

■ 技術研究 ■

# 철도 장기 발전전략에 입각한 ATP(Automatic Train Protection) 도입 방안

The ATP Installation Strategy for Railway Long-term Development in Korea

**유 병 관**

(철도청 철도산업구조개혁추진단)

**양 근 울**

(철도청 철도정책자문관)

## 목 차

- I. 서론
- II. 신호제어시스템의 종류 및 특성
  - 1. 종류
  - 2. 시스템별 특성
  - 3. 설치 현황
- III. 국내 ATP 도입 방안
- 1. ATP 도입 필요성 및 문제점
- 2. ATP 도입시 고려해야 할 주요 환경 변화
- 3. 바람직한 추진 방안
- IV. 맺는 말
- 참고문헌

Key Words : 차상신호장치, ATP, 철도, 철도신호, 철도신호장치

## 요 약

본고에서는 최근 논의되고 있는 ATP 도입의 필요성 및 시스템 선정의 적절성을 검토하는데 있어서 철도신호 분야 뿐만이 아닌 우리의 환경변화 여건 등을 종합적으로 고려하여 철도의 장기 발전전략에 부합하는 ATP 도입 방안을 제시하였다.

ATP 도입시 고려해야 할 주요 환경변화로는 고속철도개통, 기존철도시스템과의 조화와 관련한 기술발전 측면, 틸팅차량 등 기존선 속도향상, 전철화, 복선화 등 철도영업거리 확장 및 남북철도연결 등을 고려해야 할 것이다.

즉, 바람직한 차상신호장치 도입을 위해서는 차량과의 적합성에 있어서는 기존차량, 특히 속도계장치와의 호환성, 시설분야에 있어서는 설치작업 및 향후 유지보수의 용이성과 국산화 가능성, 향후 남북철도 연결과 고속철도의 기존선 연계운행 등을 종합적으로 고려하고 장기적인 철도발전에 도움이 되는 방향으로 추진되어야 할 것이다.

결론적으로, 우리철도의 기반시설과 차량 등의 현황과 향후 변동요인을 반영하여 가장 바람직한 ATP 표준기준을 용역 등을 통해 설정하고, 업체선정, 적어도 1년 정도의 시험기간을 거쳐 실용화 단계로 접근해야 할 것이다.

# I. 서론

한국철도는 2004년 고속철도개통을 앞두고 고속철도차량의 기존선 연계운행 및 기존선 속도향상에 대비하여 열차 운행 효율성 및 안전성을 향상시키기 위한 다각도의 노력을 경주하고 있다.

본고에서는 최근 논의되고 있는 ATP 도입의 필요성 및 시스템 선정의 적절성을 검토하는데 있어서 철도신호분야 뿐만이 아닌 차량, 선로, 전철화, 특히, 고속철도개통, 탈팅차량 도입 및 최근 진행중인 남북철도 연결과 관련한 우리의 환경변화 여건 등을 종합적으로 고려하여 철도의 발전전략에 부합하는 ATP 도입 방안을 제시하고자 한다.

## II. 신호제어시스템의 종류 및 특성

### 1. 종류

철도신호기술은 1825년 철도개통 당시 기마수에 의한 적색신호기를 사용한 이래, 안전도 향상, 조밀운전 및 고속운전을 목표로 발전을 거듭하였다. 자동화의 변천과정을 보면 초기의 신호인지 자동화(ATS)에서 최근에는 신호인지 및 열차제어 자동화(ATC)로의 변천을 거듭해 왔다. 현재 일반철도에서 사용되고 있는 신호제어시스템을 기능에 따라 정리하면 <표 1>과 같다. 한편, 현재 지하철구간에서 기사용되고 있고 국철구간에서 도입을 검토하고 있는 ATP, ATO 및 ATS(Supervision)장치는 ATC장치에 추가적인 기능을 부가한 것으로 이해할 수 있다.

또한 신호제어시스템은 위에서와 같은 분류 방식 외에도 제어방식에 따라 속도중심(Speed step sinalling system)과 거리중심(Distance to go sinalling

system)의 제어방식으로 나뉘어 진다.

