

궤도에서 Y형 강재침목의 특성 및 적용

Properties and Application of Y-Steel Sleeper in Track-Laying

강보순[†]

Kang Bo-Soon

Abstract

Y-form steel sleeper are currently enjoying a renaissance in Germany. Their use on ballast track proves that-especially under extreme conditions and loads-they reliably help ensure high stability and a long service life of the track. In addition to conventional partly mechanised tracklaying methods, a new Method has been developed that for the first time enables Y-form sleepers to be laid on an assembly-line basis at a fast rate and with high quality.

Keywords : 궤도강재침목, 전기, 소음진동

1. 서론

앞으로는 외국은 물론 국내의 교통 시스템은 고속철도 뿐 만아니라 일반 철도도 200km/h를 넘는 철도가 수송에 큰 역할을 하게 될 것이다. 이와 같은 고속철도시스템은 구성된 선로구조물에 요구가 점차 증대된다. 따라서 기존 PC 및 강재침목의 문제점을 보완하는 새로운 궤도시스템을 필요로 하고 있다. 슬래브궤도와 자갈궤도의 선택을 위해서는 주변 환경 및 경제성을 고려한 좀 더 객관적인 판단이 중요하다. 열차의 주행 시 궤도의 안정성, 내구성 및 부설에 따른 용이성, 친환경적이고 경제성, 곡선반경이 작은 특수한 지역조건 충족 그리고 향후 유지 관리 등의 측면에서 효과적이고 경쟁력 있는 궤도를 기대하고 있다. 벌써 오래 전부터 궤도 분야에서 강재는 가장 다양한 제작물 내지는 활용을 위한 구조재료로서 좋은 반응을 보여주고 있다. 이와 같은 차원에서 더 나아가 최신 기술과 함께 강재와의

연결된 노력의 산물이 Y형 강재침목이라 할 수 있다.

Y형 모양으로 흰 강재침목의 기본체는 특수구조프로필의 4부분으로 형성 되어있다. S 모양으로 흰 2개 특수 구조형 강인 주부재와 짧은 직선 부부재로 구성이 되어있다. Y형 강재침목 시 레일의 지점은 주부재와 부부재의 플랜지 위에 온다. 이 강재침목은 매 3개의 더블지점마다 중앙에 위치한 레일을 고정하고 부재 밑에 있는 플랜지는 자갈도 상 위에서 침목지점을 형성하고 있다. Y형 강재침목은 일직선의 침목에 반해 포크모양으로부터 분리된 자갈질량이 기준이므로 횡변위 저항력이 뛰어나다. 따라서 이 침목은 특히 좁은 곡선반경위에 설치할 때 적합하고, 돌기길이의 감소로써 Y형 강재침목은 좁은 성토머리에 사용될 수 있다. 예를 들면 태백의 영동선과 같은 산악지역노선에 사용된다면 적합하다고 할 수 있다. 궤도간격의 확장으로 인해 여유로가 없어진 구간에서 Y형 강재침목은 이 구간의 새로운 개발을 열어준다.



