

기존철도에서 고속차량의 주행을 위한 고려사항에 관한 연구
The study for the matters to be considered for running of High Speed Train at Conventional Railroad

박광복*
Park, Kwang-Bok

한성수**
Han, Song-Soo

ABSTRACT

The KTX is now operating to the commercial purpose at Gyeong-Bu high speed railroad and Ho-Nam conventional railroad to be started on April, 2004. The trains were not found any problems at high speed railroad, but at Ho-Nam line were known to be have the few problems due to operating no planed. In this report should be studied for the effects of the lateral forces and wheel bases, brake distances etc., that high speed trains should be considered on curve running at the conventional railroad. The studied contents for operating at the conventional railroad shall be checked for the technical requirements from design stage, and the trains should be supplied and manufactured to car system to have the good running performances.

1. 서론

KTX(Korea Express Train)는 2004년 4월에 개통되어, 경부고속철도와 호남선에서 최고운행속도 300Km/h로 상업운행 하고 있다. 이들 차량은 경부고속철도에서는 특별한 문제가 있지 않으나, 계획 되어 있지 않았던 호남선철도 운용에서는 대차 시스템 등에 약간의 문제가 발생되고 있는 것으로 알려져 있다.

고속차량은 일반적으로 300Km/h의 고속주행을 위하여 고속선로에 적합하게 주행 시스템이 설계 되어 있다. 그러나 우리나라를 비롯하여 프랑스, 독일, 이탈리아 등의 철도운영기관들은 운영의 효율 화와 건설비 절감을 위하여 고속차량을 기존철도에까지 연계해 운용하고 있다. 한편 기존선에서는 고속열차가 대략 140~200Km/h로 운영하고 있고, 또한 선로에는 많은 곡선, 터널, 교량, 건널목 등이 설비되어 있다.

본 연구에서는 고속차량이 기존철도에서 주행 시 고려해야 할 차량의 주행 안정성 즉 사행동 파 장, 후랜지 형압 및 차축거리의 영향과, 레일 침하, 열차의 계동거리 등에 대하여 검토 하고자 한다.

따라서 기존철도 전라선, 호남선에 도입되는 신규 고속차량에 대하여 설계 단계부터 기술적 고려 사항을 충분히 검토하여, 주행성능이 우수한 차량 시스템이 제작 및 공급되어 원만한 운행 될 수 있도록 기존선에서 고속차량의 주행을 위한 고려사항에 관한 연구 내용이다.

* (주)동원컨설팅트 전무, 정직원

** 아한 P & E, 대표이사

2. 본론

2.1 각국의 기존철도 운용

우리나라의 KTX가 기존선에서 140 Km/h로 운행하고 있으며, 선로 중의 최소곡선반경은 400 m이고, 속도는 110 Km/h로 주행하고 있다. 유럽에서는 기존선에서 180~200Km/h로 운행하고 있는 것으로 알려져 있다.

2.2 고속철도와 기존철도의 비교

우리나라의 경부고속철도와 기존철도는 표 1과 같다. 경부고속철도는 최고주행속도가 300Km/h 이나, 호남선 및 전라선은 최고운영속도가 현재는 140Km/h로 되어 있으며, 일부는 180Km/h로 개량 중에 있다. 전철화 구간도 2004년에 호남선 서대전~광주 또는 목포, 동대구~부산간을 개량하였고, 2006년에는 익산~순천, 광주~진주는 2011년까지 전철화 계획 중에 있다. 한편 선로의 최소곡선은 경부고속철도는 곡선반경이 7,000m 이나, 기존선은 400m 이다.

