

한국철도표준규격

KOREAN
RAILWAY
STANDARDS

KRS RN 0009 - 14

철도차량 코일스프링 시험방법

Railway Rolling Stock-Test methods : Coil spring



철도기술심의위원회 심의
2014년 11월 28일 제정

철도차량 코일스프링 시험방법

Railway rolling stock - Test methods : Coil spring

1. 적용범위 및 분류

1.1 적용범위

이 규격은 철도차량에 사용하는 코일 스프링에 대하여 적용한다.

1.2 분류

[표 1] 코일 스프링의 종류와 분류

형식	용도	기호
A 종(Category A)	수직 및 수평방향 특성을 이용한 것	SA
B 종(Category B)	수직방향 특성만을 이용한 것	SB

2. 적용자료

다음에 나타내는 규격은 이 규격에 인용됨으로써 이 규격의 규정 일부를 구성한다. 이러한 인용 규격은 그 최신판을 적용한다.

EN 10002-1 Metallic materials - Tensile testing- Part 1: Method of test at ambient temperature

EN 10045-1 Charpy impact test on metallic materials - Part 1: Test method(V-and U-notches)

EN 10083-1 Steels for quenching and tempering - Part 1: General technical delivery conditions

EN 10089 Hot rolled steels for quenched and tempered springs-Technical delivery conditions

EN 10228-1 Non-destructive testing of steel forgings - Part 1:Magnetic particle inspection

EN 13298 Railway applications - Suspension components - Helical suspension springs, steel

ISO 643 Steel - Micrographic determination of the apparent grain size

ISO 3887 Steel - Detemination of depth of decarburization

ISO 9227 Corrosion tests in artificial atmospheres - Salt spray tests

EN ISO 10289 Methods for corrosion testing of metallic and other inorganic coatings on metallic substrates - Rating of test specimens and manufactured articles subjected to corrosion tests

KS B ISO 4288 기하학적 제품 시방(GPS)-표면조직: 단면곡선법-표면조직의 평가규칙 및 절차

KS B ISO 7500-1 금속 재료의 정적 일축시험기 검증-제1부: 인장/압축시험기-힘 측정계의 교정과 검증

KS B ISO/TR 10108 강-경도값의 인장 강도값 변환

KS D ISO 14284 철 및 강-화학조성을 측정하기 위한 샘플링 및 시료제조

- KS B 0802 금속 재료 인장 시험 방법
- KS B 0810 금속 재료 충격 시험 방법
- KS D 0204 강의 비금속 개재물 측정 방법-표준도표를 이용한 현미경 시험방법
- KS D 0205 강의 페라이트 및 오스테나이트 결정 입도 시험법
- KS D 0213 철강 재료의 자분 탐상 시험 방법 및 자분 모양의 분류
- KS D 0287 잔류 응력의 X선 회절 측정을 위한 유효 탄성 계수 측정 방법
- KS D 0216 강의 탈탄층 깊이 측정 방법
- KS D 3701 스프링 강재
- KS D 9502 염수 분무 시험 방법(중성, 아세트산 및 캐스 분무 시험)
- KS R 9235 철도 차량용 스프링 장치

3. 필요조건

- (1) 스프링 표면에는 사용상 유해한 거칠어짐, 흠집, 탈탄 등의 결함이 없어야 한다.
- (2) 스프링 모양은 원통형의 동일한 피치로 구성되어야 한다.
- (3) 스프링에 사용되는 재료, 구조 및 형태는 제작도면에 의한다.
- (4) 스프링은 충분히 녹을 제거하여 방청 페인트를 도장한다. 다만, 쇼트 피닝을 한 것은 그 직후에 방청 페인트를 도장한다.
- (5) 스프링은 설계최고속도와 설계최대하중에 적합한 성능을 가져야 하며, 운행중 절단 또는 파손 시 설치된 위치로부터 탈락하지 않도록 커버 또는 시트를 설치하여야 한다.
- (6) 스프링은 철도차량의 탈선·윤중 감소·전복 등을 방지하고 안전운행을 보장하도록 설계되어야 한다.

