

低壓電氣機器의 保護를 위한 電流動作型 漏電遮斷器의 特性에 關한 研究

논문
25-4-2

The Study on the Characteristics of Leakage Circuit Breakers in Protection of the Low Voltage Electrical Apparatus

金 恩 培* · 吳 哲 洙**
(Eun Bai Kim, Chul Soo Oh)

Abstract

This study on the characteristics of the leakage circuit breakers handles the rolls of each itemized parts of the mentioned apparatus and their influence in determining of the characteristic curve of leakage circuit breaker.

Furthermore the differential current transforms in the mentioned apparatus for detecting the fault is handled as a heavy point.

1. 序 論

電氣 Shock에 關하여 Koeppen, Brinkmann은 人體에 미치는 有害性이 通電時間과 通電電流에 左右된다는 事實을 發表한 後, 人命被害의 限界를 實驗曲線 b (Fig.1)보다는 曲線 c로 取하는 것이 合理的이다라고 提案한 바 있다.²⁾

1963年 VDE³⁾에서는 이 提案을 기초로 하여 曲線 d로 安全限界를 設定하였다.

本研究에서는

1. 電流動作型漏電遮斷器의 核心部인 零相變流器의 効率의인 動作基準를 理論的으로 考察하고

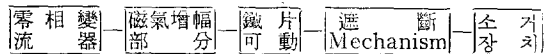
2. 漏電系統을 Model回路 化하여, 30, 300[mA]用 遮斷器의 動作特性을 測定한후

3. 零相變流器 및 增幅部의 時遲延值를 測定하여 綜合時遲延에의 影響을 究明하고자 한다.

2. 理論的 考察

漏電遮斷器에는 半導體增幅型和 磁氣增幅型이 있으나 西歐에서 많이 使用되는 磁氣增幅型에 對하여 考察하고자 한다.

磁氣增幅型漏電遮斷器의 動作 Sequence Block diagram은 다음과 같은데 이를 各部別로 나타내면 아래와 같다.



零相變流器는 漏電電流檢出部로서 負荷(一次捲線)回로를 鎖交시킨 Z-core에 檢出捲線(二次捲線)이 4回 감겨 있다. 零相變流器의 動作時 誘起되는 起磁力과 二

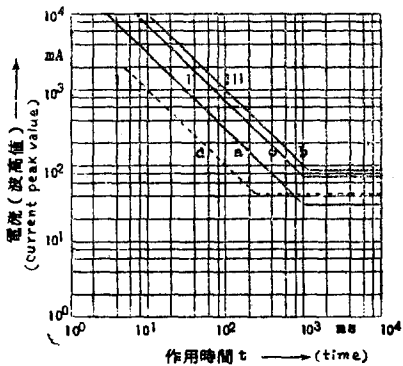


그림 1. 人體의 有害性 限界曲線
Fig. 1. Characteristic curve for electric shock

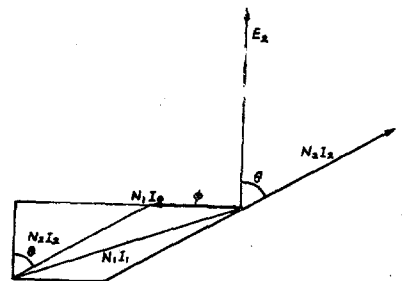


그림 2. 零相變流器의 Vector圖
Fig.2. Vector diagram of fault current transformer

* 正會員: 檀國大 工大 教授(當學會理事)
** " " " "
接受日字: 1976年 5月 3日

次起電力에 對한 Vector圖는 그림 2와 같으며, 一次 二次 電流 및 捲線數의 關係式은

$$N_1 I_1 = \sqrt{(N_1 I_1 + N_2 I_2 \sin \theta)^2 + (N_2 I_2 \cos \theta)^2} \quad (1)$$

로 얻어진다.

鐵心の 磁氣抵抗 R_0 와 E_2 사이의 關係

$$N_1 I_0 / R_0 = E_2 / \omega N_2$$

와 勵磁 impedance $Z_0 = \frac{\omega N_1^2}{R_0}$ 및 二次 impedance Z_2 를 式(1)에 적용하면

$$N_1 I_1 = E_2 \sqrt{\left(\frac{N_1^2}{Z_0 N_2} + \frac{N_2}{Z_2}\right)^2} = E_2 \left(\frac{N_1^2}{Z_0 N_2} + \frac{N_2}{Z_2}\right) \quad (2)$$

로 요약할 수 있다.

