

九州大学工学部 正員 内田 一郎
" " 〇 村田 重之まえがき

地盤内の水が静止状態にある場合には土粒子に作用する影響は間隙水圧のみであるが、もしそれが流動状態にある場合には地盤の骨格を構成する土粒子には流れの方向（流線と接線方向）に浸透水圧が作用する。いま図-1に示すように流路長 $4L$ 、流線間に囲まれた微小断面積を $4A$ 、 $4L$ 間の水頭差を $4H$ とするとこの微小部分は、

$$\Delta P = \gamma_w 4A \cdot 4H$$

ここに、 ΔP : 断面積 $4A$ に加わる浸透水圧、

γ_w : 水の単位体積重量

なる浸透水圧を受ける。この両辺を体積 $\Delta V = 4A \cdot 4L$ で割ると、

$$\Delta D = \frac{\Delta P}{4A \cdot 4L} = \gamma_w \frac{4H}{4L} = \gamma_w i$$

図-1 浸透流

となり、これが単位体積当たり作用する浸透力となる。動水勾配がある限度以下の場合には、この浸透力は土粒子の重量、土粒子間の摩擦力等によって平衡状態とあるが、動水勾配が大きくなり、ある限度を越えると浸透力は土粒子間に働く抵抗力に打ち勝って、土粒子が次第に動かすようになる。

このように浸透力は次元が示すように物体力であって、流れの方向に作用する力として方向性を持ち、間隙水圧とは異なった概念である。しかしながら両者の区別があまりはっきりとしないように使われているようで、これらの問題に関しては文献1)においてすでに指摘されているが、そこでは具体的な実験事実が述べられていない。

今回の著者の報告はこれらの問題に関して具体的な実験事実から考察を加えたものである。

実験結果からの考察

この実験に使用した装置は通常の三軸圧縮試験機を図-2に示すような型に改良したもので浸透水流は供試体の底部から上部へ向けて流している。なお実験の手順、試料、供試体作りおよび実験の結果などについては文献2)にくわしく載せてあるのでそれと参考にしていただきたい。

図-3は豊前砂についての浸透水圧実験からせん断抵抗角を全応力 (ϕ) 、有効応力 (ϕ') および浸透水圧を考慮した場合 (ϕ'') について示したものである。ところで ϕ' を求めるためにはすべり面との間隙水圧を知る必要があるが、浸透水圧を受ける型の実験ではそこには当然水圧に差が生じざるをえず、そのために供試体内部の間隙水圧分布は底部から上部へ向かって変化することになる。実験

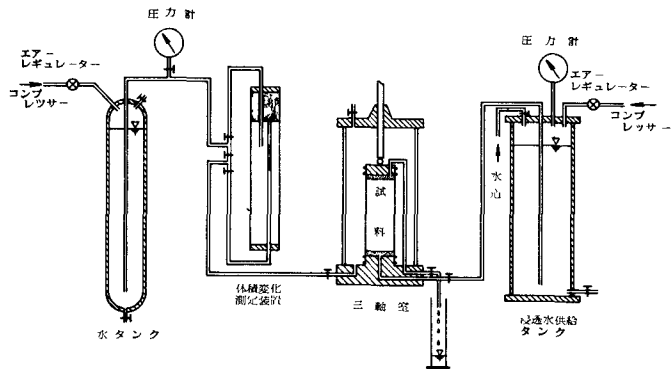


図-2 試験装置の概略図

によればその変化は供試体の底部から上部に向けてほぼ直線的に減少し、かつ台形的な分布となっている。それでここでは供試体中央の間隙水圧をすべり面上の平均的な値とみなし ϕ' を求めている。こうして求めた ϕ' は本来なる砂の排水試験から求められる ϕ_d (この図では $\tau_{wh}/\sigma_3 = 0$ の ϕ) に一致しなければならない。ところが τ_{wh}/σ_3 が大きくなると ϕ' は ϕ_d の値から離れて大きくなるという矛盾が生じている。

