

III-54 粘性土の圧密時間とせん断強さについて

大阪市立大学工学部 正員 三 芝 正 人
〃 〃 木 下 哲 生

1. まえがき

粘性土のせん断試験における圧密時間とせん断強さの関係についてはすでに一部のデータを土質試験法改訂版に挙げたが、今回はそれを含めて、4種の粘性土についての改良型一面せん断試験機による実験結果を報告する。この圧密時間の問題は実験に多量の均質な試料と長い期間を必要とし、未だ十分な結果を得たとは言えないが、とりあえず現在までの試験データを報告し、御参考に供したい。

2. 試料および試験方法

試料は表-1に示す4種の海成粘土で、こねかえし再圧密試料2種と硬質粘土および鋭敏粘土の類でない試料である。

表-1 試 料

		南港再圧密粘土	横須賀港再圧密粘土	足立丘陵粘土	城東粘土
種類	Gs	2.607	2.633	2.660	2.624
	LL %	83.20	94.00	88.00	55.80
	PL %	38.90	42.25	32.59	28.26
	PI %	44.30	50.65	55.41	27.54
状態	調整方法及び採取方法	2mmメシで調整、再圧密(100)	再圧密(100)	露頭からの粘土質の切出し、試料	GL-4~5mから取った、切出し試料
	調整前後の圧縮率を測定した。	1.1	1.1	9.0	1.0
注	Sr %	97~100	99~100	98~100	99~100
			土質試験法改訂版に試験用	硬質粘土	鋭敏粘土

表-2 試験条件

	南港再圧密粘土	横須賀港再圧密粘土	足立丘陵粘土	城東粘土
圧密荷重 q kg/cm^2	3	3	10	5
圧密時間	26分~約23日 9種類	30分~約25日 8種類	15分~約8日 8種類	120分、6日 2日、49日 4種類
圧密時温度 $^{\circ}\text{C}$	19~21	21~23	20~21	13~15
* せん断速度 mm/min	0.1 0.4	0.1 0.2~0.3	0.1 0.2~0.3	0.1 0.4

* 応力増加速度とひずみ速度
(土質試験法改訂版 P. 371 参照)

試験機は改良型一面せん断試験機(供試体至 $\phi = 6\text{cm}$ 、高さ $H = 2\text{cm}$)を用い、応力制御、ひずみ制御の兼用方式による圧密等体積せん断試験を行なった。試験に際しては均質な試料を数多く用意して同じ方法で、圧密時間のみを変えてせん断試験を行ない、これを比較した。試験条件の詳細は表-2に示すとおりである。

3. 圧密時間とせん断強さの関係

図-1は大阪南港再圧密粘土の圧密時間に対する体積比 σ_v とせん断強さ τ の変化を示した図である。圧密前の体積比 σ_v はかなりのバラツキ ($\sigma_v = 2.542 \sim 2.754$) があつた。せん断強さ τ は圧密時間 t とともに増加しており、 $t = 26$ 分のとき $\tau = 0.73 \text{ kg/cm}^2$ から、 $t = 33030$ 分(約23日)の $\tau = 1.38 \text{ kg/cm}^2$ まで2倍近くの強度増加が見られる(このデータのうち $t = 26$ 分~1140分までは土質試験法改訂版に挙げたものである)。

この強度増加の原因としては、せん断面が供試体の中で圧密の最も遅れる中央にあること、応力の圧密度は沈下の圧密度よりも常に遅れることのほか、圧縮クランプすなわち二次圧密による強度の増大および時間効果すなわチネキントロピーによる強度増加の影響が考えられる。

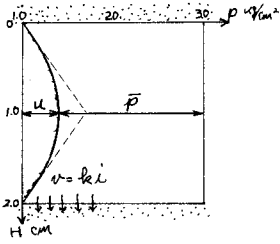


図-2 u の分布説明図

こゝで供試体のせん断開始時の同ゲキ水压 u を同ゲキ水の流出速度 v (すなわち圧密速度の $1/2$) から計算すると、図-2 に示すように $t_c = 26$ 分のとこで中心部で $u = 0.35 \text{ g/cm}^2$ と僅かに残る程度であり、 $t_c = 180$ 分のとこでは $u = 0.015 \text{ g/cm}^2$ 、すなわち一次圧密はほとんど終つて

