

KR E-03030

Rev.6, 25. November 2024

전차선로의 전압

2024. 11. 25



국가철도공단

[illegible]

목 차

지침

1. 용어정의	1
2. 전차선로의 전압	1

편람

해설 1. 용어정의	2
해설 2. 전차선로의 전압	3

참고 1. 전차선로 전압	4
1.1 철도용 견인시스템의 공급전압	4
참고 2. 전차선로의 공칭전압	6

RECORD HISTORY	7
----------------------	---

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 “지침”은 설계 시 준수해야 하는 사항이며, “편람”은 설계용역 업무수행에 편의를 제공하기 위해 작성한 참고용 기술도서로 지침에 대한 해설과 참고자료를 수록하였습니다.

1. 용어정의

- (1) 공칭전압 V_n : 시스템 설계 값
- (2) 최고 영구 전압 $V_{\max1}$: 무한정 지속될 것으로 예상되는 전압의 최댓값
- (3) 최고 비영구 전압 $V_{\max2}$: 지속시간이 5분이하로 예상되는 전압의 최댓값
- (4) 최저 영구 전압 $V_{\min1}$: 무한정 지속될 것으로 예상되는 전압의 최솟값
- (5) 최저 비영구 전압 $V_{\min2}$: 지속시간이 2분 이하로 예상되는 전압의 최솟값

2. 전차선로의 전압

- (1) 전차선로의 공칭전압은 단상 교류 25kV(급전선과 레일사이 및 전차선과 레일사이의 전압은 25kV가 되고, 전차선과 급전선사이는 50kV가 급전되는 시스템)을 표준으로 하며 최고, 최저전압은 다음 표에 의한다.

구 분	전 압 [kV]
최고 비영구 전압($V_{\max2}$)	29
최고 영구 전압($V_{\max1}$)	27.5
공칭 전압(V_n)	25
최저 영구 전압($V_{\min1}$)	19
최저 비영구 전압($V_{\min2}$)	17.5

- (2) 직류방식으로 시행할 경우에는 1,500V를 기준으로 한다.



해설 1. 용어정의

※ 아래는 사용자 편의를 위해 본 해설과 연관된 기준을 표현한 것이며, 설계적용 시 최신판을 확인 바랍니다.

철도설계지침

1. 용어정의

- (1) 공칭전압 V_n : 시스템 설계 값
- (2) 최고 영구 전압 $V_{\max 1}$: 무한정 지속될 것으로 예상되는 전압의 최솟값
- (3) 최고 비영구 전압 $V_{\max 2}$: 지속시간이 5분이하로 예상되는 전압의 최솟값
- (4) 최저 영구 전압 $V_{\min 1}$: 무한정 지속될 것으로 예상되는 전압의 최솟값
- (5) 최저 비영구 전압 $V_{\min 2}$: 지속시간이 2분 이하로 예상되는 전압의 최솟값

해설 2. 전차선로의 전압

※ 아래는 사용자 편의를 위해 본 해설과 연관된 기준을 표현한 것이며, 설계적용 시 최신판을 확인 바랍니다.

철도건설규칙

제34조(전차선로의 공칭전압)

전차선로의 공칭전압(公稱電壓)은 표준 전기철도 전압 중에서 해당 전압에 대한 안전성 및 설비의 경제성 등을 갖춘 전압으로 하여야 한다.

철도의 건설기준에 관한 규정

제35조(전차선로의 공칭전압)

- ① 전차선로의 공칭전압은 단상 교류 2만5천볼트 시스템(전차선과 레일사이 및 급전선과 레일 사이는 2만5천볼트가 급전되고 전차선과 급전선 사이는 5만볼트가 급전되는 시스템)을 표준으로 한다. 다만, 직류방식으로 시행할 경우에는 1천500볼트로 한다.
- ② 공칭전압이 단상 교류 2만5천볼트인 시스템에서 전차선의 연속 최고 전압은 2만7천500볼트로 하고, 연속 최저 전압은 1만9천볼트로 한다. 다만, 5분간 허용되는 최고 전압은 2만9천볼트로 하며 이러한 전압 기준에 적합하도록 전차선로를 설비하여야 한다.

