

# 제60회 발송배전기술사 문제 해설 ①

◆ 자료제공 : 서울공과대학  
 용인송담대 교수 유상봉/기술사  
 두 원 공 대 교수 김세동/기술사



본 시험정보는 2000. 3. 5  
 시행한 국가기술자격검정 발  
 송배전기술사분야에 출제된  
 1 ~ 4교시의 시험문제로서 1  
 교시를 발췌하여 게재합니다.

[ 교육훈련팀 ]

## 1 교 시

※ 다음 각 물음에 답하시오.(각10點)

**【문제 1】** 송전전압과 송전전력이 정해진 상태  
 에서 전선의 굵기를 선정하는데 검  
 토되어야 할 사항 4가지를 들고 설  
 명하시오.

효율이 좋은 송전을 하려면 무엇보다도 전  
 선로에서의 전력손실을 적게 하여야 한다.

전선로의 전력손실은 그 대부분이 저항손에  
 의한 것이며, 그림 1에서 지금 부하전압을  
 $V[V]$ , 선전류를  $I[A]$ , 부하의 역률을  $\cos\theta$ 라  
 고 하면 부하전력  $P[W]$ 는

$$P = \sqrt{3} VI\cos\theta$$

$$\therefore I = \frac{P}{\sqrt{3} V \cos\theta} [A]$$

가 된다.

선로 1가닥의 저항을  $R[\Omega]$ , 선로 내의 저항  
 손을  $P_i$  이라고 하면

$$P_i = 3I^2 R = \frac{P^2 R}{V^2 \cos^2 \theta} [W]$$

또 저항 손실  $P_i$  과 전력  $P$ 와의 비를 저항 손  
 실률이라고 하는데 가령 이것을  $p_i$ 이라고 하면

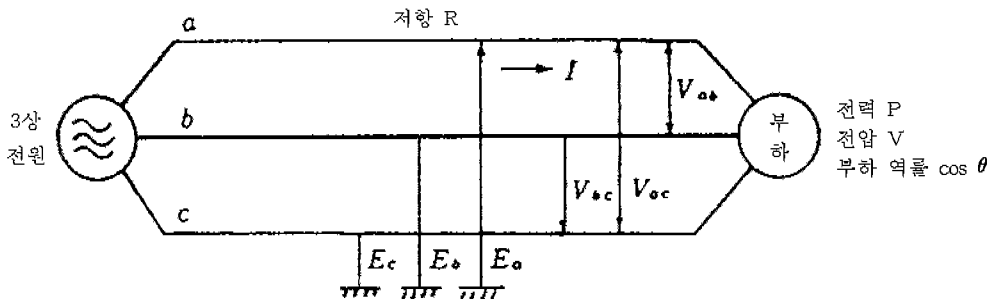


그림 1 3상 3선식 선로

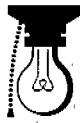


표 1 변압기 권선 선로측 단자 BIL

단위 : kV

계통최고 전압	전절연 BIL	저감절연	변압기 중성선의 BIL	
			직접접지 CT를 통한 접지	소호리액터 접지, 비접지 등
25.8	150	-	-	-
170	750	650	150	350(저감절연시) ~ 450
362	1,175	1,050	150	450

$$p_l = \frac{P_l}{P} = \frac{PR}{V^2 \cos^2 \theta}$$

$$\therefore P = \frac{p_l V^2 \cos^2 \theta}{R} \text{ [W]}$$

즉, 선로 내의 저항손은 전력 P 및 저항 R 이 같을 경우에는 전압 및 부하 역률의 각각의 제곱에 비례해서 증대하게 된다.

앞의 식에서

$$R = \frac{p_l V^2 \cos^2 \theta}{P} \text{ [\Omega]}$$

이 되며, 지금 전선의 단면적을 A[cm<sup>2</sup>], 저항율을 ρ[Ω-cm]라고 하면

$$R = \rho \frac{l}{A} = \frac{p_l V^2 \cos^2 \theta}{P}$$

$$\therefore A = \frac{\rho l P}{p_l V^2 \cos^2 \theta} \text{ [cm}^2\text{]}$$

로 된다.

따라서 송전전압과 송전전력이 정해진 상태에서 전선의 굵기 즉, 전선의 단면적은 저항손 실률(p<sub>l</sub>) 과 역률(cos θ)의 제곱에 반비례하고, 전선의 저항율(ρ)과 길이(l)에 비례한다는 것을 알 수 있다.

**[문제 2]** 345[kV] BIL이 2.2란 어떤 의미인지 설명하십시오.

BIL(Basic Impulse Insulation Level)의 뜻은 기준충격절연강도를 뜻한다. 송전계통에는 변

압기, 차단기, 기기의 Bushing, 애자, 결합콘덴서, 계기용 변성기 등 많은 기기가 있으므로 이들 사이에는 서로 균형있는 절연강도를 유지할 필요가 있다.

