

KR E-03220

Rev.6, 21. December 2023

전차선 및 조가선의 표준장력

2023. 12. 21.



국가철도공단

목 차

1. 전차선 및 조가선의 표준장력	1
2. 전차선 및 조가선의 접속	1
3. 무효부분 전차선의 조가선 대응	2
 해설 1. 전선의 특성	3
1. 각종전선의 특성	3
2. 급전선의 이도 및 장력	6
3. 조가선 및 전차선의 이도와 장력	7
4. 전선실장	8
5. 전차선의 잔존단면적	9
6. 전차선 표준장력	10
7. 조가선 표준장력	10
 RECORD HISTORY	11

경 과 조 치

이 철도설계지침 및 편람(KR CODE) 이전에 이미 시행중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여는 발주기관의 장이 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 우리공단 “철도설계지침 및 편람”을 그대로 사용할 수 있습니다.

일 러 두 기

- 사용자의 이용 편의를 위하여 책 단위로 구성된 “철도설계지침” 및 “편람”을 국제적인 방식에 맞게 체계를 각 코드별로 변경하였습니다.
또한, 모든 항목에 대한 해설 및 목차역할을 하는 KR CODE 2012, 각 코드별로 기준 변경사항을 파악할 수 있도록 Review Chart 및 Record History를 제정하였습니다.
- 이번 개정된 “철도설계지침 및 편람(KR CODE)”은 개정 소요가 발생할 때마다 각 코드별로 수정되어 공단 EPMS, CPMS에 게시되며 설계적용시 최신판을 확인 바랍니다.
- “철도설계지침 및 편람(KR CODE)”에서 지침에 해당하는 본문은 설계시 준수해야 하는 부분이고, 해설(편람) 부분은 설계용역 업무수행에 편의를 제공하기 위해 작성한 참고용 기술도서입니다. 여기서, 각 코드의 제목부분에서 해설은 편람을 충칭하는 것입니다.

1. 전차선 및 조가선의 표준장력

전차선 및 조가선의 표준장력은 다음 각 호에 의하며, 가선시스템의 변경 또는 개발시 따로 정하여 적용할 수 있다.

(1) 전차선 및 조가선을 일괄 자동조정하는 경우

전차선		조가선		비고
선종[mm ²]	장력[N]	선종[mm ²]	장력[N]	
Cu 110	9,800	CdCu 70	9,800	
		CWSR 65, CuMg65		
		St 90		
	11,760	Bz 65 CWSR 65, CuMg65	11,760	
	13,720	Bz 65, CuMg65	13,730	Cako250
Cu 170	14,700	CdCu 80	14,700	
Cu 150	13,720	Bz 65 CWSR 65, CuMg65	13,720	

(2) 전차선 및 조가선을 개별 자동조정하는 경우

전차선		조가선		비고
선종[mm ²]	장력[N]	선종[mm ²]	장력[N]	
Cu 150	19,600	Bz 65, CuMg65	13,720	300킬로급
Cu-Sn 150	25,400	Bz116, CuMg116	19,600	350킬로급
Cu-Mg 150	33,320	CuMg116	22,540	400킬로급

2. 전차선 및 조가선의 접속

전차선 및 조가선의 접속은 다음 각 호에 의하여 시설하여야 한다.

- (1) 전차선 및 조가선의 접속지점은 팬터그래프의 통과에 지장이 없도록 시설하여야 한다.
- (2) 전차선 상호간 접속은 직선형접속 클램프를 원칙으로 하되 더블이어를 사용하여 접속할수 있다.
- (3) 신설시에 있어서 본선의 전차선은 부득이한 경우 이외에는 접속하지 아니한다.
- (4) 조가선의 접속은 다음 방법에 의한다.
 - ① 조가선의 접속은 압축접속 또는 접속금구로 접속하며, 접속금구로 접속한 경우에는 상호 균압한다.



- ② 기 설치된 아연도강연선은 접속금구로 접속한다.
- ③ 조가선과 피복조가선의 접속 및 피복 조가선 서로간을 접속할 때는 슬리브를 사용하여 압축접속을 하여야 한다.
- ④ 조가선의 접속은 지지점에서 4.5m 이내로 하며, 접속점이 연속하여 발생하지 않도록 설계하여야 한다.
- (5) 임시설비 철거 등으로 전선류 설계 시 접속점이 발생하지 않도록 전선류 교체를 설계에 반영하여야 하며, 부득이한 경우 접속점을 1개 반영할 수 있다. 단, 피복조가선-조가선간 접속은 제외한다.

