

㈱ 応用地質調査事務所	正員	○塚元 伸一
"	正員	今井 常雄
"	正員	木呂子豊彦

1. まえがき

土が、地震時にみられるような動的くり返しセン断を受けるとき、土中の間隙水圧は除々に上昇し、過剰間隙水圧が発生する。このことは振動三軸試験などの動的セン断試験で確かめられる。とくに、砂質土においては間隙水圧上昇は大で、ついには有効上載圧にひとしくなりいわゆる液状化に至る。このような間隙水圧上昇の経過については、研究も少なく明かではない。一方、この上昇過程は、地盤での液状化発生とその伝播及び時間経過に密接に関連し、また、液状化に至らぬ迄も有効応力の減少につながり、支持力や、斜面の安定性に重大な影響を及ぼすであろう。以上の背景のもと、飽和砂質土の振動三軸試験データをもとに、間隙水圧の上昇経過を調べ、経過の函数表示を試み、その結果得られた上昇係数と土質特性あるいは応力比との関係について報告する。

2. 検討に用いたデータ

表-1に、検討に用いたデータの試料の概要を示す。不攪乱試料はサンドサンプリングによつて採取後、凍結されたもので、試料径は、Site Cの $\phi = 70\%$ を除いて、他はいずれも $\phi = 50\%$ である。成形後融解、飽和化、圧密を行なつて試験に供した。有効拘束圧 σ'_c は現地の有効上載圧 $\sigma v'$ に等しくとつている。

なお、Site Cのデータは、岩崎らの結果を使わせて頂いた。試験は、周波数0.5Hzの正弦波で、応力制御軸加振の非排水状態で行なつた。

3. 間隙水圧の上昇過程の函数表示

図-1に代表的な間隙水圧上昇過程を例示する。 r_N は正規化されたくり返し回数で、 $r_N = \Delta u / \sigma'_c = 1$ となる回数 N_c に対する実回数 N の比を示す。Seed²⁾(1976)は、このような正規化表示で間隙水圧上昇過程を表わすとき、次式が成立するとした。

$$r_N = \left\{ (1 - \cos \pi r_N) / 2 \right\}^\alpha$$

ここに、 α は上昇の仕方を示す係数で、試験条件や土性によるものとしている。図-2は、Seedの提案を α をパラメータとして描いたものである。図-1と図-2をあわせてみると必ずしもSeedの函数は妥当とは云えない。そこで、図-3に示すように、他の2つの函数形を加え、計3つの函数表示の適切さについて、データから、夫々の α 、 β 、 γ を求め、 r_N に対しての変動をしらべてみた。これを図-4に示す。当然のことながら、上昇過程を最適近似する函数である為の条件は、先の係数が、 r_N の0~1の全範囲にわたつて一定値を保つことである。この条件からする限り、Seedの α は後半の変動がはげしく、この検討の限りでは、②の函数による β が良さそうである。

4. 上昇係数 β と応力比及び土性

以上の検討から②の函数形で β を上昇係数として用いることとし、表-1の各試料(1記号につき5ヶつの供試体)について、 β と r_N の関係を表わすと図-5の通りである。この結果を参照して、1試験毎に代表 β 値を最小二乗法によつて決定した。この β の大小と応力比や土質特性との関係の例を1、2示すと、図-6、7のようになる。岩崎らも述べているように、間隙水圧上昇過程は応力比と深い関係を有しているようである。また、乾燥密度や細粒分含有率とも関連しており、より多くのデータをもとに今後研究を重ねる必要がある。

参考文献 1) 岩崎・龍岡・常田・吉田・今野「液状化過程における不攪乱砂の剛性の変化」第13回土質工学研究発表会(1978)

2) H.B.Seed et al「Pore-Water Pressure Changes during Soil Liquefaction」ASCE vol.102 GT4 1976

表-1 検討に用いたデータ一覧表

Site	試料採取	土質	D50 mm	F.C %	rd g/cm	備考	印
A	不攪乱	埋立砂	0.120 ~0.255	3.0 ~1.25	1.126 ~1.405	数年前の埋立て 地盤	○
		沖積砂	0.116 ~0.420	1.0 ~1.35	1.327 ~1.535		●
B	不攪乱	沖積砂	0.007 ~0.15	24.0 ~9.70	0.753 ~1.481	不攪乱強度は攪 乱強度の約2倍	●
		埋立砂	0.155 ~0.40	3.0 ~8.0	1.292 ~1.566	比較的若い埋立 地盤	△
C	不攪乱	埋立砂	0.155 ~0.33	1.0 ~1.70	1.364 ~1.487		▲
		沖積砂	0.048 ~0.085	48.0 ~6.75	1.150 ~1.352		□
D	不攪乱	埋立砂	0.021 ~0.26	12.0 ~8.20	1.336 ~1.463	不攪乱強度は攪 乱強度の約1.4倍	■
		沖積砂	0.20 ~0.29	10.0 ~3.00	1.390 ~1.632		⊠
	攪乱	埋立砂	0.192		1.481 ~1.533	豊浦標準砂	×
標準砂		攪乱					

