한국지형공간정보학회지 제20권 제3호 2012년 9월 pp. 109-115
ISSN: 1598-2955
http://dx.doi.org/10.7319/kogsis.2012.20.3.109

연구논문

횡단보도에서 무선제어가 가능한 도로표지병 도입효과

Effects of Wireless Controlled In-Pavement Flashing Light System at Pedestrian Crosswalk

진희채* · 이종호** · 최석근***
Jin, Heui Chae · Lee, Jong Ho · Choi, Seok Geun

要 旨

보행자의 안전은 교통 및 도로행정의 가장 중요한 부분이 되어지고 있다. 국가에서도 보행자의 안전을 확보하기 위한 다양한 정책들이 시도되고 있으며 특히 횡단보도에서의 보행자 안전은 매우 절실한 상황이다. 본 연구에서는 횡단보도상에서의 보행자 사고를 감소시키기 위하여 무선제어가 가능한 도로표지병 시스템을 설계하여 제안하고자 한다. 무선제어 도로표지병 시스템은 보행자와 운전자의 가시성을 향상시키는 기능을 수행할 수 있어, 보행자를 보호하고 보행자의 안전을 확보할 수 있게 해준다. 또한 비용측면에서도 기존에 이용되는 유사한 도로표지병 시스템을 사용하는 것보다 효과적으로 구축할 수 있다는 장점이 있다.

핵심용어 : 도로표지병, 횡단보도, 무선제어

Abstract

Pedestrian safety is becoming a major priority on the nation's roadway policy. Numerous strategies have been experimented with nationwide in an attempt to reduce the accidents of pedestrian-vehicle crashes, especially in pedestrian crosswalk. We suggest the wireless controlled in-pavement flashing light system to reduce the accident at pedestrian crosswalk. We have recommended the use of wireless controlled systems as a tool to manage the In-pavement flashing light system that have retain high visibility goals for pedestrian preserving or enhancing pedestrian safety. Then we have compared this system with any other legacy systems in respect of cost and effects.

Keywords : In-pavement Flashing Light System, Pedestrian Crosswalk, Wireless Controlled

1. 서 론

최근 교통사고 통계 조사에 의하면 우리나라의 일평균 교통사고 발생률은 꾸준히 증가하고 있는 것으로 나타나고 있다.

2007년 일평균 579.9건이던 교통사고가 2008년에는 589.7건, 2009년에는 635.6건으로 매년 크게 증가하고 있는 것으로 나타나고 있다. 이중에서 보행자와 차량과 관련된 사고를 2010년 통계자료에 보면 49,535건으로 전체 교통사고건의 총 21.8%를 차치하고 있다.

더욱 중요한 사실은 Table 1과 같이 보행자와 차량 관련 사고의 약 20%가 횡단보도를 중심으로 발생한다는 것이다. 횡단보도는 보행자의 안전이 보호되어야 하고, 차량의 안전운전이 준수되어야 함에도 불구하고 상

Table 1. Traffic Accidents Status in Korea

구분	전체	교차로내	교차로부근	횡단보도상	횡단보도부근	터널	교량	기타	건널목	기타불명
차대사람	49,353	4,911	6,881	8,007	1,762	10	237	25,765	-	1,780
차대차	167,035	52,120	35,652	2,100	2,117	482	1,842	70,092	-	2,630
차량단독	10,482	629	1,354	20	76	80	237	7,852	-	234
건널목	8	-	-	-	-	-	-	-	8	-
총계	226,878	57,660	43,887	10,127	3,955	572	2316	103,709	8	4,344

출처: 경찰청홈페이지, 2010

2012년 9월 10일 접수, 2012년 9월 24일 채택
* 정회원 · 백석대학교 경상학부 교수(hcjin@bu.ac.kr)
** 한국도로공사 음성제천건설사업단 공사팀장(leejh@ex.co.kr)
*** 교신저자 · 정회원 · 충북대학교 토목공학과 교수(skchoi@cbnu.ac.kr)

Table 2. Obeying Rate of traffic regulation

주체	항 목	준수	비준수
운전자	횡단보도 정지선	67%	33%
	횡단보도 신호	85%	15%
보행자	보행자 통행법규	76%	24%

출처: 국가경쟁력강화위원회, 2009

당히 많은 량의 대인 교통사고가 횡단보도를 중심으로 발생하고 있는 것으로 나타났다.

