

도시철도 방진체결장치 종방향 저항력 시험에 관한 연구 A Study on the longitudinal rail restraint Test for Resilient rail fastener-ALT II Type

*#박옥정¹, 임정순²

*#Ok-jeong Park¹, Jung-Soon Lim²

¹ 한국철도기술연구원 시험인증센터, ² 경기대학교 대학원 교수

Key words : Longitudinal rail restraint, Fastening systems for slab track, fastening systems for attenuation of vibration, clamping force, C.W.R

1. 서론

도심지를 통과하는 도시철도는 인근에 주택가, 병원, 문화재, 고층빌딩 등 다중복합시설이 많아 소음 진동을 저감시킬 수 있는 궤도 시스템이 필수적으로 요구되며, 이와 더불어 승차감 개선 및 안전성과 친환경성이 향상되고, 유지보수비 저감에 따른 경제적 궤도 시스템인 방진 장대레일 궤도가 널리 채택되고 있다. 궤도 시스템에서 가장 중요한 체결장치는 차량을 직접지지하는 레일을 고정시키고 궤간과 방향을 유지하면서 침묵에 주행충격을 분산시켜 진동을 감쇄시켜야 할 뿐만 아니라 장출 및 과단에 저항하는 종방향 저항력(복진저항력)을 확보하여야 한다. 레일체결장치 성능을 확인하기 위하여 체결장치의 체결력 시험, 스프링계수시험, 충격감쇄시험, 비틀림 시험 등 여러 종류의 성능시험을 시행하고 있으며 본고에는 최근 인천공항철도 등 도시철도에서 주로 채택하고 있는 ALT-II형 방진체결장치의 항복별 품질시험 기준을 살펴보고 종방향 저항력시험결과를 분석하여 체결장치의 성능을 평가해 보고자 한다.

2. 레일체결장치 시험기준

2.1 시험항목

레일체결장치 시험은 첫째 피로시험 전·후의 체결된 체결장치의 수직스프링계수를 확인하는 정적 스프링계수시험과 피로시험 하중을 결정하기 위한 단일패드 동적스프링계수를 확인시험이 있으며 단일 탄성층을 갖는 레일체결장치가 아닌 여러 탄성층을 갖는 형식의 레일체결장치의 경우, 체결스프링을 제외한 모든 구성품이 조립된 시스템을 대상으로 시험을 수행하는 수직스프링계수 시험이 있다. 둘째는 체결스프링의 초기체결력을 측정하는 체결력시험이 있고 셋째, 체결장치의 종방향저항력을 측정하는 종방향 저항력시험이 있으며 다음 항에 자세히 살펴보고자 한다. 넷째 비틀림저항력시험은 체결장치의 비틀림저항력을 측정하는 시험이고, 다섯째 레일체결장치의 피로시험은 피로시험 전·후에 시험되는 값을 비교하여 기준범위 내에 있는지를 확인하는 시험으로 반복하중시험에 의해 시험한다.

또한 레일체결장치의 전기저항시험은 전기저항이 낮아지는 극한 기후조건에 노출되었을 때 체결장치의 전기저항을 평가하는 시험이며 체결장치가 극한 환경에 노출되어 있을 때 체결장치가 부식에 견디는 정도를 알아보는 부식저항시험이 있고 충격감쇠시험은 궤도에서 운행되는 차량으로부터 발생하는 충격하중을 침묵에 고정된 레일에 충격을 가하고 이 때 침묵에서 발생하는 스트레인을 측정하여 레일패드의 완충효과를 확인하는 시험이며 마지막 콘크리트 침묵 안에 매립된 부분이 체결시스템 또는 유지보수 장비에 의한 하중을 견딜 수 있는가를 측정하는 레일체결장치의 인발저항시험이 있다.

2.2 레일체결장치 종방향저항력 시험

2.2.1 시험개요

아래 그림 1과 같이 완전하게 체결된 레일체결장치(레일, 체결장치, 하부지지체), 하부지지체를 완전하게 고정할 수 있는 지지체와 레일 종방향으로 레일을 당길 수 있도록 레일에 당김판을 레일에 연결하여 사용한다.

