

철침목의 형상에 따른 특성

Characteristics of Steel Sleeper with the Shape

장 세 기*, 윤 희 택**, 문 경 호**
Seky Chang, Hee-Taek Yoon, Kyung-Ho Moon

Steel sleepers have largely two types, n and Y types, depending on their shapes and are used mostly in Europe since 1980. The sleepers are made of steel of high strength and toughness, and thus recycling is completely possible up to 100%. Since the weight is almost one quarter and the less of that of concrete sleeper, the cost for delivery is saved. In addition, high economical efficiency is expected from the extended maintenance intervals. The n type is used in Europe, Australia, mideast Asia and north America whereas the Y type in Germany. Steel sleeper with high functionality is domestically developed through the comparison of characteristics with the shapes.

침목은 궤도의 안전성을 확보하여 열차 및 승객들이 목적지까지 무사히 이동할 수 있는 역할을 한다. 열차의 속도가 증가하고 승객들의 만족도에 대한 요구도 높아짐에 따라 침목도 기능성을 고려하여 꾸준히 발전되고 있다. 나무로 된 목침목과 콘크리트/철근의 복합적인 구성을 한 PC침목이 국내에서 가장 널리 쓰이고 있다. 그러나 철도는 안전성이 가장 우선시 되고 그러한 목적을 위해서 정기적인 검사 및 유지보수가 매우 필요하다. 철도의 수요가 증가함에 따라 노선의 길이도 증가하고 그에 따른 유지보수 비용의 증가는 철도산업의 경쟁력에 영향을 미치게 된다.

철도는 공공성을 띤 분야이므로 비용의 절감을 통하여 철도 이용자에게 최상의 서비스를 제공하기 위해서는 초기 투자비용은 물론이고 유지보수 비용을 절감하는 것이 매우 중요하다. 유럽을 중심으로 철강재로 제작된 철침목의 수요가 점차 늘어나는 것도 그러한 경제성의 문제가 동기가 되고 있다. 철침목은 유지보수 측면에서의 장점 외에도 여러 가지 잇점이 있는 것으로 파악되고 있다.

철침목은 19세기 초반부터 후반에 걸쳐 목재 자원이 부족한 독일을 중심으로 한 유럽 각 국가, 목침목이 흰개미에 의해 손상되는 열대지방, 오스트리아, 인도, 멕시코, 남미 등의 많은 나라에서 사용되었다. 최근에 들어서는 열차운행조건의 변화에 따른 대처의 용이함, 재활용을 통한 친환경 철도구현, 유지보수비용 측면의 경제성 등의 이유로 해외 주요 철도선진국에서는 철침목을 독자적으로 개발하여 사용량을 늘려가고 있는 실정이다.

* 한국철도기술연구원 책임연구원 정희원

** 한국철도기술연구원 선임연구원 정희원

철침목의 장점들을 요약해 보면 다음과 같다.

- 궤도의 안전성 향상
- 교량의 하중감소 및 체결성 향상
- 휨현상 억제
- 궤도단면축소 : 자갈사용량 절약 (700ton/mile)
- 유지보수비 절감 : 궤도간격의 견고성
- 총 사용수명을 통한 비용의 절감 (콘크리트에 비해 40% 절약)
- 500그루나무/mile 절감
- 유해물질의 사용억제 : Creosote (목재)
- 재활용을 통한 자원폐기물 발생 억제

위와 같은 장점 때문에 철침목을 현재 여러 나라에서 사용하고 있으며, 기술개발 및 연구 또한 증가 추세에 있다. 기술적인 문제로 인하여 일부 철침목에서 사용상의 취약점이 발견되기도 하였으나 기술개발 능력이 곧 제품의 품질과 비례하므로 인건비와 직결되는 유지보수 문제를 해결하기 쉽다는 장점 때문에 영국, 독일 등에서는 품질의 업그레이드를 통하여 사용량을 꾸준히 늘려가고 있다.

