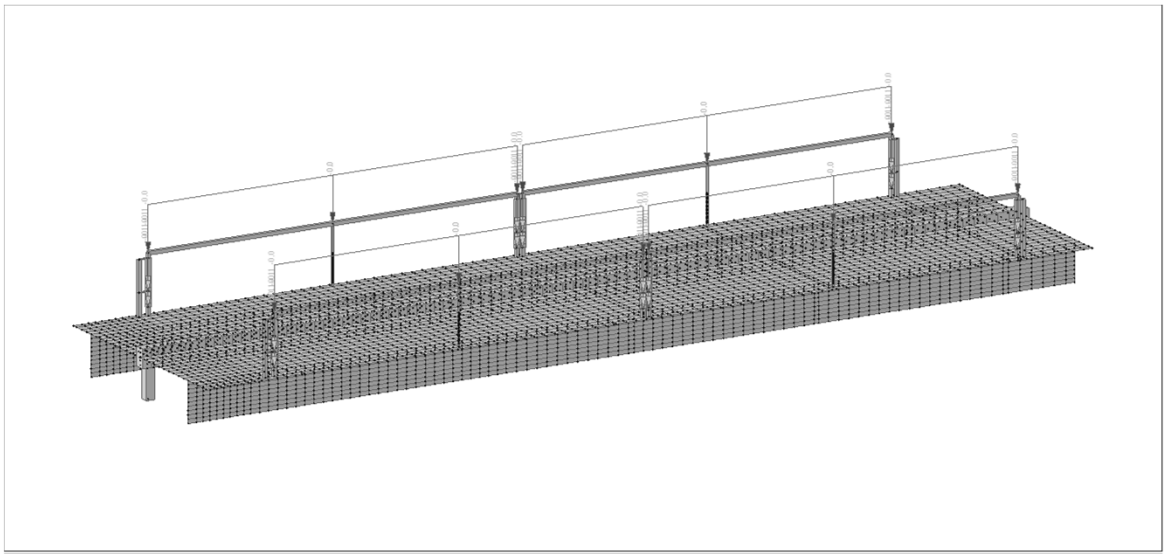
$$\delta x = \frac{p \cdot l^3}{3 E Iy} = \frac{1\ kN \times (2.55\ m)^3}{3 \times 210{,}000 \times 10^3\ kN/m^2 \times 1.64E\text{-}05\ m^4} = 0.0016025\ m$$

$$\delta y = \frac{p \cdot l^3}{3 E Ix} = \frac{1\ kN \times (2.55\ m)^3}{3 \times 210{,}000 \times 10^3\ kN/m^2 \times 2.30E\text{-}05\ m^4} = 0.0011442\ m$$

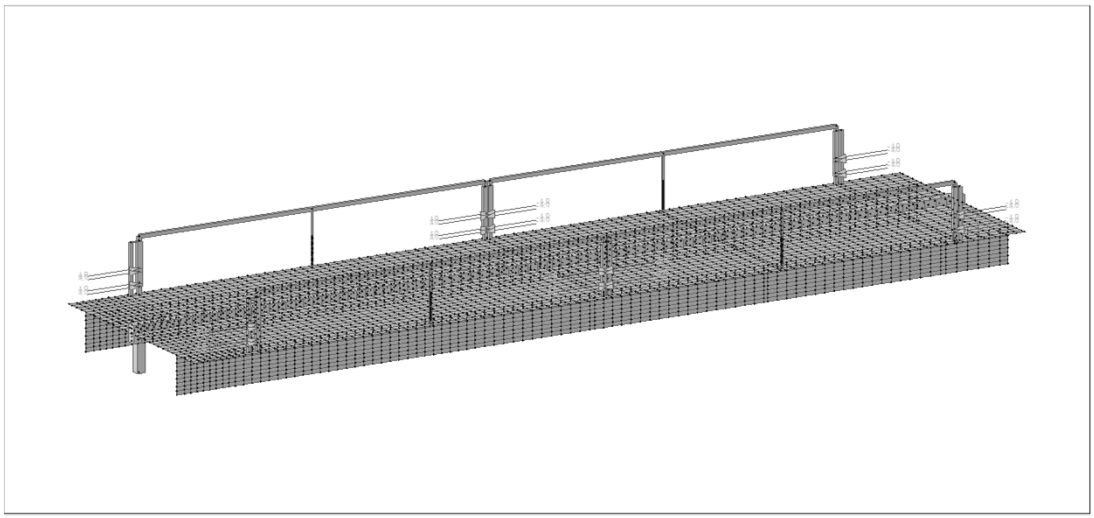
$$kx = \frac{1}{\delta x} = \frac{1}{0.0016025} = \mathbf{624.03}\ kN/m, \quad ky = \frac{1}{\delta y} = \frac{1}{0.0011442} = \mathbf{874.00}\ kN/m$$

5. 하중 재하도

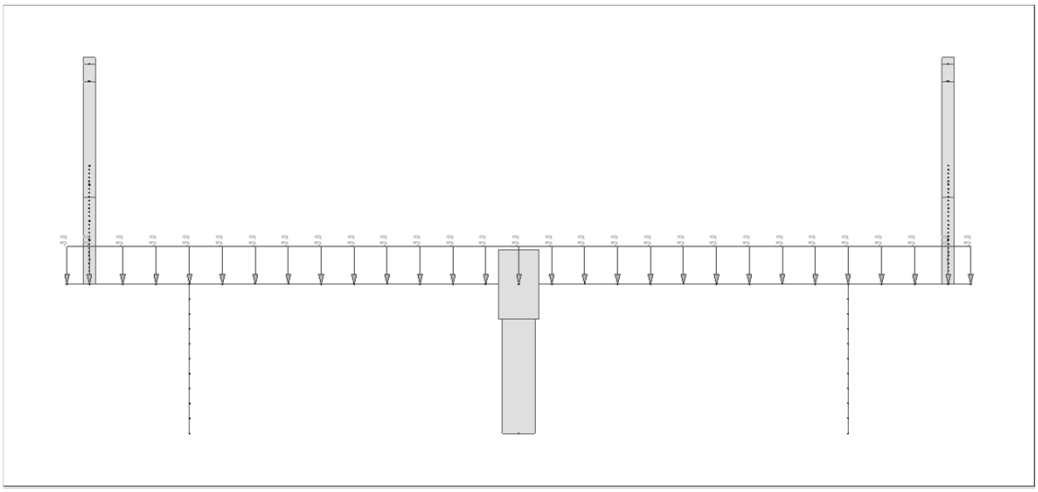
5.1 case - 1 (사하중_자중포함)



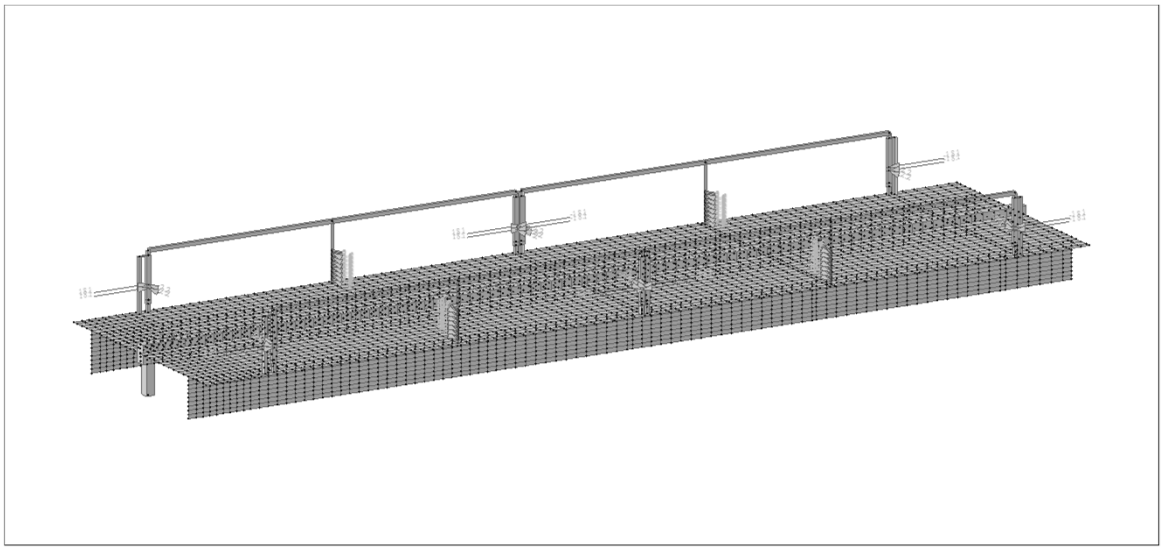
5.2 case - 2 (로프 장력)



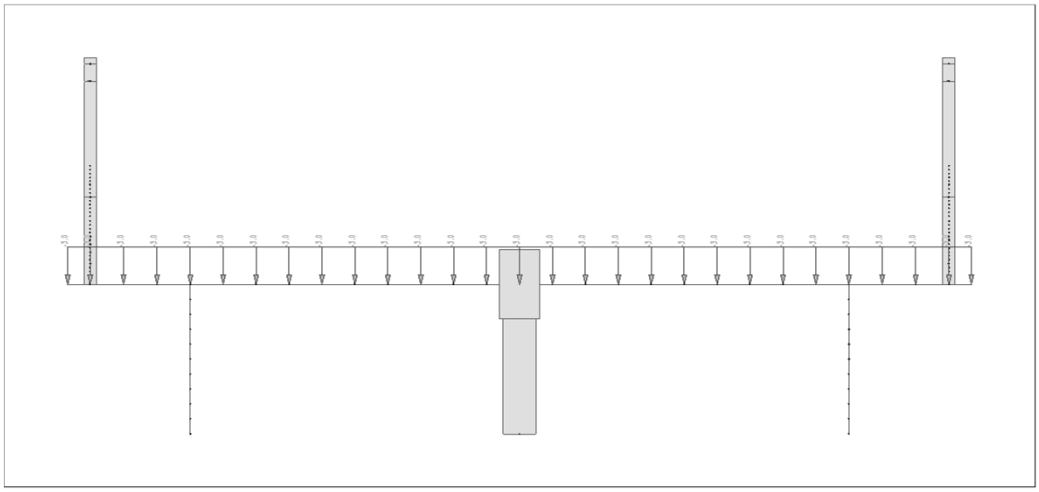
5.3 case - 3 (건축마감하중)



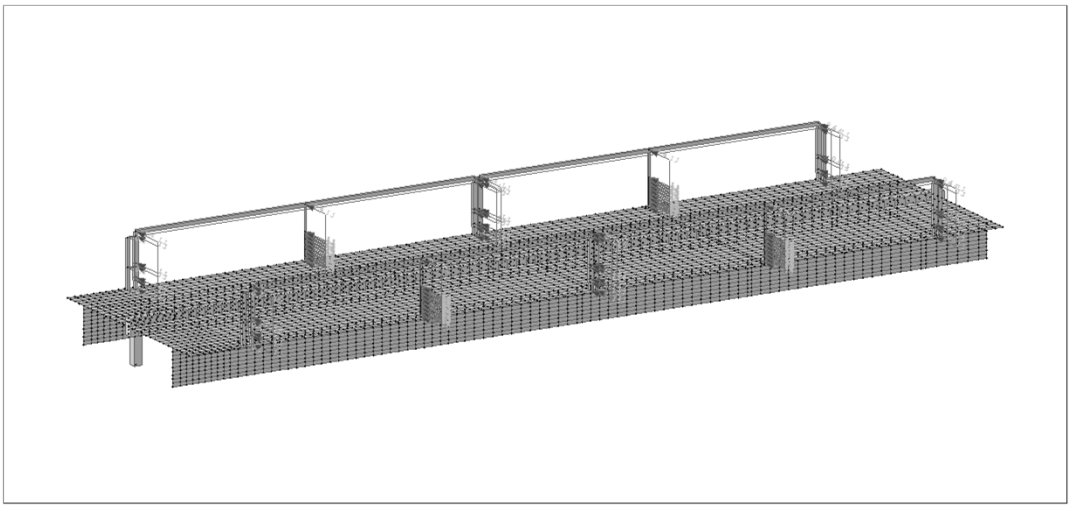
5.4 case - 4 (인압하중)



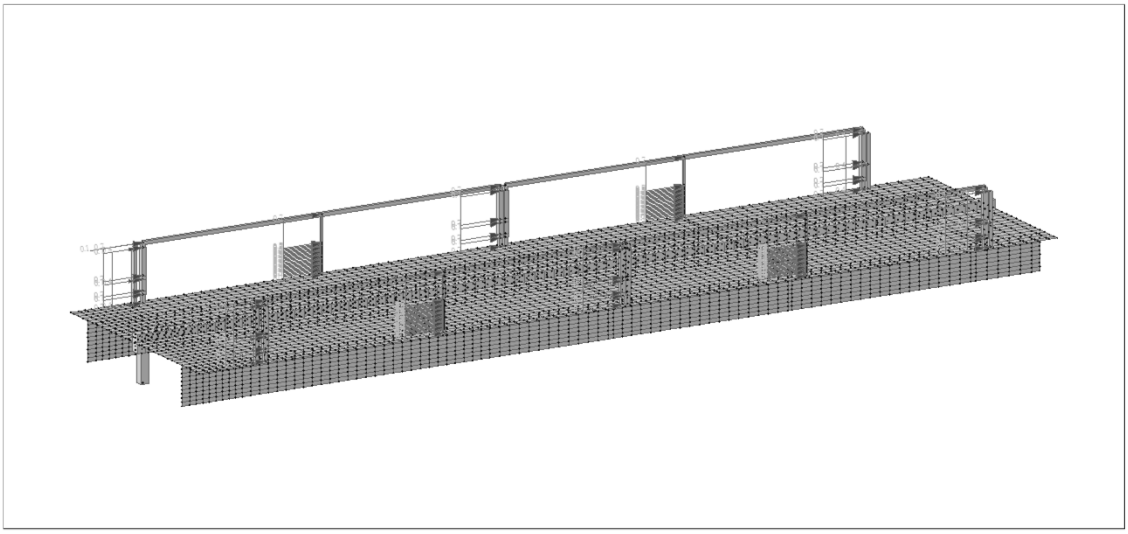
5.5 case - 5 (군중하중)



5.6 case - 6 (풍하중- 전면)



5.7 case - 7 (풍하중- 측면)



5.8 하중 조합

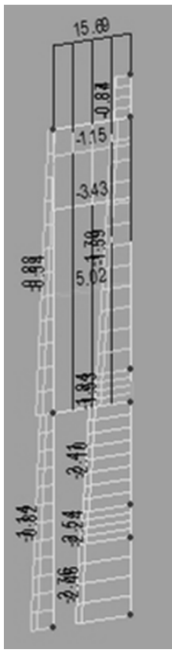
구분		고 정 하 중			활하중		풍하중	
		사하중	rope 텐션	건축마감	인압하중	군집하중	전면	측면
		Case-1	Case-2	Case-3	Case-4	Case-5	Case-6	Case-7
계수하중조합	comb 1	1.4	1.4	1.4	2	2	-	-
	comb 2	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	-	-
	comb 3	1.7	1.7	1.7	-	1.7	-	-
	comb 4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	0.75	-
	comb 5	1.4	1.4	1.4	-	1.4	0.75	-
	comb 6	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	-	0.75
	comb 7	1.4	1.4	1.4	-	1.4	-	0.75
	comb 8	1.4	1.4	1.4	-	-	0.75	-
	comb 9	1.4	1.4	1.4	-	-	-	0.75
	comb 10	1.2	1.2	1.2	-	-	1.2	-
	comb 11	1.2	1.2	1.2	-	-	-	1.2
사용하중조합	comb 12	1	1	1	1	1	-	-
	comb 13	1	1	1	-	1	-	-
	comb 14	1	1	1	-	1	1	-
	comb 15	1	1	1	-	1	-	1
	comb 16	1	1	1	1	1	1	-
	comb 17	1	1	1	1	1	-	1
	comb 18	1	1	1	-	1	1	-
	comb 19	1	1	1	-	1	-	1
	comb 20	1	1	1	-	-	1	-
	comb 21	1	1	1	-	-	-	1

6. 해석결과 및 부재력 검토

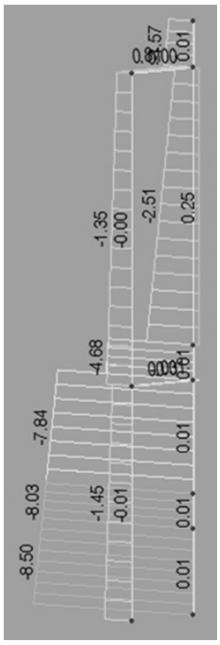
6.1 해석결과

		축방향	정면	측면	비틀림	측면	정면	
구 분		Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	결과
끝단 Main Post	지점부	2.76	8.50	27.96	0.10	13.06	9.93	OK!!
	중앙부	2.55	8..03	22.26	0.10	11.18	6.87	OK!!
중간 Main Post	지점부	2.54	9.06	7.83	0.00	3.01	11.55	OK!!
	중앙부	2.32	8.59	7.06	0.00	2.60	8.28	OK!!
Middle Post		1.79	16.26	1.29	0.00	0.75	7.56	OK!!
상부 수평부재	지점부	12.05	2.28	0.75	0.00	1.35	4.14	OK!!
	중앙부	12.05	0.00	0.00	0.00	0.58	2.02	OK!!

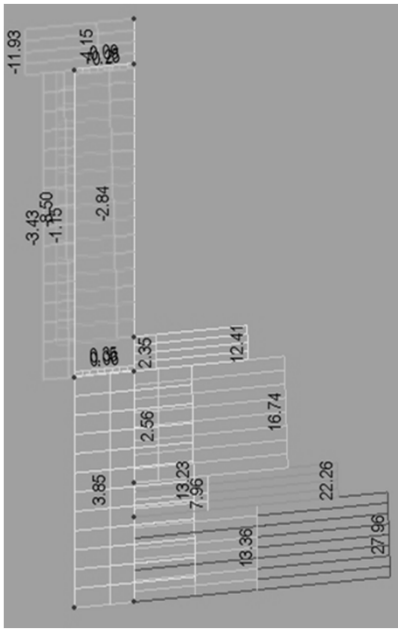
1) 끝단 Main post



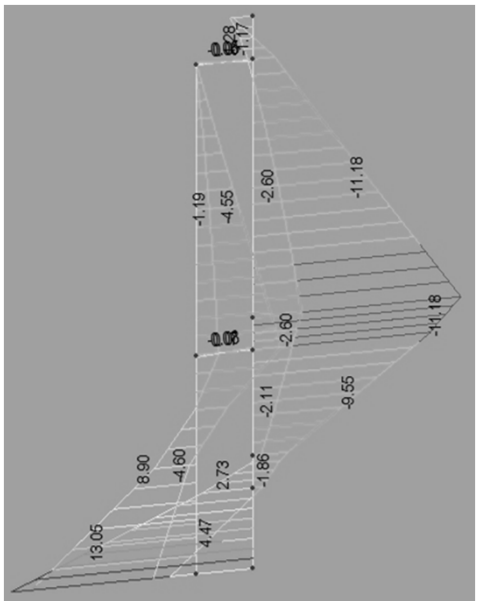
<Fx>



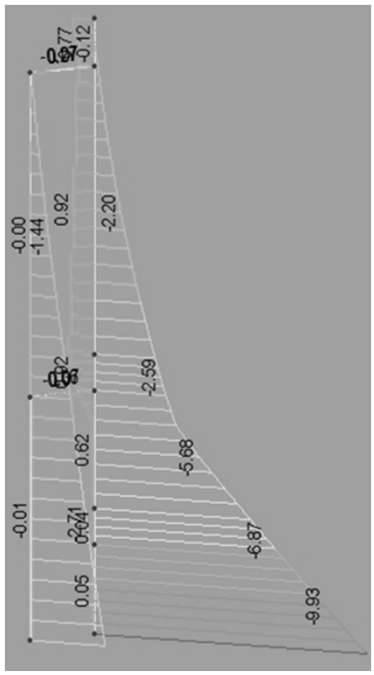
<Fy>



<Fz>

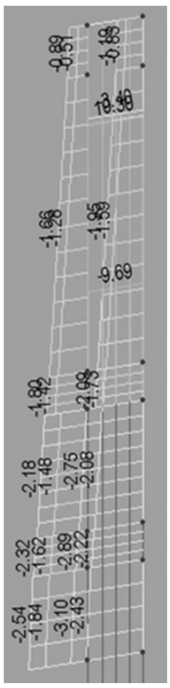


<My>

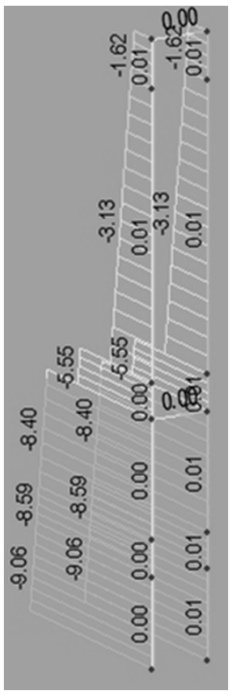


<Mz>

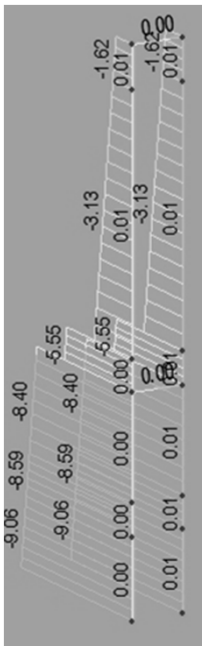
2) 중간 Main post



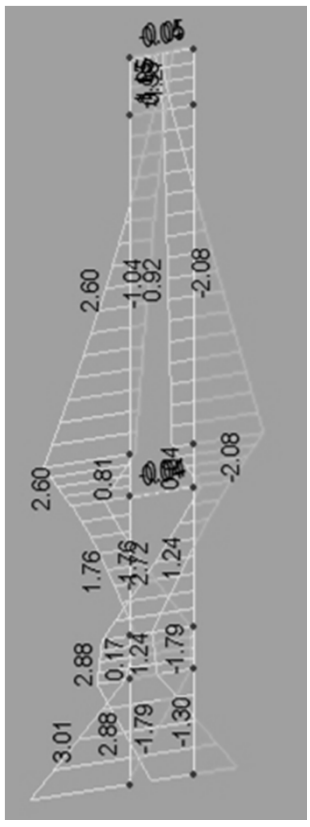
<Fx>



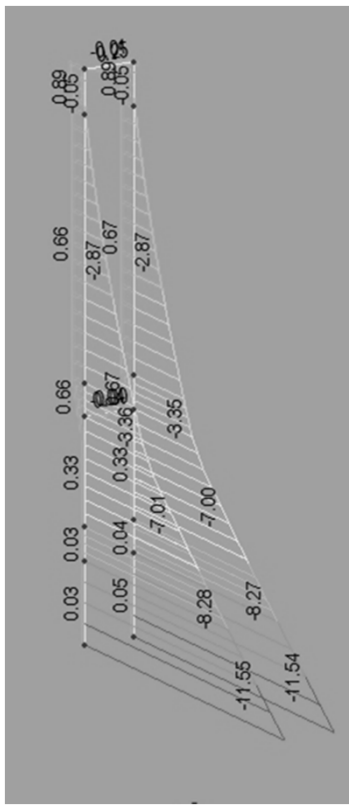
<Fy>



<Fz>

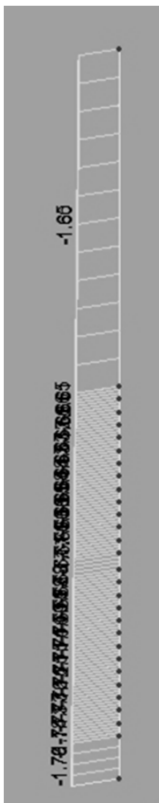


<My>

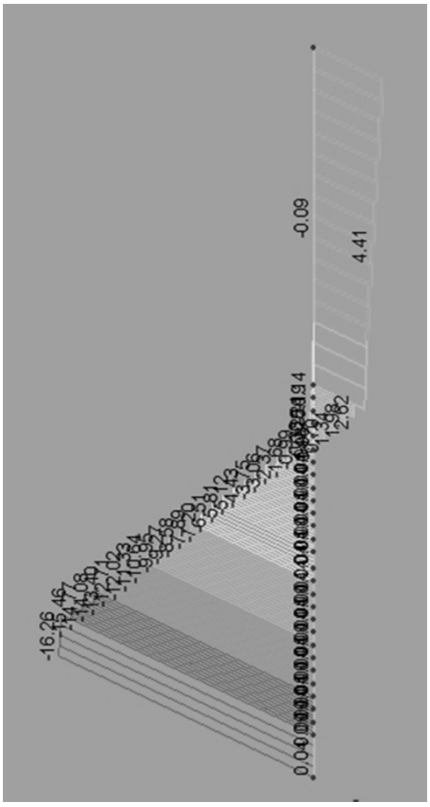


<Mz>

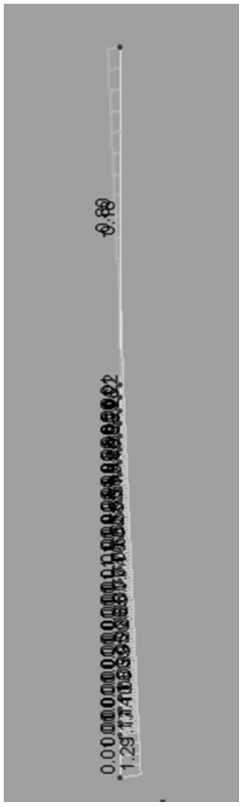
3) Middle post



<Fx>

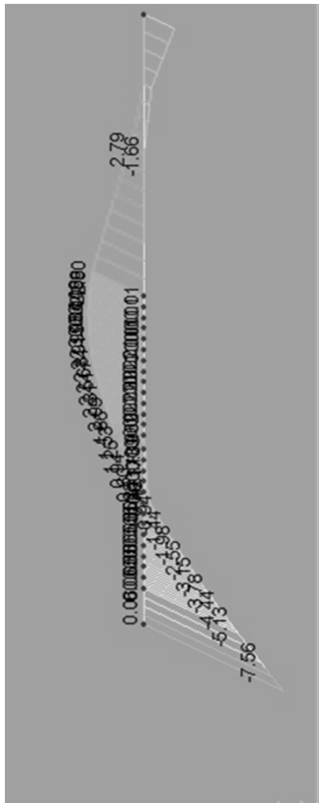


<Fy>



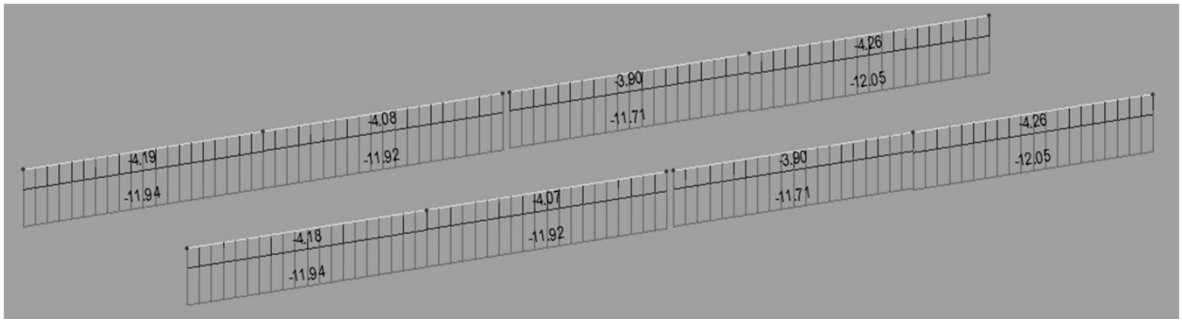
<Fz>

<My>

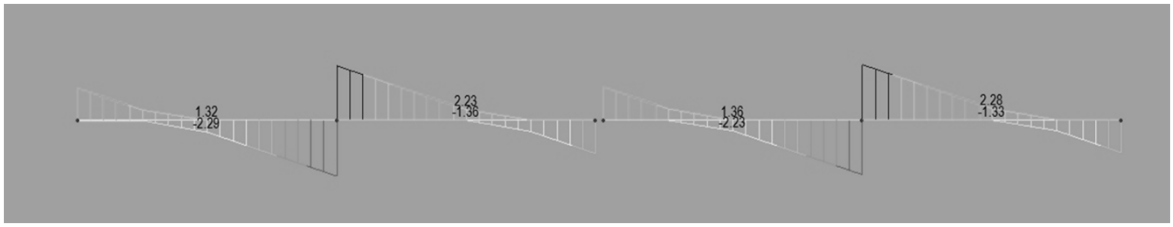


<Mz>

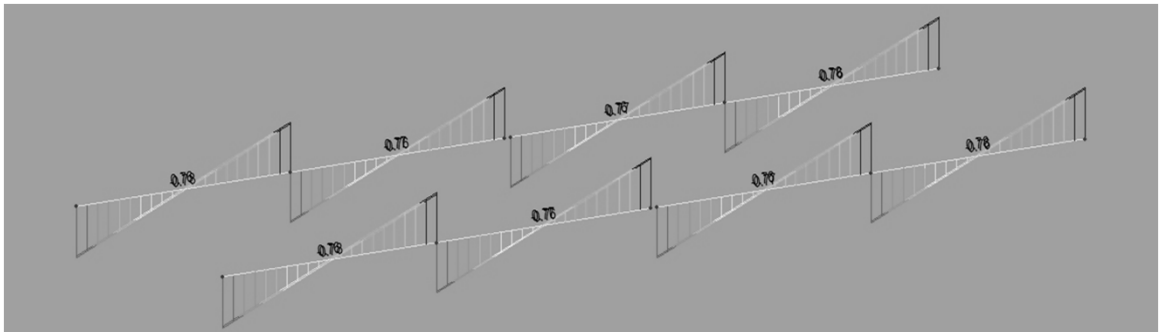
4) 상부 부재(Upper)



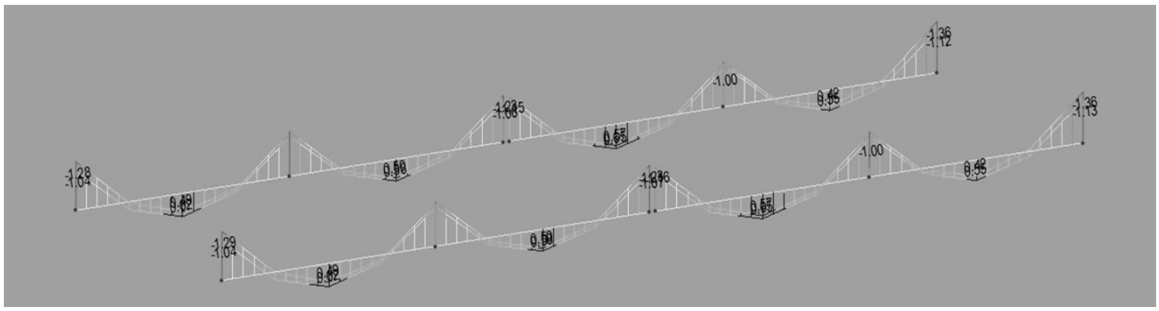
<Fx>



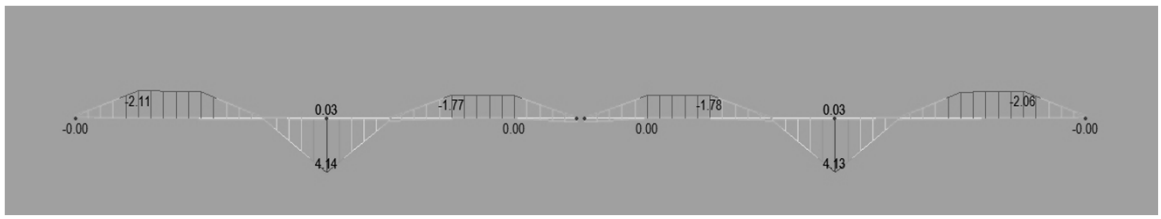
<Fy>



<Fz>



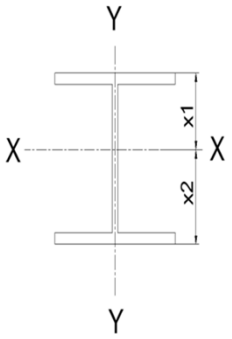
<My>



<Mz>

6.2 RPSD 부재력 검토

1) 끝단메인기둥 - 지점부



단면제원 (H- 150 x 150 x 7 x 10) - 기본 강재

A = 4.01E-03 m^2 Aw = 0.00091 m^2

x1 = 0.075 m x2 = 0.075 m y1 = 0.075 m y2 = 0.075 m

Ix= 1.64E-05 m^4 Iy= 5.63E-06 m^4 Zx1= 2.2E-04 m^3 Zy1= 7.5E-05 m^3

Zx2= 2.2E-04 m^3 Zy2= 7.5E-05 m^3

rx = 0.0639195 m ry = 0.03745118 m

최대 휨모멘트 :	13.06	kN·m (RPSD 수평방향, My)	허용 휨 응력 :	213	Mpa
	9.93	kN·m (RPSD 직각방향, Mz)			
최대 전단력	27.96	kN	허용 전단응력 :	123	Mpa
최대 축방향력 :	2.76	kN·m	허용 압축응력 :	213	Mpa

.

