

振動容量型電位計の電極面の汚れに基づく誤差について

小川 岩 雄

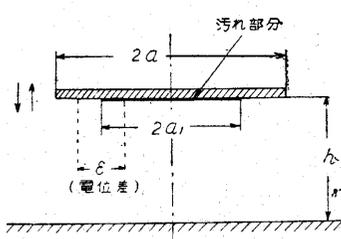
振動容量型電位計は、接触電位差・表面電位などの微小直流電位差の測定や、放射線による電離電流などの微小電流の積算等に好適な新装置として最近注目を引いているが、その精度・感度・信頼度の向上をはかる場合のひとつの大きな問題として、静電的誤差の問題がある。

すなわち、変換器の振動容量を構成する2つの電極面が、何れも均一な表面電位を示し、且つ他の物体からは充分遠ざけられている場合には、電極間の容量をC、電位差をE、極板の電荷を±Qとすると

$$Q = CE, \quad \therefore \Delta Q = E \cdot \Delta C$$

となるので、電極の振動による容量変化 ΔC に伴う電荷の出入 ΔQ を増幅して適当な指示器(オシロスコープなど)で観測していれば、 $\Delta Q = 0$ すなわち信号の消失は、 ΔC の如何にかかわらず、つねに $E = 0$ を示すことになる。そこで電位差計によりEを打ち消す符号の逆起電圧を電極間に加えて零位法を行えば、指零点は電極の形や振動の姿勢に無関係となる。ところがもし前述の条件が満たされず、両電極の近傍に両電極のいずれとも異なる表面電位の物体が存在するか、または電極面の電位が汚れ、酸化などの原因によって均一でない場合には、両電極とこの第3の電位の部分との間の容量変化に伴う電荷の出入が附加される結果、(1)指零点のずれによる系統的誤差の発生、及び(2)指零点のぼけによる零位法の破たんという2つの障害が発生する。

この事情はさきに筆者が指摘し、その数式的取扱いの一般の方針を示した(1)ところであり、この電位計の使用のさいの多くの経験を定性的に説明するに足るものであるが、この種の誤差の大きさの数値的検討がなお充分でなかったので、振動電極面に汚染がある場合についてひとつの模型的計算を行ってみた。



第1図

計算の便宜上、第1図に示すような断面を持つ電極配置について2次元的に行った。すなわち無限に広い平面電極に平行に、距離hをへだてて幅2aの薄い帯

状電極を向い合わせ、帯状電極の‘内側’の面の中央部の幅2a1の領域が汚れていて、他の部分よりもεだけ高い電位にあるものとし、その他のどの部分の電位も均一であるとする。また振動は両電極面に垂直な方向に行われる場合を考える。

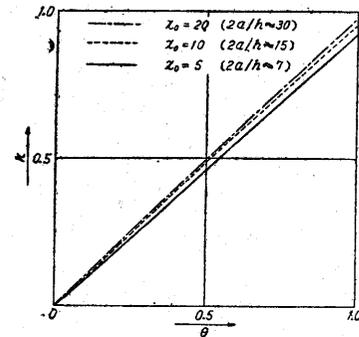
このような電極配置(境界条件)における静電場の分布は、Schwarz-Christoffelの変換を用いた等角写像に

よって、2つの同心円の間の環状領域の静電場からみちびくことができる(2)。その写像函数に含まれるδ-函数を、Jacobiの虚数変換により展開し、ふつうの振動容量変換器で実現されている $a > a_1 \gg h$ の条件のもとで高次項を省略して計算を進め、さらに適当な逐次近似を行ってなるべく explicit な解を求めた。

その結果得られた示零点のずれ E_0 及びぼけ ΔE_0 (電極間の直流電位差相当値) はそれぞれ

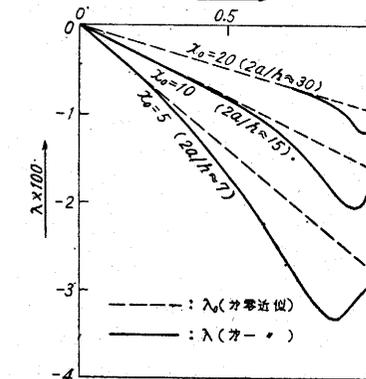
$$E_0 = -\kappa \cdot \epsilon \quad \Delta E_0 = \lambda \cdot (\Delta h / h_0) \cdot \epsilon \quad (h_0 = \text{電極間平均距離})$$

の形に書き表わされ、係数 κ 及び λ はいずれも $\theta = a_1/a$ および $x_0 = (\pi/2) \cdot (a/h_0)$ の両者に依存する函数となる。実際遭遇する程度の大きさの x_0 について κ, λ を汚れの被覆度 θ の函数として図示したものが第2,3図である。このように予想通り $\kappa \sim \theta$ 、すなわちずれ E_0 は汚染電極の平均電位にほとんど



第2図

ひとしく、εと同程度であるのに対してぼけ ΔE_0 はごく小さく $\lambda \sim 10^{-2}$ 、すなわち振幅が極めて大きく $\Delta h/h_0 \sim 1$ のときさえもたかだかεの2~3%程度に過ぎない。しかし例えば $\epsilon \sim 1\text{Volt}$ のとき $10^{-2}\text{Volt} = 10\text{mV}$ 程度までは



第3図

示零点がぼけることは設計・使用に当たって留意する必要がある。何となれば、非対称な汚れ分布をもつ電極が角振動を伴う場合などには ΔE_0 はさらに増大するものだからである。

なおこの ΔE_0 が $\theta \sim 1 - (1/x_0)$ のとき最も顕著になることは、この場合の示零点のぼけの本来の原因が蓄電器の端縁効果にあることを示している。目下これらの結果の実験的検証を進めている。(1953.5.1)

文 献

- (1) 小川岩雄: 生産研究 1 (1949)22, 2 (1950) 92, 応用物理 19 (1950)189.
- (2) 例えば 小谷正雄: 電磁気学 (岩波, 物理学講座) p. 63 (1939)