

아스팔트 궤도 도입의 필요성 및 전망



이진욱
한국철도기술연구원 책임연구원
T.031.460.5304
jinugi@krii.re.kr



이성혁
한국철도기술연구원 책임연구원
T.031.460.5303
shlee@krii.re.kr

1. 서론

국가기간교통망계획 2차 수정계획에 따르면, 교통분야에서 철도의 수송분담율이 도로에 비해 크게 증가하는 구조 변화가 예상된다. 여객의 경우에는 2008년 15.9%에서 2020년 27.3%, 화물의 경우에는 년 8.1%에서 18.5%로 급격히 증가하게 된다. 또한 녹색성장위원회의 교통 SOC 투자비율 조정계획에 따르면 2009년 29.3%의 투자비율을 2020년에는 50%대까지 확대할 방침이며 이에 따라 도로 신규투자를 억제하는 대신 운영효율화에 주력하고자 하는 계획을 발표하였다. 국가 철도망 구축은 X자형과 □자형의 국가 철도망을 구축할 계획으로 현재 건설·운영 중인 노선은 230km/h급으로 고속화하고 계획·설계 중인 노선은 250km/h급으로 고속화 하는 간선철도 고속화를 통한 철도기능 효율화를 계획하고 있다.

현재 국내 300km/h이상의 고속철도는 도입초기에는 강화노반 상의 자갈도상 궤도를 채택하였다. 하지만 자갈도상 궤도의 경우, 유지보수를 전제로 하고 있어 3D현상과 저출산·고령화에 따라 기술인력의 절대부족 문제를 해결하기 위하여 콘크리트 노반 상의 슬래브 궤도 구조 채택이 확대되어 경부고속철도 2단계 구간이 콘크리트 궤도로 건설되었으며 호남고속철도가 콘크리트 궤도로 건설 중에 있다. 그러나 국내에 적용하고 있는 콘크리트 궤도는 300km/h 이상의 설계기준 적용으로 인해 열차속도 200km/h 대역에서 콘크리트 궤도를 부설할 경우에는 과다설계로 인

한 경제적 손실이 예상된다.

한편 독일, 프랑스, 일본 등 철도선진국에서는 자갈도상 궤도의 장점인 低건설비와 콘크리트 궤도의 장점인 高안전성을 결합하고 단점인 자갈도상궤도의 高유지보수비와 콘크리트 궤도의 高건설비를 보완한 궤도시스템으로서 아스팔트를 재료로 한 궤도시스템을 실 현장에 부설하여 운용 중에 있으며 또한 일부 국가에서 연구 중에 있다.

따라서 자갈도상 궤도와 콘크리트 슬래브 궤도 적용에 있어서의 유지보수성과 경제성을 고려하여 장단점을 상호 보완하고 예상 문제점을 극복할 수 있으며 설계 자유도를 높일 수 있는 중고속 대역에 적합한 신개념 노반 및 궤도 구조의 개발이 절실히 요구된다.

2. 국외 시공사례

2.1 이탈리아

이탈리아 아스팔트 협회(SITEB)와 이탈리아 철도청(FS)에서는 1970년대 초반 아스팔트를 고속철도에 적용하여 40년동안 Romo-Florence 구간(252km, 1977~1986)을 포함한 수백킬로미터의 시공실적을 가지고 있을 뿐만 아니라 아스팔트 강화노반 재료 및 설계법을 개발하기 위한 대규모 연구가 진행되고 있다. 지난 몇 년간 1,200km 이상의 고속철도 구간에 아스팔트 보조도상이 시공되었으며 향후 모든 고속철도 건설 시 아스팔트 노반을 계획하고 있다.

아스팔트 강화노반은 두께 100~140mm로 일반 포설기



그림 1. 아스팔트 강화노반 부설 전경

계를 사용하여 포설하였으며 개발된 아스팔트 혼합물은 일반적인 가열 아스팔트 혼합물(HMA)로서 점탄성 거동의 장점을 모두 제공하는 것으로 보고되었다.

