

영상 학습 QR



출제경향분석

본장은 가공송전선로에서 사용되는 전선, 애자, 금구류, 이도의 계산 등을 다루며, 기본적인 송전선로의 전기적 특성을 학습한다.

- ① 전선의 구비조건
- ② 표피효과
- ③ 켈빈의 법칙
- ④ 애자련의 보호와 연효율
- ⑤ 전선의 이도계산



▶ 전기 용어해설

송전선로와 배전선로는 가공 또는 지중으로 가설된다. 이때 전주, 철탑 등을 지지물로 하여 공중에 가설한 모든 전선로를 가공 전선로라 한다.

▶ 전기 용어해설

신장률이란 전선의 늘어나는 정도를 의미하며 가선공사를 할 때 용이하도록 신장률이 커야하다. 한편, 도전율이란 (導電率, conductivity) 물질에서 전류가 잘 흐르는 정도를 나타내는 물리량을 나타낸다.

FAQ

전선의 비중은 왜 작아야 하나요?

답

▶ 비중이 높은 재료를 사용할수록 전선의 무게는 무거워집니다. 무거운 전선을 사용할 경우 이를 지지하기 위한 철탑의 크기와 강도는 커지게 됩니다. 이러한 문제 때문에 송전선로에서는 밀도가 낮은 알루미늄을 재료로 하는 전선을 사용합니다.

☑ 핵심 포인트

강성 알루미늄연선(ACSR)은 비교적 도전율이 높은 경 알루미늄연선을 인장강도가 큰 강선 주위에 꼬아서 만든 전선이다. 가공송전선로의 대부분이 ACSR을 사용하고 있으며, 중량이 가볍고 바깥지름이 큰 것이 특징이다.

1 가공전선로의 개요

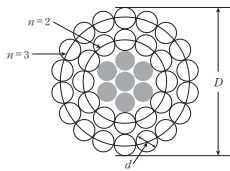
1. 전선의 구비조건

- 비중이 작을 것
- 신장률이 클 것
- 도전율이 높을 것
- 내구성이 있을 것
- 가격이 저렴할 것
- 기계적 강도가 클 것

2. 전선의 분류

- 1) 단선 : 단면이 원형인 가닥을 도체로 한 것
- 2) 연선 : 수 ~ 수십 가닥으로 된 가느다란 소선을 꼬아 하나의 전선으로 한 것
- 3) 연선의 바깥지름

$$D = (2n + 1)d$$



- n : 층수
- d : 소선의 지름
- D : 연선의 바깥지름

3. 표피효과

표피효과란 도선의 중심으로 갈수록 전류밀도가 작아지고 표피 쪽으로 갈수록 전류밀도가 커지는 현상이다. 표피 효과는 주파수, 전선의 단면적, 도전율, 비투자율에 비례한다.

4. 댐퍼와 오프셋

- 1) 전선의 진동방지 : 댐퍼(damper) 설치
- 2) 상하전선의 단락방지 : 오프셋(off-set)

5. 켈빈의 법칙

건설 후에 전선의 단위 길이를 기준으로 해서, 여기서 1년간 잃게 되는 전력손실량의 금액과 건설시 구입한 단위 길이의 전선비에 대한 이자와 상각비를 가산한 연경비가 같게 되게끔 하는 굵기가 가장 경제적인 전선의 굵기이다.

2 가공전선용 애자

1. 애자의 구비조건

- 누설전류가 작을 것
- 절연저항이 클 것
- 가격이 저렴할 것
- 습기를 흡수하지 말 것
- 기계적 강도가 클 것

2. 전압별 애자 수

공칭 전압	66kV	154kV	345kV	765kV
애자 수	4 ~ 6(5)	9 ~ 11(10)	19 ~ 23(20)	33 ~ 43(40)

3. 애자의 전압분포

154kV 송전선로 현수애자 10개를 기준으로 했을 경우 전압분담의 최대 애자는 전선에서 가장 가까운 애자이며 전압분담 최소 애자는 철탑에서 3번째 애자이다.

4. 소호환 · 소호각

송전선에 낙뢰가 가해져서 애자에 섬락이 생기면 아크가 발생하여 애자가 손상되는 경우가 있다. 즉, 애자련을 낙뢰로부터 보호하기 위해 소호환 또는 소호각(아킹링, 아킹혼)을 설치한다. 한편, 애자련에 걸리는 전압분담을 균일하게 한다.

5. 연효율

애자련의 섬락전압은 1련의 애자개수를 증가시킴에 따라 그 1개당의 평균섬락전압이 저하된다. 여기서, V_n 은 애자련의 섬락전압, V_1 은 애자 1개의 섬락전압, n 은 애자의 개수라 할 때 애자련의 효율은 아래와 같다.

$$\eta = \frac{V_n}{nV_1} \times 100$$

✓ CHECK POINT | 난이도 ★★★★★

1차 2차 3차

250[mm] 현수애자 10개를 직렬로 접속한 애자련의 건조섬락전압이 590[kV]이고 연효율(string efficiency)이 0.74이다. 현수애자 한 개의 건조섬락전압은 약 몇 [kV]인가?

- ① 80[kV]
- ② 90[kV]
- ③ 100[kV]
- ④ 120[kV]

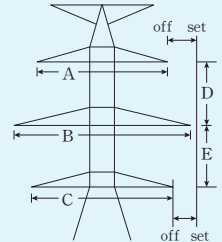
상세해설

연효율 $\eta = \frac{V_n}{nV_1} \times 100[\%]$ 에서, $V_1 = \frac{V_n}{\eta \times n} = \frac{590}{0.74 \times 10} = 79.7 \therefore V_1 \approx 80[\text{kV}]$

답 ①

참고

철탑의 오프셋



FAQ

가공전선로에서 사용하는 애자의 역할은 무엇인가?

