

KTX 안전장치의 운영 최적화에 관한 연구 (차상신호 및 속도계장치를 중심으로)

A Study on the Operating Optimum of Safety System in KTX

유병관*

Ryu, Byung-Gwan

김대식**

Kim, Dae-Sik

ABSTRACT

In order to install ATP system for KTX safety running, a study has been done to examine measures to ensure the interface between KTX and ATP system. Although onboard signaling system is efficient and has been verified both at home and abroad, alternatives for optimum installation shall be adopted so as to show designated performance taking into account the given peripheral device.

A solution to interface between beacon and onboard system shall be presented especially for the KTX, which runs on both high speed and conventional line (ATP-ATS). Furthermore, the method for controlling the braking process and recorder shall be studied.

1. 개요

고속철도차량은 300km/h로 주행하는 시스템의 집합체로, 각 장치별 성능확보 및 열차운행중 안전성 확보는 절대적이다. 이러한 안전성을 보장하기 위한 KTX에는 컴퓨터로 관리되는 자체진단 및 이중장치를 갖춘 각종 안전장치가 설치되어 있다. 이러한 안전장치가 제기능을 발휘하기 위해서는 각종 시험장비를 통해서 정해진 지침서에 따라 엄격하게 유지보수 되어야 함은 물론이다.

여기서는 고속철도차량 안전장치인 ATC(Automatic Train Control) 차상신호장치, 속도측정 및 기록계인 ATESS(Acquisition et traitement des enregistrements)장치, 주요장치 진단 등 주요 안전장치의 운영 현황에 대해서 살펴보고 최근 진행중인 ATP(Automatic Train Protection)시스템 등 고속철도차량 안전 및 진단장치의 현황과 전망을 서술하고자 한다.

2. KTX 차상신호 및 속도기록계장치 소개

2.1 ATESS(속도기록계장치)

ATESS는 열차운전중 안전상 주요사건을 정적으로 기록하는 장치로 주요기능은 다음과 같다.

- 열차속도 측정 및 주요정보의 기록(기록카세트 포함)
- VACMA(기관사 감시장치)
- TSL(열차속도제한장치: ATC 차단시 30km/h의 운전을 허용)

* 한국철도공사, 기술본부, 차량기술단

E-mail : ktx0404@hanmail.net

TEL : (042)609-3607 FAX : (042)609-3753

** 한국철도공사, 기술본부, 차량기술단

다음 그림 1은 속도측정(ATESS 랙)과 관련된 안전장치 환경블록 도표이다.