표 1 경부고속철도와 호남선철도의 비교

항목	경부고속철도	호남선	비교
최고운행속도	300 Km/h	140 Km/h(서대전-광주) 180 Km/h(광주-목포)	전라선(익산-순천) : 2006년 전철화 및 정비사업 완료
레일 중량	60 Kg/m	50 Kg/m	
도상	자갈도상 (터널 슬라브)	자갈도상	
최소곡선	7,000 m (서울-동대구 신선)	대전-익산 : 400 m 익산-송정리 : 800 m 송정리-목포 : 1,000 m	
레드 중심 간격	5m	4.3m	
최대철탄트	180 mm	160 mm	
비상개동거리	3,000 m 이하	600 m 이하	
터널 단면적	107 m ²	73 m ²	
최급구배	15 ‰(예외 25‰)이하	15 ‰ 이하	
축하중	17톤	22톤	
신호장치	ATC	ATS	기존선 ATP로 개량예정

2.3 고속차량의 기존철도 주행을 위한 고려사항 검토

2.3.1 차량의 주행 안정성

1) 주행안정성

고속차량의 주행안정성은 고속주행을 위해 가장 중요한 요소이다. 열차의 고속주행에 영향을 미치는 것은 차량의 사행동이다. 사행동은 열차에 연결된 차량이 각각 서로 다른 좌우방향으로 움직이는 현상으로 사행동이 커지면 열차가 전복하게 된다.

사행동과 대차 구조의 기본적 관계는 일반적으로 다음 식으로 표현한다.

$$S_2 = S_1 \sqrt{1 + \left(\frac{a}{b}\right)^2} \quad S_1 = 2\pi \sqrt{\frac{br}{\gamma}} \dots\dots\dots \text{식 1}$$

여기서 : S1 : 1축 사행동 파장 S2 : 대차 사행동 파장
r : 차륜 반경, 2a : 축거
2b : 좌우 차륜레일 점점간격(계간) γ : 차륜담면 유효구배

식 1의 관계식은 큰 축력 동력대차도 작은 축력 동력대차도 차이가 없는 것처럼 보이지만, 큰 축력 동력대차는 차륜경이 크고, 축거리가 길기 때문에 유리하게 된다. 그러나 좀더 상세히 사행동 한계 속도의 계산으로 식 2로 쓸 수 있다. 식 2는 조건을 단순화한 식으로서 실제와는 조금 차이가 있다.

$$V_o = S_1 \sqrt{1 + \left(\frac{a}{b}\right)^2} \sqrt{\frac{b^2 f_y^2 + i^2 f_\psi^2}{b^2 + i^2}}$$

$$f_y = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_y}{m}}$$

$$f_\psi = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_y b_1^2}{m i^2}} \dots\dots\dots \text{식 2}$$

여기서 S1 : 윤축의 기하학적 사행동
 b : 궤간의 절반mm
 f_y : 비연성 고유진동 1/ sec
 r : 차륜 반경mm
 b1 : 축상 간격의 절반 mm
 kx : 전후 방향의 스프링 정수 kgf/mm

a : 축거의 절반 mm.
 i : Z축 회전의 판성 반경 mm
 f_ψ : 비연성 고유진동 1/sec
 γ : 답면경사 1/mm radian
 m : 대차 질량 kg
 k_y : 좌우 방향의 스프링 정수 kgf/mm

식2는 대차와 윤축이 견고(rigid)하게 결합 되어 있다고 가정하였다. 또한 대차와 윤축과의 사이에 차축 스프링이나 차축 댐퍼(damper)가 있으며, 차체와 대차의 사이에도 댐퍼(damper)가 있기 때문에 한계속도는 좀더 높아진다. 여기서 중요한 것은 Z축 회전의 판성반경과 대차 질량이 영향을 주는 것이다. 어느 것이나 크게 되면 고유진동수는 작아지고, 한계속도는 낮아지기 때문에, 고속용의 기관차와 같이 대형의 대차와 큰 출력의 동력장치를 가진 경우는 대차 질량이나 Z축 회전의 판성반경이 크게 되어 사행동은 불리하게 된다.

따라서 식 1에서 알 수 있듯이 축거리(a)가 클수록 대차 사행동 파장(S2)이 커서 주행안정성을 얻을 수 있으며, 식 2에도 축거리(a)가 클수록 임계속도 증가함을 알 수 있다.

따라서 최근의 주행안정성 해석기술 발전으로 사행동에 대한 감쇄를 위해 대차에서 요댐퍼를 설치하여 효과를 보고 있으며, 실제로 축거리가 크게 영향을 미치지 않는다고 할 수 있지만, 동일한 조건이라면 축거리가 대차 사행동 파장과 차량 임계속도에 영향을 주는 물리적 특성이라고 할 수 있다.

