

OF ケーブル系統の絶縁油漏えい点検出方法

Practice of Detecting Oil Leakage Point on Oil Filled Cable System

中西 一 清* 森 脇 松 男* 今 井 利 宣*
Issei Nakanishi Matsuo Moriwaki Toshinobu Imai

内 容 梗 概

OF ケーブルに絶縁油漏えいが発生した場合の漏えい点検出方法について述べる。また日立電線株式会社から昭和 35 年 12 月に布設した関西電力株式会社錦南線(線路長 2,480 m)について絶縁油の模擬漏えい試験を実施した結果を紹介する。

1. 緒 言

OF ケーブルの一つの大きな特長はケーブル内部に油通路があり、低粘度の絶縁油が含浸され、油圧を常に大気圧以上に保った状態で運転されることである。したがってケーブルの鉛被あるいは接続部の鉛工箇所その他になんらかの原因でき裂が発生した場合に絶縁油が漏えいして湿気の浸入を防ぐことが利点であるが、絶縁油漏えいは好ましくないのですみやかに修理する必要がある。ケーブル系統に万一絶縁油漏えいが発生した場合はケーブル給油系統の油圧あるいは油量が低下することから警報発信装置が動作するので、それより知ることができる。しかしこれだけでは漏えい点を知ることはできない。このために絶縁油漏えい点検出の技術が必要となる。そこで、このたび関西電力株式会社錦南線(京都市錦変電所-勧進橋変電所) 70 kV 1×400 mm² クロロブレン防食 OF ケーブル線路長 2,480 m において模擬絶縁油漏えい点を作り、日立電線の考案になる比較法を用いて実験を行なった。その結果、十分な精度で漏えい点の検出が可能であることがわかった。

2. 絶縁油漏えい点の検出方法

2.1 漏えい点検出の各方法

OF ケーブルの絶縁油漏えい点検出方法としては現在まで種々の方法が考えられているが、そのおもなものを記すと次のようになる。

- (1) 凍 結 法⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾
- (2) 油 圧 法⁽⁴⁾
- (3) 油 流 法⁽⁴⁾⁽⁵⁾
- (4) 差 圧 法⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽¹¹⁾
- (5) ブ リ ッ ジ 法⁽⁹⁾
- (6) 完全ブリッジ法⁽¹⁰⁾
- (7) 圧 力 降 下 法 (差圧比例法)⁽¹⁰⁾
- (8) 比 較 法⁽¹²⁾⁽¹³⁾

一般に OF ケーブルの絶縁油漏えい点の検出は直接または間接的漏えいによって生じる油流を検出することにより行なわれる。ところがケーブル油通路にはケーブル自身の温度変化による絶縁油の膨張収縮によりある程度の油流がほとんど常に存在しており、このような温度変化による油流と漏えいによって生じた油流とをいかにして分離するかということが問題で、特に漏えい量が比較的小さい場合に注意を要する。もちろん漏えいによる油流が非常に大きい場合には、温度変化による油流が存在しても測定結果にほとんど影響を及ぼさない。

前記の各漏えい点検出方法の概要を第 1 表に示す。

2.2 各方法の概要

漏えい点検出の各方法について要点を記述する。

* 日立電線株式会社日高工場

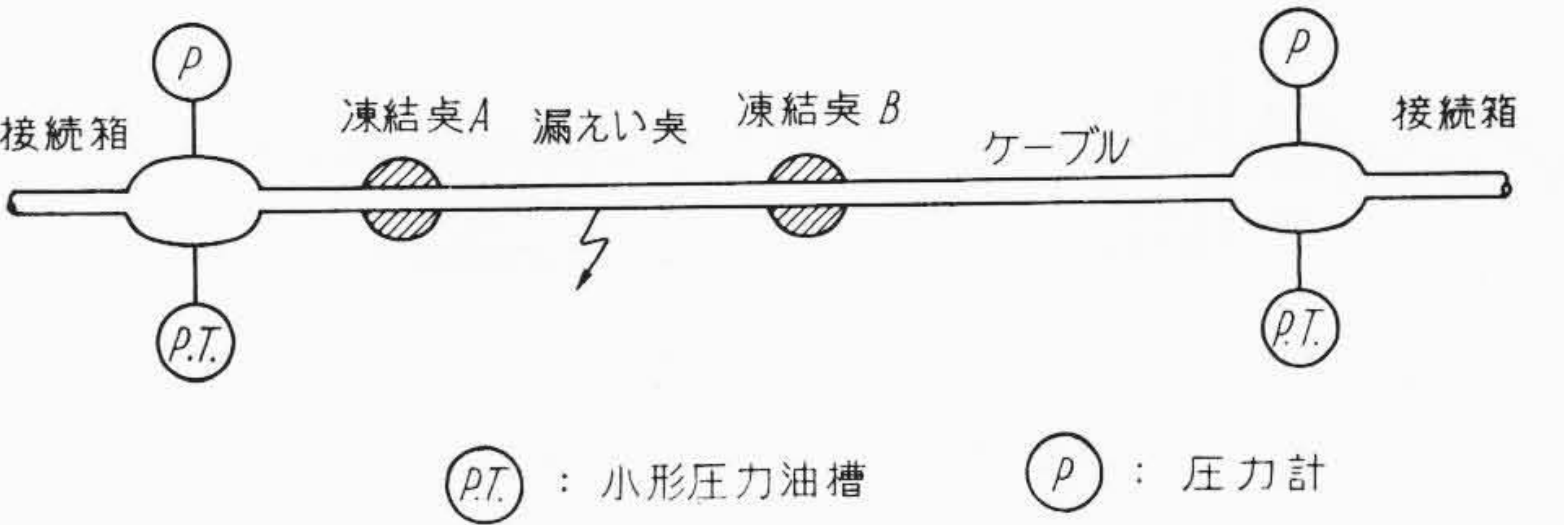
第 1 表 各種測定方法の比較

名 称	測定方法の概略	適 用	備 考 (参考文献)
凍 結 法		3 心ケーブル 1 条以上 単心ケーブル 1 条以上	(1)(2)(3) (4)(5)
油 圧 法		3 心ケーブル 1 条以上 単心ケーブル 1 条以上	(4)
油 流 法 (1)		3 心ケーブル 3 条以上並 列布設, 単心ケーブル 1 回線 (3 条) 以上	(4)
油 流 法 (2)		3 心ケーブル 3 条以上並 列布設, 単心ケーブル 1 回線 (3 条) 以上	(5)
差 圧 法 (1)		3 心ケーブル 2 条以上並 列布設, 単心ケーブル 2 条以上	(6)
差 圧 法 (2)		3 心ケーブル 2 条以上並 列布設, 単心ケーブル 2 条以上	(7)(8)
差 圧 法 (3)		3 心ケーブル 3 条以上並 列布設, 単心ケーブル 1 回線 (3 条) 以上	(11)
差 圧 法 (4)		3 心ケーブル 3 条以上並 列布設, 単心ケーブル 1 回線 (3 条) 以上	(11)
ブリッジ法		3 心ケーブル 2 条以上並 列布設, 単心ケーブル 2 条以上	(9)
完全ブリッジ法		3 心ケーブル 2 条以上並 列布設, 単心ケーブル 2 条以上	(10)
圧力降下法 (差圧比例 法)		3 心ケーブル 2 条以上並 列布設, 単心ケーブル 2 条以上	(10)
比 較 法 (1)		3 心ケーブル 1 条以上 単心ケーブル 1 条以上	(12)(13) 特許出願中
比 較 法 (2)		3 心ケーブル 2 条以上並 列布設, 単心ケーブル 2 条以上	(12)(13) 特許出願中
比 較 法 (3)		3 心ケーブル 3 条以上並 列布設, 単心ケーブル 1 回線 (3 条) 以上	(12)(13) 特許出願中

