

## 汚損面における乾燥帯の形成

Formation of Dry-Band on Contaminated Surfaces

石井 勝\*・河村 達雄\*・新藤 孝敏\*\*

Masaru ISHII, Tatsuo KAWAMURA and Takatoshi SHINDO

### 1. はじめに

汚損面の絶縁耐力は、同じ長さの気中ギャップにくらべて、異常に低い値を示すが、その原因は絶縁破壊機構を互いにかなり異にするためである。汚損面の絶縁破壊機構は、定性的には次のように説明される。すなわち絶縁物の表面をおおう、電解質を含んだ汚損層が湿潤することによって導電性の皮膜が生じ、汚損面にかかる高電圧によって、もれ電流が流れはじめる。汚損面の不均一性あるいはもれ通路の形状により、その電流密度が他の部分よりも大きくなる場所では、ジュール熱の集中による乾燥が他よりも早く進行する。これは電流のもれ通路を狭めて、一層の電流の集中を招く結果、最終的には汚損面を横切る幅の狭い乾燥帯が生じる。そしてこの部分が、汚損面にかかる高電圧の大部分を負担するため、空気の絶縁破壊強度を越える高い電界強度が局部的に生じ、汚損沿面アーケークが進展し得る状態となる。

これまでに行われている汚損面の絶縁破壊機構の研究は、汚損沿面アーケークの進展に関するものがほとんどであり、汚損ラッシュオーバ電圧に乾燥帯の及ぼす影響、および乾燥帯が形成されるまでの熱的過程についての定量的な研究は、極めて少ないのが現状である。筆者らは、初めて汚損面の温度分布の連続測定を行い、動的なシミュレーションの結果と組み合わせることによって、乾燥帯の形成に至る過程を定量的に解析することができた。本報告ではその結果について述べる。<sup>1)2)</sup>

### 2. 実験結果

乾燥帯の形成状態は印加電圧波形により異なってくる。汚損面にインパルス電圧のみを印加して、10ms以内の短時間の間にラッシュオーバさせた場合は、交流あるいは直流を印加して数秒後にラッシュオーバさせた場合と異なり、乾燥帯の存在は視認できない。しかし、ラッシュオーバしない程度の交流電圧を事前に印加して乾燥帯を形成させた後にインパルス電圧を印加すると、ラッ

シオーバまでの時間が短くなり、ラッシュオーバ電圧も低下することから、汚損面の熱的破壊過程はこの場合にも重要な意味を持つことは明らかである。

乾燥帯の形成が明確に認められ、かつ絶縁設計上も重要な交流高電圧のもとにおける乾燥帯の形成過程を、モデル汚損面において実測した。モデル汚損面は図1に示したような形状であり、高電圧を電極AB間に印加すると、乾燥帯は必ず電極Aの近傍の汚損面上に生じる。汚損面には、再現性が良好なこと、および均一な面が得られることから、図に示した形状のざら紙に一定量の塩水を含浸させたものを用いた。これ等を厚さ2cmのガラス板上に配置することにより、がいしの熱的作用も含めて、実際の汚損面を模擬することができる。汚損面上の温度分布は、線走査赤外線放射温度計を用いて測定することにより、1次元の温度パターンを毎秒18回得ることができた。

試験に際しては交流高電圧を突印し、温度分布および電極間のもれ抵抗の時間変化を測定した。また自然対流のもとでは実験結果のばらつきが大きくなるので、送風機による一定の風速のもとで試験を実施した。塩水濃度0.1%，印加電圧2.1kVのとき得られた温度分布の時間変化を、電圧を突印した瞬間をt=0として、図2、図3に示す。図3の横断線における温度分布は、図1の

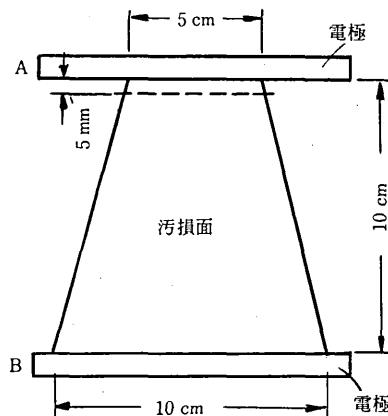


図1. モデル汚損面の形状

\* 東京大学生産技術研究所 第3部

\*\* 電力中央研究所

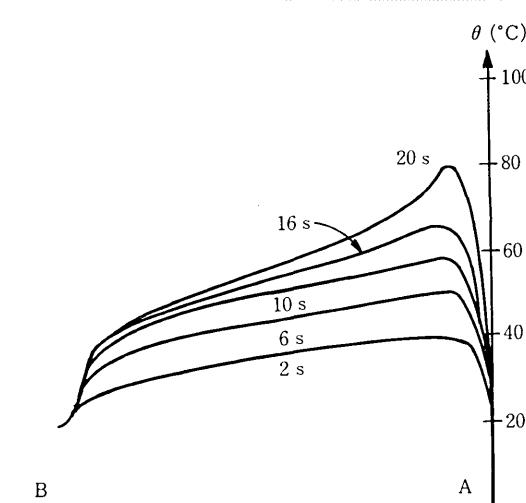


図2 汚損面中心線上の温度分布の実測結果

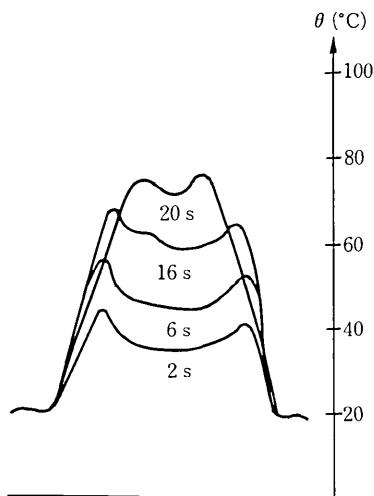


図3 横断線上の温度分布の実測結果

A電極から5mm離れた点線で示した位置で得られたものである。明らかに汚損面の端部の存在による不均一な温度分布が見られるが、この横断線における温度分布の不均一性は、B電極から5cm程度離ればほとんど認められない。

