

自家用需用 設備에서의

遮斷容量 決定方法

3) 임피던스의 簡略化

임피던스圖를 簡略化하여 電源에서 故障點까지를 그림 3에 表示한 바와같이 하나의 抵抗分과 리액턴스分으로 整理한다. 그림 4는 主된 回路變換式과 그 等價回路를 表示한 것이다.

4) 抵抗分의 考慮할 點

그림 5는 임피던스(Z)의 抵抗分(R)과 리액턴스分(X)를 分離하였을 때의 R分이 省略되는 X/R의 範圍를 表示한 것이다.

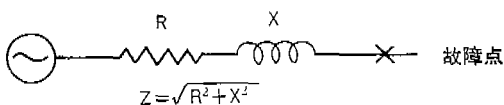
X/R > 5의 範圍에서는 Z ≈ X라 볼 수가 있어 R分의 省略은 可能하다. 2 ≤ X/R ≤ 5의 範圍에서는 實際의 Z와의 誤差 ε는 2% ≤ ε ≤ 12% 있어 R分은 省略 안하는 것이 좋다.

普通 低壓回路等에 쓰이는 變壓器는 容量 임피던스 다 같이 적고 X/R은 2~5 (그림 2) 程度의 것이 많다. 이 때문에 回路計算은 R分 X分으로 分離한 等價回路로 한다.

第4章 短絡時의 基本概念

1) 三相短絡事故時의 等價回路

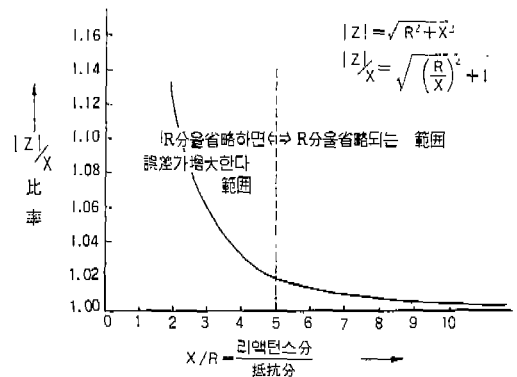
그림 6에서 F點에서의 三相短絡條件은 $V_a = V_b = V_c$, $I_a = I_b = I_c = 0$ 으로 이것을 對稱座標의 等價回路로 表示하면 그림 7과 같이 되어 正相回路만의 單相回路로 表示된다.



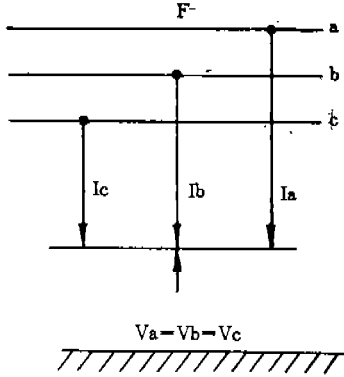
〈그림-3〉 簡略化하는 等價回路

| | 回路構成 | 等價回路 | 等價回路變換 임피던스 |
|----------------------------|--|------|---|
| △ 回路 | | | $X_a = \frac{X_1 X_2}{X_1 + X_2 + X_3}$ $X_b = \frac{X_2 X_3}{X_1 + X_2 + X_3}$ $X_c = \frac{X_3 X_1}{X_1 + X_2 + X_3}$ |
| 人 回路 | | | $X_1 = \frac{X_a X_b + X_b X_c + X_c X_a}{X_c}$ $X_2 = \frac{X_a X_c + X_b X_c + X_c X_a}{X_a}$ $X_3 = \frac{X_a X_c + X_b X_c + X_c X_a}{X_b}$ |
| 三 卷 線 變 壓 器 | | | $X_p = \frac{1}{2} (X_{ps} + X_{pr} - X_{sr})$ $X_s = \frac{1}{2} (X_{ps} + X_{sr} - X_{pr})$ $X_r = \frac{1}{2} (X_{pr} + X_{sr} - X_{ps})$ |
| 備 考 | X_{ps} : 一次/二次間 리액턴스 X_{sr} : 二次/三次間 리액턴스 X_{pr} : 一次/三次間 리액턴스 | | |