그림 1. 궤도에 적용된 Y형 강재침목

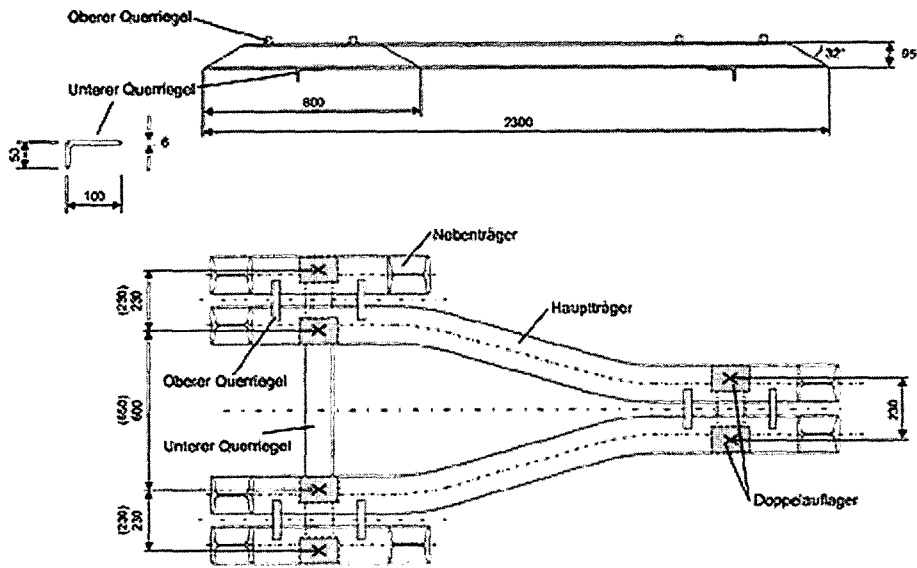


그림 2. Y형 강제침목의 형태

2. Y형 궤도의 특성

다양한 자갈수요 감소 및 작은 운반무게 의하여 좋은 경제성을 가져다준다.

- 아주 작은 곡선반경일 때도 선로는 시스템의 높은 횡변위 저항력 및 라멘강성에 의한 조건에서 공백 없이 용접할 수 있다.
- 궤도의 장기수명을 유지할 수 있다.
- 우수한 재생특성을 갖고 있어 친환경적이다.
- 강재의 다양한 형태의 가능성으로 특별한 시공방법에 대한 사용을 고려한 큰 유연성이 주어진다.
- 완전한 전기 절연체이다.

시공방법 및 좋은 부설특성은 가장 다양한 요구에 사용분야에서 Y형 강제침목 도입을 가능케 한다.

채우기 작업은 직선 횡침목 노선과는 구별된다. 일반적인 직선 횡단침목노선 일 경우 같은 높이에서 채우기 기계는

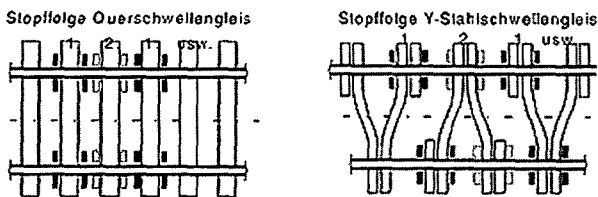


그림 3. 일반 횡침목과 Y형 강제침목의 채우기 작업 진행비교

레일을 따라서 좌우로 채우는 반면에 Y형 강제침목일 경우는 반 침목 단축과 함께 좌우 이동하며 채우므로 부설작업이 용이하다(그림 3).

3. 적용분야

시공방법 및 좋은 부설특성은 가장 다양한 요구에 사용분야에서 Y형 강제침목 도입을 가능케 한다. Y형 강제침목은 폭과 높이, 급한 경사 및 작은 곡선반경에서 작은 공간을 갖는 철도노선 필요할 때 철도궤도 설계자를 위해 큰 의미가 있다. 이 강제침목은 자갈궤도 뿐만 아니라 슬래브궤도 및 아스팔트궤도에도 사용 되어 진다. 또한 직선침목에 대한 선로신설 및 개량과 유사한 거의 모든 설치공법에 사용할 수 있다.

예를 들면 더블선로 및 광폭선로, 용접 기술적인 유연성으로 모든 가변성이 현실화될 수 있을 뿐만 아니라 보호레일 및 부레일에서도 다양한 레일 체결구와 함께 여러 가지 변수에서 지금까지 문제없이 시공되었다.

Y형 강제침목 일 경우 S-형 모양으로 휘어진 주부재의 기하학적인 모양으로 선로축에 횡적으로 궤도의 특성이 상당히 증가된다. Y형 강제침목은 단점을 갖고 있으나 그것은 성토 시 어디까지나 첫 번째는 장점일 수도 있다. 강제침목은 콘크리트 침목 보다 비교적 가볍기 때문이다. 그러나 매축은 소위 말하는 들어올리는 침목을 앞으로 밀어내므로 아스팔트층을 갖고 있는 Y형 강제침목은 탄성적인 연결이 요구된다. 그것을 위해 레일길이방향에서 Y형 강제침목 지점