3. 무효부분 전차선의 조가선 대응

- (1) 전차선의 무효부분에는 그 길이가 30m 이상으로서 접속점이 팬터그래프의 통과에 지장을 주지 않는 경우에 한하여 조가선으로 대체 사용할 수 있다.

해설 1. 전선의 특성

1. 각종전선의 특성

전차선로에 사용하는 전선의 특성은 <표 1>에 의한다.

표 1. 각종전선의 특성-A

선종	공칭 단면적 [mm ²]	계산 단면적 [mm ²]	조성	지름 [mm]	단위 무게 [kg/m]	전기저항 20℃ [Ω/km]	저항 온도 계수	파괴강도		파괴강도		허용하중	
								[N/mm ²]	[MPa]	[kgf]	[kN]	[kgf]	[kN]
전차선	170	170	원형	15.49	1.511	0.1040	0.00383	340	340	5,900	(57.82)	2,682	(26.28)
	150	151.36	원형 (CuSn)	14.50	1.338	72% IACS		407.3	407.3	6,234	61.2	2,833	(28.33)
	150	151.36	원형 (CuMg)	14.50	1.334	70% IACS		540.0	540.0	8,164	80.0	3,400	(34.00)
	150	150.7	원형	14.40	1.340	0.1173	0.00383	340	340	5,240	(51.35)	2,382	(23.34)
	150	150	Pre-worn	(높이)13.60 (가로)15.10	1.334	0.1173		347	347	5,316	(52.10)	2,739	(26.85)
	110	111.1	원형	12.34	0.9877	0.1592	0.00383	344	344	3,900	(38.22)	1,773	(17.38)
	107	107	Pre-worn	(높이)11.35 12.86	0.951	0.1644					(37.20)		(18.60)
카드뮴 동연선	95	93.26	19/2.5	12.5	0.8465	0.2342	0.00334	-	-	5,220	(51.16)	2,088	(20.46)
	80	78.95	19/2.3	11.5	0.7103	0.276	"	-	-	4,480	(43.90)	1,792	(17.56)
	70	65.81	19/2.10	10.5	0.5974	0.3315	"	-	-	3,672	(35.99)	1,469	(14.40)
	60	59.7	19/2.0	10.0	0.5370	0.365	"	-	-	3,490	(34.20)	1,396	(13.68)
	10	9.9	7/7/0.508	4.59	0.0898	2.2141		-	-	617	(6.05)		
Mg, Sn 동연선	95	93.26	19/2.5	12.5	0.839	0.288	0.002489	-	-	5,374	(52.68)	2,442	(23.93)
	80	78.95	19/2.3	11.5	0.710	0.340	"	-	-	4,550	(44.59)	2,068	(20.27)
	70	65.81	19/2.1	10.5	0.592	0.408	"	-	-	3,849	(37.72)	1,749	(17.14)
	10	9.93	7/7/0.508	4.57	0.089	2.703		-	-	607	(5.95)		
Cu-Mg 동연선	116	116.24	37/2.0	14.0	1.07	0.216	-	576	576	6,826	66.9	2,730	26,760
청동연선	12	12	7/6.65×1	5.19	0.103	2.1	0.002358	-	-	708	(6.94)		
	65	65.49	7/0.54×6 37/1.5	10.5	0.605	0.4474	0.002358	-	-	4,303	(42.20)	1,722	
강심동연 선 (CWSR)	65	65.4	19/2.1	10.3	0.590	0.462	0.00383	-	-	4,310	(42.238)	1,724	(16.895)
아연도 강연선 (3종)	180	183.0	19/3.5	17.5	1.450		0.005	-	-	11,500	(112.70)	4,800	(47.04)
	135	137.5	7/5.0	15.0	1.090	1.057	"	-	-	8,820	(86.44)	3,540	(34.69)
	90	88.0	7/4.0	12.0	0.697	1.653	"	-	-	5,670	(55.57)	2,264	(22.19)
	55	56.3	7/3.2	9.6	0.446	2.583	"	-	-	3,630	(35.57)	1,452	(14.23)
	38	37.16	7/2.6	7.8	0.294			-	-	2,400	(23.52)	956	(9.37)