### 3. 実験結果の解析

乾燥帯の形成に関する定量的な解析を行っている例は少なく、非定常な過程の実験結果の詳細な解析が行われた例はない。ここでは最初に汚損面の横方向の端の存在を無視した1次元モデルにより解析を試みる。この手法は、一般に回転対称の形状をなしている実がいしが、平等汚損されている場合に適用できると考えられる。解析に当た

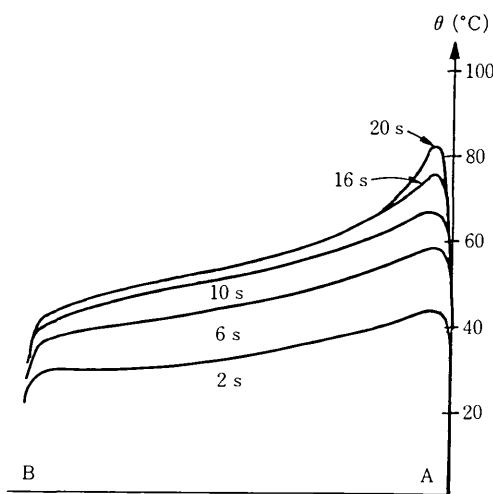


図4 中心線上の温度分布の1次元モデルによる計算結果

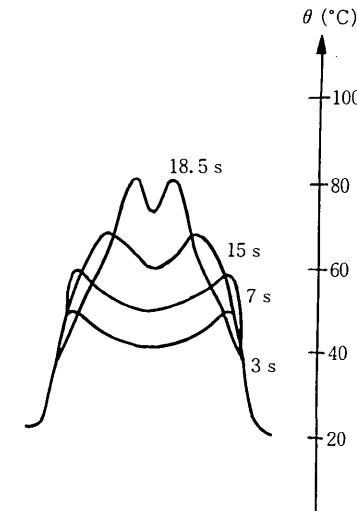


図5 横断線上の温度分布の2次元モデルによる計算結果

っての熱収支としては、ジュール熱、空気との間の熱伝達、熱電導、および水の蒸発による潜熱を考慮した。これ等の式の中の諸定数は、実験条件からすべて定まる。

1次元モデルにより、汚損面の中心線上の温度分布の時間変化を計算した結果を図4に示す。計算条件は図2の実験時の条件と同一である。両者の間には良い一致が見られる。温度は理論値の方がやや高いが、これは図3に見られるような、横断線上での温度分布の不平等性が原因と思われる。計算は電圧印加後20秒までしか示していないが、この後1秒程度で温度の最大値は100°Cを越す。また実験では20秒±3秒程度で局部的な電界集中のため、乾燥帯の位置で火花が生じた。

横断面での温度分布の不平等性、および実際の汚損面

## 研究速報

において重要な役割を果たすと思われる、局部的な汚損の不平等の影響を検討するためには、1次元モデルでは不十分である。そこで電流密度の2次元的な分布を考慮した解析を行った。この場合には熱伝導方程式は3次元となる。電流分布の解析には、面上の局部的な導電度が場所と時間の関数で大きく変化するため、有限要素法を用いた。図3の実測例に対応する計算された温度分布を図5に示すが、この場合も両者の間に良好な一致が見られる。

## 4. 結 言

これまで扱いが困難であった、汚損面における乾燥帯形成過程の定量的解析が可能であることを初めて明らかに

にし、実測と比較することによって、その計算手法の妥当性を示した。本解析手法は、交流数サイクル程度の短時間における、汚損面の絶縁破壊特性を解析する上で有用と思われる。

なお、本研究は本所選定研究費の補助により行われたものである。  
(1979年3月31日受理)

## 参考文献

- 1) 河村、石井、新藤：昭和52年電気学会全国大会講演論文集1316.
- 2) 河村、石井、新藤：昭和53年電気学会全国大会講演論文集1026.

## 次号予告(8月号)

## 研究解説

気体凝縮層によるクライオソープション・ポンピング.....{荒川一郎  
辻泰

## 調査報告

1978年宮城県沖地震後の消防・救急活動とごみ処理.....{片山恒春  
増山由龍  
磯山春二

## 研究速報

3%マンガン鋼の前オーステナイト粒界に沿ったニッケルとクロムの拡散のマイクロプローブオージェ解析.....{古山直洋  
石川一肇  
清水

波浪発電装置に関する基礎的研究—第一報—(Salter Duckに作用する流体力).....{前田久律  
岩瀬明雄  
田瀬文雄

シリカアルミナ酸点被毒によるアンモニア微分吸着熱の変化.....{谷口立和  
増田文男  
堤人浩  
高橋男浩

イリドーTCNQ電荷移動錯体の生成反応.....{三友俊一次  
木屋伸夫  
妹瀬學

WO<sub>3</sub>薄膜のエレクトロクロミック効果.....{堀尾重夫  
安駒和明  
生和芳

汚濁河川水の浄化に関する研究  
—野川の藻類生産力に与える処理の効果—.....{鈴木基之  
茅原明卓  
横山功  
重井

炭化物粒子分散強化チタンの抵抗焼結(1)  
—物理的・機械的性質と組織—.....{明智清  
原明善  
智四郎