

ITS를 고려한 철도건널목 시스템에 관한 연구

류상환, 조봉관, 김종기

한국철도기술연구원 신호통신연구팀 책임연구원, 주임연구원, 책임연구원

A Study on the railway level crossing system concerning ITS

Ryu SangHwan, Cho BongKwan, Kim JongKi

Korea Railroad Research Institute, railway signalling & communication research team

Abstract - The accidents in a railway level crossing where passengers or vehicles pass on the track went through by the train with a inherent high rate on incidents lead to a vast economic damage on people and material resources. So, many protection equipments are placed on the railway crossing to prevent those kind of accidents. But there is a limit to control driver's rough activity, passenger's careless or an intentional accident. This study is trying to ensure the safety in railway crossing by providing the information on train's speed and expected passing time on the railroad to a road traffic control system or car driver. Additionally, this system has been studying the railway level crossing system concerning ITS to support harmonious traffic flow.

많은 실정이다. 주요 건널목 보안장치의 설치현황은 다음 표1과 같으며, 가장 최근에 설치된 건널목 보안장치로는 출구측 차단간 검지기, 정시간 제어기, 원격감시 장치 등이 있다.

1. 서 론

건널목 보안장치는 철도와 도로가 평면 교차하는 곳에 설치된 건널목을 통과하기 전에 열차의 접근을 통행하는 모든 차량과 보행자에게 알려주어 정지 또는 안전을 확보하게 함으로써 건널목의 사고를 사전에 방지하기 위한 설비를 말한다. 최근 열차의 고속화와 운행횟수의 증가 및 자동차와 보행자 등과 같은 교통망의 격증으로 열차 운행의 안정정확신속성이 위협을 받고 있기 때문에 건널목 보안장치의 설치를 보완하거나 확장하는 추세에 있다. 근본적인 건널목 사고 방지책으로는 건널목과 철도를 입체교차로화 하는 것이 이상적이지만 비용면에서 시 설비가 많이 드는 단점이 있으므로 통행차량과 보행자가 많은 건널목 혹은 사고유발 위험이 높은 곳부터 점차 입체교차로 되어 가고 있다. 본 연구에서는 철도건널목 보안장치의 현황 및 기술분석을 행하고, 철도건널목의 사고 사례분석을 통해 건널목 보안장치의 안전확보 및 성능향상 방안을 제시하였으며, 또한 현재 전세계적으로 이루어지고 있는 열차제어 시스템 및 건널목 보안장치 분야의 기술개발 동향에 대해 검토하였으며, 지능형 교통시스템(ITS)과 건널목 보안장치와의 연계를 위한 시스템 구축에 대해 연구하였다.

		총 계
건 널 목 보 안 장 치	전동차단기(일반,장대),수동	1,668(1,567, 101), 30
	경 보 장 치	1,678
	고 장 감 시 장 치	1,599
	지장물검지(자동)	150
	지장물검지(수동)	159
	신호정보분석장치	1,009
	원 격 감 시 장 치	45
	출구측차단검지기	40
	정 시 간 제 어 기	31
	영 상 감 시 장 치	2
	도로 교통 연동화	10
	음 성 안 내 장 치	242
경 광 등	969	

표 1 건널목 보안장치의 현황

2. 본 론

2.1 국내 철도건널목의 현황

건널목의 주요 보안장치로는 열차가 건널목에 접근하였을 때 도로 통행자에게 경고하는 건널목 경보장치, 열차가 접근하여 통과할 때까지 도로의 통행을 일시적으로 차단하는 차단기와 이들의 기능유지 여부를 집중적으로 감시하는 건널목 고장감시장치 등이 있으며, 2001년 1월을 기준으로 한국의 철도 총연장은 2,500km, 총 건널목수는 2000년에 비해 60개가 줄어든 1,776개이며, km당의 건널목수는 0.71 개로 프랑스(0.63/km) 등의 국가보다 조금

