

Y-3G 型 屋 外 用 積 算 電 力 計

宗 像 晋 介*

Type Y-3 G Watthour Meter for Outdoor Installation

By Shinsuke Munakata
Taga Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

The watthour meters for general domestic power distribution have hitherto been installed indoors in this country. However, inconveniences felt in routine inspection of the meter by power companys' collectors in the absence of consumers and some other reasons peculiar to this country, such as the necessity of taking off shoes when entering the house, etc. have been urging the adoption of the outdoor type of the meter. Practical examples recently had by a few power companies afforded a convincing proof for the advantage of the outdoor type, e.g., collectors economy estimable at about 53 yen per house a month, conveniences in reading, inspection, testing, etc.

With such demand of the time in view, Hitachi, Ltd. has developed the novel type Type Y-3 G watthour meter best fitted for the outdoor installation. It incorporates fully compensated system for a wide range of temperature effects and special protection from moisture and mould, let alone the durable weather-proof construction.

〔I〕 緒 言

従来積算電力計は屋内に取付けるのが常識であつたが、検針等の実務に当つて需用家の不在、立入拒否による検針不能、業務員と需用家との直接応対によつて起る感情上の摩擦、照度の影響による誤読、読取困難、その他脱靴の繁雑（脱靴率約 41%）、等のため検針能率が非常に殺がれており、更に壇用等の問題もあとを絶たないので、昭和 26 年頃から各電力会社では積算電力計を屋外に取付けることを実施し始めた。或る電力会社では屋外取付けによる 53.6% の検針能率向上と壇用防止による一戸当り毎月約 53 円の経費節約の実績を報告している。この取付方法は従来の屋内用積算電力計をガラス窓を有する金属製箱に納めて計器は直接雨露に曝されない方法を用いた。然しこの方法によるとガラスが二重になるために読取が不便であり、計器箱という余分な設備が必要なので望ましい方法ではなく現在米国で行われてい

