철침목의 기술동향
Technical Trends of Steel Sleepers

윤희택* 장세기** 박영곤* 김용기** 정우성**
Yoon, Hee-Taek Seky Chang, Park, Young-Kon Kim, Young-Ki Jung, Woo-Sung

ABSTRACT

Variety of recent railroad markets arouses the need for steel sleepers. Steel sleepers have many advantages over conventional timber or PC sleepers with respect to safety, environment and economical efficiency due to less effort for maintenance. Weak points of timber sleepers are to cut trees and apply toxic creosote as well as to need frequent maintenances while it is difficult to apply PC sleepers to steel bridge or crossing and to recycle them completely. In this paper, technical trends are analyzed in order to develop suitable steel sleepers for domestic railroads.

1. 서론

최근들어 중량화, 고속화, 그리고 친환경 철도를 구현하고자 하는 여러 가지 환경변화에 따라 해외 철도시장에서는 철침목의 사용이 점차 증가하고 있다. 철침목은 기존의 목침목이나 PC침목보다 우수한 특징을 많이 가지고 있다. 목침목은 자원의 훼손, 처리과정의 불편함, 유지보수의 문제점 등이 있고, PC침목은 강교 및 분기기 등에 설치가 곤란하며, 현재의 기술로는 재활용도 어렵다. 본 고에서는 철도의 환경변화에 능동적으로 대처하고, 보다 친환경적이고 경제적인 철침목을 개발하기 위한 방안으로 해외 주요 철침목의 기술동향을 조사, 분석하였다.

2. 철침목의 개발사례

철도 침목은 제품의 기능적 특성과 유지보수비용 등을 고려하여 개량, 발전되어 왔다. 열차하중과 속도의 증가는 목침목을 PC침목으로 대체하는 계기가 되기도 하였다. 철침목은 19세기 초반부터 후반에 걸쳐 목재 자원이 부족한 독일을 중심으로 한 유럽 각 국과, 목침목이 흰개미에 의해 손상되는 열대지방, 오스트리아, 인도, 멕시코, 남미 등의 많은 나라에서 사용되었으며, 현재는 전 세계 침목시장의 40% 이상을 차지하기도 하였다.

---

* 한국철도기술연구원, 선임연구원, 정회원
** 한국철도기술연구원, 책임연구원, 정회원

이후 목침목에 대한 방식처리 기술의 발달과 PC침목의 증가에 따라 점차 철침목의 사용은 줄어들었으나, 최근들어 열차운행조건의 변화에 따른 대처의 용이함, 재활용을 통한 친환경 철도구현, 유지보수비용 측면의 경제성 등의 이유로 해외 주요 철도선진국에서는 철침목을 독자적으로 개발하여 사용량을 늘려가고 있는 실정이다.

여기서는 해외에서 주로 사용되고 있는 Y형, T형, U형 철침목을 간략히 소개하고, 국내의 실정에 적합한 철침목을 개발하기 위한 방안에 대하여 논하고자 한다.

2.1 Y형 철침목

뛰어난 안정성, 비용의 절감, 재활용성의 우수한 특성으로 1884년 독일에서 개발된 Y형 철침목은 현재 독일 국철 영업선 연장의 20%인 대략 3,150 km구간에 부설되어 있다.

Y형 철침목은 자갈도상이나 슬래브궤도, 다중선로 부위 등 다양한 선로구조에 적용이 가능하다. 기존의 프로스형 철목과 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%, 폐정은 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 운송해 있어서도 매우 유리하다. 그러나, 소음문제는 타 침목에 비해 불리하며, 이에 대한 보완연구가 진행중에 있다.

그림. 1 Y형 철침목

그림 2. Y형 철침목 구성도

2.2 T형 철침목

캐나다의 UniP-Tie사에서 개발된 T형 철침목은 다음의 사항들을 고려하여 개발되었으며, 현재 북미지역을 중심으로 전체 선로량의 약 10% 정도 내외에서 사용되고 있다.

(1) 터널과 교량 등에의 적용성 향상을 위한 작은 단면
(2) 수명 대비 적은 비용
(3) 궤간의 유지나 설치 비용의 최소화
(5) Mile 당 700 tons 이상의 자갈 절감
(6) 유독성의 크레오소트(Creosote) 위험을 제거
(8) 자갈을 파괴하지 않을 것 등

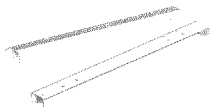

그림 3. T형 철침목

그림 4. T형 철침목 단면형상

UniP-Tie사의 T형 철침목은 피로균열에 대한 저항성을 향상시키고자 레일압력이 작용하는 접촉부위에서 더 두꺼운 단면형태를 가지고 있다. 또한 레일의 수직하중은 플랜지부에 이해 자갈도상에 직접 전달되며, 선로방향의 저항력을 확보하기 위한 수직평판부가 있는 구조로 되어있다. 또한 침목의 양 끝단에 횡저항성을 확보하기 위한 판이 부착되어있다. 침목의 기능적 요구사항을 만족하면서, 최소량의 재료를 사용한 이러한 형태는 1996년 Canadian Design Engineering Awards 에서 금상을 수상한 바 있다.

2.3 U형 철침목

영국의 BSC Track Products에 의해 제작된 U형 철침목은 오랫동안 유럽, 아프리카 및 아메리카 대륙에서 널리 사용되어 현재 세계적으로 가장 널리 쓰이는 철침목이다.

그림 5. U형 철침목

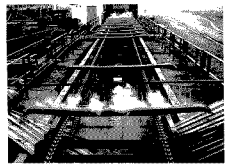

그림 6. U형 철침목 제작과정

영국에서는 1930년대 Great Western Railway에 처음으로 철침목을 사용하였다. 2차 세계대전 이후 목재의 부족으로 철재침목의 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 이르게 되었다.