2.2 해외 철도건널목의 현황

철도건널목은 철도와 도로가 교차하는 지점에 설치되므로 철도 및 도로 양측에 추가적 비용을 발생시키며, 안전과 성능(정시성) 및 유지보수 관련 문제들을 불러일으킨다. 지난 몇 년간 안전규정, 기술적 성능개선 및 교육적 프로그램들이 사고의 발생 수를 현저히 감소시켜 왔다. 최근의 발전(철도의 사유화, 하부구조 소유자와 열차 운영자간의 분리)으로 인해 이전보다 더 많은 기관들이 철도건널목에 연루하게 되었다. 그와 동시에, 도로와 철도에서 증가하는 교통량 밀도가 경제적 부담의 문제와 관련하여 마찰을 더하고 있다. 표 2의 통계 자료는 각 철도건널목은 개별적인 주의를 요구함을 명확히 보여 준다. 실질적인 건널목 구조, 경보장치, 교통량(철도와 도로 모두에서) 및 과거사건들의 원인 분석에 관한 정보를 수집함으로써 철도가 예측된 위험에의 노출을 피하기 위한 조치를 취할 수 있도록 한다. 철도 건널목의 '위험에의 노출' 상태는 역동적인 과정으로서 설명될 수 있다. 즉 교통 밀도의 변화, 철도와 도로의 변화, 시야선들의 변화 및 경보장치에 따른 보호의 정도는 모두 철도 건널목의 유지보수와 성능개량의 비용에 영향을 미친다. 교통 수단의 안전성, 경제적 측면(투자)과 환경학(소음, 오염 및 철도건널목에서 기다리는 도로 차량의 동력 손실)에 관련된 국가적인 정책들은 아직 통합되지 못하고 있는 실정이다.

국가	철도 건널목	철도총 연장 (km)	건널목 상에서의 열차의 최고속도	총 사고 (발생건수 /년)	총 사망자 (명/년)
일본	38,000	27,000	130	487/1998	130/1998
미국	260,000	260,000	-	3508/1998	431/1998
독일	28,000	38,500	160	483/1998	99/1995
프랑스	21,268	32,275	160	235/1990	50/1990
폴란드	18,393	25,166	160	176/1995	93/1995
스웨덴	10,429	9,745	200	49/1995	8/1995
영국	9,231	16,532	무제한	36/1990	22/1990
이탈리아	7,471	16,118	200	36/1990	10/1990

표 2 주요 국가의 철도 건널목 통계

2.3 철도건널목 보안장치의 기술분석

건널목 보안장치는 인명과 직접적인 관계가 있는 설비로 안전측 동작(fail-safe)을 원칙으로 설계하여 수년간의 사용경험에 의해 신뢰성이 입증된 계전기 sequence 회로를 사용하고 있다. 현재 사용중인 건널목 경보장치의 제어는 정거리 방식으로 건널목이 있는 구간에 운행되는 열차의 최고속도를 감안하여 경보가 최소 30초 동안 울릴 수 있는 거리에 경보 개시점을 정하여 사용하고 있다. 건널목제어는 경보기와 차단기를 제어하는 회로와 명령계통의 제어회로가 있으며 명령계통의 제어를 경보제어라고 하고 제어방식은 경보제어회로를 말하고 제어방식은 연속제어와 점제어가 있으며 연속제어는 궤도회로 등에 의해 열차의 유무를 연속적으로 검지하는 것이며 점제어는 건널목 제어자에 의한 열차 검지방식으로 불연속적으로 열차의 유무를 검지한다.

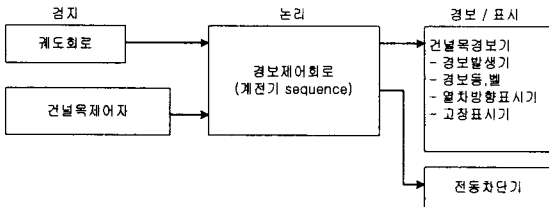


그림 1 건널목 보안장치의 동작흐름도

그림 1 건널목 경보장치의 동작흐름은 궤도회로나 건널목제어자를 이용하여 열차를 검지하고, 이를 논리회로인 경보제어회로에서 계산하여 건널목 경보기를 이용하여 경보를 발령하고 전동차단기를 구동시켜 건널목을 차단하는 흐름으로 되어 있다. 건널목 차단기의 시간별 동작흐름은 그림 2와 같다.