るように計器自体を露出せしめるべきである。日立製作所では幾多の研究試作改良により直接屋外取付用積算電力計を完成したのでその概要を述べる。

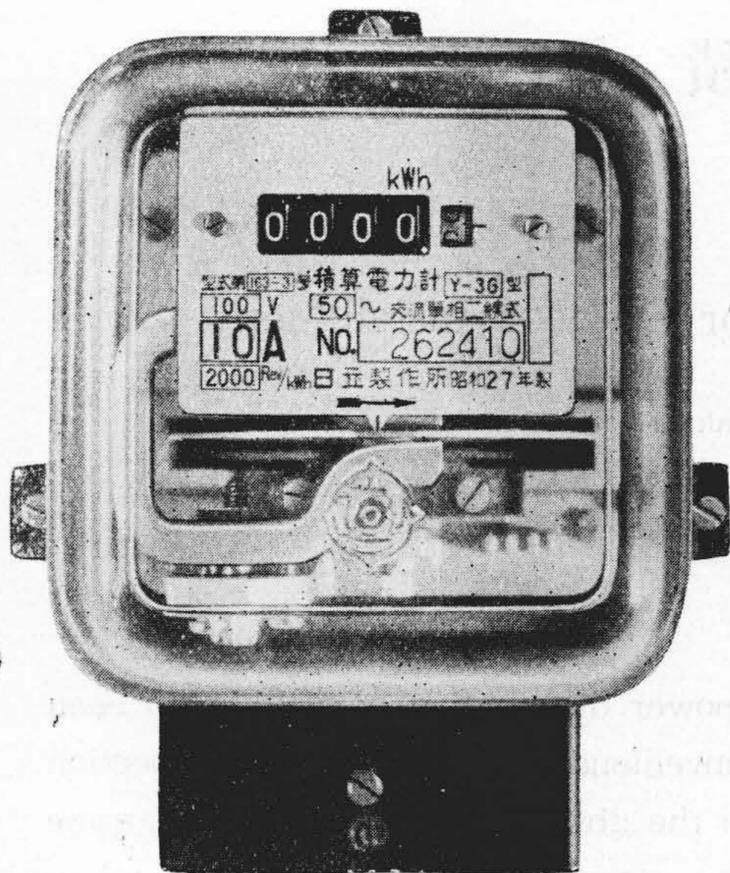
〔II〕 屋外取付用計器としての所要事項

屋外取付用計器は直接日光風雨雪に曝されるのでその性能及び構造に於て次の事項が必要と考えられる。

- (1) 周囲温度の広範囲の変化に対し精度が変らないこと、即ち周囲温度による影響値の小さいこと。
- (2) 雨露、風雪、塵埃の侵入を防止し、且つ機械的、電氣的に安定であること。
- (3) 日光、腐蝕性ガス、或は自然風化作用等により材料の劣化、変色或はカビの発生等ないこと。
- (4) 検針に便なること。

本計器はこれ等のことを考え特殊パッキングを有するガラスカバー付構造とした。第 1 図に本計器の外観を示す。

* 日立製作所多賀工場



第 1 図 Y-3 G 型屋外取付用積算電力計
Fig. 1. Front View of Type Y-3 G Watthour Meter for Outdoor Installation

〔III〕 温 度 補 償

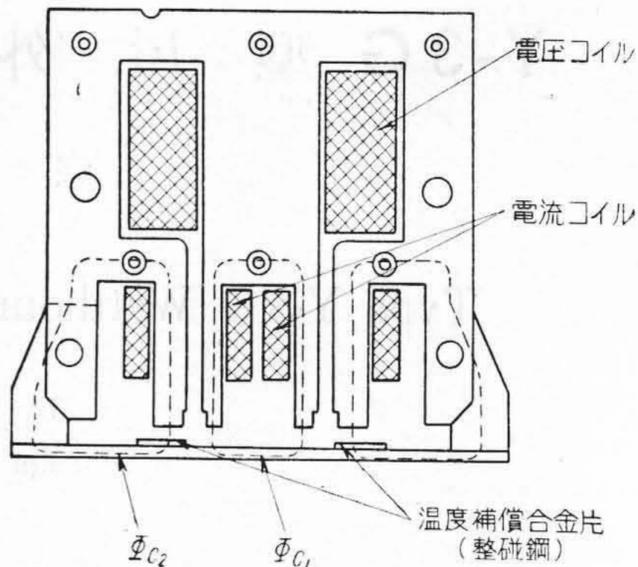
周囲温度の影響により精度が変化することを積算電力計の温度特性と云い、独立した二つの原因による⁽¹⁾。その一つは制動用永久磁石の温度による磁束変化に基くもので温度上昇と共に誤差が(+)側に偏る。これは力率 1.0 の時に表われる。他の一つは電圧コイルの抵抗、力率補償装置の電氣的常数の変化等によるもので、低力率の時に誤差となり一般に(-)側に偏る。前者を第一種、後者を第二種温度誤差という。

本計器では先づ上記第一種温度誤差の補償を目的として電流磁極の円板を狭む空隙の一部に、温度に対し負の導磁率を有する金属片(例えば整磁鋼)を取付ける構造を採つた⁽²⁾。即ち周囲温度により永久磁石の制動力が変化するのに対応して、有効電流磁束を変えて調和せしめるのである。第 2 図にその構造を示した。