注 ① : 給油槽 ② : 流量計
—— : ケーブル ③ : 圧力計
~~~~~ : 標準流動抵抗  
⊗ : バルブ ⊕ : 差圧計 ⚡ : 漏えい点

#### 2.2.1 凍 結 法

第 1 図に原理を示す。まず A 点を液体空気などを使って凍結させると漏えい点を含む側のケーブル圧力は含まない側の圧力に比較して次第に低くなる傾向を示す。これより漏えい点は A 点よりも右側に存在することがわかる。次に A 点の凍結を解き、凍結点を B 点に移して同様な測定を行なえば漏えい点は B 点の左側に存在することがわかる。さらに AB 間で同様な測定を繰返して漏えい点を追跡するのである。



第 1 図 凍 結 法 の 原 理



この方法は確実に漏えい点を検出することができるが、検出するまでに通常測定回数が多くなりしたがって長時間を必要とする。

### 2.2.2 油 圧 法

漏えいのあるケーブルの数箇所油圧を測定し地形の補正を行なった圧力線図を描いて漏えい点を求めるもので、第2図に原理を示す。A、B、C三点で油圧を測定し $P_A$ 、 $P_B$ 、 $P_C$ を得たとすればA点（給油点）から漏えい点までの距離 $x$ は(1)式で求められる。

$$x = \frac{P_A - P_C}{P_A - P_B} \overline{AB} \dots\dots\dots (1)$$

この方法は布設地形による油圧を補正しなければならない点が必要であり微量漏えいの検出には適しない。

### 2.2.3 油 流 法 (1)

ケーブル両端から漏えい点に向って流れる油量の割合が両端から漏えい点までの距離に反比例することを利用したものである。原理を第3図に示し、A点（給油点）から漏えい点までの距離の計算を(2)式に示す。

$$x = \frac{2K}{1+K} l \dots\dots\dots (2)$$

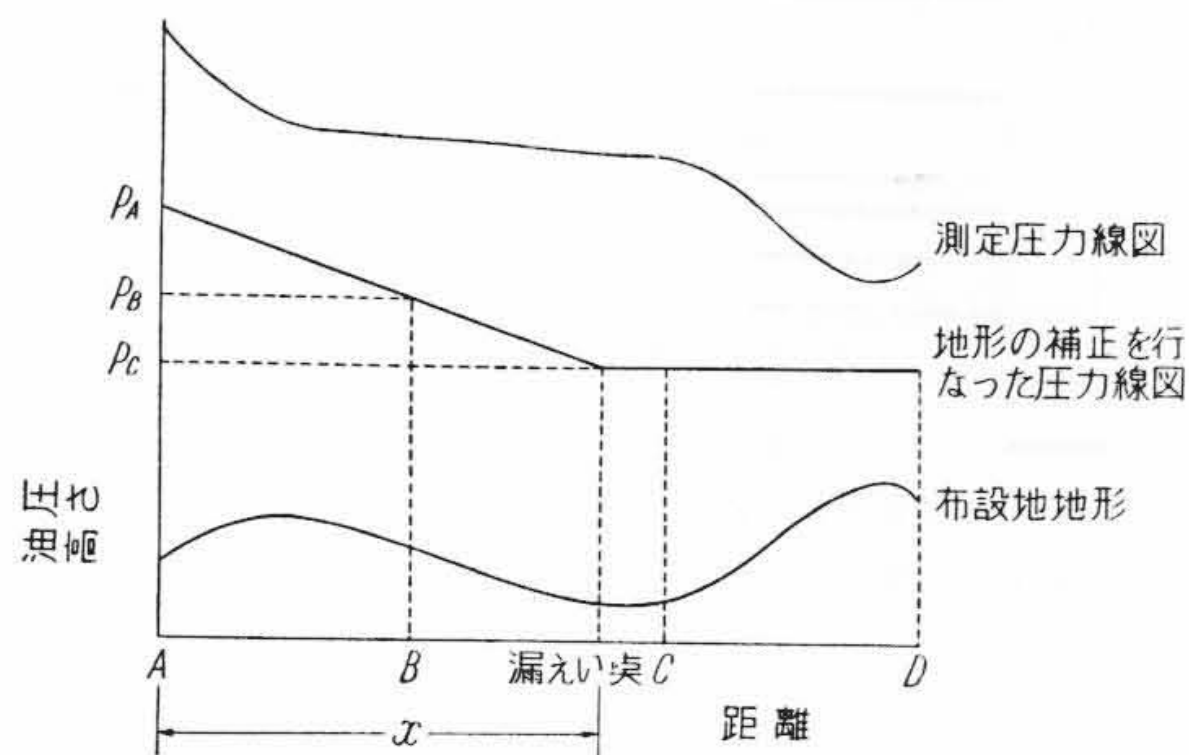
$l$ はケーブル条長を示す。 $q_1$ 、 $q_2$ 、 $q_3$ はそれぞれR、S、T相の変化油量であり、 $K$ は(3)式に示される値である。

$$K = \frac{q_2 - q_1}{q_3 - q_1} \dots\dots\dots (3)$$

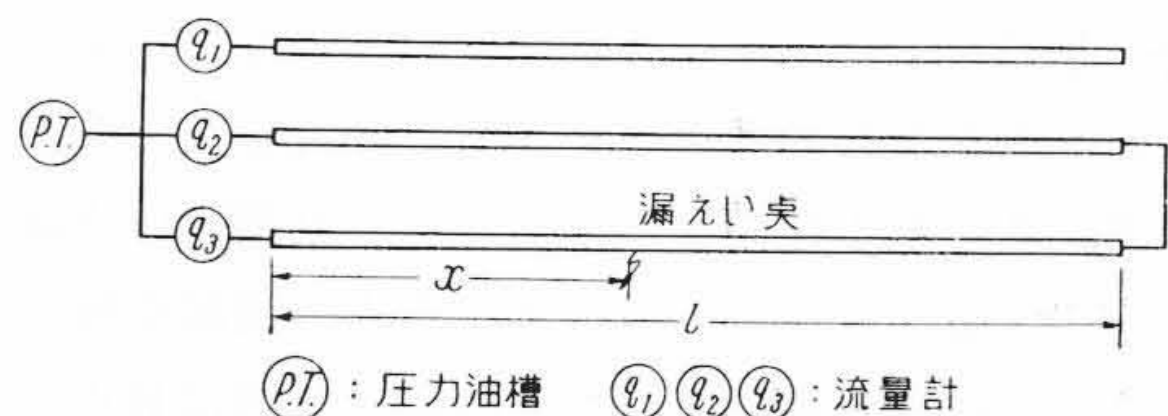
この方法の特長は漏えいのないケーブルを利用して温度変化による油流の影響を除去していることである。

### 2.2.4 油 流 法 (2)

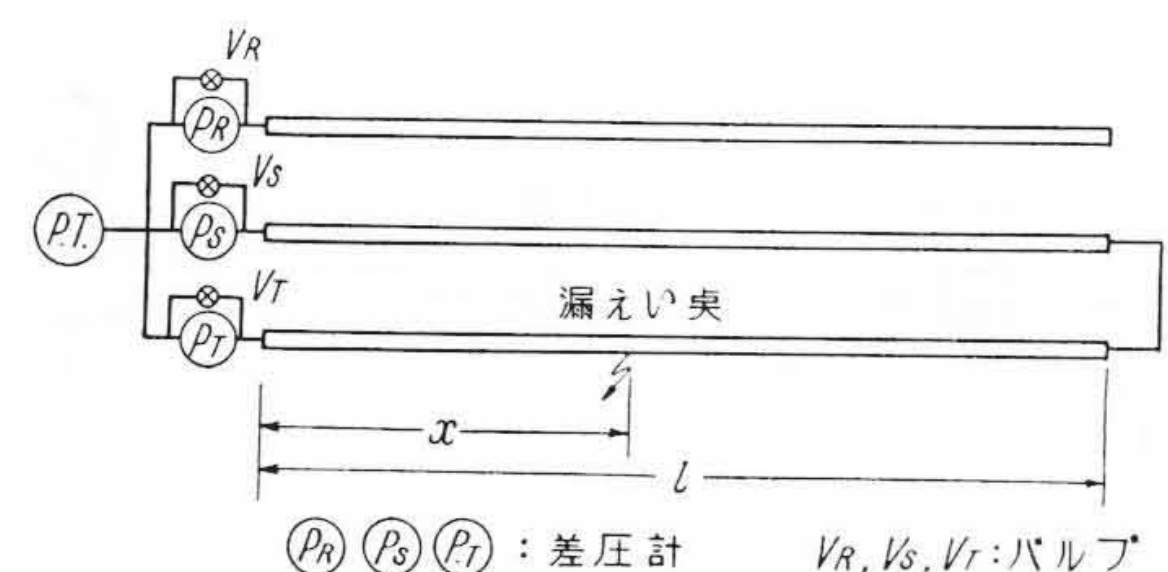
2.2.3の変形である。すなわち第4図において給油槽とケーブル各相との間のバルブ $V_R$ 、 $V_S$ 、 $V_T$ を閉じたとき給油槽とケー



第2図 油 圧 法 の 原 理



第3図 油 流 法 (1) の 原 理



第4図 油 流 法 (2) の 原 理

ブルとの間の圧力差はバルブ閉鎖直後では漏えい点までの距離にほぼ逆比例することを利用したもので、A点（給油点）から漏えい点までの距離 $x$ は(4)式で計算できる。

$$x = \frac{P_S - P_R}{P_S + P_T - 2P_R} \times 2l \dots\dots\dots (4)$$

### 2.2.5 差 圧 法 (1)

原理を第5図に示す。A点の接続箱より漏えいケーブルと非漏えいケーブルを共通にして給油しB、C、D各点の接続箱において両ケーブルの差圧 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ を測定する。この場合の圧力線図からA点より漏えい点までの距離 $x$ は(5)式で求められる。

$$x = \frac{P_2}{P_1} \overline{AB} \dots\dots\dots (5)$$

この方法は非漏えいケーブルを利用するので3心ケーブル一条布設の場合に適用することはできないが、温度変化による油流の影響を受けない特長がある。

### 2.2.6 差 圧 法 (2)

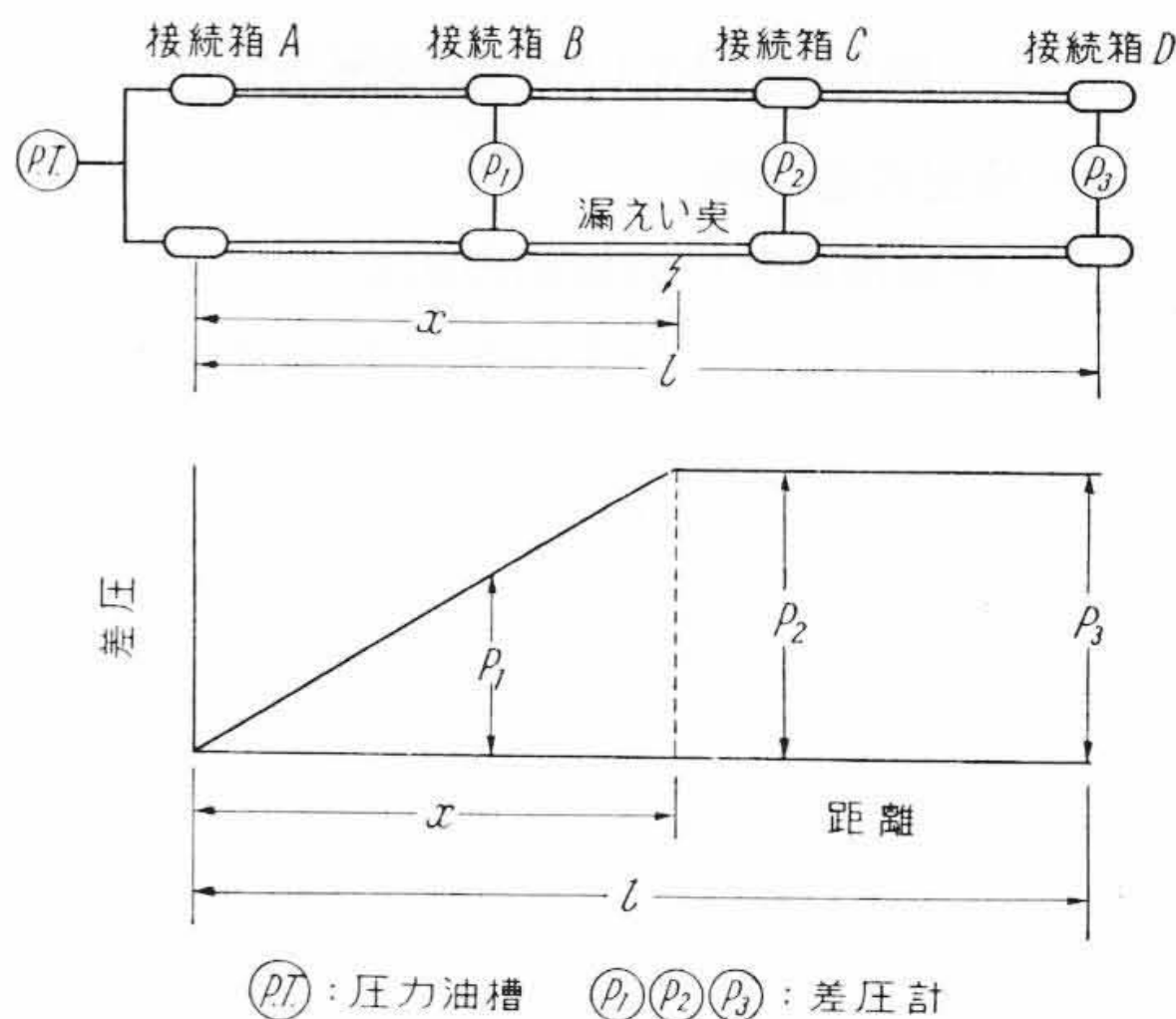
