

## 틸팅감시시스템 적용방안 연구

신승권, 김용규, 엄기영, 엄주환  
한국철도기술연구원

### Application for Tilting Authorization and Speed Supervision

Shin Seung Kwon, Kim Yong Kyu, Eum Ki Young, Em Ju Hwan  
Korea Railroad Research Institute

**Abstract** - 고속철도 운행 및 급증하는 철도교통 수요에 대처하기 위해 기존선 속도향상이 요구됨에 따라 180km/h급 틸팅차량을 개발 중에 있다. 일반적으로 곡선부에서 승객들의 승차감을 위해 열차의 통과속도를 제한하지만 틸팅차량은 대차에 틸팅장치를 장착하여 차량의 곡선 통과속도를 향상시킬 수 있다. 곡선부에서 증가된 속도로 이 열차를 주행할 수 있도록 허용할 뿐만 아니라, 운전자의 실수, 고속주행으로 인한 탈선을 예방하기 위해 연속적으로 열차속도를 감시하는 것이 필요하다. 게다가, 기존선의 어떤 구간에서는 엄격한 틸팅의 승인이 있어야 하는 구간이 존재할지도 모른다. 틸팅열차가 열차간 충돌, 터널, 다리, 반대편의 열차와 충돌을 피해만 한다. 이러한 문제점의 해결은 TASS장치의 개발과 설치로 해결될 수 있다. 본 논문은 EMU 탑재 틸팅열차에 적합한 TASS 장치의 적용방안을 제시한다.

#### 1. 서 론

Virgin Trains은 53대의 PENDOLINO 틸팅열차를 ALSTOM으로부터 주문하였는데, 증가된 속도로 이 열차를 주행할 수 있도록 허용하기 위해, 운전자의 실수, 고속주행으로 인한 탈선을 예방하기 위해 연속적으로 열차속도를 감시하는 것이 필요함을 발견하였다. 게다가, 영국의 기존선의 어떤 지역에서는 엄격한 승인이 있어야 하는 구간이 Network Rail에 의해 발견되었다. 틸팅열차가 열차간 충돌, 터널, 다리, 반대편의 열차와 충돌을 피해만 한다. 이러한 문제점의 해결은 TASS장치의 개발과 설치로 해결되었다.

2004년 9월, European Railway Traffic Management System)와 호환이 가능한 틸팅열차 제어를 위해 새롭게 개발된 TASS(Tilting Authorization and Speed Supervision)시스템과 선로변 제어장치들이 영국의 Manchester부터 London 구간(약300km)에 설치되었다. 그 이후에, TASS 시스템은 영국의 WCML(West Coast Main Line)의 거의 모든 구간에 설치되었으며, 전기식, 디젤식 틸팅열차에 탑재되어 상업 서비스를 제공하고 있다. TASS는 ERTMS와 호환되는 틸팅열차 제어를 가능하게 하였으며, ERTMS 유로밸리스와 차상장치들은 현재 상용화되었다. 이러한 업그레이드 덕분에, West Coast Main Line에 있는 Manchester, Liverpool, Birmingham, 그리고 Glasgow와 같은 영국의 주요 도시까지 수천명의 승객들은 더 빠르고 더 안락한 여행을 즐길 수 있게 되었다. Virgin Trains의 특별한 요구를 만족시키기 위해, 영국의 ALSTOM은 TASS 시스템의 운영 원칙과 기능을 정의하였는데, 표준 ERTMS 구성품을 사용하여 이러한 요구들을 수행할 수 있는 용융 소프트웨어를 개발하였고, TASS 시스템의 장비의 안전성을 높였다. ALSTOM의 ERTMS 장비는 혹독하게 어려운 UK 안전승인 과정을 거쳐 성공적으로 설치되었다.

