

III-18

一面せん断試験における試験法の問題点
— 粘土の等体積せん断における相似則の検討 —

大阪市立大学工学部

正員 三笠正人

〃

〃 〇高田直俊

兵庫県

〃 田中良和

① 目的 一般に土の力学試験結果はその試験によってかなりの中が見られるので試験結果を正しく評価するためにまた目的に合った試験法を設けるためにも、試験法による測定値の変動や、土の挙動のちがいを把握しておく必要がある。この力学試験における相似性の問題について、ここではまず粘土の等体積一面せん断試験をとりあげ、供試体形状、寸法のちがいがせん断試験結果にどう影響するかを調べた。

② 試験機、粘土試料、試験条件 せん断試験機は従来の改良型試験機を一部改良した標準型（供試体径 $D \leq 6 \text{ cm}$ ）および大型（ $D \leq 15 \text{ cm}$ ）の一面せん断試験機を用いた。これらの試験機のせん断箱付近は図-1に示す通りである。試料土は大阪南港から採取した $LL = 79.7\%$ 、 $PL = 29.8\%$ の粘土を 10 分 で再圧密して用いた。供試体の厚さは圧密後所定の厚さになるように初期厚さを決めた。せん断速度は応力速度、変位速度をそれぞれ $1 \text{ t/m}^2/\text{分}$ 、 $0.2 \text{ mm}/\text{分}$ の応力制御—ヒズミ制御兼用方式である。

③ 供試体径の影響 供試体の厚さを 2 cm にして圧密時間を 3 時間 とし、直径 D を 4.24 cm から 15 cm の範囲に変えたときのせん断後の変形状態を写真-1、2、3

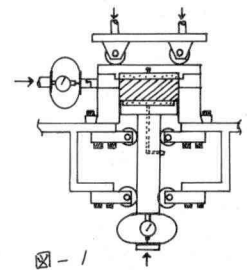


図-1

に示す。 $D = 6 \text{ cm}$ では予定されたせん断面付近にせん断域が集中しているが、直径が 10 cm 以上になると供試体は全体的に変形し、また小さなスベリ面がいくつも走っている。したがって同じせん断変形に対するせん断ひずみの大きさは直径が大きいほど小さくなるといえる。この場合のせん断応力-変位、直圧力-変位関係は直径によってあまり変わらないが、せん断応力-変位関係は直径が大きくなると変位の大きい方へややずれる。図-2には D と T_{max} の関係を示したが、直径が大きくなると T_{max} はやや低くなる傾向を示す。

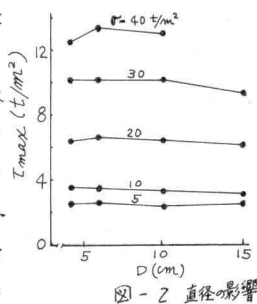


図-2 直径の影響

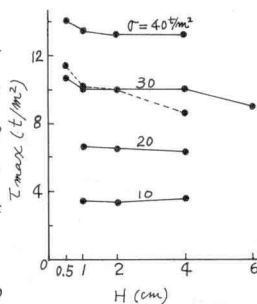


図-3 層厚の影響

④ 供試体厚さの影響 供試体の厚さを変えるときには圧密時間をどう

決めるかが問題になるが、ここでは一応上記の $H = 2 \text{ cm}$ の場合の 3 時間 を標準圧密時間とし、層厚の 2 乗に比例させる方法をとることにした。図-3に層厚と T_{max} の関係を示した。 $H = 1 \text{ cm}$ から

4 cm までは T_{max} はあまり変わらないが、 6 cm になると低下する。 $H = 4 \text{ cm}$ のときの圧密後の含水比は供試体下部より上部が約 1% 高く周面マサツの影響と見られ、層厚を大きくしたときにはこの影響が強いと思われる。変形

