

1. まえがき

直接セン断試験は種々の問題点を含んでおり、土のセン断特性を求めるには不適当であるとの意見も多々あるようだが、試験機の普及性・操作の簡便性などの利点をもち合わせており、これによるデータを分析しより一層有効ならしめることは必要なことであろう。

今回 試料は乾燥砂のみとし、次の項目について考察を加えてみた。

- (1) セン断面横補正が内部マサツ角におよぼす影響
- (2) 初期間ゲキ比と内部マサツ角との関係
- (3) 初期間ゲキ比と破壊ヒズミとの関係

2. 試験装置と試料

試験装置は どこでも普通にみられる一面セン断・下部可動上部半固定であり、試料直径100 mm 試料厚さ20 mm である。

試料砂は函館近辺に産するものを4種類、山口県豊浦産の標準砂の計5種類であり、試験に際しては2 mm

フルイを通過したものを105℃で24時間炉乾燥したものをを用いた。物理常数は表-1、図-1、図-2に示すとおりである。

表-1 試料の物理常数

試料名	比重	10%径	60%径	均等係数	C_{min}	C_{max}
標準砂	2.646	0.16 ^{mm}	0.20 ^{mm}	1.3	0.678	0.976
根崎砂	2.782	0.22	0.42	1.9	0.537	0.812
久根別砂	2.838	0.17	0.44	2.6	0.610	0.931
大野砂	2.750	0.22	0.69	3.1	0.570	0.965
木古内砂	2.671	0.29	1.07	3.7	0.435	0.690

図-1 粒度分布

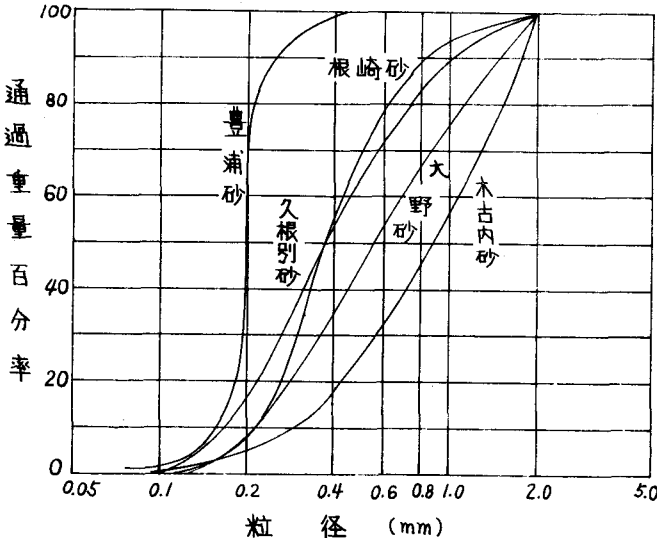
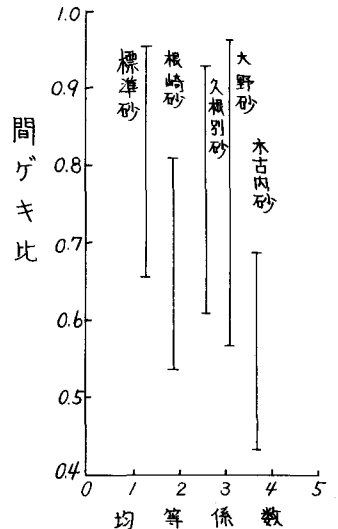


図-2 均等係数と間ゲキ比

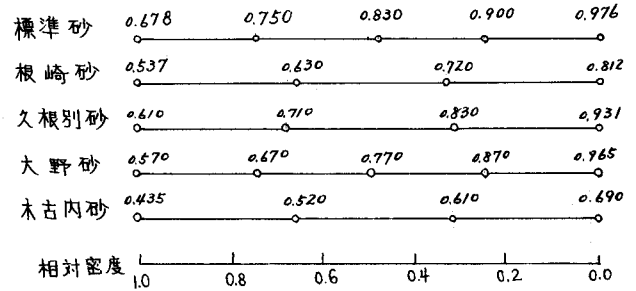


e_{max} ・ e_{min} の測定は 直径約100 mm 高さ約126 mmのモールドを用いて予備実験を行ない、 e_{max} の場合は2月に分け immersion-type の concrete vibratorにより各月1分間振動締固めたものを採用した。 e_{min} は洗淨ピンにワダをつけて、極めて静かに砂を積み重ねる方式を採用した。

図-3 所要初期間ゲキ比

3. 供試体作成と試験方法

2で求めた e_{max} と e_{min} の向を各試料につき4~5段階に分け、図-3に示すような初期間ゲキ比をもつようにセン断箱に填充した。密なものは3月に分け各月適当な回数打撃を加えてきたゆるいものは洗淨ピンより静かにまき出すこととした。



垂直応力は各試料・各向ゲキ比について0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0 kg/cm²の5段階とし、各段階2個ずつ作成・測定した。セン断速度は直径の1%/minであった。

