# 엑셀카운터 시스템의 규격 분석

## Standard analysis of the axle counter system

여인창**, 노성찬*, 유광균*†

In-Chang Yeo**, Sung-Chan Rho*, Kwang-Kiun Yoo*†

**Abstract** Rail way signal system development has led to an increasing use of axle counter to detect train in the places such as a dead section, level crossing area, etc. In order to enhance domestic axle counter system, it is necessary to examine the technical specifications of international and domestic axle counter systems. This paper studies international and domestic standards in detail and proposes the system development direction with analysed specifications. Furthermore, their paper derives the requirements for the domestic standard to aim the overseas market.

***Keywords*** **:** Axle counter system, International standards, Domestic standards

**초 록** 철도신호시스템의 발전으로 사구간, 건널목의 열차 검지 등 엑셀 카운터 시스템을 활용한 열차검지장치 사용이 증대되고 있다. 이에 따라 국내에서 엑셀카운터 시스템의 개발이 이루어지고 있어 해외 수출 등을 고려한 국내 및 해외 규격의 검토가 필요하다.
본 논문은 해외 및 국내에서 사용되고 있는 엑셀 카운터 시스템의 기술사양을 조사하고, 해외 및 국내 기술규격을 비교 검토하여 국내규격의 보완사항을 도출하고자 한다.
또한, 엑셀카운터 시스템의 해외시장 진출 시 국내 규격이 갖는 장단점을 분석하여 시스템의 개발방향을 제안하고자 한다.

**주요어** : 엑셀카운터 시스템, 해외규격, 국내규격

## 1. 서 론

엑셀카운터 시스템은 새로운 철도 신호시스템의 일부로 점차 그 활용 범위가 확대되고 있다. 엑셀카운터 시스템은 궤도회로를 대신하여 열차를 검지하고, 열차의 운행방향과 운행속도 등을 검지할 수 있는 시스템이다. 또한 CBTC와 같이 열차검지를 궤도회로에 의존하지 않는 시스템으로 철도신호시스템이 발전하면서 열차운전의 안전성을 증대시킬 수 있는 단순하면서 경제적인 시스템이라 할 수 있다. 엑셀카운터 시스템은 건널목 경보회로의 경보시점과 경보종점에 사용하며, 궤도회로를 사용하지 않는 열차제어시스템의 안전성 향상을 위하여서도 사용한다. 이와 같이 엑셀카운터 시스템의 사용이 증가하고 있는 추세이다. 본 논문은 해외 및 국내에서 사용되고 있는 엑셀 카운터 시스템의 기술사양을 조사하고, 해외 및 국내 기술규격을 비교 검토하여 국내규격의 보완사항을 도출하고자 한다.

† 교신저자: 한국교통대학교 철도대학 철도전기전자공학과(kkyoo@ut.ac.kr)
* 한국교통대학교 철도대학 철도전기전자공학과
** ㈜중흥테크놀러지

# 2. 본 론

## 2.1 엑셀카운터 시스템 기술동향

### 2.1.1 프라우셔

Frauscher GmbHtksms사는 자기 유도 원리를 이용한 열차검지센서인 RSR 123을 CENELEC 절차를 준수하여 개발하였다. 프라우셔는 개발된 열차검지센서를 활용하여, 높은 가용성과 경제적으로 설치, 증설이 가능한 엑셀카운터 시스템을 제공하고 있다. 엑셀카운터 시스템을 활용한 열차검지장치는 철도신호시스템 공급시 신호시스템의 일부로 공급되고 있으며 점차 그 사용개소가 증가하고 있다. 프라우셔에서 제공하는 엑셀카운터 시스템은 중앙 집중형 구조와 분산형 시스템 구조로 나뉘어져 있다. 중앙집중화 구조는 전체의 엑셀카운터 시스템 구성요소를 한 장소에 배치하는 것을 의미한다. 분산형 구조 시스템은 엑셀카운터 장치가 나뉘어 설치되어 있으며 통신시스템으로 철도 신호 시스템과 연결되어 있다. 따라서 센서 케이블 길이를 단축할 수 있으며, 엑셀카운터 장치를 다양하게 통합하여 운영할 수 있어 경제적인 설치가 가능한 이점이 있다.