3.1 재 료

재질은 제작도면에 의한다.

3.2 구조 및 치수

코일스프링의 구조 및 치수는 제작도면에 의한다.

4 검사 및 시험

4.1 검 사

4.1.1 검사의 분류

- 가. 외관 구조 및 치수검사
- 나. 결모양 검사

4.1.2 검사방법

- 가. 외관 구조 및 치수검사
 - 치수 검사는 제작도면에 따라 실시하며, 각 부위의 치수를 검사하여 확인한다.
- 나. 결모양 검사

결모양 검사는 제작도면에 따라 실시하며, 육안 검사로 실시하여 사용상 유해한 거칠어짐, 흠집

등의 결함이 없어야 한다.

4.2 시 험

4.2.1 시험의 분류

- 가. 수직 하중-변위 시험
- 나. 수평 강성 시험(transverse stiffness test)
- 다. 자유 수평 변위 시험(free transverse deflection test)
- 라. 표면 품질 시험(surface quality)
- 마. 탈탄 시험
- 바. 표면 초기응력 시험(prestressing of the surface)
- 사. 결정 입도 시험(grain size)
- 아. 스프링 재질 시험
- 자. 스프링 재질의 기계적 성질 시험
- 차. 표면보호 시험

4.2.2 시험방법

가. 수직 하중-변위 시험

- 1) 수직 하중-변위 시험에 대한 일반사항은 EN 13298의 7.2.1항에 따르며 그 세부 사항은 다음과 같다.
 - 사용되는 시험 장치는 KS B ISO 7500-1에 정의된 0.5 등급(class)으로 한다.
 - 길이(Lj)를 측정하는 동안, 해당하는 수직 정적 하중(Fj)은 공칭 값을 기준으로 ± 1 %의 공차 내에서 일정하게 유지하여야 한다.
 - 측정하기 전에, 스프링을 강체 길이(solid length)로 압축한다.
 - 강체 길이로 압축하지 못하는 경우, 지정된 최소 길이로 압축해야 한다.
 - 지지대는 평편, 평형, 비회전되어야 하며 시험 동안 동축을 유지하여야 한다.

2) 수직 강성 시험(axial stiffness test)

수직 강성 시험은 EN 13298의 7.2.2항에 따르며 그 세부 사항은 다음과 같다.

수직 강성은 다음사항에 대해 측정하여 코일스프링의 요구사항에 적합하여야 한다.

(1) 강성 값

강성 값(KS)은 FU(시험하중 하한값)에서 FV(시험하중 상한값)로 수직 하중을 증가시켜 각각의 길이 LU(FU에서의 스프링 길이)와 LV(FV에서의 스프링 길이)를 기록하는 것으로 부하 하중 차와 해당 길이 차로 부터 산출한다.

$$K_s = \frac{F_V - F_U}{L_V - L_U}$$

(2) 부하 변위 및 포락곡선(envelope curve)

강성 곡선은 FU에서 FV로 수직 하중이 증가하는 동안 해당 길이 사이클을 전자 측정 장치로 기록한다.

3) 크리프 시험(creep test)

EN 13298의 7.2.3항에 따라 크리프를 산출하여 코일스프링의 요구사항에 적합하여야 한다.

나. 수평 강성 시험(transverse stiffness test)

수평 강성은 EN 13298의 7.3항에 따라 스프링을 지지대에 고정하여 수직 하중을 부하한 상태에서 지지대를 오프셋하여 발생하는 수평 하중 및 수평 강성이 코일 스프링의 요구사항에 적합하여야 한다.

다. 자유 수평 변위 시험(free transverse deflection test)

위 나에서 정의한 시험 장치로 EN 13298의 7.4항에 따라 코일스프링에 수직 하중을 부하하고 수평 변위를 측정하여 코일스프링의 요구사항을 만족해야 한다.

라. 표면 품질 시험(surface quality)

표면 품질 시험은 EN 13298의 7.6.1항에 따르며 그 세부 사항은 다음과 같다.

스프링의 표면 품질은 샷피닝(표면 보호 없이) 전후에 육안 검사로 확인한다.

