

1. 적용범위 및 분류

이 규격은 KTX-산천 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 KS Q 1003 랜덤 샘플링 방법

2.12 KS Q ISO 2859-1 계수치 샘플링검사 절차

2.13 KTX-산천 정비지침서

3. 필요조건

3.1 재료

스프링에 사용하는 재료는 JIS G 4801에 따라 [표 1]과 [표 2]에 적합하여야 한다.

[표 1] 화학성분

검사 항목		기준 값(%)						비고
		C	Si	Mn	P	S	Cr	
동력대차용 (1차)	내측(SUP9A)	0.56 ~ 0.64	0.15 ~ 0.35	0.70 ~ 1.00	0.035 이하	0.035 이하	0.70 ~ 1.00	-
	외측(SUP9A)	0.56 ~ 0.64	0.15 ~ 0.35	0.70 ~ 1.00	0.035 이하	0.035 이하	0.70 ~ 1.00	-
객차대차 및 단부대차용	내측(SUP9A)	0.56 ~ 0.64	0.15 ~ 0.35	0.70 ~ 1.00	0.035 이하	0.035 이하	0.70 ~ 1.00	-
	외측(SUP11A)	0.56 ~ 0.64	0.15 ~ 0.35	0.70 ~ 1.00	0.035 이하	0.035 이하	0.70 ~ 1.00	0.0005 이상
동력대차용 (2차)	감김방향 오른쪽 (SUP11A)	0.56 ~ 0.64	0.15 ~ 0.35	0.70 ~ 1.00	0.035 이하	0.035 이하	0.70 ~ 1.00	0.0005 이상
	감김방향 왼쪽 (SUP11A)	0.56 ~ 0.64	0.15 ~ 0.35	0.70 ~ 1.00	0.035 이하	0.035 이하	0.70 ~ 1.00	0.0005 이상

[표 2] 기계적성질

품 명	항 목			비 고
	항복강도(N/mm ²)	인장강도(N/mm ²)	연신율(%)	
코일스프링	1300 이상	1400 ~1800	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 재료 직경의 약 1/4 로 한다.

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 퀴칭, 템퍼링 열처리를 균일하게 시행한다.

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 아크 하이트가 A2 Strip 0.4mm 이상, 카바레이지는 80% 이상 되어야 한다.

사. 압축 스프링은 열처리 및 쇼트피이닝 후 제작도면상의 최대하중의 1.1배 이상으로 1회 이상 셋팅을 반드시 행한다.

3.4 성능 및 품질

가. 스프링의 형상치수 및 하중 특성은 제시 도면에 의한다.

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

[표 3] 항목별 허용차

항 목		허 용 차
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.
- 바. 스프링은 회색 에나멜 페인트로 상도, 하도 각 1회 도포하며 염수분무시험(S.S.T) 1000시간이상 이어야 한다. 이때 스프링 전체 표면적의 5%이상 발청되어서는 안된다.
- 사. 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

- 가. 화학성분분석 시험
- 나. 기계적성질 시험
- 다. 충격 시험
- 라. 경도 시험
- 마. 탈탄 시험
- 바. 영구변형 시험
- 사. 염수분무 시험
- 아. 자분탐상 시험
- 자. 정적수직하중 시험
- 차. 정적수직강성 시험
- 카. 정적수평강성 시험

4.2.2 시험 방법

- 가. 화학성분분석 시험
 - 화학성분은 JIS G 4801에 따라 [표 1]의 기준을 만족하여야 한다.
- 나. 기계적성질 시험
 - 기계적성질 시험은 KS B 0802에 의해 시험하여 [표 2]의 기준을 만족하여야 한다.
- 다. 충격 시험
 - 충격 시험은 U-notch 시편 3개를 KS B 0809에 의해 제작하여 KS B 0810에 따라 시험하여 3개의 평균치가 2.5 daJ/cm^2 (개별 최소 1.75 daJ/cm^2 이상)이상이어야 한다.

라. 경도 시험

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

마. 탈탄 시험

최종 완제품상태에서 열처리 제품을 KS D 0216에 따라 연마한 후 부식액으로 부식시킨 후 현미경으로 관찰하여 탈탄의 크기를 측정하여 [표 4]의 기준을 만족하면 양호로 한다.

[표 4]

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

바. 영구변형 시험

- ① 코일스프링을 수직방향 [표 5]의 P4의 하중까지 압축한 후 하중을 제거하고 다시 P4 하중의 5%까지 압축하여 스프링 높이를 측정하여 기록한다.
- ② 상기 ①항의 방법으로 재 시험하여 첫 번째 시험한 높이 값과 두 번째 시험한 높이 값의 편차가 1mm 이하이어야 한다.