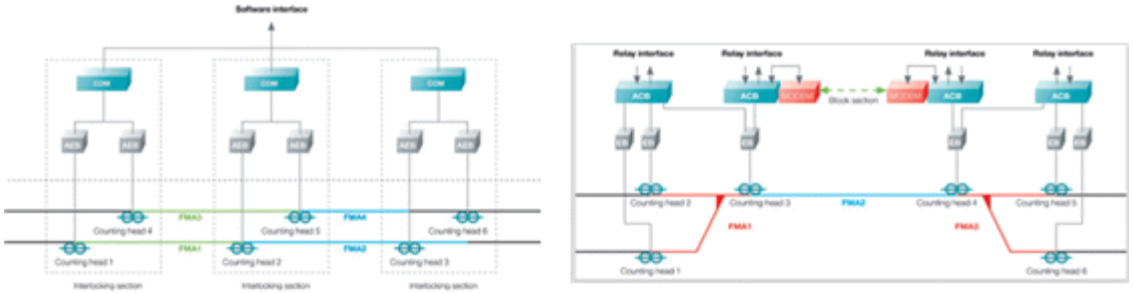

**Fig. 1 Centralized structure & Individual structure**

### 2.1.2 티펜바흐

티펜바흐사는 철도 운영에 있어서 선로에 대한 궤도 점유/비점유 기록을 부여하기 위해 다양한 전자장치를 이용한 이중 센서구조인 DSS를 활용하여 엑셀카운터 장치를 만든다. 엑셀카운터 장치는 두 개의 채널에서 발생된 신호를 완충 증폭기를 통하여 두 개의 검지센서에 전달하고 검지센서의 출력 신호를 수신하며, 고장검지신호를 수신하고 검지센서의 재설정 기능을 하도록 하고있다. 다음의 그림은 엑셀카운터 시스템의 구조를 나타낸다.

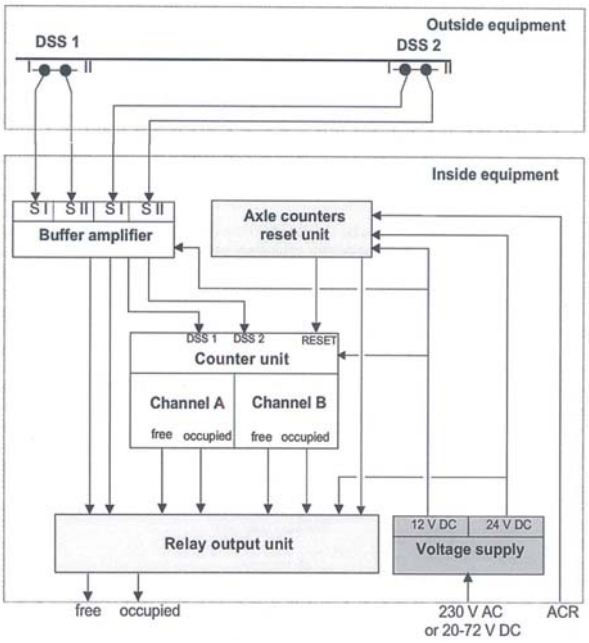


**Fig. 2 TAZ II block circuit diagram**

## 2.2 유럽 및 국내 기술규격

### 2.2.1 유럽 기술규격

엑셀카운터 시스템에 관한 유럽 규격은 2010년 7월에 제공된 CLC/TS 50238-3 Railway applications-Compatibility between rolling stock and train detection systems Part 3 : Compatibility with axle counters에서 정하고 있다. 이 규격의 통신, 신호와 연산처리등의 기술적 특징은 철도 전기전자응용기술위원회 CENEKEC TP 9X의 SC9A 보고서에 의하여 제안되었다. 최종적으로 국가적 수준의 규격으로 발표된 것은 2011년 1월 7일이며 EN/TS50238의 하부 규격으로 "Railway applications-Compatibility between rolling stock and train detection systems로 발표되었다. 본 규격에서는 3가지 부분으로 구성되어있다.

