

塩じん害防止用シリコン・コンパウンドの 簡易寿命判定法

菊 地 光 一

On Easy Detection of Life of Silicone Compound for Preventing Deterioration
Caused by Salt and Dust

Kōichi KIKUCHI
(昭和52年10月31日受理)

1 ま え が き

がいしや、ブッシング等の塩じん害防止対策としてシリコン・コンパウンド（以下コンパウンドと呼ぶ）を塗布する方法は広く実用化されている。(1)(2)(3) 塩じん害や雨の影響で適当な時期にコンパウンドの寿命を判定し塗り換えを必要とするが、明確な劣化の判定基準がなく使用現場では塗り換え時期に困惑しているのが現状である。筆者らは既に簡易な、しかも経費を殆ど要しないコンパウンドの寿命判定法として印刷用紙A法(4)(5)(6)を提案したが、本研究は印刷用紙A法に検討を加え寿命判定をより明確にするため、光学的手法と組み合わせることにより適確な寿命の判定が出来ることが判ったので報告する。

印刷用紙A法はコンパウンド中のシリコン油が印刷用紙Aに対して浸出する能力の大小に依存して判別する方法であるがシリコン油の浸出能力が減退し、浸出にむらが出来ると寿命判定に誤差が出てくる。

本研究では印刷用紙に浸出するコンパウンド中のシリコン油を光学的手法によって面積的に評価して印刷用紙A法の弱点を克服し、簡易寿命判定法としての価値を

高めることを目的としたものである。

2 実 験 方 法

[Fig.1.] は実験装置及びその配置を示したものである。実験の手順は印刷用紙A法で、シリコン油の浸出した印刷用紙Aをフィルタに取り付け、受光器に密着させる。次に一定電圧のもとで集光器を経由した光を絞り、フィルタを通して平行光線を供試料にあて、その時の照度計の指示を読む。照度計の指示は印刷用紙A上のシリコン油の浸出面積と対応を示すので寿命の判定が可能となる。

光電池照度計は東芝SPI-1形である。供試料のコンパウンドは信越科学KS-63Gで1.0mm塗布厚さとし暴露汚損物模擬として300メッシュ以下のカオリンとNaClを使用した。

カオリンは半井化学V6R-3067でNaClは富田製薬標準試薬（含量99.99%）である。

なお使用したコンパウンドの特性は [Table 1] のとおりである。

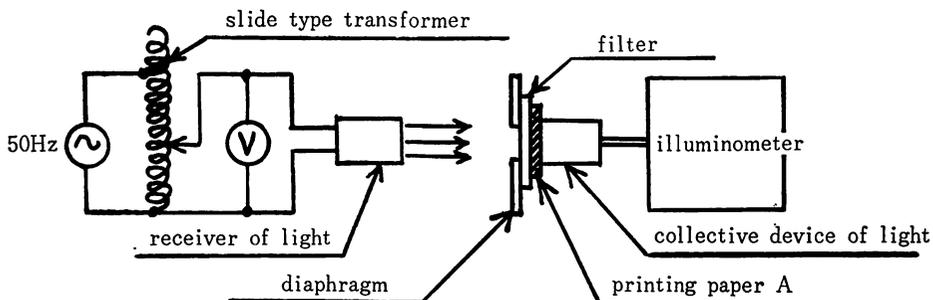


Fig. 1. Experimental device and circuit.

Table 1. Properties of silicone compound (KS63G) used for present test.

name (dimension)	properties
consistency	190~240
volatilemater (%) (24hr/150°C)	less than 1
specific resistance (Ω -cm)	more than 10^4
breakdown voltage (KV/0.25mm)	more than 4.0
dielectric constant (50Hz)	2.5~3.5
dielectric loss tangent (50Hz)	less than 10^{-3}

3 実験結果と考察

3・1 油浸出面積と照度 (新コンパウンド試料について)

