고속철도차량 안전장치의 운영 실태 조사

Research about Operation Status of Safety System in High speed Rolling-stock

유병관*

Ryu, Byung-Gwan

ABSTRACT

According to the operation data between 2007~2008(January~June) for essential safety equipment including ATC, there were nothing special but stable and steady. And also emergency stop number of count are decreasing. But the frequency are still above the resonable count and it means driving condition should be improved through interface between ground and locomotive same as come to an understanding with driver.

The number of count of emergency stop for VACMA(vigilance system) are also decreasing but also the frequency are above resonable count. This phenomenon caused by careless driving for the driver or the system malfunction. So the continuous monitoring for the data is necessary.

Ⅰ. 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 안전장치 및 감시장치가 설치되어 있다.

여기서는 고속철도차량 안전장치인 ATC 차상신호장치, 속도측정 및 기록계인 ATESS장치, 주요장치 진단 및 제어장치인 OBCS (차상컴퓨터장치) 등 주요 안전장치의 현황 및 운영 실태를 조사하였다. 단기적인 유지보수와 더불어 운용실태를 파악하여 향후 장기적인 운영방안을 모색하는 것이 안전장치의 정상화는 물론 철도 안전운행에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대되기 때문이다.

Ⅱ. KTX 안전 및 진단장치 소개

1. ATESS(속도기록계장치)

ATESS는 열차운전중 안전상 주요사건을 정적으로 기록하는 장치로 주요기능은 다음과 같다.

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

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

* 한국철도공사, 기술본부, 차량기술단
E-mail : ktx0404@hanmail.net
TEL : (042)609-3607 FAX : (042)609-3753