횡단보도에서 발생하는 교통사고의 원인을 분석한 연구결과는 운전자와 보행자에 대한 법규 준수실태에 대한 결과로 나타나며 Table 2와 같이 나타난다.

즉 상당히 많은 운전자와 보행자가 법규를 준수하지 못하고 있고, 즉 횡단보도 통행시 즉흥적 상황판단에 의한 보행활동이 반복적으로 발생하고 있다. 이러한 현상에 대한 원인을 운전자와 보행자에게 설문하여 본 결과 모두 “비현실적인 교통법규” 때문에 발생한다고 생각하고 있는 것으로 나타났다. 이러한 현실을 고려할 때 횡단보도에서 운전자와 보행자 모두에게 경각심을 일깨워 주고 주의를 집중시킬 수 있는 교통체계를 도입하는 것은 보행자의 교통사고 발생률을 획기적으로 줄일 수 있는 매우 의미 있는 일이라고 볼 수 있다.

따라서 본 연구에서는 보행자와 운전자의 주의집중도를 높일 수 있도록 횡단보도에 도로표지병 시스템을 설계하여 도입하고자 한다. 기존의 도로표지병이나 조명시스템과는 달리 센터 등을 통하여 제어와 통제가 가능하고 정보수집이 가능한 도로표지병 시스템을 설계하여 기존시스템과의 차별화를 시도하고, 비용분석을 통하여 제안한 시스템의 도입 타당성을 검토하여 보고자 한다.

2. 연구현황

2.1 국내외 관련 연구

횡단보도에서 보행자 및 운전자의 주의를 집중하기 위하여 조명시스템의 설치, 도로표지병의 설치 등과 관련된 필요성 및 효과에 대한 연구는 이미 많이 수행되었다.

박선복(2007)은 지능형 횡단보도 안전등(ISCL)을 구축하여 운전자 및 보행자에게 제공하는 경우 횡단보도 상에서의 차량 속도를 감소시킬 수 있는 연구를 수행하였다.

외국의 실증연구들로는 Huang 등(1999)의 연구에서 도로에 점멸교차로(flashing crosswalk)를 설치하여 그 효과를 분석하고 있다. 이 결과 점멸교차로는 차량 속도 감소, 보행자에 대한 승용차의 양보, 그리고 보행자-차량 사고를 감소시키는데 긍정적인 효과를 준다고 제시하고 있다.

기술적으로 Miller 와 Dore(2003)의 연구에서는 In-Pavement Pedestrian Flashing 작동 방법 등을 설명하고 있으며, 조명, 사인 및 신호제공체계 등의 기술들에 대한 장단점을 설명하고 있다. 횡단보도에서 사용되는 도로표지병 관련 연구로는 Kannel과 Jansen(2004)이 아이오와주 Cedar Rapids 외 미국(하와이, 뉴저지, 워싱턴 주)에 도로표지병을 설치한 전후를 비교한 결과 도로표지병이 운전자의 보행자에 대한 인식을 크게 향상시켜 모든 지역에서 최대 지점속도와 평균 지점속도가 감소하였고, 보행자에 대한 운전자의 양보와 운전자/보행자의 상충이 감소하였음을 밝혔다.

Prevedouros(2001)에서는 고속도로와 교차로에 위치한 횡단보도에서 도로표지병을 설치한 전후의 교통량, 속도, 횡단보도 이용 보행자 성격 등의 내용을 분석하고 속도, 건널목에서의 보행자 대기시간 감소, 인식도 측면에서 유용함을 제시하고 있다. 반면 낮 시간대에 잘 보이지 않는 문제와 잘못된 감지로 인한 문제 등도 제시하고 있다.

Rousseau 등(2004)의 연구에서는 도로표지병이 횡단보도에서 보행자의 안전성을 높이는가에 대해 연구하였고, 이 결과 도로표지병에 의해서 확연하게 양보를 하는 경우가 늘어나는 것을 밝혔다.