照度計の指示の変動について調査した結果は [Fig. 2.] のとおりで光の照射直後不安定であるが、約30秒後より安定する。また光源電圧と照度との関係は [Fig. 3.] のとおりで光源電圧と照度は次の実験式で表わすことが出来る。

$$L_x = C_1 V C_2 [l_x] \dots\dots (3 \cdot 1)$$

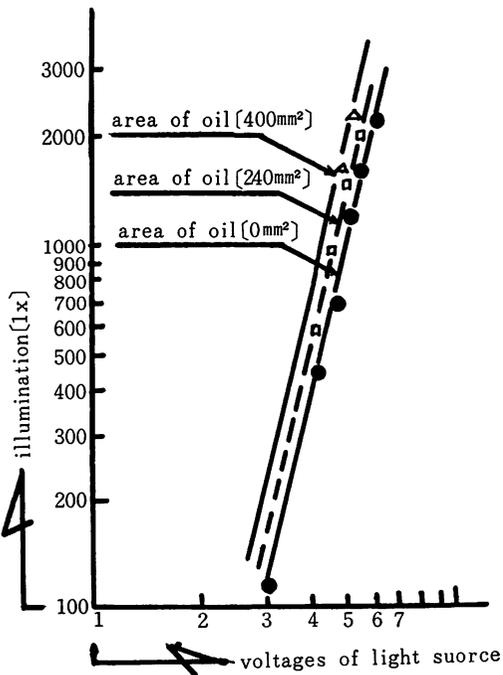


Fig. 3. Relation between illumination and voltages of light source.

昭和53年 2月

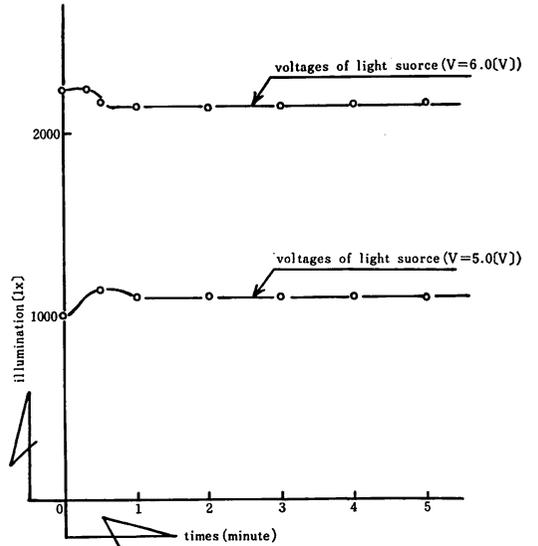


Fig. 2. Time dependence of illumination.

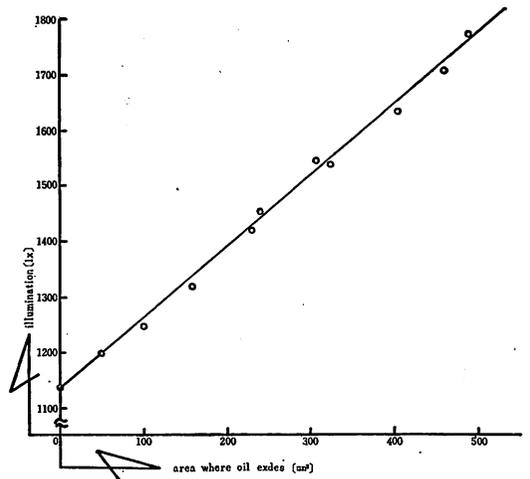


Fig. 4. Relation between illumination and area where oil exudes.

L_x : 照度 [lx]
 V : 光源電圧 [V]
 C_1 : 1.778 [lx/V]
 C_2 : 4.016

本研究では光源電圧は5.0 [V], 絞り30, 受光器を供試料の印刷用紙Aに密着させ, 照度計指示が安定した時点において測定した。シリコン油の全く浸出していない場合の印刷用紙Aの照度は1140 [lx]であり, 油の浸出面積が広がるにつれて照度が増大する。

油浸出能力と照度との関係を新コンパウンドについて測定した結果は [Fig. 4.] のとおりである。油の浸出能力と照度との関係はほぼ直線的となる。

3・2 実験室に於ける模擬実験

供試料にカオリンを均一に振りかけ, カオリンに浸出する油の時間経過にともなう照度を測定した結果を [Fig. 5.] に示す。24時間以降はほぼ一定となる。既に報告した印刷用紙A法の場合と比較すると照度計を用いた本法は付着物量の増減によるアミーバ作用の相違がよりはっきり表れる。特に寿命付近の表示が明確となる。 [Fig. 6.] は供試料のコンパウンド塗布厚さを変えた場