답

▶ 가공전선로용 애자는 전선을 지지하는 역할을 하며, 전선과 지지물과의 절연간격을 유지하는 역할을 합니다. 여기서 지지물이란 철탑, 철근 콘크리트주, 철주, 목주를 말합니다.

▶ 전기 용어해설

고체 절연체의 표면을 따라서 발생하는 코로나를 연면 코로나 또는 연면 섬락(Surface Flashover)이라고 한다. 철탑의 접지저항, 애자련의 개수, 애자의 오손 및 소손등과 관련이 있다.

✓ 핵심 포인트

애자의 섬락전압

- 건조 섬락전압 : 80[kV]
- 유중 파괴전압 : 140[kV]

3 전선의 이도

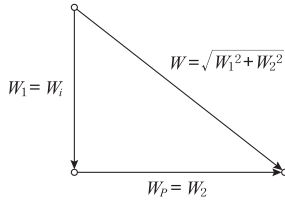
핵심 포인트

보통 송전선용 표준철탑 설계의 경우 가장 큰 하중은 풍압하중이다. 한편, 전선로의 지지물에 가해지는 하중에서 상시 하중으로 가장 중요한 것은 수평 횡 하중이다.

1. 전선의 합성하중

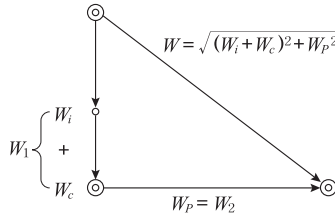
전선에 걸리는 하중에는 수직하중(전선자중 W_i , 빙설하중 W_c)과, 전선에 미치는 풍압의 수평하중(W_p)이 있다.

1) 빙설이 적은 지방



풍압하중 : 풍압 $d/1000$ [kg/m]
 합성하중 : $W = \sqrt{W_i^2 + W_p^2}$

2) 빙설이 많은 지방



풍압하중 : $P(d+12)/1000$ [kg/m]
 합성하중 : $W = \sqrt{(W_i + W_c)^2 + W_p^2}$

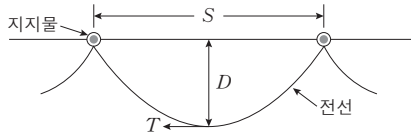
Q 포인트 O X 퀴즈

송배전선로에서 전선의 장력을 2배로 하고 또 경간을 2배로 하면 전선의 이도는 처음의 4배가 된다.

A 해설
 전선의 장력을 2배로 하고 또 경간을 2배로 하면 이도는 처음의 2배가 된다. **정답 (X)**

2. 전선의 이도계산

전선의 이도란 전선의 지지점을 연결하는 수평선으로부터 밑으로 내려가 있는 길이를 이도라 한다. 이도의 대·소는 지지물의 높이를 좌우한다. 한편, 전선의 이도는 장력 T 에 반비례하고, 경간의 제곱에 비례한다. W 는 합성하중[kg/m], S 는 경간[m], T 는 전선의 수평장력[kg]이며, 전선의 수평장력은 안전율에 대한 인장하중의 비이다.



$$D = \frac{WS^2}{8T} \text{ [m]}$$

3. 전선의 총길이

$$L = S + \frac{8D^2}{3S} \text{ [m]}$$

핵심 포인트

가공 전선로 가설시 이도를 고려 할 경우 전선의 총 길이는 $\frac{8D^2}{3S}$ 만큼 늘어난다.

4. 온도 변화 후의 이도

$$D_2 = \sqrt{D_1^2 \pm \frac{3}{8}atS^2} \text{ [m]}$$

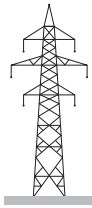
여기서, D_1 , S_1 : 온도변화 전의 이도와 길이, a : 전선의 온도계수, t : 변화온도

5. 전선의 지표상 평균높이

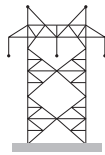
$$H = h - \frac{2}{3}D \text{ [m]}$$

여기서, h : 지지물의 높이, D : 이도

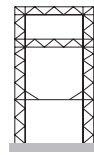
4 철탑의 종류



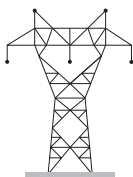
사각 철탑



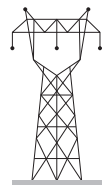
방형 철탑



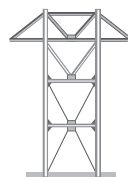
문형 철탑



우드형 철탑



회전형 철탑



MC 철탑

CHECK POINT 난이도 ★★★★★

1차 2차 3차

전선 지지점에 고저차가 없는 경간 300[m]인 송전선로가 있다. 이도를 10[m]로 유지할 경우 지지점간의 전선 길이는 약 몇 [m]인가?

- ① 300.0[m] ② 300.3[m]
- ③ 300.6[m] ④ 300.9[m]

상세해설

전선의 길이는 경간보다 $\frac{8D^2}{3S}$ 만큼 길기 때문에 $L = S + \frac{8D^2}{3S} = 300 + \frac{8 \times 10^2}{3 \times 300} \approx 300.9$ [m]

답 ④

Q 포인트문제

경간 200[m]의 지점이 수평인 가공 전선로가 있다. 전선 1[m]의 하중은 2[kgf], 풍압하중은 없는 것으로 하고 전선의 전단 인장하중이 4000[kgf], 안전율을 2.2로 하면 이도는 몇 [m]인가?