철침목의 경제성

철침목은 콘크리트 침목에 비해 deep excavation이 필요없고, 폐기물이 적으며, 우수한 재활

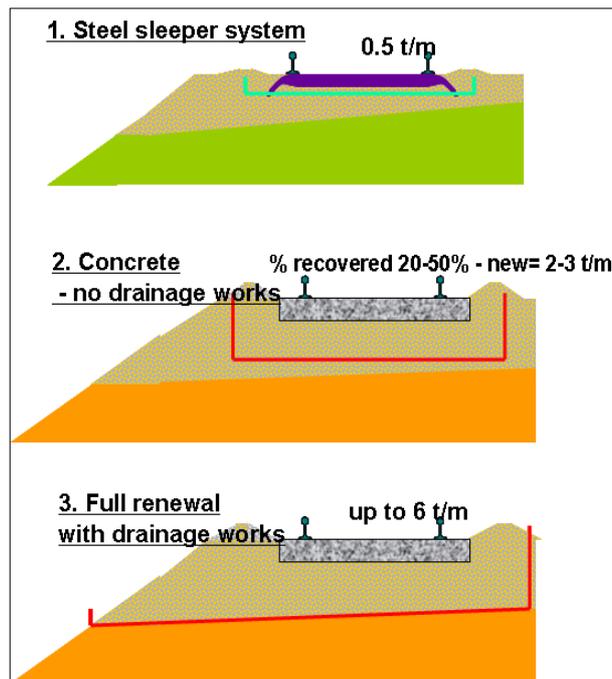


그림 1. 생산성과 비용을 위한 이점

용 특성을 지니고 있기 때문에, 환경적인 면에서 매우 유리하다.

그림 1은 콘크리트침목과 철침목에 필요한 자갈의 양을 보여준다. 콘크리트침목이 철침목에 비해 필요한 자갈의 양이 2배 이상임을 알 수 있으며, 궤도 배수가 개선될 필요가 있는 더 오래된 궤도의 경우에는 맨 밑의 그림과 같이 매우 큰 자갈의 양이 사용됨을 알 수 있다. 철침목을 사용함으로써 1마일당 700톤의 자갈의 양을 절감할 수 있다.

해외의 철침목

1) n형 철침목



그림 2. U형 철침목 및 제작과정

영국의 BSC Track Products(현재 Corus Rail)에 의해 제작된 n형 철침목은 오랫동안 유럽, 아프리카 및 아메리카 대륙에서 널리 사용되어 현재 세계적으로 가장 널리 쓰이는 철침목이다.

영국에서는 1930년대 Great Western Railway에 처음으로 철침목을 사용하였다. 2차 세계대전 이후 목재의 부족으로 철침목의 사용이 잠시 확대되었으나, 콘크리트 침목 관련 기술의 발전으로 사용은 점차 감소하였다. 그러나, 1980년대부터, 특히 1994년 철도 민영화 이후, 유지관리 측면에서 경제성 등의 이유로 철침목의 사용이 급속히 증가하는 양상을 보이고 있다. 1988년에 약 10,000개에 불과하던 철침목의 사용량은 1998년에는 230,000개에 이르렀고 최근에는 수요가 400,000 이상으로 늘어나고 있다. 이러한 추세는 유지보수비용이 절감되는 경제적인 잇점이 가장 큰 원인으로 꼽힐 수 있다. n형 철침목은 무게가 PC침목 대비 25%로 매우 가볍고 취급이 쉬우므로 산악지대 또는 공사를 위한 접근이 어려운 곳에서도 비교적 용이하게 작업을 할 수 있는 장점이 있다.

최근 차량 축중의 증가에 따라 n형 철침목은 다양한 제품들이 제작되고 있으나, 기본적인 개념은 동일하다. 즉, 15톤 이하의 축중은 받는 경우에는 체결구 부위에 구멍을 내어 레일과 침목을 체결하나, 그 이상의 축중이 걸릴 때는 레일 클립을 용접하여 사용하고 있다. 이는 무거운 축중이 반복하여 작용하는 경우 체결부위의 과도한 응력집중과 피로에 의해 균열이 발생할 수 있기 때문이다. 이에 대한 보완연구는 꾸준히 활발하게 진행되고 있다.

