

エポキシ樹脂含浸紙絶縁物の耐電圧特性

Some Voltage-endurance Characteristics of Epoxy-impregnated Paper Insulation

磯 貝 時 男* 井 上 利 夫**
Tokio Isogai Toshio Inoue

要 旨

新方式により開発したエポキシ樹脂含浸紙絶縁物の、主として耐電圧特性に関して、材料の面、電極ハク間距離と貫層耐圧、沿層耐圧、などの点から検討した結果について紹介した。

この種の絶縁物の耐電圧特性は非常にすぐれているが、樹脂や基材の選択が重要である。特殊加工したクラフト紙とビスフェノール形エポキシを用いたものが耐圧特性にすぐれ、ハク状金属を絶縁層内に埋設した状態で貫層交流課電 14 kV/mm (実効値) 以上の耐圧安定性は容易に得られる。沿層耐圧の安定性は、貫層耐圧安定性に比べて約 1/2 である。貫層インパルスでは 5 mm 絶縁厚さでも 45 kV/mm 以上の破壊値を示すが、インパルス比は 1.4 程度で、交流耐圧に比べて安定性はいくぶん劣る。

基礎データをもとに設計した大形特殊絶縁筒は、予想どおりの耐圧安定性を示すことが確認された。

1. 緒 言

最近、エポキシ樹脂を紙基材に減圧含浸し硬化させた各種高電圧絶縁筒、変圧器用コンデンサ・ブッシング、ケーブル付属品、特殊シールド筒などの開発が盛んになりつつある^{(1)~(5)}。筆者らは、先に、日立化成工業株式会社におけるこの種のいわゆる「エポキシ樹脂含浸モールド形」筒状絶縁物の開発状況、製作上の問題点、誘電特性、耐ヒートサイクル性、機械特性、耐湿性などについて報告し、実用上非常に有効な絶縁方式であることを明らかにした⁽⁴⁾。本方式の絶縁物は多くの特長をもっている。たとえば乾式で気密性、油密性が容易に得られるという特長は、現在開発が急速度で進められているガス絶縁機器用の絶縁部材としても非常に適している。しかし、そのもっとも大きな特長はやはり乾式でボイドを含まず耐電圧特性にすぐれていることである。

耐電圧特性は、使用するエポキシ樹脂の種類、紙基材の違いにより大きく影響される。また耐電圧の厚み特性もあり、合理的な絶縁設計を行なうためには、これらの特性をじゅうぶんに握しておく必要がある。そこで今回、実用的な立場から検討したこれら各種基礎試験結果について記述し、エポキシ樹脂含浸品の高い耐圧安定性と、これによる今後の機器絶縁の小形化の可能性について触れる。

2. 絶縁方式の概要

紙基材を所定形状に巻回し、これにエポキシ樹脂を減圧含浸して硬化させる方法の概要についてはすでに報告してある⁽⁴⁾が、使用する基材紙の材質や含浸樹脂の性質をじゅうぶん吟味する必要がある。これらは製作時のクラックの発生を抑制するための重要な要因である。筒状絶縁物の紙層方向(円周方向)に沿って発生するクラックは、樹脂の硬化時収縮率や熱膨張収縮率が、周方向と半径方向で異なるため⁽⁶⁾で、これを防ぐための考慮がなされねばならない。筆者らの経験によれば、大形筒状絶縁物まで製作するうえに、特殊加工を施したクラフト紙が基材として適しており、耐湿性など問題にする場合はテトロンなど合成繊維不織布を用いるのが良い。特に絶縁物内にハク状金属を埋設するような(たとえばコンデンサブッシングや特殊シールド筒)、構造の場合ハク状金属と絶縁層間の接着にも基材の影響が大きく現われることに着目しなければならない。

含浸樹脂としては硬化反応熱が低く、適当なポットライフをもつことが必要であることから酸無水物系の硬化剤を使用するが、試料サイズにより、ポットライフなどさらに調節しなければならない。