2) 차륜의 횡압

일반적으로 고속차량이 주행 중에 받는 큰 차륜의 횡압은 곡선 통과시와 대차 사행동에서 발생한다. 대차 사행동 발생은 고속차량에 있어서 위험하기 때문에 사행동 파장을 길게 하거나, 감쇄장치를 설치하고 있다. 사행동 파장을 길게 하려면 대차의 축거리(Wheel Base)를 크게 하는 것이 효과적이기 때문에, TGV, ICE1 & 2, KTX, G7 KHST 등에서는 3m로 하고 있다. 한편 동력집중식 차량에서는 주전동기가 대형이 되기 때문에 대차 축거리를 줄이는 것은 상당히 어렵다.

대차의 축거리를 길게 하면 곡선통과 시에 횡압이 증가하며, 동시에 대차 중량도 증가한다. 그래서 일본 신간선 경우는 대차의 축거리를 2.5m로 하면서 사행동 억제장치를 강화하고 있으며, 이는 동력분산식이기 때문에 가능하다. 그러나 이 감쇄장치 때문에 급곡선에서는 횡압이 높아지고, 차륜의 후랜지(flange)의 직립 마모가 심해져, 답면 삭경 주기가 짧아졌다.

또한 레일도 머리부분, 측면 마모가 심하다. 이 사행동 감쇄장치의 개량과 자기조항기능 부가에 의해 최근에서는 삭경 주기가 3~4배 정도로 늘어났다.

대차의 축거리가 긴 TGV-PSE에서는 재래선에서 운행할 때에 횡압이 크고, 후랜지(flange)와 직립 마모를 막기 위해 후랜지(flange) 도유기 장치를 설치하였다.

횡압은 레일의 틀림, 주행 난폭 등에 의해서도 발생한다. 일본의 동해도 신간선의 경우는 횡압을 좌우 움직임 가속도를 매일 매일 확인하여, 일정 한도를 초과하면 궤도 정비를 하도록 규정되어 있다.

실측된 자료는 없지만, 궤도 틀림에 의한 횡압은 대차의 회전 모멘트에 영향을 주며, 이는 대차의 축거리나 스프링하중질량의 크기에도 큰 영향을 준다. 유럽의 TGV나 ICE에서는 이것을 적게 하기 위해서 주전동기를 차체에 장착하고 있지만, 소형경량의 신간선 대차에서는 일반 지하철 전차와 같이 대차에 장착하는 간단한 구조로 되어 있다.

궤도에 전축 외측축 및 후축 내측축 차륜은 후랜지가 레일로부터 받는 힘을 각각 F1 및 F2의 힘

을 받는다. 물론 대차 중심에는 원심력과 중력이 레일면에 평행한 분력이나 좌우진동의 편성력 등의 횡력 P_0 (외측) 및 P_i (내측)가 작용한다. 여기서는 횡압을 검토하기 위하여 F_1 및 F_2 의 힘에 대한 이론식을 정리하면 다음과 같다.

$$F_1 = \mu(P_0 + P_i) [\cos \xi_1 + (a/2b)(\sin \xi_1 + \sin \xi_2)] + P/2$$

$$F_2 = \mu(P_0 + P_i) [\cos \xi_2 + (a/2b)(\sin \xi_1 + \sin \xi_2)] - P/2 \dots \dots \dots \text{식 3}$$

여기서 : F_1, F_2 : 후랜지 외측 및 내측 횡력 P_1, P_2 : 레일면에 작용하면 외측 및 내측 횡력
 P : 대차 중심에서 작용하는 횡력 μ : 점착계수
 a : 1/2 제간 거리 $2b$: 대차 축거리
 ξ_1, ξ_2 : 대차관성 중심과 각 후랜지의 작용점이 이루는 각 각도

식 3에서 대차의 축거리가 길어지면 후랜지의 작용하는 횡력 F_1, F_2 가 작아짐을 알 수 있다. 따라서 직선에 고속주행에 유리하다.