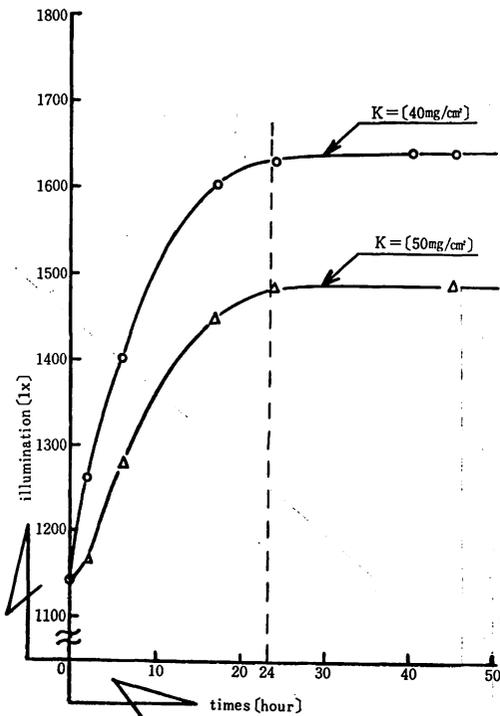


Fig. 5. Relation between illumination and time in the case of sprinkling kaoline on samples.

合の照度の変化を示しているが, コンパウンドの塗布厚さの効果が確認出来る。 [Fig. 7.] は油浸出能力の照度計表示における温度依存性を示すものである。

既に報告したように -10°C ~ 50°C の間ではアミーバ作用の温度依存性はほぼ直線的に変化する。(7) 本研究における温度補正は油浸出能力を照度表示に対応させ最小二乗法によって整理すると次式のようになる。

$$L_{x20} = L_{xt} + \beta (20 - t) \quad [lx] \quad \dots (3-2)$$

L_{x20} : 20°C の時の照度 [lx]

L_{xt} : $t^{\circ}\text{C}$ の時の照度 [lx]

t : 測定温度 $[^{\circ}\text{C}]$

β : 比例常数 [lx/ $^{\circ}\text{C}$]

この β は付着物によって変化する直線の傾きでこれを [Fig. 8.] に示す。

[Fig. 9.] は汚損物として塩 (NaCl) が付着した場合のアミーバ作用を湿度30%程度の乾燥状態で調査したものである。この結果より NaCl が結晶として存在する場合 $0 \sim 40\text{mg}/\text{cm}^2$ 程度の範囲では測定照度に余り大きな差は認められない。

しかし供試料に塩が付着し, 高湿度下におかれた場合は塩は潮解する。塩の潮解がアミーバ作用による油浸出よりも速い速度で進行するので, コンパウンドに塩が付着し, 雨や高湿度の条件下におかれた場合のコンパウンド表面の電気的特性に与える影響力は大きい。

NaCl がカオリン中に混入した場合の湿度特性を

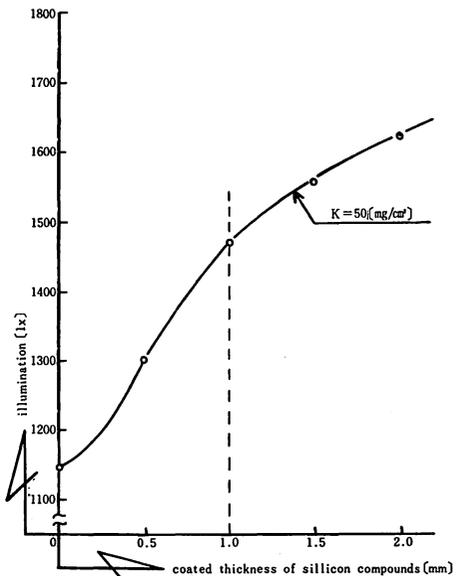


Fig. 6. Relation between illumination and coated thickness of silicone compounds.

[Fig.10.] に示す。カオリン 50mg/cm² 中に含まれる NaCl が 1.0mg/cm² 程度では湿度による影響は殆どないが 4.0mg/cm² 以上の高湿度下では、その表面の絶縁特性への影響が大きい。

3.3 模擬実験による照度を求める実験式

コンパウンドのアミープ作用に照度を対応させて実験室で行った模擬実験の結果、付着物量と照度の関係を [Fig.11.] に示す。Kは30mg/cm² より90mg/cm² 程度まで変化させた場合の照度で温度は常温(20℃)である。K=0 [mg/cm²] ~ 30 [mg/cm²] の範囲では、シリコン油の浸出能力が大で、印刷用紙Aとの接着力が強く、印刷用紙を取り去る時に付着物が用紙に付着する傾向が強く、付着物が照度を減少させ、測定精度の減少原因となる。