[표 5]

취부위치에 따른 종류		적용 값					비고
		P0(N)	P1(N)	P2(N)	P3(N)	P4(N)	
동력대차용 (1차)	내측(SUP9A)	13470	5000	15000	13470	16182	
	외측(SUP9A)	33470	20000	40000	33470	40214	
객차대차용	내측(SUP9A)	21690	15000	25000	21690	26020	
	외측(SUP11A)	53310	30000	60000	53310	참고하중 (64057)	
단부대차용	내측(SUP9A)	18000	10000	20000	18000	24051	
	외측(SUP11A)	44500	20000	50000	44500	59052	
동력대차용 (2차)	감김방향 오른쪽 (SUP11A)	66200	40000	80000	66200	참고하중 (110000)	
	감김방향 왼쪽 (SUP11A)	66200	40000	80000	66200	참고하중 (110000)	

사. 염수분무 시험

염수분무시험은 코일스프링 표면에 X자의 스크래치를 낸 다음에 KS D 9502의 시험방법에 의해 실시하며, 1000시간 이상 염수분무 후 X자 표면에 테이프를 부착한 후 떼었을 때 테이프에 묻은 X자 모양의 도료에서 도료의 선상 폭을 측정하여 3mm이하이어야 한다.

아. 자분탐상 시험

자분탐상시험은 KS D 0213에 의하며 규격의 '9항의 자분모양의 분류'에 해당하는 자분모양이 없어야 한다.

자. 정적수직하중 시험

정적수직하중시험은 스프링 단품에 대하여 실시하여 적용하중에 따른 변위 값이 [표 6] 기준을 만족하면 양호로 한다.

[표 6]

취부위치에 따른 종류		적용하중	변위	비고
동력대차용(1차)	내측 스프링	1347 kg	235 ± 2.0 mm	
	외측 스프링	3347 kg	235 ± 2.0 mm	
객차대차용	내측 스프링	2169 kg	324 ± 2.5 mm	
	외측 스프링	5331 kg	324 ± 2.5 mm	
단부대차용	내측 스프링	1800 kg	324 ± 2.5 mm	
	외측 스프링	4450 kg	324 ± 2.5 mm	
동력대차용(2차)	오른쪽 스프링	6620 kg	393 ± 4.0 mm	
	왼쪽 스프링	6620 kg	393 ± 4.0 mm	

차. 정적수직강성 시험

정적수직강성시험은 [표 5]의 적용차종에 따른 P1 및 P2의 적용하중에서의 코일스프링의 높이 L1 과 L2를 측정 후 식1에 따라 계산된 값이 [표 7] 기준을 만족하면 양호로 한다.

$$K_v=(P2-P1)/(L2-L1) \text{ -----(식1)}$$

[표 7]

취부위치에 따른 종류		기준 값	비고
동력대차용(1차)	내측 스프링	21.52 ± 1.08 kg/mm	
	외측 스프링	53.52 ± 2.68 kg/mm	
객차대차용	내측 스프링	15.38 ± 0.77 kg/mm	
	외측 스프링	38.11 ± 1.91 kg/mm	
단부대차용	내측 스프링	15.38 ± 0.77 kg/mm	
	외측 스프링	38.11 ± 1.90 kg/mm	
동력대차용(2차)	오른쪽 스프링	67.24 ± 4.62 kg/mm	
	왼쪽 스프링	67.24 ± 4.62 kg/mm	

카. 정적수평강성 시험

정적수평강성시험은 동력대차용 코일스프링에만 적용하며 [표 5]의 P3의 1차 하중을 적용한 상태에서 편심방향으로 5mm 변위시 하중(f1) 및 15mm 변위시 하중(f2)을 측정하고 반대 방향에 편심방향으로 10mm에서의 하중(f3) 및 20mm 에서의 하중(f4)을 측정 한 후 식2에 따라 계산된 값이 [표 8] 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 8]

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

4.3 검사방식 및 수준

4.3.1 검사방식

- 가. 겉모양 및 치수검사, 자분탐상 시험, 정적수직하중 시험, 정적수직강성 시험, 정적수평강성 시험은 전수로 시행한다. 다만, 정적수평강성시험은 동력대차용(2차) 코일스프링에만 적용한다.
- 나. 화학성분 시험, 기계적성질 시험, 충격 시험, 경도 시험은 재료 직경별로 1회 발주량을 1로트로 하여 1개를 KS Q 1003 랜덤샘플링 방법에 따라 채취하며, 열처리가 완료된 제품이나, 원재료에서 시편을 채취하여 제품과 동일한 열처리 과정을 거친 후 시험을 실시한다.
- 다. 탈탄시험, 영구변형시험 및 염수분무시험은 1회 생산량을 1로트로 하여, 완제품에서 KS Q 1003 랜덤샘플링 방법에 따라 채취하여 KS Q ISO 2859-1의 통상검사수준(II)으로 보통검사의 1회 샘플링 방식(AQL 0.1%)을 따른다.

4.3.2 품질 합격수준

이 규격에 적합할 때 합격으로 한다.

5. 표시

스프링 표면에 잘 보이는 곳에 제작회사명 또는 약호, 제작년월, 일련번호를 각인하며, 자재번호, 자재명은 라벨로 부착한다.

6. 주기

6.1 본 제품의 제작시는 한국철도공사의 물품관리규정에 의한 검사를 받아야 한다.

6.2 하자보증

- 가. 하자보증기간은 인수일로 부터 3년으로 하며, 하자보증율은 3/100으로 한다.
- 나. 하자보증기간에 관계없이 설계, 재료, 제작상의 결함 등으로 고장이 발생하였을 경우 계약자는 최단 시간 내에 무상으로 수리 또는 대체 하여 정상적인 기능을 확보하여야 한다.