

대구-부산간 고속철도 신설선에 대한 슬래브 궤도구조의 도입 타당성에 관한 연구

A feasibility study on adoption of slab track for the new high speed railway line between Daegu and Pusan

김 해곤¹
Kim, Hae-Gon

양근울²
Yang, Keun Yul

김 광모³
Kim, Kwang-Mo

ABSTRACT

This Study is about adoption of slab track on the new high speed railway line between Daegu and Busan. While ballast track currently used is easy to construct with low investment, the error margin of rail track occurs in the track due to the repetition load of the train. Therefore, repairs should be carried out all the time to put the railway track at the repair level or less. In addition, noise caused by such repairs has become a new social problem at night. Construction costs for slab track are about 1.3-1.5 times higher than those for ballast track. However, slab track will save labor costs by solving various problems of ballast track. In this regard, it is feasible to adopt slab track on the new high speed railway line between Daegu and Busan.

1.서언

유도상궤도는 반복되는 열차하중에 의해 점진적으로 궤도틀림이 진행되는 구조이며, 안전한 열차의 운행을 위해 지속적인 유지보수를 해야함에도 불구하고 세계각국의 철도에서는 초기 건설비가 저렴하고 보수가 용이하기 때문에 인건비가 싸고 노동력이 풍부했던 시대에는 궤도구조의 기본으로 되어왔다. 그러나, 최근 고도경제성장으로 인한 열차의 고밀화와 통과톤수의 증가에 의해 궤도보수의 주기가 짧아지고, 3D현상에 따른 노동력수급이 어려워지는 등의 이러한 사회의 변화에 대응하기 위한 새로운 궤도구조가 절실히 요구되고 있다.

본고에서는, 유도상궤도의 문제점, 생력화 궤도의 개발경위 및 특성, 각국의 유도상궤도와 생력화궤도의 비교사례, 외국의 생력화 궤도의 도입현황⁴을 파악하고 경부선 고속철도 2단계구간인 대구 - 부산간 고속철도 신설선에 대한 생력화 궤도구조의 도입에 대한 타당성을 검토해 보고자 한다.

2. 유도상궤도의 문제점과 생력화 궤도의 도입필요성

본장에서는 밸러스트 궤도와 슬래브궤도에 대한 용어의 정의와 유도상궤도의 문제점을 알아보고 생력화 궤도의 도입 필요성을 기술하였다.

1 철도청 정책자문관실 근무, e-mail : khg7766@yahoo.co.kr

2 철도청 정책자문관, 철도기술연구원 책임연구원, e-mail : keunyul@empal.com

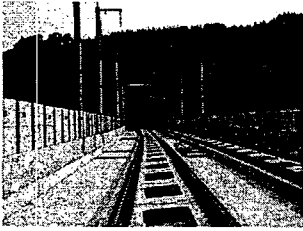
3 철도청 정책자문관실 팀장 e-mail : brenkim@hanmir.com

4 Katsutoshi ANDO, Jun OKAZAKI, Makoto SUNAGA, et al. :Development and Practical Use of Concrete Roadbed for Slab Track on Earthworks ,8th World Conference on Transport Research, Antwerp ,1998

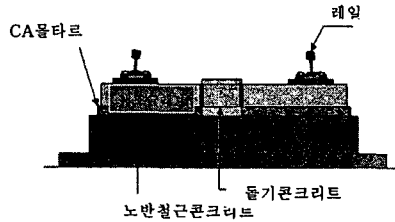
2.1 용어의 정의

(1) 벨러스트 궤도(Ballast track) : 벨러스트란 철도 선로 밑에 충격흡수를 위해 부설한 자갈을 말한다. 이렇게 부설하여 열차의 하중을 널리 노반에 균등하게 분포시키는 형식의 도상을 벨러스트 궤도라고 한다.

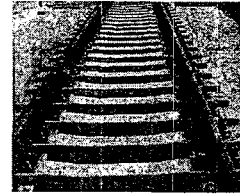
(2) 슬래브 궤도(Slab track) : 슬래브 궤도란 콘크리트로 된 두터운 판(<그림1,2,3>은 일본 생력화 궤도의 종류)을 말한다. 슬래브판과 노반 콘크리트와의 사이에 시멘트 아스팔트 몰타르 (CA몰타르)를 완충재로서 충전하고, 슬래브 전면으로 하중을 지지하는 형식의 궤도를 말한다.