특히, 분기기 하부 및 성토부와 교량 사이의 접속부 등에서 탁월한 침하방지 및 궤도틀림 방지 효과를 발휘한 것으로 관측되었으며, 이러한 접속부위에서는 열차통과 시 동적응력이 크게 발생함으로 아스팔트 강화노반을 적용할 경우 궤도상부구조물의 안정성 확보에 크게 기여한 것으로 보고되었다.

2.2 프랑스

Paris~Strasbourg 고속선의 일부 3km구간에 아스팔트 노반을 부설하여 36cm 두께 저감파 5,000m³/km의 채움재를 절약하였으며 574km/h 속도를 테스트하기 위해 온도센서, 토압계, 스트레인 게이지, 가속도계를 부설하고, 4년간(2007~2011) 1년에 2회씩 계측하여 동적 거동분석을 하였다.



그림 2. 아스팔트 노반부설 전경

2.3 독일

독일은 약 25년전 부터 아스팔트를 도상재료로 사용하고자 시도하였으며 1996년 독일 만하임 Waghäusel에 7종류의 생력화 궤도를 영업선에 부설하였다. 이는 향후 고속선의 궤도구조 선정을 위한 시험선 개념으로 7종류의 생력화 궤도에 아스팔트 노반 직결궤도도 포함되어 있다. ADT 궤도는 아스팔트 노반 직결궤도를 본격적으로 채용한 궤도형식이며 약 80km를 부설하였다.

이후, 독일철도(DB AG)에 의해 7가지의 아스팔트 궤도 설계법이 승인되어 일반철도 및 고속철도에 활발히 적용되고 있으며, 그 종류는 다음과 같다.

- SBV : 역청재로 처리한 침목
- FTR : 아스팔트 처리 기층 위 기성 콘크리트 프레임
- ATD : 아스팔트 처리 기층(강화노반)+모노블록 침목
- SATO : 아스팔트 다층 처리 기층+Y형 요크 침목 또는 콘크리트 침목
- Walter : CTB 기층+아스팔트 강화노반+토목섬유+침목패널

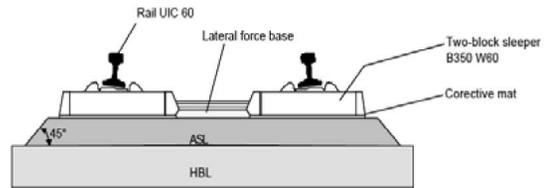


그림 3. ADT 궤도목



그림 4. GETRAC A3 시공전경

GETRAC A3는 설계하중 UIC 71, 설계속도 350km/h의 설계조건으로 개발되었으며, 독일연방철도공단(EBA)으로부터 현장부설 승인을 받았다. 아스팔트 궤도에 사용되는 아스팔트의 내구연한은 60년 기준이 적용되며 현장의 기후 영향을 고려하여 개질 아스팔트를 선택하여 사용하는 경우도 있다.

아스팔트 궤도는 기본적으로 레일 및 체결장치를 제외한 유지보수가 필요 없도록 설계된다. 물론 레일은 마모 및 손상을 받게 되는데 이런 마모와 손상은 정기적인 안전점검을 통해 해당 기준을 만족해야 한다.

GETRAC A3는 지금까지 일상적인 레일의 유지보수 이외에 심각한 유지보수를 시행한 경우는 없는 것으로 보고되고 있다.

2.4 미국

미국은 일반적인 가열 아스팔트(HMA)를 활용한 궤도 시스템으로 Underlayment 궤도와 Overlayment 궤도를 개발하였다. Underlayment 궤도는 도상과 흙노반 사이에 아스팔트를 부설하여 보조도상의 기능을 대체하도록 하였다. Overlayment 궤도는 아스팔트 직결궤도의 형태로서, 아스팔트층을 노반위에 직접 부설하여 도상자갈을 생략한 구조이다.