1) 휨응력 검토

$$fbx = \frac{Mmax}{Zx} = \frac{13.06 \times 10^{-3}}{2.2E-04} = 59.73 \text{ MPa} < fba = 213.333 \text{ Mpa}$$ **OK!!**

$$fby = \frac{Mmax}{Zy} = \frac{9.93 \times 10^{-3}}{7.5E-05} = 131.58 \text{ MPa} < fba = 213.333 \text{ Mpa}$$ **OK!!**

2) 압축응력 검토

$$fc = \frac{Pmax}{A} = \frac{2.76 \times 10^{-3}}{0.004014} = 0.69 \text{ MPa} < fba = 213 \text{ Mpa}$$ **OK!!**

3) 합성응력 검토

$$\frac{fc}{fca} + \frac{fbx}{fba\ (1-fc/fcax)} + \frac{fby}{fba\ (1-fc/fcay)} \le 1.0$$

$$\frac{0.69}{213} + \frac{59.73}{213.33\ (1-\ 0.69\ /\ 6077.9\ )} + \frac{131.58}{213.33\ (1-\ 0.69\ /\ 2086.5\ )} = 0.900 < 1.0$$

OK!!

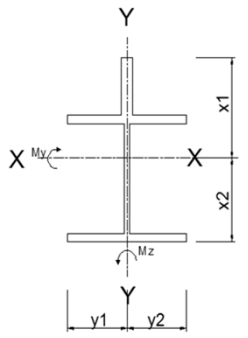
$$(fcax = \frac{18 \times 10^5}{(L/rx)^2} = \frac{18 \times 10^5}{(\ 1.1\ /\ 0.06392\ )^2} = 6077.9 \text{ MPa})$$

$$(fcay = \frac{18 \times 10^5}{(L/ry^2} = \frac{18 \times 10^5}{(\ 1.1\ /\ 0.03745\ )^2} = 2086.5 \text{ MPa})$$

4) 전단응력 검토

$$\tau = \frac{Smax}{Aw} = \frac{0.02796}{0.00091} = 30.73 \text{ MPa} < \tau_a = 123.168057 \text{ Mpa}$$ **OK!!**

2) 끝단 메인 기둥 - 중앙부



단면제원 (H- 150 x 150 x 7 x 10) - 기본 강재

A = 4.86E-03 m^2 Aw = 0.00091 m^2

x1 = 0.1217 m x2 = 0.0963 m y1 = 0.075 m y2 = 0.075 m

Ix= 2.55E-05 m^4 Iy= 5.64E-06 m^4 Zx1= 2.1E-04 m^3 Zy1= 7.5E-05 m^3

Zx2= 2.6E-04 m^3 Zy2= 7.5E-05 m^3

rx = 0.0723773 m ry = 0.07237729 m

최대 휨모멘트 :	11.18	kN·m (RPSD 수평방향, My)	허용 휨 응력 :	213	Mpa
	6.87	kN·m (RPSD 직각방향, Mz)			
최대 전단력	22.26	kN	허용 전단응력 :	123	Mpa
최대 축방향력 :	2.55	kN·m	허용 압축응력 :	213	Mpa

.

1) 휨응력 검토

$$fbx = \frac{Mmax}{Zx} = \frac{11.18 \times 10^{-3}}{2.6E-04} = 42.27 \text{ MPa} < fba = 213.333 \text{ Mpa}$$ **OK!!**

$$fby = \frac{Mmax}{Zy} = \frac{6.87 \times 10^{-3}}{7.5E-05} = 91.29 \text{ MPa} < fba = 213.333 \text{ Mpa}$$ **OK!!**

2) 압축응력 검토

$$fc = \frac{Pmax}{A} = \frac{2.55 \times 10^{-3}}{0.00486199} = 0.52 \text{ MPa} < fba = 213 \text{ Mpa}$$ **OK!!**

3) 합성응력 검토

$$\frac{fc}{fca} + \frac{fbx}{fba\,(1-fc/fcax)} + \frac{fby}{fba\,(1-fc/fcay)} \le 1.0$$

$$\frac{0.52}{213} + \frac{42.27}{213.33\,(1-\ 0.52\ /\ 7792.8\ )} + \frac{91.29}{213.33\,(1-\ 0.52\ /\ 7792.8\ )} = 0.629 < 1.0$$

OK!!

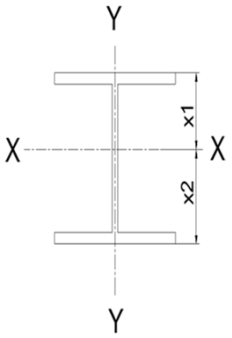
$$(fcax = \frac{18\times10^5}{(L/rx)^2} = \frac{18\times10^5}{(\ 1.1\ /\ 0.07238\ )^2} = 7792.8 \text{ MPa})$$

$$(fcay = \frac{18\times10^5}{(L/ry^2} = \frac{18\times10^5}{(\ 1.1\ /\ 0.07238\ )^2} = 7792.8 \text{ MPa})$$

4) 전단응력 검토

$$\tau = \frac{Smax}{Aw} = \frac{0.02226}{0.00091} = 24.46 \text{ MPa} < \tau_a = 123.168057 \text{ Mpa}$$ **OK!!**

3) 중앙 메인 기둥 - 지점부



단면제원 (H- 150 x 150 x 7 x 10) - 기본 강재

A = 4.01E-03 m^2 Aw = 0.00091 m^2

x1 = 0.075 m x2 = 0.075 m y1 = 0.075 m y2 = 0.075 m

Ix= 1.64E-05 m^4 Iy= 5.63E-06 m^4 Zx1= 2.2E-04 m^3 Zy1= 7.5E-05 m^3

Zx2= 2.2E-04 m^3 Zy2= 7.5E-05 m^3

rx = 0.0639195 m ry = 0.03745118 m

최대 휨모멘트 :	3.01	kN·m (RPSD 수평방향, My)	허용 휨 응력 :	213	Mpa
	11.55	kN·m (RPSD 직각방향, Mz)			
최대 전단력	7.83	kN	허용 전단응력 :	123	Mpa
최대 축방향력 :	2.32	kN·m	허용 압축응력 :	213	Mpa

.

1) 휨응력 검토

$$fbx = \frac{Mmax}{Zx} = \frac{3.01 \times 10^{-3}}{2.2E-04} = 13.77 \text{ MPa} < fba = 213.333 \text{ Mpa}$$ **OK!!**

$$fby = \frac{Mmax}{Zy} = \frac{11.55 \times 10^{-3}}{7.5E-05} = 153.04 \text{ MPa} < fba = 213.333 \text{ Mpa}$$ **OK!!**

2) 압축응력 검토

$$fc = \frac{Pmax}{A} = \frac{2.32 \times 10^{-3}}{0.004014} = 0.58 \text{ MPa} < fba = 213 \text{ Mpa}$$ **OK!!**

3) 합성응력 검토

$$\frac{fc}{fca} + \frac{fbx}{fba\,(1-fc/fcax)} + \frac{fby}{fba\,(1-fc/fcay)} \le 1.0$$

$$\frac{0.58}{213} + \frac{13.77}{213.33\,(1-\ 0.58\ /\ 6077.9\ )} + \frac{153.04}{213.33\ (1-\ 0.58\ /\ 2086.5\ )} = 0.785 < 1.0$$

OK!!

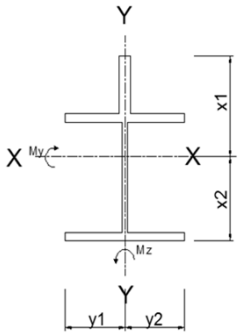
$$(fcax = \frac{18\times10^5}{(L/rx)^2} = \frac{18\times10^5}{(\ 1.1\ /\ 0.06392\ )^2} = 6077.9 \text{ MPa})$$

$$(fcay = \frac{18\times10^5}{(L/ry^2} = \frac{18\times10^5}{(\ 1.1\ /\ 0.03745\ )^2} = 2086.5 \text{ MPa})$$

4) 전단응력 검토

$$\tau = \frac{Smax}{Aw} = \frac{0.00783}{0.00091} = 8.60 \text{ MPa} < \tau_a = 123.168057 \text{ Mpa}$$ **OK!!**

4) 중앙 메인 기둥 - 중앙부



단면제원 (H- 150 x 150 x 7 x 10) - 기본 강재

A = 4.86E-03 m^2 Aw = 0.00091 m^2

x1 = 0.1217 m x2 = 0.0963 m y1 = 0.075 m y2 = 0.075 m

Ix= 2.55E-05 m^4 Iy= 5.64E-06 m^4 Zx1= 2.1E-04 m^3 Zy1= 7.5E-05 m^3

Zx2= 2.6E-04 m^3 Zy2= 7.5E-05 m^3

rx = 0.0723773 m ry = 0.07237729 m

최대 휨모멘트 :	2.60	kN·m (RPSD 수평방향, My)	허용 휨 응력 :	213	Mpa
	8.28	kN·m (RPSD 직각방향, Mz)			
최대 전단력	7.06	kN	허용 전단응력 :	123	Mpa
최대 축방향력 :	2.32	kN·m	허용 압축응력 :	213	Mpa

.

1) 휨응력 검토

$$fbx = \frac{Mmax}{Zx} = \frac{2.6 \times 10^{-3}}{2.6E\text{-}04} = 9.83 \text{ MPa} < fba = 213.333 \text{ Mpa}$$ **OK!!**

$$fby = \frac{Mmax}{Zy} = \frac{8.28 \times 10^{-3}}{7.5E\text{-}05} = 110.02 \text{ MPa} < fba = 213.333 \text{ Mpa}$$ **OK!!**

2) 압축응력 검토

$$fc = \frac{Pmax}{A} = \frac{2.32 \times 10^{-3}}{0.00486199} = 0.48 \text{ MPa} < fba = 213 \text{ Mpa}$$ **OK!!**

3) 합성응력 검토

$$\frac{fc}{fca} + \frac{fbx}{fba\,(1-fc/fcax)} + \frac{fby}{fba\,(1-fc/fcay)} \le 1.0$$

$$\frac{0.48}{213} + \frac{9.83}{213.33\,(1-\ 0.48\ /\ 7792.8\ )} + \frac{110.02}{213.33\ (1-\ 0.48\ /\ 7792.8\ )} = 0.564 < 1.0$$

OK!!

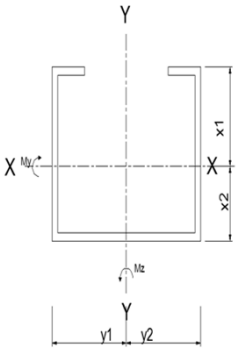
$$(fcax = \frac{18\times10^5}{(L/rx)^2} = \frac{18\times10^5}{(\ 1.1\ /\ 0.07238\ )^2} = 7792.8 \text{ MPa})$$

$$(fcay = \frac{18\times10^5}{(L/ry^2} = \frac{18\times10^5}{(\ 1.1\ /\ 0.07238\ )^2} = 7792.8 \text{ MPa})$$

4) 전단응력 검토

$$\tau = \frac{Smax}{Aw} = \frac{0.00706}{0.00091} = 7.76 \text{ MPa} < \tau_a = 123.168057 \text{ Mpa}$$ **OK!!**

5) 중앙 보조 기둥



단면제원 (ㅁ- 160 x 65 x 6 x 6)

A = 2.02E-03 m^2 Aw = 0.000888 m^2

x1 = 0.0404 m x2 = 0.0246 m y1 = 0.08 m y2 = 0.08 m

Ix= 1.23E-06 m^4 Iy= 7.50E-06 m^4 Zx1= 3.0E-05 m^3 Zy1= 9.4E-05 m^3

Zx2= 5.0E-05 m^3 Zy2= 9.4E-05 m^3

rx = 0.0246814 m ry = 0.06101103 m

최대 휨모멘트 :	0.75	kN·m (RPSD 수평방향, My)	허용 휨 응력 :	213	Mpa
	7.56	kN·m (RPSD 직각방향, Mz)			
최대 전단력	16.26	kN	허용 전단응력 :	123	Mpa
최대 축방향력 :	1.79	kN·m	허용 압축응력 :	213	Mpa

1) 휨응력 검토

$$fbx = \frac{Mmax}{Zx} = \frac{7.56 \times 10^{-3}}{4.99E-05} = 151.44 \text{ MPa} < fba = 213.333 \text{ Mpa}$$ OK!!

$$fby = \frac{Mmax}{Zy} = \frac{0.75 \times 10^{-3}}{9.38E-05} = 8.00 \text{ MPa} < fba = 213.333 \text{ Mpa}$$ OK!!

2) 압축응력 검토

$$fc = \frac{Pmax}{A} = \frac{1.79 \times 10^{-3}}{2.02E-03} = 0.89 \text{ MPa} < fba = 213 \text{ Mpa}$$ OK!!

3) 합성응력 검토

$$\frac{fc}{fca} + \frac{fbx}{fba\,(1-fc/fcax)} + \frac{fby}{fba\,(1-fc/fcay)} \le 1.0$$

OK!!

$$\frac{0.89}{213} + \frac{151.44}{213.33\,(1-\ 0.89\ /\ 906.2\ )} + \frac{8.00}{213.33\ (1-\ 0.89\ /\ 5537.4\ )} = 0.752 < 1.0$$

$$(fcax = \frac{18 \times 10^5}{(L/rx)^2} = \frac{18 \times 10^5}{(\ 1.1\ /\ 0.02468\ )^2} = 906.2 \text{ MPa})$$

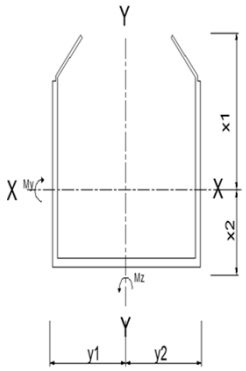
$$(fcay = \frac{18 \times 10^5}{(L/ry)^2} = \frac{18 \times 10^5}{(\ 1.1\ /\ 0.06101\ )^2} = 5537.4 \text{ MPa})$$

4) 전단응력 검토

$$\tau = \frac{Smax}{Aw} = \frac{0.01626}{0.000888} = 18.31 \text{ MPa} < \tau_a = 123.168 \text{ Mpa}$$ OK!!

6) 상부 수평 부재- 지점부

*** 상부부재 지점부**



단면제원 (ㅁ- 150 x 150 x 2.3 x 2.3)

A = 2.30E-03 m^2 Aw = 0.00033442 m^2

x1 = 0.1036 m x2 = 0.046 m y1 = 0.078 m y2 = 0.078 m

Ix= 4.79E-06 m^4 Iy= 9.63E-06 m^4 Zx1= 4.6E-05 m^3 Zy1= 1.2E-04 m^3

Zx2= 1.0E-04 m^3 Zy2= 1.2E-04 m^3

rx = 0.0456224 m ry = 0.06468544 m

최대 휨모멘트 :	1.35	kN·m (수직방향,x-x)	허용 휨 응력 :	160	Mpa
	4.14	kN·m (약축방향,y-y)			
최대 전단력	2.28	kN	허용 전단응력 :	92	Mpa
최대 축방향력 :	12.05	kN·m	허용 압축응력 :	160	Mpa

1) 휨응력 검토

$$fbx = \frac{Mmax}{Zx} = \frac{1.35 \times 10^{-3}}{4.63E\text{-}05} = 29.19 \text{ MPa} < fba = 160 \text{ Mpa} \quad \text{OK!!}$$

$$fby = \frac{Mmax}{Zy} = \frac{4.14 \times 10^{-3}}{1.23E\text{-}04} = 33.61 \text{ MPa} < fba = 160 \text{ Mpa} \quad \text{OK!!}$$

2) 압축응력 검토

$$fc = \frac{Pmax}{A} = \frac{12.05 \times 10^{-3}}{2.30E\text{-}03} = 5.23 \text{ MPa} < fba = 160 \text{ Mpa} \quad \text{OK!!}$$

3) 합성응력 검토

$$\frac{fc}{fca} + \frac{fbx}{fba\ (1-fc/fcax)} + \frac{fby}{fba\ (1-fc/fcay)} \le 1.0$$

OK!!

$$\frac{0.00}{160} + \frac{29.19}{160\ (1-\ 0.00\ /\ 3096.3\ )} + \frac{33.61}{160\ (1-\ 0.00\ /\ 6224.4\ )} = 0.3925 < 1.0$$

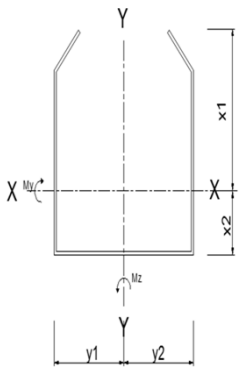
$$(fcax = \frac{18 \times 10^5}{(L/rx)^2} = \frac{18 \times 10^5}{(\ 1.1\ /\ 0.04562\ )^2} = 3096.3 \text{ MPa})$$

$$(fcay = \frac{18 \times 10^5}{(L/ry)^2} = \frac{18 \times 10^5}{(\ 1.1\ /\ 0.06469\ )^2} = 6224.4 \text{ MPa})$$

4) 전단응력 검토

$$\tau = \frac{Smax}{Aw} = \frac{0.00228}{0.0003344} = 6.82 \text{ MPa} < \tau_a = 92.376 \text{ Mpa} \quad \text{OK!!}$$

7) 상부 수평 부재- 중앙부



단면제원 (ㅁ- 150 x 150 x 2.3 x 2.3)

A = 1.05E-03 m^2 Aw = 0.00033442 m^2

x1 = 0.0936 m x2 = 0.0529 m y1 = 0.075 m y2 = 0.075 m

Ix= 2.67E-06 m^4 Iy= 4.23E-06 m^4 Zx1= 2.8E-05 m^3 Zy1= 5.6E-05 m^3

Zx2= 5.0E-05 m^3 Zy2= 5.6E-05 m^3

rx = 0.0502819 m ry = 0.06331406 m

최대 휨모멘트 :	0.58	kN·m (수직방향,x-x)	허용 휨 응력 :	160	Mpa
	2.02	kN·m (약축방향,y-y)			
최대 전단력	0.00	kN	허용 전단응력 :	92	Mpa
최대 축방향력 :	12.05	kN·m	허용 압축응력 :	160	Mpa

1) 휨응력 검토

$$fbx = \frac{Mmax}{Zx} = \frac{0.58 \times 10^{-3}}{5.04E-05} = 11.51 \text{ MPa} < fba = 160 \text{ Mpa}$$ **OK!!**

$$fby = \frac{Mmax}{Zy} = \frac{2.02 \times 10^{-3}}{5.63E-05} = 35.85 \text{ MPa} < fba = 160 \text{ Mpa}$$ **OK!!**

2) 압축응력 검토

$$fc = \frac{Pmax}{A} = \frac{12.05 \times 10^{-3}}{1.05E-03} = 11.43 \text{ MPa} < fba = 160 \text{ Mpa}$$ **OK!!**

3) 합성응력 검토

$$\frac{fc}{fca} + \frac{fbx}{fba\ (1-fc/fcax)} + \frac{fby}{fba\ (1-fc/fcay)} \le 1.0$$

OK!!

$$\frac{0.00}{160} + \frac{11.51}{160\ (1-\ 0.00\ /\ 3761.1\ )} + \frac{35.85}{160\ (1-\ 0.00\ /\ 5963.3\ )} = 0.2960 < 1.0$$

$$(fcax = \frac{18 \times 10^5}{(L/rx)^2} = \frac{18 \times 10^5}{(\ 1.1\ /\ 0.05028\ )^2} = 3761.1 \text{ MPa})$$

$$(fcay = \frac{18 \times 10^5}{(L/ry)^2} = \frac{18 \times 10^5}{(\ 1.1\ /\ 0.06331\ )^2} = 5963.3 \text{ MPa})$$

4) 전단응력 검토

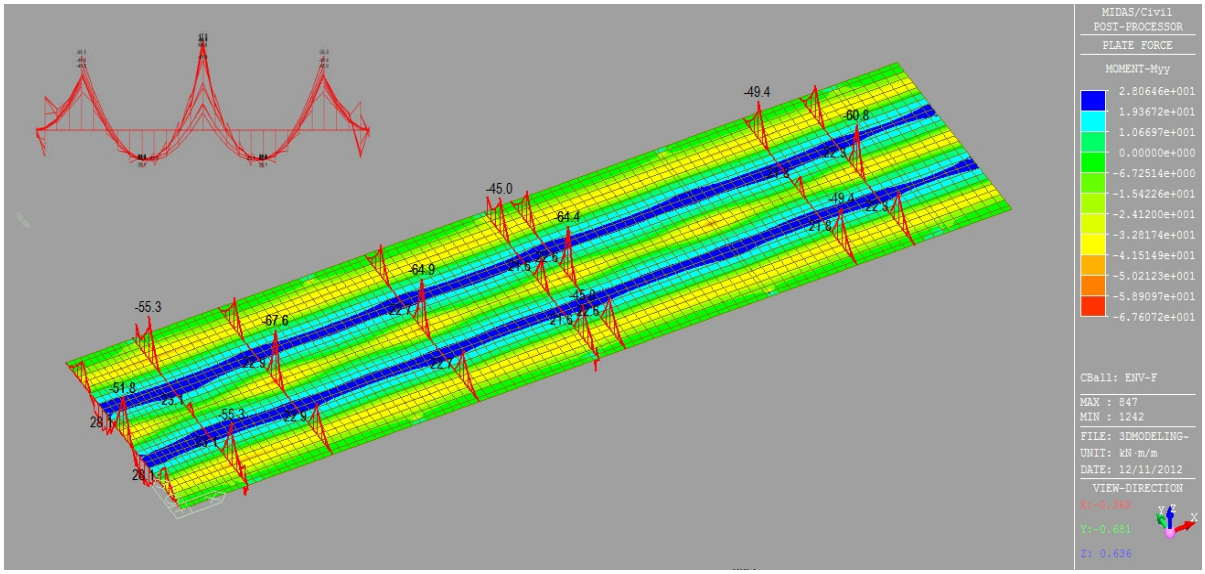
$$\tau = \frac{Smax}{Aw} = \frac{0}{0.0003344} = 0.00 \text{ MPa} < \tau_a = 92.376 \text{ Mpa}$$ **OK!!**

6.3 기존 승강장 안정성 검토

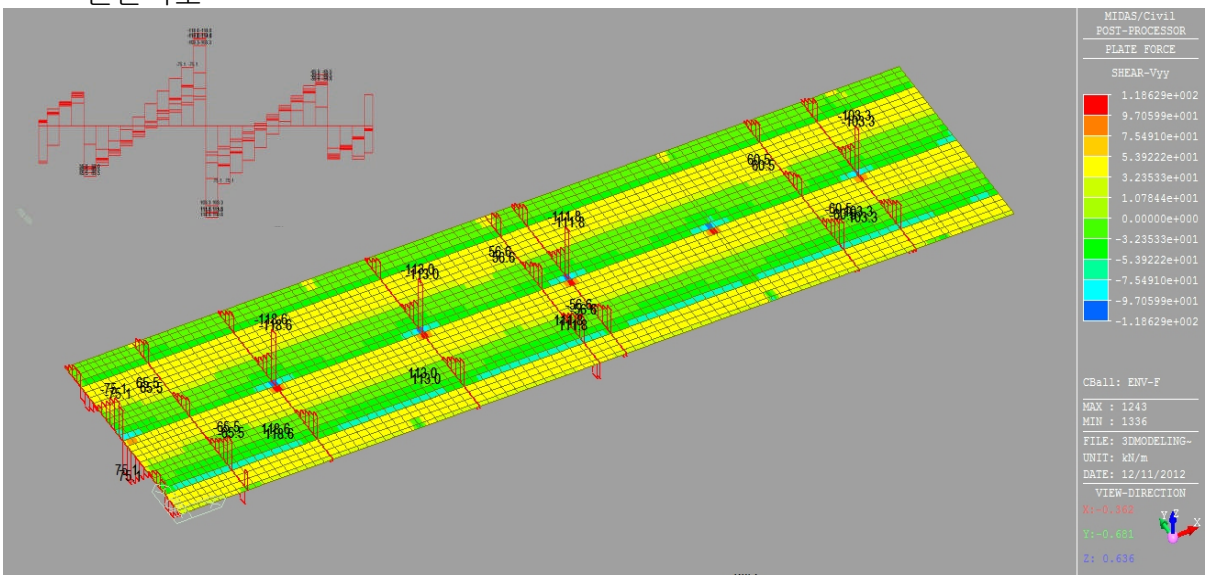
구 분		Mu (kN · m) 극한하중	Su (kN)	축 력
슬래브	지점부	67.607	118.629	-
	중앙부	28.100	-	-
거더	지점부	641.285	482.966	-
	중앙부	377.566	-	-
벽체		17.132	16.424	30.708
기둥		151.209	125.364	1,114.750