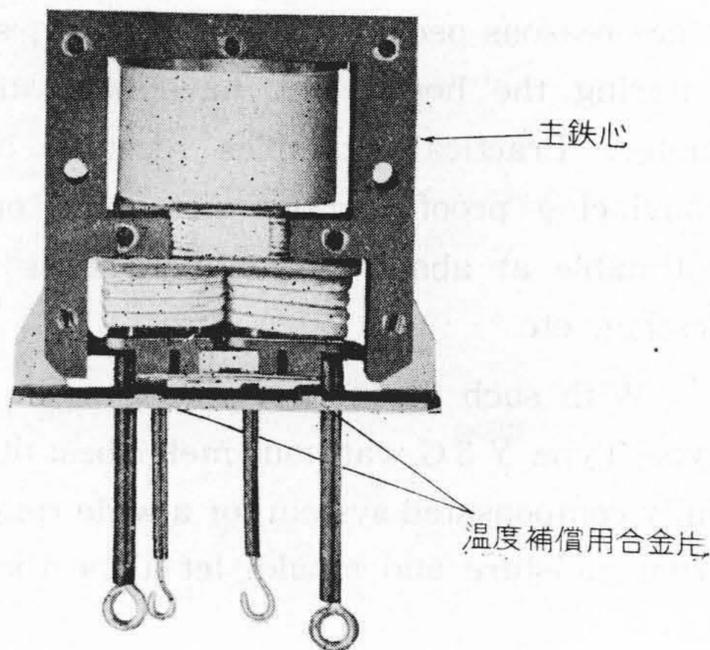
第 3 図は電磁石の外観である。空隙部の構造と温度補償用合金の特性を適当に選択することにより、制動力の低下に駆動力の変化を対応させ、第一種温度誤差を補償することができる。

本計器の構造では以上第一種温度補償のみならず第二種温度補償としても有効に作用する。

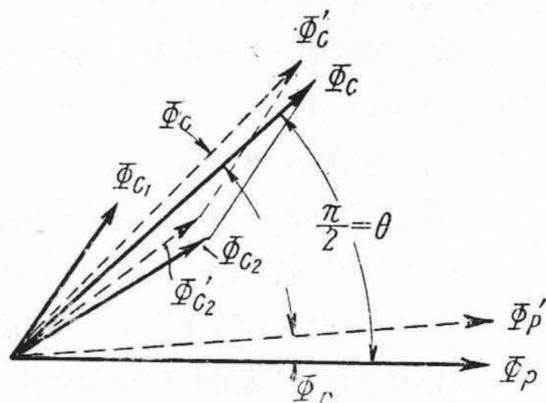
力率 $\cos\theta$ の電力測定の場合は電圧有効磁束 ϕ_p と電流有効磁束 ϕ_c の位相差を $(\frac{\pi}{2}-\theta)$ に調整する。一般に温度が上昇すれば電圧コイルの抵抗の変化及び位相補償



第 2 図 電 磁 石 機 構 説 明 図
Fig. 2. Illustrating Diagram of the Core with Temperature Compensating Device



第 3 図 電 磁 石 外 観
Fig. 3. The Electro Magnet of Type Y-3 G Watthour Meter



第 4 図 有 効 磁 束 変 化 説 明 図
Fig. 4. Illustrating Diagram of Useful Fluxes by Temperature Change

装置の電氣的常数の変化のために電圧有効磁束は ϕ_p だけ進む。(第 4 図参照) 従つて電流電圧両有効磁束間の位

相差は $(\frac{\pi}{2} - \theta + \phi_p)$ となり

$$\frac{\cos \theta - \cos(\theta - \phi_p)}{\cos \theta} = -\phi_p \tan \theta$$

の誤差となる。

本計器の構造(第2図参照)に於ては電流有効磁束 ϕ_c は磁気抵抗の大きい磁路を通る ϕ_{c1} と、抵抗の少ない部分を通る ϕ_{c1} より遅れた ϕ_{c2} に分けられる。第4図にこの関係を示す。 ϕ_{c2} には温度補償片が直列に入り、温度上昇により量及び位相角も変化し、合成電流磁束 ϕ_c' は ϕ_c より ϕ_c だけ進み ϕ_p' と ϕ_c' との位相差は $\frac{\pi}{2} - (\theta + \phi_p - \phi_c)$ となりその誤差は

