

KRS TR 0001

한국철도표준규격

KOREAN **R**AILWAY **S**TANDARDS

KRS TR 0001 - 14(R)

레일

Rails



Korean Railway Standards

철도기술심의위원회 심의

2006년 3월 7일 제정

레일

Rails

1. 적용범위 및 분류

1.1 적용범위

이 규격은 철도 선로에 사용하는 레일에 대하여 적용한다.

1.2 분류

1.2.1 50 kgN	보통 레일	(50N)
1.2.2 60 kg	보통 레일	(60)
1.2.3 60 kgK	보통 레일	(60K)
1.2.4 60 kgKR	보통 레일	(KR60)
1.2.5 60E1	보통 레일	(60E1)
1.2.6 50 kgN	열처리 레일	(50N-HH340, 50N-HH370)
1.2.7 60 kg	열처리 레일	(60-HH340, 60-HH370)
1.2.8 60 kgK	열처리 레일	(60K-HH340, 60K-HH370)
1.2.9 60 kgKR	열처리 레일	(KR60-HH340, KR60-HH370)

2. 적용자료 및 문서

- KS B 0801 금속 재료의 인장 시험편
- KS B 0802 금속 재료의 인장 시험 방법
- KS B 0805 금속 재료의 브리넬 경도 시험 방법
- KS D 0001 강재의 검사 통칙
- KS D 0226 강의 설퍼 프린트 시험 방법
- KS D 1652 철 및 강의 스파크 방전 원자 방출 분광 분석 방법
- KS D 1655 철 및 강의 형광 X선 분석 방법
- KS D 1658 탄소강 및 저합금강의 발광 분석 방법
- KS D 1659 철 및 강의 원자 흡수 분광법
- KS D 1673 강의 유도 결합 플라즈마 방출 분광 분석 방법
- KS D 1802 철 및 강의 인 분석 방법
- KS D 1803 철 및 강의 황 분석 방법
- KS D 1804 철 및 강의 탄소 분석 방법
- KS D 1805 철 및 강의 규소 분석 방법
- KS D 1806 철 및 강의 망가니즈 분석 방법
- KS M 0028 방출 분광 분석 방법 통칙

KS R 9106 보통 레일

KS R 9110 열처리 레일

EN 13674-1 Railway applications - Track - Rail - Part 1: Vignole railway rails 46 kg/m and above

3. 필요조건

3.1 재료

3.1.1 레일의 종류 및 기호

가. 보통 레일

[표 1] 보통 레일 종류 및 기호

레 일 종 류		레일기호	계산무게 (kg/m)	이음매 구 명	비 고
레일분류에 따른 구분	경화층의 정도에 따른 구분				
50 kgN 보통 레일	-	50N	50.4	유·무	
60 kg 보통 레일	-	60	60.8	유·무	
60 kgK 보통 레일	-	60K	60.7	유·무	
60 kgKR 보통 레일	-	KR60		유·무	
60E1 레일	-	60E1	60.34	유·무	

나. 열처리 레일

[표 2] 열처리 레일 종류 및 기호

레 일 종 류		레일기호	계산무게 (kg/m)	이음매 구 명	비 고
레일분류에 따른 구분	경화층의 정도에 따른 구분				
50 kgN 열처리 레일	HH340	50N-HH340	50.4	유·무	
	HH370	50N-HH370			
60 kg 열처리 레일	HH340	60-HH340	60.8	유·무	
	HH370	60-HH370			
60 kgK 열처리 레일	HH340	60K-HH340	60.7	유·무	
	HH370	60K-HH370			
60 kgKR 열처리 레일	HH340	KR60-HH340	60.7	유·무	
	HH370	KR60-HH370			

3.1.2 레일의 화학성분

[표 3] 보통 레일 및 열처리 레일의 화학성분

단위 : %

레일기호	탄소 (C)	규소 (Si)	망간 (Mn)	인 (P)	황 (S)	크롬 (Cr)	바나듐 (V)	알루미늄 (Al)	질소 (N)	산소 (O)	수소 (H)	
50N	0.63 ~0.75	0.15 ~0.30	0.70 ~1.10	0.030 이하	0.025 이하	-	-	-	-	-	-	
60						-	-	-	-	-	-	
KR60						-	-	-	-	-	-	
60K	0.68 ~0.80	0.15 ~0.58	0.70 ~1.20	0.025 이하	0.025 이하							
60E1	용강분석치 (Liquid)	0.68 ~0.80	0.15 ~0.58	0.70 ~1.20	0.025 이하	0.008 ~0.025	-	-	0.004 이하	0.009 이하	20ppm 이하	2.5ppm 이하
	제품분석치 (Solid)	0.65 ~0.82	0.13 ~0.60	0.65 ~1.25	0.030 이하	0.008 ~0.030				0.010 이하		
OO ¹⁾ -HH340	0.72 ~0.82	0.10 ~0.55	0.70 ~1.10	0.030 이하	0.020 이하	0.20 이하	*0.03 이하	-	-	-	-	
OO ¹⁾ -HH370		0.10 ~0.65	0.80 ~1.20			0.25 이하		-	-	-	-	
비 고	1)은 50N, 60, KR60 및 60K 중 한 종류의 레일을 의미한다. *는 필요에 따라 첨가한다.											

레일기호	잔류성분 최대값										
	크롬 (Cr)	몰리브덴 (Mo)	니켈 (Ni)	구리 (Cu)	주석 (Sn)	안티몬 (Sb)	티타늄 (Ti)	니오브 (Nb)	바나듐 (V)	Cu+10Sn	Cr+Mo+Ni+Cu+V
60E1	0.15	0.02	0.10	0.15	0.04	0.02	0.025	0.01	0.03	0.45 미만	0.35 미만

3.1.3 레일의 기계적 성질

[표 4] 보통 레일 및 열처리 레일의 기계적 성질

레일기호	인장강도 (MPa)	연신율 (%)	경도 (HBW)	쇼어경도 (HSC)	단면경화층의 정도 비커스경도(HV)	
					게이지코너 (A점)	머리부의 중심선 (B점)
50N	800 이상	10이상	235 이상	-	-	-
60				-	-	-
KR60				-	-	-
60K	880이상	-	260~300	-	-	-
60E1				-	-	-
OO ¹⁾ -HH340	1,080이상	8이상	-	47~53	311~410	311~410
OO ¹⁾ -HH370	1,130이상			49~56	331~410	331~410
비 고	가로 단면 경화층의 경도분포는 레일의 표면에서 내부로 완만히 저하되고 급격한 변화 및 불연속이 없어야 한다. 또, 비커스경도 1)은 50N, 60, KR60 및 60K 중 한 종류의 레일을 의미한다.					

3.2 형태

3.2.1 50N, 60, 60K, KR60 레일

레일의 겉모양 및 치수는 [부도 1~4]와 같고 표준길이는 25m 또는 50m로 하되 레일의 치수 허용차 및 기하 공차는 상온(20℃)에서 [표 5]와 같다.