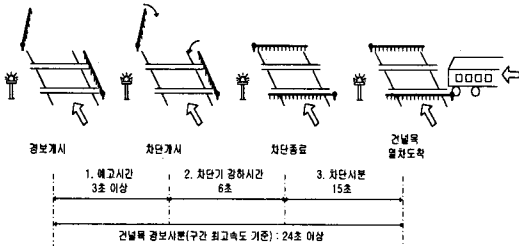


그림 2 건널목 차단기 동작시간(신호보안규정치)

2.4 철도건널목 제어분야의 기술개발 동향

2.4.1 열차제어 시스템

가. ERTMS/ETCS (유럽)

차량과의 통신을 수행하는 ERTMS/ETCS는 경보시간을 열차의 실제속도에 맞추어 조절하고, 도로 이용자들의 대기시간을 최소화하도록 한다. ERTMS/ETCS는 철도건

널목에서 경보장치를 동작시키는 새로운 선택적 방안을 가능하게 할 것으로 기대하고 있다.

나. CARAT(일본)

CARAT는 열차의 위치, 속도 검지 및 열차와 지상간의 데이터 전송을 이용함으로써 발전된 철도건널목 제어 기능들을 제공한다. 차상장치가 철도건널목 앞에서 열차를 정지시키기 위한 감시커브를 생성하고, 철도건널목을 제어한다. 철도건널목이 제대로 기능하기 시작하면, 감시커브는 해제된다. 이는 안전 및 적절한 경고시간 모두를 보장한다. 그림 3에서 보면 기존의 제어방법으로는 경보시간이 35초에서 120초 사이의 범위에 걸쳐있는 반면, 모의실험에 따르면 이 시스템에서의 경보시간은 대략 35초로 일정함을 보여준다. 즉, CARAT 시스템은 열차의 속도에 따른 경보시간의 적절화 및 장애물검지와 연동한 열차긴급정지 등 기능과 안전성의 향상을 가져오는 효과를 보게 되었다.

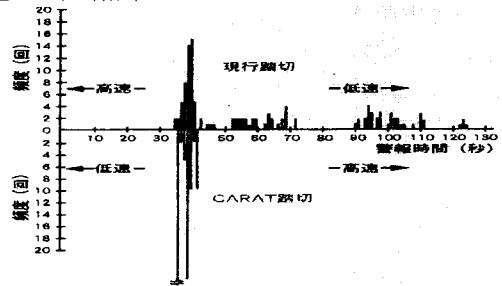


그림 3 CARAT에 의한 건널목 경보시간

다. PTS/ITS(미국)

GPS에 기반을 둔 PTS(Positive Train Separation) 시험 프로젝트에서, 지능형 건널목 제어기는 차단기를 제어하고 중앙통제실에 상태 메시지를 송신할 뿐만 아니라, 도로이용자들을 위해 개발된 지능형 교통시스템(ITS)과도 조화를 이루게 된다. 이외의 국가들도 건널목제어에 있어서 도로측에서 활발히 진행중인 ITS 시스템과의 연결이 중요함을 깨닫고 있다.

라. CBTC 시스템

현재 IEEE에서 규정하고 있는 열차제어 시스템인 CBTC 시스템에서, CBTC 시스템은 CBTC 영역 내에 있는 모든 건널목들에 대한 제어를 제공해야 하며, CBTC 시스템은 CBTC를 장착한 모든 열차들이 도착하기 전에 모든 건널목들을 동작시켜야 하며, 그 열차들이 지나간 후에는 즉시 그 작동을 멈춰야 한다는 조항을 포함하고 있으며, 이에 포함되는 기능으로서의 다음과 같은 것들을 들 수 있다.

- 정시간 경보(consistent warning time)
- 고장경고(failure alarm)
- near-side station stop preemption
- 중지(interruption)
- 도로교통 신호 연동 및 프리펄스(highway traffic signal interconnection & pre-pulse)
- 정차된 차량 검지(stalled vehicle detection)

2.4.2 장애물 검지기(obstacle detector)

국내에도 설치되어 있는 장애물 검지기는 일본과 유럽(특히 독일)에도 설치되어 왔다. 이들의 설치는 차단기 폐쇄 이전, 진행동안 및 이후에 철도건널목에 남아있는 물체를 검지함으로써 안전에 이바지하고 있다. 우리나라를 포함한 일부국가들(예:일본)에는 긴급설비도 철도건널목에 설치되어 있는데, 이는 문제 발생시 도로 이용자가 철도에 경보를 제공할 수 있도록 한다. 이를 통해 긴급 상황에 신속히 대응할 수 있게 한다.

