

II-4 地盤の弾性および変形諸常数に関する一考察

京都大学 学生員 川村満紀

1. はしがき

自然地盤における沈下はほとんど弾性的でないといわれており、いろいろ複雑な問題を含んでいる。粘土について、これまでの数多くの理論によれば沈下は次の2つの段階に区別して考えることができる。オ一：いわゆる弾性沈下と呼ばれるもので、荷重がごく短時間作用した場合に至するもの。オニ：長期荷重が作用した場合に至る沈下の時間経過による増加である。この場合地盤の応力-変形特性について実明することは沈下に関する研究に欠くべからざるものであり、本研究は上述の二つの場合に考えられる諸常数の性質について実験的考察を試みたものである。

2. 地盤係数と地盤の弾性係数との関係について

地盤の弾性係数(E)と地盤係数(K)との関係について Schleicher が載荷試験より次のような関係式を導いている。

$$E = \omega \frac{F}{\varepsilon} \sqrt{F} = \omega \cdot K \sqrt{F} \quad (1)$$

ここで ω : 常数 P : 圧力 ε : 沈下量 F : 載荷板面積

(1) 式の意味について考えてみる。式(1)に $E = P/\varepsilon$ より考えて、 $\omega \sqrt{F}$ は供試体の高さに当てるものであることがわかる。実際地盤における応力分布は図-1において④のような形になるが、④という圧力面を p 、高さ $t_m = \omega \sqrt{F}$ の矩形で置き換えるならば、 t_m はたとえば一軸試験における供試体の高さと考えられ、その意味で等価供試体高さといえる。載荷板が円形のときは $\omega = \sqrt{\pi/2}$ をとる。ここではこの式(1)がどれほどの妥当性を持っているかを実験により確かめるため倉敷市水島の埋立地で行なわれた載荷試験を利用した。その荷重-沈下曲線の初期傾度より求めた地盤係数 K は 0.12 kg/cm^2 であった。

またこの載荷試験には直径 3.92 m の底面をもつ鋼製水槽を用いたので $t_m = 3.1 \text{ m}$ となり、(1) 式の右辺は 3.8 kg/cm^2 となる。一方(1)式の左辺の E については Schleicher は何ら触れていない。

ここでは二つの場合について考えてみた。オ一は側方非拘束の一軸圧縮試験の応力-ひずみ曲線よりえられるもの、オニは三軸圧縮試験(非排水)の応力-ひずみ曲線よりえられるものである。ここで試料は $t_m/2$ の深さすなわち地表面下約 1.5 m のものを用いた。オニの三軸圧縮試験の側圧 σ_3 は $\sigma_3 = \gamma h + \gamma_w h$ により計算したものである(γ : エの単位体積重量、 γ_w : 水さ γ_w : 一軸圧縮強度)。この場合は $\sigma_3 = 0.45 \text{ kg/cm}^2$ となった。このようにして求めた結果、オ一に対しては $E_I = 3.52 \text{ kg/cm}^2$ 、オニに対しては $E_{II} = 3.00 \text{ kg/cm}^2$ となり、オ一、オニはすべの弾性係数をとっても大差なく、また載荷試験から(1)式により E を求めても、かなり信頼できるものであることが実証できた。

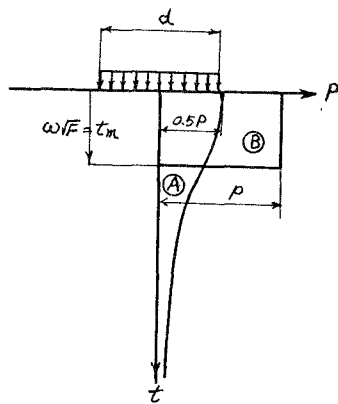


図-1

3 エの応力-変位特性に関する実験的考察

一般的に於いて、土の弾性係数 E を求める試験は側方の拘束条件の差違により三つの場合に分けられる。まず一軸圧縮試験の結果から求まる非拘束弾性係数(E_u)と側方を完全に拘束しているという意味で圧密試験の結果より得られる拘束弾性係数(E_c)が考えられる。しかし実際地盤内の応力状態は上の二つのいずれでもない。したがって地盤の弾性係数として考えられる他の一つは三軸試験において、ある側圧 σ_3 を与えて得られる部分的拘束弾性係数(E_p)である。ここでは拘束弾性係数 E_c の性質についての実験結果を述ぶ。圧密試験結果の表示法として、最も一般的に圧力-間隙比曲線としての表示法の他に圧力-沈下曲線としての表示法がある。これは各荷重段階で24時間圧密を行いその全沈下量をその荷重段階での最終沈下量として、普通目盛の方眼紙に $e-p$ 曲線を描き、さらに各圧力に対する曲線の接線が水平となす角の余切(cotangent)をとり、それを E_c として両対数方眼紙に $\log E_c - \log p$ 曲線として整理する。このように整理した例として図-2と図-3に示す。

Okadaによると $\log E_c - \log p$ 曲線は直線になる。すなわち $E_c = a \cdot p^k$ ($k\%$ /cm 2) という関係が成立し、特に処女圧縮においては $k=1$ となる。そして反覆膨脹の場合は直線の傾度がゆるくなるともいつている。筆者の実験結果によると図-3から明らかのように、処女圧縮ではいずれもほぼ45°の傾度を示したが、反覆膨脹の場合はOkadaの結論と異なり、試料によって必ずしも処女圧縮の場合よりもゆるくなりなかりで、むしろ急な傾度を示すものさえあった。しかし反覆圧縮は処女圧縮の傾度よりゆるいという結果を得ている。

$\log E_c - \log p$ 曲線はさらにもう一つの重要な特性をもっている。それは図-3からも明らかのように初期荷重部分で折れさくということである。この事実はその折点の示す荷重が先行圧縮荷重であることを如実に物語っている。それは反覆圧縮の場合の傾度は処女圧縮の場合の傾度よりもゆるいということと図-3からわかるように、折点荷重以下の直線が反覆圧縮の直線にほぼ平行であるというこれら二つの事実を考え合わせると容易に理解できるであろう。

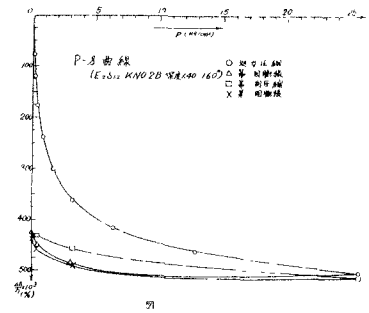


図-2

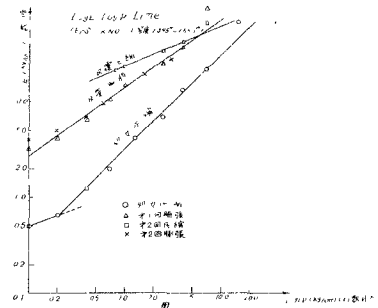


図-3