

光応用遮断器のストローク計測装置

Stroke Measuring Instrument for Circuit Breaker

仲村敬二郎 * Keijirô Nakamura · 虎口 信 * Makoto Toraguchi · 辻 伸彦 * Nobuhiko Tsuji

I. まえがき

近年、光ファイバは、その特徴である電磁気的な影響に強い、軽量である、防爆性が高いなどの利点を生かして、電力分野における計測技術の電子化に大きなインパクトを与え、その利用は普及の一途をたどっている。

また、この電力分野では機器や設備の異常や老朽化を早期に検知し、重大事故を未然に防ぐための予知技術、保全体制の早急な確立の要求が日増しに高くなり、一部ではこのための計測器又は機器が実用化されている。この中において遮断器を見ると、その故障の大半は動作機構部に起因しており、この部分の挙動を短時間に計測することは極めて有効な保全方法と考えられる。

このような背景で開発した遮断器ストローク測定装置は、電力分野の計測技術に適した光ファイバをセンサ部及びその信号伝送ラインに応用したもので、非接触かつ短時間に遮断器の挙動を計測するものである。

以下この装置の概要を紹介する。

II. 装置の構成・原理

1. 概要

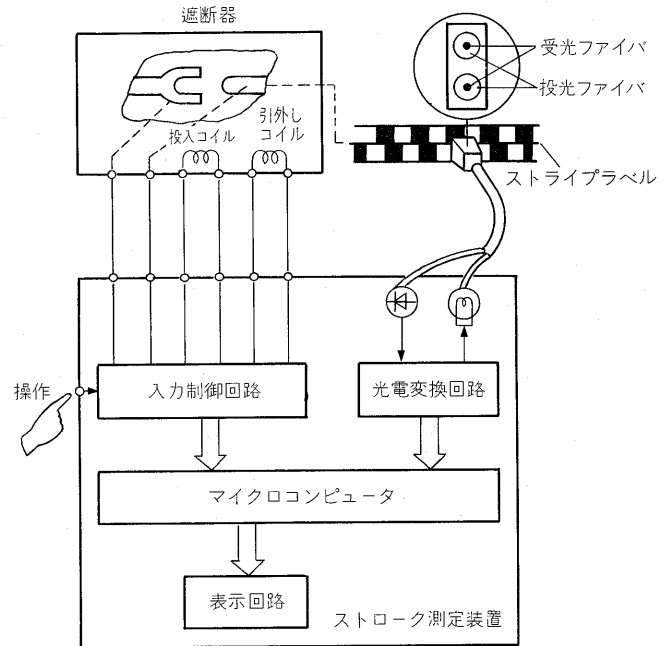
この装置の動作は、第1図に示すように遮断器の主可動電極部、あるいはこれとリンクする部分にストライブラベルを張りつけ、投受光同軸の反射形光ファイバセンサで、このストライブラベルの移動情報を光の強弱信号に変換し、マイクロコンピュータでこの強弱信号からストローク長、平均速度、オーバシュートなどを算出して表示する。第2図に装置の外観、第3図に遮断器に装着したセンサの様子を示す。

2. 特長

- (1) 非接触に測定できるため、遮断器の損傷がない。
- (2) 電磁気の影響を受けないため、ノイズに強く、誤計測が少ない。
- (3) ストライブラベルを張るだけで容易に測定できる。
- (4) 連続して遮断と投入の測定ができるため、遮断器の実動作に近い測定値が得られる。
- (5) 主可動電極の進行方向判定及びオーバシュートの算出ができる。

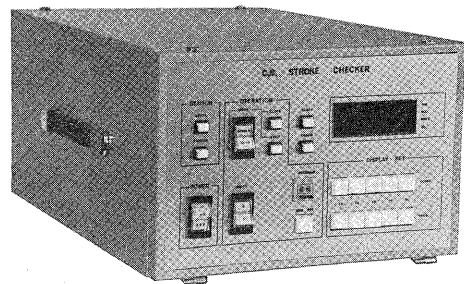
3. 測定原理

- 1) 光による計測信号の発生



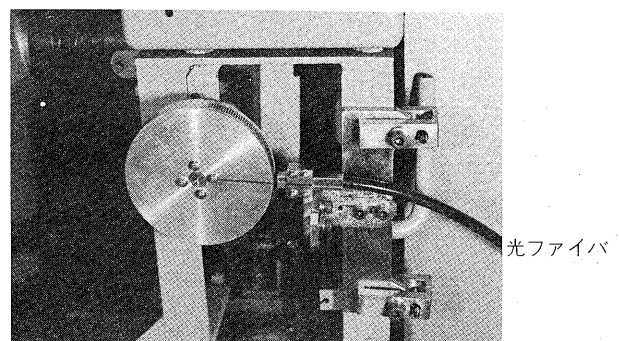
第1図 装置の構成

Fig. 1. System of stroke measuring instrument



第2図 装置の外観

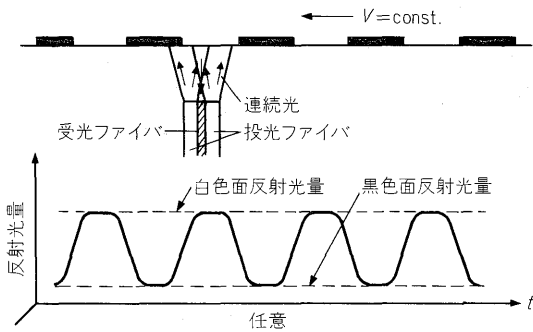
Fig. 2. Controller/display of stroke measuring instrument