2.4.3 전자 철도건널목 제어기

마이크로 프로세서와 무선통신 기술은 문제 상황을 제어하고 진단하는 새로운 방식의 접근을 가능하도록 했

다. 전자 철도건널목 제거의 자기진단 기능은 고장 방지를 개선하면서 유지보수를 최적화할 수 있도록 한다.

2.5 건널목 사고현황 및 분석

표 3에서도 알 수 있듯이 건널목 사고는 건널목 보안 설비의 꾸준한 확장 등으로 점차 감소하는 추세에 있으며, 1999년에 비해 2000년도에는 20건이 감소하였고 사고를 원인별로 보면 운전자의 준법정신이 결여된 열차 통과 직전 사고가 전체사고의 60%를 차지하고 있음을 알 수 있다.

년도별	원인별					
	합계	직전 횡단	차단기 돌파	자동차 고장	운전 부주의	기타
합계	574	344 (60%)	89 (16%)	8 (1%)	123 (21%)	10 (2%)
5개년평균	114.8	68.8	17.8	1.6	24.6	2
1996	172	117	16	3	35	1
1997	116	68	17	0	29	2
1998	116	69	19	4	22	2
1999	95	55	19	1	17	3
2000	75	35	18	0	20	2

표 3 년도별/원인별 사고현황(2001.1.1)

사고원인 중 직전횡단이란 건널목 경보를 무시하고 열차가 통과하기 직전에 건널목을 횡단하다가 일어난 사고이고, 차단기돌파는 차단기가 하강된 상태에서 진입하거나 중앙차선이 있는 곳은 우회하여 진입하여 일어난 사고이며, 자동차고장은 건널목 보판 상에서 자동차가 엔진정지를 하여 일어난 사고, 운전부주의는 차량유동, 안전시설물파손, 눈길에 미끄러짐 등의 사고, 기타의 원인으로 보전장비 반대선 운전, 음주, 건널목상 차량접촉사고, 지장건널목 내 후진, 경보불량 등이 있다.

2.5.1 사고 분석 및 결과

사고발생시 인적·물적 피해는 물론 열차 지연 등으로 철도 공신력이 크게 실추되는 운전사고 중에 건널목사고의 비율은 2000년을 기준으로 볼 때 93.7%(전체 운전사고의 80건 중 75건)이다. 현재까지의 꾸준한 안전설비 보강의 많은 증가에도 불구하고 사고는 현저히 줄어들지 않고 있는 실정이다. 또한 자동화된 건널목과 그렇지 않은 건널목의 사고 발생률은 거의 비슷하다.

- 건널목 사고 현황을 분석해 보면, 직전횡단이 전체사고의 약 60 ~ 70%를 차지하고 있는 것을 알 수 있다. 즉, 경보개시 후 차단기가 하강할 때까지의 시간(5초)에 주로 건널목을 통과하다가 건널목에 갇혀서 생기는 사고로 볼 수 있다.

- 2000년에 안전설비(3종)에 대한 설치가 있었는데 사고 발생건수를 보면 그전보다 많이 줄어들었음을 알 수 있다. 이 요인을 분석해 보면 가장 큰 효과를 본 건널목 안전설비는 출구측 차단간 검지기라고 할 수 있다.

- 따라서 건널목 사고를 줄이기 위해서는 직전횡단을 방지하는 것이 가장 효과적인 방법이라 판단되며, 이를 위해서는 출구측 차단간 검지기의 설치 외에 도로를 통행하는 자동차의 운전자가 철도건널목에 진입하기 전에 미리 열차접근 정보를 상세히 알려주어 직전횡단의 가능성을 사전에 방지하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

- 본 연구에서는 건널목의 특성 및 문제점을 고려하고 사고사례 분석에 기초를 하여, 철도건널목에 열차가 도달하기까지의 속도, 시간 등을 검지 및 계산하여 건널목 전방의 상황판(VMS)에 정보를 표시하여 자동차 운전자로 하여금 직전횡단 등의 가능성을 없애 철도건널목의 안전을 확보하고자 한다.

