

Ⅲ—24 砂質土のせん断強さに関する実験式

東京都立大学 正員 井上広胤

砂のせん断強さは、Coulombの式、 $S = C + \sigma \tan \phi$ によつて近似的にあらわされることは周知の通りである。しかしながら内部摩擦角 ϕ は垂直応力 σ の関数であり、初期間ゲキ比が同一の試料でも σ によつて ϕ の値は多少変化し、 σ が大きくなるほどその値は小さくなる傾向がある。そのほか中には砂粒子の表面組織、硬度などの鉱物学的特性や含水比、間ゲキ比など多くの要素によつて変化するが、間ゲキ比の影響が最も大きいと考えられる。D. W. Taylorの著書には、Ottawa標準砂について ϕ 、 σ 及び初期間ゲキ比の關係が図示されており、またいかなる土のせん断強さもせん断破壊のときの間ゲキ比が非常に大きく影響することが指摘されている。

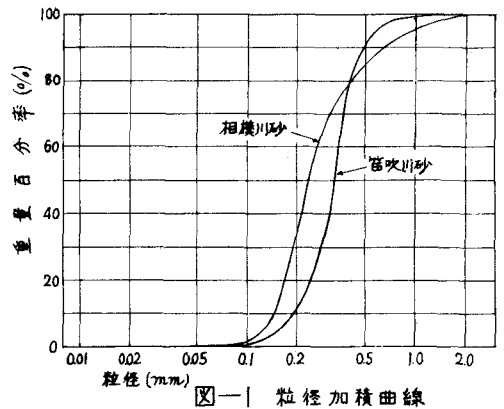
著者は ϕ によつて変化する ϕ の代りに間ゲキ比 e を用いて砂のせん断強さをあらわしうると考え、 S を次式のように假定し実験によつて $f(e)$ 及び $\psi(e)$ の形を求めた。

$$S = C + f(e) \cdot \psi(e) \quad (1)$$

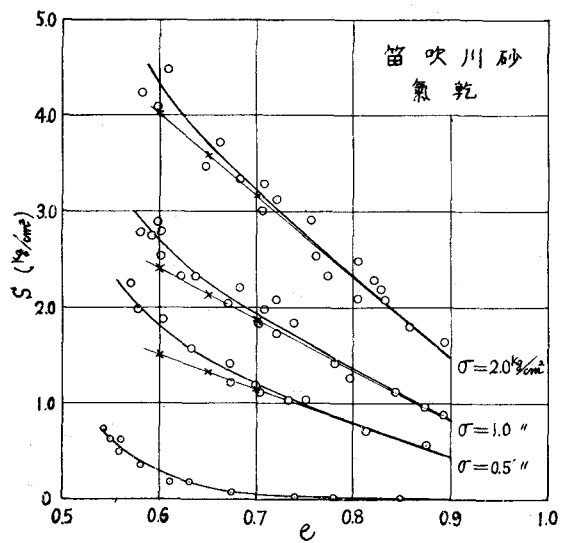
但し実験は直接せん断試験機によつて行なつたので、間ゲキ比は垂直荷重を載荷しせん断を始める直前に測定したものである。

試験機は小型一面せん断ヒズミ制御型で、上部を固定し下部を動かしてせん断するものである。せん断速度は約 1.4 mm/sec としたがこれは勿論急速せん断に属する。試料は数種のものを使ったがこゝでは笛吹川砂と相模川砂についてのみ報告する。これらの砂の粒度組成は図—1に示されている。平均比重はそれぞれ2.71及び2.76である。相模川砂は種々の石質のものを含んでおり黒味を帯びているが、笛吹川砂は花崗岩の風化したものが主成分で全体として白色が強い。いづれも気乾のものについて試験し、試料の直径は 60 mm 、高さは約 20 mm である。

試験は垂直応力を一定とし、種々の間ゲキ比の試料について最大せん断強さを求めた。 $\sigma = \text{const.}$ のときの $S-e$ の關係は、図—2及び図—4に太い実験線で示されている。図の



