

大阪市立大学工学部 正員 三笠正人
 " " 木下哲生
 不動建設株式会社 " 寺田正治

筆者らは数年来、各種の土に対して試験機や試験条件を変えた一連のセン断試験の研究を継続し、データを蓄積し、その比較検討を行ってきた。

土のセン断強さには数多くの因子が関与するが、今回は4種の砂質土に対し、主として改良型一面セン断試験機を用いて、含水状態の影響をしらべた結果を報告する。

1. 試料および試験方法

試料の一次性質（物理的性質）を図-1、表-1に、試験条件を表-2に示す。

表-1

	標準砂 ²⁾	南森町砂 ³⁾	マサ土 ⁴⁾	シルト混り砂
比重	2.649	2.627	2.634	2.650
60%径 ^(mm)	0.16	0.40	1.75	0.22
均等係数	1.28	1.78	8.5	46.9
w_{opt} (%)	-	-	16.25	11.5

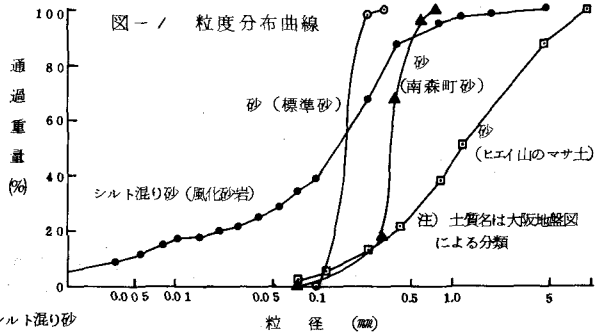


表-2 一面セン断等体積，等圧試験条件

	標準砂	南森町砂	マサ土	シルト混り砂
初期間ゲキ比 e_0 (相対密度 D_r)	0.75 (59.9%)	0.85 (41.5%)	0.75 (55.8%)	0.53 (76.2%)
含水状態	乾燥，飽和		乾燥，湿潤，飽和	
直圧力 σ_v (t/cm^2)	10, 30, 50, 70, 100 ただし標準砂の乾燥状態のときは10, 30, 40, 60		5, 10, 20, 30, 40	5, 10, 40, 80, 120
セン断速度	注)1. 等体積 2.3 t/min , 0.9 mm/min		注)2. " " " " " " 2.3 t/min , 0.9 mm/min	1.0 t/min , 0.04 mm/min
等圧	"		0.1 " " "	0.04 "

注) 1. セン断は応力制御とヒズミ制御の自動切替方式で行なったので、応力増加速度とヒズミ速度を示す。
 2. 三軸圧縮試験の応力増加速度2.3 t/min ，ヒズミ速度0.5% $/min$ である。