- 열차의 검지방식은 여러 가지가 있을 수 있으나, 기술발전 추세, 투자비 측면 및 해외의 동향으로 볼 때 Transponder(혹은 휠 검지기)를 기반으로 한 방법이 가장 적당한 것으로 제시되었다.

2.6 건널목의 안전 및 성능개선을 위한 방안

2.6.1 철도건널목의 수 감축

이는 불필요한 철도건널목을 없애거나, 또는 선로를 입체화 하는 것이다. 그러나 이에 대한 결정은 안전 요소에만 제한된 것이 아니며, 경제적, 환경적 고려와도 연관이 있다. 철도건널목의 제거를 위한 지역 단체들과의 협상은 몇 달이 아니라 몇 년이 걸릴 수도 있다. DB는 연간 대략 100개의 철도건널목을 제거하고 있고, 관련단체(철도, 지역 자치 단체 및 중앙 정부)들은 매년 무려 40억불의 비용을 부담하고 있다. 모든 국가들에서의 일반적 경향은, 모든 중요 고속도로 및 고밀도 도로 및/혹은 철도 교통망을 지닌 장소들에 대해서 철도건널목을 입체화하는 것이다. 유럽의 전반적 정책은 160 km/h 속도 이상의 철도노선에는 철도건널목을 허용하지 않는 것이며, 미국에서는 교통부가 지역 자치 단체로 하여금 불필요한 철도건널목을 폐쇄하도록 독려하기 위한 장려금 프로그램을 가지고 있다. 철도건널목들에 관한 계획과 설계 노력을 하나의 프로젝트로 통합하는 것은 프로젝트 비용의 현저한 감소를 가능하게 할 것이다.

2.6.2 경보장치의 설치 및 성능 개선

대부분의 철도는 철도건널목에 관한 명확한 분류를 가지고 있으며, 이를 통해 특정한 건널목에 대해 설치할 경보장치의 종류를 규정하고 있다. 이것은 철도건널목 설비의 성능개선을 위한 장단기적인 프로그램들로 이행된다. 건널목 경보장치는 그들만의 정해진 사용 주기가 있으며, 철도 운영자는 조달 할 수 없는 장비(obsolete)의 교체계획을 가지고 있다. 예를 들면, 독일에서의 평균 사용 주기는 대략 15년 정도이며, DB는 매년 약 500여 개의 철도건널목을 개량하는 계획을 가지고 있다. 1974년 이래로 미 연방 정부는 철도건널목 안전향상을 위해 보조금을 지원해왔다.

2.6.3 법의 강화

건널목의 자동감시를 위한 비디오 또는 CCTV의 설치 는 철도건널목에 대한 법의 강화에 도움이 된다. 법의 위반에 대해서는 문서화되어 있고, 미국의 경우, 벌금이 전체 프로그램의 자금을 조달하는 데에 사용되며, Norfolk Southern은 기관차 내에 카메라를 설치하여 기관사로 하여금 책임의 관점에서 이득을 보게 할 뿐만 아니라, 녹화된 내용을 교육적 목적으로도 사용할 수 있게 한다.

2.6.4 공공교육의 강화

대부분의 국가들에서, 건널목에서의 '발생가능한' 위험에 관한 공공교육을 실시하기 위한 프로그램들을 사용하고 있다. 독일에서는 DB와 German Auto Club이 공동으로 소책자를 발간하여 차량 운전자들에게 철도건널목에서의 올바른 행동에 관해 알리고 있다. 미국의 경우에는 몇몇 정부, 지역 자치 단체, 공급자 등에 의해 지원되는 광국가적 프로그램인 'Operation Lifesaver'가 지난 몇 년간 사고 발생 수를 줄이는데 성공적이었다. TV 광고, 학교 내 강의 등과 같은 다양한 활동을 통해 철도건널목에서의 잠재적 위험에 관한 공공의 이해를 높일 수 있다.