(1) 바의 표면 품질은 KS B ISO 4288에 따라 시험한다.

(2) 스프링의 표면 상태의 시험은 EN 10228-1 또는 KS D 0213에 따라 전자 균열 검출법(자분 탐상 시험)에 의해 수행한다. 원형 단면이 있는 선 또는 바로서 형성한 헬리컬 스프링의 검사에 대한 시험 조건은 EN 13298 부속서 E에 의한다.

마. 탈탄 시험

탈탄 시험은 KS D 0216 또는 ISO 3887에 따라 시행한다.

바. 표면 초기응력 시험(prestressing of the surface)

표면 초기응력 시험은 EN 13298의 7.6.2항에 따르며 그 세부 사항은 다음과 같다.

표면 초기응력 측정의 한 방법으로 잔류 응력 측정법(스프링의 X-선 회절)을 사용할 수 있으며, 샷피닝 효과를 검사하는 방법으로 EN 13298의 부속서 C에 명시된 ALMEN 시험 또는 KS D 0287을 권장하며, ALMEN 시험 외의 샷피닝 효과에 대한 시험방법은 제작자 기준에 따른다.

사. 결정 입도 시험(grain size)

결정 입도 시험은 KS D 0205 또는 ISO 643에 따라 시행한다.

아. 스프링 재질 시험

1) 내부 무결성 시험(internal integrity)

내부 무결성 시험은 EN 13298의 7.6.5항에 따르며 그 세부 사항은 다음과 같다.

제작자 기준에 특별히 명시하지 않는 경우, 내부 결함 검사는 바에 대한 초음파 시험으로 시행한

다. 스프링 분류와 관계없이 직경 20mm의 강철 바에 대한 검사는 필요하지 않으며, 초음파 시험은 10mm 직경 및 5 MHz의 주파수에서 수평(횡 방향) 검사로서 효과적이어야 한다. 단, 검사는 바의 전체 체적에 대해 시행한다.

2) 화학 성분(chemical composition)

화학 성분 시험은 EN 13298의 7.6.6항에 따르며 그 세부 사항은 다음과 같다.

제작자 기준에 특별히 명시하지 않는 경우, 화학성분의 조성은 바에서 채취한 재료를 화학 분석하여야 하며, 시험편 채취 조건은 KS D ISO 14284 에 따라야 한다.

3) 계재물 청정도 시험(inclusion cleanliness)

스프링의 내부 청결성은 EN 13298의 부속서 D 또는 KS D 0204(ISO 4967과 동일 국내 규격)에 명시된 검사 방법으로 측정하여 EN 13298의 부속서 D에 주어진 허용한도에 적합하여야 한다. 제작자 기준에 특별히 명시하지 않는 경우, 시험편은 스프링 재료와 동일 강도의 바에서 채취한다.

자. 스프링 재료의 기계적 성질 시험

1) 경도 시험(hardness)

경도 시험은 EN 13298의 7.7.1항에 따르며 그 세부 사항은 다음과 같다.

스프링의 (표면 및 심부) 경도 시험은 관련 국제 표준에 따라 로크웰 방법으로 시행한다. 브리넬 또는 비커스는 대체 방법으로 허용될 수 있으며, 대체 방법에 따른 경도 값은 KS B ISO/TR 10108의 변환 값과 비교하여 결정한다. 표면 경도 시험은 스프링 표면에서 수행한다. 제작자 기준에 명시하지 않는 경우, 시험편은 스프링 제조에 사용되는 스프링과 동일한 절차에 따라 열처리된 바에서 채취한다.

2) 인장 시험(tensile strength)

인장 시험은 EN 13298의 7.7.2항에 따르며 그 세부 사항은 다음과 같다.

시험편은 EN 10083-1에 따라 채취하고 시험방법은 EN 10002-1에 따라 시행한다. 제작자 기준에 명시하지 않는 경우, 시험편은 스프링 제조에 사용되는 스프링과 동일한 절차에 따라 열처리된 바에서 채취한다. (KS B 0802를 대체하여 사용할 수 있다.)