속도중심 방식은 안전을 주목표로 하는 것으로 ATS 방식이 이에 해당한다. 거리중심 방식은 고정폐색 혹은 이동폐색(moving block)을 사용하며 안전 및 고밀도 운전을 목표로 하는 것으로 ATP와 ATC 방식이 이에 해당한다. 이동폐색의 경우 지상으로부터 연속정보를 수신하여 고밀도 운전에도 유리하다.

### 2. 시스템별 특성

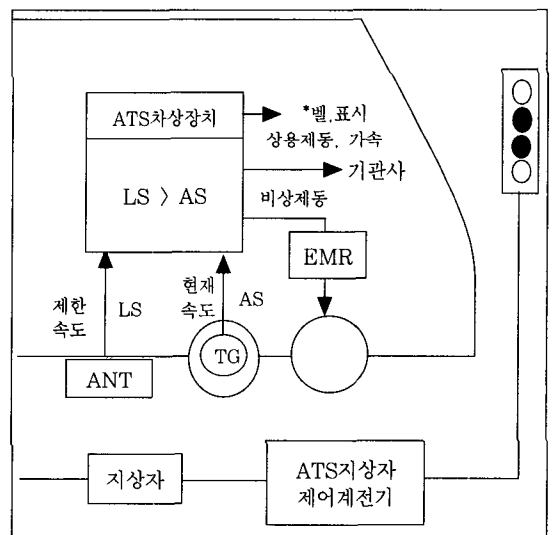
#### 1) ATS(Automatic Train Stop) 시스템

ATS는 자동폐색방식(ABS)을 사용하여 지상신호기를 현시하며, 신호현시 속도보다 열차 운행속도가 높을 경우 비상으로 제동을 가하는 안전운행 시스템으로 열차제어기능보다는 기관사의 보조기능 목적으로 이용된다.

현재 경부선에서 사용되고 있는 ATS 5현시 시스템은 차상장치와 지상장치로 구성되어 있으며, 동력차 하부에 설치되어 있는 차상자(cab coil)가 궤도 내에 설치되어 있는 지상자를 통과할 때 폐색구간 통과속도 정보(98kHz~130kHz)를 차상자에서 감응하여 신호기 조건(제한 속도)보다 높은 속도로 열차를 운행하는(실제 속도) 경우 약 5초간 경고음을 보낸 뒤에도 감속이 이루어지지 않으면 자동적으로 열차를 정지시키는 구조이다.

<표 1> 열차자동 제어시스템의 종류

구분	주요 기능
ATS (Automatic Train Stop)	- 기관사 경고 - 자동열차정지 - 150km/h 이하
ATP (Automatic Train Protection)	- 기관사 운전지원 - 자동감속 및 정지 - 220km/h 이하
ATC (Automatic Train Control)	- 열차자동제어 - 고속선 300km/h 운전가능



<그림 1> ATS 장치 구성도

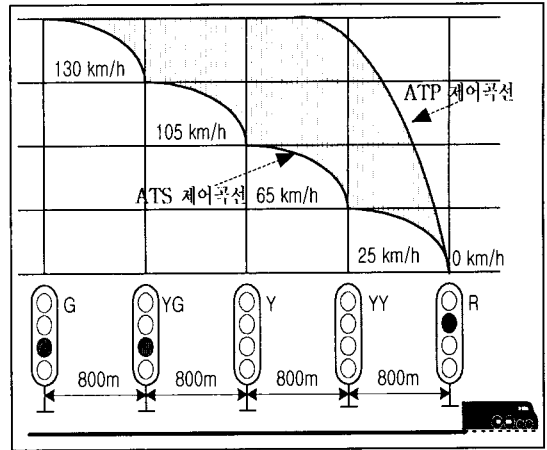
2) ATP(Automatic Train Protection) 시스템

이는 폐색구간 경계지점에 설치된 지상자(Balise, Beacon)를 통하여 열차간 운행정보의상호교환을 통해 최소제동거리를 확보함으로써 운전시각 단축과 선로용량 증대를 가능하게 하는 시스템이다.

이 장치는 열차운행이 비교적 빈번하지 않은 구간에서 불연속 정보전송 방법에 의해서 열차제어를 가능하게 할 수 있어 주로 열차의 안전운행을 목적으로 사용되며, 현재는 220km/h 이하에서 사용중이다.