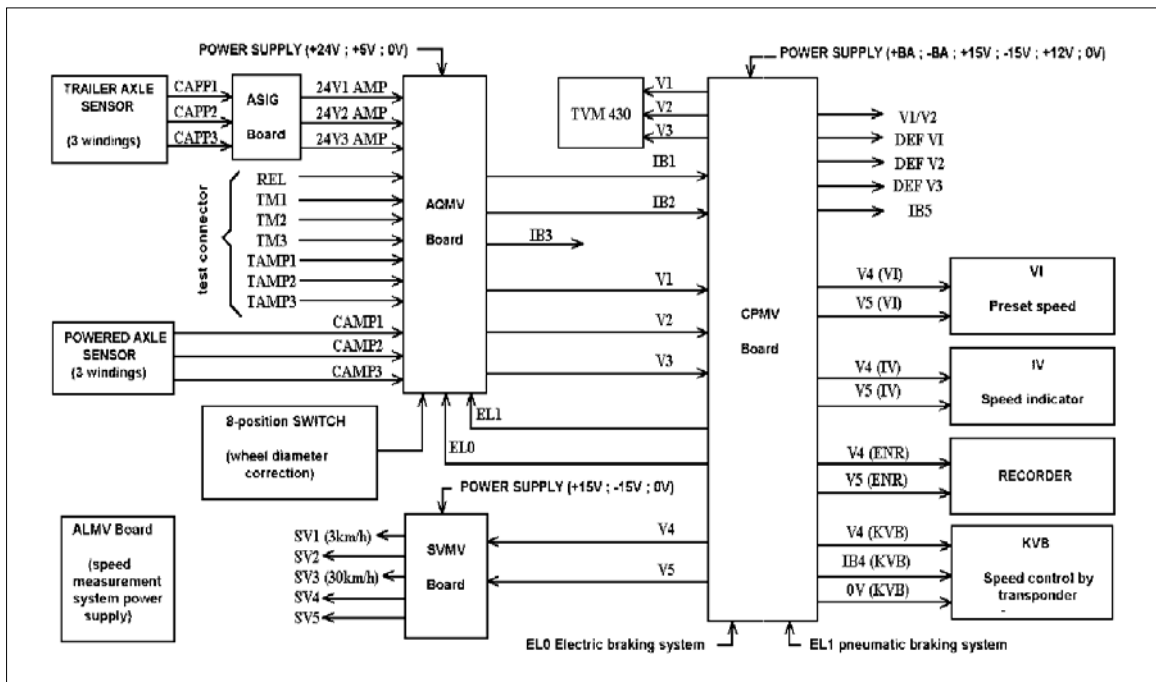


그림 1. 속도측정(ATESS 랙) 환경블록 도표

2.2 ATC(TVM430, ATS)장치

TVM430 (Transmission Voie Machine 430)은 궤도로부터 차량에 정보 전송을 의미하는 것으로 ATC 방식의 차상신호장치이다. KTX는 고속선에서는 ATC방식으로 300km/h, 기존선에서는 ATS(Automatic Train Stop) 방식으로 160km/h 운전을 허용하는 장치로 주요기능은 다음과 같다.

- 운전실 신호현시, 열차속도 제어(이상 연속정보)
- 팬토그래프 하강, 절연구간 처리, 터널 진출입, 절대정지구간 통과, 공사구간 서행기능 등(이상 불연속정보)

열차속도 현시 및 제어 시퀀스는 그림 2와 같다.

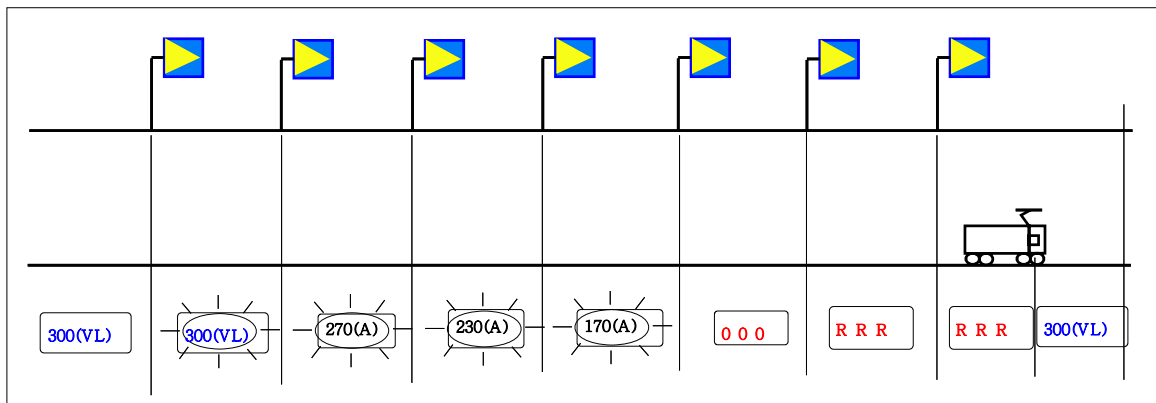


그림 2. 열차속도 현시 및 속도제어 시퀀스

ATC 차상장치의 구성은 그림 3과 같으며, 사용가능성을 최대한 보장하기 위하여 2개 채널로 되어 있다.

- PIC 랙 : 센서로부터의 신호정보를 해독하여 PIR 랙에 신호정보 명령
- PIR 랙 : PIC 랙으로부터의 정보에 따른 신호관련 계전기와의 인터페이스 및 PIC 랙의 전원공급