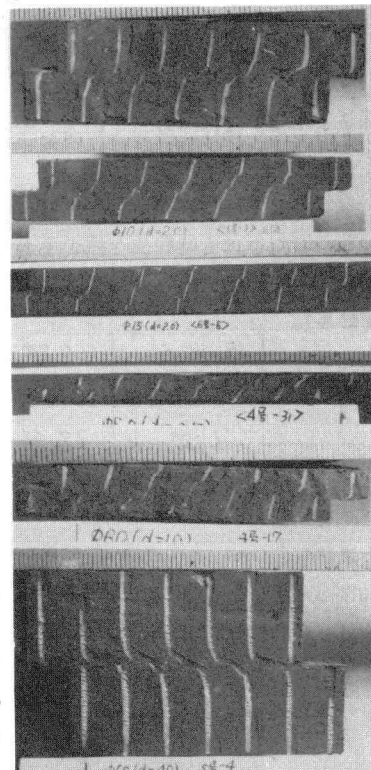


写真-1
 $D = 6 \text{ cm}$
 $H = 2 \text{ cm}$
 $J = 8 \text{ mm}$

写真-2
 $D = 10 \text{ cm}$
 $H = 2 \text{ cm}$
 $J = 10 \text{ mm}$

写真-3
 $D = 15 \text{ cm}$
 $H = 2 \text{ cm}$
 $J = 10 \text{ mm}$

写真-4
 $D = 6 \text{ cm}$
 $H = 0.5 \text{ cm}$
 $J = 8 \text{ mm}$

写真-5
 $D = 6 \text{ cm}$
 $H = 1 \text{ cm}$
 $J = 8 \text{ mm}$

写真-6
 $D = 6 \text{ cm}$
 $H = 4 \text{ cm}$
 $J = 10 \text{ mm}$

の様子を写真-1, 4, 5, 6で比べてみると $H = 1\text{ cm}$ 以下の場合は全層が変形しているが、 $H = 2\text{ cm}$ 以上ではせん断域の大きさは層厚によらず同じ中となり、その外側はあまり変形していない。図-4はせん断過程の一例であるがこれを見ると $T_{\max}$ を示す変位はほぼ同じであるが、ピーク後のせん断力、直圧とも H が大きいものほど低下が小さい。正規圧密状態で等体積せん断を行なった場合、せん断域は有効応力が減少して排水収縮を生じ、上下の変形の少ない部分で吸水膨張が起る。せん断域の厚さは層厚が大きくなってあまり変らないから層厚の大きいときは膨張域は大きくなる。層厚の大きいときにはせん断変形によって生じるせん断域の有効応力低下は大きな膨張域によって償われ、したがってせん断力の低下も小さくなると解釈できる。このことはせん断後の含水比の分布を調べてみるとせん断域で含水比は低下しており、その外では増す傾向が認められることから裏付けられる。圧密時間の決め方として別に曲線定規法により e_{100} 以降の二次圧密時間を160分に揃えて比較試験を行なってみると図-3の点線で示したようになり、層厚の増加に対して $T_{\max}$ はかなり減少する結果を得た。本来二次圧密時間を揃える方が妥当と考えられるのでこの結果は、周面マサツや上記の現象の影響がかなり大きいことを示すものと言えよう。

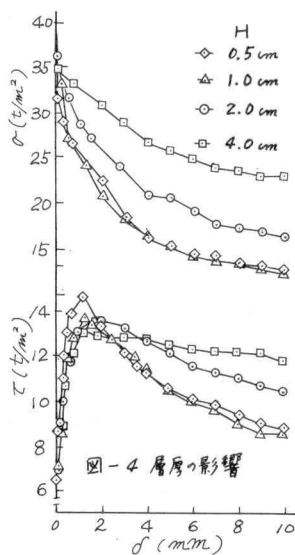


図-4 層厚の影響

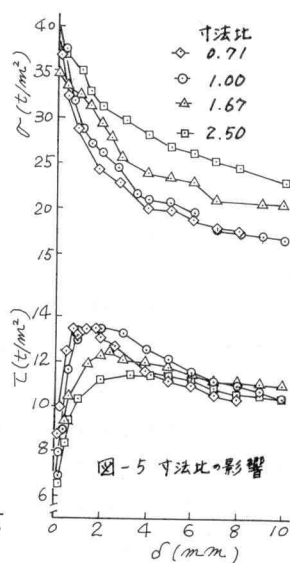


図-5 寸法比の影響

水比の分布を調べてみるとせん断域で含水比は低下しており、その外では増す傾向が認められることから裏付けられる。圧密時間の決め方として別に曲線定規法により e_{100} 以降の二次圧密時間を160分に揃えて比較試験を行なってみると図-3の点線で示したようになり、層厚の増加に対して $T_{\max}$ はかなり減少する結果を得た。本来二次圧密時間を揃える方が妥当と考えられるのでこの結果は、周面マサツや上記の現象の影響がかなり大きいことを示すものと言えよう。

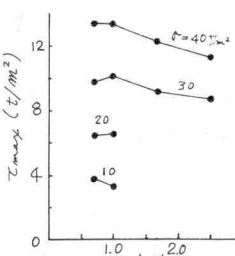


図-6 寸法比の影響

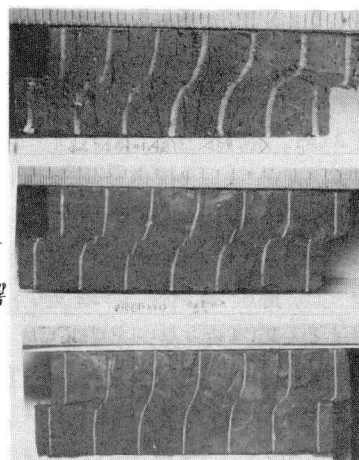


写真-7
D=4.24 cm
H=1.41 cm
δ=5 mm
寸法比 0.71

写真-8
D=10 cm
H=3.33 cm
δ=10 mm
寸法比 1.67

写真-9
D=15 cm
H=5 cm
δ=10 mm
寸法比 2.50

⑤ (D/H)一定の場合 形状を一定にして $D = 2\text{ cm}$ 、

$H = 6\text{ cm}$ の場合の寸法を1として寸法比を0.71倍から2.5倍に変えた場合の供試体の変形の様子を写真-1, 7, 8, 9に示す、これらからほぼ相似的でせん断域の厚さが寸法比に比例して増していることが見られる。周面マサツの影響が断面積と周面積の比によるとすると、形状を一定にすることによりこの影響は一定となる。せん断過程の例を図-5に示した。せん断力-変位、直圧力-変位関係については変位を供試体厚で割ってヒズミに直すとほぼ重なるようである。しかし $T_{\max}$ の値は図-6のように供試体が大きくなると低下する傾向にある。この理由は次のように考えられる。せん断域とそれをはさまる変形をあまり受けない領域では上で述べたように排水収縮、吸水膨張によって有効応力の再配分が行なわれるが変形が相似的であるため一定の速度でせん断を行なった場合には、大きい供試体の方が水の移動が遅れるためせん断域の有効応力の回復が遅れせん断力は小さくなる。また大きい供試体ではヒズミ速度が小さいためにレオロジー的な影響も加わってせん断強度がさらに小さくなると考えられる。

参考文献

- 1) 三笠、木下、粘性土の圧密時間とせん断強さについて 第25回土木学会講演集 1970
- 2) 三笠、木下、高田、粘性土の圧密時間とせん断強さについて 第6回土質工学研究発表会講演集 1971