3) 탄력성 시험(resilience)

탄력성 시험은 EN 13298의 7.7.3항에 따르며 그 세부 사항은 다음과 같다.

기술 설명서에서 규정하지 않는 경우, 탄력성은 EN 10083-1에 따라 바에서 채취된 시험편으로 EN 10045-1에 따라 시험한다. 시험편은 스프링 제조에 활용되거나 스프링과 동일한 절차에 따라 열처리된 바에서 채취한다.(KS B 0810를 대체하여 사용할 수 있다.)

차. 표면보호 시험

표면 보호 시험은 EN 13298의 7.8항에 따르며 그 세부 사항은 다음과 같다.

시험의 종류 및 스프링의 크기에 따라, 시험편은 스프링 또는 공칭 시험편으로 하며, 기준은 EN ISO 10289에 의한다. 염수-분무 시험에서 저항성의 검증은 ISO 9227에 따라 시행한다.(KS D 9502를 대체하여 사용할 수 있다.)

4.3 시험성적서

시험 성적서는 공인인증시험기관 성적서 또는 불가피한 경우 공인기관의 검증을 받은 제작업체 성적서를 제출 하여야 한다.

철도차량 코일스프링 시험방법

해 설

이 해설은 본체에 규정·기재한 사항 및 이것에 관련된 사항을 설명하는 것으로 표준의 일부는 아니다.

1. 개요

1.1 제정의 취지

이 표준의 제정은 철도용품 품질인증의 실효성을 위해 철도의 핵심용품에 대한 국가주도의 형식인증 제도의 시행을 통해 인증된 용품만을 사용함으로써 철도 차량의 품질 및 신뢰성 향상을 도모할 목적으로 추진되었다.

철도 차량용 코일 스프링은 철도 차량의 하부 시스템인 대차, 상부 시스템인 차체 간의 현가계 요소로서 차량의 주행 안정성, 승차감 등 차량의 동적 성능을 결정하는 1차 현가계이다. 현재 사용되고 있는 코일 스프링의 형상, 치수 등은 차종에 따라 몇 가지의 종류로 구분되는데 지금까지의 코일스프링에 대한 국내 규정은 한국산업표준인 KS R 9235가 사용되고 있다. 이 표준은 철도의 안전에 직결되는 코일 스프링을 국제화시대에 부응하도록 표준화하여 품질 및 신뢰성 향상을 도모할 목적으로 제정하였다.

1.1 제정의 경위

이 표준은 2012년 1월부터 철도용품 인증을 위한 실내 현장 시험규격 정비 및 인증체계 개선방안 연구를 통하여 한국철도기술연구원 주관하에 철도 운영처, 제작사, 공인시험기관 등 심의를 거쳐 표준 개발이 이루어 졌다. 표준 내용은 국내외 적용 사례와 심의 의견수렴 결과를 근거로 하여 국내 철도 환경에 적합하게 제정하였다.

2. 적용범위

이 표준은 국내에서 사용하는 철도차량 코일 스프링에 대하여 국제 수준으로 성능 검증이 가능하도록 작성된 시험규격이다.

3. 필요조건

코일스프링의 일반적인 요구사항을 규정한 것으로 코일스프링의 성능을 유지하기 위한 제작상의 요구 사항 및 안전과 관련된 요구사항을 규정한 항목이다. 안전과 관련하여 현가장치에 요구되는 항목을 철도차량 안전기준에 관한 규칙을 인용하여 정리하였으며, 스프링의 표면 및 겉모양은 KS R 9235 및 EN 13298을 참고로 하여 정리하였다.

3.1 재 료

코일스프링의 재질은 KS에서는 KS D 3701, JIS에서는 JIS G 4801을 따르도록 하고 있으며, EN에서는 제작자 기준에 따르도록 하고 있으나 화학성분시험에서 EN 13298에 적합하여야 한다고 되어 있다. 화학적 성분은 국내와 국외의 사용 재료가 다를 수 있으므로 재질은 제작도면에 의하는 것으로 하고, 화학적 성분은 국내인 경우, KS D 3701 국제규격인 경우 EN 10089에 적합하도록 하였다.