또 계통전체의 절연설계를 보호장치와의 관계에서 합리화하고 절연비용을 최소한도로 하여 최대효과를 거두기 위해 절연협조(Insulation Cordinalion)를 하여야 하며, 이는 외뢰에 의한 충격전압만을 대상으로 고려한다.

외뢰에 의한 이상전압의 파괴치는 회로전압과는 무관하여 1,000[kV] 이상이 될 때도 있다. 이 파괴기와 같은 보호기기 없이 기기 자체의 절연강도로 이에 견딜 수 있도록 높인다는 것은 불가능하다.

따라서 사용전압 등급별로 파괴기의 제한전압보다 높은 충격과 전압을 기준충격절연강도로 정하여 변압기와 기기의 절연강도 결정에 이용한다.

충격파의 표준형은 1.0×40μs, 1.2×50μs 등 나라에 따라 다르나 우리나라는 1.2×50μs를 표준 충격파로 사용하고 있다.

참고로 변압기의 권선 선로측 단자의 BIL은 표 1과 같다.

저감절연은 직접접지 계통에서 사용하는 변압기에 적용한다.

단, 25.8[kV]이하의 변압기 권선은 접지방식 여하를 불문하고 균등 절연한다. 문제에서 뜻하는 BIL이 2.2라는 의미는 출제자의 의도로 보아 위 표 1의 각각의 기준을 1PU(Per Unit)로 가정했을 때의 PU개념이 아닌가 생각되나 통상적으로 표준화 되어 제시하면 BIL을 그렇게 표현하지 않으므로 수험생 각자가 판단해야 할 것으로 사료된다.

**【문제 3】 동기발전기의 단락비를 정의하시오.**

**1. 단락비의 정의**

동기발전기가 정격속도로 무부하 정격전압을 유기하는 데에 필요한 여자전류  $i_{fo}$ 와 3상 단락시에 정격전류에 상응하는 지속 단락전류를 흘리는 데에 필요한 여자전류  $i_{fs}$ 와의 비이다(그림 1).

$$\therefore \text{단락비 } K = \frac{i_{fo}}{i_{fs}} = \frac{oc}{oe} = \frac{bc}{de}$$

무부하로 정격전압을 발생하는데 요하는 여자전류  
 =  $\frac{\text{3상 단락시에 정격전류와 같은 지속단락전류를 흘리는데 요하는 여자전류}}{\text{여자전류}}$

**2. 단락비와 동기**

임피던스와의 관계동기 임피던스는 전기자 단자에서 본 등가 리액턴스와 전기자 권선의 실효저항을 벡터곱으로 합성한 것으로서, 전기자 저항은 무시할 수 있을 정도로 작은 값이다.

여기에서 동기 임피던스

$$Z_s = \frac{V}{\sqrt{3} I} [\Omega]$$

이고, 이것을 백분을 동기 임피던스  $\%Z_s$ 로 나타내면

$$\begin{aligned} \%Z_s &= \frac{\text{동기 임피던스 강하}}{\text{동기전압(1상)}} \times 100 \\ &= \frac{I_s \cdot Z_s}{V} \times 100 = \frac{1}{K} \times 100 \end{aligned}$$

로 표현된다.

위 식에서 단락비  $K$ 는 단위법으로 나타낸 동기 임피던스의 역수와 상응한다. 따라서, 단락비가 큰 발전기는 동기 임피던스가 적다는 것을 알 수 있다.

**3. 단락비가 발전기에 미치는 영향**

단락비가 작은 기계는 동기 임피던스가 커지는데, 이는 전기자 반작용이 크다는 것을 의미하며 전기자 반작용이 크다는 것은 공극이 작고, 계자의 기전력이 전기자의 기전력에 대하여 작다는 것, 즉 계자극 철심과 계자 코일

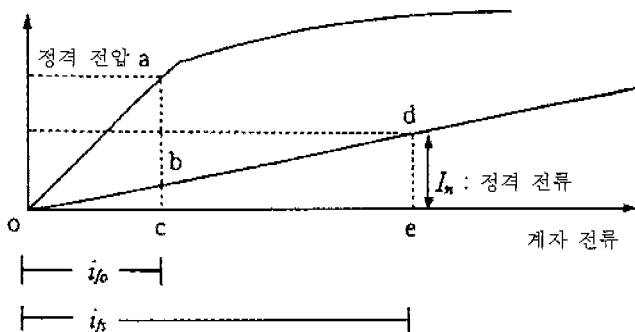


그림 1 동기 임피던스와 단락비와의 관계



이 절약되어 설계됨을 의미한다.