Jensen(2004)에서는 덴마크 내에서 경찰이 기록한 교통사고 자료를 기반으로 보행자와 차량의 특성과 교통사고 간의 관계를 분석한 결과 도심지역에서 낮과 비교하여 밤에 보행자들이 사고가 날 확률이 2.7배 높고, 전원지역에서는 7.4배 높은 것으로 나타나고, 차량의 평균 시속이 0.5~15km 감소할 경우, 교통사고를 당하는 보행자의 수는 17~63%만큼 감소한다고 제시하였다. 도로표지병 설치는 야간에 시속 50km이상의 도로에서 교통사고를 45% 만큼 감소시키는 효과가 있다고 하며, 시속 50km미만의 도로의 경우 12% 만큼 감소시키는 효과가 있다고 한다. 이밖에 Miller(2000)에서는 지방자치단체들의 도로표지병을 설치에 대한 당위성을 제시하면서 많은 도시들의 설치계획을 설명하고 있다.

2.2 국내 횡단보도 안전시스템 현황

현재 사용되거나 활용되는 횡단보도의 안전시스템과 이를 구성하는 여러 시스템 체계에 대하여 분석하여 보면 우선 횡단보도 유형을 시설 구성에 따라 구분하여 볼 때, 크게 단순 횡단보도가 있고, 조명등 점등형 횡단보도가 있다.

Figure 1. Examples of crosswalks upper-lighting system

조명등 점등형 횡단보도는 Figure 1과 같이 횡단보도 위에 운전자 및 보행자의 주의를 집중하기 위한 조명등을 설치하여 횡단보도의 식별을 강화한 경우를 의미한다. 이 조명등의 경우 지속적으로 점등을 유지하고 있는 경우의 횡단보도와 이를 개선하여 보행자의 진입 시에 이를 인지하여 자동으로 점등하게 하여 전력소모를 줄일 수 있는 경우의 조명등 시스템이 있다.

횡단보도에 직접 시설물을 설치하여 운전자와 보행자의 주의를 유도하는 경우는 도로표지병 시스템들을 이용하고 있다. 도로표지병은 횡단보도 도로위에 설치되는 도로시설물의 한 형태로 운전자와 보행자의 횡단보도 인식도를 높이기 위한 장치들을 의미한다.

먼저 국내에서 사용되는 도로표지병들을 구분하여 보면 반사형, Solar형, 유선형 표지병들이 사용되고 있다. 반사형은 반사경을 이용한 도로 시설물의 일종으로 흔히 도로 측면에서 볼 수 있는 형태들이다.

Solar형은 점등이 되는 표지병으로 외부전원 없이 태양열을 이용하여 점등시키는 형태의 표지병을 의미한다. 따라서 단독적으로 설치되며, 외부의 밝기 등에 의하여 점등여부를 스스로 제어하게 된다. 그러나 단독시설물인 관계로 유지보수나 기기의 상태 파악 등이 불가능하다고 할 수 있다.

마지막으로 유선형은 외부로부터 전원을 공급받아 점등시키는 형태의 표지병이다. 이 시스템의 경우는 계속적인 전원공급이 필요하여 유지비용이 많이 들고, 설치시 유선공사 등을 수행하는 등의 단점이 존재한다.

이와같이 횡단보도상의 안전을 확보하기 위하여 조명시스템 및 도로표지병을 이용한 안내시스템 등이 여러 가지 형태로 도입되고 있다. 그러나 Table 3의 비교에 의하면 반사형이나 Solar형, 유선형 도로표지병이 사용되는 현행 시스템의 경우 일부 기능 조건을 만족하지 않아 개선의 여지가 많은 것으로 조사된다. 따라서 여러 문헌은 토대로 다양한 기능 요구사항을 도출하고 기능만족도를 높이는 시스템의 개발이 필요하다고 본다.

Figure 2는 조명 및 도로표지병 시스템이 융합된 횡단보도 시스템의 사례를 나타낸 것이다.

Table 3. Type of in-pavement flashing light

구분		반사형	Solar형	유선형
외부전원		X	X	O
시인성		보통	보통	우수
확장성		X	X	X
제어통제		X	△	X
ITS연계		X	X	△
설치대상		도로	도로	도로/터널
특징	장점	비용저렴/간편설치	간편설치	시인성
	단점	시인성 저하, 사후관리곤란	환경대처불가, 고장관리불가	전력비용

출처: Traffic Safety Smart System, 공간정보기술(주)

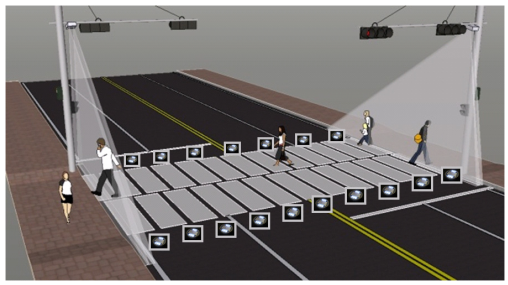

Figure 2. Example of safety crosswalks system

3. 무선제어 시선유도등 체계

3.1 시스템 구성도

본 연구에서는 횡단보도에서 기존의 도로표지병을 이용하던 체계를 무선제어가 가능한 도로표지병 체계로 확장하여 시스템의 기능을 다양화하고 안전성 및 효율성을 향상시킬 수 있는 방안을 제시하였다.

