

6장

선로 공학

학습목표

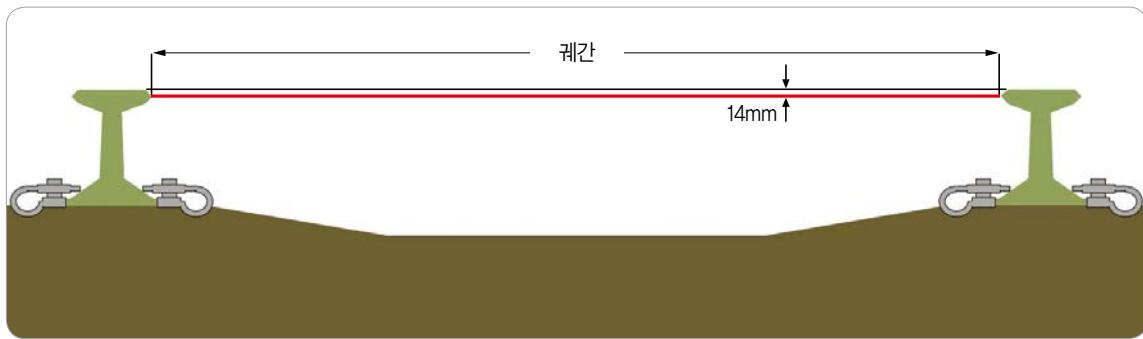
- 선로에 관련된 용어에 대하여 설명할 수 있다.
- 선로 역학과 관련된 산출식에 대하여 설명할 수 있다.

[핵심 용어]

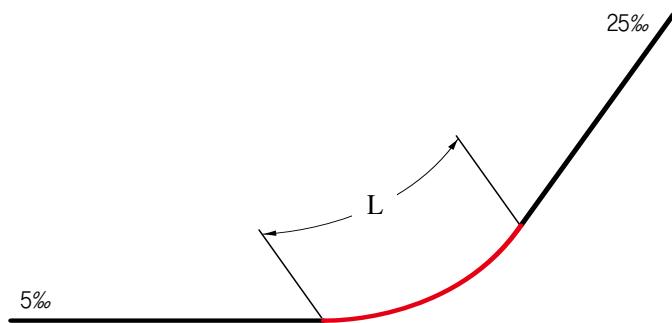
- 최소 곡선 반지름, 캉트, 완화곡선, 슬랙, 선로의 최대 기울기, 종곡선 등