때문에 단락비가 작은 기계는 전기자전류로 인한 전기자 기전력이 크므로 동기계라 불린다. 이에 반하여 단락비가 큰 기계는 공극이 크고, 전기자 반작용이 작아 무부하 정격전압을 유지하는데에 계자 전류  $i_{fo}$ 를 필요로 하며, 계자 철심과 동량은 커지며, 기계의 중량이 무거워지고, 따라서 가격이 비싸진다.

그러나 단락비가 큰 기계는 과부하 내량이 커져서 기계에 여유가 있으며, 전압변동률이 작아지고 장거리 송전선로를 충전하는 경우에 적합하고 안정도가 크다.

이와같이 단락비가 큰 기계는 계자전류가 크고 철을 많이 사용하고 있으므로 철기계라고 불린다.

발전기의 부하각  $\delta$ 와 출력  $P$ 와의 관계는 다음과 같다.

$$P = \frac{3EV}{X_s} \sin \delta$$

$V$  : 단자전압

$E$  : 유도기전력

#### 4. 단락비 선정시 고려사항

동기 발전기의 출력은 동기 리액턴스  $X_s$ 에 반비례한다.

따라서 동기 리액턴스가 작을수록 출력이 커져 정태 안정도가 커지지만, 실제 계통에서는 선로 리액턴스를 고려하여 터빈 발전기는 0.5 ~ 0.7, 수차 발전기는 0.8 ~ 1.2 정도로 설계하고 있으나, 특별히 전압변동률을 좋게 하거나 선로의 충전용량을 크게 하고 싶을 경우 단락비를 1.5 ~ 1.8 정도로 한 것도 있다.

**[문제 4]** 전송선로에서 전압강하율(% Voltage Drop)과 전압변동률(% Voltage Variation)을 정의하시오.

### 1. 전압강하율

가공 배전 선로에 부하가 접속되지 않고 전압만 걸렸을 경우 수전단 전압은 송전단의 전압과 그 크기가 거의 같게 된다(정전용량이 무시되기 때문이다). 그러나, 여기에 부하가 접속되면 수전단 전압은 송전단 전압보다 낮아지게 된다. 이 전압의 차를 전압 강하라고 한다.

전압 강하는 선로에 전류가 흐름으로써 발생하는 역기전력 때문에 생기는 것이다.

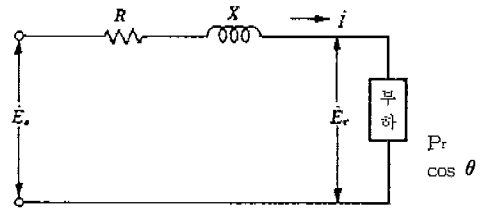


그림 1 배전선의 등가 회로

보통 배전 선로에서 전압 강하라고 부르는 것은 그림 1과 같은 회로에서 송전단 전압  $E_s$ 와 수전단 전압  $E_r$ 의 절대값의 차로써 전압 강하의 크기는 접속된 부하의 크기에 따라 변화하는데 이 전압 강하의 수전단에 대한 백분율[%]을 전압 강하율 이라고 한다.

$$\text{즉, 전압 강하율}[\%] = \frac{E_s - E_r}{E_s} \times 100[\%]$$

단,  $E_s$  : 송전단 전압[V]

$E_r$  : 수전단 전압[V]

전압 강하율은 전선의 저항, 리액턴스, 역률 및 전선을 흐르는 전류와 관계가 있다.

### 2. 전압 변동률

전압 변동률(Voltage Regulation)은 부하가 갑자기 변화하였을 때에 그 단자 전압의 변화

를 나타내는 것이다. 전술한 전압 강하율은 어떤 주어진 시점에서 그때 흐르던 부하 전류의 크기에 따라 수전단 전압이 송전단 전압에 비해서 얼마만큼 강하되는가 하는 전압의 크기를 대상으로 하는데 대하여 전압 변동률은 가령 하루라든가 하는 어떤 주어진 기간 내에서의 변동 (경부하, 중부하)에 따라 전압의 변동 폭이 어느 정도로 되느냐 하는 변화 범위를 나타내는 것이다. 즉,

$$\text{즉, 전압 변동율}[\%] = \frac{E_w - E_r}{E_r} \times 100[\%]$$

단,  $E_r$  : 전부하시의 수전단 전압[V]  
 $E_w$  : 무부하시의 수전단 전압 [V]  
 역률 : 100%를 기준으로 한다.

이 전압 변동률의 한도는 전기 사업법 시행규칙에 따라 공급점에서 유지해야 할 전압을 정하고 있다.