式(2)는 零相變流器를 設計함에 있어서 重要한 式으로 적은 $N_1 I_1$ 에 比해 큰 E_2 를, 즉 感度가 最大되게 위하하는 (2)式에서 括號內가 最少로 되어야 한다.

따라서 그림 (3)과 같이 直線과 雙曲線이 交叉되는 點에서 最高感度條件

$$\frac{Z_2}{Z_0} = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 \quad (3)$$

가 얻어진다.

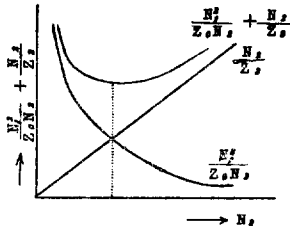


그림 3. 零相變流器의 特性曲線
Fig. 3. Characteristic curve of fault current transformer

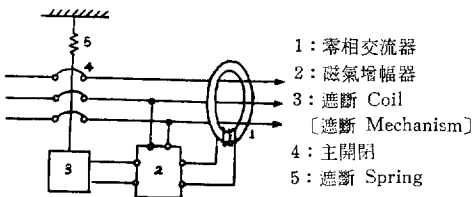
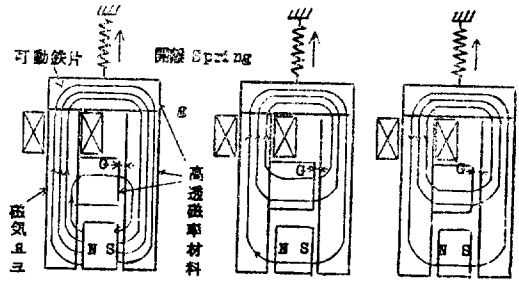


그림 4. 漏電遮斷器動作原理
Fig. 4. Operating principle of leakage circuit breaker

그림 (5)와 같이 磁氣增幅裝置는 高透磁率材料로 만든 core사이에 永久磁石이 插入되어 있고 上部에 可動鐵片이 달려져 있는 構造로 되어 있다.

그리고 차단기구는 磁氣 yoke와 可動 core로 구성되어 있으며, 非動作時는 永久磁石에 依한 起磁力이 그림 (a)와 같은 方向이나, 零相變流器에 二次電壓이 誘起



(a) 永久磁石에의 磁 (b) 勵磁 Coil의 同方 向磁束(flux out of permanent magnet) coil) (c) 勵磁 Coil의 逆 向磁束(flux out of coil in other direction)

그림 5. 高感度形保持電磁石의 原理
Fig. 5. Flux distribution of magnetic notch mechanism

되면 AC의 半cycle 간격으로 그림 (b),(c)와 같은 起磁力이 發生한다. 따라서 그림 (c)와 같은 逆方向磁束일때 可動鐵心이 spring에 依하여 yoke에서 離脫되어 主回路를 차단하게 된다.

또 遮斷機構의 動作特性은 그림 (6)과 같이 事故發生位相과 動作時間사이에는 一定한 相關性이 存在한다. 즉 事故發生後 30[ms]以內에 動作하게 되어 있다. 動作電流는 磁氣材料의 透磁率, 感度 및 經濟性等을 감안하여 30(mA)가 가장 適合한 것으로 되어 있다.⁸⁾

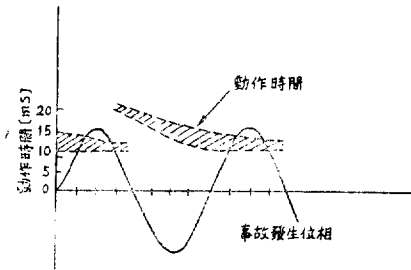


그림 6. 電磁式漏電遮斷器의 動作特性
Fig. 6. Characteristic of leakage circuit breaker

3. 實驗 및 考察

(A) 漏電遮斷器의 動作特性實驗

그림 7의 實驗裝置에서 負荷側故障電流를 可變抵抗으로 變化시키며 遮斷時間을 cycle counter로 測定하였다.

