

Field Analyzer による変圧器内部電界の記録

Field Mapping of the Electric Field in the Transformer with the Field Analyzer

高電圧機器の設計に際しては絶縁に関する問題がはなはだ重要であります。特に高電圧変圧器に関してその絶縁を合理的、経済的に実施するために Field Analyzer による内部電界の測定を行い、絶縁設計の一助としておりますので以下概略御紹介致します。

原理 一般に多種類の誘電体が種々な配置に置かれているときの電界——例えば変圧器内部の電界——を解析するには電位 V に関する微分方程式(1)を解いて各点における電位 V を求めねばなりません。

$$\text{div } \epsilon \text{ grad } V = -\rho \quad (1)$$

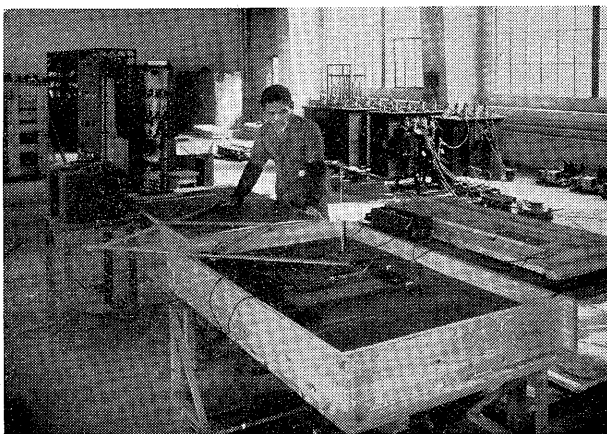
(ϵ : 誘電率, V : 電位, ρ : 電荷密度)

しかし(1)を與えられた境界条件に適合するように解くことは、実際上困難でかつ多くの労力と時間を要します。これに対し、解析せんとする電界と相似な電界を電解液槽中に作り、液中の各部電位を適当な方法で測定することにより(1)を解いたのと同様な効果を挙げることができます。電解液中の電界 U の方程式は(1)と同型で(2)のごとくであります。

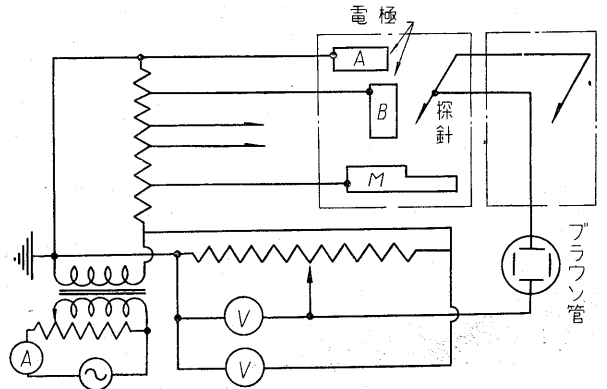
$$\text{div } \lambda \text{ grad } U = -I \quad (2)$$

(λ : 導電率, U : 電位, I : 流入電流)

装置 原電界と相似な電界が電解液中に生じる様に模型を作り、これを液中に置き、探針によって各部の電位を測定します。実際には測定結果が複寫器によって直接



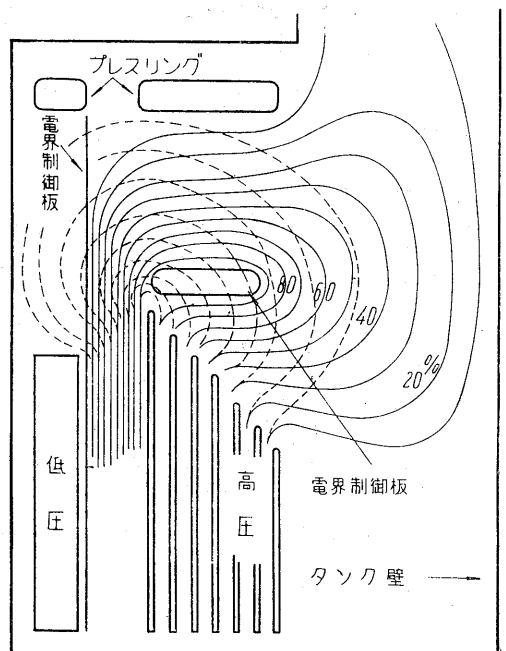
第 1 図 Field analyzer による電界測定全景
Fig. 1 Field mapping with the field analyzer



第 2 図 結線図

Fig. 2 Connection diagram

図面上に記録されるような構造とし、電位測定はブラウン管を零点指示器とする平衡法を用いて行いました。この方法は測定容易で誤差少く明りよな結果を得ること



第 3 図 変圧器巻線端電位分布

(実線は電界制御板ある場合、点線は電界制御板なき場合)

Fig. 3 Potential distribution at the ends of windings of a transformer

(Full lines show the case we use a field controlling board, and dotted lines the case we do not)

ができます(第1図, 第2図). 模型は次の2種類の製作法があります。

(a) 原電界中に存在する各種の誘電体(紙, 油, プレスパン等)の誘電率 ϵ に比例して電解液の導電率 λ を加減します. 異なる電解液相互が混合せぬように境界に膜を設け, かつその膜は貫通方向には導電率大で, 沿面方向には導電率0であるよう製作しなければなりません。

