

III-27 砂の变形について

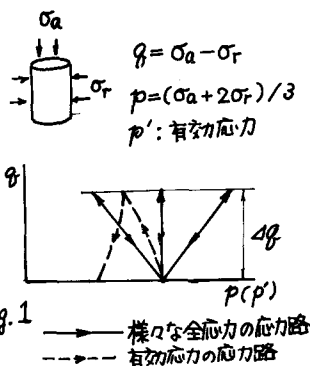
東京大学工学部 学生員 龍岡文夫

§まえがき

非排水状態にある土がせん断を受ける時の有効応力変化を予想できれば、有意義なことと思われる。三軸試験において、くりかえしせん断を受ける飽和砂の排水状態における体積変化と、非排水状態における間隙水圧変化（有効応力変化）に現象的関連があることが認められるので、⁽¹⁾数値的にも関連付けられる可能性があると思われる。ここでは、それについての若干の考察を述べたい。上記の関連付けをするには、次のことが利用していることが必要と思われる。

1. 非排水状態の砂がせん断を受ける時の有効応力変化は、 Δq （せん断応力変化）のみにより、 Δp （外から加えた平均主応力変化）にはよらないか？ すなわち Fig. 1 の様に Δq の大きさの同じ様な全応力の stress path に対して、一義的な有効応力の stress path が定まるか？

2. 体積変化をするような排水試験の結果から、体積変化しないような stress path を求められるか？ すなわち、体積変化を応力の関数であらわせて、それから体積変化 = 0 となるような応力関係が求まるか？



これらは、必ずしも明らかなこととは思われる。

§排水時体積変化と、非排水時有効応力変化の関連付けに必要な諸仮定（三軸装置を想定して）

今、 $\sigma_r = \text{const.}$ 排水試験で $q=0$ の状態から 1 回のくりかえしせん断を受ける砂の体積変化と、等圧圧縮試験における体積変化から、それに対応する非排水状態の砂の有効応力変化と推定するとする。

仮定 1) 排水時体積変化を $dv = f(p)dp' + g(q/p')d(q/p')$ (1)

であらわせるとする。(1)式はある一定の間隙比、応力履歴について成り立つとする。これは、村山氏の p' -一定排水試験で体積変化は p' によらず q/p' によるという実験結果⁽²⁾と、 q/p' -一定排水試験で体積変化は q/p' によらず p' によるという仮定にもとづいている。又、 p' -一定排水試験で p' が異なり、 $(q/p')_{\max}$ の等しい一連のくりかえし試験における残留体積歪は等しいと仮定している。(Fig. 3)

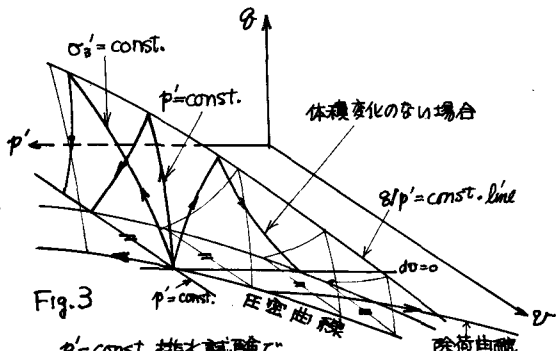


Fig. 3

$p' = \text{const.}$ 排水試験で $(q/p')_{\max}$ の等しいくりかえし荷重を様々な p' で行った時の (q, p', v) 空間での state-surface と他の試験における state path の関係 (仮定)

仮定 2) 1) σ'_s -一定排水試験、 p' -一定排水試験と

圧縮および除荷試験の

結果を次のように

仮定する。 $V_{(0)PB} =$

(Fig. 2 で O から P ま

で圧縮された sample

が PB の stress path

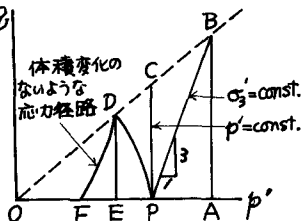


Fig. 2

をと、 t 時の体積変化) = $V_{(OP)CP} + V_{(OP)AP}$, $V_{(OP)BP}$ (= OPC の stress history を持つ sample から CP の stress path をと、 t 時の体積変化) = $V_{(OP)CP} + V_{(OP)AP}$ ① p' -一定排水試験の結果と、体積変化と起こさない様な stress path の関係は、 $V_{(OP)PD} = 0 = V_{(OP)EP} + V_{(OP)PC}$, $V_{(OP)DF} = 0 = V_{(OP)FE} + V_{(OP)CP}$ と仮定する。これらの関係を (σ, p, v) 空間で図示したのが Fig. 3 である。すなわち、体積変化をしない様な stress path は、同じ $(\partial p'/\partial \sigma)_{max}$ を持、 t -連の p' -一定排水試験の結果の作る state surface の上にあると仮定している。

仮定 3) 非排水状態の砂の有効応力変化は $\Delta \sigma$ のみによって定まる、と仮定する。

5 計算例 (三軸圧縮試験を元にして)