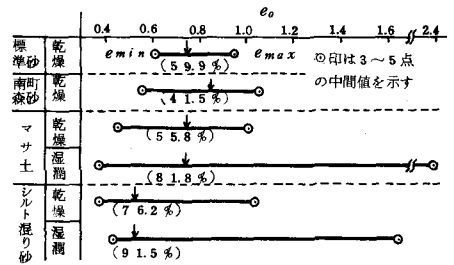


図-2 e_{min} , e_{max} および e_0

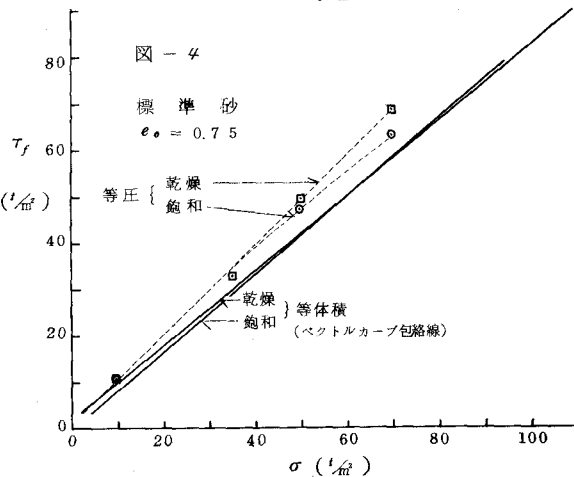
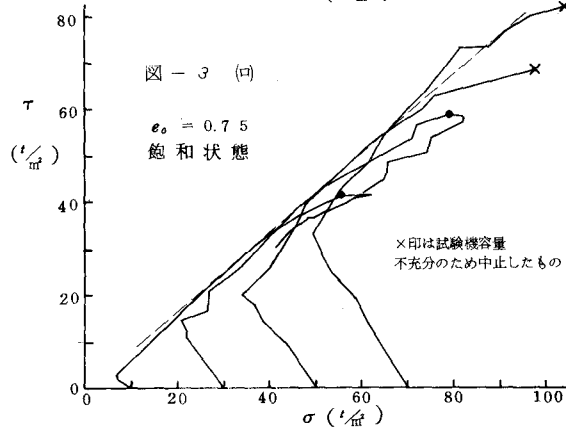
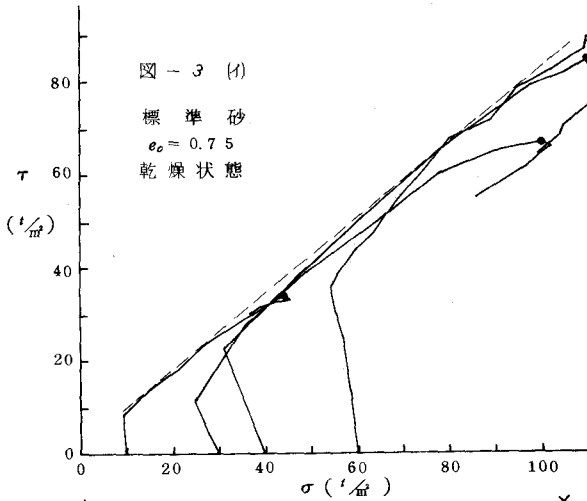
図-2に試料の最小間ゲキ比 e_{min} ，最大間ゲキ比 e_{max} を示す。図中の矢印は供試体の e_0 で、()内はそのときの相対密度 D_r である。 e_{min} は $\phi = 5\text{ cm}$ ， $h = 10\text{ cm}$ のコンクリートテストピース用モールドを用い、試料を5層に分けて入れ、各層ごとに直径4 cm，厚さ0.6 cmの円板をつけた突き棒の上から、ハンマーで約30回の打ゲキを加えて突固めて求め、 e_{max} は試料をモールドの上端部から、静かに流しこんで求めた。乾燥・湿潤(w_{opt})とも、測定は少なくとも3回行ない、その中間値を採用した。

なお、今回の試験で異なった含水状態に対して、同一の相対密度 D_r でなく、同一の間ゲキ比を用いた理由は後で説明する。

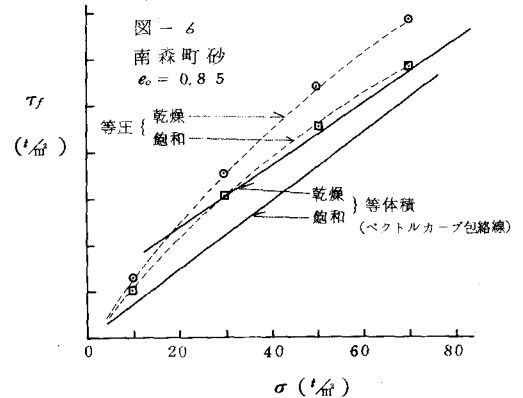
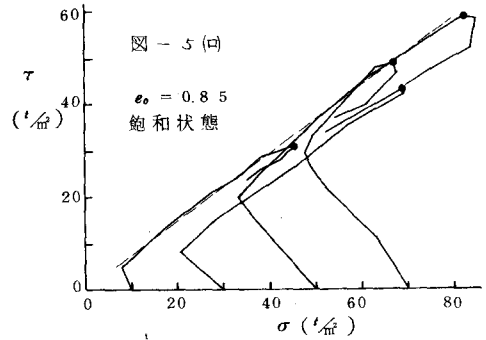
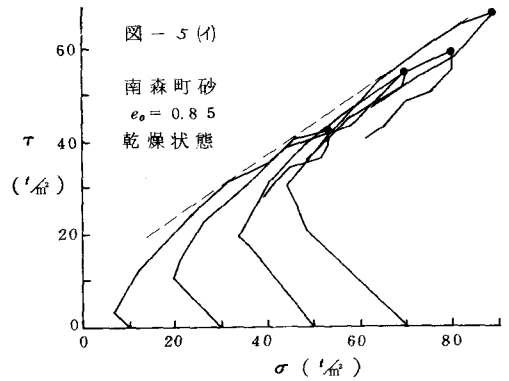
2. 試験結果