선종	공칭 단면적 [mm ²]	계산 단면적 [mm ²]	조성	지름 [mm]	단위 무게 [kg/m]	전기저항 20℃ [Ω/km]	저항 온도 계수	파괴강도		파괴강도		허용하중	
								[N/mm ²]	[MPa]	[kgf]	[kN]	[kgf]	[kN]
경동연선 (1종)H	325	323.8	61/2.6	23.4	2.937	0.056	0.00381	-	-	12,900	(126.51)	5,864	(57.66)
	250	253.5	61/2.3	20.7	2.298	0.0715	"	-	-	10,200	(100.03)	4,636	(45.43)
	200	196.4	37/2.6	18.2	1.776	0.092	"	-	-	7,830	(76.79)	3,559	(34.88)
	125	125.5	19/2.9	14.5	1.129	0.143	"	-	-	4,960	(48.64)	2,255	(22.10)
	100	100.9	19/2.6	13.0	0.9076	0.178	"	-	-	4,020	(39.42)	1,827	(17.91)
	38	37.16	7/2.6	7.8	0.3344	0.484	"	-	-	1,480	(14.51)	673	(6.60)
	22	21.99	7/2.0	6.0	0.1979	0.818	"	-	-	888	(8.71)	404	(3.96)
경동연선 (2종)H	200	204.3	19/3.7	18.5	1.838	0.088	0.00381	-	-	7,900	(77.47)	3,591	(35.19)
	150	152.8	19/3.2	16.0	1.375	0.118	"	-	-	6,000	(58.84)	2,727	(26.73)
	100	101.6	7/4.3	12.9	0.9145	0.177	"	-	-	3,880	(38.05)	1,764	(17.29)
	75	75.25	7/3.7	11.1	0.6770	0.239	"	-	-	2,910	(28.54)	1,323	(12.97)
강 심 알루미늄 연 선 (ACSR)	330	326.8 52.84	Al 26/4.0 St 7/3.1	25.3	1.320	0.0888	0.0040	-	-	10,930	(107.11)	4,372	(42.85)
	240	241.3 56.29	Al 30/3.2 St 7/3.2	22.4	1.110	0.120		-	-	10,210	(100.06)	4,084	(40.02)
	240 (288)	233.19 54.55	Al 30/3.15 St 7/3.15	22.05	1.107	0.1209		-	-		(96.00)		
	160	159.3 37.16	Al 30/2.6 St 7/2.6	18.2	0.7328	0.182	0.0040	-	-	6,990	(68.50)	2,796	(27.40)
	95	95.40 15.90	Al 6/4.5 St 1/4.5	13.5	0.3852	0.301	0.0040	-	-	3,180	(31.16)	1,272	(12.47)
	80	80.10 13.85	Al 6/4.2 St 1/4.2	12.6	0.3355	0.345		-	-	2,770	(27.15)	1,108	(10.86)
	60 (93)	58.9 34.4	Al 12/2.5 St 7/2.5	12.5	0.437	0.4799		-	-		(46.10)		
	58	57.73 9.62	Al 6/3.5 St 1/3.5	10.5	0.2331	0.497	0.0040	-	-	1,980	(19.40)	792	(7.76)
	32	31.85 5.309	Al 6/2.6 St 1/2.6	7.8	0.1286	0.899	0.0040	-	-	1,140	(11.17)	456	(4.47)
경알루미늄 연 선	300	297.6	37/3.2	22.4	0.8201	0.0969	0.0040	-	-	4,430	(43.44)	1,772	(17.37)
	200	204.3	19/3.7	18.5	0.5598	0.140	"	-	-	3,030	(29.71)	1,212	(11.88)
	150	152.8	19/3.2	16.0	0.4187	0.188	"	-	-	2,270	(22.26)	908	(8.90)
	95	96.95	7/4.2	12.6	0.2649	0.295	"	-	-	1,410	(13.83)	564	(5.53)