**[문제 5]** 원자력 발전소에서 감속재(Moderator)의 온도계수를 정의하시오.

### 1) 감속재의 개요

핵분열로 발생한 중성자는 고에너지의 것이다. 이러한 고에너지의 중성자(즉, 고속 중성자)는 우선 그 속도가 너무 고속이어서 새로이 다음 핵분열을 일으키게 하는 데에는 부적당하다. 따라서 원자로 내에서 핵분열을 일으키기 쉽게끔 어느 정도 이 중성자의 속도를 떨어뜨려 줄 필요가 있다.

감속재는 이처럼 핵분열로 발생한 고속 중성자(약 2[MeV]의 에너지(=속도)를 떨어뜨려서 열중성자(0.025[eV])로 바꾸는 작용을 하는 것이다. 중성자의 감속에는 중성자의 원자핵에 의한 산란으로 중성자가 에너지를 잃게 되는 것을 이용한다.

따라서 감속제로서는 감속효과가 크고 중성자 흡수가 작은 물질이 적당하다. 열중성자로

내에서의 감속은 주로 탄성산란으로 이루어지고 있는데, 탄성산란의 효과는 가벼운 원자핵일수록 크므로 감속제로서는 보통 경수, 중수, 흑연, 산화베릴륨 등이 사용되고 있다.

**[문제 6]** 화력발전소의 터빈과 관련 설비인

① 터닝기어 ② 라비린스 팩킹의 역할을 설명하시오.

### ① 터닝기어(Turning Gear)

대용량의 터빈이 되면 기동 및 정지의 전후에 터빈을 극히 서서히 회전시키는 장치 즉, 터닝기어를 사용한다.

터닝기어는 5단 감속을 거쳐 Rotor를 매분 3회전시키며, 운전형식은 Manual Engagement와 Automatic Disengagement로 되어있다.

그 목적은

- (1) 급속기동을 요하는 경우에 증기 없이 터빈을 기동할 수 있으므로 기동 때에 다량의 증기를 급히 통해서 동익에 충격을 주는 일도 없고, 또 증기 체스트(Steam Chest)나 케이싱(Casing)에 급격한 온도 변화를 주는 일도 없다.
- (2) 워밍(Warming)할 때 서서히 회전하므로 고르게 데어져서 축의 변의(變歪) 등이 일어나지 않는다.
- (3) 정지할 때 증기를 끊고나서 서서히 회전시킬 수 있으므로 고르게 냉각되어 토오터에 편의를 일으킬 우려가 없어진다.
- (4) 터빈 정지후 축의 열전도 때문에 베어링의 기름이 증발해서 유막이 없어지는 일 등이 없어진다.

### ② 라비린스 팩킹

큰 압력 차를 갖는 정지부와 회전부와의 사이에 설치된 유체의 누설 방지 장치이다.

즉, 터빈 차축이 격판이나 차실을 관통하는



곳에 설치하여, 고압측으로 부터의 증기의 누설을 막고 있다. 라비린스 팩킹은 끝이 날카로운 작은 금속편을 증기가 새는 통로에 여러 단으로 늘어놓아서 협소부와 확대부를 많이 설치하여 축소에 의하여 증기의 압력을 떨어뜨리고, 와류에 의해서 운동 에너지를 상실시켜서 유출에너지를 없앤다. 또 공기의 누입도 방지할 수 있다.

**[문제 7]** 화력발전소 보일러에서 ① 임계온도  
② 임계압력의 값은 각각 얼마인가?

사용증기의 압력 및 온도는 발전소의 열 효율에 근본적인 영향을 미친다. 증기 압력 온도가 높을수록 열 효율이 높아진다. 최근의 대용량 기력 발전소의 증기 압력은 180[kg/cm<sup>2</sup>] 전후의 것이 많고, 또 초임계 압력의 것도 제작 사용되고 있다. 증기는 고압일수록 터빈내에서 팽창할 때 빨리 습윤상태(濕潤狀態)가 된다.

그러므로 증기의 압력을 높일수록 온도도 따라서 상승시킬 필요가 있다. 증기의 온도를 높인다는 것 역시 재료의 내열강도 면에서 제한을 받고 있지만 최근에는 600[°C] 전후의 것이 많이 사용되고 있다.

인천 화력발전소(325MW) 보일러의 경우는 다음과 같다.

- 임계온도 : 541°C
- 임계압력 : 170.15kg/cm<sup>2</sup>

**[문제 8]** 수력발전소에서 베르누이 정리를 설명하시오.

정지하고 있는 물은 그 내부에서는 그것에 작용하는 외력과 압력에 의해서 평형이 유지되지만 운동하고 있는 물에서는 이 2가지 힘 외에 가속도가 작용해서 결국 이 3가지 힘으로 평형을 유지하게 된다.

이 세 가지의 힘(Power)의 합계는 에너지보존법칙에 따라 일정하며 다음의 식과 같이 표현한다.

$$wQh + Q_p + \frac{wQv^2}{2g} = wQH [kg \cdot m/s]$$

$$= 1,000QH [kg \cdot m/s]$$

$$= 9.8QH [kW] \quad \dots (1)$$

단, H : 정수

즉, 식(1)은 파워(Power)를 나타내고 있다.

