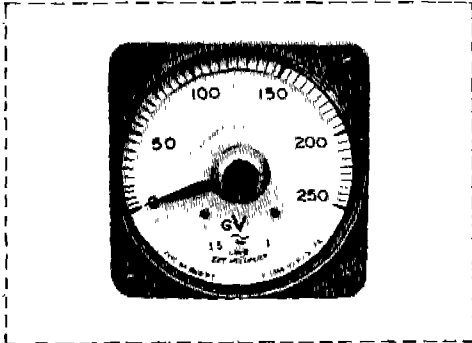


# 指示電氣計器의 올바른 使用法



金 聖 模

大韓電氣協會 電氣技師運營委員會  
副委員長

〈下〉

### 3. 測定上의 注意

前月號에서는 指示電氣計器의 전반적인 注意點을 설명하였는데, 여기에서는 動作 原理에 따른 各計器의 特性과 使用上의 注意할 點을 설명하기로 한다. 따라서 이를 잘 인식하고 測定하도록 하여야 한다.

#### 가. 可動 코일형 計器 (Permanent Magnet Moving-Coil Instrument : PMMC)

直流計器의 거의가 捲線型으로, 正確하고 感度가 計기중에서 가장 좋다. 熱電形計器와 整流形計器도 熱電對 및 整流器에 의하여 交流信號를 直流信號로 變換하여 可動 코일형 計기로 指示시킨다.

動作原理는 永久磁石에 의한 磁界中에 可動코일을 두고 그 코일에 電流를 흘려서 直角方向에 힘을 발생하고 코일을 回轉시킨다.

可動 코일형 計기는 平均값의 指示를 한다. 指針은 入力의 瞬時變化에는 應答하지 않고 周

期的인 脈流에 대하여는 그 平均값을 指示한다. 計器의 内部抵抗은 計기의 최대 눈금값에 따라서 變한다.

可動 코일형 計기의 溫度誤差는 可動 코일의 抵抗, 永久磁石의 磁界強度, 過捲 스프링의 誤差는 비교적 작으므로 實用上 無視할 수 있으나 可動 코일의 溫度係數는 크기 때문에 무시할 수 없다. 특히 電流計로 사용되는 경우에는 큰 影響을 미치므로 溫度變化에 對한 補償을 하여야 한다. 제어 스프링의 彈性의 경우는 溫度係數는  $-0.4(\%)/10(\text{deg})$ , 可動 코일의 抵抗은  $+3.9(\%)/10(\text{deg})$ 이다.

#### 나. 可動 鐵片形 計器 (Moving Iron Instrument)

이 計器는 商用周波의 交流電流計, 電壓計로서 널리 使用되고 있다. 交流의 實効值로 動作하기 때문에 歪形波에 의한 指示의 影響도 가장 적어 第3高調波를 30% 포함한 경우에도 誤差는  $\pm 0.2\%$  이하이다.

動作原理은 固定 코일에 흐르는 電流의 磁界에 의하여 그 가운데 든 固定鐵片과 可動鐵片이 磁化되어 鐵片이 서로 反發하는 힘을 利用한 것이다. 그 發生磁界는 상당히 弱하고 外部磁界의 影響에 민감하기 때문에 計器内部에는 效果적인 磁氣 실드(Shield)를 만든다.

可動鐵片形 計器는 交直兩用이지만 可動鐵片으로 拘束강판을 使用한 경우 이 계기를 直流回路에 使用하면 鐵片의 히스테리시스에 의해 誤差가 發生한다. 즉 피측정 전류의 값이 동일한 경우에도 電流를 작은 값에서 增加시키는 경우와 큰 값에서 減少시키는 경우에 그 指示값이 달라지게 된다.

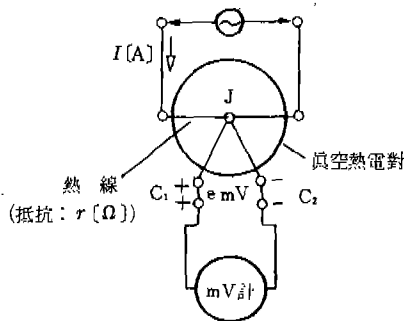
鐵片의 磁化特性이 非直線의이기 때문에 파형에 따라 다르며 鐵片의 磁氣포화 때문에 正弦波의 경우와 歪形波인 경우에는 鐵片의 磁速密度의 실효값이 달라지므로 歪形波의 경우에는 誤差가 나타난다.