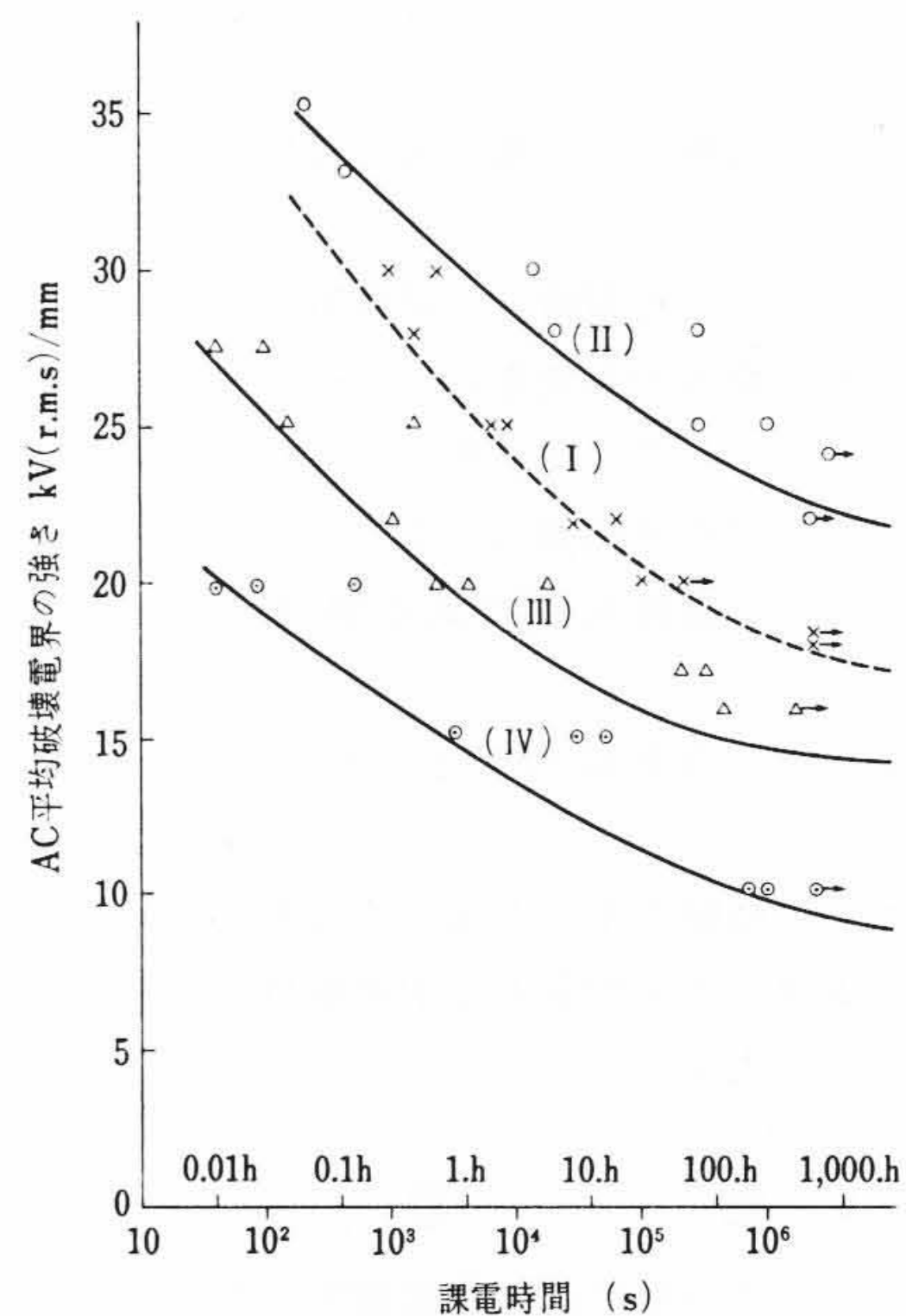


図1 樹脂、紙基材によるV-t特性の差

表1 V-t 試料の使用材料

試 料	使 用 樹 脂	硬 化 剤	使 用 基 材 紙
(I)	ビスフェノール	酸 無 水 物 ①	クラフト紙 ④
(II)	ビスフェノール	酸 無 水 物 ②	クラフト紙 ④
(III)	環 状 脂 肪 族	酸 無 水 物 ③	クラフト紙 ④
(IV)	ビスフェノール	酸 無 水 物 ①	クラフト紙 ③

また硬化温度と発熱温度の関係をj知することは特に重要である。発熱温度は使用する樹脂の量により差異があることも考慮しなければならない。比較的低温で1次硬化し、ついで高温で2次硬化するのが有効である。筆者らはさらに、完全含浸、根本的なクラック防止対策、加熱媒体の熱伝導など考慮に入れた特殊圧力モールド方式の採用により製作上の種々の問題を解決し、ボイドレスのエポキシ含浸紙絶縁物の開発に成功した。

3. 耐 電 圧 特 性

3.1 基材、樹脂と耐圧特性の関係

エポキシ樹脂含浸モールド形絶縁物の耐電圧特性は非常にすぐれているが、これも樹脂の選択、基材紙の選択により大きく影響される。樹脂、基材紙をかえた4種の試料についてAC課電寿命(V-t)特性を測定した結果を図1に示した。表1は試料の材料内容を示したものである。電極間の厚みはすべて2 mmである。

* 日立製作所日立研究所

** 日立化成工業株式会社研究開発部 工学博士

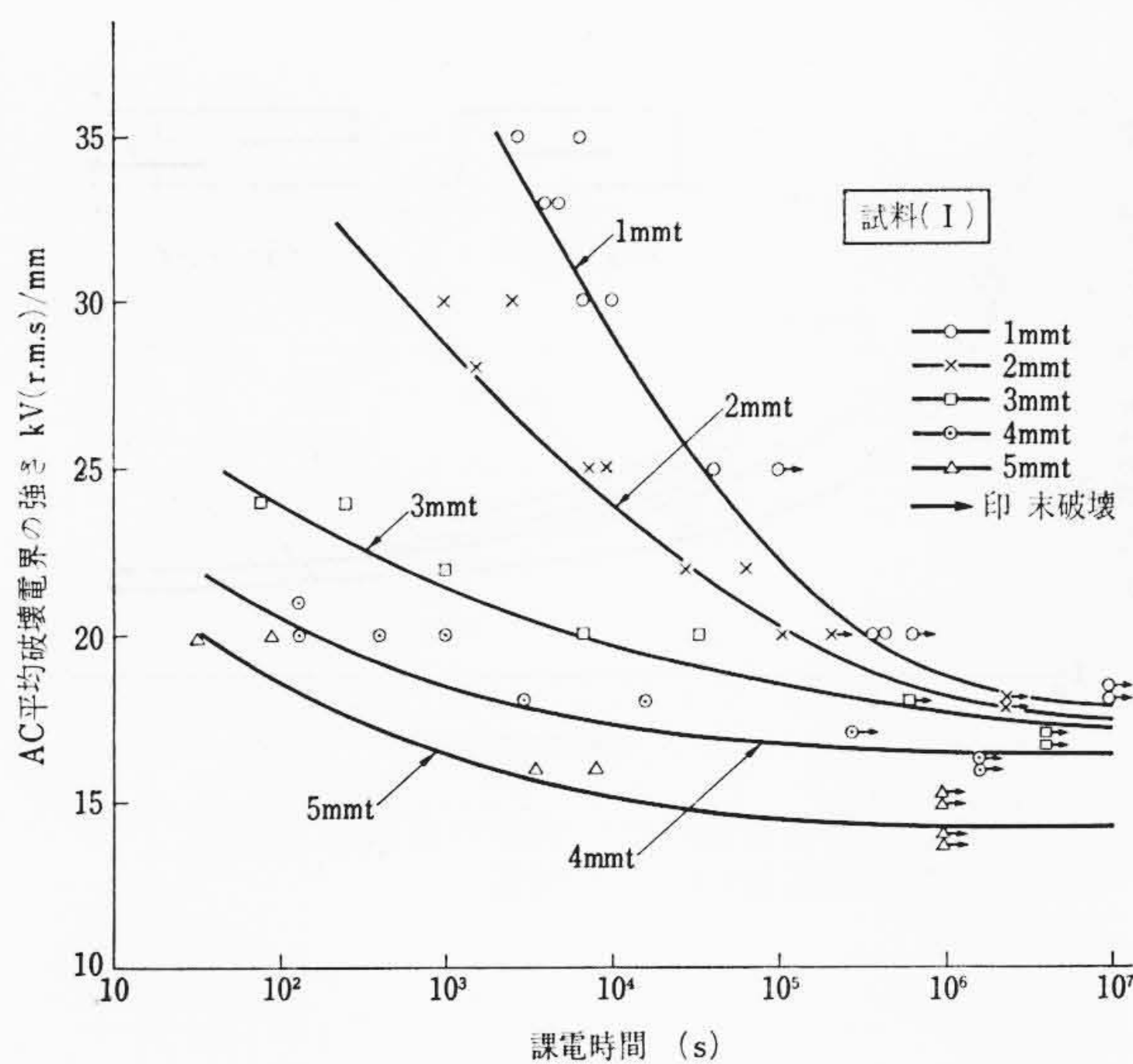


図2 電極間厚みと課電寿命(V-t)特性

試料(Ⅱ)がもっとも耐圧特性にすぐれている。硬化剤のみ異なる試料(Ⅰ)と比較しても大きな差異が現われることに着目しなければならない。

環状脂肪族形樹脂を用いた試料(Ⅲ)は、図からわかるようにビスフェノール形樹脂を用いたものに比較してかなり特性が劣っている。しかしこの樹脂はほかの特性(たとえば耐熱性、耐候性、耐トラッキング性など)でビスフェノール形樹脂を用いたものに比べてすぐれている⁽⁸⁾⁽⁹⁾ので、利用価値は大きい。しかも図からわかるようにAC 12 kV/mm(実効値)程度の耐圧安定性をもつので、耐候性にすぐれた筒状絶縁物などに利用することが期待される。

基材紙の種類のみ異なる試料(Ⅰ)と試料(Ⅳ)との比較から、いかに基材の選択が重要であるかが良くわかる。もちろん試料(Ⅳ)も試料(Ⅰ)同様ボイドレスであることを確認している。