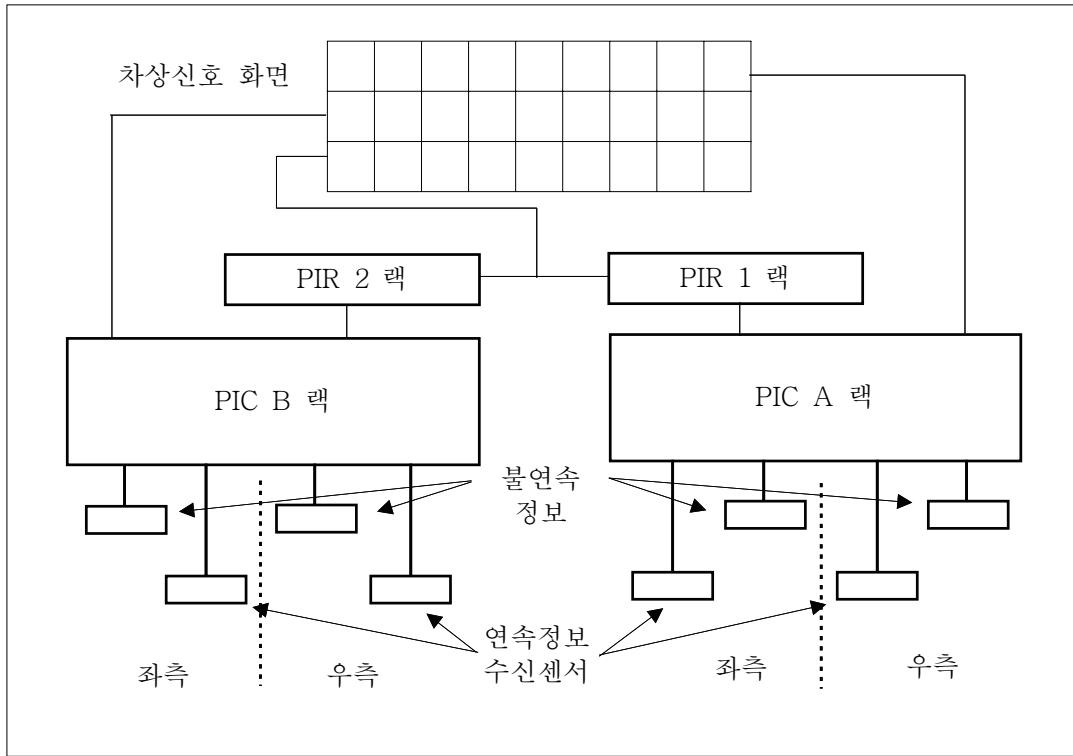


그림 3. ATC 차상장치 구성

연속 및 불연속정보 현시 가능성은 그림 4와 같다.

3. 고속차량 차상신호장치 및 속도기록계의 최근동향

3.1 ATP시스템 현황

3.1.1 ATP(Automatic Train Protection)시스템

폐색구간 경계지점에 설치된 지상자(Balise, Beacon)를 통하여 열차간 운행정보의 상호교환을 통해 최소 제동거리를 확보함으로써 운전시각 단축과 선로용량 증대를 가능하게 하는 시스템이다. ATP시스템은 열차의 운행속도 향상 및 조밀운전을 해결하기 위하여 불연속 정보전송 방법에 의해서 열차 제어를 가능하게 할 수 있어 주로 열차의 안전운행을 목적으로 사용되며, 현재는 220km/h 이하에서 사용중이다.

그림 5는 ATP시스템의 속도제어 곡선을 나타내는 것으로 기존의 ATS시스템이 계단적인 제어곡선을 보여주는데 비해 ATP시스템은 선형적인 제어곡선을 나타내어 빗금친 부분만큼의 운전효율을 기할 수 있음을 보여준다.