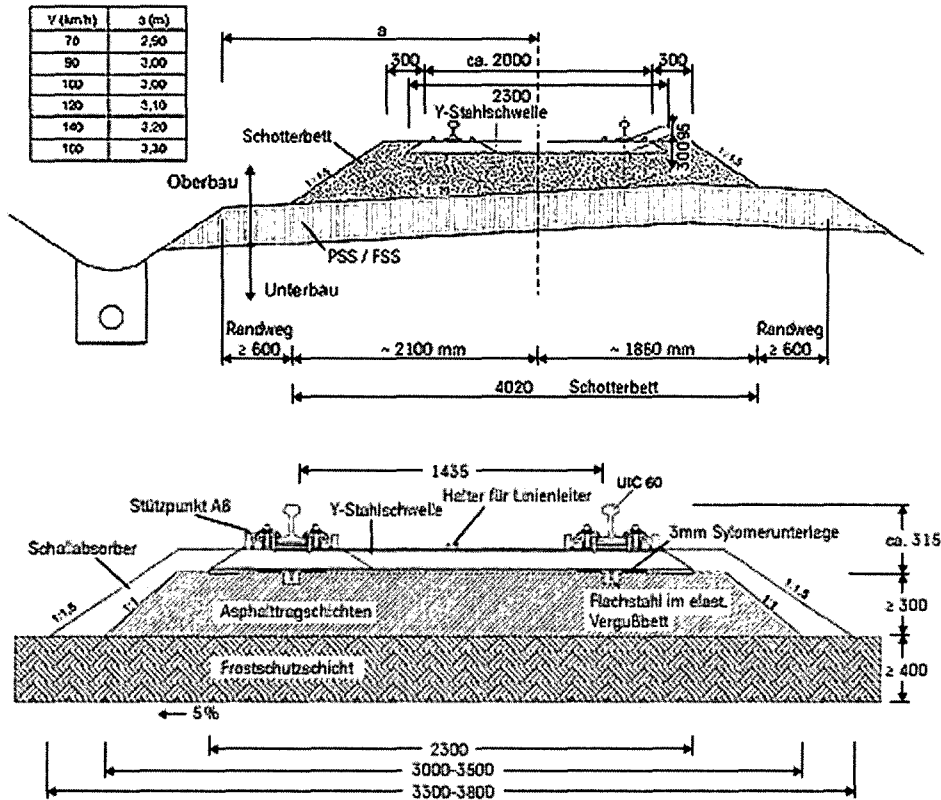


그림 4. Y형 강제침목을 사용한 자갈궤도 및 아스팔트궤도의 단면

밑에 50mm×10mm의 횡강이 용접되었다. 이 횡강은 Y형의 좁은 쪽에 양 지점 밑에만 있는 반면에 열린 쪽에서는 관통되어진다.

4. 자동화에 의한 Y형 강제침목 배치

Y형 강제침목 개발시 목적은 가벼운 무게와 그와 함께 현상에서의 간편한 조작이다. 또한 궤도의 개량 시 레일교환이 요구될 때 대부분 각 침목 설치방법에서 그 적용을 찾는다. 개량공법은 먼저 궤도의 침목 및 새로운 레일이 놓여지고 구 레일 및 침목 교환 후에는 자갈 시공기면이 만들어진다. 그 다음에는 폭크레인으로 견습레일로서 새로운 레일을 부설하고 수작업으로 간격조정 및 정렬하여 정확하게 배치한다. 레일을 올리는 기계의 도움으로 새로운 레일을 부설하고 궤도를 설치한다.

Y형 강제침목의 형태 및 구조로 적용spec의 요구를 충족시키기 위해 정확한 시공이 요구된다. 실무적인 경험은 콘크리트 침목에서는 불가능한 자갈도상에서 부설기계로 차후 배치 및 침목을 들어올리기가 문제가 없음을 잘 보여주고 있고 평균적인 궤도개량공사에서 최근 시간당 150m에서

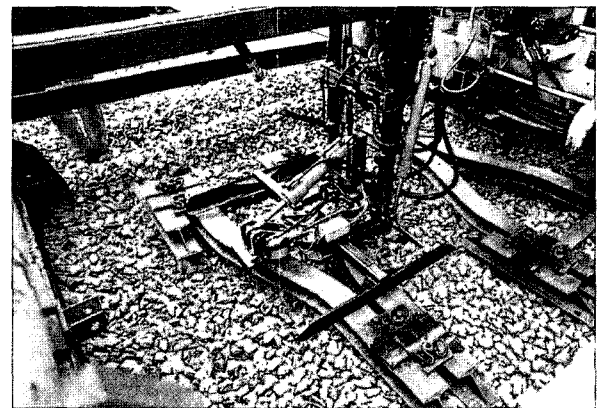


그림 5. 자갈도상에서 정확한 Y형 강제침목의 배치를 위한 기계화 부설작업

200m 사이를 나타내고 있다.