以上のように、この種の絶縁物の耐電圧特性は、注入含浸樹脂の耐圧特性もさることながら、粘度や紙基材との親和性、基材自体の誘電特性が重要であることがわかる。

3.2 絶縁厚みと貫層耐電圧特性

3.2.1 交流破壊電圧-寿命特性

前節では、この種の絶縁物の耐電圧特性がいかに樹脂、基材の選択に依存するかを記述したが、次に合理的な機器絶縁の設計に必要な絶縁厚みと課電寿命(V-t)特性の関係について記述する。

特性検討用のモデル試料による試験結果を図2に示した。図中に示したように、電極をハク状金属としたのは実用上もっとも利用されるタイプであるからで、絶縁層内に埋設されている。基材はクラフト紙(前節④)、樹脂はビスフェノール形エポキシ、硬化剤は酸無水物系(前節①)である。絶縁油中(変圧器油)で耐圧試験を行なった。電極間絶縁厚みは実用上考えられる範囲である1~5 mmと変化させた。また電極ハク構造などすべて実用上の条件を満たしている。

試料の破壊箇所はほとんどの試料が電極端破壊であった。図から下記の諸点が注目される。

(1) 電極間距離(t)が増大するにつれて単位厚み当たりの平均破壊電界の強さが低下する。この現象は短時間領域で著しく、長

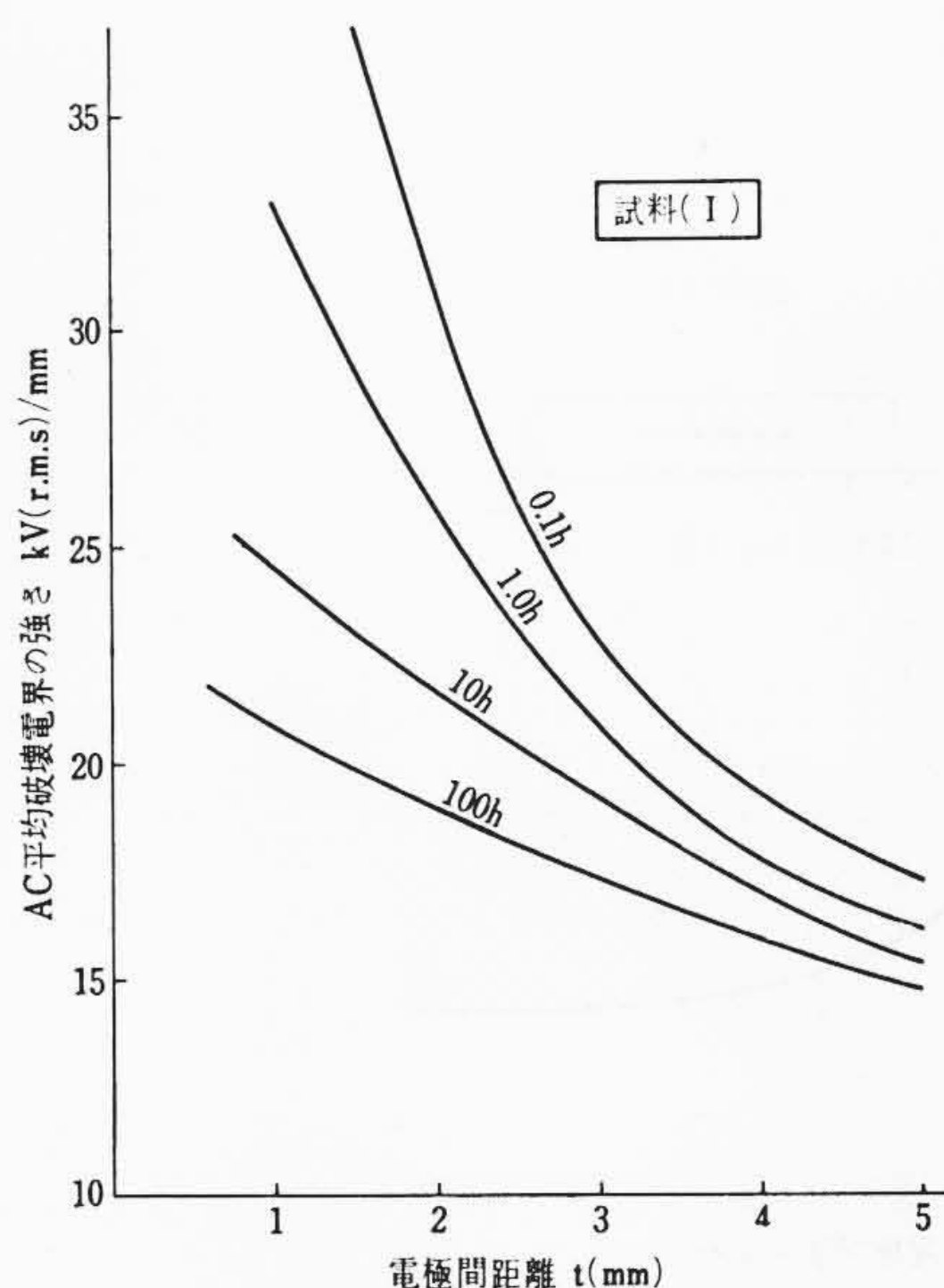


図3 課電寿命と電極間距離との関係

時間領域になるにつれてその割合は減少している。課電寿命と電極間距離との関係を示したのが図3である。これは0.1~100時間の特性を示したものであるが、課電寿命が長くなる領域(課電圧が低い)になるにつれて電極間距離の影響が少なくなっている。

(2) そう入電極端での破壊がほとんどあることは、電極ハク端の電界がきついことからうなずける。通常電極端の電界 $E_{\max}$ は電極間平均電界(E_0)と比較して次式が成りたつと考えられる⁽⁷⁾。

$$E_{\max} = k \cdot E_0 \sqrt{\frac{t}{\Delta t}} \quad \dots \dots \dots (1)$$

ここで t は電極間距離、 Δt はそう入電極端厚み、 k は定数である。この式は電極間距離を小さくすることが設計上合理的であることを示している。しかし完全に電極端で破壊すると考えられるごく長時間の破壊値(最低破壊電界の強さ)と比較すると図2の試験結果は必ずしもこの考えと一致しない。この原因の一つとして絶縁厚が薄くなると電極そう入時の絶縁厚みのばらつきが絶縁厚のわりに大きく現われることがあげられるが、このことは逆に設計上有益な情報も与える。つまりコンデンサ・ブッシングなどにこの種の絶縁方式を応用しようとした場合には、ハク間距離をある程度厚くとったほうが製作技術上、品質管理上有利となる場合が多い。(1)式はまた電極端のみ電極厚みを大きくとることによって、耐電圧特性を向上させる可能性を示しているが、筆者らも多くの経験により、この事実を確認している。