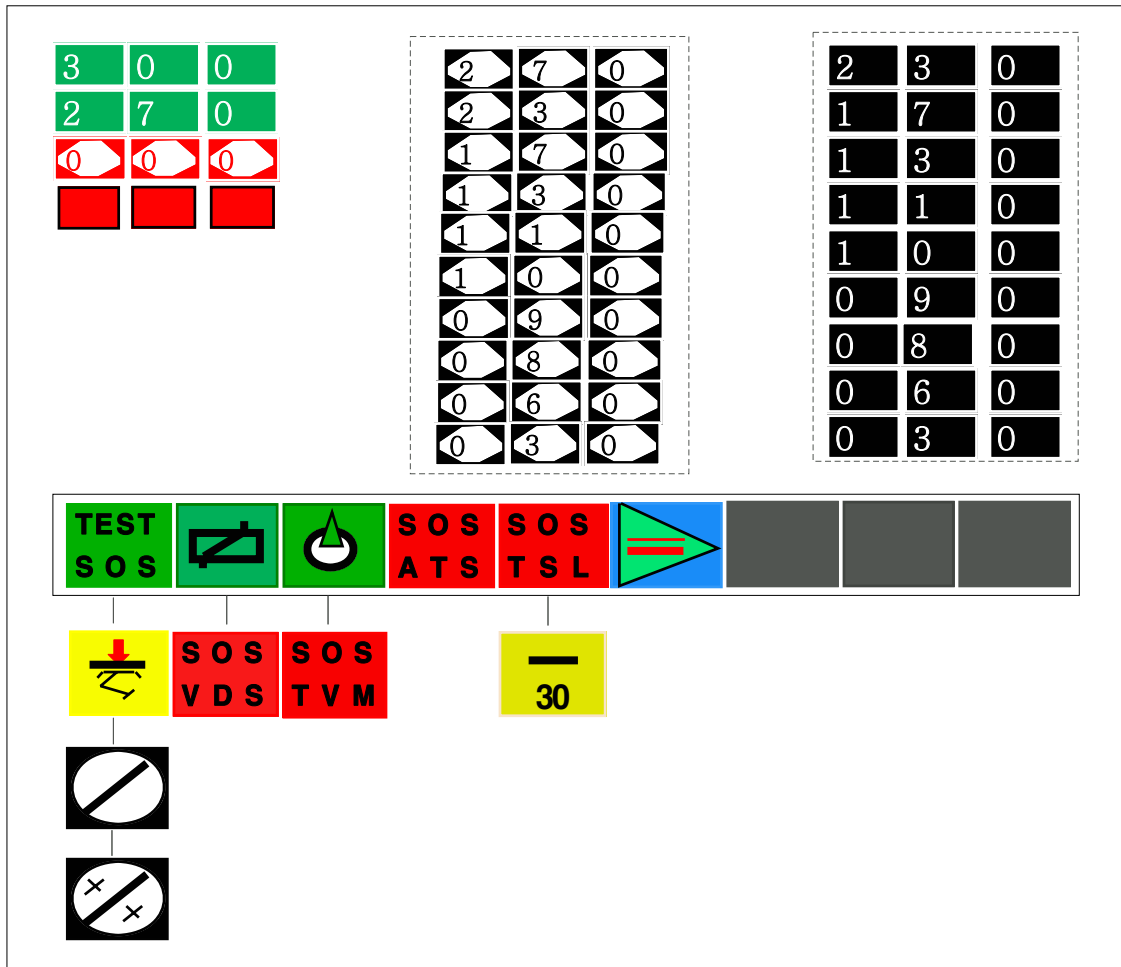


그림 4. 연속 및 불연속 신호 현시패널

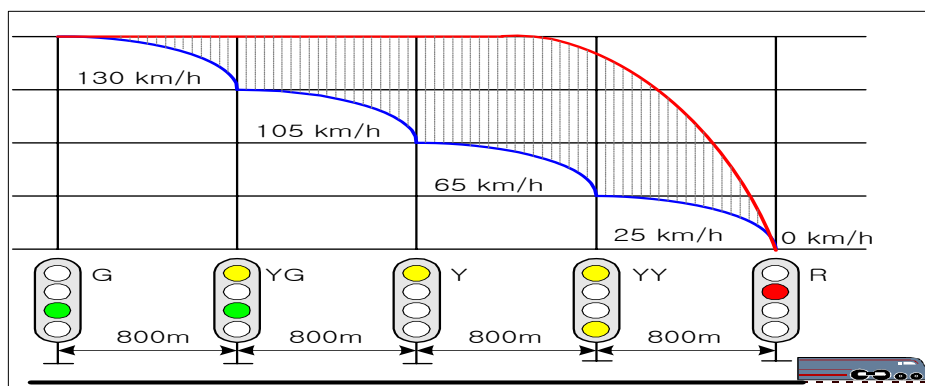


그림 5. ATP 속도제어 곡선도

3.1.2 국내 ATP시스템 설치 현황

현재 고속차량에도 일반선 운영을 위한 ATP사업이 도입 추진중에 있다. 국내 ATP시스템 설치 현황은 도표 1과 같다.

