

九州電力株式会社 総合研究所 正員 赤井六哉

正員 水津忠治

1. まえがき

近年、送電線は多回線・大容量となり、500KV送電線はすでに実用化され、近い将来は800~1000KVの種々高圧による送電も計画されている。これらの超大型送電鉄塔基礎を設計する場合、地盤の諸性質を充分把握し合理的設計を行なうことは経済性、安全性の面からみて、きわめて重要となっている。

本文は現在、送電用鉄塔の設計で行なわれている基礎の土質調査法を述べるとともに、シラス、ボク、マサ土のような資料の大きい土に基礎を設計する場合の土質常数の決定法について一調査を述べたものである。この考え方を適用することにより、土の破壊時強度を考えた現在のC, φの決定法に何なりとも資料の問題を相えたことになり、一般の土木建築構造物の、こうに合理的設計が可能になる。

2. 鉄塔基礎設計標準

現在の鉄塔基礎設計法はJEC-127(1958年)「送電用鉄塔設計標準」に規格化され、I式とⅡ式の2方法がある。I式は土質調査を行なわず、経験的に地盤を甲、乙、丙、丁の4種類に分けて設計する方法であるが、昔の小容量鉄塔では供えても、現在の大容量鉄塔では供えても不経済な面が多い。当柱でもこの方法は数世ほどほとんど供えられず、土の強度常数により設計するⅡ式を採用している。Ⅱ式は次のとおりである。

圧縮力を受ける基礎

$$\frac{1}{1.5 \times F} \{ \alpha \cdot C \cdot N_c + \beta \cdot \gamma \cdot B \cdot N_r + \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q \} \geq \frac{C + G + W_s}{A} \times \mu \quad \text{----- (1)}$$

引張力を受ける基礎

$$\frac{\gamma}{F} [G + \gamma (K_1 - V_{c1}) + C K_2] \geq T \quad \text{----- (2)}$$

(1)式はTerzaghi 公式であり、(2)式は対数クセシ法(松尾隆氏の提案)と呼ばれている方法で、地盤にクセシ破壊が生じるときのスベリ面C-d-eに作用するクセシ抵抗成分とスベリ土塊a-b-c-d-eの重量のうちに基礎体重量の和が引張抵抗成分としたものである。しかし、この考え方は、基礎を掘立する場合鉛直掘り(φ-C断面)するものが普通であり、破壊面は必ずしも対数クセシ状ではないという缺點の欠点結果をみても、現実の土の破壊現象が等閑視されており、正確な事実を立脚していない面がある。

3. 土質常数の調査方法

JEC-Ⅱ式で基礎を設計する場合、必要土質常数はC, φ, γである。超大型鉄塔は普通300mに1基程度の間隔で長距離にわたって建設されるため、地質・土質は全ルートにわたって種々変化している。この全ての地点で土質試験を行ない、C, φ, γを直接求めるには多額の費用、日時を要するため、ここでは当柱で行なっている調査方法をA送電線について述べてみる。

A送電線(220KV)の全基(290基)において深さ5mのハンドオーガー調査を行ない、簡単な土質柱状図と含水比・比重を求める。つぎに、現地踏査から、地質、地質の变化を考慮して17ヶ所代表地点を選び、深さ3mのテストビットを掘り、乾さない試料を採取して、C, φ, γを求める。テストビットがうまくいった諸常数を図-2, 3に示す。一方、ハンドオーガーにより求められた全基にわたる含水比の値を図-2にプロットし、乾

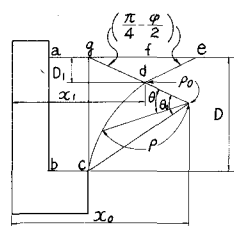


図-1 説明図

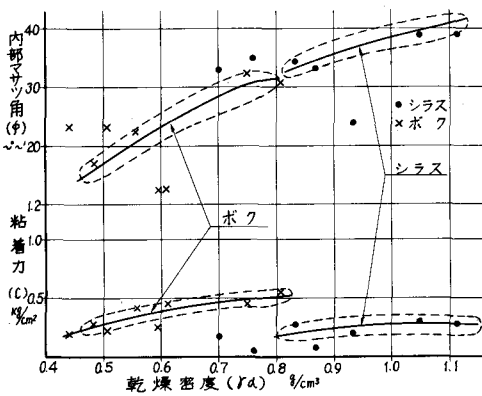


図-3 $\rho_d \sim C, \phi$ 曲線

乾燥度を求め、さうに乾燥密度から、図-3により C, ϕ を推定する。また、含水比がわきうから図-2の値と比べて不自然な場合は再調査し、その結果によつて特殊基礎として設計を行なう。なお、比重は土質の違いを判定する場合の参考とする。