부설실적으로는 New Mexico, Raton 인접지역에 Underlayment 궤도를 시공하였으며, 14년 후 단면조사 시 유지보수가 요구되지 않을 정도로 성능이 우수한 것으로 나타났다. York Canyon Mine에 소재한 시험노선에서는 시험단면 아스팔트 층의 장기간 노화특성을 조사하여, 29

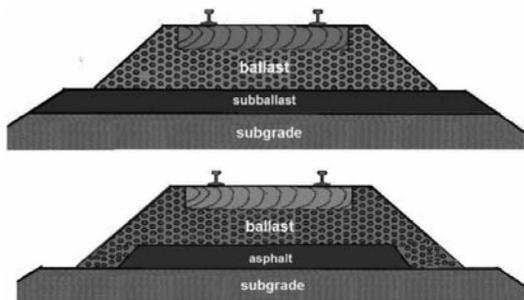


그림 5. Underlayment 궤도

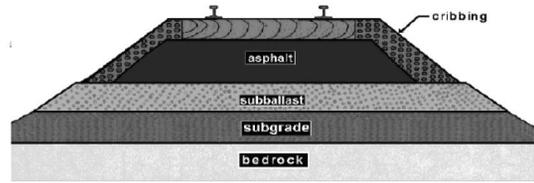


그림 6. Overlayment 궤도



그림 7. 부설전경(Oklahoma city, USA)

년간 주기적인 샘플 코어링을 실시하였다. 이에 따른 관입, 점성 등의 물성을 평가한 결과 노화 영향은 거의 나타나지 않았으며, 이후 아스팔트 강화노반의 시험시공과 실험형 시험 평가결과, 높은 운용 효율과 성능으로 유지관리가 가능할 것으로 평가되었다.

2.5 일본

일본의 경우에는 흙구조물의 성능등급 및 궤도의 종류에 따라서 적절한 노반을 선정하고 있으며 철도설계기준에 성능등급 1등급 선로서 아스팔트 궤도를 명시하고 있다. 표 1에는 노반종류와 흙구조물의 성능등급을 나타내

표 1 노반종류와 흙구조물 성능등급 조합

궤도 종류	노반종류	성능등급		
		I	II	III
생력화 궤도	콘크리트 노반	◎	-	-
	생력화 궤도용 아스팔트 노반	◎	-	-
유도상 궤도	유도상 궤도용 아스팔트 노반	○	◎	-
	쇄석노반	△	○	◎

(범례) ◎ 추천됨, ○ 적용할 수 있음, △ 적용해도 됨, - 일반적으로 적용하지 않음

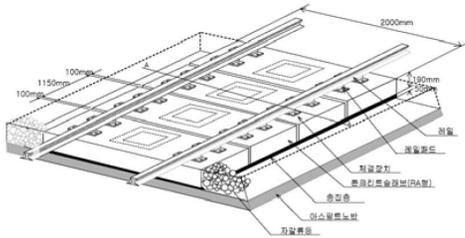


그림 8. RA형 슬래브궤도

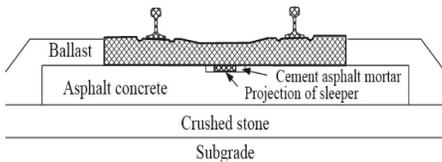


그림 9. 아스팔트 포장 직결궤도

고 있다. 표에서 보듯이 성능등급 I로서 설계되는 흙구조물에는 생력화 궤도가 적용되기 때문에 콘크리트 노반 또는 생력화 궤도용 아스팔트 노반을 선정한다. 또 중요도가 높은 선구의 유도상 궤도의 경우에는 흙구조물 성능등급 II로서 설계되기 때문에 유도상 궤도용 아스팔트 노반을 선정한다. 일반적인 선구의 유도상 궤도는 성능등급 III으로서 설계되기 때문에 쇄석노반을 선정하고 있다.

토카이도 신간선에 최초의 아스팔트 노반인 RA형 슬래브 궤도를 부설하였으며, 1997년부터 일본철도총합연구소(RTRI) 히노 토목시험소에서 3종류의 아스팔트 직결궤도에 대한 연구를 수행하였다.

