

【 42 】

氏名	大 西 千 秋 おおにしちあき
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	論 理 博 第 210 号
学位授与の日付	昭 和 42 年 7 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	瀬戸内におけるある花崗岩体の載荷実験結果の解析
論文調査委員	(主 査) 教 授 初 田 甚 一 郎 教 授 吉 沢 甫 教 授 中 沢 圭 二

論 文 内 容 の 要 旨

中国・四国連絡送電線は、愛媛県今治市の海岸より広島県竹原市まで5つの島を經由して瀬戸内海を横断しているが、そのうち大久野島一忠海線は、鉄塔間距離の長さ、鉄塔の高さなどその規模において世界第一と称せられているイタリーのメッシナ海峡横断送電線に匹敵するものである。

本論文は、申請者が電源開発株式会社に在職中、これら鉄塔脚の基礎地盤の調査責任者としてたずさわった各種の試験のうち、基盤をなす風化花崗岩、いわゆる真砂(まさ)について行なった載荷実験の結果処理について新しい方法によって解析を試み、それに対して行なった考察を述べたものである。

実験はいずれも J I S 規格にしたがって行なっているが、初載荷実験では、掘さくした 2.2m 角の井戸の異なる深度における自由表面において荷重と沈下量の関係を求め、両対数グラフに表わした場合に見いだされる折点は真砂の降伏点を示す。実験は最大荷重強度 22.6kg/cm² まで行なっているが、なお降伏点を示さない場合もある。一般には荷重の増加とともに沈下量は増加し、深度が増すにしたがって減少するが、地表より浅い部分では風化状態の不均一によってこのようにならない場合もある。

従来荷重と沈下量との関係を取り扱う場合に、次に示す Boussinesq の式が一般に用いられている。これは半無限完全弾性体の表面に完全剛体の半径 a の円盤を置き、この円盤に全荷重 p を加えたときの沈下量 w を示すもので、 E_s 、 ν はそれぞれ静ヤング率およびポアソン比である。

$$w = \frac{p(1-\nu^2)}{2a E_s} \dots\dots\dots(1)$$

いま荷重強度(単位面積荷重) q は $p/\pi a^2$ であるから $\nu=0.25$ と仮定すれば

$$q = E_s \left(\frac{w}{1.5a} \right) \dots\dots\dots(2)$$

さて、今回の実験結果から荷重強度は沈下量のべき関数で近似されることがわかったので、申請者は、応力・歪関係を表わす一般式から暗示を得て、次の式を考案した。

$$q = B \left(\frac{w}{1.5a} \right)^{\mu'} \dots\dots\dots(3)$$

ここに B は応力の次元をもつ定数で、 μ' は無次元の定数でみかけ歪硬化指数と命名している。測定から見いだされた μ' の値は 0.55~1.56 の範囲内にあり、 $\mu'=1$ の場合は被載荷物体を完全弾性体とみなした場合の Boussinesq の式と一致する。 $\mu'>1$ の場合は荷重が大になると物質が硬くなることを示し、 $\mu'<1$ の場合は軟くなることを示す。全実験か所中 $\mu'<0.9$ の場合は4か所、 $\mu'=1$ の場合は4か所、 $\mu'>1.1$ の場合は7か所であった。

また、同一深度であっても荷重の範囲が異なると μ' 、 B ともに変化する現象が共通に認められ、両者の間には次のような直線関係が成立し、

$$\mu' = \kappa (B+h) \dots \dots \dots (4)$$

(κ , h は定数)

$\kappa=0.136\text{m}^2/\text{kg}$; $h=-10.0\text{kg}/\text{m}^2$ なる値を得ているが、これはこの地域の真砂の特性の一つを示すものと考えている。

みかけ歪硬化係数 μ' と海拔高 (EL) との関係に注目すると、一般には EL が減少するにしたがい μ' は増加し、言いかえると深部ほど支持力が大になる傾向がみられるが、 μ' と全荷重の関係では荷重がある極限值を超えると μ' が急速に減少する。これはこの特定荷重を受けることにより真砂の粒子間の結合状態に変化が起るためと解釈している。