한편 열차의 운행속도 향상 및 조밀운전을 해결하기 위하여 궤도회로를 설치하여 열차운행에 관련된 정보를 함께 전송하는 연속정보 전송방식도 개발되어 사용되고 있다. 운행중인 노선에서 이러한 방식으로 Up-Grade 하기 위해서는 시스템을 일정기간 사용하지 해야 하는 등 어려운 문제가 있기 때문에 주로 신설노선에 사용이 가능하다.

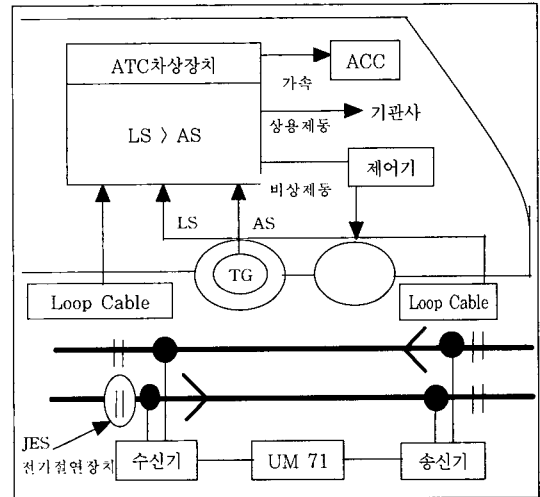
<그림 3>은 ATP의 속도제어 곡선을 나타내는 것으로 기존의 ATS 시스템이 계단적인 제어곡선을 보여 주는데 비해 ATP는 선형적인 제어곡선을 나타내어 빗금친 부분만큼의 운전효율을 기할 수 있음을 보여준다.



<그림 3> ATP 속도제어 곡선도

3) ATC(Automatic Train Control) 시스템

본 시스템은 열차의 고속운행에서 정확한 열차제어를 통한 안전을 확보하기 위한 목적으로 개발된 것으로서 지상으로부터 열차운행과 관련된 연속 및 불연속 정보를 실시간으로 전송 및 처리하여 열차제어 및 부가적인 기능을 자동으로 처리하기 위하여 운전실에



<그림 4> ATC 장치 구성도

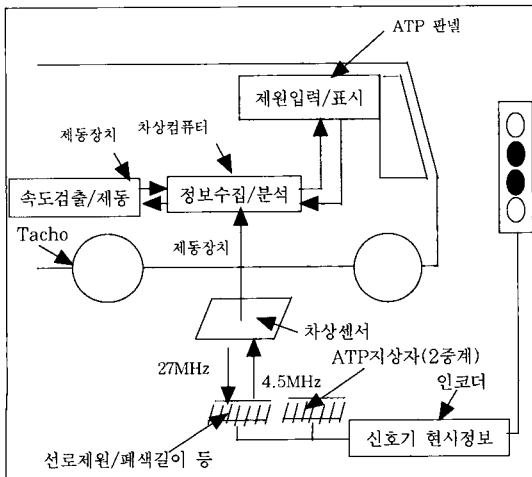
컴퓨터 적재 등 각종 차상설비를 갖추고 있어 차상 신호방식(cab signal)으로 불린다. ATC장치는 일반적으로 열차를 자동적으로 방호하는 기능(ATP) 이외에, 열차운영과 직접적으로 관련 있는 열차감시기능을 갖고 있으며, 열차자동 운전기능(ATO)을 차량에 부여할 경우 무인운전도 가능하다.

이러한 기준으로 볼 때 최근에 개발되고 있는 ATP 레벨 2 이상의 시스템도 차상신호방식으로 분류할 수 있다.

3. 설치 현황

1) 국내 신호제어시스템 현황

현재 우리나라에서 사용되고 있는 ATS 차상장치



<그림 2> ATP 장치 구성도

는 3현시 구간에서 사용중인 점제어식과 수도권 전동차 운용구간에서 사용중인 차상속도 조사방식, 국철 경부선에서 사용중인 차상속도 조사방식(5현시) 등 3가지이다.

점제어식은 기관사의 보조장치로 정지신호에만 동작(1969년 경부선 최초도입)하며, 차상속도조사식은 제한속도 초과시 작동하도록 되어있다(1974년 수도권 전철구간 4현시, 1988년 경부선 3/5현시로 교체).

