



철도용품 공사규격서

KTX-산천 코일스프링(통합)

KRCS B383 07
 제정 2011. 07. 14.
 개정 2024. 03. 04.

1. 적용범위

이 규격은 KTX-산천I·II(호남)·III(SRT)·IV(원강) 코일스프링에 대하여 적용한다.

2. 적용자료

- 2.1 KS D 3701 스프링 강재
- 2.2 JIS G 4801 Spring steels
- 2.3 KS B 2402 열간 성형 코일 스프링
- 2.4 JIS B 2702 Helical compression and extension springs - Requirements for design, performance test method
- 2.5 KS B 0802 금속재료 인장시험 방법
- 2.6 KS B 0806 금속재료 로크웰 경도시험 방법
- 2.7 KS B 0809 금속재료 충격시험편
- 2.8 KS B 0810 금속재료 충격시험방법
- 2.9 KS D 0216 강의 탈탄층 깊이 측정방법
- 2.10 KS D 0213 철강 재료의 자분탐상시험 방법
- 2.11 KTX-산천 정비지침서
- 2.12 KRS RN 0009 철도차량 코일스프링 시험방법

3. 필요조건

3.1 재료

스프링에 사용하는 재료는 JIS G 4801, KS D 3701, EN 10089을 참고하여 본 규격에 적합한 재료를 선택할 수 있으며, [표 1]은 JIS규격을 참고한 값이고, 적용 재질은 [표 2]에 적합하여야 한다.

[표 1] 화학성분

| 검사 항목 | | 기준 값(%) | | | | | | | | 비고 |
|--------------------|----------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|------------------|------------|----|
| | | C | Si | Mn | P | S | Cr | B | Cu | |
| 동력대차용 (1차) | 내측(SUP9A) | 0.56 0.64 | 0.15 0.35 | 0.70 1.00 | 0.030 이하 | 0.030 이하 | 0.70 1.00 | - | 0.30 이하 | |
| | 외측(SUP9A) | 0.56 0.64 | 0.15 0.35 | 0.70 1.00 | 0.030 이하 | 0.030 이하 | 0.70 1.00 | - | 0.30 이하 | |
| 객차대차 및 단부대차용 | 내측(SUP9A) | 0.56 0.64 | 0.15 0.35 | 0.70 1.00 | 0.030 이하 | 0.030 이하 | 0.70 1.00 | - | 0.30 이하 | |
| | 외측(SUP11A) | 0.56 0.64 | 0.15 0.35 | 0.70 1.00 | 0.030 이하 | 0.030 이하 | 0.70 1.00 | 0.0005 ~0.005 | 0.30 이하 | |
| 동력대차용 (2차) | 감김방향 오른쪽 (SUP11A) | 0.56 0.64 | 0.15 0.35 | 0.70 1.00 | 0.030 이하 | 0.030 이하 | 0.70 1.00 | 0.0005 ~0.005 | 0.30 이하 | |
| | 감김방향 왼쪽 (SUP11A) | 0.56 0.64 | 0.15 0.35 | 0.70 1.00 | 0.030 이하 | 0.030 이하 | 0.70 1.00 | 0.0005 ~0.005 | 0.30 이하 | |

[표 2] 기계적성질

| 품 명 | 항목 | | | 비 고 |
|-------|--------------------------|--------------------------|--------|-----|
| | 항복강도(N/mm ²) | 인장강도(N/mm ²) | 연신율(%) | |
| 코일스프링 | 1300 이상 | 1400 이상 | 7 이상 | |

3.2 형태

한국철도공사 도면(01-09-07-0142, 0143, 0164, 0332, 0333, 0435, 0436)에 의하며 도면에 허용 공차가 주어지지 않은 것은 KS B 2402(JIS B 2702)의 일반 공차에 따른다.

3.3 제조 및 가공

가. 스프링 재료를 필요한 길이로 절단하고, 스프링 선단 부분의 형상은 테이퍼 가공 또는 라운드 엔드 형상을 취하며 성형 후 좌면부 약 3/4권 연삭 가공을 실시하도록 한다.
선단의 두께는 라운드 형상의 경우 3mm~재료경의 1/4로 본다

나. 스프링을 형성하기 위한 가열로 내 온도는 980℃ 이하로 하고, 성형 후 스프링 총 권 수는 기준 대비 ±1/4권을 유지하여야 한다.