<그림1>형틀 슬래브 궤도



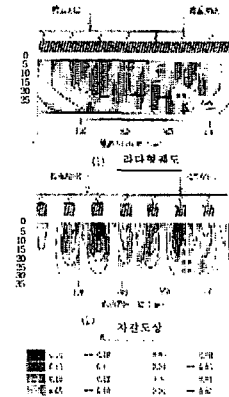
<그림2> 토로반 슬래브



<그림3> 탄성직결 침목궤도

2.2 유도상 궤도의 문제점

유도상 궤도는 건설비가 저렴하고 시공이 용이하다는 장점이 있다. 그러나, 유도상 궤도의 문제점으로는 첫째, 열차의 통과와 함께 궤도틀림이 발생한다. <그림4>에서 보면 알 수 있듯이 생력화 궤도의 일종인 라다형 궤도에서는 응력분포가 분산되어 있으므로 궤도의 파괴가 잘 일어나지 않는데 비하여, 자갈도상궤도에서는 응력분포가 침목밑에 집중하므로써 궤도의 파괴가 일어나기 쉽다. 그래서 항상 선로를 보수규정치 이내로 두기 위해서 약 85 종류의 보수작업을 실시하고 있다. 그러나 빈번한 보수작업에 따른 유지보수비의 증가로 철도경영을 압박할 뿐 아니라, 야간작업에 따른 소음발생 등이 새로운 사회문제로 대두되고 있다. 둘째, 빈번한 보수공사로 인하여 직무안전사고가 많이 발생하고 있다. 셋째, 3D 현상으로 보수인력의 충원이 어렵고 보선종사원들의 고질병인 허리통증등 직업병을 호소하는 경우가 많이 있어 장래에 사회문제로 대두될 가능성이 농후하다. 넷째, 미관상 좋지 않고 먼지가 많이 일어나고 고속철도의 위상에 걸맞지 않다. 다섯째, 고속철도에는 일반철도와는 달리 300km/h의 초고속으로 달리기 때문에 자갈로 인한 차량의 고장등 안전사고가 문제시 되고 있다.



<그림4> 생력화궤도(위: 라다형)와 바라스트궤도(하)의 도상응력분포

2.3 생력화 궤도의 도입필요성

위에서 언급한 유도상궤도의 단점을 극복하기 위하여 생력화 궤도에 대한 연구가 시작되었다. 생력화 궤도는 초기건설비용이 다소 비싸나 궤도 또는 도상에 손상 및 마모가 적으며 승차감이 좋고, 내구성이 뛰어나며 궤도의 유지관리 비용이 거의 들지 않는다. 소음문제도 자갈궤도에 비해 3-4db 정도가 높으나⁵ 최근에 개발된 생력화 궤도는 이러한 문제점들을 거의 해결하고 있다. 또 먼지라든가 연선의 미적인 환경면에서는 슬래브궤도가 훨씬 깨끗하고 승차감도 좋으며 환경친화적이다. 또한 터널 및 가도교 및 고가교의 건축한계 확보가 용이하다. 슬래브궤도와 유도상궤도의 장단점을 비교하면 <표 1>과 같다.

3. 생력화 궤도구조

5 강원레일테크, 2002, 도시철도표준화 연구 개발사업 p32.

본장에서는 생력화 궤도구조의 개발목표 및 개발경위와 생력화 궤도의 특성을 고찰하고 각국의 유도상궤도와 생력화궤도의 비교사례를 살펴본다.

3.1 생력화 궤도구조의 개발목표 및 개발경위

1966년에 세계최초로 생력화궤도를 시험부설한 일본을 중심으로 생력화 궤도구조의 개발목표 및 개발경위에 대해 설명하기로 한다. 개발당시의 생력화 궤도구조의 개발목표로서는 첫째, 건설비가 유도상 궤도의 2배 이하일 것, 둘째, 궤도의 탄성은 유도상궤도와 같은 정도로서 충분한 강도를 가질 것, 셋째, 시공속도는 200m/일 이상일 것, 넷째, 궤도구조는 궤도틀림을 용이하게 조정할 수 있을 것 등이다. 위의 조건을 만족하는 철근 콘크리트제의 슬래브 궤도를 강고한 노반상에 설치, 궤도슬래브와 노반사이에 매트 또는 주입제를 매개로 지지하는 기본슬래브궤도가 제안되어 동해도 신간선에서 시험부설을 거쳐 신간선용 표준궤도로서 제안되었다.