이와 같이 횡단보도상의 무선제어가 가능한 도로표지병을 이용한 체계를 시선유도등 체계라고 하며 Figure 3과 같다.

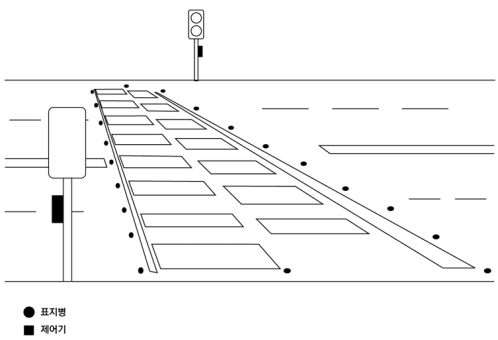

Figure 3. Design of in-pavement flashing light system in crosswalks

일반적으로 횡단보도상의 시선유도를 위해서는 횡단보도 전체구역을 커버할 수 있는 도로표지병을 설치하여야 하며, 그 방법은 차선당 2식, 횡단보도 중앙에 1식을 구축하는 형태를 띠고 있다. 예를들어 왕복 4차선의 경우 차선당 2식을 설치할 경우 횡단보도 양쪽에 9식이 필요하고, 보도쪽에 1식이 필요하게 되어 총 20식의 도로표지병을 설치할 수 있다. 이렇게 되면 전체 횡단보도에 대하여 운전자와 보행자의 시선을 집중하고 주의집중을 유도할 수 있다.

3.1.1 도로표지병

도로표지병의 요구사항은 기존 표지병의 장점 및 해외 연구 현황의 기능을 바탕으로 Table 4 및 Figure 4와 같이 추출하였다.

우선 기존 도로표지병의 우수한 특성중의 하나인 자가발전 및 시인성 증진을 위한 점등 기능은 포함되어야 한다.

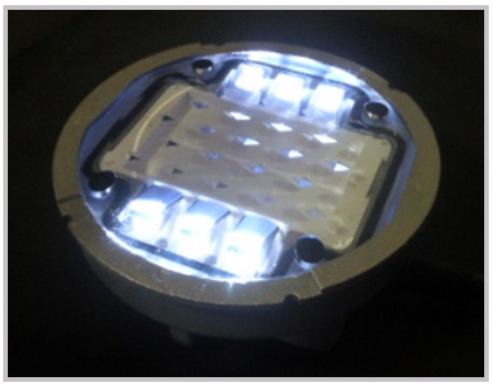

Figure 4. Example of in-pavement flashing light

Table 4. Requirements of in-pavement flashing light for crosswalks

구 분		기능설명	근 거
파 워		자가발전력	에너지효율화
유지보수		상태파악	지속가능성
제어	점멸	점등 점멸 점멸패턴	점멸이 사고방지에 유리 (Huang, 1999)
	색상	색상 변경	운전에 영향을 미치는 요소(Prevedouros, 2001) (기후환경 고려)
	조도	조도 조정	
확장	반응	자가 반응력	기능 지능화 및 활용성 증진
	센서 슬롯	기능다변화	
통신	IN	제어입력	스마트 장비화 (외부인터페이스)
	OUT	데이터 통신	

둘째는 일단 설치된 표지병의 유지보수가 가능해야 하고, 고장 및 운영상태 파악, 조치 등을 취할 수 있어야 한다.

셋째는 제어통제와 ITS와의 연계 기능이 수행되어야 하며, 다양한 기능으로 확장을 위한 인터페이스 기능도 갖추어야 한다. 이러한 기능들은 기존의 여러 가지 도로표지병의 특성을 종합하여 예측할 수 있는 기본 요구사항이다.

이밖에 해외의 실증 연구들에서 제시하고 있는 점멸, 색상변경 및 조도 변경 등의 제어기능이 필요하고, 다양한 기능 확장 및 타시스템과의 연계성을 확보하기 위한 통신 기능도 수행되어야 할 것이다.

