발 간 등 록 번 호
11-1613000-002101-01

스마트 신호체계를 위한 교통신호제어기의 연결 허용 기준 연구

2017.07

도로교통공단
Korea Road Traffic Authority

제 출 문

국토교통부장관 귀하

‘스마트 신호체계를 위한 교통신호제어기의 연결 허용 기준 연구’ 과제 최종보고서 30부를 제출합니다.

2017.07.15

연구기관명 : 도로교통공단 (대표자) 신 용 선 (인)

연구책임자 : 수석연구원 주 두 환
연 구 진 : 부수석연구원 권기환
책임연구원 강윤원
선임연구원 박순용, 홍경식
연구원 김도형, 강애라, 임장혁, 조원희

스마트 신호체계를 위한 교통신호제어기의 연결 허용 기준 연구

제1장 서론

제2장 신호제어기 연결 허용 기준 및 규정 검토

제3장 신호제어기 구조 및 안전성 검토

제4장 신호제어기 연결 시설물 검토

제5장 신호제어기 연결 허용기준(안)

제6장 결론 및 정책제언

<목 차>

제1장 서론 ····· 1

1. 과업의 배경 및 목적 ····· 1
2. 과업의 주요 내용 및 범위 ····· 2

제2장 신호제어기 연결 허용 기준 및 규정 검토 ····· 4

1. 관련 법규 ····· 4
2. 관련 규정 및 매뉴얼 ····· 10
3. 법령 및 기준 검토 ····· 15

제3장 신호제어기 구조 및 안전성 검토 ····· 17

1. 신호제어기 구조 검토 ····· 17
2. 전기적 특성 검토 ····· 25
3. 국내외 운영사례 검토 ····· 32
4. 신호제어기 연결기준 제시 ····· 49

제4장 신호제어기 연결 시설물 검토 ····· 51

1. 교통안전시설 심의위원회 안건 검토 ····· 51
2. 교통안전시설물 시범운영 ····· 59
3. 교통안전시설물 시범운영 결과 ····· 63

제5장 신호제어기 연결 허용기준(안) ····· 79

제6장 결론 및 정책제언 ····· 83

1. 결 론 ····· 83
2. 정책 제언 ····· 84

참고문헌 ····· 85

부 록 ····· 86

부록 1. 교통안전시설심의위원회 심의 목록 ····· 86

<표 차례>

<표 1-2> 연구의 시·공간적 범위 ····· 3

<표 2-1> Convention on Road Signs and Signals의 가입국과 승인국 현황 ····· 4
<표 2-2> 신호등의 종류, 만드는 방식 및 설치기준 ····· 6

<표 4-1> 조사일시 및 임시운영 기간 (LED 점자블록) ····· 59
<표 4-2> 조사일시 및 임시운영 기간 (보행등 상태 보조시스템) ····· 61
<표 4-3> 보행신호와 연계된 발광형 LED점자블록 시범운영 결과 요약 ····· 77
<표 4-4> 보행신호와 연계된 발광형 LED점자블록 시범운영 결과 요약 ····· 78
<표 4-5> 운전자에게 보행등 상태를 알려주는 보조시스템 시범운영 결과 요약 ····· 78

<그림 차례>

<그림 1-1> 연구의 흐름도 ····· 3

<그림 3-1> 시스템 블록 다이어그램 ····· 18
<그림 3-2> 교통신호기 내부 실장 구성도 ····· 19
<그림 3-3> 주제어부(MCU) 구성도 ····· 20
<그림 3-4> 신호구동부 신호 전달 개념도 ····· 23
<그림 3-5> 표준규격 신호등 등기부 구동장치 구성 체계 ····· 24
<그림 3-6> 시스템 이상시 대응조치 흐름도 ····· 33
<그림 3-7> 적신호 감시 기능 (전류 측정 방식) ····· 34
<그림 3-8> 신호 모순 검지 기능 (전압 측정 방식) ····· 35
<그림 3-9> CT 센서 측정 원리 ····· 37
<그림 3-10> 국내 보행자작동신호기 설치 사례 ····· 39
<그림 3-11> 미국 보행자작동신호기 설치 사례 ····· 40
<그림 3-12> 영국 보행자작동신호기 설치 사례 ····· 41
<그림 3-13> 호주 보행자작동신호기 설치 사례 ····· 41
<그림 3-14> 시각장애인용 음향신호기 바탕음 주파수 ····· 42
<그림 3-15> 국내 시각장애인용 음향신호기 설치 사례 ····· 43
<그림 3-16> 일본 시각장애인용 음향신호기 설치 사례 ····· 44
<그림 3-17> 미국 시각장애인용 음향신호기 설치 사례 ····· 45
<그림 3-18> 스웨덴 시각장애인용 음향신호기 설치 사례 ····· 45
<그림 3-19> 국내 LED 바닥 신호등(LED 안전 유도 블록) 설치 사례 ····· 46
<그림 3-20> 싱가포르 LED 바닥 신호등 설치 사례 ····· 47
<그림 3-21> 카자흐스탄 LED 바닥 신호등 설치 사례 ····· 47
<그림 3-22> 네덜란드 LED 바닥 신호등 설치 사례 ····· 48
<그림 3-23> 호주 LED 바닥 신호등 설치 사례 ····· 48
<그림 3-24> 신호제어기 연결 절차 ····· 50

<그림 4-1> 충남 예산 중앙초교 앞 안전(차단) 장치 ····· 53
<그림 4-2> 충남 예산 오가초 앞 안전(차단) 장치 ····· 53
<그림 4-3> 대구 산격중 앞 LED 점자블록 ····· 54
<그림 4-4> 대구 산격중 앞 LED 점자블록 ····· 54

<그림 4-5> 인천시 제물포 운전자에게 보행등 상태를 알려주는 보조시스템 ····· 55
<그림 4-6> 사전·사후 횡단 보행량 대응표본 t 검증 결과 ····· 63
<그림 4-7> SB 사전·사후 점자블록 뒤 횡단 보행 대기자 대응표본 t 검증 결과 ····· 65
<그림 4-8> NB 사전·사후 점자블록 뒤 횡단 보행 대기자 대응표본 t 검증 결과 ····· 65
<그림 4-9> SB 사전·사후 점자블록 위 횡단 보행 대기자 대응표본 t 검증 결과 ····· 66
<그림 4-10> NB 사전·사후 점자블록 위 횡단 보행 대기자 대응표본 t 검증 결과 ····· 67
<그림 4-11> SB 사전·사후 차도 상 횡단 보행 대기자 대응표본 t 검증 결과 ····· 67
<그림 4-12> NB 사전·사후 차도 상 횡단 보행 대기자 대응표본 t 검증 결과 ····· 68
<그림 4-13> SB 사전·사후 횡단 보행시간 내 횡단 불가자 수 대응표본 t 검증 결과 ····· 69
<그림 4-14> NB 사전·사후 횡단 보행시간 내 횡단 불가자 수 대응표본 t 검증 결과 ····· 69
<그림 4-15> SB 사전·사후 횡단 보행자 출발손실시간 대응표본 t 검증 결과 ····· 70
<그림 4-16> NB 사전·사후 횡단 보행자 출발손실시간 대응표본 t 검증 결과 ····· 71
<그림 4-17> 횡단보도 신호시 사전 횡단보도 휘도 측정 결과 ····· 72
<그림 4-18> 횡단보도 신호시 사후 횡단보도 휘도 측정 결과 ····· 72
<그림 4-19> 차량 신호시 사전 횡단보도 휘도 측정 결과 ····· 73
<그림 4-20> 차량 신호시 사후 횡단보도 휘도 측정 결과 ····· 73
<그림 4-21> 사전·사후 통과 교통량 대응표본 t 검증 결과 ····· 74
<그림 4-22> 사전·사후 정지선 준수 건수 대응표본 t 검증 결과 ····· 75
<그림 4-23> 사전·사후 정지선 미준수 건수 대응표본 t 검증 결과 ····· 75
<그림 4-24> 사전·사후 신호위반 건수 대응표본 t 검증 결과 ····· 76
<그림 4-25> 사전·사후 횡단 보행량 대응표본 t 검증 결과 ····· 77

제1장 서론

1. 과업의 배경 및 목적

최근 ITS기술이 발전함에 따라 교통안전시설을 비롯한 각종 신규안전시설이 개발되고, 이를 교통신호제어기(이하 신호제어기)와 연결할 수 있도록 허용을 요청하는 사례가 증가하고 있는 추세이다. 신호제어기는 도로의 이용자에게 신호를 나타내는 공공시설물로써 오작동시 교통안전에 치명적인 문제를 야기할 수 있으므로 그간 신호제어기에는 신호등 외의 시설은 연결을 금지하고 오직 신호등만 신호제어기의 신호정보를 수신토록 규정하였다. 그러나 이러한 원칙에 따라 신호제어기의 신호를 도로이용자에게 표출하지 않고 단순히 통신하는 시설조차 연결을 금지하여 기술발전 및 활용에 장애가 되는 면이 있으므로 시설의 설치 형태, 위치, 안전성, 기능 등 일정한 요건을 만족하는 시설물에 대해서는 신호등이 아니더라도 신호제어기와 연결 허용을 검토할 수 있도록 공학적인 판단기준이 필요한 실정이다. 이에 신호제어기와 관련한 표준규격 및 안전성 등을 검토하고, 운전자와 보행자 측면, 도로(차로, 보도)의 특성을 고려한 기준을 마련하고자 하였다.

이를 위해 현행 신호제어기의 구조를 분석하여 외부 시설의 연결을 허용하는 부분 및 범위와 유선·무선 등 연결방식에 대한 규정 및 매뉴얼 등을 검토하였으며 특히, 신호제어기의 신호정보를 단말기 등으로 전송하여 활용하기 위해 신호제어기와 연결을 요청하는 사례도 있어 이에 대한 추가적 검토를 통해 신호제어기 연결기준을 제시하였다.

또한 연결기준을 기반으로 신호제어기와 안전시설 간에 연결을 허용한 외국사례 및 국내 현황을 조사하고 경찰청 교통안전시설심의위원회에 제안된 사례 중 2건 이상을 시범·설치하여 발생하는 문제점 등을 파악하여 공학적 판단을 기반으로 최종적으로 신호제어기 연결 허용기준(안)을 마련하였다.

신호제어기 연결 허용기준(안)은 기존 경찰청 교통안전시설심의위원회 안건으로 가결되거나 부결된 사례를 통해 교통안전시설을 비롯한 각종 안전시설을 신호제어기와

연결 할 수 있는 기준을 제시함으로써, 안전시설물을 개발하는 업체나 연구기관의 무분별한 개발을 지양하고 제품개발에 선택과 집중으로 투자의 효율성을 높이고 새로운 안전시설물이 도로이용자의 교통안전과 편의를 도모하는데 기여할 것으로 기대된다.

2. 과업의 주요 내용 및 범위

본 연구의 주요 내용은 신호제어기 연결 허용 기준 및 규정 검토, 신호제어기 구조 및 안전성 검토, 신호제어기 연결 시설물 검토, 신호제어기 연결허용기준(안), 그리고 결론 및 정책적 제언으로 구분되며, 세부적인 연구 내용은 다음 <표1-1>과 같다.

<표 1-1> 연구의 내용적 범위

구분	연구내용	세부 연구내용
연결기준 제시	신호제어기 연결 허용 기준 및 규정 검토	• 신호제어기 표준 규격서 • 안전시설물 설치 관련 법령 검토
	신호제어기 구조 및 안전성 검토	• 신호제어기 구조 검토 • 전기적 특성 검토 • 국내외 운영사례 검토 • 신호제어기 연결기준 제시
연결허용 기준(안) 도출	신호제어기 연결 시설물 검토	• 교통안전시설 심의위원회 안건 검토 • 신규 안전시설물 개발 동향 검토 • 교통안전시설물 시범운영
	신호제어기 연결 허용기준(안)	• 연결기준 및 시범운영을 통한 연결허용기준(안) 제시

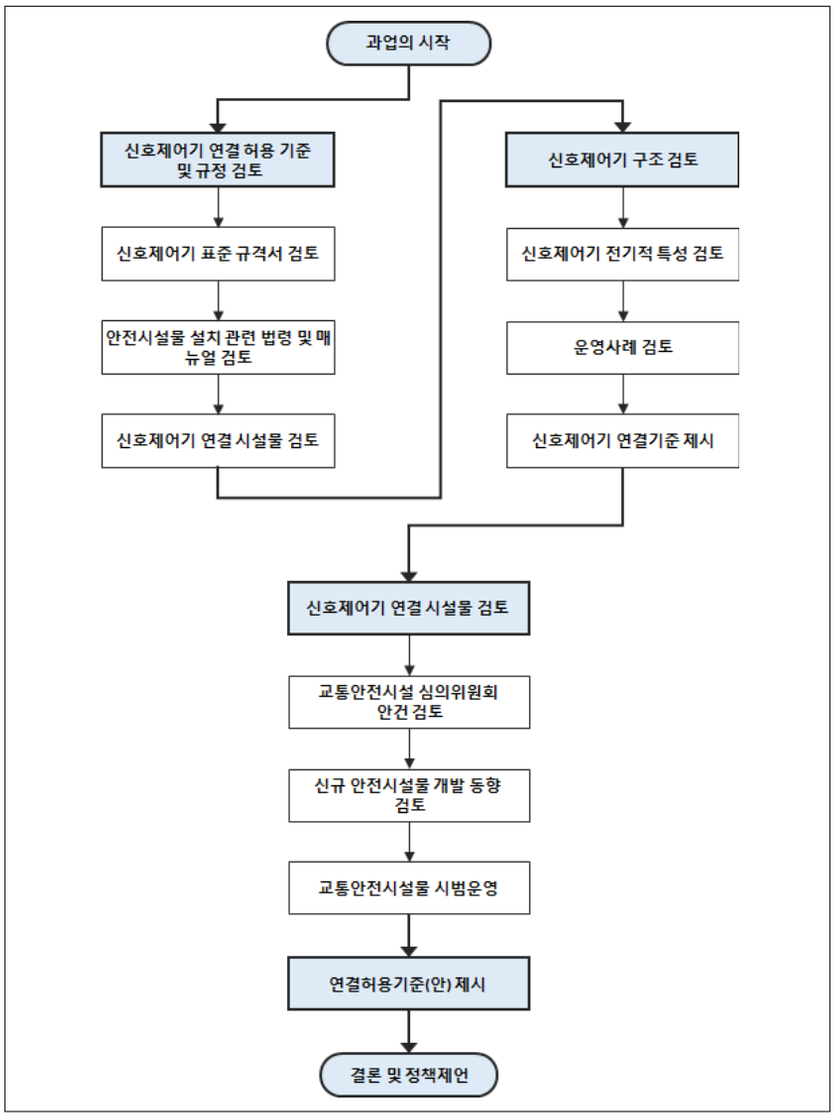
※ 연결기준은 신호제어기에 영향을 최소화 하기 위한 최소한의 기준임
※ 연결허용기준(안)은 연결기준 이외의 교통류영향 및 교통안전성에 대한 최소 기준임

또한 본 연구의 시 · 공간적 범위는 다음 <표1-2>와 같다.

<표 1-2> 연구의 시·공간적 범위

구분	연구 범위	비고
시간적 범위	**2016.01.17.(화) ~ 2016.07.15.(토)**	계약일로부터 180일
내용적 범위	**신호제어기 연결허용기준(안) 제시**	관련 법령, 규정 준수 및 자체 안전성에 기반한 연결허용기준(안)

위에 제시된 연구의 시간적·내용적 범위에 기반 하여 다음과 같이 연구를 수행한다.



<그림 1-1> 연구의 흐름도

제2장 신호제어기 연결 허용 기준 및 규정 검토

1. 관련 법규

1.1 비엔나 협약

UN의 「Road Signs and Signals」 에 관한 비엔나 협약은 1968년에 체결된 도로표지 및 교통신호에 관한 협약으로 교통신호와 교통표지의 국제적 기준을 제시함으로서 국제 도로교통의 안정성과 활성화를 도모하고 있다. UN의 도로표지 및 교통신호협약은 교통신호, 교통표지, 도로안전표지, 노면표시의 형태, 색상, 문양 등에 대해 정형화된 기준을 적용하고 있으며, 총괄적이고 세부적인 내용을 제시하여 협약에 가입한 국가는 이 협약에 준하여 도로교통법의 기준을 마련하고 있다. 다음 <표 2-1>은 비엔나 협약 승인 및 가입국가를 보여주고 있다.

<표 2-1> Convention on Road Signs and Signals의 가입국과 승인국 현황

구분		승인국가	가입국가
		총 14개국	총 58개국
대륙	유럽	포르투갈, 스페인, 영국, 바티칸시국 (4개국)	오스트리아, 벨기에, 불가리아, 체코, 덴마크, 에스토니아, 핀란드, 프랑스, 독일, 그리스, 헝가리, 이탈리아, 라트비아, 리투아니아, 룩셈부르크, 네덜란드, 폴란드, 루마니아, 슬로바키아, 스웨덴, 알바니아, 보스니아헤르체코비나, 크로아티아, 몬테네그로, 세르비아, 마케도니아, 벨로루시, 러시아, 우크라이나, 노르웨이, 산마리노 공화국, 스위스 (32개국)
	아시아	중국, 태국, 인도네시아, 대한민국 (4개국)	그루지아, 카자흐스탄, 키르기즈스탄, 타지키스탄, 바레인, 투르크메니스탄, 우즈베키스탄, 인도, 이란, 이라크, 쿠웨이트, 몽고, 파키스탄, 필리핀, 아랍연합 (15개국)
	아프리카	가나 (1개국)	중앙아프리카공화국, 코트디부아르, 콩고, 라이베리아, 모로코, 세네갈, 세이셸, 튀니지 (8개국)
	남미	브라질, 에콰도르, 멕시코, 베네수엘라, 코스타리카 (5개국)	칠레, 쿠바, 가이아나 (3개국)

가. 비엔나 협약 제4조 표지판 및 신호

비엔나 협약에서는 모든 도로표지판, 교통신호등, 도로상 표식 등이 일관적인 시스

템으로 되어 있어야하며, 표지판 유형의 수는 제한되어 있고, 유용한 장소에만 설치하여야 한다고 명시되어 있다. 또한 위험경고표지판은 운전자에게 위험을 적절히 경고해 줄 수 있도록 적당한 거리에 설치하도록 하고 있다.

나. 금지행위

표지판, 그 기둥 혹은 다른 교통통제장치에 그 시설 본래의 목적과 무관한 것을 부착하는 행위, 단 서명국이나 그 산하기관에서 비영리단체의 유익표지판 부착을 허용한 경우에는 그 단체의 기관장이 운전자의 교통표지판 이해도를 떨어뜨리지 않는 한도 내에서 허용 할 수 있도록 하고 있으며, 교통표지판이나 다른 통제설비와 혼동될 수 있거나 도로표지판 등을 눈에 잘 안 띄고, 비효과적으로 만들 수 있는 것은 제한하도록 명시되어 있다.

1.2 도로교통법 및 시행규칙

가. 도로교통법 제68조 (도로에서의 금지행위 등)

① 누구든지 함부로 신호기를 조작하거나 교통안전시설을 철거 · 이전하거나 손괴하여서는 아니 되며, 교통안전시설이나 그와 비슷한 인공구조물을 도로에 설치하여서는 아니 된다.

② 누구든지 교통에 방해가 될 만한 물건을 도로에 함부로 내버려두어서는 아니 된다.

③ 누구든지 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 행위를 하여서는 아니 된다.

1. 술에 취하여 도로에서 갈팡질팡하는 행위
2. 도로에서 교통에 방해되는 방법으로 눕거나 앉거나 서있는 행위
3. 교통이 빈번한 도로에서 공놀이 또는 썰매타기 등의 놀이를 하는 행위
4. 돌 · 유리병 · 쇳조각이나 그 밖에 도로에 있는 사람이나 차마를 손상시킬 우려가 있는 물건을 던지거나 발사하는 행위
5. 도로를 통행하고 있는 차마에서 밖으로 물건을 던지는 행위
6. 도로를 통행하고 있는 차마에 뛰어오르거나 매달리거나 차마에서 뛰어내리는 행위
7. 그 밖에 지방경찰청장이 교통상의 위험을 방지하기 위하여 필요하다고 인정하여 지정 · 공고한 행위

나. 도로교통법 149조 (벌칙)

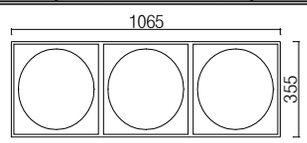
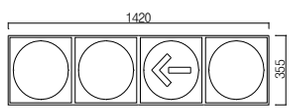
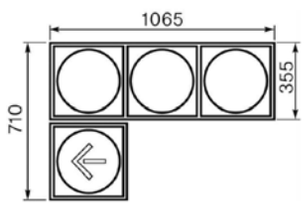
① 제68조제1항을 위반하여 함부로 신호기를 조작하거나 교통안전시설을 철거·이전하거나 손괴한 사람은 3년 이하의 징역이나 700만원 이하의 벌금에 처한다.

② 제1항에 따른 행위로 인하여 도로에서 교통위험을 일으키게 한 사람은 5년 이하의 징역이나 1천500만원 이하의 벌금에 처한다.

다. 도로교통법 시행규칙 (7조 제1장)

도로교통법 시행규칙에서는 신호등의 종류, 만드는 방식 및 설치기준을 다음과 같이 제시하고 있다.

<표 2-2> 신호등의 종류, 만드는 방식 및 설치기준

구분	종류	만드는 방식 (단위 : 밀리미터)	설치기준
차량등	횡 형 삼색등		○ 1일 중 교통이 가장 빈번한 8시간 동안 주도로의 자동차 통행량이 시간당 600대(양방향의 합계) 이상이고, 부도로에서의 자동차 진입량이 시간당 200대 이상인 교차로에 설치한다. ○ 1일 중 교통이 가장 빈번한 8시간 동안 시간당 자동차 통행량이 600대(양방향의 합계)이상이고, 횡단보도의 통행량이 가장 많은 1시간 동안 횡단보행자가 150명 이상인 경우에 설치한다. ○ 신호등의 설치간격이 300미터 이상으로 인접신호등과의 연동효과를 기대할 수 없을 때 중간지점에 설치한다. ○ 학교 앞 300미터 이내에 신호등이 없고 통학시간대 자동차 통행시간 간격이 1분 이내인 경우에 설치한다.
	횡 형 화살표 삼색등		
	횡 형 사색등 A		
	횡 형 사색등 B		

마. 교통안전시설 등 설치 · 관리에 관한 규칙 (제16조)

① 교통안전시설 관련 신기술(신제품을 포함한다. 이하 같다)을 객관적으로 평가하고, 교통전문가의 의견을 청취・반영하기 위하여 경찰청에 경찰청장 자문기관으로 경찰청 교통안전시설 심의위원회(이하 본조에서 '위원회'라 한다)를 둔다.

② 다음 각 호의 사항은 반드시 위원회의 심의를 거쳐야 하며, 교통안전시설 관련 신기술은 제1호 내지 제3호의 심의를 거쳐 도입한다.

1. 교통안전시설(경찰이 관리하는 시설에 한한다) 관련 신기술 시험설치 여부에 관한 사항
2. 시험설치 후 효과분석 및 표준지침을 제정할 것인지 여부에 관한 사항
3. 표준지침 제・개정에 관한 사항
4. 기타 경찰청장이 부의한 교통안전시설 개선에 관한 사항

③ 위원회는 위원장을 포함하여 25인 이상 30인 이내의 위원으로 구성하되, 위원장은 경찰청 교통국장으로 하고, 위원은 다음 각 호의 자 중에서 경찰청장이 임명 또는 위촉한다.

1. 경찰청, 국토교통부, 서울시 등 교통관련부처 과장급 공무원
2. 교통공학・전자공학을 전공한 전임강사 이상의 대학교수
3. 도로교통공단, 교통개발연구원, 한국건설기술 연구원 등 교통관련 연구기관의 석・박사급 연구원
4. 교통관련 시민단체 임원 등 관련분야의 전문지식이 있는 사람

- 중략 -

⑨ 제2항제1호 및 제2호에 대한 심의를 할 때에는 다음 각 호의 사항을 고려하여야 한다.

1. 교통안전성 : 도로교통의 원활한 소통 및 교통사고 예방에 기여하는지 여부
2. 경제성 : 경제적인 품질로서 염가구매 또는 취득이 가능한지 여부
3. 기능성 : 사용목적에 적합한 품질보장 및 사후 유지・관리상의 문제가 없는지 여부
4. 경쟁성 : 구매・입찰 등에 다수인이 참여할 수 있는지 여부(특허 등 독점 여부)
5. 최신성 : 과학발전에 뒤떨어지지 않는지 여부 및 교통선진국에서의 활용여부
6. 수용성 : 기존 체계에 익숙한 운전자・보행자가 쉽게 수용할 수 있는지 여부
7. 그 밖에 국내 법규 또는 일반적으로 인정된 국제기준과의 상충 여부

1.3 보행안전 및 편의증진에 관한 법률 및 교통약자의 이동편의 증진법

가. 제15조(보행안전 및 편의증진 시설의 설치)[1)]

① 특별시장등은 보행자의 안전을 확보하고 통행 편의를 증진하기 위하여 필요하다고 인정하면 보행환경개선지구 안의 도로에 다음 각 호의 시설을 우선적으로 설치할 수 있다.

1. 차량 속도 저감시설
2. 횡단보도, 교통섬 등 보행자의 안전을 위한 시설
3. 횡단보도가 없는 도로에서의 보행자 횡단을 방지하기 위한 시설
4. 보행자 우선통행을 위한 교통신호기
5. 보행자의 이동 편의증진을 위한 대중교통정보 알림시설과 주변 지역 보행자길 안내시설
6. 그 밖에 보행자의 안전과 통행 편의를 높이기 위한 시설로서 국토교통부장관과 협의하여 총리령으로 정하는 것

② 특별시장등은 도로에 제1항 각 호의 시설을 설치할 때에는 미리 다음 각 호의 자와 협의하여야 한다.