따라서  $wQh$ ,  $Q_p$  및  $\frac{wQv^2}{2g}$  은 각각 위치파워, 압력파워 및 속도파워 또는 운동파워라고 불려지는 것이다.

- ① 위치파워( $wQh$ ) : 기준면으로부터 H의 높이에 있는 유수가 갖는 1초당의 위치에너지
- ② 압력파워( $Q_p$ ) : 상기 유량이 갖는 1초당의 압력에너지
- ③ 속도파워( $\frac{wQv^2}{2g}$ ) : 상기 유량이 갖는 1초당의 운동에너지

그런데 위의 3가지 파워의 합계는 에너지보존법칙에 따라 일정하므로 이것을  $wQH$ 로 나타내는데 일반적으로 이  $wQH$ 를 총파워 또는 총수력(즉, 1초당의 총 에너지)이라고 한다.

지금 식(1)의 양변을  $wQ$ 로 나누면 다음과 같이 된다.

$$h + \frac{p}{w} + \frac{v^2}{2g} = H [m]$$

이것을 베르누이의 정리라고 한다.

**[문제 9]** 아몰퍼스 변압기의 특징에 관해 간단히 설명하시오.

## 1. 개요

금속 등 많은 물질은 원자가 규칙적으로 배

열되어 결정을 만들고 있다. 그 결정입자의 크기는 0.1  $\mu\text{m}$  정도의 미결정부터 수 십 cm 이상의 거대한 단결정까지 여러 가지 이지만 아몰퍼스란 그와 같은 장거리의 주기적 원자배열이 저지된 고체상태를 말한다.

아몰퍼스 변압기는 변압기 철심재료 종래부터 전력용 변압기에 사용되고 있는 규소강판 대신에 철, 붕소 및 규소의 혼합물인 Amorphous Metal을 사용하는데 용융 후 급속한 냉각으로 불규칙한 원자배열 구조를 가진다.

이러한 아몰퍼스 변압기의 특징은 보자력이 작고 자기저항율이 매우 낮은 자기적 특성을 가지고 있으며 히스테리시스손 및 와전류손의 감소로 철손이 규소강판의 1/4 수준이며 철심소요량의 증가로 용적 및 중량이 증가되는 단점을 가진다.

이를 좀더 상세히 설명하면 다음과 같다.

## 2. 아몰퍼스 변압기의 특징

일반적으로 전력용 변압기의 철심에 사용되는 자성재료로서 요구되는 주요특성은

- 포화자속밀도가 높다.
- 철손이 작다.
- 자화하기 위한 여자전류가 작다.

등을 들 수 있다.

아몰퍼스 자성재료는 현재 사용하고 있는 규소강판과 비교하면 포화자속밀도는 작지만 철손 및 여자전류가 1/3 ~ 1/4 로 작아 상당히 양호한 성질을 가지고 있다.

변압기의 철손은 철심을 자화하기 위해 소비되는 에너지로서, 히스테리시스손과 와전류손으로 대별된다.

히스테리시스손은 철심내의 자속이 방향 및 크기가 변화할 때 철심을 구성하는 자기분자가 방향 및 배열을 바꾸어 분자 상호간에 마찰손이 발생하는데 기인하는 것으로써, 히스테리시스 루프가 포위하는 면적에 비례한다.

따라서 히스테리시스손은 주파수에 비례하

며, 자속밀도의 1.6 ~ 2승에 비례한다.

아몰퍼스 재료는 이 히스테리시스 루프의 면적이 현용 규소강판과 비교해서 상당히 작다(그림 1 참조).

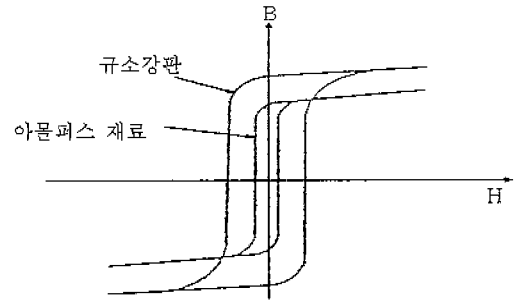


그림 1 아몰퍼스 재료와 규소강판의 히스테리시스 루프

한편, 와전류손은 자속의 변화에 의해 철심내에 기전력이 발생, 전류가 흐른 결과 저항손실을 발생시키는 것으로써, 강판의 두께, 주파수 및 자속밀도의 각각 2승에 비례한다.

아몰퍼스 자성재료는 고속회전하는 냉각물에 분사되어 만들어지기 때문에 두께가 0.03mm로 현용 규소강판에 비해 약 1/10 정도 얇으며, 저항률도 높기 때문에 와전류손도 낮게 억제된다.