#### 다. 熱電形 計器(Hot Wire Type)

電流에 의한 發熱作用을 利用한 것으로서 交流計器중에서 가장 忠實한 實効值를 指示한다. 直流에서 5 MHz 程度의 高調波電流, 直流에서 100 kHz程度의 高調波電流의 測定이 된다.

動作原理은 熱線에 흐르는 電流에 의해서 加熱되는 熱을 熱電對에서 起電力으로 變化시켜 可動코일 素子를 움직이게 한다. 눈금은 非直線으로 된다.

이 計器의 단점은 過負荷에 약해서 보통 최대



〈그림 4〉 熱電形計器의 動作原理

눈금 값의 1.5배 이상의 過負荷로 熱線이 斷線된다. 瞬時的 過負荷에는 指針이 追從하지 못하여 指針이 움직이기 前에 斷線이 된다. 入力을 加할 시에는 충분한 注意가 필요하다.

熱電形 計器에서는 熱線이 짧기 때문에 인덕턴스도 작고, 交流 및 直流에서 거의 같은 抵抗값을 나타낸다. 따라서 直流로부터 수 십 MHz의 高周波 電流까지 1%의 높은 確度를 가진 것이 특징으로 周波數가 극히 높아지면 表皮效果(Skin Effect)로 인하여 電流가 導體의 表面에만 흐르게 되므로 熱線의 抵抗값이 增加되어 誤差의 原因으로 된다.

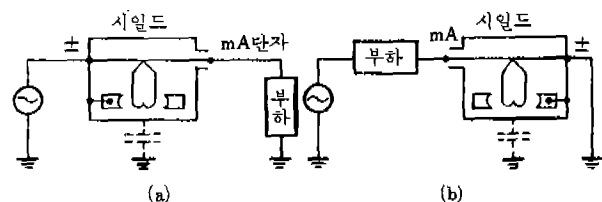
熱電形 計器에서는 정류형 계기와 같이 波形의 歪에 의한 誤差는 없으나 過電流에 弱하고 定格電流의 2~3倍 程度에서 燒損되므로 취급에는 注意가 필요하다.

入力端子의 片側은 計器의 실드에 接續하며 통상적으로 그의 端子는 “±” 또는 “COM” 등의 表示가 있다. 高周波電流測定은 그림5와 같이 接續한다.

이것을 逆으로 接續하면 測定回路와 大地間에 浮遊容量에 의하여 電流가 흘러서 誤差에 의해서 높은 電位의 경우에는 過大電流가 흘러서 熱電對를 破損하는 경우가 있다.

直流의 測定에는 電流의 方向에 의하여 指示의 差가 생겨서 轉極되어 平均값을 얻게 된다. 熱線의 熱容量이 좋지 않은 指示의 應答을 피하게 되므로 완전히 靜止로부터 읽게 된다.

階級은 電流計로 0.5級, 電壓計로 1.0級이 一般의이고 有效測定範圍는 최대 눈금 값에서 그의 25%까지이다.