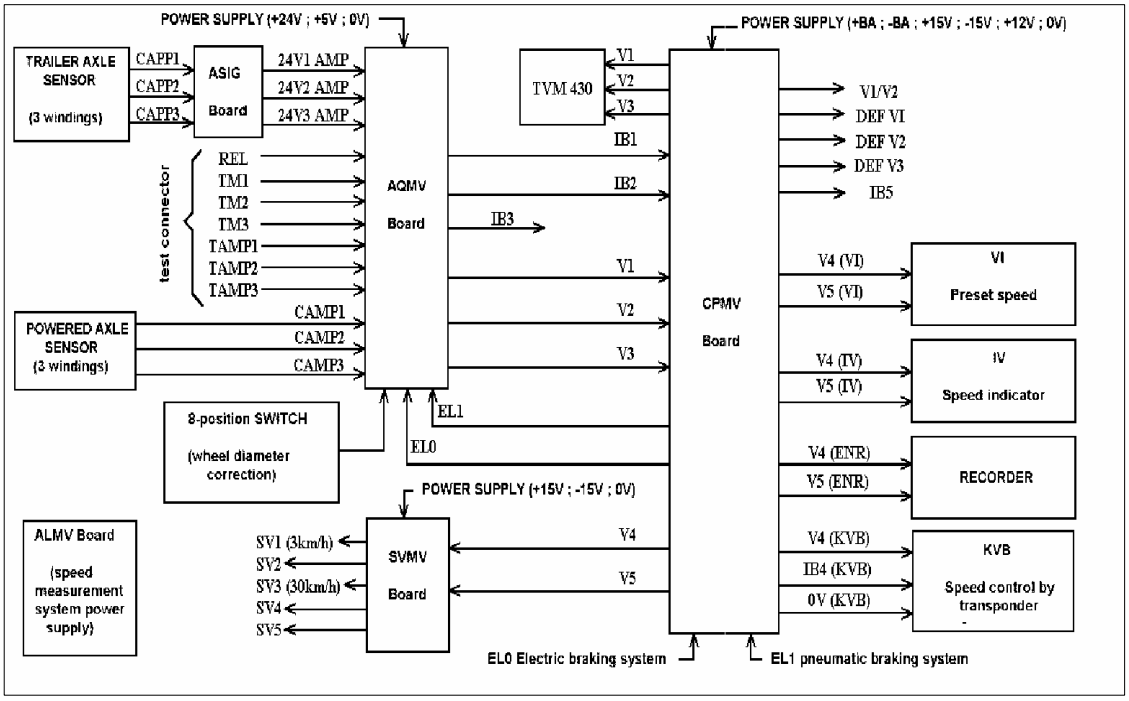

그림 1. 속도측정(ATESS 랙) 환경블록 도표

2. ATC(TVM430, ATS)장치

TVM430 (Transmisson Voie Machine430)은 궤도로부터 차량에 정보 전송을 의미하는 것으로 ATC 방식의 차상신호장치이다. KTX는 고속선에서는 ATC방식으로 300km/h, 기존선에서는 ATS 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.

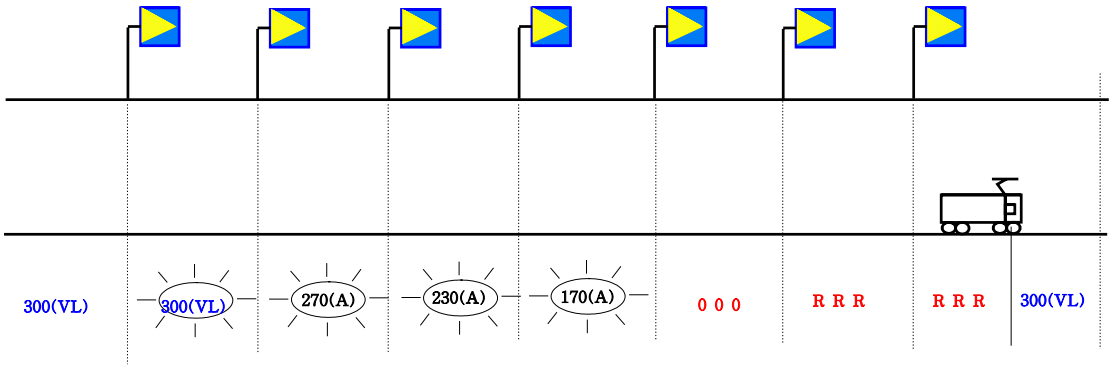

그림 2. 열차속도 현시 및 속도제어 시퀀스

3. VACMA(운전감시장치)

3.1 개 요

VACMA(운전감시장치)는 ATESS 랙내에 집적되어 기장 신변문제 발생시 열차를 정차시키고, 무선 알람으로 사령실에 통보하여 더 이상의 사고발생을 방지시키는 장치로써, 기기접촉을 통하여 기장의 상태를 물리적으로 확인하는 안전장치이다.

VACMA(운전감시장치)의 주변 기기 및 감지기는 그림 3과 같다.

3.2 VACMA 동작

운전감시장치의 신호입력은 아래의 여러 버튼과 감지기에 의해서 된다.

- 견인조작기 MC-TT-01에 있는 감지기 MC-R(L)-VA-01
- 제어 패널 아래에 위치한 2개 페달 PD-VA-01, 02
- 창문에 선채로 눌러주는 버튼 PB-L-VA-01, PB-R-VA-01
- 무선경보 발신 취소 누름버튼 PB-CN-VA-01