1. 해당 지역을 관할하는 지방경찰청장 또는 경찰서장
2. 해당 도로의 관리청
3. 그 밖에 다른 법령에 따라 해당 지역을 관할하는 관계 행정기관의 장

③ 제1항 각 호에 따른 시설의 구조 및 기준 등 필요한 사항은 국토교통부장관과 협의하여 총리령으로 정한다.

나. 교통약자 이동편의 증진법 시행규칙

○ 제2조(이동편의시설의 세부기준)

② 국토교통부장관은 이동편의시설에 관한 신제품의 개발, 신기술의 도입, 그 밖에 교통약자의 이동편의 증진을 위하여 일정 기간 동안 시험적용을 할 필요가 있다고 인정되는 경우에는 제1항에 따른 세부기준에 대한 특례 또는 세부기준 시행에 필요한 사항을 따로 정하여 고시할 수 있다.

1) 교통약자의 이동편의 증진법 제10조, 제21조와 동일함

③ 법 제2조제5호에 따른 교통사업자(이하 “교통사업자“라 한다)는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우로서 제1항에 따른 세부기준에 맞게 법 제2조제7호에 따른 이동편의시설(이하 “이동편의시설“이라 한다)을 설치하기가 곤란하거나 불합리한 경우에는 세부기준을 완화한 별도의 기준을 정하고 교통행정기관의 승인을 받아 이에 따라 이동편의시설을 설치할 수 있다.

○ 이동편의 시설의 구조·재질 등에 관한 세부기준(제2조 제1항 관련)

① 도로

가. 교통약자가 통행할 수 있는 보도

1) 보도의 유효폭

가) 휠체어 사용자가 통행할 수 있도록 보도 또는 접근로(이하 “보도 등” 이라 한다)의 유효폭은 2미터 이상으로 하여야 한다. 다만, 지형상 불가능하거나 기존 도로의 증축 · 개축 시 불가피하다고 인정되는 경우에는 1.2미터 이상으로 완화할 수 있다.

나) 보도 등의 유효폭이 1.5미터 미만인 경우에는 휠체어 사용자가 다른 휠체어 또는 유모차 등과 교행할 수 있도록 50미터마다 1.5미터×1.5미터 이상의 교행구역을 설치하여야 한다.

다) 유효폭이 1.5미터 미만인 경사진 보도 등이 연속되는 경우에는 휠체어 사용자가 휴식할 수 있도록 30미터마다 1.5미터×1.5미터 이상의 수평면으로 된 참을 설치하여야 한다.

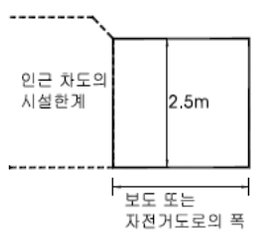
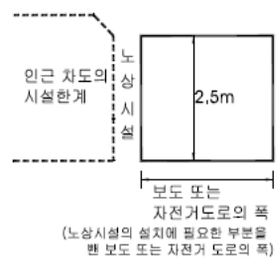
2. 관련 규정 및 매뉴얼

2.1 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 (국토교통부령 제111호, 2014.07.15.)

○ 시설한계란 자동차나 보행자 등의 교통안전을 확보하기 위하여 일정한 폭과 높이 안쪽에는 시설물을 설치하지 못하게 하는 도로 위 공간 확보의 한계를 말함

○ 시설한계에서는 교각이나 교대는 물론 조명시설, 방호울타리, 신호기, 도로표지, 가로수, 전주 등의 제 시설을 설치할 수 없음

○ 도시고속도로, 일반도로 모두 차로 방면에서 보도 방면으로 봤을 때 보도 연석에서 25㎝까지 시설한계에 해당

노상시설을 설치하지 않은 보도 및 자전거도로	노상시설을 설치하는 보도 및 자전거도로
	

2.2 신호제어기 표준규격서(경찰청, 2010.08.)

○ 본 표준규격서의 목적은 교통신호제어기(이하 교통신호기라 함)의 하드웨어 규격과 요구기능을 명시함으로써 제품 간 호환성과 확장성을 유지하며, 궁극적으로는 관제센터 중앙장치와 교통신호기간의 상호 운영 호환성 유지 및 기술공유를 통한 품질향상을 꾀하는데 있음

○ 본 표준규격서의 적용범위는 교통신호제어용으로 현장에 설치되는 교통신호기의 제작과 시험 및 설치과정에서의 교통신호기 내부 공사 부문으로 하며, 통신기능과 관련된 중앙장치의 통신규약 부분도 포함함

○ 본 규격에 의해 제작된 교통신호기는 내부 장치별로 기능이 모듈화되어 있으며, 상호 호환성을 갖추고 있으므로 적용대상지역의 제어 용도와 기능의 유무에 따라 내부 구성품을 적절하게 생략하여 적용할 수 있음

○ 이것은 본 규격의 내부 구성에서 실장 부품을 제어목적에 맞게 조절하여 기존의 구형제어기들(일반신호제어기, 전자교통신호제어기)을 대체할 수 있다는 것을 의미함

[제어방식별 규격 적용 범위]

범위	장치 구성 및 용도	
장치구성 범 위	MCU	○CPU보드, 전원장치, 모뎀, 검지기보드, 옵션보드
	SCU	○컨트롤러, 점멸기, LSU, 확장보드(LSU 버스 사양에 준함)
기능적용범위	○모든 지역제어기능, 모든 중앙제어기능, 실시간 제어 관련 기능주)	
적용 용도	○교차로 교통신호등 제어용, 횡단보도 교통신호등 제어용 ○점멸 운영되는 교통신호등 제어용	

2.3 교통신호기 설치·관리 매뉴얼 (경찰청, 2011.12.)

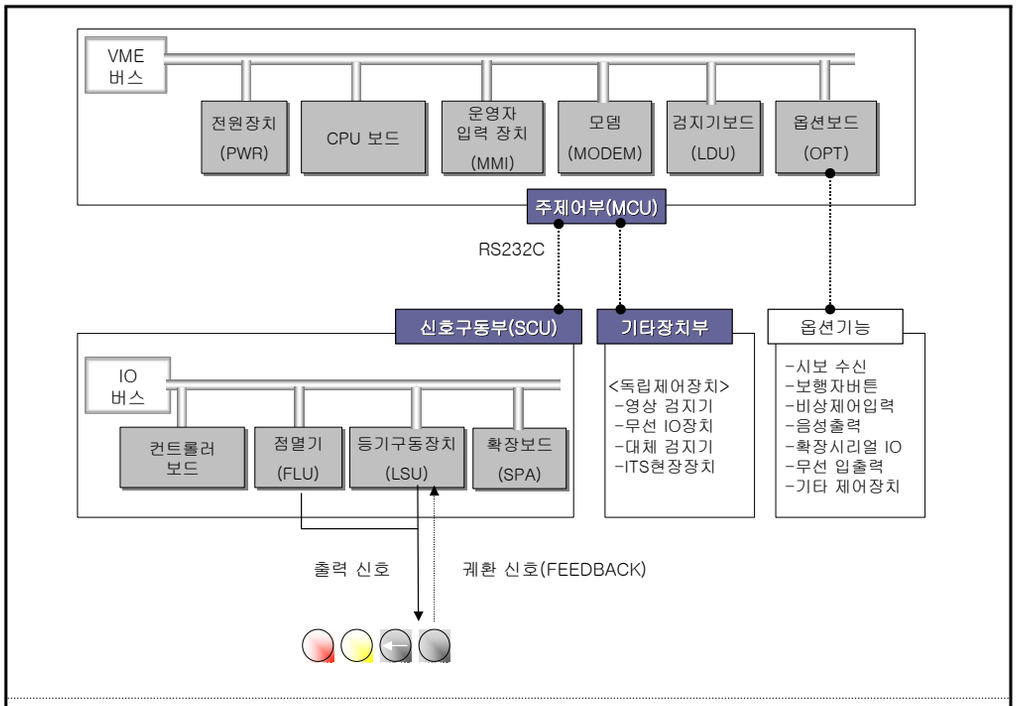
○ 신호기는 도로교통에 대하여 문자·기호 또는 등화로써 진행·정지·방향전환·주의 등의 신호를 표시하기 위하여 사람이나 전기의 힘에 의하여 조작되는 장치를 말함

○ 신호기는 교통안전과 원활한 소통을 도모하는 교통안전시설이므로 도로이용자에게 혼란을 주지 않아야 하며, 그 전방에서 잘 보이도록 설치해야 하며 신호기의 위치, 설계, 신호지시의 의미 등은 일관성 있고 통일성을 가져야 하고 교통안전표지 및 노면표시 등의 교통안전시설과 유기적 또는 보완적으로 결합하야 함

○ 보행등의 높이는 보행자의 안전과 시인성 확보를 위해 보행자가 대기하는 보도의 노면으로부터 신호등 하단까지 2~3m 범위에 설치한다. 보행등의 설치위치는 횡단중인 보행자가 쉽게 볼 수 있도록 보행자 진행방향 우측, 즉 횡단도로의 건너편 우측에 설치함

○ 신호등 설치높이는 운전자의 시각특성, 차량 높이, 교차로 횡단 거리, 건축한계 등을 고려하여 결정한다. 신호등은 도로를 이용하는 차량의 높이보다 높아야 하며, 이 높이는 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙에서 규정한 통과높이인 4.5m를 기준으로 삼음

○ 따라서 신호등 높이는 도로면에서부터 4.5m보다 높아야 하며 운전자의 시각특성, 노면 덧씌우기 등에 대한 여유폭 등을 고려하여 5m 이내로 설치하는 것이 적합함



시스템 블록 다이어그램

2.4 시각장애인용 음향신호기 규격서 (경찰청, 2009.6.)

○ 이 규격서는 횡단보도 보행자 신호기에 연결하여 신호등화의 내용을 음향으로 알려주는 보행자 신호기의 부가장치에 대한 것으로, 정보통신부 고시 '시각장애인 유도신호용 특정소출력 무선기기의 기술적 조건'에 규정된 358.5000㎒의 주파수를 사용하는 리모콘과 수동조작 버튼으로 작동하고 경찰에서 설치·관리하는 시각장애인용 음향신호기에 대하여 규정함

○ 시각장애인용 음향신호기는 교차로의 형태, 지주의 위치 등을 고려하여 시각장애인이 안전하게 사용할 수 있도록 설치하여야 함

○ 설치시 주의사항

- 교차로의 형태나 보행신호등 설치 지주의 위치 등이 부적절하여, 시각장애인의 안전한 횡단에 영향을 줄 수 있다고 판단되는 지점에 음향신호기를 설치할 경우에는 도로교통공단 (교통과학연구원) 의 검토 및 자문을 받아 선별적으로 설치하도록 함.

※ 시각장애인의 안전한 횡단에 영향을 줄 수 있는 교차로는 해당 시설물을 개선한 후 설치할 것을 권장함

○ 송신기(리모콘)

(1) 리모콘은 사람이 가로막고 있을 때나 신호기의 안테나를 향해 누르지 않아도 작동되는 라디오주파수 변조방식(RF방식)을 사용하여 지향성을 없애야 한다.

(2) 리모콘의 버튼을 작동시킬 때는 일정한 음향을 발사해 시각장애인이 건전지의 소모 및 고장여부를 청각적으로 알 수 있도록 해야 한다.

○ 수신기

(1) 수신기는 설치가 용이한 구조이어야 하며 신호등 지주 상단 철주에 고정 설치

(2) 수신기의 함체는 각 지주마다 동일한 형태로 설치하되 설치위치는 지상으로부터 2.5m 높이

(3) 수신기 정면은 횡단보도 방향으로 향하고, 보도의 연석과 평행하도록 설치

[위치 안내음향의 구성]

구분	교차로/단일로	단일로
멜로디	“G장조의 미뉴엣 (J. S. Bach)” (피아노음) : 약 5초간 발생	
음성전달 (메시지 내용)	"○○교차로 ○○방향 횡단보도 입니다. 횡단대기선으로 이동하여 신호버튼을 눌러주십시오” (왼쪽 : 남성, 오른쪽 : 여성)	"○○방향 횡단보도입니다. 횡단대기선으로 이동하여 신호버튼을 눌러주십시오” (여성)

○ 위치-신호 안내음향 공통사항

(1) 위치 및 신호 안내음향을 발생시키는 송신전파 수신거리는 도로폭 등 주변상황에 따라 다르게 설정할 수 있도록 각각 조절이 가능해야 함

(2) 수신거리

○ 위치안내음향 : 횡단보도폭의 2배 또는 최대 약 15m 로 한다.

○ 신호안내음향 : 횡단보도 폭 또는 최대 약 10m 로 한다.

2.5 보행자 자동 인식 신호기 표준지침 (경찰청, 2013.09.13.)

○ 보행자 자동 인식 신호기는 보행자가 횡단보도 대기공간에서 보행자 작동 신호기의 압버튼을 작동시키지 않아도 자동으로 보행자를 인식하여 보행신호를 요청하는 장치임

○ 본 장치는 센서부, 표시부, 제어기 연결부위 등으로 구성된다. 단, 보행자 작동신호기와 함께 설치될 경우에는 표시부, 제어기 연결부위는 보행자 작동신호기의 부품을 함께 사용함

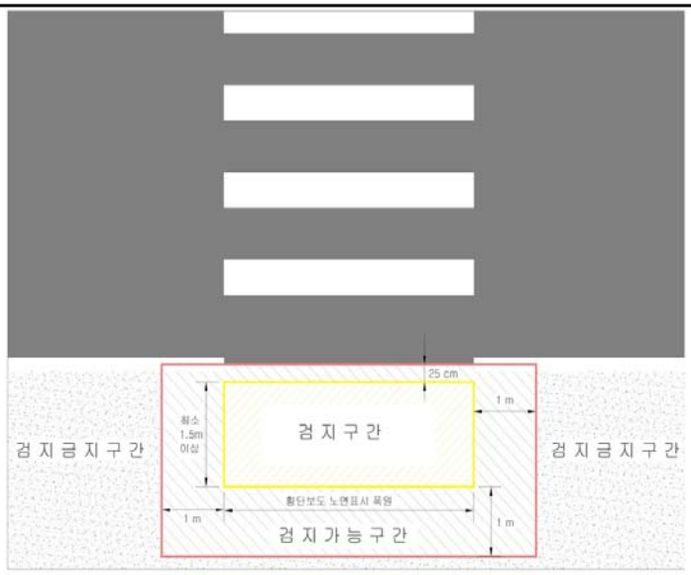
○ 센서부 및 장치의 고장 또는 선로에 이상이 있을 경우에는 보행자 작동신호기의 대처방안과 동일하게 하며, 구체적인 대응방안은 「7. 오류시 대처방안」에 따름

○ 시각장애인용 음향신호기와 함께 설치할 경우에는 보행자 작동신호기 설치지침의 기준에 따름

○ 관련 부품은 「경찰청 교통신호제어기 표준규격서」에 따른 제어기와 호환될 수 있어야 함

○ 설치기준 및 장소

- 보행자 작동신호기의 설치기준 및 장소 중에서, 특히 보행자 작동신호기의 설치여부 인지 및 작동을 제대로 하지 못하는 교통약자의 횡단이 빈번한 곳에 설치함
- 도로현장에 설치 시에는 관련 규격의 준수 여부 및 정상 작동 여부에 대하여 경찰청에서 인정하는 공공기관(발주처 포함)의 승인이 있어야 함



횡단보도 대기공간의 검지영역

3. 법령 및 기준 검토

3.1 관련 법령 검토

우리나라는 UN 도로표지 및 신호에 관한 비엔나 협약 승인국가로서 이를 준용하고 있다. 비엔나 협약에서는 본래의 목적과 무관한 것을 교통통제장치(교통안전시설)에 부착하는 것을 금지하고 있으나, 해당국의 재량에 의해 이해도를 떨어뜨리지 않는 한도 내에서 일부 사용할 수 있다고 명시하고 있다. 이를 근거로 하면, 국내에 교통안전시설 이외의 시설물(예, 도로안전시설 등) 또한 설치·운영할 수 있다. 그러나 국내의 경우, 관련 법령 및 규정에서 고시된 교통안전시설물(도로교통법 시행규칙 별표1, 별표3, 별표6)이외의 시설물은 교통안전시설 등 설치·관리에 관한 규칙(경찰청훈령) 16조에 의거하여 교통안전시설 심의위원회의(경찰청) 심의를 거쳐 가결된 것에 한하여 설치·운영할 수 있도록 하고 있다.

교통안전시설 심의위원회에서는 앞서 살펴본 것과 같이, 심의를 할 때에는 교통안전성(도로교통의 원활한 소통 및 교통사고 예방에 기여하는지 여부), 경제성(경제적인 품질로서 염가구매 또는 취득이 가능한지 여부), 기능성(사용목적에 적합한 품질보장 및 사후 유지·관리상의 문제가 없는지 여부), 경쟁성(구매·입찰 등에 다수인이 참여할 수 있는지 여부<특허 등 독점 여부>), 최신성(과학발전에 뒤떨어지지 않는지 여부 및 교통선진국에서의 활용여부), 수용성(기존 체계에 익숙한 운전자·보행자가 쉽게 수용할 수 있는지 여부), 그 밖에 국내 법규 또는 일반적으로 인정된 국제기준과의 상충 여부를 판단하여 가결 여부를 판단하게 되어 있다.

본 연구에서는 교통안전시설 및 도로안전시설 등에 대한 기본적인 법령에 대해 검토해 보았다. 교통신호기와 연계하기 위한 시설물이 어떠한 특정 형태를 갖거나 특정 운영방식을 사용하느냐에 따라 안전성, 경제성, 기능성, 경쟁성, 최신성, 수용성 등을 개별적으로 판단해야하기 때문에 기본적인 법령 및 기준에 대해 검토하고, 신호기의 구조 및 안전성을 저해하지 않는 연결기준을 제시하여 이에 적합한 시설물에 대하여 시범운영을 통해 교통안전시설 심의위원회에서 요구하는 사항들에 대하여 검토하여 신호제어기 연결 허용기준(안)을 제시 하였다.

3.2 관련 규정 검토

관련 규정 검토에서는 교통안전시설인 “신호제어기 표준규격서”, “교통신호기 설치·관리 매뉴얼“ 및 이와 연계된 ”시각장애인용 음향신호기“, ”보행자 자동 인식 신호기 표준지침” 등을 살펴보고, 국토해양부의 “도로구조시설에 관한 규칙”에 대하여 검토하였다. 앞서 법령 검토에서 설명한 것과 같이, 교통안전시설 심의위원회에서 검토하는 시설물은 해당시설물에 적합한 관련 법령 및 규정이 검토되어야하기 때문에 본 규정 검토에서는 신호제어기 및 일반적인 도로안전시설에 대하여 검토하였다.

우선 경찰청 관련 규정을 살펴보면, 신호제어기 표준규격서에서는 교통신호기간의 상호 운영 호환성 유지를 위해서 통신기능과 관련된 통신규약을 포함하고 있으며, 외부장치와의 연결을 위해서는 옵션보드를 사용하도록 규정하고 있다. 교통신호기 설치·관리 매뉴얼 상에서는 보행등은 노면으로부터 2~3m 범위에 설치하도록 하고 있으며, 신호등은 도로면으로부터 4.5m보다 높게 설치하도록 하고 있다. 시각장애용 음향신호기 규격서에서는 정보통신부 고시 ‘시각장애인 유도신호용 특정소출력 무선기기의 기술적 조건’에 규정된 358.5000㎒의 주파수를 사용하는 리모콘과 수동조작 버튼으로 작동하도록 하고 있다. 또한 리모콘은 사람이 가로막고 있을 때나 신호기의 안테나를 향해 누르지 않아도 작동되는 라디오주파수 변조방식(RF방식)을 사용하여 지향성을 없애야 한다고 규정하고 있으며, 수신기는 지상으로부터 2.5m 높이에 설치하도록 하고 있다. 보행자 자동 인식 신호기 표준지침에서는 센서부 및 장치의 고장 또는 선로에 이상이 있을 경우에는 보행자 작동신호기의 대처방안과 동일하도록 규정하고 있으며, 경찰청 교통신호제어기 표준규격서에 따른 제어기와 호환이 가능하여야 한다고 명시하고 있다.

국토교통부 도로구조시설에 관한 규칙에서는 시설한계에 따른 도로안전 시설물을 제한하고 있으며, 세부적인 도로안전시설은 별도의 “도로안전시설 설치 및 관리지침”에서 규정하고 있다. 도로안전시설물에 대한 규정은 시설물의 다양성을 고려하여 필요시 개별 도로안전시설을 검토하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

경찰청 및 국토교통부 교통안전시설 및 도로안전시설에서 규정하고 있는 사항을 요약하면, 도로에 설치·운영되는 시설물은 일정범위의 시설한계를 갖도록 설치·운영하여야 하며, 신호제어기의 경우 호환성 등을 고려하여 옵션보드를 사용하는 것이 타당하다.

제3장 신호제어기 구조 및 안전성 검토

본 장에서는 신호제어기 자체의 구조적 특성을 살펴보고, 기타 시설물과의 연계를 위한 전기적 특성을 검토하였다. 또한 신호제어기와 연계되는 운영사례를 살펴보고 신호제어기 연결기준을 제시하였다. 신호제어기 연결기준은 기타 교통시설물과 신호제어기 간의 연계를 위해 반드시 지켜야할 필요조건으로 충분조건은 아니다. 따라서 본 장에서는 신호제어기와 타 교통안전시설물과 연계를 위한 연결기준 만을 제시하고, 보다 세부적인 연결 허용기준은 4장의 신호제어기 연결 시설물 검토를 거쳐 5장에서 제시하였다.

1. 신호제어기 구조 검토

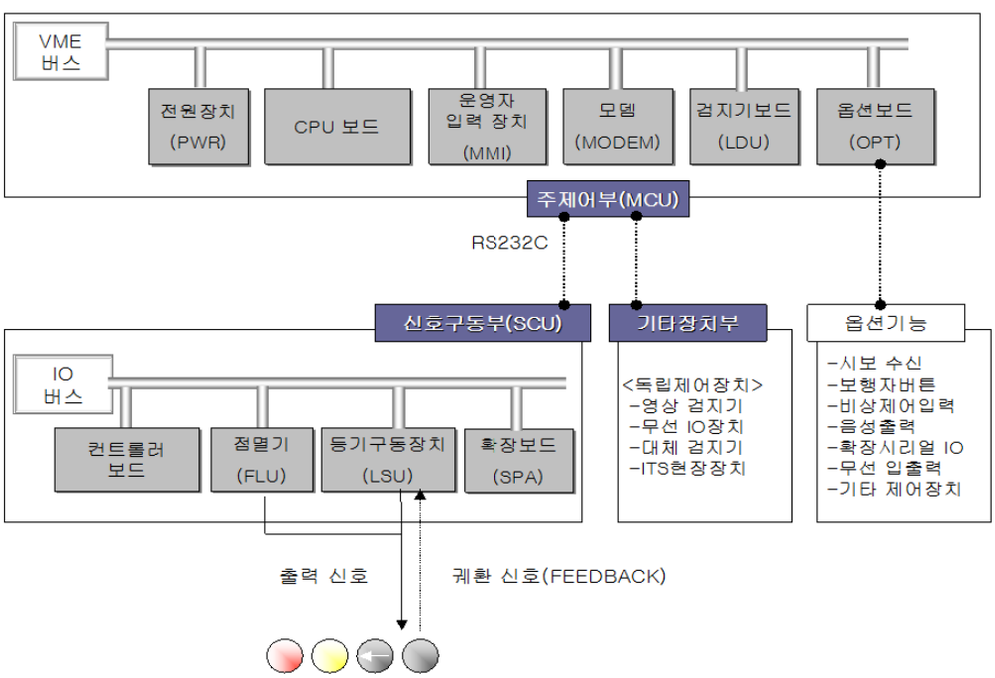
신호제어기 구조를 검토하기 위해서는 경찰청 “교통신호제어기 표준규격서(2014)”를 살펴보아야 한다. 해당 규격서 상의 하드웨어(통신 장치 규격, 옵션보드, 전원장치 등) 및 장치 간 통신규약(프로토콜, 기타장치부 통신규약 등)를 보다 면밀히 살펴볼 필요성이 있다. 따라서 본 절에서는 신호제어기 구조에 대해 경찰청 표준규격서 기준으로 검토해 보았다.