$$-(\phi_p - \phi_c) \tan \theta$$

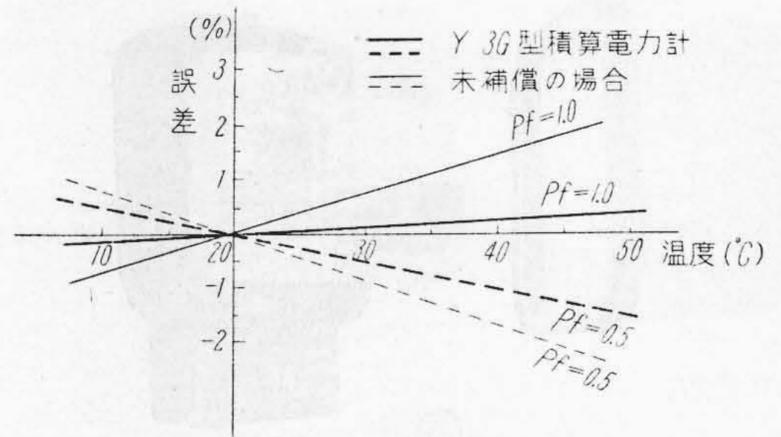
となる。従つて $\phi_p = \phi_c$ ならしめれば完全に補償し得るわけである。然し現在は構造上の制限を受けて第二種温度補償は完全とまで行かず約 70% まで補償している。

第5図に本計器の温度特性を示す。

[IV] 防 水、 防 塵 構 造

(1) 呼吸可能式構造

屋外に取付け雨露に曝された場合、計器内部に水分の侵入を防止するには計器を完全密閉式にして、内部を外界から遮断する方法が考えられる。この方法は当工場に於て往時完全気密型艦船用計器の量産に成功した実績を持っているが、積算電力計の場合は製品が工場を離れてから更に実際に取付けられるまでの間に法令により検定機関で開蓋の上諸試験を受け、その後封印されるもので



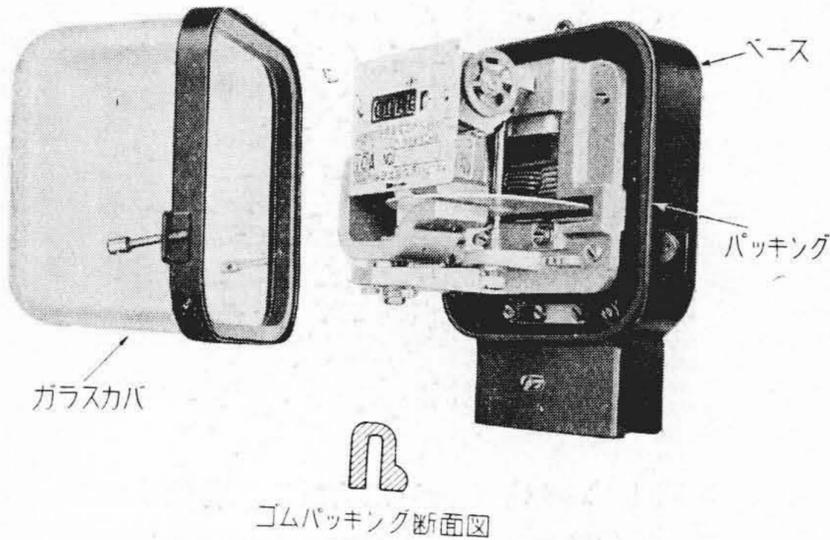
第5図 Y-3 G 型積算電力計温度特性曲線
Fig. 5. The Temperature Characteristics Curves of Type Y-3 G Watthour Meter

あつて、工場に於て十分乾燥の上密閉して出荷しても検定の際水分を封入される懸念がある。この時内蔵された水分は次回の検定時(5年後)まで排出されないもので内部に於て機能を害する事が考えられる。Y-3 G 型積算電力計に就て完全気密にしたもの(水中 1 m 数時間放置して内部に水分の侵入の認められないもの)と微細間隙から計器内外の空気が僅ながら交換可能としたものの二種各々 2 箇について、雨季に於ける検定試験を想定し、30°C 湿度 95~100% の温度バス中にカバーを緩めたまま 4 時間放置後密閉して屋外の同一場所を取付け、内部の状態を試験した結果を第1表に示す。即ち完全気密型では閉蓋後 30 日経ても内部に発生する水滴の減少は全然認められないが、呼吸用微細間隙型のものには 4 日後には水滴はなく、始め封入された湿気は排出されると共に