1) 슬래브 해석결과

- 모멘트

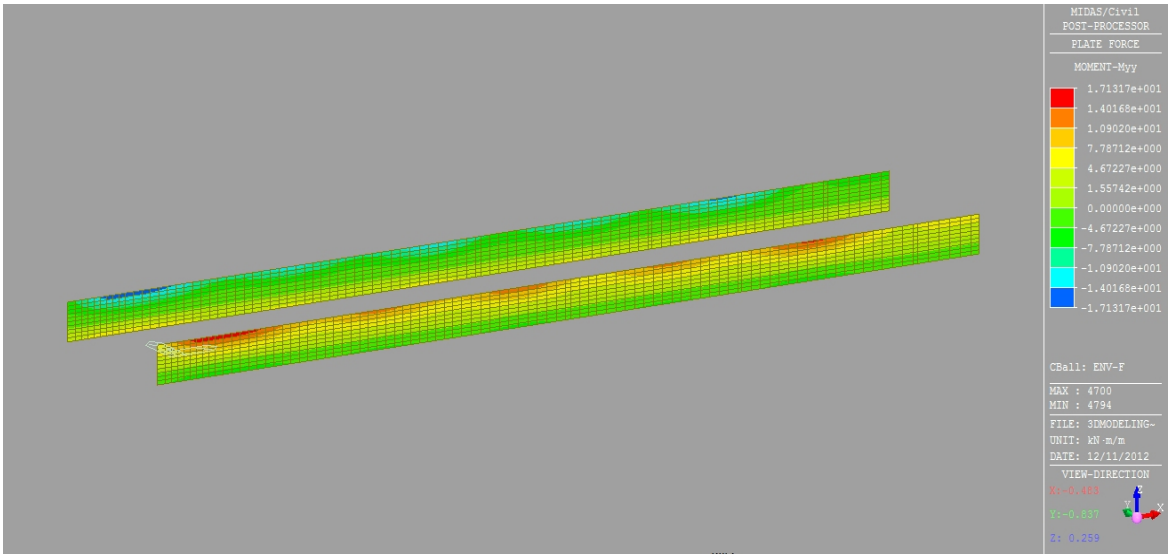


- 전단력도

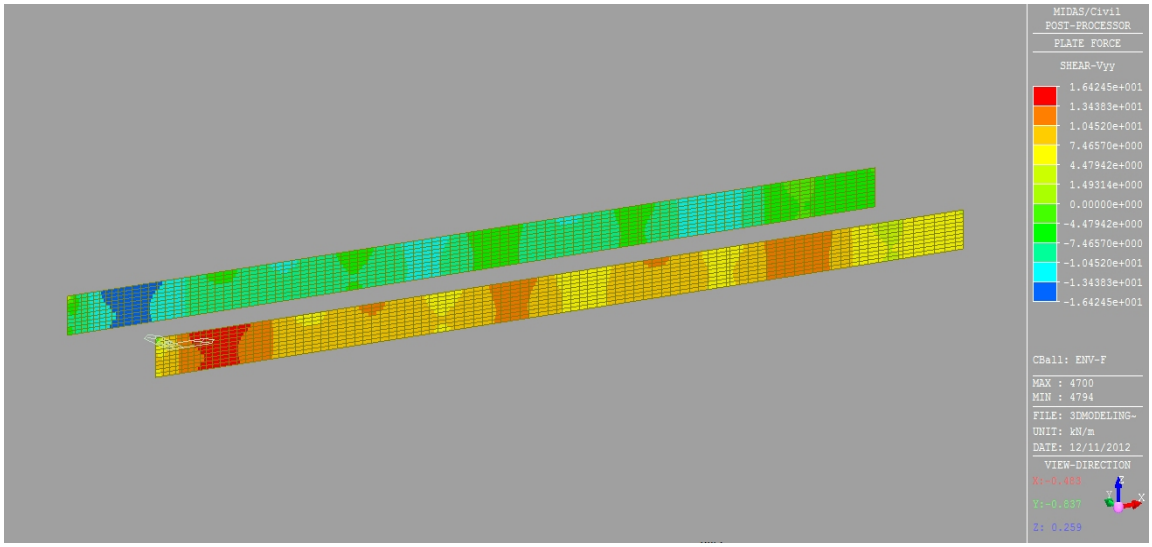


2) 벽체 해석결과

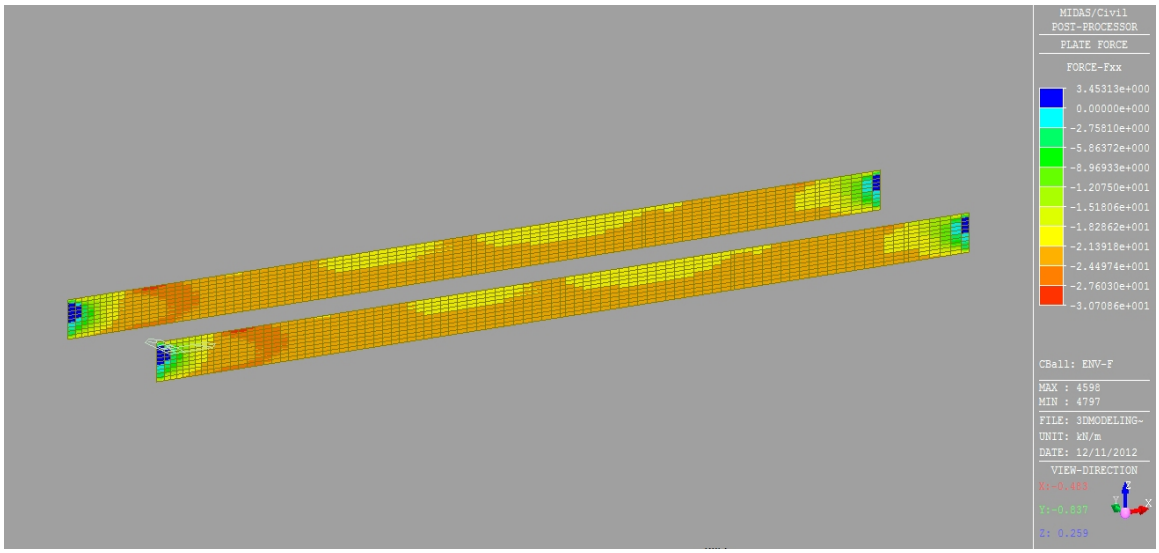
- 모멘트



- 전단력도

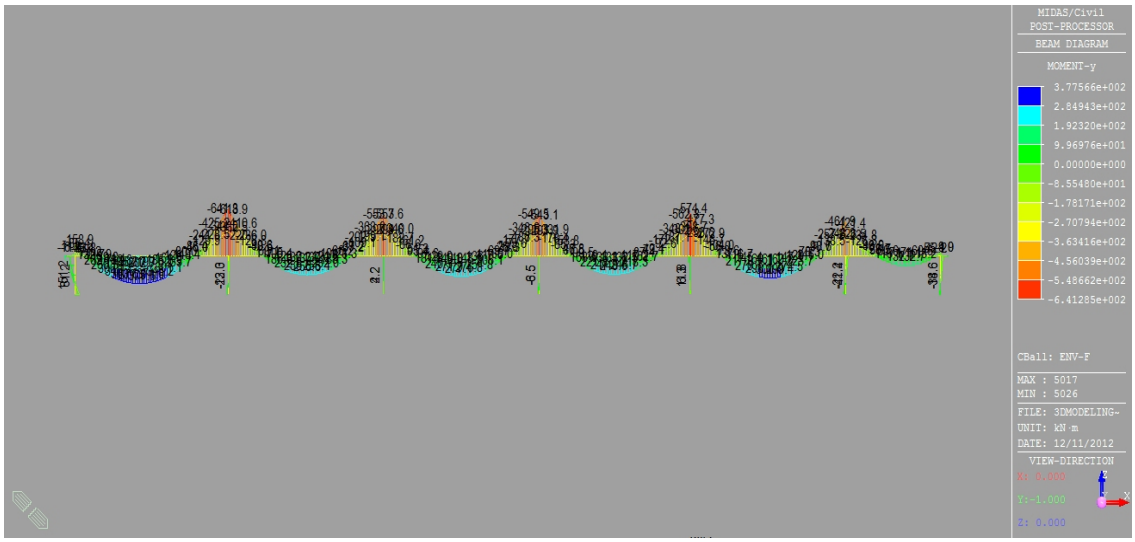


- 축력도

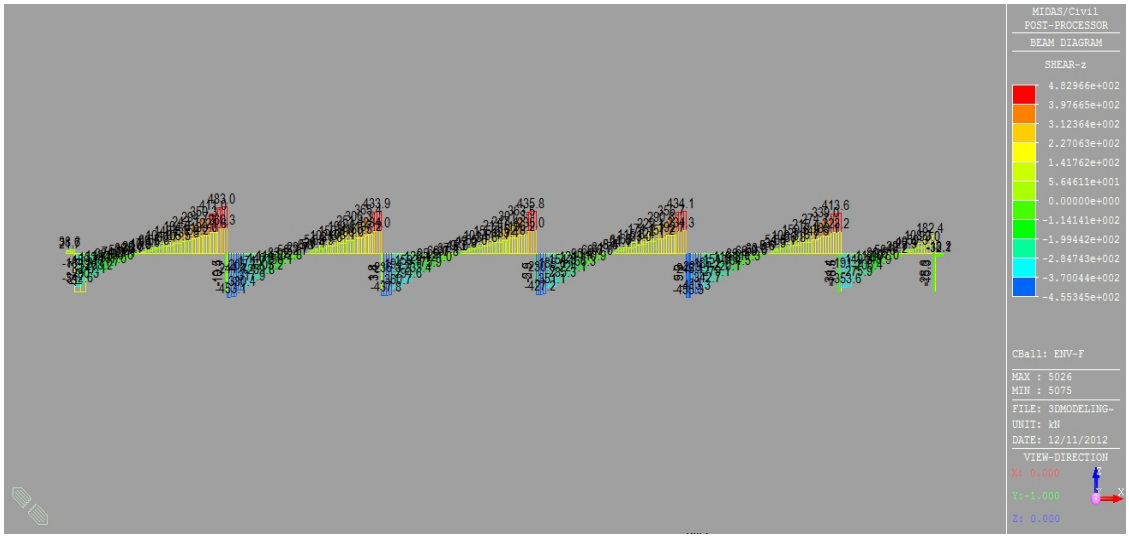


3) 거더 해석결과

- 모멘트

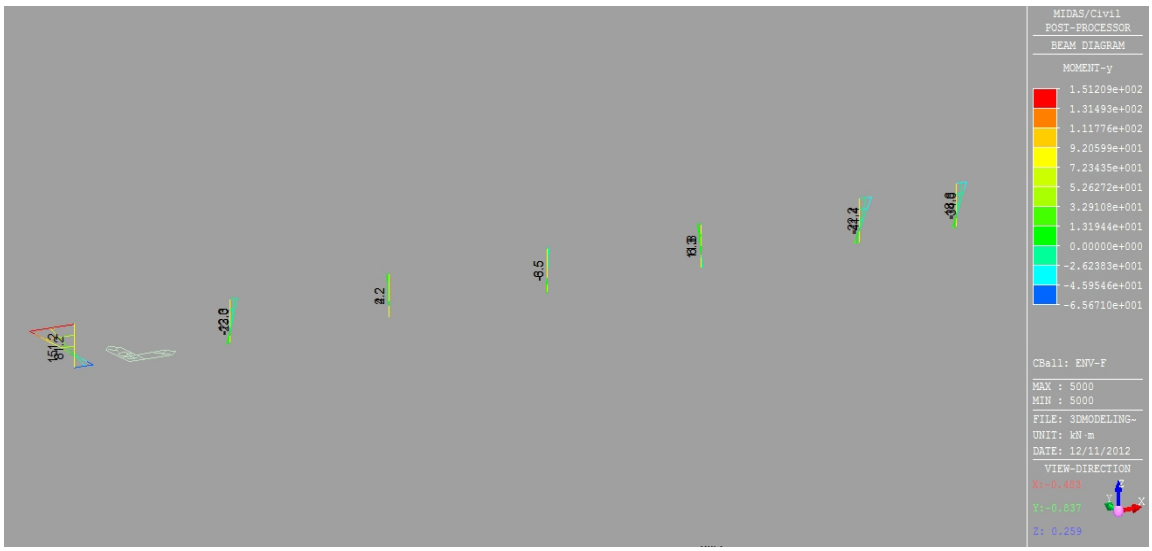


- 전단력도

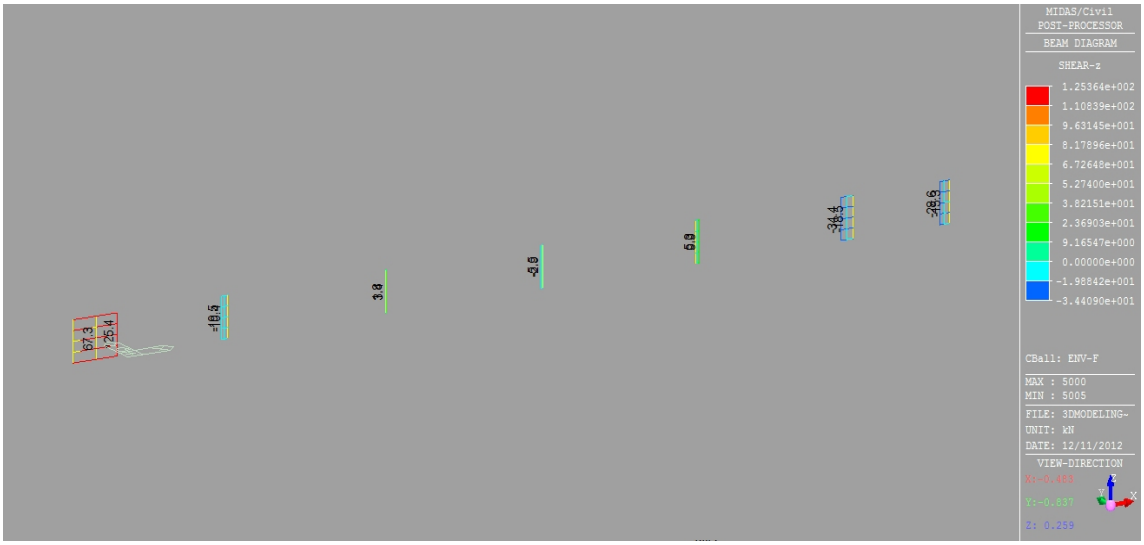


4) 기둥 해석결과

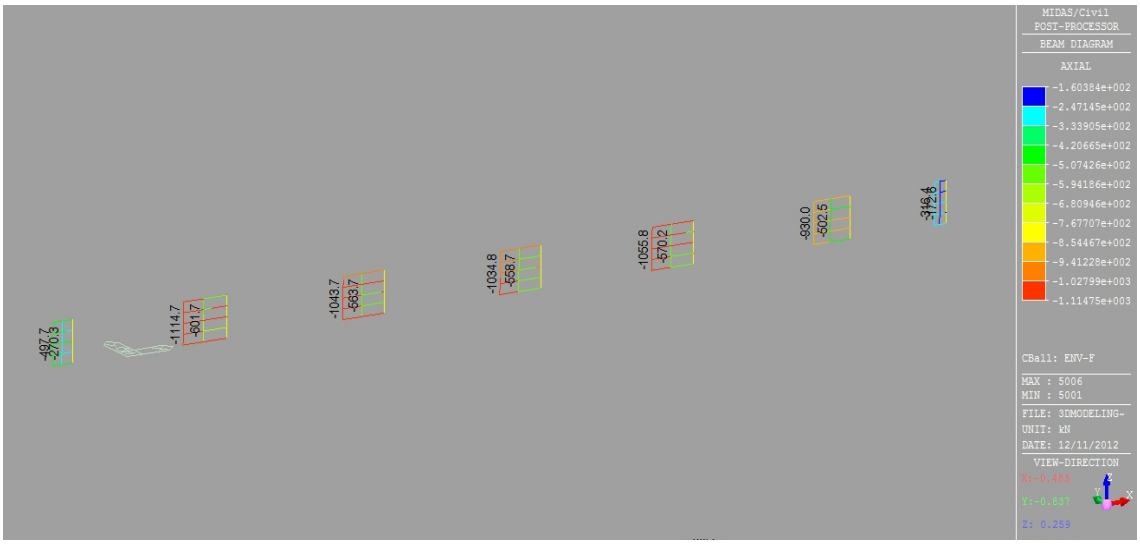
- 모멘트



- 전단력도



- 축력도



◈ 1방향 슬래브

▷ 검 토 조 건

fck = 24.0 MPa fy = 400.0 MPa
β1 = 0.850 Øf = 0.85 Øv = 0.75
pmin = max(0.25√(fck)/fy,1.4/fy) = 0.00350

계수 모멘트 Mu = 67.607 KN · m 계수 전단력 Vu = 118.629 KN
단면의 두께 H = 266.000 mm 단 면 폭 B = 1000.000 mm
유 효 깊 이 D = 196.000 mm 피 복 두 께 Dc = 70.000 mm

▷ 휨모멘트 검토

- 휨강도 검토

사용철근량 = H19 @ 150.00 mm (Dc = 70.00 mm)
= 1910.000 ㎟ ∴ P = As/(B · D) = 0.00974

공칭강도시 등가응력깊이 a = (As · fy) / (0.85 · fck · B) = 37.451 mm

최외단 인장철근 변형률 εt = 0.01035 ≥ 0.004 ..... ∴ O.K
...여기서 εt = 0.003·(H - a/β1 - Dc_min) / (a/β1)
0.005 ≤ εt 이므로 인장지배단면, Øf = 0.85를 적용한다.

ØMn = Øf·fy·As·(D - a/2) = 115122100.000 N·mm
= 115.122 KN·m ≥ Mu = 67.607 KN·m ..... ∴ O.K

- 필요철근량 및 철근비 검토

소요등가응력깊이 a = 21.019 mm로 가정
As = Mu /{Øf·fy·(D-a/2)} = 1071.992 ㎟
a = (As·fy) / (0.85·fck·B) = 21.019 mm ∴ 가정과 비슷함 O.K

Preq = [Mu /{Øf·fy·(D-a/2)}] / (B·D) = 0.00547 ⇒ 4/3 Preq = 0.00729
∴ 필요철근량 req.As = Preq × (B·D) = 1071.992 ㎟ ≤ 사용철근량...O.K

철근비검토 : Pmin ≤ P ..... ∴ O.K

▷ 전단력 검토

Øv·Vc = Øv·1/6·√fck·B·d / 1000 = 120.025 KN
Øv·Vc = 120.025 KN > Vu ∴전단철근 필요없음.

▷ 사용성 검토 (균열 검토)

Mo = 40.300 KN·m (사용하중 모멘트)
n = Es/Ec = 200000 / {8500 * (Fck + 8)^(1/3)} = 7
p = As/(B·D) = 0.00974
k = -np + √((np)² + 2np) = 0.307 j = 0.898
x = k·d = 60.249 mm
fc = 2·Mo / (B·x·(D - x/3)) = 7.605 MPa
fs = Mo / (As ·(D - x/3)) = 119.940 MPa
fst = fs·(H - Dc_min - x) / (D - x) = 119.940 MPa
최외단철근 소요중심간격
s = Min [375·(210/fst)-2.5Cc , 300·(210/fst)] = 505.33 mm
...여기서..Cc = dc_min - 주철근 직경/2 = 60.50 mm
최외단철근 평균배근간격 = 150.00 mm ≤ 505.33 mm ..... ∴ O.K

◈ 1방향 슬래브(중앙)

▷ 검 토 조 건

fck = 24.0 MPa fy = 400.0 MPa
β1 = 0.850 Øf = 0.85 Øv = 0.75
pmin = max(0.25√(fck)/fy,1.4/fy) = 0.00350

계수 모멘트 Mu =	28.100 KN·m	계수 전단력 Vu =	0.000 KN
단면의 두께 H =	200.000 mm	단 면 폭 B =	1000.000 mm
유 효 깊 이 D =	150.000 mm	피 복 두 께 Dc =	50.000 mm

▷ 휨모멘트 검토

- 휨강도 검토

사용철근량 = H19 @ 150.00 mm (Dc = 50.00 mm)
= 1910.000 ㎟ ∴ P = As/(B·D) = 0.01273

공칭강도시 등가응력깊이 a = (As·fy) / (0.85·fck·B) = 37.451 mm
최외단 인장철근 변형률 εt = 0.00721 ≥ 0.004 ..... ∴ O.K
...여기서 εt = 0.003·(H - a/β1 - Dc_min) / (a/β1)
0.005 ≤ εt 이므로 인장지배단면, Øf = 0.85를 적용한다.

ØMn = Øf·fy·As·(D - a/2) = 85249660.000 N·mm
= 85.250 KN·m ≥ Mu = 28.100 KN·m ..... ∴ O.K

- 필요철근량 및 철근비 검토

소요등가응력깊이 a = 11.223 mm로 가정
As = Mu /{Øf · fy · (D-a/2)} = 572.395 ㎟
a = (As · fy) / (0.85 · fck · B) = 11.223 mm ∴ 가정과 비슷함 O.K

Preq = [Mu /{Øf · fy · (D-a/2)}] / (B · D) = 0.00382 ⇒ 4/3 Preq = 0.00509
∴ 필요철근량 req.As = Preq × (B · D) = 572.395 ㎟ ≤ 사용철근량...O.K

철근비검토 : Pmin ≤ P ..... ∴ O.K

▷ 사용성 검토 (균열 검토)

Mo = 11.800 KN · m (사용하중 모멘트)
n = Es/Ec = 200000 / {8500 * (Fck + 8)^(1/3)} = 7
p = As/(B · D) = 0.01273
k = -np + √((np)² + 2np) = 0.342 j = 0.886
x = k · d = 51.358 mm
fc = 2 · Mo / (B · x · (D - x/3)) = 3.458 MPa
fs = Mo / (As · (D - x/3)) = 46.493 MPa
fst = fs · (H - Dc_min - x) / (D - x) = 46.493 MPa
최외단철근 소요중심간격
  s = Min [375 · (210/fst)-2.5Cc , 300 · (210/fst)] = 1355.04 mm
  ...여기서..Cc = dc_min - 주철근 직경/2 = 40.50 mm
최외단철근 평균배근간격 = 150.00 mm ≤ 1355.04 mm ..... ∴ O.K

◈ 직사각형 보

▷ 검 토 조 건

fck = 24.0 MPa fy = 400.0 MPa
β1 = 0.850 Øf = 0.85 Øv = 0.75
pmin = max(0.25√(fck)/fy,1.4/fy) = 0.00350

계수 모멘트 Mu = 641.285 KN · m 계수 전단력 Vu = 482.966 KN
단면의 두께 H = 800.000 mm 단 면 폭 B = 500.000 mm
유 효 깊 이 D = 720.000 mm 피 복 두 께 Dc = 80.000 mm

▷ 휨모멘트 검토

- 휨강도 검토

사용철근량 = H32 ×5.00 EA (Dc = 80.00 mm)
  = 3971.000 ㎟ ∴ P = As/(B · D) = 0.01103

공칭강도시 등가응력깊이 a = (As · fy) / (0.85 · fck · B) = 155.726 mm
최외단 인장철근 변형률 εt = 0.00879 ≥ 0.004 ..... ∴ O.K
  ...여기서 εt = 0.003 · (H - a/β1 - Dc_min) / (a/β1)
0.005 ≤ εt 이므로 인장지배단면, Øf = 0.85를 적용한다.

ØMn = Øf · fy · As · (D - a/2) = 866975200.000 N · mm
  = 866.975 KN · m ≥ Mu = 641.285 KN · m ..... ∴ O.K

- 필요철근량 및 철근비 검토

소요등가응력깊이 a = 111.339 mm로 가정
As = Mu /{Øf · fy · (D-a/2)} = 2839.148 ㎟
a = (As · fy) / (0.85 · fck · B) = 111.339 mm ∴ 가정과 비슷함 O.K

Preq = [Mu /{Øf · fy · (D-a/2)}] / (B · D) = 0.00789 ⇒ 4/3 Preq = 0.01052
∴ 필요철근량 req.As = Preq × (B · D) = 2839.148 ㎟ ≤ 사용철근량...O.K

철근비검토 : Pmin ≤ P ..... ∴ O.K

▷ 전단력 검토

Øv · Vc = Øv · 1/6 · √fck · B · d / 1000 = 220.454 KN
Vu > Øv · Vc ..... ∴ 전단철근보강이 필요하다.

Used Av = H16 ×2.00 ea/m = 397.200 ㎟ (간격 s = 150.0 mm)
Øv · Vs = Øv · Av · fy · D / (s ×1000) = 571.968 KN
Øv · Vs > Øv · 1/3 · √(fck) · B · D / 1000 = 440.908 KN
→ 규정된 전단철근 최대 배근 간격을 절반으로 감소하여 검토한다.
s = 150.0 mm ≤ Min(300,0.25D) = 180.0 mm ..... ∴ O.K

Øv · Vn = Øv · Vc + Øv · Vs = 792.422 KN ≥ Vu ..... ∴ O.K

▷ 사용성 검토 (균열 검토)

Mo = 377.226 KN · m (사용하중 모멘트)
n = Es/Ec = 200000 / {8500 * (Fck + 8)^(1/3)} = 7
p = As/(B · D) = 0.01103
k = -np + √((np)² + 2np) = 0.323 j = 0.892
x = k · d = 232.757 mm
fc = 2 · Mo / (B · x · (D - x/3)) = 10.091 MPa
fs = Mo / (As · (D - x/3)) = 147.872 MPa
fst = fs · (H - Dc_min - x) / (D - x) = 147.872 MPa
최외단철근 소요중심간격
s = Min [375 · (210/fst)-2.5Cc , 300 · (210/fst)] = 372.55 mm
...여기서..Cc = dc_min - 주철근 직경/2 = 64.00 mm
최외단철근 평균배근간격 = 100.00 mm ≤ 372.55 mm ..... ∴ O.K

◈ 직사각형 보(중앙)

▷ 검 토 조 건

fck = 24.0 MPa fy = 400.0 MPa
β1 = 0.850 Øf = 0.85 Øv = 0.75
pmin = max(0.25√(fck)/fy,1.4/fy) = 0.00350

계수 모멘트 Mu = 377.566 KN · m 계수 전단력 Vu = 0.000 KN
단면의 두께 H = 800.000 mm 단 면 폭 B = 500.000 mm
유 효 깊 이 D = 720.000 mm 피 복 두 께 Dc = 80.000 mm

▷ 휨모멘트 검토

- 휨강도 검토

사용철근량 = H25 ×5.00 EA (Dc = 80.00 mm)
= 2533.500 ㎟ ∴ P = As/(B · D) = 0.00704

공칭강도시 등가응력깊이 a = (As · fy) / (0.85 · fck · B) = 99.353 mm
최외단 인장철근 변형률 εt = 0.01548 ≥ 0.004 ..... ∴ O.K
...여기서 εt = 0.003 · (H - a/β1 - Dc_min) / (a/β1)
0.005 ≤ εt 이므로 인장지배단면, Øf = 0.85를 적용한다.

ØMn = Øf · fy · As · (D - a/2) = 577410000.000 N · mm
= 577.410 KN · m ≥ Mu = 377.566 KN · m ..... ∴ O.K

- 필요철근량 및 철근비 검토

소요등가응력깊이 a = 63.263 mm로 가정
As = Mu /{Øf · fy · (D-a/2)} = 1613.218 ㎟
a = (As · fy) / (0.85 · fck · B) = 63.263 mm ∴ 가정과 비슷함 O.K

Preq = [Mu /{Øf · fy · (D-a/2)}] / (B · D) = 0.00448 ⇒ 4/3 Preq = 0.00597
∴ 필요철근량 req.As = Preq × (B · D) = 1613.218 ㎟ ≤ 사용철근량...O.K

철근비검토 : Pmin ≤ P ..... ∴ O.K

▷ 사용성 검토 (균열 검토)

n = Es/Ec = 200000 / {8500 * (Fck + 8)^(1/3)} = 7
p = As/(B · D) = 0.00704
k = -np + √((np)² + 2np) = 0.268 j = 0.911
x = k · d = 193.296 mm
fst = 2/3 · fy = 266.667 MPa
최외단철근 소요중심간격
s = Min [375 · (210/fst)-2.5Cc , 300 · (210/fst)] = 126.56 mm
...여기서..Cc = dc_min - 주철근 직경/2 = 67.50 mm
최외단철근 평균배근간격 = 100.00 mm ≤ 126.56 mm ..... ∴ O.K

◈ 벽 체

▷ 벽 체 검 토 조 건

fck = 24.0 MPa	fy = 400.0 MPa		
Øc = 0.65	Øv = 0.75	α = 0.80	
극한 모멘트 Mu =	17.132 KN · m	극 한 축 력 Pu =	30.708 KN
단면의 두께 H =	250.000 mm (헌치포함)	단 위 폭 B =	1000.000 mm
유 효 깊 이 D =	200.000 mm	피 복 두 께 Dc =	50.000 mm
작 용 편 심 e =	557.900 mm		

인장측 철근 Ast = 1910.000㎟
1단 (dc = 50mm) : H 19 @ 300 mm + H 19 @ 300 mm
압축측 철근 Asc = 1910.000㎟
1단 (dc = 100mm) : H 19 @ 300 mm + H 19 @ 300 mm

▷ 평형상태 검토

c = 600/(600+fy)*d = 120.000 mm
k1 = 0.850 a = k1 · c = 102.00 mm
Cck = 0.85 · fck · B · H = 5100000.0 N
소성중심 x = (Cck · H/2 + fy · Asc · dc + fy · Ast · d)/(Cck + fy · Asc + fy · Ast)
= 130.76 mm
콘크리트 Cc = 0.85 · fck · a · b = 2080800.0 N
압축철근 Cs = (fs-0.85 · fck) · Asc = 152036.1 N
(εsc < εy --> fs = Es · εsc = 100.00 MPa)
인장철근 Ts = fy · Ast = 764000.0 N
평형축력 Pb = Cc + Cs - Ts = 1468836.0 N
평형모멘트 Mb = Cc(x-a/2) + Cs(x-dc) + Ts(d-x) = 223545600.0 N · mm
평형편심 eb = Mb / Pb = 152.19 mm
e ≥eb -------> 인장파괴영역

▷ 기둥 강도 검토

εsc = 0.0005 < εy = 0.0020
---> 평형하중상태에서 압축철근이 항복하지 않음.
철근의 응력을 Trial & Error Method로 계산한다.
c = 79.473 mm로 가정하면.. a = k1 · c = 67.552 mm
εsc = -0.0008 fsc = -154.97 MPa
εsc < 0 ---> 압축측 철근이 인장됨
Pn = 0.85 · fck · a · b + Asc · fsc - Ast · fy
= 318059.3 N
Mn = 0.85 · fck · a · b · (x-a/2) + Asc · fsc · (x-dc) + Ast · fst · (d-x)
= 177445300.0 N · mm
e' = Mn/Pn = 557.900 mm ≒ e = 557.900 mm ---> say O.K.

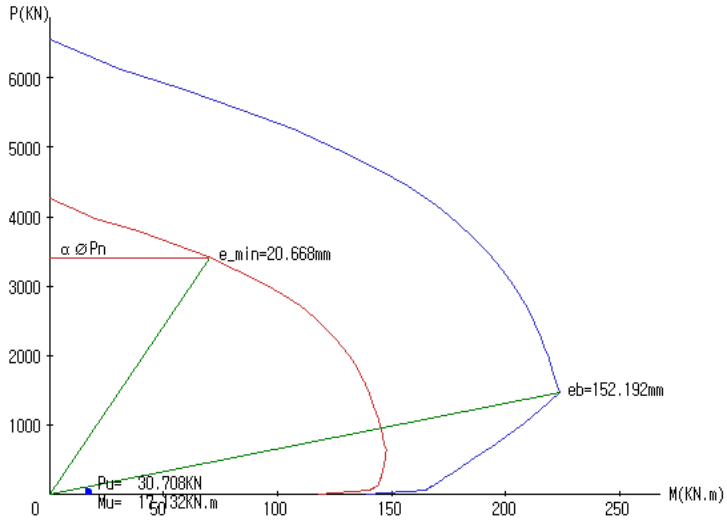
최외단 철근의 순인장변형률 εt = 0.00455
εy = 0.002 < εt = 0.00455 < 0.005 -------> 변화구간단면
εy < εt < 0.005 이므로 0.65 ~ 0.85 사이에서 강도감소계수를 보간한다.

보정 Ø= 0.81998
ØPn = 260.803 KN ≥ Pu = 30.708 KN ∴O.K
ØMn = 145.502 KN·m ≥ Mu = 17.132 KN·m ∴O.K

▷ 전단력 검토

단면의 두께 H = 200.000 mm (헌치제외), 유 효 깊 이 D = 150.000 mm

작용전단력 Vu = 16.424 KN
ØVc =Øv·1/6·(1+Pu/(14·Ag))·√(fck)·B·D/1000 = 92.863 KN
Øv·Vc = 92.863 KN > Vu ∴전단철근 필요없음.



▶ 400 P - M 상관분석

1) 검토 제목 : 400

2) 설계조건

콘크리트 설계기준 강도 (fck) : 24 MPa
철 근 항 복 강 도 (fy) : 400 MPa
강 재 항 복 강 도 (fsy) : 400 MPa
콘크리트 탄성계수 (Ec) : 26900 MPa
철근 설계피복두께 (d') : 70.0 mm
횡방향 철근 형태 : 띠 철근

3) 사각형단면 검토조건

단 면 폭 (B) : 400.00 mm
단 면 높 이 (H) : 400.00 mm
비지지 길이 (Lu) : 1600.00 mm
유효길이계수 (Kx) : 0.50
유효길이계수 (Ky) : 0.50

4) 사용 강재량

(1) 사용 철근량

-. 1단 철근 : H25 × 12ea = 6080.4 ㎟ (dc = 70.0 mm)
-. 총 사용 철근량 : Ast = 6080.4 ㎟

5) 공칭 강도 검토

(1) Load Case 1

① 작용하중

계수축하중 : Pu = 1114.750 KN

계수모멘트(X) : Mux = 3.900 KN·m
Mux.ns= 3.900 KN·m
Mux.s = 0.000 KN·m

계수모멘트(Y) : Muy = 151.209 KN·m
Muy.ns= 151.209 KN·m
Muy.s = 0.000 KN·m

X축 세장비 : λx = 6.9
Y축 세장비 : λy = 6.9

지속 계수하중비 : βdx = 0.000
: βdy = 0.000

X축 확대계수 : δx.ns = 1.000
: δx.s = 1.000
Y축 확대계수 : δy.ns = 1.000
: δy.s = 1.000

X축 확대모멘트 : δMux = 3.900 KN·m
Y축 확대모멘트 : δMuy = 151.209 KN·m
합성 확대모멘트 : δMu = 151.259 KN·m
중립축 회전각 : θrot = 88.523 °

최 소 편 심 : e_min = 32.38 mm
작 용 편 심 : e = 135.69 mm

② 평형상태 계산

중립축 x = 600 / (600 + fy) x d = 202.609 mm

Pb = Cc + Cs + Tt = 1384.165 + 848.157 + -909.858 = 1322.464 KN
Mb = Mc + Ms + Mt = 159.411 + 100.818 + 107.055 = 367.284 KN·m

평 형 편 심 : eb = 277.73 mm
최외단철근변형률 : εt = 0.00197
강 도 감소 계 수 : Ø = 0.800
평 형 축 하 중 : ØPb = 1057.97 KN
평 형 모 멘 트 : ØMb = 293.83 KN·m

∴ e_min < e < eb ----> 압축지배 구간

③ 단면강도 검토

중립축을 가정하여 Trial & Error Method로 검토한다.

중립축 x = 253.774 mm 로 가정하면...
e' = Mn/Pn = 135.689 mm ≒ e = 135.689 mm ----> say O.K.