표 2. 각종전선의 특성-B

선 종	팽창계수 $\alpha[K^{-1}]$	탄성계수		기 사
		[N/mm ²]	[GPa]	
전차선	1.7×10^{-5}	11.76×10^4	(117.68)	잔존단면적 : 95.10mm ² , 표준장력 : 1,500kgf (14,700N) 잔존단면적 : 88.74mm ² , 표준장력 : 1,400kgf (13,720N)
	1.7×10^{-5}			350km/h 전차선로 시스템 개발 연구 핵심부품 개발 결과
	1.7×10^{-5}	11.76×10^4	(117.68)	잔존단면적 : 91.25mm ² , 표준장력 : 1,400kgf (13,720N)
	1.7×10^{-5}	$[83 \times 10^{-6}]$		TGV, [] : Modulus of elasticity for tension
	1.7×10^{-5}	11.76×10^4	(117.68)	잔존단면적 : 67.6mm ² , 표준장력 : 1,000kgf (9,800N) 잔존단면적 : 75.121mm ² , 표준장력 : 1,200kgf (1,760N)
	1.7×10^{-5}	$[83 \times 10^{-6}]$		TGV, [] : Modulus of elasticity for tension
카드뮴 동연선	1.7×10^{-5}	12.25×10^4	(122.58)	BS 2755 Table 6
	"	"	"	
	"	"	"	BS 2755 Table 6
	"	"	"	
Mg, Sn 동연선	1.696×10^{-5}			국산신기술 인정품
	"			
	"			
Cu-Mg 동연선				
청동연선	1.7×10^{-5}	$[118 \times 10^{-6}]$		TGV
	"	"		
강심동 연선	1.7×10^{-5}	-	-	국산 구매조건부 개발품
아연도 강연선 (3종)	1.2×10^{-5}	19.6×10^4	(196.13)	파괴강도 : 1종 20,500kgf [201kN] 2종 : 14,800kgf [145kN]
	"	"	"	파괴강도 : 1종 18,800kgf [155kN] 2종 : 11,400kgf [112kN]
	"	"	"	파괴강도 : 1종 10,100kgf [99.1kN] 2종 : 7,280kgf [71.4kN]
	"	"	"	파괴강도 : 1종 6,500kgf [63.7kN] 2종 : 4,660kgf [45.7kN]
	"	"	"	파괴강도 : 1종 4,280kgf [42.0kN] 2종 : 3,080kgf [30.2kN]
	"	"	"	



선 종	팽창계수 $\alpha[K^{-1}]$	탄성계수		기 사
		$[N/mm^2]$	$[GPa]$	
경동연선 (1종)H	1.7×10^{-5}	11.76×10^4	(117.68)	
	"	"	"	
	"	"	"	
	"	"	"	
	"	"	"	
	"	"	"	
경동연선 (2종)H	1.7×10^{-5}	11.76×10^4	(117.68)	
	"	"	"	
	"	"	"	
강심 알루미늄 연선 (ACSR)	1.9×10^{-5}	82.32×10^4	(82.38)	
	1.8×10^{-5}	$[132 \times 10^{-6}]$		TGV, 공칭단면적의 []내는 강심 포함한 단면적
	1.8×10^{-5}	89.18×10^3	(89.24)	
	1.9×10^{-5}	82.32×10^3	(82.38)	
	1.9×10^{-5}	82.32×10^3	(82.38)	
	1.8×10^{-5}	$[132 \times 10^{-6}]$		TGV, 공칭단면적의 []내는 강심 포함한 단면적
	1.9×10^{-5}	82.32×10^3	(82.38)	
	1.9×10^{-5}	82.32×10^3	(82.38)	
경 알루미늄 연선	2.3×10^{-5}	62.73×10^3	(61.78)	
	"	"	"	
	"	"	"	
	"	"	"	

2. 급전선의 이도 및 장력

(1) 급전선의 이도 및 장력의 계산은<식 (1)~(5)>에 의한다.

$$T = \frac{w \cdot S^2}{8D} \text{ ----- (1)}$$

$$T_0 = \frac{w_0 \cdot S^2}{8D_0} \text{ ----- (2)}$$

$$T = T_0 - \frac{8A \cdot E}{3S^2} (D_0^2 - D^2) - A \cdot E \cdot \alpha(t - t_0) \text{ ----- (3)}$$

$$T^3 - \left\{ T_0 - \frac{8AE D_0^2}{3S^2} - AE\alpha(t-t_0) \right\} T^2 - \frac{AEW^2 S^2}{24} = 0 \quad \text{----- (4)}$$

$$D^3 + \left[\frac{3S^2}{8A \cdot E} \{ T_0 - A \cdot E \cdot \alpha(t-t_0) \} - D_0^2 \right] D - \frac{3w \cdot S^4}{64A \cdot E} = 0 \quad \text{----- (5)}$$

T : 전선의 온도 t에 있어서 장력 [N]

T₀ : 전선의 표준온도 t₀에 있어서 표준장력 [N]

D : 장력 T에 있어서 이도 [m]

D₀ : 장력 T₀에 있어서 이도 [m]

A : 전선의 단면적 [mm²]

E : 전선의 탄성계수 [N/mm²]

α : 전선의 선팽창계수

w : 전선의 단위중량 [N/m]

w₀ : 무풍시 전선의 단위중량 [N/m]

S : 경간 [m]

3. 조가선 및 전차선의 이도와 장력

(1) 전차선의 이도계산은 <식 (6)~(8)>에 의한다.