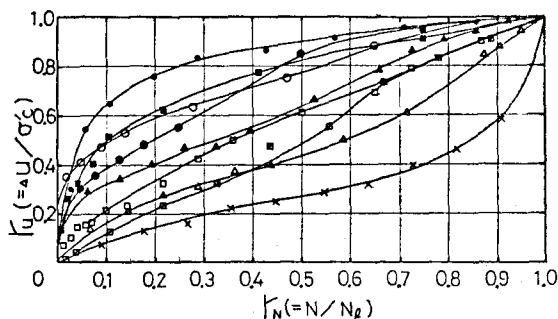


図-1 $\tau_u \sim \tau_N$

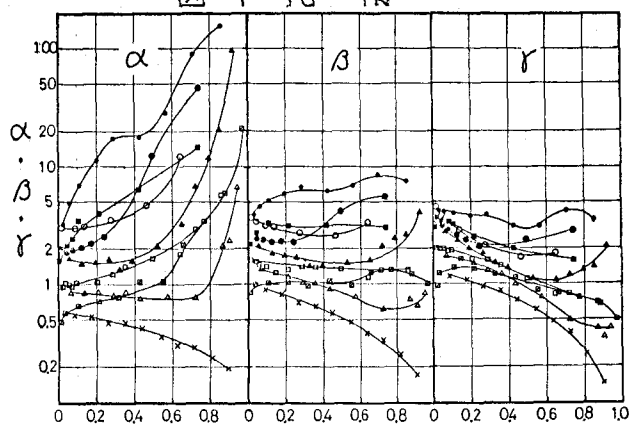


図-4 τ_N に対する α, β, γ の変化

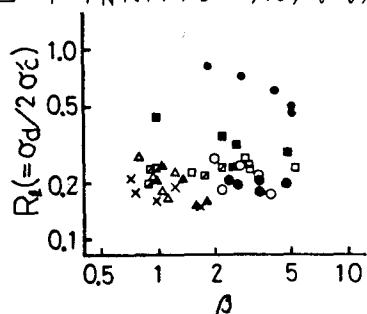


図-6 $R_s \sim \beta$ 関係

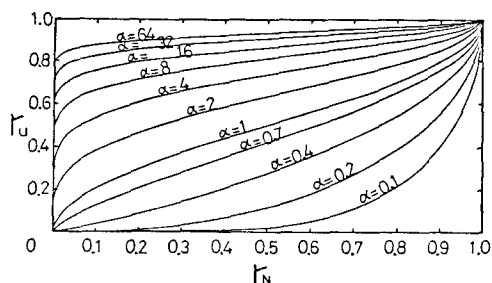


図-2 Seed による $\tau_u \sim \tau_N \sim \alpha$ の関係

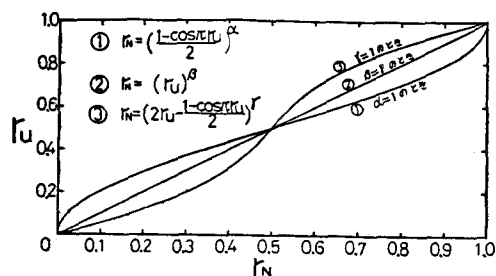


図-3 $\tau_u \sim \tau_N$ の関数表示

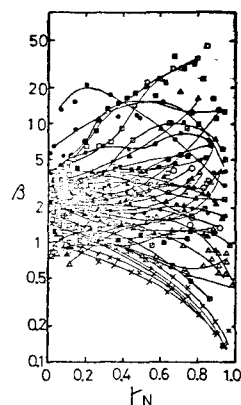


図-5 $\beta \sim \tau_N$ 関係

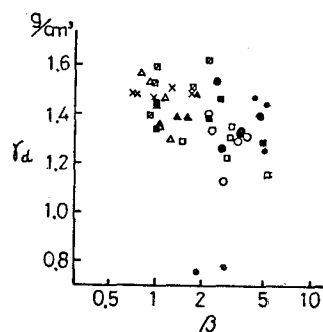


図-7 $\gamma_d \sim \beta$ 関係