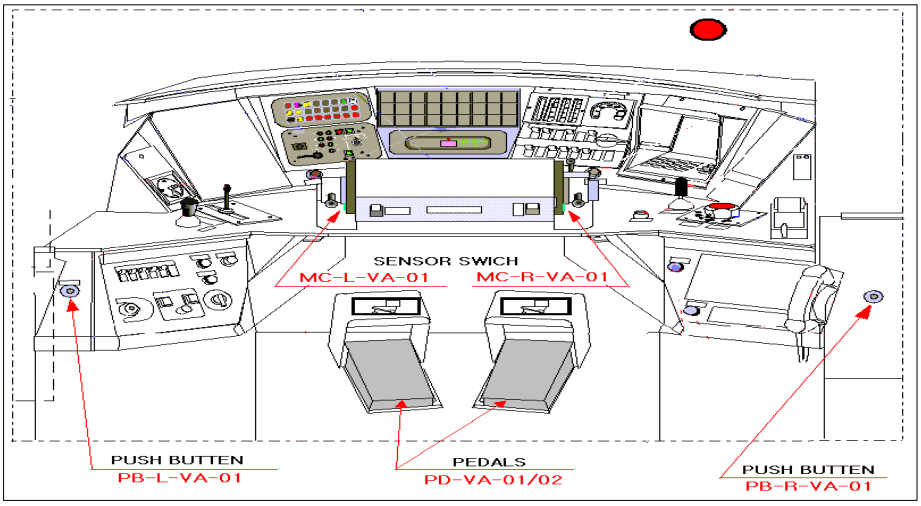

그림 3. VACMA 주변 기기 및 감지기

열차의 속도가 3km/h를 초과하였다는 정보를 ATESS의 속도컴퓨터로부터 전달받거나, 운전실 제어대의 스위치 박스에 설치되어 있는 SW-TS- VA-01스위치를 올리면 카운터가 시작된다. 기장이 2.5초 동안 어떤 감지기도 접촉하지 않았다면 KX 소리가 발생한다.

기장이 이 소리를 듣고도 2.5초 동안에 반응하지 않는다면, 운전경계장치가 동작하여 비상제동과 SOS VDS등이 점등된다. 그리고, 1분 정도 감지기를 접촉하고 있으면 SN 소리가 발생한다. 마찬가지로, 소리가 발생한 5초 후에도 기장이 반응하지 않는다면, 운전감시장치에 의해 비상제동이 발생하고 SOS VDS 등이 점등한다.

열차가 운전감시장치에 의해 비상제동이 일어나고, 30초 이후에 기장이 알람취소 버튼을 누르지 않았다면, 운전감시장치에 의해 5초동안 알람이 발생되어 사령실로 전해진다. 이것을 흐름도로 나타내면 그림 4와 같다.

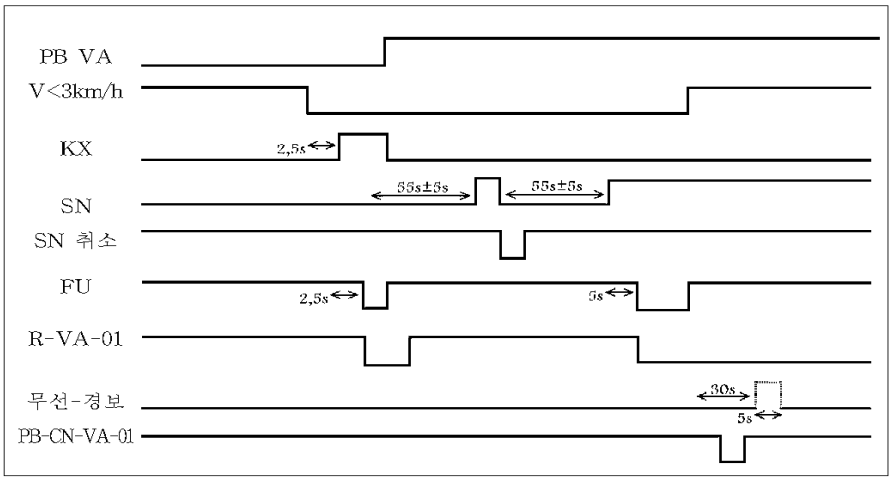

그림 4. VACMA 동작 흐름도

4. KTX 차상컴퓨터(OBCS)

차상컴퓨터라 함은 KTX에 설치된 컴퓨터장치 및 주변장치들과 컴퓨터와 컴퓨터를 연결하는 산업용 LAN 방식의 TORNAD* 방식의 네트워크 전송시스템, 컴퓨터와 주변장치를 인터페이스하는 시리얼링크들, 명령제어선을 통해서 열차상태와 행동지령을 위한 차량 내·외 주변의 저전압 입출력제어선 등을 '차상컴퓨터(OBCS)' 라고 부른다.

