

대산전기학원 www.dsan.co.kr



Chapter

01

송전특성



01

이도 및 전선의 실제길이

□□□ check up!

경간 200[m]인 가공 송전선로가 있다. 전선 1[m] 당 무게는 2.0[kg]이고 풍압하중은 없다고 한다. 인장강도 4000[kg]의 전선을 사용할 때 이도와 전선의 실제길이를 구하라. (단, 안전율은 2.2이다.)

(1) 이도 [m]

(2) 전선의 실제길이 [m]

상세해설

$$(1) \text{ 이도} : D = \frac{WS^2}{8T} = \frac{2 \times 200^2}{8 \times \frac{4000}{2.2}} = 5.5$$

답 5.5[m]

$$(2) \text{ 전선의 실제길이} : L = S + \frac{8D^2}{3S} = 200 + \frac{8 \times 5.5^2}{3 \times 200} = 200.403$$

답 200.4[m]

02

송전전압 - 스틸식

□□□ check up!

초고압 송전전압이 345[kV], 선로 공장이 200[km]인 경우 1회선당 가능한 송전전력은 몇 [kW] 인지 still식에 의해 구하시오.

상세해설

$$\textcircled{1} \text{ 스틸식} : V_s = 5.5 \sqrt{0.6\ell + \frac{P}{100}} \text{ [kV]} = 345 \text{ [kV]}$$

$$\textcircled{2} \left(\frac{345}{5.5}\right)^2 = 0.6 \times 200 + \frac{P}{100} \rightarrow \left(\frac{345}{5.5}\right)^2 = 120 + \frac{P}{100}$$

$$\textcircled{3} \left(\frac{345}{5.5}\right)^2 - 120 = \frac{P}{100} \rightarrow P = \left\{ \left(\frac{345}{5.5}\right)^2 - 120 \right\} \times 100 = 381471.074 \text{ [kW]}$$

답 381471.07[kW]

03

전압강하 - 송전단 전압

□□□ check up!

3상 3선식 배전 선로에 역률 0.8, 180 [kW] 인 3상평형 유도 부하가 접속되어 있다. 부하 단의 수전 전압이 6000 [V], 배전선 1조의 저항이 6 [Ω], 리액턴스가 4 [Ω] 라고 하면 송전단 전압은 몇 [V] 인가?

상세해설

$$V_s = V_r + \sqrt{3} I (R \cos \theta + X \sin \theta), \quad I = \frac{180 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 6000 \times 0.8} = 21.65 [\text{A}]$$

$$V_s = 6000 + \sqrt{3} \times 21.65 \times (6 \times 0.8 + 4 \times 0.6) = 6269.992 [\text{V}]$$

답 6269.99 [V]

02

03

04

05

06

07

04

전압강하 - 부하전력

□□□ check up!

배전선로 말단에 역률 80 [%] (지상), 평형 3상 부하가 있다. 변전소 인출구 전압이 6600 [V], 부하 단자전압이 6000 [V] 일 때 부하전력 [kW] 은? (전선 1가닥의 저항 1.4 [Ω], 리액턴스 1.8 [Ω], 기타 선로정수는 무시한다.)

상세해설

$$e = V_s - V_r = 6600 - 6000 = 600 [\text{V}]$$

$$e = \frac{P}{V} (R + X \tan \theta) \rightarrow P = \frac{e \times V_r}{R + X \tan \theta}$$

$$\therefore P = \frac{600 \times 6000}{1.4 + 1.8 \times \frac{0.6}{0.8}} \times 10^{-3} = 1309.09 [\text{kW}]$$

답 1309.09 [kW]

08

09

10

11

12

05

전압강하율

□□□ check up!

수전단 상전압 22000 [V], 전류 400 [A], 선로의 저항 $R=3[\Omega]$, 리액턴스 $X=5[\Omega]$ 일 때 전압강하율은 몇 [%] 인가? (단, 수전단 역률은 0.8 이다.)

상세해설

$$\delta = \frac{I(R\cos\theta + X\sin\theta)}{E_r} \times 100$$

$$\delta = \frac{400 \times (3 \times 0.8 + 5 \times 0.6)}{22000} \times 100 = 9.82[\%]$$

답 9.82[%]

▶ 참고

• 상전압으로 전압강하율을 계산하는 경우 $\delta = \frac{E_s - E_r}{E_r} \times 100 = \frac{I(R\cos\theta + X\sin\theta)}{E_r} \times 100$

• 선간전압으로 전압강하율을 계산하는 경우 $\delta = \frac{V_s - V_r}{V_r} \times 100 = \frac{\sqrt{3} I(R\cos\theta + X\sin\theta)}{V_r} \times 100$

06

선로의 전압 변동률

□□□ check up!

3상 3선식 송전선에 1선의 저항이 10[Ω], 리액턴스가 20[Ω] 이고, 송전단 전압이 6600[V], 수전단 전압이 6100[V] 이었다. 수전단의 부하를 끊은 경우 수전단 전압이 6300[V], 부하 역률이 0.8일 때 다음 물음에 답하시오.