そこで著者はその矛盾を解決するために図-4に示すような浸透水圧を考慮して ϕ'_s というものを求める方法を提案する。この方法は全応力に関するモールの応力円から間隙水圧を差し引き有効応力に関するモールの応力円を描く。ここで供試体に作用する主応力および浸透水圧の関係を見ると、浸透水圧 ($\tau_{wh}L$) は主応力の方向と逆向きの有効応力となるので浸透水圧を考慮した場合の有効最大主応力は、 $\sigma'_{1s} = \sigma_1 - \tau_{wh}L$ となり、この σ'_{1s} と σ_3 を主応力とするモールの応力円が浸透水圧を考慮したモール円となり、原点を通りこのモール円に接する直線の傾きが ϕ'_s となる。図-3を見るとこのようにして求めた ϕ'_s はほぼ ϕ_d の値に一致していると言える。したがって図-3からも明らかのように全応力から間隙水圧を引いた値では実際より大きな有効応力を与えることになるので、間隙水が流動状態にある場合には浸透水圧を有効応力からさらに差し引いた値が正しく土の強度を表すことになると言える。

まとめ

以上のことを簡単にまとめると次のようになる。

- (1) 浸透水圧と間隙水圧とは異なる概念であり、浸透水圧は流れの方向に働く有効物体力として間隙水圧とははっきりと区別して取扱う必要がある。
- (2) 間隙水が流動状態にある場合、有効最大主応力は間隙水圧と浸透水圧を差し引くことにより、与えられ、これと有効最小主応力とで描いたモール円に原点を通り接する直線の傾き ϕ'_s は ϕ_d に一致する。
- (3) 間隙水が流動状態にある場合、全応力から単に間隙水圧を差し引いた値は実際の有効応力より大きな値を与えることになる。

おわりに、浸透水圧を考慮してせん断抵抗角を求める考へ方については、宮崎大学工学部 横田漢助教授から適切なご助言をいただいた。記して謝意を表する次第である。

(参考文献)

1) 吉田昭彦：浸透水圧について，土質工学論文報告集，14-1，1974，PP.89-94。

2) 内田一郎・村田重之：浸透水圧を受ける砂の三軸圧縮試験，才24回土質工学会誌，1979，PP.131-136。

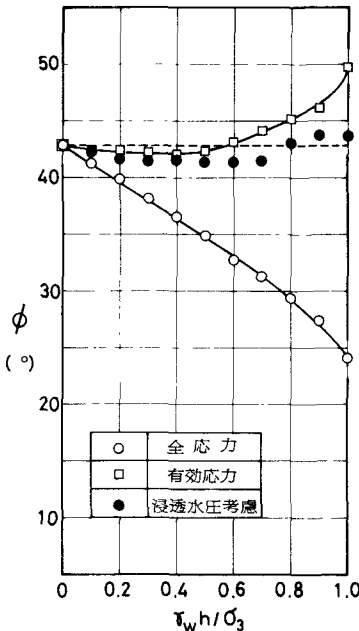


図-3 $\phi \sim \tau_{wh}/\sigma_3$ 関係 (釜浦砂)

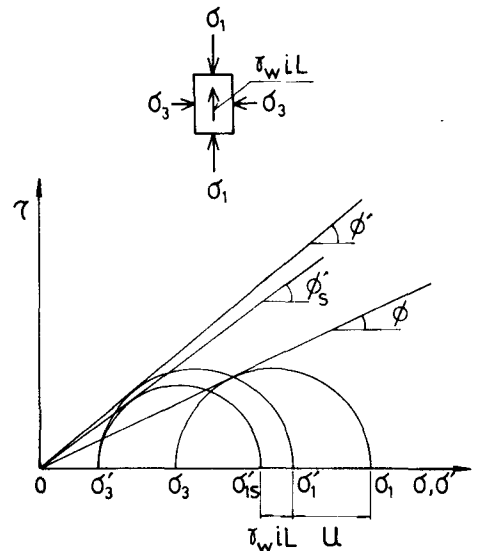


図-4 浸透水圧を考慮する場合の ϕ'_s の求め方