<표 1> 슬래브궤도와 유도상궤도의 장단점 비교

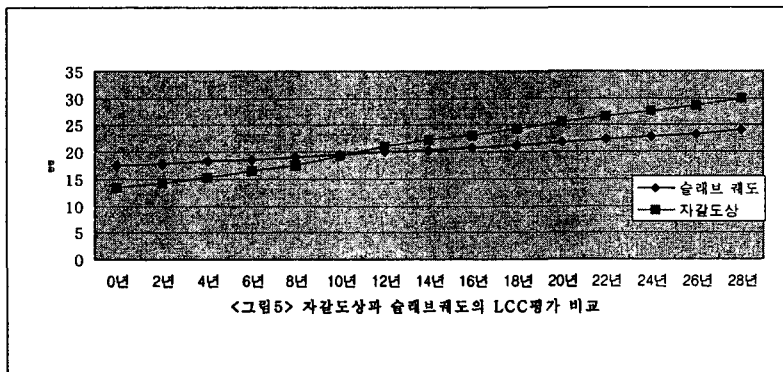
종 류	장 점	단 점
자갈도상궤도	<ul style="list-style-type: none"> ● 초기 건설비 저렴 ● 배선변경이 용이 	<ul style="list-style-type: none"> ● 궤도의 틀림발생이 심함 ● 보수비 과다 ● 환경에 비친화적(먼지발생, 야간보수로 인한 심야 소음공해) ● 승차감이 슬래브궤도에 비해 좋지 않음 ● 차륜및 차량의 보수가 빈번
슬래브 궤도	<ul style="list-style-type: none"> ● 궤도의 틀림이 거의 없다. ● 보수비가 거의 들지 않는다. ● 환경에 친화적(먼지발생 없고, 장대레일 재설정 등이 필요없어 야간작업으로 인한 소음 발생이 없음) ● 여객에게 좋은 승차감제공 ● 차륜및 차량의 수명연장 ● 최근 값싼 생력화 궤도의 개발 실용화 되고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> ● 배선변경이 어렵다 (고속신설선은 배선변경이 거의 필요하지 않음) ● 초기 건설비 큼 (1.2- 1.3배)소음이 크다 (자갈궤도에 비해 2-3db 정도 높음)

3.2 생력화 궤도의 특성

생력화 궤도의 특성을 경제적인 측면, 환경적인측면, 철도안전에 대한 측면 등을 살펴보면 다음과 같다.

1) 경제적인 측면

궤도슬래브의 건설비용은 유도상 궤도에 비해 1.3-1.5 배로 되어 있다. 그러나, 보수비용의 연간 경비를 적산하면 대강 10-12년으로 추가투자분을 회수 할 수 있다고 한다. 이러한 평가법을 이용



자료 : yuki22-cr.eng.hokudai.ac.jp/railway/gouch/shibu.html

하면, 생력화가 완전히 되는 궤도는 초기투자로서 벨러스트의 약 2배의 비용을 들여도 장기적으로 타당성이 있다는 것을 나타내고 있다. 최근 개발된 형틀 슬래브는 더욱 저렴화 되었고 특히 신기술인 탄성슬래브궤도는 기존 슬래브 궤도보다 건설비의20-30% 절감을 할 수 있게 되어 경제성면에서도 슬래브궤도의 전망을 밝게 하고 있다. <그림5>는 기존연구⁶의 표준 슬래브의 건설비 및 보수비와 벨러스트 궤도의 건설비 및 보수비용에 대하여 LCC 평가를 나타낸 것이다.

2) 환경측면

슬래브 궤도는 개발목적인 보수의 생력화에 대해서는 충분히 그 효과가 나타났지만 자갈도상궤도에 대해서 2-3 데시벨의 소음이 높은 것으로 나타나 있다. 그러나 이러한 소음대책을 적절하게 세움으로서 <표2>에서 보는 것과 같이 자갈도상궤도와 슬래브궤도와의 소음차이는 별로 없으며 선로의 상태가 좋지 않을 때에는 오히려 슬래브궤도 보다 자갈도상궤도가 더 높은 것을 나타내고 있다. 또, 슬래브 궤도는 승객에게 차량내의 소음을 감소시키며, 안정된 승차감을 제공해주고 먼지, 도시미관 등 고속철도의 깨끗하고 최첨단의 이미지에 걸맞는 선로구조로 건설하는 것이 적절하다고 생각한다.