原理を第6図に示す。測定はまずA点側のバルブ $V_{A1}$ 、 $V_{A2}$ 、 $V_{A3}$ を開き、B点側のバルブ $V_{B1}$ 、 $V_{B2}$ 、 $V_{B3}$ を閉じてA点より給油しB点で漏えいケーブルと非漏えいケーブルとの差圧 $P_B$ を測定する。つぎに前述と逆のバルブ操作を行なってA点で差圧 $P_A$ を測定する。このときの圧力線図よりA点から漏えい点までの距離 $x$ は(6)式で示される。

$$x = \frac{P_B}{P_A + P_B} l \dots\dots\dots (6)$$

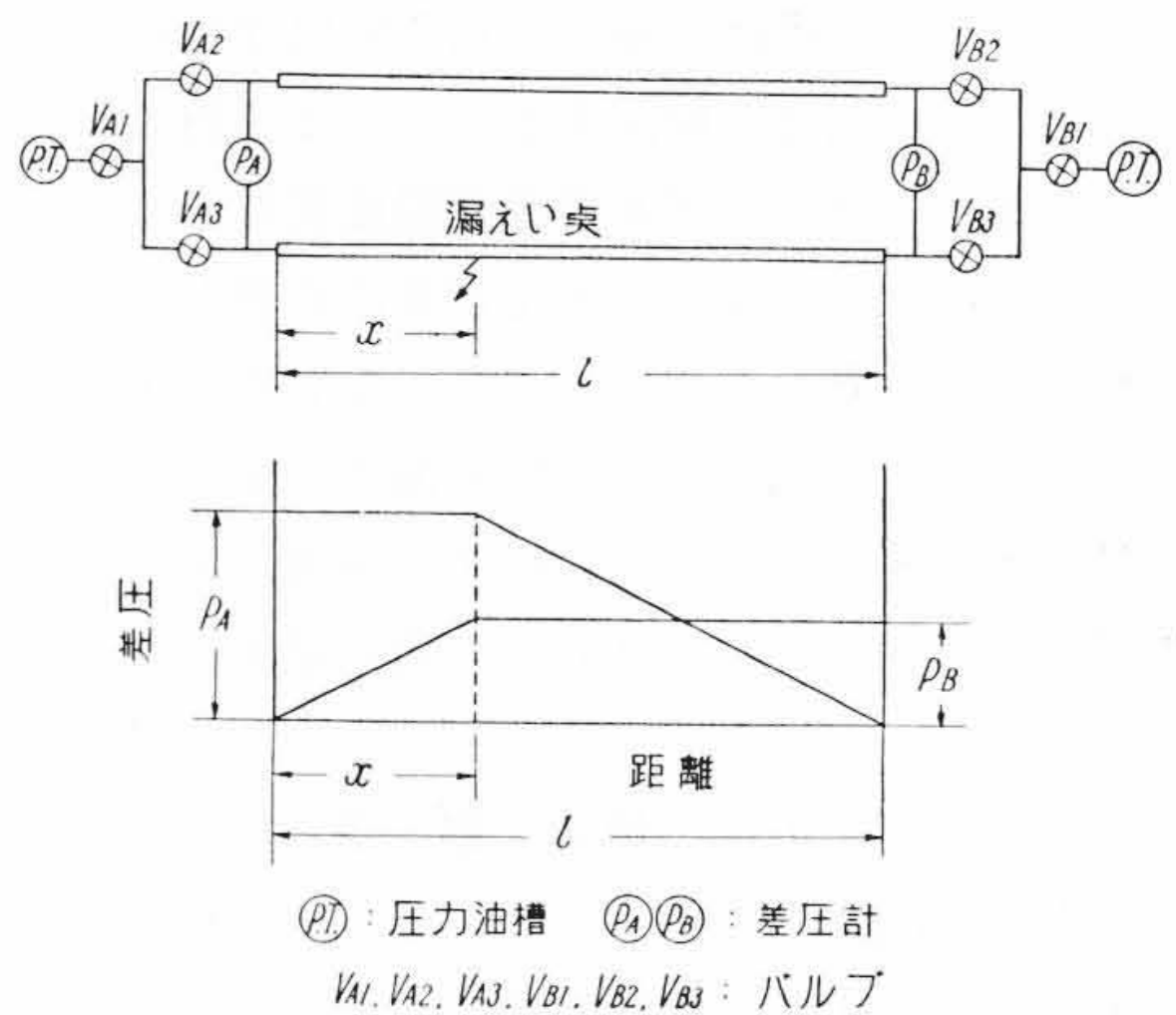
この方法も2.2.5と同様に温度変化による影響を受けないが、3心ケーブル一条布設の場合には適用できない。

### 2.2.7 差 圧 法 (3)

原理を第7図に示す。(7)式でA点から漏えい点までの距離を

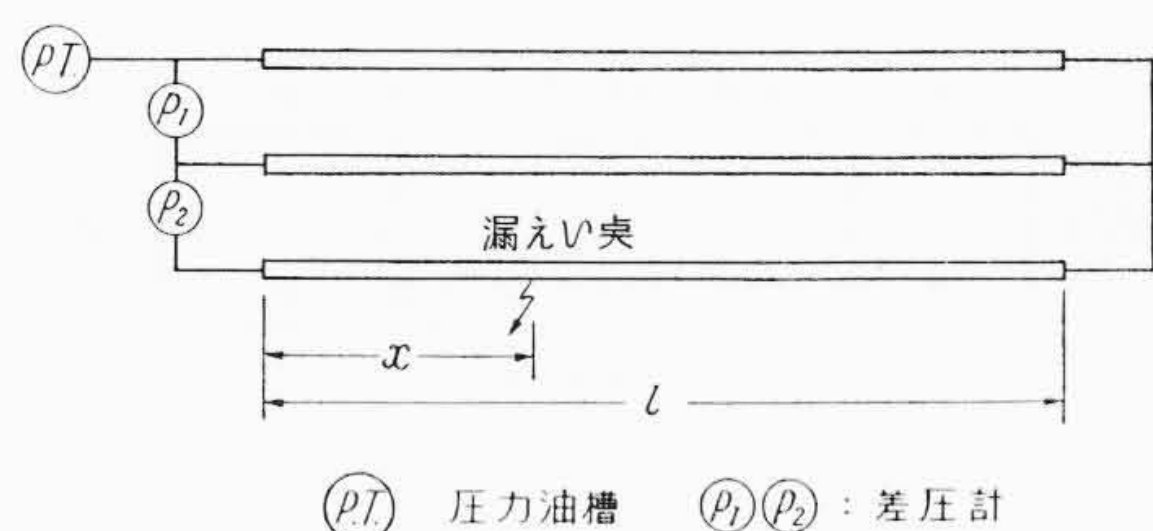


第5図 差 圧 法 (1) の 原 理

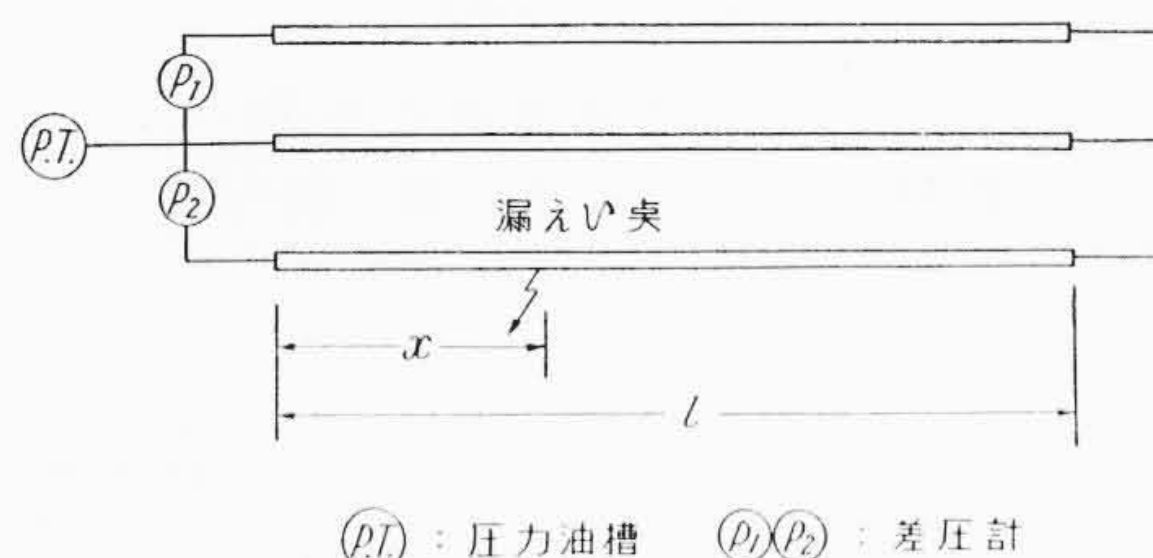


第6図 差 圧 法 (2) の 原 理

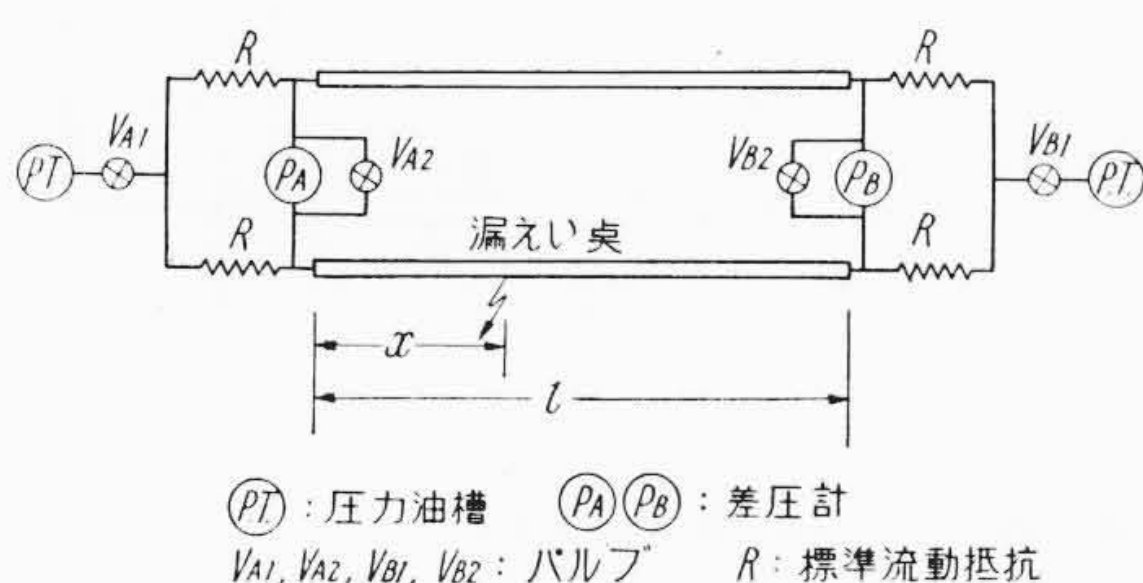




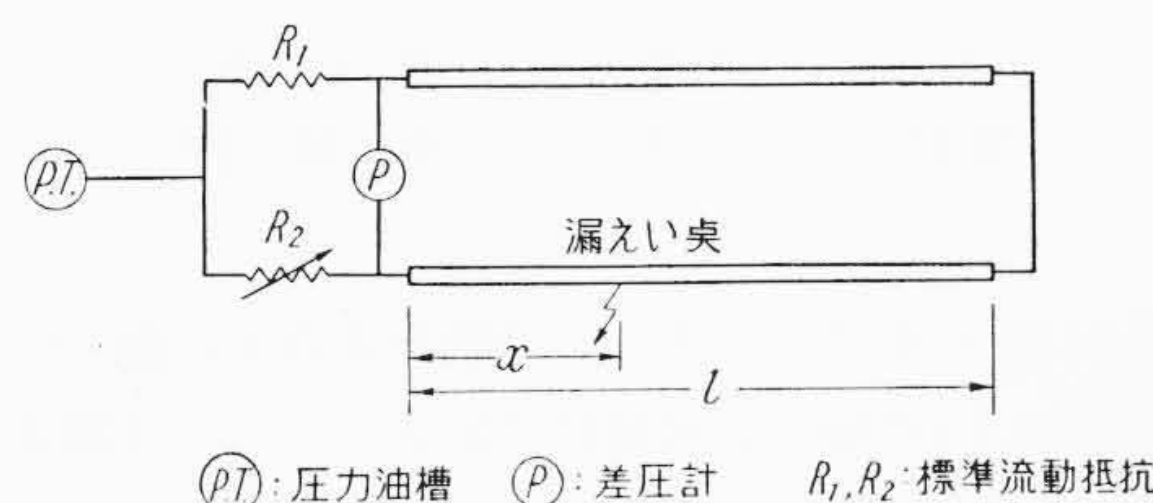
第7図 差圧法(3)の原理



第8図 差圧法(4)の原理



第9図 ブリッジ法



第10図 完全ブリッジ法

計算することができる。

$$x = \frac{P_1 - P_2}{P_1} l \quad (7)$$

### 2.2.8 差圧法(4)

原理を第8図に、計算式を(8)式に示す。2.2.7と同様温度変化の影響はないが3心ケーブル一条布設の場合には適用できない。

$$x = \frac{2P_1 - P_2}{P_1} l \quad (8)$$

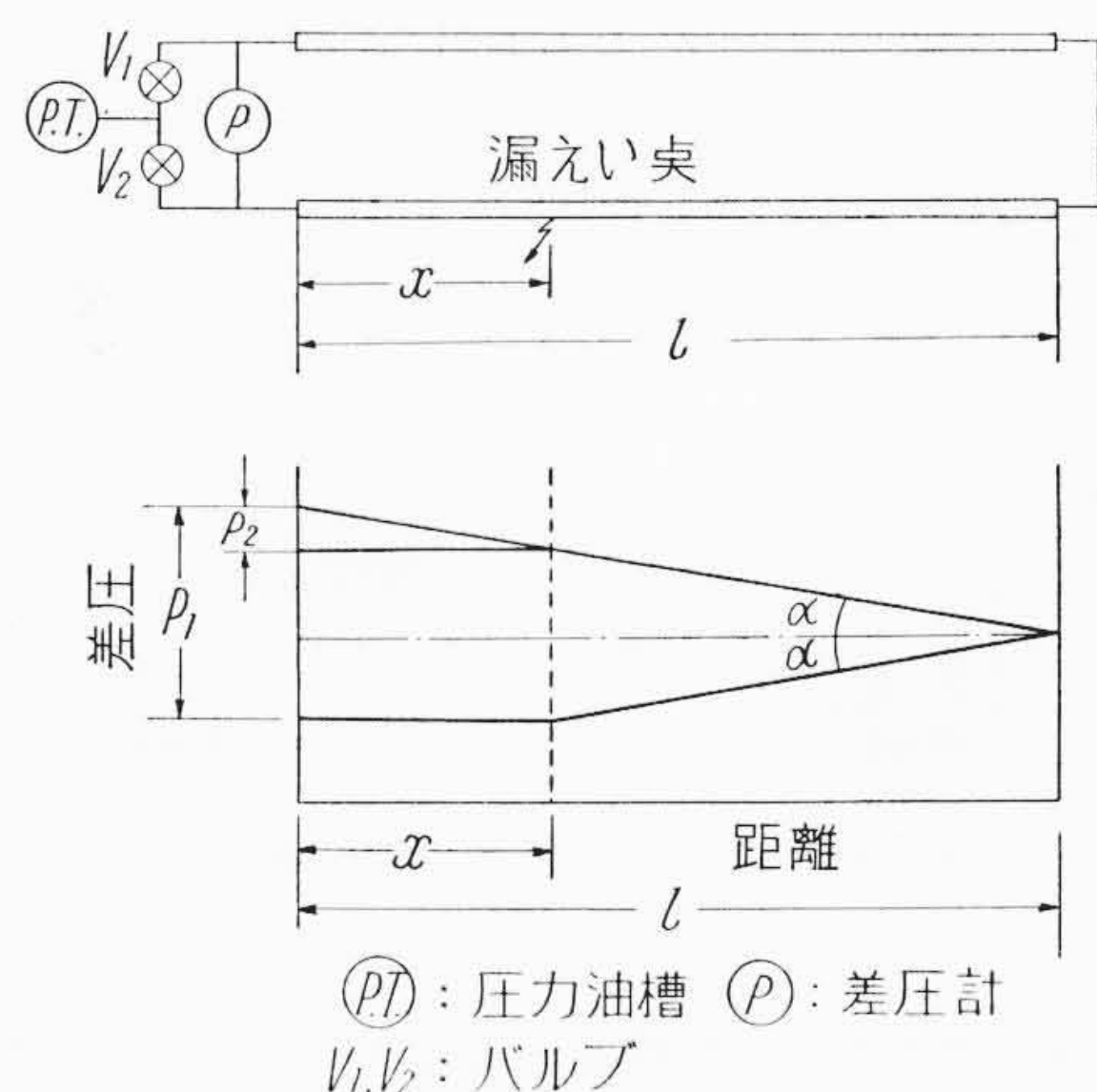
### 2.2.9 ブリッジ法

第9図に原理を示す。測定はまず  $V_{A2}$ ,  $V_{B1}$  を閉じ  $V_{A1}$ ,  $V_{B2}$  を開いてA点から給油し、A点において差圧  $P_A$  を測定する。次に前述と逆のバルブ開閉を行ないB点から給油しB点において差圧  $P_B$  を測定すればA点から漏えい点までの距離  $x$  は(9)式で計算される。2.2.8と同様の特長がある。

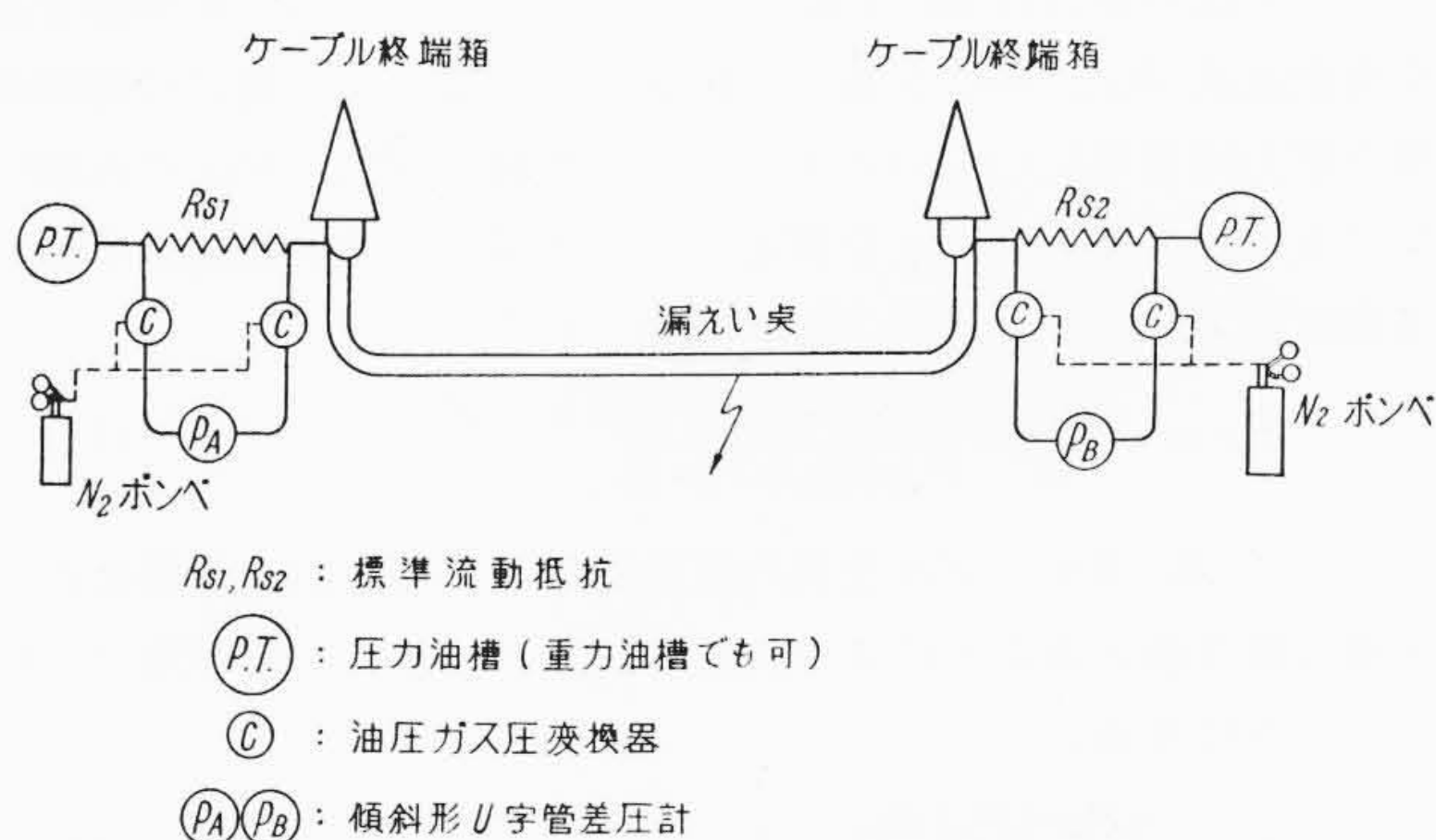
$$x = \frac{P_B}{P_A + P_B} l \quad (9)$$

### 2.2.10 完全ブリッジ法

第10図からもわかるように電気抵抗測定におけるホイートストンブリッジの原理をそのままケーブルの給油系統に適用したものである。測定は流動抵抗  $R_2$  を加減しA点にそう入した差圧計



第11図 圧力降下法(差圧比例法)



第12図 比較法接続図

の読みを零にすればA点から漏えい点までの距離は(10)式で計算できる。

$$x = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times 2l \quad (10)$$

### 2.2.11 圧力降下法(差圧比例法)

原理を第11図に示す。測定はまずバルブ  $V_1$  を開き  $V_2$  を閉じて非漏えいケーブル側より給油し差圧  $P_1$  を測定する。次に  $V_2$  を開き  $V_1$  を閉じて差圧  $P_2$  を測定すれば、圧力線図からA点より漏えい点までの距離は(11)式から計算できる。

$$x = \frac{P_2}{P_2 + P_1} \times 2l \quad (11)$$

### 2.2.12 リーク流量法

この方法は圧力降下法の一変形と考えられる。すなわちなんらかの方法で漏えい量を知れば第11図の差圧測定法により、A点より漏えい点までの距離は(12)式で計算される。

$$x = \frac{P}{QR_S} \quad (12)$$

なお、 $Q$  は漏えい油量、 $R_S$  はケーブル単位長の流動抵抗である。

以上、現在までに公表されている各方法の概要を紹介したが、筆者らの考案した比較法については次章以下に詳記する。

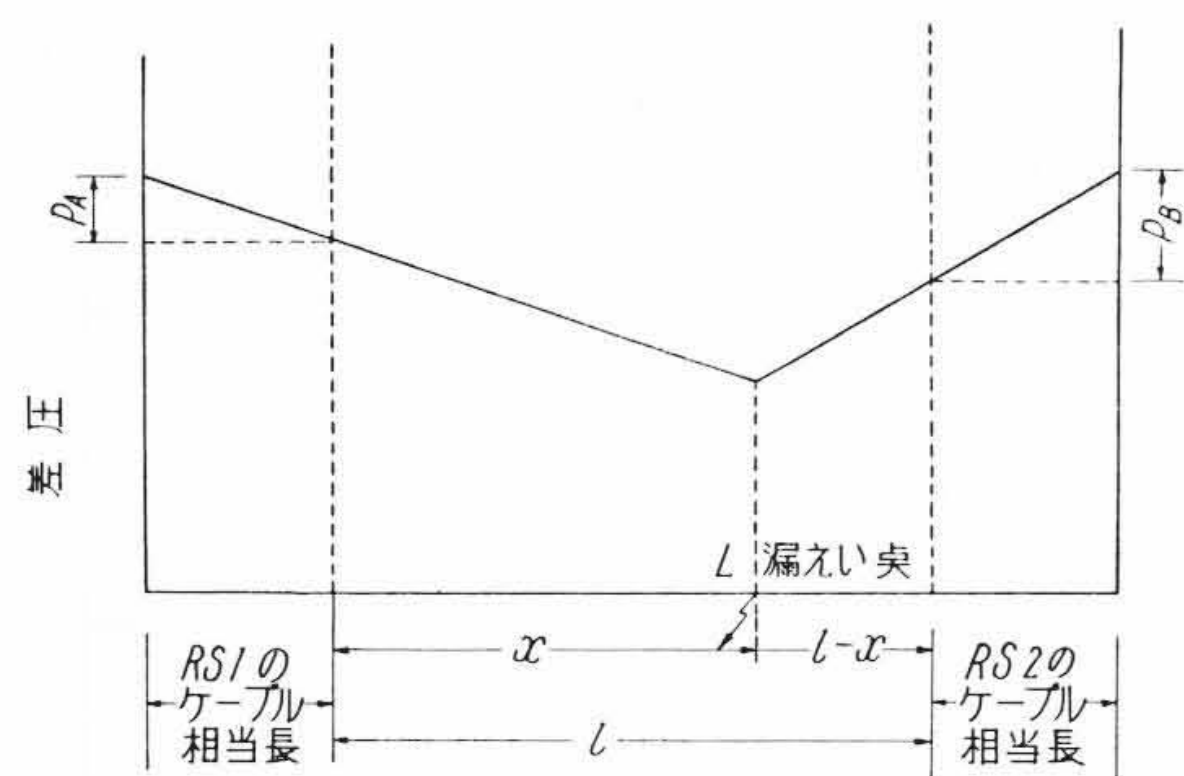
