

철도차량용 현가장치의 성능시험 기법

The Performance Test Method of The Suspension For The Rolling Stock

*#최경진¹, 최돈범¹, 양도철¹

*#K.J. Choi(kjnachoi@nate.com)¹, D.B. Choi(dbchoi@kri.re.kr)¹, D.C. Yang(dcyang@kri.re.kr)¹

¹한국철도기술연구원 시험인증안전센터

Key words : Performance Test, Rolling Stock, Suspension, Maintenance

1. 서론

철도교통의 편리함과 대량수송에 철도차량(rolling stock)은 안전성(safety)을 포함하여 장기간 사용하는 수명과 현재의 성능을 확인하고 검증하는 성능시험(performance test) 기법은 운영자와 설계자에 있어서 매우 중요한 설계인자이며, 제품설계와 제작 이후에 제품의 품질 수준을 정확하게 확인할 필요가 있다. 납품 이후에는 철도차량을 장기간 25~40년간 운영자가 사용하는 동안 유지보수(maintenance) 및 검사(inspection) 방법을 통하여 충분한 안전을 보장할 수 있어야 한다.

본 연구는 철도차량용 현가장치의 안전기준을 설정하기 위한 목표로 신제품과 일정기간 사용한 부품의 성능시험에 대하여 부품단계 시험 항목과 운용환경 변화에 대응하기 위한 비교시험 방법을 제시하고, 성능시험의 최적 방안을 제안하고자 하였다.

2. 철도차량 부품의 성능

철도차량은 차량의 종류에 따라 20~40 년의 사용내구연한을 폐기 이전의 사용수명으로 적용되고 있다. Table 1 은 철도차량의 사용내구연한의 일부를 보여주고 있다.

Table 1 The kinds of vehicle and life cycle(year) used

| Kinds of vehicle | Life cycle(year) |
|----------------------------|------------------|
| 1. High speed vehicle(KTX) | 30 |
| 2. General vehicle | |
| - Diesel Locomotive | 25 |
| - Electrical Locomotive | 30 |
| - Diesel power car | 20 |
| - Electrical power car | 25 |
| - Passenger car | 25 |

사용내구연한을 초과 연장하는 경우 만료 6 개월 전까지 정밀진단을 신청하고, 제작사양서에 의한 수명을 기준으로, 최대 15 년까지 연장 가능하고, 5 년마다 자체 정밀진단 후 사용하고 있다.

국내 철도차량 제작사양의 설계수명은 ‘정상 운행상태이고, 차종별 설계목표 연수 이상의 내구성을 확보’하도록 하고 있다. 철도차량 현가장치의 부품은 운영기관 요구사항 설계사양에서 내구성을 제시하며 일반적으로 10~15만 km 이상으로 정하고 있으나 명시성이 부족하다. 철도차량의 수명은 구조재료를 중심으로 설정되어 있고, 소재 변천에 따라 스텐인레스 강 또는 알루미늄 합금강 등으로 변화가 있으며 차량 수명이 길면 중요 부품의 수명과 교환비용을 최적화하는 문제도 요구된다.

따라서 철도차량의 부품 수명은 사용기간으로만 산정하기 보다 다양한 운용과 환경조건의 실제 사용일수(days)와 주행거리(km)를 상호 비교하여 고려하는 것으로 제고할 필요가 있다. 부품의 수명의 지표는 부품의 성능시험에서 주행거리와 사용기간으로 제시할 경우에는 운영기관은 유지보수 주기와 최적으로 일치하기 위한 노력이 필요하다. 운행 차량의 사용연한과 주행거리의 차이가 클 경우에는 통계적 분석을 통해 수정할 필요가 있다.

3. 현가장치의 성능시험

철도차량의 현가장치는 다양한 종류가 있으며 주로 코일스프링(coil spring)과 공기스프링(air spring) 및 감쇄장치로 댐퍼(damper)가 사용된다.

Fig 1 은 2 차 현가장치인 공기스프링을 보여주고 있다.

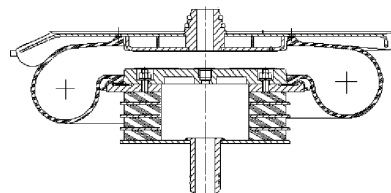


Fig 1 Air spring of the rolling stock

공기스프링에 대한 상하방향 강성(stiffness)의

시험방법은 표준높이 200 mm 로 유지하고 330 kPa(72.6 kN에 상응하는 내압)의 내압을 밀봉하여, 수직 방향으로 0 → ±30 mm → 0 으로 변위를 주어 최대변위 30 mm와 최소변위 -30 mm 에서 하중과 변위의 관계를 측정한다.