다. 스프링은 성형 후 열처리(**담금질(830℃~860℃), 뜨임(460℃~520℃)**)를 균일하게 시행 한다.

라. 스프링의 양단은 직각도 향상을 위하여 중심 축선의 직각으로 연삭을 한다.

마. 스프링은 셋팅 및 시험 후 제품에 대하여 축방향 및 직각방향의 자분탐상(MT)을 전수 실시하며 탐상실시 후 반드시 탈자를 실시하여야 한다.

바. 스프링은 열처리후 내구성 향상을 위하여 쇼트 피이닝 작업을 행하며 이때 **아크높이**가 A2 Strip 0.4mm 이상, **적용범위**는 80% 이상 되어야 한다.

사. 압축 스프링은 열처리 및 쇼트피이닝 후 **본 규격의 최대하중(P4)의 1.1배 이상으로 1회 이상 셋팅**을 반드시 행한다.

아. 제작사는 현품을 확인하고, 치수 및 재질, 제조방법을 현품과 동등이상 성능이 확보 될 수 있도록 하여야 한다.

3.4 성능 및 품질

가. 스프링의 형상치수는 제시 도면에 의한다.

나. 스프링의 허용차는 도면상 특별한 지정이 없는 경우는 [표 3] 에 의한다.

[표 3] 항목별 허용차

| 항 목 | 허 용 차 | | |
|----------|---------------------------------|------------------------------|---------|
| | 허용차 | 편경차 | |
| 소재경 [mm] | 10이상 16미만 | ± 0.25 mm | 0.25 이하 |
| | 16이상 21미만 | ± 0.30 mm | 0.30 이하 |
| | 21이상 34미만 | ± 0.40 mm | 0.40 이하 |
| | 34이상 46미만 | ± 0.50 mm | 0.50 이하 |
| | 46이상 75미만 | ± 0.70 mm | 0.70 이하 |
| 코일경 | 자유고 250mm 이상 | 코일 평균직경의 ± 1.5 % 최소 ± 1.5 mm | |
| | 자유고 250mm 미만 | 코일 평균직경의 ± 1.0 % 최소 ± 1.5 mm | |
| 직 각 도 | 외측면의 경사로 측정하여 0.02Hf(1.15 °) 이내 | | |

| | |
|---|---|
| 평 행 도 | 좌면부 직각방향으로 측정하여 0.02Do(1.15 °)이내 |
| 자 유 고 | ± 2.0 % (지정하중 관리시 참고치) |
| 피치의 부동 | 압축 스프링에 있어서는 전체 횡량의 80% 압축한 경우 양단부를 제외하고는 코일의 선간 접촉이 있어서는 안된다. |
| 지정 하중시의 높이 (도면상 허용차 지정 : 1구간 또는 허용차가 없을시 임의의 1구간을 지정하여 관리한다) | ± [1.5 mm+지정하중 때의 계획 횡량(mm)의 3%] 단, [1.5 mm+지정하중 때의 계획 횡량(mm)의 3%] 의 최소치는 자유높이의 1%로 한다. (단, 고객지정이 있을 경우 그 지정에 따른다. |
| 스프링 상수 | ± 10 % (참고치) |
| 총 감 김 수 | 압축 스프링의 경우 ± 1/4 권 |
| 비 고 | 허용차 관련규격은 KS B 2402(JIS B 2702)에 따른다. |

다. 스프링의 외관은 표면 거칠음, 흠 등 사용상 유해한 결함이 없어야 한다.

라. 스프링 표면의 탈탄은 $DM-T \leq 0.10 \text{ mm}$ 이어야 한다.

마. 스프링은 회색 에나멜 페인트로 상도, 하도 각 1회 도포하며 염수분무시험(S.S.T) 1000시간이상 이어야 한다. 이때 스프링 전체 표면적의 5%이상 발청되어서는 안된다.

바. 스프링 표면 경도는 로크웰 경도 HRC 46~50으로 한다.

4. 검사와 시험

4.1 검사

4.1.1 검사 분류

가. 겉모양 검사

나. 치수검사

4.1.2 검사 방법

가. 겉모양 검사

코일스프링의 외관이 매끄러워야 하고, 스프링 단부의 날카로운 모서리부를 제거하여야 하며 스프링 표면에 찍힘이나 흠집 등 결함이 없어야 한다.