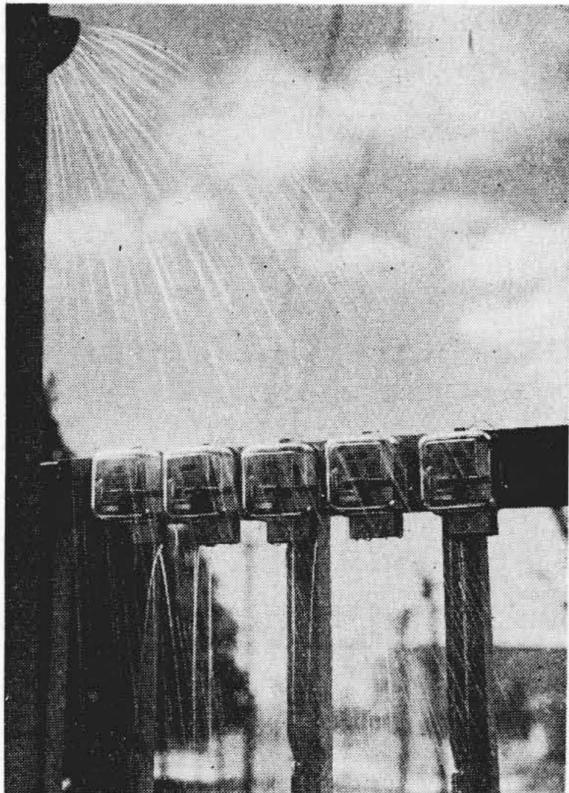
第 1 表 封 入 湿 気 影 響 比 較 試 験

Table 1. Comparative Test of Enclosed Humidity in Total Enclosed Type and Breathing Hole Type Watthour Meter

経 過 日 数 (日)	外 気 温 度 (°C)	ガ ラ ス カ バ ー 内 部 前 面 の 状 態	
		(A) 完 全 気 密 式 (2 箇 共)	(B) 呼 吸 可 能 式 (2 箇 共)
1	2 晴	全面小豆大の水滴に蔽われている	全面小豆大の水滴に蔽われている
2	2 晴	全面小豆大の水滴に蔽われている 計量判読全く不能	(A)よりは少いが水滴の群がある、判読困難
3	3 晴	前日と変りなし	少し曇っている程度 透明度は 30 mm 離して新聞が読める程度
4	5 晴	前日と変りなし (水滴の減少認められない)	全く曇りなし 透明度は 100 mm 離して新聞の字が読める程度
10	4 晴	前日と変りなし (水滴の減少認められない)	全く曇りなし 透明度は 100 mm 離して新聞の字が読める程度
30	7 晴	前日と変りなし (水滴の減少認められない)	全く曇りなし 透明度は 100 mm 離して新聞の字が読める程度



第 6 図 Y-3 G 型屋外取付用積算電力計開蓋図
Fig. 6. Type Y-3 G Watthour Meter (Uncovered)



第 7 図 注 水 試 験 実 況
Fig. 7. Showering Test of Type Y-3 G Watthour Meter

内部空気は更新される事が認められる。

積算電力計の内部の空気の容積は約 800 cc であるから温度 30°C 関係湿度 90% の時密閉すれば約 27 mg の水分を封入した事になり、これが冬季気温が 0°C (飽和水量 5 mg) になつた場合は 22 mg の水がガラス内面に水滴として析出し検針不能ならしめ、或は氷結して機能を害することが予想される。従つて各検定所に乾燥設備を設け、最後の封印前十分乾燥することが不可能に近いこと、又工場への出張検定制の実現も当分見込めない現在に於て完全気密型計器は我国の気候を考えれば相当問題である。

