

# 선로정수



우송정보대학 철도전기과

# CONTENTS

1. 선로정수

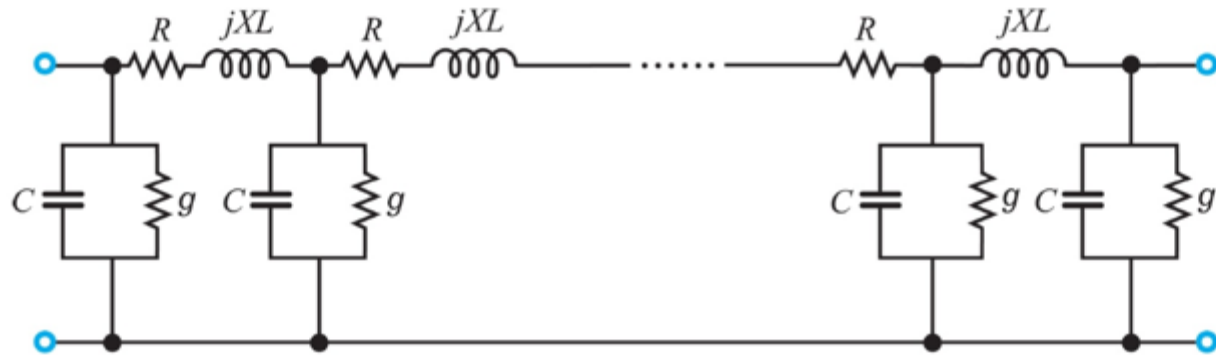
2. 전력 케이블의 선로정수

3. 코로나

# 1.1 선로정수란?

## ★ 선로정수란?

발전소에서 수용가까지 전기를 공급할 때 사용하는 송배전선로를 등가회로 나타낼 때 전기회로를 구성하는 4개의 정수



[그림 5-1] 송배전선로의 등가회로

# 1.2 저항

## ★ 연동선의 고유저항값

$$\rho = \frac{1}{58} \times \frac{100}{C} [\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}]$$

## ★ 전선의 저항 $R$

전선의 저항은 길이에 비례, 단면적에 반비례

(5.1)

$$R = \rho \frac{\ell}{A} \equiv \frac{1}{58} \times \frac{100}{C} \times \frac{\ell}{A} [\Omega]$$

•  $\rho$  : 고유저항 [ $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ]

•  $\ell$  : 전선의 길이 [m]

•  $A$  : 전선의 단면적 [ $\text{mm}^2$ ]

•  $C$  : 도전율 [%]

(5.2)

[표 5-1] 표준도체의 고유저항과 도전율

종류	고유저항 [ $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ]	도전율 [%]
연동선	$\frac{1}{58}$	100
경동선	$\frac{1}{55}$	97
알루미늄선	$\frac{1}{35}$	61

## 1.2 저항

### ☆ 송배전선로에 사용하는 전선의 저항

$$R_T = R_{t_0} [1 + \alpha_t(t - t_0)] [\Omega] \quad (5.3)$$

- $R_{t_0}$  : 기준온도에서의 전선의 저항 [ $\Omega$ ]
- $t_0$  : 기준온도 [ $^{\circ}\text{C}$ ]
- $\alpha_t$  : 기준온도에서의 저항 온도계수  $\alpha_t = \frac{\alpha_0}{1 - \alpha_0 t}$
- $\alpha_0$  :  $0[^{\circ}\text{C}]$ 에서 연동선의 저항 온도계수  $\alpha_0 = \frac{1}{234}$
- $R_T$  : 임의의 온도에서의 전선의 저항 [ $\Omega$ ]
- $t$  : 임의의 온도 [ $^{\circ}\text{C}$ ]

