

## 틸팅열차용 ATP 차상장치의 인터페이스 연구

백중현, 김용규  
한국철도기술연구원

### The Study of ATP Onboard System Interface for Tilting Train

Baek-jonghyen, Kim-yongkyu  
Korea Railroad Research Institute

**Abstract** - 경부고속철도의 개통과 함께 서울-부산 간 운행시간이 새마을호 기준 4시간 30분에서 2시간으로 단축되는 등 획기적인 시간 절감을 이루었으나 이는 고속철도가 운행되는 지역에 국한된 것이다. 이에 고속철도 비 수해지역의 운행시간 단축을 위해 기존선 속도향상이 요구되며, 이러한 목적으로 한국철도기술연구원에서는 틸팅열차를 개발하여 시운전 10만Km를 목표로 시험운행중이다. 또한 한국철도공사에서는 이와 유사한 목적으로 기존선 신호시스템인 ATS 시스템을 차상신호시스템(ATP)으로 개량하는 사업이 추진되고 있다. 현재 틸팅열차에는 기존의 ATS(자동열차정지장치) 차상장치만을 장착하여 차량의 성능 확인을 위한 시험 및 시운전을 우선적으로 추진하고 있는 상태이며 이러한 ATS 차상장치는 160km/h 이하의 속도에서만 본연의 기능이 유지되고, 그 이상의 속도에서는 현실적으로 사용이 어렵기 때문에 틸팅열차의 목표속도인 200km/h에서 적합하게 시험하기 위해서는 적합하지 않다. 따라서 한국철도공사에서 추진하고 있는 ATP 구축사업의 지상설비와 연계될 수 있는 ATP 차상장치를 설치하여 시험을 하여야 한다. 본 논문에서는 이를 위한 틸팅열차와 ATP 차상장치와의 인터페이스에 대해 연구하였다.

## 1. 서 론

2007년 제작 완료되어 현재 시험운행중인 틸팅열차는 기존의 자동열차정지장치(ATS)만을 장착하여 차량의 성능확인용을 위한 시험 및 시운전을 우선적으로 추진하고 있다. 이러한 ATS 차상장치는 160km/h 이하의 속도에서만 본연의 기능이 유지되고, 그 이상의 속도에서는 현실적으로 사용이 어렵기 때문에 틸팅열차의 목표속도인 200km/h에서 적합하게 시험하기 위해서는 적합하지 않다. 따라서 틸팅열차에 한국철도공사에서 추진하고 있는 차상신호(ATP) 장치 구축사업에 적용된 Bombardier Transport 사의 차상신호장치와 인터페이스가 가능한 차상신호(ATP) 장치를 설치하여 시험을 하여야 한다.

틸팅열차는 기존선에서 운행되고 있는 새마을호를 비롯한 디젤 동력차나 전기기관차 등과는 확연히 다른 시스템으로서 차상신호(ATP) 장치를 틸팅열차에 적합하게 인터페이스 시킬 수 있는 방안이 요구되며, 본 논문에서는 이를 위하여 틸팅열차의 각 세부장치들과 차상신호(ATP) 장치의 인터페이스 방안을 도출하였다. 또한 틸팅열차에 차상신호(ATP) 장치를 설치하기 위하여 요구되는 사항들에 대해 검토하였으며, 이에 적합한 설치방안을 도출하였다.