- ① 4.7 ② 5.0
- ③ 5.5 ④ 6.0

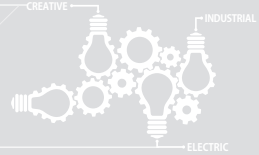
A 해설

$$D = \frac{WS^2}{8T} = \frac{2 \times 200^2}{8 \times \frac{4000}{2.2}} = 5.5 \text{ [m]}$$

정답 ③

핵심 포인트

내장형 철탑은 직선철탑이 여러 기로 연결될 때 10기마다 1기의 비율로 넣은 철탑으로서 선로의 보강용으로 사용되며, E형 철탑이라고도 한다. 이밖에도 직선형, 각도형, 인류형 등이 있다.



영상 학습 QR



- QR 코드를 찍으시면, 가장 중요한 우선순위 문제풀이 영상을 보실 수 있습니다.
- 우선순위 논점은 전기(산업)기사 시험에서 가장 출제 빈도가 높은 문제라서, 수험생분들께서는 각 파트별 우선순위 문제의 논점과 키워드를 학습하시기를 바랍니다.
- 체크 리스트를 작성하시면서 문제의 유형과 학습의 완성도를 스스로 체크 해 보시기를 바랍니다.
- “선생님의 콕콕 포인트”는 틀리기 쉬운 문제의 함정과 문제의 포인트를 집어드립니다. 우선순위 문제풀이의 포인트를 꼭 참고하고 응용문제의 해결능력을 길러 줍니다.

번호	우선순위 논점	KEY WORD	나의 정답 확인			선생님의 콕콕 포인트
			맞음	틀림(오답확인)		
				이해 부족	암기 부족	
2	ACSR	중량, 바깥지름, 장경간, 코로나				ACSR전선의 대표적인 특징은 중량이 가볍다는 것
5	애자련의 보호	아킹링, 아킹훈, 초호환, 초호각				아킹링, 아킹훈, 초호환, 초호각, 소호환, 소호각 모두 애자련을 보호하는 역할이며, 용어를 바꾸어 가면서 출제되고 있음
9	이도의 계산	장력, 인장하중, 합성하중, 안전율				계산문제시 인장하중과 안전율이 주어지면 장력을 계산하고, 합성하중 계산방법을 숙지할 것
14	지표상 평균높이	이도, 지지물의 높이, 평균높이				간단한 계산문제가 출제되고 있으므로, 공식만 암기할 것
15	표피효과	전류밀도, 주파수, 도전을, 굵기				표피효과는 주파수, 도전을 등에 비례하는 관계이며, 반비례가 있으면 오답일 확률이 높음

☆☆☆☆☆

01 가공전선의 구비조건으로 옳지 않은 것은?

- ① 도전율이 클 것 ② 기계적 강도가 클 것
- ③ 비중이 클 것 ④ 신장률이 클 것

해설

전선의 구비조건

가공전선로에서 사용되는 전선의 비중, 밀도는 작아야 된다. 비중이 클 경우 철탑의 강도와 크기가 커지기 때문에 경제성이 낮아진다.

☆☆☆☆☆

02 ACSR은 동일한 길이에서 동일한 전기저항을 갖는 경동연선에 비하여 어떠한가?

- ① 바깥지름은 크고 중량은 작다.
- ② 바깥지름은 작고 중량은 크다.
- ③ 바깥지름과 중량이 모두 크다.
- ④ 바깥지름과 중량이 모두 작다.

해설

강심알루미늄연선

강심알루미늄연선은 중심에 스틸로 보강된 전선으로서 바깥지름은 크고 중량은 작다. 또한 ACSR은 장거리 송전선로에 적합하고, 코로나현상 방지에 효과적이다.

참고

해안지방의 경우 염의 피해를 예방 또는 최소화하기 위해 염분에 강한 동선을 사용한다.

☆☆☆☆☆

03 다음 중 켈빈(Kelvin)의 법칙이 적용되는 경우는?

- ① 전력손실량을 축소시키고자 하는 경우
- ② 전압강하를 감소시키고자 하는 경우
- ③ 부하 배분의 균형을 얻고자 하는 경우
- ④ 경제적인 전선의 굵기를 선정하고자 하는 경우

[정답] 01 ③ 02 ① 03 ④

해설

켈빈의 법칙

경제적인 전선의 굵기를 선정하고자 하는 경우에는 켈빈의 법칙을 적용하며, 스틸의 식은 경제적인 송전전압 선정할 때 사용한다.

- 스틸의 식: $V_s = 5.5 \times \sqrt{0.6 \cdot l[\text{km}] + P[\text{kW}]/100} [\text{kV}]$

참고

옥내배선의 굵기를 설계하는 경우 전압강하, 허용전류, 기계적 강도 등을 고려하여야 결정하여야 한다. 이 중에서 가장 중요한 것은 허용전류이다.

☆☆☆☆

04 애자가 갖추어야 할 구비조건으로 옳은 것은?

- ① 온도의 급변에 잘 견디고 습기도 잘 흡수해야 한다.
- ② 지지물에 전선을 지지할 수 있는 충분한 기계적 강도를 갖추어야 한다.
- ③ 비 눈 안개 등에 대해서도 충분한 절연저항을 가지며 누설전류가 많아야 한다.
- ④ 선로전압에는 충분한 절연내력을 가지며 이상전압에는 절연내력이 매우 적어야 한다.