2) Y형 철침목

뛰어난 안정성, 비용의 절감, 재활용성의 우수한 특징으로 1884년에 독일에서 개발된 Y형 철침목은 현재 독일의 국철 및 사철 영업선에서 사용량을 꾸준히 늘려가며 부설되고 있다.

Y형 철침목은 자갈도상이나 슬래브궤도, 다중선로 부위 등 다양한 선로구조에 적용이 가능하다. 기존의 크로스형 침목과 비교할 때, 6개의 지점위에 레일이 놓이는 이중지지 구조로 궤도틀림에 대한 저항성이 매우 뛰어나 기존의 침목에 비해 적은 양으로 높은 안전성을 확보할 수 있다. 연구보고에 의하면, 기존 침목에 비해 침목수는 대략 50%, 패킹은 28%, 도상자갈량은 30% 이상 절감이 가능하며, 이로 인해 유지보수적인 측면도 우수하다고 알려져 있다. 또한, 1km의 선로를 건설하는 경우, 기존 시멘트 침목 중량은 대략 488톤인데 비해 Y형 철침목은 115톤 정도로 운송에 있어서도 매우 유리하다. 그러나 소음문제는 타 침목에 비해 다소 불리하며, 이에 대한 보완 연구가 진행 중에 있다.

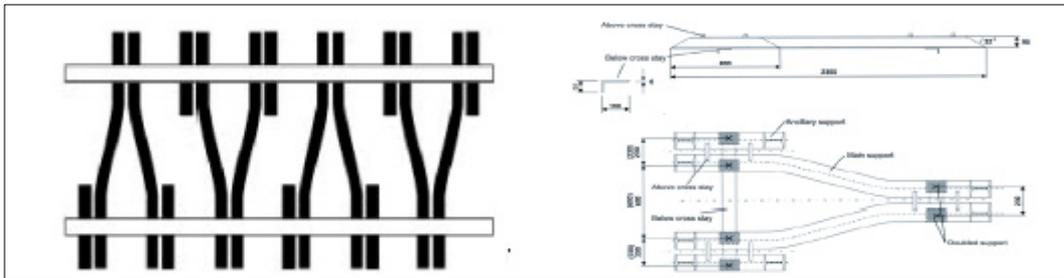


그림 3. Y형 철침목의 형상 및 구성도

3) T형 철침목

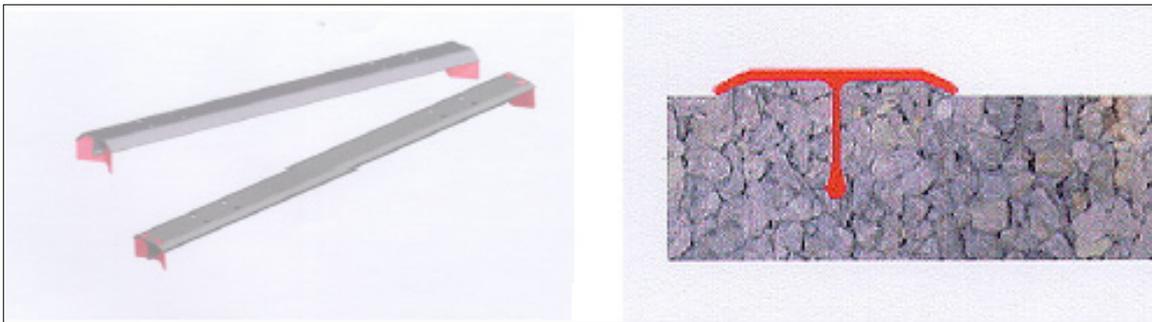


그림 4. T형 철침목의 단면 형상

캐나다의 UniP-Tie사에서 개발된 T형 철침목은 다음의 사항들을 고려하여 개발되었으며, 현재 북미지역을 중심으로 전체 선로량의 약 10% 정도 내외에서 사용되고 있으나 구조적인 문제로 현재는 수요가 거의 답보상태를 유지하고 있다. T형 철침목의 특징을 나열하면 다음과 같다.