4. 実験結果と考察

(i) セン断面積補正と内部マツツ角

直接セン断試験は測定進行に伴ってセン断面積が減少するが、データ整理に際してセン断面積は一定とみなすのが一般である。三軸等においては圧縮に伴う供試体断面積の補正を行っているが直センでは果して不要であるかどうか検討を加えた。

補正したときの内部マツツ角と補正しないときのそれとの一覧を表-2に示す。それによると標準砂以外の試料については最大37分の差でありそれほど大きくはない。標準砂の中には2°近く大きく計算してしまうことがみうけられる。このことは後述する破壊ヒズミに密接に関連している。すなわち標準砂は破壊ヒズミが比較的大きく、断面積補正を行なうとヒズミが15%以内のときにピークが現われなことが多く、それゆえセン断強さを小さくみつもりざるを得ないことによる。これに反し他の試料は5~6%の破壊ヒズミをもち、かつ補正を加えても加えなくとも、同じ程度の破壊ヒズミをもっている。したがっておおざっぱな場合には

表-2 セン断面積補正の影響

試料名	間ゲキ比	内部マツツ角		補正による差
		補正前	補正後	
標準砂	0.955	35°25'	33°40'	1°45'
	0.924	34°15'	33°27'	0°48'
	0.848	35°28'	33°57'	1°31'
	0.760	37°17'	37°20'	3'
	0.697	40°35'	40°19'	16'
根崎砂	0.802	34°51'	34°52'	1'
	0.717	36°03'	36°40'	37'
	0.630	37°37'	37°28'	9'
久根別砂	0.539	40°40'	40°37'	3'
	0.929	36°37'	36°50'	13'
	0.827	39°11'	39°34'	23'
大野砂	0.710	41°43'	41°58'	15'
	0.669	41°38'	41°26'	12'
	0.576	40°21'	40°27'	6'
木古内砂	0.871	41°31'	41°45'	14'
	0.689	43°34'	43°17'	17'
	0.520	50°35'	50°39'	4'
木古内砂	0.437	51°31'	51°36'	5'
	0.689	38°20'	38°18'	2'
	0.611	42°05'	41°56'	9'
木古内砂	0.520	44°15'	44°42'	27'
	0.437	47°14'	47°15'	1'

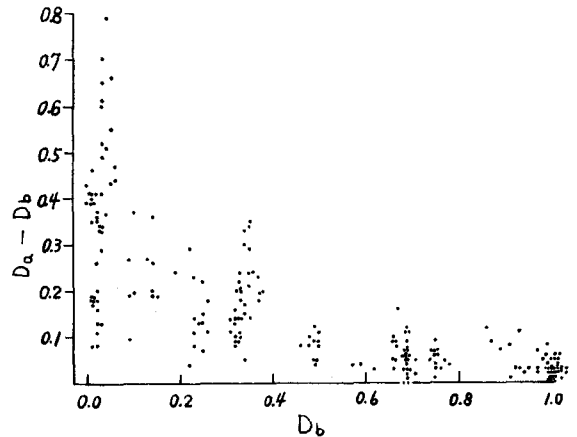
断面積補正は必要ないであろうし、さらに精密な分析をする場合でも破壊ヒズミが小さいときには補正を加えなくともその誤差は工学的には重大な影響は及ぼさないといえることができる。

(ii) 初期向ゲキ比

初期向ゲキ比は砂質土において重要な因子であるが、垂直荷重を載せる前後でその値が異なる。変化するであろうということは推定できるがどの程度変化するか、実用上載荷前の値を使ってさしつかえないのはどの程度までかを検討

してみた結果、図-4が得られた。本報告においては載荷前の向ゲキ比を e_{0b} 、載荷後のそれを e_{0a} 、それに対応する相対密度をそれぞれ D_b, D_a とする。図-4によると D_a は D_b よりかなり大きくなり、とくに D_b が小さいときに $D_a - D_b$ が大きい。このことはゆるい状態の供試体を作成しても垂直荷重を載せると、つまってしまうので所要の向ゲキ比のセン断試験を行うことができなくなってしまうことを示している。

図-4 載荷前後の相対密度



これまで e_{0b} が一般に使用されているが、 e_{0a} を使用することが妥当と思われる。今回は比較のため両者について検討を加えてみた。

図-5 $e_{0b} \sim \phi$

(iii) 初期向ゲキ比と内部マサツ角

図-5,6に結果を示す。両者似通った折れ線であるが $e_{0a} \sim \phi$ がいく分勾配が急で、その値が近似しているようである。標準砂における $e_{0b} = 0.959$ の ϕ が $e_{0b} = 0.824$ の ϕ より大きいという現象は実は $e_{0a} = 0.838, e_{0a} = 0.852$ と逆転しているためであることが分る。このことから e_{0a} で処理することが適切と思われる。