나. 치수검사

스프링의 구조 형태 및 치수검사는 한국철도공사도면에 의한다.

4.2 시험

4.2.1 시험 분류

코일스프링 시험은 KRS RN 0009에 따르며 4.2.2 시험방법을 참고할 수 있다.

가. 수직하중 시험(수직하중-변위 시험, 수직 강성 시험, 크리프 시험)

나. 수평 강성 시험

다. 자유 수평 변위 시험(보우잉 방향 시험, 두 변위의 각도차, 수평하중 값)

라. 표면 품질 시험(표면거칠기 시험, 자분탐상 시험)

마. 탈탄 시험

바. 표면 초기응력 시험

사. 결정 입도 시험

아. 스프링 재질 시험(내부 무결성 시험, 화학성분 시험, 계재물 청정도 시험)

자. 스프링 재질의 기계적성질 시험(경도 시험, 인장 시험, 탄력성 시험)

차. 표면보호 시험(염수분무시험, 도막두께시험, 도료의 밀착성 시험)

4.2.2 시험 방법

가. 수직하중시험

1) 수직하중-변위시험

수직하중-변위 시험은 스프링 단품에 대하여 실시하여 적용하중에 따른 변위 값이 [표 4] 기준을 만족하면 양호로 한다.

[표 4]

| 취부위치에 따른 종류 | | 적용하중 | 변위 | 도면 |
|-------------|---------|----------|--------------|---------------|
| 동력대차용(1차) | 내측 스프링 | 1347 kgf | 235 ± 2.0 mm | 01-09-07-0142 |
| | 외측 스프링 | 3347 kgf | 235 ± 2.0 mm | 01-09-07-0143 |
| 객차대차용 | 내측 스프링 | 2169 kgf | 324 ± 2.5 mm | 01-09-07-0333 |
| | 외측 스프링 | 5331 kgf | 324 ± 2.5 mm | 01-09-07-0332 |
| 단부대차용 | 내측 스프링 | 1800 kgf | 324 ± 2.5 mm | 01-09-07-0436 |
| | 외측 스프링 | 4450 kgf | 324 ± 2.5 mm | 01-09-07-0435 |
| 동력대차용(2차) | 오른쪽 스프링 | 6620 kgf | 393 ± 4.0 mm | 01-09-07-0164 |
| | 왼쪽 스프링 | 6620 kgf | 393 ± 4.0 mm | 01-09-07-0164 |

2) 수직강성시험

수직 강성 시험은 [표 5]의 적용차종에 따른 P1 및 P2의 적용하중에서의 코일스프링의 높이 L1 과 L2를 측정 후 식1에 따라 계산된 값이 [표 6] 기준을 만족하면 양호로 한다.

$$K_v = (P_2 - P_1) / (L_2 - L_1) \text{ -----(식1)}$$

[표 5]

| 취부위치에 따른 종류 | | 적용 값 | | | | | 도면 |
|-------------|------------------|---------|----------|---------|---------|---------|---------------|
| | | 공칭하중 | 수직강성시험하중 | | 수평시험하중 | 최대하중 | |
| | | P0(kgf) | P1(kgf) | P2(kgf) | P3(kgf) | P4(kgf) | |
| 동력대차용(1차) | 내측(SUP9A) | 1347 | 500 | 1500 | 1347 | 1886 | 01-09-07-0142 |
| | 외측(SUP9A) | 3347 | 2000 | 4000 | 3347 | 4686 | 01-09-07-0143 |
| 객차대차용 | 내측(SUP9A) | 2169 | 1500 | 2500 | 2169 | 3037 | 01-09-07-0333 |
| | 외측(SUP11A) | 5331 | 3000 | 6000 | 5331 | 7464 | 01-09-07-0332 |
| 단부대차용 | 내측(SUP9A) | 1800 | 1000 | 2000 | 1800 | 2520 | 01-09-07-0436 |
| | 외측(SUP11A) | 4450 | 2000 | 5000 | 4450 | 6230 | 01-09-07-0435 |
| 동력대차용(2차) | 감김방향 오른쪽(SUP11A) | 6620 | 4000 | 8000 | 6620 | 11000 | 01-09-07-0164 |
| | 감김방향 왼쪽(SUP11A) | 6620 | 4000 | 8000 | 6620 | 11000 | 01-09-07-0164 |