(b) 電解液の導電率は各部一様とし, 異なる誘電率 ϵ に比例して液の深さ d を変化せしめます. 深さの変化する部分には, 液中の電流線の分布が原電界の電気力線の分布と一致するように, その境界に沿って多数の導体ピンを植える必要があります。

以下の例においては(b)の模型製作法を用いて実験を行いました。

応用例 変圧器の絶縁構造は紙, 油, プレスパン等の複合誘電体系を成しており巻線端部附近の電界は複雑であります. この部分の電界の解明に際しては上述のごとき電解槽による電位測定を応用するとはなはだ効果的であります. 第3図は一例として最近当社が大電力用の標準

とした円筒巻線を使用した高電圧電力用変圧器の, 一端接地衝撃電圧試験に際しての電位分布図を示します. 電界制御板の有無の電界状態に対する影響が明りように示されております. 例えば電界制御板の挿入により低圧巻線端部の電位傾度の急激な変化が改善されております。

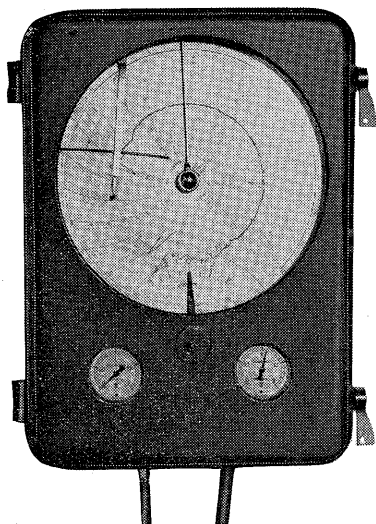
高圧絶縁において最も留意さるべき沿面閃絡の防止に対しては, 成層絶縁物を電気力線と直角方向, すなわち等電位面と平行に挿入することが必要であります. この観点から言って, 電界制御板を挿入した場合の電界状態は挿入しない場合より, 有効で経済的な絶縁に適しております. これらの事についての有力な論據は, 上述のごときField Analyzerによる電界状態の測定結果より提供されます。

一般に Field Analyzer の利用により電界状態が明りようになるので, 有効適切で経済的な絶縁設計の指針が與えられます. 電界の解析のみならず, 磁界, 定常流体界, 定常熱流界等の解析にも本方法が應用され, 多くの成果を挙げる事ができるものであります。

(技術部変圧器課 川島 弘)

空気圧式調節計による自動調節装置

Automatic Control Set by Pneumatic Regulator



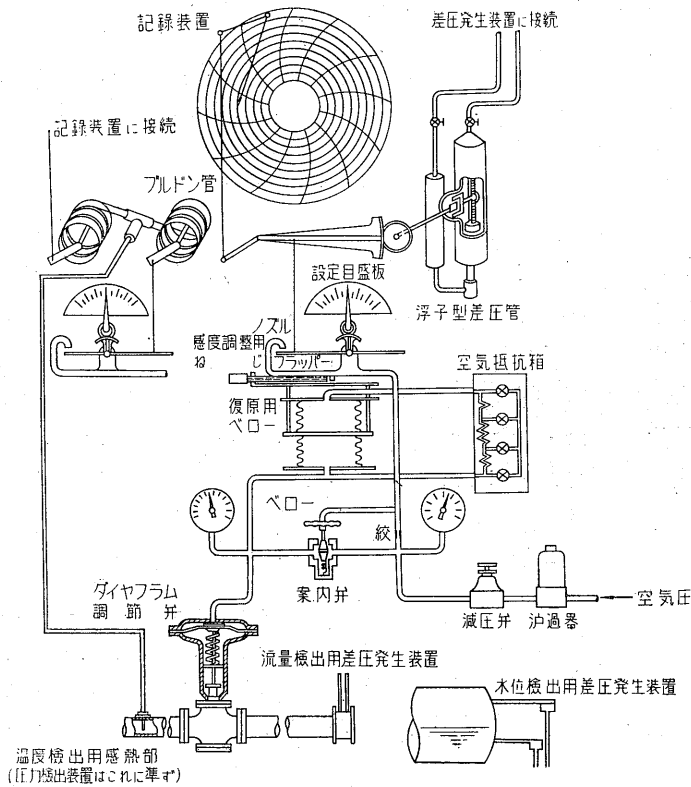
第1図 空気圧式調節計

Fig. 1. Pneumatic regulator

空気圧式調節計は燃料工業始め各種化学工業のプロセスを自動化することによって, そのプロセスに合理的な管理作業方式を與え, 生産能率の向上に役立つものであります. 富士空気圧式調節計は液面位, 流量, 温度, 圧力をそれぞれ検出し, それらの値を連続記録するととも

に定圧空気を検出値に應じて調節空気圧に変じ, それによって調節弁へ調節操作動力を加え上記の諸量を一定の設定値になるように制御するものであります. かくして鋭敏な感度と確実な動作によってそのプロセスに最も適した自動調節を行うことができます。

