

東京都立大学工学部 正会員 小林 慶夫

湯 浅 欽 史

1. はじめに

砂の変形や強度の問題を明らかにするための模型実験としては、遠心力試験、また横幅を広くした大型の平面ひずみ試験に多大の努力が払われ、貴重な成果が挙げられている。

これに対して、小型の模型実験は、操作が簡便であるにも拘わらず、利用されることが必ずしも多くない現状にあると思われる。

この原因として、一つは模型実験における相似律の問題と、他の一つは、壁面摩擦の問題があるためと考えられる。ここでは、後者の模型実験における壁面摩擦の影響の問題について若干の考察を試みた。

2. 実験の方法

実験方法の概略を図-1に示した。幅Bが8cmと40cmの二種の装置を用いた。載荷板の高さは共に20cmとした。砂を前回¹⁾と同様にふるだけ第1となるように話めた。この砂の乾燥重量は $\gamma_d = 1.58 \text{ g/cm}^3$ で、せん断抵抗角は $\phi = 44^\circ$ 、残留強度の抵抗角は $\phi_r = 34^\circ$ であった。壁面摩擦を除くためのグリスの上に貼りつけた樹脂膜の小片は、前回用いたサウラップよりさらに柔かいものを用いた。斜面を用いて求めたグリスの単位面積あたりの粘着力は、 $c = 5 \text{ g/cm}^2$ であった。今回は載荷板をすべて平行に移動した。砂の変形を調べるため、図-1に示すように長さ 25 mm 直径 2 mm の竹棒を砂に埋めてマーカーとした。また、側壁のガラス板がたわまないよう図-1のマーカーの第3列と第4列の間と第7列と第8列の間に鉄板をあてガラス板を補強した。行なった実験を表に示すと次のようになる。

壁面 載荷板の幅B	グリスで壁面摩擦を軽減した場合	ガラス板のみの場合
40cm	実験Ⅰ (○)	実験Ⅲ (●)
8cm	Ⅱ (△)	Ⅳ (▲)

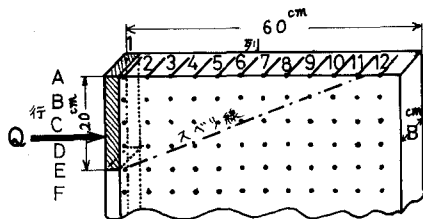


図-1 実験方法の概略図
(平面ひずみ変位力圧試験)

3. 実験の結果

荷重Qと変位量dを載荷板の高さHで除した値 d/H との関係を図-2に示した。摩擦を軽減するグリスを塗らないガラス板のみの場合、壁面摩擦の影響が小さく現われている。また、この場合、破壊するまでの変位量も大きくなっている。

すべり線は最大荷重時の前後に砂の表面に現われ、徐々に明らか

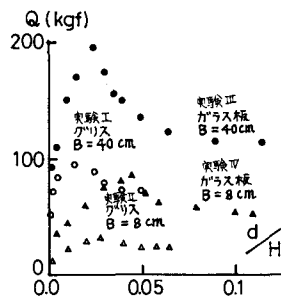


図-2 載荷重～変位関係

なものになった。これを載荷幅 $B = 40 \text{ cm}$ の場合について、図-3に模式図に示した。ガラス板のみの場合の方が、ここでも壁面摩擦の影響が大きいことがわかる。

ガラス板のたわみは、実験Ⅳの場合を除いて、 $1/20 \text{ mm}$ 以下であった。

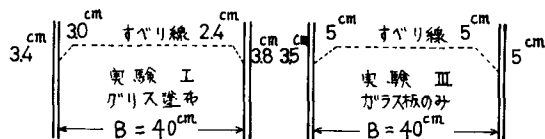


図-3 砂の表面に生じたすべり線の模式図

マーカーの動きを図-1の中の第3列のもののみ、四種の実験について、図-4に示した。変形については、強度の場合ほど壁面摩擦の影響は顕著でないよう

であるが、しかし、ガラス板のみの場合に、砂の上への動きが防がれていることは、この図から読みとれる。

次に実験後、マーカーを掘り出して、壁面摩擦の影響による砂の動きの幅方向への不均一性を調うたが、すべり線が通過しているマーカーを除いては、ガラス面近くと内部とで砂の動きに不均一性は目視によって認められなかった。