[표 6]

| 취부위치에 따른 종류 | | 기준 값 | 도면 |
|---------------|---------|---------------------|---------------|
| 동력대차용 (1차) | 내측 스프링 | 21.52 ± 1.08 kgf/mm | 01-09-07-0142 |
| | 외측 스프링 | 53.52 ± 2.68 kgf/mm | 01-09-07-0143 |
| 객차대차용 | 내측 스프링 | 15.38 ± 0.77 kgf/mm | 01-09-07-0333 |
| | 외측 스프링 | 38.11 ± 1.91 kgf/mm | 01-09-07-0332 |
| 단부대차용 | 내측 스프링 | 15.38 ± 0.77 kgf/mm | 01-09-07-0436 |
| | 외측 스프링 | 38.11 ± 1.90 kgf/mm | 01-09-07-0435 |
| 동력대차용 (2차) | 오른쪽 스프링 | 67.24 ± 4.62 kgf/mm | 01-09-07-0164 |
| | 왼쪽 스프링 | 67.24 ± 4.62 kgf/mm | 01-09-07-0164 |

3) 크리프(Creep)시험

시간 경과 후 규정된 하중에 따른 스프링길이의 손실을 측정하는 크리프 시험은 KRS RN 0009에 따르며 최대수직하중 F_B 는 [표 5]의 P4에 의한다. 96시간 후 L_B 길이 변화율이 1% 이하이어야 한다. 단, 24시간 동안의 길이 감소가 이전 24시간 동안의 길이 감소의 10% 미만이면 시험을 종료할 수 있다.

나. 수평강성시험

수평 강성 시험은 KRS RN 0009에 따르고 그 세부사항은 다음과 같다.

수직하중은 지지부가 평행한 상태로 [표 5]의 P3 하중을 적용하고 수평 하중 또는 변위는 제작사가 제시할 수 있으며 (+)양의 방향 (-)음의 방향의 수평하중-변위 그래프를 기록하여 참고값으로 제시한다.

단, 동력대차용 2차 코일스프링 수평강성 시험의 경우는 [표 5]의 P3 하중을 적용한 상태에서 편심방향으로 5mm 변위시 하중(f_1) 및 15mm 변위시 하중(f_2)을 측정 하고 반대 방향에 편심방향으로 10mm에서의 하중(f_3) 및 20mm 에서의 하중(f_4)을 측정한 후 식2에 따라 계산된 값이 [표 7] 기준을 만족하면 양호로 한다.

$$K_L = \frac{1}{2} \left(\frac{10}{(f_2 - f_1)} + \frac{10}{(f_4 - f_3)} \right) \text{-----}(식2)$$

[표 7]

| 항목 | 종류 | 기준 값 | 비고 |
|--------------|-----|-------------------|----|
| 정적 수평 스프링 특성 | 오른쪽 | 51.0 ± 4.7 kgf/mm | |
| | 왼쪽 | 51.0 ± 4.7 kgf/mm | |

다. 자유 수평 변위 시험

스프링에 수직하중이 작용시 수평방향으로 휘는 정도를 측정하는 자유 수평 변위 시험은 KRS RN 0009에 따르고 그 세부사항은 다음과 같다.

- 1) (보우잉 방향시험) 각각의 스프링에 [표 5]의 P3 하중을 가하여 횡으로 움직이는 방향이 보우잉 방향이며 이 방향을 코일에 마킹한다.

2) (두 변위각도차) 수직하중 F_{C0} 는 [표 5]의 P3, F_{C1} 은 [표 5]의 P4하중을 참고하여 적용하고 각 하중의 자유 수평 변위를 기록하여 제시하고 두 변위의 각도 θ_c 가 30° 미만이어야 한다.

3) (수평하중값시험) 각 수직하중 적용시 발생하는 수평 하중값(Φ_c)은 참고값으로 제시한다. 수평 하중값은 발생된 변위를 원래대로 되돌릴 때 발생하는 하중을 의미한다.

라. 표면 품질시험

1) (거칠기시험) 바의 표면 품질시험은 KS B ISO 4288에 따라 시행하고 권선전 거칠기 (R_a) 최대값은 $2.5\mu m$ 이하이어야 한다.