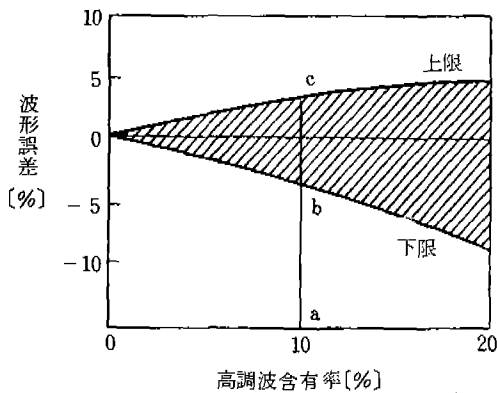
〈그림 5〉 전류계의 접속법

**라. 整流形 計器**

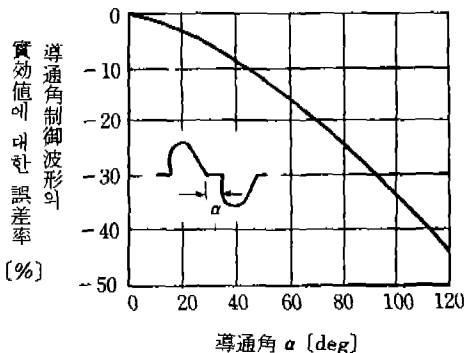
交流電流 또는 電壓을 整流器로 直流로 變換하고 可動 코일 素子로 動作시키는 交流專用的 計器이다.

整流形 計器는 可動 코일형 計器가 가지는 精度와 感度를 交流測定에 이용하고자 하는 것으로서 交流計器中 가장 感度가 좋아서 10 kHz 程度의 高周波까지 測定되며 原理上 交流의 平均값에 대응하여 交流正弦波의 實効값으로 눈금표시되어 있다. 그래서 正弦波 以外의 入力波形은 波形誤差로 나타난다(그림 6, 7).

整流器는 溫度가 上昇하면 逆方向전류가 增加하므로 被測定電流가 같아도 可動 코일형 계기



〈그림 6〉 第3 高調波를 含有하는 場合의 波形誤差



〈그림 7〉 다이리스터의 導通角에 대한 計器의 誤差

에 흐르는 電流가 감소하여 負의 誤差를 일으킨다. 一般的으로 直列抵抗이 큰 計器에서는 計器 自體의 溫度特性의 影響이 크고 直列抵抗이 작은 計器에서는 整流器의 溫度特性의 影響이 크게 된다.

**마. 電流力計形計器 (Electro Dynamo Meter)**

固定 코일과 可動 코일 쌍방에 電流를 흘리면 兩者의 積에 比例하여 相互 토크가 發生하는 것을 利用하는 計器로서, 電力計로 使用된다. 磁束을 通하는 部分의 構造에 따라 鐵心式과 空心式이 있으며, 뒤의 것은 直流에서 1 kHz程度까지 使用된다.

電流力計型 計器는 소비전력이 큰 缺點을 갖고 있으며 破測定電流는 可動 코일을 통해 흐를 뿐만 아니라 또한 磁束을 發生시켜야 한다. 몇몇 計器는 磁束의 通路 一部를 특수 磁性 鐵心으로 설계한 것도 있으나 코일 부근에 금속이 存在하면 周波數와 波形의 影響으로 인하여 校正을 다시 해야 하는 문제가 생긴다. 低磁束密度는 발생 토크에 影響을 미치게 되고 計器의 感度는 대단히 낮아 약 10~30 Ω/V이다. 電流力計形 計器는 分流器 없이도 약 100 mA까지는 電流計로 使用할 수 있다.

**바. 自己消費電力의 補償**

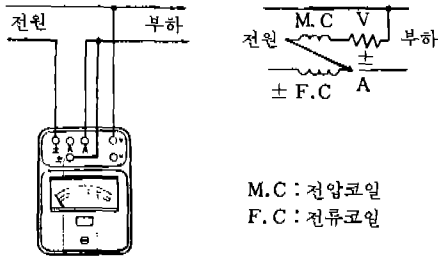
精密한 電力測定이나 定格이 작은 電力計 (500 W 以下)로 測定하는 경우는 計器의 指示값에서 負荷側에 接續되어 있는 코일 自體의 消費電力을 公제하여야 한다.

**(1) 電壓 코일이 負荷側에 있는 경우**

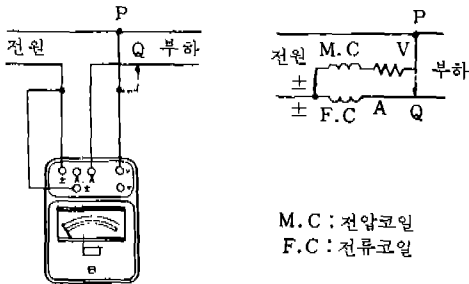
電源 內피던스가 낮아서 電壓變動이 적은 경우에는 부하측에 電壓 코일을 接續하여 負荷를 끊어 버릴 경우의 指示를 側定값에서 讀는다. 電源 內피던스가 높은 경우나 負荷가 클 경우는 內部抵抗을 알고 있는 電壓計를 使用한다.