1.1 신호제어기 하드웨어 구조

가. 하드웨어 구성

교통신호기의 구성은 신호주제어부(MCU : Main Control Unit, 이하 주제어부 또는 MCU라 함)와 신호등기구동부(SCU : Signal Control Unit, 이하 신호구동부 또는 SCU라 함)로 분리하여 각각 별도의 중앙연산장치(CPU)를 채택한다. 주제어부에서는 VME(VERSA Module Eurocard) 버스 주기판을 기반으로 하여, CPU보드, 모뎀(Modem : Modulator-Demodulator), 검지기보드(LDU : Loop Detection Unit), 운영자 입력장치(MMI : Man-Machine Interface), 옵션보드(OPT : Option Board)와 전원

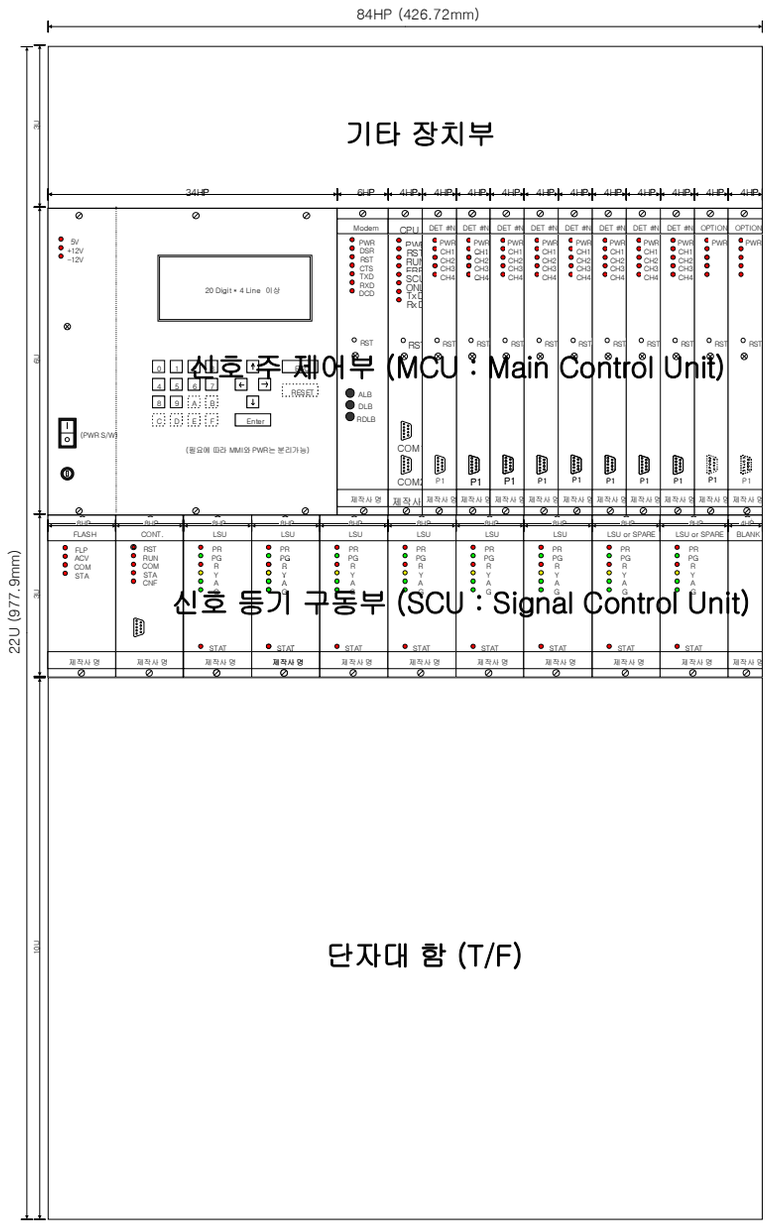
장치(PWR : Power Supply)로 구성된다. 주제어부에서는 주로 검지기 자료 등 교통 상황정보 처리, 제어알고리즘 처리, 관제센터 중앙장치와 통신, 운영자 입력장치(MMI : Man-Machine Interface) 접속 등의 기능을 수행하며, 추가적인 기능 확장이 가능하도록 한다. 신호구동부에서는 일반 I/O BUS규격의 주기판(Back Plane)을 기반으로 컨트롤러(Controller) 보드, 점멸기(FLU : Flasher Unit) 및 등기구동장치(LSU : Load Switch Unit)로 구성된다. 신호구동부는 주제어부의 명령에 따라 신호등의 점등과 소등을 전담하며, 주제어부의 장애 발생 시 기본 신호출력제어를 수행하는 안전제어(Fail-Safe Control)기능을 통해 시스템의 안정성을 제고하도록 하고 있다. 기타 장치부는 교통신호기 내부에 독립 컴퓨팅시스템을 갖춘 제어장치가 위치할 수 있는 실장공간을 지칭한다. 기타 장치부의 실장 가능한 독립제어장치는 무선입출력장치, 독립 영상처리시스템, 대체검지기 제어시스템 및 독립 실시간 제어시스템 등 신호제어기능과 관련된 기능의 제어장치는 물론 무선 차량정보 수집 장치, 차량인식시스템 및 기타 지능형교통체계 (ITS : Intelligent Transportation Systems)에서 현장장치로 사용하는 장비들이 실장될 수 있다. 기타 장치부에 실장 되는 장치들은 교통신호기와 전원 및 통신라인을 공유할 수 있도록 하고 있다.



<그림 3-1> 시스템 블록 다이어그램

출처 : 경찰청 표준교통신호제어기 표준규격서(2014)

각 장치의 크기는 주제어부 6U, 신호구동부 3U로 하며, 기타장치부는 3U로 한다. 그리고 단자대함(T/F)의 단자부분은 전체 외함의 규격을 만족하는 범위 내에서 내부 배치를 다양하게 운용할 수 있으며, 최하단에 위치한다. 주제어부와 신호구동부 및 기타 장치부는 현장의 설치조건(좌대의 높이 등)에 따라 순서를 바꾸어 실장할 수 있다.



<그림 3-2> 교통신호기 내부 실장 구성도

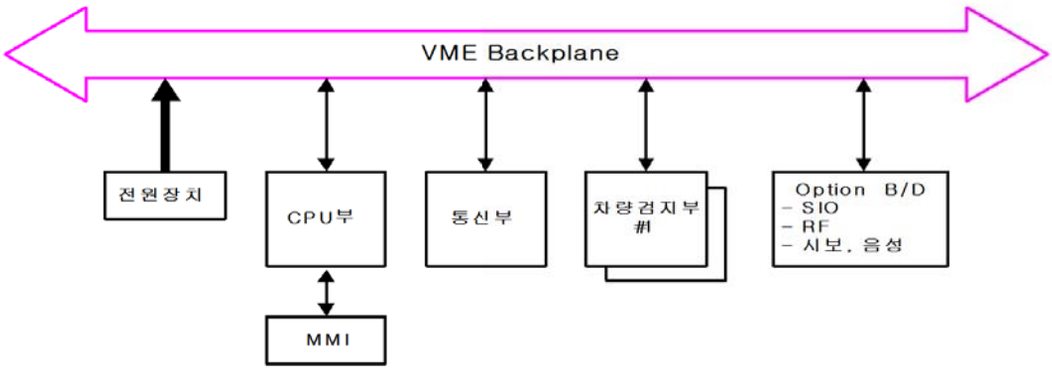
출처 : 경찰청 표준교통신호제어기 표준규격서(2014)

나. 주제어부(MCU : Mail Control Unit)

주제어부는 교통신호기의 중추적 역할을 하는 장치로서 관제센터 중앙장치와 교통신호기간 자료를 교환하고, 해당 교차로의 교통현황을 파악하는 차량검지기의 정확한 검지주기의 보장 및 정확한 신호시간의 진행을 위해 실시간 타이머를 내장하며, 신호구동부와의 내부 통신, 운영자 입력장치를 통한 데이터베이스와 각종 파라미터의 설정을 가능하게 한다.

주제어부의 하드웨어적 구성요소는 VME 버스 주기판 및 입출력 데이터 통신장치를 기반으로 CPU보드, 모뎀(Modem), 검지기보드(LDU), 운영자 입력장치(MMI), 옵션보드(OPT) 및 전원장치(PWR)로 구성되며, 6U의 19인치 EIA 규격의 랙에 보드형태로 장착된다.

각 구성요소간의 접속(데이터 교환)은 <그림 3-3>과 같이 주기판에 VME 버스를 기반(backplane)으로 하여 표준적인 인터페이스가 가능하도록 하며, 향후 확장성을 수용할 수 있도록 옵션보드용 슬롯이 확보되어 있다.



<그림 3-3> 주제어부(MCU) 구성도
출처 : 경찰청 표준교통신호제어기 표준규격서(2014)

ㅇ 옵션보드 (OPT : Option Board)

주제어부에서는 제어기능뿐만 아니라 향후 확장성 및 호환성을 고려한 추가기능을 수행할 수 있도록 검지기보드 이외에 추가 실장할 수 있는 각종 VME 버스 호환 제어 기판을 말한다. 이러한 옵션보드(혹은 OPT로 표현)는 표준 VME버스규약을 지켜

야 하고 독립프로세스가 있는 경우 SLAVE 모드로 제작되어야 한다. 옵션보드로 적용 가능한 기능은 다음과 같다.

- 시보 수신부(Time Signal Receiving Unit)

  라디오에서 발생하는 시보주파수를 받아들여 교통신호기의 내부 Timer Setting
- 음성 발생기(Voice Generator Unit)

  시각 장애인을 위한 음성 송출기능을 갖는 Unit
- 보행자 푸쉬버튼 입력장치

  보행자 감응을 위한 버튼 입력기능을 갖는 Unit
- SIO(Serial Input/Output Unit)

  확장 Serial 통신 기능에 대비하여 최대 8 Channel 지원
- RF Module(Radio Frequency module)

  무선을 이용한 차량 검지/인식장치나 무선 입출력 장치
- 기타 제어효율을 높이거나 신호등 운영시 필요한 기능 구현을 위해 개발된 장치

다. CPU 보드

CPU보드는 주제어부(MCU)의 중앙연산기능을 수행하도록 고성능 마이크로프로세서를 장착하고 32비트 운영체계(OS) 환경에서 하드웨어를 구동한다. 고성능의 검지기 정보처리 및 신호시간 운영을 수행하는 실시간 신호제어프로그램을 수행하기 위한 메모리장치를 탑재하고 있으며, 주기판 시스템 버스의 제어 및 직렬통신장치의 제어를 수행한다.

CPU보드의 기능은 통신장치를 통하여 관제센터 중앙장치와 자료 교환, 차량검지기, 운영자 입력장치 등 각 모듈로부터 정보를 받아들여 분석·처리하는 기능을 가져야 하며, 중앙제어모드의 수행, 데이터베이스의 업로드 및 다운로드, 지역제어모드에서 자체 내장된 신호시간 데이터에 의한 신호제어기능과 64채널 이상의 검지기 자료처리 기능, 정전 시에 메모리 백업 기능, CPU의 비정상 동작 및 직류(+5V)전압을 감시하기 위한 전원관리기능, 실시간 시간관리기능과 하드웨어와 소프트웨어의 인터럽

트 기능을 갖는다. 기타 기능 규격에서 지정된 소프트웨어적인 제어기능과 통신규약 부분에서 지정된 데이터 처리방법에 따라 교통신호기를 제어한다.

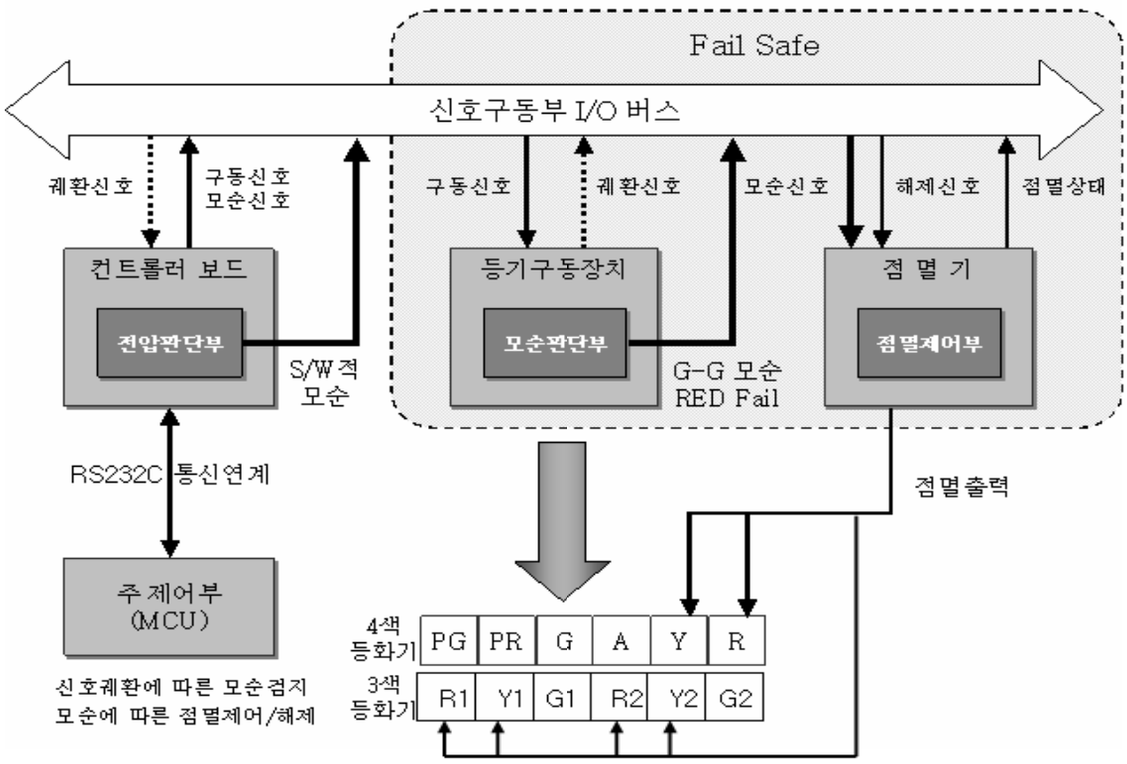
라. 신호구동부(SCU : Signal Control Unit)

도로교통법 등 관련 법규에서 규정된 신호등 운영체계에 따라 계획되는 신호현시를 교통신호제어기에서 구현하기 위해서는 신호현시별 신호등을 구동(On/Off)하기 위해서 각각의 신호등화 마다 구동스위치(Load switch)를 연결하여 AC전원이 입력되어져야 한다. 이와 같이 신호등 구동스위치를 제어하고, 출력되는 신호를 감시하는 기능은 표준 교통신호제어기의 신호구동부(SCU)에서 담당한다.

신호구동부는 주제어부(MCU)로부터 신호현시 운영계획에 대한 정보를 수신하여, 등기구동장치(LSU, Load Switch Unit)를 통하여 AC전원을 제어하여 외부에 설치된 신호등을 구동하고, 출력되는 신호의 모순 및 점멸신호를 운영한다.

신호구동부(SCU : SIGNAL CONTROL UNIT)는 직접 신호등을 구동하기 위한 전력 제어부 및 신호등 출력 결과를 물리적으로 평가하기 위한 회로를 포함한다. 또한 신호구동부는 경찰관의 수동조작 및 보행자 입력수단 등을 수용하기 위한 일련의 입력수단 등을 포함하며, 신호제어부와의 통신을 위한 내부통신 수단을 포함한다. 신호구동부의 하드웨어 구성요소는 <그림 3-4>와 같이 컨트롤러(Controller), 등기구동장치(LSU : LOAD SWITCH UNIT), 점멸기(FLASH), 확장보드(SPARE BOARD)와 주기판(Backplane)으로 이루어진다.

신호구동부(SCU)의 구성 요소는 컨트롤러는 마이크로프로세서를 사용한 제어회로부, 프로그램과 초기데이터를 저장하는 ROM, 프로그램 수행을 위한 RAM, 직렬통신을 위한 통신회로, 등기 단선 및 모순 검지를 위한 회로, 수동 조작 스위치(Police Panel Switch) 및 보행자 입력 스위치 등을 수용하기 위한 입력 회로로 구성된다.



<그림 3-4> 신호구동부 신호 전달 개념도

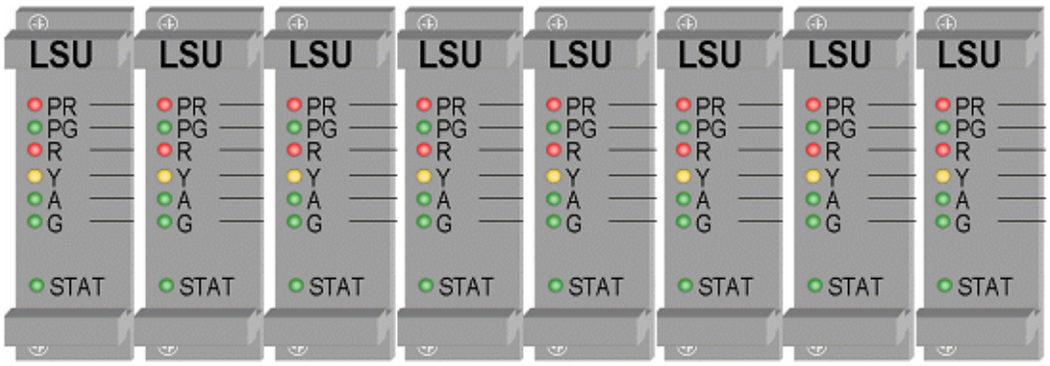
출처 : 경찰청 표준교통신호제어기 표준규격서(2014)

마. 등기구동장치(LSU : Load Switch Unit)

등기구동장치(LSU : Load Switch Unit)는 신호구동부(SCU) 컨트롤러보드로부터 제어신호를 받아 신호등에 공급되는 전력을 직접 제어하며, 그 제어 결과에 대한 궤환신호를 발생하여 컨트롤러보드에 제공하는 기능을 수행한다. 따라서 등기구동장치는 110V 및 220V에 사용할 수 있어야 하며, 구동환경의 불규칙한 변화에 대하여 영향을 받지 않아야 한다. 전력 사용의 효율성을 위하여 조광제어기능을 수행할 수 있는 환경을 제공하여야 하고, 방열을 고려하도록 하고 있다. 또한 유지 보수의 편의를 위하여, 고장이 발생한 LSU부를 교통신호기의 정상 운용 중에 부분적으로(CARD 단위) 교체 할 수 있도록 구성되어 있다. <그림 3-5>와 같이 확장 카드 2개를 포함하여 총 8개의 LSU 카드가 장착될 수 있다.

등기구동장치는 신호등에 공급되는 전력을 제어하는 전력 제어부, 신호등의 등기전압을 검출하는 검출회로와 Red Fail 검출회로, DATA LATCH부 및 LED 신호등 구동회로로 구성되어 있다. 등기구동장치는 차량의 4색신호등(R, Y, A, G)과 보행자

신호(PR, PG)를 구동할 수 있도록 설계되어 있다. 최대 출력회로(신호등에 공급되는 전력을 제어회로) 수는 카드당 6개 출력으로 최대 48개 출력(6회로/LSU × 8 LSU = 48출력)의 제어가 가능토록 설계되어 있다.



<그림 3-5> 표준규격 신호등 등기부 구동장치 구성 체계

1.2 신호제어기 통신규약

신호제어기 통신규약에서는 중앙장치 통신규약, 등기구동부 운전(MCU↔SCU) 통신규약, 기타장치부 통신규약, MCU-MMI(PC) 통신규약으로 구분된다. 옵션보드를 사용하기 위해서는 중앙장치 통신규약과 등기구동부 운전 통신규약을 살펴보아야 한다.

가. 중앙장치 통신규약

1) 교차로 상황정보

LC에서는 교차로의 상황정보 요청(0x12)시 상황정보를 RC쪽으로 UP-LOAD(0x13)하게 되며, 다음과 같은 전송규약에 따라 교차로 ID를 포함한 해당 교차로 상황정보를 전송하게 된다.

REQUEST(RC)

BYTE #	내 용	비 고		
1	STX_CHAR	0x7E		
2	STX_CHAR	0x7E		
3	LENGTH	4 또는 249		
4	교차로 ID	0x00 ~ 0x0F		
5	OP-CODE	0x12		
6 - 250	F/W Data (245Bytes)	Byte	Size	내용
		1-2	2	Firmware Module ID (‘F/W Upgrade 지시‘ 참조)
		3-4	2	Current Index Of Datagram
		5	1	Datagram Size(1-240)
		6-245	240	Datagram (마지막 Datagram은 Zero Padding)
6 또는 251	LRC Value			

RESPONSE(LC)

BYTE #	내 용	비 고
1	STX_CHAR	0x7E
2	STX_CHAR	0x7E
3	LENGTH	29…50 (가변)
4	교차로 ID	0x00 ~ 0x0F
5	OP-CODE	0x13 (확장정보 구분은 Length로 함)
6…30	LC STATUS	기본 신호 제어기 상태정보 정보:25Bytes
31…Length+1	EX STATUS	(필요시 선택적 확장상황정보)
Length+2	LRC CODE	

ITS SUB DATA (확장정보일때의 ITS 연계장치 상태정보 형식)

BYTE #	BIT #	내 용	비 고
1		입력 포트 ID	통신포트 인덱스, 직렬이 아닌 경우 10 이상
2..4		Time Stamp	시:분:초
5..9		헤더 예약	
10		데이터 사이즈	헤더부를 제외한 데이터 크기
11-(200)		User Data	

LC STATUS (기본정보일때의 교통신호기 상태정보 형식)

1	7	Power FAIL 상태	0 : 정상, 1 : Power FAIL
	6	MCU와 SCU간 통신 상태	0 : 정상, 1 : FAIL
	5	조광 제어 상태	0 : 정상, 1 : 조광 제어중
	4	RING 운영 방식	0 : SINGLE-RING, 1 : DUAL-RING
	3	PPC 제어 상태	0 : 정상 1 : PPC Enabled
	2 ⋮ 0	교통신호기 운영 모드	0 : SCU 고정주기 1 : 비감응 오프라인 제어 2 : 감응 오프라인 제어 4 : 감응 온라인 제어 5 : 비감응 온라인 제어
2	7 – 5	RING A의 PHASE	0 ~ 7
	4 – 0	RING A의 STEP	0 ~ 31
3	7 – 5	RING B의 PHASE	0 ~ 7
	4 – 0	RING B의 STEP	0 ~ 31
4	7	POLICE PANEL 수동진행S/W상태	1 : ON, 0 : OFF
	6	POLICE PANEL 수동 S/W 상태	1 : ON, 0 : OFF
	5	POLICE PANEL 점멸 S/W 상태	1 : ON, 0 : OFF
	4	POLICE PANEL 소등 S/W 상태	1 : ON, 0 : OFF
	3	모순 상태	1 : 모순, 0 : 정상
	2	소등 상태	1 : 소등, 0 : 정상
	1	점멸 상태	1 : 점멸, 0 : 정상
	0	DATABASE 상태	1 : 이상, 0 : 정상
5	7	푸쉬버튼 ENABLE/DISABLE	1 : 활성상태, 0 : 비활성 또는 설치 안됨
	6 – 4	점멸 동작 원인	0 : 알 수 없는 원인 1 : Power ON FLASH(초기화동작 점멸) 2 : NORMAL FLASH(명령에 의한 점멸) 3 : P.P. S/W FLASH(수동 점멸) 4 : CONFLICT FLASH(모순 점멸) 5 : DB_ERROR FLASH(DB 에러 점멸) 6 : 소등(진입/해제) 점멸, 7 : 장치이상(점멸기고장, BUS에러 등)
	3	시차제 좌회전 여부	1 : 수행중, 0 : 수행 안함
	2	MANUAL ENABLE/DISABLE 상태	1 : ENABLE, 0 : DISABLE
	1	CONFLICT ENABLE/DISABLE상태	1 : ENABLE, 0 : DISABLE
	0	DOOR OPEN 상태	1 : OPEN, 0 : CLOSED
6	7 – 4	모순 발생 LSU번호	0 ~ 15
	3	모순 검지 근거	0: LSU H/W 모순 1: SCU S/W 모순
	2 – 0	모순 발생 회로번호	4색: 0:PR, 1:PG, 2:R, 3:Y, 4:A, 5:G 3색: 0:R1, 1:Y1, 2:G1, 3:R2, 4:Y2, 5:G2, 6:BUS ERROR
7	–	보행자 등 출력 상태비트	LSB부터 북,동,남,서,북동,남동,남서,북서 순 1=녹색, 콜 있음, 고장 0=적색, 콜 없음, 정상
8		푸시버튼 입력(처리대기) 상태	
9		보행자 작동장치 고장 상태 비트	
10		옵션보드 고장상태	LSB-bit 6 : OPT ID 1-7의 RUN 상태 0: 정상 또는 설치 안됨 1: RUN 상태 이상 (2.1.3.2.4 참조)
11	–	주기 COUNTER	초
12	–	전 주기 길이	초
13	–	현 주기	초
14	–	연동값	실제 계측 옵셋값(주현시 시점 % CYCLE)
15	–	유지 현시 번호	마지막 HOLD 명령 또는 PPC에 의해 고정된 현시번호
16	–	생략 현시 번호	마지막 제어명령에 의해 생략된 현시번호 또는 감응제어시 현재 진행중인 현시번호
17	7	등기종류(0=3색등화기, 1=4색등화기)	
	6 – 4	현재 운영중인 맵 번호(0:일반제, 1-5: 시차제, 6:전용맵, 7:예약)	
	3 – 0	앞막힘 제어 상태 정보 ((주) 조기종결 상태는 현시종료 후 리셋) Bit 3 : 허용권상태(0=없음, 1=제어중) Bit 2 : 제어방법(0=MG무시,1=MG유지) Bit 1 : 주현시조기종결(1=발생) Bit 0 : 부현시조기종결(1=발생)	
18-19	–	F/W Module ID	F/W Module ID (F/W Upgrade 지시 참조)
20-21	–	F/W Module Datagram INDEX	F/W Datagram Index of 240Bytes 다운완료시: 0xFFFF(MCU), 0xFFFE(SCU)
22	–	DB Error Code	D/B Error Code 참조(다음페이지)
23	–	PPC 제어 상태	MSB: In Service(1), Standby (0) 7: 긴급(0), BUS(1) 6: A-Hold, 5: A-Off, 4: A-jmp, 3: B-Hold, 2: B-Off, LSB: B-Jmp 111 0:현재제어대상정보
24	–	UPS 제어 상태 (전체가 0이면 설치 안됨)	MSB: UPS현상(0) 7: 상용전원(0) 6: BAT3, 5: BAT2, 4: BAT1 모듈설치(1),없음(0) 3: BAT3, 2: BAT2, LSB: BAT1 모듈교체필요(1),정상(0)
25	–	맵 수정 시 반영 여부 정보	BIT 0: 1=현재 운영맵과 저장맵이 다름, 기타 비트는 0
		잠금장치 상태 정보	BIT 1: 1=잠금장치 설치 됨 0=잠금장치 없음 BIT 2: 1=잠금장치 풀림 0=잠금장치 잠김
		DB쓰기방지상태(현장설정)	BIT 3: 1=DB쓰기방지됨 0=DB변경 가능

2) OPTION BOARD MSG Upload/Download(선택사항)

옵션보드와 CPU(MCU)보드 사이에는 '옵션보드 DATA' 항목만 read, write한다.