30(mA), 및 300(mA)漏電遮斷器의 實驗結果는 Table 1과 같으며, [이로부터 그림 (8)과 같은 電流-時間特性의 分布를 얻어진다.

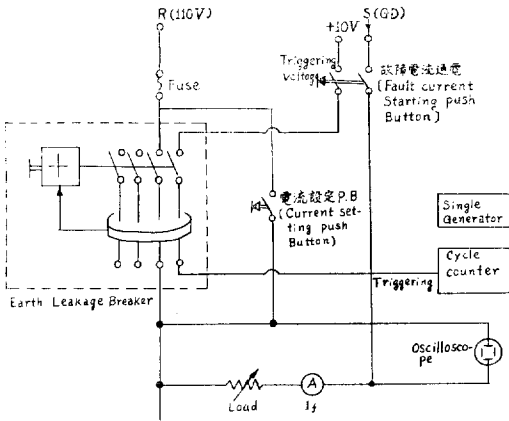


그림 7. 漏電遮斷器 特性曲線 測定裝置

Fig 7. Circuit for measuring of characteristic curve

表 1. 漏電遮斷器動作特性

Table 1. Data of characteristic curve(30mA, 300mA)

30mA } Breaker, Sine Square Wave : 1[kHz]
300mA } 100[V], 60[Hz]

Test No.	Time[ms]		Ampere[mA]	
	30mA用	300mA用	30mA用	300mA用
1	48	51	25	220
2	45	46	26	230
3	41	44	31	360
4	38	37	25	360
5	33	36	35	280
6	28	30	24	230
7	26	29	37	410
8	28	26	60	300
9	23	22	30	230
10	21	16	40	330
11	18	21	28	430
12	18	23	54	660
13	22	17	90	800
14	17	23	123	1500
15	23	17	155	1800
16	22	20	315	2500
17	17	22	550	3000
18	21	19	920	5000
19	23	23	1600	5600
20	19	16	2100	9200

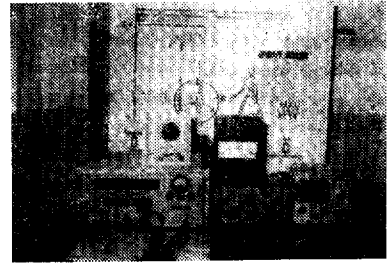


사진 1. 實驗裝置

Photo 1. Measuring facility

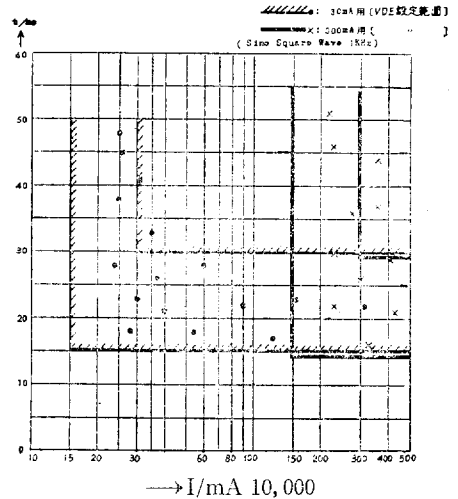


그림 8. 누전 차단기의 特性曲線

Fig 8. Measured characteristic curve.

(B) 零相變流器의 飽和特性實驗

飽和曲線은 그림(9)의 回路에 依하여 測定하였으며 그 結果는 Table 2와 그림 (10)과 같다.