2.6 오스트리아

Rhomberg Rail Consult GmbH에서 개발한 IVES

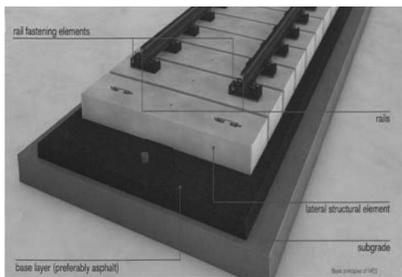


그림 10. IVES 궤도구조

(Intelligent, Versatile, Efficient, Solid) 아스팔트 궤도가 장기간의 연구개발 결과, 2012년 12월 운행선에 개통되어 현재 서비스 중에 있다. 이 궤도는 아스팔트 층의 높이 차를 고려하여 레일과 체결장치를 설치하면서 선형 조정후 그라우팅으로 체결장치를 고정시키는 형식으로 개발되었다.

3. 궤도 종류별 특징

3.1 궤도종류별 장단점

자갈도상 궤도는 열차하중에 의한 자갈의 유동 및 궤도 파괴, 자갈의 오염 또는 분비에 의한 투수성 감소로 고빈도의 유지보수를 요하게 된다. 콘크리트 궤도는 궤도 유지보수비용의 절감이 가능하고 좌굴 안정성과 궤도파괴에 대한 저항력을 확보할 수 있으나, 초기 건설비용이 높고, 침묵교체나 콘크리트도상 파괴 시 보수의 어려움이 있다. 아스팔트 궤도의 장점으로는 다양한 단면형상 시공 및 고정밀 시공이 가능하고 진동, 소음 저감에 탁월하며 승차감이 우수한 점을 들 수 있다. 또한 콘크리트 궤도와 달리 시공 후 아스팔트 온도가 50℃가 되는 즉시 열차운행이 가능하며, 부분적 유지보수가 용이한 점이 있다. 또한 최근 세계적으로 문제가 되고 있는 CO₂ 배출량도 콘크리트에 비해 현저히 적다. 아스팔트 혼합물 1톤 생산 시 연료사용량은 가열 아스팔트는 7.7리터, 저탄소 아스팔트는 5리터이며 이에 따른 CO₂ 배출량이 가열 아스팔트가 23.3kg, 저탄소 아스팔트가 15.1kg이다. 동일한 넓이를 동일한 두께로 설계 시 콘크리트가 아스팔트에 비해 철근유무에 따라 1.83배에서 7.9배까지 많은 탄소를 배출한다. 단점으로는 내구연한이 콘크리트 보다 짧고, 온도 영향으로 인한 소성변형이 발생되므로 철도 하중을 고려한 배합설계법의 적용과 공극율 감소를 위한 적절한 다짐 시공이 필요하다는 점이다. 하지만 국외의 아스팔트 기대수명에 관한 연구결과, 극한의 날씨 조건에서 50년 내지 60년의 수명을 보장하는 특수 아스팔트 혼합물의 개발이 가능한 것으로 보고되었다. 아스팔트 궤도와 자갈도상 궤도, 콘크리트 궤도의 장단점을 비교하면 표2와 같다.

표 2 궤도종류별 장단점 비교

구분	자갈도상 궤도	콘크리트 궤도	아스팔트 궤도(with PC침목)
장점	<ul style="list-style-type: none"> -초기 건설비 낮음 -상대적으로 낮은 소음발생 -오랜 기간 입증된 기술 -궤도침하 시 궤도조절 용이 	<ul style="list-style-type: none"> -궤도유지보수비용 절감 -양호한 횡방향 저항력 -좌굴안정성 확보 -보수작업 시 분진발생 감소 	<ul style="list-style-type: none"> -다양한 단면형상, 고정밀 시공 -180mm 캔트설정 가능 -진동, 소음저감 및 승차감탁월 -침목교체가 용이 -재료의 재사용이 가능 -부분적 유지보수가 용이 -이산화탄소 발생량이 콘크리트 궤도에 비해 적음
단점	<ul style="list-style-type: none"> -지속적인 궤도 유지보수 필요 -도상 횡저항력 확보 필요 -양질의 자갈확보 요구 -보수작업 시 분진 발생 	<ul style="list-style-type: none"> -초기 건설비 높음 -궤도조절 어려움 -침목교체 등 보수작업 어려움 -반사소음의 증가 	<ul style="list-style-type: none"> -내구연한이 콘크리트보다 짧음 -온도영향으로 인한 소성변형 -공극율 감소를 위한 적절한 다짐시공 필요