- Download

REQUEST(FEP)

BYTE #	내 용	비 고
1	STX_CHAR	0x7E
2	STX_CHAR	0x7E
3	LENGTH	가변
4	교차로 ID	0x00 ~ 0x0F
5	OP-CODE	0x52
6	옵션보드 ID	1-7
7	OPT TYPE	옵션보드 TYPE 값
8	VENDER CODE	옵션보드 제조사코드
9…	옵션보드 DATA	옵션보드의 쓰기번지에 쓸 데이터
9+옵션보드DATA	LRC CODE	

RESP(LC)

BYTE #	내 용	비 고
1	STX_CHAR	0x7E
2	STX_CHAR	0x7E
3	LENGTH	가변
4	교차로 ID	0x00 ~ 0x0F
5	OP-CODE	0x53
6	옵션보드 ID	1-7
7	TYPE	
8	VENDER CODE	
9	ERROR CODE	0: 쓰기 성공, 1: 지정된 옵션보드 ID 장치가 없음, 2: 지정된 옵션보드 ID 장치의 TYPE이 다름 3: VENDER CODE가 다름
10	LRC CODE	

- Upload

REQUEST(LC)

BYTE #	내 용	비 고
1	STX_CHAR	0x7E
2	STX_CHAR	0x7E
3	LENGTH	가변
4	교차로 ID	0x00 ~ 0x0F
5	OP-CODE	0x54
6	옵션보드 ID	1-7
7	OPT TYPE	옵션보드 TYPE 값
8	VENDER CODE	옵션보드 제조사코드
9…	옵션보드 DATA	옵션보드의 읽기번지에서 읽은 데이터
9+옵션보드DATA	LRC CODE	

나. 등기구동부 운전(MCU↔SCU) 통신규약

1) 통신 형식

BYTE #	Content	Description	Comment
1	STX_CHAR	0x7E	start character
2	LENGTH	LENGTH ~ LRC	[LENGTH-LRC = N+3]=(N+LEN+CODE+LRC)
3	Function Code	Operation CODE	operation code
4…N	DATA[N]	data field	DATA
N + 1	LRC CODE	LRC value	length ~ data[n] XOR value
N + 2	ETX_CHAR	0x7F	end character

2) 명령어 코드 (OP-CODE) 규격

- 00h - 2Fh : 필수 통신 규약 명령 범위
- 30h - EFh : 사용자 정의 영역

구 분	MCU COMMAND		FUNCTION
NORMAL COMMAND	Control Command	00H	GENERAL POLE + BITMAP CONTROL(필요시)
		01H	가변차선제어
		02H-10H	Reserved
	Database Command	11H	시그널맵다운로드(SCU가 01H-Ack로 요구시)
		12H	FLASH D/B DOWNLOAD
		13H	FLASH D/B UPLOAD
		14H	LAMP D/B DOWNLOAD
		15H	LAMP D/B UPLOAD
		16H	CONFLICT MAP DOWNLOAD
		17H	CONFLICT MAP UPLOAD
		18H	DEVICE VENDER INFORMATION UPLOAD
		19H	예약
		20H	예약
		1Ah-1Eh	Reserved
EXTENDED COMMAND	20H - 2FH		확장된 Function Code
USER COMMAND	30H - 3FH		제작사별 고유 명령어
	40H - 4FH		
	50H - 5FH		
	60H - 6FH		
	70H - 7FH		
	80H - 8FH		
	90H - 9FH		
	A0H - AFH		
	B0H - BFH		
	C0H - CFH		
	D0H - DFH		
	E0H - EFH		
	F0H - FFH		

주) 사용자 영역 코드사용 승인신청을 할 때는 소프트웨어 개발이 완료되어 확인되는 제작사에 한하여 원하는 영역을 할당받을 수 있음.

3) 명령어 코드 (OP-CODE) 규격

<table>
<tr><th>BYTE #</th><th>CONTENT</th><th>Description</th></tr>
<tr><td>1</td><td>STX_CHAR</td><td>0x7E</td></tr>
<tr><td>2</td><td>LENGTH</td><td>8 또는 46(Bitmap Control이 지정되었을 때)</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Function Code</td><td>0x00</td></tr>
<tr><td>4-7</td><td>Time Stamp</td><td>time_t 형식 현재 시각</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Control</td><td>
<table>
<tr><th>비트</th><th>제어</th><th>비트값 1</th><th>비트값 0</th></tr>
<tr><td>LSB</td><td>소등제어</td><td>소등</td><td>정상</td></tr>
<tr><td>1</td><td>조광제어</td><td>조광</td><td>정상</td></tr>
<tr><td>2</td><td>상태 Feedback</td><td>다른 비트 명령 무시, 상태응답</td><td>-</td></tr>
<tr><td>3</td><td>SCU H/W RESET</td><td>리셋</td><td>-</td></tr>
<tr><td>4</td><td>모순 해제</td><td>해제</td><td>-</td></tr>
<tr><td>5</td><td>모순 검지</td><td>검지</td><td>검지안함</td></tr>
<tr><td>6</td><td>MCU점멸</td><td>점멸(Output Control 무시)</td><td>정상</td></tr>
<tr><td>MSB</td><td>Bitmap Control</td><td>등기출력비트맵 있음</td><td>없음</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>8+Bitmap</td><td>Bitmap Control</td><td>LSU 출력 데이터 (Optional: 등기 출력 변화가 필요할 때 지정)</td></tr>
<tr><td>9+Bitmap</td><td>LRC CODE</td><td></td></tr>
<tr><td>10+Bitmap</td><td>ETX</td><td>0x7F</td></tr>
</table>

- Bitmap Control Data

<table>
<tr><td>1</td><td>Map Index</td><td colspan="9">0:일반제, 1-5:시차제, 6:보행콜 (값 변경시 고정주기 백업자료 초기화)</td></tr>
<tr><td>2</td><td>Aring Step</td><td>bit</td><td>MSB</td><td>6</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>LSB</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Bring Step</td><td>data</td><td>1:EOC스텝</td><td>1:EOP스텝</td><td>1:가변스텝</td><td colspan="5">step index</td></tr>
<tr><td>4</td><td>Aring Time</td><td colspan="9" rowspan="2">최대스텝시간, 스텝운영이 이 시간을 넘기면 HOLD PHASE가 아닌 경우 이전 주기자료로 FAIL-SAFE 돌입</td></tr>
<tr><td>5</td><td>Bring Time</td></tr>
<tr><td>6</td><td>Operation</td><td colspan="9">MSB: 1=현재현시가 Hold됨, bit 7:전현시가 생략됨, bit6:전현시가 감응됨</td></tr>
<tr><td>7-8</td><td>LSU 1 Output</td><td colspan="9" rowspan="6">
<table>
<tr><th>등화기</th><th>BIT</th><th>MSB</th><th>6</th><th>5</th><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th><th>LSB</th></tr>
<tr><td rowspan="2">4색 등화기</td><td>Byte1</td><td>예약</td><td>예약</td><td>PG</td><td>PR</td><td>G</td><td>A</td><td>Y</td><td>R</td></tr>
<tr><td>Byte2</td><td>예약</td><td>예약</td><td>PG점멸</td><td>PR점멸</td><td>G점멸</td><td>A점멸</td><td>Y점멸</td><td>R점멸</td></tr>
<tr><td rowspan="2">3색 등화기</td><td>Byte1</td><td>예약</td><td>예약</td><td>G2</td><td>Y2</td><td>R2</td><td>G1</td><td>Y1</td><td>R1</td></tr>
<tr><td>Byte2</td><td>예약</td><td>예약</td><td>G2점멸</td><td>Y2점멸</td><td>R2점멸</td><td>G1점멸</td><td>Y1점멸</td><td>R1점멸</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>⋮</td><td>⋮</td></tr>
<tr><td>21-22</td><td>LSU 8 Output</td></tr>
<tr><td>⋮</td><td>⋮</td></tr>
<tr><td>37-38</td><td>LSU 16 Output</td></tr>
</table>

4) MCU ⬅ SCU [opcode 0x00 response]

BYTE #	CONTENT	Description
1	STX_CHAR	0x7E
2	LENGTH	10 또는 26(피드백 정보가 포함될 때)
3	Function Code	0x00
4	SCU상태	LSB: 모순기능 1:검지중 0:억제중 1: 조광제어 1:조광중 0:정상 2: 소등제어 1:소등중 0:정상 3: 모순상태 1:모순발생 0:정상 4: AC 전원상태 1:AC FAIL 0:정상 5: LAMP상태(R-Fail포함) 1:FAIL 0:정상 6-MSB: SCU 운영상태 00: MCU모드, 01:SCU고정주기모드,10: FLASH
5	모순상태	LSB: 모순 종류 0: H/W(LSU)모순, 1: S/W (모순맵) 모순 1-3: 모순발생회로 0-5(출력번호), 6:BUS ERR(DFM체크) 7:Flash 등 장치이상 4-MSB: 모순발생LSU 0 - 15 (LSU 번호)
6	수동조작판 상태 및 고정주기자료	LSB: 1:소등 0:점등 1: 1:점멸 0:정상 2: 1:수동 0:자동 3: 1:수동진행 - 4: 1:모순해제 - 5: 1:함체열림 0:닫힘 6: 예약 MSB: 1: SCU 고정주기자료 있음 0:SCU 고정주기자료 없음
7-8	고정주기스텝 상태(Aring,Bring)	bit: MSB 6 5 4 3 2 1 LSB data: Eop(1) Map(0:일반,1:시차,2:보행) step number
9	FLASH 상태	MSB: Board Reset Flag (리셋 후 CONT 초기화 DB 수신 완료 되면 Clear) Bit 4..7: 예약 Bit 1..3: 0:점멸아님,1:초기화 점멸,2:비트맵 필요한 점멸,3:MCU점멸,4:모순점멸,5:점멸맵 필요 ※**비트맵 필요한 점멸**: 초기점멸시간 경과 후, MCU점멸명령해제 후 등 정상출력패턴이 없어 점멸하는 경우 ※점멸 맵 필요 : MCU는 이 플래그가 세트된 경우, 해제될 때 까지 점멸맵 반복 다운로드
10	SignalMap Index	MSB : 1:Request(맵 다운로드가 필요한 경우), 0=Feedback(상태보고) Bit 0-2: 맵 번호 : 0=일반제, 1-5=시차,6=보행, Bit 3-6: Reserved
10+피드백	LSU피드백상태 (MCU에서 Bitmap이 지정되면 응답)	1: LSU 1 ⋮ ⋮ 8: LSU 8 ⋮ ⋮ 16: LSU 16 형식 / MSB / 6 / 5 / 4 / 3 / 2 / 1 / LSB 4색등화기 / 예약 / 예약 / PG / PR / G / A / Y / R 3색등화기 / 예약 / 예약 / G2 / Y2 / R2 / G1 / Y1 / R1 4색등화기는 0x00
10+피드백	LRC CODE	
10+피드백	ETX	0x7F

5) 시그널맵 다운로드(OP CODE : 0x11)

- MCU ➡ SCU [command]

BYTE #	CONTENT	Description
1	STX_CHAR	0x7E
2	LENGTH	157
3	Function Code	0x11
4	MAP & RING	MSB : ARING(0), BRING(1) 0-3bit: 0:일반, 1-5:시차, 6:보행콜맵
5	INDEX	0: 0Step - 7Step 1: 8Step - 16Step 2: 17Step - 24Step 3: 25Step - 31Step
6-157	Map Data	Step Data(19Bytes) X 8Steps
158	LRC CODE	
159	ETX	0x7F

- MCU ⬅ SCU [response]

BYTE #	CONTENT	Description
1	STX_CHAR	0x7E
2	LENGTH	5
3	Function Code	0x11
4	수신된 MAP & RING	MSB : ARING(0), BRING(1) 0-3bit: 0:일반, 1-5:시차, 6:보행콜맵
5	INDEX	0: 0Step - 7Step 1: 8Step - 16Step 2: 17Step - 24Step 3: 25Step - 31Step
6	LRC CODE	
7	ETX	0x7F

6) LAMP Database Download(OP CODE : 0x14)

- MCU ➡ SCU [command]

BYTE #	CONTENT	Description
1	STX_CHAR	0x7E
2	LENGTH	19
3	Function Code	0x14
4	LSU 1 LAMP	
5	LSU 2 LAMP	LAMP 설치 정보 형식
6	LSU 3 LAMP	
7	LSU 4 LAMP	
8	LSU 5 LAMP	
9	LSU 6 LAMP	
10	LSU 7 LAMP	
11	LSU 8 LAMP	
12	LSU 9 LAMP	(4색등화기는 0x00)
13	LSU 10 LAMP	〃
⋮	⋮	⋮
18	LSU 15 LAMP	〃
19	LSU 16 LAMP	〃
20	LRC CODE	
21	ETX	0x7F

BIT	MSB	6	5	4	3	2	1	0
4색등화기	예약	예약	G	A	Y	R	PG	PR
3색등화기	예약	Lamp Type	G2	Y2	R2	G1	Y1	R1

-BIT0…BIT5: NOT INSTALLED(0), INSTALLED(1)

-Lamp Type: 3구(0), 4구(1)

4구LSU는 Y1=Y2, R1=R2 출력과 피드백을 OR 처리)

- MCU ⬅ SCU [response : ACK]

BYTE #	CONTENT	Description
1	STX_CHAR	0x7E
2	LENGTH	3
3	Function Code	0x14
4	LRC CODE	
5	ETX	0x7F

1.3 신호제어기 구조 검토 결과

경찰청 “교통신호제어기 표준규격서 상의 하드웨어 및 통신규약 등을 검토한 결과 하드웨어 상에서는 신호제어기와 연결할 수 있는 시설물에 대하여 옵션보드를 규정하고 있다. 옵션보드는 확장성 및 호환성을 고려한 추가기능을 제시하고 있으며, 이는 시보 수신부, 음성 발생기, 보행자 푸쉬버튼 입력장치, SIO, RF, 기타 기능을 구현을 위해 개발된 장치 등이 있다. 또한 옵션보드의 사이즈 규격 등이 명시되어 있다.

이와 더불어 옵션보드의 통신규약을 통해 제어기 내부의 정보를 송수신 할 수 있도록 하였다. CPU보드는 교통신호제어기 “표준규격 2.1.3.2 주소지정” 규격에서 지정한 옵션(Option) 주소지정 범위를 스캔하여 장치의 실장 여부 및 장치의 타입을 인식하며, 헤더부의 ReqSigInfo값이 지정된 경우 신호운영 상태를 요구하는 장치를 의미하므로, CPU보드에서는 신호운영 상태를 옵션보드에 제공한다. 옵션보드는 컨트롤러로부터 신호운영 상태정보를 제공받아야 하는 경우 헤더부에 지정한다.

따라서 교통신호기 상태정보, 교차로 상황정보, LAMP Database 등을 활용할 수 있는 기반은 확보된 상황이다.

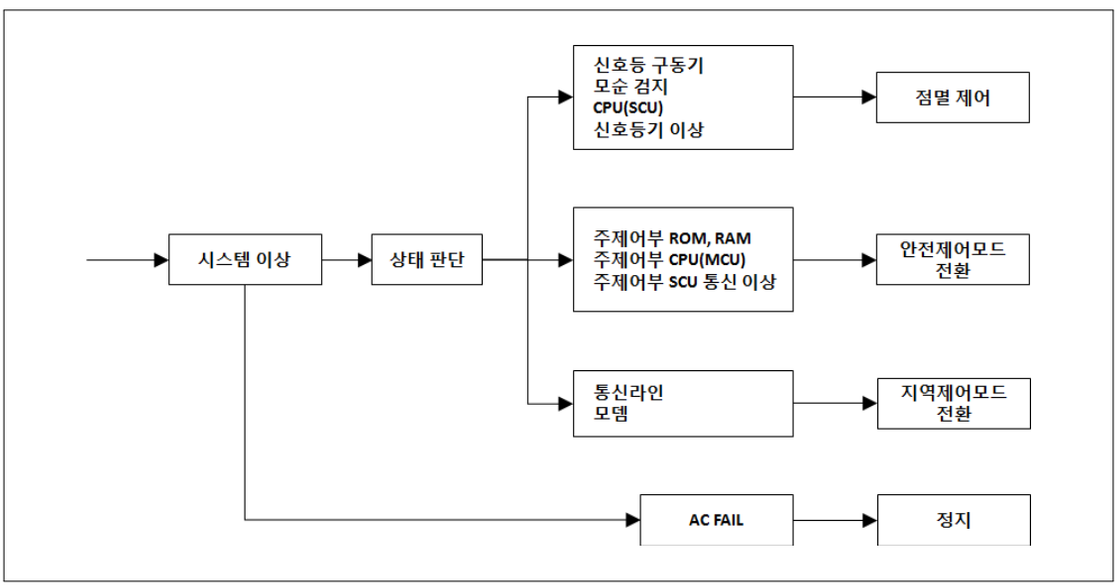
2. 전기적 특성 검토

전기적 특성 검토에서는 신호제어기 자체의 오류를 인식하는 방식과 신호제어기에 LSU에 전선 직접 연결 또는 전압을 측정을 위한 연결방식 등에 대하여 검토하였다. 이는 신호제어기의 안전성 확보에 대한 검토로서, 신호등 오류에 인한 교통사고를 미연에 방지하기 위한 방안이다.

2.1 신호제어기 오류 방지 기능

신호제어기는 제어모드 작동중에 시스템 이상이 발생될 시 자체대응 방안으로는 이상발생시점에 관련정보를 상위시스템(R/C)에 우선적으로 보고하고, 이상발생 모듈의 치명도에 따라 다음과 같은 몇 단계의 대응방안을 사용하도록 하고 있다.

- ○ 지역제어모드로 전환 : 통신라인, 모뎀 이상시
- ○ 안전제어모드로 변경 : 주제어부 통신포트, ROM, RAM, CPU 및 DC 전원 이상
- ○ 점멸 제어 : CPU(SCU), 신호등구동기 및, 모순검지기, 등기단선
- ○ 제어중지 : AC FAIL



<그림 3-6> 시스템 이상시 대응조치 흐름도

본 절에서는 신호제어거와 타 시설과의 연계 과정에서 발생할 수 있는 Red-Fail과 H/W 모순에 대하여 중점적으로 검토해 보았다.

가. 적신호 감시(Red Fail Monitoring)

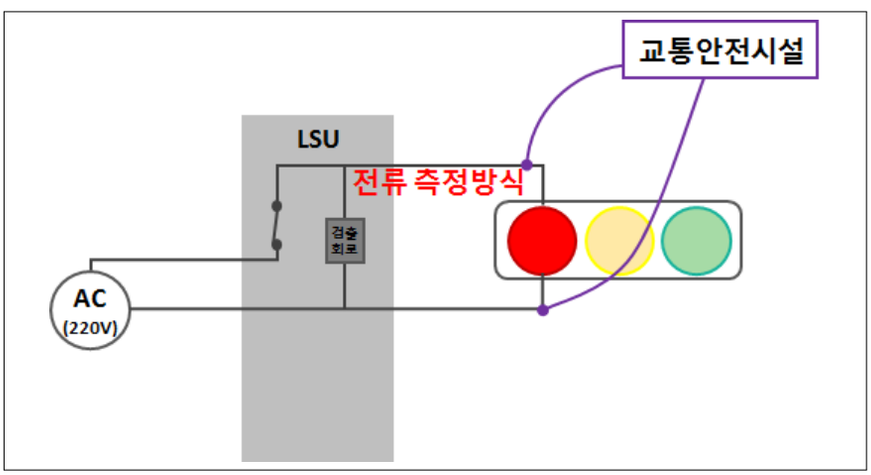
적색신호이상(Red Fail)은 적색등화가 점등되었으나, 소등된 것으로 모니터링 될 때 발생한다. 이는 운전자가 적색등화를 보지 못하고 교차로를 진입함으로써 발생될 수 있는 사고를 미연에 방지하기 위한 시스템이다. 각 LSU의 R(차량용 적색등)신호 출력이 내부 또는 외부적 요인으로 인한 적색 신호 정상 유무를 검사하여 다음과 같이 동작한다.

① 700ms 미만: 정상동작

② 1000ms이상: 점멸동작

③ 700이상 - 1000 미만 : ①이나 ②로 동작

적색신호이상 발생시 최초 점멸 개시시간까지 허용 시간간격 1000ms를 초과하지 못하도록 하고 있다. 적색신호이상은 전류 측정방식을 사용하며, 다음 <그림 3-7>과 같이 기타 시설물을 LSU 및 신호등기선에 직접 연결하여 사용할 경우 발생할 수 있다.



<그림 3-7> 적신호 감시 기능 (전류 측정 방식)

나. 신호 모순 검지 기능(G-G Conflict Monitoring)

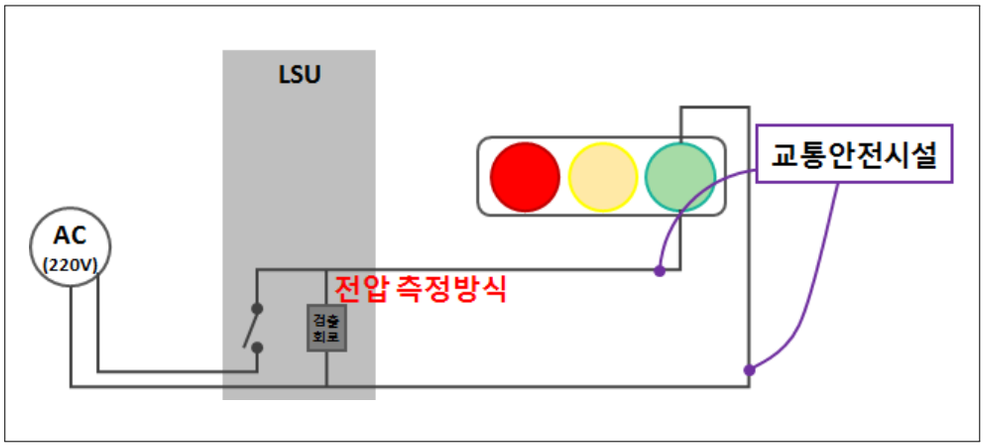
신호 모순 검지 기능은 "녹색등화가 소등되어야 할 시간에 점등된 것으로 모니터링 될 때" 발생할 수 있다. 이는 각 등기구동장치(LSU)의 녹색 신호(보행자 녹색, 좌회전, 직진 녹색)의 출력 전압상태를 평가하여 내부 또는 외부적 요인으로 모순된 신호가 발생되었는지의 여부를 판단하여 다음 기준에 따라 처리한다.

① 200ms 미만 : 정상동작

② 450ms 이상 : 모순인정, 점멸동작

③ 200이상 - 450 미만 : ①이나 ②로 동작

전압 이상 검지 기능은 교통신호기 내에서 사용되는 전원공급 주전압 출력 상태를 감시하는 기능이며, 전압 이상 검지 발생 시에는 적색(혹은 황색)등 FLASHING 절체 동작 기능을 갖는다. 전압 정상 복귀 후 제어상태 초기화를 거쳐 정상 동작되도록 하고 있다.



<그림 3-8> 신호 모순 검지 기능 (전압 측정 방식)

다. 전력제어 및 궤환 기능

LSU 전력제어 및 궤환부는 신호등에 공급되는 전력을 직접제어하며, 그 제어 결과에 대한 궤환 신호를 받아 CONTROLLER BOARD에 제공하는 기능을 갖는다. 전력

제어부는 교류전압 110V 및 220V에 겸용할 수 있고 방열을 고려하여 설계되어야 한다. 또한 유지 보수의 편리를 위하여, 고장이 발생한 LSU를 지역 교통신호기의 정상 운용 중에 부분적으로(BOARD 단위) 교체할 수 있어야 한다.

ON OFF 판단 기준 궤환전압은 다음과 같다.

① 110V 출력 : 15V 미만, 220V 출력 : 65V미만 OFF 판단

② 110V 출력 : 25V 이상, 220V 출력 : 75V이상 ON 판단

③ 110V 출력 : 15V이상 25V 미만, 220V 출력 65V이상 75V미만 ① 또는 ②로 동작

2.2 전기적 특성 검토

가. 신호제어기

등기구동장치(LSU)의 사양은 동작 온도 범위 -34 ~ +74, 사용 전압 : AC 85V ~ 250V (정격전압 110/220 겸용), 정격 전원 주파수 : 60㎐, 누설전류 : 8mA(110VAC에서)이하로 규정되어 있으며, 교통신호기에 연결되는 적색 LED신호등은 용이한 Red-Fail검사를 위해 켜졌을 때 최저 소모전력을 5W이상(조광모드시 2.5W 이상)으로 하며 5개를 초과하는 등을 하나의 출력에 연결해서는 안되도록 하고 있다. 다만, LED표시부 부하가 없을 때 0.1W 이하로 유지되는 신호등을 권장하도록 하고 있다. (단, '경찰청 LED 신호등 표준 지침'에 관련 규정이 있으면 이에 따른다.)

교통신호기에 연결되는 LED신호등은 미약전류에 의한 점등현상을 예방하기 위해 기준전압이 220V인 경우 95V±5% 이하, 기준전압이 110V인 경우 47.5V±5%의 전압에서는 동작하지 않는 상태(Cut-off Status)를 유지하는 LED 등기구를 권장하도록 하고 있다.

교통신호기에 연결되는 LED신호등은 용이한 G-G 모순(Conflict) 검사를 위해 동작하지 않는 상태(Cut-off Status)에서의 임피던스가 10KΩ보다 작아야 하며, 3색등화기와 4색등화기는 H/W적으로 상호 호환성을 갖지 않는다.