클래스 390 고속틸팅열차는 영국의 Virgin Trains에 의해 운영되고 있으며 225km/h까지 운행할 수 있다. 고속틸팅열차는 TASS 시스템에 의해 곡선부에서 속도제한규정으로부터 보호되며 속도를 감시하는 모든 곳에서 안전에 관여한다. TASS 시스템은 열차가 엄격한 틸팅각도가 필요한 지역에서 적합한 틸팅각도를 유지하지 않는다면 열차는 정지할 것이다. TASS는 Fail-Safe 시스템으로 개발되었으며, ERTMS 표준 Level 1과 Level 2를 적용하기 위해 ALSTOM은 Network Rail과 협력하여, TASS 시스템의 하드웨어와 소프트웨어를 정의하기 위한 기술적 전략을 수립하였으며, 최종적으로 필요한 기능들에 대한 개념을 정의하였다. UK Network에서 운행 중인 틸팅열차의 상세 운영 원칙은 TASS(Virgin, Railtrack West Coast Route Modernization, Railway Safety, ALSTOM, Bombardier)와 모두 연결되면서 개발되었다.

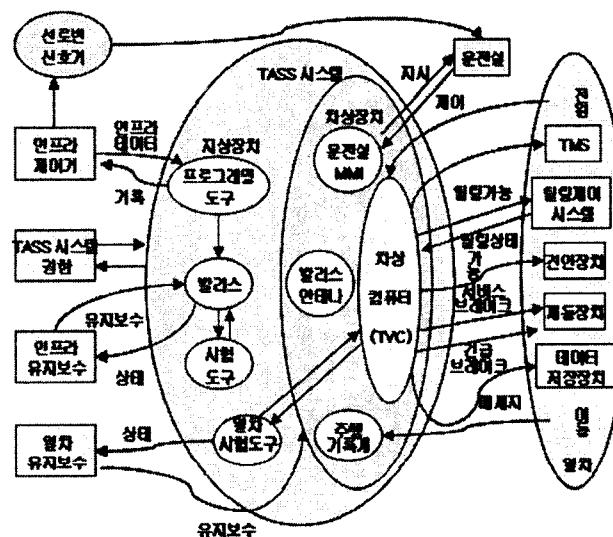
#### 2. 본 론

고속틸팅열차들은 TASS 시스템에 의해 곡선부에서 제한된 속도를 초과 시 보호된다. 225km/h보다 초과된 속도가 아니라 증대된 속도가 감시되는 한 안전에 관여를 할 것이다. TASS 시스템은 열차가 엄격한 틸팅각도가 필요한 지역에서 적합한 틸팅각도를 유지하지 않는다면 열차는 정지할 것이다. TASS는 Fail-Safe 시스템으로 개발되었으며, ERTMS 표준 Level 1과 Level 2를 적용하기 위해 ALSTOM은 Network Rail과 협력하여, TASS 시스템의 하드웨어와 소프트웨어를 정의하기 위한 기술적 전략을 수립하였으며, 최종적으로 필요한 기능들에 대한 개념을 정의하였다. UK Network에서 운행 중인 틸팅열차의 상세 운영 원칙은 TASS(Virgin, Railtrack West Coast Route Modernization, Railway Safety, ALSTOM, Bombardier)와 모두 연결되면서 개발되었다.

##### 2.1 틸팅권한 감시시스템 (TASS)

영국의 WCML(West Coast Main Line)의 개량화는 비록 제한적이지만 작업 중인 선로에 연속적인 운행을 허용하도록 하기 위해, 아직 선로가 개량화가 되지 않은 선로구간에서 차량이 틸팅 작동을 방지하는 것이 요구되

었다. 인프라 기반의 틸팅감시 시스템은 따라서 제한된 건축 한계가 있는 영역 또는 개량화되지 않은 선로구간의 영역에서 차량의 틸팅을 방지할 목적으로 설치된다. 설치되는 시스템은 틸팅감시 시스템(TASS)으로 지칭되며 ALSTOM에 의해 설계되었다. 약 650개의 유로밸리스가 Network Rail의 인프라부분에 설치되어 틸팅 권한과 상세한 속도를 주행 중인 열차에 전송한다. 이러한 정보는 표준 ERTMS 포맷 "Packet 44"를 사용하여 전달된다.