- 양레일 전류와 차량장치에 의하여 발생되는 자기장의 전파장애 제한 부분
- 전파장애 제한에 포함되는 차량 방사 확인과 호환성 검증을 위한 측정과 평가 방안
- 차축 카운터의 형태 고려사항 등 추가 요구 사항에 관하여 기술하고 있다.

규격에서 정하는 신뢰성 여유는 운영선에서 검지오류확률로 $10^{-7}$의 값을 규정한다. 이는 신호의 오차율 9dB를 포함한 값이다. 사용주파수는 TSI에 의하여 정의된 주파수를 사용하도록 제한하며 차량의 호환성 검증을 위한 다양한 방법에 대하여 기술하고 있다. 철도차량이 운영되고 있는 조건에서의 시험조건에 관하여 기술하고 있으며 전기차, 디젤전기기관차, 고속열차, 도시철도 등에 따라 각각 나뉘어 규정하고 있다. 또한 측정의 정확도, 측정방법 데이터 평가 방법등에 관하여 기술한다.

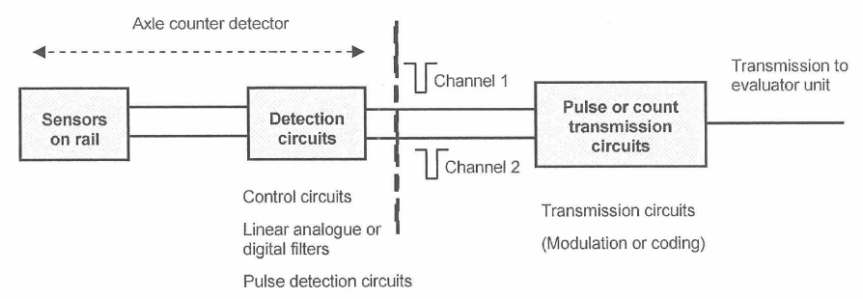


**Fig. 3 Axle counter detector, schematic**

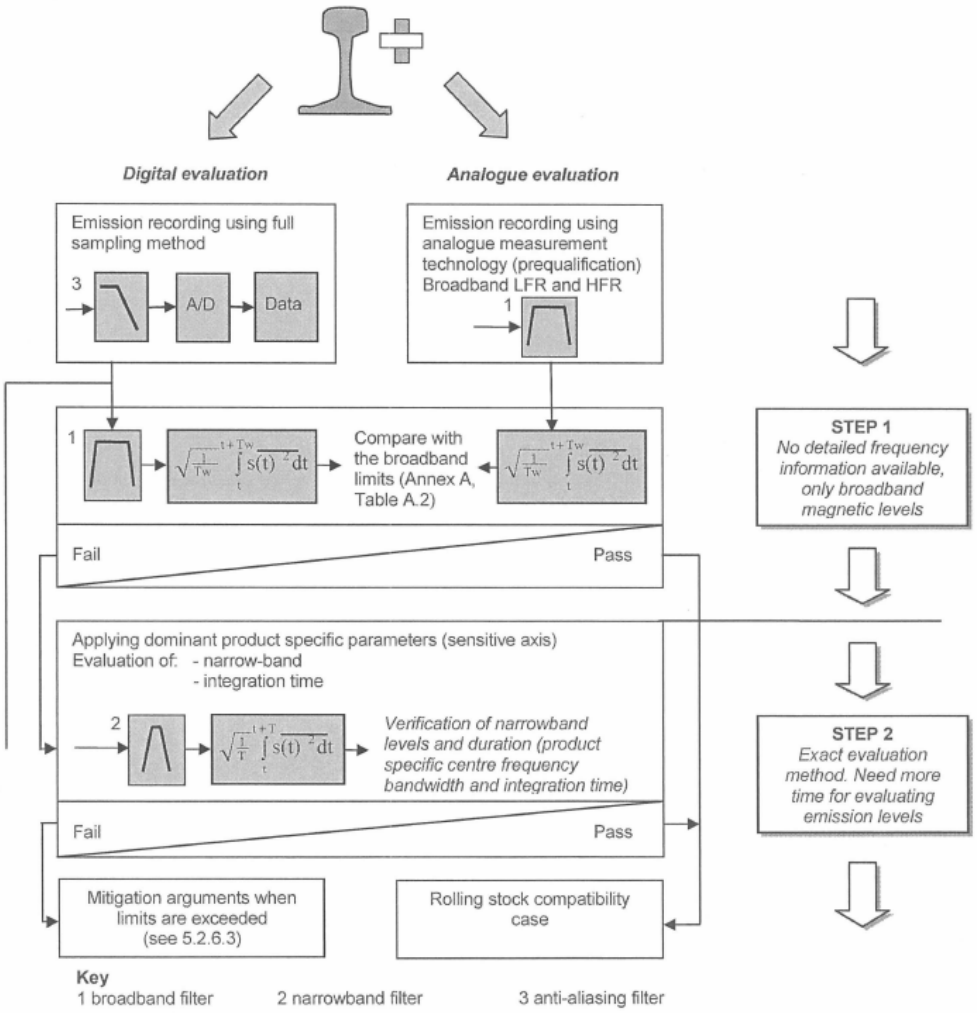


**Fig. 4 Measurement approach**

### 2.2.2 국내 기술규격

엑셀카운터 시스템에 관한 국내 규격은 2015년 8월에 제공된 KRCS C294 철도용품 공사규격서 차축검지장치에서 정하고 있다. 이 규격의 레일에서 차륜의 수량을 연산하여 궤도에 차량의 점유 상태를 검지하는 차축검지장치에 대하여 제안되었다. 본 규격에서는 6가지 부분으로 구성되어있다.