나. 타 시설과의 연계

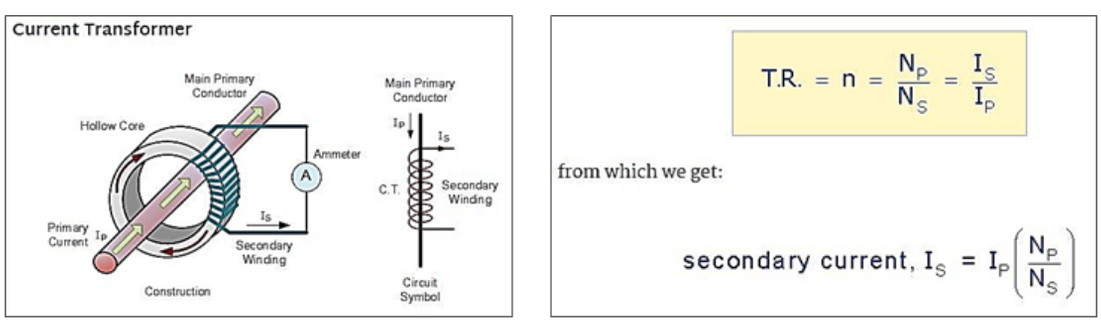
신호제어기는 전류 및 전압 이상에 따른 감시 기능을 가지고 있다. 따라서 전류 및 전압의 이상이 발생할 경우, 자체적인 모순 검지 및 모순해제에 따른 복귀 기능을 구현한다. 따라서 신호제어기에 이상 전류 및 전압이 발생할 경우 교차로 신호운영에 악영향을 끼칠 수 있으며, 그에 따른 혼란 및 사고 등이 야기될 수 있다. 따라서 신호제어기 뿐만 아니라 신호등에 연결된 전선 등에서 관련 정보를 직접 수집하는 것을 지양하여야 한다.

1) 신호제어기 또는 신호등에 직접 연결하는 경우

신호제어기 또는 신호등으로 연결된 전선에 직접적으로 타 시설을 연결하는 경우, 타 시설에서 신호제어기 또는 신호등의 전류를 소비하거나 증폭시켜 전압 측정에 영향을 미칠 수 있다. 이는 “신호 모순 검지 기능”을 작동시킴으로써, 신호교차로의 정상 작동을 방해할 수 있다. 특히, 타 시설에 낙뢰로 인한 과전압 및 우천으로 인한 누전이 발생하 할 경우 신호제어기 기능을 무력화 시킬 수 있기 때문에 지양하여야 한다.

2) 전류측정 방식으로 연결하는 경우

최근 들어 전류 측정 방식의 하나인 CT(Current Transformer) 방식의 센서를 통해 신호등의 구동 상태를 파악하는 방식을 사용하는 경우가 있다. 이 경우 직접적으로 유효한 영향을 미치지 않을 수 있으나, 다수의 타 시설과 연계되는 경우 여러 대의 CT 센서로 인해 신호등 전류에 유효한 영향을 미칠 수 있다.



<그림 3-9> CT 센서 측정 원리

3. 국내외 운영사례 검토

신호제어기와 연결하여 사용하는 도로·교통안전시설에 대하여 살펴보았다. 우선 체계화 되어 사용되고 있는 교통안전시설물은 '보행자작동신호기'와 '시각쟁애인용 음향신호기'가 있다. 그 밖에 국내외에서 시범운영 단계에 있는 '바닥신호등'이 있다.

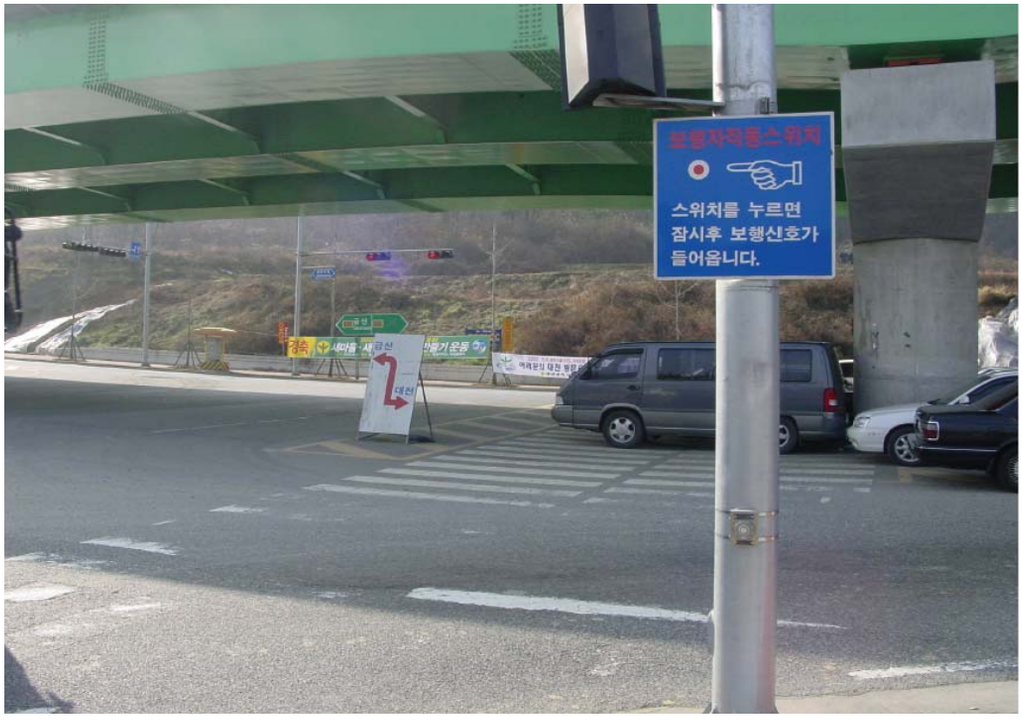
3.1 보행자작동신호기

가. 국내사례

보행자작동신호기는 단일로의 경우는 ①어린이보호구역내 위치한 횡단보도로서 특정시간대를 제외하고 평소 보행자 교통량이 많지 않은 지점, ②일반 국도 및 지방도 등에서 보행자 교통량은 많지 않으나 보행자의 도로횡단 필요성이 있어 신호기가 설치된 지점, ③보행자 교통량이 신호기 설치기준에는 미치지 못하나 기타 설치기준에 의하여 신호기가 설치된 지점, ④기타 공학적으로 필요하다고 인정되는 지점에 설치할 수 있다. 교차로의 경우는 ①보행자 교통량이 신호기 설치기준에 미치지 못하나 기타 설치기준에 의하여 신호기가 설치된 교차로(3지 또는 4지)에서 부도로의 교통량이 정체시간대에서도 1주기 내(보행자의 신호요청이 없을 경우 해당 현시의 최소녹색시간)에 모두 소거될 수 있을 정로도 적은 지점에서 간선도로 변에 위치한 횡단보도, ②보행자작동신호기 설치로 주도로의 교통 혼잡이 크게 개선될 수 있고 부도로의 현시시간 단축으로 인한 악영향이 없을 것으로 예상되는 지점, ③기타 공학적으로 필요하다고 판단되는 지역에 설치 할 수 있다.

이와 더불어 보행자작동신호기 설치는 다음과 같은 기능이 포함될 것이 권장되고 있다.

- ○ 지역제어기가 센터와 연결되어 있을 경우 보행자의 신호요청이 있으면 센터에 통보하며, 고장시에도 센터에 통보
- ○ 보행자 감응현시로 조기 종결된 현시 값을 특정현시에 부여하여 인접 교차로와의 연동 유지



<그림 3-10> 국내 보행자작동신호기 설치 사례

나. 국외사례

1) 미국 (MUTCD)

보행자 작동신호기의 설치에 대한 기준이 별도로 마련되어 있지는 않지만, 보행자작동신호기는 보행자 신호 설치 시 함께 설치하는 것을 권장하고 있다. 보행자작동신호기 설치 시 유의사항에 대해서는 다음과 같이 제시하고 있다.

○ 보행자작동신호기가 설치될 경우에는 보행자작동신호기가 손쉽게 작동되어야 하며, 횡단보도의 양 끝단에 위치하여야 함

- 보행자작동신호기가 사용될 때에는 보행자작동신호기의 버튼과 일체형이거나 인근에 설치목적 및 사용방법을 포함한 표지판을 설치하여야 함

○ 한 지점에 다른 방향으로 두 개의 횡단보도가 있을 때, 어느 검지기가 어느 방향에 대한 것인지를 분명히 하는 위치표시 및 설명이 있어야 함

- 보행자 소거시간이 도로변이나 길어깨에서 보행자의 대피공간으로 충분한 중앙분리시설 까지의 시간만 확보된 경우, 보행자작동신호기의 버튼을 중앙분리시설에 추가로 설치하여야 함

○ 추가적으로 보행자 검지기가 보행자 교통선이나 중앙분리대에 설치될 경우에는 다음 사항을 고려하야여 함

- 보행자작동신호기의 버튼 설치 높이는 보도에서 약 1.1m이어야 함
- 특수한 목적의 검지기는 일반인이 접근할 수 없도록 시건장치가 되어 있는 캐비넷에 있어야 함

<그림 3-11> 미국 보행자작동신호기 설치 사례

2) 영국 및 호주

○ 영국에서는 기본적으로 모든 횡단보도에 보행자작동신호기의 설치를 의무화하고 있음

○ 다만, 보행자 교통량이 매우 많고 교차로의 신호제어방식이 정주기식일 경우와, 보행자 교통량이 특정시간대에만 많고, 신호제어 방식이 센터에서 조정 가능한 원격제어 방식일 경우에만 보행자 작동신호기를 설치하지 않음

<그림 3-12> 영국 보행자작동신호기 설치 사례

○ 호주의 교통안전시설 관련 규정 또한 보행자작동신호기의 설치를 의무화 하고 있음

○ 보행자작동신호기의 압버튼을 작동시켰을 때 램프가 점등되어 보행자가 다음 주기에 보행신호가 등화 된다는 것을 인지시켜주는 표시등의 설치를 의무화 하고 있음

<그림 3-13> 호주 보행자작동신호기 설치 사례

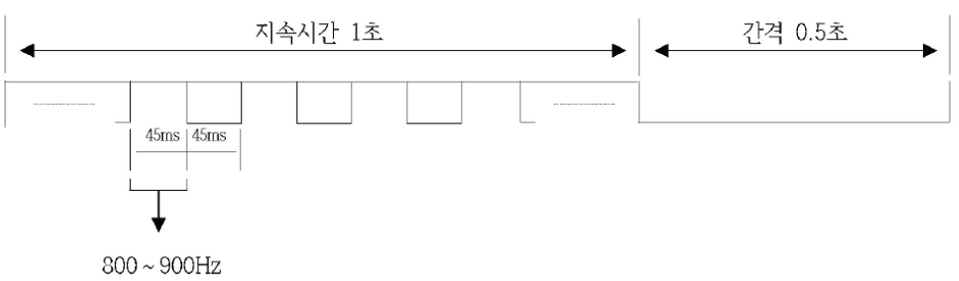
3.2 시각장애인용 음향신호기

가. 국내사례

국내의 경우, 시각장애인용 음향신호기는 다음과 같은 기준을 가지고 설치되어야 한다.

- ○ 시각장애인용 음향신호기는 교차로의 형태, 지주의 위치 등을 고려하여 시각장애인이 안전하게 사용할 수 있도록 설치하여야 함
- ○ 음향발생장치는 각 신호기마다 설치하는 독립식으로 설치
- ○ 음향발생장치와 버튼을 분리하는 방식으로 설치
- ○ 압버튼 장치는 1m 내외의 높이
- ○ 버튼은 알루미늄 다이캐스팅으로 하여야 하며, 빗물 등이 스며들지 않도록 하고, 강한 충격에도 견딜 수 있도록 고정
- ○ 함체 또는 버튼에는 시각장애인용임을 알리는 안내표시 등을 하여야 함
- ○ 전원은 예고음을 전달하고 전기적 충격을 줄일 수 있도록 보행등 적색신호에도 항상 공급되어야 하므로 보행등 전원과 구분된 전원을 사용
- ○ 시각장애인용 음향신호기 바탕음 주파수는 다음을 준수

구 분	수 파 수	반복형태	비 고
각 방향 공통	800 ~ 900Hz	지속시간 1초, 간격 0.5초	일명 귀뚜라미 소리



<그림 3-14> 시각장애인용 음향신호기 바탕음 주파수

우선설치 필요지점은 다음과 같다.

- ○ 시각장애인 밀집거주지역, 시각장애인 영구임대주택 지역 등
- ○ 시각장애인 이용시설 주변(사회복지관, 수용시설, 기타 사회복지시설 등)
- ○ 시각장애인 교육기관 및 학원 주변
- ○ 시각장애인 직장 밀집지역, 전철, 철도역, 여객터미널 주변 등

<그림 3-15> 국내 시각장애인용 음향신호기 설치 사례

나. 국외사례

1) 일본사례

일본의 음향신호기 규격서는 도로를 횡단하는 시각장애인의 편리성, 안전성 등을 향상시키기 위하여 일본 경찰청에서 지침으로 제정하였다. 일반적으로 음향신호기의 음향 소음으로 인한 주민들의 피해를 방지하기 위하여 20:00 이후에는 동작하지 않든다. 또한 음향신호기의 스피커는 횡단보도의 중앙에 위치하도록 마스터 암을 사용하고 있다.

<그림 3-16> 일본 시각장애인용 음향신호기 설치 사례

2) 미국사례

미국의 MUTCD에서는 보행신호시간에 한하여 음향신호기가 작동되어야 하며, 음향은 바람소리, 비소리 등 주변 환경의 다를 소리와 혼동되어서는 안되고 , 음향의 크기는 주변소음 보다 5dB 이상 크지 않고, 최대 89dB 이하에서 동작하도록 규정하고 있다.

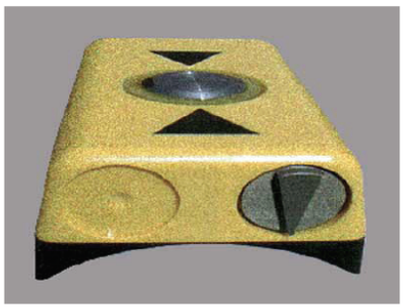
미국의 음향신호기의 종류는 다음과 같이 4가지 형태로 구분할 수 있다.

- ○ Pedhead-mounted Type: 새소리(Cuckoo, Chirp, Beep)를 보행신호시간에 발생시키는 방식으로 가장 일반적임
- ○ Pushbutton-integrated Type: 유럽과 호주에서 도입된 방식으로 Pushbutton을 동작시 음향 또는 음성이 발생하는 방식
- ○ Vibrotactile Type: 미국의 일부지역에 설치되어 있으며, Pedhead-mounted 음향신호기에 의한 소음과 오정보의 우려에 대응하기 위한 방식으로서, 음향을 발생시키지 않고 화살표 또는 Pushbutton의 진동에 의해 보행신호시간을 알려주는 방식

○ Receiver-based Type: 일부에서 시험적으로 설치되어 있으며, 보행신호시간을 리시버를 통해 음향 또는 진동으로 알려줌

Pedhead-mounted

Pushbutton-integrated



Vibrotactile

Receiver-based

<그림 3-17> 미국 시각장애인용 음향신호기 설치 사례

3) 스웨덴 사례

스웨덴의 경우는 1960년대 이래 음향신호기가 사용되어 왔으며, 보행 신호시간 동안 '째깍(Ticking Sound)' 소리를 반복하여 발생하도록 하고 있다.

<그림 3-18> 스웨덴 시각장애인용 음향신호기 설치 사례

3.3 LED 바닥 신호등

최근 스마트폰 이용자가 증가하면서 보행시 스마트폰으로 인해 발생하는 횡단보행자 사고가 증가하고 있다. 이에 여러 나라에서 스몸비(Smombie) 들의 횡단보도 사고를 방지하고자 바닥 신호등을 설치하여 시범운영을 하는 곳이 증가하고 있다.

그러나 바닥 신호등은 현재 시범운영 단계로서 체계적인 규정이나 설치·관리 매뉴얼 등의 사례는 찾기 어렵다. 따라서 본 절에서는 해외 및 국내에서 시범운영되고 있는 사례 위주로 소개한다.

가. 국내사례

국내에서는 LED 안전 유도 블록이라는 명칭아래 바닥신호등 형태의 시스템이 개발되어 시범운영을 수행한 사례가 있다. 그러나 몇 차례 교통안전시설심의위원회를 통과하지 못하여 시범운영 단계에 머물러 있다.

<그림 3-19> 국내 LED 바닥 신호등(LED 안전 유도 블록) 설치 사례

나. 국외사례

1) 싱가포르

싱가포르 스몸비를 위한 바닥 신호등을 시범 운영하고 있다. 싱가포르 육상교통청은 부기스 교차로와 오차드 거리 횡단보도 2곳에 LED 조명으로 된 바닥 신호등을 설치하여 시범운영을 시행하고 있다. 시범운영 장소는 보행자가 많고 청소년이 자주 이용하는 편의시설 인근으로 24시간 동작하며, 대낮에도 잘 보이도록 설치되었다.

<그림 3-20> 싱가포르 LED 바닥 신호등 설치 사례

2) 카자흐스탄

카자흐스탄의 쉼켄트 시에 '바닥 신호등'이 설치되어 운영되고 있다. 바닥 신호등은 어느 정도 색을 인지할 수 있는 시각장애인이 건널목을 건널 때 혹은 어두운 밤 보행자와 운전자가 신호를 쉽게 인지하는 도움이 될 것으로 기대되고 있으며, 교통사고 예방 등 효과를 검증하고 있다. 현재까지는 시범운영 확대 계획은 없는 것으로 알려져 있다.

<그림 3-21> 카자흐스탄 LED 바닥 신호등 설치 사례

3) 네덜란드

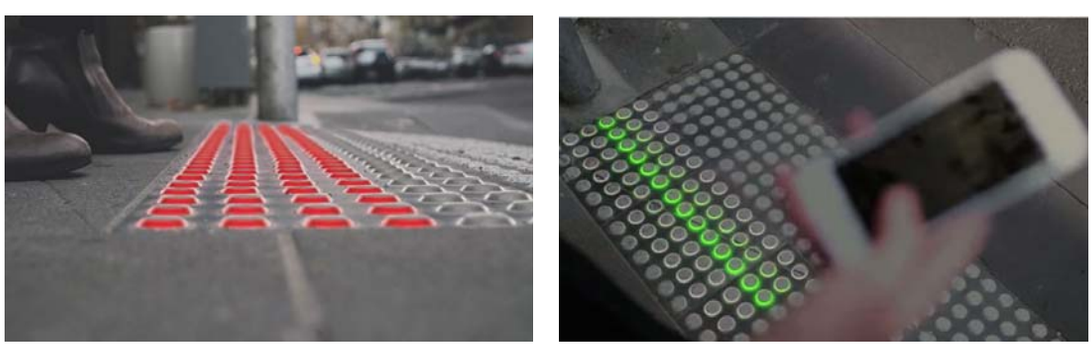
네덜란드는 최근 스마트폰을 사용하는 보행자들을 위해 LED 바닥 신호등을 시범운영하고 있다. 시범운영은 네덜란드 보데그라벤(Bodegraven)시에 설치·운영되고 있

으며, 교통안전에 도움이 될 경우 확대할 계획을 가지고 있다. 바닥 신호등은 신호에 따라 빨간색과 초록색의 LED 불빛이 표출되어 스마트폰에 집중하면서 땅만 보는 보행자도 신호를 쉽게 인지할 수 있도록 하고 있다.

<그림 3-22> 네덜란드 LED 바닥 신호등 설치 사례

4) 호주

호주 빅토리아 주 멜번(Melbourne) 번화가의 교차로에 스마트폰을 사용하는 스몸비족들을 위한 바닥 신호등을 시범운영하고 있다. 교차로 신호등과 연계하여 적색 및 녹색 LED 불빛을 점자블록을 통해 표출하고 있다. 그러나 현재는 시범운영 단계로 확대 및 매뉴얼화에 대한 명확한 계획은 현재까지는 수립되어 있지 않다.



<그림 3-23> 호주 LED 바닥 신호등 설치 사례

4. 신호제어기 연결기준 제시

교통 신호제어기의 구조적 특성과 전기적 안전성 등을 고려하여 신호제어기 연결기준을 제시하였다. 본 연결기준은 신호제어기에 기타 장치를 부착할 경우에 해당되나, 이 연결기준을 만족하였다 하더라도 모든 시설물이 연결 가능한 것은 아니다. 본 연결기준은 신호제어기 측면에서의 연결기준으로, 보다 세부적인 연결허용 기준(안)은 5장에서 상세히 설명하도록 하였다.

4.1 신호제어기 연결기준

신호제어기 연결기준은 다음과 같은 사항을 준수하여야 한다.

- ○ 연계되는 도로·교통안전 시설물은 해당 법령 및 관련 규정을 준수하여야 함
- ○ 신호제어기와 연계를 위한 신호현시 정보 등은 경찰청 “신호제어기 표준규격서” 를 따라야 함
- ○ 전기적 안전성 및 정보·하드웨어 시스템 호환을 위해 반드시 옵션보드를 사용하여야 함
- ○ 옵션보드는 도로교통공단 교통신호제어기 기능검사를 ‘합격’ 하여야 함

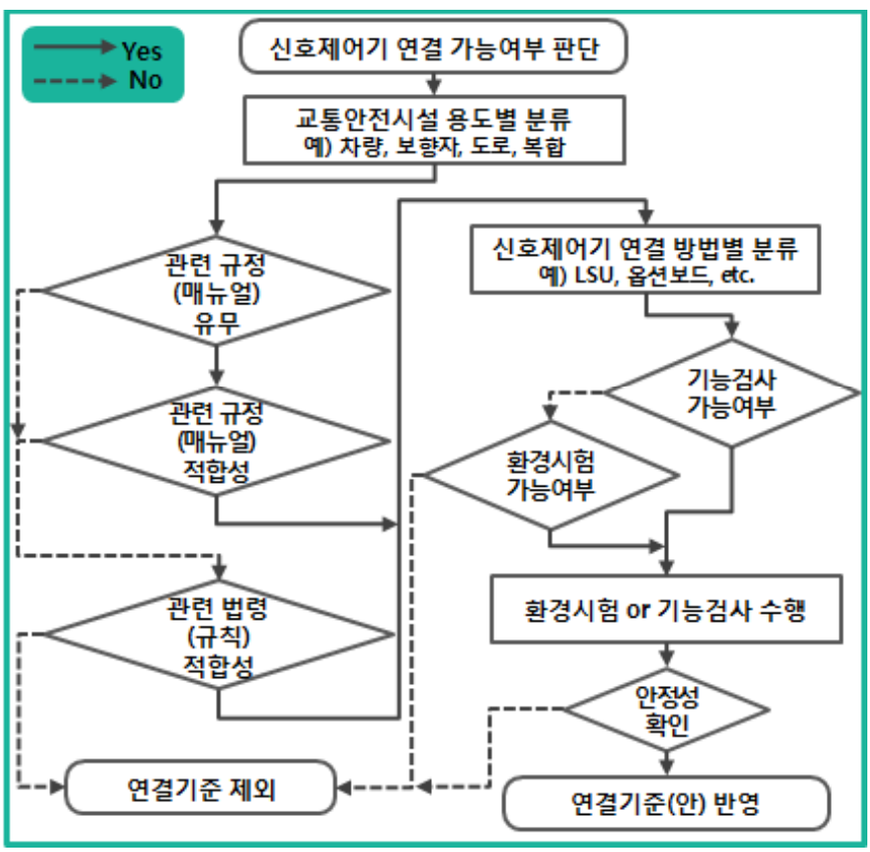
상기 연결기준에서 제시하고 있는 사항은 반드시 지켜야 하는 조건들이며, 이를 준수하지 않을 경우 신호제어기의 연결은 불가하다.

이를 살펴보면 관련 법규 및 규정을 준수하여야 도로에 설치가 가능하며, 설치가 가능한 경우에 한하여 ‘신호제어기 표준규격서’에서 제시하고 있는 정보 수집 및 제공 방식을 준수하여야 한다. 또한 신호제어기의 기능을 방해하거나 저해하지 않아야 하기 때문에 옵션보드 사용은 반드시 준수되어야 한다. 또한 옵션보드는 공인검사기관이 도로교통공단에서 실시하고 있는 “교통신호제어기 기능검사” 중 옵션보드에 대한 “부품호환성 검사”에서 “합격”한 것에 한하여 적용할 수 있다.

4.2 신호제어기 연결 절차

신호제어기 연결기준은 다음 <그림 3-24>와 같은 절차를 따라 진행되어야 한다. 우선 연결하고자 하는 시설물에 대한 분류는 해당 시설물이 도로, 차량, 보행자 등으로 구분한다. 이는 해당 시설물에 대한 법령 및 규정 등을 확인하기 위한 절차이다. 이를 통해 분류된 시설물은 관련 규정이 있는지 살펴보고, 이를 준수한 경우에 한하여 신호제어기 연결 방법별로 분류한다. 관련 매뉴얼이 없는 경우는 해당 법령을 검토하여 도로에 설치 운영될 수 있는 시설인지 파악하여야 한다.

이후 절차는 기능검사와 환경시험으로 분류된다. 여기서 신호등 및 신호위반 단속카메라 등과 같이 환경시험이 규정되어 있는 경우는 환경시험을 합격하여야 하며, 그 이외의 경우는 해당시설물의 매뉴얼 등에서 제시하고 있는 기능 및 환경시험 등을 만족하여야 한다. 이후 교통신호제어기의 기능검사(옵션보드)를 합격하여야 현장 설치 및 운영이 가능하다.



<그림 3-24> 신호제어기 연결 절차

제4장 신호제어기 연결 시설물 검토

본 장에서는 신호제어기 연결 허용기준(안)을 마련하기 위한 신호제어기의 연결 시설물에 대하여 검토하였다. 우선 경찰청 교통안전시설 심의위원회에 상정된 사항을 검토하고 실제 운영된 사례를 통해 시범운영이 가능한 연계시설물을 검토하였다. 검토된 시설물 중 2건에 대하여 시범운영을 수행하였으며, 사전·사후 분석을 통해 객관적이고 정량적 평가를 실시하였다. 평가에서 제시된 지표 들은 신호제어기 연결허용 기준(안)에 포함 될 수 있도록 하였다.