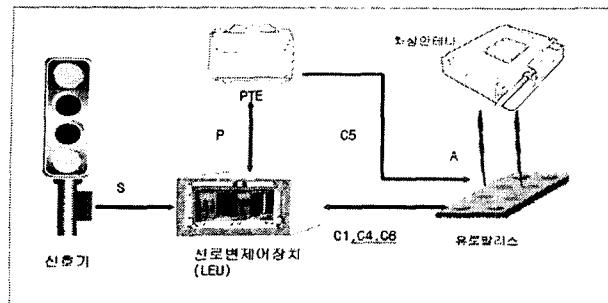
〈그림 1〉 TASS 인터페이스

TASS는 두 가지 요소로 구성된다.

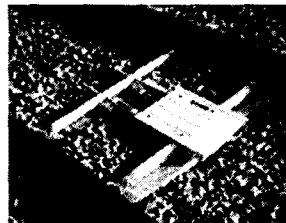
- 선로변 시스템 (케도 장착 밸리스 및 밸리스 프로그래밍 도구);
- 차량탑재 시스템 (내장 컴퓨터, 인간 기계 인터페이스, 센서 및 인터페이스 회로).

##### 〈표 1〉 선로변 시스템 장비 및 기능

장비	기능
정보전송장치 (유로밸리스)	고정정보전송장치 : - 고정정보(구배, 곡선, 터널/다리 등) 전송 가변정보전송장치 : - 가변정보(최대허용속도, 목표속도, 목표거리 등) 전송
선로변 제어장치 (LEU)	연동장치 및 자동폐색장치의 신호기 현시 정보 수신 신호기 현시정보를 정보전송장치로 전송 모듈화 설계로 다양한 역 및 폐색구간에 적용가능
프로그래밍 테스트장치(PTE)	유로밸리스와 선로변제어유니트의 프로그래밍, 설치, 검증



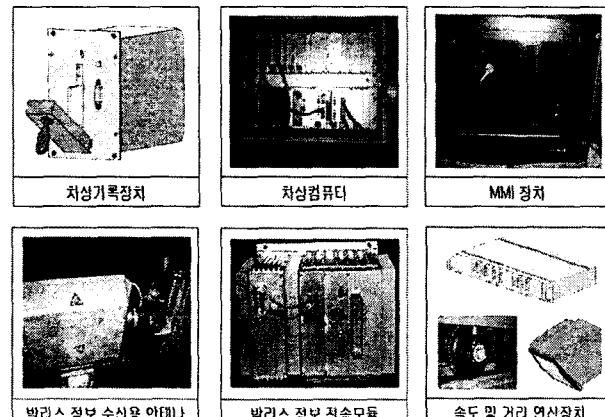
〈그림 2〉 선로변 시스템 인터페이스 구성도



〈그림 3〉 Eurobalise



〈그림 4〉 Speed Sensor

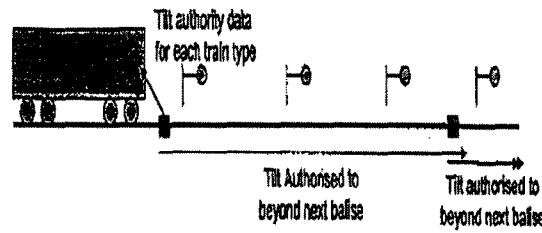


〈그림 5〉 차상신호장치 구성

TASS는 다음과 같은 기능을 제공한다.

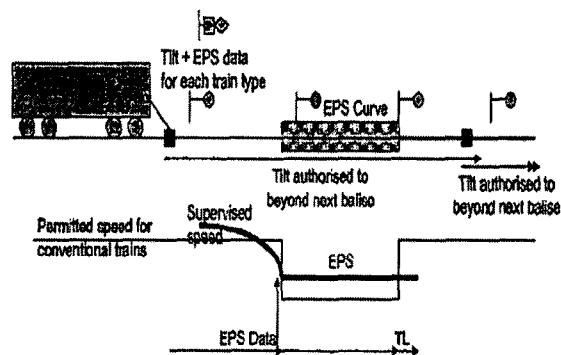
- 틸팅이 안전한 영역에서만 열차의 틸팅 운용을 허용한다 (예를 들어 일부 터널이나 과선교 구조물과 같은 개량화 되지 않은 영역에서 틸팅 작용을 제한한다)
- 곡선부에 접근 혹은 곡선부를 통과할 경우 엄격한 허용 속도 (125mph 이상 EPS)에서의 운행이 가능한 선로구간의 기타 구간에서 주행하는 틸팅 차량의 속도를 감속한다.
- 위치에 따라, 비텔팅 차량에 대하여 설정된 과속안전 시스템을 일시적으로 억제한다.