[표 5] 50N, 60, 60K, KR60 레일의 치수 허용차 및 기하 공차 단위 : mm

항 목		레일기호		
		50N	60, 60K, KR60	
길 이	25m의 레일	+ 10.0 - 5.0	+ 10.0 - 3.0	
	50m의 레일	+ 25.0 0.0	+ 25.0 0.0	
높 이		+ 1.0	- 0.5	
두부폭		+ 1.0 - 0.5	+ 0.8 - 0.5	
복부폭		+ 1.0	- 0.5	
좌면부폭 및 좌면부양측의 폭		± 1.0	± 0.8	
좌면부에 대한 수직 중심축과 두부상면 중심과의 틀림량		1.0 이하	0.5 이하	
직각 절단차		1.0 이하	0.5 이하	
이음매 구멍의 지름		± 0.5		
이음매 구멍의 위치		± 0.5		
표준이음 덮개판을 대었을 경우의 레일의 간격		바깥방향 ⁽¹⁾	1.5 이하	
		안방향 ⁽¹⁾	0.5 이하	
레일의 굽음	윗 방향 ⁽²⁾ 좌우(10m 당)		10.0 이하	
	아래 방향 ⁽²⁾ (10m 당)			
	끝 부분의 굽음 (1.5m 당)	좌우	1.0 이하	0.5 이하
		윗 방향 ⁽²⁾	1.0 이하	0.7 이하
아래 방향 ⁽²⁾		0.3 이하	0.0 이하	
레일의 비틀림		2.0 이하	1.0 이하	
상도 R19 곡면 내의 형판의 떨어짐		-	0.3 이하	
좌면부 평탄도		-	0.4 이하	

주 : (1) 바깥방향이란 정규 위치에서 바깥쪽으로 눌러서 나오는 상태를 말하고, 안 방향이란 안쪽으로 들어가는 상태를 말한다.
 (2) 윗 방향이란 레일머리부가 오목하게 굽어있는 상태를 말하고, 아랫방향이란 레일머리부가 볼록하게 굽어있는 상태를 말한다.

3.2.2 60E1 레일

레일의 겉모양 및 치수는 [부도 5]와 같고 표준길이는 25m로 하되 레일의 치수 허용차 및 기하 공차는 상온(20℃)에서 [표 6]과 같다.

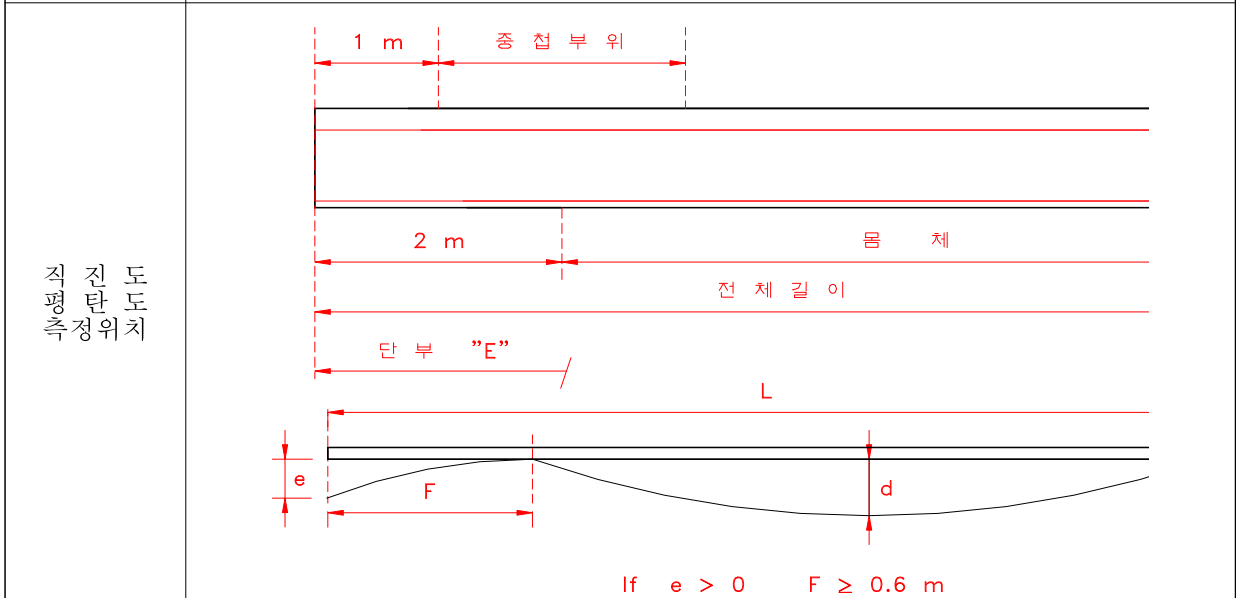
[표 6] 60E1 레일의 치수 허용차 및 기하 공차 단위 : mm

항 목	치수 허용차 및 공차	60E1 레일	치수 허용차 및 공차
길이(25 m)	+ 10.0 - 3.0	이음매판 접촉부의 기울기 ⁽¹⁾	± 0.35
높 이	± 0.6	이음매판 접촉면의 높이	± 0.6
두부폭	± 0.5	저부 평탄도	0.3 이하
복부폭	+ 1.0 - 0.5	직각 절단차	0.5 이하
저부폭 및 저부양측의 폭	± 1.0	이음매 구멍의 지름	± 0.5
두부 형상	+ 0.6 - 0.3	이음매 구멍의 위치	± 0.5
편 심	± 1.2	기 타	± 0.6

주 : ⁽¹⁾ 이음매판 접촉부의 기울기 측정위치는 이론적인 기울기 선상 14 mm 지점으로 한다.

구 분		수직방향	수평방향
단부 직진도 (2 m)		2 m(L)에 대하여 0.4 mm(d)이하 1 m(L)에 대하여 0.3 mm(d)이하 e는 0.2 mm미만	2 m(L)에 대하여 0.6 mm(d)이하 1 m(L)에 대하여 0.4 mm(d)이하
몸체 평탄도(단부제외 전 연장)		3 m(L)에 대하여 0.3 mm(d)이하 1 m(L)에 대하여 0.2 mm(d)이하	1.5 m(L)에 대하여 0.4 mm(d)이하
단부와 몸체의 중첩부위 평탄도 (2 m)		2 m(L)에 대하여 0.3 mm(d)이하	2 m(L)에 대하여 0.6 mm(d)이하
레일 전장	직진도	윗방향 굽음과 아랫방향 굽음	5 mm 이하
		좌우방향의 굽음	곡선반경 R > 1,000 m
	뒤틀림	1) 레일을 검사대 위에 바로 놓았을 때 뒤틀림 현상이 있다고 판단되면, 레일 단부쪽 첫 번째 검사대의 스킨드(skid)와 레일저부 사이를 틈새계이기로 검사하여야 하며, 이때 틈새가 2.5 mm 이상일 경우에 해당 레일은 불합격 처리한다 2) 레일 양 끝부분 1m의 뒤틀림이 0.2°(0.45 mm)를 초과할 경우 해당 레일은 불 합격 처리한다.	

비 고 L은 측정 기준 길이, d는 깊이
몸체의 평탄도 측정은 반드시 자동 측정 설비로 하여야 한다.



3.2.3 (50N, 60, 60K, KR60)-HH340 및 (50N, 60, 60K, KR60)-HH370 레일

열처리 레일의 겉모양 및 치수는 [부도 1~4]와 같고 표준길이는 25 m 또는 50 m로 하되 열처리 레일의 치수 허용차 및 기하 공차는 상온(20℃)에서 [표 7]과 같다.

[표 7] 열처리 레일의 치수 허용차 및 기하 공차 단위 : mm

항 목		레일 기호		
		50N	60, 60K, KR60	
길 이		+10.0 -7.0	+10.0 -5.0	
직각 절단차		1.5 이하		
전길이 굽음		전 길이 당 5 이하		
부분 굽음	중앙부의 굽음		2.0m 당 1.0 이하	
	끝부분의 굽음(1.5 m당 우측값 이하)	좌 우	1.0 이하	0.5 이하
		윗 방 향	1.0 이하	0.7 이하
		아랫방향	0.3 이하	0.0 이하
레일의 비틀림		2 이하	1 이하	

3.3 제조 및 가공

3.3.1 제조

가. 50N, 60, 60K, KR60 레일

- 1) 레일의 제조에 사용하는 강괴 및 주조강편(연속주조에 따라 제조 이하 “주편”이라 한다.)은 순산소 전로 또는 전기로에 따라 제조한다.
- 2) 연연속 주조를 할 경우에는 동일 강종의 레이어이어야 한다.
- 3) 강괴는 완전히 응고하고 나서 압연한다. 다만, 넘어진 상태로 응고시켜서는 안된다.
- 4) 강괴의 원단면적은 압연되는 레일 단면적의 25배 이상이어야 한다.
- 5) 주편의 원단면적은 압연되는 레일 단면적의 8배 이상이어야 한다.
- 6) 강괴 및 주편의 끝은 레일 내부의 해로운 결함이 남지 않도록 충분한 길이를 잘라 버린다.
- 7) 레일에는 서터 균열이 발생하지 않도록 레이어 탈가스, 레일의 제랭(Control Cooling) 등의 적당한 처리를 한다.