○ 標準砂

図-3(イ)は標準砂の乾燥および飽和状態での等体積セン断試験における有効応力の軌跡(ベクトルカーブ)である。セン断初期に $\bar{\sigma}$ はいったん減少するが、乾燥・飽和状態では減少の度合いがかなり異なる。前者では直圧力 σ_0 の最大20%までの減少であるが、後者の場合は30~40%の減少がみられる。 $\bar{\sigma}$ が増加に転じたのちは、両者ほぼ同様の軌跡を描きながら上昇しピーク値に達する。



このベクトルカーブの包絡線を同一条件のときの等圧セン断の $\sigma - \tau_f$ 線と同一グラフ上にまとめたのが図-4である。等体積セン断、等圧セン断の両方では含水状態の影響はほとんど認められない。



○南森町砂

図-5および図-6は南森町砂の場合である。有効応力の軌跡は乾燥，飽和状態でほぼ似た形をしているが， τ_f のピーク値は常に飽和状態の方が低い。

図-6に等体積セン断の有効応力の包絡線と等圧セン断の $\sigma-\tau_f$ 線をまとめて示す。等体積セン断の場合では，飽和状態の包絡線はほぼ原点をとる直線となったが，乾燥状態の場合には見かけの粘着力 c をもつような結果を得た。等圧セン断ではいずれの条件でも原点をとる曲線となり， τ_f は飽和状態の方が15~20%くらい低くでている。このように含有水の影響が，等体積セン断と等圧セン断とでかなり違った傾向を見せたことは注目に値する。

○マサ土

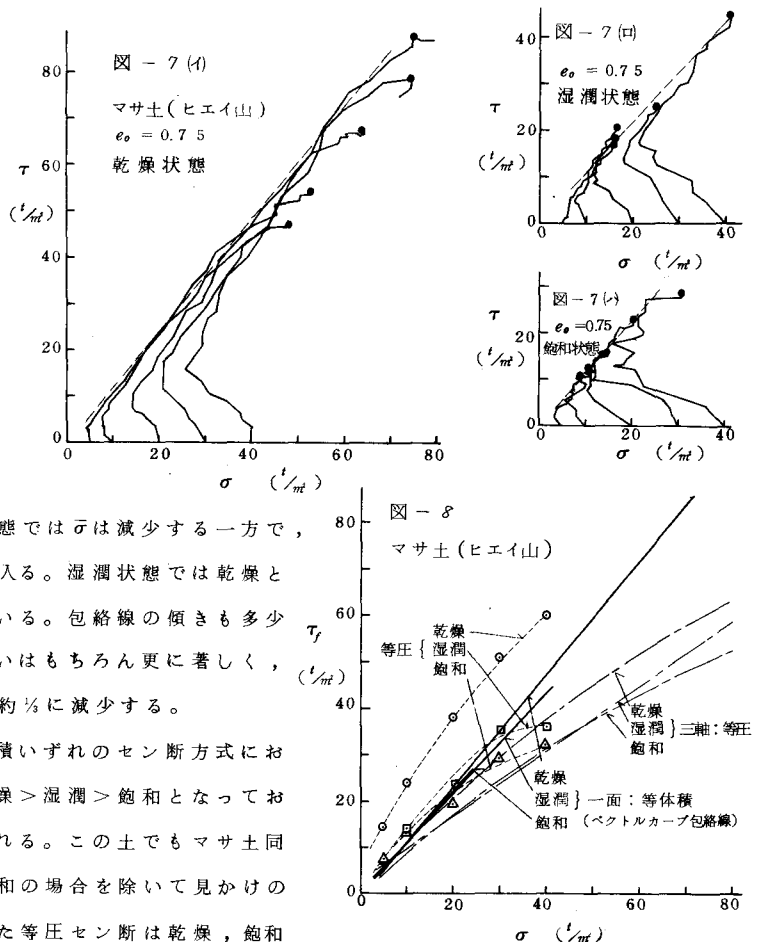
図-7，図-8はマサ土の場合である。マサ土はいわゆる特殊土であり，細粒分をきわめて僅しか含まないにもかかわらず，含水状態がセン断強さにおよぼす影響は著しい。乾燥状態の場合では，ピークの点で $\bar{\sigma}$ の値は σ_0 の2倍以上となるが，湿潤，飽和状態では一度減ったものが再び増加しても σ_0 に達しない場合が多い。