**(2) 電流 코일이 負荷側에 있는 경우**

電流 코일을 電壓 코일보다 負荷側으로 結線한 경우 電壓結線의 接續點을 바꾸면 電力計의



(가)의 경우



(나)의 경우

<그림 8>

指示는 電流 코일의 損失을 가리킨다. 이 값을 처음 指示값으로부터 빼면 참된 負荷電力을 求할 수 있다(그림 8).

#### 4. 變成器 使用上의 注意點

交流의 大電流測定에 있어서는 變流器(Current Transformer: CT)를, 電壓은 計器用 變壓器(Potential Transformer: PT)를 計器와 併用하는 일이 있는데, 使用에 있어서는 CT, PT의 2次側의 한쪽 線을 반드시 接地한다. 또 使用中에 CT의 2次側을 開放하면 高電壓이 發生하여 危險해진다. 또한 2次負荷의 合計가 定格負荷를 超過하지 않도록 導體低抗에 주의가 필요하다.

變流器의 銘板에는 公稱變流比(定格 1次電流와 定格 2次電流의 比)가 記載되어 있으나 實際 測定한 變流比와 약간 차이가 있으며 測定값에 誤差를 일으킨다. 이 誤差는 比誤差(Ratio Error)로 變流器의 比誤差나 位相角은 여자전류에 의한 것이므로 이를 작게 하려면 여자전류를 작게 하면 된다.

計器用 變壓器에서도 變流器에서와 같이 누설 임피던스에 의해 생기는 比誤差와 位相角이 誤差의 원인으로 된다. 比誤差나 位相角은 2次負擔의 크기나 力率에 의해 變化한다.

變流器나 計器用 變壓器는 各各 單獨으로 使用되며 電流計나 電壓計의 測定範圍 擴大에 使用될 뿐 아니라 變流器와 計器用 變壓器를 조합하여 電力計나 電力量計 等과도 接續시킬 수 있다. 三相三線式 回路의 電力測定時 計器用 變成器를 接續할 때는 極性에 주의 하여야 한다.

5. 簡易測定器

#### 5. 簡易測定器

##### 가. 回路計

回路計는 直流電流, 直流電壓, 交流電壓, 抵抗等 많은 測定을 기본으로 測定 レンジ를 구비하여 簡易測定器로서 廣範圍하게 使用된다. 階級은 한국공업규격(KS C 1306)에 AA급, A급, B급으로 분류된다.

許容差는 各階級 共通으로 直流電流·電壓回路는 最大 눈금 값의  $\pm 3\%$  이하, 交流電壓回路는  $\pm 4\%$  이하, 抵抗測定回路는 눈금 길이의  $\pm 3\%$  이하이다.

取扱上의 주의점은 指示電氣計器의 경우와 一部 共通된다.

① 計器에 그 最大 눈금 값 以上の 값을 함부로 加하지 않도록 한다. 測定값이 미리 豫測되지 않는 장소에는 가장 큰 測定範圍에서부터 順次的으로 レンジ를 내려서 測定한다.

② 交流電壓의 測定은 被測定回路의 接地側을 回路計의 "COM" 端子에 接續한다.

③ 交流電壓回路는 整流器方式 때문에 正弦波 以外の 波形은 誤差가 된다.

④ 電流와 抵抗測定回路에는 電壓이 걸리지 않도록 한다.

⑤ 測定精度를 높이기 위해서는 計器 指示는 되도록 最大 눈금 값으로부터 그 1/2사이의 눈금

으로 읽을 수 있게 測定範圍의 計器를 選定한다.

⑥ 使用中의 바깥붙이기 變流器는 그 2次測을 開路하지 않는다. 2次測에 高電壓이 發生하여 위험할 뿐 아니라 交流器를 燒損할 우려가 있다. 따라서 計器를 交換할 경우에는 短絡 키를 넣고 行한다.