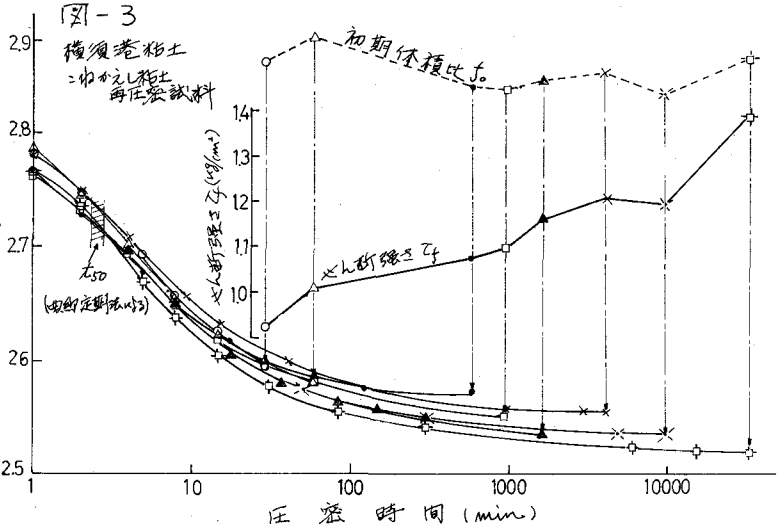
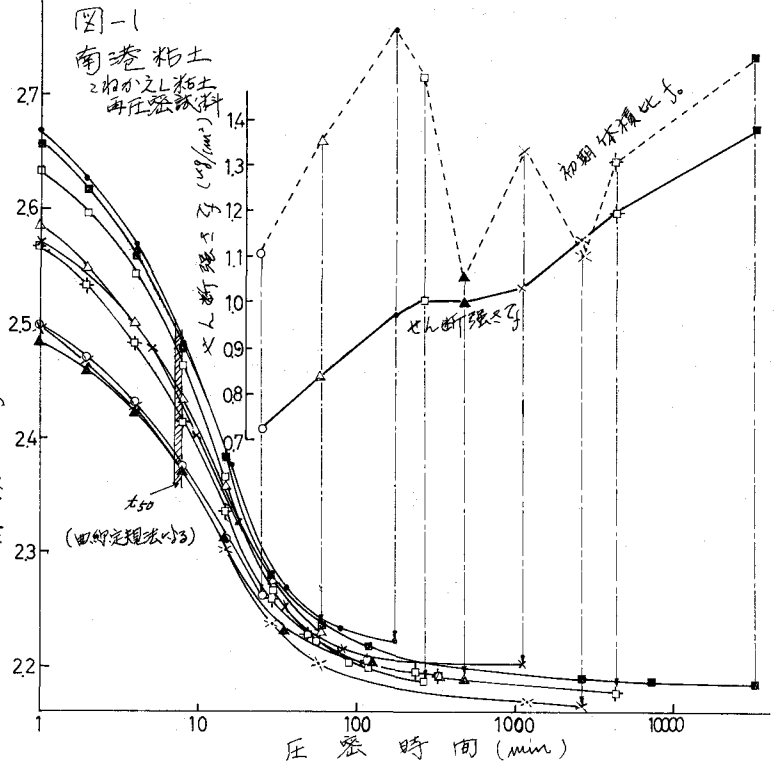
いる。したがつてこの例では180分以降の強度増加は主として二次圧密とネキントロビツクな強度増加すなわちレオロジー的な因子に帰せられるものと考へられる。

図-3は横須賀港の再圧密粘土試料の場合である。試験条件は南港再圧密試料の場合と同じである。

この試料では比較的均質な供試体を得られ(体積比 $\gamma = 2.836 \sim 2.882$)、時間経過による子の変化は図-1と同じ傾向を示した。

図-4は東北丘陵地帯

(大板月群)の露頭から切り出した軟弱粘土の乱さな試料に対する実験結果である。子の全般的な増加の傾向は上記の2種類の再圧密試料の場合と似てゐるが、かなりバラツキが見られる。これは露頭からの切り出し試料が不均質性せ欠いたこと、試験機の容量のなめ p を p_c に対して十分大きくとり得なかつたことなどによると考へられる。