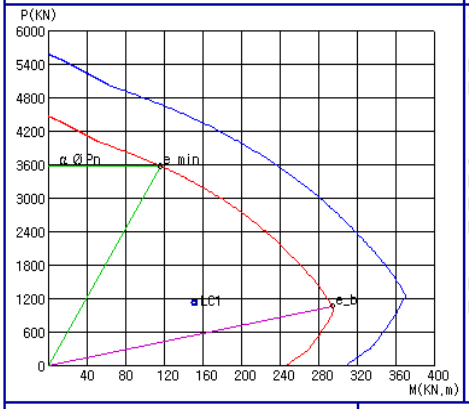
사용철근비 : Pused = 3.800 %

Pn = Cc + Cs + Tt = 1739.541 + 993.968 + -377.482 = 2356.027 KN
Mn = Mc + Ms + Mt = 162.465 + 108.136 + 49.086 = 319.687 KN·m

최외단 철근의 순인장변형률 εt = 0.00097
εt = 0.00097 ≤ εy = 0.002 -------> 압축지배단면

강도 감소 계수 : Ø = 0.800
설계축하중강도 : ØPn = 1884.822 KN ≥ Pu = 1114.750 KN ∴ O.K
설 계 휨 강 도 : ØMn = 255.750 KN·m ≥ Mu = 151.259 KN·m ∴ O.K

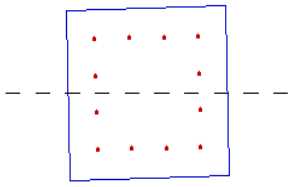
검토단면 : 400



검 토 조 건

fck	=	24 MPa
fy	=	400 MPa
Ec	=	26900 MPa
Erb	=	200000 MPa
Ix	=	2.133 E+09 mm⁴
Iy	=	2.133 E+09 mm⁴
Ag	=	1.600 E+05 mm²
Lu	=	1600.0 mm
Kx	=	0.50
Ky	=	0.50
ρ	=	3.800 %
Pu	=	1114.750 KN
Mu	=	151.259 KN·m
Θ	=	88.523 °

[검 토 단 면]



▷ 최소 편심 상태

e_min	=	32.377 mm
ØPmin	=	3566.157 KN
ØMmin	=	115.461 KN·m

▷ 평형 편심 상태

e_b	=	277.728 mm
ØPb	=	1057.971 KN
ØMb	=	293.828 KN·m

▷ 작용편심에서의 설계강도

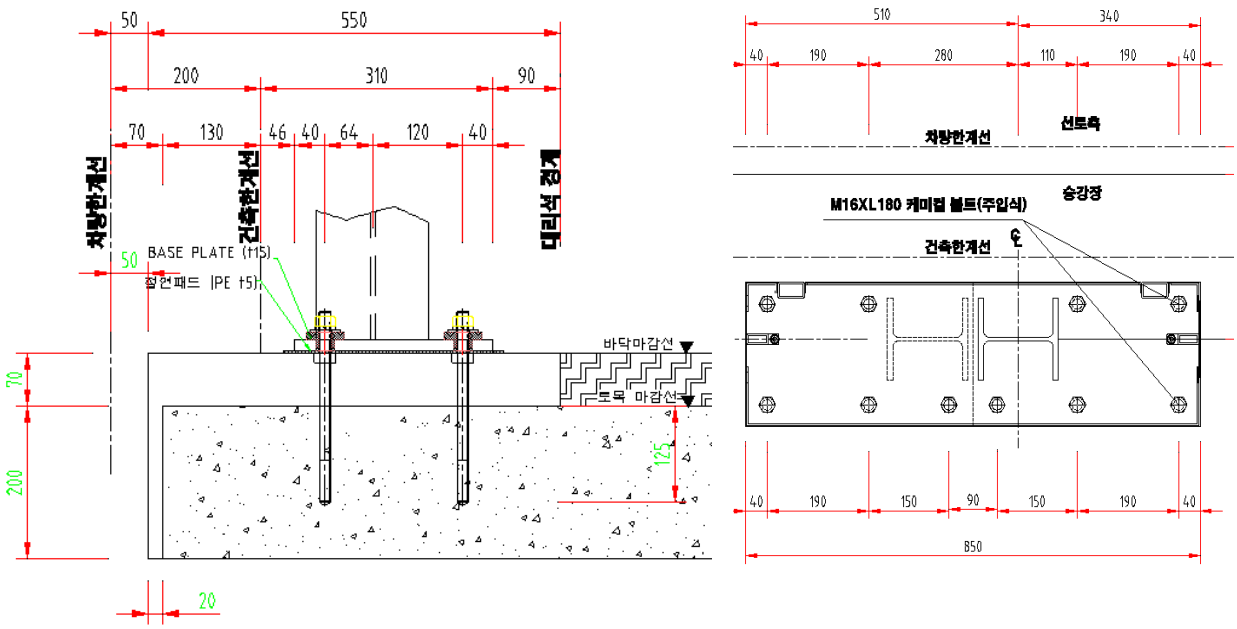
e	=	135.689 mm
ØPn	=	1884.822 KN
ØMn	=	255.750 KN·m

▷ 사용철근량

A_rebar	=	6080.400 mm²

7. RPSD 구조체와 승강장 접합부 구조계산

7.1 단면제원(Main Post 1)



7.1.1 작용하중

My : 13.06 kN.m

Mz : 11.55 kN.m (선로측 방향)

Fy : 9.06 kN

Fz : 27.96 kN

7.1.2 앵커볼트 검토

(1) 앵커볼트 제원

- M20*L240 케미컬 앵커, 장착깊이 170mm(주입식, 후설치 앵커)
- 허용인발하중 : 50.1 kN/본 (제원표 참조, 삼영상사)
- 허용전단하중 : 32.7 kN/본

볼트크기	드릴직경(D,mm)	최소깊이(L,mm)	인발하중(kg)	전단하중(kg)
M16	18	125	5,010	3,270
M20	24	170	7,310	5,100
M22	26	190	9,880	7,340

(2) 인발에 대한 검토 - 선로측 방향

① 작용 인장력

- 휨모멘트 : 11.6 kN.m (Main Post 1에 작용하는 최대 모멘트(Mz))

- 앵커볼트 본당 발생하는 인장력 T

T = M / (j X n) (j ; 응력 중심간 거리 12.5cm, n ; 앵커볼트 수 2 EA)

$$= \frac{11.6\ \text{kN.m}}{0.12 \times 3\ \text{EA} + 0 \times 0\ \text{EA}} = 32.1\ \text{kN/본}$$

② 설계강도

- 앵커본당 인장강도(Nsa)

= 62.3 kN/본 (F10T - M 16 기준)

- 콘크리트 공칭파괴강도(Ncb)

$N_b = k_c \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1.5}$ (Kc = 7(후설치 앵커), hef = 170mm)

$= 7 * \sqrt{27} * 170^{1.5}$ 80,622.0 N / 1,000 = 80.6 kN/본

$N_{cb} = A_{nc} / A_{nco} \cdot \Psi_{ed,N} \Psi_{c,N} \Psi_{cp,N} N_b$

= 260,100/260,100 X 1 X 1.4 X 1 X 80.6 = 112.9 kN/본

- 앵커본당 인발력(Ns)

= 50.1 kN/본 (제원표 참조)

- 최소값(Nn) : 50.1 kgf/본

강도감소계수 : 0.66 (뽑힘 강도 지배)

∴ Φ · Nn = 33.1 kgf/본 > 32.1 kN/본 **O.K**

(F.S = 1.03)

(3) 인발에 대한 검토 - 승강장 종 방향

① 작용 인장력

- 휨모멘트 : 13.06 kN.m (Main Post 1에 작용하는 최대 모멘트(Mz))

- 앵커볼트 본당 발생하는 인장력 T

T = M / (j X n) (j ; 응력 중심간 거리 12.5cm, n ; 앵커볼트 수 2 EA)

$= \frac{13.1 \text{ kN.m}}{0.28 \text{ X } 2 \text{ EA} + 0.47 \text{ X } 2 \text{ EA}} =$ 8.7 kN/본

② 설계강도

- 앵커본당 인장강도(Nsa)

= 62.3 kN/본 (F10T - M 16 기준)

- 콘크리트 공칭파괴강도(Ncb)

$N_b = k_c \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1.5}$ (Kc = 7(후설치 앵커), hef = 170mm)

$= 7 * \sqrt{27} * 170^{1.5}$ 80,622.0 N / 1,000 = 80.6 kN/본

$N_{cb} = A_{nc} / A_{nco} \cdot \Psi_{ed,N} \Psi_{c,N} \Psi_{cp,N} N_b$

= 260,100/260,100 X 1 X 1.4 X 1 X 80.6 = 112.9 kN/본

- 앵커본당 인발력(Ns)

= 50.1 kN/본 (제원표 참조)

- 최소값(Nn) : 50.1 kgf/본

강도감소계수 : 0.69 (뽑힘 강도 지배)

∴ Φ · Nn = 34.6 kgf/본 > 8.7 kN/본 **O.K**

(F.S = 3.97)

(3) 전단에 대한 검토

① 작용 전단력

- 전단력 : 28.0 kN (Main Post 1에 작용하는 최대 수평력(Fz))

- 앵커볼트 본당 발생하는 전단력 τ

τ =Q / n (n ; 앵커볼트 수 = 5 EA)

$$= \frac{28.0\ \text{kN}}{5\ \text{EA}} = 5.6\ \text{kN/본}$$

② 설계강도

- 앵커본당 전단강도(Vsa)

= 47.1 kN/본 (F10T - M20 기준)

- 콘크리트 공칭파괴강도(Vcb)

$V_b = 0.6 \cdot (l_e/d_0)^{0.2} \sqrt{d_0} \sqrt{fck} \cdot c_{a1}^{1.5}$

$= 0.6 \times (170/20)^{0.2} \times \sqrt{20} \times \sqrt{27} \times 280^{1.5}$

= 100,223 N / 1,000 = 100.2 kN/본

$V_{cb} = A_{vc} / A_{vco} \cdot \Psi_{ed,V} \Psi_{c,V} V_b$

= 352,800 / 352,800 X 1 X 1.4 X 100.2 = 140.3 kN/본

- 콘크리트 프라이아웃 강도(Vcp)

$V_{cp} = k_{cp} \cdot N_{cb}$

= 2.0 X 112.9 kN/본 = 225.7 kN/본

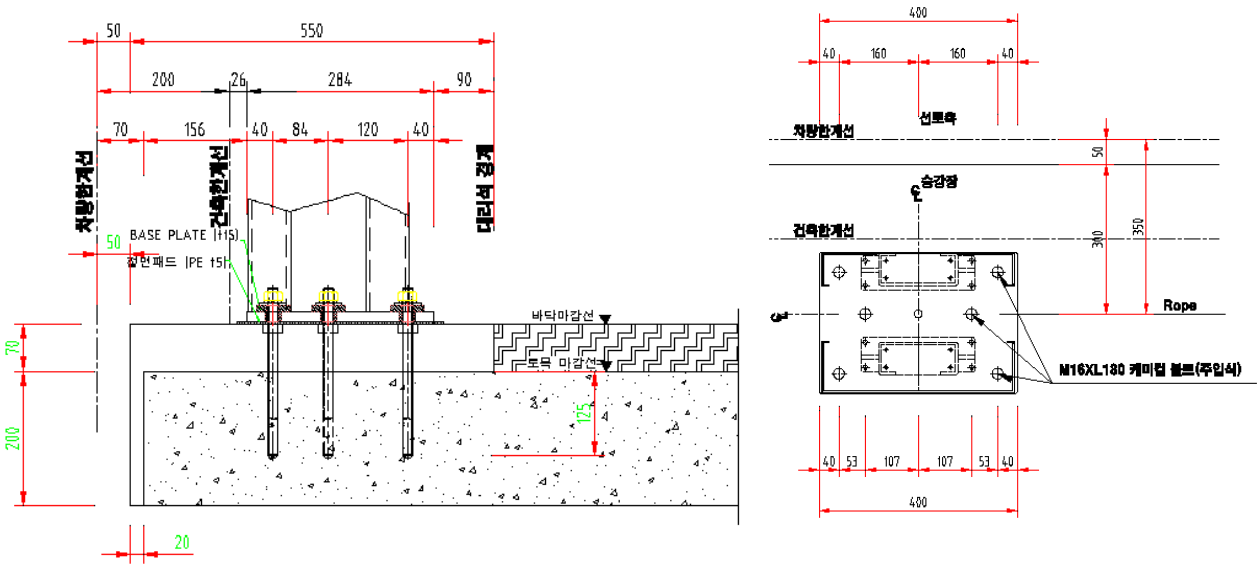
- 최소값(Nn) : 47.1 kN/본

강도감소계수 : 0.63

∴ Φ · Nn = 29.7 kN/본 > 5.6 kN/본 **O.K**

(F.S = 5.31)

7.2 단면제원(Middle Post)



7.2.1 작용하중

My : 0.75 kN.m

Mz : 7.56 kN.m (선로측 방향)

Fy : 16.26 kN

Fz : 1.29 kN

7.2.2 앵커볼트 검토

(1) 앵커볼트 제원

- M20*L240 케미컬 앵커, 장착깊이 170mm(주입식, 후설치 앵커)
- 허용인발하중 : 50.1 kN/본 (제원표 참조, 삼영상사)
- 허용전단하중 : 32.7 kN/본

볼트크기	드릴직경(D,mm)	최소깊이(L,mm)	인발하중(kg)	전단하중(kg)
M16	18	125	5,010	3,270
M20	24	170	7,310	5,100
M22	26	190	9,880	7,340

(2) 인발에 대한 검토 - 선로측 방향

① 작용 인장력

- 휨모멘트 : 0.75 kN.m (Main Post 1에 작용하는 최대 모멘트(My))

- 앵커볼트 본당 발생하는 인장력 T

T = M / (j X n) (j ; 응력 중심간 거리 12.5cm, n ; 앵커볼트 수 2 EA)

$$= \frac{0.8\ \text{kN.m}}{0.16 \times 2\ \text{EA} + 0 \times 0\ \text{EA}} = 2.3\ \text{kN/본}$$

② 설계강도

- 앵커본당 인장강도(Nsa)

= 62.3 kN/본 (F10T - M 16 기준)

- 콘크리트 공칭파괴강도(Ncb)

$N_b = k_c \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1.5}$ (Kc = 7(후설치 앵커), hef = 170mm)

$= 7 * \sqrt{27} * 170^{1.5}$ 80,622.0 N / 1,000 = 80.6 kN/본

$N_{cb} = A_{nc} / A_{nco} \cdot \Psi_{ed,N} \Psi_{c,N} \Psi_{cp,N} N_b$

= 260,100/260,100 X 1 X 1.4 X 1 X 80.6 = 112.9 kN/본

- 앵커본당 인발력(Ns)

= 50.1 kN/본 (제원표 참조)

- 최소값(Nn) : 50.1 kgf/본

강도감소계수 : 0.69 (뽑힘 강도 지배)

∴ Φ · Nn = 34.6 kgf/본 > 2.3 kN/본 **O.K**

(F.S = 14.75)

(3) 인발에 대한 검토 - 승강장 종 방향

① 작용 인장력

- 휨모멘트 : 7.56 kN.m (Main Post 1에 작용하는 최대 모멘트(Mz))

- 앵커볼트 본당 발생하는 인장력 T

T = M / (j X n) (j ; 응력 중심간 거리 12.5cm, n ; 앵커볼트 수 2 EA)

$= \frac{7.6 \text{ kN.m}}{0.12 \text{ X } 2 \text{ EA} + 0 \text{ X } 0 \text{ EA}}$ = 31.5 kN/본

② 설계강도

- 앵커본당 인장강도(Nsa)

= 62.3 kN/본 (F10T - M 16 기준)

- 콘크리트 공칭파괴강도(Ncb)

$N_b = k_c \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1.5}$ (Kc = 7(후설치 앵커), hef = 170mm)

$= 7 * \sqrt{27} * 170^{1.5}$ 80,622.0 N / 1,000 = 80.6 kN/본

$N_{cb} = A_{nc} / A_{nco} \cdot \Psi_{ed,N} \Psi_{c,N} \Psi_{cp,N} N_b$

= 260,100/260,100 X 1 X 1.4 X 1 X 80.6 = 112.9 kN/본

- 앵커본당 인발력(Ns)

= 50.1 kN/본 (제원표 참조)

- 최소값(Nn) : 50.1 kgf/본

강도감소계수 : 0.69 (뽑힘 강도 지배)

∴ Φ · Nn = 34.6 kgf/본 > 31.5 kN/본 **O.K**

(F.S = 1.10)

(3) 전단에 대한 검토

① 작용 전단력

- 전단력 : 16.3 kN (Main Post 1에 작용하는 최대 수평력(Fz))

- 앵커볼트 본당 발생하는 전단력 τ

τ =Q / n (n ; 앵커볼트 수 = 5 EA)

$$= \frac{16.3 \quad kN}{5 \quad EA} = 3.3 \quad kN/본$$

② 설계강도

- 앵커본당 전단강도(Vsa)

= 47.1 kN/본 (F10T - M20 기준)

- 콘크리트 공칭파괴강도(Vcb)

$Vb = 0.6 \cdot (l_e/_{d0})^{0.2} \sqrt{d_0} \sqrt{fck} \cdot c_{a1}^{1.5}$

$= 0.6 \times (170/20)^{0.2} \times \sqrt{20} \times \sqrt{27} \times 280^{1.5}$

= 100,223 N / 1,000 = 100.2 kN/본

$Vcb = A_{vc} / A_{vco} \cdot \Psi_{ed,V} \Psi_{c,V} V_b$

= 352,800 / 352,800 X 1 X 1.4 X 100.2 = 140.3 kN/본

- 콘크리트 프라이아웃 강도(Vcp)

$Vcp = k_{cp} \cdot N_{cb}$

= 2.0 X 112.9 kN/본 = 225.7 kN/본

- 최소값(Nn) : 47.1 kN/본

강도감소계수 : 0.63

∴ Φ · Nn = 29.7 kN/본 > 3.3 kN/본 **O.K**

(F.S = 9.12)

Ⅱ. 제작사양서－구조

II. 제작사양서

1. 개요

RPSD는 지하철의 승강장 선단에 선로와 분리되는 기둥과 ROPE 형 가동문을 설치하여 승강장과 선로부를 차단함으로써 승객의 안전을 도모하는 안전설비입니다.

1.1 역사의 조건(1개 역사 당)

1) 승강장(Platform) : 상선 1, 하선 1
2) 승강장 길이 : 약 120m/1승강장
3) 승강장 형태 : 섬식(직선)
4) 전동차(Train) 편성 : 2호선-6량
5) 스크린도어(RPSD) 수량 : 18m x 6(1 승강장당)

1.2 RPSD의 주요 재질

1) 골조(H-Beam)부분 : SM490
2) Rope 부분 : 4mm 이상, 강선
3) 상부 수평 부재 : SS400

2. 기기 사양

2.1 설계 조건

본 RPSD 시스템은 주변 환경을 고려하여 아래에 주어진 기본요구조건을 만족하도록 설계, 제작, 설치되어야 합니다.

1) 기후 및 환경
   - 역내 온도 : 통상 -30 ~ 60℃
   - 상대 습도 : 55 ~ 95%(최고 100%)
2) 유틸리티 공급
   - 전　　력 내 온도 : AC380V/220V 60㎐ 3Φ4w(역사 전기실에서 공급)
   - 용　　수 : 평균 4.5㎏/㎠G(도시상수도)
3) 로프형 승강장스크린도어(RPSD)
   - 설치 방식 : 하단고정방식(승강장바닥 앵커)으로써 특히 구조체는 적용하중 작용시 안전성이 확보될 수 있도록 설계, 시공합니다.
   - 적용 하중
   - 풍압하중 : 최대270㎏f/㎡(내풍압)

- 인압하중 : 100㎏f/m이상(FL+1.1m높이)/승객혼잡하중
- 피로하중 : ± 500N/㎡(50만회이상/년 기준)

• 주요 재질
- 프 레 임 : SM490
- 기타부재 : SS400

• 구조물 수명 : 30년(설계수명/프레임)

• 스크린도어 설치 위치 : 승강장 끝단에서 200㎜ 이내
- 승강장 끝단에서 스크린도어 측면까지의 간격
- 직선 승강장은 연단으로부터 200㎜ 이내에 설치하여, 건축한계 이내에 구조물이 들어오지 않도록 설계 및 시공합니다.

2.2 구성요소별 기기사양

역사 승강장에 설치 운영될 RPSD 시스템의 설비내역과 이들 설비의 상세사양은 다음과 같다(편의상 설비의 수량은 단위 유니트당 수량으로 표시함)

1) RPSD 구조체(FRAME)

RPSD의 구조체는 Main 기둥부, 중간 기둥부, 상부 수평보 등으로 구성되며, RPSD 유닛 당 구성요소는 아래와 같다.

• 수 량 : 1식
• 규 격 : SKD
• 재 질 : SM490
• 기둥 커버 : SKD SS400
• 설치간격 :
• 지지방법 : 하단고정방식(승강장바닥)
• 절연처리 : 감전방지를 위한 구조물 앵커부분에 절연패드, 절연재 설치, 전위차 방지를 위한 접지설치
• 표면처리 : 부식방지, 전식방지
• 구성요소 : 수직기둥 등 구조물의 지지요소(철골)
• 고정방법
- 상부 : 기둥커버가 Main 기둥과 거동을 같이 할 수 있도록 베이스 플레이트 15T를 사용
- 하부 : 베이스플레이트 15T를 사용하고 케미칼앙카 M20을 사용하여 4개소 이상 고정

주) 상세설계 시 구조계산에 따라 조정가능

2) Middle 기둥(ㅁ-Column)

- 수 량 : 1식
- 규 격 : ㅁ- 125x75x6t
- 재 질 : SM490
- 기둥 커버 : SS400 (SKD)- 구조계산서 참조
- 설치간격 : Main 기둥 중심가 10m 이내 간격으로 설치
- 지지방법 : 하단고정방식(승강장바닥 앵커)
- 절연처리 : 감전방지를 위한 구조물 앵커부분에 절연패드, 절연재 설치, 전위차 방지를 위한 접지설치
- 표면처리 : 부식방지, 전식방지
- 구성요소 : 수직기둥 등 구조물의 지지요소(철골)
- 고정방법 : 베이스플레이트 15T를 사용하고 케미칼앙카 M20을 사용하여 4개소 이상 고정

주) 상세설계 시 구조계산에 따라 조정가능

3) 상부 수평 보(ㅁ 형 BOX)

- 수 량 : 1식
- 규 격 : SKD
- 재 질 : SS400
- 커 버: -
- 표면처리 : 부식방지, 전식방지
- 절연처리 : 전위차 방지를 위한 등전위 본딩
- 구성요소 : 스크린도어 제어 및 전기 케이블 등 기타 전선 통로
- 고정방법 : skd

주) 상세설계 시 구조계산에 따라 조정가능

2.3 RPSD 시설물의 안전성

1) RPSD 구조체(FRAME) 설계 시 유의할 사항

- 설계 및 납품기준 : 구조체는 전동차 편성과 규격 및 각 역사의 구조에 맞추어 설계하고, 그 사양과 외관은 규정한 제원을 기본으로 하며, 특히 구조체(기둥부) 마감은 유지보수(공장도장)시 탈·부착이 가능하도록 설계합니다.
- 내구 수명 : 구동부의 모터 및 벨트의 내구연한은 50만회 이상으로 합니다.
- 구조계산 : 전동차 풍압 및 구조계산에 대한 안전성을 입증하기 위하여 구조해

석을 실시하고 이를 설계에 반영하여야 합니다. Rope에 100㎏f/m의 횡하중 발생시 Rope의 중앙 최대 처짐량이 차량한계선까지 가정할 경우에도 견딜 수 있고, 순간풍압 270㎏f/㎡ 및 기타 하중에 충분히 견딜 수 있는 구조로 설계합니다.

2.4 RPSD 시설물의 내구성

1) 구조물의 지지형태 : 하단고정방식(승강장바닥 및 천정 앵커고정)

2) 구조물의 사용재료 : 불연성 또는 난연성, 내후성자재 사용

- 강구조물 : SM490 H-형
- 앵커부분 : 절연패드 설치(전식 및 감전방지용)
- 표면처리 : 부식방지, 전식방지

3) 구조물의 설계 수명(Design Life): 30년(본체, 프레임)

4) 구조물의 강도

- 적용하중
  - 열차풍압 : 최대270㎏f/㎡(내풍압)/열차풍속 최대30m/sec(순간풍속)
  - 승객혼합하중 : 100㎏f/m
  - 피로하중 : 500N/㎡{50㎏/㎠}(50만회 이상)
- 구조물의 강도계산
  - 발생응력 : 구조계산서 제출
  - 허 용 휨 : 구조계산서 제출
  - 안 전 율 : 구조계산서 제출

2.5 제출물

1) 상세설계 및 설계도서

- 사업시행자는 상세설계 완료 후 아래의 설계도서 등을 감독자 검토한 후 발주처의 승인을 받은 후 관련 작업에 착수하여야 합니다.
  - 설계보고서 및 각종 계산서
  - 구조 계산서
  - 설계도서(상세 및 설계도면, 내역서, 시방서 등)
  - 설계도서(상세 및 제작 설계도면, 내역서, 시방서 등)
  - 기타 발주처가 요구하는 자료
- 도면, 문서의 제출
  - 사업시행자는 시방서에 주어진 일정에 따라 발주처에 제출하여야 합니다.

- 발주처는 사업시행자로부터 승인요청을 받은 후 특별한 사유가 없는 한 접수 후 15일 이내에 승인하도록 합니다.

3. 시공 분야

3.1 철골 공사

1) 적용기준 : 한국산업규격(KS) 및 대구광역시 전문시방서 철골공사에 준하여 시행한다.

2) 시공 사항

- 기 시공이 완료된 승강장 연단부의 구조물은 현장조건에 맞게 RPSD의 하중을 승강장에 지지할 수 있도록 시공한다.(하단고정방식)
- 지지철골의 고정장치는 풍압 및 진동에 탈락되지 않도록 설치합니다.
- 지지철물은 건축한계 내에 설치하고 전식 및 부식에 내구성을 가질 수 있도록 도장을 합니다.
- RPSD 설치높이를 제외한 수직마감부분은 풍압에 탈락 또는 진동이 발생하지 않도록 설치합니다.
- 승강장 바닥지지 및 천장지지용 기초볼트는 절연패드를 설치하여 구조물과의 전위차가 생기는 것을 방지합니다.

3.2 돌공사

1) 적용범위 : RPSD 내외부 화강석 붙임공사 관한 사항을 제시합니다.

2) 관련시방절 : 대구광역시 전문시방서 타일 및 돌공사

3) 공사일반

- 제품, 돌붙임 상태는 시공계획서에 따라 감독자의 검사를 받아야 합니다.
- 시공과 마감은 도면에 따라야 합니다.
- 돌붙임 시공 중 주위의 기온이 5℃ 이상 되도록 합니다.

4) 재 료

- 석재
  - 석재는 KSF 2530(석재)에 규정된 것과 동등 이상의 품질을 가진 것으로 합니다.
  - 석재의 시공개소, 석재명, 특질, 형상 및 치수, 기타 필요한 사항은 도면에 의하되 도면에 명시되지 않은 석재는 화강석 또는 동등 이상의 제품으로 합니다.
  - 석재는 도면 또는 감독관의 지시에 따라 견본품을 제출하여 감독자의 승

인을 받는다.

• 모르터

- 모르터는 (레미탈) KSL 5220(건조 시멘트 모르터)에 의한 KS표시품(조적용)을 사용 합니다.
- 줄눈의 나비는 아래를 표준으로 합니다.
- 돌잔다듬 또는 버너마감일 때 : 6㎜ 내외
- 돌물갈기 마감일 때 : 3㎜ 내외
- 돌혹두기 등 거친 마감일 때 : 10㎜ 내외
- 테라조 타일 : 2㎜ 내외

• 초속경 시멘트(프리믹서) 모르터

- 승강장 연단석에 시공하는 모르터는 초속경 프리믹스 시멘트 모르터(1:2.5)로, 1포 (25Kg)단위로 포장된 재료를 포장의 봉함이 뜯기지 않고, 상표와 품질표시 사항이 손상되지 않게 하여 반입 사용하여야 합니다.
- 승강장 연단에 시공하는 초속경 시멘트(프리믹서)모르터 제품에 대하여 필요시 감독자는 시험을 할 수 있으며 강도는 아래 기준 이상이어야 한다.

구 분	1시간	2시간	3시간	1일	7일	28일
강도 (Kgf/㎠)	70이상	130이상	180이상	380이상	430이상	480이상

5) 시 공

• 준비

- 바탕면은 부착력을 저해할 수 있는 이 물질을 제거하고 깨끗이 청소합니다.
- 석재의 모서리나, 표면에 묻은 이물질은 설치 전에 제거합니다.
- 승강장 연단부의 화강석 시공은 1일 작업이 가능한 부분을 사전에 감독자 및 시설장(역장)과 협의하여 철거하여야 합니다.

• 시공

- 형상 및 치수는 현장실측을 정확히 하여 재료나누기 도면 및 설치 공작도를 작성하여 사전 감독자 승인을 득한 후 제작 및 시공을 하되, 본 시공 전에 견본시공을 하여 감독자의 승인을 받아야 합니다.
- 화강석 특유의 문양을 제외한 눈에 띄는 반점이 있거나 모서리가 깨진 돌 등은 사용하지 아니합니다.

- 훼손, 오염, 파손된 것은 즉시 보수 또는 교체해야 합니다.
- 바닥판 시공은, 깔 몰탈(적당한 함수비를 가져야 함)을 고루 깐 후 시멘트풀을 뿌리고 자연스럽게 경사를 주어 면 바르게 깐다.
- 계단 및 벽체의 걸레받이 시공 시 붙임 모르터의 공극이 생기지 않도록 각 부분에 모르터가 균등히 충전이 되도록 시공합니다.
- 승강장 연단석 철거부분은 당일 새로운 연단석으로 교체 완료하여 열차 및 승객이용에 지장이 없도록 하여야 합니다.
- 승강장 연단석 재시공 시 열차 건축한계선에 적합하도록 하여야 합니다.
- 슬라이딩도어 부분은 잔다듬 돌을, 그 외 부분은 물갈기 돌을 사용 합니다.

6) 승강장 연단석 시공

- 승강장 연단석의 시공은 사전에 준비를 철저히 하여 열차 운행에 지장이 없도록 하고, 또한 승객의 열차 이용 시에도 안전사고 및 불편사항이 없도록 조치 후 작업하여야 합니다.
- 승강장 연단석의 시공은 기존 안전선 타일과의 줄눈이 8㎜이하가 되도록 현장 실측을 정확히 하여 시공토록 합니다.

7) 보양 및 청소

- 돌공사 후 깨지지 않도록 널판 등으로 충분히 보양하여야 합니다.
- 바닥의 판석 및 테라조타일은 시공직후 일정기간 경계를 표시하여 중량물 적치나 보행자 등에 의하여 탈락, 턱이 지거나 기우뚱거림이 없도록 철저히 양생, 관리하여야 합니다.
- 시공완료(양생)된 바닥 위에서 각종 작업 추진 시에는 사전에 오염되거나 파손되지 않도록 적절한 보양을 하여야 하며, 혹시라도 오염 또는 파손 부위가 있을 때에는 즉시 교체 시공합니다.
- 특히 승강장 연단석의 시공은 초속경 시멘트를 사용하여 작업하므로 석재면이 오염되지 않도록 주의를 요하며, 또한 청소를 깨끗이 하여 보양토록 합니다.

3.4 케미칼 앵커 볼트 시공

1) 일반사항

- 약액의 부착력은 케미칼 앵커의 주성분인 비닐에스터 레진과 경화재의 조합에 의한 접착력으로 유지되며 , 볼트를 콘크리트 구조체에 고정하여 구조보강 등에 이용하는 접착식 앵커이다.
- 케미칼 앵커는 확장에 의한 공법이 아닌 부착력에 의한 공법이므로 모재에 충격

을 주거나 틈이 벌어지는 일이 없으며, 방수기능이 완벽하여 물과 관련된 작업에 적합한 공법이다.

2) 품질기준

- 앵커의 성적서는 단순한 인발 성능에 대한 테스트 결과가 아닌 정해진 시험 절차에 따른 공인인증기관의 인증서가 있어야 한다.
- 케미칼 앵커작업을 대부분 옥외이므로 습기에 노출되어 있기 때문에 공인인증기관으로부터 투수성 이상 유무에 대한 인증된 케미칼 제품을 사용해야 한다.
- 케미칼 앵커는 성능에 영향을 주는 요소들이 많기 때문에 구조설계서 상에서 검토한 케미칼의 종류, 설치, 깊이, 앵커 직경등에 맞춰 정확한 시공이 이루어져야 한다.
- 50년 이상 장기하중에 대한 실험자료 및 공인인증기관의 인증서가 있어야 한다.
- 압축강도는 60N/㎟ 이상 (DIN EN196-1)이 되어야 한다.
- 수출률은 0.8% 이하이고 경도 91이상(ISO868) 이어야 한다.
- 인체 및 환경에 유해한 STYRENE 성분이 없어야 하며 MSDS를 제출하여야 한다.

3) 시공

- 시공방법에 맞는 정확한 제원에 따라서 시공을 해야 한다.
- 콘크리트 모재 천공 후 hole안의 청소를 철저히 하여야 한다.
- 케미칼 주입재 경화시간은 외부온도에 맞추어 제시된 시간을 준수하고 모재에 습기가 있으면 제공된 경화시간의 2배로 한다.
- 시공시 의문점에 대해서는 전문업체에 의뢰하여 정확한 정보나 시공능력을 받을 수 있도록 한다.

Ⅲ. 시방서

III. 시방서(토목분야)

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 규격서는 한국교통연구원이 발주하고 사업단이 시행하는 사업에 소요될 승강장 스크린도어(RPSD)의 설계, 제작, 설치 및 시험에 적용한다.

1.2 용어의 정의

1) “발주처”라 함은 “한국교통연구원”을 말한다.
2) “발주자”라 함은 사업단 및 공동수급체(“발주자”라 한다) 를 말한다.
3) “계약자”라 함은 이 설명서에 의하여 RPSD 설계, 제작, 설치 및 시험을 위해 계약된 자를 말한다.
4) “공급자”라 함은 계약자에게 기술을 지원하고 그에 따른 자재, 부속품, 제어반, 구동장치 등을 공급하기로 계약한 자 (이하 기술제휴사)를 말한다.
5) “RPSD" 라 함은 정거장 승강장 연단부에 설치되는 자동문(도어)으로 승강장과 선로부를 완전 차단하여 승강장내의 승객안전을 향상시킬 수 있는 설비를 말한다.
6) “구동부”라 함은 개별제어반으로 부터 동력 및 제어신호를 수신하여 RPSD의 도어를 개폐하는 구동장치를 말한다.
7) “개별제어반”이라 함은 도어 1개구 마다 설치되어 주제어장치로부터 제어신호를 송수신하고 고장 및 점검 시 자동, 수동으로 도어를 개폐할 수 있는 설비를 말한다.
8) “주제어장치"라 함은 차량, 신호기기, 화재수신반 등으로부터 각종 신호를 송/수신하여 RPSD를 제어, 상태확인, 개폐 등을 지령하는 설비를 말한다.
9) “승무원 조작반”이라 함은 승강장에 설치되고 열차 선두차량의 승무원이 차량 측에서 RPSD의 개폐를 조작하는 동시에 도어의 열림을 확인할 수 있는 설비를 말한다.
10) “승강장 조작반”이라 함은 승강장에 설치되고 역무원이 RPSD의 개폐를 조작하는 동시에 도어의 개폐상태를 확인할 수 있는 설비를 말한다.
11) “승강장”이라 함은 전동차 이용 승객이 승차하기 위해 일정 시간 동안 기다리거나 하차하기 위한 장소를 말한다.
12) “하부 지지구조”라 함은 RPSD가 설치되는 승강장 바닥면에 RRPSD 구조체를 고정 및 지지하는 구조를 말한다.