すなわち本法ではコンパウンドが劣化せず、暴露試料に汚損物の付着が少なく、アミープ作用の活発な時期では誤差が大きく測定精度が劣るがこの領域は寿命判定と

関係のない領域であり、劣化が進行し、汚損付着物が増加して寿命に近づく、その測定精度が印刷用紙A法に比して極めて高くなる。K=0 [mg/cm²] に於ける照度は 1910 [lx] であるので K=0 [mg/cm²] ~ K=30 [mg/cm²] 間では推定線なので点線で示した。

K=30 [mg/cm²] ~ 90 [mg/cm²] の範囲で付着物量に対応する照度は次の実験式で示すことができる。

$$L_x = A_1 \cdot e^{A_2(K-40)} - B_1 K B_2 + 1140 \quad [lx] \quad \dots (3-3)$$

Lx : 照度 [lx] . B₁ : 5.411 × 10¹⁰ [lx cm²/mg]

K : 付着物量 [mg/cm²] . B₂ : -5.707

A₁ : 4.90 × 10² [lx] . 1140 [lx] : 光源電圧を 5.0 [V] とした時の印刷用紙Aの照度である。

A₂ : -4.23 × 10⁻² [cm²/mg]

(3-3) 式に光源電圧の変動及び、温度依存性を考慮した実験式は次のようになる。

$$L_x = A_1 e^{A_2(K-40)} - B_1 K B_2 + C_1 V C_2 + \beta(20-t) \quad [lx] \quad \dots (3-4)$$

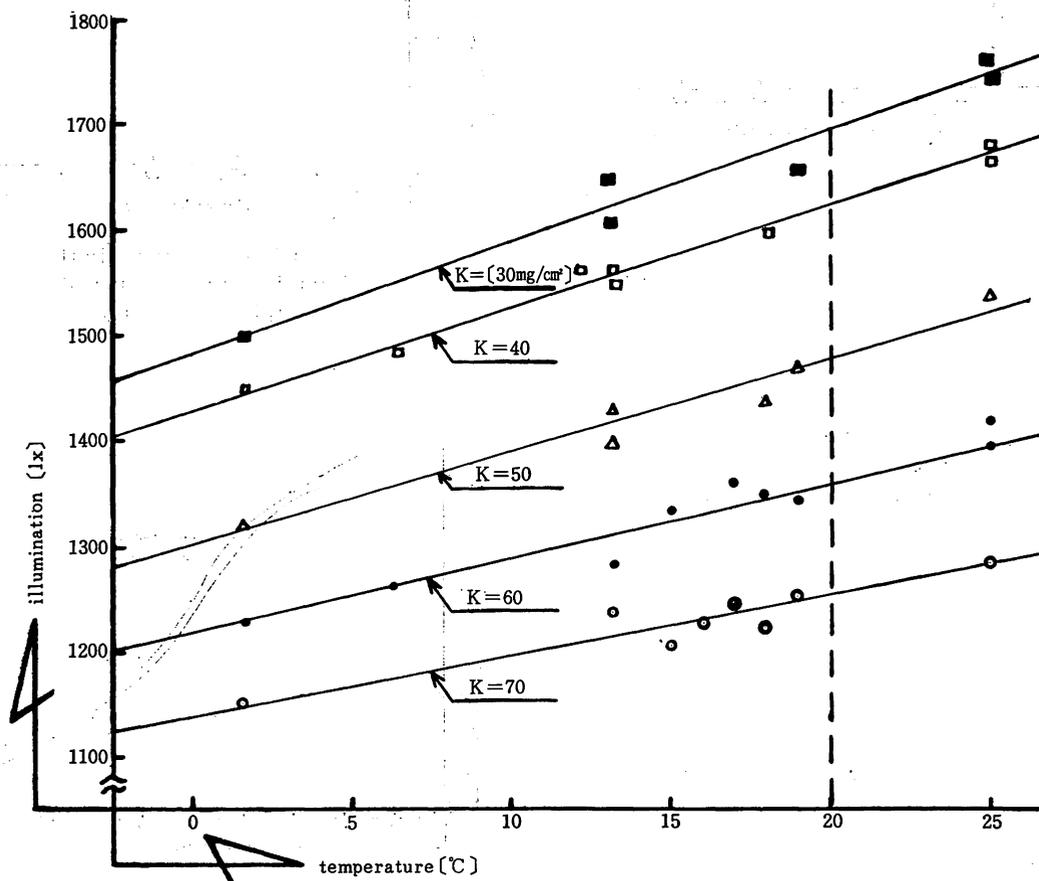


Fig. 7. Relation between illumination and temperature.