1. 교통안전시설 심의위원회 안건 검토

경찰청 훈령인 “교통안전시설 등 설치·관리에 관한 규칙”에 의해 수행되었던 교통안전시설심의위원회의 안건에 대하여, 검토를 수행하였다. 2002년부터 2016년까지 심의위원회에 상정된 134건의 안건에 대해 검토하였다.

이를 자세히 살펴보면, 가결(조건부 도입, 채택) 건수는 55건, 부결(보류, 심의각하, 불채택) 건수는 48건, 기록 없음 20건, 시험설치 건수 2건, 기타(보고안건 등)은 9건으로 분류되었다. 이중 신호제어기의 연결과 관련하여 가결된 사항은 ‘시각장애인용 음행신호기’와 ‘보행신호등 잔여시간 표시기’로 국내사례를 찾기는 매우 어려웠다.

다만, 시험설치 여부 가결 사항 중 신호연계 시설물은 다음과 같이 확인 되었다.

- ○ 적외선 센서를 이용한 ITS 자동감응식 보행자신호기 시험 설치 효과분석 결과 보고 및 도입 여부 (제 30차, 가결)
- ○ 신호 정보의 차량 제공 시범운영 (제 38차, 채택)

그 밖에 부결(보류, 불채택) 사항은 다음과 같이 조사되었다.

○ 안전형 보행신호등 보조장치 도입 제안 (제21차, 부결)

○ ‘어린이보호구역 내 횡단보도 안전(차단)장치’ 제안 (제22차, 부결)

○ 보행신호와 연계된 발광형 점자블록 (제25차, 보류)

○ 횡단보도 발광형 LED 점자블록 도입여부 (제32차, 부결)

○ 보행신호와 연계된 발광형 LED점자블록 도입 등 (제34차, 부결)

○ 횡단보도 개폐형 안전차단장치 도입 등 (제34차, 부결)

○ 운전자에게 보행등 상태를 알려주는 보조시스템 (제37차, 불채택)

앞서 가결 및 현 부결에 대한 원인 및 사유를 명시한 자료를 찾을 수 없어 부결 사항에 대하여 현장조사를 수행하였다.

1.1 교통안전시설 심의위원회 부결 사항 현장조사

교통안전시설 심의위원회에서 부결(보류, 불채택 포함) 사항에 대하여 세부적인 원인을 조사하기 위하여 현장조사를 수행하였다. 부결사항은 총 7건 이었으나, 제21차 안전형 보행신호등 보조장치 도입 제안 건과 제 34차 횡단보도 개폐형 안전차단장치 도입 등 건은 현장 시범운영 사례가 없어 현장조사를 수행하지 못하였다. 제 25차, 32차, 34차 건은 LED 발광형 점자블록으로 동일한 것으로 판단되어 하나의 현장만 조사하였다.

가. 어린이보호구역 내 횡단보도 안전(차단)장치 (제22차, 부결)

해당 시설물은 충청남도 예산시에 3곳에 설치되어 되었다. 주로 어린이 보호구역 내 횡단보도에서 시범운영된 것으로, 운영방식은 교통 제어기와 연계되어, 보행신호등이 적색일 경우 차단기가 보행자와 차량을 막는 형태이다. 다만 기존과 달리 차단기는 에어볼로 작동하여, 차단기에 의한 2차 사고를 방지하였다. 또한 차단기 상단에 경광등이 설치되어 빛과 음성을 통해 보행자에게 주의를 줄 수 있도록 하였다. 현재 해당 시설은 시범운영 후 부결되어 방치된 상태로 운영하고 있지 않았다.

<그림 4-1> 충남 예산 중앙초교 앞 안전(차단) 장치

<그림 4-2> 충남 예산 오가초 앞 안전(차단) 장치

나. 보행신호와 연계된 발광형 LED 점자블록 도입 (제25, 32, 34차, 부결)

해당 시설물은 대구, 강릉 등 시범설치된 곳이 많으나, 그 운영방식은 조금씩 상이하다. 본 연구에서 조사한 곳은 대구 산격중학교앞 교차로에 설치된 발광형 LED 점자블록으로 보행신호등이 적색으로 점등시 "점자블럭 표출부(LED)"는 황색으로 점등되어 보행자 및 차량운전자의 주의를 환기시키도록 운영된다. 보행신호등이 녹색으로 점등되면, "점자블럭 표출부(LED)"는 황색으로 점멸되고, 피벗형태의 화살표가 점멸되어 운영된다.

<그림 4-3> 대구 산격중 앞 LED 점자블록

<그림 4-4> 대구 산격중 앞 LED 점자블록

다. 운전자에게 보행등 상태를 알려주는 보조시스템 (제37차, 불채택)

해당 시설물은 인천시 나구 도화동에 설치되어 있다. 그 운영방식은 차량신호등이 녹색에서 황색으로 점등시 “신호준수”라는 문자형식의 메시지가 표출부(LED)에 나타나며, 차량신호등이 적색(보행자 신호등 녹색)으로 점등되면, “보행자보호 정지선준수”라는 문자 메시지 표출된다. 차량 신호등이 녹색(보해자 신호등 적색)으로 점등되면, 해당 표출부는 소등된다.

<그림 4-5> 인천시 제물포 운전자에게 보행등 상태를 알려주는 보조시스템

1.2 시범운영 가능 여부 검토

경찰청 교통안전시설심의위원회 상정 안건 중 교통신호제어기와 연계된 교통안전시설물 중 가결 (채택) 되지 않은 시설물은 앞서 살펴본 바와 같다. 이 중에서 교통신호제어기 연결 허용기준(안)을 마련하기 위한 시범운영을 수행하고자 그 가능 여부를 검토하였다. 우선 다음과 같은 선정방법을 통해 가능한 시설물에 대하여 조사하였다.

① 관련 법령 및 매뉴얼 등을 만족하는 교통안전시설물

② 부결, 보류, 각하된 심의 안건 중 제어기와 연결되는 방식이 옵션보드를 이용하는 교통안전시설물

③ 차량안전 및 보행자 안전성을 저해하는 요인이 없는 교통안전시설물

④ 예비 조사를 통한 운영가능성 및 안전성 검토

⑤ 앞선 선정방법을 만족하는 안건에 대하여 경찰청 및 전문가 자문을 통한 대상 선정

가. 보행신호와 연계된 발광형 LED점자블록 도입 (제25, 32, 34차, 부결)

해당시설을 관련 규정인인 "교통신호기 설치 · 관리 매뉴얼"에서 언급하고 있는 교통안전시설물인 신호등으로 간주할 경우, 설치 위치 등의 문제점("신호등면은 진행방향으로부터 좌우 각 20° 범위 내에 있어야 한다.")이 있으나, 신호정보를 제공하는 것이 아니라 단순한 교통정보(신호준수, 보행자보호 정지선준수) 제공으로 볼 경우, 교통안전시설이 아닌 도로안전시설(기타안전시설 도로전광표시)로 국토교통부 "도로안전시설 설치 및 관리 지침"을 준용해야 할 것으로 판단되었다. 이에 해당부처인 국토교통부 첨단도로안전과에 공식적으로 질의하여 다음과 같은 답변을 받았다.

○ (검토요청) 운전자에게 보행등 상태를 알려주는 보조시스템*이「도로안전시설 설치 및 관리지침」에 따른 도로전광표지에 해당되는지 여부 및 설치·운영 가능 여부 * 운전자에게 문자형태로 "정지선 준수, 보행자 보호"라는 정보를 제공 ○ (검토의견)「도로안전시설 설치 및 관리지침」에서 규정하는 도로전광표시는 고속주행 운전자에게 정보를 제공하는 시설로 표출정보 문자크기, 설치 위치 등이 규정 - 이에, 저속주행 운전자에게 정보를 제공하는 시스템은 본 지침의 적용을 고려하기 어려울 것으로 판단됨

※ 첨단도로안전과-01915(2017.04.25.) "교통 및 도로안전시설 검토 회신(LED점자블로 등 2건)"

해당 시설물의 신호제어기 연계 부분은 도로교통공단에서 실시하고 있는 교통신호제어기의 기능검사를 통과한 옵션보드를 사용한다. 따라서 옵션보드를 활용하여 교통신호정보를 수신하는 방식에서는 신호제어기 자체의 안정성의 방해 요인 없는 것으로 확인되었다.

검토결과 해당시설의 경우 경찰청 교통신호제어기 표준규격서를 준수하고 있으며, 단순정보를 제공하는 것으로 판단되어 정보제공시설로 판단된다. 또한 이와 관련하여 국토교통부 의견은 『도로안전시설 설치 및 관리지침』의 적용은 어렵다고 하고 있으며, 이는 현재 적용할 수 있는 규정 및 지침이 없는 상황으로 판단된다.

나. 운전자에게 보행등 상태를 알려주는 보조시스템 (제37차, 불채택)

해당 시설물의 운영방식을 고려할 경우, "교통신호기 설치 · 관리 매뉴얼"에서 제시하고 있는 적색, 황색, 녹색 등화를 사용하는 것이 아니라 황색 점자블록이 야간에 황색으로 표출되는 것으로, 보행자 신호등으로 간주하기 보다는 시각장애인 및 보행자의 주의를 유도하는 도로안전시설로 판단된다. 따라서 교통안전시설이 아닌 도로안전시설로 국토부 "도로안전시설 설치 및 관리 지침"을 준용해야 할 것으로 판단되어 해당부처인 국토교통부 첨단도로안전과에 질의하여 다음과 같은 답변을 얻었다.

○ (검토요청) 보행신호와 연계된 발광형 LED 점자블록*이「도로안전시설 설치 및 관리지침」에 따른 장애인 안전시설로 설치 및 운영 가능 여부 * 보행신호와 연계하여 황색점등 및 황색점멸이 표출되는 시설 ○ (검토의견) 제안된 LED 점자블록은「도로안전시설 설치 및 관리지침」에서 규정하는 색상 기준(황색)에 저촉되지 않음 - 다만, 주변의 조명환경에 따라 LED 점자블록의 시인성이 변화될 것으로 판단되나 본 지침에는 광도기준이 마련되어 있지 않으며, - LED 점자블록의 기능이 시각장애인을 위한 안전시설로 보기에는 어려울 것으로 판단됨

※ 첨단도로안전과-01915(2017.04.25.) "교통 및 도로안전시설 검토 회신(LED점자블로 등 2건)"

본 시설물 또한 도로교통공단에서 실시하고 있는 교통신호제어기의 기능검사에서 합격한 옵션보드를 사용하기 때문에 신호제어기 자체의 안전성은 확보한 것으로 판단되었다.

이를 종합적으로 살펴본 결과, 해당시설의 경우 경찰청 교통신호제어기 표준규격서를 준수하였으며, 신호제어와 연계된 보행자 및 운전자 주의를 환기시키는 도로안전시설로 판단되었다. 도로안전시설과 관련된 주무부처인 국토교통부 첨단도로안전과의 의견상 색상의 문제점은 없으나, LED 등의 광도 기준이 마련되어 있지 않은 점과 시각장애인 시설로 보기 어려운 점을 고려할 때, 향후 주무부처인 국토교통부의 관련 지침 보완이 필요할 것으로 판단되었다.

2. 교통안전시설물 시범운영

1절에서 검토한 “보행신호와 연계된 발광형 LED점자블록”과 “운전자에게 보행등 상태를 알려주는 보조시스템”에 대하여 시범운영을 실시하였다. 시범운영 분석은 각각 1일간 사전·사후 분석을 통해 이루어졌으며, 임시운영 기간은 각각 22일, 29일간 수행하였다.

2.1 보행신호와 연계된 발광형 LED 점자블록

가. 조사일시

조사는 사전 및 사후조사로 이루어지며, 기후 상황에 따라 예비 일을 두어 진행하였다. 세부적인 조사일시 및 시범운영 기간은 다음과 같다.

<표 4-1> 조사일시 및 임시운영 기간 (LED 점자블록)

구분		기간	비고
조사일시	사전	2017년 6월 13일 20:00~22:00	야간
	사후	2017년 6월 14일 20:00~22:00	야간
시범운영(임시)		2017.06.012.(월)~2017.07.03.(월)	22일

나. 조사내용

사전·사후 조사는 객관적 지표를 검증하고 해당시설의 안전성 기여 여부를 판단하기 위하여 다음과 같은 내용을 조사하였다.

- ○ 보행자 대기위치 : 해당시설을 통한 횡단보행자의 안전한 횡단 대기여부를 판단
- ○ 보행자 출발 손실시간 : 신호등 이외의 시각적 정보(점멸)를 통한 보행자의 원활한 소통 기여여부 확인
- ○ 휘도 측정(동영상 휘도계) : 해당시설에 의한 객관적이고 정량적인 시각적 영향 확인

다. 조사방법

보행자 대기위치 및 보행자 출발 손실시간 조사는 비디오 촬영을 통해 이루어 졌으며, 촬영한 영상을 내업을 통해 확인하여 분석하였다. 휘도 측정은 현장에서 직접 이루어 졌으며 세부적인 방법은 다음과 같다.

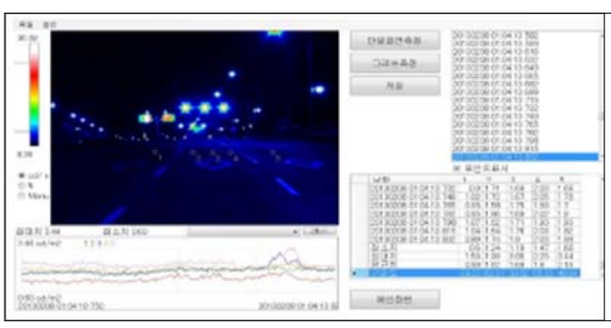
① 보행자 대기위치

- 비디오 촬영(정지선 포함)
- 차도로부터 완전히 분리된 보도상에서 대기하는지 검토

② 보행자 출발 손실시간

- 비디오 촬영(신호등 확인가능)
- 보행 신호등이 녹색으로 등화 후 몇 초 후에 횡단보도에 진입하는지 측정 (녹색등화 이후 시간측정)

③ 휘도 측정(동영상 휘도계)



- 동영상 휘도계
- LED 점자블록의 등화된 환경과 미점등 환경의 휘도 차이 측정

2.2 운전자에게 보행등 상태를 알려주는 보조시스템

가. 조사일시

조사는 사전 및 사후조사로 이루어지며, 기후 상황에 따라 예비 일을 두어 진행하였다. 세부적인 조사일시 및 시범운영 기간은 다음과 같다.

<표 4-2> 조사일시 및 임시운영 기간 (보행등 상태 보조시스템)

구분		기간	비고
조사일시	사전	2017년 6월 05일 14:00~16:00	주간 (사전조사 미운영)
	사후	2017년 6월 07일 14:00~16:00	주간
시범운영(임시)		2017.06.05.(월)~2017.07.03.(월)	29일

나. 조사내용

사전·사후 조사는 객관적 지표를 검증하고 해당시설의 안전성 기여 여부를 판단하기 위하여 다음과 같은 내용을 조사하였다.

- ○ 차량의 정지선 준수율(신호변경시 정지선 초기 진입차량) : 해당시설은 “보행자보호 정지선준수”라는 문구 등이 차량에게 제공되므로, 이로 인한 차량의 정지선 준수율 확인
- ○ 신호위반율 : 운전자의 신호위반율 확인
- ○ 출발손실시간(정지선 선두대기 차량) : 정보제공에 따른 인지 및 반응시간 간섭여부 판단할 수 있는 출발 손실시간 확인

다. 조사방법

차량의 정지선 준수율, 신호위반율, 출발손실시간(정지선 선두대기 차량) 조사는 비디오 촬영을 통해 이루어 졌으며, 세부적인 방법은 다음과 같다.

① 차량의 정지선 준수율

- 비디오 촬영(정지선 포함)
- 차량이 신호에 의해 정차했을 때, 정지선 준수여부

② 신호위반율

- 비디오 촬영(신호등 확인가능)
- 차량이 황색 및 적색신호에 교차로 통과시 신호위반으로 측정 (신호시간 자료 확보)

③ 출발손실시간(정지선 선두대기 차량)

- 비디오 촬영(신호등 확인가능)
- 차량 신호등이 녹색으로 등화 후 몇 초 후에 선두차량이 정지선을 통과하는지 측정 (녹색등화 이후 시간측정)

3. 교통안전시설물 시범운영 결과

시범운영을 수행한 2건에 대하여 사전·사후 결과를 도출하였다. 도출 결과는 통계적 객관성을 확보하기 위하여 신호주기별 사전 및 사후에 대한 쌍대비교를 수행하였다. 사전 및 사후 평가 요일이 다른 관계로 해당 교통류의 흐름이 통계적으로 차이가 있는지 횡단 보행량과 통과 교통량에 대한 분석을 선행하였다.

3.1 보행신호와 연계된 발광형 LED점자블록

사전·사후 분석은 각각 2시간 동안 이루어 졌으며, 해당 신호주기가 180초로 운영됨을 감안하여 총 40주기에 대하여 분석이 이루어졌다.

가. 횡단 보행량 비교

주기당 횡단보행자 평균은 사전 5.28명, 사후 6.23명으로 0.95명의 차이를 보이는 것으로 나타났다. 그러나 사전·사후 두 집단의 평균 차이를 SPSS를 이용하여 대응표본 T-검증으로 분석한 결과, 유의확률이 0.186으로 95% 신뢰수준에서 유의미한 차이는 없는 것으로 분석되었다.

대응표본 통계량

		평균	N	표준편차	평균의 표준오차
대응 1	Before_Pedestrain_Volume	5.48	40	2.631	.416
	After_Pedestrian_Volume	6.23	40	2.646	.418

대응표본 상관계수

		N	상관계수	유의확률
대응 1	Before_Pedestrain_Volume & After_Pedestrian_Volume	40	.109	.501

대응표본 검정

		대응차					t	자유도	유의확률 (양쪽)
		평균	표준편차	평균의 표준오차	차이의 95% 신뢰구간 하한	차이의 95% 신뢰구간 상한			
대응 1	Before_Pedestrain_Volume - After_Pedestrian_Volume	-.750	3.521	.557	-1.876	.376	-1.347	39	.186

<그림 4-6> 사전·사후 횡단 보행량 대응표본 t 검증 결과

따라서 사전·사후 집단 간의 횡단보행량 차이는 통계적으로 유의하지 않으므로, 두 집단의 교통량 차이는 없는 것으로 확인되었다. 이는 사전·사후 분석을 수행함에 있어서 두 집단 간의 요일적 차이가 나타나지 않았음을 의미한다.

나. 보행자 대기위치 비교

횡단 보행자 대기위치는 SB(Southboud, 남행)과 NB(Northboud, 북행)으로 구분하여 점바블록 뒤, 점자블록 위, 차로 위로 구분하여 각각 몇 명이 해당위치에 대기하였는지 비교하였다.

1) 점자블록 뒤 횡단 보행 대기자

점자블록 뒤에 대기하는 보행자는 안전하게 신호를 기다리는 보행자로 볼 수 있다. 안전하게 대기하는 보행자에 대하여 SB 및 NB로 구분하여 사전·사후 비교를 수행하였다.

○ SB 점자블록 뒤 횡단 보행 대기자

남쪽방향으로 이동하는 보행자 중 점자블록 뒤에 대기한 사람들의 수는 주기 당 사전 평균 1.75명, 사후 평균 2.58명으로 평균 0.83평의 차이를 나타냈다. 이는 바닥에 설치된 LED 불빛이 점등되는 점자블록 뒤에서 대기하는 인원이 불빛이 없는 점자블록 뒤의 대기자 보다 많았다는 것을 의미한다. 다시말해, LED 점자블록에 불빛이 들어오게 되면, 그 뒤에서 안전하게 대기하는 보행자가 많다는 것이다.

이에 대해 SPSS 대응표본 t 검정을 통해 통계적으로 검증한 결과, 유의확률이 0.020으로 95% 신뢰수준에서 유의미한 차이를 나타냈다. 즉, 통계적으로 LED 점자블록에 불빛이 점등된 경우에 그 뒤에 안전한 공간에서 대기한 보행자가 더 많다는 것이 검증된 것이다. 다음 <그림 4-7>은 이에 대한 통계적 검증 결과를 보여주고 있다.

대응표본 통계량

		평균	N	표준편차	평균의 표준오차
대응 1	Before_SB_Back	1.75	40	1.373	.217
	After_SB_Back	2.58	40	1.973	.312

대응표본 상관계수

		N	상관계수	유의확률
대응 1	Before_SB_Back & After_SB_Back	40	.206	.202

대응표본 검정

		대응차					t	자유도	유의확률 (양쪽)
		평균	표준편차	평균의 표준오차	차이의 95% 신뢰구간 하한	차이의 95% 신뢰구간 상한			
대응 1	Before_SB_Back - After_SB_Back	-.825	2.159	.341	-1.515	-.135	-2.417	39	.020

<그림 4-7> SB 사전·사후 점자블록 뒤 횡단 보행 대기자 대응표본 t 검증 결과

○ NB 점자블록 뒤 횡단 보행 대기자

북쪽방향으로 이동하는 횡단보행자의 경우, 주기 당 사전 평균 0.50명, 사후 평균 0.55명으로 사후가 0.05명 많은 것으로 나타났다. 그러나 <그림 4-8>과 같이 주기당 1명이 되지 않는 횡단 보행량 등으로 인해 통계적인 차이는 나타나지 않았다.

대응표본 통계량

		평균	N	표준편차	평균의 표준오차
대응 1	SB_Before_Ped_not_Avaliable	.50	40	.877	.139
	SB_After_Ped_not_Avaliable	.55	40	.959	.152

대응표본 상관계수

		N	상관계수	유의확률
대응 1	SB_Before_Ped_not_Avaliable & SB_After_Ped_not_Avaliable	40	-.122	.454

대응표본 검정

		대응차					t	자유도	유의확률 (양쪽)
		평균	표준편차	평균의 표준오차	차이의 95% 신뢰구간 하한	차이의 95% 신뢰구간 상한			
대응 1	SB_Before_Ped_not_Avaliable - SB_After_Ped_not_Avaliable	-.050	1.377	.218	-.490	.390	-.230	39	.820

<그림 4-8> NB 사전·사후 점자블록 뒤 횡단 보행 대기자 대응표본 t 검증 결과

2) 점자블록 위 보행 대기자

○ SB 점자블록 위 횡단 보행 대기자

남쪽방향으로 횡단하는 보행자의 경우, 주기 당 사전 평균 0.20명, 사후 평균 0.50명이 점자블록 밟고 대기하는 것으로 확인되었다. 이는 사후가 0.3명 많은 것으로 분석되었으나, <그림 4-9>와 같이 95% 신뢰수준에서 유의한 차이는 확인되지 않았다.

대응표본 통계량

		평균	N	표준편차	평균의 표준오차
대응 1	Before_SB_Front	,20	40	,464	,073
	After_SB_Front	,50	40	,987	,156

대응표본 상관계수

		N	상관계수	유의확률
대응 1	Before_SB_Front & After_SB_Front	40	,000	1,000

대응표본 검정

		대응차					t	자유도	유의확률 (양쪽)
		평균	표준편차	평균의 표준오차	차이의 95% 신뢰구간 하한	차이의 95% 신뢰구간 상한			
대응 1	Before_SB_Front - After_SB_Front	-,300	1,091	,172	-,649	,049	-1,740	39	,090

<그림 4-9> SB 사전·사후 점자블록 위 횡단 보행 대기자 대응표본 t 검증 결과

○ NB 점자블록 위 횡단 보행 대기자

북쪽방향으로 횡단하는 경우는, 주기 당 사전 평균 0.68명, 사후 평균 0.20명으로 사전의 경우가 평균 0.48명 많은 것으로 나타났다. 또한 <그림 4-10>에서 분석된 것과 같이, 95% 신뢰수준에서 유의확률 0.001로 그 차이는 통계적으로 유의미한 것으로 확인되었다. 이는 불빛이 없는 경우에 점자블록을 밟고 횡단보도에서 대기하는 사람이 더 많았으며, 통계적으로 그 차이가 의미가 있다는 것을 나타낸다.

대응표본 통계량

		평균	N	표준편차	평균의 표준오차
대응 1	Before_NB_Front	.68	40	.764	.121
	After_NB_Front	.20	40	.405	.064

대응표본 상관계수

		N	상관계수	유의확률
대응 1	Before_NB_Front & After_NB_Front	40	-.033	.839

대응표본 검정

		대응차					t	자유도	유의확률 (양쪽)
		평균	표준편차	평균의 표준오차	차이의 95% 신뢰구간 하한	차이의 95% 신뢰구간 상한			
대응 1	Before_NB_Front - After_NB_Front	.475	.877	.139	.195	.755	3.427	39	.001

<그림 4-10> NB 사전·사후 점자블록 위 횡단 보행 대기자 대응표본 t 검증 결과

3) 차로 상 횡단 보행 대기자

○ SB 차로 상 횡단 보행 대기자

남쪽방향으로 횡단하는 보행자의 경우, 차로상에 대기하는 보행자는 주기 당 사전 평균 0.53명, 사후 평균 0.23명으로 나타났다. 이는 사후 0.30명이 감소한 것으로, 횡단 보행자 안전이 증대된 것으로 사료된다. 그러나 <그림 4-11>의 통계 검증결과를 살펴보면, 95% 신뢰수준에서 유의한 차이는 아닌 것으로 나타났다. 즉 평균적으로 도로상에서 횡단을 대기하는 보행자는 감소하였으나, 통계적으로 유의한 수준은 아니다.