城東粘土については図-8のベクトルカーブだけを示しなが上記の3つのケースに比べて全く逆の傾向とともにその低下する特異な現象を示した。

4. 圧密時間とせん断時の粘土の挙動

図-5は大阪南港再圧密粘土の等体積せん断における有効応力の軌跡(ベクトルカーブ)である。

ベクトルカーブの形は圧密時間が長くなるにしたがって、最初の立ち上がりが急になる。すなわち有効応力の低下(現場では間接水圧の増加を伴う)が少なくなる。た=26分、60分の場合にはせん断の初期に矢速な応力の減少を来し、圧密が不十分であることを明らかに示している。それぞれのベクトルカーブのピーク点を連結してみると傾向として図-5破線のように右上りに増大している。

なお、ピーク時のせん断変位については圧密時間による影響は特に認められなかった。

図-6は横須賀再圧密粘土のベクトルカーブで、南港再圧密粘土と傾向はほぼ全く同じである。

図-7は泉北炭屑粘土のベ

クトルカーブで、図-5、6と比べると立ち上りはやや急でピークを越えてからのせん断応力の低下が大きいなどの相異はあるが、圧密時間によるカーブの形の違いは全く同じ傾向を示している。

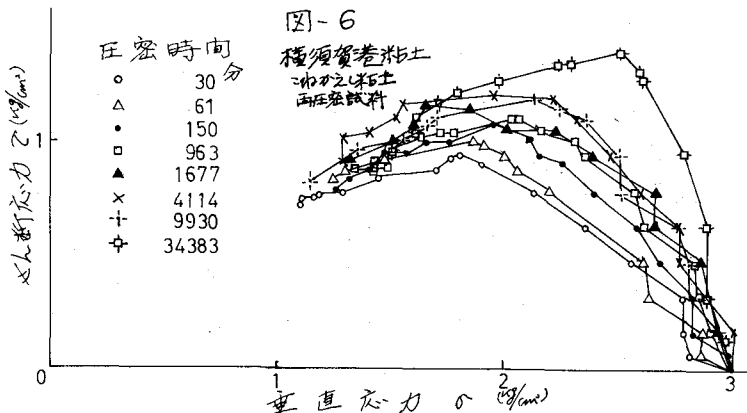
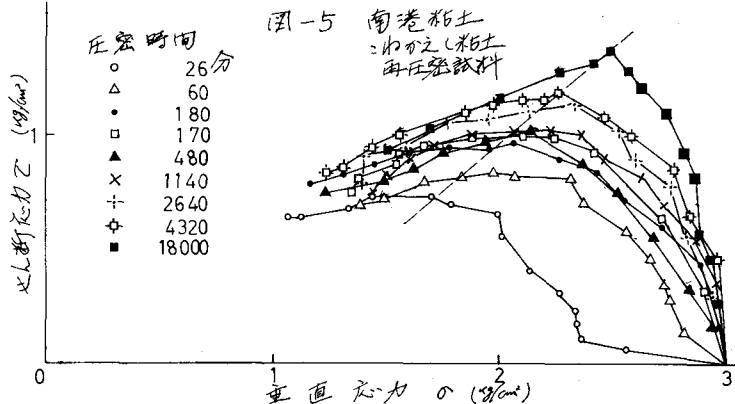
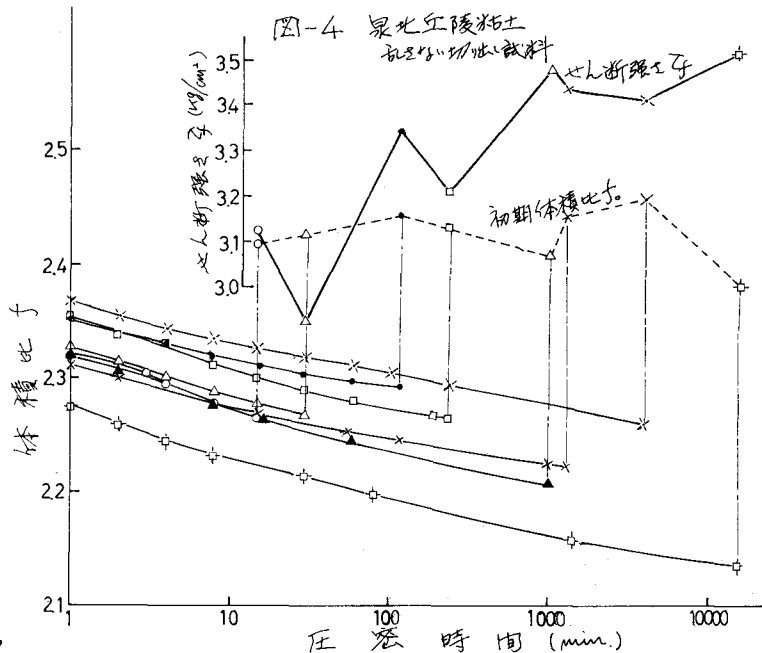