## 3. 比較法の原理と模擬実験

### 3.1 比較法の測定原理

#### 3.1.1 比較法(1)

この方法は漏えい点を含むケーブル両端から等しい圧力で給油した場合に両端から漏えい点に向かって流れる漏えい油量の比が距





第 13 図 比較法圧力線図

離の比に反比例することを利用したものである。これはケーブルが 1 条のみ布設されている場合に適用される。この接続図を第 12 図に示す。

この方法の原理は第 13 図のようにケーブル両端の給油槽を標準流動抵抗  $RS_1$ ,  $RS_2$  を通じて接続してある。この場合に両給油槽の圧力は相等しいものとする。この接続で  $RS_1$ ,  $RS_2$  の両端における圧力降下  $P_A$ ,  $P_B$  を測定すれば A 端から油漏えい点までの流動抵抗  $R_X$  は (13) 式によって求められる。

$$R_X = \frac{(P_B - P_A) RS_1 \cdot RS_2 + P_B \cdot RS_1 \cdot R_l}{P_A \cdot RS_2 + P_B \cdot RS_1} \dots\dots\dots (13)$$

ここで  $R_l$  はケーブル全長の流動抵抗である。次に流動抵抗を距離に置き換えることにより A 点より漏えい点までの距離は (14) 式のようになる。

$$x = \frac{(P_B - P_A) RS_1}{P_A \cdot RS_2 + P_B \cdot RS_1} \cdot l_{S_2} + \frac{P_B \cdot RS_1}{P_A \cdot RS_2 + P_B \cdot RS_1} l \dots\dots (14)$$

ここで  $l_{S_2}$  は標準流動抵抗  $RS_2$  のケーブル相当長、 $l$  はケーブル条長である。一般に実用上は  $RS_1 = RS_2$  の標準流動抵抗を使用するから (14) 式は (15) 式のようになる。

$$x = \frac{P_B - P_A}{P_A + P_B} l_S + \frac{P_B}{P_A + P_B} l \dots\dots\dots (15)$$

ここに標準流動抵抗は被測定 OF ケーブル系統の油流抵抗にはほぼ等しくなるように均一な内径を持つ銅管を所定の長さだけスパイラル状に巻きこれを恒温槽内に納めたものである。標準流動抵抗の値は次のようにして定まる。

$$R = b \cdot l' \quad (\text{g/cm}^5/\text{s}) \dots\dots\dots (16)$$

$$b = 0.815 \frac{\eta}{\pi r^4} \times 10^{-4} \quad (\text{g/cm}^6/\text{s}) \dots\dots\dots (17)$$

ただし  $R$ : 標準流動抵抗値

$b$ : 標準流動抵抗単位長 (cm), 単位流量 ( $\text{cm}^3/\text{s}$ ) に対する油流抵抗

$\eta$ : 油の粘度 (センチポイズ)

$r$ : 標準流動抵抗の内半径 (cm)

$l'$ : 標準流動抵抗の長さ (cm)

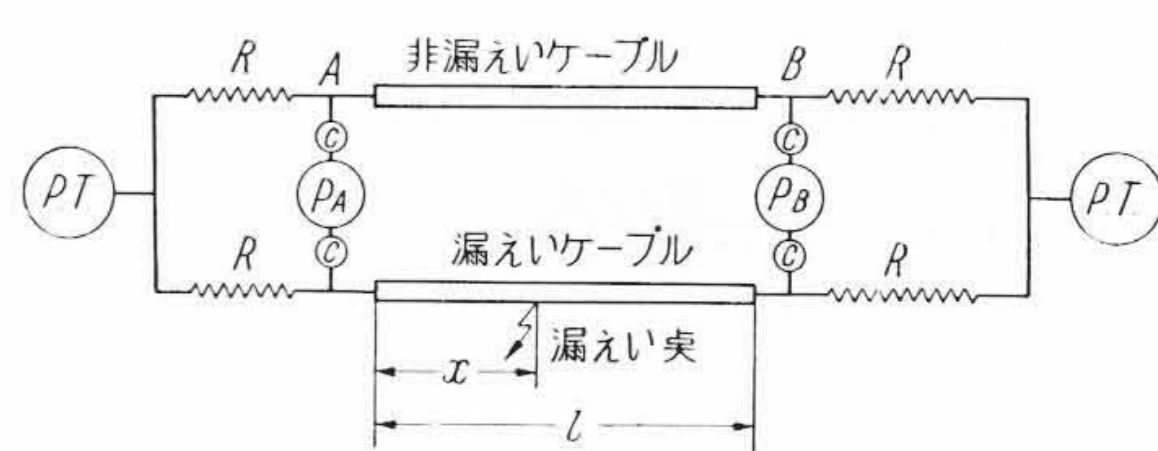
またベローを利用した油圧ガス圧変換器を用いることによりケーブル油圧を窒素ガス圧に変え、圧力測定を容易に行なうようにした。

本方法ではケーブルに温度変化がある場合にその温度変化によって起こる油流が誤差の原因となることがある。

したがって本方法を適用する場合にはできるだけケーブルの温度変化の少ないときを選び測定時間を短くしなければならない。

### 3.1.2 比較法 (2)

この方法は 3 心または単心ケーブルが 2 条またはそれ以上並列に布設されている場合に適用される。非漏えいケーブルを利用することによりケーブルの温度変化による油流の影響を除くことがで



注 (PT): 圧力油槽 (重力油槽でも可)

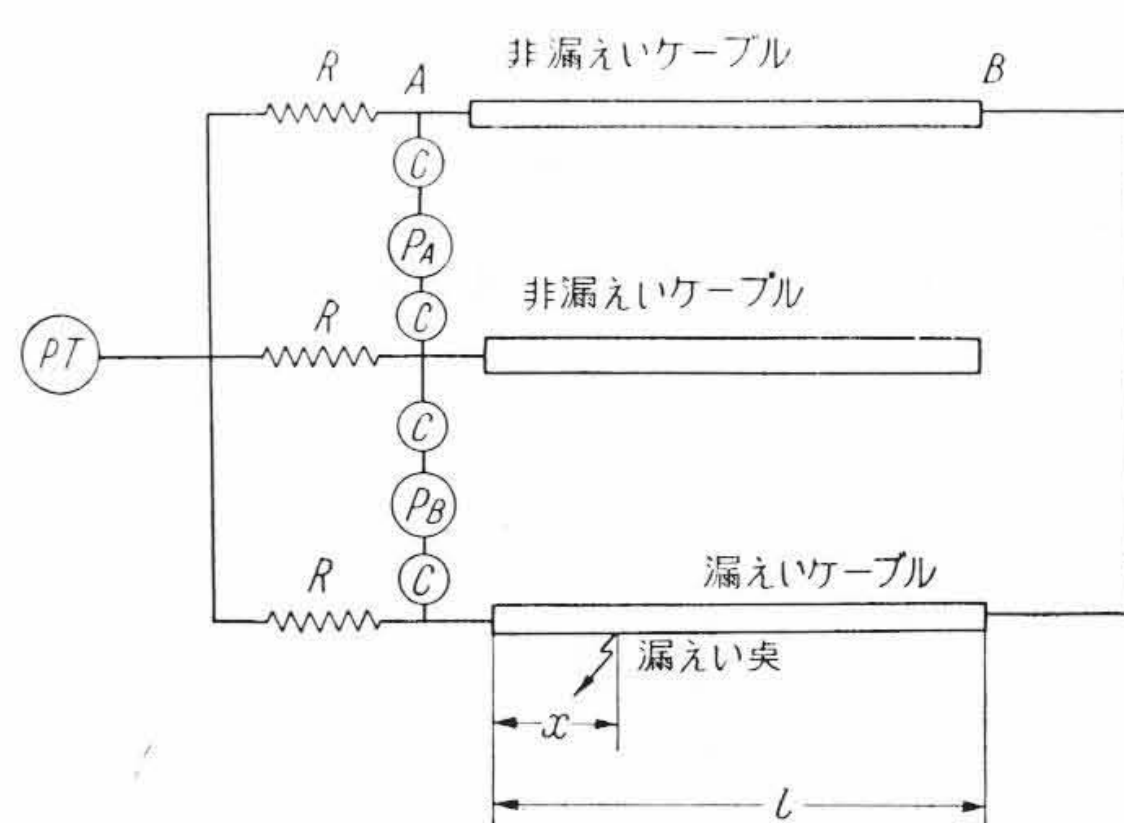
$R$ : 標準流動抵抗

( $P_A$ ,  $P_B$ ): 傾斜形 U 字管差圧計

(C): 油圧ガス圧変換器

(ケーブル 2 条布設の場合)

第 14 図 比較法接続図



注 (PT): 圧力油槽 (重力油槽でも可)

$R$ : 標準流動抵抗