대응표본 통계량

		평균	N	표준편차	평균의 표준오차
대응 1	Before_SB_Road	.53	40	.816	.129
	After_SB_Road	.23	40	.577	.091

대응표본 상관계수

		N	상관계수	유의확률
대응 1	Before_SB_Road & After_SB_Road	40	-.148	.361

대응표본 검정

		대응차					t	자유도	유의확률 (양쪽)
		평균	표준편차	평균의 표준오차	차이의 95% 신뢰구간 하한	차이의 95% 신뢰구간 상한			
대응 1	Before_SB_Road - After_SB_Road	.300	1.067	.169	-.041	.641	1.778	39	.083

<그림 4-11> SB 사전·사후 차도 상 횡단 보행 대기자 대응표본 t 검증 결과

○ NB 차로 상 횡단 보행 대기자

북쪽방향으로 횡단하는 경우는 주기 당 사전 평균 0.53명, 사후 평균 0.30명으로 사후가 0.27명 증가하였다. 이는 SN의 0.30명 감소와 반대되는 상황이었다. 그러나 이 경우 또한 <그림 4-12>와 같이 통계적으로 유의미한 차이가 아니었다. 이에 대한 원인을 찾기 위해서는 보다 장기적인 분석기간이 필요할 것으로 사료된다.

대응표본 통계량

		평균	N	표준편차	평균의 표준오차
대응 1	Before_NB_Road_Front	,23	40	,480	,076
	After_NB_Road_Front	,30	40	,883	,140

대응표본 상관계수

		N	상관계수	유의확률
대응 1	Before_NB_Road_Front & After_NB_Road_Front	40	,321	,044

대응표본 검정

		대응차					t	자유도	유의확률 (양쪽)
		평균	표준편차	평균의 표준오차	차이의 95% 신뢰구간 하한	차이의 95% 신뢰구간 상한			
대응 1	Before_NB_Road_Front - After_NB_Road_Front	-,075	,859	,136	-,350	,200	-,552	39	,584

<그림 4-12> NB 사전·사후 차도 상 횡단 보행 대기자 대응표본 t 검증 결과

4) 보행시간 내 횡단 불가자

앞서 비교한 횡단 보행자 대기 위치와 별개로 횡단시간 내에 횡단을 마치지 못한 횡단 불가자 수를 검토해 보았다. 이는 대기 공간에 대한 안전성뿐만 아니라 횡단 보행에 대한 실질적 안전성을 검토해 보기 위해 수행하였다.

○ SB 보행시간 내 횡단 불가자

남쪽방향으로 이동하는 횡단 보행자의 경우 횡단시간 내에 횡단을 마치지 못한 사람의 주기 당 평균 수는 사전 2.10명, 사후 2.42명으로 사후의 경우가 0.32명 많게 나타났다. 그러나 <그림 4-13>의 결과와 같이 통계적으로 유의미한 차이는 아닌 것으로 나타났다.

대응표본 통계량

		평균	N	표준편차	평균의 표준오차
대응 1	Before_NB_Back	2.10	40	2.010	.318
	After_NB_Back	2.42	40	1.933	.306

대응표본 상관계수

		N	상관계수	유의확률
대응 1	Before_NB_Back & After_NB_Back	40	.305	.055

대응표본 검정

		대응차					t	자유도	유의확률 (양쪽)
		평균	표준편차	평균의 표준오차	차이의 95% 신뢰구간 하한	차이의 95% 신뢰구간 상한			
대응 1	Before_NB_Back - After_NB_Back	-.325	2.325	.368	-1.068	.418	-.884	39	.382

<그림 4-13> SB 사전·사후 횡단 보행시간 내 횡단 불가자 수 대응표본 t 검증 결과

○ NB 보행시간 내 횡단 불가자

북쪽방향의 경우, 횡단시간 내에 횡단을 마치지 못한 사람의 주기 당 평균 수는 사전 0.50명, 사후 0.30명으로 사후가 0.20명 적게 발생하였다. 그러나 이 경우 또한 통계적으로 유의미한 차이는 아니었다.

대응표본 통계량

		평균	N	표준편차	평균의 표준오차
대응 1	Before_Ped_not_Available	.50	40	1.109	.175
	After_ped_not_Available	.30	40	.564	.089

대응표본 상관계수

		N	상관계수	유의확률
대응 1	Before_Ped_not_Available & After_ped_not_Available	40	-.205	.205

대응표본 검정

		대응차					t	자유도	유의확률 (양쪽)
		평균	표준편차	평균의 표준오차	차이의 95% 신뢰구간 하한	차이의 95% 신뢰구간 상한			
대응 1	Before_Ped_not_Available - After_ped_not_Available	.200	1.344	.212	-.230	.630	.941	39	.352

<그림 4-14> NB 사전·사후 횡단 보행시간 내 횡단 불가자 수 대응표본 t 검증 결과

다. 보행자 출발 손실시간 비교

보행자 출발 손실시간은 보행시 스마트폰으로 인해 발생하는 횡단보행자들의 출발시간을 단축시켜 효율적인 운영이 가능하도록 개선되었는지 확인하기 위하여 수행하였다.

○ SB 보행시간 내 횡단 불가자

남쪽방향으로 이동하는 횡단 보행자의 출발 손실시간은 주기 당 사전 평균 2.757초, 사후 평균 3.314초로 바닥에 설치된 LED 불빛을 통한 손실시간 감소효과는 확인되지 않았다. 그러나 95% 신뢰수준에 그 차이는 유의미하지 않았다.

대응표본 통계량

		평균	N	표준편차	평균의 표준오차
대응 1	Before_Start_SB	2.7571	35	1.65428	.27962
	After_Start_SB	3.3143	35	1.90667	.32229

대응표본 상관계수

		N	상관계수	유의확률
대응 1	Before_Start_SB & After_Start_SB	35	.310	.070

대응표본 검정

		대응차					t	자유도	유의확률 (양쪽)
		평균	표준편차	평균의 표준오차	차이의 95% 신뢰구간 하한	차이의 95% 신뢰구간 상한			
대응 1	Before_Start_SB - After_Start_SB	-.55714	2.10200	.35530	-1.27921	.16492	-1.568	34	.126

<그림 4-15> SB 사전·사후 횡단 보행자 출발손실시간 대응표본 t 검증 결과

○ NB 보행시간 내 횡단 불가자

북쪽방향으로 이동하는 횡단 보행자의 경우, 주기 당 사전 평균 3.358초, 사후 평균 3.085초로 다소 단축된 것으로 나타났으나, 이 또한 통계적 유의미성을 갖지는 못하였다. 이에 대한 명확한 차이를 확인하기 위해서는 보다 다양한 경우와 장시간에 걸쳐 시범운영을 수행하여 그 결과를 재 검토해볼 필요성이 있다.

대응표본 통계량

		평균	N	표준편차	평균의 표준오차
대응 1	Before_Start_NB	3,358	33	2,2078	,3843
	After_Start_NB	3,085	33	1,9561	,3405

대응표본 상관계수

		N	상관계수	유의확률
대응 1	Before_Start_NB & After_Start_NB	33	-,034	,850

대응표본 검정

		대응차					t	자유도	유의확률 (양쪽)
		평균	표준편차	평균의 표준오차	차이의 95% 신뢰구간 하한	차이의 95% 신뢰구간 상한			
대응 1	Before_Start_NB - After_Start_NB	,2727	2,9993	,5221	-,7908	1,3362	,522	32	,605

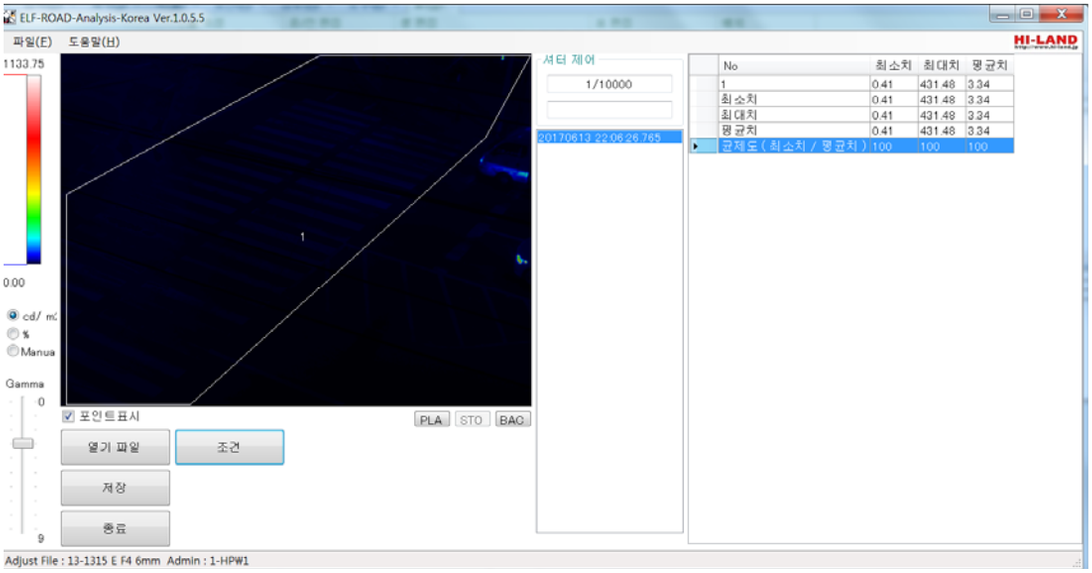
<그림 4-16> NB 사전·사후 횡단 보행자 출발손실시간 대응표본 t 검증 결과

라. 휘도 측정 비교

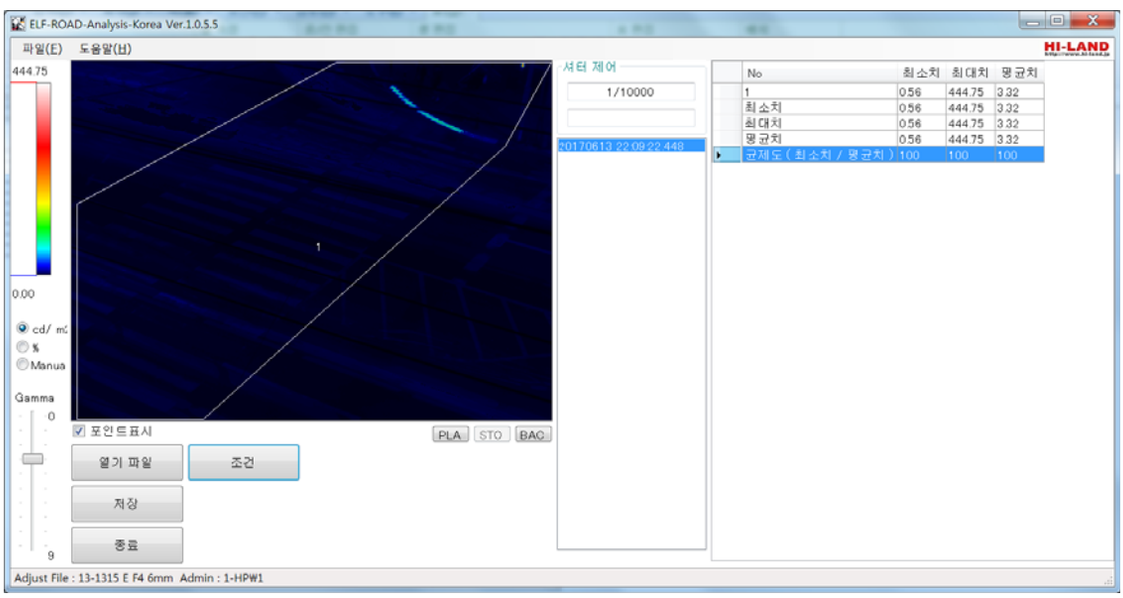
휘도 측정은 정량적으로 운전자가 LED 점자 유도블록에서 표출되는 불빛에 영향을 얼마나 받는지 검토해 보기 위하여 수행하였다. 현재 도로의 야간 휘도에 대한 명확한 지침이 있는 것은 아니다. 차량 전조등의 평균 휘도가 약 3~5lux 임을 감안하여 도로에 미치는 영행을 검토해 보았다.

1) 횡단보도 신호시

사전의 경우, 횡단보도 신호가 등화된 상태에서 횡단보도에 대한 휘도 측정을 실시하였으며, 이때 평균 휘도는 3.34cd/㎡, 최대 398.28cd/㎡로 나타났다. 사후의 경우는 평균 휘도는 3.32cd/㎡, 최대 444.75cd/㎡로 나타났다. 이를 살펴보면, 평균 휘도의 차이는 크지 않았으나 최대 휘도는 사후가 46.47cd/㎡ 더 높게 나타났다. 그러나 횡단보도 전체의 평균의 차이가 없는 것으로 미루어 볼 때, 운전자가 느끼는 차이는 크지 않을 것으로 예상된다.



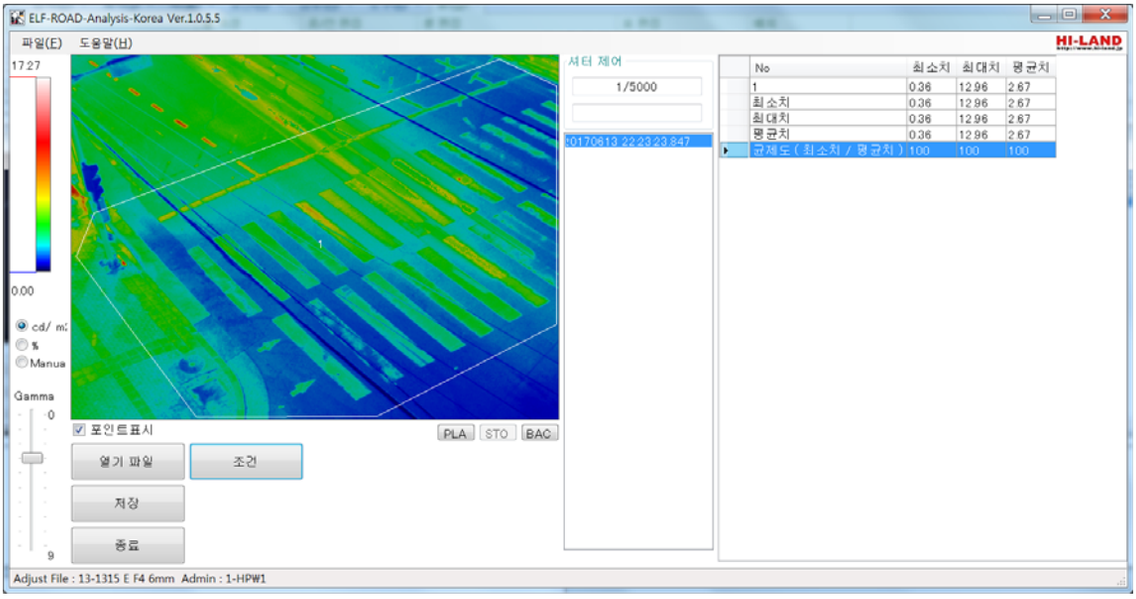
<그림 4-17> 횡단보도 신호시 사전 횡단보도 휘도 측정 결과



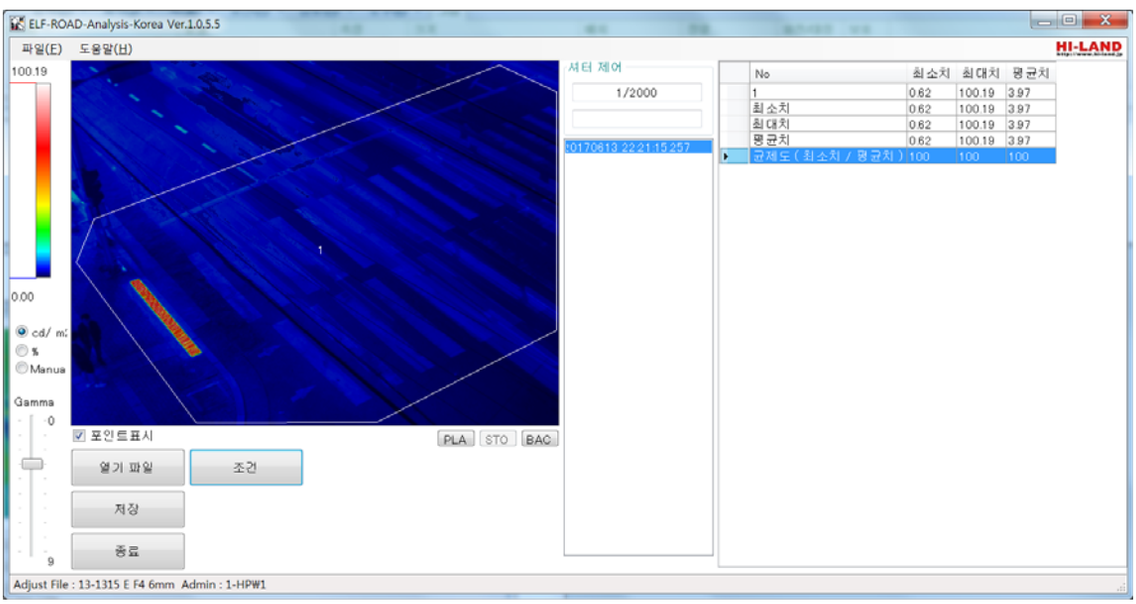
<그림 4-18> 횡단보도 신호시 사후 횡단보도 휘도 측정 결과

2) 차량 신호시

사전의 경우, 횡단보도의 평균 휘도는 2.67cd/㎡, 최대 12.96cd/㎡로 조사되었으며, 사후의 경우는 평균 3.97cd/㎡, 최대 100.19cd/㎡로 조사되었다. 최대 값의 차이는 사후 가 더 높게 나타났으나 평균의 차이는 5cd/㎡를 넘지 않아 차량의 전조등과 유사한 밝기를 확인할 수 있었다.



<그림 4-19> 차량 신호시 사전 횡단보도 휘도 측정 결과



<그림 4-20> 차량 신호시 사후 횡단보도 휘도 측정 결과

횡단 신호 및 차량 신호시 횡단보도의 평균 휘도는 5cd/㎡ 이하로 운전자에게 눈부심을 유발할 정도는 아닌 것으로 판단되며, 사후 최대 휘도가 높은 것은 앞서 LED 점자블록에서 발생하는 불빛으로 인한 영향이었으나, 실제 육안으로 볼 때 자극적인 정도는 아닌 것으로 판단된다.

3.2 운전자에게 보행등 상태를 알려주는 보조시스템

사전·사후 분석은 각각 2시간 동안 이루어 졌으며, 해당 신호주기가 120초로 운영됨을 감안하여 총 60주기에 대하여 분석이 이루어졌다.

가. 통과 교통량 비교

교통량은 사전 주기당 평균 27.25대, 사후 평균 25.78대로 1.47대의 차이를 보이는 것으로 나타났으나, 두 집단의 평균 차이를 대응표본 t 검증으로 분석한 결과 유의확률 0.324로 95% 신뢰수준에서 유의미한 차이는 없는 것으로 분석되었다. 따라서 두 집단 간의 교통량의 차이는 통계적으로 유의하지 않으므로, 집단간 요일 등에 의한 교통량 차이는 없는 것으로 확인되었다.

대응표본 통계량

		평균	N	표준편차	평균의 표준오차
대응 1	Before_Volume	27.25	60	6.396	.826
	After_Volume	25.78	60	8.082	1.043

대응표본 상관계수

		N	상관계수	유의확률
대응 1	Before_Volume & After_Volume	60	-.237	.068

대응표본 검정

		대응차					t	자유도	유의확률 (양쪽)
		평균	표준편차	평균의 표준오차	차이의 95% 신뢰구간 하한	차이의 95% 신뢰구간 상한			
대응 1	Before_Volume - After_Volume	1.467	11.434	1.476	-1.487	4.420	.994	59	.324

<그림 4-21> 사전·사후 통과 교통량 대응표본 t 검증 결과

나. 정지선 준수 비교

정지선 준수 건수를 비교한 결과, 사전은 주기 당 평균 1.55대, 사후는 주기 당 평균 1.20대가 정지선을 준수한 것으로 나타났다. 이를 통계적으로 검증한 결과, 유의확률이 0.081로 산출되어 신뢰수준 95%에서의 유의확율 0.05보다 크기 때문에 영가설을 기각하지 못하였다. 따라서 사전 사후 정지선 준수 건수의 차이는 없는 것으로 분석되었다. 그러나 정지선 준수 건수의 사전이 더 크게 나타난 것은 신호대기에 걸린 차량 수의 차이로 인해 나타난 현상으로 사료된다.

대응표본 통계량

		평균	N	표준편차	평균의 표준오차
대응 1	Before_Following_Stopline	1.55	60	1.048	.135
	After_Following_stopline	1.20	60	1.005	.130

대응표본 상관계수

		N	상관계수	유의확률
대응 1	Before_Following_Stopline & After_Following_stopline	60	-.106	.419

대응표본 검정

		대응차					t	자유도	유의확률 (양쪽)
		평균	표준편차	평균의 표준오차	차이의 95% 신뢰구간 하한	차이의 95% 신뢰구간 상한			
대응 1	Before_Following_Stopline - After_Following_stopline	.350	1.527	.197	-.045	.745	1.775	59	.081

<그림 4-22> 사전·사후 정지선 준수 건수 대응표본 t 검증 결과

다. 정지선 미준수 비교

정지선 미준수 건수를 비교 결과, 사후 주기당 평균 건수가 0.43으로 사전 0.53건보다는 적게 나타났으나, 95% 신뢰수준에서 유의확율이 0.478로 산출되어 통계적인 차이는 없는 것으로 분석되었다.

대응표본 통계량

		평균	N	표준편차	평균의 표준오차
대응 1	Before_Not_Flollowing_Stopline	.53	60	.812	.105
	After_Not_Following_Stopline	.43	60	.647	.084

대응표본 상관계수

		N	상관계수	유의확률
대응 1	Before_Not_Flollowing_Stopline & After_Not_Following_Stopline	60	-.092	.483

대응표본 검정

		대응차					t	자유도	유의확률 (양쪽)
		평균	표준편차	평균의 표준오차	차이의 95% 신뢰구간 하한	차이의 95% 신뢰구간 상한			
대응 1	Before_Not_Flollowing_Stopline - After_Not_Following_Stopline	.100	1.085	.140	-.180	.380	.714	59	.478

<그림 4-23> 사전·사후 정지선 미준수 건수 대응표본 t 검증 결과

라. 신호 위반수 비교

신호 위반은 차량이 황색 및 적색신호에 교차로 통과한 경우를 신호위반으로 정의하였다. 신호위반 건수를 검토한 결과, 사전은 주기 당 평균 0.97건, 사후는 주기 당 평균 0.80건으로 사후의 교통신호 위반 건수가 적은 것으로 타나났다. 그러나 사전 사후 두 집단의 신호위반 건수를 통계적으로 분석한 결과 신뢰수준 95%에서 유의확률이 0.442로 산출되었다. 이는 영가설인 두 집단은 통계적으로 차이가 없다는 가설을 기각하지 못하여 통계적으로는 차이가 없는 것으로 분석되었다.

대응표본 통계량

		평균	N	표준편차	평균의 표준오차
대응 1	Before_Violation	.97	60	1.288	.166
	After_Violation	.80	60	.879	.113

대응표본 상관계수

		N	상관계수	유의확률
대응 1	Before_Violation & After_Violation	60	-.156	.235

대응표본 검정

		대응차					t	자유도	유의확률 (양쪽)
		평균	표준편차	평균의 표준오차	차이의 95% 신뢰구간 하한	차이의 95% 신뢰구간 상한			
대응 1	Before_Violation - After_Violation	.167	1.669	.215	-.264	.598	.774	59	.442

<그림 4-24> 사전·사후 신호위반 건수 대응표본 t 검증 결과

마. 차량 출발손실시간 비교

해당 시설이 교통류에 미치는 영향을 파악하기 위하여 출발손실시간의 사전·사후 비교를 실시한 결과, 사전의 경우 주기 당 평균 손실시간은 3.74초, 사후는 3.52초로 95% 신뢰수준에서 유의확률이 0.443으로 통계적 차이는 없는 것으로 분석되었다.

대응표본 통계량

		평균	N	표준편차	평균의 표준오차
대응 1	Before_Startup_Losttime	3.7418	44	1.50641	.22710
	After_Startup_Losttime	3.5200	44	1.73962	.26226

대응표본 상관계수

		N	상관계수	유의확률
대응 1	Before_Startup_Losttime & After_Startup_Losttime	44	.321	.034

대응표본 검정

		대응차					t	자유도	유의확률 (양쪽)
		평균	표준편차	평균의 표준오차	차이의 95% 신뢰구간 하한	차이의 95% 신뢰구간 상한			
대응 1	Before_Startup_Losttime - After_Startup_Losttime	.22182	1.90149	.28666	-.35629	.79992	.774	43	.443

<그림 4-25> 사전·사후 횡단 보행량 대응표본 t 검증 결과

3.3 시범운영 결과 요약

보행신호와 연계된 발광형 LED점자블록 시범운영 결과, 통계적으로 유의한 차이는 접자블록 뒤 대기자 수에서 SB의 경우 증가와 점자블록 위 대기자 수가 NB에서 감소한 것만 유의한 차이를 보였다. 그러나 이 두 건의 차이는 안전적 측면에서 사후(LED 점자블록 사용)가 더 안전성 측면이 증가한 것을 확인할 수 있었다.

<표 4-3> 보행신호와 연계된 발광형 LED점자블록 시범운영 결과 요약

구분 (평균 값)		사전	사후	P-Value	검정결과
횡단보행량		5.48 명	6.23 명	0.186	not reject
점자블로 뒤 대기자	SB	1.75 명	2.58 명	0.020	reject
	NB	0.50 명	0.55 명	0.820	not reject
점자블로 위 대기자	SB	0.20 명	0.50 명	0.090	not reject
	NB	0.68 명	0.20 명	0.001	reject
차로 상 대기자	SB	0.53 명	0.23 명	0.083	not reject
	NB	0.23 명	0.30 명	0.584	not reject
보행시간내 횡단불가자 수	SB	2.10 명	2.42 명	0.382	not reject
	NB	0.50 명	0.30 명	0.352	not reject
출발손실 시간	SB	2.757 초	3.314 초	0.126	not reject
	NB	3.358 초	3.085 초	0.605	not reject

또한 취도 측정 결과에서는 사후의 휘도 측정결과가 다소 증가한 것으로 확인되었으나, 그 차이는 크지 않아, 운전자 시야를 방해할 것으로 판단되지는 않았다.