第3図 センサの遮断器装着の例

Fig. 3. Sensor mounted on a circuit breaker

* (株)富士電機総合研究所 製品化研究所



第 4 図 ストライプラベルからの反射光信号
Fig. 4. Light signal modulated by traveling stripe

白と黒とを等間隔に塗り分けたストライプラベルが、センサの直下を移動すると、反射率の違いで受光量は振幅変化が生じた移動情報信号となる。第 4 図にこの様子を示す。

2) 速度計測方法

寸法を定めたストライプラベルを可動電極部に張りつけ、1) 項と同様にして得た移動情報信号の変調周波数とストライプラベルの寸法とから移動速度を求めることができる。

3) 方向の検出方法

可動電極の進行方向の判定は、遮断器の動作を測定する場合に重要な要素 (オーバシュート) となる。方向の検出は、センサの受光側の経路を二つ用意して、ストライプラベルあるいはセンサの配置で、二つの移動情報信号に位相差を生じさせる方法である。

4. 測定項目

第 1 表に測定項目を示す。

5. 光ファイバセンサ

この装置のセンサには、ストローク長、速度及びオーバシュートを精度良く測定するために高分解能、また遮断器の振動の影響を軽減するために高被写界深度が要求されるが、一般に市販の反射形センサでは両者を満足する性能を持つものがない。そこで開発したセンサは光源に白熱球、受光器に PIN ホトダイオード、伝送線に光ファイバ (バンドル) を使い、検出端部に独自の工夫をした。

以下二つの検出端を紹介する。

1) サンドイッチ形

この方式は第 5 図にセンサ先端部の構造を示すように投受光ファイバを積層している。投光及び受光領域は光ファイバ固有の開口角で決まり、受光量は受光領域内の白と黒との面積比に比例し、被写体位置によって変わる。第 6 図にセンサの外観を示す。

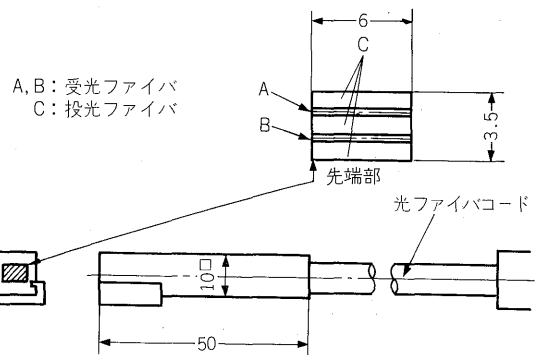
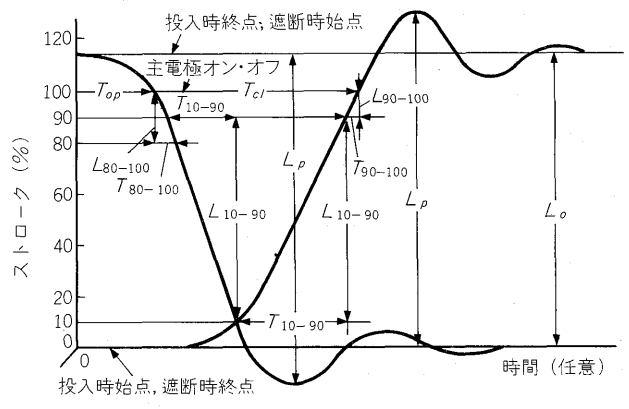
2) レンズ形

この方式は第 7 図にセンサ先端部の構造を示すように

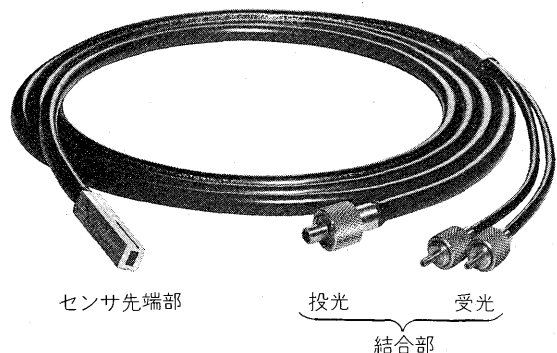
第 1 表 測定項目

Table 1. Performance items of circuit breaker to be measured using the stroke measuring instrument