도표 1. 국내 ATP시스템 설치 현황 (2008년 4월 현재)

차종		계약수량	설치완료	미설치
KTX		92	2	90
디젤기관차	7000 ~ 7100	19	1	18
	7300 ~ 7500	187	122	65
디젤동차	새마을 동차	87	86	1
	CDC 동차	27	-	27
신형전기기관차		1	1	-
계		413	212	201

3.2 ATESS(속도계장치) 개량 현황

3.2.1 ATESS 기록계와의 인터페이스

JRU 기능을 포함하기 위해 기존의 FAIVELEY(사)의 기록계(Event Recorder)가 업그레이드 된다. 이 업그레이드는 단순히 두 개의 ATESS보드를 한 개의 신규 보드로 교체함으로써 해결된다. ATP 데이터의 기록을 지원하기 위해 MVB 인터페이스가 추가된다. JRU(Juridical Recorder Unit) 포맷으로의 내부 ATP MVB 포맷의 변환이 기록계(Event Recorder)에서 이루어진다. 기록계 구조는 그림 6과 같다.

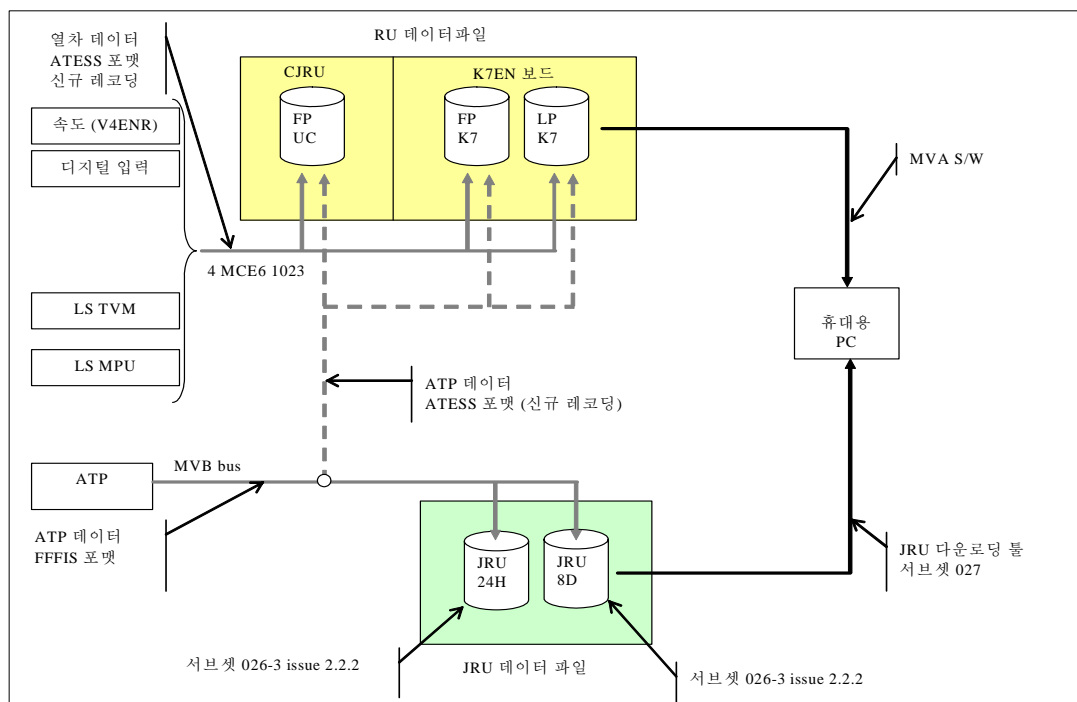


그림 6. 기록계 구조

3.2.2 기록계 기능

ATESS 장비는 다음과 같은 두 개의 레코더 기능을 제공한다.

1) KTX 차량의 기록내용

Korail 및 프랑스 표준을 만족하는 Recorder Unit (RU) : 시리얼 링크 또는 32 디지털 입력을 통해 수신되는 열차 운전 데이터를 기록한다. 이 정보는 레코더 메모리(FPUC) 및 탈착 가능 카트리지(FPK7 및 LPK7)에 저장된다. 이 카트리지의 크기는 현재 256 Kbytes로 운영하고 있다.