해설

애자의 구비조건

- 누설전류가 작을 것
- 절연저항이 클 것
- 가격이 저렴할 것
- 습기를 흡수하지 말 것
- 기계적 강도가 클 것

☆☆☆☆

05 송전선에 낙뢰가 가해져서 애자에 섬락이 생기면 아크가 생겨 애자가 손상되는 경우가 있다. 이것을 방지하기 위하여 사용되는 것은?

- ① 댐퍼
- ② 아머로드(armour rod)
- ③ 가공지선
- ④ 아킹혼(arcng horn)

해설

소호환·소호각

- 애자연을 보호
- 애자선에 걸리는 전압분담 균일

☆☆☆☆

06 가공 송전선에 사용되는 애자 1련 중 전압분담이 최대인 애자는?

- ① 첩탑에 제일 가까운 애자
- ② 전선에 제일 가까운 애자
- ③ 중앙에 있는 애자
- ④ 첩탑과 애자련 중앙의 그 중간에 있는 애자

해설

애자련의 전압분담

- 전압분담 최대: 전선에서 가장 가까운 애자
- 전압분담 최소: 전선에서 8번째 애자

☆☆☆☆

07 전선의 자체 중량과 빙설의 종합하중을 W_1 , 풍압하중을 W_2 라 할 때 합성하중은?

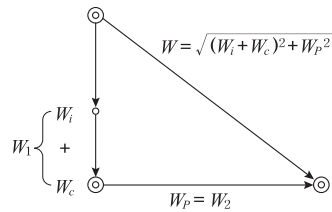
- ① $W_1 + W_2$
- ② $W_2 - W_1$
- ③ $\sqrt{W_1 + W_2}$
- ④ $\sqrt{W_1^2 + W_2^2}$

해설

전선의 합성하중

전선에 걸리는 하중의 크기는 수직하중(자체중량 W_1 , 빙설하중 W_2)과, 전선에 미치는 풍압하중(W_p)의 벡터 합이다.

참고



☆☆☆☆

08 가공 송전선로를 가선헌 때에는 하중조건과 온도 조건을 고려하여 적당한 이도(dip)를 주도록 하여야 한다. 다음 중 이도에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 이도가 작으면 전선이 좌우로 크게 흔들려서 다른 상의 전원에 접촉하여 위험하게 된다.

[정답] 04 ② 05 ④ 06 ② 07 ④ 08 ④

- ② 전선을 가선했을 때 전선을 팽팽하게 가선했는 것을 크게 준다고 한다.
- ③ 이도를 작게 하면 이에 비례하여 전선의 장력이 증가되며 너무 작으면 전선 상호간이 꼬이게 된다.
- ④ 이도의 대소는 지지물의 높이를 좌우한다.

해설

전선의 이도계산

이도가 너무 작으면 장력이 커져 단선이 될 수도 있고, 이도가 크면 다른 상이나 수목에 접촉할 우려가 있기 때문에 적당한 이도를 적용하여야 한다.

★★★★★

09 공칭단면적 200[mm²], 전선무게 1.838[kg/m], 전선의 바깥지름 18.5[mm]인 경동연선을 경간 200[m]로 가설하는 경우 이도[m]는? (단, 경동연선의 인장하중은 7910[kg], 빙설하중은 0.416[kg/m], 풍압하중은 1.525[kg/m]이고, 안전율은 2.2라 한다.)

- ① 3.28[m] ② 3.78[m]
- ③ 4.28[m] ④ 4.78[m]

해설

이도의 계산

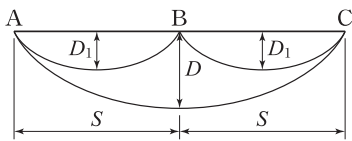
$$W = \sqrt{(W_i + W_c)^2 + W_p^2}$$

$$= \sqrt{(1.838 + 0.416)^2 + 1.525^2} = 2.72 \text{ [kg/m]}$$

$$D = \frac{WS^2}{8T} = \frac{2.72 \times 200^2}{8 \times \frac{7910}{2.2}} = 3.78 \text{ [m]}$$

★★★★☆

10 그림과 같이 지지점 A, B, C에는 고저차가 없으며, 경간 AB와 BC사이에 전선이 가설되어, 그 이도가 12[cm]이었다. 지금 경간 AC의 중점인 지지점 B에서 전선이 떨어져서 전선의 이도가 D로 되었다면 D는 몇 [cm]인가?



[정답] 09 ② 10 ② 11 ① 12 ②

- ① 18[cm] ② 24[cm]
- ③ 30[cm] ④ 36 [cm]

해설

이도의 계산

지지점에서 전선이 떨어지더라도 전선의 실제길이는 변하지 않는다. 즉, $2L_1 = L_2$ 이다. 이것을 이용하여 전선이 떨어졌을 때의 이도 D는 아래와 같이 계산할 수 있다.

$$2\left(S + \frac{8D_1^2}{3S}\right) = 2S + \frac{8D_2^2}{3 \times 2S}$$

$$\rightarrow \frac{8D_2^2}{3 \times 2S} = 2\left(S + \frac{8D_1^2}{3S}\right) - 2S$$

윗 식을 정리하면 아래와 같다.

$$D_2 = \sqrt{4D_1^2} = 2D_1 = 2 \times 12 = 24 \text{ [cm]}$$

★★★★★

11 전선 1[m]당 중량이 0.5[kg], 전선의 허용수평장력 250[kg], 이도 5.6[m]일 때 전선의 지지점 사이의 경간 S[m]와 전선의 실제길이 L[m]은?