〈그림-4〉 임피던스의 變換



〈그림-5〉 리액턴스分과 抵抗分과의 關係



〈그림-6〉 短絡回路

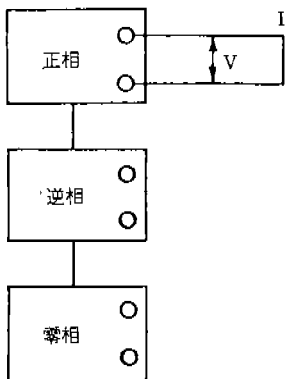
2) 短絡時的 電流源

短絡時的 電流源에는 다음에 表示한 項目을 들 수 있다. ㉠ 電力會社系統의 백과워 ㉡ 誘導電動機 ㉢ 同期機 { ① 調相機 ② 電動機 } ㉣ 交流發電機 ㉤ 項에서는 短絡電流의 非對稱分은 無視되나 ㉥ ~ ㉦ 項의 回轉機에 對하여는 時間的 變化를 갖는 直流電流를 含有하고 있다.

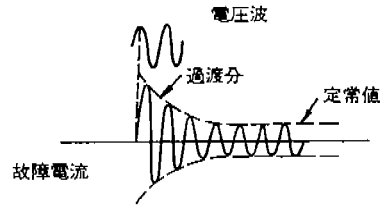
3) 短絡電流의 波形

a) 對稱波形과 非對稱波形

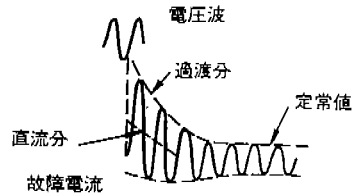
線路에 短絡이 되면 그때까지의 定常負荷임피던스는 瞬時に 故障點까지의 短絡임피던스로 減少하여 電流는 上昇한다. 이때의 波形은 短絡時的 電壓과 電流의 位相關係로 決定되며 短絡電流는 對稱值 혹은 非對稱值의 어느 것인가가 된다. 이 現象은 短絡이 電壓波의 最大值에서 發生한 때에는 直流分이 包含 안되고 電壓波의 零點에서 短絡하였을 때에는 最大의 直流分이 包含되기 때문이다. 그림 8



〈그림-7〉 等價回路



(a) 電壓波의 最大值로 短絡



(b) 電壓波의 零點에서 短絡

〈그림-8〉 故障發生의 電壓波形的 瞬時值의 影響은 關係를 表示한 것이다.

b) 波形의 說明

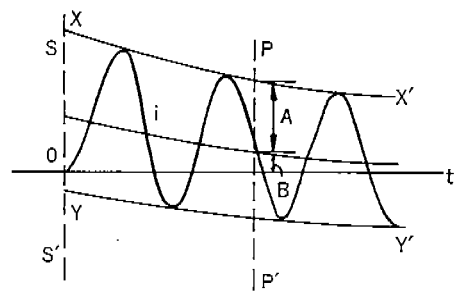
그림 9와 같이 交流分의 電流值 A, 直流分을 B

라고 하면 對稱電流(實効值) $I_s = \frac{A}{\sqrt{2}} \dots (1)$,

非對稱電流(實効值) $I_a = \sqrt{\left(\frac{A}{\sqrt{2}}\right)^2 + B^2} \dots (2)$,

最大電流值 $I_m = A + B \dots (3)$, 直流分含有率

$D = \frac{B}{A} \times 100\% \dots (4)$ 로 表示된다.



: 遮斷電流

SS\' : 短絡瞬時

XX\' } 電流波

YY\' } 電流波

PP\' : 發弧瞬時

A : 遮斷電流의 交流分振幅

B : 遮斷電流의 直流分振幅

〈그림-9〉 短絡電流波形

4) 對稱値와 非對稱値

直流分 含有率에서의 非對稱電流와 對稱電流의 實効値의 比率(K)는 (1) (2) (3) 式에 의하여 다음 式으로 表示된다.