4.1 KTX 차상컴퓨터 기능

- 열차상태 파악 및 열차지령
- 제어를 위한 열차명령제어기능
- 기관사운전지원 및 열차 고장 시 고장수리안내지원
- 유지보수요원을 위한 고장수리진단 정보제공
- 승무원 열차운행준비지원 및 데이터무선전송 인터페이스제공(원격제어기능, 서어비스유지 기능)
- 여객편의설비 기능감시 및 승무원에게 고장사항 문자현시

4.2 KTX 차상컴퓨터 주변장치

KTX 차상컴퓨터 주변장치라 함은 28대의 차상컴퓨터 주위에 로컬로 설치된 별도의 장치로, 차상컴퓨터 제어명령 혹은 주변장치가 별도 제어프로그램 기능을 가지고 자체 처리한 내용과 결과를 구동인터페이스를 사용하여 로컬 차상컴퓨터와 통신하는 장치를 말한다.

- 기관사터미널(TECA), 여객정보표시장치(PID)
- 고장간이표시장치(FDTR), 승무원터미널(TMC)
- 무선데이터전송장치(MTD), 공기조화조절장치(EL-CD-01)
- 활주방지제어장치(MO-AE-TR-01), 유지보수용 노트북
- 속도처리장치(TACOMETER SYSTEM)
- 고장수리안내(GDI) 및 역명 파일 입력터미널(DICO)

KTX 차상컴퓨터의 주변장치는 그림 5와 같다.

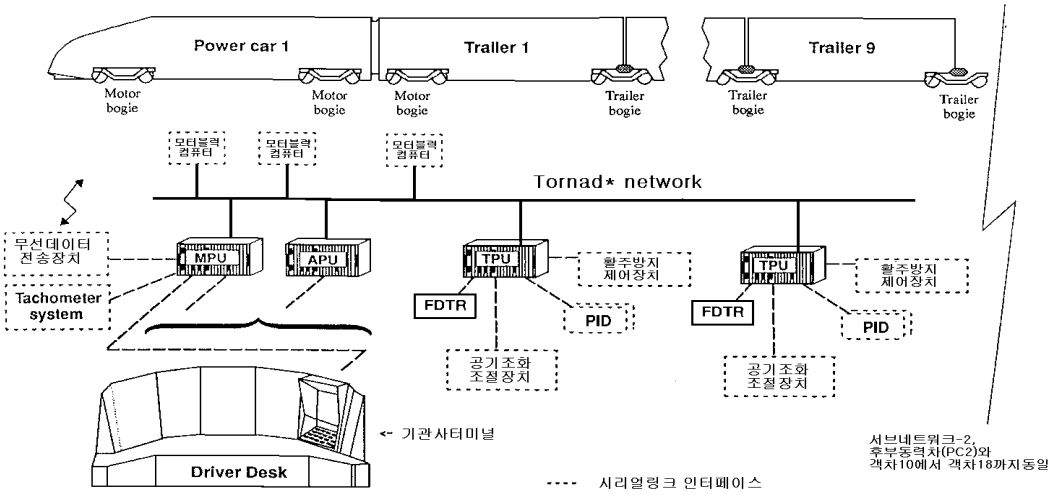

그림 5. KTX 차상컴퓨터 주변장치

4. 기타 주요안전장치

열차 운행중(혹은 기동중) 주요장치 고장 발생시 혹은 차량으로부터의 화재발생. 승객경보장치 동작시 램프를 통해 차량의 상태를 시각적으로 제공하는 장치로 고장표시 램프 패널은 그림 6과 같다.