(3) 電極間距離を1 mmとした場合は、ごく長時間の耐圧寿命から考えて、約17 kV/mmまで設計可能、2 mmでは約16 kV/mm、3 mmでは約15 kV/mm、4 mmでは約14 kV/mm、5 mmでは約12 kV/mm(いずれも実効値)までの設計が可能であることを図2、図3は示している。もちろん実際の設計にあたっては、さらに多くの要因を考慮に入れて使用する電界の強さを設定しなければならないが、この種の絶縁物のもつ乾式、気密性、油密性とあいまって今後の機器絶縁の小形化に非常に有効である。

3.2.2 インパルス耐圧特性

前項では、交流電圧課電によるV-t特性と絶縁厚みの関係を示したが、次にインパルス破壊電圧と絶縁厚みの関係を示し、エポキシ含浸品のインパルス耐圧安定性とインパルス比(Impulse ratio)などを明らかにする。試料の形状、使用樹脂、基材その他前項交流破壊試験試料と全く同じである。印加したインパルス波は $1 \times 40 \mu s$ の標準波である。絶縁厚(電極間距離)を交流試験試料と同じく1~5 mmと変化させたが1 mm厚試料は50 kVより、2 mm厚試料は70 kVより、3 mm厚試料は100 kVよりそれぞれ5 kVステップ、4 mm厚試料は130 kVより、5 mm厚試料は150 kVより、それぞれ10 kVステップで昇圧した(そう入電極に⊕波形印加、課電はそれぞれの電圧で3回ずつ)。試験は絶縁油(変圧器油)中で行なわれた。数多くの試料を用いて試験し

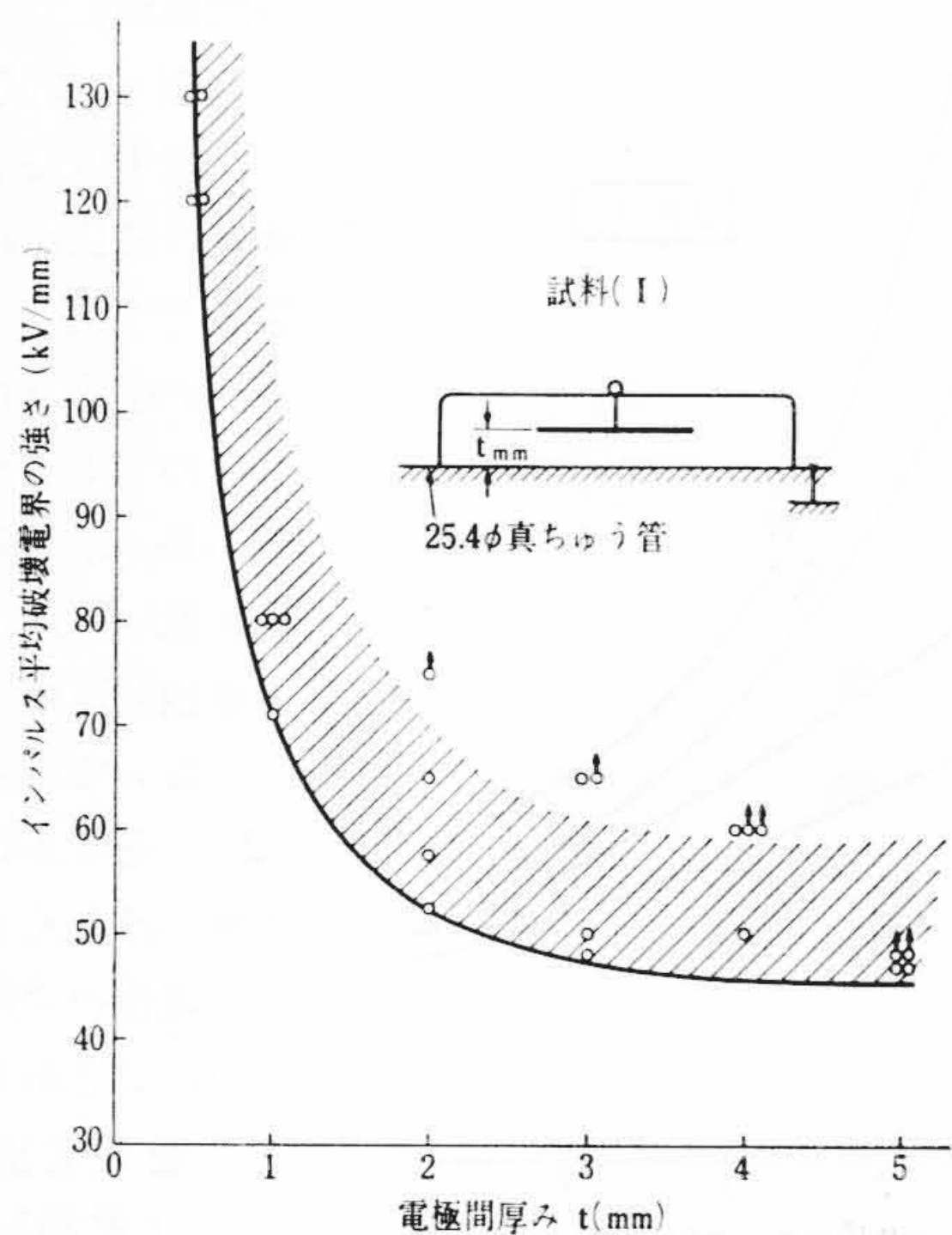


図4 電極間厚みとインパルス耐圧特性

たが、それぞれの厚み試料の最低値を含む絶縁厚みと耐圧特性の関係は図4のとおりである。破壊箇所は交流破壊と同様にほとんどハク端で生じた。

絶縁厚みが増すにつれて単位厚み当たりのインパルス破壊値が著しく減少している。この減少の仕方も電極ハク端の電界集中(1)式から考えるよりはいくぶんゆるやかであるが、このように電極端で破壊することは逆にさらに耐圧の高い電極そう入法をもつ絶縁方式の開発が可能であることを示している。図から電極間距離を1 mmとした場合は約50 kV/mm、2 mmでは35 kV/mm、3~4 mmでは30 kV/mm、5 mmでは25 kV/mm程度までの設計が可能であることを示している。もちろん実際の設計にあたっては、ほかの多くの要因を考慮に入れる必要がある。たとえば、インパルス耐圧の場合はインパルス波の極性、同一電圧印加回数などにも破壊値は影響される可能性が大きいなど、機器絶縁に要求される特性をじゅうぶん検討しなければならない。

5 mm絶縁のものでも45 kV/mm以上の破壊電圧値を示しており、1 mm絶縁では70 kV/mm以上の値を示しているが、それでもどちらかというと前項で記述したAC耐圧に比較して耐圧安定性はやや劣る。これらの関係を表わす値としてインパルス比(Impulse ratio、インパルス破壊値と短時間昇圧AC破壊値もしくは階段昇圧破壊値の波高値との比)があるが、図2、図4の各データから考えると、この種のエポキシ含浸品のそれは1.4程度と考えるのが妥当であることがわかる。インパルス比がこの程度の値では、ハク状金属を絶縁層内に埋設するような構造のエポキシ含浸品の場合、インパルス耐圧に重点をおいて設計する必要がある。