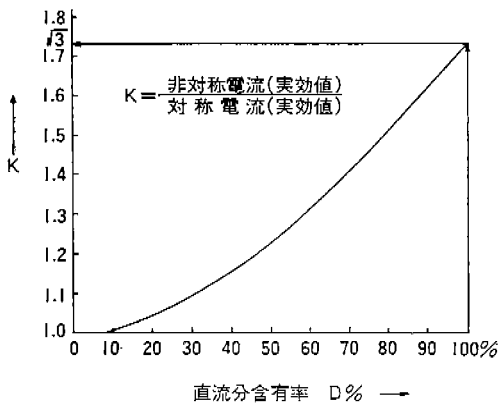
$$K = \frac{\text{非對稱電流值}}{\text{對稱電流值}} = \frac{\sqrt{\left(\frac{A}{\sqrt{2}}\right)^2 + B^2}}{\frac{A}{\sqrt{2}}} = \frac{\sqrt{\left(\frac{A}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{HD}{100}\right)^2}}{\frac{A}{\sqrt{2}}} = \sqrt{2} \times \sqrt{\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{D}{100}\right)^2}$$

이에 의하여 非對稱電流는 表7에 表示한 遮斷時間(사이클)로 決定되는 直流分 含有率과 그림10으로 求하는 K值가 되어 $I_a = K \cdot I_s$ 를 얻는다. 但 表8은 遮斷器의 性能을 表示하는 것으로 實際의 系統에는 表9에 表示하는 바와같이 K의 값은 적어지고 있다.

5) 最大電流値

最大電流値는 電壓波 零의 瞬時(短絡力率이 零)에 短絡이 생기는 것으로 그 瞬時的 短絡電流를 考慮하면 直流分은 交流分의 最大値와 같은 값이 되기 때문에 (1), (2), (3) 式을 利用하여 $I_m = A + B - \sqrt{2} I_s + \sqrt{2} I_s = 2\sqrt{2} I_s$ 가 된다.

이 값은 對稱電流(實効値)의 2.8倍 程度가 되나 試驗回路 短絡力率을 0.15 以下로 하여 定格投入電流(最大電流値)를 遮斷電流(對稱電流 實効値)의 2.5倍로 規定한다. 여기서 短絡力率 Pf 는, $Pf = \cos(\tan^{-1} \frac{X}{R})$ 로 表示되어 短絡力率 0.15에는 X/R 은 6.6程度가 된다.



〈그림-10〉 直流分 含有率에 對한 非對稱係數

〈表-8〉 遮斷器의 性能

| 遮斷器의 種類 | 百分率直流分[%] |
|------------|-----------|
| 2 사이클의 遮斷器 | 50 |
| 3 " " | 40 |
| 5 " " | 25 |
| 8 " " | 10 |

〈表-9〉 系統의 特性

| 短絡發生에서開極까지의時間(60 Hz 基準) | 百分率直流分 | K = $\frac{\text{非對稱遮斷電流}}{\text{對稱遮斷電流}}$ |
|-------------------------|--------|--|
| 1.5 사이클 | 45 % | 1.19 |
| 2 " " | 35 % | 1.12 |
| 3 " " | 25 % | 1.06 |
| 5 " " | 無視할 | 1.0 |

實際의 電力系統에서의 百分率直流分 $\frac{B}{A}$ 의 計算結果

6) 短絡電流

短絡電流를 計算하는 等價回路는 遮斷器의 短時間 電流를 計算하는 等價回路와 遮斷器의 遮斷電流를 計算하는 等價回路로 區分되어 前者의 回路定數로서는 回電機는 모두 X_d' 를 使用하고 後者일 때는 X_d' 를 使用하여 各기 計算한다.

따라서 對稱分 瞬時 短絡電流 I_s 는

$= \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot X}$ 但 P: 基準容量 [MVA], V: 基準電壓 [kV], X: 故障點에서 본 正相리액턴스 (P·U) (X/R < 5 일 때는 抵抗分을 包含한 임피던스가 된다)로 表示되기 때문에 前者의 合成 리액턴스를 X, 後者の 合成리액턴스를 X_s 라고 하면

① 遮斷器 短絡時間 電流對稱分(實効値)

$$I_{s1} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot X_1}$$

② 遮斷器 遮斷電流 對稱分(實効値)

$$I_{s2} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot X_2} \text{로 計算된다.}$$

〈다음호에 계속〉