구분	최대치	최소치	평균치
동해도 신간선(자갈도상)	75	67	73.1
산요우 신간선(자갈도상과 슬래브)	75	68	72.1
동북 신간선(슬래브)	74	69	71.8
조우에즈 신간선(슬래브)	75	68	71.6
전체	75	67	72.3

출처: 일본 환경성 대기보전국 자동차 제1과 보도발표 자료 * 일본의 법적 소음 규제치 : 75 데시벨

3) 철도안전측면

슬래브 궤도는 유도상 궤도보다 더 천천히 궤도의 파괴 내지는 안정된 상태가 유지되므로 궤도의 장출 또는 틀림에 의한 사고가 일어나기 어렵다. 일본의 예를 들면 유도상 궤도에서는 보수를 제때 하지 못해 탈선등 열차사고가 일어난 적이 있으나 슬래브궤도에서는 아직까지 단 1건의 궤도보수를 잘 못하여 사고가 일어난 적이 없는 것을 보면 슬래브 궤도의 장점은 철도운행의 생명인 그 자체를 보증하고 있다고 해도 될 것이다.

3.3 각국의 유도상궤도와 생력화궤도의 비교사례

생력화 궤도와 바라스트 궤도의 우위 비교에 대해서는 그다지 많은 자료가 없기 때문에 독일과 일본의 사례를 들어 설명하기로 한다.

1) 독일

독일에서는 1972년에 레다(Rheda)형 궤도를 650미터 고속시험구간에 처음으로 부설한 후 25년간 보수작업을 거의 하지 않았다. <그림6>는 류다-카셀선의 제네게베르크 터널에서의 레다궤도와 인접한 자갈도상궤도의 궤도안정치 Q 값⁷을 비교한 것으로서 자갈도상궤도 상태가 악화하고 있는 것에 대해 생력화 궤도는 안정된 수치를 유지하고 있는 것을 나타내고 있다.

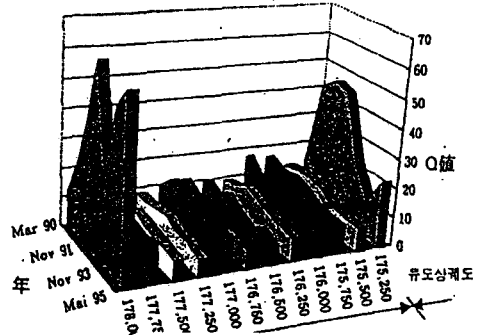
궤도건설비에 대해서는 자갈도상궤도 750마크/m에 대해 아스팔트 상부 직결궤도가 1,000마크/m, RHEDA 궤도가 1,350 마르크/m이다. 이것은 자갈도상궤도에 비해 30-80% 고가이다. 보수비의 비교에 대해서는 최근 수년간 실적에서는 자갈도상궤도가 30,000마크/km (약2,070만원/km 03.10기준)가 필요한데 비해 생력화 궤도는 보수사례가 전무하다.

6 安藤 他, 토로반상 슬래브 궤도용 노반의 실용성능에 관한 검토, 토목학회논문집No. 536/4-31, pp. 87~98, 1996.4

7 독일에서는 궤도안정치 Q값을 이용하여 보수여부를 판정하고 있다. 궤도안정치 Q값은 30이하를 마무리 값으로 하고 있고 100이 넘으면 보수가 필요하게 된다

2) 일본

산요우 신간선의 1975-1981년사이의 보수실적을 단위 연장당 비교해 보면 슬래브궤도는 자갈궤도의 1/5정도 이었으며 궤도상태도 자갈궤도에 비해 양호한 상태였다. 이로써 생력화 궤도는 초기 건설비가 비싸지만 유지보수면에서 보수노력과 경비가 절감되므로 경제적으로 상당히 유리하다는 것이 입증되었다. 궤도건설비에 대해서는 유도상궤도가 54,000엔/m, 슬래브궤도가 72,000엔-97,000엔/m으로 약 1.5배(1995년 기준)이다. 그러나 신선건설에서는 자갈도상보다 생력화 궤도의 자중이 가벼우므로 교량의 단면치수를 적게할 수 있고, 터널의 굴착량을 경감할 수 있기 때문에 전체의 공사비는 적게된다는 이야기가 많이 제기되고 있다. 현재 생력화 궤도를 많이 가지고 있는 JR서일본이