## 1.3 인덕턴스

---

### ★ 인덕턴스란?

전류가 흐르는 전선 주위에는 자계가 형성된다. 이때 전선에 흐르는 전류와 쇠교하는 자속수의 비

### ★ 인덕턴스의 구분

- 자기인덕턴스 : 한 도체에 흐르는 전류와 쇠교하는 자속수의 비를 의미
- 상호인덕턴스 : 다른 도체와 쇠교하는 자속수의 비를 의미

전선 한 가닥당 인덕턴스 = 자기인덕턴스 + 상호인덕턴스

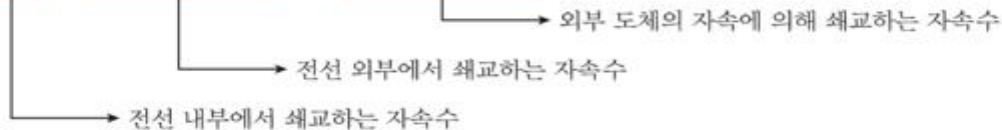
# 1.3 인덕턴스

## ☆ 전선로의 인덕턴스

- 송배전선로에 흐르는 전류와 쇄교하는 자속수
  - 자기 자속에 의해 쇄교하는 자속수  
= 전선 내부에서 쇄교하는 자속수 + 전선 외부에서 쇄교하는 자속수
  - 총 쇄교 자속수  
= 자기 자속에 의해 쇄교하는 자속수 + 외부 도체의 자속에 의해 쇄교하는 자속수

## • 왕복 2도체의 인덕턴스

$$L = \left( 0.05 + 0.4605 \log_{10} \frac{1}{r} \right) - \left( 0.4605 \log_{10} \frac{1}{D} \right) \text{ [mH/km]}$$



$$= 0.05 + 0.4605 \log_{10} \frac{D}{r} \text{ [mH/km]}$$

(5.8)

- $D$  : 도체간 선간거리 [m]
- $r$  : 도체의 반지름 [m]



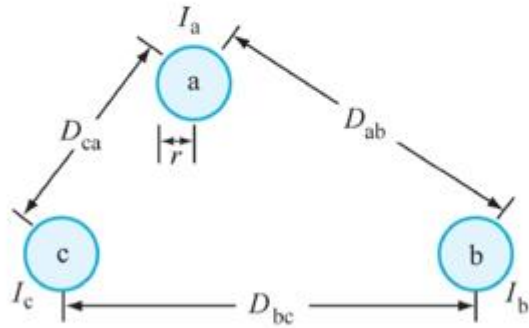
[그림 5-4] 왕복 2도체의 배치

# 1.3 인덕턴스

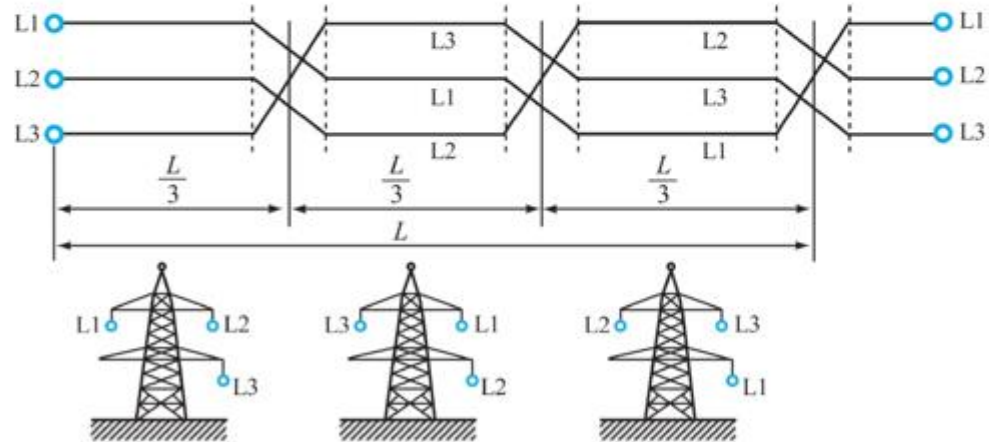
## ★ 3상 1회선 비정삼각형 배치에서의 인덕턴스

### • 연가란?

송배전선로가 비대칭이 되는 것을 방지하기 위해 전선로의 도중에 개폐소나 연가용 철탑을 이용하여 선로 전체의 정수가 평형이 되도록 한다.