14) “1 Module”이라 함은 Rope와 Main Post 및 보조Post, 메카니즘 등을 포함한 RPSD 단위별(길이 18m)구성 장치의 모든 부속설비를 말한다.

1.3 적용표준

1) 계약자는 RPSD 어플리케이션에 적용되는 국내 규정 및 표준을 준수해야 하며, 해당 표준은 다음과 같다.

Urban Rail Transit Code	도시철도법
National Railway Construction Regulatio (Revised April 31, 2005)	철도건설규칙(개정 2005.3.31)
Electric Facility Technical Standard	전기설비 기술기준
Electric Industry Law	전기사업법
Fire Prevention Law	소방법
Interior Wiring Regulations	내선규정
KEPCO Power Supply Regulations	한국전력 전기공급 규정
Government-owned Railway Construction Regulations	철도 건설규칙에 관한 규정
Electric Railroad and Power Facility Regulations	전철, 전력 시설규정
Urban Railway Construction Rule(MOCT)	도시철도 건설규칙(건교부)
MOCT Standard Specifications	건교부 표준시방서
Electricity Technical Management Law	전력기술관리법
KORAIL Electric Railroad and Power Facility Regulations	철도공사 전철/전력 시설규정
Fire Safety Standard of Guiding Lighting and Signage	유도등 및 유도표지의 화재안전 기준
Signal Facility Construction Standards(KORAIL)	신호설비 시공표준(철도공사)
Signal Facility Regulation(KORAIL)	신호설비 신호시설규정 (철도공사)
Signal Facility Repair Regulation(KORAIL)	신호설비 보수규정(철도공사)
Operation Regulations	운전규정
Railway Obstructions Handling Procedure	선로지장취급 절차

1.4 공급범위

다음 표에 공급할 문양역 승강장 스크린도어의 수량을 제시하였다.

구 분	승강장구조	RPSD 수량	비 고
1 modue 식	섬식(직선승강장)	12 Module	- 편성 : 8량 (실제 운행 6량)
구조체 및 Rope (전기/제에 제외)	섬식(직선승강장)	4 Module	
계			

1) 본 기자재는 안전운행을 위한 설비로서 문양역에 대하여 제작, 설치한다.
2) 계약자는 문양역에서 완벽한 기능을 발휘할 수 있도록 하여야 하고, 각종 검사에 대한 소요비용은 계약자가 부담한다.
3) 계약자는 기술사양서에 기술된 기술사안과 별첨 도면을 참조하여 현장여건 등을 조사해야 한다. 계약자는 설치현장의 구조물에 따라 최상의 시스템 및 제품을 제안해야 한다.
4) 계약자는 RPSD를 정확히 제작 및 설치할 수 있도록 상세도면을 작성하여야 한다. RPSD 계획 및 설치 중에 토목, 건축, 전기, 신호, 통신 및 기타 분야와 연관된 모든 필요한 인터페이스 작업은 작업에 착수하기 전에 발주자가 승인하도록 제출하여야 한다.
5) 계약자는 설치작업 중 타 계약자가 수행하는 공사 공정에 차질이 없도록 하여야 한다.
6) 토목구조물에 영향을 줄 수 있는 구멍을 뚫거나 중량물 설치시는 토목구조물에 영향이 없음을 확인하고 발주자의 승인을 받은 후 공사를 진행하여야 한다.
7) 타 공사와 동시에 시행하는 시공작업은 공사 진행에 차질이 없도록 해당 도급자와 충분한 협의를 거쳐 실행하여야 한다.
8) 계약자는 기기, 장비 및 기타 장치에 손상이 없도록 기자재 반입 전에 숙련된 기술자로 하여금 현장 반입구를 충분히 파악하게 하고 사전준비를 하도록 해야 하며 발주자가 승인한 설계도면에 따라 설치하여야 한다.
9) 설치된 기자재는 각종 후속작업 및 시운전까지 보관에 따른 오염, 손상, 부식, 분실 등의 방지를 위하여 계약자 책임으로 충분한 보호 조치를 하여야 한다.
10) 기자재는 문양역 구조물 내에 설치된다. 따라서, 계약자는 예상치 못한 시스템 장애, 고압선과 접촉 및 운행 중인 차량과 간섭등과 같은 요인으로부

터 기자재를 보호하기 위해 모든 합당한 조치를 취해야 한다. 기능적 문제를 예방하기 위해 안전장치를 설치하여야 한다.

1.5 자료제출 및 도면승인

1) 길이, 중량, 용적 및 기타 단위는 미터법으로 표시하여야 한다.
2) 계약자는 계약이행계획서 작성하여 다음 자료와 함께 제출하여야 한다.
   • 기자재의 설계, 제작, 납품, 설치, 시운전 등에 대한 상세 예정공정표
3) 발주처가 요구하는 공사 착공에 필요한 서류
   • 공사내역서, 공사착공 계획, 현장대리인계, 사업자등록 증명원 등
4) 도면승인
   • 계약 후 다음 자료를 작성 제출하여 발주자의 승인을 받은 후 제작에 임하여야 한다.
   - RPSD 토목부분 설치 상세도 및 각종 계산서

2. 기술규격 설명서

2.1 구조체(프레임) 도장

스크린도어의 지지 구조체 도장은 납 성분이 함유되지 않은 알키드와 우레탄 수지를 주성분으로 하여 부식 및 전식에 강한 도료를 사용하여 두께 100㎛으로 도장 하여야 한다.

2.2 RPSD 구조체(프레임)의 절연

차체와 지상의 전위차에 의해 차체와 스크린도어 샤시(Sash)를 동시에 접촉했을 때 인체에 전류가 흐를 수 있는 전기적 쇼크 (전격현상)가 발생하지 않도록 RPSD 시스템을 설계, 제작, 시공하고 프레임표면과 커버부분은 절연 도장 등의 절연처리를 하여야 한다. RPSD 구조물은 정거장 구조물로부터 완전 절연시켜야 한다. 이 절연자재의 내용연수는 스크린도어 설계수명과 같아야 하며 모든 하중을 충분히 지탱(전달)할 수 있어야 한다.

2.3 전자기 적합성

RPSD는 외부환경으로부터의 유도전압, 전력서지, 자기장 등에 영향을 받지 않도록 설계하고 어떠한 조건하에서도 장비가 작동해야 하며 IEEE/EN 표준에 따라 도어작동장치가 주변장비에 전자기 간섭을 전도해서는 안 된다. 모든 장비는 인체상해를 예방하기 위해 정전기 방전장치를 부착하여야 한다.

2.4 경고표지

잠재적인 “위험”, “고압” 또는 기타 위험요소를 알리면서 눈에 잘 띄는 곳에 적정한 주의 또는 경고표지를 부착하여야 한다. 표지는 대한민국 또는 국제 보건 및 안전표준을 준수하며 한국어로 표기하고 바람, 찢어짐, 지워짐 또는 기타 열화에 강해야 한다.

2.5 장비(자재)의 포장 및 보관

계약자는 장비의 저장, 반입 및 설치 기간 중 기후의 악영향이나 사고 또는 충격으로부터 모든 RPSD 장비를 보호하도록 장비를 저장하여야 한다.

2.6 소음 및 진동

1) RPSD 장비는 소음 및 진동이 최소화 될 수 있도록 설계 제작하고, 소음은 국내규정에 적합하여야 하며 국내 규정이 없는 경우, 국제규정을 따라야 한다.
2) 도어작동 소음은 승강장 단부 1m 지점에서 모든 승객용출입문이 작동할 때 소음레벨이 73dB(A)를 초과해서는 안되며, 헤더박스 내부에는 흡음시설을 하여야 한다.
3) 모든 RPSD장비의 진동이 RPSD 지지프레임이나 주변 정거장 장비 또는 구조물에 전달되지 않도록 진동차단장치를 설치하여야 한다.

2.7 인적요인

1) 전철 시스템의 RPSD 장비는 승객이 이용에 편리하고, 운영 및 유지보수 인력의 점검, 보수관리가 용이하도록 대한민국 사회 및 환경조건에 적합하게 설계하여야 한다.
2) RPSD 장비 설계는 노인, 임산부, 장애우가 안전하게 사용할 수 있게 하고, 동시에 시각장애인을 위한 적절한 알람 표시라벨 등을 부착하여야 한다.

3. 검사 및 시험

3.1 검사의 종류 및 방법

3.1.1 외관검사

흠, 녹 및 변형 등이 없는지 RPSD의 외관을 육안으로 검사한다.

3.1.2 수량 및 치수검사

1) 수량검사 - 도면 및 계약성과물 요건에 의거하여 수량을 확인한다.
2) 치수검사 - 승인된 도면의 치수를 만족하는가를 검사한다.
3) 도장검사 - 도장부분의 도막 두께(100㎛ 이상)의 적정여부를 확인한다.

3.2 시험의 종류 및 방법

3.2.1 자재시험

자재시험은 도시철도차량화재안전시험기준, KS 또는 동등 이상의 국제 규격을 따라야 한다.

3.2.3 하중시험

프레임(구조체)와 스크린도어에 설계기준치의 내인압하중 (1.0kN/m) 및 풍압 (2.7kN/㎡) 또는 순간풍속 최대 50m/sec) 을 가하여 변형이나 성능에 이상이 없어야 한다.

4. 설치 및 시공

4.1 RPSD 지지 철골공사

1) 승강장 바닥 구조물은 철근콘크리트구조 두께 200mm, 건축 바닥 마감 높이는 70mm로 시공되고 상부는 수직 마감부가 설치되며, 모든 RPSD의 하중은 상하부 구조물에 지지하도록 설계·시공되어야 한다.
2) 지지철골의 고정은 열차 풍압 및 진동에 의해 탈락되지 않도록 충분한 강도를 가져야하며 견고하게 시공하여야 한다.
3) 지지철골은 승강장 연단부에서 100mm 이내에 설치하고 전식 및 부식에 내구성을 가질 수 있도록 도장을 하여야 한다.
4) 하부 철골지지용 볼트는 절연패드를 설치하여 구조물과 전위차가 생기는 것을 방지하여야 한다.
6) RPSD설비는 열변화로 인한 팽창 및 수축을 수용하도록 RPSD시스템을 설계해야 한다.

4.2 바닥 마감공사

1) 바닥은 건축마감높이 이상으로 돌출해선 안되고 그로 인해 안전사고가 생기지 않는 구조로 시공한다.
2) 포스트 설치하부는 콘크리트 채워 넣기 마감공사로 진동에 파손되지 않도록 하고 설치하여야 한다.

5. 케미컬 앵커 볼트 공사

5.1 적용범위

본 시방서는 구조보강 및 구조물정착을 위한 케미칼 앵커에 대해 적용한다.

5.2 일반사항

1) 약액의 부착력은 케미칼 앵커의 주성분인 비닐에스터 레진과 경화재조합에 의한 접착력으로 유지되며 , 볼트를 콘크리트 구조체에 고정하여 구조보강 등에 이용하는 접착식 앵커이다.
2) 케미칼 앵커는 확장에 의한 공법이 아닌 부착력에 의한 공법이므로 모재에 충격을 주거나 틈이 벌어지는 일이 없으며, 방수기능이 완벽하여 물과 관련된 작업에 적합한 공법이다.

5.3 품질기준

1) 앵커의 성적서는 단순한 인발 성능에 대한 테스트 결과가 아닌 정해진 시험절차에 따른 공인인증기관의 인증서가 있어야 한다.
2) 케미칼 앵커작업을 대부분 옥외이므로 습기에 노출되어 있기 때문에 공인인증기관으로부터 투수성 이상 유무에 대한 인증된 케미칼 제품을 사용해야 한다.
3) 케미칼 앵커는 성능에 영향을 주는 요소들이 많기 때문에 구조설계서 상에서 검토한 케미칼의 종류, 설치, 깊이, 앵커 직경 등에 맞춰 정확한 시공이 이루어 져야 한다.
4) 50년 이상 장기하중에 대한 실험자료 및 공인인증기관의 인증서가 있어야 한다.
5) 압축강도는 60N/㎟ 이상 (DIN EN196-1)이 되야 한다.
6) 수출률은 0.8% 이하이고 경도 91이상(ISO868) 이어야 한다.
7) 인체 및 환경에 유해한 STYRENE 성분이 없어야 하며 MSDS를 제출하여야 한다.

5.4 시공 규격, 제원, 도면 및 경화시간

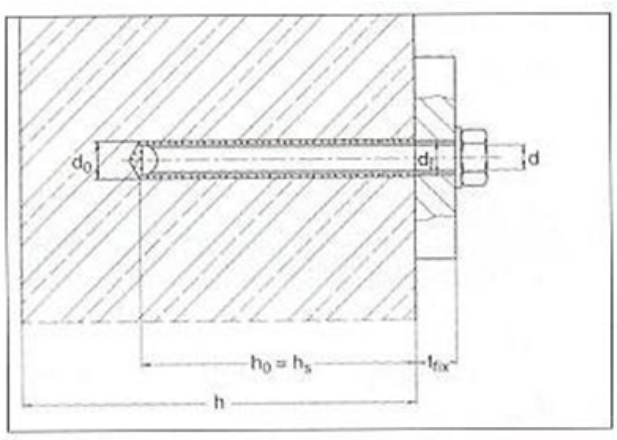
1) 표준 삽입 깊이

볼트규격			10mm	12mm	16mm	20mm	22mm	24mm	30mm	33mm	36mm
드릴비트 직경	d0	mm	12	14	18	24	26	28	35	38	42
구멍깊이	h0≥	mm	90	110	125	170	190	210	280	300	330
삽입깊이	hs≥	mm	90	110	125	170	190	210	280	300	330
모재두께	h ≥	mm	130	150	165	210	230	250	320	360	400
1공당소요량	UPM44	appr/ml	5	7	10	36	44	53	109	128	185

2) 시공제원 및 하중

철근규격	10mm	12mm	16mm	20mm	24mm	30mm	33mm	36mm
하중:ton	3.02	4.38	8.16	12.74	18.36	29.17	32.80	37.32
설계하중:ton	2.03	2.90	5.01	7.31	9.88	14.37	15.10	17.27

3) 도면



d_0 = 드릴비트 직경

$h_0 \geq$ = 구멍깊이

$h_s \geq$ = 삽입깊이

$h \geq$ = 모재 두께

4) 경화시간

온도	-5℃	0℃	5℃	20℃	30℃	40℃
경화시간	6시간	3시간	90분	45분	25분	15분

※ 경화시간 : 시공 후 100% 하중 부담 능력을 갖출 때까지의 시간

※ 모재에 습기가 있으면 경화시간은 2배로 한다.

5) 중공벽돌의 경우는 Sleeve 작업을 하여야 한다.

5.5 주입식 케미칼 앵커 시공 방법

1) 콘크리트 모재에 규정된 직경 및 길이로 천공한다.
2) 구멍안의 먼지와 가루를 제거한다.
   - 송풍기로 불어낸다. (3xblow out)
   - 브러쉬로 솔질을 한다.(3xbrush out)
   - 송풍기로 불어낸다. (3xblow out)
3) 코아 천공시 HOLE안의 물기를 제거한다.
   - 물기를 제거한 다음 브러쉬로 청소를 한 후, 송풍기를 이용하여 먼지와 가루를 제거한다
   - 코아 천공시 HOLE안의 매끄러움을 방지하기 위해 드릴로 거친면을 만들어 준다.(모재와 부착물의 접착력을 강화할 수 있다)
4) 구멍 끝에서부터 UPM44를 채운다. (약2/3정도)
5) 볼트를 손으로 돌려가며 밀어 넣는다.
6) 경화시간 경과 후 부착물 설치를 한다.

6. 시스템 인터페이스

6.1 일반사항

계약자는 RPSD를 설치하는데 있어서 모든 관련 시스템과 협의 조정하고, 원만한 인터페이스를 위해 필요한 정보와 세부사항을 제공하여야 한다. RPSD와 타 시스템간의 인터페이스 사항은 다음 항목을 포함하여 설계단계부터 명확히 구분해야 한다.

6.2 토목/건축분야와 인터페이스

1) 승강장 RPSD 미설치 부분 벽체 및 바닥 마감작업
2) 승강장 연단부 바닥마감 수평 시공 (± 10mm 이내 /10m)
3) 승강장 바닥 RPSD 지지용 수직 구조물 타설(구조물 수평도±10mm 이내 /10m)
4) 승강장 연단부 구조물 단차 시공(허용오차 ± 20mm 이내 /10m)

7. 유지보수 계획

계약자는 RPSD가 안전성 및 신뢰성 목표를 달성하고 유지할 수 있도록, 운영 및 유지보수 요원이 RPSD의 운영, 유지보수 및 안전요건을 정확히 이해하는데 필요 하고 충분한 교육/훈련을 제공하여야 한다.

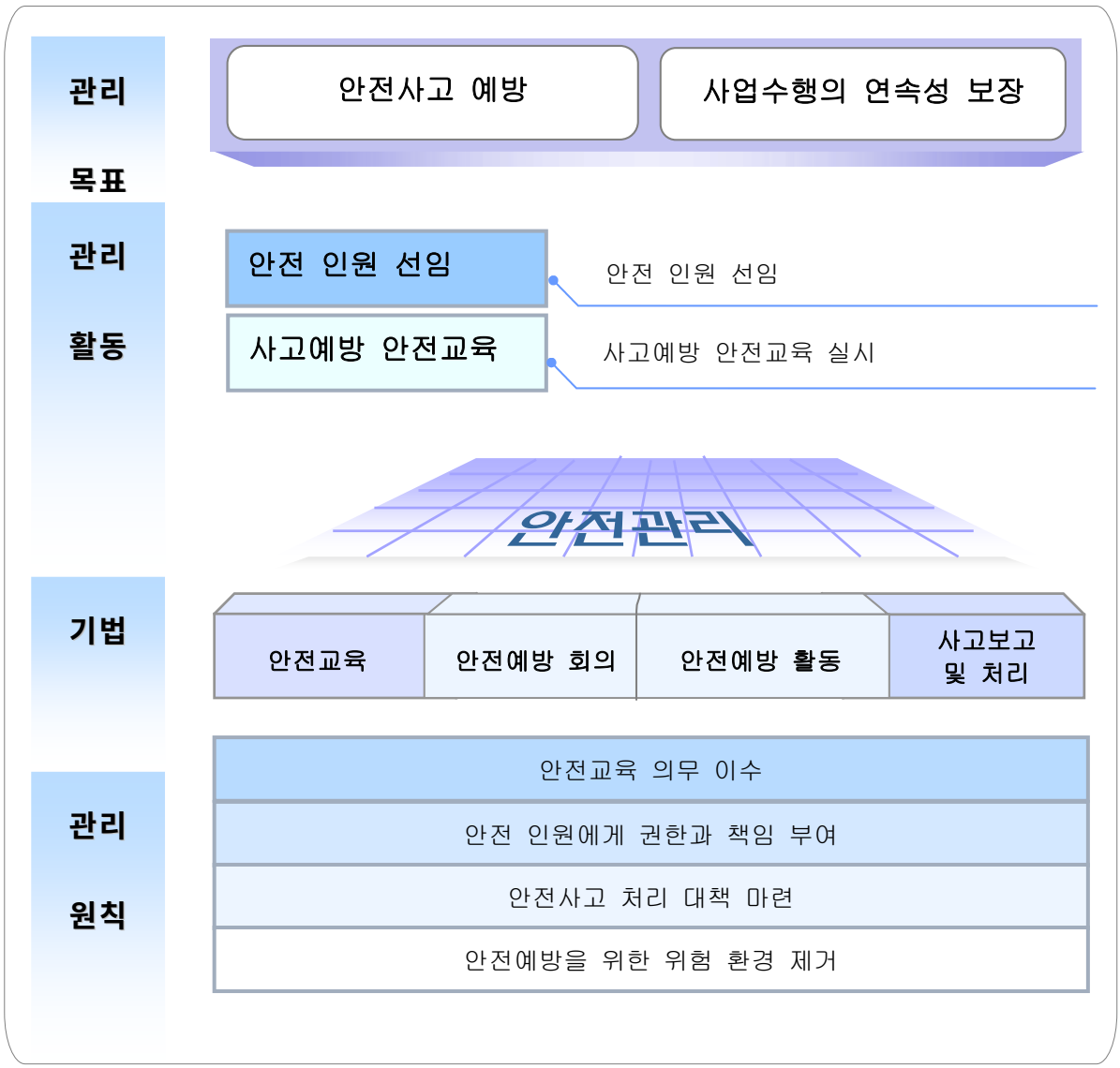
Ⅳ. 안전관리계획서

IV. 안전관리계획서(토목분야)

1. 개요 및 목적

1.1. 개요

본 문서는 사업 수행과정에서 초래될 수 있는 안전에 관한 우려사항을 제거하고 적극적인 교육으로 사고 예방과 공정별 안전을 확립하기 위한 안전관리에 관한 것이다. 본 사업의 안전관리체계는 아래와 같다.



1.2. 안전관리 목적

사업수행에 있어 가장 큰 재해 요소인 각종 사고를 줄이기 위해서는 철저한 안전관리가 필수적이다. 이러한 안전관리는 예방을 가장 중요시하여 사고 발생 가능성을 최소화하는데 초점을 맞춰 진행한다. 이를 위해 안전담당조직을 구성하고 필요한 안전교육을 실시하며 안전관리계획에 따른 안전관리

를 수행한다. 또한 사고 발생 시에는 신속한 사고처리로 사업일정에 미치는 영향을 최소화한다.

또한 본 안전관리계획서를 작성함으로써 안전관리 업무를 원활하게 수행토록 함을 목적으로 한다.

1.3. 용어 정의

계약자	계약자는 각자의 과업범위에 따라 해당 시스템을 설계, 제작, 설치, 시험 및 시운전하도록 시공사업단과 계약을 체결한 조직이다.
시공관리책임자(수급인)	시공사업단의 현장 최고책임자로서 사업을 실질적으로 총괄, 관리하며 안전관리계획 및 규정 작성, 안전보건협의회 운영 등을 수행할 책임이 있다
시공관리책임자(하수급인)	계약자의 현장 시공관리책임자로서 실질적인 안전관리 활동을 수행하며 현장 안전 계획, 안전업무지도 및 감독, 재해관련보고 및 응급조치 등을 수행할 책임이 있다.
안전관리자	시공사업단에 속한 자로서 시공관리책임자(수급인)를 보좌하고 시공관리책임자(하수급인) 및 안전 담당자(하수급인)에 대하여 지도 조언 활동을 수행하며 안전교육 실시 및 현장 순회 점검, 지도 등의 업무를 수행할 책임이 있다.
안전담당자	계약자의 현장 안전담당자로서 현장에서의 작업 지휘, 감독을 수행하며 유해, 위험작업 안전 교육 실시 및 유해/위험기계기구와 설비에 대한 자체검사를 수행할 책임이 있다

2. 안전관리 조직 및 역할

시공관리책임자(수급인)는 안전에 대한 총괄 관리 책임자로서 사업수행팀 내에 안전관리 실무를 위한 안전관리자를 선임한다.

시공관리책임자(하수급인)는 발주자가 요구하는 자격요건에 부합하는 자격 및 경력을 소지한 자를 안전담당자로 선임한다. 안전관리 조직의 역할은 아래와 같다.

구 분		역 할
안전관리 조직의 기본역할		- 시공중인 구축물 등 공사장 및 공사장 주변의 안전확보 - 계획서에 따른 안전시공 여부 확인 - 안전교육의 실시 - 안전사고예방 및 긴급조치 - 제반 위험요소의 제거 - 비상사태시 응급조치 및 복구 - 비상 연락망 구축
기본 계획	착수 단계	- 시공계획서에 준하여 단계별 안전계획 검토 - 안전관리 책임자 및 안전관리자 선임 보고 - 작업공구별 안전관리자 또는 담당자 설정 - 모든 작업원들의 신상명세 확인
	시공 단계	- 안전대책 미흡시 작업 불허가 - 안전예방 대책 보완 후 작업허가 - 작업공구별 위험예지 훈련 및 안전교육의 정례화

3. 안전관리 업무 범위

구 분	직 무	업 무 범 위
시공관리 책임자 (수급인)	현장 최고책임자로서 사업을 실질적으로 총괄, 관리	- 안전관리 계획수립 - 안전관리규정 작성 - 안전보건협의회 운영 - 재해원인조사 및 재발방지 대책 수립
안전 관리자 (수급인)	시공관리책임자(수급인)를 보좌하고 시공관리 책임자(하수급인) 및 안전 담당자에 대하여 지도 조언	- 신규채용자 안전교육, 정기교육 주관 실시 - 현장 순회 점검, 지도 및 조치건의 - 안전을 위반한 근로자에 대한 조치 건의 - 안전일지 작성
시공관리 책임자 (하수급인)	현장시공관리책임자로서 실질적인 안전관리 활동	- 안전 작업계획 작성 관리 - 협력업체 안전업무 지도 및 감독 - 재해관련 보고 및 응급조치 - 유해/위험 기계기구의 안전 보건점검 이상 유무 확인 및 - 시정조치
안전 담당자 (하수급인)	작업을 직접 지휘, 감독	- 유해, 위험작업 특별교육중 안전에 관한 교육 실시 - 유해/위험기계기구 및 설비에 대한 자체 검사

4. 안전관리 시스템 구축과 운용

4.1. 안전관리 문화 창출

안전관리 문화 창출은 관리자 및 작업자의 건강, 안전, 환경의 총괄적 시스템을 확립 관리하고, 동일 총괄책임자의 관리하에 각 부분의 통합적인 기반 구축과 유기적 협력 및 환경관리문화를 창출 하는데 있다.

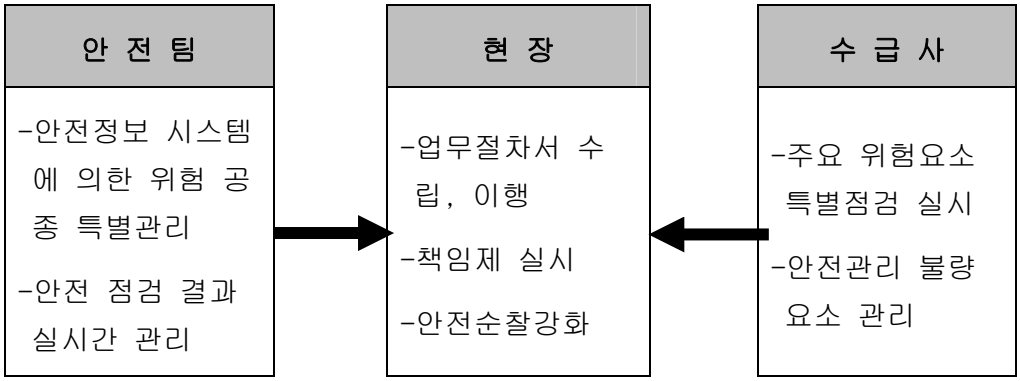
4.2. 안전활동 계획

4.2.1. 무사고 무결점 활동 계획

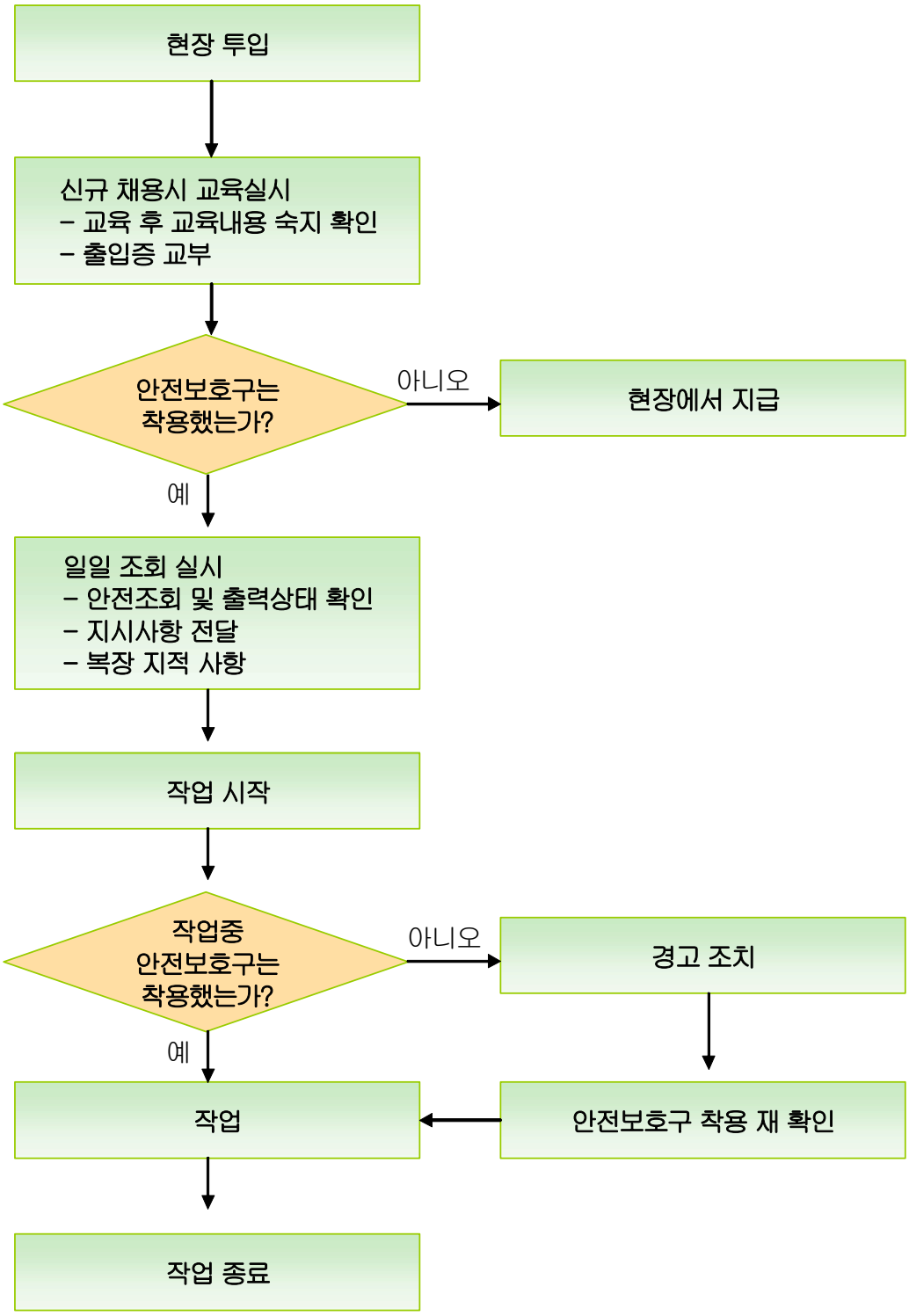
무사고 무결점 작업현장의 구현을 위한 자율적 안전활동은 다음과 같다.