上記調節計の作動方式の概要は次のごとくであります. 補助動力としては 1.1 kg/cm^2 ゲージの定圧空気が用いられ, 検出部が一つのフラッパーに連結されていて, 検出部の変化により, フラッパーはそれに應じてノズル孔の前を動くのであります. このノズルには一定圧の空気が絞りを通って流れてきており, ノズル導管内の圧力はノズルおよびフラッパー間の距離によって変化し, それ以案内弁の上に作用します. これによって調節端であるダイヤフラム弁への操作空気圧を適当に調節し, 同時にこの操作空気圧は弾性復原装置に作用します. 検出値のある変化は調節弁に対して上記の作用を起すとともに, 弾性復原装置によってフラッパーに対してノズルが検出の方向と反対に動き, 調節弁が実際の必要以上に動くのを抑えます. 弁の調節作用がきいて検出部に働いてきてフラッパーが再び元にもどると, ノズルは復原装置の影

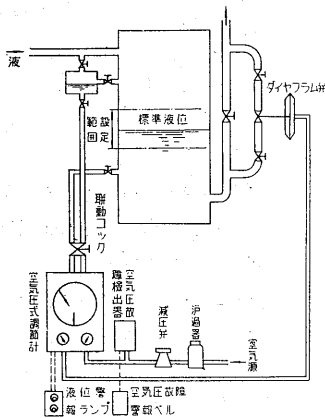


第2図 空気圧式自動調節装置
(流量、液位、温度、圧力調節用)

Fig. 2 Automatic control set by pneumatic regulator
(for regulation of flow quantity, liquid level, temperature and pressure)

響を受けて徐々に再びその後を追従し、かくしてダンピングを抑えた調節を繰返すのであります。復原時間の切換え、調節感度の変更および設定の変更、並びに手動リセットは運転中にその調節動作を中絶することなく行うことができます。

手動リセットは導管中の一種のニードル弁の揚程を変えることによって行うのであります。

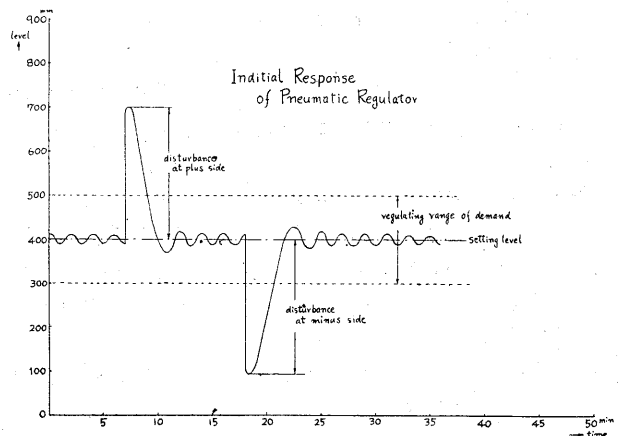


第3図 空気圧式液面調節装置配置図

Fig. 3 Arrangement of pneumatic type liquid level regulation apparatus

次に某社に納入した液面自動調節装置の概要を述べます。第1のセットは液面の自動調節を行うもので検出部として浮子型差圧管(耐圧 100 kg/cm^2 差圧 1.5 m 水柱、揚高 100 mm)を用い正圧側を一定とし、液面位による差圧変動を負圧側に導きこれを調節計のフラッパーに伝え調節弁への空気圧をそれぞれの液面位変動に応じて変化させ、調節弁を開閉し液面を一定に保つようにした装置であります。標準液面位を 0 mm とし設定点は設定範囲 $\pm 300 \text{ mm}$ として任意に変更できます。要求された調節精度は $\pm 100 \text{ mm}$ でしたが実際運転の調節精度は $\pm 30 \text{ mm}$ 以内に収まりました。万一何らかの原因で液面が急変した場合 $\pm 200 \text{ mm}$ で液面位警報ランプを点灯するように限点接触器 G.G. を取付け、また空気圧力が停電等のため規定圧以下になった場合、空気圧故障検出器で警報ベルが鳴るようにしました。圧空気を一定圧、しかも清浄乾燥するために減圧弁および濾過器を用います。なお記録紙は1日1回転の電気時計式のものであります。調節計の弾性復原の時間は 30 秒 , 80 秒 , 130 秒 の3段切換になっています。調節弁は弁径 60 mm 、ダブルシートの 4 吋 ダイヤフラム弁で、 6 吋 管にバイパスして取付けダイヤフラム弁上の圧力が常圧になった場合弁が全開し、 1.0 kg/cm^2 ゲージになった時全閉するようになっていて、その往復誤差は 0.5% 以内に収めました。ダイヤフラム弁のインナーバルブは $18-8$ 不銹鋼でできています。以上の装置によって余りにも突変する槽内圧力の変動のない限り充分に良好なる制御を続け自動運転の目的を果していき、弊社工場にてモデルの装置で試験した時とった Initial Res-ponse の状態を次に図示して置ます。

(豊田工場設計課 片山 淳)



第4図 空気圧式調節器の初期動作

Fig. 4 Initial response of pneumatic regulator



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。