3.3 沿層耐電圧特性

前節ではエポキシ含浸品の貫層耐電圧特性について、AC課電寿命特性とインパルス耐圧特性を用いて記述してきたが、この種の絶縁物は、積層形状のためその沿層耐電圧特性が重要となる。このことは特にエポキシ含浸品にかぎられたことではなく、フェノール樹脂塗工紙形のもの、あるいは油浸紙タイプのものなど同様である。そこで、ここでは絶縁層中に貫層耐電圧測定試料と同様金属ハクを埋設した試料により各種の沿層耐電圧特性を測定した結果について記述する。

図5は背後電極なしの場合におけるハク状金属電極間の沿層破壊電界(平均)の強さ(実効値 kV/mm)と絶縁距離の関係を示したも

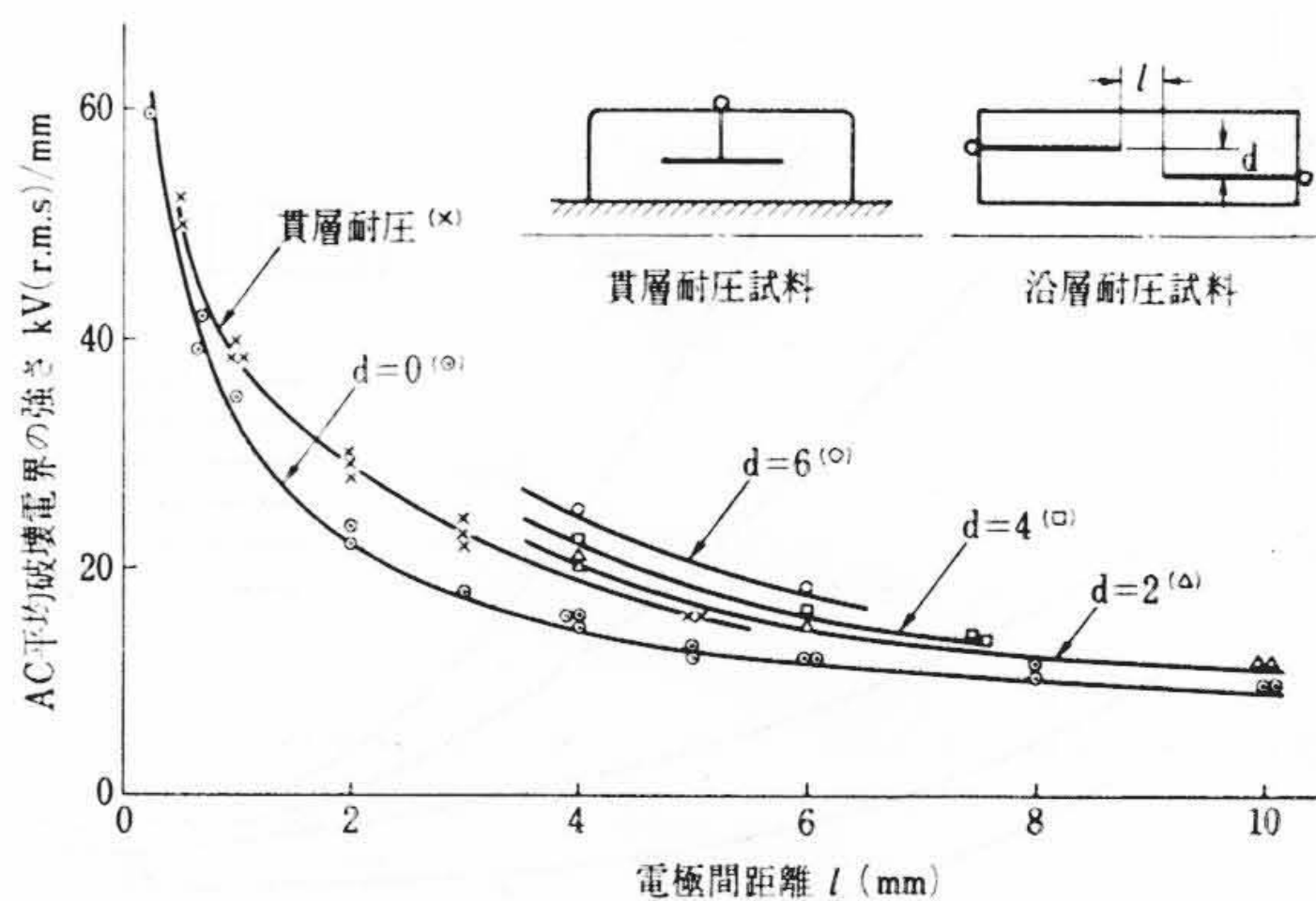


図5 背後電極のない場合の沿層耐電圧と電極間距離(l)との関係

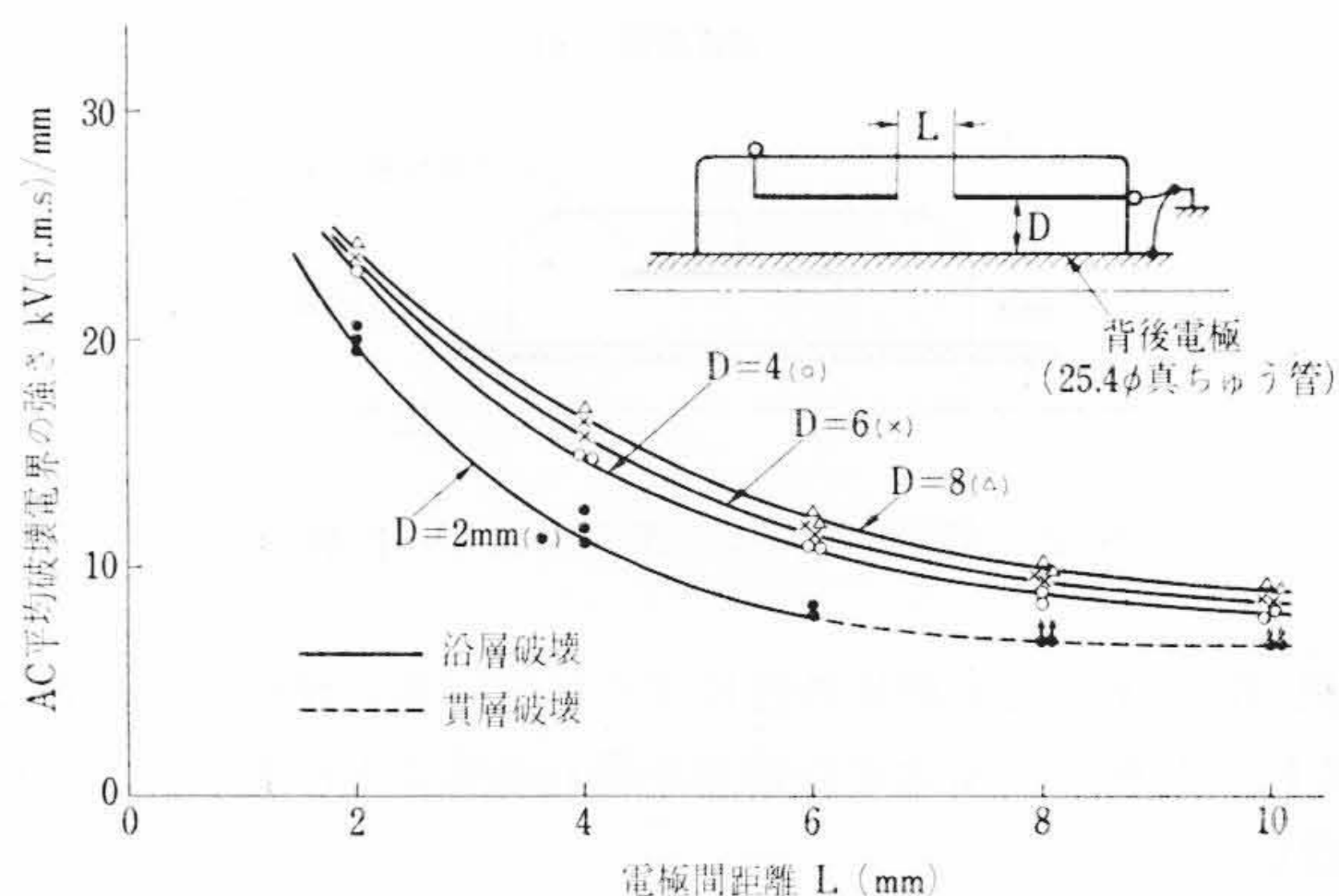


図6 背後電極のある場合の沿層耐電圧と電極間距離(L)との関係

のである。図中に示したように試料は2枚のハク状金属を円筒絶縁物中に向き合わせにして埋設し、軸方向の間隔 l と径方向の間隔 d とをそれぞれ変化させて破壊電圧を測定したものである。純粋な沿層破壊電界の強さは $d=0$ の場合である。破壊試験は、2~4 kV/1分のステップ・アップ課電によった。図中参考のため同様な破壊試験方法による貫層破壊試験の結果も示した。

$d=0$ の場合もっとも低い値を示しているが、それでも $l=5$ mmで約14 kV/mm(実効値)、 $l=10$ mmで約10 kV/mmの耐圧値を有していることは本方式の絶縁物が、いかに沿層耐圧でもすぐれた特性を有しているかを示すものである。

$d=2\sim6$ mmと増加するにつれて、当然のことながら耐電圧特性は向上する。 $d=0$ の場合と、貫層破壊との比較から本方式の絶縁物の貫層耐圧と沿層耐圧の比較がなされるが、これによると貫層耐圧2 mm絶縁のものに対して、沿層耐圧は4~5 mm絶縁のものが同程度の破壊電圧となり、貫層耐圧5 mm絶縁のものに対しては、沿層耐電圧は10 mm絶縁のものがほぼ対応している。ともあれ、このように高い沿層耐圧特性を有することは、乾式絶縁の高性能化に非常に有効となる。

図6は背後電極のある場合の沿層破壊試験結果を示したものである。測定電極間距離 L を2~10 mmと変化させ、さらに背後電極との距離 D を $D=2\sim8$ mmと変化させて破壊電圧を測定した。 $D=2$ mmのもの以外はあまり特性差がなく、図5の背後電極なしのものとも差はない。 $D=2$ mmのもので、 $L=6$ mm以上のものはすべて測定電極(A)と背後電極(中心導体)との間の貫層破壊であったが、このことは、図5の結果から貫層絶縁2 mmに対して沿層絶縁は4~5 mmという結論と一致している。ただ D が小さい場合には

背後電極の影響が多少とも現われてくることはじゅうぶん留意しておく必要がある。

以上背後電極がある場合とない場合のエポキシ樹脂含浸品の沿層耐圧特性について記述したが、いずれの場合も貫層絶縁厚の2～3倍の絶縁厚を設定することにより、じゅうぶんな沿層耐圧特性が得られる。なお沿層耐圧試験試料はすべて第3.2節で記述したものと同一材料を用いて作成したものである。