- 안전의식 성숙화
  - 전 근로자의 자율적인 책임의식으로 위험 요인 제거
  - 지속적, 정기적 안전 교육으로 안전의 필수성 인식
- 사고사례 분석
  - 사고사례의 사전 분석으로 중점 문제별 대처
  - 동종사고 재발 방지를 위한 개선책 마련
- 공정별 안전계획
  - 각 공종의 특성에 적합한 안전계획 수립
  - 각 공종별 표준안전 작업지침의 철저 준수
- 안전 신기술 활용
  - 신기술 적극 도입을 통한 안전환경 조성
  - 현장 내 시공방법 개선으로 안전기술 축적

4.2.2. 현장 안전관리 활동 시스템



4.2.3. 시공시 안전관리 흐름도



4.2.4. 일일 안전활동 사이클

구 분	담 당 자	내 용
안전조회	안전 담당자	- 시공관리책임자(하수급인) 이하 전직원 / 근로자 참석 - 공지사항 전달 - 지적확인 및 Touch & Call
작업전 안전교육	안전 담당자	- 당일 작업내용 및 안전교육
신규채용자 안전교육	안전 담당자	- 신규 채용자 안전교육 참조
현장 안전점검	안전 관리자 안전 담당자	- 시설물 안전상태, 작업자 불안전한 행동, 보호구 착용실태 점검(담당자는 안전보건일지에 그 내용을 기록)
안전 공정회의	시공관리책임자 (하수급인)	- 당일 안전조치, 익일 계획 수립
현장 정리정돈	안전 담당자	- 작업 종료전 주위 정리정돈(공구, 자재 등)

■ 작업중 지도 감독

- 안전관리자와 시공관리책임자(수급/하수급인) 및 안전담당자는 안전점검에서 발견 또는 작업 중 나타난 사항은 즉시 시정 후 작업
- 안전시설의 미비, 기계의 이상, 공구의 불량 및 작업환경의 변화에 따른 작업 지도 감독
- 불안전한 행동(안전수칙 및 표준작업 무시, 보호구 미착용 등) 시정지도
- 미비, 불량, 위험상태 확인 시 즉시 시정 조치 후 작업
- 안전 담당자는 당일 작업지시에 기 설치된 안전시설물을 해체 후 작업 재개

■ 안전 시공 회의

- 혼합된 작업에서는 상하 동시 작업의 시간 조정 또는 작업방법의 상호전달 및 타 공종과의 협동작업시 작업방법, 순서, 작업 책임자, 신호자를 확인
- 공동사용 기계설비는 사용기간, 작업내용, 작업방법, 작업 책임자, 신호자, 조작자의 배치 및 작업시간 등을 확인, 조정
- 공동 시설물의 사용 시간, 작업 내용, 작업 방법 및 책임자의 조정과 확인
- 필요시 담당자의 주관하에 공사 진척상황 및 작업의 애로사항에 대해서는 각 협력회사 담당자와 협의 및 업무 조정 실시

5. 안전점검 계획

5.1. 실시 시기 및 관리계획

5.1.1. 안전점검의 필요성

현장의 기계, 시설 등의 자체 결함이나, 방호장치의 결함, 보호구의 결함 등 물적 요인의 대부분이 안전점검의 미비로 인하여 잠재위험이나 현존하는 위험을 발견하지 못하므로 발생된 것이다. 따라서, 현장 사정에 가장 밝은 시공관리책임자 주축으로 안전점검을 실시하여 사전에 위험요인을 제거하는 것이 재해예방에 가장 필요한 활동인 것이다.

5.1.2. 점검의 종류 및 주요점검 내용

점검 종류	주요 점검내용	점검시기	비 고
일일 점검	- 투입 근로자의 상태 - 개인보호구 착용/활용상태 - 공종별 작업장 위험 요소 지적/확인	매일 (작업 전,종료)	- 시공관리책임자(하수급인) - 안전담당자
주간 점검	- 작업장 안전시설물 설치상태 - 작업통로 상태 - 공구류 정비 상태	매주 월요일	- 시공관리책임자(하수급인) - 안전관리자 - 안전담당자

점검 종류	주요 점검내용	점검시기	비 고
월간 점검	- 작업장의 정리정돈 상태 - 전기기계기구/설비자체 점검	매월 첫째주	- 시공관리책임자(수급/하수급인) - 안전관리자 - 안전담당자
정기 점검	- 현장안전관리 실태 전반 - 계절 안전사고 예방대책 상태	분기별	- 시공관리책임자(수급/하수급인) - 안전관리자

5.1.3. 점검종류별 실시내용

5.1.3.1. 일일점검

- 안전조회

  작업 시작전 현장 근로자가 모여서 조회 및 체조 등을 실시하며 다음 사항들을 점검 및 전달 한다.

  - 인원 점검
  - 안전모 등 개인보호구 착용 상태 확인
  - 유해/위험 공종 설명 및 작업 방법 지시
  - 투입 전 근로자의 개인 건강상태 육안 점검

- 공정협의

  매일 일정한 시간을 정하여 사무실에 모여 공사 진척사항 작업의 난이도에 따른 안전방법을 다음 사항 등을 중심으로 협의 및 조정

  - 주관 : 시공관리책임자(하수급인)
  - 협의 사항
    - 혼합된 작업에서 상하 작업의 시간대를 조정 또는 작업방법의 확인
    - 타공종과의 협동작업 방법, 작업책임자, 신호자 등의 확인
    - 공동사용시설(비계, 통로, 작업대 및 가설경사로 등)의 사용기간, 작업내용, 작업방법 및 작업책임자의 지정과 확인
    - 계획변경작업, 신규착수 작업 등 충분한 협의 확정 후 실시

- 관계자 사이의 충분한 협조, 납득, 각 작업의 중점사항을 기입한 작업 체크리스트를 작성 배부
- 협의사항과 현장이 일치되지 않은 경우 즉시 작업 중지 후 주지시켜 일치확인 후 작업을 재개
- 확정내용은 조회, 안전모임 등의 방법으로 작업원에게 주지시켜 실시

● 작업종료 전 정리정돈

작업종료 전 5분전에 다음 요령으로 현장안전담당자가 실시

- 주관 : 현장안전담당자
- 시간 : 작업종료 전 5분
- 점검사항
  - 작업을 실시한 장소, 안전통로 등 공용구분에 대한 정리정돈 및 청소상태
  - 자재, 폐자재, 임시 적재자재, 적재장소 등의 정리상태
  - 공종회의 시 지적에 따른 조치결과 상태

● 작업종료 후 점검 및 확인

작업공종, 현장 주변의 여건, 기후 등에 대하여 작업종료 후 최종점검과 확인을 현장안전담당자의 주관으로 매일 실시

- 주관 : 현장안전담당자
- 시간 : 작업종료 후 30분 이내
- 점검 및 확인사항
  - 매일 작업의 준비사항 검토, 조정
  - 연장 작업에 대한 연락상태 및 내용(작업내용, 인원, 장비)
  - 사무처리
  - 작업정리 후 정리정돈
  - 화기, 전원 개폐여부 확인
  - 장비류의 원위치 상태 및 열쇠에 대한 반납
  - 사무실 등의 소등, 난로의 소화
  - 가설숙소의 근로자 숙박여부 및 행동사항 확인

5.1.3.2. 주간점검

● 시공관리책임자는 매주 정기적으로 안전관리자 및 현장안전담당자과

다음 사항을 협의한다.

- 주관 : 시공관리책임자(하수급인)
- 점검, 협의내용
  - · 작업장내의 환경, 작업장의 설비, 장비류, 작업통로, 각종 공구류의 점검
  - · 진행작업에 대한 공종별(작업반) 공정협의
  - · 신규 공사내용에 대한 시방서, 시공도, 시공요령 등에 대해 토의, 전달
  - · 설비시설, 특정업체로부터 대여 받은 시설설비, 협력업체 단독의 시설설비 등의 시건 장치 및 관리 상태
  - · 일일 안전점검 결과 및 지적 사항 협의 및 시정조치

5.1.3.3. 월간점검

- 시공관리책임자(수급/하수급인)는 월 1회이상 현장사무실에 안전관련 인원이 모두 참가한 상태에서 다음사항을 협의
  - 주간 및 월간공정, 작업내용 변경 등을 설명하고 공정진행에 따른 안전상의 주의사항을 설명
  - 관계기관, 감리자의 지시 및 지도사항에 대한 설명, 토의 및 검토
  - 각 직종별 작업조정 토의
  - 일일, 주간 안전점검에 따른 문제점들의 토의와 조정
- 발생하는 문제점 취합 익월 안전점검
- 안전점검항목 및 내용

  자체 안전점검 시 주요 공정별 안전점검 항목은 당해 공종의 공법 또는 작업방법에 따라 내용을 추가할 수 있다.
- 안전점검 결과의 기록 및 확인

  안전점검을 실시한 후 그 결과를 안전점검일지(별지 제1호 서식)에 기록하고 지적 사항에 대한 조치결과를 익일 자체 안전점검 시 반드시 확인하고 그 결과를 기록한다.

5.2. 정기안전점검

정기안전점검 실시 결과는 점검표 및 의견서를 포함하는 보고서를 작성한다. 이 경우 보고 받은 자는 점검지적 사항을 반드시 보완 조치 확인하고 그 기록을 남겨야 한다. (별지 제2호 서식)

【별지 제 1 호서식】

자체 안전 점검 일지

실시일자 : 200 . . 안전점검 책임자 : _____

안전점검항목	세부점검 내용	지 적 사 항	조 치 사 항	비 고

※ 조치사항은 사진을 첨부할것

【별지 제2호 서식】

정기안전점검 지적사항 조치 확인 현황	
공 사 명	
현 장 소 재 지	
점 검 일 시	
점검기관(책임자)	
대 상 공 종	
점 검 항 목	
지 적 사 항	
조 치 일 시	
조 치 사 항	

(주) 1. 점검항목별로 별도 작성할 것

2. 지적사항 및 조치사항에 대한 사진을 뒷면에 첨부할 것

6. 안전교육 계획

6.1. 안전교육 일반사항

구 분	세 부 내 용
목 적	작업공정별 유해 위험을 철저히 파악하고 교육을 통하여 과거 잘못된 안전의식을 과감히 개선하고, 새로운 사고예방 지식을 습득토록 하여 유사 동종사고 및 각종 안전사고를 사전에 방지하여 쾌적한 작업환경 속에서 보다 안전하고 정상적인 작업으로 최고의 품질을 확보하기 위함
중점 교육방침	- 신규 출력자는 반드시 당일 안전교육을 실시한다. - 안전보건교육은 법정교육/자체교육으로 구분 실시한다. - 교육은 공정별, 직종별로 구분하여 실시하고, 당해 작업에 적합하도록 실시한다. - 협력업체는 수급자의 교육과는 별도로 자체 교육계획을 수립하여 실시하고, 수급자가 이를 관리한다.
현장 세부방침	- 전직원 및 근로자 전원이 교육참석 원칙 - 교육여건 마련 공구별 지원 - 안전인식을 위한 교육훈련 후에 발생하는 환경오염행위에 대해 개인별 DATA를 유지 보존하여 지속적인 관리 병행

6.2. 안전교육 준비사항

구 분	세 부 내 용
교육 기자재 확보	- 안전교육용 교안 및 보조기구 - 신규채용자 안전교육용 교재 구입 - 현장 중요위험 Point관리 현황판 제작 - 기타 안전관련 교재등
시 기	매월 1회 또는 필요시
강 사	안전관리자
조 치	매월 실시하는 안전교육 결과를 기록 비치

6.2.1. 주요 공정별 세부 안전교육

각종 안전사고 발생 사례 분석을 통한 현장 근로자 교육 수행 및 안전 대책을 수립하고 재해 위험이 높은 해당 공종 작업 수행시나 유해, 위험 작업이 실시되기 전 안전시공 방법 및 조치에 관한 교육을 실시하여 재해를 예방한다.

구 분	세 부 내 용
신호공사	- 개인보호구 지급 및 착용교육 - 낙하 및 비래방지를 위한 자재운반/적치(인력 및 호이스트 이용, 취급교육) - 기자재운반 및 적치방법(크레인 이용) - 설치순서, 방법 등 안전시공절차교육 - 감전 및 화재예방교육(용접 및 절단) - 비계조립, 안전망, 추락방지망(고소작업) - 중장비 이동 및 지지기반 조성절차 교육 - 압력용기 및 가스취급 교육(용접, 절단용)

6.2.2. 작업 전 안전교육

작업 전 안전교육은 작업시작 전 각 협력회사별로 작업지시와 병행 실시하는 안전 모임으로 안전조회 후 각 직종별 작업감독자는 당일 작업지시서 등을 바탕으로 아래 사항을 충분히 교육 실시한 후 작업에 인원을 배치한다.

- 작업목적, 방법, 순서, 필요성 및 중요성
- 작업장소의 범위, 통로, 운반경로
- 작업시간 및 작업순서
- 작업원 각자의 역할과 배치(건강상태 체크 및 작업에 적합한 복장확인)
- 타 직종과의 관련된 사항
- 작업상의 중점사항 및 안전사항
- 연락 및 신호방법
- 정리정돈 요령

- 사용재료, 기계, 공구, 보호구 등의 취급요령 및 사용방법 교육
- 동종 작업의 재해사례
- 위험예지 훈련실시(당일 작업시 중점위험 요인)
- 시공관리책임자는(하수급인) 작업전 안전모임후 작업 배치전에 해당 안전교육을 실시

  - 신규채용자, 작업내용 변경 작업 근로자 : 1시간 이상

  - 특별 안전보건교육 대상자 : 2시간 이상

- 시공관리책임자(하수급인)는 안전교육실시 현황 내용과 교육 참가자에 대해 개별 서명을 받아 보관

6.3. 안전 교육의 종류

산업안전보건법 제31조 관련 현장 안전보건교육의 종류에 근거한 교육을 실시한다.

교육 과정	교육 대상	교육 시간	강 사
신규 채용자 교육	신규 채용근로자	채용 시 1시간 이상	안전 담당자
특별 교육	산업안전보건법 시행령 제11조 관련 유해 또는 위험 작업에 의한 사고의 위험이 있다고 판단되는 작업	투입 전 2시간 이상	안전 담당자
관리 감독자 교육	관리 감독자	년 간 16시간 이상	안전 관리자
정기교육 (안전 캠페인)	전 근로자 및 직원	매월 2시간 이상	안전 관리자/ 안전 담당자

6.4. 교육 계획의 수립

6.4.1. 계획의 의미

재해사고 감소계획은 산업재해를 미연에 방지하는 것을 목적으로 하는 문제 예방 지향적 계획이다. 근로의욕을 증진시키고, 생산성을 높이는

안전 점검에서의 계획은 인도적 경영 측면에서 쾌적한 작업환경의 조성과 함께 보다 근본적인 안전화를 도모하여 사고 감소뿐만 아니라 생산성을 향상시키려는 목표 지향적 관리 계획이다.

6.4.2. 계획의 기본 방향

현재의 주어진 상황 아래에서 기준에 구애됨이 없이 목표를 저해하는 현상적 문제를 찾아내어 해결하고 항상 현재의 목적을 충족시켜 나가는 것이다.

7. 안전관리계획

7.1. 화재·폭발재해방지계획

화 재 · 폭 발 재 해 방 지 계 획	
유류, 페인트류 등 취급작업시 화재예방	① 각 공종 현장 창고에 소화기 설치 ② 협력업체별 화재 책임자 지정 및 교육 ③ 지정된 장소 이외에 화기 사용금지 및 위험물 취급장소에서 화기 관련 작업금지 ④ 정기 근로자 안전교육시 화재예방 교육
전기, 가스류등 취급작업시 화재예방	① 위험물 취급장소 부근에서 용접작업등 금지 ② 가스 역류 방지장치 및 전기관련 안전장치 설치 후 작업으로 안전사고 예방 ③ 화재 및 폭발 위험이 있는 자재는 건물 내부에 절대 보관 금지 및 별도 위험물 관리 장소 지정 후 보관 ④ 화재 발생 위험장소에 소화기 비치
기타 안전대책	① 유해·위험물질에 대한 자료 및 취급안전에 대한 교육실시 ② 위험성 교육 및 비상대피 훈련 ③ 현장사무실 및 업체 사무실 창고 등에 소화기 비치 및 화재책임자 별도 지정 ④ 위험물 보관장소 별도 지정 관리

7.2. 작업공종별 유해화기 등의 관리계획

7.2.1. 용접작업

주요작업	유해위험요인	안전작업수칙
• 설비계통의 Pipe, Duct 등의 배관작업 및 밀폐공간의 철재류 보수작업	• 용접작업중 발생하는 불꽃 및 용접 불똥이 주변의 가연성 물질(기름, 내장재, 도료등)에 튀어 화재·폭발 • 밀폐공간(지하실, 탱크, 드럼통 등) 내에서의 용접작업 중 내부의 인화성 액체나 가연성 가스, 증기에 점화되어 화재·폭발 • 환기가 불충분한 장소에서 가연성 가스를 사용하는 용접작업시 산소결핍에 의한 질식	• 용접작업시 용접불꽃 및 용접불똥에 의해 가연성 물질(기름, 내장재, 도료, 전선 등), 폭발성 물질, 가연성가스 등에 인화, 화재, 폭발이 발생되지 않도록 조치 • 밀폐공간(지하실, 탱크, 드럼통 등)에서 용접 작업 전 인화성액체, 가연성가스, 증기 등 위험한 물질을 완전히 제거 후 작업 시행 • 탱크 및 피트, 지하실, 맨홀 등 통풍이 불충분한 장소에서 작업시에는 긴급사태에 대비할 수 있는 조치 - 외부와의 연락장치 - 비상용 사다리 - 구명 로우프 등 설치 - 외부에 감시자 배치 • 밀폐공간에서 용접작업수칙 밀폐된 장소, 좁은 장소에서의 작업시에는 환기장치를 가동하고 호흡용 보호구를 착용하여야 하며 필히 2인이상이 교대작업하되 1인은 항상 작업장 주위에서 감시하여야 한다, • 용접작업 근처에 소화기 준비

7.2.2. 밀폐공간에서의 작업 (지하실 등 환기가 불충분한 장소)

주요작업	유해위험요인	안전작업수칙
• 용접작업 • 방수작업 • 청소작업 • 미장작업 등	• 가연성가스, 증기, 인화성 액체 등의 폭발 • 유독가스가 있는 경우 작업자의 질식·중독 • 산소결핍 위험	• 밀폐공간 내부에서의 흡연금지 • 전기 스위치, 펌프 등의 전원 차단 • 화재,폭발 점화 위험성 있는 기계 정지 • 가연성 물질, 휘발성 용액 또는 불꽃을 사용할 경우 충분한 환기 실시 • 가연성 가스가 존재하는 장소에서는 방폭형 공구, 스파크가 발생하지 않는 기계·기구 등을 사용 • 공기 호흡용마스크, 구명줄등 필요장비 준비 • 작업시 감시자를 배치, 내부 작업자와 연락체계를 갖추고 응급구조 체계 수립 • 응급상황 발생시 조치사항 · 밀폐공간의 사고는 몇분 안에 목숨을 잃게 되므로 즉각적인 조치를 요구한다. · 밀폐공간에서의 질식사고 발생시에는 다음조치가 필요하다. * 구조요청:구조자가 직접 밀폐공간으로 들어가지 말고, 먼저 구조요청을 한 후 구조팀이 도착할 때까지 기다린다. * 환기실시:구조팀이 도착하는 동안, 송풍기 등 환기설비를 가동하여 즉각 환기를 실시한다. * 재해자구조: 구조장비를 이용하여 재해자를 구조한다. * 인공호흡실시:최소한 5분이내에 인공호흡을 실시한다. 이때 구강대 구강법 또는 인공호흡기를 이용한다. (2분내 인공호흡 실시 때는 95%이상 소생가능) * 의료처치:가능한 한 빨리 병원으로 후송치료를 받도록 한다.

7.3. 위험물질 저장 및 취급 관리 계획

7.3.1. 위험물 저장・보관계획

위험물 저장・보관계획	
위 치	• 현장 내 - 위험물 저장소 : 1개소 이상
유해위험 요 인	• 화재 및 폭발 등의 재해
안전대책	• 위험물 저장소 설치 · 강관파이프 + 합판 + 안전표지판 · 안전수칙판을 게시한다. · 이동 또는 작업시 규격된 운반구를 사용한다. · 가연성 물질을 제거하고 청결을 유지한다. • 안전표지판의 설치 · 출입문 중앙부에 “위험물 저장소” 표지판 부착 · 관리책임자(정, 부) 표지판 부착
안전시설 설치시기	• 위험물(산소 등의 용기) 사용 및 반입시
안전시설 존치기간	• 위험물 등의 현장 외 반출시
안전시설 설치수량	• 위험물 저장소 : 1개소 이상 • 소화기 : 2EA 이상 • 안전표지판 : 1개소 이상
첨부도면 및 서류	• 위험물 저장소 설치계획
기 타 주의사항	• 관계자 이외의 사용 및 출입을 방지할 수 있도록 시건장치를 하도록 하고 책임 담당자를 선임하고, 이를 위험물 저장소에 부착한다. • 소화기를 비치하고 금연구역을 설치한다. • 접속부(써포트의 고정상태)의 결속여부를 확인한다.

7.3.2. 유해 및 위험물질의 취급 및 관리

7.3.2.1. 위험물 등의 취급시 안전대책

- 위험물질 등의 작업시 조치
  - 위험물질을 취급하는 때에는 폭발 화재 및 누출을 방지하기 위한 적절한 방호조치를 취하지 아니하고서는 다음 행위를 하여서는 아니 된다.
    - 폭발성 물질을 화기 기타 점화원이 될 우려가 있는 것에 접근시키거나 가열하거나 충격을 가하는 행위
    - 발화성 물질을 각각 그 특성에 따라 화기 기타 점화원이 될 우려가 있는 것에 접근시키거나 산화를 촉진하는 물질 또는 물에 접촉시키거나 가열하거나 충격을 가하는 행위
    - 산화성 물질을 분해가 촉진될 우려가 있는 물질에 접촉시키거나 가열하거나 마찰시키거나 충격을 가하는 행위
    - 인화성 물질을 화기 기타 점화원이 될 우려가 있는 것에 접근시키거나 주입 또는 가열하거나 증발시키는 행위
    - 가연성 가스를 화기 기타 점화원이 될 우려가 있는 것에 접근시키거나 압축 가열 또는 주입하는 행위
    - 부식성 물질 또는 독성물질을 누출시키는 등으로 인하여 인체에 접촉시키는 행위
    - 위험물을 취급하는 설비가 있는 장소에 가연성 가스 또는 산화성 물질을 방치하는 행위
- 폭발 또는 화재 등의 예방

  인화성 물질의 증기, 가연성 가스 또는 가연성 분진이 존재하여 폭발 또는 화재가 발생할 우려가 있을 때에는 통풍, 환기 및 제진 등의 조치를 하여야 한다.
- 환기가 불충분한 장소에서의 가스용접 등의 작업
  - 통풍 또는 환기가 불충분한 장소에서 가연성 가스 또는 산소를 사용하여 금속의 용접, 용단 또는 가열 작업을 하는 때에는 가스 등의 누출 또는 방출로 인한 폭발, 화재 또는 화상을 예방하기 위하여 다음 사항을 준수하여야 한다.
    - 가스 등의 호오스와 취관은 손상 마모 등에 의하여 가스등이 누출할 우려가 없는 것을 사용할 것.
    - 가스 등의 취관 및 호오스의 상호접촉부분은 호오스밴드, 호오스크립 등 조임기구를 사용하여 견고하게 조일 것.

· 가스 등의 호오스에 가스등을 공급하는 때에는 미리 당해 호오스로부터 가스 등이 방출되지 아니하도록 필요한 조치를 할 것.

· 사용중인 가스 등을 공급하는 공급구의 밸브 또는 코크에 접속된 가스 공급에 대한 오조작 방지하기 위한 표시를 할 것.

· 용단작업을 하는 때에는 취관으로부터 산소의 과잉 방출로 인한 화상을 예방하기 위하여 충분한 환기를 할 것.

· 작업을 중단하거나 종료하고 작업장소를 떠날 때에는 가스 등의 호오스를 당해 가스 등의 공급구로부터 해체하거나 당해 호오스를 자연 통풍 또는 자연환기가 충분히 되는 장소로 이동시킬 것.

- 화재의 위험이 있는 작업의 장소 등

  - 폐목재 보관소, 톱밥, 페인트 보관소, 도배창고, 기타 가연물질을 취급 작업을 행하는 장소, 설비 등은 화재예방을 위하여 적절한 배치구조로 하며, 소화기를 비치한다.

7.3.2.2. 화기 등의 관리

- 화기 등의 사용금지

  위험물, 위험물외의 화약류 또는 가연성 물질이 존재하여 폭발 또는 화재가 발생할 우려가 있는 장소에서는 불꽃 또는 아아크를 발생하거나 고온으로 될 우려가 있는 화기 또는 기계, 기구 및 공구 등을 사용하지 않는다.

- 유류 등이 존재하는 배관 또는 용기의 용접 등

  위험물, 위험물외의 인화성 유류 또는 가연성 분진이 존재할 우려가 있는 배관, 탱크 또는 드럼 등의 용기에 대하여 미리 위험물 외의 인화성 유류, 위험물을 제거하는 등 폭발, 화재의 예방을 위한 조치 후 작업을 실시한다.

- 통풍 등이 불충분한 장소에서의 용접 등

  통풍이나 환기가 불충분한 장소에서 화기를 사용하는 작업 또는 연삭숫돌에 의한 건식 연마작업 등을 하는 때에는 통풍 또는 환기를 위하여 산소를 사용하지 않는다.

- 출입금지 등

  - 화재 또는 폭발의 위험이 있는 장소에는 화기의 사용을 금지하고 관계자 외의 출입을 금지

  - 화약저장소 , 위험물보관소

- 소화설비

  가연성가스, 화약저장소, 인화성 유류 등 폭발 또는 화재의 원인이

될 우려가 있는 물질을 취급하는 장소에 소화기 등 소화시설을 설치한다.

- 방화조치

  방수작업 화덕, 소각로 등 화재를 일으킬 위험이 있는 설비와 건축물 기타 가연성 물체와의 사이에는 방화에 필요한 안전거리를 유지하거나 불연성 물체를 차열 재료로 하여 방호한다.

- 화기 사용 장소의 화재방지

  흡연장소 및 난로 등 화기를 사용하는 장소에는 화재예방에 필요한 설비를 하고 화기를 사용한 자는 불티가 남지 아니하도록 확실하게 뒷 처리를 한다.

7.3.3. 안전 보건교육 실시

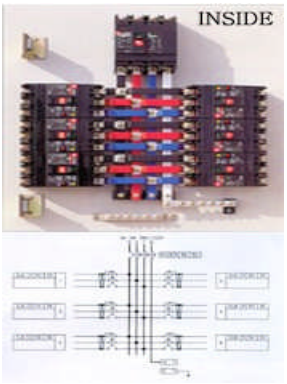
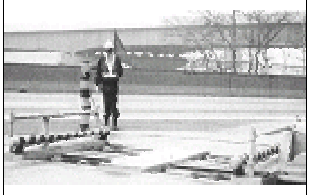
작 업 명	교 육 내 용
밀폐된 장소(탱크내 또는 환기가 극히 불량한 좁은 장소를 말한다)에서 행하는 용접작업 또는 습한 장소에서 행하는 전기용접장치	① 작업순서, 안전작업방법 및 수칙에 관한 사항 ② 환기설비 응급처치에 관한 사항 ③ 전격방지 및 보호구 착용에 관한 사항 ④ 작업환경점검에 관한 사항 ⑤ 기타 안전보건관리에 필요한 사항
산소결핍 장소에 있어서의 작업	① 산소농도측정 및 작업환경에 관한 사항 ② 사고시의 응급처치 및 비상시 구출에 관한 사항 ③ 보호구 착용 및 사용방법에 관한 사항 ④ 산소결핍 작업의 안전작업방법에 관한 사항 ⑤ 기타 안전보건관리에 필요한 사항

7.4. 전기공사 안전 관리 계획

7.4.1. 재해분석 사례

구분	감 전	추락 및 전도	전기화재	현장정리정돈
사례	·차단기 볼트 조임 중 감전사고 ·이동용 기기사용 중 감전 사망	·변압기 명판확인 중 감전 추락사고 ·Cable 운반대차 전도사고	·용접전류가 케이블조가용선에 흘러 케이블 손상으로 인한 화재	·현장 정리정돈 미흡으로 인한 감전사고

7.4.2. 안전시공 계획

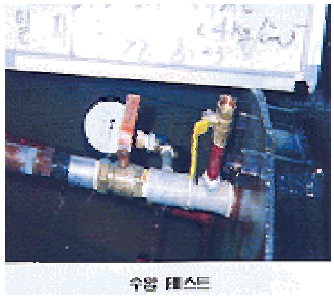
시공계획		안전대책	안전시설물
임시배선	배선	· 임시배선은 지중 또는 가공으로 포설 · 지중포설시 외부 CV케이블 사용 · 케이블을 직매시 습기 또는 물기가 많은장소를 피함 · 부득이 케이블을 접속할 경우 “케이블 접속방법”에 따름	
	임시분전반	· 반드시 콘센트에서 플러그로 전원을 인출할 것 · 분기회로에는 지락과 과부하겸용의 누전차단기를 설치 · 충전부가 노출되지 않도록 내부 보호판을 설치 · 콘센트에 110V, 220V등의 전압을 표시 · 철제분전함의 외함은 반드시 접지 · 분전함 DOOR에 시건장치를 하고 취급자외 조작금지 표지	
운반	케이블 및 자재	· Cable 운반대차를 만들어 브레이크 설치· 운반대차에는 사람 탑승 금지 · 작업구 자재 투입시 하부, 상부 신호수 배치 등	

7.5. 케이블 트레이 설치 및 포설 작업

구 분	내 용
사고유형	- 작업발판을 미설치한 상태에서 cable tray 를 밟고 작업중에 발을 잘못 밟아 몸의 균형을 잃고 추락 - 비계 상부에서 작업중 안전난간 미설치로 추락 - 이동용 비계 상부에 근로자가 탑승한 상태에서 이동중 비계가 전도되면서 근로자 추락 - 비계 상단에 삼각사다리를 설치하여 작업중 추락 - 비계 설치 바닥면 상태불량 (자재 정리정돈 미흡, 경사로 등)으로 인해 비계의 전도 - 작업발판에 있는 자재의 낙하로 인한 사고발생
안전대책	- 높이 2M이상 고소작업시에는 작업 높이에 적절한 틀비계등의 견고한 작업발판을 설치한 후 작업 - 작업발판 상부 추락위험장소에 안전난간 설치 및 안전대 착용 - 비계 상단에 삼각사다리를 설치한 상태로 작업금지 - 비계 설치전 바닥면 정리정돈 실시 - 자재 인양시 달줄, 달포대 사용

7.6. 분야별 중점관리 요인 및 대책

7.6.1. 작업별 안전관리 계획

시공계획		안 전 대 책	안 전 시 설 물
기기설치	중량물설치	· 중량물은 반드시 사전 설치 계획 후 시행 · 크레인, 호이스트 등 중량물 설치장비는 사전 재점검 · 주변 용접케이블, 가설배관, 적치물 등 사전 정리	
	테스트	· 관계자외 작업반경내 출입금지 · 임시 가배관에 의한 사고예방조치 · 고압펌프, 콤프레샤, 호스, 배관 등 사전 재점검 · 주변 작업반경내 타공정 작업금지 · 작업지휘자를 지정 안전시공	
배관	용접	· 용접시 유해가스, 섬광에 의한 사고예방조치 · 보호장구 사전 점검 · 산소, 아세틸렌 등 고압, 가연성 용기 사용시 사전 안전조치 · 지표상 용접전선, 고압호스 등의 파손으로 인한 예방조치	

7.6.2. 공정별 안전관리 계획

작 업 활 동		위 험 요 인	안 전 대 책
PSD	기계/전기	·고소작업에 의한 추락사고 ·타 설치물에 의한 간섭사고 ·중량물 운반시 상해 사고	- 높이 2M이상 고소작업시에는 작업 높이에 적절한 틀 비계등의 견고한 작업발판을 설치한 후 작업 - 안전장구 착용 - 중량물 운반시 무리한 운반 금지

7.7. 공사장 및 주변 안전관리 계획 및 수칙

7.7.1. 공사장 및 주변시설의 보호예방계획

- 일반인이 사용하고 있는 기존도로를 공사용으로 이용할 경우 점용허가 조건에 적합한 조치를 취한다.
- 공사간판, 우회도로 안내표지판 같은 각종표지는 운전자 및 보행자가 보기 쉽고 교통 및 보행에 지장이 없는 곳에 고정하여 설치한다.
- 공사차량의 출입구에는 붉은색 경고등과 같은 경계장치를 설치하여 보행자 및 일반차량에게 주의를 환기시키며, 필요시 교통유도원을 배치한다.
- 공사착수 전 이나 공사현장 주변의 주민들에게 공사개요를 주지시키고 시공중에도 협력을 요청한다.
- 작업장에서는 안전보호구를 철저히 착용하고 정리정돈을 실시하며 안전시설물을 설치하여야 한다. 현장사무실에는 구급함을 항상 비치한다.