3・4 暴露試料による実験結果

暴露供試料としては昭和47年2月より昭和50年3月まで37か月間にわたり、東北電力(株)課電暴露実験場

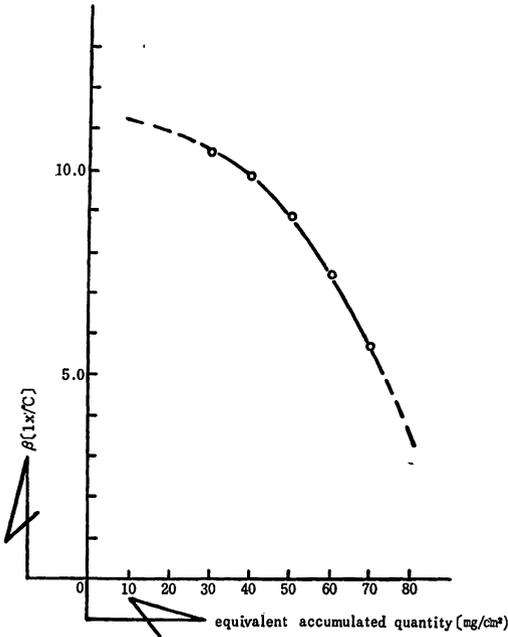


Fig.8. Relation between β and equivalent accumulated quantity of kaoline.

(秋田火力発電所構内)に暴露した250mm標準懸垂がいしに塗布した1.0mm厚さのコンパウンドを採集して行った。

暴露月数の増加に伴いシリコン油減少率の調査(8)

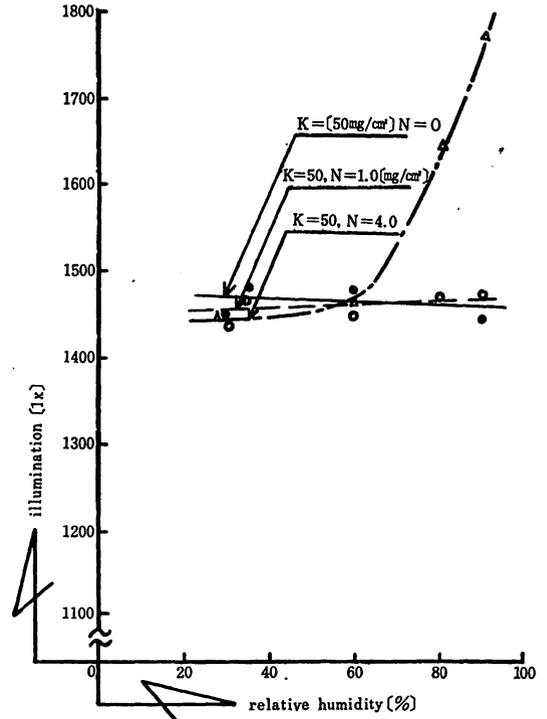


Fig.10. Relation between illumination and relative humidity in the case of sprinkling samples with kaoline and salts.

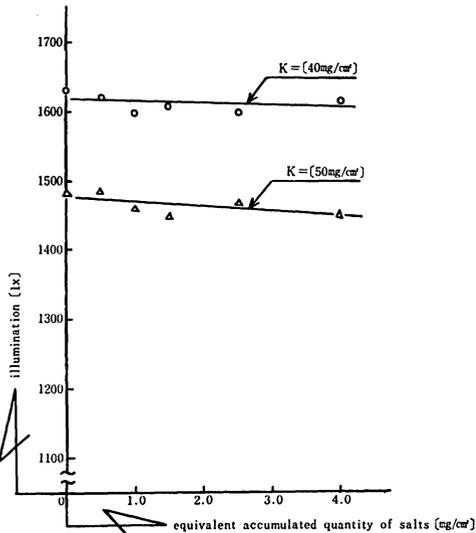


Fig.9. Relation between illumination and equivalent accumulated quantity of salts.

