



# 건축전기설비 기술사 문제해설

김세동 | 두원공과대학 교수, 공학박사, 기술사

## 문제

차단기의 정격 선정시 고려해야 할 사항에 대해 설명하시오.

- ◎ 본 문제를 이해하기 위해서는 스스로 문제를 만들고, 답을 써보시오. 그리고, 기억을 오래 가져갈 수 있는 아이디어를 기록한다.

항 목	Key Point 및 확인 사항
가장 중요한 Key Word는?	차단기의 정격
관련 이론 및 실무 사항	1. 차단기의 기능과 역할에 대해서 알고 있나요? 2. 차단기의 정격선정시 고려해야 할 사항에 대해서 알고 있나요? 3. 차단기의 차단용량을 산정할 수 있나요? 4. 트립에 대한 개요를 알고 있나요?

## 해설

### 1. 차단기의 개요

차단기는 회로에 전류가 흐르고 있는 상태에서 그 회로를 개폐한다든지 또는 차단기 부하측에서 단락사고 및 지락사고가 발생하였을 때 신속히 회로를 차단할 수 있는 능력을 가지는 기기이다. 차단기의 종류에는 유입 차단기(OCB), 진공차단기(VCB), 가스차단기(GCB), 기중차단기(ACB) 등이 있다.

### 2. 차단기의 정격 선정

차단기는 회로의 사고시 고장전류를 차단하는 능력을 주목적으로 하며, 회로를 선택하여 개폐하는 것이므로 동작 횟수 등이 한정된다.

1) 정격전압

차단기의 정격전압은 규정한 조건에 따라 그 차단기에 인가할 수 있는 사용회로 전압의 상한을 말하며, 식 (1)과 같이 나타낸다.

$$\text{정격전압} = \text{공칭전압} \times 1.2/1.1 \text{ [M]}$$

일반적으로 정격전압의 표준값은 3.6kV, 7.2kV, 12kV, 24kV, 36kV, 52kV, 72.5kV, 100kV 등이다.

2) 정격전류

차단기의 정격전류는 정격전압 및 정격주파수에서 규정의 온도상승 한도를 초과하지 않고 차단기에 연속적으로 흘릴 수 있는 전류의 상한값을 말하며, 실효치로 나타낸다. 정격전류의 선정은 부하전류에 의하여 결정되지만, 장래의 증설계획을 고려하여 여유가 있는 차단기를 선정하여야 한다.

KS 및 한전의 변전설계기준 2511에서는 600A, 1200A, 2000A, 3000A, 4000A로 선정하도록 하고 있다.

IEC56에서는 400A, 630A, 800A, 1250A, 1600A, 2000A, 2500A, 3150A, 4000A, 5000A, 6000A로 선정하도록 하고 있다.

3) 정격차단전류

정격전압, 정격주파수 및 규정한 회로 조건하에서 규정의 표준 동작책무와 동작상태에 따라 차단할 수 있는 낮은 역률의 차단전류의 한도를 말하며, 다음과 같이 대칭 실효치로 표시한다.

1kA, 1.25kA, 1.6kA, 2kA, 3.15kA, 4kA, 5kA, 6.3kA, 8kA, 이 이상인 경우에는 ×10배로 정한다.

그러나, 실제 전력계통의 고장전류는 단락 발생 순시의 위상에 따라 고장 최초 몇 사이클 동안에는 상당한 직류분 전류가 포함되어 있어 비대칭전류가 흐르게 마련이다.

일본규격 JEC 181에서는 비대칭전류를 대칭전류의 1.19배로 하고 있으나, 일반적으로 1.25배로 보고 있으므로 필요한 대칭차단전류를 구할 뿐 일반적으로는 문제가 없고 계산으로 구하는 단락전류보다 큰 차단전류를 선정하면 된다. 종래에는 차단능력을 정격차단용량으로 표시하며, 다음 식과 같이 구하여 참고값으로 하고 있다.

3상인 경우에는 다음 식과 같이 계산한다.

$$\text{차단용량 [MVA]} = \sqrt{3} \times \text{정격전압 [kV]} \times \text{정격차단전류 [kA]}$$

$$\text{또는, 차단용량 [MVA]} = \frac{\text{기준용량 [MVA]}}{\%Z} \times 100$$

4) 정격차단시간

정격차단전류를 정격전압, 정격주파수 및 규정한 회로조건에서 규정한 표준 동작책무 및 동작상태에 따라 차단할 경우 차단시간의 한도를 말하며, 정격차단시간은 전력회사의 공급 변전소와 협의하여 결정한다. 표 1은 IEEE에서 정하고 있는 정격차단시간과 개극시간을 나타낸 것이다.

1. IEEE

정격차단시간(60Hz 기준)	8	5	3	2
단락발생에서 개극까지의 시간(cycle)	4	3	2	1

▶ 추가 검토 사항

☞ 공학을 잘 하는 사람은 수학적 사고를 많이 하는 사람이란 것을 잊지 말아야 한다. 본 문제에서 정확하게 이해하지 못하는 것은 관련 문헌을 확인해 보는 습관을 길러야 엔지니어링 사고를 하게 되고, 완벽하게 이해하는 것이 된다는 것을 명심하기 바랍니다. 상기의 문제를 이해하기 위해서는 다음의 사항을 확인바랍니다.