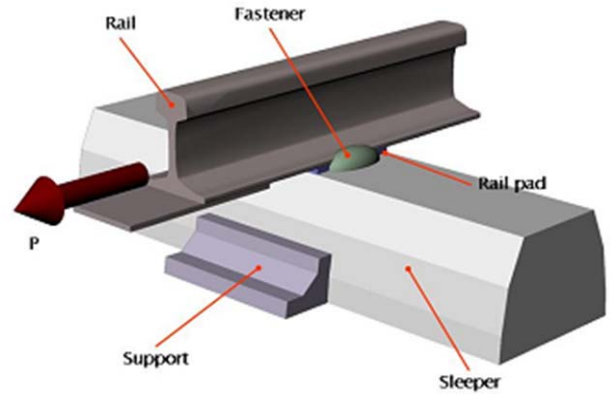


그림 1. 레일체결장치 종방향저항력시험체

2.2.2 시험장비

오차범위 1.0kN의 하중재하시험기 및 변위정밀도 ±0.1mm 이내 계측장비와 작용하중과 변위량을 디지털로 기록할 수 있는 기록장치를 사용한다.

2.2.3 시험방법

레일체결장치의 종방향저항력시험은 그림 10과 같이 레일체결장치를 하부지지체에 체결하고 하부지지체를 고정시킨 후 레일의 종방향 변위를 측정할 수 있도록 변위계를 설치하여 시험한다. 30초 간격으로 2.5kN씩 단계별 하중을 가하고, 변위를 측정한다. 레일의 밀림이 발생하여 하중이 급격히 감소하면, 계속해서 2분 동안 변위를 측정한다. (그림 2)

이 시험은 장치의 해체 및 조정 없이 연속해서 4회 반복하며, 종방향저항력은 첫 번째 측정값을 제외한 3회의 측정치를 평균하여 기록한다.

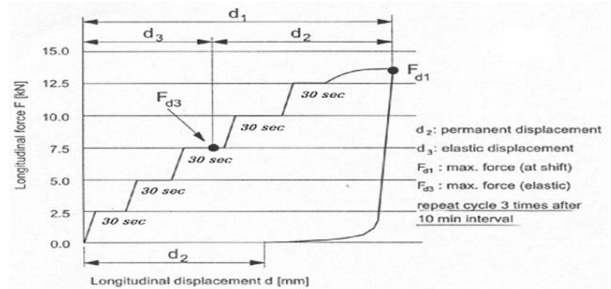


그림 2. 종방향저항력시험 방법

2.3 종방향 저항력 평가 기준

레일체결장치의 종방향저항력 성능시험 합격수준은 7kN 이상 종방향 저항력을 유지하여야 하며 반복하중시험 전후의 체결력 변화범위는 20% 이하여야 한다.

3. 종방향 저항력 측정

3.1 시료준비 및 설정

종방향저항력 측정시료는 그림3과 같이 피로시험 전과 그림4, 3백만회 피로시험 후를 비교하여야 하므로 아래와 같이 제작하여 설정하였다.



그림 3 반복시험전 시료

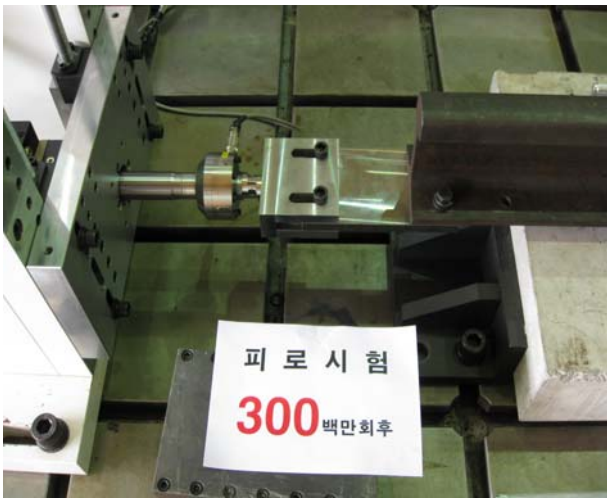


그림 4 반복시험후 시료

3.2 시료별 하중변위 측정

시료별 하중변위 그래프를 살펴보면 그림5 “피로시험전 종방향력 변위”와 그림6 “피로시험후 종방향력 변위” 그래프와 같이 비슷한 거동을 나타내고 있었다.