대차의 중심에서 발생하는 횡력 P 는 식 4와 같이 쓸 수 있다.

$$P = mg((v^2/gR) - a) + m_B g_{aH}(g) \dots \dots \dots \text{식 4}$$

여기서 : P : 대차 중심에서 발생하는 횡력 mg : 대차당 차량중량
 v : 차량의 속도 g : 중력가속도
 R : 곡선반경 m_B : 차체 질량
 $a_H(g)$: 차체 좌우진동 가속도 a : 캔트각

식 4에서 대차중심에서 발생하는 횡력 P 는 차량중량, 차량속도 차체 질량 및 차체좌우 진동가속도에 비례하고, 곡선반경에 반비례함을 알 수 있다.

즉 차량이 같은 조건이면 곡선반경 R 이 작을수록 같은 횡력이 증가하고, 속도가 빠를수록 증가함을 알 수 있다.

또한 곡선을 주행하게 되면 회전관성모멘트가 작용하게 되며, 회전관성모멘트는 작은 것이 유리하다. 따라서 대차의 점착 중심거리가 영향을 주게 되므로 점착 중심거리는 식 5로 정의하고 있다.

$$p_1 = b + (R\sigma/2b) \dots \dots \dots \text{식 5}$$

여기서 : p_1 : 대차의 점착 중심거리 R : 곡선반경
 σ : 차륜 후랜지와 레일간에 유간 $2b$: 대차 차축거리

식 5에서 대차의 점착거리는 회전관선에 나쁜 영향을 주므로 작을 수록 좋으나 대차 차축거리가 길 때에 커지게 된다.

표 2 고속차량의 대차 차축거리 및 중량 비교

항목	신간선			프랑스		독일		한국	
	0계	300계	700계	TGV-A	Thalys	ICE1	ICE3	KTX	G7 KHST
개통년도	1961	1992	1999	1989	1996	1997	2000	2004	개발중
최고속도 (Km/h)	270	270	285	300	300	280	330	300	350
차축거리 (mm)	2,500	2,500	2,500	3,000	3,000	동력차: 3,000 객차: 2,500	2,500	3,000	3,000
대차중량 (Kg)	9,860	6,650	6,650	7,230	-	9,602	-	-	-

2.3.2 레일 침하 영향

선로의 약화(선로 보수비에 영향을 준다)는 열차의 통과 횟수가 기본이다. 그러나 같은 통과 횟수에서도 동적 윤종 변동이나 횡압이 있으면, 약화는 촉진된다. 통과 횟수에는 윤종이나 횡압은 거시적으로는 포함되어 있지만, 직접적으로는 포함되고 있지 않다.

일본 신간선의 경우는 10여 년 전부터 열차의 속도와 축중, 스프링 하중량이 궤도에 미치는 영향에 대해서 궤도 침하량으로 표 3과 같은 수식을 이용하여 차량 경량화의 방법으로 사용하고 있다.

표 3 차량 조건과 궤도 침하량의 관계(신간선)

선로별	양호한 노반	불량 노반
신간선	$\sigma \infty P0.7 M0.3 V1.3$	$\sigma \infty P2.0 M0.4 V0.8$
협궤선	$\sigma \infty P0.7 M0.2 V1.2$	$\sigma \infty P2.2 M0.3 V0.7$

주1) σ =궤도 침하량, P=정지 윤중, M=스프링 하중량, V=열차속도.

주2) 신간선의 궤간은 1435mm, 협궤선의 궤간은 1067mm.

이 중에서 신간선의 양호한 지반의 수식을 그래프로 하면 그림 1과 같이 된다.

그림 1에서 의미하는 것은 다음과 같다. 그림안의 현행이라고 하는 것은 0계 신간선 차량 중량과 스프링 하중량이다. 현행과 같이 도상 침하량을 유지하면서 속도를 높이기 위해서는 윤중과 스프링 하중량을 10% 경감하면 230km/h가 되고, 더불어 30% 경감하면 270km/h가 되는 것을 나타내고 있다. 신간선 차량 초기부터 축중을 16톤으로 설계하였다.