또한, 아몰퍼스 변압기는 아몰퍼스 자성재료의 포화자속밀도가 비교적 낮기 때문에 현용의 변압기에 비해 약간 대형화 된다.

그리고 아몰퍼스 자성재료의 두께가 얇기 때문에 가공 처리에 필요한 작업이 증대·고도화하고 철심의 점적률(占積率)도 저하한다.

**[문제 10]** CNCV 케이블에 관하여 설명하십시오.

## 1. 개요

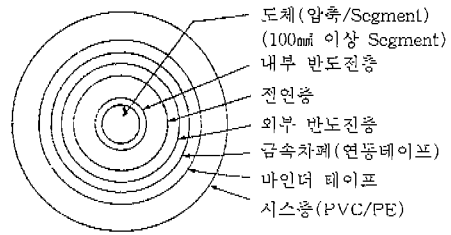
동심중성선 CV 케이블(CNCV 케이블)은 CV



표 1 케이블 규격 비교

구분	CNCV	CV
명칭	22.9[kV] 중성선 전력Cable (22.9[kV] Connection Neutral Type Cross-Linked Polyethylene Insulated Vinyl Sheathed Power Cables)	22[kV] 전력 Cable (22[kV] Cross-Linked Polyethylene Insulated and Vinyl Sheathed Power Cables)
관련 규격	ESB 126-640~645	ESB 126-621~637
적용 범위	22.9[kV-Y] 다중접지계통	22[kV] 비접지계통
중성선 및 차폐층	중성선 (2.0[m/m]×20(62.8[mm <sup>2</sup> ])	차폐층(0.1[m/m]연동테이프 1매)

케이블(XLPE : Cross Linked Polyethylene PVC Sheathed Power Cable : 가교 폴리에틸렌 절연 비닐시스 케이블)에 중성선을 추가하여 다중 접지계통 전선로의 과대한 지락전류를 흘릴 수 있도록 제작하여, 지락사고로 인한 케이블의 소손이나 손상을 방지하는 데 사용되고 있다.

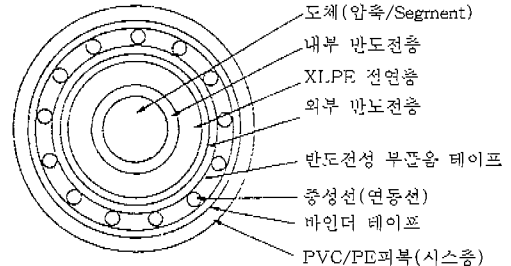


## 2. 동심 중성선 CV 케이블의 종류

### 2) CVCN케이블 구조

#### (1) CNCV

(XLPE Insulated, Concentric Neutral Conductor and PVC Sheathed Power Cable) 수밀층 또는 차수층이 있는 케이블

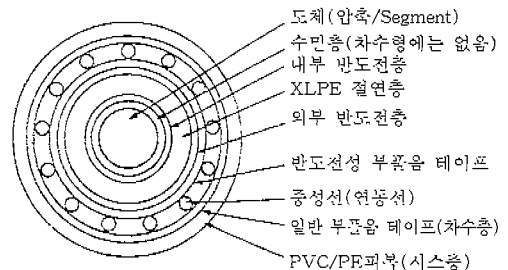


#### (2) CVCN

(XLPE Insulated, Concentric Neutral Conductor with Water Blocking Tapes and PVC Sheathed Power Cable) 수밀층 또는 차수층이 없는 동심중성선 CV 케이블

### 3) CNCV케이블 구조(수밀형, 차수형)

## 3. 케이블 규격 비교 (표 1)



## 4. 케이블 구조

### 1) CV케이블의 구조



**【문제 11】** 배전선로에서 Recloser 의 기능과 역할을 설명하시오.

배전선은 일반적으로 방사상이므로, 그 보호에 방향성 계전기를 쓰지 않는다. 또 다중 접지계(22.9[kV])에서는 선로의 절한 위치에 사고를 구분 차단할 수 있는 Fuse, Sectionalizer, Recloser 등 선로 보호 장치를 설치하며 이들과 변전소 Feeder 보호장치간에 보호협조가 이루어져야 한다. 배전선로 보호장치는 변전소에 설치하는 Feeder 보호계전기처럼 동작 전류치와 시간을 다음대로 조정할 수 없으므로 처음부터 정격 용량과 설치 위치를 적절히 선정해야 만족한 상호 협조가 가능하다.

Recloser는 간선과 3상 분기점에 설치하여 분기선의 사고시 제폐로 동작으로 간선을 보호한다. 직렬로 3대까지 설치 가능하며, 정격용량은 최대 부하전류 이상(140% 정도)으로 하고 차단 용량은 설치 위치의 최대 상정 고장전류 이상으로 한다. Recloser가 최소 지락 전류에 동작하기 어려운 경우에는 Ground Trip Device를 설치한다.