철도설계지침

2. 전차선로의 전압

- (1) 전차선로의 공칭전압은 단상 교류 25kV(급전선과 레일사이 및 전차선과 레일사이의 전압은 25kV가 되고, 전차선과 급전선사이는 50kV가 급전되는 시스템)을 표준으로 하며 최고, 최저전압은 다음 표에 의한다.

구 분	전 압 [kV]
최고 비영구 전압($V_{\max 2}$)	29
최고 영구 전압($V_{\max 1}$)	27.5
공칭 전압(V_n)	25
최저 영구 전압($V_{\min 1}$)	19
최저 비영구 전압($V_{\min 2}$)	17.5

- (2) 직류방식으로 시행할 경우에는 1,500V를 기준으로 한다.



참고 1. 전차선로 전압

1.1 철도용 전인시스템의 공급전압

1.1.1 철도 운용전압

철도운용전압은 「KS C IEC 60850」의 내용은 아래와 같다.

표 1. KS C IEC 60850 규격에 의한 전기철도 전압

주파수 (실효값)Hz	V_{min2} (V)	V_{min1} (V)	V_n (V)	V_{max1} (V)	V_{max2} (V)
60	17500	19000	25000	27500	29000

1.1.2 EN 50163(Railway Applications Supply Voltages in Traction Systems)

(1) EN 50163에는 25kV AC 전철시스템의 전압 기준에 대하여 다음과 같이 기술되어 있다.

최저 일시 전압 U_{min2}	최저 연속 전압 U_{min1}	공칭 전압 U_n	최대 연속 전압 U_{max1}	최대 일시 전압 U_{max2}
17500	19000	25000	27500	29000

여기서,

- ① 전압(U)란 집전 전압(열차의 팬터그래프와 레일 사이에 걸리는 전압)을 말하며, 위 표의 기준은 차단이나 고장이 없는 상태의 정상적인 운영 상태에 대하여 적용된다. 이 전압은 기본 주파수(1st 조파)의 r.m.s 값을 의미한다.
- ② 최저 일시 전압(Lowest non-permanent voltage) U_{min2} : 최대 10분간 허용되는 전압의 최소치.
- ③ 최저 연속 전압(Lowest permanent voltage) U_{min1} : 상시 허용되는 전압의 최소치.
- ④ 최대 연속 전압(Highest permanent voltage) U_{max1} : 상시 허용되는 전압의 최고치.
- ⑤ 최대 일시 전압(Highest non-permanent voltage) U_{max2} : 최대 5분간 허용되는 전압의 최대치.

1.1.3 고속철도의 유럽 국가간 상호 통행성 보장을 위한 기술 규격(TSI)-ST04EN12

- ① 집전 전압의 기준에 대하여 근간은 EN 50163과 동일하게 가고 있으나 최저 일시 전압(Lowest non-permanent voltage)은 보다 엄격하게 제한
- ② 최저 일시 전압(Lowest non-permanent voltage) U_{min2} 는 17.5 kV로 그대로 두되 $U_{min2} \sim U_{min1}$ (19 kV) 사이에 허용되는 지속 시간을 2분으로 축소
- ③ U_{min2} 는 비정상적 운행 조건에서 열차들이 출발할 때 나타날 수 있는 전압의 하한치

로 규정

④ 정상 운행 조건에서는 $U_{min1} \sim U_{max2}$ 사이 전압 범위에 있어야 한다고 규정

(2) TSI¹⁾ ST04EN12 중 전압 기준 관련 발췌

ANNEX N: VOLTAGE AND FREQUENCY OF TRACTION SYSTEMS					
N.1 SCOPE					
This annex defines the voltage and frequency and their tolerances at the terminals of the substation and at the pantograph.					
N.2 VOLTAGE					
The characteristics of the main voltage systems (overvoltages excluded) are detailed in Table N.1.					
Table N.1: Nominal voltages and their permissible limits in values and duration					
Electrification system	Lowest non-permanent voltage	Lowest permanent voltage	Nominal voltage	Highest permanent voltage	Highest non-permanent voltage
	U_{min2} (V)	U_{min1} (V)	U_n (V)	U_{max1} (V)	U_{max2} (V)
DC (mean values)	400 (1)	400	600	720	800 (2)
	400 (1)	500	750	900	1 000 (2)
	1 000 (1)	1 000	1 500	1 800	1 950 (2)
	2 000 (1)	2 000	3 000	3 600	3 900 (2)
AC (rms values)	11 000 (1)	12 000	15 000	17 250	18 000 (2)
	17 500 (1)	19 000	25 000	27 500	29 000 (2)