나. 60E1 레일

- 1) 레일 제조에 사용하는 주조강편(연속주조에 따라 제조 이하 “주편”이라 한다.)은 순산소 전로 또는 전기로에 따라 제조하고, 진공 탈가스 처리를 하여야 한다. 다만, 전기로에 의해 제조할 경우는 2차 레이어 정련 설비를 필수적으로 구비하여야 한다.
- 2) 연연속 주조를 할 경우에는 동일 강종의 레이어이어야 한다.
- 3) 주편의 원단면적은 압연되는 레일 단면적의 9배 이상이어야 한다.
- 4) 압연 공정 중 스케일(scale)에 의한 표면흠 및 표면거침 발생을 최소화하기 위하여 고압수 분사법에 의거 스케일을 제거하여야 한다.

- 5) 주편의 끝은 레일 내부에 해로운 결함이 남지 않도록 충분한 길이를 잘라 버린다.
- 6) 레일용 소재에는 서터 균열이 발생하지 않도록 레이들 탈가스, 레일의 제랭 등의 적당한 처리를 한다.

3.3.2 가공

가. 50N, 60, 60K, KR60 레일

- 1) 압연 냉각 후 레일의 굽음은 될 수 있는 한 작게 한다. 또, 양끝은 아래쪽으로 휘지 않도록 한다.
- 2) 레일의 굽음을 교정할 때에는 재질에 나쁜 영향을 미치는 가공을 하지 않아야 한다.
- 3) 레일의 양끝은 그 깊이 방향에 대하여 직각으로 끊고, 그 절단 끝 면에 남은 뒤말림은 제거한다.
- 4) 이음매 구멍이 있는 레일 끝면 및 구멍의 전체 둘레에는 부도와 같은 모따기를 하고, 구멍은 정확하게 뚫는다.
- 5) 레일의 주행면이나 좌면부 밑바닥면의 모든 돌기는 제거하여야 한다.
- 6) 제품의 끝단으로부터 1 m 이내의 이음매판 체결에 영향을 주는 돌기는 제거하여야 한다.

나. 60E1 레일

- 1) 압연 냉각 후 레일의 굽음은 될 수 있는 한 작게 한다. 또, 양끝은 아래쪽으로 휘지 않도록 한다.
- 2) 레일의 굽음을 교정할 때에는 재질에 나쁜 영향을 미치는 가공을 하지 않아야 한다.
- 3) 레일의 양끝은 그 깊이 방향에 대하여 직각으로 끊고, 그 절단 끝 면에 남은 뒤말림은 제거한다.
- 4) 레일의 직진도 설비는 반드시 수직 롤러 교정기와 수평 롤러 교정기를 사용하여 교정하여야 하며, 추가 교정 시에는 반드시 한가지의 롤러에 의해서만 시행하여야 한다.

3.4 성능 및 외관 등

3.4.1 성능(내부품질)

가. 50N, 60, 60K, KR60 레일

- 1) 이음매 구멍이 없는 레일에는 파이프 흠이 없어야 한다.
- 2) 이음매 구멍이 있는 레일에는 해로운 파이프 흠이 없어야 한다. 다만, 파이프 흠이 레일의 복부 내에 점재하고, 그 길이가 레일 높이방향으로 절단면에서 20 mm이하, 또는 개구하지 않는 것은 유해로 하지 않는다.
- 3) 레일은 낙중시험을 하였을 때 접힘, 터짐, 결손 등의 이상이 생길 수 있는 내부결함이 없어야 한다. 또한, 설피프린트 시험을 하였을 때 해로운 불순물의 편석 등 내부결함이 없어야 한다.

나. 60E1 레일

- 1) 모든 레일은 연속적으로 전 길이에 걸쳐 초음파 탐상을 실시하여야 하며, 탐상결과 유해한 결함이 없어야 한다.
- 2) 레일의 합부 판정은 결함검출 최소길이인 레일 길이방향 20mm 이내에서 불합격 기준치인 결함에코(Echo) 높이가 50% 이상으로 판정된 내부결함의 경우 그 레일은 불합격 처리한다.
- 3) 레일의 미세 조직은 현미경 조직시험을 하여야 하며, 미세 조직은 펄라이트(pearlite)이어야 한다. 결정 입계에는 페라이트(ferrite) 조직이 생성될 수 있다.
- 4) 마르텐사이트(martensite)나 베이나이트(bainite) 조직은 없어야 하고, 결정 입계에서는 세멘타이트(cementite) 조직이 있어서는 안 된다.

- 5) 레일 두부의 페라이트 조직(ferrite network) 불연속 부분의 탈탄층 깊이는 0.5 mm이하이어야 한다.
- 6) 레일 좌면부의 잔류 응력은 250 MPa을 초과하지 않아야 한다.

3.4.2 외관(표면품질)

가. 50N, 60, 60K, KR60 레일

- 1) 레일은 전체 길이에 걸쳐서 균등한 모양이고 해로운 비틀림 등이 없어야 한다.
- 2) 레일의 표면에는 터짐, 흠 등의 해로운 결함이 없어야 한다.
- 3) 레일 표면흠의 허용기준은 [표 8]과 같아야 한다.

[표 8] 50N, 60, 60K, KR60 레일 표면흠의 허용기준

종 류	부 위	허용 기준
선형 흠	머리부 바닥면	$D < 0.4 \text{ mm}$
	기타	$D < 0.6 \text{ mm}$
떨어진 흠 압착 흠	머리부	$D < 0.4 \text{ mm}$ 다만, $0.4 \leq D < 0.6 \text{ mm}$ 일 때는 $S < 150 \text{ mm}^2$ 이면 가능
	기타	$D < 0.4 \text{ mm}$ 다만, $0.4 \leq D < 0.6 \text{ mm}$ 일 때는 $S < 200 \text{ mm}^2$ 이면 가능
접힘 흠 굽힘 흠	머리부 바닥면	$D < 0.4 \text{ mm}$
	기타	$D < 0.6 \text{ mm}$
캘리버 흠	머리부 바닥면	$H < 0.4 \text{ mm}$
	상·하 목부	$H < 0.6 \text{ mm}$
비 고	$D = \text{깊이}, S = \text{표면적}, H = \text{맞물림 높이}$	

- 4) 레일의 표면에 사용상 해로운 표면 결함이 있는 경우, 제조자는 연삭 가공하여 결함을 제거할 수 있다. 다만, 이 경우 레일 손질 후의 치수는 [표 5] 및 [표 7]을 만족하여야 하며, 레일을 손질한 부분은 매끈하게 마무리되고 압연한 그대로 나눈 경계는 매끄러워야 한다.