図-8には一面セン断による等体積セン断の包絡線と等圧セン断の $\sigma-\tau_f$ 線のほか，三軸圧縮試験による3状態の場合の等圧セン断のモールの包絡線をもあわせて記入した。いずれの試験方法の場合も含水状態の影響がはっきりと現われているが，三軸試験ではその差は比較的少なく，特に湿潤と飽和の状態ではほとんど一致している。

○シルト混り砂

図-9，図-10はシルト混り砂の場合である。含水状態の影響が明らかにベクトルカーブの形に現われている。乾燥状態の場合は，カーブは上記の砂質土とやや似た形を示すが，飽和状態では $\bar{\sigma}$ は減少する一方で，最後は増加に移らず定常状態に入る。湿潤状態では乾燥と飽和状態の中間的な形を示している。包絡線の傾きも多少異なるが，ピーク時の τ_f 値の違いはもちろん更に著しく，飽和状態では乾燥状態のときの約1/2に減少する。

図-10によれば，等圧，等体積いずれのセン断方式においても強さの序列は明らかに乾燥>湿潤>飽和となっており，量的にもかなりの差がみられる。この土でもマサ土同様ベクトルカーブの包絡線は飽和の場合を除いて見かけの粘着力 c を有する形である。また等圧セン断は乾燥，飽和



がほぼ直線的であるのに対し湿潤の場合が曲線的になっている。

3. 異なった含水状態を比較する規準について

本来、異なった含水状態における力学的性質を比較する場合、間ゲキ比をそろえてやるのが常識的である。ところが図-2にみるように湿潤状態での e_{max} の値が非常に大きいので、たとえばマサ土の場合 $Dr = 60\%$ に詰めるとすれば $e = 1.20$ ときわめてゆるくなり、現実的でない。したがって今回はとりあえず e をそろえて比較したのである。

3種の砂質土では比較的ゆる詰めの e を選んだ結果、乾燥と飽和状態で締固め仕事量がほぼ同じであったので、土の構造も同様であるとみなすことができ(∵同じ間ゲキ比で同じ応力を支えるから)、土の力学的性質 = F (密度,含水量,骨組構造)

の関係からみても、純粋に含水量の影響を抽出できたと考えられる。ところがシルト混り砂の場合は、かなり高い密度で試験したため、乾燥状態では非常に大きな締固め仕事を要し、かなり高位の構造を持つに至ったものと推定される。したがって、その大きなせん断強さの一部はこの構造の働きによるものと思われる。

含水状態の影響を比較する規準については、相対密度の定義とあわせて更に検討の余地がある。最後に協力を頂いた当研究室の岡島洋一君に感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 三笠 正人： たとえば三軸圧縮と一面せん断の試験機および試験法について，第10回シンポジウム土質工学会(1965)
- 2) 三笠，岸本： 砂の等体積せん断，第21回土木学会年次学術講演会(1966)
- 3) 三笠，岸本，望月： 砂のくりかえしせん断，第22回土木学会年次学術講演会(1967)
- 4) 三笠，木下，望月： マサ土のせん断特性，第23回土木学会年次学術講演会(1968)

