

## □ 저압회로의 단락전류 산출방법

### 1. 계산전제

- 1) 전원 Source 임피던스를 "0"으로 간주하고 변압기 임피던스, 케이블 임피던스, 차단기 임피던스만 고려하였음.
- 2) 전동기 부하에 대한 고려는 개략적인 값이지만 운전중인 정격전류의 4배를 더한 값을 사용하는 것으로 함.
- 3) 방사상 배전방식을 기준으로 하였음
- 4) 단락사고에 영향을 주는 발전기, 동기전동기 등이 있는 계통이나 뱅킹 또는 네트워크 배전방식의 경우는 별도 계산방법에 의할 것.

### 5) 임피던스 값

#### 가) 변압기 임피던스 DATA (IEEE)

용량 [kVA]	1 $\Phi$ 변압기 %Z		3 $\Phi$ 변압기 %Z		용량 [kVA]	1 $\Phi$ 변압기 %Z		3 $\Phi$ 변압기 %Z	
	R	X	R	X		R	X	R	X
3	2.2	1.7	-	-	150	1	3.6	2.0	4.0
5	2.2	1.7	-	-	200	1	3.6	1.9	4.6
7.5	2.2	1.7	-	-	250	-	-	1.9	4.6
10	1.6	1.6	2.7	1.3	300	-	-	1.7	4.7
15	1.6	1.6	2.7	1.3	500	-	-	1.2	4.9
20	1.6	1.6	2.7	1.3	750	-	-	2.6	5.1
30	1.6	1.6	3.5	3.5	1,000	-	-	2.1	5.3
50	1.3	2	3.5	3.6	1,500	-	-	1.7	5.5
75	1.2	3.5	2.5	4.9	2,000	-	-	1.4	5.6
100	1.2	3.5	2.5	3.7	-	-	-	-	-

나) 선로 임피던스 DATA (IEEE)

단면적 [mm,mm <sup>2</sup> ]	R[Ω/km]	X[Ω/km]		단면적 [mm,mm <sup>2</sup> ]	R[Ω/km]	X[Ω/km]	
		1Φ선로	3Φ선로			1Φ선로	3Φ선로
1.6	8.573	0.1617	0.1152	60	0.3079	0.1342	0.1004
2.0	5.487	0.1606	0.1152	80	0.2330	0.1312	0.0984
2.6	3.248	0.1585	0.1156	100	0.1878	0.1289	0.0968
3.2	2.144	0.1558	0.1152	125	0.1523	0.1309	0.0981
5.5	3.195	0.1519	0.1156	150	0.1279	0.1289	0.0968
8.0	2.198	0.1558	0.1152	200	0.0989	0.1263	0.0938
14	1.278	0.1434	0.1063	250	0.0810	0.1243	0.0915
22	0.817	0.1447	0.1076	325	0.0641	0.1253	0.0912
30	0.603	0.1378	0.1026	400	0.0542	0.1234	0.0889
38	0.477	0.1401	0.1047	500	0.0466	0.1214	0.0853
50	0.365	0.1368	0.1024	-	-	-	-

다) ACB의 %리액턴스 (기술계산핸드북)

ACB 정격	리액턴스 %X (1,000kVA기준)	
	415V 50Hz	380V 60Hz
100A 20kA	2.30	3.29
200A 20kA	0.35	0.50
600A 20kA	0.17	0.24
200A 40kA	0.35	0.50
600A 40kA	0.17	0.24
1000A 40kA	0.06	0.09
2000~3000A 70kA	0.04	0.06

라) MCCB의 %임피던스 (기술계산핸드북)

정격전류 [A]	%Z (1,000kVA기준)				정격전류 [A]	%Z (1,000kVA기준)			
	415V 50Hz		380V 60Hz			415V 50Hz		380V 60Hz	
	%R	%X	%R	%X		%R	%X	%R	%X
15	3.46	0.06	4.13	0.09	175~225	0.21	0.06	0.25	0.09
20	2.54	0.06	3.03	0.09	250~300	0.10	0.06	0.12	0.09
30	1.63	0.06	1.94	0.09	350~400	0.078	0.06	0.09	0.09
50~75	0.54	0.06	0.64	0.09	500~600	0.04	0.06	0.05	0.09
100~150	0.38	0.06	0.45	0.09	700~800	0.038	0.06	0.04	0.09

### 마) 단락전류 결정에 영향을 주는 전동기의 고려

단락사고시 처음 몇 사이클 동안은 유도전동기가 단락전류에 미치는 영향을 무시할 수는 없다. 사고가 계통에 발생해도 유도전동기는 구동력이 있는 부하의 관성에 의해 회전하게 되며 순간적으로 전동기는 발전기의 역할을 한다. 아주 짧은 순간의 출력은 1~2사이클 동안 지속되며 이것이 단락전류에 영향을 주는 것을 "전동기 영향"이라고 정의하며 이 발전작용으로 단락점에 유입하는 전류를 전동기의 회생전류라고 한다.

전체 부하중에서 몇%의 전동기부하가 연결되었다는 개략적인 가정값은 다음과 같다.

계통전압 [V]	전동기부하 백분율 [%]	전동기영향 계수 (정격전류 배수)
208V	50	2.5
240V	100	5
480V	100	5
600V	100	5

또한 전동기 영향을 고려하여 단락전류 결정에 관한 임피던스 Map 작성시 전동기 과도리액턴스  $\%X_M'$ 의 수치가 명확하지 않을 경우는 고압전동기로 15~20%, 중소형저압전동기로 20%, 대형저압전동기로 25%정도로 보아도 지장 없다.