3.2 구조 및 치수

코일스프링의 구조 및 치수는 제작도면에 의한다.

4 검사 및 시험

4.1 검사의 분류

코일스프링 제작 후 검사항목이 필요하며, 일반적으로 적용할 수 있는 항목으로 외관구조 및 치수검사, 겉모양 검사에 대하여 실시하는 것으로 하여 KS R 9235에서 인용하였다. 탈탄, 표면품질 등 상세검사가 필요한 항목은 시험을 통하여 확인하도록 하였다.

4.2 시험의 분류

가. 수직 하중-편향 시험

스프링의 수직강성은 차량의 진동 및 안전성과 관계되는 항목으로 설계한 값에 맞게 제작되었는지를 확인하는 항목이다. KS 및 JIS에서는 하중을 부가하고 강성 설계값에 해당하는 변위가 나오는지를 확인하며, EN에서는 하중 및 변위를 측정하여 제시한 값의 허용오차 범위($\pm 5\%$) 이내 인지를 확인한다. 본 규격에서는 EN 규격을 인용하였다.

크리프는 정해진 시간 경과 후 규정된 하중에 따른 스프링 길이의 손실을 측정하는 항목이다. KS 및 JIS에는 규정되어 있지 않지만 스프링의 특성을 확인하기 위하여 필요한 항목이라고 판단되어 EN 규격을 인용하여 적용하였다.

나. 수평 강성 시험(transverse stiffness test)

스프링의 수평강성도 수직강성과 마찬가지로 차량의 진동 및 안전성과 관계되는 항목으로 설계한 값에 맞게 제작되었는지를 확인하는 항목이다. KS 및 JIS에서는 수평강성에 대한 항목이 없지만 국내 차량인수시험 항목에는 포함되어 있다. 수평방향의 강성 특성을 이용하는 조향대차 등이 개발되고 있음을 고려할 때 필요한 항목이라고 판단되어 EN 규격을 인용하여 적용하였다.

다. 자유 수평 변위 시험(free transverse deflection test)

자유수평변위는 하단을 자유롭게 움직일 수 있도록 한 후 정적하중을 가했을 때 수평변위가 생기면서 얼마만큼 회전되는가를 측정하는 항목이다. KS 및 JIS에는 규정되어 있지 않지만 스프링의 특성을 확인하기 위하여 필요한 항목이라고 판단되어 EN 규격을 인용하여 적용하였다.

라. 표면 품질 시험(surface quality)

표면품질은 스프링의 재질 및 일반적인 특성에 관련된 항목으로 스프링 끝단의 바와 나선형의 스프링에 대한 표면 품질을 측정하는 항목이다. KS 및 JIS에는 겉모양검사에서 유해한 거칠어짐이 없어야 한다고 간단하게 규정되어 있으나, 스프링의 재질 특성을 확인하기 위하여 필요한 항목이라고 판단되어

EN 규격을 인용하여 적용하였다. 국내 차량인수시험 항목에 포함된 항목으로 국내 규격인 KS D 0213을 적용하여 시험할 수 있도록 하였다.

마. 탈탄 시험

탈탄은 스프링의 재질 및 일반적인 특성에 관련된 항목이다. KS 및 JIS에는 탈탄이 없어야 한다고 간단하게 규정되어 있으나, 국내 차량인수시험 및 EN에서는 명백하게 규정되어 있다. 스프링의 재질 특성을 확인하기 위하여 필요한 항목이라고 판단되어 EN 규격을 인용하여 적용하였다. EN 13298에서는 EURONOM 104를 적용하여 시험하도록 하고 있으나 해당 규격 검색이 폐지되어 국내 규격인 KS D 0216를 적용하도록 하였다. KS D 0216은 ISO 3887를 기초로 작성한 한국산업규격이라 국제기준에 부합된다고 할 수 있다.