- 견인 및 모터블럭고장
- 회로차단기 및 기계적 전달고장
- 차축 비회전 및 고착
- 대차불안정 및 완해불량
- 화재감지(동력실) 및 승객 알람(객실) 등

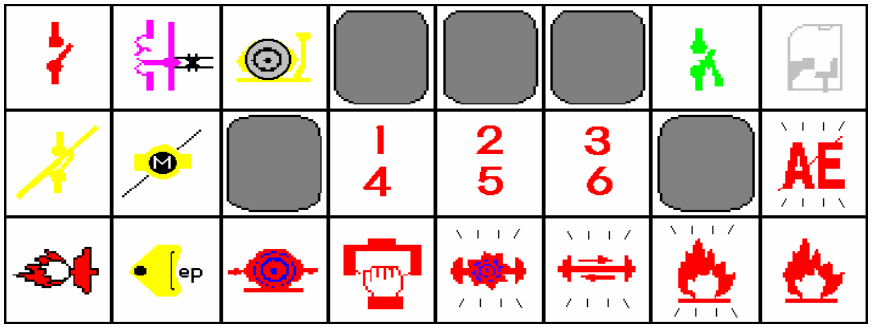

그림 6. 고장상태 표시램프

Ⅲ. 고속차량 안전장치의 최근 동향

1. ATP시스템 현황

1.1 ATP(Automatic Train Protection)시스템

폐색구간 경계지점에 설치된 지상자(Balise, Beacon)를 통하여 열차간 운행정보의 상호교환을 통해

최소 제동거리를 확보함으로써 운전시격 단축과 선로용량 증대를 가능하게 하는 시스템이다. ATP시스템은 열차의 운행속도 향상 및 조밀운전을 해결하기 위하여 불연속 정보전송 방법에 의해서 열차제어를 가능하게 할 수 있어 주로 열차의 안전운행을 목적으로 사용되며, 현재는 220km/h 이하에서 사용중이다.

그림 7은 ATP시스템의 속도제어 곡선을 나타내는 것으로 기존의 ATS시스템이 계단적인 제어곡선을 보여주는데 비해 ATP시스템은 선형적인 제어곡선을 나타내어 빗금친 부분만큼의 운전효율을 기할 수 있음을 보여준다.

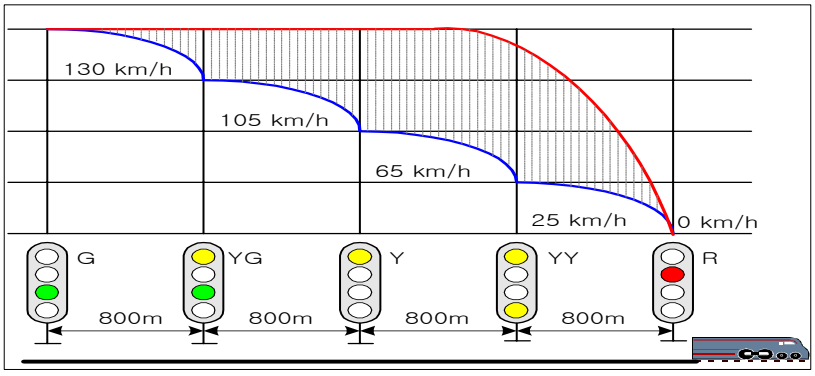

그림 7. ATP 속도제어 곡선도

1.2 국내 ATP시스템 설치 현황

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

도표 1. 국내 ATP시스템 설치 현황

구분		
동력차 종별	설치 량수	비고
KTX	**92**	**설치추진중**
디젤기관차	218	“
디젤동차	102	“
EL	1 (56량 추가설치 예정)	“
KTX-Ⅱ	**20**	**“**
부산지하철	-	운영중
인천지하철	-	“

2. OBCS 국산화 개발 현황

2.1 개발 개요

차상컴퓨터(OBCS: On Board Computer System)는 열차의 제어 및 고장내용의 현시/진단/기록을 담당하는 KTX의 핵심장치개발로 ‘국가교통핵심기술개발’사업과제로 2005년 선정되어 현재 3차년도

사업이 수행중이다.