나. 60E1 레일

- 1) 레일의 주행면이나 좌면부 밑 바닥면의 모든 돌기는 제거되어야 한다.
- 2) 레일의 끝단으로부터 1 m 이내의 이음매판 체결에 영향을 주는 돌기는 제거되어야 한다.
- 3) 열간, 냉간 마크 및 주름의 허용 결함깊이는 레일 주행면에서 0.3 mm, 기타부위에서 0.5 mm이다.
- 4) 레일은 전체 길이에 걸쳐서 균등한 모양이고 해로운 비틀림 등이 없어야 한다.
- 5) 표면에는 터짐, 흠 등의 해로운 결함이 없어야 하며, 표면 흠의 허용기준은 [표 9]와 같다.
- 6) 레일의 표면에 결함이 있는 경우 조사에 의해 깊이를 확인하여 사용상 해로운 결함일 때는 Rotary Burr, Lamellar flap Tool 이나 Belt 그라인더로 결함을 제거할 수 있다. 다만, 이 경우 레일길이 25 m에 대한 손질은 최대 2개소까지 허용하며, 레일의 손질 부분은 깨끗하게 마무리하고, 압연 그대로의 면과 경계는 매끈하여야 하며, 손질작업에 의해 레일의 조직이 손상되어서는 안 된다. 레일 손질 후의 치수 및 평탄도는 [표 6]을 만족하여야 하여야 한다.

[표 9] 60E1 레일 표면흠의 허용기준

종 류	부 위	허용 기준
선형 흠	두 부	$D < 0.3 \text{ mm}$
	기 타	$D < 0.5 \text{ mm}$
떨어진 흠 압착 흠	두 부	$D < 0.3 \text{ mm}$ 다만, $0.3 \leq D < 0.6 \text{ mm}$ 일 때는 $S < 150 \text{ mm}^2$ 이면 가능
	기 타	$D < 0.5 \text{ mm}$ 다만, $0.5 \leq D < 0.6 \text{ mm}$ 일 때는 $S < 200 \text{ mm}^2$ 이면 가능
접힘 흠 긁힘 흠	두 부	$D < 0.3 \text{ mm}$
	기 타	$D < 0.5 \text{ mm}$
캘리버 흠	두 부	$H < 0.3 \text{ mm}$
	기 타	$H < 0.5 \text{ mm}$
비 고	D = 깊이, S = 표면적, H = 맞물림 높이	

4. 검사 및 시험

4.1 검사

4.1.1 50N, 60, 60K, KR60 레일

가. 검사의 분류

- 1) 겉모양 및 치수 검사
- 2) 내부품질 검사
- 3) 표면품질 검사

나. 검사 수준 및 방법

모든 검사는 제품 전수를 대상으로 직접측정, 한계계이지, 기타 방법으로 검사하고 레일의 굽음, 비틀림 검사는 다음과 같은 방법으로 검사하되 3.2.1, 3.4.1 가 및 3.4.2 가의 규정에 적합하여야 한다.

- 1) 레일 상, 하 방향의 굽음 검사는 레일의 옆 위쪽으로 구부러져 있는 경우는 머리부, 아래쪽으로 구부러져 있는 경우는 밑부 발끝에 10m의 실을 팽팽하게 당기고, 레일의 머리부 또는 밑부 발끝과 실 틈새의 최대치를 측정한다.
- 2) 레일 좌, 우 방향의 굽음 검사는 레일 머리부를 위로하여 레일이 구부러져 있는 쪽의 머리부 측면에 10m의 실을 팽팽하게 당기고, 레일의 머리부 측면과 실틈과의 최대치를 측정한다.
- 3) 레일 끝부의 굽음 검사는 KS R 9106의 부속서 2에 규정하는 방법에 따라 레일 끝부 상, 하 방향의 굽음 검사는 레일 머리부를 위로하여 레일 끝 부의 윗면에 길이 1.5m의 자를 대고 레일 머리부 윗면과 자의 틈과의 최대치를 측정하고, 레일 끝 부 좌, 우 방향의 굽음 검사는 레일 머리부를 위로하여 레일 끝 부가 구부러져 있는 쪽의 머리부 측면에 1.5m의 자를 대고, 레일 머리부 옆면과 자의 틈과의 최대치를 측정한다.
- 4) 레일의 비틀림 검사는 레일 머리부를 위로하여 밑 부 뒷면 어긋난 양의 최대치를 측정한다.

4.1.2 60E1 레일

가. 검사의 분류

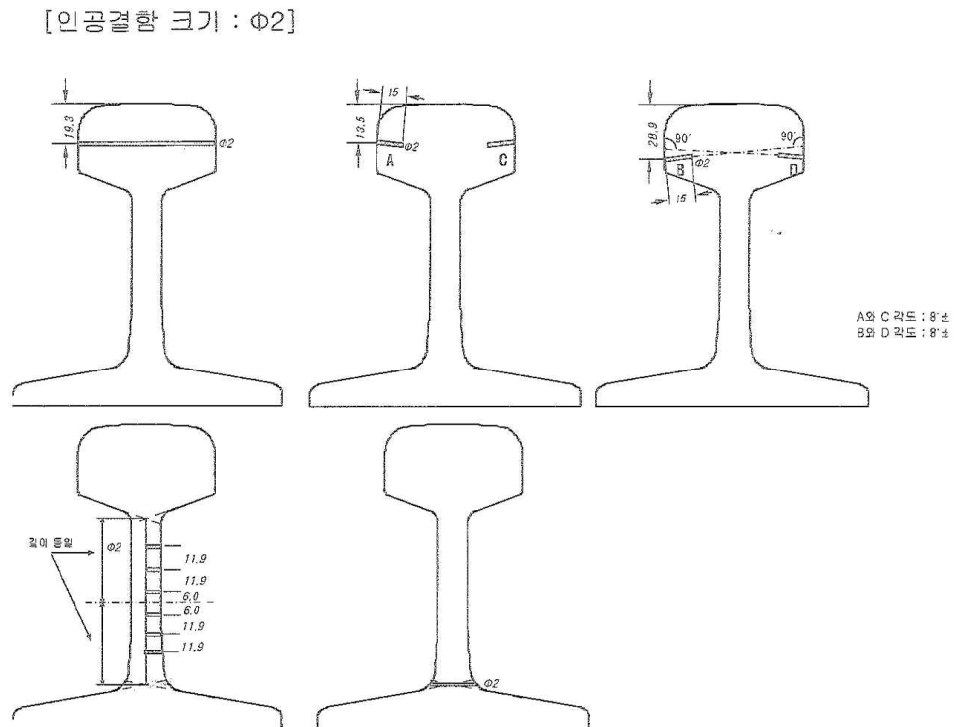
- 1) 겉모양 및 치수 검사
- 2) 내부품질(초음파탐상) 검사
- 3) 표면품질 검사
- 4) 미세조직(현미경조직) 검사
- 5) 레일 좌면부의 잔류응력 검사

나. 검사 수준 및 방법

- 1) 겉모양 및 치수 검사는 제품 전수를 대상으로 직접측정, 한계게이지, 레이저 측정, 기타 방법으로 시행하여 3.2.2의 규정에 적합하여야 한다.
- 2) 내부품질 검사(초음파탐상 검사)는 제품 전수를 대상으로 다음과 같은 방법으로 시행하여 3.4.1 나항의 규정에 적합하여야 한다.

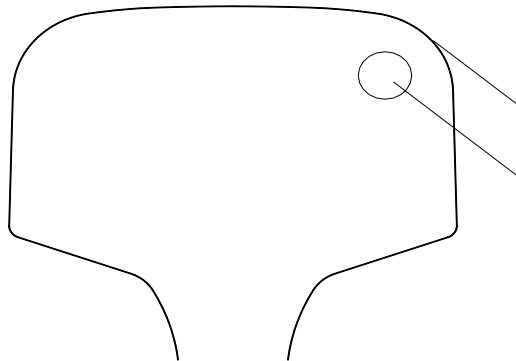
가) 시험기의 감도교정(calibration)

- ① 초음파탐상기의 감도교정을 위해 시험시작 전 [그림 1]과 같이 인공으로 결함을 만든 표준시편을 탐상하여 탐상기의 정상 여부를 확인하여야 하며, 만약 결함을 검출해내지 못할 경우 재교정을 하여야 한다.
- ② 재교정후 탐상강도는 감도교정한 탐상강도보다 최소 4dB이상 높게 사용하여야 한다.
- ③ 레일의 초음파탐상 검사 시작 전과 매 1,000톤 당 최소 1회씩은 [그림 1]과 같이 인공결함이 있는 표준시편을 사용하여 초음파탐상 장비를 교정하여야 한다.