일반적으로 전동기 용량은 kW로 표시되어 있기 때문에 kVA로 환산한다.

kVA의 환산  $P_M \approx 1.5 \times (\text{전동기출력 kW})$

$\%X_M' = 25[\%]$ 로 하여 기준용량  $P_{SM}$  BASE로 환산하면 전동기 리액턴스는

$\%X_M = (P_{SM} / P_M) \times 25 [\%]$

으로 나타나다. 여기서,  $P_{SM}$ 은 전동기 회생전류에 의한 단락용량 BASE이다.

## 2. 단락전류 계산방법

### 1) 단락전류 계산식

ACB, MCCB, FUSE를 선정하기 위해서는 대칭단락전류 실효치를 계산한다.

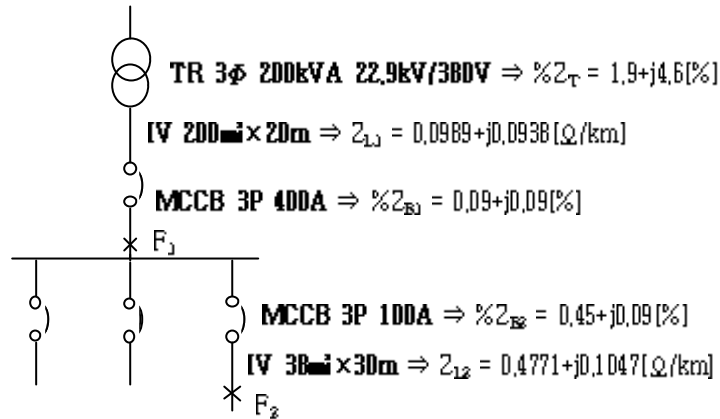
$$I_s = \frac{100 \times I_*}{\%Z} [A]$$

### 2) 1,000kVA기준 환산값

기준전압 $V_n$	기준전류 $I_n$	기준 %임피던스 (1Ω당 %Z)
0.38[V]	$\frac{P_* [kVA]}{\sqrt{3} \times V_* [kV]} = \frac{10^3}{\sqrt{3} \times 0.38} = 1,519 [A]$	$\frac{P_* [kVA] \times Z [\Omega]}{10 \times V_*^2 [kV]} = \frac{10^3 \times 1}{10 \times 0.38^2} = 692.5$

### 3. 계산 예시

#### 1) 계통 구성도



※ 부하는 100% 전동기로 간주함.

#### 2) 기준치 결정

$$P_n = 1,000[\text{kVA}]$$

$$V_n = 0.38[\text{kV}]$$

$$I_n = 1,519[\text{A}]$$

$$\%Z = 692.5[\%/\Omega]$$

#### 3) 각 %임피던스를 기준 BASE로 환산

① 변압기 %임피던스를 환산하면

$$\%Z_T = \frac{1000}{200} \times (1.9 + j4.6) = 9.5 + j23 [\%]$$

② 케이블 %임피던스를 환산하면

$$\%Z_{L1} = \frac{P_*[\text{kVA}] \times Z[\Omega]}{10 \times V_*^2[\text{kV}]} = \frac{10^3 \times (0.0989 + j0.0938) \times 0.02}{10 \times 0.38^2} = 1.37 + j1.3 [\%]$$

$$\%Z_{L2} = \frac{P_*[\text{kVA}] \times Z[\Omega]}{10 \times V_*^2[\text{kV}]} = \frac{10^3 \times (0.4771 + j0.1047) \times 0.03}{10 \times 0.38^2} = 9.9 + j2.18 [\%]$$

③ MCCB %임피던스

$$\%Z_{B1} = 0.09 + j0.09 [\%]$$

$$\%Z_{B2} = 0.45 + j0.09 [\%]$$

#### 4) %임피던스 합성

##### ① F<sub>1</sub>점의 종합 임피던스

$$\begin{aligned}\%Z_{F1} &= \%Z_T + \%Z_{L1} + \%Z_{B1} \\ &= (9.5+j23) + (1.37+j1.3) + (0.09+j0.09) \\ &= 10.96 + j24.39 \\ &= 26.74[\%]\end{aligned}$$

##### ② F<sub>2</sub>점의 종합 임피던스

$$\begin{aligned}\%Z_{F2} &= \%Z_T + \%Z_{L1} + \%Z_{L2} + \%Z_{B1} + \%Z_{B2} \\ &= (9.5+j23) + (1.37+j1.3) + (9.9+j2.18) + (0.09+j0.09) + (0.45+j0.09) \\ &= 21.31 + j26.66 \\ &= 34.13[\%]\end{aligned}$$

#### 5) 단락전류 계산 및 차단용량 결정

##### ① F<sub>1</sub>점의 단락전류

$$I_{S1} = \frac{100 \times I^*}{\%Z_{F1}} [A] = \frac{100 \times 1.519}{26.74} = 5,680[A]$$

전동기로부터 단락전류 유입량을 변압기 2차 정격전류의 4배로 계산하면

$$I_M = \frac{200}{\sqrt{3} \times 0.38} \times 4 = 1,216[A]$$

따라서 주차단기의 차단용량은

$$I_{SM} = 5,680 + 1,216 = 6,896[A]$$

로서 MCCB 380V급 6.9[kA]이상의 것을 선정하면 된다.

##### ② F<sub>2</sub>점의 단락전류

$$I_{S2} = \frac{100 \times I^*}{\%Z_{F2}} [A] = \frac{100 \times 1.519}{34.13} = 4,450[A]$$

전동기로부터 단락전류 유입량 1,216[A]을 고려하면 간선용차단기의 차단용량은

$$I_{SM2} = 4,450 + 1,216 = 5,666[A]$$

로서 MCCB 380V급 5.7[kA]이상의 것을 선정하면 된다. 끝.