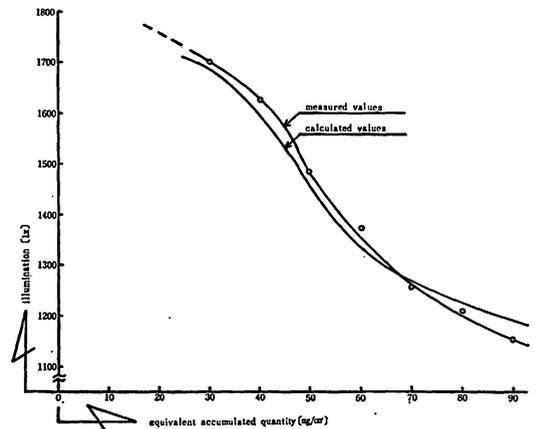


Fig.11. Comparison between measured values and calculated values.

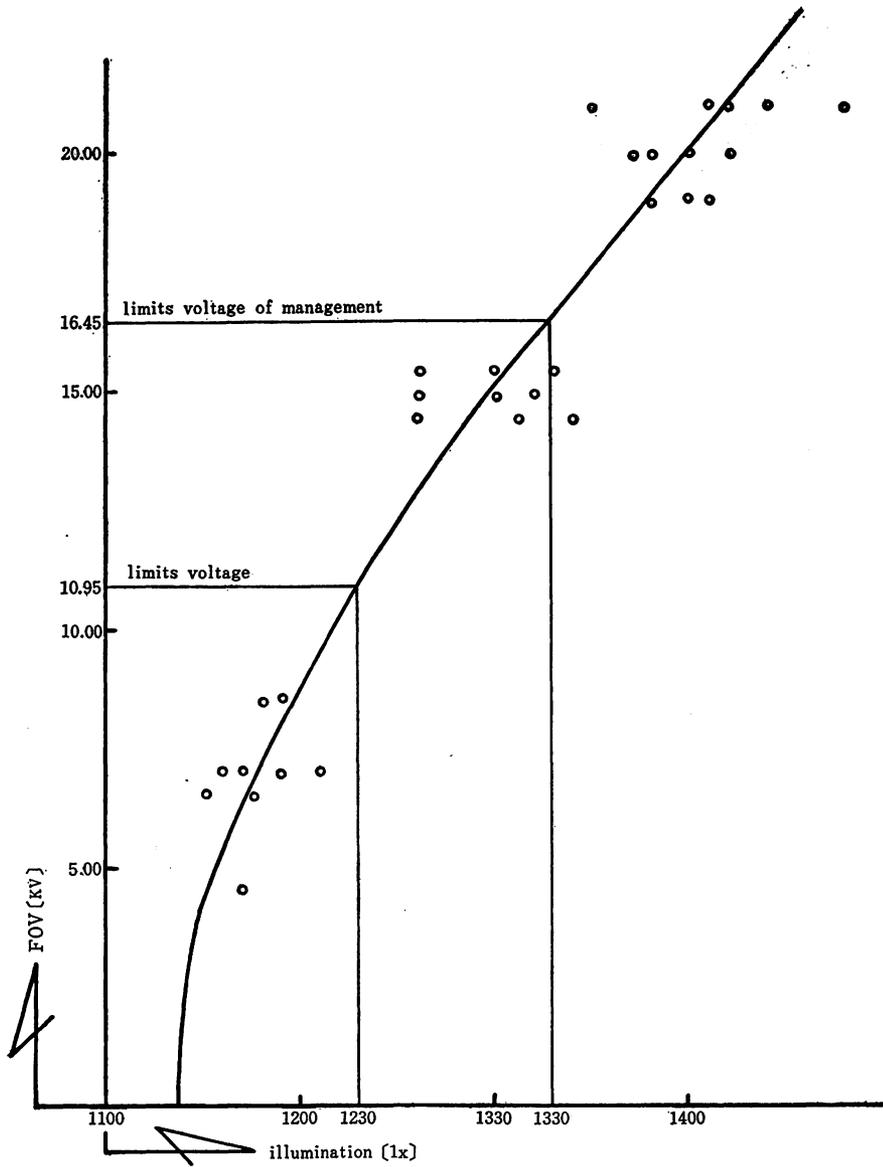


Fig.12. Relation between flashover voltages and illumination.