( $P_A$ ,  $P_B$ ): 傾斜形 U 字管差圧計

(C): 油圧ガス圧変換器

(ケーブル 3 条以上布設の場合)

第 15 図 比較法接続図

きる。第 14 図に原理を示す。この場合 A 点から漏えい点までの距離は比較法 (1) の場合と同様に (15) 式によって計算される。

### 3.1.3 比較法 (3)

単心ケーブルが 3 条またはそれ以上布設されている場合には第 15 図の測定方法による。A 点から漏えい点までの距離は次の (18) 式で計算される。

$$x = \frac{P_B - P_A}{P_A + P_B} l_S + \frac{2 P_B}{P_A + P_B} l \dots\dots\dots (18)$$

この方法もケーブルの温度変化による油流の影響を完全に除去できる。

## 3.2 比較法による模擬実験

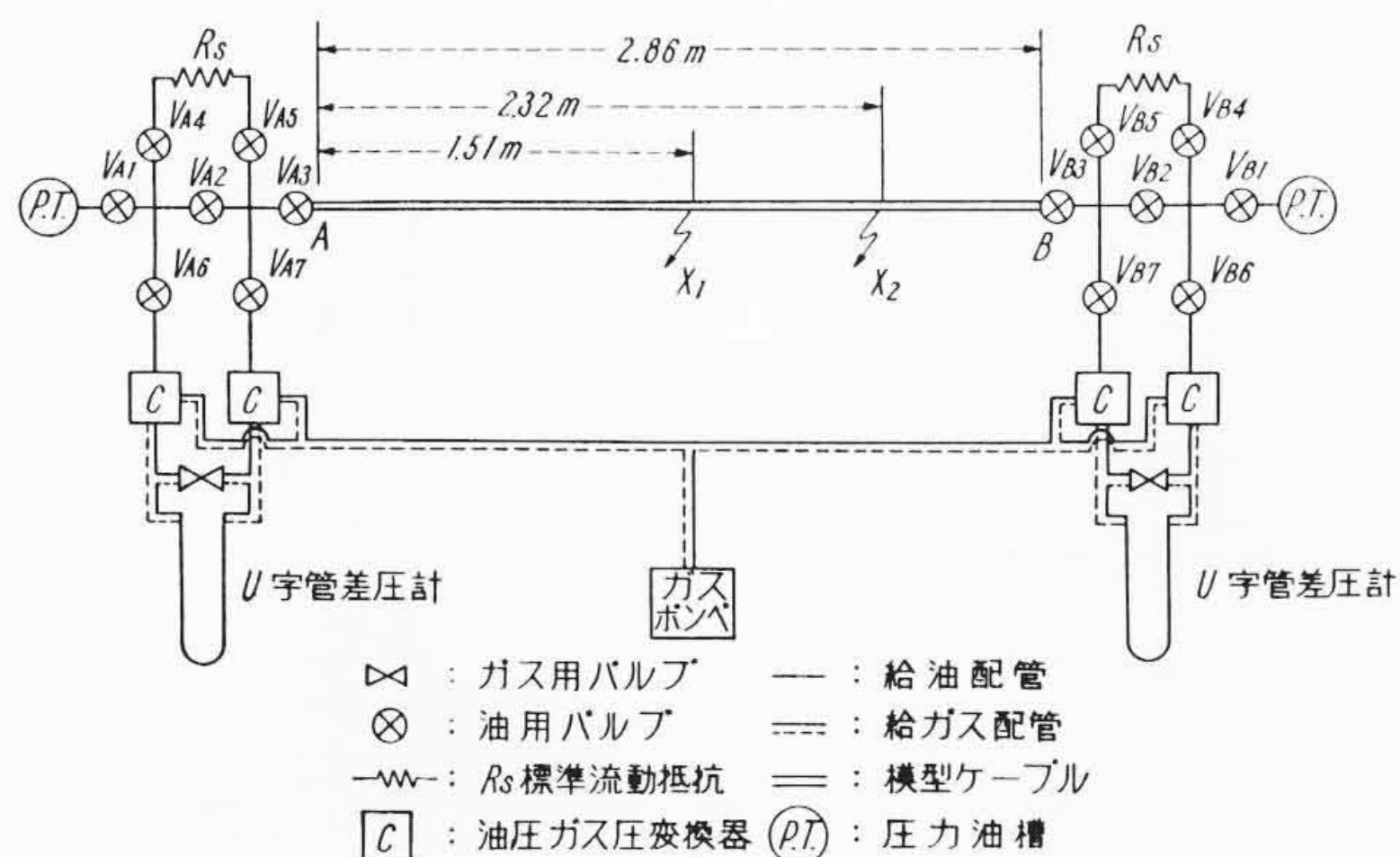
### 3.2.1 漏えい試験用模型ケーブル

漏えいが発生してから相当時間が経過し、漏えい油流が定常状態に達した場合について考えれば模型ケーブルとしては実ケーブルの流動抵抗のみを模擬すればよく、内径の小さい円管を用いればよい。ケーブルの模型には内径 3.0 mmφ の銅管 2.86 m を使用したが、これは 70 kV 3×60 mm<sup>2</sup> の実ケーブル 2,200 m に相当する。

### 3.2.2 模擬実験装置

模擬実験装置を第 16 図に示す。すなわち模型ケーブルと両端の給油槽の間に標準流動抵抗およびバルブを取り付ける。標準流動抵抗は内径 3.0 mmφ の銅管 90 cm をスパイラル状に巻きこれを恒温容器に納めたものを用いた。この標準流動抵抗の模型ケーブルに対する相当長は実測の結果 1,004 m であった。標準流動抵抗による圧力降下は油圧ガス圧変換器を用い油圧をガス圧として U 字管差圧計によって測定した。これは OF ケーブルでは、絶縁





第16図 漏えい点検出模擬実験装置

第2表 模型ケーブルによる漏えい点測定結果(水平配置)

| 漏えい量<br>(l/day) | 差圧計読み      |            | 漏えい点<br>(m) | 算出距離<br>(m) | 誤差<br>(%) | 備考       |
|-----------------|------------|------------|-------------|-------------|-----------|----------|
|                 | $P_A$ (mm) | $P_B$ (mm) |             |             |           |          |
| 7.94            | 465        | 495        | 1.52        | 1.51        | -0.35     |          |
| 10.40           | 700        | 740        | 1.52        | 1.50        | -0.70     |          |
| 17.46           | 1,160      | 1,220      | 1.52        | 1.50        | -0.70     |          |
| 21.00           | 1,400      | 1,580      | 1.52        | 1.51        | -0.35     | 室温 22.5℃ |
| 25.00           | 1,640      | 1,740      | 1.52        | 1.50        | -0.70     | 油温 20.5℃ |
| 4.30            | 120        | 260        | 2.32        | 2.33        | +0.32     |          |
| 6.50            | 260        | 530        | 2.32        | 2.26        | -2.59     |          |