한편 경부고속철도 구간은 300km/h의 고속운전을 위해 ATC(TVM430)가 채택되었다.

**2) 해외 신호제어시스템 현황**

유럽은 기존선 속도향상을 위한 불연속 정보전송방식과 고속선에서 연속정보전송방식 차상신호장치를 사용하고 있다. 프랑스에서는 ALSTHOM사가 개발한 KVB가 재래선에서 사용되고 있고 CSEE사의 TVM 시리즈가 고속선에서 사용되고 있으며, 독일의 경우에도 SIMENS사의 ZUB, LZB가 사용중에 있다.

한편 유럽의 경우 국제열차 운행의 증가로 각 국가별 상이한 지상신호시스템에 대응하여 운행가능한 신호제어시스템의 구비가 필요하여, 유로스타의 경우에는 4종류의 신호시스템을 탑재하게 되었다. 최근에 이러한 복잡성과 비경제적인 면을 해결하기 위하여 차상설비를 단일종류로 하여 지상의 여러 시스템으로부터 신호를 수신할 수 있는 ERTMS(European Rail Traffic Management System)라 불리는 열차제어장치가 추진되고 있다.

ERTMS 시스템은 유럽 각국의 신호시스템의 통합 운영을 목적으로 초기에 개발된 레벨 1과 기존의 지상자를 통한 정보전송방식에서 무선정보방식으로 변화를 추구한 레벨 2 그리고 한 단계 더 나아가 궁극적으로 지상설비 없이 열차제어가 가능한 시스템을 목표로 하는 레벨 3 시스템의 개발이 진행중이다.

〈표 2〉 외국의 열차제어장치

구분	시스템
ATP 방식	- ERTMS(유럽) - EBICAB(스웨덴) - KVB(프랑스) - ZUB(독일)
ATC 방식	- TVM430(프랑스) - LZB(독일) - 신간선(일본)

〈표 3〉 차상신호(ATP: ERTMS) 정의

구분	레벨 1	레벨 2	레벨 3
폐색방식	고정폐색	고정폐색	이동폐색
정보전송 방식	지상자 정보전송	무선 정보전송	무선 정보전송
궤도회로 사용여부	궤도회로/차측계수기	궤도회로/차측계수기	×
지상신호기 사용여부	지상신호기 사용	지상신호기사용/미사용	×

한편 레벨 2 시스템은 영국, 독일, 스페인, 이탈리아 등에서 2003년 이후 사용목표로 현재 공사중에 있다.

〈표 3〉은 ERTMS의 레벨별 기술수준을 구분한 것이다.

**III. 국내 ATP 도입 방안**

**1. ATP 도입 필요성 및 문제점**

**1) ATP 도입의 필요성 및 기대효과**

2004년 경부고속철도개통과 함께 기존 경부선 서울~시흥간을 고속 열차와 기존열차가 혼용 운행됨에 따라 열차빈도가 더욱 조밀해질 것이다. 또한, 대구~부산 기존선 구간을 KTX가 운행함에 따라 변경구간 및 절연구간을 ATS 수동방식에 의존해야 하는 문제점을 안고 있다.

특히, KTX는 2004년 호남선구간을 동시 운행하도록 되어 있으며 이 구간은 향후 일부 선로개량만으로도 180km/h까지 속도향상이 가능할 것으로 보여 이 경우 기존의 ATS 장치로는 한계가 있을 것으로 보인다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위하여 현재 ATP 시스템 도입이 추진되고 있다.

한편 이러한 ATP 시스템이 도입될 경우 안전성 제고 및 선로용량 증대 효과도 기대할 수 있다.

〈표 4〉는 신호제어시스템별 안전율을 비교한 것으로 ATS, ATP, ATC 순서로 시스템 안전도가 뛰어난 것을 알 수 있다.

선로용량 증대 효과에 있어서 "21세기 국가교통망 구축 기본계획 수립"에 의하면 ATS에 의한 지상신호 방식에서 차상신호 방식으로 신호제어방식을 전환하는 경우 17.4%의 증가효과를 제시하고 있다.