2) ATP 설치차량의 개량방안

ERTMS 표준을 만족하는 Juridical Recorder Unit (JRU) : MVB링크에서 수신되는 데이터를 기록한다. 이 정보는 8일 메모리 (JRU 8D) 및 24시간 메모리 (JRU 24H) 등 두 개의 메모리에 저장된다. 이 카트리지의 크기는 기존 KTX 및 ATP의 정보를 포함하여 16 Mbytes까지 확장될 것이다.

4. 운영상 문제점 및 향후 대책

4.1 ATC 운영 현황 및 문제점

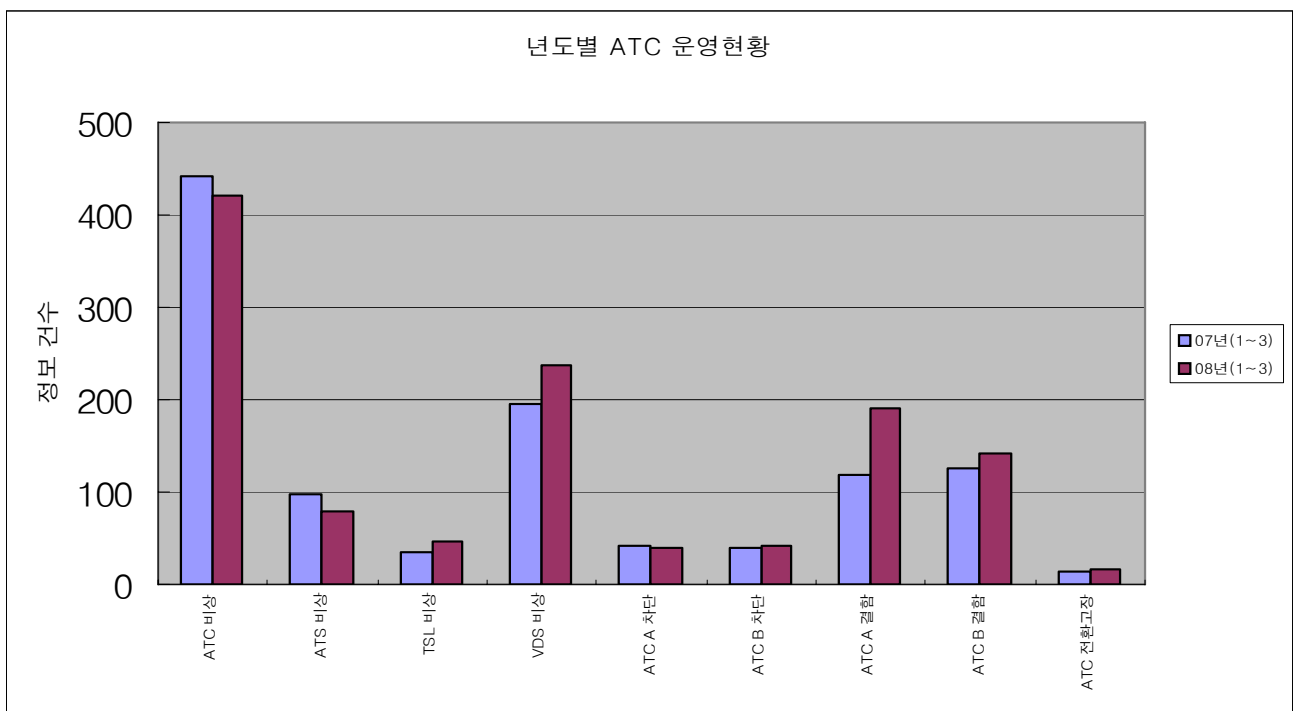


그림 7. ATC 운영정보 현황

(* 위 자료는 OBCS 자체진단 정보이며, 실제 고장과는 차이가 있음)

KTX 운행시 차상컴퓨터(On Board Computer System)에 의해 감지된 ATC 시스템 및 ATESS 속도 기록계 등 주요 안전장치의 차량 정보 현황을 도표로 제시하면 그림 7과 같다.