표 3 궤도구조별 특징(RTRI REPORT, 1998)

궤도구성방법	실시에	건설비	시공성	보수비	내구성	연선환경
체결장치 주위에 콘크리트 현장타설	PACT(영국 등)	△	△	○	○	×
침목주위에 콘크리트 현장타설	RHEDA (독일) STEDEF(프랑스 등)	△ ×	△ △	○ ○	○ ○	△ ○
프리캐스트판 아래 충전재 주입	슬래브궤도(일본) IPA(이탈리아)	×	△ △	○ ○	○ ○	×
유도상 궤도 발라스트를 아스팔트 포장으로 치환	HMA 궤도 (미국, 네덜란드)	○	○	×	△	○
아스팔트 노반 상 침목 직접 설치	아스팔트 직결궤도(독일)	△	○	○	○	○

3.2 무도상 궤도별 특징

아스팔트 궤도는 경제성 측면과 고속주행의 가능성에 대한 우려도 있으나, 국외에서는 활발한 연구를 통해 아스팔트 궤도가 장래성이 있는 것으로 판단하고 있으며, 일본에서 궤도 구조별 특징을 개략적으로 상대 비교한 결과, 표 3에서 보는 바와 같이 아스팔트 직결 궤도가 타 궤도에 비해 건설비, 시공성, 내구성 등 대부분 항목에서 우수한 것으로 나타났다.

3.3 LCC 분석

3.3.1 국외(독일) LCC 분석

여기서는 비교를 위해 궤도 상부구조와 궤도의 초기 건

설비용만 고려되었으며 현장에 따라 간접비가 추가될 수도 있다.

독일에서 도상궤도의 시공비용은 단선을 기준으로 450~550€/m, Getrac A3의 경우는 550~800€/m이며, RHEDA 2000의 경우는 550~830€/m이다. 배수, 케이블 설치, 신호장비 설치 등 추가 작업은 개개 현장마다 상이하고 궤도 시스템과 직접적인 연관이 없으므로, 본 생애주기 비용 산정에 포함되지 않았다.

콘크리트 궤도와 아스팔트 궤도의 내구수명은 모두 60년으로 동일하다. 잠재적 비용절감은 재료 및 구조물 재활용을 통해 이루어 질 수 있으며, 재건설에 따른 차량 통행 제한은 추가 비용으로 연결될 수 있다.

도상궤도의 생애주기비용 분석에서는 재료의 재활용 등

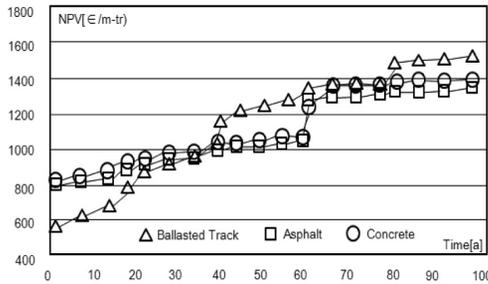


그림 11. 궤도종류별 LCC분석결과

에 따라 50€/m-track 정도 비용절감이 가능하고, 무도상 궤도의 생애주기비용분석에서는 복잡한 철거 및 재건설 기간 증대 등에 따라 100€/m-track 정도의 비용증가가 고려되었다.

검사의 횟수는 선로, 차량, 속도 등에 따라 결정된다. 계산에서는 검사 간격을 1년 1회로 하고 도상 및 무도상 궤도의 검사비용이 같다고 가정하였으며 최대 및 최소 검사비용을 1.0~1.5€/m-track으로 가정하였다.

도상자갈의 다짐 및 슬래브 유지관리 주기는 통과하는 열차의 종류 및 선로의 연결 등에 좌우되며 검사결과에 따라 결정되지만 도상궤도의 다짐 주기는 2~5년으로 가정되었다. 콘크리트를 사용한 무도상 궤도의 경우 0.5mm 이상의 크랙 보수 등의 유지보수작업이 필요할 수 있으나 GETRAC A3와 같이 아스팔트를 사용한 무도상 궤도의 경우 유지보수작업이 필요없다.