최근 차량 축중의 증가에 따라 U형 철침목은 다양한 제품들이 제작되고 있으나, 기본적인 개념은 동일하다. 즉, 15톤 이하의 축중을 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. 현재 이에 대한 보완연구가 활발히 진행되고 있다.

3. 철침목 개발과 적용을 위한 제언

국내 실정에 적합한 철침목을 개발하기 위해서는 해외 현장조사를 통한 문제점 분석이 매우 중요하다. 이를 위하여 캐나다의 British Columbia주에 위치한 철도운영기관인 BC Rail을 방문하여 철침목의 사용실태를 파악하였다. BC Rail에서 담당하고 있는 총 구간은 대략 2000km에 달하며, 1986년부터 1999년에 걸쳐 약 75000개의 철침목을 부설하여 사용하고 있다.

캐나다에서 사용되는 철침목의 사용수명은 40년 이상으로 목침목이 20~25년, 콘크리트 침목이 30년 내외인 점을 고려하고, Life Cycle Cost측면에서 철침목이 매우 유리할 것으로 판단된다.

그러나, 초기에 설치된 철침목의 체결구멍에 응력집중과 진동으로 인한 피로균열이 발생하는 등 문제점이 발견되어 이에 대한 보완연구를 진행하고 있다. 또한 겨울에는 곡선부 레일의 안쪽방향으로, 여름에는 바깥쪽방향으로 레일이 쏠리는 misalignment현상이 발생하는가 하면, 철침목 하면의 자갈충전이 미흡하여 침목 표면에 열차하중으로 인한 부분적 변형이 발생하는 문제점도 발견되었다.

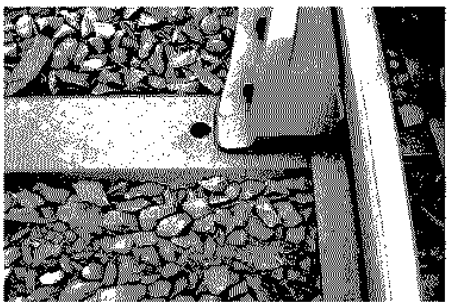

그림 7. 초기의 체결장치와 균열

그림 8. 개량형 체결장치

체결부위를 따라 침목에 발생하는 균열은 높은 축하중과 피로에 의한 것으로 판단되어 구멍을 뚫는 대신 용접에 의한 체결방법을 사용하고 있다. 또한, 침목이 좌우로 이동하거나 축중에 의해서 침목 상부가 변형되는 경우는 운행되는 열차의 종류와 운행조건, 선로의 선형 등에 대하여 사전에 면밀한 분석을 통한 최적단면과 형상을 도출해내지 못했기 때문으로 보이며, 이 외에도 철침목은 박벽단면을 가지므로 침목하면에 효율적으로 도상자갈을 충진, 유지시킬 수 있는 방안을 마련하는 것도 매우 중요하다.

결과적으로 철침목은 아직도 체결구멍 주변에 발생하는 균열, 콘크리트 침목에 비해 낮은 도상저항력, 충중에 의한 침목상부의 변형 등 해결해야 할 문제점이 많이 있다. 이러한 문제점들은 Y형, T형, U형 철침목에서 모두 공통적으로 발생하고 있는 현상으로 이에 대한 명확한 원인 규명과 해결방안을 도출함으로써 국내의 실정에 적합한 철침목을 개발할 수 있을 것이다.

4. 결론

철도 침목은 제품의 기능적 특성과 유지보수비용 등을 고려하여 개량, 발전되어 왔다. 열차하중과 속도의 증가는 목침목을 PC침목으로 대체하는 계기가 되기도 하였다. 최근 열차운행조건의 변화에 따른 대처의 용이함, 재활용을 통한 친환경 철도 구현, 유지보수비용 측면의 경제성 등의 이유로 해외 주요 철도선진국에서는 철침목을 독자적으로 개발하여 사용량을 늘려가고 있는 추세이다.

또한, 국내의 갱환량을 기준으로 볼 때, 매년 발생하는 침목의 신규수요량은 50만~100만개에 달할 것으로 예상된다. 이는 순수한 국내 수요만을 고려했을 때이며, 향후 예상되는 남북철도 및 대륙횡단철도 등을 고려할 때, 침목의 수요는 더욱 크게 증가할 가능성이 높다.

철침목이 타 침목의 대체재로 충분히 활용되기 위해서는 해외 여러 종류의 철침목이 가지는 장·단점을 정확히 분석하여 장점을 극대화하고, 단점을 최소화시킬 수 있는 효율적인 연구개발 전략이 필요하다. 소재의 선택, 설계 및 시공방법, 유지관리 측면에서 국내의 실정에 적합한 철침목을 개발하고자 하는 노력이 필요할 때이다.

참고문헌

1. 서사범(1999), 선로공학, 도서출판 삼과 꿈.
2. 이종득(2001), 철도궤도역학, 노해출판사.
3. Coenraad Esveld(2001), Modern Railway Track, MRT-Rroductions.
4. 이덕형(1998), 독일철도의 이모저모, 鐵道線路, 통권24호.
5. 鈴木俊 · 외(1987), 스퍼드 업 : 궤도의 구조와 관련, 日本鐵道施設協會誌, Vol.25 No.2
6. 송정일, 한경섭(1993), 철도용 철침목의 설계 및 개발 연구, 한국강구조학회지, 제5권 제4호, pp.19~29.
7. 궤도기술의 연구개발 현장과 앞으로의 과제, 鐵道總硏報告 : 鐵道總合技術論文誌, Vol.13 No.5, 1999. 5