## 2. ATP 차상장치 인터페이스

### 2.1 ATP 차상장치 설치 조건

#### 1) 차상컴퓨터 종합랙

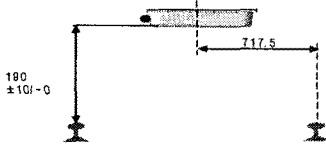
- 위치선정기준
  - . 차상설비 추가에 따른 기관사 혼선 최소화
  - . 검수 및 정비의 용이성
  - . 운행중 확인 가능 및 조작용이
- 설치위치
  - . 틸팅차량 운전석의 뒤쪽에 설치공간이 확보되는 곳에 설치
- 설치 고려사항
  - . 종합랙은 차량의 운전실 내부에 설치되며, 설치 후 전방부분의 단자연결공간 및 착탈을 위한 여유공간 확보 필요
  - . 차량내부운전실의 설치 후 정비 및 보수를 위하여 장비의 착탈이 이루어져야 하며 공간은 최소 400mm의 공간을 확보하여야 한다.
  - . 각 유니트의 후방 연결은 차체적인 공간(16mm 정도)을 통하여 연결하도록 한다.
  - . 설치시 직선 평탄 궤도상에 열차를 위치한 후 설치
  - . 운전실내 충격 방지용 구조물(Shock Mount) 위에 설치
  - . 설치시 차체와 별도의 접지선을 사용 설치
  - . 설치시 입력 전원을 차단 확인 후 설치
  - . 유지보수가 용이하도록 설치

#### 2) MMI 현시장치

- 위치선정기준
  - . 기관사 전방 시야 범위내 설치
  - . 검수 및 정비의 용이성
  - . 운행중 확인 가능 및 조작 용이
- 설치 위치
  - . 틸팅차량의 운전석 Desk에 설치
- 설치 고려사항
  - . 틸팅차량 운전석의 운전대 부근에 설치하며 운전자의 시야 확보 및 운전에 지장이 없는 장소에 설치
  - . MMI현시 장치와 근접하여 확인버튼(Ack Button) 및 스피커 설치공간 확보(협의 조정 가능)
  - . 스피커는 운전자에게 경보전송용이므로 소형으로 설치될 예정이며, 확인버튼(Ack Button)은 푸쉬버튼 형식의 설치공간을 확보하도록 한다.
  - . 기관사가 터치 가능한 곳에 설치
  - . 기관사가 사용에 편리하도록 설치
  - . 인체 공학적인 설계
  - . 설치시 입력 전원을 차단 확인 후 설치
  - . 설치시 차체와 별도의 접지선을 사용 설치
- MMI 현시장치의 규격 검토
  - . ERTMS/ETCS Class1 규격을 만족하여야 한다.
  - . 운전석의 앞쪽에 설치되며 크기는 일반적인 사항으로 검토

3) 발리스 정보 수신용 안테나 장치

- 위치선정기준
  - 안테나 기능 장애 발생이 없는 위치
  - 검수 및 정비의 용이성
  - 고속 주행 중 외부 마찰 또는 충격에 의한 손상 방지구조
- 설치 위치
  - 설치위치는 장비의 특성을 고려하여 대차에 설치토록 함
- 설치 고려사항
  - ERTMS/ETCS Class1 요구조건을 만족하여야 한다.
  - 언더프레임에 설치하고 궤도 상면에서 190±10/-0mm에 설치



- 선로중심에서 좌우로 ±60mm이내에 설치
- 안테나 주변의 금속물과 이격 범위는 좌우 150mm(전자유도기 및 관련 배선이 없어야 함)
- 좌우의 상하유동범위는 중심에서 ±3°

항목	정상위치	최대이격거리
 좌우 이격거리	0 mm (±10 mm)	±60 mm
 Tilting	0° (±1°)	±3°
 Pitching	0° (±1°)	±3°
 Yawing	0° (±1°)	±3°

- 좌우 신호 수신 범위 : 안테나 중심에서 ±120mm
- 상하 신호 수신 범위 : 발리스 상면에서 250~430mm
- 안테나는 대기중에 형성된 자기장을 송수신하므로써 정보를 전달하는데, 자기장은 주변의 전장품에서 발생하는 전자파에 민감하여 규정된 이격거리가 필요함

4) 타코메터

- 위치선정기준
  - 대차축 중심으로 설치
  - 진동, 소음, 미관, 성능 저하 원인 제거
  - 검수 및 정비의 용이성
  - 타 장치 훼손 방지 및 원상복귀 가능 설치
- 설치 위치
  - 타코메터는 차량의 대차 바퀴에 설치된다.
- 설치 고려 사항
  - 타코메터 케이블은 적절한 거리로 죄여져서 유연한 케이블 이동을 가능하게 해야 한다.
  - 타코메터 케이블은 차체 및 보기 사이의 상대적 이동이 가능하도록 조여져야 한다.