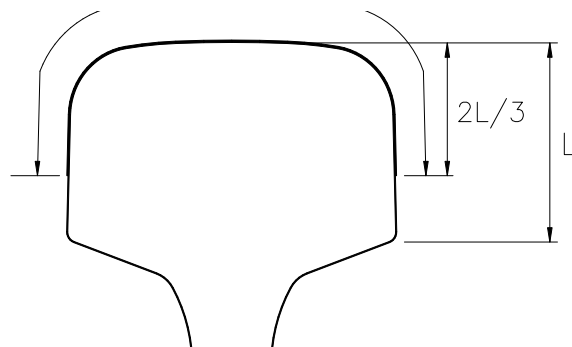


[그림 1] 인공결함이 존재하는 표준시편

- 나) 초음파탐상 영역은 레일 두부는 최소 70% 이상, 복부는 최소 60% 이상의 단면적을 검사하여야 하며, 레일 좌면부의 중심부는 25 mm 이상을 검사하여야 한다.
 - 다) 레일두부는 주행면과 양쪽 측면을 검사하여야 한다.
 - 라) 초음파탐상 결과 임계치를 초과하여 결함 표시된 레일에 대해서는 재탐상할 수 있으며, 재탐상 시 결함 표시된 해당채널에 대해서는 인공결함 검출 시 레벨보다 6dB높게 하여 탐상한다. 이 경우 결함이 임계치를 초과하면 불합격 처리한다.
- 3) 표면품질 검사는 제품 전수를 대상으로 레일의 4면을 육안 검사하여 3.4.2 나항의 규정에 적합하여야 한다.
- 4) 미세조직(현미경조직) 검사는 1,000톤 또는 그 단수를 대상으로 다음과 같이 1회 시행하여 3.4.1 나항의 규정에 적합하여야 한다.
- 가) 레일의 현미경조직 시험은 아래 표시위치에서 시험편을 채취하여 ×400 배율로 시행한다.

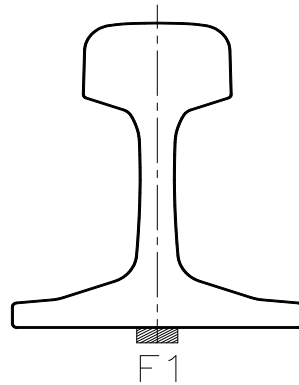


- 나) 레일 두부의 페라이트 탈탄층 깊이는 아래에서 표시하는 레일 두부 상면의 임의의 한 부분에서 시험편을 채취하여 ×100 배율로 시행한다.

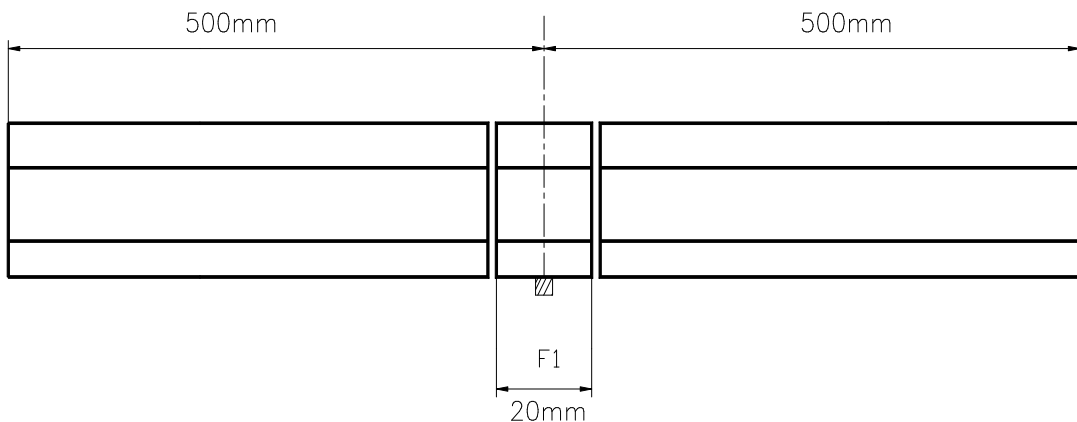


- 5) 레일 좌면부의 잔류응력 검사는 레일 생산개시 전에 임의의 용강에서 생산된 레일 6($L = 1\text{ m}$) 개를 임의 추출(레일선단으로부터 3 m이내에서 채취), 다음과 같이 시행하여 3.4.1 나항의 규정에 적합할 경우에 한하여 계약된 레일을 생산할 수 있으며, 주요 제작공정의 변경(교정기의 교체 등)이나 새로운 계약 체결 시에는 반드시 새로운 검사를 시행하여야 한다.

- 가) 잔류응력 측정에 사용되는 스트레인 게이지는 캡슐로 보호되어있는 길이 3mm 형태로, 게이지계수 정확도는 ±1%보다 큰 것을 사용한다.
- 나) 다음 그림에서 나타낸 레일 말바닥에 스트레인 게이지 제작업체가 추천하는 절차에 따라 적당한 전처리를 한 다음 스트레인 게이지를 레일 1m 좌면부 중앙에 길이 방향으로 부착한다.



- 다) 스트레인 게이지를 스트레인 측정 장비에 세팅하고 초기 스트레인 지시 값을 읽은 후 다음 그림과 같이 1m 레일의 정중앙 부위를(스트레인 게이지 부착부위) 20mm 두께로 절단한 다음 두 번째 세팅시의 스트레인 지시 값을 읽는다.



- 라) 잔류응력은 초기와 두 번째 세팅 시 값의 스트레인 차이에 2.07×10^5 MPa을 곱한 계산치에 의해 얻어진다.

4.2 시험

4.2.1 50N, 60, 60K, KR60 레일

가. 시험의 분류

- 1) 화학성분 분석 시험
- 2) 인장 시험
- 3) 경도 시험
- 4) 낙중 시험
- 5) 셸퍼프린트 시험

나. 시험의 수준 및 방법

- 1) 화학성분 분석시험은 KS R 9106에 따라 시험하여 3.1.2의 규정에 적합하여야 한다.
- 2) 인장 시험은 KS R 9106 및 KS R 9110에 따라 시험하여 3.1.3의 규정에 적합할 경우 그 시험편이 대표하는 로트의 레일 주변에서 압연된 모든 레일을 적합한 것으로 하며, 적합하지 않을 경우에는 KS R 9106에 따라 재시험할 수 있다.
- 3) 경도 시험은 KS R 9106 및 KS R 9110에 따라 시험하여 3.1.3의 규정에 적합하여야 하며, 시험결과는 인장시험에 준하여 처리한다.
- 4) 낙중 시험은 KS R 9106에 따라 시험하여 3.4.1 가. 3)의 규정에 적합하여야 한다.
- 5) 설퍼프린트 시험은 KS R 9106에 따라 시험하여 3.4.1 가. 3)의 규정에 적합하여야 한다.