<그림6> 독일의 하노버- 뷔르츠부르크간 고속 신선의 터널내에 Rheda궤도와 바ラスト 도상간의 궤도안정치의 비교

JR동해보다 수익성이 더 좋은 것도 이러한 궤도구조에도 영향이 있으며 이상과 같이 검토하였을 때 신선선의 생력화 궤도는 자갈도상궤도와 비교하여 우위에 있다라고 생각된다.

<표3> 지금까지 신간선건설의 공비와 공사기간

노선명	구간	킬로(km)	공사기간	공비(약억엔)	킬로당(억엔)
동해도	동경~신오사카	515.4	5.6 (년)	3,300 (주1)	6.4(밸러스트)
산요우	신오사카~오카야마	160.9	5.0 (년)	2,200 (주1)	13.7 (밸러스트)
산요우	오카야마~하카타	392.8	5.1 (년)	6,900 (주2)	17.6 (슬래브)
동북	동경~모리오카	496.5	19.7 (년)	26,600 (주2)	53.6 (슬래브)
조우에쯔	오미야~니이가타	269.5	11.0 (년)	16,300 (주2)	60.5(슬래브)

(주1) 1969-70년대에 건설한 동해도선과 산요신간선(신오사카~오카야마)은 물가등의 관계로 싸게 건설되었다.
(주2) 동북,조우에쯔 신간선의 공사비가 큰 이유는 공사기간이 길고(석유파동등 경제사정), 산간지대 및 특수한 설비(설해대책으로 스프링 쿠라 설치)와 슬래브궤도로 건설했기 때문이다.

자료 : yuki22-er.eng.hokudai.ac.jp/railway/gouch/shibu.html

4. 각국의 생력화 궤도의 도입현황

본장에서는 유도상 궤도의 문제점을 해결하기 위한 각국의 생력화 궤도의 도입현황과 각국의 대표적인 생력화 궤도의 종류를 알아본다. 세계에서 대표적인 생력화 궤도는, <표4>에 나타난 것 같이 크게 5종류로 분류할 수 있다. 이 표에서, 일본의 슬래브 궤도의 부설연장(2,700km)은, 세계에서 제일 많다는 것을 알 수 있다.

<표4> 제외국의 대표적인 생력화궤도와 슬래브 궤도

분류	궤도명	최초부설	부설연장	영업속도	최고속도	개발국
1)체결장치 주위에 콘크리트를 현장타설	PACT	73년	80 km	150	150	영국
	Rheda	72년	51 km	280	406	독일
2)침목주위에 콘크리트를 현장 타설	STEDE	66년	350 km	90	-	프랑스
	ATD	93년	66 km	280	-	독일
3)아스팔트 포장위에 침목을 직접 설비	슬래브궤도	66년	2700 km	300	425	일본
	IPA	88년	92 km	200	200	이태리
5)도상 바ラスト를 아스팔트 포장으로 치환	HMA	1960	-	96	-	미국

자료 : 강원레일테크, 2002, 도시철도표준화 연구 개발사업 p32.

4.1 독일의 생력화 궤도 현황

독일의 생력화 궤도의 종류는 아스팔트포장궤도와 레다(Rheda)형 Y형철침목 궤도등 수십종류에

달하며, 1972년에 레다(Rheda)형 궤도를 650미터 고속시험구간에 처음으로 부설하였다. 그 후 25년간 경과하였으나 보수작업은 거의 없었기 때문에 1997년까지 터널내, 토로반및 교량상에 연장 51km가 부설되었다. 최근 독일에서는, 시험이 아닌 본격적으로, 기존선 개량을 위해, 1998년도부터 1~2년간 공사구간에 대해 버스로 대행시킴으로써 신설선과 같은 시공법으로 공사를 하고 있다(2000km). 또, 2000년부터 연장 200km의 신설선 건설이 시작되어, 생력화궤도로 부설하고 있다. 대부분 나라의 생력화 궤도가 터널과 교량위에 부설되어 있는데 대하여, 독일에서는 압도적으로 토로반상이 많고, 1997년까지 아스팔트 노반이 약66km, 콘크리트 노반이 약86km 부설되어 있는 점은 주목할 가치가 있다.