5. 자동화에서 Y형 강제침목 부설의 경제성

자동화에서 강제침목의 부설은 정밀한 품질과 함께 높은 부설효율성이 뛰어나다. 높은 예측능력을 갖고 있는 자동화

공법은 궤도교환 시 경제적인 방법 중에 하나이다. 작은 조립, 채움, 고르기 및 용접처럼 후속작업은 재료적 논리가 따르기 되기 때문에 전후 개량작업열차 뒤에서 완전하게 할 수 있으며 공사현장의 처리도 아주 짧은 시간구간에서 이루어진다. 철도교통을 위해 다시 갖춰질 수 있는 오랜 시간이 소요되는 노선은 불필요하다. 새로운 재료적인 측면 전방연장은 침목 운반열차에서 규칙적인 거치와 제거를 요구되지 않는다. 바로 좁은 공간 예를 들면 터널, 교량 또는 가파른 사면에서 Y형 강제침목이 장점을 갖고 있다. 개량작업열차로 구 선로를 따라 Y형 강제침목은 정확한 높이, 방

향 및 간격에 배치된다. 또한 작업의 메카니즘은 인력요구 및 사고위험을 확실히 감소시킨다.

노선의 높은 부설은 최소한 운행제한과 함께 필요한 구



그림 6. 더블선로에 Y형 강제침목의 적용

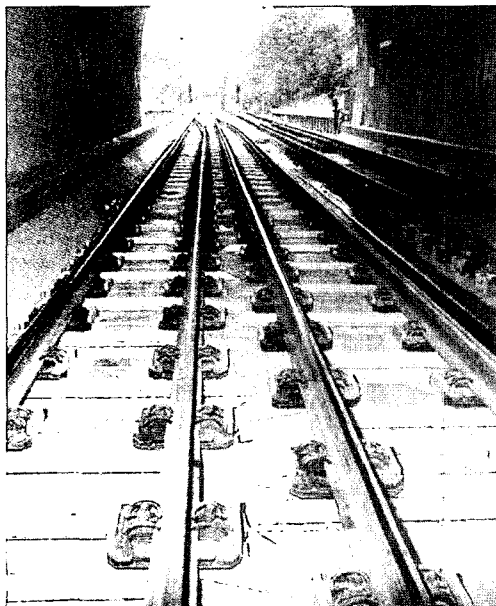


그림 7. 터널 안 슬래브도상에서 Y형 강제침목의 사용

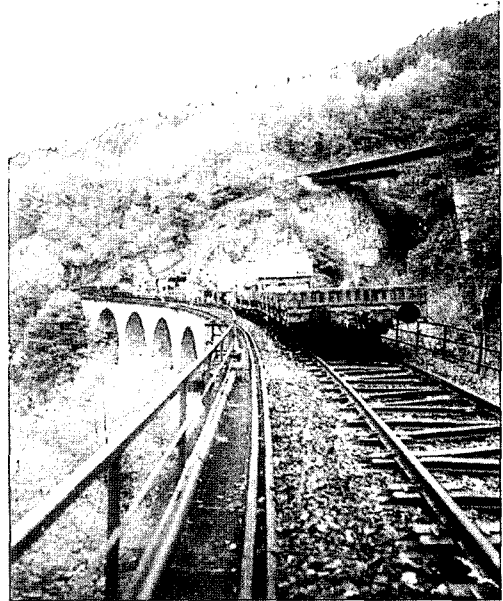


그림 8. 사면이 가파른 지역 교량 위 자갈도상에서 Y형 강제침목의 사용

94-04-2005 14:53 PHYSIKALISCHES INSTITUT FÜR ELEKTROTECHNIK ME + 08922547469256 NUM162 03

| | | |
|---|--|--|
| Deutsche Bahn AG Forschung und Versuche München ZTV | Versuchsabschnitt Y-Stahlschwelle Blankenburg/Harz - Königshütte | Bericht vom 20.207 31.01.96 Anlage 1 von 5 |
|---|--|--|