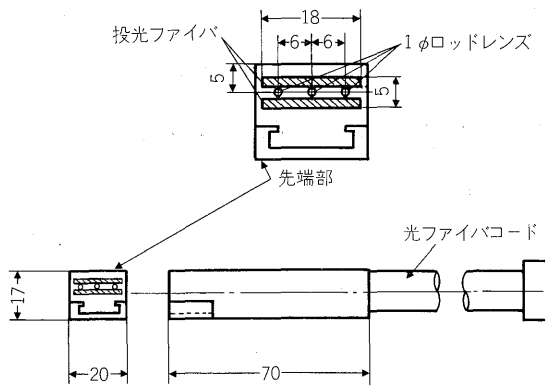
測定項目	定 義	記 号
ストローク長	可動電極の停止位置 (始点) から停止位置 (終点) までの距離	L_0
投入時間	投入指令から主電極オンまでの時間	$T_0 = T_{ci}$
平均速度	停止位置 (始点) と主電極オン間の 10~90% の平均速度	$V_0 = \frac{L_{10-90}}{T_{10-90}}$
瞬間速度	主電極オンの前 10% 間の平均速度	$V_i = \frac{L_{90-100}}{T_{90-100}}$
オーバシュート	停止位置 (終点) を超える最大値の割合	$\% = 100 \times \frac{L_p - L_0}{L_0}$
ストローク長	投入時に同じ	L_0
開極時間	遮断指令から主電極オフまでの時間	$T_0 = T_{op}$
平均速度	主電極オフ点と停止位置 (終点) 通過点までの間の 10~90% の平均速度	$V_0 = \frac{L_{10-90}}{T_{10-90}}$
分離初速度	主電極オフ点から停止位置 (終点) 通過点までの 20% 移動する間の平均速度	$V_i = \frac{L_{80-100}}{T_{80-100}}$
オーバシュート	投入時に同じ	$\% = 100 \times \frac{L_p - L_0}{L_0}$



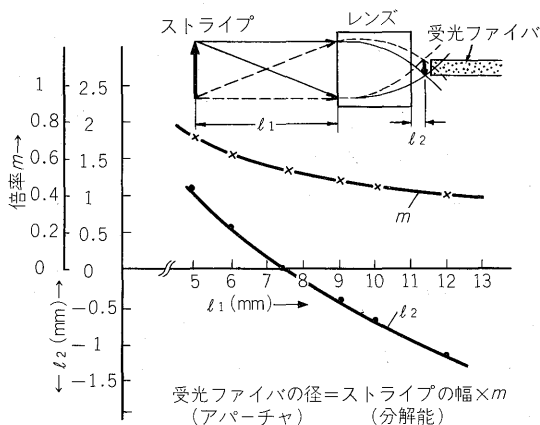
第 5 図 サンドイッチ形のセンサ先端部の構造
Fig. 5. Structure of sandwich-type sensor head



第 6 図 サンドイッチ形センサの外観
Fig. 6. Sandwich-type sensor



第7図 レンズ形のセンサ先端部の構造
Fig. 7. Structure of rod lens-type sensor head



第8図 レンズの結像特性
Fig. 8. Imaging characteristics of rod lens for sensor head



第9図 レンズ形センサの外観
Fig. 9. Rod lens-type sensor

第2表 センサの性能
Table 2. Capability of sensors

項目/センサタイプ	レンズ形	サンドイッチ形
被写界深度	10 ± 2.5 mm	1.5 ± 0.5 mm
最低測定(分解能)幅	0.5 mm ϕ	1×6 mm
ストライプラベル		

投光側が受光部を覆い、受光側の入射端に集束性ロッドレンズを取り付けている。投光領域は光ファイバの開口角で、受光領域はレンズの倍率と後段のアパーチャ(光ファイバ)の径とで決まる。第8図は被写体方向の距離に対する結像位置 l_2 と倍率とを求めたもので、これをもとに期待する分解能と被写界深度とを読み取って光ファイバの径寸法及び位置を決定している。第9図にセンサの外観を示す。

3) 光ファイバセンサの性能

第2表にセンサの性能を示す。

III. あとがき

遮断路のストローク測定装置に光ファイバを応用したセンサを紹介した。我々は、ここで得た光ファイバ計測技術をもとに回転機の異常状態検出センサへ展開を図り、一応の前進をみている。今後、更に光応用技術の適用範囲を拡大していく所存である。

最後に、本装置の開発にあたり、御指導賜った中部電力(株)殿の各位、及び御協力いただいた関係各位に厚く感謝の意を表する次第である。

参考文献

- (1) 辻伸彦：しゃ断器の予防保全装置(その1) ストローク監視装置, 昭和55年電気学会全国大会, 939 (1980)
- (2) 真壁正治：変電機器の予防保全, 富士時報, 55, 2, pp. 138~142 (1982)



*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。