[그림 5-6] 3상 1회선 비정삼각형 배치



[그림 5-7] 전선로의 연가

# 1.3 인덕턴스

## ★ 3상 1회선 비정삼각형 배치에서의 인덕턴스


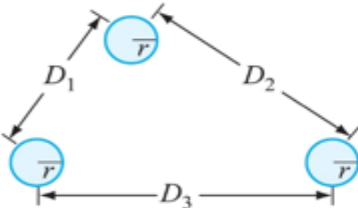
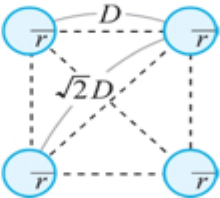
- 연가 시 전선의 기하학적 평균거리

$$D_e = \sqrt[3]{D_{ab} D_{bc} D_{ca}} \quad (5.11)$$

$$L = \left(0.05 + 0.4605 \log_{10} \frac{1}{r}\right) + \left(0.4605 \log_{10} \frac{1}{D_e}\right) \frac{I_b}{I_a} + \left(0.4605 \log_{10} \frac{1}{D_e}\right) \frac{I_c}{I_a} \quad (5.12)$$

$$= 0.05 + 0.4605 \log_{10} \frac{D_e}{r} [\text{mH/km}]$$

【표 5-2】 전선로의 배열에 따른 등가 선간거리

구분	수평배열	삼각배열	정사각배열
그림			
등가 선간거리	$D_e = \sqrt[3]{2} D$	$D_e = \sqrt[3]{D_1 D_2 D_3}$	$D_e = \sqrt[3]{2} D$

# 1.4 정전용량

---

## ★ 정전용량

전위  $V$ 를 전하  $Q$ 로 나눈 값

$$C = \frac{Q}{V} \text{ [F]} \quad (5.19)$$

- 대지정전용량 : 전선과 대지 사이의 정전용량
- 상호정전용량 : 전선로의 전선 간의 정전용량
- 작용정전용량 : 두 정전용량을 병렬로 합성한 정전용량

# 1.4 정전용량

## ★ 대지정전용량

- 단상 1선식 가공 전선로

$$C_s = \frac{0.02413}{\log_{10} \frac{2h}{r}} [\mu\text{F}/\text{km}] \quad (5.23)$$

- $h$  : 전선의 지표상의 높이 [m]
- $r$  : 전선의 반지름 [m]

- 단상 2선식 가공 전선로

$$C_s = \frac{0.02413}{\log_{10} \frac{(2h)^2}{rD}} [\mu\text{F}/\text{km}] \quad (5.24)$$

- $D$  : 전선간의 거리 [m]

- 3상 3선식 가공 전선로

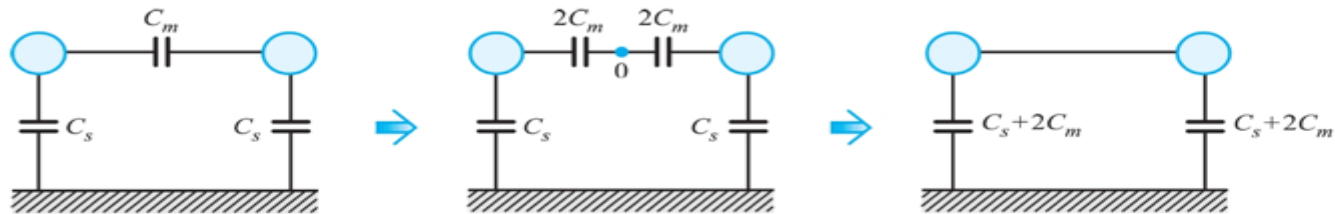
$$C_s = \frac{0.02413}{\log_{10} \frac{D_e}{r}} [\mu\text{F}/\text{km}] \quad (5.25)$$

- $D_e$  : 등가 선간거리 [m]