- 차축검지장치의 적용범위 및 분류
- 차축검지장치에 적용한 규격에 대한 적용자료
- 차축검지장치의 기능 및 성능에 대한 필요조건
- 차축검지장치의 검사 및 시험
- 차축검지장치의 포장 및 표시
- 차축검지장치의 일반사항

엑셀카운터 시스템의 기본구성은 [Fig. 5]와 같다.

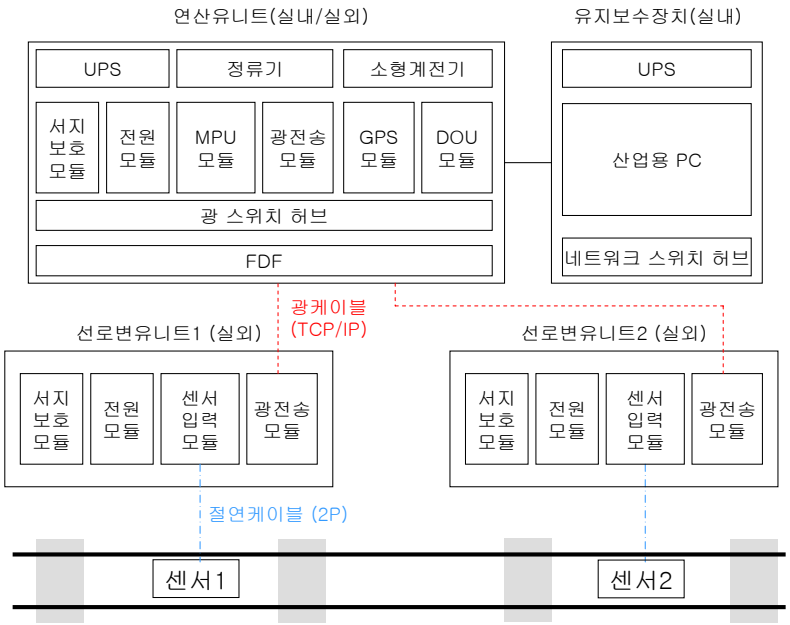


**Fig. 5 Axle counter system configuration**

연산유니트는 카운터 정보를 연산하여 구성된 궤도영역에 대하여 점유, 복구처리를 하며 출력모듈의 출력포트를 통하여 설치된 소형무극계전기를 동작시킨다.유지보수 장치는 카운팅정보 및 각 모듈의 동작상태 등을 유지보수 모니터를 통해 메시지 처리하여야 한다. 선로변유니트는 센서로부터 검지된 카운트정보를 연산유니트에 전송한다. 선로변유니트와 연산유니트는 광케이블로 연결하고 통신방식은 TCP/IP를 표준으로 한다. 센서는 열차의 차륜을 검지하여 선로변유니트에 검지정보를 전송한다. 레일에 부착된 센서가 취부대의 탈락검지센서에서 2㎜(±1㎜)이상 떨어질 경우에는 장애로 동작하며 선로변유니트의 센서입력듈과 1:1로 구성되어야 한다. 센서~선로변유니트간 최대 1㎞ 통신라인 구성이 가능하여야 한다.