- 커넥터에 습기응축 방지를 위해 대차축 중심과 타코메터를 30° 정도 아래방향으로 기울임
- 축 끝단에 설치시 4각 소켓머리 또는 6각 소켓머리 사용
- 좌우 기울어짐 및 곡선 선로 회전시 감안하여 느슨한 형태로 배선
- 언더프레임과 연결시 방수형 커넥터 연결용 브라켓 설치

5) ATS 차상자

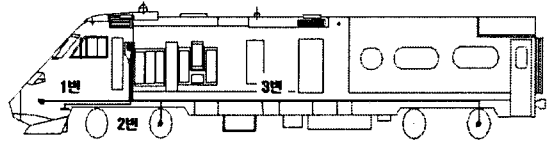
- 위치선정기준
  - 현재 적용되는 기준에 따름
  - 기존 차상자와 인터페이스를 고려한 위치 선정
  - 탈팅차량의 유동범위가 크므로 유동이 적은 부분에 설치
- 설치 위치
  - 탈팅차량의 선두차에 설치
- 설치 고려 사항
  - 차상자는 차체의 하부(곡선에 있어 변위를 적게 하기 위해)의 차체 중심으로부터 진행방향 왼쪽 300mm의 위치에 취부한다.
  - 지상자의 설치 높이(R.L에서 지상으로 20-50 이격설치)와 차상자의 취부 높이는 수신기의 동작 특성에 의해 결정되어 진다. 즉 지상자와 차상자 사이의 거리가 어떠한 장소에 있어도 130-260mm가 되도록 할 필요가 있다.
  - 차상자는 곡선부의 차체변위도 고려하며 될수록 대차에 가까운 위치에 차체로부터 내려 달리게 할 필요가 있다.
  - 차상자 근방에 노이즈(Noise)원(특히 스파크를 발생하는것)으로부터 멀리 취부할 필요가 있다.
  - 차상자는 그 근방에 다른 금속체가 접근하고 있을 경우에는 차상자 부속의 조정판을 움직여서 규정된 80±10mV로 조정 할 수 있다. 다시 말해서 금속체가 너무 접근해 있을 때는 이 값이 확보되지 않으므로 취부장소를 변경할 필요가 있다. 또 접근해서 가동하는 (주위 약1M이내 장소)부분이 있으면 주행 중 결합도가 변동하는 일이 있으므로 주의를 요한다.
  - 한편 주위에 금속체가 없는 장소에서 결합도가 낮아져서 조정되지 않을 경우에는 조정판 취부대와 차상자 사이에 보정판을 넣으면 해결된다. 차상자 취부금구는 조정판이나 차상자에 가까운 데서 루프가 구성되지 않는 구조로 하지 않으면 루프에 유도전류가 흘러 결합도에 이상을 초래하므로 주의가 필요하다.

- 차체하부의 철로된 구조물의 작은 공간을 택하여 여기에 차상자 취부틀을 취부한다. 이때 주변에 200mm이상의 공간을 갖도록 해야 한다.
- 차상자 본체의 화살표가 그 차량의 진행방향과 일치하도록 해서 육각볼트 및 너트로 차상자 취부틀에 붙인다.
- 설치위치에 따른 동작이 민감하므로 기존 ATS 장치의 위치와 동일한 조건 유지
- 안테나의 유효 송신범위 확인
- 기존 안테나 위치 조사(레일 상면 195mm)
- 전선 배선 작업은 방수 구조를 이용
- 안테나의 유효 송신범위 확인

6) 속도검지용 레이더

- 위치선정기준
  - 속도 측정이 가능한 위치 선정
  - 검수 및 정비의 용이성
  - 타 장치 훼손 방지 및 원상복귀 가능 설치
- 설치 위치
  - 탈팅차량의 선두차 전방차체에 설치