〈표 4〉 시스템 안전율(2000년 기준)

구 분	발생건수	안전율(h <sup>-1</sup> )	비 고	
ATS	차상장치	473	0.054	발생건수/시간
	지상장치	34	3.38×10 <sup>-3</sup>	
ATP	0.19	22.8×10 <sup>-6</sup>		
ATC	-	10 <sup>-12</sup>	TVM430	

자료1 : 철도청, "호남선 전철화 타당성조사 및 기본계획, 2001.  
 자료2 : TVM430, 철도경영연구원, 2000, 유병관

기타 속도향상을 대비하는 측면에서 틸팅차량 개발 또는 선로 개량시 신호분야의 대비가 용이하며, 차상 설비로 기관사 1인 승무가 가능하여 인력 효율화도 기할 수 있다.

2) ATP 시스템 선정상 문제점

ATP 방식은 기존선에서 속도향상(160km/h에서 200km/h이상)을 위해 도입된 것으로 이 과정에서 동력차 성능 및 선로조건 개선과 함께 자연스럽게 신호제어시스템의 정비가 필요하여 개발된 방식으로 대표적인 것이 프랑스의 KVB 시스템이다. 따라서 ATP 시스템 선정은 국가마다 선로조건 및 동력차의 제원 등과의 적합성 여부를 검토하여 결정되어야 할 것이다.

국내에서 ATP 시스템 도입과 관련하여 기존에 연구된 보고서에서 제시한 ATP 시스템은 ERTMS 레벨 1 및 레벨 2 차상신호 시스템이다.

먼저 "ATP 시스템 도입을 위한 기술조사 보고서"(1988, 철기원)에서 제시된 ERTMS 레벨 1 시스템의 경우, 안전 제고효과는 있지만 우리가 필요로 하는 선로용량 증대효과는 적으며, 불연속 정보전송방식으로 선로용량 증대효과를 갖기 위해서는 현행 기존선의 폐색구간 변경 등 추가적인 비용이 발생한다.

이는 레벨 1의 경우 기존 신호기가 정지신호 현시시 이미 구축된 신호패턴을 따라 완충구간(Buffer Track)을 준수해야 함으로 고밀도 운전에는 효과가 미흡하기 때문이다.

또한 "차상신호(ATP) 시스템 도입사업 보고서, 2002, KDI)에서 제시된 ERTMS 레벨 2 시스템의 경우에는 고밀도 운전에는 효과가 있으나 연속제어방식을 위한 무선정보전송에 따른 송수신 주파수 확보, 기존 차량과의 적합성 등 기술적 문제 및 비용 측면에서 신중하게 검토되어야 할 것이다. 아울러 현재까지 실제 사용되고 있지 못하다는 점도 고려되어야 할 것이다.

2. ATP 도입시 고려해야 할 주요 환경 변화

1) 고속철도개통

2004년 경부고속철도 개통은 우리나라 신호체계에도 일대 혁신을 가져올 것이다. 이제까지 150km/h 이하에서 사용되었던 ATS 지상 신호방식에서 서울-대구 고속선구간에서 300km/h의 연속제어방식인 ATC장치로 변화되기 때문이다.

경부고속철도에 운행될 KTX 차량은 당초 고속선 구간만을 운행할 목적으로 ATC(TVM430)방식으로 설계되었으나 대구-부산간 및 호남선 기존선 직결운행으로 변경됨에 따라 ATS(3/5현시)장치가 추가로 설치되었다. 향후 고속철도의 성공적인 개통을 위해서는 고속선과 기존선과의 변경구간에서 완벽한 신호전이가 이루어져야 할 것이며, 이를 보완하고 개발하기 위한 기존선과의 인터페이스 향상은 과제로 남는다.

2) 기술발전 측면

외국의 신호분야 발전추세를 보면 150km/h이하에서 기관사에 의존한 지상신호방식(ATS)에서 기존선 속도향상 및 안전도 향상의 목적으로 220km/h 이하에서 차상신호방식(ATP)이 도입되어 사용되었다. 그러나 300km/h의 고속선에서는 기존의 불연속 정보전송방식에서 탈피하여 디지털 차상컴퓨터를 이용한 연속정보방식의 궤도회로를 이용한 열차자동제어(ATC)방식이 도입되어 사용중이다.