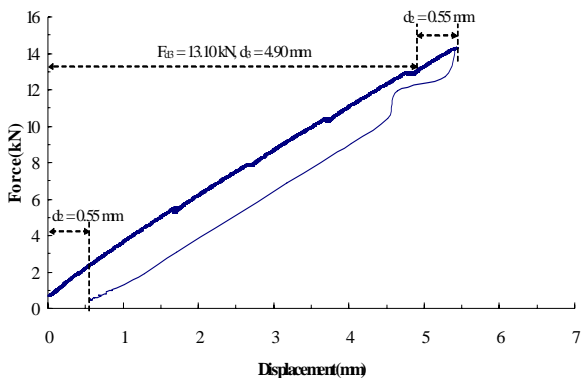


그림5 피로시험전 종방향력 변위

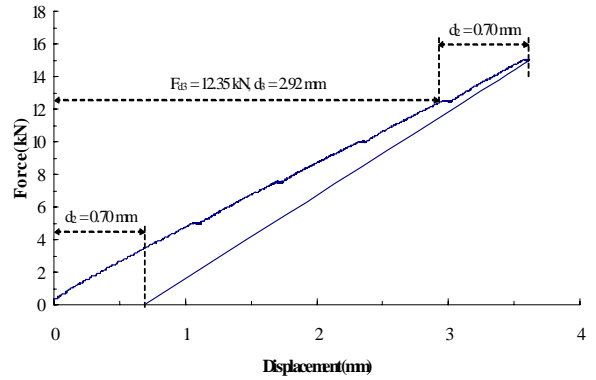


그림6 피로시험후 종방향력 변위

3.2 시험결과

종방향저항력 시험결과와 아래 표 1과 같이 종방향 저항력 7KN을 훨씬 상회하여 양호한 결과를 보이고 있었으며 반복시험 전후의 변동률도 6.5%로 안정적이었다.

표 1 종방향 시험결과

반복전 측정항목	2회차	3회차	4회차	평균
d_2 (mm)	4.90	0.61	0.55	-
F_{d3} (kN)	11.63	13.22	13.10	12.65

반복후 측정항목	2회차	3회차	4회차	평균
d_2 (mm)	4.90	0.61	0.55	-
F_{d3} (kN)	14.41	13.66	12.35	13.47

구 분	F_{d3} 측정치 (kN)	F_{d3} 변동치 (kN)	기준치
반복하중 전	12.65	-	-
반복하중 후	13.47	6.5	20% 이내

4. 결 론

본 연구에서 방진체결장치에 대한 시험기준을 살펴보고 3백만 회 피로시험 전후의 종방향 저항력 측정시험을 시행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

현재 인천공항철도 등 부설예정인 도시철도 방진레일체결장치의 종방향 저항력은 11.63~14.41kN으로 7kN을 훨씬 상회하여 양호한 결과를 보이고 있었으며 종방향저항력 변동률은 6.5%로 기준치 20%에 비해 양호한 값을 보이고 있어 현행 도시철도법 제22조의4(도시철도용품의 품질인증) 및 동법 제25조의6(품질인증의 대상기준등)의 규정에 적합한 수준으로 평가된다.

참고문헌

1. 박옥정의, “공항철도 ALT-II 레도체결시스템 시험결과 보고서”, 한국철도기술연구원 보고서, 2008.09
2. 도시철도법 제22조의4(도시철도용품의 품질인증) 및 동법 제 25조의6(품질인증의 대상기준등)의 고시 2008.07