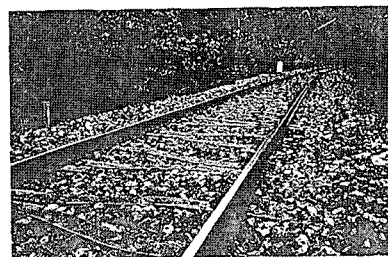


Bild 1
Gesamtansicht des
Versuchsabschnitts

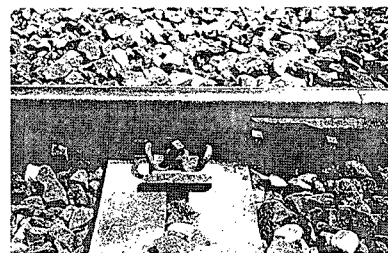


Bild 2
Ansicht des
Isolierstoßes und der
Schienenbefestigung

(Foto: Hilbert)

그림 9. 도상지향 및 집지지향의 측정사진

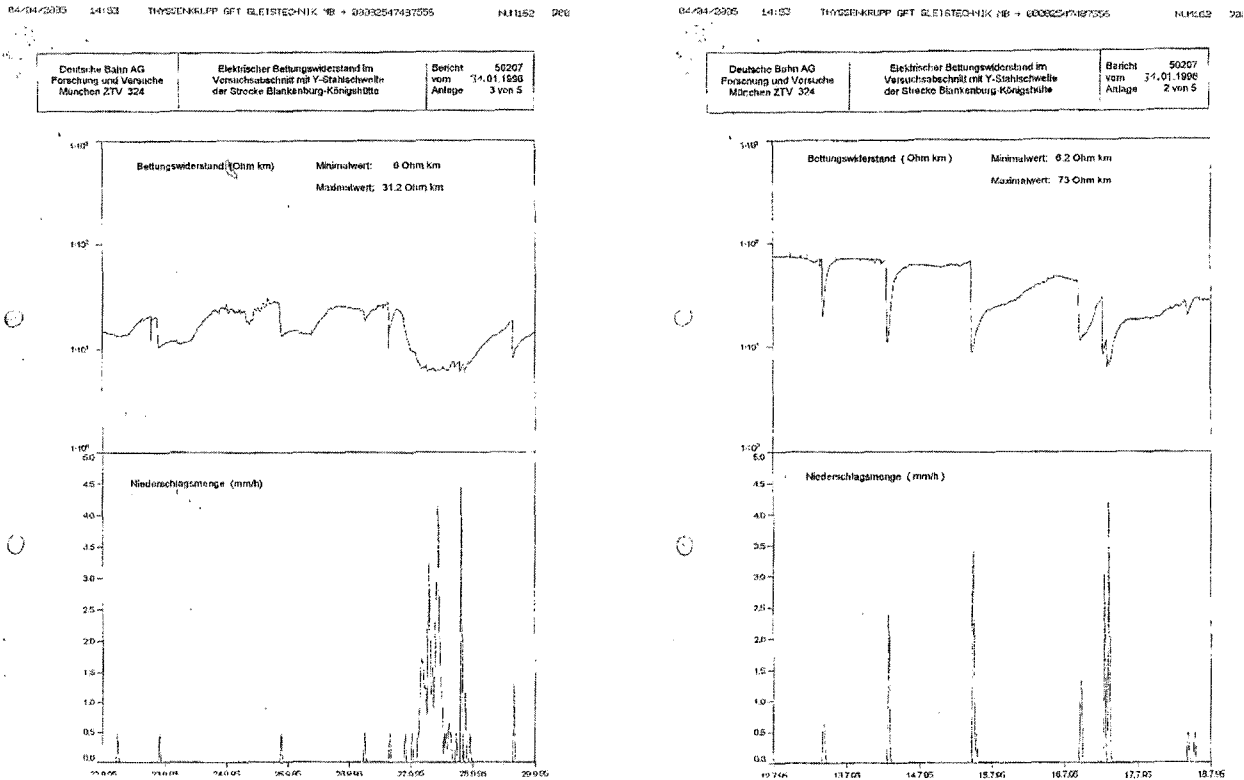


그림 10. 도상저항 및 접지저항의 측정결과

간개량이 진척되어야 한다. 따라서 기계적인 Y형 강제침목 부설공법은 혁신적인 해결과 더불어, 아주 효율적인 기계기술 및 폭넓은 권한을 현실화시킬 수 있는 것을 시공현장에서 입증해 주고 있다.