1. 차단기에서 트립(Trip)이라는 용어에 대해서 이해하고 있습니까?



1.

트립(Trip, 연다)이라 함은 주회로에 연결된 변류기(CT)에 의해서 2차측에 전류를 추출하고, 그것을 보호계전기(단락 보호용의 과전류계전기 등)에 의해서 검출하여 주회로의 차단기를 열도록 지시를 내는 일련의 동작을 말한다.

그림 1은 발전기가 부하에 전력을 전송하고 있는 가장 간단한 단선 접속도로 나타낸 것이다. 정상 상태에서 발전기는 정격전류 이하의 전류를 부하에 공급하고 있지만, 선로 도중에서 단락사고가 일어나면 단락전류가 주회로에 흐른다. 과전류계전기(COR)는 통상의 전류나 부하를 운전하는 데에 필요한 전류로는 동작하지 않도록 해 놓는다. 일반적으로 최대부하전류의 125% 이상으로 해 놓는다. 단락사고가 F점에서 발생하면 발전기의 단락 임피던스와 선로 임피던스만의 제약에 의해 정격의 수배 이상의 대전류가 흘러 과전류계전기를 동작시킨다. 과전류계전기는 그 입력에 의해 동작하고 차단기의 트립 코일을 여자하여 차단기(CB)를 연다.

2. 전기사용장소의 주차단기 정격의 선정은 전력회사와의 협의를 거친 후에 결정되지만, 수전점 차단기에 요구되는 차단전류는 표 2와 같다.

2. 가

공칭전압[kV]	정격전압[kV]	정격차단전류[kA]	차단용량[MVA] 참고치
22	24	12.5	520
		25	1,000

### 3. 비대칭전류란 무엇인가요?

대칭 실효치라 함은 고장전류 가운데 교류분만의 실효치를 말한다. 반면에 단락전류의 비대칭 실효치라 함은 단락전류에 포함되어 있는 직류분을 포함한 전류의 실효치를 말한다.

일반적으로 고전압회로에 있어서는 전원 측의 저항은 리액턴스에 비하여 무시할 수 있을 정도로 작다. 따라서, 단락전류는 전원전압에 비하여 위상각이 거의 90° 늦게 된다. 그러나, 저압회로에 있어서는 저항의 비율이 상대적으로 크기 때문에 전류의 상차각은 90°보다 작게 된다.

이와 같은 이유로 직류분은 회로의 저항손실로 감쇄하는데, 감쇄곡선은 전원계통 회로의 저항과 리액턴스 즉, 회로 시정수에 의하여 다음 식과 같이 감쇄하여 간다.

$$I_{dc} = \sqrt{2} \times I e^{-\frac{X}{R}t}$$

일반적으로 고장 발생 초기의 임의의 시간대의 비대칭 고장전류값(ms)은 고장전류 속에 포함되어 있는 DC분의 감쇄율과 회전기 리액턴스 변화율에 대한 정확한 값을 알아야 되기 때문에 매우 어렵고 복잡하다. 이러한 것은 정확하게 산출하는 것이 바람직하지만, 실제로는 간단한 계수(비대칭계수, MF : Multiplying Factor)를 곱하여 구하는 것이 일반적이다. 비대칭계수는 DC분이 포함된 비대칭파의 전류 실효치를 대칭 AC분의 교류값으로 바꾸는 것이다.

### 4. 고장전류의 계산 목적과 고장전류 형태에 대해서 알고 있나요?

계산 목적은 ① 차단기 차단용량 결정, ② 전력기기의 기계적 강도 및 정격 결정, ③ 보호계전기 setting, ④ 통신 유도장해 검토, ⑤ 유효접지조건 검토 등을 위하여 수행한다.

계통에 고장이 발생한 경우의 고장전류는 횡축에 대하여 비대칭인 전류가 흐르며, 이 전류는 횡축에 대하여 대칭인 대칭분 교류전류와 DC 성분으로 나뉘어진다. 고장전류 속에 포함되어 있는 직류분은 회로정수(X/R 비)에 따라 크기가 정해지고 시간과 함께 감쇄한다. 계통에 회전기가 연결되어 있는 경우는 교류 대칭분 고장전류도 시간에 따라 크기가 변화한다.

계통의 고장전류 중 1/2 사이클 시점의 고장전류를 First Cycle Fault Current라 하고, 차단기가 동작하는 수 사이클 후(3~5 사이클)의 고장전류를 Interrupting Fault Current, 회전기에 의한 영향이 없어지는 안정된 후의 고장전류를 Steady State Fault Current라 한다.

#### [참고문헌]

1. 김세동, 자가용전기설비 설계, 동일출판사, 2004
2. 강창원, 계통의 고장전류 계산, 전력기술인, 1998. 8
3. 김정철, 현장실무를 위한 전기기술, 도서출판 기다리, pp.74-78, 2002