6.1 용어의 정의

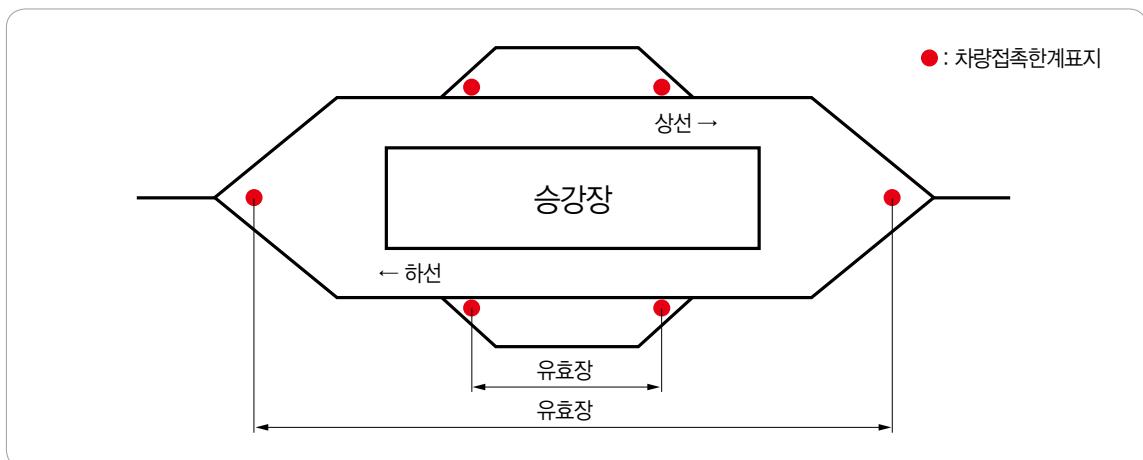
- (1) 표준궤간의 표준 치수는 1435mm로 한다.
- (2) 궤간이란 양쪽 레일 안쪽 간의 거리 중 가장 짧은 거리를 말하며, 레일의 윗면으로부터 14mm 아래 지점을 기준으로 한다.
- (3) 슬랙이란 차량이 곡선 구간의 선로를 원활하게 통과하도록 바깥쪽 레일을 기준으로 안쪽 레일을 조정하여 궤간을 넓히는 것을 말한다.
- (4) 캉트란 차량이 곡선 구간을 안전하게 운행할 수 있도록 안쪽 레일을 기준으로 바깥쪽 레일을 높게 부설하는 것을 말한다.
- (5) 종곡선이란 차량이 선로 기울기의 변경 지점을 원활하게 운행할 수 있도록 종단면에 두는 곡선을 말한다.
- (6) 설계속도란 해당 선로를 설계할 때 기준이 되는 상한 속도를 말한다.
- (7) 배차 간격이란 선행 열차와 후속 열차 간의 운전을 위한 배차 시간 간격을 말하며, 배차 간격의 최솟값을 최소 배차 간격이라 한다.
- (8) 전기동차 전용선이란 도시교통 처리를 주목적으로 전기동차가 운행되는 선로로서, 디젤기관 등에 따른 여객열차와 화물열차는 운행되지 아니하는 선로를 말한다.



[그림 6-1] 궤간



[그림 6-2] 종곡선



[그림 6-3] 유효장

(9) 유효장이란 인접 선로의 열차 및 차량 출입에 지장을 주지 아니하고 열차를 수용할 수 있는 해당 선로의 최대 길이를 말한다.

6.2 최소 곡선 반지름

설계속도를 V (km/h), 최대 설정 캔트를 C_1 , 최대 부족 캔트를 C_2 라 할 때, 설계속도에 따른 최소 곡선 반지름을 크기는 다음과 같이 정의한다.

$$R \geq 11.8 \frac{V^2}{C_1 + C_2}, \dots \dots 6-1식$$

본선 선로의 설계속도에 따른 최소 곡선 반지름은 다음 표의 값 이상으로 해야 한다.

[표 6-1] 본선 선로의 설계속도에 따른 최소 곡선 반지름의 크기

설계속도 V (km/h)	최소 곡선 반지름(m)	
	자갈 도상 궤도	콘크리트 도상 궤도
200	1,900	1,600
150	1,100	900
120	700	600
$V \leq 70$	400	400

다음과 같은 경우에는 최소 곡선 반지름 크기를 축소할 수 있다.

(1) 정거장의 전·후 구간 등 부득이한 경우

[표 6-2] 본선 선로의 설계속도에 따른 최소 곡선 반지름의 크기(부득이한 경우)

설계속도 V (km/h)	최소 곡선 반지름(m)
$150 < V \leq 200$	600
$120 < V \leq 150$	400
$70 < V \leq 120$	300
$V \leq 70$	250

(2) 전기동차 전용선의 경우, 설계속도와 관계없이 250m가 된다.