- ① S = 150, L = 150.6
- ② S = 150, L = 156
- ③ S = 152, L = 160
- ④ S = 152, L = 168

해설

전선의 총길이

$$D = \frac{WS^2}{8T} \text{ 에서 } S = \sqrt{\frac{8TD}{W}} = \sqrt{\frac{8 \times 250 \times 5.6}{0.5}} \approx 150 \text{ [m]}$$

전선의 실제길이

$$L = S + \frac{8D^2}{3S} = 150 + \frac{8 \times 5.6^2}{3 \times 150} \approx 150.6 \text{ [m]}$$

★★★★☆

12 가공 전선로에서 전선의 단위 길이당 중량과 경간이 일정할 때 이도는 어떻게 되는가?

- ① 전선의 장력에 비례한다.
- ② 전선의 장력에 반비례한다.
- ③ 전선의 장력의 제곱에 비례한다.
- ④ 전선의 장력의 제곱에 반비례한다.



해설

전선의 이도계산

$$D = \frac{WS^2}{8T} : \text{중량과 경간이 일정하면 장력은 이도에 반비례한다.}$$

☆☆☆☆

13 온도가 $t[^\circ\text{C}]$ 상승했을 때의 이도는 약 몇 [m] 정도 되는가? (단, 온도변화 전의 이도를 $D_1[\text{m}]$, 경간을 $S[\text{m}]$, 전선의 온도계수를 α 라 한다.)

- ① $\sqrt{D_1 + \frac{3}{8}Sat}$ ② $\sqrt{D_1 + \frac{8}{3}Sa^2t^2}$
- ③ $\sqrt{D_1^2 + \frac{3}{8}S^2at}$ ④ $\sqrt{D_1^2 + \frac{8}{3}S^2at}$

해설

온도 변화 후의 이도

$$D_2 = \sqrt{D_1^2 + \frac{3}{8}atS^2} [\text{m}]$$

여기서, D_1, S_1 : 온도변화 전의 이도와 길이, α : 전선의 온도계수, t : 변화온도

☆☆☆☆

14 전선의 지지점 높이가 31[m]이고 전선의 이도가 9[m]라면 전선의 평균높이는 몇 [m]가 적당한가?

- ① 25.0[m] ② 26.5[m]
- ③ 28.5[m] ④ 30.0[m]

해설

전선의 지표상 평균높이

$$H = h - \frac{2}{3} \cdot D = 31 - \frac{2}{3} \times 9 = 25[\text{m}]$$

여기서, h : 지지물의 높이, D : 이도

★★★★

15 다음 아래의 내용은 우리나라 송전선로 154kV, 345kV, 765kV의 관한 설명이다. 가장 틀린 것을 모두 고르시오.

- ① 송전선로에서 사용되는 현수애자의 특성저하의 원인은 시멘트의 화학 팽창 및 동결 팽창, 누설전류에 의한 편열, 애자 각 부분의 열팽창 상이, 전기적 부식 등이 있다.
- ② 현수애자 1개의 건조섬락전압은 80kV이며, 큰 하중에 대하여는 현수애자 2련 또는 3련으로 하여 사용할 수 있다.
- ③ 표피효과란 도선의 중심으로 갈수록 전류밀도가 작아지고, 도선의 표피 쪽으로 갈수록 전류밀도가 커지는 현상이다. 표피효과는 주파수에 비례, 전선의 굵기에 반비례한다.
- ④ 전선을 수직으로 배치할 경우에 상·중·하선 상호간에 아킹링(Arcing Ring) 또는 소호각(Arcing Horn)을 설치하여 상하전선의 단락사고를 방지한다.

해설

전선을 수직으로 배치할 경우에 상·중·하선 상호간에 오프셋(off-set)을 두어 상하전선의 단락사고를 방지한다.

[정답] 13 ③ 14 ① 15 ③,④

1 단로기(Disconnecting Switch)

1. 단로기의 역할 및 특징

단로기는 고압이상의 선로를 유지·보수할 경우 차단기를 개방한 후 무부하시에만 선로를 개폐한다. 아크소호능력이 없기 때문에 부하전류는 개폐하지 않는다. 부하전류 통전 중 회로가 개폐되지 않도록 인터록 장치, 잠금장치를 하여 사용한다.

2. 단로기의 약호 및 심벌

구분	약호	단선도용 심벌		복선도용 심벌
단로기	DS			



3. 단로기의 정격전압

정격전압·정격주파수에서 단로기에 인가할 수 있는 상한 전압을 의미하며 선간전압으로 표시

$$\text{단로기 정격전압} = \text{공칭전압} \times \frac{1.2}{1.1}$$

공칭전압[kV]	3.3	6.6	22	22.9	66	154
정격전압[kV]	3.6	7.2	24	25.8	72.5	170

개념 확인문제 Check up! □□□

단답 문제 CIRCUIT BREAKER(차단기)와 DISCONNECTING SWITCH(단로기)의 차이점을 설명 하시오.

답 단로기는 아크소호능력이 없으며, 기기의 보수점검 또는 선로로부터 기기를 분리, 회로를 변경할 때 사용하는 개폐기이다. 한편, 차단기는 아크소호능력이 있으며 부하전류 및 고장전류를 차단할 수 있다.

계산 문제 22.9[kV] 수용가의 인입용개폐기인 단로기의 정격전압을 계산하고 선정하시오.

계산 과정 $22.9 \times \frac{1.2}{1.1} = 24.98[\text{kV}]$

답 25.8[kV]

4. 단로기의 정격전류

정격전압·정격주파수에서 규정온도상승한도를 넘지 않고 연속하여 흐르는 전류의 한도를 의미하며 부하전류를 기준으로 적정한 것을 표준규격에서 선정한다.