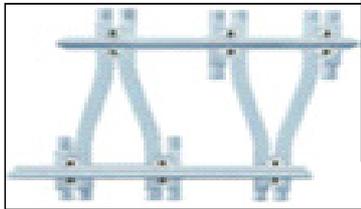
- 터널과 교량 등에의 적용성 향상을 위한 작은 단면
- 수명 대비 적은 비용
- 궤간의 유지나 설치 비용의 최소화

- Mile 당 700tons 이상의 자갈 절감
- 유독성의 크레오소트 (Creosote) 위험을 제거
- 자갈을 파괴하지 않을 것

Unip-Tie 사의 T형 철침목은 피로균열에 대한 저항성을 향상시키고자 레일압력이 작용하는 접촉부위에서 더 두꺼운 단면형태를 가지고 있다. 또한 레일의 수직하중은 플랜지부에 의해 자갈 도상에 직접 전달되며, 선로방향의 저항력을 확보하기 위한 수직평판이 장착되어 있다.

영국에서 생산되는 철침목과 독일에서 생산되는 철침목의 특성비교는 다음의 표 1과 같다.

표1. 철침목의 비교

구 분		(독) Y-Sleeper	(영) n-Sleeper
제 작 사		Thyssen Krupp Gleistek 	Corus Rail 
장 점		<ul style="list-style-type: none"> ▪ 모든 Track에 적용 가능 ▪ 구조적 안전성이 우수 ▪ 유지 관리비용이 거의 들지 않음 ▪ 친환경성(자원 재활용) ▪ 슬래브궤도 시범적용('92년) ▪ 경제성이 우수 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 모든 Track에 적용 가능 ▪ 구조적 안전성이 우수 ▪ 유지 관리비용이 거의 들지 않음 ▪ 친환경성(자원 재활용) ▪ 경량으로 운송 용이, 공사기간 단축 ▪ 경제성이 우수
단 점		<ul style="list-style-type: none"> ▪ 전기절연성 나쁨 ▪ 용접부위가 많아서 작업성 저하 및 생산단가 상승 우려 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 슬래브궤도 적용 곤란
콘크리트 침목대비 경쟁력	침목 단가	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 콘크리트침목 : 53 Euro/Unit ▪ Y형 철침목 : 126 Euro/Unit 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 콘크리트 침목 단가의 120%수준
	Total Cost	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 갱환 총비용이 콘크리트 침목의 90%로 경제성 우수 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 갱환 총비용이 콘크리트 침목의 60%로 경제성 우수

마무리

철침목은 현재까지 국내의 영업선에서 사용된 적은 없고 공장 내에서 자체적으로 사용된 적은 있으나 설계상의 문제로 인하여 사용량이 확대되지 못하였다. 해외에서도 유사한 문제가 발생하였지만 지속적인 연구개발로 성능이 우수한 철침목을 개발하게 되었고 전기절연의 문제도 완전히 극복하여 영국의 경우는 전기철도 라인에서도 영업 운영을 하고 있다. 국내에서는 최근들어 철침목에 대한 개발이 본격적으로 추진되고 있으며 제품의 성능도 이전의 문제점들을 보완하여 우수하게 나타나고 있다. 철침목의 특성상, 터널, 교량은 물론 산악지대에서 성능의 장점을 충분히 발휘할 것으로 보이며 따라서 강원도 산악지역은 물론 향후 북한지역에 철도궤도를 설치하게 되면 철침목을 이용하여 노선을 구축함으로써 유지보수의 문제를 해결함은 물론 경제적인 면에서도 많은 이점을 나타낼 것으로 기대된다.