<표 4-4> 보행신호와 연계된 발광형 LED점자블록 시범운영 결과 요약

구분 (평균 값)	사전 (cd/㎡)	사후 (cd/㎡)	비고 (cd/㎡)
횡단보도 신호시 평균	3.34	3.32	- 0.02
차량 신호시 평균	2.67	3.97	+ 1.30

운전자에게 보행등 상태를 알려주는 보조시스템의 경우, 신호위반 수, 정지선 미준수 건, 출발손실시간 등에서는 사후(교통안전시설물 사용) 결과가 양호한 것으로 확인되었으며, 정지선 준수 건수에서는 사전이 좋은 것으로 나타났으나 이는 교통량 차이로 인한 결과 일 수 있다. 그러나 해당 개별 지표들은 통계적으로 유의한 차이를 보이는 지표는 나타나지 않았다.

<표 4-5> 운전자에게 보행등 상태를 알려주는 보조시스템 시범운영 결과 요약

구분 (평균 값)	사전	사후	P-Value	검정결과
통과 교통량	27.25 대	25.78 대	0.324	not reject
정지선 준수	0.97 대	0.80 대	0.442	not reject
정지선 미준수	1.55 대	1.20 대	0.081	not reject
신호 위반수	0.53 대	0.43 대	0.478	not reject
차량 출발손실시간	3.7418 초	3.5200 초	0.443	not reject

운전자에게 보행등 상태를 알려주는 보조시스템의 사전·사후 조사 분석은 주간을 기준으로 분석되었다. 통계적으로 유의성을 확인하기 위해서는 야간 및 보다 다양한 지점에서 추가적인 조사가 이루어질 필요성이 있다.

제5장 신호제어기 연결 허용기준(안)

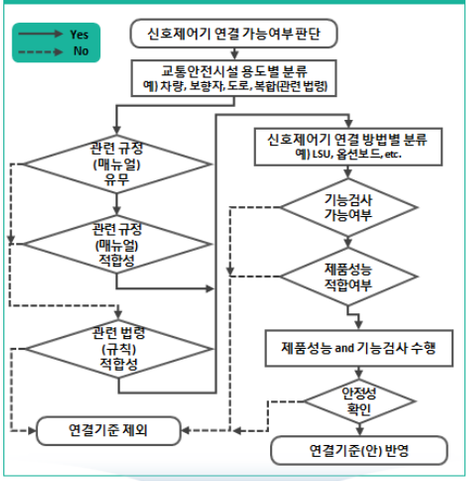
신호제어기 연결 허용기준(안)은 국내 법, 지침 및 국외 사례 등을 종합적으로 검토하여 신호제어기의 구조 및 안전성을 확보함과 동시에 시범운영을 통한 공학적 판단근거를 확보할 수 있도록 작성되었다. 그 세부적인 절차는 다음과 같다.

연결허용 절차

○ 연결허용 절차는 필요조건 검토, 제약조건 검토를 통과한 사항에 대하여, 경찰청 교통안전시설심의위원회의 의결을 거쳐 시범운영을 수행한 후, 세부적인 사항에 대한 검토를 재의결하여 진행함을 원칙으로 한다.

연결 대상여부 판단

필요조건 검토 (경찰청)



제약조건 검토 (경찰청)

- 시설한계 검토
- 소음 및 진동 여부 검토
- 표출부 조도별 휘도기준 검토
- 보행, 차량 안전성 검토

연결 필요성 등 전반적 판단

교통안선시설심의위원회 (1차)

- 시범운영 여부 판단
- 교통안전성, 경제성, 기능성, 경쟁성, 최신성, 수용성 등을 객관적 지표 도출이 필요한 경우

※ 새로운 시설이 아닌 경우 기존과 동일하게 심의

구분	내용	비고
교통안전성	사고감소, 법규위반 감소 등	
경제성	설치비용, 운용비용	
기능성	소통상황(지체, 속도) 등	
경쟁성	국내외 사례 검토 등	
최신성	관련 특허 검토 등	
수용성	법령 검토, 설문 등	

교통안선시설심의위원회 (2차)

- 시범운영을 통해 확인된 지표를 기반으로 확대 및 매뉴얼 제정 등과 같은 사항 검토
- 최종 판단하는 부분으로 필요조건, 제약조건 등도 재검토
- 시범운영 내용 미비시 추가 시범운영 여부 또는 기각 등을 판단

※ 판단 사유를 명확히 명시하여 동일 및 유사 사례에 활용

○ 연결허용 절차는 해당 시설물의 법령 및 매뉴얼 검토, 제어기 안전성 검토를 수행하는 ‘필요조건 검토’ 절차를 거쳐서 연결이 가능하다고 판단되는 시설물에 대하여 ‘제약조건 해당여부를 재차 판단’하여 심의여부를 판단한다.

세부 연결허용 절차

(1) 필요조건 검토 (경찰청 자체) : 미 준수시 심의상정 불가

① 교통신호 제어기에 연결하고자 하는 다른 시설물의 관련 법령 및 규정을 준수하여야 함

※ 관련 법령 및 규정이 없을 경우, 관계기관 검토를 통해 다음 절차로 진행할 수 있으나, 원칙적으로 배제한다.

※ 관련 법령 : ㉠도로교통법 및 시행규칙,
㉡교통약자의 이동편의 증진법 및 시행규칙,
㉢보행안전 및 편의증진에 관한 법률 및 시행규칙,
㉣소음·진동관리법 및 시행규칙,
㉤장애인・노인・임산부 등의 편의증진 보장에 관한 법률 및 시행규칙(구조·재질) 등

※ 관련 규정 및 매뉴얼
㉠교통안전시설 등 설치 관리에 관한 규칙(경찰청),
㉡도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙(국토부),
㉢도로안전시설 설치 및 관리지침(국토부),
㉣신호제어기 표준규격서(경찰청),
㉤교통신호기 설치·관리 매뉴얼(경찰청),
㉥시각장애용 음향신호기 규격서(경찰청),
㉦보행자 자동 인식 신호기 표준지침(경찰청),
㉧가변형 교통안전표지 표준지침(경찰청) 등

② 교통신호 제어기와 연계할 수 있는 옵션보드 유무 여부 검토

※ 옵션보드는 도로교통공단에서 기능검사를 필한 것에 한하여 사용할 수 있다.

③ 연결하고자 하는 다른 시설물은 그 자체의 기능검사 또는 환경시험을 통과하여야 함

※ 관련 법령 및 규정에서 지시하고 있는 사항을 준수하여야 한다.

(2) 제약조건 검토 (경찰청 자체) : 미 준수시 심의상정 불가

① 국토교통부 『도로의 구조시설 기준에 관한 규칙』 시설한계를 준수 하여야 함

② 소음 및 진동은 『소음·진동관리법』 시행규칙 별표 12 (교통소음 진동의 관기 기준) 준수 하여야 함

교통소음 · 진동의 관리기준(제25조 관련)

1. 도로

대상지역	구분	한도	
		주간 (06:00 ~ 22:00)	야간 (22:00 ~ 06:00)
주거지역, 녹지지역, 관리지역 중 취락지구 · 주거개발진흥지구 및 관광 · 휴양개발진흥지구, 자연환경보전지역, 학교 · 병원 · 공공도서관 및 입소규모 100명 이상의 노인의료복지시설 · 영유아보육시설의 부지 경계선으로부터 50미터 이내 지역	소음 (LeqdB(A))	68	58
	진동 (dB(V))	65	60
상업지역, 공업지역, 농림지역, 생산관리지역 및 관리지역 중 산업 · 유통개발진흥지구, 미고시지역	소음 (LeqdB(A))	73	63
	진동 (dB(V))	70	65

참고 1. 대상 지역의 구분은 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에 따른다.
2. 대상 지역은 교통소음 · 진동의 영향을 받는 지역을 말한다.

③ 표출 문자 및 도형 등은 『가변형 속도제한시스템 설치운영 매뉴얼』의 조도별 휘도기준을 준수 하여야 함

<표 2> 가변형 교통안전표지의 외부 조도별 휘도기준 (단위 : cd/㎡)

외부조도 (lx)	백색		적색		황색		녹색		청색	
	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대
40,000	6,200	62,000	1,550	15,500	6,200	62,000	2,800	28,000	620	6,200
4,000	1,100	11,000	275	2,750	1,100	11,000	500	5,000	110	1,100
400	300	3,000	75	750	300	3,000	200	2,000	30	300
40	200	1,250	50	315	200	2,000	100	1,000	20	125
≤ 4	60	375	15	95	60	300	60	300	6	38

※ 현재 국토부 등 중앙부처의 지침이 있을 경우 이를 준용하되, 없을 경우 상기 조도별 휘도기준을 준수하여야 한다.

④ 보행자 및 차량에 직접적(촉수) 접촉을 통한 시설 금지 함(안전사고 발생 위험)

※ 단, 과속방지턱과 같이 도로안전시설(국토부) 또는 교통안전시설(경찰청)에 명시된 시설물은 제외한다.

(3) 교통안전시설심의위원회 예비 상정(1차 시범운영)

○ 앞선 필요조건 및 제한조건에서 이상이 없을 경우 교통안전시설심의위원회에 연결 시설물을 상정할 수 있다.

○ 본 1차 상정에서는 연결 시설물의 규격화 및 제도화를 위한 시범운영 여부 및 시범운영 기간을 판단한다.

※ 시범운영에서는 교통안전성, 경제성, 기능성, 경쟁성, 최신성, 수용성 등을 객관적 지표로 도출하여야 함

구분	내용	비고
교통안전성	사고감소, 법규위반 감소 등	
경제성	설치비용, 운용비용	
기능성	소통상황(지체, 속도) 등	
경쟁성	국내외 사례 검토 등	
최신성	관련 특허 검토 등	
수용성	법령 검토, 설문 등	

※ 시범운영 결과는 경찰청, 국토부, 미래부 등 중앙부처 산하기관(연구원 및 공단)에서 수행하여야 하며, 관련 비용은 심의위원회에 상정한 기관(사람)이 부담함을 원칙으로 함

(4) 교통안전시설심의위원회 본 상정(2차 시범운영 결과 보고 포함)

○ 시범운영을 통해 확인된 지표를 기반으로 확대 및 매뉴얼 제정 등과 같은 사항을 검토한다.

○ 최종 판단하는 부분으로 필요조건, 제약조건 등도 재검토 한다.

○ 시범운영 내용 미비시 추가 시범운영 여부 또는 기각 등을 판단한다.

※ 판단 사유를 명확히 명시하여 동일 및 유사 사례에 활용할 수 있도록 함

제6장 결론 및 제언

1. 결 론

본 과제에서는 신호제어기에 연결되는 기타 교통·도로안전시설 등의 연결 허용기준(안)을 도출하기 위하여 관련 법규, 규정, 매뉴얼 등을 검토하였다. 또한 신호제어기의 구조를 파악하고, 전기적 특성을 검토하였으며, 국내외 사례를 살펴보았다. 이를 통해 신호제어기 연결기준을 제시하였으며, 신호제어기 연결 시설물 검토를 통해 교통안전시설물 시범운영 및 사전·사후 평가를 수행하였다. 이를 통해 신호제어기의 구조 및 안전성을 확보함과 동시에 시범운영을 통한 공학적 판단근거를 확보할 수 있는 신호제어기 연결 허용기준(안)을 제시하였다.

연결 허용기준(안)을 살펴보면, 다음과 같은 필요조건을 만족하도록 하였다.

- ○ 교통신호 제어기에 연결하고자 하는 다른 시설물의 관련 법령 및 규정 준수
- ○ 교통신호 제어기와 연계할 수 있는 옵션보드 유무 여부 검토
- ○ 연결하고자 하는 다른 시설물의 기능검사 또는 환경시험 통과여부 검토

필요조건이 만족되면, 다음과 같은 제약조건을 검토한다.

- ○ 국토교통부 『도로의 구조시설 기준에 관한 규칙』 시설한계 준수
- ○ 소음 및 진동은 『소음·진동관리법』 시행규칙 별표 12 (교통소음 진동의 관기 기준) 준수
- ○ 표출 문자 및 도형 등은 『가변형 속도제한시스템 설치운영 매뉴얼』의 조도별 휘도기준 준수
- ○ 보행자 및 차량에 직접적(촉수) 접촉을 통한 시설 금지

필요조건과 제약조건을 만족한 경우에 한하여, 교통안전시설심의위원회 예비 상정을 실시하여 시범운영 여부를 판단하게 된다. 이후 시범운영을 통해 교통안전성, 경제성, 기능성, 경쟁성, 최신성, 수용성 등을 객관적으로 검토하게 되며, 이를 기반으로 교통안전시설심의위원회 본 상정(1차 시범운영 결과 보고 포함)을 통해 해당 시설물의 연결 허용여부를 판단할 수 있도록 하였다.

2. 정책 제언

결론에서 제시한 교통신호제어기 연결 허용기준(안)을 체계적으로 운영·관리하기 위해서는 제도적 뒷받침이 필요하다. 따라서 관련 규정인 “교통안전시설 등 설치·관리에 관한 규칙” 또는 “교통신호제어기 표준규격서” 등에서 명확한 연결 허용기준(안)을 제시할 필요가 있다.

이와 더불어 신호제어기에 연결되는 시설물의 해당 법령 또는 규정 등을 고려하기 위한 체계적인 절차가 요구된다. 단순하게 신호제어기에 연결되는 부분만 검토하는 것이 아니라, 연결되는 시설물에 대한 검토가 선행되어야하기 때문에 타 부처와의 유기적인 연계가 필요할 것으로 판단된다. 이를 위해서는 실무부처 간 정례적인 회의 등이 필요하며, 이를 전문적으로 검토하는 상설 위원회 등의 신설도 고려할 필요가 있다.

또한 시범운영을 통해 객관적 지표에 대한 평가를 수행하기 위한 방안으로 교통안전시설심의위원회 예비 상정(1차 시범운영)에서 평가 방법 또는 평가기관을 지정하거나, 공신력 있는 기관 풀을 만들어 활용할 필요성이 있다.

본 과제에서 도출된 교통신호제어기 연결 허용기준(안)은 일정 기준 이상을 만족할 경우 연계 시설물의 시범운영을 통해 보다 객관적인 평가를 수행하여 교통안전시설심의위원회에서 이를 판단할 수 있도록 하였다. 이는 ITS 및 최첨단 신기술의 개발 및 발전과 더불어, 관련 규정 및 제도 안에서 기술의 발전을 도울 것으로 기대된다.

참고문헌

1. 경찰청(2017), “가변형 속도제한시스템 설치·운영 매뉴얼”

2. 경찰청(2011), “교통신호기 설치·관리 매뉴얼”

3. 경찰청(2014), “교통신호제어기 표준규격서”

4. 교통안전시설 등 설치 관리에 관한 규칙

5. 교통약자 이동편의 증진법

6. 도로교통법 및 시행규칙

7. 도로안전시설 설치 및 관리지침

8. 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙

9. 국토해양부(2012), “도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설”

10. 보행안전 및 편의증진에 관한 법률

11. 소음·진동관리법

12. 장애인·노인·임산부 등의 편의증진 보장에 관한 법률 및 시행규칙

13. FHWA(2009), “The Manual on Uniform Traffic Control Devices (MUTCD)”

14. FHWA(2008), “Traffic Signal Mining Manual”

부 록

부록 1. 교통안전시설심의위원회 심의 목록

회차	개최일		안건목록	심의결과
	년	월		
제1차	2002	2	태양에너지 이용 광섬유 교통안전표지판 시험설치 여부	시험설치 결정
			단일등면 LED보행신호등 시험운영 결과 및 국내도입 여부	국내도입 부결
			보행신호등 잔여시간표시기 설치 필요성 여부	보류
			LED신호등 경찰규격서 제정 여부	제정
제2차	2002	5	현행 잔여시간표시기 계속설치 필요성 및 관련규격 개정 여부	계속 설치하되 관련규격 보완결정
			숫자.음향.문구 첨가 보행신호 잔여시간표시장치 시험설치 여부	부결
			계수형 보행신호 잔여시간표시장치 시험설치 여부	가결
			단일등면 LED신호등 보행신호등 보조장치로서 도입여부	숫자표시 부분만 조건부 시험설치 결정
제3차	2003	2	태양에너지를 이용한 광섬유표지판 도입여부	조건부 도입
			어린이보호구역 정비 5개년계획(보고안건)	보고안건
제4차	2003	4	시각장애인용 음향신호기 규격개정 여부	보류
			단일등면 LED보행신호등 현장실험 여부	실시
제5차	2003	9	계수형 보행신호 잔여시간표시장치 도입여부	보류
			LED교통신호등 표준지침 개정 여부	가결
제6차	2004	3	교통신호제어기 표준규격서 채택여부 결정	보류
			차량신호등 계수형 잔여시간표시장치 시험설치 여부 결정	부결
제7차	2004	4	단일등면 LED보행신호등 도입여부	보류
			교통신호제어기 표준규격(안) 채택여부	가결
제8차	2004	6	차량신호등 위치 관련 연구용역 과제 채택여부	가결
			녹색신호점멸운용 및 차량신호등 잔여시간표시장치 연구 과제 채택여부	기록없음
			시각장애인용 음향신호기 관련 추진사항 중간보고	기록없음
제9차	2004	7	단일등면LED보행신호등 도입여부	가결
			광섬유 등 자체발광형 교통안전표지 도입여부 및 표준지침(안) 채택여부 결정	가결
제10차	2004	10	시각장애인용 음향신호기 개선(안) 채택	가결
			전구식 신호등 규격서 개선(안) 채택	가결
제11차	2005	1	보행신호등 잔여시간 표시장치 도입심의	기록없음
			단일등면내 잔여시간 표시기능 포함 여부 심의	기록없음
			최고속도 적정성 검토에 대한 연구용역 계획 관련 의견수렴	기록없음
제12차	2005	4	계수형 보행신호 잔여시간표시장치 및 단일등면 보행신호등, 잔여시간표시장치 설치기준	기록없음
			교통안전시설 이관업무관련 의견수렴	기록없음

제13차	2005	8	단일등면 보행신호등 시범운영 관련 의견수렴	기록없음
			역삼각형 보행신호 잔여시간표시장치 설치재개 여부	기록없음
			도로교통법 시행규칙 개정관련 의견수렴	기록없음
제14차	2006	3	숫자형 보행신호등 및 보조장치 시범운영 결과	기록없음
			중앙차로 전용신호 시범운영(안)보고(서울청)	기록없음
			어린이보호구역 교통안전표지 개선(안)	기록없음
제15차	2006	5	이메일 서면심의(5. 26~6.7), 보행신호등 보조장치 표준지침 개정	가결
제16차	2006	9	신호등 위치연구 중간보고	기록없음
			일체형 횡단보도 보행신호등	기록없음
			혼합형 보행신호 잔여시간표시장치	기록없음
			일체형 보행신호등 및 차량보조등	기록없음
			LED 발광형 점자보도 블럭	기록없음
제17차	2006	12	혼합형 보행신호등 보조장치	기록없음
			결합형(보행신호등.차량보조등)신호등 형태	기록없음
제18차	2007	5	지주부착형소형신호제어기(서울)	가결
			곡선부 시선유도 노면표시(경북)	가결
			간선도로-고속도로 제어시스템(한국교통연구원)	가결
제19차	2007	9	ITS 자동감응식 보행자 신호기 도입 제안	부결
			혼합형 보행신호등 보조장치	부결
			결합형 신호등 시험설치	부결
제20차	2008	1	혼합형 보행신호등 보조장치의 도입	심의각하
			LED 교통안전표지 시험설치 및 효과분석	가결
			LED 교통신호등 규격서 개정	가결
			보행신호등보조장치표준지침개정안	가결
제21차	2008	8	보행신호등과 보행신호등 보조장치의수직 설치제안	가결
			안전형 보행신호등 보조장치 도입 제안	부결
			곡선부 시선유도 노면표시 도입 여부	가결
			차량신호등 위치조정 매뉴얼 개정(안)	가결
			LED 등 조명식 교통안전표지판 매뉴얼 개정(안)	가결
제22차	2009	7	‘어린이보호구역 내 횡단보도 안전(차단)장치’ 제안	부결
			‘챙(visor)개선형 LED 신호등’ 제안	부결
			‘신호등 렌즈용 히터 필름’ 제안	보류
			‘적외선 센서를 이용한 자동감응식 보행자 신호기’ 제안	보류
제23차	2010	3	‘적외선 센서를 이용한 자동감응식 보행자 신호기’ 시범설치 제안	보류
			‘신호등 렌즈용 히터 필름’ 시범설치 제안	가결
제24차	2010	7	‘바이저가 회로기판에 설치된 LED 신호등’ 제안	부결
			‘LED 교통신호등 표준지침’ 개정(안)	가결
			‘교통신호제어기 표준규격서’ 개정(안)	가결
			‘발광형 교통안전표지 표준지침’ 개정(안)	가결
			‘보행자 작동신호기 설치지침’ 제정(안)	가결

제25차	2011	1	적외선 센서를 이용한 ITS 자동감응식 보행자 신호기	가결
			바이저가 회로기판에 설치된 LED 신호등	가결
			보행신호와 연계된 발광형 점자블록	보류
			노인운전자를 위한 보조노면표시 안전지원시스템	부결
			횡단보도 LED 시선유도등 시범설치 제안	가결
제26차	2011	4	LED 보행신호등 남녀병렬 이미지 적용	보류
			LED 보행신호등 만화캐릭터 이미지 적용	보류
			지중식 교통 신호 제어기	보류
			'신호등 렌즈용 히터 필름' 등 신호등 표준 지침 개정(안)	가결
제27차	2011	10	LED 보행신호등 만화캐릭터 이미지 적용	부결
			챙(visor)개선형LED신호등'시험설치결과보고및도입여부결정	보류
			어린이보호구역 안전을 위한 지능형 신호등	가결
			다면구체형 태양광 발전 및 무소음 풍력터빈발전 상시전원 공급 신호등	부결
			이물질 제거용 통풍구가 구비된 LED 신호등 제안	부결
제28차	2012	2	적외선 센서를 이용한 ITS 자동감응식 보행자 신호기 시험 설치 결과 보고 및 도입여부 결정	보류
			지중식 교통신호 제어기	보류
			개폐형 볼라드	부결
			행정중심복합도시 보행신호등(한국주택토지공사)	부결
			태극모양 보행신호등(안성시)	부결
			바이저(챙)가 회로기판에 설치된 LED 신호등	보류
제29차	2012	6	노면표시 반사성능 기준 개선안	가결
			교통시설용 무정전전원장치 표준 규격서 제정안	가결
			바이저가 회로기판에 설치된 LED 신호등 효과분석 및 표준 지침 제정 여부	부결
			차량 감속 및 보행자 안전성 강화를 위한 가상 험프식 횡단 보도 도입	부결
제30차	2013	2	보행자 친화형 횡단보도 신호시스템 시험 설치 여부	가결
			보행신호등과연계된센서및음성안내방송시스템시험설치효과분석결과보고및도입여부	가결
			적외선 센서를 이용한 ITS 자동감응식 보행자신호기 시험 설치 효과분석 결과 보고 및 도입 여부	가결
			횡단보도 LED 시선유도등 시험설치 효과분석 결과보고	부결
제31차	2013	7	보행신호 음성안내 보조장치 표준지침 제정(안)	보류
			보행자 감응신호기 표준지침 제정(안)	가결
			신호등 위치조정 관련 교통신호기 설치.관리 매뉴얼 개정(안)	가결
제32차	2014	2	보행신호 음성안내 보조장치 표준지침 제정(안)	가결(보완)
			횡단보도 발광형 LED 점자블록 도입여부	부결
제33차	2014	7	고속도로 백색 중앙선 시범설치(안)	가결
			고속도로 분기점(서운JCT) 램프미터링 시범설치안)	가결
			바이저를 회로기판에 설치한 LED신호등 도입 등(안)	부결
제34차	2015	3	어린이보호구역 가변형 속도제한표지 및 비콘 시범설치(안)	가결
			조명식 및 발광형 교통안전표지 경찰청 표준지침 개정(안)	가결

			보행신호와 연계된 발광형 LED점자블록 도입 등	부결
			횡단보도 개폐형 안전차단장치 도입 등	부결
제35차	2015	6	고속도로 백색 중앙선 시범설치 확대(안)	가결
			조광제어기능이탑재된교통신호등도입여부	부결
			바이저를 회로기판에 설치한 LED신호등 도입 등(안)	부결
제36차	2016	1	영종대교가변형속도제한시스템시범운영(案)	가결
			고속도로 분기점 램프미터링 시범운영 효과분석 보고 등	가결
			입체형노면표시설치신기술제안	부결
제37차	2016	5	보행자 안전의식 제고를 위한 스마트폰 주의표지(시범설치)	채택
			가변형 속도제한 표지 및 비콘 시범운영 결과	보고안건
			감응신호 시스템 설치확대를 위한 안전표지 등 개선	채택
			보행신호 음성안내 보조장치 표준규격 개선	불채택
			고속도로 백색 중앙선 시범설치 확대	채택
			운전자에게 보행등 상태를 알려주는 보조시스템	불채택
제38차	2016	8	보행대기(적색 신호) 잔여시간 표시 시범설치	채택
			신호 정보의 차량 제공 시범운영	채택
			신호제어기 연결 허용 기준(안) 마련을 위한 연구	보고안건
			교통신호제어시스템 유·무선범용 표준보안 규격(안) 연구 진행경과	보고안건
제39차	2016	11	어린이보호구역 안전신호등 시범 운영	채택
			지하매설식교통신호제어기설치	채택
			BRT, 긴급차량 우선신호 표준매뉴얼 개발	채택
제40차	2016	12	횡단보도 안전보행을 위한 보행신호 연장	채택
			개별 교통신호등에 조광제어 기능 도입	불채택
			보행신호 음성안내보조장치 매뉴얼 개선 보고	보고안건
			가변형 속도제한 시스템 운영 매뉴얼	보고안건
			비콘 시범운영 결과	보고안건