단로기 정격전압[kV]	단로기 정격전류[A]
7.2	400, 600, 1200, 2000
24	600, 1200, 2000, 3000
72.5	600, 1200

5. 단로기의 개폐능력 [충전전류·여자전류 개폐]

무부하시에도 케이블의 정전용량에 의해 선로에 충전전류가 흐르는데 단로기는 이를 개폐하는 능력이 있어야한다. 충전전류는 변압기 결선과 관계없이 대지전압($V/\sqrt{3}$)을 적용한다. 여기서, E 는 대지전압, V 는 선간전압이다.

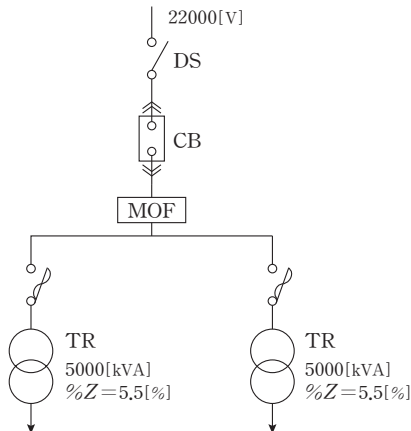
$$I_c = 2\pi fCE = 2\pi fC \frac{V}{\sqrt{3}} [A]$$

정격전압[kV]	여자전류[A]	충전전류[A]
7.2	4	2

개념 확인문제

Check up! □□□

계산 문제 다음 그림과 같은 회로에서 단로기의 정격전류를 선정하고 충전전류를 계산하십시오. (단, 케이블의 정전용량은 $0.54[\mu F]$ 이다.)



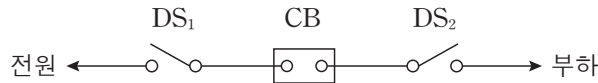
계산 과정 • 정격전류 계산 : $I = \frac{10000}{\sqrt{3} \times 22} = 262.43[A]$ **답** 600[A]

• 충전전류 계산 : $I_c = 2\pi \times 60 \times 0.54 \times 10^{-6} \times \frac{22000}{\sqrt{3}} = 2.59[A]$ **답** 2.59[A]

6. 단로기와 차단기의 조작순서

선로의 기기를 유지·보수할 경우 전원이 투입된 상태에서 단로기를 개방하면 아크로 인해 감전사고를 초래하므로 차단기를 먼저 개방한다. 재투입시 단로기를 투입한 후 차단기를 투입한다. 한편, 단로기 조작시 부하측의 단로기부터 조작하는 것을 원칙으로 한다.

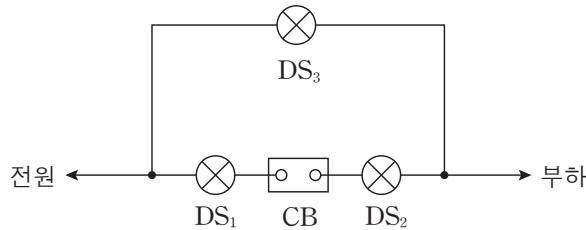
1) 바이패스가 없는 경우



- 차단순서 : CBOFF → DS₂OFF → DS₁OFF
- 투입순서 : DS₂ON → DS₁ON → CBON

2) 바이패스가 있는 경우

- 차단순서 : DS₃ON → CBOFF → DS₂OFF → DS₁OFF
- 투입순서 : DS₂ON → DS₁ON → CBON → DS₃OFF



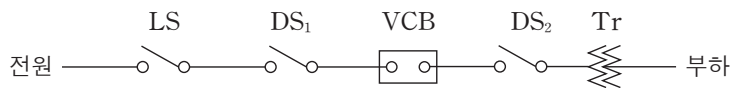
개념 확인문제

Check up! □□□

답답 문제 보안상 책임 분계점에서 보수 점검시 전로를 개폐하기 위하여 시설하는 것으로 반드시 무부하 상태에서 개방하여야 하며, 66[kV] 이상인 경우에 사용하는 개폐기는 무엇인지 우리말 명칭과 약호를 쓰시오.

답 선로개폐기, LS

답답 문제 그림과 같은 수전설비에서 변압기나 부하설비에서 사고가 발생했다면 어떤 개폐기를 제일 먼저 개로 하여야 하는가?



답 VCB

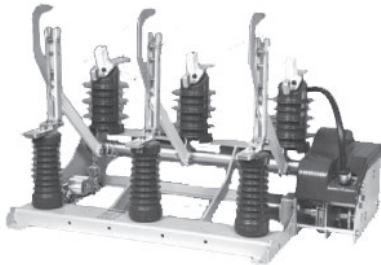
2 부하개폐기 [Load Break Switch : LBS]

1. 부하개폐기의 역할

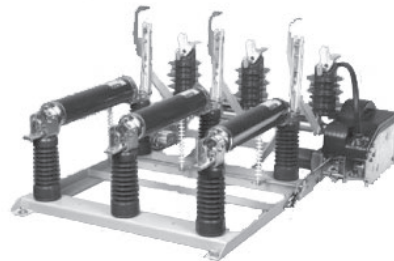
22.9kV 수·변전설비의 인입구 개폐기로 주로 사용되며 충전전류, 여자전류, 부하전류의 개폐는 가능하지만 사고전류를 차단하지 못한다.