한국철도는 이미 300km/h이하에서 운행할 수 있는 ATC(TVM430)방식이 경부고속선 구간에 도입되어 2004년 상업운전을 앞두고 있는 시점에서 200km/h대의 신호기술 도입을 검토하고 있다.

따라서 우리가 ATP 도입을 검토하는데 있어서 도입목적과 기존철도 시스템과의 조화라는 기술발전 측면을 고려해야 할 것이다.

3) 틸팅차량 도입

틸팅차량의 가장 큰 장점은 기존 선로를 크게 변화하지 않고 차량의 무게중심을 변경하는 진자방식을 이용하여 속도를 20~30%까지 향상시킬 수 있다. 철도청에서도 이러한 틸팅차량의 도입을 검토하고 있으며 이 경우 최대속도가 150km/h를 능가하게 됨으로 현재 150km/h 이하에서 사용되고 있는 ATS 방식으로는 문제가 있으므로 이에 대한 대책도 강구되

어야 할 것이다.

4) 전철화, 복선화 등 철도영업거리 확장

건설교통부에서 수립된 '국가간교통망계획(2000~2019)'에 의하면 2,020년까지 철도영업연장이 4,908km로 확장되고 전철화율이 82%에 달할 것이라고 한다.

이렇게 전철화 및 시설 현대화가 촉진될 경우 이에 따라 당연히 신호제어시스템의 현대화도 수반되어야 하며, 따라서 현재 추진중인 ATP 시스템 도입도 이러한 장기적인 신호시스템 현대화 계획과 연계하여 검토되어야 할 것이다.

5) 남북철도 연결 등

최근 국제무역의 개방화, 공동화가 가속되고 있으며, 경의선 및 동해남부선의 남북철도연결공사가 진행됨에 따라 한국이 동북아시아 물류의 중심부(hub)로 떠오르면서, 철의 실크로드로 불리는 유라시아 횡단 철도의 거점으로서 장차 남북한 철도와 시베리아 횡단철도(TSR), 중국 횡단철도(TCR) 등 대륙철도와 연결을 통해 유럽까지 한국철도의 진출이 예상된다. 따라서 국제물류 운송량 증가에 따른 선로용량 확보와 북한 신호설비 등 대륙철도와도 호환이 가능한 신호시스템 구축을 함께 고려해야 할 것이다.

3. 바람직한 추진 방안

지상신호방식에서 차상신호방식으로의 전환 필요성은 앞서서 제시된 바와 같이 안전도 향상, 고밀도 운전, 속도향상 등의 목적으로 고속 철도 운행 이전에도 검토가 필요했던 조치라고 생각한다.

늦었지만 고속철도 차량의 기존선 운행과 관련하여 ATP 차상신호시스템의 도입이 최근 추진되고 있는데 이를 위해서는 향후 철도의 장기적인 발전 측면에서 신호시스템 자체만이 아닌 시설, 차량 등 철도 각 분야와의 적합성을 종합적으로 검토하여 추진되어야 할 것이다. 아래에서는 ATP 도입을 위해 각 분야별 검토해야 할 관련 사항들을 정리하였다.

1) 차량과의 적합성

차상신호장치는 ATP시스템 구성(지상자, 차상자)뿐만 아니라 차량의 성능과도 밀접한 관계가 있다.

애초에 동력차의 견인력, 제동력 등의 향상을 통한 속도향상 및 안전을 뒷받침하기 위해 ATP 시스템이 개발되어 왔다.

따라서 향후 틸팅차량 도입 등 차량정책 방향을 고려해야 하고 기존차량에 설치후 도입효과 및 적합성 여부도 검증돼야 한다. 최고속도 150km/h의 차량에 220km/h 용의 신호장치를 설치하는 것은 비경제적임에 틀림없다.

또한, ATP장치는 단독시스템이 아니라 속도계장치로부터 정보를 받는다. 프랑스의 경우 ATECC(속도계장치) 시리즈를 1972년부터 동력차 개발에 맞추어 3단계에 걸쳐 개발하여 설치함으로써 ATP의 실현을 뒷받침했다. 이후 개발된 ATESS(속도정보처리장치)는 TGV차량에서도 사용중이다.