| 6.61            | 265        | 540        | 2.32        | 2.26        | -2.59     |          |
| 20.12           | 1,000      | 1,880      | 2.32        | 2.27        | -2.15     |          |

第3表 模型ケーブルによる漏えい点測定結果(垂直配置)

| 漏えい量<br>(l/day) | 差圧計読み      |            | 漏えい点<br>(m) | 算出距離<br>(m) | 誤差<br>(%) | 備考       |
|-----------------|------------|------------|-------------|-------------|-----------|----------|
|                 | $P_A$ (mm) | $P_B$ (mm) |             |             |           |          |
| 4.30            | 295        | 325        | 1.51        | 1.55        | +1.05     |          |
| 8.60            | 530        | 590        | 1.51        | 1.55        | +1.05     |          |
| 15.20           | 940        | 990        | 1.51        | 1.48        | -1.40     |          |
| 23.80           | 1,515      | 1,580      | 1.51        | 1.48        | -1.40     | 室温 22.5℃ |
| 1.08            | 50         | 110        | 2.32        | 2.34        | +0.85     | 油温 20.5℃ |
| 2.85            | 90         | 180        | 2.32        | 2.28        | -1.72     |          |
| 7.90            | 380        | 760        | 2.32        | 2.28        | -1.72     |          |
| 15.10           | 540        | 1,100      | 2.32        | 2.26        | -2.53     |          |
| 19.80           | 1,750      | 2,210      | 2.32        | 2.21        | -4.73     |          |

油を外気に接触させることを避けなければならないこと、および絶縁油を直接差圧計の水銀やアルコールに接触させることが困難なために油圧差を直接U字管差圧計で測定することはできない。そこで油圧ガス圧変換器を使用し油圧をガス圧としてから差圧を測定している。ペローとノズルを組み合わせて作製したものであり、変換誤差は差圧測定に用いた場合は  $10 \text{ g/cm}^2$  の差圧で 1% 以下である。

次に模型ケーブルの漏えい点はA端より 1.52 m および 2.32 m の点でT形分岐を作り、ここにバリアブルリークバルブを取り付けて適当な漏えい量が得られるようにした。

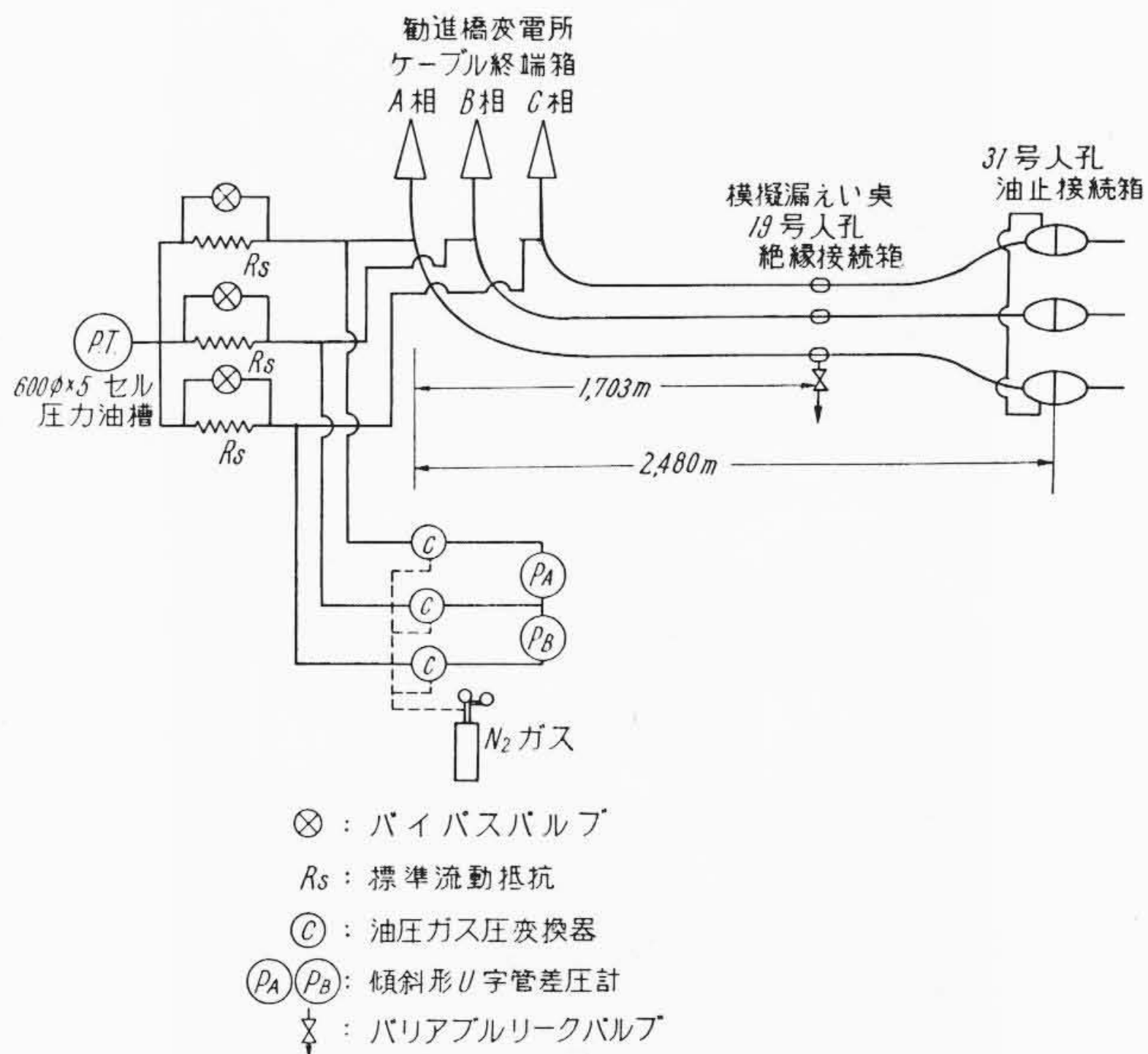
### 3.2.3 測定方法

バルブ  $V_{2A}$ ,  $V_{2B}$  を閉じ他は全部開き  $X_1$  または  $X_2$  より漏えいさせA, B点で差圧  $P_A$ ,  $P_B$  を測定するとA点より漏えい点までの距離は既出の(15)式により求められる。

### 3.2.4 測定結果

模型ケーブルを水平に置いた場合と垂直に立てた場合について試験を行なった。垂直としたのはケーブル布設ルートに高低差のある場合にも測定が可能であることを確認するために行なったものである。