7.7.2. 악천후로 인한 피해 예상 시 대책

- 악천후 시 긴급연락체제는 비상연락망에 의해 실시한다.
- 일기예보 등으로 미리 악천후가 예상되는 경우, 공사책임자는 작업중지를 포함한 대책을 검토하여야 한다.
- 기상의 급변이나 비상사태에 주의하여 사전에 주변상황을 파악한다.
- 폭우나 강풍이 예상되면 작업현장 및 주변을 사전에 정비한다.
- 집중호우, 태풍경보등 기상특보 발효로 인하여 현장에 피해가 예상되는 경우 자체적으로 비상 대기조를 편성, 운영 하여야 한다.

7.7.3. 공사구역내의 출입금지시설

- 현장의 주위는 휀스를 이용한 울타리나 보호울타리를 설치하여 공사관계자 및 공사와 관련이 없는 일반인에 대하여 공사구역을 명확히 한다.
- 출입금지시설에 설치한 공사간판, 조명기구 등은 분기별로 혹은 점검 고장발견 시 철저한 보수, 관리를 실시한다.
- 출입금지시설의 출입구는 시건장치가 되어 있어야 한다.
- 도로에 근접한 굴착으로 구멍이 발생한 곳이 있을 경우 보호울타리나 뚜껑을 설치하여 작업원이나, 공사와 관련이 없는 일반인이 빠지지 않도록 철저히 조치한다.

- 사용중인 공사간판, 우회표지판과 같은 각종 표지류는 교통에 지장이 없는 장소에 설치하며, 진동이나 바람에 쓰러지지 않도록 고정한다.
- 안내 표지판이나 협력요청용 간판은 운전자 및 보행자가 보기 쉬운 장소에 설치하고 야간에도 명확히 보이도록 하고 정기적으로 보수, 관리한다.

7.7.4. 관계자 이외의 출입금지

- 공사관계자가 주의하면서 위험한 작업을 하고 있는 장소.
- 관계자이외의 사람이 출입하면 작업원에게 위험이 발생할 우려가 있는 장소.
- 유해한 작업장소에서 사람이 보호 장구 등을 착용하지 않고 출입하면 건강 등에 지장을 줄 수 있는 장소.

7.8. 공사 안전 시공 계획 및 수칙

7.8.1. 시공 계획

시공 계획	안전 대책
기기설치 위험장소	- 시공전 주변을 정리하여 위험요소를 제거 한후 설치한다. - 타 분야와 위험요소 간섭사항은 시공전 안전교육을 통해 인지시킨 후 설치한다. - 고소작업인 경우 2인1조 이상으로 조를 편성해 작업한다. - 기중기 및 포크레인 등 작업반경내 위험지역은 중장비 작업 반경내 진입을 금지하여, 예상되는 재해를 방지한다. - 작업주변의 터파기한 곳을 미리 파악한 후, OPEN된 곳이 있으면, 미리 조치를 취한 후 작업에 착수한다. - 정거장 건물 천정부분의 고서 작업시 미리 안전교육을 통해 예측되는 사고를 예방한다. - 작업지휘자를 지정 안전시공

7.8.2. 안전관리 수칙

설치 전,중,후 관련된 안전수칙을 준수하도록 작업자를 교육 시키고 이를 무시하는 작업자에 대해서는 즉시 작업을 중단케 하여 안전을 최대한 확보하도록 한다

구 분	내 용
안전 일반수칙	- 행동하기 전 안전에 대해 생각한다 - 항상 명랑한 기분으로 작업에 임해야 한다. - 작업중에는 사규에 정한 복장을 착용하고 작업한다. - 작업 중 주머니에 예리한 도구나 인화물질을 휴대하고 작업을 해서는 안된다. - 몸이 불편할 때는 상사와 의논하여 휴식을 취하거나 의사와 상담하여야 한다. - 안전수칙과 표식을 준수한다. - 출입이 제한된 지역은 허가 없이 출입하지 않는다. - 정리정돈은 재해방지활동의 기본이므로 항상 정리정돈을 실천한다.
공사나 작업시 유의해야 할 사항	- 병약자에게 과중한 작업을 시켜서는 안 된다. - 자신의 수행능력을 판단하고 작업에 임한다. - 기술이 미숙한 자에게 부당한 작업명령을 하지 말아야 한다. - 모든 작업장의 주의환경을 사전 점검하여 작업에 지장을 주는 요인이나 위험물질 등의 불안전 요소들을 제거한 후 작업에 착수해야 한다. - 작업은 가장 간편하고 안전한 방법을 채택하고 모든 작업에 앞서 안전수칙을 준수한다.
보고와 조치	- 작업 중 상해를 입었을 때에는 타인에게 상해를 주지 않는 한 작업을 중지하고 상급자에게 보고한다. - 응급조치를 하는 동시에 구호소나 병원에 연락한다. - 구호소나 병원의 연락방법을 기억해 두어야 한다.

구 분	내 용
공구사용 안전수칙	- 작업에 맞는 공구를 사용, 임시변통의 공구를 사용해서는 안 된다. - 장비상태가 좋지 않는 공구는 사용 전 보수하거나 교체하여야 한다. - 공구는 난간 등 미끄러지거나 떨어지기 쉬운 곳에 놓아서는 안 된다. - 공구는 확실히 손으로 넘겨주고 절대로 던져서는 안 된다. - 모든 공구는 본래의 용도 외에는 사용하여서는 안 된다. - 로프나 체인, 멜빵끈은 사용하기 전에 안전여부를 점검하여야 한다.
운반작업 안전수칙	- 힘에 겨운 물건은 적당한 운반기구를 사용하여야 한다. - 운반물이 운반자의 시야를 가리게 해서는 안 된다. - 공동 운반작업 시는 먼저 상의하여 작업방법 신호 등을 정한 후 작업한다. - 운반대상물의 적하 시는 항상 중심을 잃지 않도록 해야 한다.
안전장치 및 보호구 안전수칙	- 안전장치는 안전담당자의 허락 없이 제거 또는 변형할 수 없다. - 기계 수리를 위해 안전장치를 제거했을 경우에는 즉시 원상태로 복구시켜야 한다. - 안전장치의 결함 발견 시는 즉시 가동을 중지시킨 후 감독자에게 보고, 제반 조치를 취한 후 가동해야 한다. - 안전보호장구는 작업 시 소정의 보호구를 착용해야 하며 소정의 보호 장구를 갖추지 않고는 작업할 수 없다.

구 분	내 용
전기 안전수칙	- 전선 및 부속기구는 규정치에 맞는 것을 사용해야 한다. - 정전 또는 스위치, 배선기기 등의 이상이 있을 시에는 스위치를 꺼야 한다. - 담당자 외에는 전기수리를 하여서는 안 된다. - 전기고장을 발견 시 위험표지를 부착하고 즉시 관계자에게 보고한다. - 스위치 및 콘센트 사용작동 시는 110V 와 220V의 전원을 확인, 표시해야 한다. - 전기는 사용 후 기기직결 스위치를 OFF 시켜야 한다.
화재예방 및 동반작업 안전수칙	- 작업장 내에서는 지정된 장소 외에는 흡연할 수 없다. - 화기취급 제한지역에는 임의로 인화물질을 휴대 접근하거나 열 발생작업을 할 수 없다. - 방재설비(탐지,경보,진화)에 대해서는 목적 외 임의로 사용하거나 변경시켜서는 안 된다. - 화재 발생시는 불이야! 하고 즉시 경고하고 침착하게 조기진화에 임해야 한다. - 작업 시에는 소화장비를 배치해야 한다. - 화기 동반작업은 허가를 받아야 한다. - 작업 전 주위의 위험물과 가연물질을 정리정돈 제거 차단하여야 한다. - 용접, 용단 작업자는 불꽃, 불티의 비산방지를 위한 가림벽, 덮게 등을 설치하여야 한다. - 작업 시는 화기책임자를 지정하고 작업 완료 후 30분 이상 작업장에 위치하여 확인하여야 한다.

8. 시험 및 시운전 안전관리 방안

시험 및 시운전은 안전사고나 열차지연을 직/간접적으로 유발할 수 있는 작업이므로 시험중 안전관리가 중요시된다. 이에 따라 시험 관리조직을 구성하고 각자의 권한과 책임에 따라 수행해야 할 안전조치들을 규정하여 시험 및 시운전으로 인한 안전사고나 열차지연을 사전에 예방하고자 한다

8.1. 보고의무

안전에 관련 있는 항목의 시험이 실패한 상황, 시험에서 발생되는 위험상황 또는 시스템의 중대 결함이 발견되었을 경우 즉시 발주자에 보고하며, 수습대책을 제출하여 승인 후 재시험을 실시한다.

8.2. 안전관리 책임

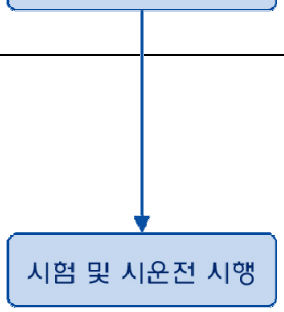
계약자는 시험, 시운전에서 발생하는 모든 안전사고를 방지하기 위하여 사전에 안전관리를 위한 교육 및 필요사항들을 준비한다.

8.3. 시험 안전관리 조직

시공관리책임자 (하수급인)	• 시험 중 안전관리 총괄 • 시험 참여 인원에 대한 안전교육 • 안전관리비의 집행 • 시험계획서식 작성 : 절체횟수, 절체전 점검방법 등 • 타분야와의 안전관련사항 검토
각 시스템별 시험책임자	• 설비와 소프트웨어의 구분 없이 각 시스템별 시험에 따라 탄력적으로 조직 • 시스템별 시험 중 안전관리 책임, 참여 인원에 대한 안전교육 • 각 시스템별 시험계획서 작성 : 절체횟수, 절체전 점검방법 등 • 타 시스템과의 연계 장비인 경우 연계성 테스트 및 확인
시험팀원	• 사전 현장 안전 점검 • 안전점검사항 보고 • 안전조치사항 시행 • 시험 및 시운전 실시

8.4. 시험 안전관리 절차

절 차	내 용
자체점검	- 사전 준비작업의 완료여부와 타분야와 병행하여 시행하는 작업계획을 확인 - 절체작업시 작업내용을 고려하여 작업기간 및 소요시간을 산정하고 절체전 작업과 절체당일 시행할 작업 내용을 작성 - 절체 시행에 따른 동원인원 및 소요장비 확인 - 총괄책임자, 시스템별 작업책임자, 각 시스템별 작업자 지정과 임무부여 - 안전교육실시 - 절체작업시 지장되는 운전보안설비 및 선로전환기 수동취급에 따른 안전대책 강구 - 돌발상황 발생시 조치 및 지원
안전회의	- 절체 예정일시 - 신호설비 사용중지 범위 및 시간 - 절체에 따른 안전상의 문제점과 대책 - 절체전까지 시공완료사항과 절체 당일 시공하여야 할 사항 검토 - 타분야 관련공사에 대한 상호 협의 - 필요시 발주자 시공부서의 관계자 안전회의로 대체
시험 및 시운전 계획 수립	- 안전회의시 도출된 문제점과 건의사항을 반영하여 시험 및 시운전 계획을 수립한 후 시험 시작 60일 전까지 발주자에게 시험 및 시운전계획서를 제출 - 필요시 별도의 계획 및 절차서를 제출 - 사용중지 장치명 - 작업에 따른 주의사항과 처리방법 - 각 작업(연동검사 포함)별 소요예정 시간

절 차	내 용
	- 필요시 발주자 시공부서, 운용부서, 계약자 합동으로 시험 및 시운전 준비상태를 확인하여 미비한 경우, 시험 및 시운전 준비작업을 중단
	- 힘에 겨운 물건은 적당한 운반기구를 사용하여야 한다. - 운반물이 운반자의 시야를 가리게 해서는 안 된다. - 공동 운반작업 시는 먼저 상의하여 작업방법 신호등을 정한 후 작업한다. - 운반 대상물보다 운반기구의 능력이 커야 한다. - 운반대상물의 적하 시는 항상 중심을 잃지 않도록 해야 한다.

9. 안전관리비 사용 계획

9.1. 개요

신분당선 연장선 공사에 사용되는 안전관리비의 산정은 본문의 내용을 따른다.

9.2. 안전관리비의 항목별 산출 내역

항 목	사 용 내 역
안전시설비 등	- 각종 안전표지 등에 소요되는 비용 - 기성제품에 부착된 안전장치 고장시 교체비용 - 안전모 등 개인보호구, 개인장구, 보관시설 - 소화기 등 화재예방시설
개인보호구 및 안전장구 구입비 등	- 각종 개인 보호구의 구입, 수리 등에 소요되는 비용 - 안전담당자 전용 무전기·카메라 등 안전관리를 위한 업무용 기기 - 우의, 장화, 조임대(각반)
안전보건교육비 및 행사비 등	- 안전담당자 교육 - 사내자체 안전교육 - 현장내 안전교육시 음료수 비용 - 안전보건 정보교류를 위한 모임, 자료 수집 등에 사용 되는 비용 - 사진 및 인화료 등에 소요되는 비용

10. 재해발생 위험시 조치 및 대응방법

10.1. 비상사태 시 긴급조치계획

10.1.1. 목 적

공사 중 예기치 못한 각종 재해 및 안전사고가 발생시 현장 구성원 모두가 맡은바 임무를 다하여 피해를 최소화와 최단시간내의 복구를 유도하는데 그 목적이 있다.

10.1.2. 비상사태의 정의

비상사태란 화재, 폭발, 가스누출, 풍수 재해등 천재지변 및 기타사고로 정상업무가 불가능하며, 환경오염과 업무 활동의 중단 또는 인적·물적 피해가 유발되는 현상이며, 이러한 비상사태의 사전예방 또는 비상사태 발생시 지속적인 가상훈련을 통하여 효과적인 대처 함으로서 인명과 재산의 피해와 환경오염을 최소화하도록 계획을 수립하였다.

10.1.3. 방 침

- 인명 피해 최우선 방지
  - 작업 중인 인부의 안전한 장소로의 대피
  - 통행인 및 통행차량의 통제 및 우회 유도
  - 현장 부근 거주자의 안전한 장소로의 대피
- 연쇄 사고 발생방지
  - 단전, 단수 및 가스밸브 차단 등의 조치
  - 현장내 거주자 파악 후 신속한 대피 유도
- 최단 시간 내 복구 원칙
  - 계통에 의한 신속한 상황 보고
  - 유관 부서 및 단체 협조 요청
  - 복구용 장비, 자재 및 인부 등의 비상대기 조치와 투입
  - 신속 정확한 복구방법 결정 및 실행

10.1.4. 공사 비상사태의 범위

- 붕괴, 폭발, 가스누출 등에 의한 작업자, 시설물 및 인근지역에 악영향의 우려가 있는 경우
- 호우, 강풍 등의 천재지변

- 인근지역에서 발생한 비상사태가 현장에 파급 효과의 우려가 있는 경우
- 기타 인명 및 시설물에 치명적인 영향이 우려되는 경우

10.1.5. 운영계획

- 재해 예방을 위한 사전 대책 수립
- 재해의 극소화를 위한 방재 활동 관리체제 구축
- 위험요소 및 취약지역에 대한 주기적 점검 및 책임관리제 확립
- 각종 수방자재 확보 및 활용 가능 상태 유지 및 점검
- 재해대책 상황 기록을 유지하며 재해발생 및 복구 상황에 대한 지휘보고체제 확립 및 신속대처 능력 배양
- 재해발생원인을 분석하여 동일재해 예방대책 강구
- 유관기관 협조체제 확립으로 재해예방 및 복구 활동 체제 유지

10.1.6. 추진계획

- 재해대책 행정체제 구축 비상연락망 구성 : 시공사업단, 감리단, 계약자 등 비상연락망 비치·운영
- 재해위험 취약장소 조사 지정 및 특별 관리
  - 기상 특보 수시 파악 (호우, 폭풍 주의보 등)
  - 재해위험 예방지점 지정 관리
  - 재해위험장소 특별관리
    · 양수기 배치 및 가동상태 확인 점검
    · 공사장 주변의 하수도 정비 (관할 구청에 협조 지원)
    · 안전점검 및 현장 순찰 강화
  - 방재물자 확보 및 동원
    · 응급복구장비의 비상대기 및 필요시 긴급동원 체제 확립
    · 응급복구 자재의 비축, 확보 및 재고현황 표지판 부착
    · 보유장비 및 자재의 수시점검과 비상시 즉시 가동체제 유지

10.1.7. 긴급사태 발생시 보고체제

공사 과정 및 호우, 태풍 등 제반 과정에서 발생되는 사고의 신속한 보고체제를 확립하여 신속하고, 원활한 긴급 조치 및 수습으로 피해를 최

소화 하도록 한다.

- 추진 방향
  - 일반적인 피해 등의 재해상황은 정상적인 보고계통에 의거 보고
  - 긴급 재해발생시 정상적 결재과정을 생략하고, 발생 즉시 보고
  - 공사와 관련된 유관기관 및 단체에 신속히 통보하여 원활한 재해복구 조치
- 보고 내용
  - 현장 및 관련 인근지역의 피해현상
  - 긴급조치 및 안전관리 사항
  - 추가적인 재해발생 요인 상황
- 보고체계 확립
  - 피해발생 즉시 발견자가 보고계통에 의거 구두, 유선(전화, 팩스 등)으로 보고
  - 일일 보고 (재해대책 단계별 근무 상황)
    - 보고시간 : 13시 기준 14시까지 보고
    - 보고양식 : 육하원칙에 의거 상황을 구두 또는 유선 보고, 피해상황보고서에 의거 보고
    - 최종보고 : 피해발생 후 5일 이내 보고 : 피해원인 및 대책, 복구소요기간, 소요예산
- 긴급사태 대처
  - 현장소장 및 책임 감리자는 재해대책본부로 상황보고하고, 현장에서 사태 수습
  - 사고현장 주변 경비 강화 및 외부인 출입통제
  - 유관기관 등에 자재, 장비, 인원 지원 요청
  - 재해현장 사진 촬영 보존 및 피해상황 기록 유지
- 응급 조치
  - 인명구조 활동을 중점적으로 시행
  - 피해확대방지 및 피해지점 출입통제 등 경계활동 강화
  - 비축된 긴급 복구자재 및 인력과 장비를 동원, 조속한 피해복구 작업실시
  - 재해현황 기록 보존 및 피해상황도 작성, 유지 (사진, 비디오 등)

- 사고처리 대책

  - 의의

    · 현장의 각종 사고를 신속하고 정확히 계통에 따라 보고함으로써 사고수습을 용이하게 하고, 각종 유언비어를 사전에 봉쇄하여 작업종사원 및 시민에게 신뢰감을 주고 상호 처리에 협조를 기대코자 한다.

    · 사고원인의 분석 및 대책 수립으로서 유사사고 방지 도모

  - 사고 보고

    · 비상연락체계에 따른 계통보고

    · 모든 사고보고는 육하원칙에 의거 보고 (언제, 어디서, 누가, 무엇을, 어떻게, 왜)

    · 최초 보고 후 정확한 내용을 차후 보고 (중간보고, 최종결과보고)

  - 사고 수습

    · 사상자 후송, 지정병원 및 가료 가능한 병원수배, 비상근무 조치(의뢰), 119 구급차 동원

    · 복구 작업

      + 장비·인원 동원 : 현장보유 및 협력업체, 인근현장의 인력, 장비 및 자재 지원동원, 위험지역 차단, 출입통제와 현장주변 경비 및 차량통행 유도
      + 응급복구 : 시공사업단, 감리단, 계약자 공동으로 응급복구 및 항구 복구 대책 강구 시행
      + 피해상황 파악 : 민원 우선 해결(피해자의 편에서의 물적, 정신적 지원)
      + 사고원인 분석 및 동일 재해 예방 대책 강구

• 응급조치 및 복구 작업

- 작업중지, 피해자에 대한 응급조치
- 근로자가 재해를 당하였을 때는 동료근로자 및 관계자는 즉시 근로자를 병원에 후송
- 응급실 또는 안전관리실내에 재해발생시 필요한 응급 용구와 취급요령을 작성하여 비치한다.
- 연쇄 재해 발생의 급박한 위험이 있을 때는 즉시 작업을 중지시키고 근로자를 작업장에서 대피시킨다.
- 비상경보체계를 이용한 주위 근로자 및 담당자에게 연락
- 비상 연락망을 이용하여 관련 기관에 재해 상황 보고
- 비상동원 조직의 운영을 통한 신속한 복구 작업 실시
- 재해지역 확대방지 및 안전대책 시행
- 재해현장 주변정리
- 재해 규모에 따라 관련기관에 지원 요청
- 대피한 근로자의 질서 있는 복귀 유도
- 사고원인 분석
- 사고요인 제거 및 개선
- 피해결과의 파악 및 보고서 작성
- 재해분석 및 통계, 대책 수립
- 동일, 유사재해의 방시
- 전 근로자에 대한 안전교육 실시

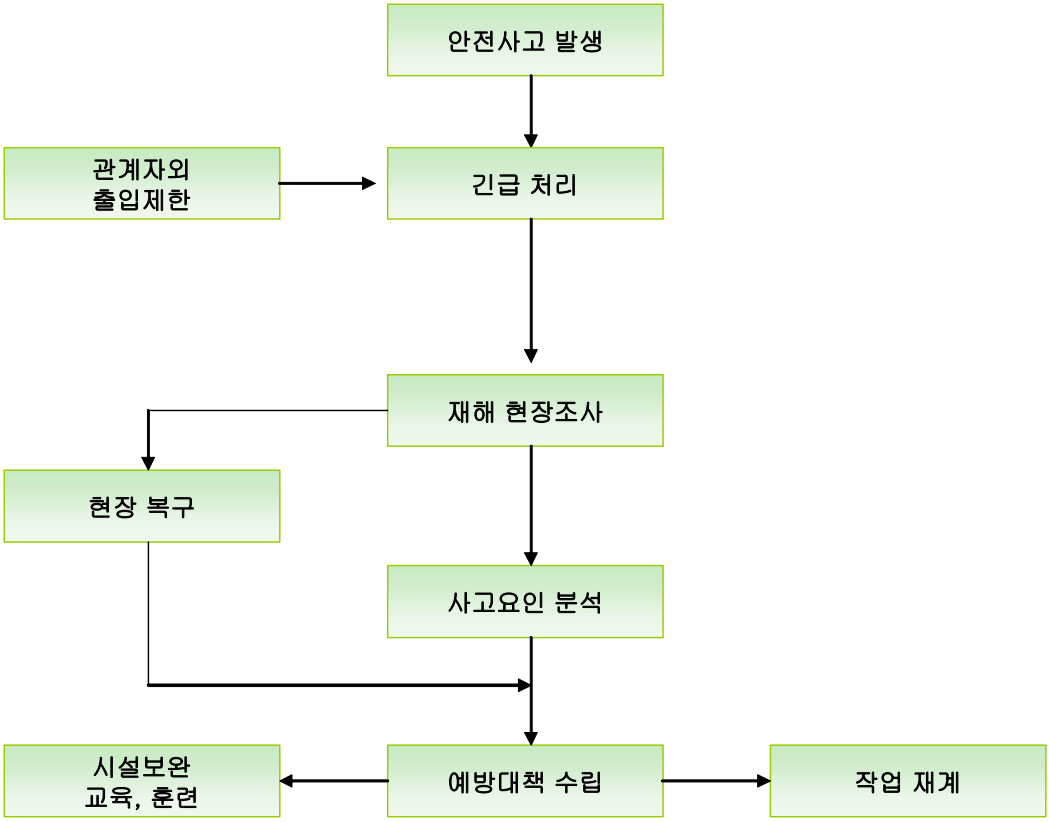
10.1.8. 비상 수습 및 사후 관리 대책계획

• 비상시 안전 조치계획 수립 및 관리

- 비상대책 수립, 비상 연락망 구축, 비상자재 등 확보

- 긴급 재난 모의훈련 실시 및 운영 실태 점검, 관리
- 계절별 안전대책 수립에 따른 재해 근원적 방지 및 지속관리

- 안전관리 실시 운영 상태 및 점검 보완
  - 정기적 안전관리 시스템 조직 및 운영 실태
  - 안전점검 결과 조치 및 이행
  - 안전관리비 사용 및 안전관리계획의 이행
  - 하부와 병행공사 수행공종의 중점 안전관리 이행
- 공종별 중점 안전관리항목의 사후관리



10.2. 재해발생시 조치절차

10.2.1. 재해발생보고

- 시공관리책임자(하수급인) 및 현장안전담당자는 소속 근로직원 중 재해가 발생하면 즉시 응급처리를 한 후 지체 없이 안전관리자에게 재해 발생 보고를 하여야 한다.
- 안전관리자는 사고현장을 확인하여 필요한 관계자료를 수집한다(목격자 진술서, 작업참여자 진술서, 재해자 진술서 등 기타 참고인 증언)
- 안전관리자는 목격자 및 참고인의 진술을 토대로 재해 상황을 사진으

로 2,3개 동작을 촬영하고 현장을 보존한다.

- 안전관리자는 재해발생 내용을 취합하여 우선 감독 및 감리에게 유선 또는 서면으로 보고 한다.
- 중대재해 발생 보고
  - 중대재해
    - 사망
    - 3월 이상 요양을 요하는 부상자가 동시에 2인 이상 발생한 경우
    - 부상자 및 질병자가 동시에 10인 이상 발생한 경우
  - 중대재해발생시 일차적으로 긴급처리를 한 후 유선 또는 서면으로 감독 또는 감리자에게 보고한 후, 사후처리에 관한 지시를 받는다.
  - 지체 없이 아래와 같은 사항을 관할 노동 지방사무소에 보고한다.
    - 발생개요 및 피해상황
    - 조치 및 전망
    - 기타 중요사항
- 서면 보고
  - 재해가 발생되면 지체 없이 회사의 서식에 의거 감독 또는 감리자에게 사고 발생보고를 한다.

10.2.2. 재해조사

- 재해가 발생되면 동일한 재해가 되풀이되지 않도록 하기 위하여 전 근로자에게 전파하여 사고에 대한 경각심을 일깨워 주어야 한다.
  - 재해조사 시 유의 사항
    - 재해조사에 참가하는 자는 객관적이고 공평한 입장을 유지한다.
    - 재해 조사자는 재해가 발생 직후 현장 상황이 변화되지 않는 가운데 실시한다.
    - 재해와 관련이 있다고 생각되는 것은 물적, 인적인 것을 모두 수집한다.
    - 시설의 불안전한 상태와 작업자의 불안전한 행동에 대하여 특히 유의하여 조사한다.
    - 목격자가 현장의 작업 책임자로부터 당시의 상황을 충분히 듣는다. 또한 재해자로부터의 당시의 상황을 듣는다.
    - 재해현장의 상황은 반드시 사진 촬영하고 필요시 도면을 작성한다.

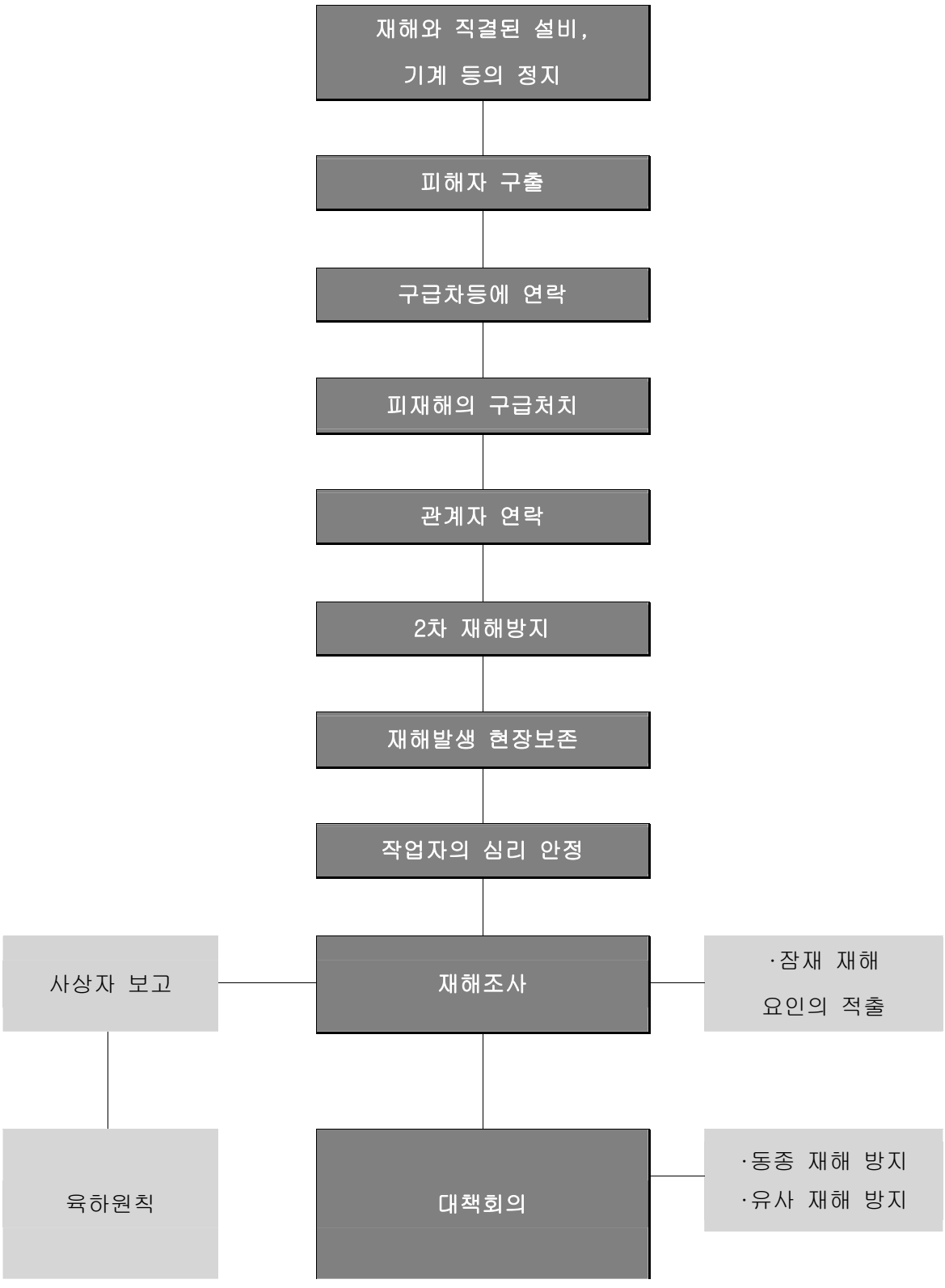
· 불필요한 사항은 가급적으로 하지 않는다.