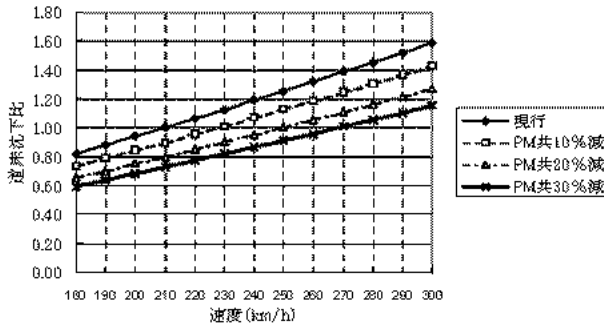


그림 1 신간선 차량의 경량화 평가(양호 노반)

TGV 남동선은 TGV 밖에 달리지 않기 때문에 궤도 보수량이 적었다고 알려져 있다. 프랑스 철도와 독일철도에서 최고속도 200km/h 이상의 초고속 열차를 계획할 즈음에, 기관차 견인방식을 그만두고, 집중·분산 양자의 장점을 살리기 위해, 동력분산에 가깝게, TGV PSE에서는 4M8T로 하였고, ICE도 앞뒤 2량 의 동력차를 사이에 두도록 하여 동력집중과 분산의 중간을 채택하였다. 그러나 ICE의 축중은 19톤에 달하기 때문에 프랑스로의 진입이 될 수 없는 문제를 안게 되었으며, 2000년에 동력분산방식의 축중 17톤의 ICE 3를 개발하여 운용하고 있다.

또한 유럽에서도 화산이 많은 지방의 이탈리아 국철은 ETR450형의 고속차량을 동력분산방식으로 해서 축중을 13톤으로 하였다. 그 후 ETR500형 고속차량은 주로 고속열차용 신선을 달리므로 동력집중방식으로 하고, 축중은 17톤에 제한해 앞뒤 2량으로 분산하고 있다. 1995년에 완성한 ETR460형은, ETR450형을 개량 설계한 고속차량으로, 축중을 12톤으로 설계하였다. 동력집중방식을 지켜온 프랑스에서도 2002년부터 동력분산방식의 AVG를 개발 중에 있다.

2.3.3 스프링 하중량

1) 윤중(輪重) 변동

축중은 정지상태에서 평가하고 있지만, 궤도에 주는 영향은 정지 상태의 축중 뿐만 아니라, 주행 중의 동적윤중변동에 문제가 있다. 동적변동윤중은 원래부터 정지 윤중을 기반으로 하지만, 스프링 하중량과 아울러 레일 표면의 상태(거칠음이나 요철 등)에 의해 발생하고, 궤도 악화의 기본적 요인이 된다.

레일은 거칠음이 생기기 쉽고, 용접 이음매 부분은 다른 곳 보다 빨리 마모하기 때문에, 요철 마모가 되기 쉽다. 또한 레일은 도로의 노반과 대차와의 공진 등으로 굴곡(corrugation)을 일으키기 쉽다. 이와 같은 레일면 위를 구르는 차륜에 의해 변동윤중이 발생한다. 그 값은 현저히 크고, 차량 설계에 있어서는 궤도 보수면에서 절대적으로 스프링 하 중량의 경감을 계속해서 요구하고 있다.

일본의 경우 초기 신간선 대차의 스프링 하중량이 2,315kg 이었던 것을, 속도 향상에도 불구하고 300계에서는 1,650kg까지 경감하였다. 그리고 신간선 500계가 주행속도 300km/h를 달성하였다.

유럽 열차의 윤중변동은 축중과 스프링 하중량을 구분하고 있지 않다. 그러나 스프링 하중량이 중요하다고 하는 인식에서 TGV도 ICE도 주전동기를 차체에 장착하고 있다. ICE에서는 브레이크 디스크도 스

P : 정지 윤중

M : 스프링 하중량

프랑스 철도와 독일 철도의 TGV나 ICE도 오래전부터 최고속도 200km/h의 고속열차를 전통적인 기관차 견인방식으로 운행하고 있지만, 지반이 견고한 유럽 대륙에서는 기관차의 큰 축중을 허용할 수 있다. 그렇지만 어느 정도의 궤도 파 괴는 피하기 힘들며, 현재 프랑스에서는 고속열차에 17톤의 축중 제한을 두고 있다.