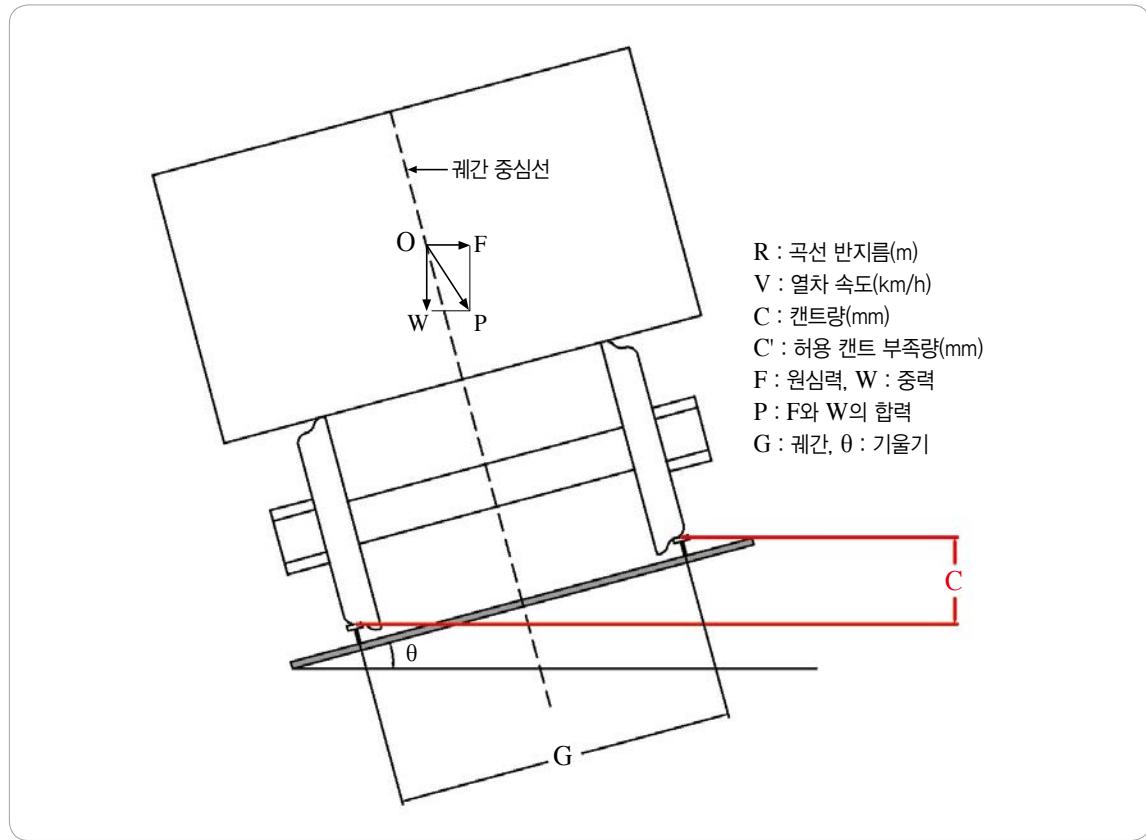
(3) 부(副)본선, 측선 및 분기기(分岐器)에 연속되는 경우에는 곡선 반지름을 200m까지 축소할 수 있다.

6.3 설정 캔트 및 부족 캔트

설정 캔트 및 부족 캔트는 곡선 구간의 궤도에 열차의 운행 안정성 및 승차감을 확보하고, 궤도에 주는 압력을 균등하게 하기 위하여 필요하다. 설정 캔트를 C_1 (mm), 설계속도를 V (km/h), 곡선 반지름을 r (m), 부족 캔트를 C_2 (mm)라고 할 때, 설정 캔트는 아래와 같이 정의하고 아래 표에서 정리한 값 이하로 하여야 한다.

[표 6-3] 궤도의 종류와 설계속도에 따른 캔트의 크기

설계속도 V (km/h)	자갈 도상 궤도		콘크리트 도상 궤도	
	최대 설정 캔트	최대 부족 캔트	최대 설정 캔트	최대 부족 캔트
$200 < V \leq 350$	160	80	180	130
$V \leq 200$	160	100	180	130



[그림 6-4] 캔트

$$(1) \text{ 설정 캔트} : C_1 = 11.8 \cdot \frac{V^2}{r} - C_2 \text{ (부족 캔트량)} \text{ (mm)}, \dots \dots 6-2\text{식}$$

$$(2) \text{ 부족 캔트} : C_2 = 11.8 \cdot \frac{V^2}{r} - C_1 \text{ (설정 캔트량)} \text{ (mm)}, \dots \dots 6-3\text{식}$$