2.2 개발 내용

- 통신 프로토콜 분석
- 열차제어 및 고장 현시기능 및 유지보수 기능 분석
- KTX OBCS와 호환성 있는 개선품 1편성분 개발·제작
- 성능검증 및 차량 탑재시험

2.3 연도별 목표

- 1차 년도 : 개념 및 기본설계 (2005. 5 ~ 2006. 5)
- 2차 년도 : 상세설계 및 제작 (2006. 6 ~ 2007. 5)
- 3차 년도 : 제작 및 현차시험 (2007. 6 ~ 2008.12)

현재 국내에서 개발 추진중인 OBCS(차상컴퓨터) 시스템의 구성 및 기능은 그림 8과 같다.

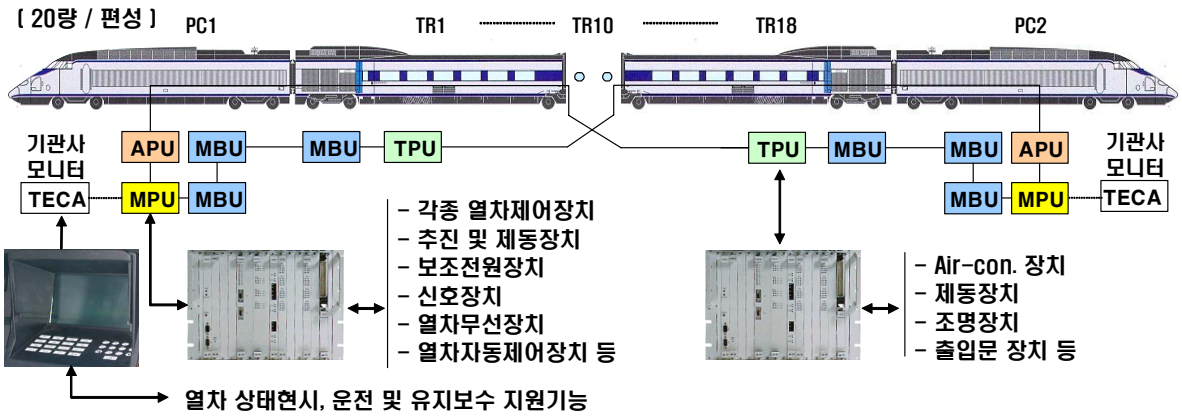

그림 8. OBCS 시스템의 구성 및 기능

3. ATESS(속도계장치) 개량 현황

ATESS 장비는 다음과 같은 두 개의 레코더 기능을 제공한다.

3.1 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.

3.2 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.

그림 9는 TGV-POS 및 운행예정인 KTX-Ⅱ에 설치된 ATESS의 기능을 보여주고 있다.