마지막으로 이러한 기능을 스마트하게 수행하기 위하여 무선시스템 체계를 도입하여 활용성 증진과 함께, 설치공사비용 및 운영비용의 절감, 유지보수 비용의 절감도 이루어야 할 것이다.

3.1.2 제어기

제어기는 횡단보도상의 도로표지병과 제어시스템, 그리고 외부 시스템등과의 인터페이스를 유지하게 하는 중요한 장비이다.

일반적으로 제어기가 도입되지 않은 도로표지병의 경우 도로표지병 단독체계로 운영되며, 외부와의 인터페이스 및 제어기능은 상실하게 된다. 또한 상태파악 및 사후관리가 곤란할 수 있어 전체적으로 체계적인 운영이 불가능하다고 볼 수 있다.

제어의 형태에서는 유선 방식으로 일방적인 전력을 공급하거나, 점등과 소등의 단순한 기능과는 구별되는 다양한 형태의 제어기능이 요구된다.

Figure 5. Examples of controller for in-pavement flashing light

3.2 기존 체계와의 비교

횡단보도에 시선유도등을 적용하는 경우에 기존 도로표지병 시스템과 무선제어가 가능한 시스템을 활용하는 경우의 시스템상의 차이점을 분석하였다.

Figure 6은 기존시스템과 새로 제안된 시스템간의 관계를 그림으로 나타낸 것이다.

무선제어 시스템에서 제시하는 것은 Solar 시스템을 채택하면서, 표지병은 점등이외에 점멸, 색상, 조도 등을 변경하도록 하는 것과, 무선제어기를 통하여 무선제어 및 상태 모니터링을 수행하는 기능을 갖는 시스템을 설계하고 있다. 또한 통신망을 통하여 제어센터 및 타 시스템 즉, ITS 등과도 연계할 수 있도록 연계성을 확보하였다.

Table 5. Comparison of in-pavement flashing light systems

구 분		기능설명	Solar형	유선형	무선 제어형
파 워		자가발전	O	X	O
유지보수		지속성	X	O	O
제어	점멸	점등 점멸 점멸패턴	O X X	O X X	O O O
	색상	색상 변경	X	X	O
	조도	조도 조정	X	X	O
확장	반응	자가반응	△	X	O
	센서 슬롯	기능다변	X	X	△
통신	IN	제어입력	X	X	O
	OUT	데이터통신	X	X	O

이를 기존의 시스템의 성능과 비교하여 Table 5와 같이 작성하였다.

본 연구의 시스템을 횡단보도에 적용하는 방법은 횡단보도를 위한 안전시스템에서 보행자 등의 안전을 위한 조명등 또는 보행등을 운영하는 것과 운전자, 보행자 등의 주의를 집중하면서 안전한 주행 및 보행할 수 있도록 하는 표지병 시스템 즉 시선유도등 시스템이 운용될 수 있다.

이들 두 가지 방법은 융합하여 활용될 수 있으며, 이런 경우의 횡단보도 안전시스템의 이용방법은 다음의 Table 6과 같다.

Table 6. Operating examples of safety crosswalk system

구역	도심지역		외곽지역
시간대	야간 (일몰 -23시)	심야 (24시 -일출)	일몰 -일출
특징	다수 이용자, 빈도빈번	소수 이용자, 주변어둠	소수 이용자, 주변암흑
이용장치	신호등, 조명등, 시선 유도등 (표지병)	보행자 감지장치, 조명등, 시선 유도등 (표지병)	보행자접근감지장치, 횡단보도 감지장치, 조명등, 시선유도등 (표지병)
이용방법	신호등과 연동하여 작동	보행자 감지에 의해 작동	보행자 감지에 의해 구역별 운용 (대기구역,횡단보도)