第2表に水平配置の場合の測定結果を、また第3表に垂直とした場合の測定結果を記した。



第17図 比較法による油漏えい点検出法接続図

### 3.2.5 結果の検討

第2表および第3表によれば誤差はほとんどが負となっている。これは二つの標準流動抵抗に若干の値の不整があったかまたは模型ケーブルの長手方向にそって若干の流動抵抗の不均一があったためと考えられる。また第3表からケーブルが傾斜地に布設されている場合にもこの方法が適用されることがわかる。

## 4. 絶縁油模擬漏えい試験の実施例

### 4.1 実施方法

昭和35年12月に納入布設を行なった関西電力株式会社錦南線(京都市錦変電所—勧進橋変電所) 70 kV  $1 \times 400 \text{ mm}^2$  クロロブレン防食OFケーブル線路長 2,480 m においてケーブル系統に模擬油漏えい点を作り、比較法によりその検出を行なった。

### 4.2 接続方法

錦南線の第1給油区間(勧進橋変電所側終端箱と31号人孔油止接続箱の間、線路長 2,480 m) において測定を行なった。この場合の試験用測定装置の接続を第17図に示す。

- (1) 勧進橋変電所側終端箱給油コネクタにそれぞれ値の等しい標準流動抵抗  $R_s$  を取り付けこれを通して給油を行なった。
- (2) AB 相間および BC 相間の差圧は油圧ガス圧変換器を介して傾斜形U字管差圧計で測定した。
- (3) 31号人孔においてバルブパネルのバルブの操作により、A相とC相の油通路を接続してAC相をループにした。
- (4) 19号人孔のA相絶縁接続箱にバリアブルリークバルブを取り付け任意の漏えいを起こさせるようにした。
- (5) 漏えい量はメスシリンダにより測定した。

### 4.3 試験方法

第18図に差圧測定の状態を、第19図に標準流動抵抗および油圧ガス圧変換器の取付状況を示す。

A相に漏えいを起こさせて差圧  $P_A$ ,  $P_B$  を得たとき、勧進橋変電所ケーブル終端箱より漏えい点までの距離  $x$  は前述した(18)式で計算される。

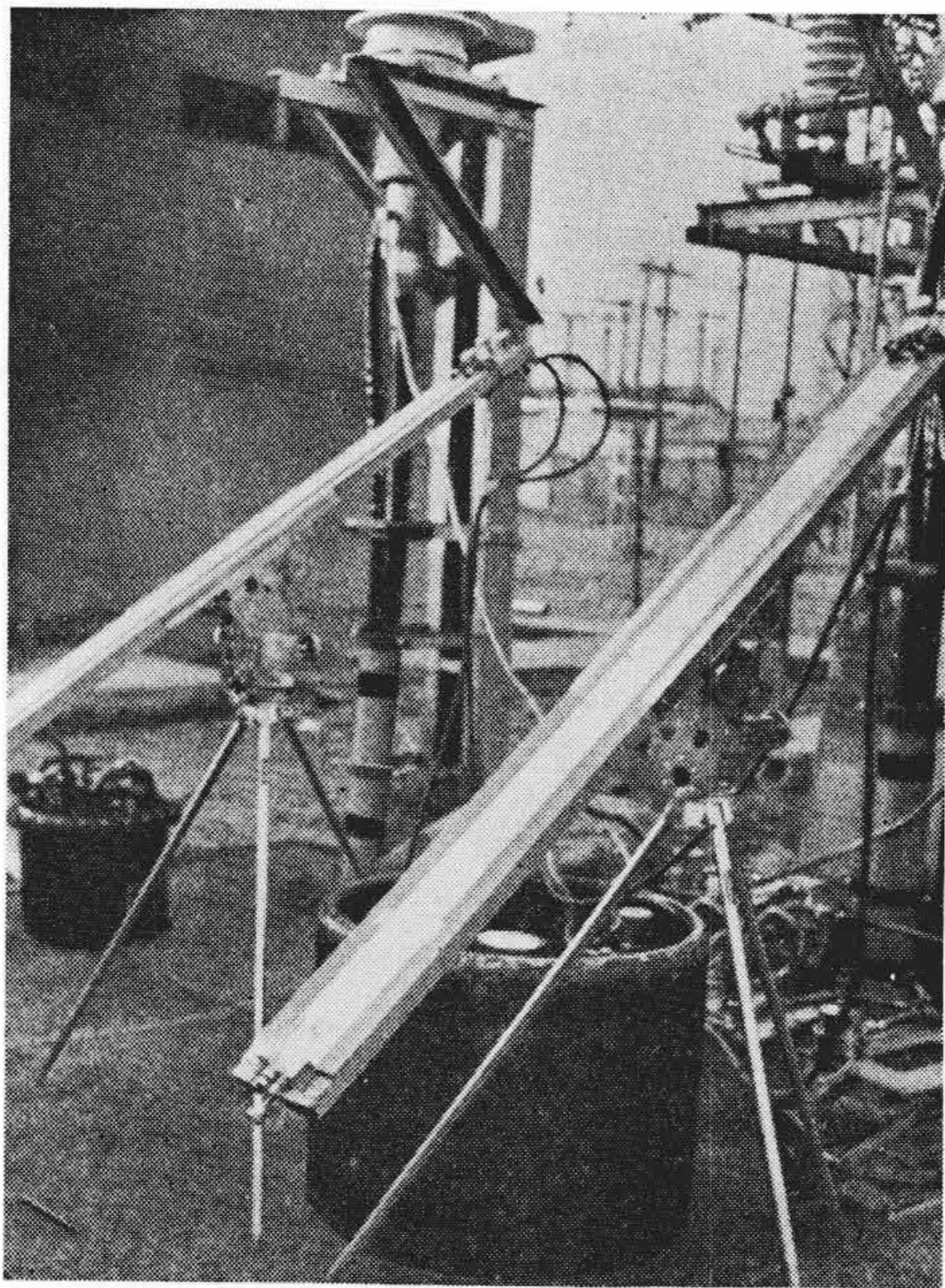
## 5. 試験結果および検討

### 5.1 試験結果

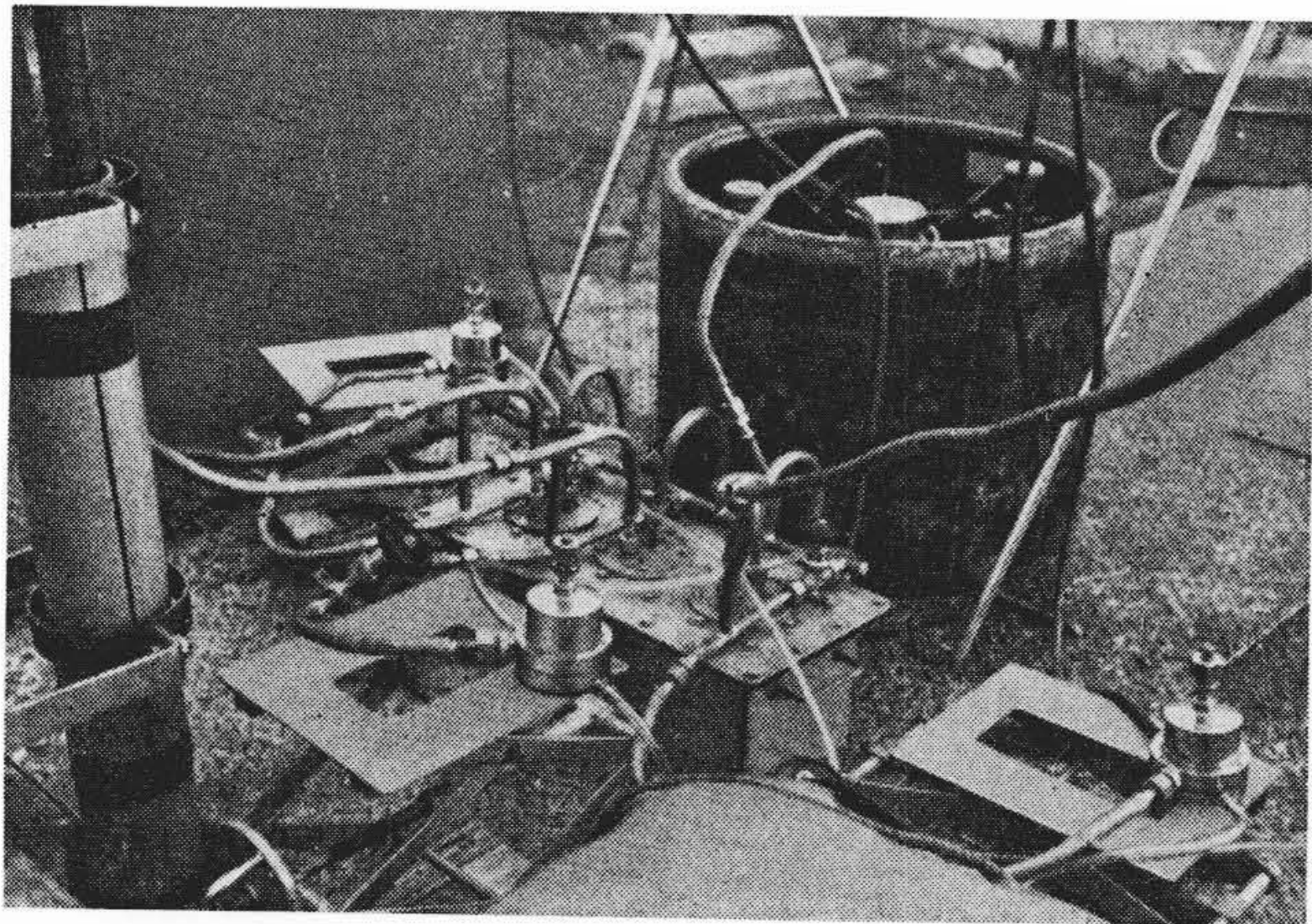
#### 5.1.1 漏えい点算定に必要な諸量

第4表に漏えい点算定のために必要な諸量を示す。これらの値と





第 18 図 比較法による差圧測定



第 19 図 標準流動抵抗および油圧ガス圧変換器取付状況

第 4 表 漏えい点算定に必要な諸量

| 項 目                              | 測 定 値                                        | 備 考                               |
|----------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------|
| 標準流動抵抗                           | 315 g/cm <sup>5</sup> /sec                   | 温度 11.0℃ における値                    |
| ケーブル流動抵抗                         | 57.4×10 <sup>-4</sup> g/cm <sup>5</sup> /sec | 温度 14.5℃ における値                    |
| 標準流動抵抗のケーブル相当長 (L <sub>s</sub> ) | 549 m                                        | 標準流動抵抗 11.0℃ をケーブル温度 14.5℃ に換算した値 |
| 測定区間線路長 (L)                      | 2,480 m                                      | —                                 |

(18)式により(19)式が得られる。

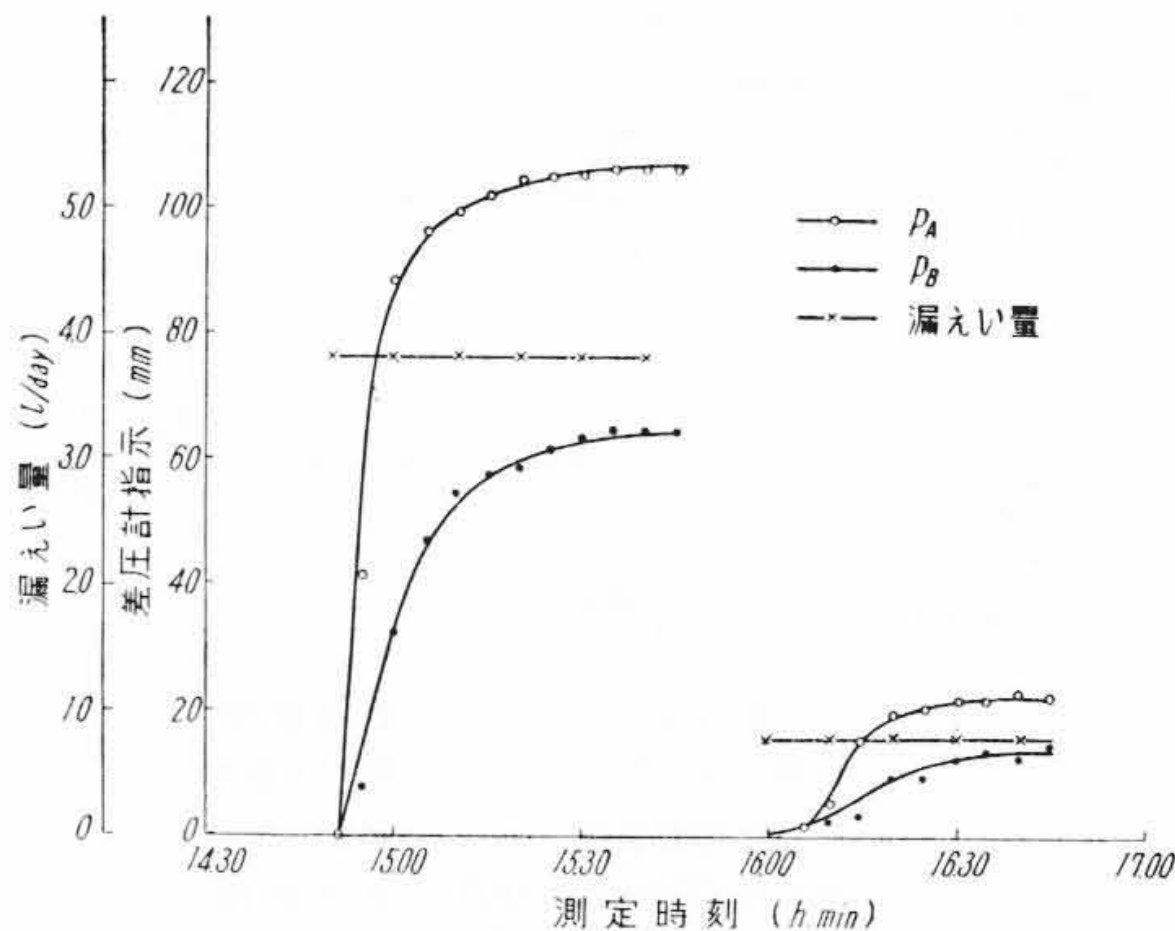