図—1 粒径加積曲線



図—2 $S-e$ の關係

一番下の実線は載荷板のみをのせたときのもので、これが近似的に粘着力をあらわすものとし、上の3つの曲線の示す値からこの曲線の値を差しひくと図の細い実線がえられる。この細い実線が直線となることから、(1)式中の $\psi(e)$ は $(a-b \cdot e)$ とおくことができる。但し a 及び b は定数である。次に σ との関係を見るため、これらの図の $e=0.6$ ないし 0.9 の所で細い実線の示す値をとり、 $S-\sigma$ の関係を求めると図-3及び図-5に実線で示す曲線のようになる。これらの曲線は図-3の $e=0.6$ に対するものを除き、 $S = K\sigma^{\frac{1}{2}}$ (図-3及び図-5の実線)で極めてよく近似せられる。但し K は係数で図においては $\sigma = 1.5 \text{ kg/cm}^2$ で曲線と一致するようにとつた。以上の結果により、砂のせん断強さを近似的に次式であらわすことができる。

$$S = C + (a - b \cdot e) \sigma^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

Coulombの式の $\tan \phi$ にあたる摩擦係数 μ は、この実験式では曲線の勾配を示すものであるから、 S を σ で微分してえられる。

$$\mu = \frac{\Delta S}{\Delta \sigma} = \frac{dS}{d\sigma} = \frac{1}{2}(a - b \cdot e) \sigma^{-\frac{1}{2}} \quad (3)$$

μ 、従つて ϕ は σ が大きくなるにつれて小さくなる関係がえられる。

(2)の実験式は上部固定の試験機によつてえられたものであるが、下部可動でも上部が固定されていない他の試験機によつて行なつた実験では

$$S = C' + (a' - b' \cdot e) \sigma^{\frac{1}{2}}$$

という関係がえられた。すなわち現在までの研究の範囲内では、直接せん断試験によつて求められる砂のせん断強さは、粘着力を別とすれば間ゲキ比 e と直線比例の関係にあり、垂直応力に関しては試験機の構造によつて異なつた関係を示すことがわかつた。上部固定のものは大きな値を示すと言われているので、現在試験機を下部固定に改造中であり、それによつて実験と続ける予定であるが、更に三軸試験との比較によつて実験式を修正して行きたいと考えている。

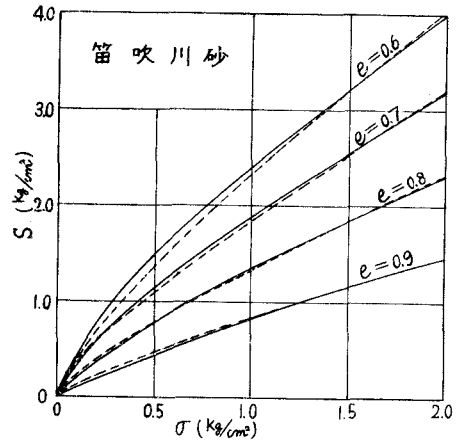


図-3 $S-\sigma$ の関係

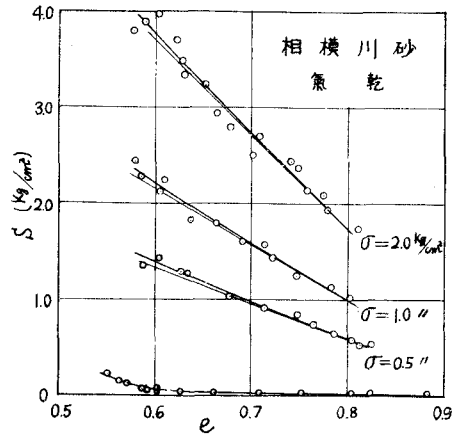


図-4 $S-e$ の関係

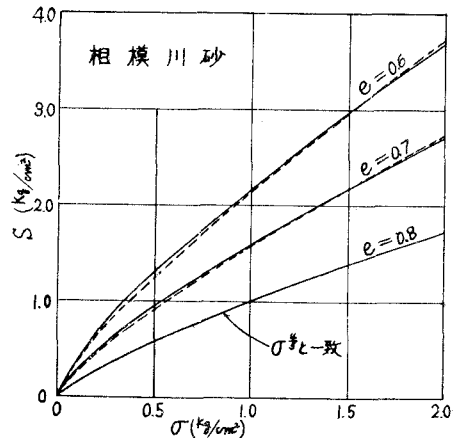


図-5 $S-\sigma$ の関係