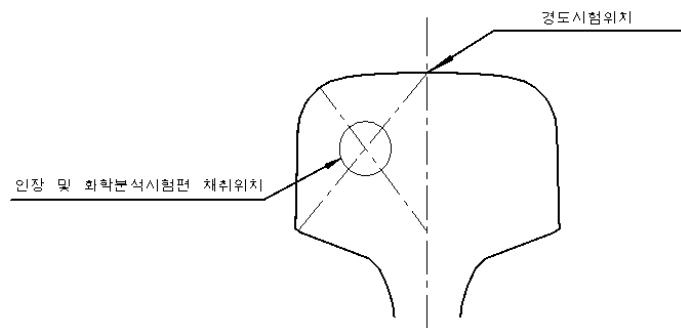
4.2.2 60E1 레일

가) 시험의 분류

- 1) 화학성분 분석 시험
- 2) 인장 시험
- 3) 경도 시험
- 4) 설퍼프린트 시험

나. 시험의 수준 및 방법

- 1) 화학성분 분석 시험은 KS D 0001의 규정에 따라 시료를 채취하여 다음과 같이 시험하고, 3.1.2의 규정에 적합할 경우 그 시험편이 대표하는 로트의 모든 레일을 적합한 것으로 한다.
 - 가) 시험 방법은 KS D 1652, 1655, 1658, 1659, 1673, 1802, 1803, 1804, 1805, 1806, KS M 0028의 규격에 따른다.
 - 나) 탄소(C), 규소(Si), 망간(Mn), 인(P), 황(S), 알루미늄(Al), 질소(N), 크롬(Cr), 바나듐(V)의 시험주기는 매 레일 당 1회 시험한다.
 - 다) 수소(H) 분석은 강중의 수소분압 측정을 말하며 용강에서 시행하고 필요시 제품에서도 분석할 수 있으며 시험주기는 연소주조(Sequence)에서 첫 번째 히트(heat)는 2회 이상 이후는 히트 당 1회 시험한다.
 - 라) 산소(Total O)의 함량은 용강(샘플용고 후)을 측정하거나 제품레일 두부에서 측정하며 그 한계는 95% 용강은 20 PPM이하, 5% 용강은 30 PPM까지 허용하되 시험은 연속주조 당 1회 시험한다.
 - 마) 제품의 화학성분 분석을 위한 시험편은 다음 그림의 표시위치에서 채취한다.



2) 인장 시험

- 가) 시험편은 동일 레일들 번호에 속하는 모든 스트랜드의 주편을 1로트로 하여 압연된 레일 중 임의로 선정한 대상 레일에서 임의의 대상부분을 선정하고 4.2.2 (2) (가) 표시위치에서 KS B 0801 4호 시험편을 채취한다. 다만, 연연속 구조인 경우는 두 용강의 섞인 부분에서 시험편을 채취하여서는 안 된다.
- 나) 시험은 KS B 0802의 규정에 따라 시행하여 3.1.2의 규정에 적합할 경우 그 시험편이 대표하는 로트의 모든 레일을 적합한 것으로 한다.
- 다) 적합하지 않을 경우에는 처음 시험편을 채취한 인접부에서 1개, 이 외의 동일 로트에서 1)항에 의해 채취한 1개, 합계 2개의 시험편을 채취하여 재시험을 시행하고 그 성적이 이 규격에 적합할 때 합격으로 한다. 다만, 연연속 구조인 경우 재시험의 성적이 이 규격에 적합하지 않을 때는 불합격이 된 로트의 레일 외에도 불합격이 된 로트의 용강이 섞여있는 부분의 레일도 불합격으로 한다.

3) 경도 시험

- 가) 시험은 동일 레일들을 1로트로 하여 대상레일 및 대상부분을 임의로 선정하고 4.2.2 나 1) 표시위치에서 주행면을 0.5mm 연마 후 KS B 0805에 의하여 1회 시행한다.
- 나) 시험결과는 4.2.2 나 2)에 준하여 처리한다.

4) 설파프린트 시험

- 가) 시험편은 주편 500톤을 1로트로 하여 각 로트 마다 인장시험편을 채취한 이외의 스트랜드에서 제조된 임의 주편의 압연레일 중 임의의 부분에서 각 1개를 채취한다.
- 나) 시험편은 레일 단면 그대로 10 mm 이상 절단한 것으로 한다.
- 다) 시험방법은 KS D 0226에 따르며, 한도 견본은 KS R 9106의 60 kg 레일에 따른다.

4.3 합격품질 수준

4.1의 검사 및 4.2의 시험 결과 이 규격에 적합하지 않은 경우에는 그 해당 로트 전부를 불합격으로 한다.

4.4 규정의 준용

본 규정에 수록되지 않은 사항에 대하여는 KS R 9106 보통레일, KS R 9110 열처리 레일 규정에 수록된 제반사항들을 준용한다.

5. 포장 및 표시

5.1 포장

레일은 포장하지 않는다.

5.2 표시

5.2.1 50N, 60, 60K, KR60 레일

가. 레일의 호칭방법은 레일의 종류, 레일기호, 레일의 길이(m) 및 이음매구멍 있음, 없음 별로 한다.

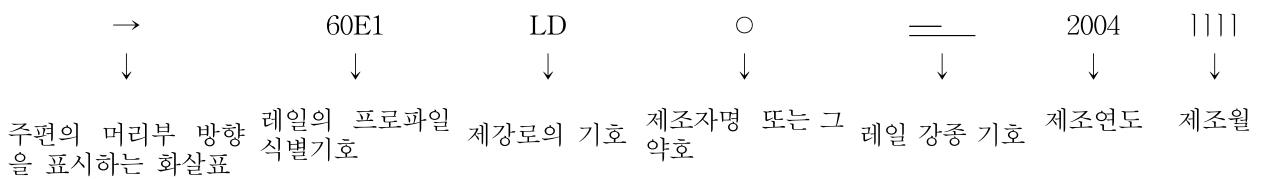
- 보기 1. 일반레일 60K 25.00 이음매구멍 있음
- 보기 2. 열차리레일 60K-HH340 25.00 이음매구멍 없음
- 보기 3. 열차리레일 60K-HH370 25.00 이음매구멍 있음

나. 레일 복부에는 이음매판으로 덮여지지 않는 양 끝면과 중앙부 내, 외측에 레일이 사용되고 있는 한 지워지지 않도록 KS R 9106 및 KS R 9110의 규정에 의한 표시를 선명하게 부각시킨다.

5.2.2 60E1 레일

가. 레일의 복부에는 5m 이내의 간격으로 레일이 사용되고 있는 한 지워지지 않도록 다음 사항을 선명하게 부각시킨다.

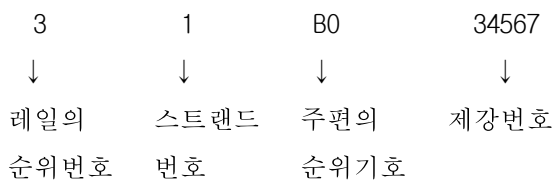
<보기>



- 1) 주편의 머리부 방향(주편의 경우에는 주조의 맨 끝을 머리부로 한다)을 표시하는 화살표
- 2) 레일의 프로파일 식별 기호
- 3) 제강로의 기호(제강로의 기호는 순산소 전로는 LD, 전기로는 E로 한다)
- 4) 제조자명 또는 그 약호
- 5) 레일 강종 기호
- 6) 제조연도 및 제조월

나. 레일 복부의 다른 한쪽 면에는 10m 이내의 간격으로 다음 사항을 열간 각인 한다.