$$x = \frac{P_B - P_A}{P_A + P_B} \times 549 + \frac{P_B}{P_A + P_B} \times 4,960 \quad (\text{m}) \dots\dots (19)$$

### 5.1.2 測定結果

第 20 図に漏えい時の差圧の変化を示し、また第 5 表に勧進橋変電所ケーブル終端箱から漏えい点までの距離の計算結果を示す。

### 5.2 結果の検討

比較法を適用した場合にどの程度の漏えい量がいかなる精度で検出できるかを知ることは重要なことである。これはケーブルの種類(単心、3 心あるいは油通路内径の相違)により、また標準流動抵抗



第 20 図 模擬油漏えい試験時差圧変化曲線

第 5 表 絶縁油漏えい点検出試験結果

| 測定時刻<br>(h.min) | 漏えい量<br>(l/day) | 差圧計指示(mm)      |                | 算定距離<br>(m) | 実際距離<br>(m) | 誤差 (%) |
|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-------------|-------------|--------|
|                 |                 | P <sub>A</sub> | P <sub>B</sub> |             |             |        |
| 15.45           | 3.8             | 107            | 64             | 1,717       | 1,703       | 0.56   |
| 16.45           | 0.77            | 22             | 13             | 1,701       | 1,703       | 0.08   |

(注) 誤差は測定区間線路長 (2,480 m) に対する値を示した。

値および漏えい点の位置などにより同一漏えい量でも差圧計に表われる差圧が変化するので一概に論ぜられない。そこで本実験の場合について推察すると差圧計の必要最小指示を 10 mm 程度と考えると、適正な標準流動抵抗を使用することにより 0.6 l/day (0.42 cc/min) 程度の漏えいはケーブル測定長に対する誤差 1 % 以内で漏えい点の検出が可能であることがわかる。

## 6. 結 言

OF ケーブル線路に発生した絶縁油漏えい箇所を迅速にしかも確実に検出できる方法を開発する必要がある、このために研究を進めた。得られた結果を要約すると次のようになる。

- (1) 絶縁油漏えい点検出方法として比較法を開発した。
- (2) 本方法の実施例として関西電力株式会社錦南線(京都市錦変電所—勧進橋変電所) 70 kV 1×400 mm<sup>2</sup> クロロプレン防食 OF ケーブル線路長 2,480 m において模擬絶縁油漏えいを起こさせて検出を行なった。
- (3) 試験結果はケーブル線路全長に対する誤差 1 % 以下で検出でき非常に正確に標定できることがわかった。

終りに際して、この試験を実施するにあたりご援助を賜った関西電力株式会社関係各位に厚くお礼申しあげる。

## 参 考 文 献

- (1) 駒沢, 高橋: 電学会誌 72 巻 768 号 (昭 27)
- (2) 松井: オーム 40 巻 2 号 (昭 28)
- (3) 駒沢: 電力 37 巻 8 号 (昭 28)
- (4) 加賀谷: 藤倉電線技報 7 号 (昭 30)
- (5) 小林, 代谷, 石坂: 住友電気 61 号 (昭 31)
- (6) 藤倉電線株式会社: 特許公報 昭 28-398 (昭 28)
- (7) 藤倉電線株式会社: 特許公報 昭 31-3632 (昭 31)
- (8) 加賀谷: 電四連大 471 (昭 30)
- (9) 高田, 西原, 高田, 津村: 電四連大 684 (昭 33)
- (10) 高橋, 永田: オーム 46 巻 3 号 (昭 34)
- (11) 住友電工: 特許公報 昭 36-649 (昭 36)
- (12) 今井, 中西, 森脇: 電四連大 618 (昭 34)
- (13) 中西, 森脇, 今井: 日立評論 42 巻 10 号 (昭 35)