위에서 서술한 자료 및 가정을 사용하여 실시된 생애주기분석에 따르면 무도상궤도가 유도상 궤도에 비해 더 경제적인 궤도 시스템으로 나타났다. 100년 이후 비용차이는 순현재가치로 RHEDA-2000, GETRAC A3가 각각 13%, 8%, 실제가치로 각각 48%, 42%이다. 초기 건설부터 35년~37년이 경과되면 유도상궤도 비용과 무도상궤도 (RHEDA-2000, GETRAC A3) 비용이 동일해지며, 그 이후부터는 무도상궤도가 더 경제적인 것으로 나타났다.

3.3.2 국내 LCC 분석

아스팔트 궤도의 입력 특성값은 국내 시공사례 및 유지관리단계 동안의 이력데이터가 없는 관계로 각각의 비용

표 4 아스팔트 내구수명에 따른 경제성

구분	아스팔트 내구수명					
	30년	35년	40년	45년	60년	
콘크리트 궤도 초기비용 대비 아스팔트 궤도 초기비용 비율	95%	N.G	N.G	N.G	N.G	O.K
	90%	N.G	N.G	O.K	O.K	O.K
	85%	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K
	80%	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K

항목에 대해서는 일본과 독일자료를 참고하였다. 입력비용자료는 건설, 계획, 설계, 감리비용을 포함한 초기비용과 점검 진단비, 보수보강비, 교체비를 포함한 유지관리비용 그리고 해체폐기비용을 1km 기준으로 특성값을 적용하였다.

Level 1. LCC분석 결과, 아스팔트도상 궤도구조의 생애주기 비용이 자갈도상 궤도구조와 콘크리트도상 궤도구조에 비하여 절감되는 것으로 분석되어 아스팔트도상 궤도구조가 더 경제적인 것으로 나타났다. 아스팔트 궤도는 총 LCC 측면에서 자갈궤도 대비 310,376천원(10.7%), 콘크리트 대비 48,135천원(1.82%) 절감되었으며 이는 단선 1km의 분석임으로 실제 공사에 대한 경제성은 더욱 크게 나타날 것으로 판단된다. 초기공사비가 저렴한 자갈도상 궤도구조에 대하여 아스팔트도상 궤도구조는 21년차에 자갈도상 궤도구조의 누적비용과 역전되는 경제적 전환시점임을 제시하고 있다.

또한 아스팔트 궤도의 내구수명에 따른 민감도 분석결과(표4 참조), 아스팔트 궤도의 내구수명이 60년을 확보하면 초기비용은 콘크리트 궤도 초기비용과 동일해도 경제적인 것으로 나타났지만 아스팔트 궤도의 초기비용이 콘크리트 궤도 초기비용의 100%를 초과하면 아스팔트 궤도는 비경제적인 것으로 나타났다.