3.4 応 用 例

前節ではモデル試料(薄肉品)による各種耐電圧特性を記述してきたが、この種のエポキシ含浸紙絶縁物は、先に発表してあるように、中肉品、厚肉品になっても良い特性を示している。以下筆者らの経験によるいくつかの例について記述する。

(例1) 内径 54.0 ϕ 、有効絶縁厚 60.0 mm、全長 1,750 mm の特殊絶縁筒は、AC 50 Hz 800 kV (実効値、平均電界として 13.3 kV/mm)、1 分耐圧試験に耐え、さらに 740 kV (平均電界として 12.3 kV/mm)、1 時間耐圧試験にじゅうぶん耐えた。またインパルス 2,100 kV (平均電界として 35 kV/mm) にじゅうぶん耐えた。

(例2) 内径 50.0 ϕ 、有効絶縁厚 38.0 mm、全長 2,164 mm、19 段コンデンサ形特殊絶縁筒は AC 50 Hz 630 kV (実効値、平均電界として 16.6 kV/mm) に耐え、さらにインパルス 1,290 kV (平均電界として 34 kV/mm) にじゅうぶん耐えた。

(例3) 内径 40 mm ϕ 有効絶縁厚 14 mm、全長 1,632 mm、7 段コンデンサ形特殊絶縁筒は AC 50 Hz 200 kV (実効値) に耐え、さらにインパルス 500 kV にじゅうぶん耐えた。

(例4) 内径 40 mm ϕ 、有効絶縁厚 10 mm の 5 段コンデンサ形特殊絶縁筒は AC 50 Hz 175 kV (実効値) にじゅうぶん耐えた。

(例5) 内径 38 mm ϕ 、有効絶縁厚 27 mm、全長 700 mm、19 段コンデンサ形特殊絶縁筒は AC 50 Hz 試験電圧 175 kV (実効値) に耐え、さらにインパルス試験電圧 400 kV にじゅうぶん耐えた。特殊試験用として本品に対し $-30^{\circ}\text{C} \rightarrow +90^{\circ}\text{C}$ のヒートサイクルテストを 20 回実施したが、その前後における耐電圧特性にもまったく異常が生じなかった。

(例6 破壊試験例) 内径 33.3 ϕ 、有効絶縁厚 12 mm、全長 500 mm の特殊絶縁筒 12 本により AC、インパルス破壊電圧を測定した。各 6 本の破壊試験の結果 AC 50 Hz では 220 kV (実効値) 以上、インパルスでは 520 kV 以上であった。

4. エポキシ含浸紙絶縁物の耐震性

開発したエポキシ含浸紙絶縁物の耐湿性、耐冷熱サイクル性、絶縁層の接着の強さなどについてはすでに示したが、絶縁層の機械的振動に対する安定性もじゅうぶん保証されなければならない。そこで筆者らは、全長 950 mm、中心径 38 mm ϕ 、有効絶縁厚 27 mm の 19 段コンデンサ形特殊絶縁筒 3 本について、そのほぼ中央部を振動試験機上に固定し、中央部 1.5～2.0 G、両端 2.5～3.0 G (振動数 2,500 rpm)、水平、垂直各 1 時間の振動試験を行なった。