- (1) 전압 변동률 [%] 을 구하시오.
- (2) 이 송전선로의 수전 가능한 전력 [kW] 을 구하시오.

상세해설

(1) 전압변동률 $\epsilon = \frac{V_{r0} - V_r}{V_r} \times 100 = \frac{6300 - 6100}{6100} \times 100 = 3.28[\%]$

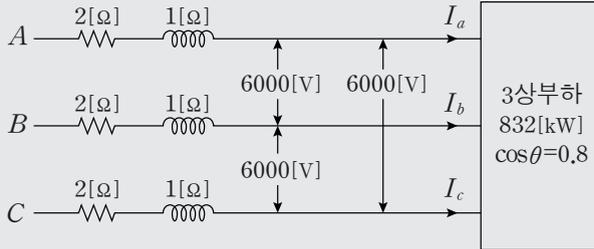
답 3.28[%]

(2) 전압강하 $e = V_s - V_r = 6600 - 6100 = 500[V]$

$$P = \frac{eV_r}{R + X\tan\theta} = \frac{500 \times 6100}{10 + 20 \times \frac{0.6}{0.8}} \times 10^{-3} = 122[kW]$$

답 122[kW]

그림과 같은 배전선로가 있다. 이 선로의 전력손실은 몇 [kW] 인지 계산하시오.



상세해설

3상 전력손실 $P_\ell = 3I^2R$ 이고, $I = \frac{P}{\sqrt{3}V\cos\theta}$ 이므로

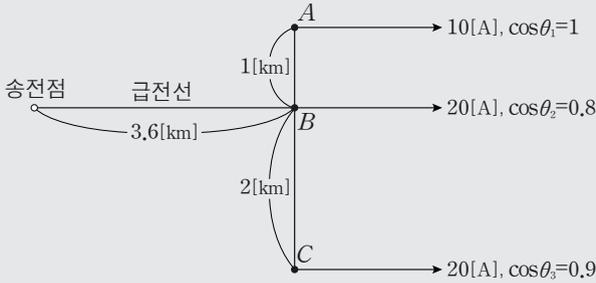
$$P_\ell = 3I^2R = 3 \times \left(\frac{832 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 6000 \times 0.8} \right)^2 \times 2 \times 10^{-3} = 60.088 [kW]$$

답 60.09 [kW]

08 전력손실 - 유형 ②

□□□ check up!

그림과 같은 3상 3선식 배전선로가 있다. 다음 각 물음에 답하시오.
 (단, 전선 1가닥의 저항은 $0.5[\Omega/\text{km}]$ 라고 한다.)



- (1) 급전선에 흐르는 전류는 몇 [A] 인가 계산하고 답하시오.
- (2) 선로 손실 [W] 을 구하시오.

상세해설

$$(1) I = 10 + 20 \times (0.8 - j0.6) + 20 \times (0.9 - j\sqrt{1-0.9^2}) = 44 - j20.72$$

$$= \sqrt{44^2 + 20.72^2} = 48.63 [A]$$

답 48.63[A]

(2) 선로손실 = 급전선 손실 + AB 손실 + BC 손실

$$P_l = 3 \times 48.63^2 \times (0.5 \times 3.6) + 3 \times 10^2 \times (0.5 \times 1) + 3 \times 20^2 \times (0.5 \times 2) = 14120.34 [W]$$

답 14120.34[W]

09

전력손실률 - 송전전력

□□□ check up!

수전전압 3000[V], 역률 0.8의 부하에 지름 5[mm]의 경동선으로 20[km]의 거리에 10[%] 이내의 전력손실률로 보낼 수 있는 3상 전력[kW] 을 구하시오.

상세해설

$$\text{전선의 저항 } R = \rho \times \frac{l}{A} = \rho \times \frac{l}{\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{1}{55} \times \frac{20 \times 10^3}{\frac{\pi \times 5^2}{4}} = 18.52[\Omega]$$

$$\text{전력손실률 } K = \frac{P_t}{P} = \frac{\frac{P^2 \times R}{V^2 \times \cos^2 \theta}}{P} = \frac{P \times R}{V^2 \times \cos^2 \theta}$$

$$\therefore P = K \times \frac{V^2 \times \cos^2 \theta}{R} \times 10^{-3} = 0.1 \times \frac{3000^2 \times 0.8^2}{18.52} \times 10^{-3} = 31.1[\text{kW}]$$

답 31.1[kW]

10

전력손실률 - 전선의 굵기

□□□ check up!

변전소로부터 3상 3선식 2회선으로 공급받는 30[km] 떨어진 곳에 수전단 전압 30[kV], 역률 0.8(지상), 6000[kW]의 3상 동력부하가 있다. 이때 전력손실이 10[%]를 초과하지 않도록 전선의 굵기를 선정하시오. (단, 도체(동선)의 고유저항은 1/55[Ω·mm²/m]로 한다.)