6. 전기저항

ThyssenKupp GfT는 뮌헨 중앙연구소 및 시험소에 위탁하여 Blandenburg/Harz-Koenigs huette 에 위치한 Y형 강제침목 229m 시험구간의 도상저항 및 접지저항을 측정하였다(그림 9). 측정은 1995년 7월부터 10까지 수행되었다. 도상저항은 날씨(비)에 크게 좌우된다. 임계저항은 비가 올 때 및 건조주기에 발생된다. 도상저항의 최소치는 강수량 5mm/h였을 때 6 Ohm · km을 나타내었고 최대치는 건조할 때 73 Ohm · km에 도달하였다. 접지저항경우 가벼운 비가 내릴 때 8.5 Ohm · km을 나타내었고 이 접지저항의 경우 단궤차단 시 도상저항과 유사하다. 적절치 않은 접지저항은 건조한 상태로 비의관계일 경우 발생된다. 최대치는 그 도상저항의 경계치는 2.5 Ohm · km로 많은 비를 동반할 때 초과되지 않는다(그림 10).

7. 소음 및 진동

Bad Nenndorf und Bautorf S열차선로구간 중에는 콘크리트침목 및 Y형 강제침목이 자갈궤도에 나뉘어서 설치되어 있다. 열차운행 시 발생하는 대기음을 측정을 통해 침목의 영향이 검증 되어야 한다. 선로에서 근접한 2곳에서 측정된 공기음의 결과를 보여주게 된다. 일반적으로 소음이 미치는 영향은 공기압수위로 아래와 같이 구해진다.

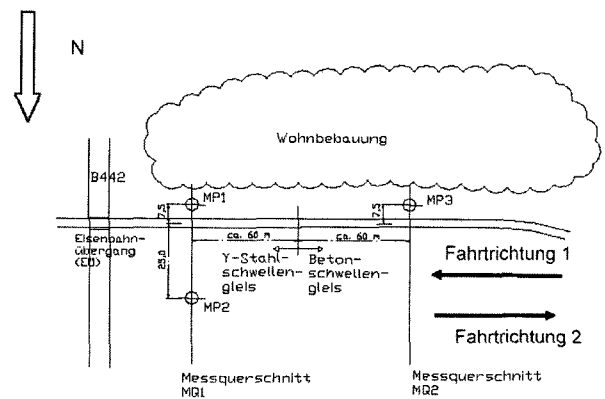


그림 11. 소음이 측정된 위치

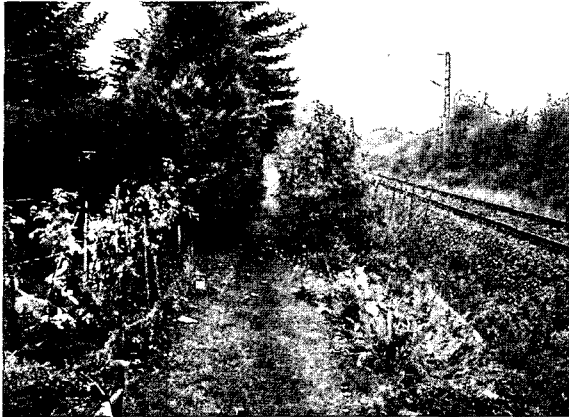


그림 12. 측정구간의 사진

$$L_p = 20 \lg(p/p_0) \text{ (dB)}$$

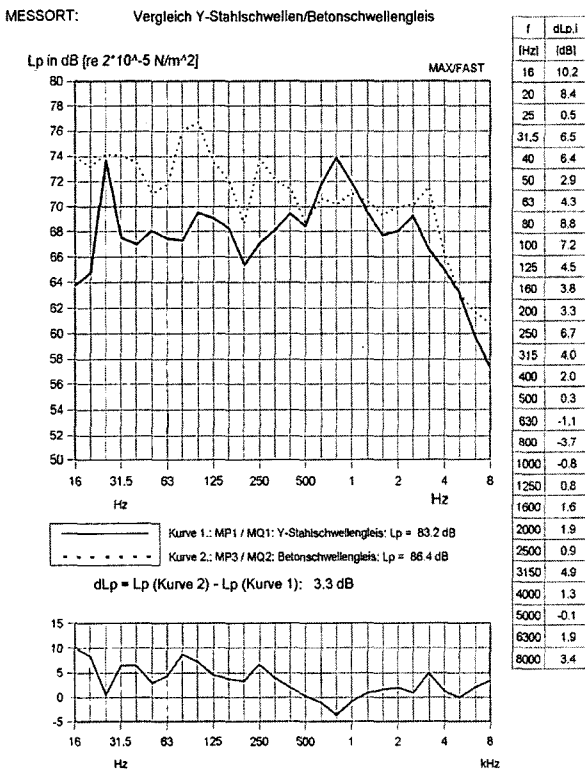
여기서 p = 음압의 유효치 [N/m^2], 이고
 $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ [N/m^2] : 기준음압
 (사람을 위한 소음 DIN 45633)이다.