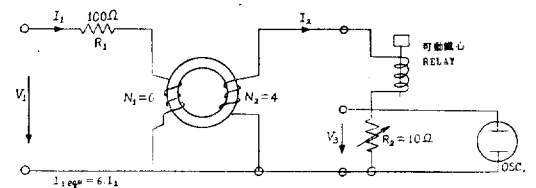


그림 9. 零相變流器의 特性調査回路

Fig. 9. Circuit for measuring of fault current transformer

表 2. 飽和曲線測定

Table 2. Measuring of saturated curve

I_1 eff / mA	10	20	30	50	100	200	300	500	1000
I_1 / mA	1.67	3.34	5	8.3	16.7	33.4	50	83.2	167.0
V_1 / V	0.167	0.33	0.5	0.83	1.67	3.34	5.0	8.32	16.7
I_2 / mA	0	0.04	0.07	0.12	0.22	0.56	0.71	1.22	1.84

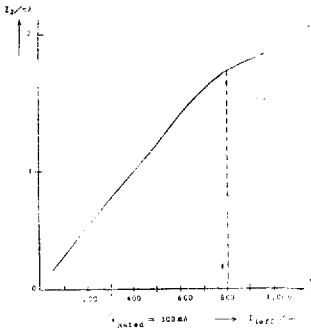


그림 10. 零相變流器 鐵心の 飽和曲線
 Fig 10. Measured saturated curve of fault current transformer

過渡應答測定 亦是 그림 9의 回路로서 一次 Coil에 加한 구형파 信號 V_1 에 對한 二次의 Response V_2 를 측정한 결과는 그림 11과 같고 time lag는 $1\mu s$ 정도로 實際動作上에는 影響을 주지 않음을 確認하였다.

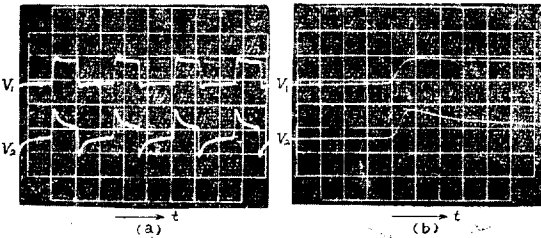


그림 11. $V_1=1V/div$ $t=50\mu s/div$ by (a)
 $V_2=0.2V/div$ $t=5\mu s/div$ by (b)

(i) 測定結果에서 零相變流器의 飽和點은 漏電定格電流의 約 2.5倍에 해당하는 $800[mA]$ 에 있음을 究明했으며, 이는 漏電定格電流를 초과하더라도 充分한 범위의 直線의 範圍를 고려한 것으로, 變流器 core의 飽和時 透磁率變化에 따른 特性의 變化를 事前에 防止하기 위한 設計上의 배려로 간주된다.

(ii) 그림 (11) (a),(b)의 測定結果는 1次電流와 二次電壓의 時遲延時間常數는 極少化한 것으로서 約 $1\mu s$ 로 나타났는데 이것은 零相變流器自體에 時遲延要素를

부가하지 않은 것으로 고려되며, 實際로 一次와 二次의 卷線數가 各己 1回, 4回의 횡수로서, 變流器의 Inductivity L 가 最少임으로, 時遲延常數는 無視할 程度로 생각된다.

4. 結 論

本研究에서 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 漏電遮斷器의 綜合時遲延이 必要하다(그림 8참조)
2. 零相變流器의 時遲延은 綜合時遲延에 影響을 주지 않을 程度로 적다(그림 11참조).
3. 大部分의 時遲延은 可動鐵片 및 遮斷 mechanism에 分布되어 있다(그림 5참조).
4. 零相變流器의 鐵心の 飽和點은 定格故障電流의 約 2.5倍에 있다(그림 10참조).

其他要素 즉 遮斷 mechanism 및 消弧裝置에의 時遲延分布의 實驗的 研究가 앞으로 要望된다.

參 考 文 獻

- 1) 220/380V 送電방안 종합보고서 i·II·III (1970.5) 韓國電力株式會社
- 2) ETZ-B, Fehlerstrom-Schutzschaltung 1966, Heft 6.
- 3) VDE0100 Bestimmungen für das Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000V. 1965. 12.
- 4) VDE 0664 Bestimmungen für Fehlerstrom Schutzschalter 1963. 6.
- 5) 220/380V 配電의 VDE保護方式과 이에 따른 漏電遮斷器의 實驗的 考察 電氣學會誌 1971. 3, 우형주, 오철수, 이문호
- 6) 電氣機器接地抵抗의 適正值에 關한 考察 1974. 2. 金恩培
- 7) RG-Core 川崎製鐵株式會社, 昭和 47年板
- 8) 漏電遮斷器의 基礎와 實務知識·竹谷是幸著 오름社