Y-3 G 型屋外用積算電力計は以上の実験と検定その他の現状から見て完全気密式を採用せず、特殊構造のゴム

パッキングをベースの周縁に緊定固着せしめ、ガラスカバーにて左右両側及び上部にてベースに緊付けた。即ち直接雨露に曝される部分は完全に水の通過を防止し、端子カバーにて蔽われている端子部分に細隙を設け、こゝから呼吸可能な構造を採用した。第 6 図にこのパッキング部分を示す。

尚米国にも屋外取付用ソケット型積算電力計として計器裏面の端子部分に細隙を付けるか、或は特に濾網を有する通気部を設けて呼吸可能ならしめた構造のものもある。

(2) 雨露の侵入防止

計器は通過する電力量によつて内部の温度が大きく変化するので必然的に呼吸作用により外気を吞吐する。従つて呼吸用細隙附近に水滴が附着していると毛細管現象と相俟つてこれが内部に誘致されることがおそれられる。これを防止するには細隙附近に水滴を附着せしめないことと、毛細管現象を起させないことである。そのためには表面を撥水性にし、且つ Jurin の法則により水との接触角を 90° 以上ならしめればよい。(4)

本計器では端子部並びに細隙部に撥水性の大きい珪素樹脂 (水との接触角約 110°)(5) を以つて表面処理を施している(6)ので附近に水滴の存在を許さず且つ毛細管現象により計器内部に水分の侵入することを完全に防止している。第 7 図は本計器に就ての注水試験の実況である。本試験に於て 45 度の方向から毎分 30 mm の降雨に相当する水量を 10 時間連続注水しても計器内部に水分の侵入するのは認められなかつた。

珪素樹脂処理表面は撥水性と同時に塵埃の付着を防ぎ、且つ湿気による表面絶縁抵抗の低下を防止できる。本計器について端子ボックス及び端子間の湿気による絶縁抵抗の試験結果を第 2 表に示す。

珪素樹脂の代りにパラヒン処理も一応考えられるが、これは再結晶を起して効力を失うから永年の使用に堪えない。

第 2 表 湿気による表面の絶縁試験
Table 2. Variation of Surface Insulating Resistance by Humidity

	絶 縁 抵 抗 (MΩ)			
	無処理のもの		珪素樹脂処理のもの	
湿 度 90% 放置後 3 時間	前	後	前	後
	∞	→ 1	∞	→ ∞
水に浸した直後	∞	→ 0.3	∞	→ 100

(500 V メガーによる)

〔V〕 防錆、耐老化及び防カビ対策

(1) 金属表面発錆防止

常温に於て鉄の発錆の原因は水滴或は腐蝕剤が直接表面に接触するのが原因である⁽³⁾から鉄地肌を外界から遮断して水或は空気に触れないようにすれば完全に防止できる。本計器では防錆として表面処理と塗装を併用している。前者は磷酸皮膜を構成させるのであるが防錆効果と塗料の密着性をよくさせるために特に粒子を細く緻密ならしめる独特な方法をとっており、その上に中間及び仕上の焼付塗装を施している。中間塗装は不透過性の強靱な塗料中に製品を浸漬して表面を平均して完全に隠蔽すると共に継目等の間隙を充填させ、又仕上塗装は耐候性に富み衝撃或はヒッカキ等の機械的外力に対して強靱な塗料を用い、半艶仕上とし水分及び塵埃の附着を防止している。尙色彩は従来の黒色をやめて明るい灰色とした。

この塗料及びその処理方法については本計器だけでも六十数回にわたり試作選定したもので、酸(硫酸+硝酸、10度液)、アルカリ(苛性ソーダ 10%液)、塩水(塩分5%)、或は水による乾湿試験によりその効果を確認されている。