<보기> 주편으로부터 압연된 경우

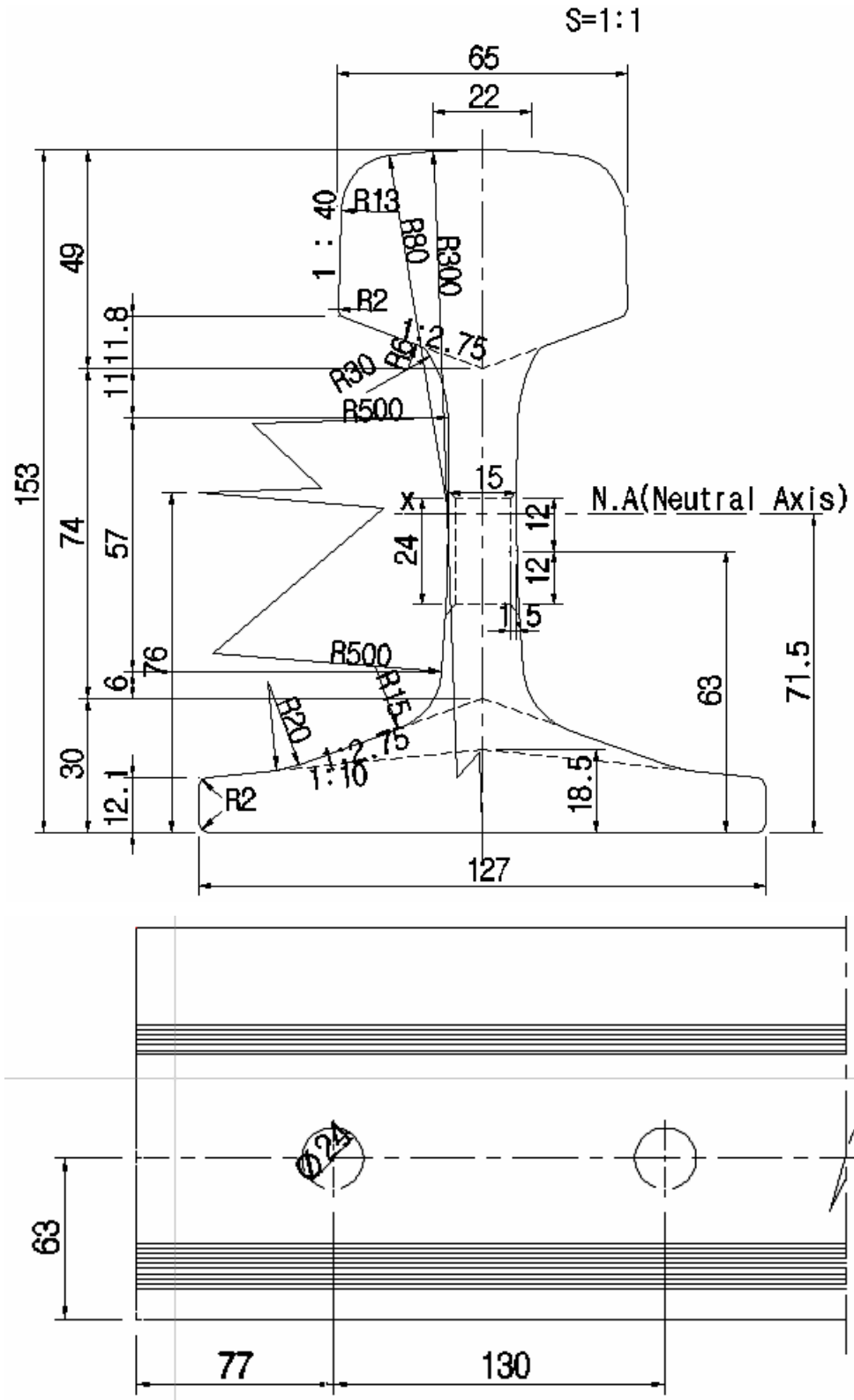


- 1) 주편으로 부터 압연된 레일의 순위를 표시하는 번호
- 2) 스트랜드 번호 및 주편 순위 기호
- 3) 제강 번호

다. 레일 단부로 부터 3m지점 복부에는 레일의 이력관리에 필요한 사항을 표시한 바코드 1개를 부착하여야 한다.

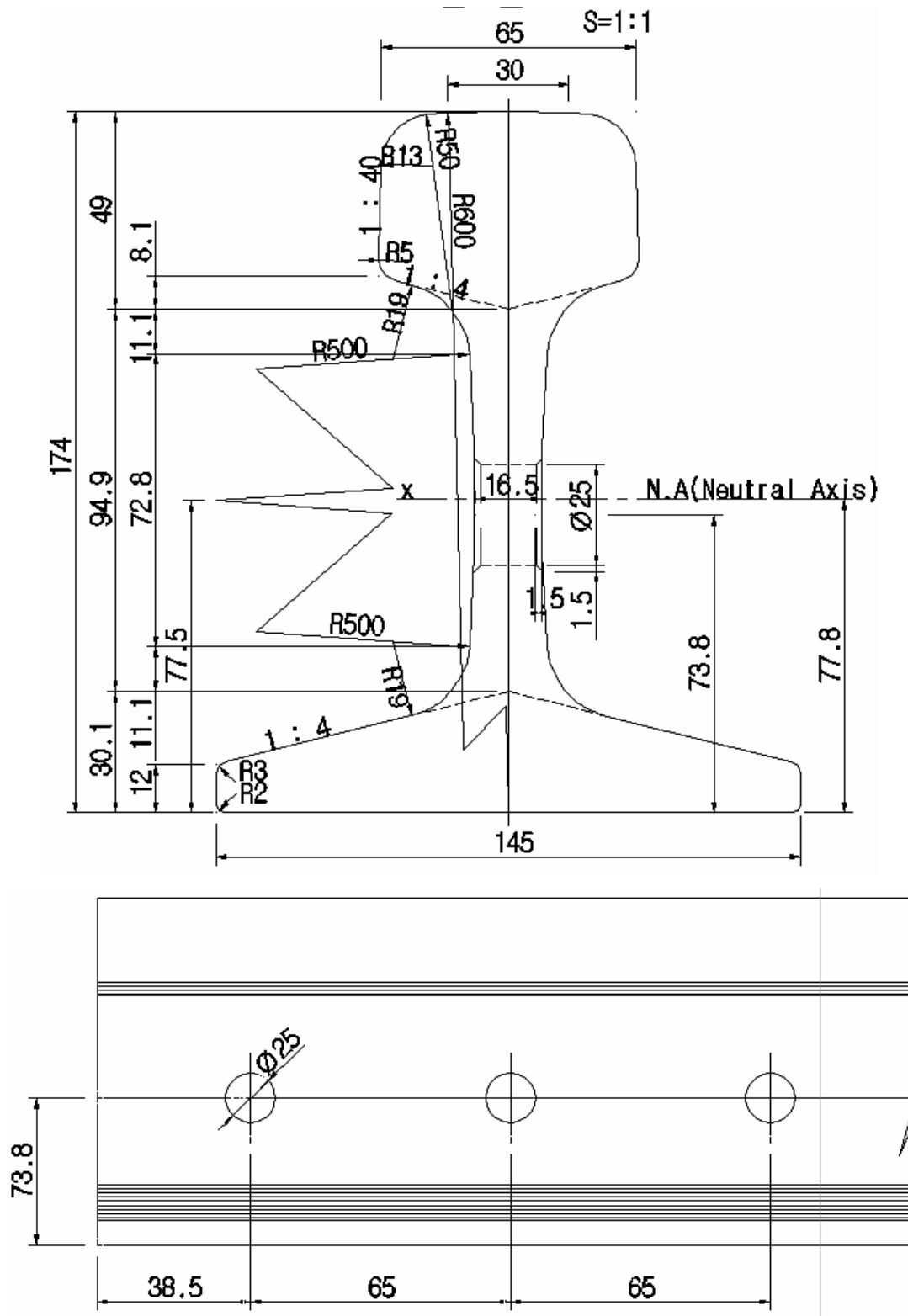
[부도 1] 50N 레일

(단위 : mm)