2. 부하개폐기 특징

LBS는 전력퓨즈가 있는 것과 없는 것이 있으며, 전력퓨즈를 LBS와 조합하여 사용시 어느 한 상의 전력퓨즈가 용단될 때 3상 모두 개방되므로 결상사고를 방지할 수 있다.



[기본형]



[퓨즈부착형]

개념 확인문제

Check up! □□□

답답 문제 다음 개폐기의 종류를 나열한 것이다. 기기의 특징에 알맞은 명칭을 빈칸에 쓰시오.

답



명칭	특징
(단로기)	<ul style="list-style-type: none"> 전로의 접속을 바꾸거나 끊는 목적으로 사용 전류의 차단능력은 없음 무전류 상태에서 전로 개폐 변압기, 차단기 등의 보수점검을 위한 회로 분리용 및 전력계통 변환을 위한 회로분리용으로 사용
(부하개폐기)	<ul style="list-style-type: none"> 평상시 부하전류의 개폐는 가능하나 이상 시(과부하, 단락) 보호기능은 없음 개폐 빈도가 적은 부하의 개폐용 스위치로 사용 전력 Fuse와 사용시 결상방지 목적으로 사용
(전력퓨즈)	<ul style="list-style-type: none"> 일정치 이상의 과부하전류에서 단락전류까지 대전류 차단 전로의 개폐 능력은 없다. 고압개폐기와 조합하여 사용

3 자동고장 구분개폐기 [ASS/AISS]

1. 자동고장 구분개폐기의 역할

22.9kV-Y 배전선로에서 300kVA초과~1000kVA이하의 간이수전설비 인입구의 주개폐기로 설치를 의무화하고 있다. 고장구간을 후비보호장치와 협조하여 자동으로 구분, 분리하는 개폐기로서 고장으로 인한 계통의 사고확대를 방지한다.

2. 절연방식에 따른 분류[유입형/기중형]

자동고장 구분개폐기[ASS]	기중형 자동고장 구분개폐기[AISS]
	

3. 자동고장 구분개폐기의 기능

- ① 과부하 보호기능
- ② 과전류 Lock 기능
- ③ 돌입전류에 의한 오동작 방지기능

개념 확인문제

Check up! □□□

단답 문제 AISS의 명칭을 쓰고, 기능을 2가지 쓰시오.

- 답**
- 명칭
 - 기중형 자동고장 구분개폐기
 - 기능
 - 고장구간을 자동으로 개방하여 사고확대를 방지
 - 전부하 상태에서 자동으로 개방하여 과부하 보호

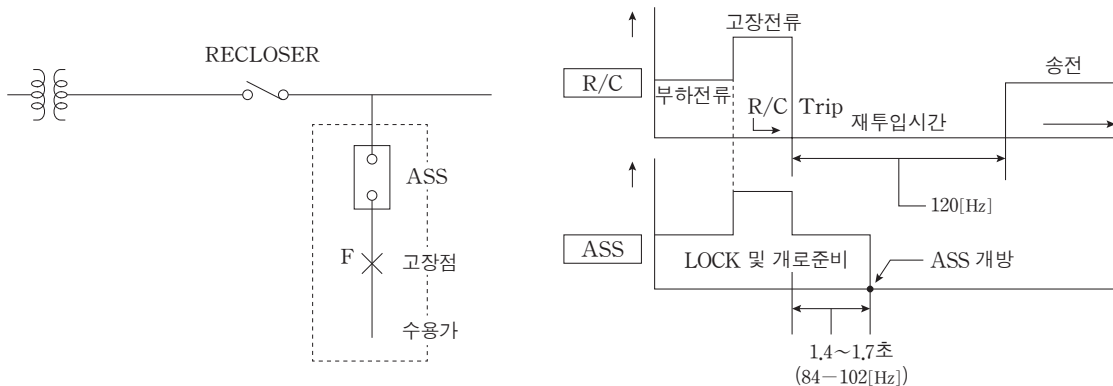
4. 자동고장 구분개폐기의 정격

과전류 Lock 기능 : 정격 Lock 전류 이상의 전류가 흐를 경우 ASS는 Lock이 되어 차단되지 않고 후비보호 장치가 차단된 후 ASS가 개방되어 고장구간을 자동 분리한다.

정격전압	정격전류	과전류 Lock전류	최대 과전류 Lock전류
25.8[kV]	200[A]	800[A] ±10[%]	880[A]

5. 자동고장 구분개폐기와 리클로저[R/C]의 보호협조

수용가에서 고장전류가 800A 이상인 사고가 발생하면 배전선로의 R/C가 이를 감지하여 R/C가 트립되며, 트립된 R/C는 120Hz 후에 재투입된다. ASS도 800A 이상인 고장전류가 흐르면 제어함에 의하여 ASS는 Lock되고 R/C가 개방되어 전원이 없으면 개로준비시간인 84~102Hz를 거쳐 자동으로 트립된다. 그러므로 R/C가 120Hz 후에 재투입될 때에는 ASS는 Open되어 있기 때문에 고장 수용가는 분리되어 계속 전력을 공급할 수 있게 된다.



6. 특고압 수용가 인입구용 개폐기 종류

단로기(DS), 선로 개폐기(LS), 부하개폐기(LBS), 자동고장 구분개폐기(ASS) 등

개념 확인문제

Check up! □□□

답문 300[kVA] 초과 1000[kVA] 이하의 특고압 간이수전설비에서는 ASS(Auto Section Switch)를 사용하여야 하며, 300[kVA] 이하인 경우 ASS대신 인터럽터 스위치(Interrupter Switch)를 사용할 수 있다. 이 두 스위치의 차이점을 비교 설명하시오.