2.6.5 도로교통 신호와 철도건널목 경보장치와의 연동화

선로와 특히 평행하는 도로간에 유용한 대기 공간을 고려한 최적화를 통해 도로교통 신호와 철도건널목 경보장치와의 연동화를 행한다. 열차제어 시스템과 ITS간의 조화는 새로운 가능성을 제시할 것이다. 도로교통 신호에 따라 건널목 상에 자동차가 정차해서 신호를 기다리게 되면 열차의 지연을 발생하고 그에 따라 재정적, 경제적인 손실을 초래하게 된다. 또한 만약 이런 상황에서 열차가 진입하게 되면 사고로 이어질 수 있다. 이런 상황을 해결하기 위해서는 도로교통신호와 연동화가 하나의 방안이 될 수 있다.

2.6.6 철도건널목 폐쇄시간의 최소화

접근 중인 열차와 상호 연결된 철도건널목들의 기본적인 변수들을 고려하여, 도로 사용자의 지체시간을 줄이는 것은 새로운 열차제어 시스템과 연결된 새로운 전자제어 장치의 도입으로 이루어 질 수 있다. 비용절감의 정도는 매년 50억년의 차단기 폐쇄가 일어나는 독일의 예에서 볼 수 있는데 지체시간을 약 40초 정도로 줄임으로써 도로교통 비용과 자동차 오염을 현저히 감소시킬 수 있다.

2.6.7 철도건널목 위치와 상태에 대한 정보의 개선

이는 철도건널목 표시에 관한 새로운 방법의 도입에 관한 것으로 반사적 도구의 사용, 철도건널목에 접근시 특이한 소리를 발생시키는 특수한 도로표면의 사용 등을 의미하며, 여기에는 두 번째 열차가 접근함을 표시하는 도식법도 포함된다.

2.6.8 경보장치의 신뢰도/가용도 개선 및 경보시스템 고장시의 신속한 복구

건널목 경보시스템이 보다 잘 유지될 수 있도록 하기 위해서는 향상된 진단 시스템이 필요할 것이다. 새로운 진단시스템은 철도건널목의 동작 변수들을 계속적으로 감시할 수 있으며, 다른 감시 시스템에 쓰이는 것과 유사한 방식으로써, 유지보수 활동을 주기적인 것으로부터 '필요에 기반한' 것으로 옮겨갈 수 있게 한다. 이것은 고장시간(down time)의 감소를 가능하게 함으로써 경보장치의 신뢰도 및 가용도를 개선할 수 있을 것이다.

2.7 ITS를 고려한 철도건널목 시스템 구성(안)

ITS를 고려한 철도건널목 시스템은 "열차의 속도 및 위치표시형 건널목 정보전송 장치"로서 열차의 접근을 건널목 전방에 설치되어 있는 센서들로부터 검지하여 이 신호를 이용하여 열차의 속도를 계산하고 건널목에 열차가 도달하기까지의 시간을 계산하여 도로변에 설치되어 있는 VMS(Variable Message Sign) 혹은 도로교통 제어기에 전송하여 이 정보를 표시하도록 하여 도로상의 운전자에게 건널목 관련 정보를 제공하는 장치이다. 그림 4의 시스템의 구성(안)을 보면 선로변의 레일 양측에 열차의 위치 및 속도를 검지 및 보정할 수 있는 센서 2개가 설치되며, 선로변에는 센서로부터의 입력으로부터 위치 및 속도 정보를 계산하고, 기존의 건널목 보안장치들과의 인터페이스 및 도로에 설치된 VMS로 전송해 주기 위한 정보송신장치가 설치되며, 도로변에는 전송된 열차의 건널목 접근정보를 운전자에게 제공해주는 데이터 처리장치 및 정보표시 장치로 구성된다.