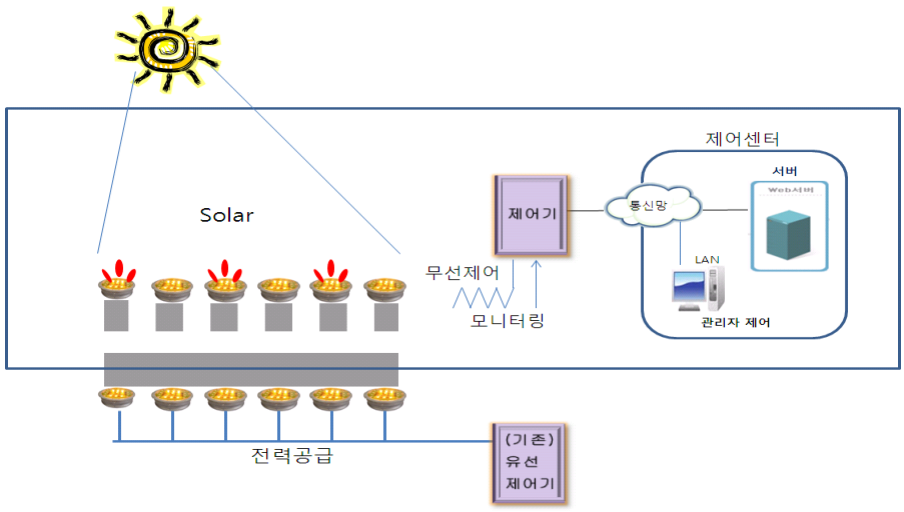

Figure 6. Wireless controlled in-pavement flashing lighting system

4. 비용효과 비교분석

무선제어가 가능한 도로표지병을 사용하였을 경우의 시스템 효율성에 대한 비용분석에서는 무선장비와 제어가 가능한 도로표지병을 횡단보도에 설치하는 경우와 일반 도로표지병을 설치하는 경우에 대하여 공개된 비용정보를 통하여 비용 분석을 수행하였다..[1)]

3가지 형태의 도로표지병을 시선유도등으로 사용하는 경우의 설치비용을 계산한 것은 다음의 Table 7과 같다.

일반적으로 시선유도등 설치에 요구되는 비용이 가장 적은 것은 Solar형이라고 할 수 있다. 그러나 이 형태의 경우 단독적인 교통시설물을 설치하는 것으로 유지보수의 기능이 현저히 떨어지고, 가시성이 보장되지 않는 단점이 있다. 또한 제어의 기능 및 다양한 인터페이스도 확보할 수가 없으므로 크게 권장할 수 있는 시선유도등의 장비가 되지 못한다. 따라서 유선형과 무선형의 두 가지 형태를 시선유도등으로 사용해 볼 수 있는 데 이 경우의 설치비용을 분석한 결과 Table 7과 같이 나타났다.

단순 도로표지병의 개별 단가만 비교하는 경우는 유선형이나 무선형 어느 것을 사용하여도 크게 비용 우수성이 나타나지 않는다. 그러나 실제 횡단보도상에 유선형을 설치하는 경우의 설치비는 무선형을 설치하는 경우 보다 훨씬 많은 비용이 소요되고 있음을 알 수 있다.

즉 무선제어가 가능한 도로표지병을 사용할 경우, 설치비가 절약될 뿐만 아니라 다양한 기능상의 장점을 얻을 수 있으므로 무선 표지병이 이용되는 것이 효과적이다. 이를 실제 대도시 또는 중소도시에 설치하는 경우로 확장한다면 그 비용차이는 더 현저하게 나타난다. 예를들어 2011년 12월의 서울시 교통안전시설물 통계에 의하면 서울시의 도로 횡단보도의 수는 총 26,757개소이고(서울시, 2011), 성남시는 총 2,853개소로 나타났다(성남시, 2011).

도로의 모든 횡단보도에 시선유도등을 설치할 필요는 없지만, 설치가 필요한 횡단보도가 20%라고 하여도 비용절약 효과는 서울시의 경우 164억원, 성남시는 17.5억원이 절감되는 효과를 거둘 수 있게 된다.

효과적인 측면을 비교하면 해외 연구에서 제시하고 있는 시인성의 기능과 보행자와 운전자의 주의집중력 측면에서 요구되는 기준인 점멸, 조도변경, 색상변경의 기능 수행여부를 비교하면, 무선형의 경우는 이를 충분히 수행할 수 있고, 유선형의 경우 점멸, 색상 등의 일부 기능을 수행할 수 있다. 그러나 Solar형의 경우는 이런 기능을 수행할 수 없어 기능상에 현저한 차이를 나타낸다.

따라서 종합적으로 분석하면 횡단보도에서 운전자와 보행자의 안전을 위한 시선유도등의 경우 무선 표지병을 사용하는 것이 비용 및 효과 측면에서 우수한 효과를 거둘 수 있는 것으로 분석되었다.