① 조가선, 전차선 일괄자동장력조정을 하지 않는 경우

$$\begin{aligned} & d_t^3 + \frac{3A \cdot E \cdot d_0}{A \cdot E + A' \cdot E'} d_t^2 + \frac{3S^2}{8(A \cdot E + A' \cdot E')} \cdot \\ & \left\{ T_m + T_t + \frac{16A \cdot E \cdot d_0^2}{3S^2} - (A \cdot E \cdot \alpha + A' \cdot E' \cdot \alpha') \cdot (t-t_0) \right\} d_t \\ & - \frac{3S^2}{64(A \cdot E + A' \cdot E')} \{ (W - W_0) S^2 + 8A \cdot E \cdot \alpha \cdot d_0(t-t_0) \} = 0 \quad \text{--- (6)} \end{aligned}$$

② 전차선만 자동장력조정을 하는 경우

$$\begin{aligned} & d_t^3 + 3d_0 \cdot d_t^2 + \frac{3S^2}{8A \cdot E} \left\{ T_m + T_t + \frac{16A \cdot E \cdot d_0^2}{3S^2} - A \cdot E \cdot \alpha(t-t_0) \right\} d_t \\ & d_t^3 + 3d_0 \cdot d + \frac{3S^2}{8A \cdot E} \left\{ T_m + T_t + \frac{16A \cdot E \cdot d_0^2}{3S^2} - A \cdot E \cdot \alpha(t-t_0) \right\} d_t \\ & - \frac{3S^2}{64A \cdot E} \{ (W - W_0) \cdot S^2 + 8A \cdot E \cdot \alpha \cdot d_0(t-t_0) \} = 0 \quad \text{----- (7)} \end{aligned}$$

③ 조가선, 전차선을 일괄자동장력조정을 하는 경우

$$d_t = \frac{S^2(W - W_0)}{8(T_m + T_t)} \quad \text{----- (8)}$$



- A : 조가선 단면적 [mm^2]
 E : 조가선 탄성계수 [N/mm^2]
 α : 조가선 선팽창계수
 A' : 전차선 단면적 [mm^2]
 E' : 전차선 탄성계수 [N/mm^2]
 α' : 전차선 선팽창계수
 $t-t_0$: 온도변화 [$^{\circ}\text{C}$]
 d_t : 전차선 이도 [m]
 d_0 : 조가선 표준온도시 이도 [m]
 T_m : 조가선 표준장력 [N]
 T_t : 전차선 표준장력 [N]
 W : 전차선 마모 후 단위중량 [N/m]
 W_0 : 전차선 마모 전 단위중량 [N/m]
 S : 경간 [m]

(2) 조가선, 전차선 온도변화 후의 장력은 <식 (9)~(10)>에 의한다.

$$T_m' = T_m + \frac{8A \cdot E}{3S^2}(d_t^2 + 2d_0 \cdot d_t) - A \cdot E \cdot \alpha(t - t_0) \text{ ----- (9)}$$

$$\text{단, } d_0 = \frac{W_0 \cdot S^2}{8T_m}$$

$$T_t' = T_t + \frac{8A' \cdot E'}{3S^2}d_t^2 - A' \cdot E' \cdot \alpha(t - t_0) \text{ ----- (10)}$$

T_m' : 온도변화 후의 조가선 장력

T_t' : 온도변화 후의 전차선 장력

(3) 조가선 온도변화 후의 이도는 <식 (11)>에 의한다.

$$d_m = \frac{W \cdot S^2}{8T_m'} - \frac{T_t'}{T_m'}d_t \text{ ----- (11)}$$

d_m : 온도변화 후의 조가선 이도

4. 전선실장

급전선의 전선실장 계산은 <식 (12), (13)>에 의한다.