6.4 완화곡선

곡선 반지름을 가진 곡선 선로와 직선 선로가 접속하는 곳에는 완화곡선을 두어야 하는데, 분기 기에 연속되는 경우이거나 기존 선로를 고속 선로로 변경하는 구간에서는 부족 캔트 변화량 한계 ¹²⁾을 적용할 수 있다. 그리고 본선의 경우, 설계속도에 따라 다음 표 미만의 곡선반경을 가진 곡선과 직선이 접속하는 곳에는 완화곡선을 두어야 한다.

[표 6-4] 본선 선로의 설계속도에 따른 완화곡선의 최소 크기

설계속도 V (km/h)	곡선 반지름(m)
200	12,000
150	5,000
120	2,500
100	1,500
$V \leq 70$	600

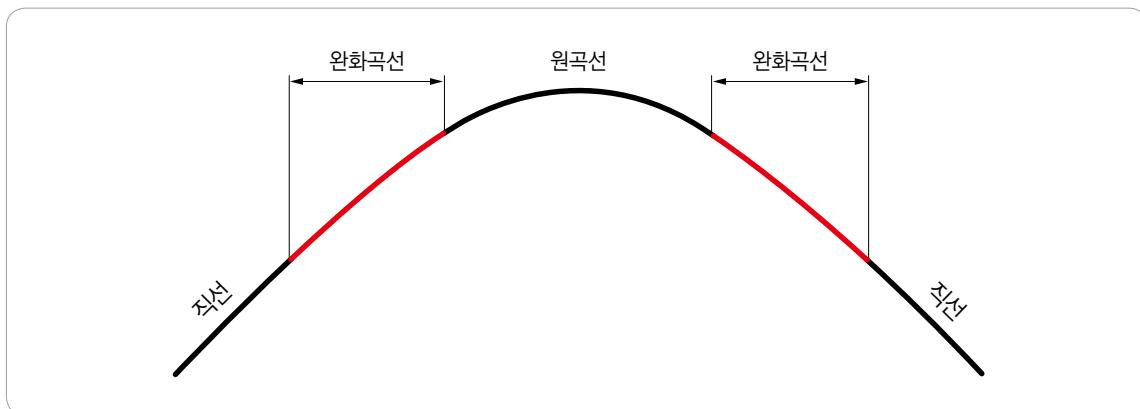
완화곡선 반지름을 R (m), 설계속도를 V (km/h), 부족 캔트 변화량 한계값을 ΔC_1 이라 할 때, 완화곡선 반지름 R (m)은 다음과 같이 정의한다. 그리고 부족 캔트 변화량 한계값은 다음 표와 같다.

$$R = \frac{11.8 V^2}{\Delta C_1}, \text{ (mm)}, \dots \dots 6-4\text{식}$$

12) 부족 캔트 변화량 한계값 : 인접한 선형 간 균형 캔트 차이

[표 6-5] 본선 선로의 설계속도에 따른 부족 캔트 변화량 한계값의 크기

설계속도 V (km/h)	부족 캔트 변화량 한계값(mm)
200	40
150	57
120	69
100	83
≤ 70	100



[그림 6-5] 완화곡선

6.5 선로의 최대 기울기

전기동차 전용선 선로의 최대 기울기는 다음 조건과 표의 값 이하로 하여야 한다.

- (1) 연속한 선로 10km에 대해 평균 기울기는 1000분의 25 이하여야 한다.
- (2) 기울기가 1000분의 35인 구간은 연속하여 6km를 초과할 수 없다.
- (3) 기울기 중에 곡선이 있을 경우에는, 앞에서 정한 최대 기울기에서 곡선저항 $cr (= \frac{700}{r})$ 의 값을 뺀 기울기 여야 한다.