(1) 설치 위치 및 설치 기준

- ① 간선과 3상 분기점에 설치
- ② 직렬로 3대까지 설치 가능
- ③ R/C 상호간의 협조

후비 R/C가 전위 R/C보다 먼저 또는 동시에 동작하지 않도록 R/C간의 동작시한차, 최소 동작 전류 또는 동작 Sequence를 서로 다르게 정정한다.

(2) 정격용량 선정 기준

- ① 정격차단 용량은 설치점의 최대 고장 전력 이상일 것
- ② 정격전류는 최대 부하 전류의 140% 정도로 한다.
- ③ Trip 전류는 보호구간 말단의 최소 고

장 전류에 동작할 수 있을 것

- ④ Ground Trip Device 는 최소 지락 전류에 동작하기 어려운 경우에 설치하는데 정격전류가 큰 경우 (185~225[A])에 고려한다.

<참고>

1. Sectionalizer

Recloser의 부하측에 설치하며, 경제성 때문에 Recloser 대신 설치하는 경우도 있다. 정격전류는 설치점 최대 부하 전류 이상으로 하고, 부하차단 전류는 후비 보호용 Recloser 최소 Trip 전류보다 작아야 한다. 최소 지락 전류에 동작하지 못할 경우는 여기에도 GTD를 사용한다.

(1) 설치 위치 및 기준

- ① R/C 의 부하 측에 설치한다.
- ② 경제성 때문에 R/C 대신 설치하는 경우도 있다.
- ③ 직렬로 3대까지 설치 가능하다.

(2) 정격용량 선정 기준

- ① 정격전류는 설치점의 최대 부하 전류 이상일 것
- ② 부하차단 전류는 후비 보호용 R/C 의 최소 Trip 전류보다 작을 것
- ③ 순시 또는 단시간 전류는 설치점의 순시 최대 전류 이상일 것
- ④ 최소 지락 전류에 동작하지 못할 경우는 GTD를 사용한다.

2. Line Fuse

단상 분기점에 설치하며 직렬로 2대까지 설치할 수 있고, Fuse Element는 설치점 최대 부하 전류의 160%를 연속 흘릴 수 있는 것으로 한다.

(1) 설치 위치 및 기준

- ① 단상 분기점에만 설치한다.



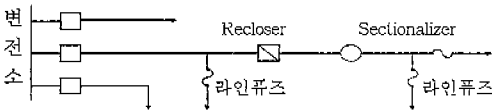
② 직렬로 2개까지 설치한다.

(2) 정격 용량 선정 기준

- ① Fuse Element는 설치점 최대 부하 전류의 160%를 연속 흘릴 수 있을 것
- ② 보호구간의 최소 고장 전류를 차단할 수 있을 것
- ③ Fuse Element는 후비 보호 장치와 협조 가능할 것

3. 보호협조 예

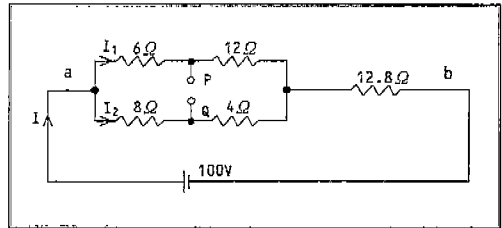
(1) 22.9kV 다중 접지 방식은 지락 고장시의 지락 저항이 상당히 낮아서, 1선 지락 사고는 거의 과전류 사고로 검출된다.  
따라서 변전소 CB와 선로의 재폐로 차단기, Sectionalizer 및 Line Fuse 상호간의 협조를 도모하면 사고 구간만을 국한시켜서 제거할 수 있다.



(2) 위의 그림은 한 적용 예를 보인 것으로 만일 주상변압기에 고장이 생겼다면 그 1차측 Fuse의 용단으로 변압기를 선로에서 분리시켜 그 이외의 선로 부분은 정상 운전을 유지할 수 있다. 또 선로 사고인 경우 일시적인 사고면 Recloser가 순시 작동 후 재폐로로 급전을 계속할 수 있으며, 영구 사고면 Recloser가 순시 작동 후 지연 동작의 반복으로 고장점에 가까운 Line Fuse를 용단시키거나, Recloser의 동작으로 인한 무전압 상태를 Sectionalizer가 감지하여 선로를 분리시키거나 Recloser가 Lock Out 되어 정전 구간을 국한시킬 수 있다.

(3) 보호 장치들의 보호 협조 동작은 고장 전류의 크기와 동작 시간 지연 곡선에 의해 이루어진다. 즉 Recloser의 전위에서 고장이 발생했을 때 그 고장 전류의 크기에 따른 보호 장치의 동작 시간은 변전소 계전기 보다 Recloser가 빠르도록 정정한다.