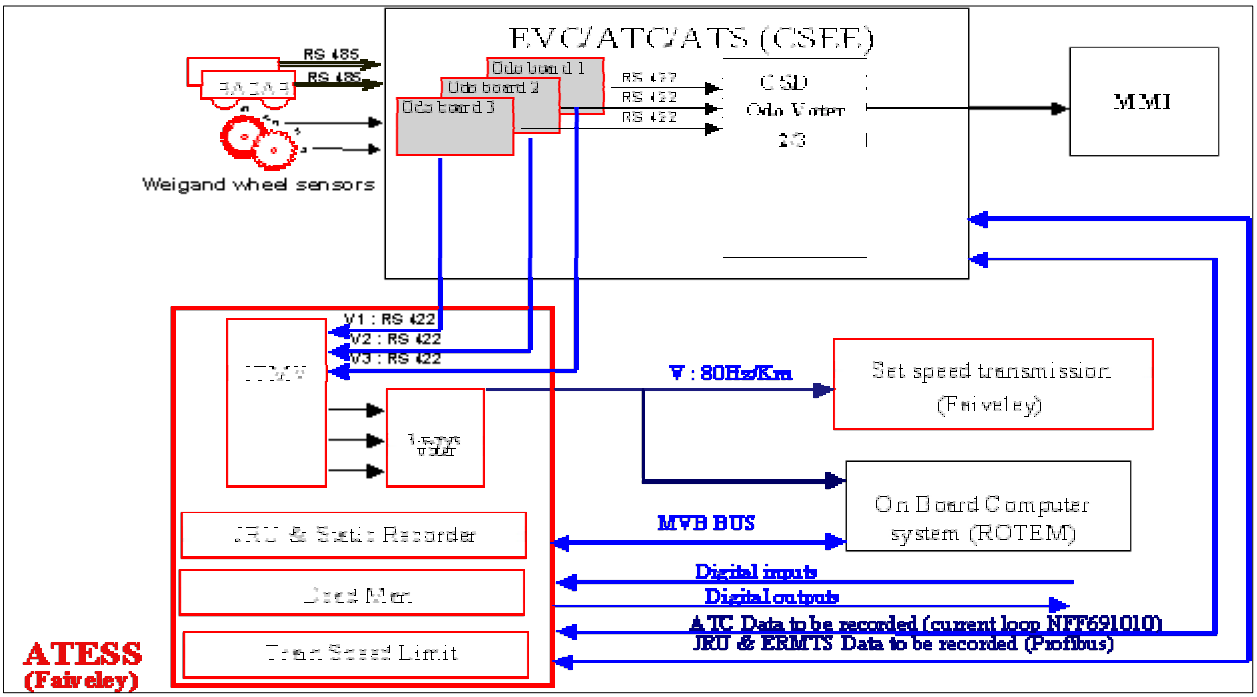

그림 9. ATESS의 기능

Ⅳ. KTX 안전장치 운영 현황 및 향후 대책

1. 안전장치 운영 현황

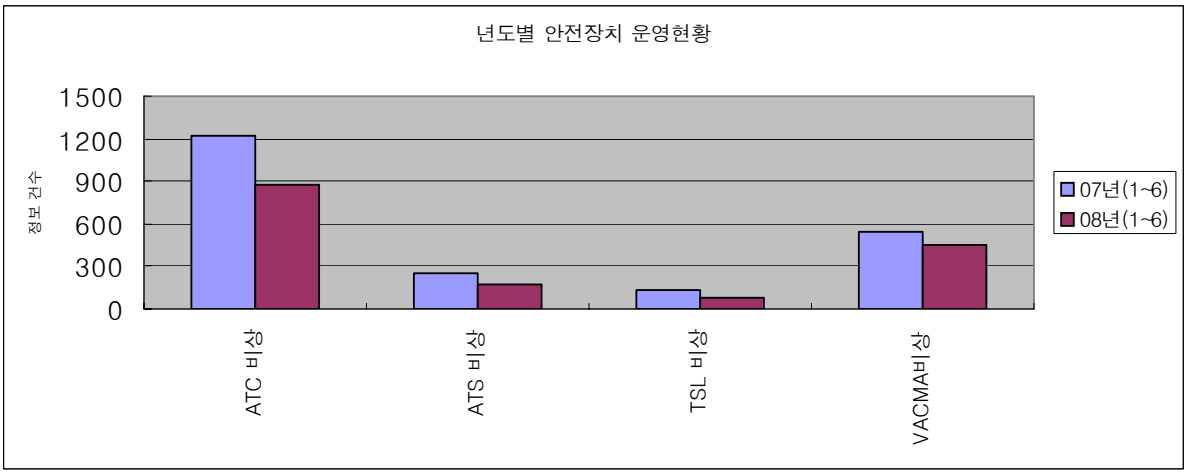

그림 10. KTX 안전장치 운영정보 현황

KTX 운행시 차상컴퓨터(On Board Computer System)에 의해 감지된 ATC 시스템 및 VACMA(운전감시장치) 등 주요 안전장치의 차량정보 현황을 도표로 제시하면 그림 10과 같다.