3곳의 측정결과는 큰 차이 없지만 상행선 방향은 3.3dB 하행선방향은 1.7dB로 Y형 강재침목 궤도는 콘크리트 침목 궤도보다 약간 조용한 측정결과를 볼 수 있다. 그럼에도 불구하고 앞으로 Y형 강재침목 궤도의 연속적으로 공기압수위의 변화를 관찰하기위하여 계속해서 측정할 것이다. 이 측정결과에서는 콘크리트침목구간은 시간에 따른 기울기가 더 크게 되지만 Y형 강재침목 궤도는 시간에 따른 기울기 반응이 없으며 적어도 “-”기울기로 바뀌지 않는다.

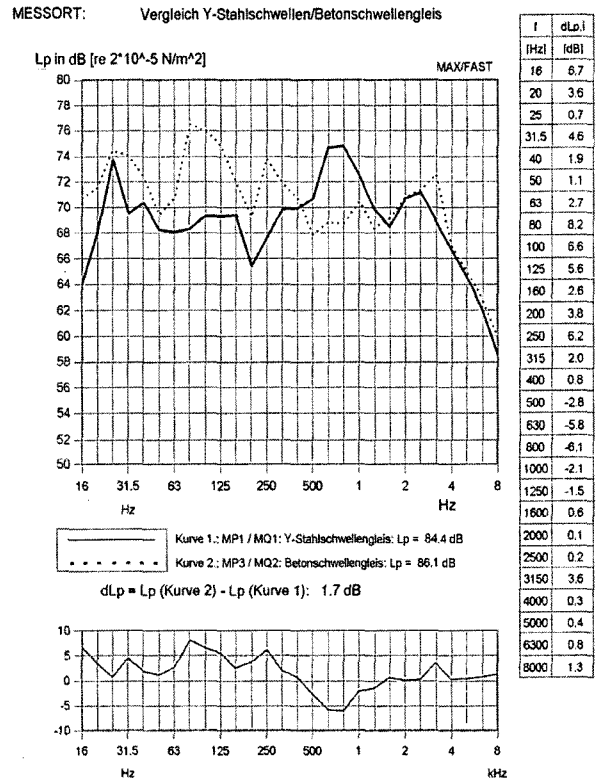
또한 진동문제에서도 열차가 이 구간의 궤도를 주행할 때 관찰한 사람들은 Y형 강재침목 궤도가 콘크리트 침목 궤도보다 진동형태가 다르면서도 가볍게 느껴졌다고 하였다. 이것은 시간적으로 좌우가 차이는 Y형 강재침목궤도의 진동은 회전하는 바퀴는 좌우를 교차하는 도상의 궤도측에서 콘크리트침목궤도 보다 지점이 더 안정적이기 때문으로 판단된다.

8. 건설단면감소

이 Y형 강재침목의 건설높이의 감소는 선로의 현대화 및



Richtung 1



Richtung 2

그림 13. Y형 강재침목과 콘크리트침목궤도의 소음측정결과와의 비교

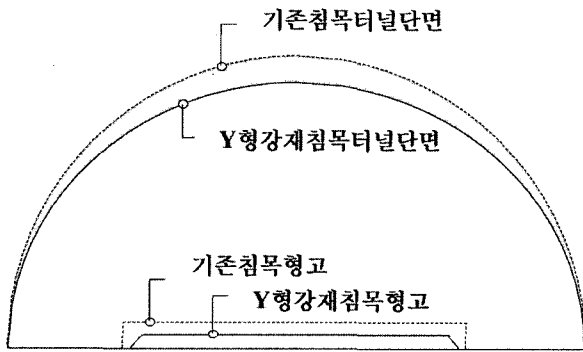


그림 14. Y형 강재침목과 콘크리트침목궤도의 터널단면 비교

차후 전기설치를 특히 터널에서 손쉽게 해주며 Y형 강재침목의 낮은 형고(95mm)로 터널의 굴착면적 감소로 기존침목 공사비의 약 90% 정도로 감소시킬 수 있다. 이와 같은 공사비절감효과는 도상에서도 궤도의 폭 및 형고의 감소로 거의 유사한 결과를 가져온다.