2007년과 2008년 1~3월 동안의 KTX 운행중 나타난 ATC 시스템 관련 운행정보를 비교하여 나타내고 있다. 괄목할 만한 변화는 없지만 기능상 결함과 관련된 사항 들이 해소되지 않고 있음을 보여준다. 특

히, ATC 시스템에 의한 비상(속도초과시 ATC에 의한 비상제동 체결)은 운행중 속도초과가 발생한 상황으로 그 정보 건수가 다소 감소했지만 여전히 많은 상황이며, 이것은 지상 및 차상 시스템간의 인터페이스 확보, 그리고 운전자인 기장들과의 정보 교환을 통해서 운전조건을 개선해야 한다는 것을 나타내는 것이기도 하다.

또한, VDS(기관사 감시장치)에 의한 비상제동이 증가되고 있는 것은 기장의 취급 부주의 혹은 시스템의 오동작 등으로 볼 수 있으며, 그 대책이 규명되어야 할 것이다.

4.2 ATESS(기록계장치) 운영 현황 및 문제점

KTX 운행시 차상컴퓨터(On Board Computer System)에 의해 감지된 ATESS 속도기록계 등 주요 안전장치의 차량 정보 현황을 도표로 제시하면 그림 8과 같다.

2007년과 2008년 1~3월 동안의 KTX 운행중 나타난 ATESS(속도기록계) 관련 운행정보를 비교하여 나타내고 있다. 괄목할 만한 변화는 없지만 기능상 결함과 관련된 사항 들이 해소되지 않고 있음을 보여준다. 특히, 기록 장애가 2배이상 증대하고 있다는 것은 기록계 관련 장비 들이 적기에 유지보수 되고 있지 않음을 나타내고 있다.

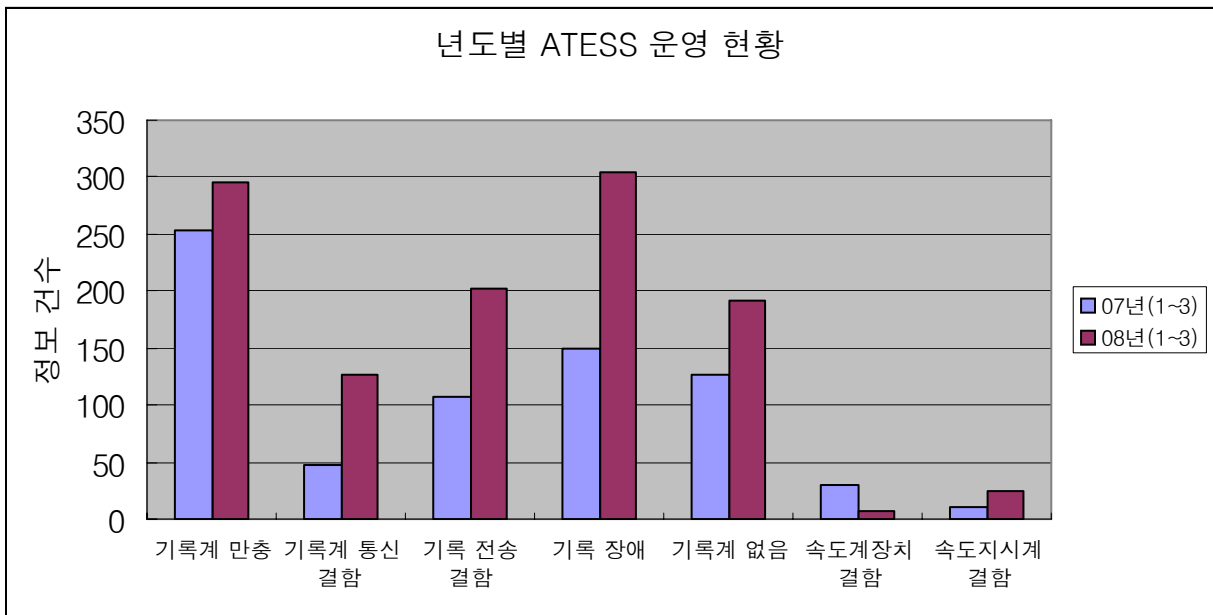


그림 8. ATESS 운영정보 현황

(* 위 자료는 OBCS 자체진단 정보이며, 실제 고장과는 차이가 있음)