以上과 같은 注意가 필요함은 물론 內藏의 直列 콘덴서 端子에 交流에 포함되는 直流分을 제거하여 測定하는 경우, 콘덴서의 電壓降下에 의한 低周波에는 指示가 낮게 나오므로 특히 낮은 レンジ는 注意가 필요하다.

#### 나. 디지털 計器

지금까지 說明해 온 指示電氣計器는 指針의 變位로서 눈금판 위에 測定값을 指示시키는 아날로그 計器였다. 最近에는 이 아날로그 計器를 대신하여 測定값을 數字로 表示하는 디지털 計器가 광범위하게 使用되고 있다. 디지털 計器의 特徵을 들면 다음과 같다.

① 高精度 計器가 제작된다. 아날로그式에서는 가장 좋은 副標準器에서도 그 精度가 0.2%가 限度이다. 디지털式에서는 0.005%까지의 計器도 만들어진다.

② 測定結果가 數字로 表示될 뿐만 아니라 小數點, 極性, 單位도 함께 표시되므로 視誤差를 제거하고 判讀速度도 향상시키며 지루함을 없애 준다.

③ 디지털 計器는 測定結果를 타이프라이터로 自動적으로 記錄할 수도 있고 전자계산기에 의한 計算처리, 判讀, 整理 등이 가능하다. 디지털 計器는 電壓, 電流, 電力, 周波數 및 저항과 같은 電氣量이나 回轉數, 溫度, 時間等の 工業量 등 여러종류의 計測에 利用되고 있다.

回路計와 같은 모양으로 測定되며 測定값을 數値로 直接 表示하므로 個人에 따른 판독誤差가 없고, 읽는 데에 時間이 걸리지 않는다. 一般적으로 電壓測定回路에는 入力抵抗이 높으며, 다른 것에 비하여 影響과 誤差가 적다. 確度の 表現은 읽는 값에 대한 百分率誤差와 絕對 誤差

를 병용하는 경우가 많다. 예로는  $\pm (0.3\% \text{ of rdg} + 2 \text{ digits})$ 으로 表示된다. 여기서 rdg는 Reading의 略이고, Digits등은 最小 單位이다.

#### 다. 클립形 測定器

電流測定은 回路를 끊고 電流計를 接續하는 것이 一般의이나 클립형 電流計는 回路를 끊지 않고 測定하는 것으로서, 種類는 交直兩用, 交流電力用 등이 있으며 許容差는  $\pm 1 \sim 3\%$ 이고 現場測定에 적합하다.

測定하고자 하는 線路에 電流가 흐름으로써 發生하는 磁束을 電磁誘導作用에 의하여 얻는 것이다. 被測定 導體의 삽입위치나 波形에 의해 誤差를 일으키기 쉬운 缺點이 있으므로 도체에 直角으로, 그리고 철심의 바닥면까지 插入시켜 使用하여야 한다. 二次捲線의 단자전압은 周波數에 比例하므로 지정된 周波數에서 使用하여야 한다.

## 6. 結 論

앞에서 說明한바와 같이 電氣指示計器에 관한 올바른 知識과 바른 計測이 電氣安全使用에 重要的 역할을 하는 것으로서 특히 電氣·電子工學에 관한 여러 現象과 技術을 학문적으로 研究하고 개발하는 데 있어 電氣·電子現象의 存在를 확인하는 수단으로 電氣計測의 重要性이 있다. 그러므로 電氣를 安全하고 올바르게 利用하는 基本은 電氣量을 正確하게 測定하는 데 있는 것이다.

아무리 훌륭한 計測器를 使用하고 있다 하더라도 그 使用法이나 測定값의 취급방법이 不正確하면 올바른 結果를 얻을 수 없는 것이다.

그래서 測定器는 특별히 精密機器로서 保管方法은 直射日光, 高溫多濕을 避하고 腐蝕性 가스, 外部磁界에 의한 振動이 없는 場所를 選擇하고 항상 精度를 維持하기 위하여 一般校訂은 물론 國家標準器로 3~6個月에 1回程度 定期校訂이 필요한 것이다.