KTX 차량은 ATS(프랑스 KVB)와 이미 혼재되어 운행을 앞두고 있지만 기존 동력차의 전기식 속도계가 ATP가 요구하는 속도정보를 제공할 수 있는가 여부도 검토해야 하며, 필요시 시스템 선정에 따른 추가적인 비용 발생도 고려해야 한다.

2) 시설분야와의 적합성

앞서 언급했듯이 신호시스템의 선정에 있어서 전철화, 복선화 및 신설건설 등 장기발전계획을 충분히 반영해야 한다. 또한 ATP 선정시에는 구체적인 개량 범위, 절체작업의 용이성, 인접선구의 확장성, 공사기간 뿐만 아니라 유지보수의 용이성, 국산화 가능성 등을 종합적으로 검토하여 합리적이고 경제적인 신호시스템을 구축해야 한다.

ERTMS 레벨 1은 운행선상에서의 설치공사가 가능하지만 고밀도 효과는 기대할 수 없다.

ERTMS 레벨 2는 레벨 1에 비해 고밀도 효과는 기대할 수 있으나 궤도회로를 설치하여 연속정보방식을 채택할 경우 비용상승 및 절체작업이 용이하지 못하며, 일정기간 구간을 사용하지 못하는 경우도 발생할 수 있다.

또한 무선에 의한 연속정보 전송방식은 송수신 주파수 확보 문제 등 검증절차가 필요하다.

이런 이유 이외에도 ATP의 정확한 정보부재에서 오는 오류는 얼마든지 발생할 수 있기 때문에 정확한 정보 수집과 종합적인 검토가 필요하다.

3) 향후 철도정책과의 연관성

신호시스템의 선정은 비단 신호분야에 끝나는 것이

아니라 향후 철도정책 변화에 커다란 변수로 작용할 수 있다.

잘못된 신호시스템이 향후 차량선정이나 시설 현대화에 역으로 영향을 미칠 수 있기 때문이다. 따라서 신호시스템의 선정시에도 향후 철도시설의 확충이나 현대화 계획은 물론이며 남북철도 연결과 고속철도의 기존선 연계 운행 계획 등을 종합적으로 고려하여 장기적인 철도발전에 도움이 되는 방향으로 추진되어야 할 것이다.

#### IV. 맺는 말

외국에서의 ATP 도입배경을 살펴보면, 일반적으로 차량개발과 관련하여 견인력 및 제동력 향상, 속도계 장치 개발 등 차량속도 향상 여건이 마련되었고 선로 여건 또한 200km/h 이상을 주행할 수 있는 상황에서 ATP 장치가 도입되었다.

바람직한 ATP 도입을 위해서는 먼저 우리철도의 기반시설과 차량 등의 현황과 향후 변동요인을 반영하여 가장 바람직한 ATP 표준기준을 용역 등을 통해

설정해야 한다.

또한 이 기준을 만족시킬 수 있는 업체와 시스템을 선정 후 적어도 1년 정도 일정구간에서 시험적용을 실시해야 한다. 따라서 기준설정, 업체선정, 설치 및 시험기간을 걸쳐 상용화가 이루어지려면 2007년 이상은 되어야 할 것이다.

ATP 도입은 장기적으로 검토되어야 하며 성급한 신호시스템 도입은 철도발전에 부정적인 영향을 줄 수 있다. 차상신호시스템(ATP)도입은 이제 신호분야만의 과제가 아니라 시설, 차량 등 철도전체의 관심 분야가 되어야 한다. 현재 시행중인 "ATP 타당성 조사 및 기본계획 수립"에서부터 각 분야의 관계자간에 충분한 논의가 있어야 할 것이다.

#### 참고문헌

1. 유병관(2000), TVM 430(I, II), 철도경영연수원.
2. KDI(2002), 차상신호(ATP) 시스템 도입 사업.
3. KRRI(1998), ATP 시스템 도입을 위한 기술조사 보고서.

✉ 주 작 성 자 : 유병관

✉ 논문투고일 : 2002. 11. 1

논문심사일 : 2002. 11. 16 (1차)

2003. 1. 3 (2차)

심사판정일 : 2003. 1. 3

✉ 반론접수기한 : 2003. 4. 30