# 1.4 정전용량

## ★ 작용정전용량

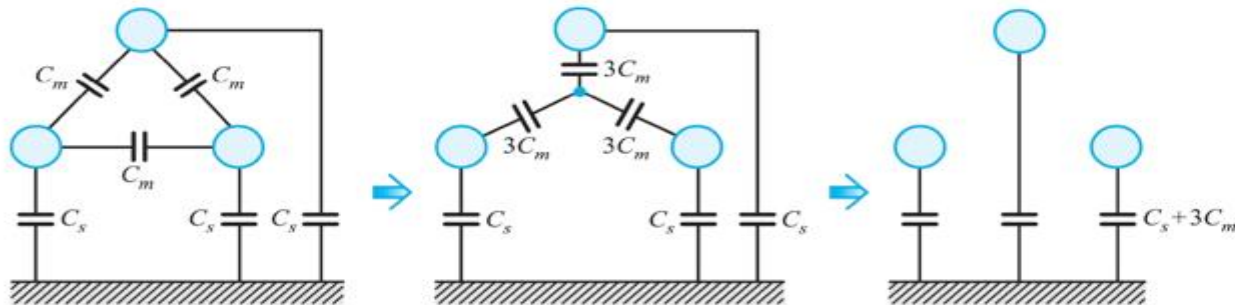
단상 1선식 가공 전선로



[그림 5-10] 단상 2선식 가공 전선로의 작용정전용량

3상 3선식 가공 전선로

$$C_n = C_s + 3C_m [\mu\text{F}/\text{km}] \quad (5.27)$$



[그림 5-11] 3상 3선식 가공 전선로의 작용정전용량

## 2.1 전력케이블의 선로정수

### ★ 전력 케이블의 정전용량

1C 케이블의 인덕턴스

$$L = 0.05 + 0.4605 \log_{10} \frac{D}{r} \text{ [mH/km]} \quad (5.28)$$

•  $r$  : 도체 반지름 [m]

•  $D$  : 도체 중심간 거리 [m]

$$C = \frac{0.02413 \varepsilon}{\log_{10} \frac{R}{r}} \text{ [\mu F/km]} \quad (5.29)$$

•  $r$  : 도체 반지름 [m]

•  $R$  : 절연체 반지름 [m]

•  $\varepsilon$  : 유전율

## 2.1 전력케이블의 선로정수

### ★ 전력 케이블의 충전전류와 충전용량

3상 전선로에서의 충전전류와 충전용량

$$I_c = \omega CE = 2\pi f C \frac{V}{\sqrt{3}} [\text{A}] \quad (5.30)$$

$$Q_c = \sqrt{3} VI_c = 2\pi f CV^2 \times 10^{-3} [\text{kVA}] \quad (5.31)$$

- $C$  : 정전용량 [F]
- $E$  : 상전압 [V]
- $V$  : 선간전압 [V]

## 3.1 코로나란?

---

### ★ 코로나

- 가공 전선로에서 전선 상호간의 전위경도가 파열극한전위경도 이상이 되면 공기의 절연이 국부적으로 파괴되어 낮은 소리와 열을 내는 현상
- 기상조건, 송전전압, 전선의 굵기, 전선 상호간의 거리 등에 따라 다르게 발생하며, 일반적으로 전압이 높을수록, 전선의 굵기가 가늘수록 발생 가능성이 높다

## 3.3 코로나 장애

### ★ 코로나 장애

- 코로나 손실 : 실험식 이용하여 계산

$$P = \frac{241}{\delta} (f + 25) \sqrt{\frac{d}{2D}} (E - E_0)^2 \times 10^{-5} [\text{kW/km/line}] \quad (5.34)$$

- $\delta$  : 상대 공기밀도
  - $r$  : 전선 반지름 [cm]
  - $E$  : 전선의 선간전압 [kV]
  - $f$  : 주파수 [Hz]
  - $D$  : 등가 선간거리 [cm]
  - $E_0$  : 코로나 임계전압 [kV]
- 코로나 잡음 및 통신선의 유도장애
  - 전선 부식 : 오존 영향
  - 소호리액터의 소호 능력 감소

## 3.4 코로나 방지대책

---

### ★ 코로나 방지 대책

- 전선의 바깥지름을 크게 하거나 굵은 전선을 사용한다.
- 복도체를 사용한다.
- 가선 금구의 개량 및 손상을 방지한다.