(1) 양지지점에서 고정차가 없는 경우

$$L_0 = S + \frac{w^2 \cdot S^3}{24T^2} = S + \frac{8D^2}{3S} \text{ [m] ----- (12)}$$

(2) 양지지점에서 고저차가 있는 경우

$$L = L_0 + \frac{H^2}{2S} \text{ [m]} \text{ ----- (13)}$$

S : 경간장 [m]

w : 전선단위중량 [N/m]

T : 전선장력 [N]

D : 전선이도 [m]

H : 양지지점의 고저차 [m]

$$D = \frac{w \cdot S^2}{8T}$$

5. 전차선의 잔존단면적

(1) 전차선의 잔존직경으로부터 잔존단면적을 구하는 계산은 <식 (14)~(19)>에 의한다.

① 환형

$$\text{잔존단면적 } A = S - a \text{ ----- (14)}$$

$$a = \left(\pi R^2 \times \frac{\theta}{180} \right) - (R - x) \cdot R \sin \theta$$

$$\theta = \cos^{-1} \left(1 - \frac{x}{R} \right)$$

R : 전차선 반지름 [mm]

A : 전차선 잔존면적 [mm²]

S : 신품 전차선 단면적 [mm²]

a : 전차선 마모부분의 단면적 [mm²]

D : 신품 전차선의 직경 [mm]

ρ : 전차선의 비중 (8.89)

P₀ : 신품 전차선의 항장력 [N]

x : 전차선 마모길이 [mm]

θ : 전차선이 마모되었을 때 수직면과의 각

$$\text{잔존중량 } W = A \cdot \rho \times 10^{-3} \text{ ----- (15)}$$

$$\text{잔존항장력 } P = P_0 \frac{A}{S} \text{ ----- (16)}$$

② 수직형

$$\ell = H - L$$

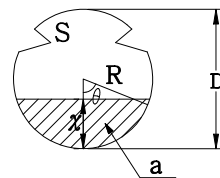


그림 1.



L : 잔존높이

S : 초기단면적

A : 잔존단면적

C : 사선부면적

GTT 110mm² C=49.6mm²

GTT 170mm² C=101.3mm²

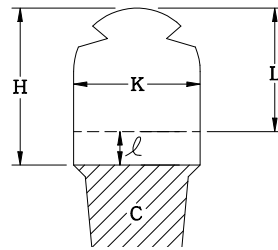


그림 2.

잔존단면적

$$\begin{aligned} A &= S - C - K \cdot \ell \\ &= S - C - K(H - L) \end{aligned} \quad (17)$$

잔존중량

$$W = A \cdot \rho \times 10^{-3} \quad (18)$$

ρ : 전차선의 비중 (8.89)

잔존항장력

$$P = P_0 \frac{A}{S} \quad (19)$$

P_0 : 신품 전차선 항장력

6. 전차선 표준장력

전차선의 잔존단면적에 의한 표준장력은 <식 (20)>에 의한다.

$$T = \frac{\sigma \cdot A}{S_t} \quad (20)$$

T : 전차선의 허용인장력 [N]

σ : 전차선의 파괴강도 [N/mm²]

A : 전차선의 잔존단면적 [mm²]

S_t : 전차선의 안전율

7. 조가선 표준장력

조가선의 표준장력은 전차선의 단선사고시 조가선의 장력부담을 감안하여 <식 (21)>에 의한다.

$$T_m \leq \frac{\sigma_m}{S_m \times \alpha} \quad (21)$$

T_m : 조가선의 허용하중 [N]

σ_m : 조가선의 파괴강도 [N/mm²]

S_m : 조가선의 안전율 (2.5 이상)

α : 여유율

RECORD HISTORY

Rev.0('12.12.5) 철도설계기준 철도설계지침, 철도설계편람으로 나누어져 있는 기준 체계를 국제적인 방법인 항목별(코드별)체계로 개정하여 사용자가 손쉽게 이용하는데 목적을 둬.

Rev.4('15.06.29) 급전선의 이도 및 장력 계산식 오류 수정

Rev.5('15.12.30) 400km/h급 전차선 및 조가선 표준장력 값 추가

Rev.6('23.12.21) 경의선 급전장애 재발방지를 위한 안전대책 세부추진계획(안)(전철처-7309호, 2023.09.18.)에 따른 조가선 접속기준 개선 반영(기준심사처-4846호, 2023.12.19.)