4.3 향후 대책

2007년과 2008년사이(1월~3월)의 KTX의 ATC 등 주요 안전장치 운영 현황을 분석한 결과 기능상 결함과 관련된 운행 정보 등이 여전히 감소되지 않고 있으며, 특히 운전 중 속도초과로 인한 ATC 시스템에 의한 비상제동체결 횟수가 많다는 것은 그만큼 운전여건이 열악하다고 볼 수 있어 이에 대한 근본적인 대책이 시급한 것으로 보인다. 이를 위해서는 지상 및 차상 신호시스템의 검토뿐만 아니라 선로 분야 및 운전분야 등 운행선에서의 모든 조건을 종합적으로 검토하여 최적의 인터페이스를 확보하여야 한다.

고속차량의 안전장치(차상신호장치, 기록계장치 등)는 첨단 장비를 설치하는 것 외에 유지보수 및 운영 측면에서 더 중요하다. 국내를 비롯한 유럽 각국은 안전장치 유지보수를 위해 법령제정 및 철도 운영사의 엄격한 규정으로 전담자를 지정하여 운영하고 있다. 특히 ERTMS(European Rail Traffic Management System) 표준을 따르는 기록계장치는 기록되는 사항까지도 법적으로 정해놓은 상태이다. 다만, 유지보수 현장에서 실제로 안전장치의 중요성을 인식하고 운행중 발생한 고장을 피드-백(feed-back)하여 심각한 고장으로의 확대방지 노력과 각종 규정의 철저한 이행여부는 철도 운영자가 반드시 지켜야 할 과제이다.

국내의 경우도 철도 안전법 및 각종 안전규정을 정해 전담자 지정 및 교육을 통해 각종 안전 및 진단 장비를 운영하고 있지만 관계법령과 규정은 최소한을 규정할 뿐이며 안전 자체를 보장하는 것은 아니다. 철도운영자는 속도향상의 노력뿐만 아니라 안전장치 향상의 중요성을 인식하고 이에 대한 장기적인 대책을 마련하여 시스템 제작자와 공동으로 노력하는 것이 필요하며, 안전장치를 체계적으로 분석하고 연구하는 전문가 그룹의 양성도 절실히 요구된다.

5. 맺음말

300km/h로 주행하는 고속차량에서 승객과 승무원의 안전을 어떻게 보장할 수 있을까? 고속차량 안전장치의 안전율은 시간당 10^{-6} 또는 10^{-12} 을 적용하여 운영하고 있다. 고속철도 각종 차내외 설비를 각종 컴퓨터로 제어 및 진단하기 때문에 가능한 것이다. 위에서 살펴 본 바와 같이 최첨단 설비를 도입하는 것이 모든 문제의 해결이 아니라 어떤 방식으로 적용하여 운영하느냐의 문제가 안전을 지속적으로 보장할 수 있을 것이다.

외국의 안전장치를 도입하여 운영중인 차량에서 최적의 성능을 발휘하기 위해서 철도운영자는 운영상 문제점을 정확히 파악하여 대책을 강구하여야 한다. 세계적으로 성능이 입증된 최첨단 시스템일지라도 우리의 철도환경에서 반드시 성능을 보장하기는 어렵다. 안전장치는 그만큼 제작자와 운영자사이의 끊임없는 피드-백(feed-back)을 통해서 성능을 향상하고 문제점을 해결하려는 노력이 있어야 한다. 도입된 시스템이 우리철도 환경에서 인터페이스의 결여로 이어지는 최종 피해는 철도운영자의 몫으로 남기 때문이다.

참고 문헌

1. 철도경영연수원(2002), “고속차량 차량기술서”
2. 유병관(2000), “TVM 430(I, II)”, 철도경영연수원
3. 유병관(2002), “철도 장기 발전에 입각한 ATP 도입방안”, 대한교통학회
4. FAIVELEY(2006), “KTX ATESS 기록계 기술사양서”, FAIVELEY(주)
5. 유병관(2007), “KTX 안전운행 확보를 위한 ATP시스템 설치 최적화 방안, 한국철도학회