센서 동작의 허용범위는 Wheel Fringe 중심의 하단에서 센서상단의 중심부까지 최대 40㎜ 이격거리에서 검지가 가능하며 Wheel 측면의 인식범위는 레일상단측면을 기준으로 0㎜~40㎜ 이격거리 에서 검지가 가능하여야 한다. 센서의 설치 위치는 Wheel Fringe 마모한계에 센서가 손상되지 않도록 레일 상단에서 센서상단까지 거리가 40㎜(±1㎜)가 되도록 한다.

### 2.2.3 유럽 기술규격 및 국내 기술규격 비교분석

유럽의 기술규격은 차량과 레일 등 차륜검지센서에 영향을 미치는 요소에 대하여 기술하여 개발에 대한 방향성을 제시하였으나, 국내의 기술규격은 국내 철도용품에 대한 기본 기술내용에 엑셀카운터 시스템의 구성 요소 및 각 구성 요소에 대한 기능 및 성능에 대하여 기술하였다. 따라서 유럽의 기술규격은 개발하는 과정에서 센서에 대한 오작동에 대하여 방지할 수 있도록 제시하고 있으나 국내의 기술규격은 기능 및 성능에 초점이 맞추어져 있어 제품 개발 및 성능검증 시 고려하여야 할 내용이 정확하게 정의되어 있지 못하고 평가방법에 관한 기술적 분석이 부족하다.

## 2.3 엑셀카운터 시스템 기본요구조건

### 2.3.1 설계 조건

1) 차륜센서 구조

엑셀카운터 시스템의 검지헤드는 Tx와 Rx가 구분된 구조와 변압기의 원리를 이용한 형태로 구분된다. Tx와 Rx가 분리된 구조는 검지 시간이 짧으므로 강제적으로 열차검지시간을 확장하는 방식을 사용한다. 변압기형은 차륜에 의한 자기 차폐와 유도전압의 원리를 이용한 방식을 이용하면 고속 열차의 열차검지에 용이할 것으로 판단된다.

**Table 1 International product features**

| 검토사항 | 공급업체 | |
|---|---|---|
| | TIEFENBACH | FRAUSCHER |
| 검지기 모델 | 2N59-1R-400RE-40 | RSR180 |
| 신호검지 카드 | AMPLIFIER (Analog Detect->Digital Out) | IMC (Analog Detect->Digital Out) |
| 검지 속도 | 250Km/h, 350Km/h, 450Km/h | 330Km/h |
| Wheel 지원 | 국내모델 지원 | 국내모델 지원 |
| 검지기 방식 | Inductive | Inductive |
| Drop off 기능 | 지원 | 지원 |
| 검지기 고정방식 | 레일 천공 | 클램프방식 |
| 검지기 신호 | Analog Signal (37.5KHz ~42.5KHz) | Analog Signal (디지탈 신호와 유사) |
| 검지기 결선 | Signal Line | Signal Line, Power Line |
| 검지기 내부구성 | 수동소자로 구성 | 전자회로 내장 |
| 상위 인터페이스 | 전용 Controller 모듈있음<br>RS485 (카드만 공급시 불필요) | ACS2000시스템에 모듈있음<br>모뎀 통신(구현시 모뎀 필요) |

2) 엑셀카운터 처리장치

엑셀카운터 처리장치는 선로변 특수환경을 고려한다면 검지모듈은 철도보드 유니트 내에 수용되어야 한다. 따라서 역간에서는 KRS에 규격화된 기구함, 역구내에서는 신호기계실에 전용 캐비넷에 실장하여 운영하여야 하며, 내부에 실장되는 각종 처리카드는 기능에 따라 설치한다.