2) (자분탐상시험) 스프링의 표면 상태는 자분탐상시험으로 KS D 0213에 의하며 규격의 '9.2항의 자분모양의 분류'에 해당하는 자분모양이 없어야 한다.

마. 탈탄 시험

최종 완제품상태에서 열처리 제품을 KS D 0216에 따라 연마한 후 부식액으로 부식시킨 후 현미경으로 관찰하여 탈탄의 크기를 측정하여 [표 8]의 기준을 만족하면 양호로 한다.

[표 8]

| 항 목 | | 기 준 |
|-----|---------------|-----------|
| 탈 탄 | 전탈탄 (DM-T) | 0.1 mm 이하 |
| | 페라이트탈탄 (DM-F) | 0 mm 이하 |

바. 표면 초기응력시험

표면 초기응력 시험은 KRS RN 0009에 따르고 그 세부사항은 다음과 같다.

스프링은 열처리후 내구성 향상을 위하여 샷피닝 작업을 행하며 이때 시험편의 아크 높이 및 적용범위는 아래 [표 9]의 기준을 만족하여야 한다.

[표 9]

| 구분 | 기준값 | 비 고 |
|-------------------------|----------|-----|
| 알멘 시험편(A2 Strip)의 아크 높이 | 0.4mm 이상 | |
| 샷피닝 적용범위 | 80% 이상 | |

사. 결정 입도시험

KRS RN 0009의 결정 입도 시험방법에 따르며 그 세부사항은 KS D 0205 또는 ISO 643에 따라 시행하여 오스테나이트계 결정입도(G)는 6이거나 더 미세하여야 한다.

아. 스프링 재질 시험

1) 내부 무결성시험

KRS RN 0009의 내부 무결성 시험방법에 따르며 그 세부사항은 다음과 같다.

내부 결함 검사는 바에 대한 초음파 시험으로 시행한다. 스프링 분류와 관계없이 직경 20mm 이하의 강철 바에 대한 검사는 필요하지 않으며, 초음파 시험은 직경 10mm 초음파 헤드로 5 MHz의 주파수에서 수평(횡 방향) 검사를 시행하여 직경 1.2mm 이상 결함 및 50%를 초과하는 그라운드 에코의 감쇠가 발생하지 않아야 한

다. 단, 검사는 바의 전체 채적에 대해 시행한다.

2) 화학성분시험

화학성분은 [표 1]의 기준을 만족하여야 한다.

3) 계재물 청정도시험

KRS RN 0009의 계재물 청정도 시험방법에 따르며 EN 13298 부속서 D에 주어진 허용 한도에 적합하여야 한다. 시험편은 스프링 재료와 동일 강의 바에서 채취한다. [표 10]은 EN 13298 부속서 D의 NF A 04-016(KS D 0204와 유사)의 계재물 허용 개수 한도이다.

[표 10]

| 지수 Index | 계재물 형태 | | | | 비 고 |
|-------------|--------|----|----|----|-----|
| | A | B | C | D | |
| 1 | 10 | 20 | 10 | 30 | |
| 2 | 1 | 5 | 1 | 5 | |
| 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | |

자. 스프링 재질의 기계적 성질 시험

1) 경도시험

로크웰경도 시험은 KS B 0806에 의해 시험을 실시하며, 측정된 경도 값이 HRC 46~50 이내이어야 한다.

2) 인장시험

인장 시험은 KS B 0802에 의해 시험하여 [표 2]의 기준을 만족하여야 한다.

3) 탄력성시험

탄력성 시험은 충격 시험으로 대체할 수 있으며 U-notch 시편 3개를 KS B 0809에 의해 제작하여 KS B 0810에 따라 시험하여 상온에서 개별 최소 10J이상이어야 한다.

차. 표면보호시험

1) **(염수분무시험)** 코일스프링 표면에 X자의 스크래치를 낸 다음에 KS D 9502의 시험 방법에 따라 실시하며, 1,000시간 이상 염수분무 후 X자 표면에 테이프를 부착한 후 떼었을 때 테이프에 묻은 X자 모양의 도료에서 도료의 선상 폭을 측정하여 3mm 이하이어야 한다.