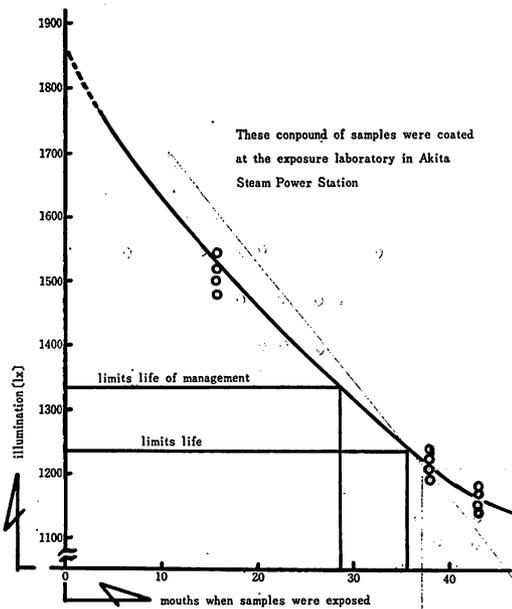


Fig.13. Relation between illumination and months when samples were exposed.

(9)(10)では上面が下面に比して大きく、方位によっても相違がある(8)(9)(10)ので本実験では下面で最も汚損の著しいと思われる方位よりコンパウンドを採取して行った。

また課電試料と無課電試料について調査した結果(9)(10)では上、下面とも課電試料のシリコン油減少率が大きく特に下面はその傾向が強いが本実験では無課電試料を対象に実施した。等価霧中法によるFOVと照度との関係は[Fig. 12.]のとおりで管理限界電圧(4)に対する照度を求めると1330 [lx]となり、これは管理上の寿命の限界と考えてよい。

また暴露月数と照度との関係を[Fig.13.]に示す。本法による調査によれば供試料の管理上の寿命判定の結果は約28か月となる。

管理寿命とは既に述べた(4)のように事故等による電圧の跳ね上がり、想定以上の異常な気象条件等の安全率を考慮した管理上の限界を意味している。

4 結 言

本研究で得られた結果を要約すると次の通りである。

(1) 簡易寿命判定法としての印刷用紙A法を改良した本法は、コンパウンド中のシリコン油の浸出能力を光

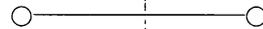
学的手法により面積的に評価するもので、より誤差の少ない簡便有効なコンパウンドの寿命判定法である。

(2) 本法によるシリコン油浸出面積と照度との関係はほぼ直線的であり、また筆者らの調査したシリコン油残留率とフォトセル出力電圧との関係も直線的(10)で本法によるシリコン油浸出面積に対応させた照度と、シリコン油残留率(10)とはほぼ直線的に対応すると考えてよい。

(3) 付着物量、光源電圧の変動、温度依存性等を考慮した実験式(3-4)は実測値と割合に良い対応を示す。

(4) 東北電力(株)課電暴露実験場に暴露した1.0mmコンパウンド塗布供試料の管理寿命は約28か月と推定される。

これは東北電力(株)の暴露実験場の供試料を対象にしたものであるが、東北地区全般に亘ってコンパウンドの塗布寿命を判定するには、それぞれの汚損区分に従って評価する必要がある。



この研究は東北電力総合研究所からの委託研究の一部として実施したものであるが、供試料、研究設備並びに研究に当り多大のご援助、ご協力を戴いた東北電力総合研究所の各位並びに秋田大学能登文敏教授、河村鴻允講師並びに本実験を行うに当り協力の労を惜しかなかった当時本校学生長坂章君(現在東北電力勤務)の諸氏に厚く御礼を申しあげる。

参 照 文 献

- (1) J.E. Conner & A.D. Lantz: AIEE Trans. Vol 77 Part III (1950)
- (2) J.J. Taylor & A.D. Lantz: CIGRE No.211 (1960)
- (3) H.R. Harris: EI. wld. Vol 142, No 4 (1954)
- (4) 菊地光一, 河村鴻允: 秋田高専研究紀要第10号 (1975. 1)
- (5) 能登文敏, 菊地光一, 河村鴻允: 東北電力委託研究報告 (1977. 2)
- (6) 能登文敏, 菊地光一: 電気学会東北支部連合大会 1 C 3 (1974. 10)
- (7) 菊地光一, 長坂章, 河村鴻允, 能登文敏: 電気学会東北支部連合大会 2 D 17 (1976. 10)

- (8) 菊地光一, 河村鴻允: 秋田高専研究紀要第11号
(1976. 2) 98卷B分冊1号 (1978. 1)
- (9) 能登文敏, 河村鴻允, 菊地光一外: 電気学会論文誌
(10) 河村鴻允, 能登文敏, 菊地光一: 電気学会全国大会
1314 (1977. 7)