3) 선로변유니트

선로변유니트는 레일에 취부되는 차륜센서와 선로변 기구함 또는 기계실 엑셀카운터처리장치와의 케이블 접속을 위하여 선로변에 설치된다. 또한 선로변유니트를 선로변에 설치할 경우 내부에 비, 눈 등 물이 스며들지 않는 구조로 설계되어야 한다. 특히 차륜센서에 연결되는 케이블의 길이는 케이블 임피던스를 감안하여 외부 이상전압으로부터 영향을 최소화할 수 있도록 차폐케이블을 사용하여야 한다.

## 3. 결 론

엑셀카운터 시스템을 개발할 때 가장 주안점을 두어야 하는 것은 열차검지의 무한 신뢰성을 확보하는데 있다. 그러기 위해서는 설계 및 제작, 시험단계에서 열차검지의 오류를 범하지 않기 위해서는 체계적인 설계, 제작 프로세서를 바탕으로 규격에 입각한 환경시험 및 성능시험을 수행하여야 한다. 엑셀카운터 시스템에 대한 유럽규격은 EMI/EMC규격을 엄격하게 따르고 있다. 국내 규격도 유럽규격과 마찬가지로 전자기적 적합성에 대해 시험을 하고 있지만 세부적인 방법에 대해서는 기술되어 있지 않다. 따라서 국내규격도 유럽규격에 제시되어 있는 전자기적 적합성 시험방법과 동일한 시험을 할 수 있도록 보완하여야 된다고 판단된다.

또한 엑셀카운터 시스템 성능시험기관이 별도로 없기 때문에 국내 개발품을 해외에 적용하기 위해서는 신뢰성과 안전성을 입증할 수 있는 기관에서 검증을 반드시 받아야 하며, 검지 허용 오차율에 관한 신뢰성 확보율을 정의하여야 할 것이다. 외국기관에서 성능을 검증받기 위해서는 처음 설계부터 제작, 시험까지 검증프로세스에 맞추어야 할 것이다. 현재 국내에서 제작된 엑셀카운터 시스템 중 외국검증절차는 수행한 곳은 아직 없는 것으로 파악된다. 엑셀카운터 시스템 시장은 이미 외국 메이져 회사들(프라우셔, 티펜바흐 등)이 점령하고 있는 실정으로 국내 제품이 해외시장에 진출하기 위해서는 이들과 동등이상의 성능을 발휘하여야 한다. 그러기 위해서는 기존 열차검지 성능과 IT기술을 접목하여 유지보수성을 높이는 방법을 찾아야 할 것이다. 조만간 국내제품이 해외시장에 진출할 수 있기를 기대한다.

## 참고문헌


[1] 한국철도공사(2015), 차축검지장치(Axle Counter) 한국철도공사 규격서(KRCS C294, 2015. 8.21.), 한국철도공사.

[2] BSI Standards Publication(2010), Railway applications-Compatibility between rolling stock and train detection systems-Part 3 : Compatilility with axle counters, BSI Standards Publication.

[3] Ellis, T. J.(1985), The axle counter connection 1984 and other issues, [Melbourne] : Institution of Railway Signal Engineers, Australian Section.

[4] Use of axle counters for proving block sections on C.T.C. Territory on Queensland Railways, Institution of Railway Signal Engineers, Australian Section, 1985

[5] Andreas Rottmann(2004), Why choose Axle Counters for Track Vacancy Detection, IRSE AGM and Technical Convention-Melbourne.

[6] Simeon Cox(2011), A Review of Axle Counter Application; Reset Restore Methods, Their History, Their Current Application and Future. IRSE Australasia Technical meeting : Sydney.

[7] James Clendon, John Skilton (2011), Axle Counter – The New Zealand Experience, IRSE Austrasia Technical Meeting : Sydney.

[8] B. Kozol and D. F. Thurston, "Axle Counters vs . Track Circuits – Safety in Track Vacancy Detection and Broken Rail Detection," Am. Railw. Maintenance-of-w. Assoc. AREMA 2010 Annu. Conf. Expo., 2010.

[9] Josef Frauscher(2006), From track switch to inductive wheel sensor using a variety of technologies.



2016년 한국교통대학교 지원을 받아 수행하였음.