TASS 밸리스는 열차에 틸팅 허용을 제공하도록 허용된 영역의 전략적 진입 포인트에 위치한다. 이는 TASS 시스템이 틸팅제어 시스템에 틸팅 허용신호를 제공하는 것을 가능하게 한다. 틸팅이 TASS에 의해 허용되는 경우에도 운전자는 틸팅제어 시스템을 격리시키는 능력을 여전히 유지한다. 틸팅 허용거리는 밸리스 메시지에 의해 정의되며 이 거리는 틸팅 허용 구간의 끝까지 이거나 선로를 따라 다음번 TASS 밸리스의 위치에 접어지는 거리까지이다. 두 틸팅 루트 간 분기 연락정차장의 경우, 허용된 거리는 열차가 연락정차장을 통해 기울어질 것이 요구되는 경우에 가장 먼 후계자 밸리스까지의 거리를 초과해야 한다. 열차가 틸팅 허용구간의 끝에 도달한 다음 틸팅 허용신호는 제거된다. 틸팅 허용신호가 아래 <그림 6>에 나타내었다.



〈그림 6〉 틸팅허용 예

밸리스 정보는 틸팅차량이 엄격한 허용 속도(EPS, Enhanced Permitted Speed)로 곡선부를 통과할 수 있는 영역을 정의할 수도 있다. TASS는 선로를 통해 주행하면서 EPS 영역에 접근하는 열차의 속도를 일련의 속도 프로파일 계산하여 감시한다. TASS에 의해 초기화된 거동은 실제 속도가 이 속도 프로파일에 비교되는 방법에 의해 결정된다. 예를 들어 열차가 EPS 영역을 과속으로 접근하는 경우 (즉 다시 말해 예상 속도 프로파일 이상), TASS는 소리 및 운전실 표시장치를 통해 운전자에게 경고할 것이다. 이런 방법이 효과가 없는 경우, TASS가 간섭하여 열차에 제동을 걸어 안전 속도로 낮추는 기능을 제공할 것이다. 상용 제동은 열차의 속도를 필요한 만큼 감속하지 못할 경우 시스템은 비상 제동을 적용하여 열차를 정지시킬 것이다. 모든 간섭은 열차 속도를 정의된 EPS 영역 이내의 안전 값으로 감속할 것이다. 속도 감독 운용에 대하여 아래 <그림 7>에 나타내었다.



〈그림 7〉 속도감시 예

TASS가 운용 가능하지 않을 경우, TASS와 틸팅 시스템을 모두 시험하는 데 고려가 필요하다. 이는 TASS의 부재시 운전자의 조치를 확인할 책임이 있는 운전실에서의 "보조 운전자"의 활용으로 달성되었다. 이는 당연히 시험동안 운전자 교육 요구조건과 밀접한 관계가 있다.

### 3. 결 론

본 논문에서는 영국의 West Coast Main Line의 개량구간에 적용된 틸팅 감시시스템에 대해 분석하였다. 현재 우리나라에서도 180km/h급 틸팅 열차가 기존선에 투입되어 운행될 경우, 틸팅열차의 성능을 극대화하기 위해 선로 및 전차선, 판형교 등 최소한의 인프라 시설물들의 개량은 필요하다. 이런 인프라 시설물들의 개량은 한번에 일시적으로 개량되는 것이 아니라, 부분적으로 개량이 될 것이므로, 기존 구간과 개량화된 구간에서의 틸팅열차의 안전한 운행을 위해 틸팅감시 기능의 적용이 반드시 필요할 것으로 사료된다.

### [참 고 문 헌]

- [1] 한국철도기술연구원, “틸팅차량운행시 유지보수시스템 기반구축연구”, 2004.
- [2] 신승권, 송용수, 엄기영, 김용규, “한국형 틸팅차량용 신호장치 기본설계 방안 연구”, 대한전기학회 하계학술대회 논문집, 2005.
- [3] 한국철도기술연구원, “기존선속도향상을 위한 신호보안체계 최적구축방안 연구”, 2005.