以上の実験の結果より、実験装置の幅を40cm位としても、ガラス板の摩擦の影響が模型実験における砂の強度と変形に作用することが示された。

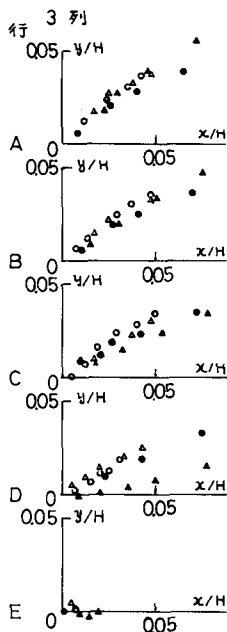


図-4 マーカーの動き

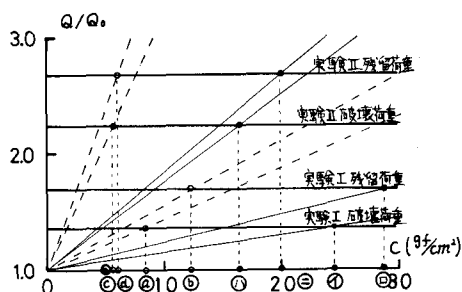


図-5 載荷重とグリスの粘着力Cとの関係

で与えられる。 Q_f/Q_0 , かつ Q_r/Q_0 とグリスの粘着力 C との関係を示したのが、図-5の中の実線である。実験より得られた値を太線で示した。これらの実線と太線の交点から粘着力 C を求めたものが点①, ②, ③, ④である。斜面を用いて求めた粘着力⑤印の点に較べて大きすぎる値となった。

斜面を用いた粘着力 C の求め方などについても更に検討する必要があるが、一応、上記粘着力 C の値が正しいものとして、上記の相関を解決することを試みた。

すなわち、壁面摩擦が上載荷重と同じように受働土圧に影響しているものと考えて、この増し分を Q^* とし、

$$Q_{f,r}^* = \frac{1}{2} \times \frac{2c}{B} H^2 K_{f,r} B$$

がさうに加わると考えた。

これを考慮して得られた受働土圧とグリスの粘着力 C との関係を示したのが図-5の点線である。これより得られる粘着力 C は、点②, ③, ④, ⑤で示されている。上記の困難は少く改善された。

次に、 Q_f/Q_0 と載荷板の幅 B との関係を示したものが、図である。点線が Q^* を考慮した場合である。実験値を×印で示した。

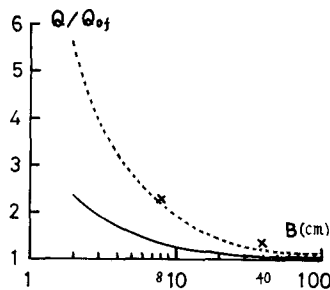


図-6 載荷重と載荷板の幅Bとの関係

未筆ながら、実験を手伝っていただいた本学S.59年度卒業論文儀々君に記して謝意を表します。

参考文献 1) 小林・湯浅(1982)のすべり線、第37回国土学会講演会

4. 砂の模型実験の強度を要素実験より得られた強度定数を用いて算出すること。

グリスを用いて壁面摩擦を軽減した場合、壁面のすべり抵抗 Q_c は壁面に働く土圧によるすべり一定の値であると考えられる。したがって、 Q_c は、すべり領域の面積に、グリスの粘着力 C をかければよいので、次式で与えられる、

$$Q_c = \frac{1}{2} H^2 \cot\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right) \cdot C \times 2$$

また、破壊時の受働土圧 Q_{of} は、次式で与えられる、

$$Q_{of} = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_{f,r} B$$

(ここで、乾燥重量 $\gamma = 1.58 \text{ g/cm}^3$, 載荷板の高 $H = 20 \text{ cm}$, 載荷板の幅 $B = 8 \text{ cm}$ と 40 cm , 受働土圧係数 $K_{f,r} = 1/\tan^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right) = 5.55$ である。)

残留強度時の受働土圧 Q_{or} は、次式で与えられる、

$$Q_{or} = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_{pr} B$$

(ここで、 $K_{pr} = 1/\tan^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right) = 3.54$ である。)

載荷板に働く全土圧 Q_f (破壊時) と Q_r (残留強度時) は、それぞれ

$$Q_f = Q_{of} + Q_c,$$

$$Q_r = Q_{or} + Q_c$$