Table 7. Construction cost for in-pavement flashing light systems

구 분	Solar	유선형	무선형
표지병(1식)	91[1)]	375[2)]	350[3)]
공사비 (표지병개당)	24[4)]	71.6[5)]	24[4)]
제어기	0	1,8006)	1,800[6)]
왕복4차선계 (경비제외)	2,300	10,732	7,660

(단위: 천원)

1) 월간물가자료 11종(매립형) 평균가
2) 월간물가자료 2종(매립형) 평균가
3) 조달청 조달단가(예정가)
4) 월간물자자료 개당 설치비 적용
5) 건설표준품셈으로 환산

구 분 (4차선횡단보도시)	단 위	금액(원)
포장절단	60M	83,340
포장복구	0.3M3	1,553
조가선설치	15M	24,690
전력케이블설치	45M	92,475
전력적선접속	20개소	658,220
제어용케이블설치	32M	239,008
합성수지관부설	30M	134,730
시선유도등 설치	20개	47,020
교통통제	1일	151,216
설치비합계	-	1,432,252
개당 설치비	X/20	71,612.6

6) 월간물가자료 제어기 일반 가격

5. 결 론

본 연구에서는 횡단보도상에서 무선제어를 통하여 도로표지병의 다양한 기능을 수행하면서, 시인성 및 주의집중력을 확대할 수 있는 시선유도등 체계를 설계하고 제시하였다.

기존의 시선유도등 체계에서 수용할 수 없는 다양한 기능을 무선제어가 가능한 도로표지병을 사용하여 수

1) 비용정보는 한국물가협회의 월간물자자료 2012.9 (pp.195-202)와 조달청 조달단가를 기준으로 함.

행할 수 있게 되었다. 이렇게 구성된 도로표지병은 보행자와 운전자 모두의 집중력을 증대시킬 수 있는 장점을 가지고 있다. 또한 무선체계를 사용하는 장점으로 인하여 기존의 유선 형태의 도로표지병을 설치하는 것보다 비용 측면에서도 효과적인 구축방안이 될 수 있음을 확인하였다.

그러나 현재 제안된 시스템은 확장성 및 외부 인터페이스의 기능에는 한계를 보이고 있다. 양방향 통신기능을 보유함으로 인해 실현할 수 있는 다양한 기능의 확장은 보다 연구되어야할 대상이기도 하다.

참고문헌

1. 국가경쟁력강화위원회, 2009, 교통운영체계 선진화방안, 제12차 국가경쟁력강화위원회
2. 박선복, 2007, 지능형 횡단보도 안전등(ICSL)의 효과분석, 석사학위논문, 명지대학교
3. Edward J. Kannel and William Jansen, 2004, In-Pavement Pedestrian Flasher Evaluation : Cedar Rapids, Iowa, CTRE, Iowa State University
4. Gabe Rousseau, Sheryl Miller and Ann Do, 2004, The Effects on Safety of In-Roadway Warning Lights at Crosswalks, Institute of Transportation Engineers, USDT
5. Herman Huang, Ronald Hughes, Charles Zegeer, and Marsha Nitzburg, 1999, An Evaluation of the LightGuard Pedestrian Crosswalk Warning System, Report for Florida Department of Transportation Safety Office
6. Panos D. Prevedouros, 2001, “Evaluation of in-pavement Flashing Lights on a Six-lane Arterial Pedestrian Crossing”, Proceedings of the 71st Annual Meeting of the Institute of Transportation Engineers, pp.14-16
7. Rock E. Miller, 2000, Illuminated Crosswalks An Evaluation Study and Policy Recommendations, Katz of Okitsu & Associates
8. Rock E. Miller and George Dore, 2003, “In-Pavement Flashing Crosswalks – State of the Art”, Proceedings of 2nd Urban Street Symposium, Anaheim, California, pp.28-30.
9. Soen Underlien Jensen, 2004, “Pedestrian Safety in Denmark”, Transportation Research Record 1674, Paper No. 99-0203, pp.61-69
10. 경찰청 사이버경찰청, 2010, http://www.police.go.kr
11. 서울시 교통안전시설물 통계, 2011, http://traffic.seoul.go.kr/
12. 성남시 교통시설물 현황, 2011, http://www.seongnam.go.kr/
13. 조달청, 2012 http://www.pps.go.kr/
14. 사단법인 한국물가협회, 2012, http://www.kprc.or.kr/