좌우방향의 강성은 공기스프링을 표준높이 200 mm로 유지하고 330 kPa(72.6 kN의 하중에 상응하는 내압)의 내압을 밀봉한 후, 수평 방향으로 0 → ±40 mm → 0에서 하중과 변위의 관계를 측정하며, 좌우방향의 동적 강성은 공기스프링을 표준높이 200 mm 로 유지하고 330 kPa(72.6 kN의 하중에 상응하는 내압)의 내압을 밀봉한 후, 수평 방향으로 0 → ±10 mm → 0 이고, 1.0 Hz로 강제변위를 주어 최대변위 10 mm와 최소변위 -10 mm에서 하중과 변위의 관계를 측정한다.

성능시험 결과의 일부를 정리한 결과는 Table 2, Fig 2 와 같다.

Table 2 Comparison of the new and used air spring

| Items | new | 10Y | 15Y | 16Y | 17Y |
|------------------|---------------|-----|-----|-----|-----|
| pressure(KPa) | 284 | 291 | 296 | 299 | 296 |
| Vertical stiff. | 372(N/mm±10%) | 410 | 417 | 414 | 410 |
| Lateral stiff. | 93(98 N/mm>) | 117 | 154 | 165 | 139 |
| D-lateral stiff. | 167(N/mm±15%) | 171 | 208 | 243 | 208 |

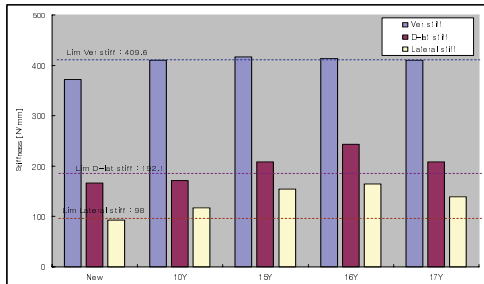


Fig 2 Comparison of the new and used air spring

신품과 사용품을 비교하기 위한 시험결과에서 공기스프링의 내압의 경우는 신품보다 약간 높은 경향을 나타내고 있다. 공기스프링의 상하방향의 강성을 비교 분석하면 신품을 제외하고 10년 이상 사용품은 410 ~ 417 N/mm로서 기준 값 409 N/mm을 약간 초과하는 것으로 나타나고 있어 사용품이 10년이 경과하고 특성이 저하되기 시작한 이후에 크게 변하지 않음을 알 수 있다.

수평방향의 경우에서 정적 강성은 신품을 제외

하고 117 ~ 165 N/mm를 보여주고 있어 기준 값 98 N/mm을 크게 벗어나고 있음을 알 수 있으며, 동적 강성의 경우에도 10년 사용품은 기준 값 192.05 N/mm 이내이나 15년 경과 사용품은 208 ~ 243 N/mm로 한도를 벗어나는 경향을 보여주고 있다.

철도차량을 운행한 사용실적을 통한 일정 기간을 경과한 상태의 부품의 사용수명을 파악하기 위하여 현가장치의 부품(공기스프링, 코일스프링, 댐퍼 등)의 내구 수명을 실제로 평가할 필요가 있다. 사용하지 않은 신품과 일정기간을 사용한 사용품의 비교한 결과 10년을 경과하는 사용품의 성능이 저하되는 상태이므로 이때부터는 실시간의 부품관리나 교체주기를 산정하고 주행거리 km에 따라 교체하는 방안이 요망된다.

부품수명의 단축은 가혹하게 운행한 실적을 고려하여 자체 진단을 통하여 초기 설계 및 제작사양의 목표를 벗어난 경우에는 조기에 폐기하도록 한다. 연장을 고려하는 경우는 충분한 기술적 진단을 통하여 외관의 노후 상태와 강성의 특성 및 구체적 시험결과를 통하여 안전성을 판단하고 시행하도록 한다.

4. 결론

철도차량은 종류에 따라 25-40 년이거나 제작사양서에서 제시한 사용 내구연한이 법정 내구연한으로 정하고 있으나, 현가장치 등 주요 부품은 제작사양에서 내구성을 정하고 있다.

본 연구는 철도차량의 사용내구연한의 기간중에 현가장치 부품의 내구성을 포함한 성능시험과 실사용품의 내구성에 대하여 비교하여 성능시험의 기법의 유용성을 제시하고자 하였다. 실제 사용품의 성능저하 변화는 사용기간이 영향을 크게 주고 있지만, 제작 기준과 사용 후의 운행실적의 차이에 대하여 실사용 통계에 따라 교체주기를 정하는 방안이 유용함을 알 수 있다.

후기

본 연구는 한국철도기술연구원의 자체연구사업으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. 철도안전법 시행규칙(일부개정 2010.6.25 부령 제143호), 국토해양부
2. JIS E 4206 철도차량용 스프링 장치