- 설치 고려 사항
  - 장비의 특성에 따른 동작 가능한 위치로 선정
  - 스테인리스 계열로 튼튼하고 진동에 강한 브래킷에 설치
  - 지면에서 300mm ~ 1500mm 브래킷에 설치
  - 커넥터는 120mm 여유 공간 확보
  - 케이블 구부러짐을 감안하여 170mm 여유 공간 확보
  - 케이블은 꼬인 전선 적용
  - 속도검지용 레이더는 전파를 발생한 후 반사파의 주파수 차이로 거리를 환산하는 장치이다. 따라서 전파 발사 및 반사파 수신을 위해 장애물이 존재하지 말아야 한다. 설치 차량 언더프레임 설치는 아래 내용을 준수해야 한다.
- 속도검지용 레이더 장치 규격
  - ERTMS/ETCS Class1 요구조건을 만족하여야 한다.
  - 브래킷으로 설치되며 일반적 크기로 검토하였다.



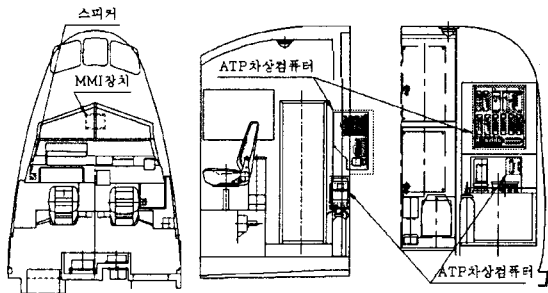
차상케이블 설치현황	
- 1번 ATP팩 to 도플러	: Cable E2154e 0.75m <sup>2</sup> x 13m 설치
- 2번 ATP팩 to 벨리스수신기	: BF Standard Cable Product No. (3WSS006298) x 20m 설치
- 3번 ATP팩 to 타코메타1, 2	: Radox GKW-LW/S EMC 1.0x13.35m
- ATP팩 to IRU기록기	: 내부 설치 케이블은 장비 장착시 설치(10m)
- ATP팩 to MMI, 스피커	: 내부 설치 케이블은 장비 장착시 설치(9m)

또한 ATP 차상장치의 설치위치는 앞에서 제기되었던 각 세부장치별 설치조건에 따라 다음의 그림과 같이 설치하는 것이 적합하다는 결론이 도출되었다.