[표 6-6] 전기동차 전용선 선로의 최대 기울기

설계속도 V (km/h)	최대 기울기(%)
전기동차 전용선	35

6.6 종곡선 간 직선 선로의 최소 길이

종곡선과 종곡선 사이에 부설하는 직선 선로의 최소 길이는 설계속도에 따라 다음 값 이상으로 해야 한다. 여기서 설계속도를 $V(\text{km/h})$, 종곡선 간 직선 선로의 최소 길이를 $L(\text{m})$ 이라 할 때, 다음과 같이 정의한다.

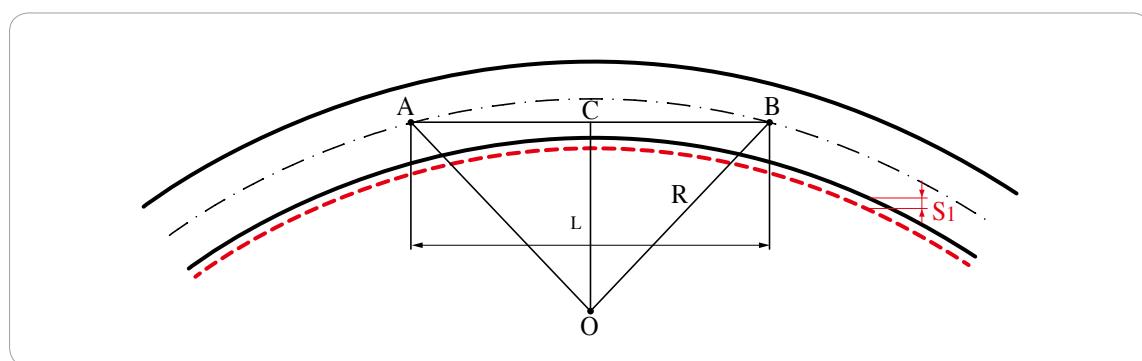
$$L = 1.5 \left(\frac{V}{3.6} \right), (\text{m}), \dots \dots 6-5\text{식}$$

종곡선은 직선 선로 또는 원의 중심이 1개인 곡선 선로 구간에 부설해야 한다. 다만 부득이한 경우에는 콘크리트 도상 궤도에 한하여, 완화곡선 또는 직선 선로에서부터 완화곡선과 원의 중심이 1개인 곡선 선로 구간까지 걸쳐서 둘 수 있다.

6.7 슬랙

철도차량이 곡선 선로위를 원활하게 통과할 수 있도록 바깥쪽 레일을 기준으로 안쪽 레일을 확대한 것으로 곡선 반지름 300m 이하인 곡선 구간의 궤도에는 30mm이하의 슬랙을 두어야 한다, 여기서 슬랙을 S , 곡선 선로 반지름을 R , 조정값을 S' 라하면 슬랙 계산식은 다음과 같이 정의 한다.

$$S = \frac{2400}{r} - S'[\text{mm}], \text{ 조정값 } S' = 0 \sim 15[\text{mm}]$$



[그림 6-6] 슬랙

핵심정리

>>>

1. 용어의 정의

- (1) 표준궤간
- (2) 궤간
- (3) 슬랙
- (4) 캔트
- (5) 종곡선
- (6) 설계속도
- (7) 배차 간격
- (8) 전기동차 전용선
- (9) 유효장

2. 설계속도에 따른 최소 곡선 반지름

$$R \geq 11.8 \frac{V^2}{C_1 + C_2}$$

3. 캔트 및 슬랙

$$(1) \text{ 설정 캔트} : C_1 = 11.8 \cdot \frac{V^2}{r} - C_2 \text{ (부족 캔트량)} \text{ (mm)}$$

$$(2) \text{ 부족 캔트} : C_2 = 11.8 \cdot \frac{V^2}{r} - C_1 \text{ (설정 캔트량)} \text{ (mm)}$$

4. 종곡선 간 직선 선로의 최소 길이

$$L = 1.5 \left(\frac{V}{3.6} \right), \text{ (m)}$$