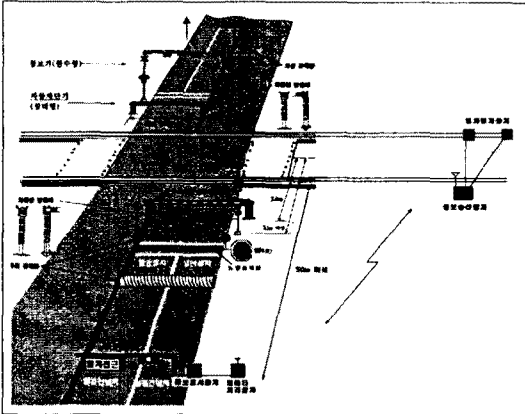


그림 4 시스템 구성(안)

열차검지용 센서는 투자비 측면 및 기술발전 추세를 감안하여 휠 검지기를 이용하여, 속도측정의 정확도를 높이기 위해(즉, 검지한 이후의 속도변화를 측정하기 위해) 2개 이상의 검지기가 사용될 수 있다. 다음 그림 5는 휠 검지기의 외형이며, 본 장치의 주요기능은 다음과 같다.

- 센서를 통한 열차의 검지

- 열차속도의 계산
- 건널목 도달시간의 계산
- 열차의 선두와 후미사이의 속도변화 계산
- VMS 장치로의 데이터 전송
- 자기진단(CPU, 열차검지 센서 고장, 보드탈락, 집적 회로 고장, 전원이상, 통신불량
- 각종 정보기록

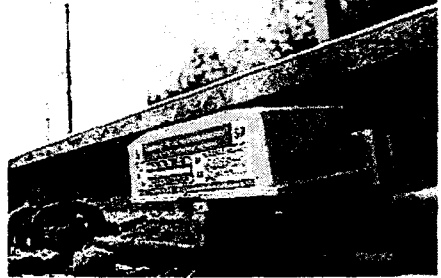


그림 5 휠 검지기의 외형

건널목 정보전송장치는 건널목 전방에 설치된 센서로부터의 열차접근이 검지되면 VMS장치로 다음의 정보들을 전송하게 된다.

- 경보발생 및 해제 상태(경보, 무경보)
- 건널목까지의 도착 예정 시간
- 열차의 속도
- 열차의 진행방향(상행, 하행)
- 제어보드의 상태(정상, 비정상)
- 건널목 제어기의 상태(정상, 비정상) 등등

3. 결 론

철도건널목은 철도와 도로 양 쪽 모두의 교통 흐름을 방해 할 뿐만 아니라 사고의 원인이 되기도 한다. 모든 철도의 장기적 목표는 경제적 동기(속도의 증가, 교통 밀도의 증가 등)가 있는 곳이면 어디든지 철도건널목을 제거하는 것이다. 철도의 기술개발(열차제어 시스템, 자기진단), 도로의 기술개발(ITS), 새로운 통신 및 위치추적 가능성, 인터넷을 통한 공공정보에 대한 용이한 접근 및 보다 지능적인 차상 및 선로변의 설비 모두가 유지보수 비용을 줄이면서 철도건널목의 성능과 안전을 개선할 수 있을 것으로 보인다. 건널목 관리자는 철도건널목 설비의 고장으로 인한 지연을 제거하기 위하여 노력하여야 할 것이며, 철도와 도로 사용자들은 모두 그들에게보다 효율적이 되기 위해 철도건널목 관련 정보를 사용할 수 있을 것이다. 이러한 각각의 노력을 통해, 철도건널목에서의 지연이나 충돌로 인해 발생하는 직접적/간접적인 비용들을 줄일 수 있다. 건널목의 상황을 열차의 운전석 내에 표시를 해주어 기관사가 필요한 행동을 취할 수 있도록 하거나, 건널목 보안장치와 열차제어 장치간에 정보를 주고 받을 수 있는 체계가 구축되고, 향후 ITS 사업이 본격적으로 추진되어 자동차의 운전석에도 건널목 관련 정보를 표시해 줄 수 있는 시스템들이 구축되면 지금보다 훨씬 더 건널목의 안전을 확보할 수 있을 것으로 판단된다. 본 논문은 건설교통부에서 시행하고 있는 ITS 연구개발 사업과 관련하여 1차년도에 수행한 연구결과를 정리한 것이다.

(참 고 문 헌)

- [1] TAC Research report, "Application of ITS/ATCS Technologies at Highway-Rail Level Crossing, 1996
- [2] UN, "Evaluation of cost-effective systems for railway level crossing protection" 2000
- [3] 철도청 전기본부, "신호설비 사고 및 장애 사례집" 2001