4.2 일본의 생력화 궤도 현황

생력화 궤도를 다년간 연구 개발하여 가장 성공적으로 채택하고 있는 나라는 일본이다. 최초의 고속철도인 동해선을 자갈궤도로 부설하고 나서 고속열차에 의한 궤도의 파괴량이 극심하여 보수와 유지비에 고민했고 자원이 부족한 나라로서는 그 만큼 생력화 궤도가 절실히 필요했기 때문이다. 이러한 요구에 따라 자갈궤도로 계획된 산요우 신간선의 신오오사카와 오카야마사이에 8km(5%) 시험부설한 후 좋은 성과를 얻어, 동노선의 오카야마-하카다간에는 273km (69%)를 슬래브궤도로 부설하고 슬래브궤도를 신간선 궤도의 기본구조로 정하였다. 그 후 건설되는 신간선용 고속선에는 장래 배선변경이 필요한 역구내 및 연락노반을 제외하고는 거의 100% 슬래브궤도 구조를 채택하고 있다.

<표5> 일본 신간선의 궤도구조별 연장

선명 궤도종별	동해도	산요우		조우에츠	토우호쿠
	동경-신오오사카 (64년)	신오오사카 - 오카야마 (72년)	오카야마 - 하카다(75년)	오오미야-니이가타	동경-모리오카 (82.6)
유도상	516km	156km (95%)	125km (31%)	15km (5%)	48km (10%)
슬래브	0	8km (5%)	273km (69%)	255km (95%)	453km (90%)

자료 : 김 해곤, 철도보존, '96VOL.3 NO.19 p.19

4.3 미국의 생력화 궤도 현황

미국에서는, 지하철을 제외하고 생력화궤도는 거의 채용되지 않고 있지만, 유도상궤도의 도상부를 핫믹스아스팔트(HMA)로 치환한 궤도가 개발되어, 켄터키 주의 CSX철도등의 토로반상에 연장 약8km의 생력화궤도가 도입되어 있다.

4.4 기타 유럽의 생력화 궤도 현황

유럽에서는, 주요한 철도가 생력화궤도를 표준으로 사용한 적은 없었지만, 시험은 상당히 빈번하게 해 왔다. 예를 들면, 1970년대에 7개의 철도가 약40구간(연장37km)에 도입하였고, 프랑스 국철의 10구간(13.1km), 스위스 철도의 1구간(9.7km) 등이 있다. 또한, 1980년대에는 이탈리아 국철에서 약25km, 프랑스 국철에서 약13km의 부설을 하였다.

4.5 대만의 생력화 궤도 현황

대만에서 건설중인 고속철도 궤도건설에는 <표6>에서 보는 바와 같이 0.87%만이 자갈도상 궤도로 부설되고 있으며 대만 고속철도의 공비와 공사기간(계획)은 아래의 표와 같다.

<표6> 대만고속철도의 공비와 공사기간(계획)

노 선	구 간	연 장	공사기간	사업비 (약억엔)	킬로당(억엔)
타이완 고속철도	타이베이~가오슝	345km	5년(주 1)	16,000	46.3 (주2)
(주1) 공사착공년을 2000년으로 해서 완공을 2005년으로 하고 있다.					
(주2) 노반에 대해서는 전선에 걸쳐 342km를 슬래브 궤도(그 중에서 3km(0.87%)만이 벨러스트)를 예정					

자료 : yuki22-er.eng.hokudai.ac.jp/railway/gouch/shibu.html

4.5 우리나라의 생력화 궤도 도입현황

국내 최초의 콘크리트 도상구조는 1974년에 지하철 1호선에 역구내의 청결상태를 유지하기 위하여 시청역 등 6개역 구내에 약 3km 가 부설되었다. 2호선 건설시에는 잠실철교상 및 일부 역구내에 RC침목과 PC침목을 콘크리트 도상에 매입하는 방식을 채택하였으나 3,4호선 건설시에는 목단침목을 사용한 콘크리트 도상구조를 채택하였다. 5호선 건설시에는 프랑스의 STEDEF형식을 채택하였으며, 과천, 일산, 분당선에는 일본의 영단지하철과 프랑스의 STEDEF형식을 조합한 새로운 형식의 콘크리트 도상구조를 개발 적용하였다.⁸ 경부고속철도의 신선건설시에는 장대터널등에 일부의 터널에서 레다구조의 생력형궤도가 도입되어 있다.