$(\partial p'/\partial \sigma)_{max} = 1.25$ の非排水試験に対応する、排水試験から推定する非排水状態での有効応力変化を上記の諸仮定に従って求めてみよう。1) 載荷時、11)式を $q = p' - \sigma$, $p' = 1$ から積分すると、 $v = \int_{p'=1}^{p'} f(p') dp' + \int_{q=0}^q g(q) dq$ 。この σ - p' 一定の排水試験の体積変化、 $\int_{p'=1}^{p'} f(p') dp'$ を圧密、除荷試験の結果とすると、 $\int_{q=0}^q g(q) dq$ は、 p' -一定排水状態の砂の、 $q=0$ から $q=q$ までせん断を受けた時の体積変化量であり、 $v = \int_{p'=1}^{p'} f(p') dp'$ から求まる。

(Fig. 4) 次に、体積変化のないような stress path は、

$\int_{p'=1}^{p'} f(p') dp' + \int_{q=0}^q g(q) dq = 0$ を満足しなければならぬから、ある

q に対応する $\int_{q=0}^q g(q) dq$ に対して、上式を満足

する p' を求めることができる。2) 除荷時も

同様にして、Fig. 4 のように q^* に対応する p'^*

を求めることができる。このようにして求

めた、 $(\partial p'/\partial \sigma)_{max} = 1.25$ に対する $q-p'$ 関係を

$\sigma-p'$ 面に plot したのが Fig. 5 である。こ

れによると、推定曲線は、測定曲線と似た

傾向を示していると思われる。なお、この

計算に用いた data は、三軸試験機において

ゆりずめの砂の sample から求めたものである。¹⁾

ゆりずめの砂の sample から求めたものである。¹⁾

ゆりずめの砂の sample から求めたものである。¹⁾

ゆりずめの砂の sample から求めたものである。¹⁾

ゆりずめの砂の sample から求めたものである。¹⁾

ゆりずめの砂の sample から求めたものである。¹⁾

ゆりずめの砂の sample から求めたものである。¹⁾

ゆりずめの砂の sample から求めたものである。¹⁾

ゆりずめの砂の sample から求めたものである。¹⁾

ゆりずめの砂の sample から求めたものである。¹⁾

ゆりずめの砂の sample から求めたものである。¹⁾

ゆりずめの砂の sample から求めたものである。¹⁾

ゆりずめの砂の sample から求めたものである。¹⁾

ゆりずめの砂の sample から求めたものである。¹⁾

ゆりずめの砂の sample から求めたものである。¹⁾

ゆりずめの砂の sample から求めたものである。¹⁾

ゆりずめの砂の sample から求めたものである。¹⁾

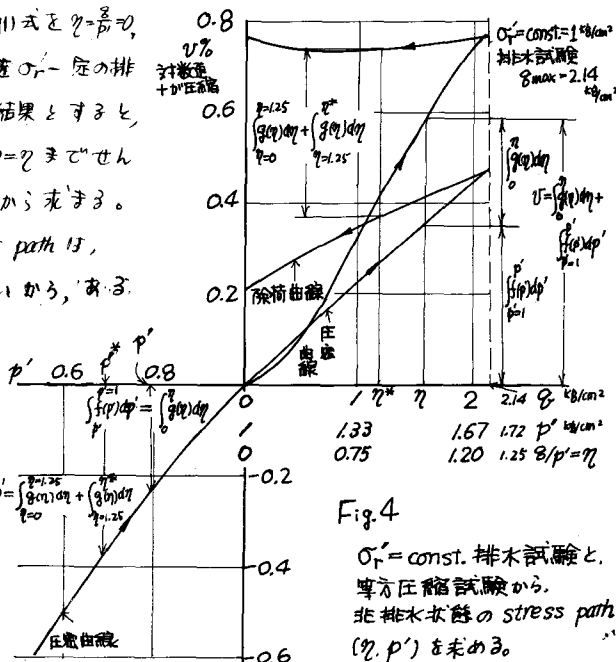


Fig. 4

$\sigma_r' = \text{const.}$ 排水試験と、等方圧縮試験から、非排水状態の stress path (q, p') を求める。

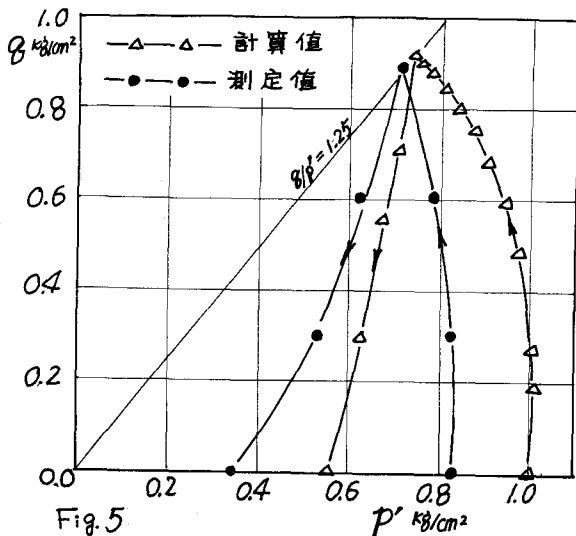


Fig. 5