4. 국내 연구현황

앞서 기술한 바와 같이 아스팔트 궤도는 진동, 소음저감

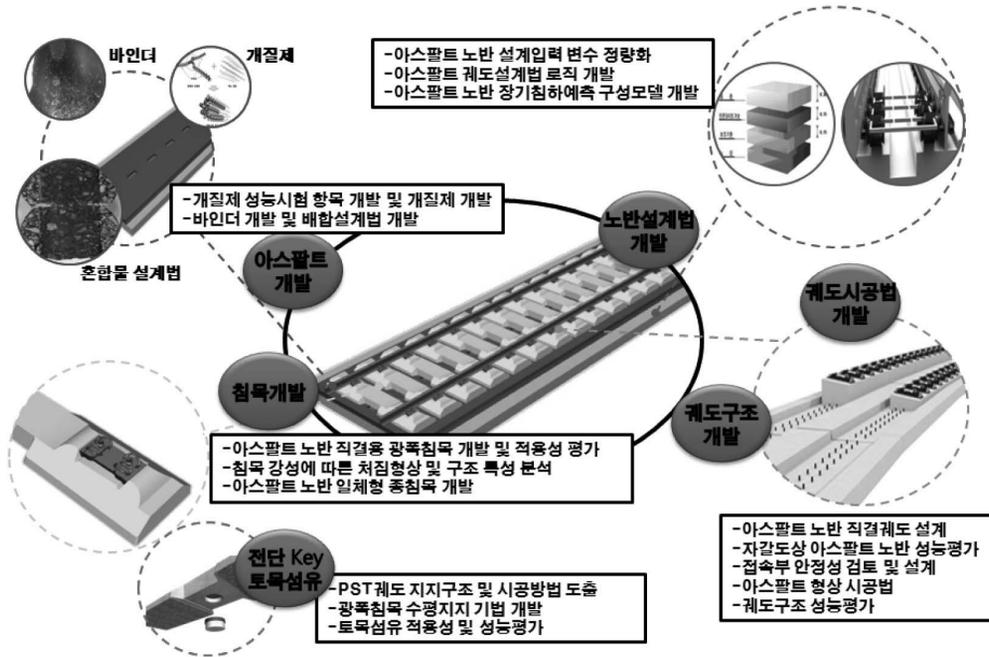


그림 12. 아스팔트 궤도개발 핵심 기술

및 승차감이 탁월하며, 콘크리트 궤도와 달리 파괴 시 신속한 유지보수가 가능하다. 하지만 내구연한이 콘크리트보다 짧으며, 온도에 의한 소성변형이 발생될 수 있으므로 이러한 단점을 보완하기 위한 아스팔트 개질제 및 혼합물 배합설계에 관한 연구가 필요하다. 또한 독일, 일본, 프랑스 등에서는 자국 고유의 궤도시스템을 개발하여 세계시장을 공략하고 있으나, 국내의 경우 고유 궤도시스템 없이 국외 궤도시스템을 수입하고 있는 실정이므로 해외 철도시장을 공략할 수 있는 국내 고유의 궤도시스템 개발이 시급하다.

한국철도기술연구원에서는 2012년부터 아스팔트 개질제 개발 및 혼합물 배합설계법과 아스팔트 직결궤도, 유도상 아스팔트 노반에 대한 연구를 수행하고 있다. 현재는 시작품단계로서 향후 성능평가단계를 거쳐 최종적으로 제품화와 신기술인증을 목표로 하고 있다. 그림 12는 아스팔트 궤도 개발을 위한 핵심기술을 나타낸 것이다. 핵심기술 분야로는 아스팔트, 침묵, 노반설계법, 궤도구조, 궤도시공법과 아스팔트 직결궤도의 종횡저항력 확보를 위한 전단 key 개발이 있으며, 한국철도기술연구원과 각 분야 전문

기관과의 협동연구를 통해 보다 우수하고 경쟁력 있는 궤도구조를 개발 중에 있다.

5. 아스팔트 궤도 관련 고속선 전망

고속선 아스팔트 궤도 사용 전망에 대한 견해는 다양하다. 아스팔트 궤도의 적용 관련 쟁점은 생애주기비용과 시공경험이다. 독일의 경우, GETRAC A3 적용을 통해 아스팔트 궤도에 대한 긍정적인 경험이 축적되었으며, 지난 10년 동안의 독일시장의 가격 및 이자율 평균을 사용한 상기 생애주기비용분석에서 시장 및 가격 조건에 따라 손익 평형점이 달라질 수 있지만, 아스팔트 궤도와 자갈도상궤도가 시공 35년 이후에 손익 평형이 가능한 것으로 제시되었다.

아스팔트를 사용하는 GETRAC A1 및 A3와 같은 상향 시스템은 콘크리트를 사용하는 RHEDA 2000과 같은 하향 시스템과 다르다. RHEDA 2000에서는 수준측량을 통해 정해진 격자에 스피들로 최종수정이 가능하도록 연결되어

레일과 침목을 미리 설치하여 목표로 하는 정확도가 얻어진 후 궤도 콘크리트가 포설된다. 하지만 상향 시스템인 아스팔트 궤도의 경우에는 콘크리트 궤도와 다르게 아래에서부터 레일 상부까지 차례로 시공되기 때문에 초기 정밀도가 다소 낮으므로 각 체결부위별 측량에 이은 패드 위치 수정, 썸기 높이 수정 등을 통해 보완하여야 하며 이에 따른 측량 및 수정 작업을 위한 시간과 비용이 요구된다.