바. 표면 초기응력 시험(prestressing of the surface)

코일스프링은 쇼트피닝으로 표면에 초기응력은 부가하도록 되어 있으며, 스프링의 재질 및 일반적인 특성에 관련된 항목이다. KS 및 JIS에는 쇼트피닝을 하는 경우 인수 인도 당사자 사이의 협정에 따르도록 되어 있으나, EN에서는 명백하게 규정되어 있다. 스프링의 재질 특성을 확인하기 위하여 필요한 항목이라고 판단되어 EN 규격을 인용하여 적용하였다.

사. 결정 입도 시험(grain size)

결정입도는 스프링의 재질 및 일반적인 특성에 관련된 항목으로 스프링 결정 입자의 크기를 측정하는 항목이다. KS 및 JIS에는 규정되지 않은 항목이나 스프링의 재질 특성을 확인하기 위하여 필요한 항목이라고 판단되어 EN 규격을 인용하여 적용하였다. EN 13298에서는 EURONOM 103을 적용하여 시험하도록 하고 있으나 해당 규격은 폐지되었으며, ISO 643과 동일한 규격으로 조사되었다. 국내 규격인 KS D 0205는 ISO 643을 그대로 적용한 규격이므로 시험방법으로 KS D 0205를 적용하는 것으로 하였다.

아. 스프링 재질 시험

본 항목은 스프링의 내부 결함, 내부 청결성 및 화학적 성분에 대한 스프링재질의 일반적인 특성을 규정한 항목이다. KS 및 JIS에는 화학적 성분에 대해서만 규정되어 있으나 EN 규격에는 세 항목 모두 규정되어 있다. 스프링의 재질 특성을 확인하기 위하여 필요한 항목이라고 판단되어 EN 규격을 인용하여 적용하였다. 내부 무결성 시험은 초음파 시험을 시행하여 검사하도록 하였으며, 화학적 성분은 국내와 국외의 사용 재료가 다를 수 있으므로 EN 10089 및 KS D 3701 모두 가능한 것으로 기술하였다. 내부 청결성과 관련하여 EN 13298의 부속서 D에 따라 시험하도록 하고 있으나 ISO 4967과 동일한 국내 규격인 KS D 0204도 가능하도록 하였다.

자. 스프링 재질의 기계적 성질 시험

본 항목은 스프링의 경도, 인장강도 및 탄력성(충격)에 대한 스프링 재질의 기계적 성질을 규정한 항목이다. 스프링의 경도를 판단하기 위해 로크웰 경도값을 기준으로 한계를 규정하였고 코일스프링의 충격시험으로 스프링 재료의 연성을 판단하기 위해 U노치의 충격에너지 값으로 한계를 규정하였다. KS 및 JIS에서는 경도에 대한 항목만 있지만 국내 차량인수시험 및 EN에서는 세 항목 모두 포함되어 있다. 스프링 재질의 기계적 성질과 관련한 필요한 항목이라고 판단되어 EN 규격(EN 13298 6.42)을 인용하여 적용하였다.

차. 표면보호 시험

부식 등으로부터 코일스프링을 보호하기 위하여 코일스프링에 보호처리를 해야 하며, 이에 대한 특성을 측정하는 항목이다. KS 및 JIS에는 규정되지 않은 항목이나 국내 차량인수시험 및 EN 규격에 포함되어 있는 항목이다. 스프링의 보호를 위하여 필요한 항목이라고 판단되어 EN 규격을 인용하여 적용하였다. EN에서는 ISO 9227에 따라 시험하도록 하였으나 대체 규격인 KS D 9502도 적용할 수 있도록 하였다.

5. 국제표준 등과의 대비표

규격명 시험항목	제정안	KS R 9235	JIS E 4206	EN 13298
수직 강성 시험	○	○	○	○
크리프 시험	○			○
수평 강성 시험	○			○
자유 수평 변위 시험	○			○
표면 품질 시험	○			○
탈탄 시험	○	○	○	○
표면 초기 응력시험	○			○
결정 입도 시험	○	○	○	○
내부 무결성 시험	○			○
화학조성 시험	○			○
계재물 청정도 시험	○			○
경도 시험	○	○	○	○
인장 시험	○			○
탄력성 시험	○			○
표면 보호 시험	○			○
내구성 시험				○