計器内の機構部に対してもそれぞれ防蝕対策を構じているが詳細は省略する。

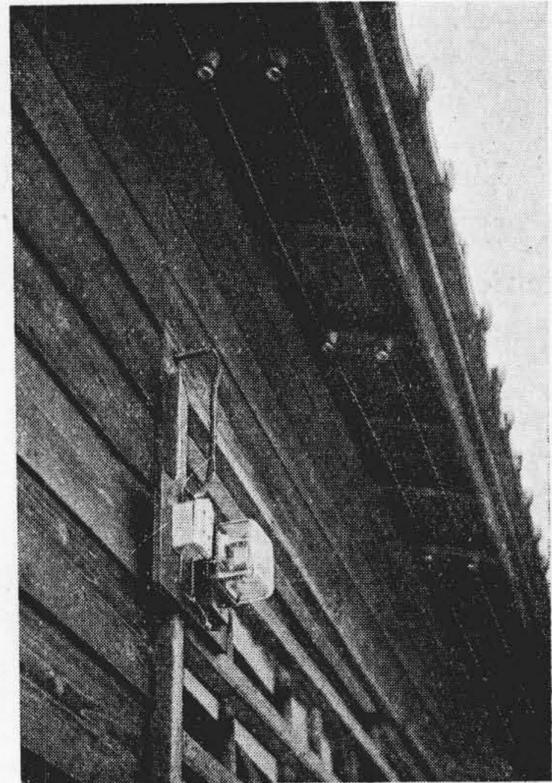
(2) パッキングゴムの劣化に就て

加硫ゴムは日光或は熱等により酸化せられ、酸化物を析出して漸次弾力及び伸びが減少する。これをゴムの老化という。本計器に使用しているパッキング用ゴムは特殊配合のチューラムゴムで遊離硫黄を防止し、アセトン抽出量を少くし、耐候性に富み安定なものを使用している。老化の原因は非常に複雑であつて確実に予知することは困難であるが、一般には促進老化試験により比較出来る。⁽⁸⁾ Geer 氏⁽⁹⁾ は温度 71°C、24 時間の空中加齢は天然老化 6 箇月に相当していることを提唱しており、温度 10°C 上昇毎に 2~2.5 倍の老化が促進されるといわれている。

本計器に使用しているパッキング用ゴムは 100°C、96 時間の老化試験に合格したものであるから上記の筆法による計算によれば少くも 16 年の天然老化試験にも合格することになるから積算電力計の使用上から見て十分である。尙このパッキングは接着剤なしで簡単確実に固定される構造になつている⁽¹⁰⁾ ので交換にも便利である。

(3) カビ発生防止

積算電力計に就て業者間に嫌われている所謂「三ビ」というのがある。即ち鉄鋼その他金属表面に出るサビ、塗装面の傷、割れ或は剝離、又はガラスカバー等に出る



第 8 図 Y-3G 型積算電力計屋外取付の一例
Fig. 8. Example of Outdoor Installation of Type Y-3G Watt-hour Meter

ビビ、更に計器内部に発生するカビの 3 つである。

計器内に青カビ、蜘蛛の巣カビ等が蔓り精度を低下させ、或は絶縁低下を起させる事が多い。本計器では防カビ剤を使用し、更に機構部の配線等にも木綿等の有機質材料を使用していないので完全にカビの発生を防止できる。

〔VI〕 計量器の改良その他

屋外計器は日本住宅の構造上から地上 1.8~2 m の高さに取付けられるのが普通である。又需要家の事情により附近に品物を推積される場合も尠くないので計器としては可成り遠距離からでも検針出来なければならない。この点を考え、本計器は従来の計量装置の文字より 30% 大きくして判読に便なるように改良した。又日光直射、その他により指示板の変退色を防止する為に無変退色の染料を選定使用している。

〔VII〕 結 言

屋外取付用積算電力計に対して我々は起り得ると予想されるあらゆる場合を考え、上述の如き対策を構じたものを製作し、常識を遙かに越えた苛酷な各種条件の許に試験した結果合格することを確め得た。従つて現状においては本計器は屋外取付用計器として完全に近いものと確信する。然し我国としては初めての試みであり、なお研究を要する事項も起り得ると考えられるので今後共研究を続行すると共に電力会社各位の御指導により完璧なものにしたいと念願している。