2) **(도막두께시험)** 도막두께는 KS M ISO 2808 및 KS D ISO 2064에 따라 시행하고 측정결과는 80µm 이상이어야 한다.

3) **(도료의 밀착성시험)** 도료의 밀착성 등급은 KS M ISO 2409에 따라 시행하고 측정결과는 참고값으로 제시한다.

4.3 검사방식 및 수준

| 구분 | | 시험 적용 | | | 비고 | |
|----------|-------------|--------------|-----------|------|----------------|----|
| | | 형식시험 | 샘플링 시험 | 전수시험 | | |
| 겉모양 검사 | | ○ | - | ○ | | |
| 치수 검사 | | ○ | - | ○ | | |
| 성능 시험 | 수직하중 시험 | 수직하중변위시험 | ○ | - | ○ | |
| | | 수직강성시험 | ○ | - | ○ | |
| | | 크리프(Creep)시험 | ○ | ○ | - | |
| | 수평강성시험 | | ○(참고) | - | ○ (동력대차 2차) | |
| | 자유 수평 변위 시험 | 보우잉 방향시험 | ○ | - | ○ | |
| | | 두 변위의 각도차 | ○ | - | - | |
| 수평하중 값 | | ○ | - | - | 참고 | |
| 표면 품질 시험 | 거칠기시험 | | ○ | ○ | - | |
| | 자분탐상시험 | | ○ | - | ○ | |
| 재료 시험 | 탈탄시험 | | ○ | ○ | - | |
| | 표면 초기응력시험 | | ○ | ○ | - | |
| | 결정 입도시험 | | ○ | ○ | - | |
| | 스프링 | 재질 시험 | 내부 무결성시험 | ○ | ○ | - |
| | | | 화학성분시험 | ○ | ○ | - |
| | | | 계재물 청정도시험 | ○ | ○ | - |
| | 기계적 성질 시험 | 경도시험 | ○ | ○ | - | |
| | | 인장시험 | ○ | ○ | - | |
| 탄력성시험 | | ○ | ○ | - | | |
| 표면 보호 시험 | 염수분무시험 | | ○ | - | - | |
| | 도막두께시험 | | ○ | ○ | - | |
| | 도료의 밀착성시험 | | ○ | ○ | - | 참고 |

4.3.1 검사방식

가. 형식시험 : 공사에서 운용 중인 차량에 적용되어 하자 등 결함이 없는 제품에 대해서 최근 3년 이내의 공인검사기관 또는 공사 담당자가 입회하여 발급된 시험성적서로 대체한다. 단, 최근 3년 이내 발급된 시험성적서로 대체 불가시, 총 계약(총액, 단가 및 제 3자 단가) 수량 중 재료 직경별로 1개를 채취하여 시험하며, 형식시험을 시행한 물품은 납품수량에서 제외한다.

나. 샘플링시험 : 매 발주분을 재료 직경별로 1로트당 1개를 채취하여 시험한다.

4.3.2 품질 합격수준

이 규격에 적합할 때 합격으로 한다.

5. 표시

스프링 표면에 잘 보이는 곳에 제작사명 또는 약호, 제작년월, 일련번호를 각인 또는 라벨 등으로 표시하며 자재번호, 자재명, 제작회사명, 제작년월, 일련번호 등 부록을 참고하여 QR코드(바코드)를 부착한다.

6. 주기

6.1 본 제품의 제작 시는 한국철도공사의 물품관리규정에 의한 검사를 받아야 한다.

6.2 하자보증

가. 하자보증기간은 인수일로 부터 3년으로 한다.

나. 하자보증기간이 경과하였다 하더라도 근본적인 설계, 재료, 제작상의 결함에 대해서 그 책임이 면제되는 것은 아니다.

(부록1) QR코드 양식

물품정보 QR코드 양식(예시)

11cm

| 순번 | 구분 | 내용 |
|----|----------|----|
| 1 | 제조회사명 | |
| 2 | 제조년월 | |
| 3 | 제조번호(No) | |
| 4 | 자재번호 | |



6
c
m

작성방법

1. 글자폰트 : 중고딕
2. 글자크기 12pt
3. QR코드생성 : **NAVER QR코드로** 생성하되 물품정보 현황표는 그림파일로 첨부하여 생성(크기는 고정)