프링 위에 설치하고 있다. 유럽에서 많은 레일 굴곡(corrugation)이 발생하고 있는 구간에서는 좀더 큰 수치가 될 것이다.

표 4는 각국 고속대차의 중량과 스프링 하중량의 비교가 나타나 있다.

표 4 각국 고속대차의 중량과 스프링 하중량 비교

대차의 종류	축간거리 (mm)	길이 (mm)	폭(mm)	중량(kg)	스프링하중량 (kg)
신간선 0계 동력 대차	2,500	4,180	2,260	9,860	4,630
신간선 300계 동력 대차	2,500	3,120	2,160	6,650	3,300
TGV-A 동력 대차	3,000	4,000	2,200	7,230	4,255
ICE-1 동력 대차	3,000	4,900	2,350	9,602	3,753

차량의 형식에 따라 레도에 발생하는 수직응력의 크기는 신간선 0계는 최고속도 210km/h로 설계되었지만, 260km/h로 운전하기위해 산요 신간선용으로 시험 제작된 951형 시험차는 스프링 하중량이 0계보다 약간 컸지만, 현저히 큰 응력이 발생했기 때문에 레도에서 거부되고, 구동장치를 대차장가로 한 대차를 설계하였으나 구조가 복잡하고, 코스트와 보수면에 문제가 있어 채용되지 않았다. 신간선 300계에서는 주전동기의 소형화의 실현에 맞추어 차륜경의 축소, 중간이 빈 차축의 채용, 기어박스와 축상의 알루미늄 합금화에 의해 2,315kg에서 1,650kg로 29%의 스프링 하중량을 크게 감소시켰다.

TGV-A에서는 주전동기는 차체장착이고, 브레이크 디스크를 가지고 있지 않음에도 불구하고, 1개의 차축의 스프링 하중량은 2,126kg이나 된다. ICE-1은 브레이크 디스크를 포함시켜 주전동기를 차체 장착하여 스프링 하중량을 적게 하고 있으나 축중은 1,876kg 이다.

2.3.4 비상제동거리

비상제동거리는 기존선에서는 열차주행속도 140Km/h에서 600m를 확보 하여야 한다. 송정리~북포 구간은 열차최고운행속도가 180Km/h 이므로 이 구간에 대해서는 열차제동거리가 소요되는 거리 만큼인 약 1400m 정도로 늘려든가, 아니면 건널목 전후에 제한속도를 설정하여 안전한 운행을 하여야 한다.

열차의 제동거리는 일반적으로 맑은 날씨에 대한 비상제동거리 이므로 우천시나 서리 등 악천후 조건에서도 건널목사고를 대비하는 방안이 필요하다. 아울러서 제동장치는 가급적 전기제동을 많이 사용하여 기계제동장치의 각종 제동장치의 마모를 적게 하여 유지보수 비용을 줄여야 한다.

열차의 제동력은 레일과 차륜 사이에 접촉력이 이용하여 열차를 정지하므로 제동력은 활주가 일어나 지 않는 접촉한계 내에서 작동되어야 한다. 식 4와 식 5는 신간선에서 사용하는 접촉계수 산식이다.

$$B = \mu \times g \dots\dots\dots \text{식 3}$$

$$\mu = 27.2 / (85 + V) \text{ 건조시} \dots\dots\dots \text{식 4}$$

$$\mu = 13.6 / (85 + V) \text{ 습윤시} \dots\dots\dots \text{식 5}$$

여기서 : B : 최대감속도(Km/h/s) μ : 접촉계수
g : 중력가속도(9.8 m/s²) V : 차량속도(Km/h)

2.3.5 고속차량이 기존선로에서 운행하기 위한 조건

고속차량이 기존선로에 들어가기 위해서는 다음과 같은 구비조건을 갖춰야 한다.

1) 축중의 경량화로 레도의 조기악화 방지

기존선의 속도가 140Km/h에서 180Km/h로 향상되므로 KTX의 17톤보다 낮은 축중 및 스프링 하중으로 경감으로 레도 파괴의 악영향을 막아야 한다.