2007년과 2008년 1~6월 동안의 KTX 운행중 나타난 ATC 시스템 등 주요안정장치의 운행정보를 비교하여 보여주고 있다. 괄목할 만한 변하는 없지만 안전장치에 의한 비상제동이 감소 추세에 있어 비교적 안정화 추세에 있음을 보여준다. 다만, 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, VACMA(운전감시장치)에 의한 비상제동 또한 다소 감소했지만 운행 횟수에 비해 과도한 실정이며, 이것은 기장의 취급 부주의 혹은 시스템의 오동작 등으로 볼 수 있으며 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 보인다.

2. 향후 대책

고속차량의 안전장치(신호장치, 기록계장치 등)는 첨단의 장비를 설치하는 것 외에 유지보수 및 운영측면에서 더 중요하다. 국내를 비롯한 유럽 각국은 안전장치 유지보수를 위해 법령제정 및 철도 운영사의 엄격한 규정으로 전담자를 지정하여 운영하고 있다. 특히 ERTMS 표준을 따르는 기록계장치는 기록되는 사항까지도 법적으로 정해놓은 상태이다. 다만, 유지보수 현장에서 실제로 안전장치의 중요성을 인식하고 운행중 발생한 고장을 피드백(feedback)하여 심각한 고장으로의 확대방지 노력과 각종 규정의 철저한 이행여부는 철도 운영자의 몫으로 남는다. 국내의 경우도 철도안전법 및 규정을 정해 전담자 지정 및 교육을 통해 각종 안전 및 진단장비를 운영하고 있지만 미래를 위한 투자부분의 노력은 인력과 예산상의 한계에 부딪친 것도 사실이다. 이것은 철도운영에 있어서 중요성의 우선순위를 진단하고 이에 대한 장기적인 대책을 마련하는 것이 필요하다. 본사에서 현업까지 안전장치를 체계적으로 분석하고 연구하는 전문가 그룹의 육성도 절실히 요구된다.

또한, 현재의 기존선 운행을 위한 ATS시스템에서 ATP시스템으로의 개량사업도 조속히 추진되어야 할 것이다. 이를 위해서는 충분한 시운전 및 RAMS 활동을 통한 공인기관의 검증작업이 병행되어야 함은 물론 최종 사용자인 철도차량 관계자의 적극적인 관심과 새로운 시스템에 대한 거부감 보다는 문제점을 파악하고 대책을 강구하는 인식전환도 요구된다고 보겠다.

Ⅴ. 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.

특히, 외국의 안전장치를 도입하여 운영중인 차량에 개량설치하고 각종 진단장비를 국산화 개발하는 노력은 안전을 위해 필요한 시도이며 그만큼 어려움도 예상된다. 또한 개발 및 개량에는 장비를 신뢰할 수 있는 RAMS 활동을 통해 신뢰성이 입증되어야 함은 물론이다.

고속차량의 안전을 위해서는 안전장치의 현주소를 이해하고 선진 장비의 도입 및 국산화개발 등 미래 지향적인 장단기 대책이 꾸준히 계획 추진되어야 할 것이다. 이를 위해서 철도정책 관계자의 지속적인 관심과 함께 산학연의 협력이 요구된다. 즉, 철도산업 관련업체, 연구원 및 철도운영자, 그리고 정책부서의 공감대가 선행되어야 할 것이다. 안전은 묵묵히 지키는 것만이 아니라 꾸준히 도전하여 위험요소를 제거하려는 노력의 산물이기 때문이다.

참고문헌

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
6. (주)로템(2007), “KTX 차량컴퓨터제어장치개발 2차년도 Workshop 보고서“, (주)로템외