10.2.3. 재해조사 방법

- 현장의 보존 : 현장 보존을 유지하고 원인을 빨리 찾아내도록 한다.
- 사실의 수집
  - 사고현장은 변형되기 쉽고 은둔되기 쉬우므로 사고조사는 사고 직후부터 진행한다.
  - 물적증거와 관계자료의 수집 분석한다.
  - 현장 기록을 위한 사진 촬영을 한다.
- 목격자, 작업감독자, 재해자 기타 주변 참고인들의 의견을 청취한다.
- 중상에 대한 사항
  - 피해자의 상해의 성질 부위 정도의 조사
  - 재해가 발생하였을 때의 조치내용
  - 재해로 인한 시설의 파손 정도
  - 기타 재해자의 세부적인 인적 사항 등을 조사

10.2.4. 재해발생시 조치 요령

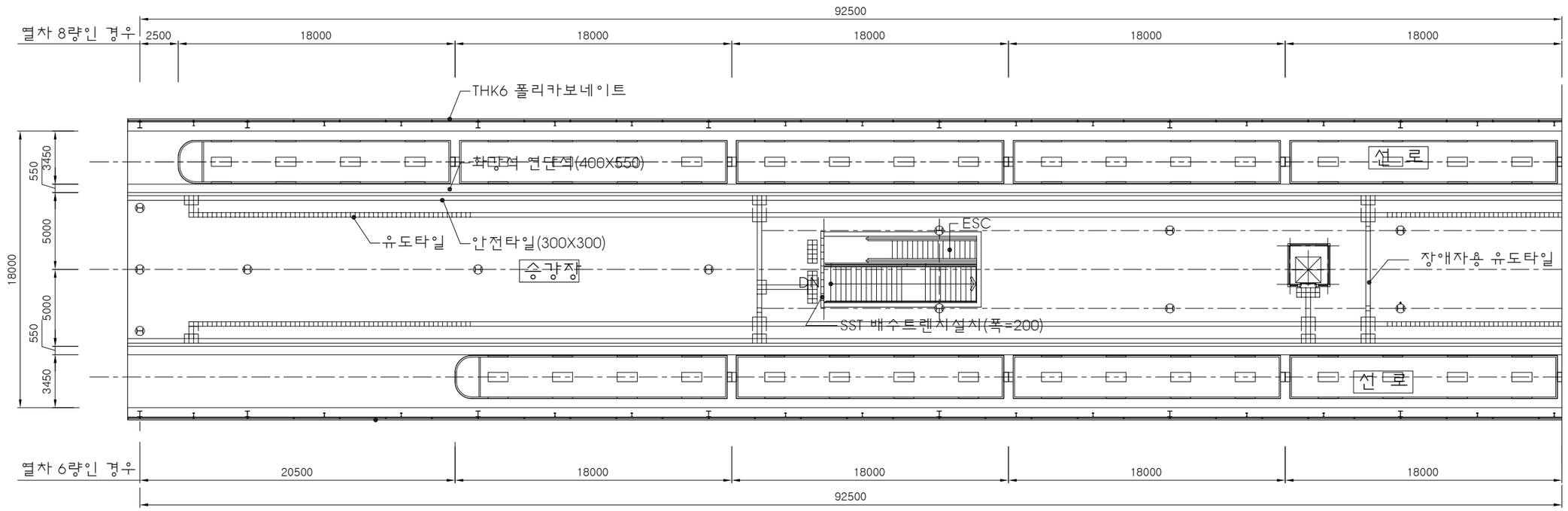
- 재해발생
- 긴급처리
  - 피재기계의 정지 및 피재자의 구조
  - 지재자의 응급조치 및 관계자에게 통보
  - 현장보존
- 재해조사 (육하원칙)
  - 누가 / 언제 / 어떠한 장소에서 / 어떠한 작업을 하고 있을 때 / 어떠한 물 또는 환경에 / 어떠한 불안전한 상태 또는 행동이 있었기에 / 어떻게 하여 재해가 발생하였는가
- 원인 강구 : 원인분석[직접적 원인(사람, 물체),간접적 원인(관리)]
- 대책 수립 : 동종재해방지, 유사재해방지
- 대책실시 계획 : (육하 원칙)
- 실시
- 평가

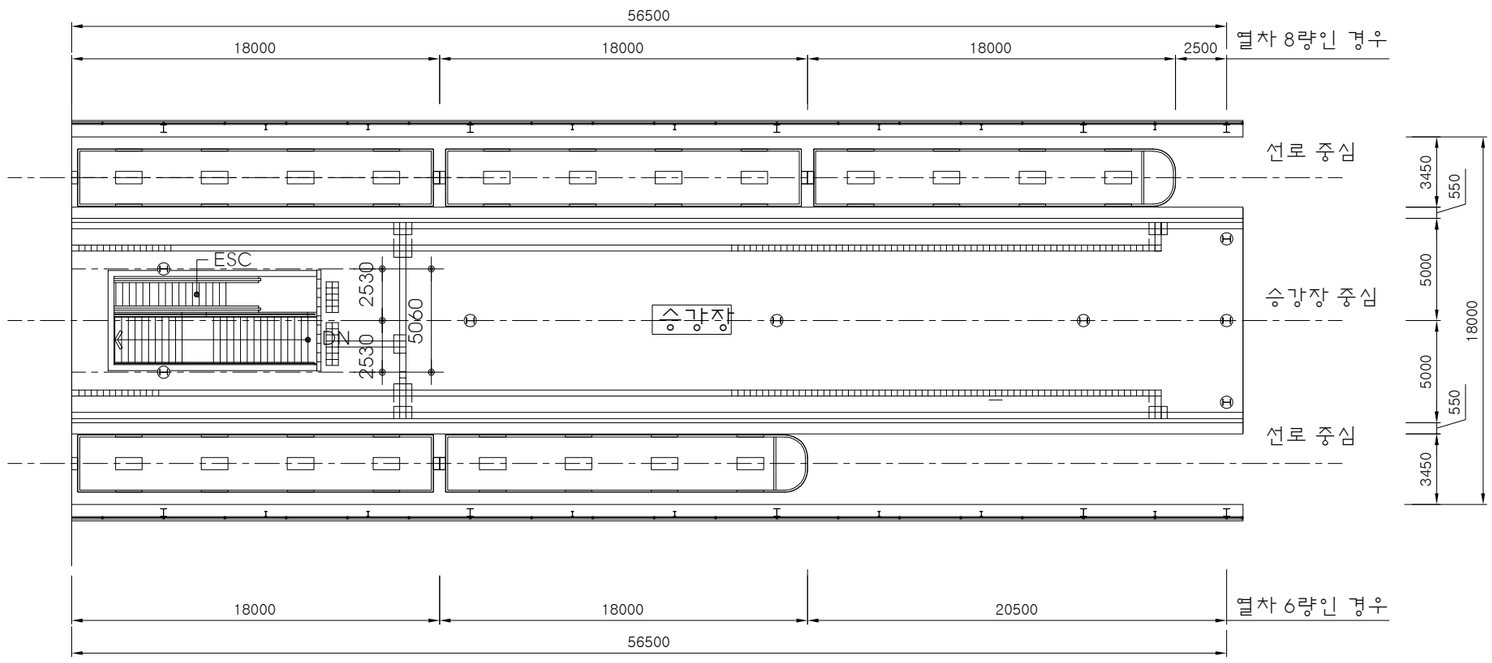

재해와 직결된 설비,
기계 등의 정지
피해자 구출
구급차등에 연락
피재해의 구급처치
관계자 연락
2차 재해방지
재해발생 현장보존
작업자의 심리 안정
사상자 보고
재해조사
·잠재 재해
요인의 적출
육하원칙
대책회의
·동종 재해 방지
·유사 재해 방지

Ⅴ. 도면

문양역 승강장 평면도

S = 1:300

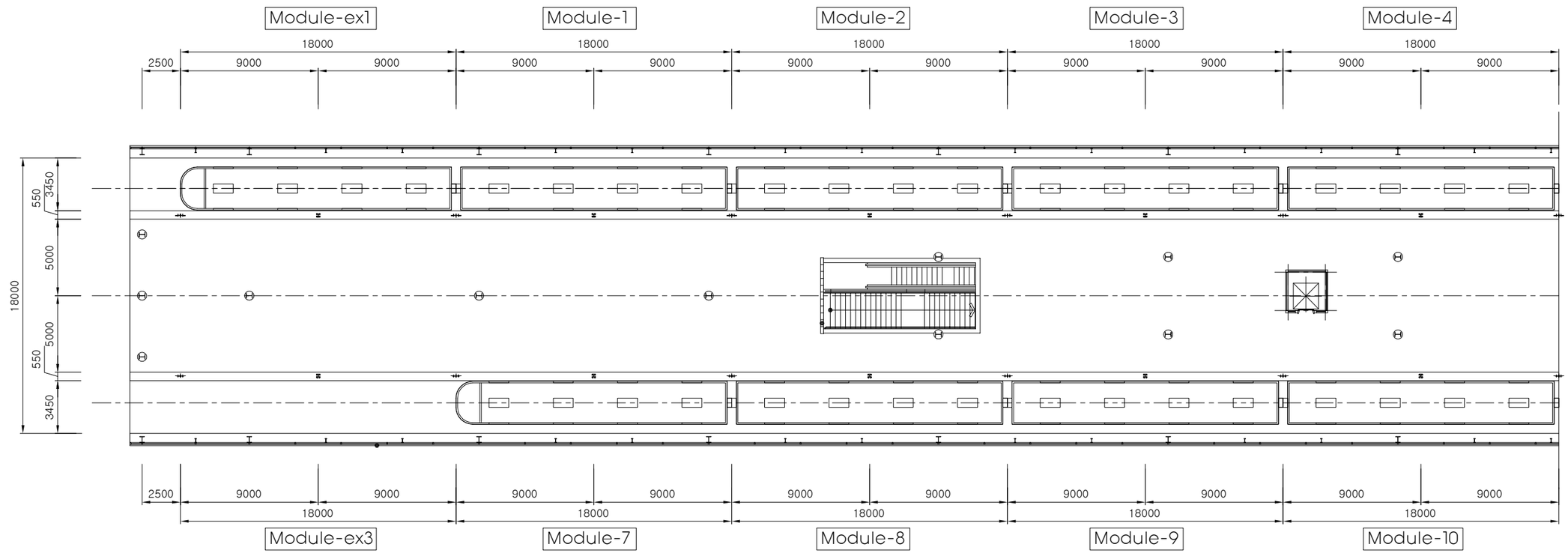




대구도시철도공사	한국교통연구원	부장	과장	계장	NOTE	대구지하철2호선 문양역	REV.NO.	축 척	일 자	도면명
		책임기술자 유정호	설계자 이오현	제도자 이광욱			0	1:300	2012.12.14	문양역 승강장 평면도
									도면번호	토목분야-01

문양역 RPSD 구조체 배치도(1)

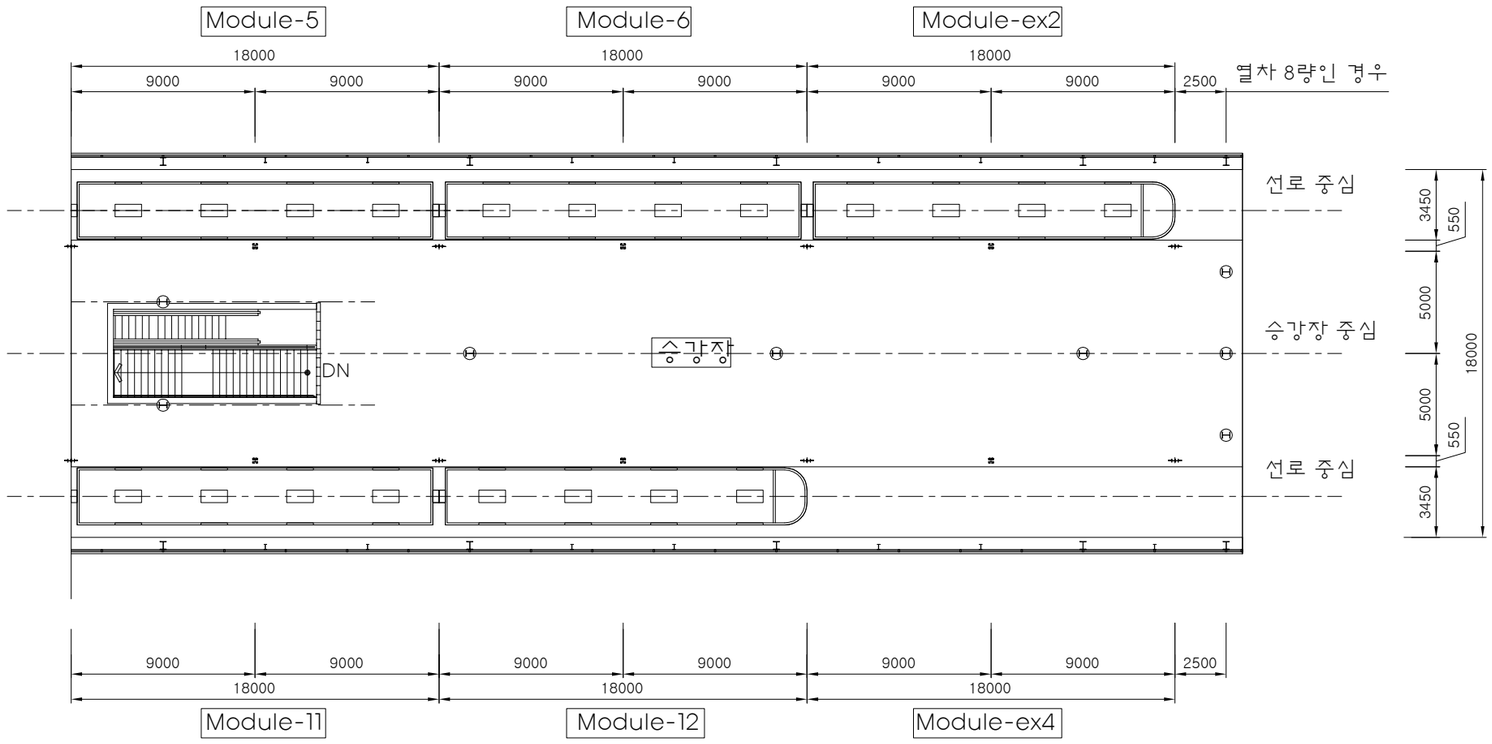
S = 1:300



대구도시철도공사	한국교통연구원	부장	과장	계장	NOTE	대구지하철2호선 문양역	REV.NO.	축 척	일 자	도면명	문양역 RPSD 구조체 배치도(1)
		책임기술자 유정호	설계자 이오현	제도자 이강욱			0	1:300	2012.12.14	도면번호	토목분야 -02

문양역 RPSD 구조체 배치도(2)

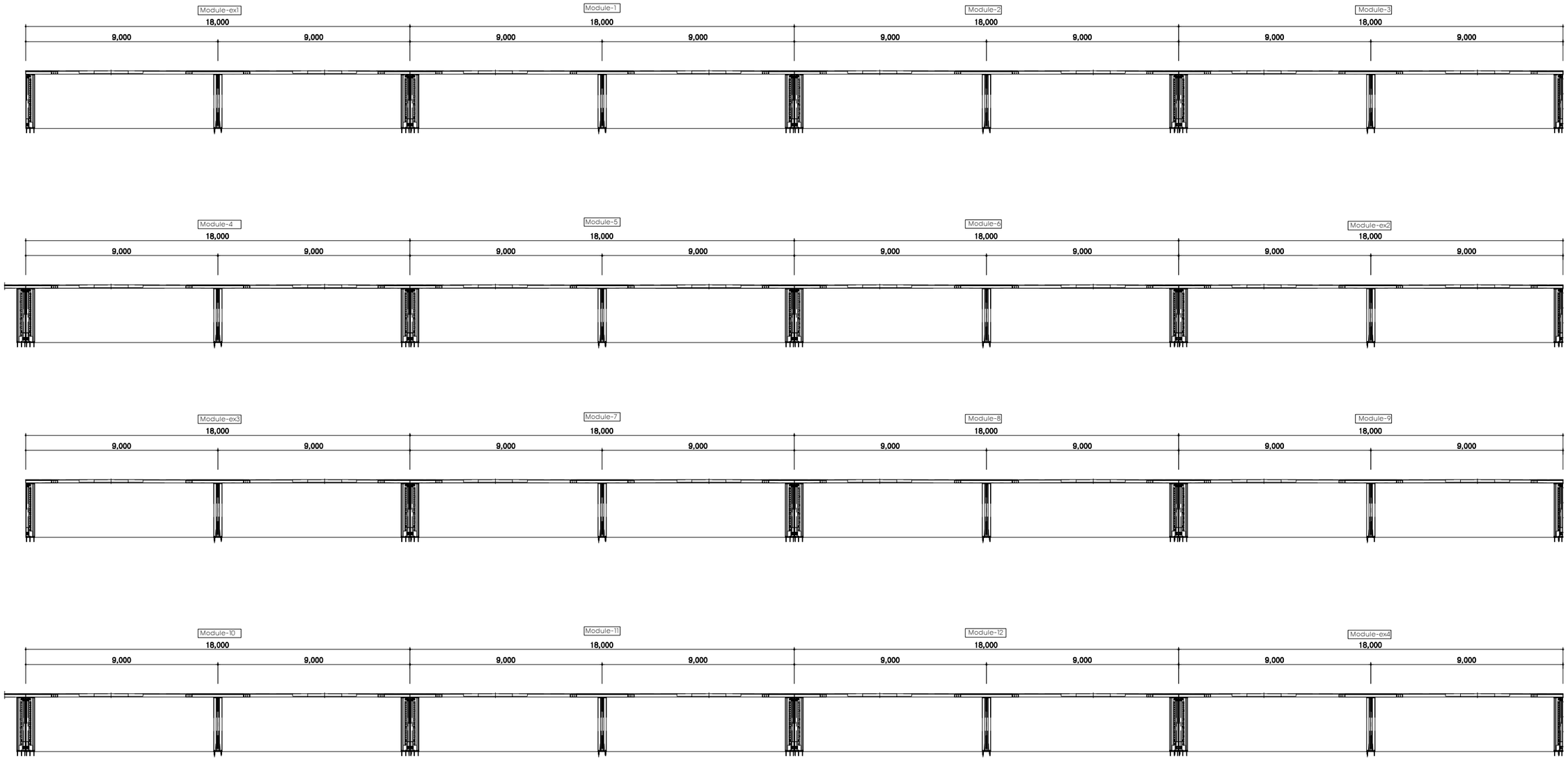
S = 1:300



대구도시철도공사	한국교통연구원	부장	과장	계장	NOTE	대구지하철2호선 문양역	REV.NO.	축 척	일 자	도면명	문양역 RPSD 구조체 배치도(2)
		책임기술자 유정호	설계자 이오현	제도자 이강욱			0	1:300	2012.12.14	도면번호	토목분야 -03

문양역 RPSD 구조체 종단면도

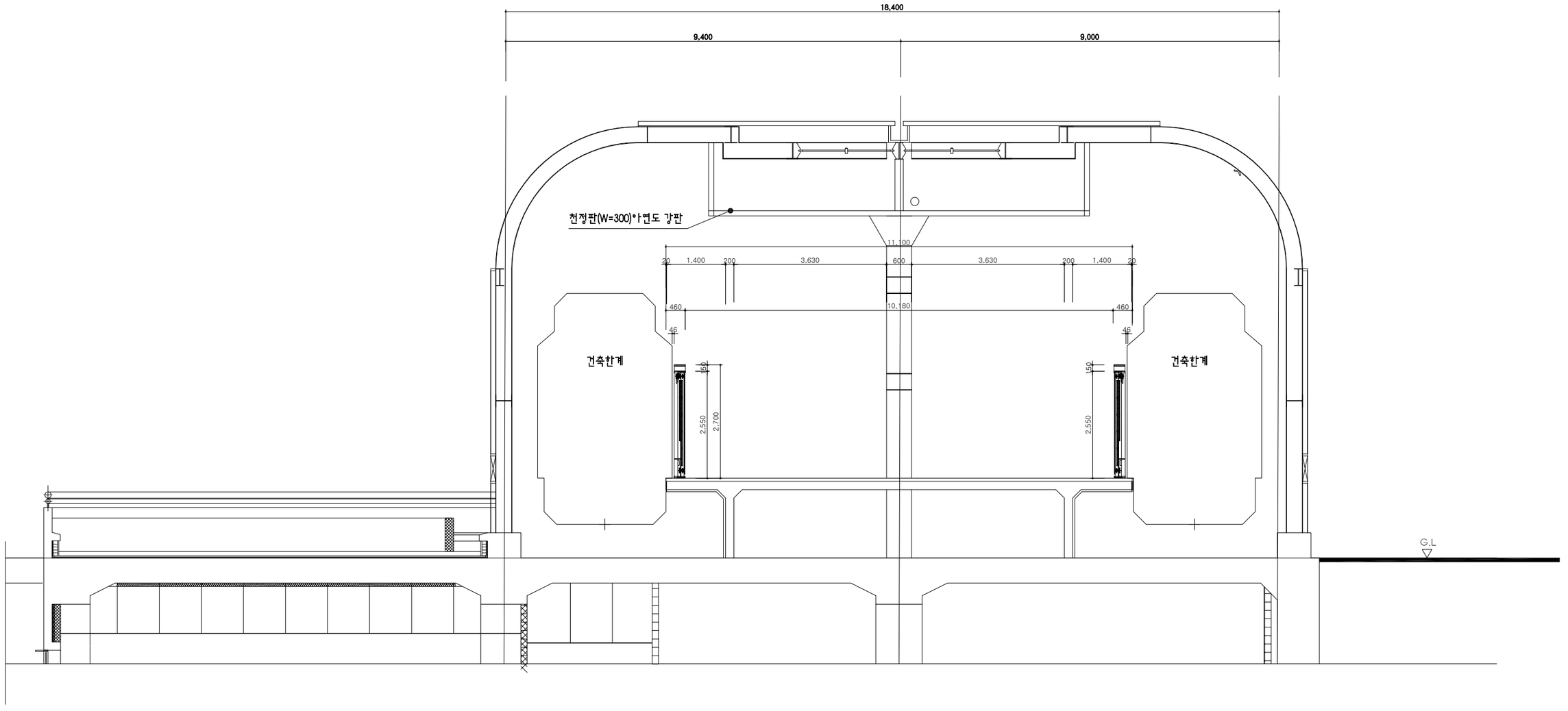
S = 1:100



대구도시철도공사	한국교통연구원	부장	과장	계장	NOTE	대구지하철2호선 문양역	REV.NO.	축 척	일 자	도면명	문양역 RPSD 구조체 종단면도
		책임기술자 유정호	설계자 이오현	제도자 이강욱			0	1/100	2012.12.14	도면번호	토목분야-04

문양역 RPSD 승강장 단면도

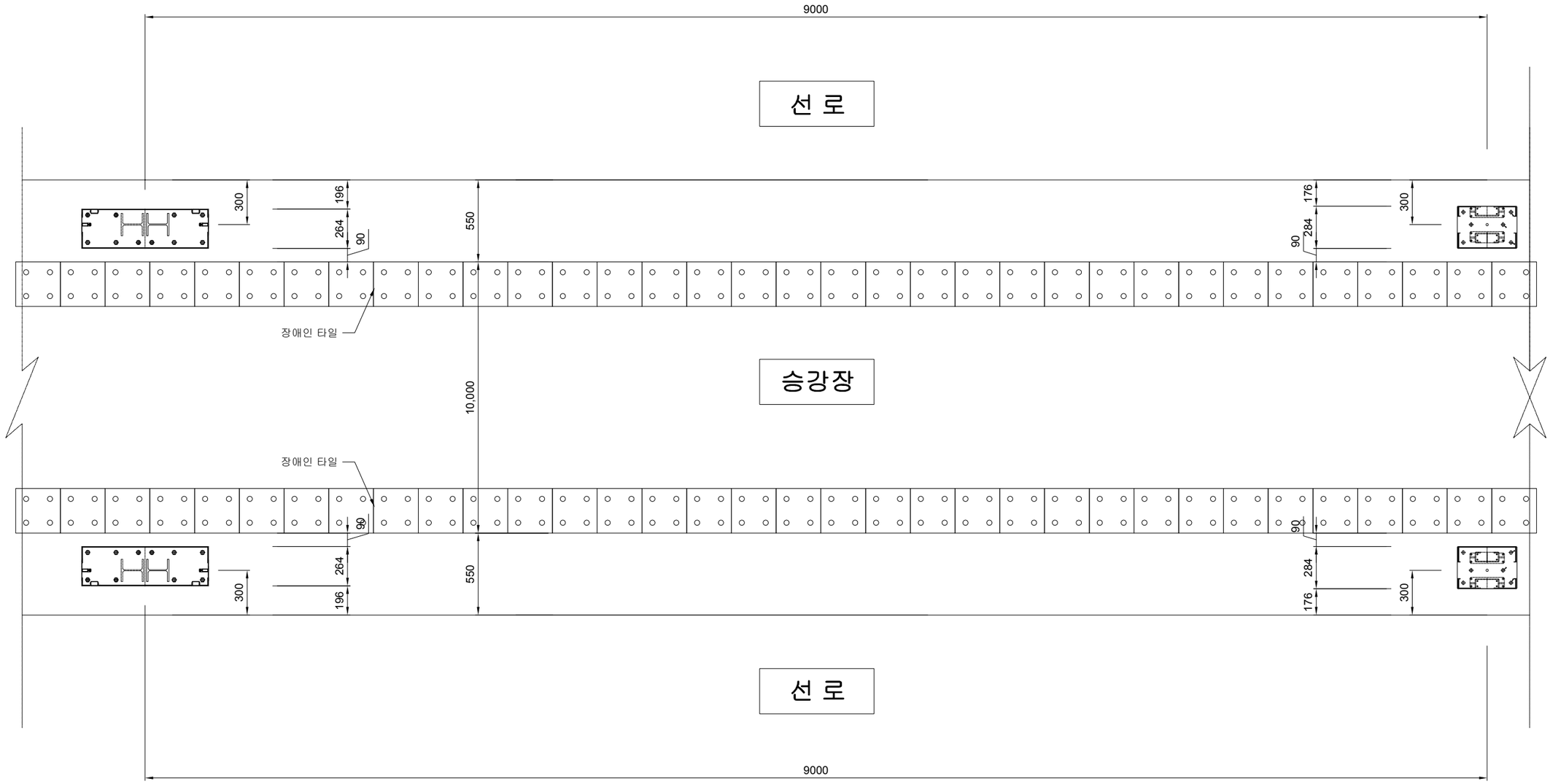
S = 1:50



대구도시철도공사	한국교통연구원	부장	과장	계장	NOTE	대구지하철2호선 문양역	REV.NO.	축 척	일 자	도면명 / 문양역 RPSD 승강장 단면도
		책임기술자 유정호	설계자 이오현	제도자 이광욱			0	1/50	2012.10.17	도면번호 / 토목분야 - 05

승강장 RPSD 구조체 배치 평면 상세도

S = 1:30



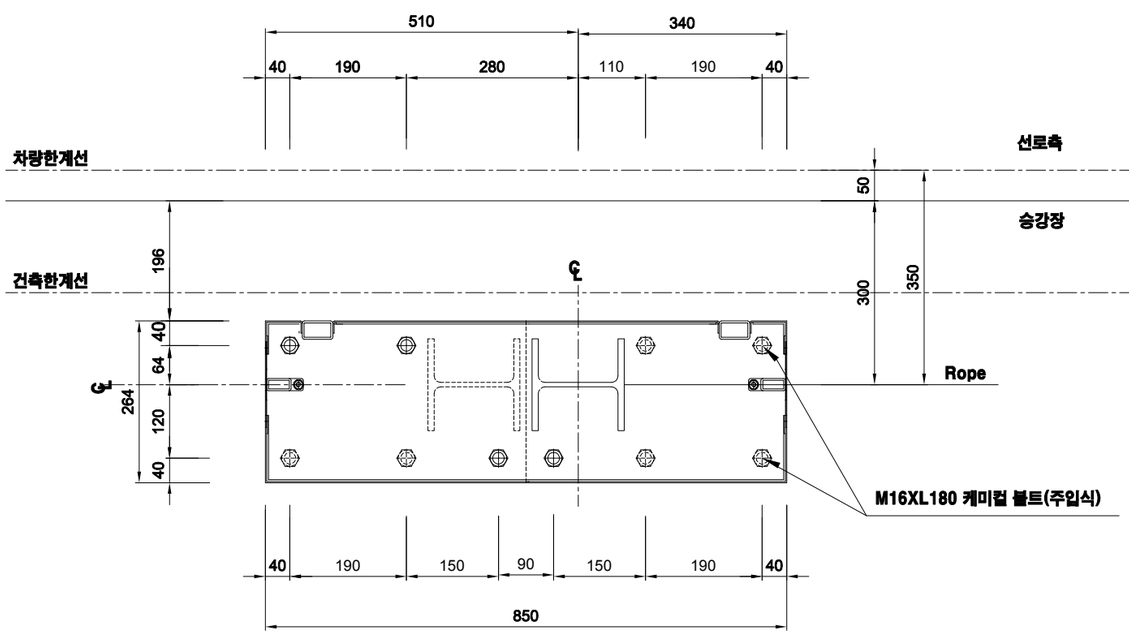
대구도시철도공사	한국교통연구원	부장	과장	계장	NOTE	대구지하철2호선 문양역	REV.NO.	축 척	일 자	도면명
		책임기술자 유정호	설계자 이오현	제도자 이강욱			0	1/30	2012.12.14	도면번호

승강장 RPSD 구조체 배치 평면 상세도

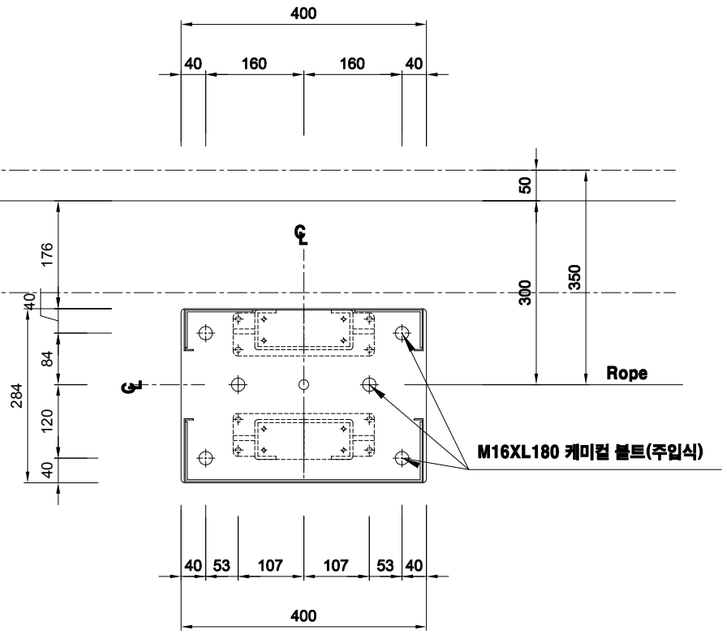
토목분야-06

메인 기둥 접합부 평면도

S = 1/10

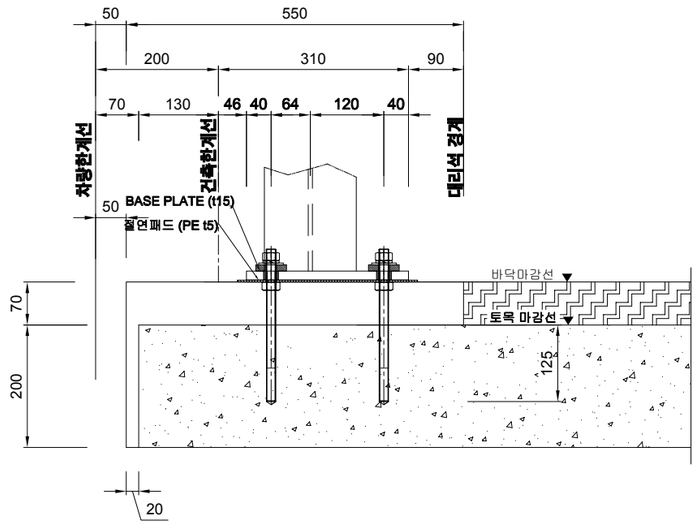


보조 기둥 접합부 평면도



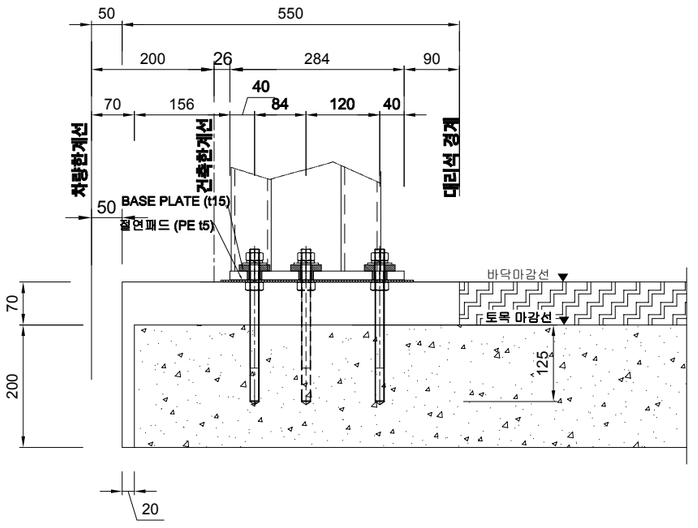
메인 기둥 접합부 단면도

S = 1/10



보조 기둥 접합부 단면도

S = 1/10



대구도시철도공사	한국교통연구원	부장	과장	계장	NOTE	대구지하철2호선 문양역	REV.NO.	축 척	일 자	도면명	구조체 접합부 상세도
		책임기술자 유정호	설계자 이오현	제도자 이강욱			0	1/10	2012.12.14	도면번호	토목 분야 -07