2) 곡선 통과 시 레일의 횡압과 측면마모

기존선에는 곡선반경 400m 및 600m의 곡선이 많기 때문에 KTX의 차축거리 3,000m에 대하여 횡압이 높아지므로 레일의 횡압의 허용치를 검증하여야 하고, 레일에 상면 및 측면의 마모, 차륜 후랜지의 마모가 빨라져 보수 빈도가 높아 질 수 있고, 레일과 후랜지의 마찰소음도 높아 지므로 검토가 필요하다.

3) 곡선 통과 시 차륜 후랜지 마모

기존선에는 곡선이 많기 때문에 KTX의 차축거리 3,000m에 대하여 횡압이 높아져 차륜 후랜

지의 직립마모가 빨라져 삭경주기와 차륜수명이 짧아지게 된다. 마모 및 소음을 해소하기 위하여 후랜지 도유기를 사용하나 잘못 급유되어 차륜이 활주 또는 공전을 일으키기도 하므로 검토가 필요하다.

4) 곡선에서 차량 회전각 증대에 따른 관련설비 검토

고속차량은 고속주행을 위하여 최소곡선반경을 대략 4,2000m 이상으로 건설하며, 경부고속철도의 경우는 최소곡선반경이 7,000이다. 그러나 기존선에서는 최소곡선반경이 400m이므로 곡선통과시 차량 및 대차의 회전각이 커져 각종 길이덤프, 요덤프, 안티롤바, 레벨링 밸브 등이 영향을 받게 된다. 따라서 이들에 대하여 설계단계에서부터 검토가 요구된다.

5) 비상제동거리의 확보

일반적으로 비상제동거리는 레일이 건조상태를 기준으로 설계하기 때문에 활주하기 쉬운 우천시나 강설시에 비상제동거리 600m 확보가 필요하다. 특히 운행속도 180Km/h 상승된 노선에 건널목이 있는 지역에 사고방지를 위해 열차속도제한과 같은 방안이 수립되어 운용되는 것이 요구된다.

6) 건축한계 내의 시설물 관리

현재 우리나라는 정적차량한계와 건축한계로 운영하고 있으며, 특히 곡선에서는 철도건설규칙에 따라 확대폭 $d=50,000/R(mm)$ 이라는 식에 의해 확대량을 주어 건축한계를 넓혀 건설하고 있다.

그러나 일부 시설물증축, 터널, 교량 등에 구간에 전철화, 선로정리 등으로 인하여 건축한계내로 시설물을 설치한 사례가 발견되고 있어, 새로 도입되는 고속차량이 차폭, 길이, 높이, 대차간 거리가 새마을, 무궁화 보다 할 경우 검토가 필요하다.

7) 신호설비 호환성 유지

현재 기존선에 시설되어 있는 신호 시스템은 ATS 시스템이며, 앞으로 열차의 안전한 운행을 위하여 ATP를 설비를 고려하고 있다. 따라서 이들 시스템에 대한 호환성이 확보되어야 하며, 새로운 시스템으로 진입 시에는 자동으로 전환되도록 하여야 한다.

3. 결론

신규로 고속차량을 도입하여 기존선에 운행 시에는 다음과 같은 사항에 대하여 검토와 연구되어 안전성, 적합성, 호환성 등이 검증되어야 한다.

- 축중의 경량화로 궤도의 조기 악화 감소 방안
- 곡선 통과 시 레일의 횡압과 측면마모 방지
- 곡선 통과 시 차륜 후랜지 마모 방지
- 곡선에서 차량 회전각 증대에 따른 관련설비 개선
- 비상제동거리의 확보 대책
- 차량규모 증대시 건축한계 내의 시설물 조사 필요
- 신호설비의 호환성 유지 필요

참고자료:

1. 신간선 운영현황 및 기술조사 분석, 아한 P&E, 2005. 2
2. 철도차량공학, 박광복 편저, 2000. 6
3. 신규 도입고속차량사업 제안요청서 및 평가기준 작성 보고서, 한국철도공사, 2005. 3