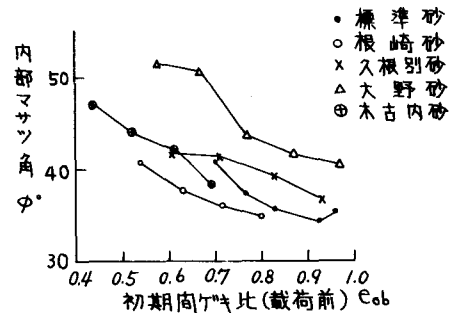


図-6 $e_{0a} \sim \phi$

次に同一の向ゲキ比であっても締固まりの程度が異なるので相対密度との関係を見ると図-7,8のようになる。向ゲキ比の場合よりゆるやかな直線傾向がみられる相対密度に対して砂の種類が変わると 10° 程度の中におさまっている。均等係数を考りよすると大野砂と木古内砂がわかっているが、均等係数小なるものが下位に位置しており、粒度配合がよくなってくると内部マサツ角も大きくなるという傾向が確認できる。大野砂は木古内砂に比べて角張っているのがこのような結果が出たのであろう。

(iv) 初期向ゲキ比と破壊ヒズミ

セン断強さを求めるに際して $\sigma \sim \epsilon$ 曲線がピークをもつかどうか、およびピーク的位置を検討したものである。標準砂と他の4種の砂とが異なる様相を示した。標準砂以外は3~7%でピークが現われるのに対し標準砂ではゆるい供試体では10%を越えないとピークを生じなかつたりする。大よその傾向としては均等係数が大なる方が破壊ヒズミ ϵ_f は小さいようである。さらに断面積補正をした場合標準砂は15%以内にピークが存在しないが、他の4種は補正しない場合の ϵ_f から1%以内しか変化せずピークを有する。 ϵ_f の絶対値が小さいことによるのであろう。粒径がそろっていることはかなり特異な現象を呈するようである。

図-7 $D_b \sim \phi$

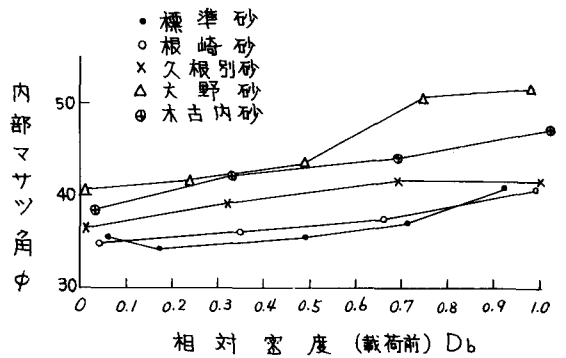
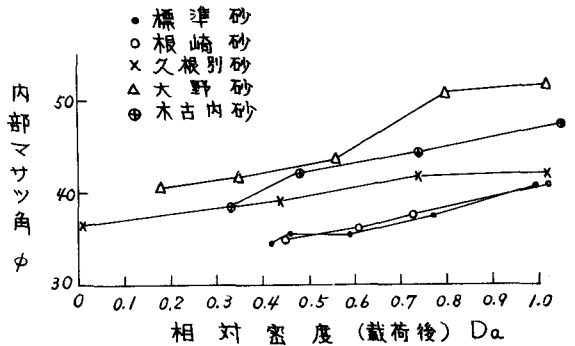


図-8 $D_a \sim \phi$

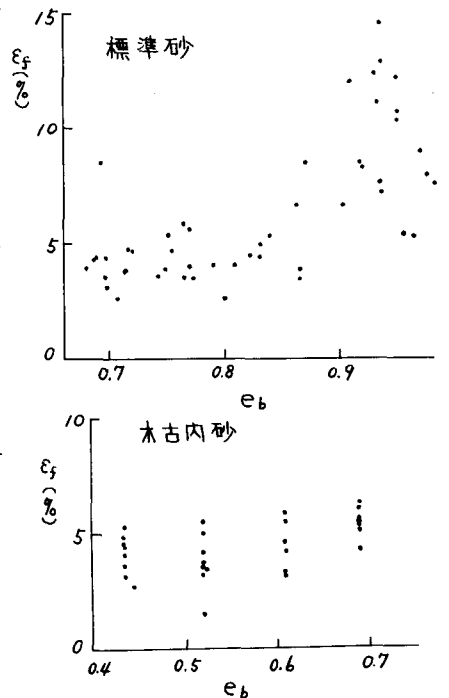


5. 結語

- (1) セン断面積補正は内部マサツ角を求めるにあたっては不要のようである。
- (2) 垂直荷重載荷前と載荷後との向ゲキ比の変化は無視し得ない大きさであるゆえ、載荷後の値を採用するのが妥当と思われる。
- (3) 初期向ゲキ比と内部マサツ角あるいは相対密度と内部マサツ角の関係は一次関数のようであり、種々の文献中にみられる三軸の場合と同様である。このデータに限ってみればその勾配は似通っており、任意の相対密度の内部マサツ角を推定することもできそうである。

以上のような結果であるが、さらに種々の砂について上記事項について確認することが必要である。また $\phi \sim e$ の切片は均等係数のみならず、粒形(角ばり方)に大きく左右されると思われるゆえ、角張りの程度の何らかの数量的表現法を考りよする必要がある。

図-9 $e_b \sim \epsilon_f$



文献 セン断試験法に関する基礎的研究 土質工学会 1968

その他