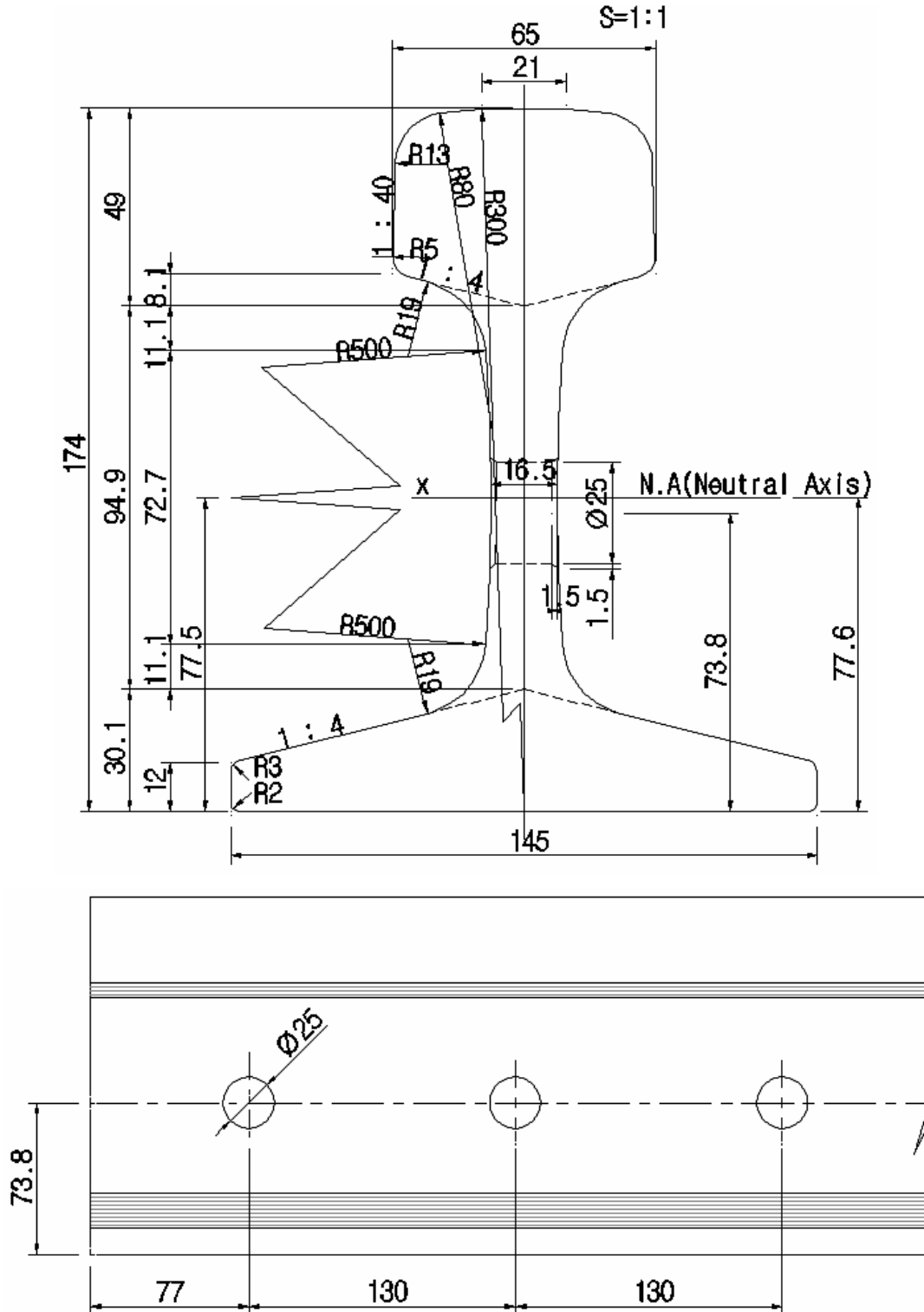
[부도 2] 60 레일

(단위 : mm)



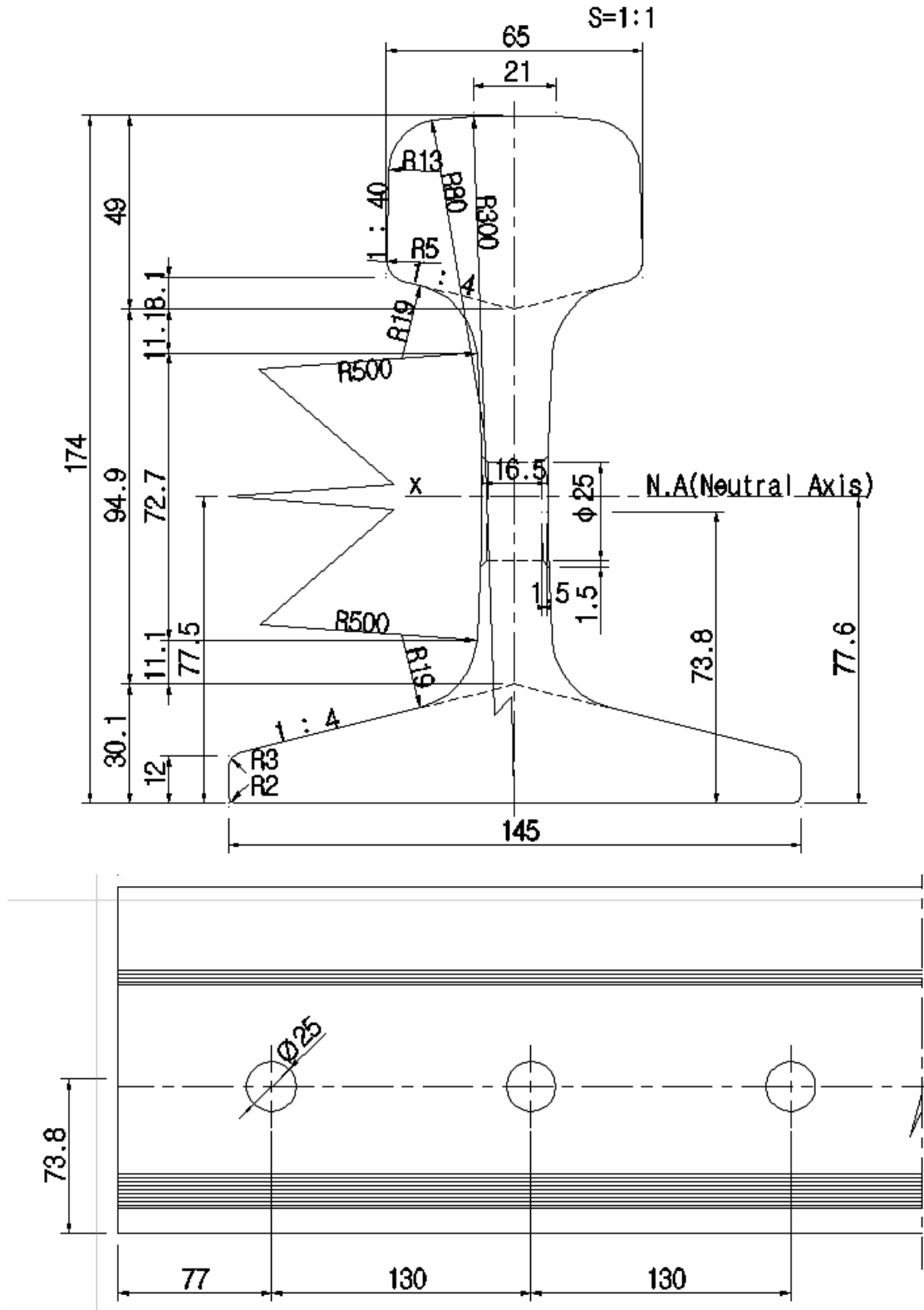
[부도 3] 60K 레일

(단위 : mm)



[부도 4] KR60 레일

(단위 : mm)



[부도 5] 60E1 레일

(단위 : mm)