## 2.2 틸팅열차와 ATP 차상장치 인터페이스

### 2.2.1 ATP 차상장치 입력신호

NO.	INPUT SIGNAL	SIGNAL OF VEHICLE	ELECTRICAL CHARACTERISTICS	CONNECTED ATP EQUIPMENT	REMARK
1	CABLE BREAK	NON BREAK CONTACT ON	DC 24V	CONTROLLER COMPUTER LOGIC	
2	FORMER/REAR	SEMI-CONDUCTOR CONTACT ON	DC 24V	CONTROLLER COMPUTER LOGIC	
3	REVERSE	SEMI-CONDUCTOR CONTACT ON	DC 24V	CONTROLLER COMPUTER LOGIC	
4	CRASH BELLETRON				
5	ACKNOWLEDGE PS				REVERSE OUTPUT SIGNAL
6	REVERSE SERVICE APPLIED ON OFF	FROM RETN OF TCBMS	DC 24V	REVERSE COMPUTER FROM	IF NO SIGNAL IS SENT TO THE REVERSE COMPUTER FROM THE REVERSE SERVICE APPLIED ON OFF, THE REVERSE SERVICE APPLIED ON OFF IS LOGICALLY TAKEN AS THE REVERSE SERVICE APPLIED ON OFF.
7	PROHIBITE SIGNAL APPLIED	FROM RETN OF TCBMS	DC 24V	REVERSE COMPUTER FROM	IF NO SIGNAL IS SENT TO THE REVERSE COMPUTER FROM THE PROHIBITE SIGNAL APPLIED, THE PROHIBITE SIGNAL APPLIED IS LOGICALLY TAKEN AS THE PROHIBITE SIGNAL APPLIED.
8	TRACTION CUT-OFF APPLIED				REVERSE LOGIC
9,10	ATP SIGNALS	None at	CONTROLLER COMPUTER FROM	Understand an ATP signal from the controller computer.	
11	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
12	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
13	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
14	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
15	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
16	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
17	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
18	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
19	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
20	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
21	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
22	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
23	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
24	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
25	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
26	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
27	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
28	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
29	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
30	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
31	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
32	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
33	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
34	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
35	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
36	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
37	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
38	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
39	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
40	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
41	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
42	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
43	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
44	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
45	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
46	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
47	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
48	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
49	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
50	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
51	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
52	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
53	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
54	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
55	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
56	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
57	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
58	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
59	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
60	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
61	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
62	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
63	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
64	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
65	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
66	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
67	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
68	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
69	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
70	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
71	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
72	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
73	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
74	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
75	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
76	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
77	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
78	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
79	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
80	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
81	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
82	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
83	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
84	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
85	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
86	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
87	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
88	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
89	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
90	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
91	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
92	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
93	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
94	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
95	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
96	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
97	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
98	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
99	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL
100	IRU SIGNAL				REVERSE ATP SIGNAL

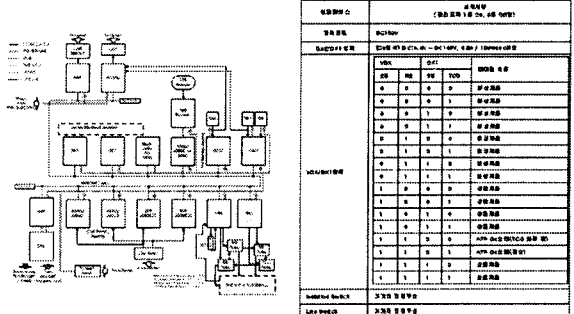


ATP 차상장치의 상세 구성도 및 차량인터페이스 특성은 다음의 그림과 같이 제시할 수 있다.

### 2.2.2 ATP 차상장치 출력신호

NO.	OUTPUT SIGNAL	APPLICATION TO VEHICLE	ELECTRICAL CHARACTERISTICS	REMARK
1	EMERGENCY BRAKE	To cut off the emergency brake, ATP device outputs emergency brake signal.	Two semiconductor outputs from controller	One emergency brake signal and one ATP signal are output from the controller. The ATP signal is output from the controller to the ATP device.
2	REVERSE SIGNAL	Signal to TCBMS	Powerful free contact	
3	TRACTION CUT-OFF	Signal to TCBMS	Powerful free contact	Activated at ATP device
4	REVERSE SWITCH	Signal to TCBMS	Powerful free contact	
5	TRIP REDUCTION	Signal to driving system	MS 400	ATP device outputs signal to the driving system. Due to the trip reduction, the ATP device outputs signal to the driving system.
6	TRIP SWITCH	For signal and emergency brake	MS 400 of TB 232	ATP device outputs signal to the driving system. Due to the trip reduction, the ATP device outputs signal to the driving system.

#### ◆ 차상장치 구성도 및 차량인터페이스 특성



#### [참고 문헌]

- [1] 김용규, 백중현, "기존선 속도향상을 위한 신호보안체계 최적구축방안 연구", 최종연구보고서, 2007

## 3. 결 론

지금까지 틸팅열차에 ATP 차상장치를 설치하기 위한 ATP 차상장치의 설치조건과 틸팅열차와 ATP 차상장치의 인터페이스 검토 내용에 대해 논의 하였다. 앞에서 제기되었던 내용들을 바탕으로 하여 ATP 차상장치를 틸팅열차에 설치하기 위해 틸팅열차 제작시 차량내부의 케이블은 다음의 그림과 같이 미리 삽입하였다.