- 답**
- ASS : 자동으로 고장구간을 개폐하며, 돌입 전류 억제 기능 등이 있다.
 - 인터럽터 스위치 : 수동 조작만 가능하고, 돌입 전류 억제 기능이 없다.

4 자동부하 전환개폐기 [ALTS]

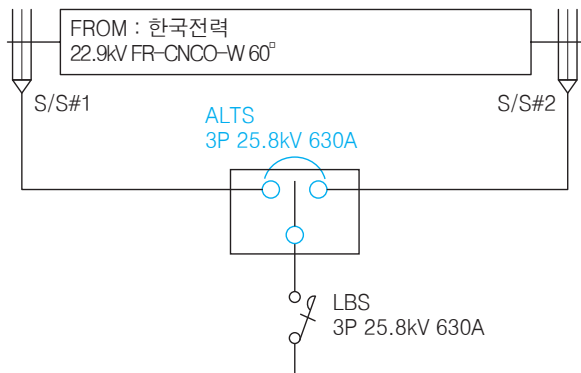
1. 자동부하 전환개폐기 역할

자동부하 전환개폐기는 22.9kV-Y 접지 계통의 지중전선로에 사용되는 개폐기로 병원, 인텔리전트 빌딩, 군사시설, 국가 공공기관 등의 정전 시에 큰 피해가 예상되는 수용가에 이중 전원을 확보하여 주전원이 정전되거나 기준전압 이하로 떨어진 경우 예비선로로 자동으로 전환되어 전원 공급의 신뢰도를 높이는 개폐기이다.

2. 자동부하 전환개폐기 기능 및 정격

- 주전원 회복시 재 전환동작 기능
- 순시정전에 의한 전환동작방지 기능
- 부하측 사고전류 발생시 계통분리 기능

정격전압	25.8[kV]
정격전류	630[A]



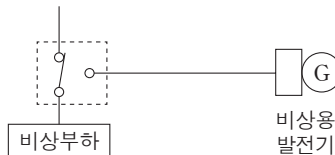
3. ALTS와 ATS(자동전환개폐기)의 차이점

ALTS는 22.9kV-Y 수용가 인입구에서 사용되어 변전소로부터 두개의 회선으로 공급받아 주전원 정전시 예비전원으로 전환되는 개폐기이고, 반면에 ATS는 변압기 2차측인 저압측(220/380V)에 설치되어 정전이 발생하였을 경우 비상용발전기를 작동시켜 중요부하에 전원을 공급하는 자동 전환 개폐기이다.

개념 확인문제

Check up! □□□

답답 문제 아래 그림의 점선 박스안의 개폐기의 우리말 명칭과 약호를 쓰시오.





답 자동전환개폐기, ATS

5 전력퓨즈 [Power Fuse]

1. 전력퓨즈의 역할

- ① 부하전류를 안전하게 통전시킨다.
- ② 고압·특고압에서 단락전류 차단한다.
- ③ 유지·보수를 위해 무전압 상태에서 선로를 개폐한다.

2. 전력퓨즈의 약호 및 심벌

구분	약호	단선도용 심벌	복선도용 심벌
전력퓨즈	PF		

3. 전력퓨즈의 장점 및 단점

1) 전력퓨즈의 장점

- ① 고속도로 차단하며, 차단용량이 크다.
- ② 차단기와는 다르게 릴레이, 변성기가 필요 없다.
- ③ 소형·경량이며, 가격이 저렴하고, 보수가 간단하다.

2) 전력퓨즈의 단점

- ① 재투입이 불가능하다.
- ② 과도전류에 용단되기 쉽고, 결상을 일으킬 염려가 있다.
- ③ 동작시간-전류특성을 계전기처럼 자유롭게 조정하는 것이 불가능하다.



개념 확인문제

Check up! □□□

답답 문제 전력퓨즈 구매시 고려해야할 사항 4가지와 선정시 고려사항 2가지를 쓰시오.

- 답**
- 구매시 고려사항 : 정격전압, 정격전류, 정격차단전류, 사용 장소, 최소차단전류, 전류-시간특성
 - 선정시 고려사항 : 타 보호기기와 협조할 것, 과부하전류에 동작하지 말 것.

4. 전력퓨즈의 종류 및 특징

한류형 PF	장점	<ul style="list-style-type: none"> 차단용량이 크다. 한류효과가 크다. 	
	단점	<ul style="list-style-type: none"> 과전압이 발생한다. 최소차단전류가 있다. 	
비한류형 PF	장점	<ul style="list-style-type: none"> 과전압이 발생하지 않는다. 녹으면 반드시 차단한다. 	
	단점	<ul style="list-style-type: none"> 한류효과가 작다. 차단용량이 작다. 	

5. 전력퓨즈의 성능 및 특성

- 허용특성
- 차단특성
- 한류특성
- 용단특성
- 열적특성

6. 전력퓨즈부착형 LBS의 장점

전력퓨즈를 LBS와 조합하여 사용 시 어느 한 상의 전력퓨즈가 용단될 때 3상 모두 개방되므로 결상사고를 방지할 수 있다.

개념 확인문제
Check up! □□□

단답 문제 답안지 표와 같은 각종 개폐기와 의 기능 비교표의 관계(동작)되는 해당란에 ○ 표로 표시하십시오.

기능 \ 능력	회로분리		사고차단	
	무부하	부하	과부하	단락
전력 퓨즈	○			○
차단기	○	○	○	○
개폐기	○	○	○	
단로기	○			
전자접촉기	○	○	○	