(전선의 굵기[mm²])

16	25	35	50	70	95	120	150
----	----	----	----	----	----	-----	-----

상세해설

$$\text{3상에서의 전력손실 } P_t = 3I^2 R = \frac{P^2 \times R}{V^2 \times \cos^2 \theta}$$

$$\text{전력손실률 } K = \frac{P_t}{P} = \frac{P \times R}{V^2 \times \cos^2 \theta}$$

$$\therefore R = K \times \frac{V^2 \times \cos^2 \theta}{P} = 0.1 \times \frac{(30 \times 10^3)^2 \times 0.8^2}{\frac{1}{2} \times 6000 \times 10^3} = 19.2[\Omega]$$

$$R = \rho \frac{l}{A} \text{에서, 단면적을 구하면 다음과 같다. } \therefore A = \rho \frac{l}{R} = \frac{1}{55} \times \frac{30 \times 10^3}{19.2} = 28.41[\text{mm}^2]$$

답 35[mm²]

11 전력손실률 - 전압강하

□□□ check up!

3상 3선식 송전선로가 있다. 수전단 전압이 60[kV], 역률 80[%], 전력손실률이 10[%] 이고 저항은 0.3[Ω/km], 리액턴스는 0.4[Ω/km], 전선의 길이는 20[km] 일 때 이 송전선로의 송전단 전압은 몇 [kV] 인가?

상세해설

$$V_s = V_r + \sqrt{3} I (R \cos\theta + X \sin\theta) \text{에서 전류}(I) \text{ 계산}$$

$$\text{전력손실 } P_\ell = 3I^2R \dots\dots\dots \text{㉠}$$

$$\text{전력손실 } P_\ell = K \cdot P = 0.1 \times P \dots\dots\dots \text{㉡} (\because \text{전력손실률 } 10[\%])$$

$$3I^2R = 0.1P = 0.1 \times \sqrt{3} V_r I \cos\theta \rightarrow I = \frac{0.1 \times \sqrt{3} V_r \cos\theta}{3R} = \frac{0.1 \times \sqrt{3} \times 60000 \times 0.8}{3 \times 0.3 \times 20} = 461.88[\text{A}]$$

$$\begin{aligned} V_s &= V_r + \sqrt{3} I (R \cos\theta + X \sin\theta) \\ &= [60000 + \sqrt{3} \times 461.88 \times (0.3 \times 20 \times 0.8 + 0.4 \times 20 \times 0.6)] \times 10^{-3} \\ &= 67.68[\text{kV}] \end{aligned}$$

답 67.68[kV]

12 승압시 효과

□□□ check up!

송전선로 전압을 154[kV]에서 345[kV]로 승압할 경우 송전선로에 나타나는 효과에 대하여 다음 물음에 답하시오.

- (1) 전력손실이 동일한 경우 공급능력의 증대는 몇 배인지 구하시오.
- (2) 전력손실의 감소는 몇 [%]인지 구하시오.
- (3) 전압강하율의 감소는 몇 [%]인지 구하시오.

상세해설

- (1) 전력손실이 동일한 경우 공급능력은 전압에 비례 ($P = \sqrt{3}VI\cos\theta$) ; 여기서 I 일정

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{345}{154} = 2.24 \quad \text{답} \quad 2.24\text{배}$$

- (2) 전력손실은 전압의 제곱에 반비례

$$\frac{P_{\text{loss}_2}}{P_{\text{loss}_1}} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2 = \left(\frac{154}{345}\right)^2 = 0.1993$$

$$\text{전력손실 감소분} = (1 - 0.1993) \times 100 = 80.07[\%] \quad \text{답} \quad 80.07[\%]$$

- (3) 전압강하율은 전압의 제곱에 반비례

$$\frac{\delta_2}{\delta_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2 = \left(\frac{154}{345}\right)^2 = 0.1993$$

$$\text{그러므로, 전압강하율 감소분} = (1 - 0.1993) \times 100 = 80.07[\%] \quad \text{답} \quad 80.07[\%]$$

13 선로의 충전전류 및 선로의 충전용량

□□□ check up!

22900[V], 60[Hz], 정전용량 0.4[μF/km], 선로길이 7[km]인 3상 선로의 충전전류와 충전용량을 구하시오.

- (1) 충전전류
- (2) 충전용량

상세해설

- (1) 충전전류 : $I_c = \omega CE$

$$I_c = 2 \times \pi \times 60 \times 0.4 \times 10^{-6} \times 7 \times \frac{22900}{\sqrt{3}} = 13.96[\text{A}] \quad \text{답} \quad 13.96[\text{A}]$$

- (2) 충전용량 : $Q_c = 3\omega CE^2$

$$Q_c = 3 \times 2 \times \pi \times 60 \times 0.4 \times 10^{-6} \times 7 \times \left(\frac{22900}{\sqrt{3}}\right)^2 \times 10^{-3} = 553.55[\text{kVA}] \quad \text{답} \quad 553.55[\text{kVA}]$$