初載荷実験の最終深度より 1 m 下の自由表面において繰返し載荷実験を行なっている。その目的は鉄塔と架空送電線の受ける風圧によって鉄塔脚の基盤が繰返し受ける荷重の変化にどのような反応を示すかを知るためである。繰返し載荷実験における全荷重の範囲は $0 \leq 5$ トンおよび $0 \leq 10$ トンで、繰返し回数 N は場所によって 6, 10 および 23 である。最終全沈下量 W_N と N との間には

$$W_N = \frac{N}{a+bN} \dots \dots \dots (5)$$

a , b は定数

の実験式が成立し、実験結果から全荷重の二つの範囲に対する a , b の値を求めている。 $1/b$ は無限回繰返ししたときの全沈下量にあたる。これと海拔高との間に直角双曲線関係がありそうであるが、資料数が不十分なので将来の研究を希望している。

参考論文は、RI を用いた地下水の移動、管内流量測定、セメント注入効果の調査研究と電気探査、引上耐力試験および貫入試験等による中・四連絡送電線鉄塔基部の地盤強度の調査に関するものである。

論文審査の結果の要旨

中・四連絡送電線の海峡部における大鉄塔の基礎地盤の耐力試験を取り扱ったものであるが、その通路にあたる部分には深層風化を示す花崗岩 (いわゆる真砂) が存在し、世界第二といわれる工事規模の大きさとあまって鉄塔基礎地盤の地質工学的性質を明らかにすることは非常に重要であった。申請者は、このために行なわれた諸種の調査・実験のうち載荷実験をとりあげ、その結果処理に当って新しい工夫をとり入れて考察を試み、真砂体の性質についていくつかの新知見を得ている。

まず初載荷実験では、井戸を段階的に掘り下げ、各段階における井戸底の自由表面に半径 a の鉄製円

形加圧板を設置し、これに荷重を加えた場合の自由表面の沈下量 w と単位面積当りの荷重 q との関係は Boussinesq の式が通常用いられているが、実測による $q-w$ 関係の非直線性を説明できない。そこで応力 (σ)、歪 (ε) の関係をあらわす一般式

$$\sigma = A\varepsilon^n \dots\dots\dots(1)$$

にヒントを得て

$$q = B \left(\frac{w}{1.5a} \right)^{\mu'} \dots\dots\dots(2)$$

$\left. \begin{array}{l} A, B : \text{応力と同じ次元の定数} \\ \mu, \mu' : \text{無次元の定数} \\ \text{ポアソン比を } 0.25 \text{ と仮定} \end{array} \right\}$

なる式を考案した。測定から見いだされた μ' の値は 0.55~1.56 の範囲内にあり、 $\mu' > 1$ の場合は荷重が大になるにつれて物質が硬くなることを示すので、 μ' をみかけ歪硬化指数と名付けている。 $\mu' = 1$ の場合は完全弾性体の場合で Boussinesq の式と一致する。全実験か所中 $\mu' < 0.9$ の場合は 4 か所、 $\mu' = 1$ の場合も 4 か所、 $\mu' > 1.1$ の場合は 7 か所あった。また同一深度でも荷重の範囲が異なると μ', B ともに変化する現象が共通に認められ、

$$\mu' = \kappa (B+h) \dots\dots\dots(3)$$

κ, h は定数

なる関係がみいだされ、実測値から求めた $\kappa = 0.136 \text{m}^2/\text{kg}$, $h = -10.0 \text{kg}/\text{m}^2$ の値はこの地域の真砂の特性の一つを示すものと考えられる。

つぎに風圧の変化に伴う荷重の変化の基盤強度に及ぼす影響をみるために繰返し載荷実験を行なっているが、繰返しの回数 N が無限大の場合の全沈下量 w_∞ を経験式によって求めると、 w_∞ と載荷面の海拔高との間に直角双曲線の関係がありそうな結果を得ている。また、初載荷過程における $\mu' - B$ 関係と繰返し載荷最終サイクル (N) の加重過程における $\mu'_N - B_N$ 関係とはほとんど同一直線であらわしうなことをみだし μ'_N と μ' との関係も直線的で、両者が等しい値をとるときの μ' の値もこの地域の真砂の特性の一つであると結論している。

以上の成果は本地域の風化花崗岩の荷重に対する特性を明らかにするとともに、将来同様の実験を必要とする場合にとるべき方針を与え、土质地質学上問題となっている花崗岩の風化現象の解明に一翼をになうものと考えられ、今後の地質学およびその関連分野に寄与するものである。また、主論文、参考論文を通じて、これらの分野に豊富な知識と研究能力を持っているものと認められる。

よって本論文は理学博士の学位論文として価値があるものと認める。