振動試験前後において、外観チェック、 $\tan \delta$ 、Capacity 特性測定、コロナ試験、AC 耐圧、インパルス耐圧試験など実施した。100 kV までのコロナ試験では全く絶縁層内のコロナが認められず、AC 耐圧 175 kV (実効値 1 分)、インパルス耐圧 400 kV $\oplus\ominus$ 各 3 回の試験でもなんら異常は認められなかった。この結果、エポキシ樹脂含浸紙絶縁物は、ハク状金属を多数枚埋設したコンデンサ・ブッシングなど特殊絶縁筒の状態で、かなりきびしい振動が実用上負荷されても、ハク間ハク離などの不安はないことがわかった。ただし、今後ガス絶縁機器の開発など進める際には、乾式絶縁物の耐震性、耐衝撃性など非常に重要な点となるのでさらに大形エポキシ含浸品の耐震性についてじゅうぶん検討する予定である。

5. 結 言

以上特殊加工クラフト紙を所定形状に巻回し、これにエポキシ樹脂を減圧下で含浸し、モールドしたいいわゆる含浸モールド形絶縁物の、主として耐電圧特性に関して、材料の面、電極ハク間距離と貫層耐圧、沿層耐圧などの点から検討した結果について記述してきたが、内容を要約すると下記のとおりでである。

(1) 基材紙、樹脂を厳選し、減圧含浸、特殊圧力モールド方式によるき裂の全くないエポキシ樹脂含浸紙絶縁物を開発した。

(2) エポキシ樹脂含浸モールド形絶縁物の耐電圧特性は非常にすぐれているが、樹脂、基材紙の選択により大きく左右される。環状脂肪族樹脂を用いたものは、ビスフェノール形樹脂を用いたものに比べ特性は劣る。それでも、長時間課電寿命特性を考慮に入れて AC 12 kV/mm 程度の耐圧安定性が期待できる。

(3) 合理的な機器絶縁の設計に必要な絶縁厚みと課電寿命特性(貫層耐電圧)、インパルス破壊特性を、ハク状金属を埋設した試料により検討した。電極間厚みが増すと、単位厚み当たりの平均破壊電界の強さは低下するが、この現象は AC 短時間領域で著しく、長時間領域になるにつれてその割合は減少している。電極間距離が 2～3 mm の場合は 18 kV/mm (実効値) 以上、5 mm でも 14 kV/mm 以上の耐圧安定性があり、絶縁物をコンデンサ分圧方式にした場合、きわめて耐圧安定性の高いものが得られる。インパルス (1×40 μs 標準波) 耐圧でも 1 mm 絶縁では 70～80 kV/mm、5 mm でも 45 kV/mm 以上の破壊値を示しているが、AC 耐圧に比較するとやや低目である。すなわち筆者らの経験によればこの種のエポキシ含浸紙絶縁物のインパルス比は約 1.4 である。

(4) AC 沿層耐電圧特性を、ハク状金属を埋設した試料により検討した。電極間距離 5 mm では約 14 kV/mm (実効値)、10 mm でも 10 kV/mm 程度の耐圧値を有している。貫層耐圧と比較すると、これらの値はそれぞれ貫層 2 mm、5 mm 絶縁に相当している。

(5) 上述の基礎データをもとにして設計した比較的大形な特殊絶縁筒は予想どおりの特性を示している。たとえば内径 54 ϕ 、有効絶縁厚 60.0 mm、全長 1,750 mm の特殊絶縁筒は AC 50 Hz 800 kV (実効値) 1 分耐圧、740 kV 1 時間耐圧にじゅうぶん耐えた。またインパルス 2,100 kV にじゅうぶん耐えた。

(6) 開発したエポキシ含浸紙絶縁物を用いて 2.5～3.0 G (2,500 rpm) 程度の振動試験を実施したが、全く異常がなかった。

なお本方式によるエポキシ含浸紙絶縁物は、耐圧安定性にすぐれるなど基本的特性の面で多くの利点がある。これは耐油密、耐気密性が比較的容易に得られることとあいまって、今後コンデンサ・ブッシング、特殊シールド筒などへの広範な応用が考えられ、高電圧機器絶縁の小形化、高性能化を図るうえに有効であり、筆者らは、さらに積極的な開発検討を進めていく所存である。

終わりにのぞみ本研究を進めるにあたり、終始ご協力いただいた日立製作所国分工場、日立電線株式会社研究所および日立製作所日立研究所の関係各位に厚く御礼申し上げます。

参 考 文 献

- (1) 永田, 松村ほか 2 名: 古河電工時報第 44 号 p.43 (昭 42-11)
- (2) 副島, 増田ほか 3 名: 古河電工時報第 30 号 p.14 (昭 37-11)
- (3) CIBA 社 Technical note (1966-3)
- (4) 磯貝, 井上: 日立評論 50 285 (昭 43-4)
- (5) 磯貝, 井上: 電気四学会 263 (昭 44)
- (6) K. Antolic: Schweizer Archiv für Angewandete Wissenschaft und Technik p.309 (1958-10)
- (7) 谷: 静電場 河出書房 (昭 17)
- (8) 清野: プラスチックス 18 (3) p.6 (昭 42-3)
- (9) C. T. Patrick Jr, C. W. McGary Jr.: SPE Tech. Papers ANTEC. Vol. 12 p.1～6 (1966)

登録実用新案 第843790号

本多孝一・関英彦
水田英直

立軸つり下げ形ポンプの支持装置

立軸つり下げ形ポンプは従来、水面下のポンプ本体と地上部とを固定する保護管および揚水管の剛性によって振動を抑制していたので、伝動軸が長い場合には慎重な検討が必要であった。

この考案はその問題を除くため、ポンプ本体1を懸垂する保護管2₁のつば6と床盤5に取り付けられた脚7との間に吸振材8を介在させ、保護管2₁、2₂内の伝動軸3をたわみ継手9₁、9₂を介してモータに接続し、揚水管4と吐出管10をたわみ管11で接続したものである。

この考案は上記のような構造からなるので、ポンプが運転するとポンプ本体1は自由に振動するが、その振動はポンプ本体の一部が水中にあるため水によって減衰されるのみならず、防振材8とたわみ継手9₁、9₂とたわみ管11によってポンプの振動は床盤5、吐出管10、曲管12、モータ台13などに伝わることを防止される。

このようにこの考案は、振動する部分を抑制することなく自由に放置しておくため、応力の作用する部材を減少し、機械の寿命を延長させるとともに静しゆくな運転ができる。(野村)