5. 대구-부산간 고속철도 신설선에 대한 생력화 궤도구조의 도입효과 및 의견

생력화 궤도의 도입효과는 여러 가지가 있겠지만 첫째, 보수비가 거의 들지 않는다. 둘째, 궤도의 틀림이 거의 없다. 셋째, 다소 소음문제가(차내에는 오히려 소음적음) 있으나 환경에 친화적(먼지발생 없고, 장대레일 재설정 등 많은 종류의 보수작업의 종류가 줄거나 작업량이 감소되므로 야간작업으로 인한 소음의 발생이 감소 됨)이며, 선로보수에 의한 안전사고의 감소를 들 수 있다. 우리나라에서는 선로보수중 안전사고가 일어나는 경우가 많으나 스프레드궤도의 역사가 30년 이상 된 일본의 스프레드궤도에서는 열차사고가 한번도 일어나지 않았다. 생력화 궤도의 도입시에는 이러한 사고를 대부분 예방할 수 있을 것이다. 또한 여객에게 좋은 승차감을 제공하고, 차륜 및 차량의 수명이 연장된다는 장점이 있다. 또한 최근 값싼 생력화 궤도의 개발이 실용화되고 있어 생력화 궤도의 효과는 점점 커지고 있다고 할 수 있겠다.

또, 일본내에서의 스프레드궤도 건설비는 상당히 높은 것으로 되어 있으나 이것은 인건비 등 물가의 차이 등을 감안하면 일본에서의 건설비보다 국내에서의 건설비는 더 싸게 건설할 수 있을 것으로 생각한다. 보통 1키로당 지하철 건설비도 일본이 우리보다 1.3-1.5배정도 비싼 점을 감안할 때 스프레드궤도의 도입은 충분한 가치가 있다고 생각되며 최근에 개발된 저렴형 탄성직결궤도의 도입을 적극적으로 도입할 필요가 있다고 생각한다. 또한 <표7>에서 보듯이 경부고속철도에서의 레다 궤도의 건설비가 바ラスト 도상보다 킬로미터 당 315백만원이 비싸지만 대구-부산의 신선구간 117km를 감안할 때 복선을 감안할 경우 약 740억원이 더 들어가게 된다. 이 금액은 경부고속철도 2단계 궤도노반공사비 4조 8,266⁹억원의 1.5% 정도되므로 현재 2단계 궤도공사가 본격적으로 시작이 안된 상태이므로 여러 가지 상황을 고려해서 생력화궤도인 스프레드궤도의 도입을 고려해야 할 것이다.

<표7> 한국 고속철도 궤도종류별 공사비 비교

단위 : 백만원/km

선 별	궤도종별	공사비	비 고
경부고속철도	바ラスト 도상	470	장비지원비 비포함
경부고속철도	레다 궤도	785	약 1.67배(장비지원비 포함하여 계산하면 1.67배 이하임)

또한 차량 및 차륜파손이 정도가 기존 바ラスト궤도에 비해 보수주기가 길어지므로 직접적인 경제적 효과를 얻을 수 있다. 이는 장래 안전하고 쾌적한 철도를 후손에게 물려주면서 만성적인 경영압박에 의해 구조개혁이 되는 철도청으로서의 보수비가 적게 소요되고 경제성이 있는 선로구조를 인수 받는 것이 앞으로의 경영개선에도 큰 도움이 될 것이다. <표8>은 스프레드궤도 도입시 선로보수작업이 절감 또는 작업종류가 없어지는 종류를 나타낸 것으로 보수작업이 상당량 감소되거나 작업자체가 필요없게 되는 것을 볼 수 있다.

8 강원레일테크, 2002, 도시철도표준화 연구 개발사업 pp26-32

9 1단계 총 궤도 노반공사비 49,118억, 2단계 총 궤도 노반공사비 48266 1, 2단계 총 궤도 노반공사비는 97,384억이다. 차량구입비등을 포함한 1,2단계 전체 고속철도 사업비를 포함하면 18조4,358억이다.