(1) The duration of voltages between U_{min1} and U_{min2} shall not be longer than two minutes
 (2) The duration of voltages between U_{max1} and U_{max2} shall not be longer than five minutes

- The voltage of the busbar at the substation with all line circuit breakers open shall be lower or equal than U_{max1}
- Under normal operating conditions voltages shall stay within the range between U_{min1} and U_{max2} .
 Under abnormal operating conditions voltages in the range U_{min1} to U_{min2} are acceptable.

1) TSI : 유럽철도네트워크 상호운전을 위한 기술사양(Technical Specification for Interoperability)



참고 2. 전차선로의 공칭전압

(1) 공칭전압

그 선로를 대표하는 선간전압을 말하며, 정부가 표준으로 정하여 기준으로 삼는 전압입니다.

(2) 국제기준에서 말하는 “공칭전압”이란

- ① IEC 61850 : 공칭전압에 대하여 규정하고 있다.
- ② IEC 60850 : Railway application Supply voltages of traction systems의 4항에 규정하고 있으며, 이는 EN 50163의 규정을 인용하였다.
- ③ EN 50163(Railway application Supply voltages of traction systems)의 ANNEX N에는

공칭 전압(Normal voltage : U_n) : 25,000V

최저 일시전압(Lowest non-permanent voltage : U_{min2}) : 17,500V

최저 연속전압(Lowest permanent voltage : U_{min1}) : 19,000V

최대 연속전압(Hight permanent voltage : U_{max1}) : 27,500V

최대 일시전압(Hight non-permanent voltage : U_{max2}) : 29,000V로 규정하고 있다

- ④ IEC 60850을 번역한 KS C IEC 60850에서는

공칭전압(V_n)= 시스템의 설계값“은 다음과 같이 규정하고 있으며,

KS C IEC 60850의 4.1 의 공칭 전압과 값 및 지속 시간의 허용한계 <표 1>에서 공칭전압(V_n)은 25,000V로 규정하고 있다.

즉, AT급전방식의 전기철도에서 급전선과 전차선간의 공칭 선간전압은 50,000V이다.

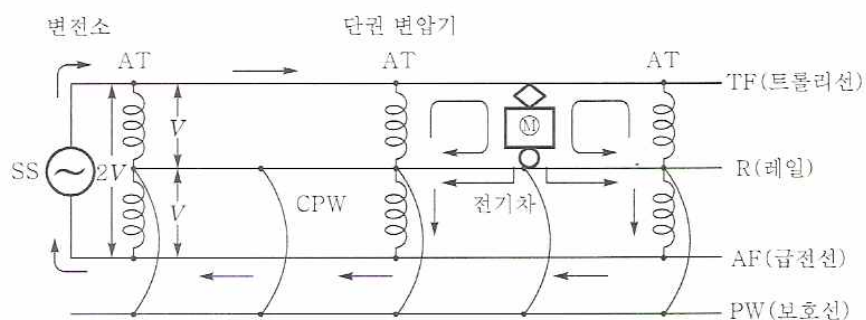


그림 1. 교류 AT급전방식의 계통도

RECORD HISTORY

- Rev.3(12.12.05) 철도설계기준 철도설계지침, 철도설계편람으로 나누어져 있는 기준 체계를 국제적인 방법인 항목별(코드별)체계로 개정하여 사용자가 손쉽게 이용하는 데 목적을 둔.
- Rev.4(14.03.06) 철도설계기준(시스템편) 개정(국토부 고시 제2013-757호, '13.12.05)사항 반영하여 개정함
- Rev.5(23.11.27) 관계 법령, 설계기준 등 인용 기준 최신화, 표현방식 변경, 오류사항 수정 등 단순사항 수정(기준심사처-4429호, 2023.11.27.)
- Rev.6(24.11.25) “전철전력분야 철도건설기준 고도화 용역”으로 도출된 KR CODE 고도화 방안(편람을 해설과 참고로 구분, 국가기준 병기 등)에 따른 개정(심사기준처-3508호, 2024.11.22)