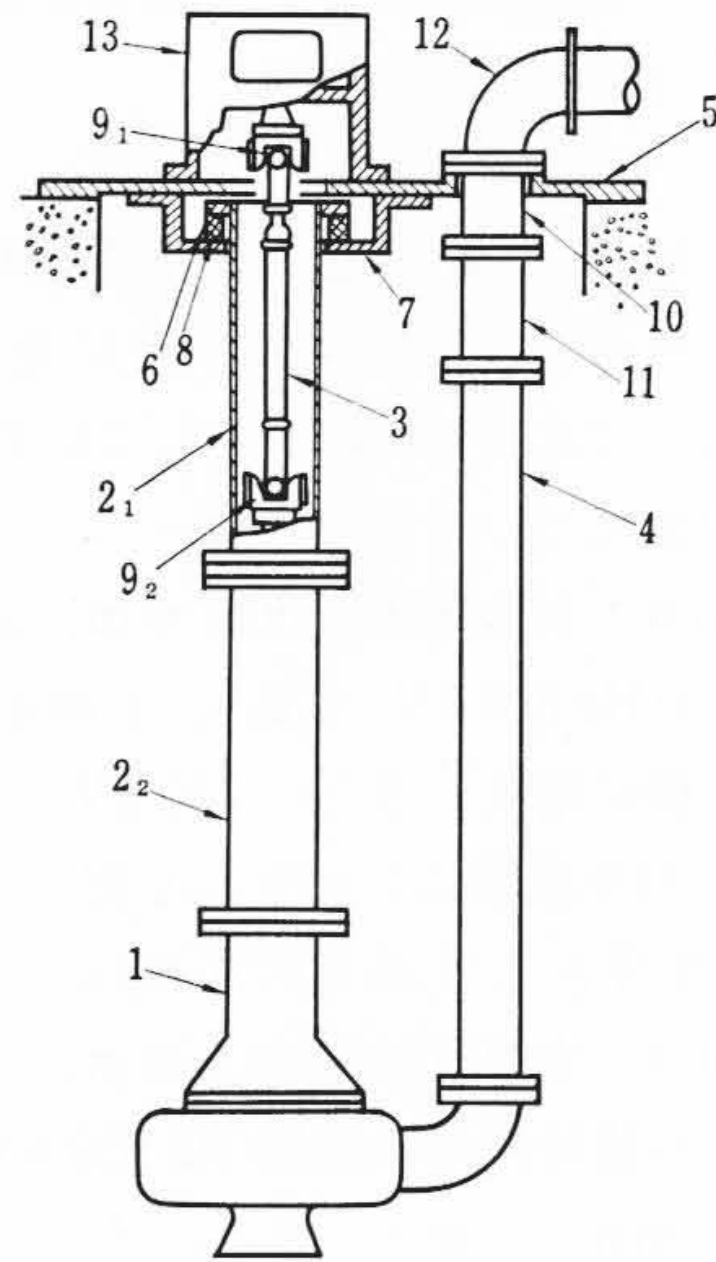


図 1

登録実用新案 第843791号

近藤正道・小野寺正昭

ポリュートポンプ

ポリュートポンプにおいてオープン形羽根車を使用するものでは、羽根部に近接するポンプケーシング内面にウェアリングを取りつけるが、ポンプの長期間使用中に羽根とウェアリングが摩耗し、ウェアリングと羽根との間げきが大きくなると羽根の高圧側から低圧側への漏れが増しポンプ効率が低下する。

片吸込形ポンプの場合には羽根車位置をウェアリングに近付けるようにずらせることにより間げきを元の状態にすることが容易にできるが両吸込形の場合には、そのように簡単ではない。この考案はその欠点を除くため、ウェアリングを羽根車のほうへずらせて間げきを元にもどすことを容易にしたものであってウェアリング1に円環状みぞを設けるとともに、ポンプケーシング3につば4を設け、そのつばと円環状みぞとをけい合させ、その間げき部にスペーサ5、6をそう入したものである。

この考案は上記のような構造からなるので、ポンプの長期間使用中にウェアリングと羽根車の羽根との間げきAが大きくなったときはポンプケーシングを分解してつば4と円環状みぞ2のけい合部の間げきにそう入してあるスペーサ6をスペーサ5側に移すか、また

はウェアリング1を加工することによって前記間げきAを再調整し、ポンプの効率を良好に保つことができる。(野村)

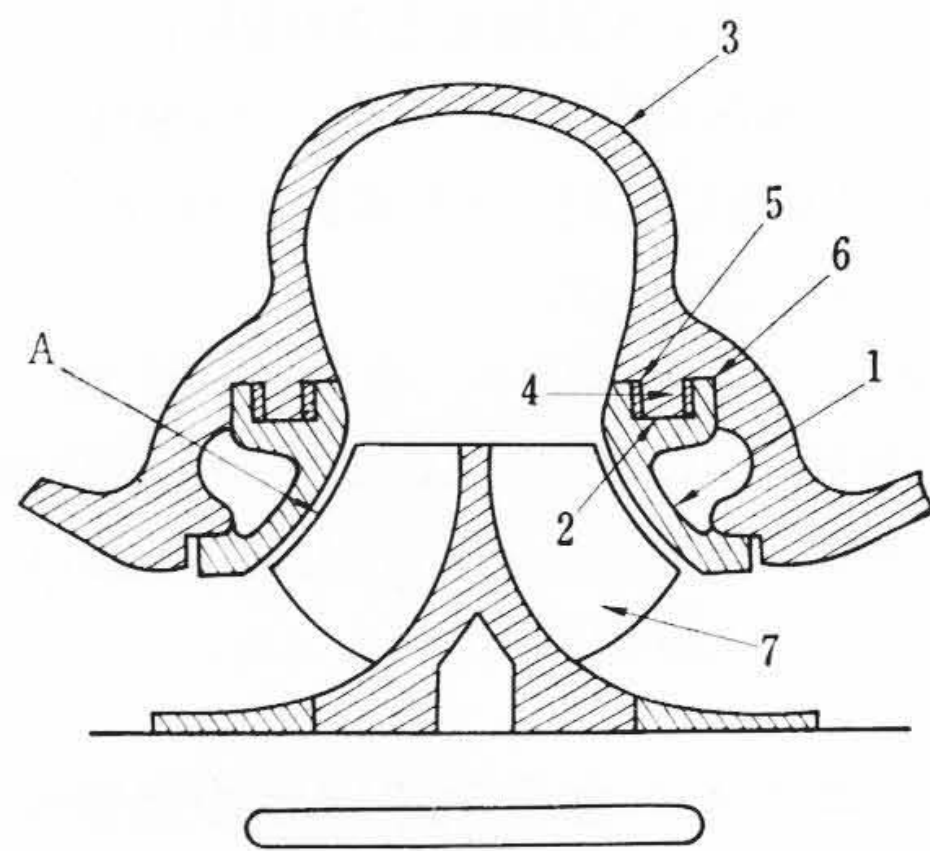


図 3

第31巻

目

次

第9号

- ・特集 / 瀬戸内
- ・グラフ / 因ノ島
- ・解説: 明日にける瀬戸内
- ・座談会 / 陽気で気楽な腕くらべ
- ・ルポ / 走る・蹴る・ゴールだ

- ・ハイライト / 竹のいのちを編む
- ・紹介 / 熱砂の国へ
- ・ジャカルタ見本市
- ・光の専門工場完成・日立青梅工場
- ・サイエンスジョッキー

発行所 日立評論社

東京都千代田区丸の内1丁目4番地
郵便番号 100

取次店 株式会社 オーム社書店

東京都千代田区神田錦町3丁目1番地
郵便番号 101

振替口座 東京20018番