9. 결론

Y형 강재침목 선로의 특성과 일반 직선으로 된 횡단 침목 선로를 비교하여 결론을 맺으면

- (1) 침목수가 60cm 지점간격의 일반 횡단 직선침목선로 일 경우 1km에 1667개의 침목이 필요한 반면에 Y형 강재침목 시공 시에는 803개의 침목만이 필요하므로 침목수가 약 50%정도 감소된다.
- (2) 시공기면의 폭 및 자갈수요는 Y형대로 단혀진 자갈질량 및 침목 상하 면에서 횡단 형강으로 수평력을 전해주고 Y형 강재침목은 직선침목 보다 짧음으로 인해 자갈수요가 33% 정도 현저하게 감소한다. 또한 자갈수요절약과 더불어 자갈도상은 작은 폭을 필요로 하게 된다.
- (3) 장기안정성에서는 Y형 선로가 높은 횡변위의 저항력과 큰 안정성을 확보하고 있다. 채우기 진행에서는 침목수가 감소함으로 인해 Y형 강재침목의 경우 매 km 선로마다 1203번(803침목 x 1.5)의 채우기 작업이 수행된다. 같은 구간의 일반 직선침목의 경우에는 1667번의 채우기 작업이 필요하므로 약 28%정도 감소된다.

- (4) 제거에서는 Y형 강재침목의 제거 시 고철은 100%으로 재활용될 뿐만 아니라 경제적면으로도 순환되어 이익을 창출한다.
- (5) 건설높이에서는 2.60m의 긴 콘크리트침목 경우 21cm의 높이에 비해 Y형 강재침목은 9.5cm 높이를 갖고 있어 도상단면의 구별되는 최소시공높이의(특히 교량 내지는 터널에서 탁 트이는 단면을 위하여) 장점을 갖고 있다.
- (6) 콘크리트침목은 무게가 무거워 운반에 불편점이 있으나 Y형 강재침목은 가벼워 운반이 용이하다. 1km의 선로를 침목으로 부설한다면 콘크리트 침목의 운반무게는 약 488ton 에 비해 Y형 강재침목은 115ton에 불과하다.
- (7) 소음 및 진동은 상행선 방향은 3.3dB 하행선방향은 1.7dB로 Y형 강재침목 궤도는 콘크리트 침목 궤도보다 약간 조용한 측정결과 Y형 강재침목 궤도는 콘크리트 침목 궤도보다 약간 조용한 측정결과를 나타낸다.
- (8) 도상저항의 최소치는 강수량 5mm/h였을 때 6 Ohm · km을 나타내었고 최대치는 건조할 때 73 Ohm · km에 도달하였다.

참고 문헌

1. Hangebrock, D.:bau der Festen Fahrbahn auf Asphalt mit Y-Stahlschwellen, Ausbaustrecke Bitterfeld-Halle, Abschnitt Bitterfeld-Hochenhurm, Tagungsbaende igi, Westheim, Sep. 1995
2. Temper,W, Steinfeld, H, Fasterding,G, Windsinger,J: Y-Stahlschwelle bei Kalinningrad seit Jhren erfolgreich im Einsatz, Der Eisenbahningenieur, April 2002.
3. Oberweiler, G. und Osswald, R : "Die Forschungsprojekte zur Entwicklung der Festen Fahrbahn" ETR 41 (1992), H. 11
4. Leykauf, G und Mattner, L: "Prüfung von Festen Fahrbahnen im Labor" ETR 44 (1995), H. 9
5. Fendrich, L. : "Feste Fahrbahn-Stadtbahn Berlin" ETR 44 (1995), H. 3
6. Heineke, St und Katzenbach, R. : Gebrauchstauglichkeitsuntersuchungen zum Langzeitsetzungsverhalten der Festen fahrbahn im Modellversuch. Bauingenieur 6/2001