**【문제 12】** 다음 그림에서 VPQ(P지점의 전위에 대한 Q지점의 전위)를 구하십시오.



위의 그림에서 합성저항을 구한다.

$$R = \frac{12 \times 18}{12 + 18} + 12.8 = 20[\Omega]$$

따라서,

$$I = \frac{V}{R} = \frac{100}{20} = 5[A]$$

$$I_1 = 5 \times \frac{12}{18+12} = 2[A]$$

$$I_2 = 5 \times \frac{18}{18+12} = 3[A]$$

ap점의 단자전압은

$$I_1 \times 6 = 2 \times 6 = 12[V]$$

aQ점의 단자전압은

$$I_2 \times 8 = 3 \times 8 = 24[V]$$

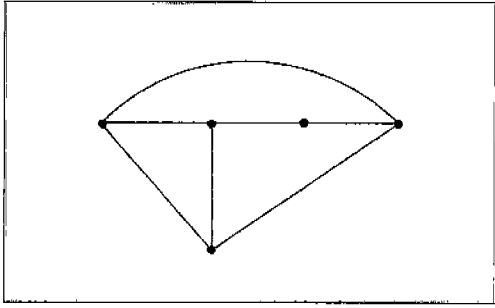
따라서, PQ 점의 전위 VPQ는

$$V_{aQ} - V_{ap} = VPQ$$

$$24 - 12 = 12[V] \text{ 가 된다.}$$

**발송배전기술사 문제 해설**

**[문제 13]** 다음 그래프에서 element, node, branch, link 의 개수를 구하시오.



- 1) element : 7개  
위상그래프의 각 선(line)을 의미한다.
- 2) branch : 5개  
나무(tree)를 형성하는 가지를 의미한다.
- 3) node : 4개  
2개 이상의 branch가 만난 점을 의미한다.
- 4) link : 3개  
나무를 형성하기 위해 원래의 그래프에서 떼어낸 가지들

# 전기 기술사 소방강좌

• 노동부 • 교육부 • 서울시 지정교육기관

**“전기에 관한 한 최고의 명문임을 자부합니다”**

1964년 국내최초로 설립한 이래— 36년간 150,000여명의 전기기술자를 배출한 최고의 명문!!

- 전기공사(산업)기사반 ▶ 개강 • 정규반 : 매일 10일
  - 전기(산업)기사반 ▶ 필기/실기특강 : 원서접수 첫날
  - 전기철도기사반 ▶ 강의시간 • 오전반 10:00~12:30
  - 전기기능사반 ▶ 야간반 7:00~ 9:30
  - 소방설비기사(전기&기계)반
- 각 과정 교대근무자 수강가능
  - 학원 자가발당으로 최고의 시설완비
  - 기초부터 상세히 책임지도
  - 최고의 권위를 자랑하는 전임강사진

## 발송배전 기술사

건축전기  
전기철도

※ 60회 본원합격자 : 김중환, 김현철, 최삼기, 우대성, 이혜수, 양음초

개강 • 수요일 : 6월 7일 • 일요일 : 6월 4일 • 토요일 : 6월 10일

■ 강사진 : 분야별, 과목별로 세분화된 최고의 권위강사진

- 유상봉 : Y대교수/ 공학박사/ 국내최대 5종목 기술사보유
- 김세동 : D대교수/공학박사/기술사 - 조양행 : Y대교수/ 공학박사
- 임철교 : 기술사/경영지도사/CSA 특장 - 김영곤 : 기술사/D엔지니어링 부사장
- 박영덕 : 기술사/S엔지니어링 대표 - 박병수 : 기술사/D엔지니어링 이사 44인

## 수강료 환급

본원은 노동부 지정 “재직자 직업능력개발훈련기관”으로, 아래 항목 수강자에 한하여 노동부에서 고용보험기금을 지원하므로 수료후 규정에 따라 최고 80%까지 수강료를 환급합니다

- 대상 : 고용보험 적용업체에 재직중인 자(고용보험 납부자)
- 대상종목 : • 발송배전기술사반 • 건축전기설비기술사반  
• 전기공사기사반 • 전기기사반 • 필.실기특강반
- 정원 : 각 과정별 40명(선착순 마감)
- 접수서류 : 입학원서(본원양식) 1부, 사진(반명함) : 3매

■ **서신강좌** : 지방거주자 및 직접수강이 어려운분 대상 • 실시종목 : 전기(산업)기사, 전기공사(산업)기사, 소방설비(산업)기사

# 서울공과학원 676-1113~5

서울 영등포구 당산동1가 455번지 (지하철 2,5호선 영등포구청역 하차,문래역방면 60m)