독일에서는 유지보수비용 절감, 안전성 향상, 열차지연 비용 저감 등을 위해 GETRAC A3가 터널에 설치되었던 도상궤도 대응으로 적용되어 왔다. 빈번한 유지보수가 요구되는 고속열차용 도상궤도 구간의 경우 유지보수성 향상을 통한 선로용량 보존을 위해 콘크리트 궤도가 적용되는 것처럼 아스팔트 궤도를 적용할 수 있다. 아스팔트 및 콘크리트 궤도의 경제성을 비교하기 위해서는 구간 길이 및 물동량 조건 등 현장 상황을 고려해야 한다. 터널내 아스팔트 궤도의 경우에는 반대 선로 운행에 지장을 주지 않으면서 시공할 수 있지만, 콘크리트 궤도의 경우에는 반대 선로의 열차운행에도 지장을 주게 되며 콘크리트는 양생기간을 필요로 하지만, 아스팔트는 시공이후 즉시 사용이 가능하다. 이러한 장점들로 인해 독일의 터널에서 아스팔트 궤도가 자갈궤도 대응으로 사용된다. 아스팔트의 경화와 관련된 논쟁은 설치 구간의 길이와 관련이 있다. 콘크리트 궤도의 경우 구간이 길 경우, 양생기간의 차이가 총 공사기간에 미치는 영향이 크지 않다. 구간이 길어질 경우 콘크리트 양생에 걸리는 시간에 따른 공사비에 대한 영향이 크지 않기 때문에 콘크리트 궤도가 유리한 점이 있지만, 콘크리트 궤도를 사용할 경우 인접한 다른 선로의 열차를 통제하여야 하는 반면 아스팔트 궤도를 사용할 경우 당해 선로 구간만 통제하면 된다는 점은 변하지 않는다.

초기건설 비용, 유지보수 비용, 도상궤도 구간 재건설과 관련된 적용성 등을 고려할 때 아스팔트 궤도는 고속선 뿐만 아니라 여러 다른 선로에서 중요한 역할을 할 수 있다. 정밀한 시공을 위해 GETRAC A3와 같은 상향식 시공 방법에 사용되는 측량 및 수정작업에 소요되는 비용 및 노력이 아스팔트 궤도의 단점이지만, 이에 소요되는 비용 및 노력은 총 공사비 및 기간에 비교할 때 크지 않다.

아스팔트의 내구연한은 콘크리트보다 짧으며, 온도에 의한 소성변형이 발생되므로 아스팔트 궤도의 적용을 위해선 아스팔트 개질제 및 혼합물 배합설계에 관한 기술이 필요할 것으로 판단된다. 국외의 경우 극한 기후조건에서 50~60년의 수명을 갖는 특수 아스팔트 혼합물을 개발하였으며 독일 및 프랑스 등의 사례를 고려해 보면, 아스팔트를 활용한 궤도시스템은 200km/h 이상의 고속주행에 적용이 가능한 것으로 판단된다. ☺

♣ 참고 문헌

1. 鉄道總合技術研究所 (2007), 鉄道構造物 等 設計標準 同解説 (土構造物), 鉄道總合技術研究所, pp.133-143.
2. 양신추 외 (2010), 콘크리트 궤도 경쟁력 평가 및 향상 방안 연구 보고서, 국토해양부, pp.5-20.
3. Esveld Coenraad (2001), Modern Railway Track, second edition, 2001 MRT-Productions, 653p.
4. Katsutoshi ANDO (1998), Latest Low-maintenance Tracks in Europe and America, RTRI REPORT, Vol. 12, No. 6, pp.37-43.
5. Bernhard Lichtberger (2005), Track Compendium, Formation, Permanent Way, Maintenance, Economics, 1st edition, Eurail-Press, 633p.
6. Jerry G. Rose, Lindsey Sebastian Bryson (2009), Hot Mix Asphalt Railway Trackbeds: Trackbed Materials, Performance Evaluations, and Significant Implications, International Conference on Perpetual Pavements, pp.2-19.