終りに臨み絶えず御指導にあづかつた木内部長、辻田

課長、製作に協力を得た米岡、鈴木、榎本、戸田の諸氏に深く感謝する次第である。

参 考 文 献

- (1) I. F. Kinnard and H. I. Faus. AIEE (1924)
- (2) 実用新案申請中
- (3) Electrical Metermen's Handbook, 328 (1950)
- (4) 中谷宇吉郎 物理実験学 (II) p. 190

- (5) M. J. Hunter, Ind. Eng. Chemi. Vol. 39 (1947)
- (6) 特許申請中
- (7) 山本洋一 鉄のさび (上) (1952)
- (3) JIS K-6301 (1950)
- (9) 君島武男 最近化学工業大系 (10) 250 (1938)
- (10) 実用新案申請中

特 許 紹 介

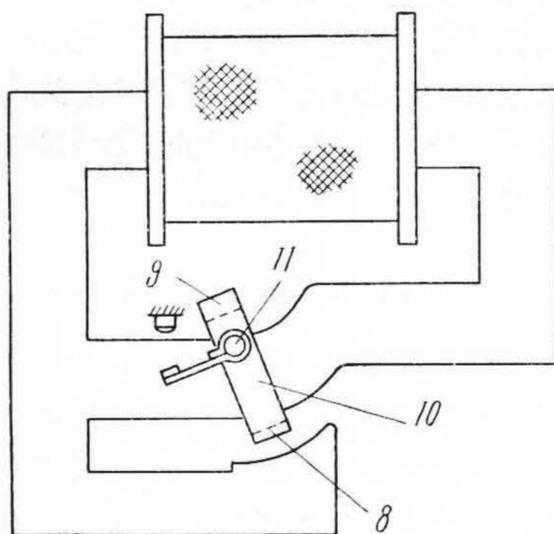
特 許 第 194114 号

西 堀 博

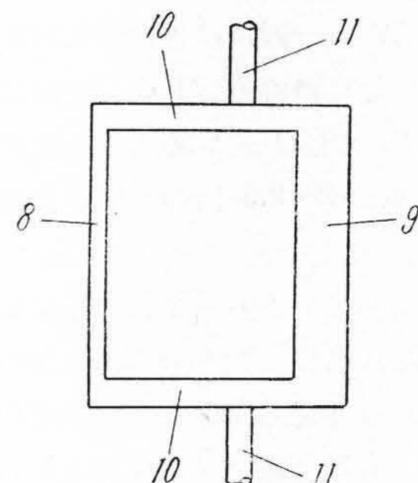
誘 導 環 型 継 電 装 置

一般に誘導環型継電装置の動作時間は、継電器の負担及び鉄心の構造寸法等を一定とする場合には誘導環電流及び誘導環の慣性能率に左右される。従つて高能率高速動作を可能ならしめるには誘導環の電気抵抗を小さくし且つ慣性能率の大きくなることを防げればよい。従来公知のものは誘導環の各辺の肉厚が一樣な四角形状のものであるが、この発明に於ては各辺の肉厚を不等ならしめたものである。即ち図示の如く、空隙磁界中に臨む側辺(8)の肉厚を小となし、これに対向する側辺(9)の肉厚を最大となし上下両辺(10)の肉厚をその中間となしたものである。従つて全体としての電気抵抗は従来のもの

に比して小さく設計し得ることは容易である。次に慣性能率については、回転軸(11)はその機械的平衡上肉厚の大きな側辺(9)の方に片寄る。従つて肉厚の大きい側辺(9)の回転半径は必然的に小さくなり且つ回転半径の大きな側辺(8)の肉厚は小さいから誘導環全体としての慣性能率は各辺の肉厚が等しいものに比しほゞ相等しい程度に止め得ることが出来る。従つて誘導環の慣性能率を大とすることなくしてその電気抵抗を小さくし回転力を増大し得て、全体として高能率高速度の継電装置を得ることが出来るものである。(田 中)



第 1 図



第 2 図