<표8> 선로보수작업종류와 생력화 궤도시 절감되는 작업종류

보수 작업이 상당히 감소되거나 작업자체가 필요없는 작업	궤도보수:궤간정정, 면맞춤, 유간정정, 이음매치점정정, 보통침목교환, 이음매침목교환, 교량침목교환, PC 침목교환, 도상자갈보충, 장대레일제설정, 침목위치정정, 총다지기인력, , 총다지기기계, 자갈치기인력, 자갈치기기계, 분늪제거, 이음매판 해체점검(장대화에 의한 생력화), 침목보수 ,교량침목부속품보수 , 도상정리, 궤도갱신 궤광갱신, 베이스플레이트설치, 밀림방지장치교환, 채초, 분기기 의 궤도보수:궤간맞춤맞춤, 면맞춤, 도상자갈보충, 분기침목교환, 도상갱신. 건널목작업(고가화및 입체교차로 작업무). 순회작업,선로검사(인력검사 거의 없음, 전문검측차에 의존), 안내원 대무(고가화및 입체교차로 작업무), 환경정리
보수작업량이 약간 감소 또는 교환주기 연장 가능한 작업	궤도보수: (장대신축이음매보수) , 레일체결장치보수, 레일교환(교환주기 연장가능) , 동상작업, 운반작업(재료교환 등의 감소로 작업량 감소) , 재료작업(매목작업 등의 감소), 공기구보수 (작업의 감소로 공기구 마모 및 고장을 저하), 경계, 위험개소 감시, 열차감시, 재료수취납부 분기기의 궤도보수 : 레일류및 부속품보수, 전체교환, 부분교환, 부속품교환선로검사(조사)

6. 맺음말

이상으로 슬래브궤도에 대해서 검토해본 결과 궤도를림이 진행이 느리고 보수비가 저렴하고, 궤도회하중에 대한 저항성이 크며 동시에 궤도의 좌굴 및 장출에 대한 안정성이 크다. 따라서 열차안전운행을 가능하게 함은 물론 환경친화적이고 고속철도의 위상에 걸맞는 미관을 유지할 수 있으며 고가교나 터널구조물에서는 더욱 경제적이다. 또한 안정된 선로위를 주행함으로써 고속철도차량의 수명을 연장할 수 있으며, 승객을 위한 안락한 승차감을 제공해주기 위해 열차주행안정성, 경제성, 시공성, 유지관리면에서 우수한 생력화궤도를 대구- 부산간 고속철도 신설선에 적극적으로 도입할 필요가 있다고 생각한다.

금후의 남은 과제로서는 어떠한 생력화 궤도가 우리나라의 지형과 기후에 잘 맞는지를 밝혀서 하루빨리 대구- 부산간 고속철도 신설선에 알맞은 궤도모델을 구축해야 할 것이다.

< 참고 문헌 >

- 1) 大村 他 : life cycle cost 평가법에 있어서의 리스크 개념의 도입, 토목학회 제55회 연차학술 강연회 강연개요집(CD-ROM), 6~190, 2000
- 2) 鑽石 他 : 도로교의 사회적 가치와 매니지먼트에 관한 고찰, 토목학회 제55회 연차학술강연회 강연개요집(CD-ROM), 6~191, 2000
- 3) 波賀修: 슬래브 궤도의 현재 그리고 이제부터, 일본 철도시설 협회지 제38권 제12호, pp. 17~20, 2000.12
- 4) 安藤 他, 토로반상 슬래브 궤도용 노반의 실용성능에 관한 검토, 토목학회논문집No. 536/4-31, pp. 87~98, 1996.4
- 5) 철도종합기술연구소, 철도구조물등 설계표준·동해선-성력화궤도용 토구조 물, pp. 21?26, 1999.12
- 6) 近藤次郎, 응용확률론, 일본 과학기술연구소, pp. 379~386, 1970.9
- 7) 이종득, “철도공학” 노해출판사, 1993
- 8) F.Coudert, “Evaluation of the geometric quality of the track” ,SYSTRA,2000.
- 9) C.Esveld, “Mordern railway track” , MRT- Production,1989.
- 10) K.shiina, “Track structure and maintenance of high speed railway” ,1989
- 11) 철도통계년보, 국토교통성 철도국감수,1997
- 12) 사단법인 운수경제연구센터, 환경과 운수, 「교통환경에 친화적인 교통체계 형성을 위한 조사위원회」 보고,1994