4. 設計に供用する土質係数についての一提案

各鉄塔位置の土質係数は前述の方法によつて求むが、鋼材採取位置の違い・鋼材自体の密度の違い・設計式の適応性などから、技術者の判断により若干低い値を採用している。このような考え方は理論的に説明がつかず、苦心して求めた土質係数の扱い方としてはものたりない点がある。また、シラス、ボク、マサ土などの現地試験の結果から、土質係数の問題について今までの C, ϕ を採用することが懸念され、どこまで C, ϕ を低くするか不明である。そこで、素直な考えで C, ϕ を採用するについての考え方を、次のような結果を考えてみた。

現在のモールの応力円は破壊時の強度で、ヒズミの大きい値での強度係数であり、鉄塔基礎のように $2 \sim 3$ 程度の素直な許されない構造物の場合、地盤によつては破壊より素直によつて設計が決ることが多い。このため、弾性領域内のヒズミを考えてみる。図-4に示すように $E \sim P$ 曲線を各側圧別にプロットし、0.1, 0.2, 0.3, 0.5, 1, 1.5, 2% のヒズミに対する接線土質係数を求める。

つぎに、ヒズミと接線土質係数を図-5のように示せば、両者の関係は折線で表現され、弾性域から塑性域への移行と考えられる遷移点が求まる。その点のヒズミに対する応力を用いてモールの応力円を描くと図-6になる。(図-5、6は $\sigma_3 = 0.5 \text{ kg/cm}^2$)
ここで求められた接線と弾性域でのせん断強度係数として採用することにより、素直な問題になる設計には充分対応できるものだと考える。

5. 参考文献

「送電用鉄塔設計標準」 電気学院

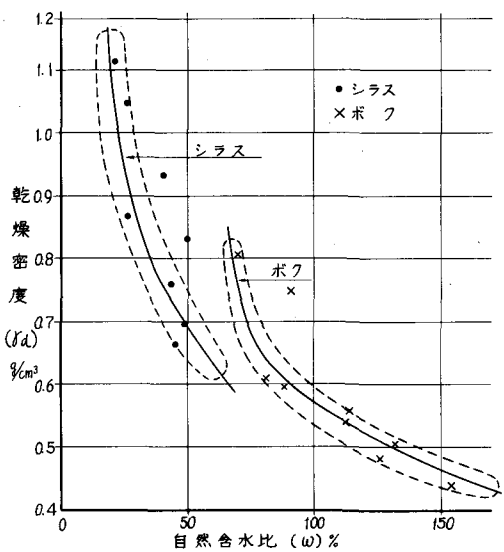


図-2 $\omega \sim \rho_d$ 曲線

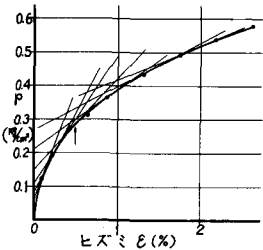


図-4 $E \sim P$ 曲線

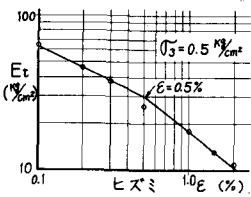


図-5 $E \sim E_t$ 曲線

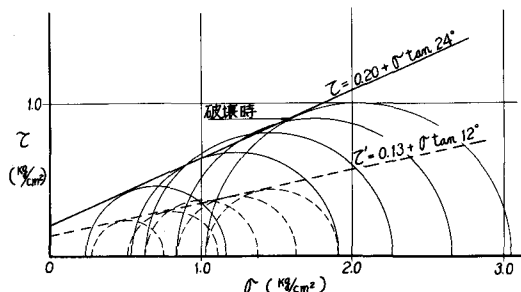


図-6 モールの円