図-8
は大阪府
土のバク
トルカー
ブである。
これは東
大阪の
鋭敏粘土
であるが、
圧密40分
以降はバ

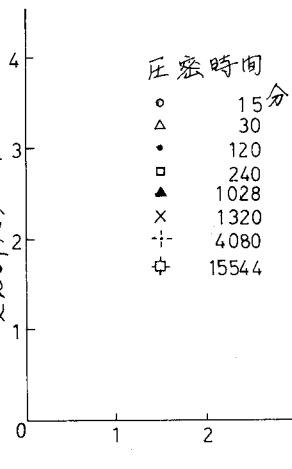
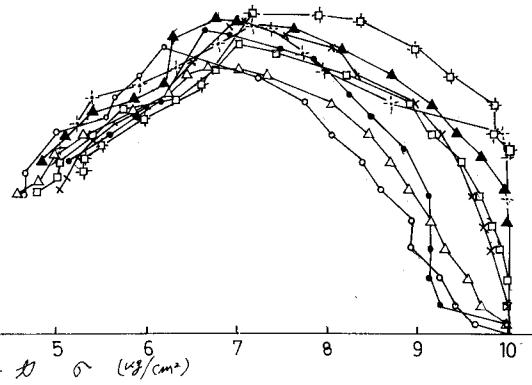
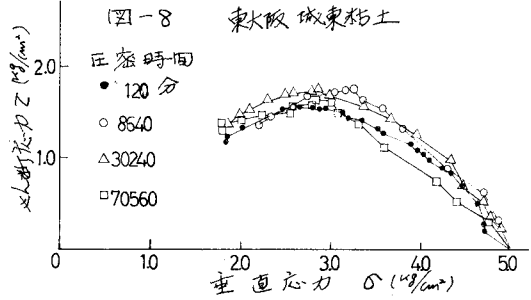


図-7 泉光丘陵粘土
乱さない切り出し試料



トルカーブの形も強度の変化と同様に上記3種の粘土と全く逆の傾向を示した。この粘土は構造度(いわゆる鋭敏性)が $S_x=20$ 、相対含水比(いわゆる液性指数) $w_L=0.85$ の鋭敏粘土であり、このため上のような特異な傾向を示したものと思われるが、どの範囲の粘土がこの傾向を示すのか、また圧密時間と共に強度が低下するメカニズムは何か、というような問題が今後の課題として残っている。



5. 結論

2つおえし再圧密粘土2つ、赤穂粘土、鋭敏粘土の4種類の粘性土について実験した結果、せん断強度およびせん断時の粘土の挙動は圧密時間によって大きく変動することが認められた。せん断強度は対数目盛に対してほぼ直線的に増加していくが、もちろんさらに長期の実験を行なわなければ、どのくらいまで増大するものかを知ることはできない。またそれを知り得たとしてもそのような過大(あるいは過小)な値をそのまま設計値に用いることはやはり多大の危険を感じざるを得ないので、ルーネンワークとしてせん断試験を行なう場合の指針としては $\sigma_{1/2}$ となる値を選ぶのが妥当であろう。その一応の目安としては細(曲線定規法による)の30倍程度をとるのが妥当であろう。

6. あとがき

圧密時間と共に強度がどのように増していくものか、果して現場においてもまた他の土質でも同様の傾向を示すものか、試験機、排水条件のあるいはせん断速度を変えた場合にはどうなるか、これらは、実用的にも早急な解答の望まれる問題である。到底一研究室の力に及ぶことではない。学問的な立場から見て、二次圧密と強度の本質に直接関連し、圧密とせん断をつなぐ重要な意味を持つものでも多数の研究者にとりこんで頂く価値のある問題があることと思うがいかなるものであろうか。