

機 応用地質調査事務所 ○正員 塚元伸一

同上 横田耕一郎

同上 今野政志

1. 緒言

液状化評価のための調査には、従来は攪乱試料が用いられることが多かったが、サンドサンプラーの開発、研究、サンプリング技術の向上が進むにつれ、次第に不攪乱試料を用いることが多くなり、最近では、不攪乱砂を用いた液状化評価が、主流を占める様になつてきた。一般に不攪乱砂の液状化強度は攪乱砂に比し、数割大きく、それは砂の構造強度に起因すると言われている。^{1), 2), 3)}ところが、その不攪乱砂の構造強度に関する研究は未だ多くなく、不明な点が多い。そこで筆者らは、振動三軸試験機を用いて、原位置で採取された不攪乱試料の液状化実験と、その試料を用いて同一の条件で攪乱試料の液状化実験を行ない、上記の観点から、その比較検討を試みてみた。なお、ここで言う不攪乱砂とは、サンドサンプラーで採取したものを言い、真に厳密な意味での不攪乱を言うものではない。

2. 実験装置及び実験方法

実験に用いた装置は、軸加振型の振動三軸試験機であり、その概要を図-1に示す。用いた試料は、4つの現場から採取した沖積砂、埋立砂であり、ツイストサンプラーで採取後、凍結を行い、実験室に運搬したものである。4つの現場(A、B、C、D)の試料は、図-2に示す通り、きれいな砂であり、それらの粒度分布は比較的類似している。攪乱試料の供試体はモールド内に乾燥砂を空中落下させ、水浸後凍結させて作成した。この方法によると、均一でしかも相対密度 D_r を30~100%まで任意に変化させての作成が可能である。振動三軸試験の試験条件としては、地盤の有効上載圧にほぼ等しい圧力で圧密した後、非排水状態とし、0.5Hzの $\sin$ 波を載荷した。液状化強度(不攪乱砂の液状化強度: R_{L20u} 、攪乱砂の液状化強度: R_{L20R})は20回のくり返し回数で、丁度±5%の発生軸歪となるように定義して行なつた。

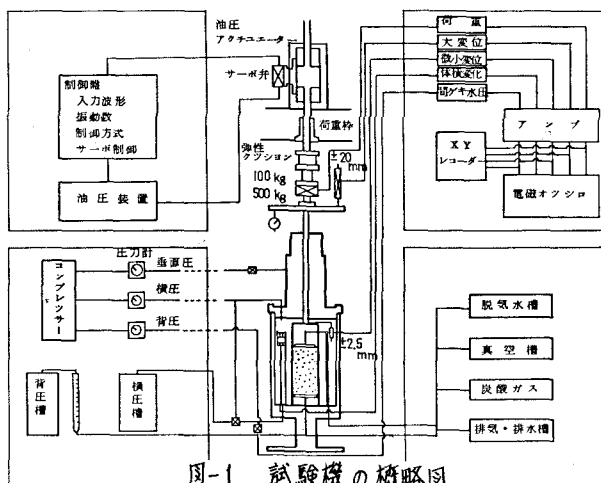


図-1 試験機の概略図

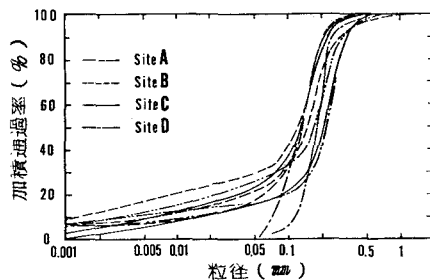


図-2 粒径加積曲線

表-1 試験結果一覧表

3. 実験結果

表-1に実験結果を一覧表として示す。表中の乾燥密度 γ_d 、間隙比 e 、相対密度 D_r は、不攪乱試料における値である。攪乱試料の R_{L20R} は密度補正後の値である。また、表中S・Rとあるのは、 R_{L20u} と R_{L20R} との比である。

R_{L20u} と R_{L20R} との比較を図-3に示す。

	No.	γ_d (kg/cm^3)	細粒分 含有率 F_c (%)	圧密後の供試体諸元			液状化強度 R_{L20}		S・R (A/B)
				γ_d (g/cm^3)	e	D_r (%)	A 不攪乱	B 攪乱	
Site A	1	0.23	30	1.41	0.879	45.9	0.433	0.210	2.06
	2	0.83	17.5	1.37	0.934	48.3	0.155	0.154	1.01
	3	0.52	1.85	1.52	0.743	89.5	0.275	0.204	1.35
Site B	1	1.30	24	1.44	0.901	116.4	0.227	0.170	1.29
	2	1.40	32.5	1.27	1.134	97.1	0.218	0.216	1.05
	3	1.60	25	1.32	1.035	97.1	0.218	0.234	0.93
Site C	1	0.38	17	1.44	0.889	68.5	0.462	0.229	2.02
	2	0.31	29	1.34	1.007	103.0	0.570	0.292	1.95
Site D	1	1.00	10.5	1.32	1.046	63.6	0.200	0.195	1.03
	2	1.20	2.5	1.43	0.884	98.3	0.198	0.182	1.09

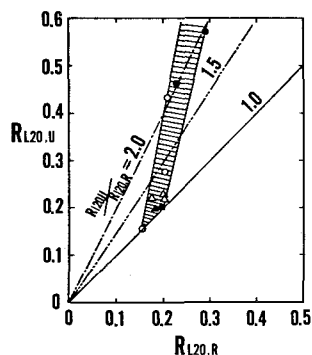


図-3 $R_{L20,U}$ と $R_{L20,R}$ との関係

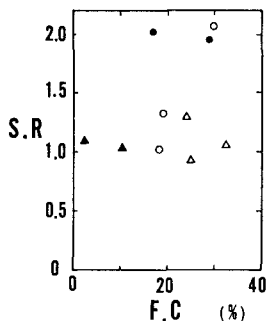


図-4 S.R. と F.C との関係

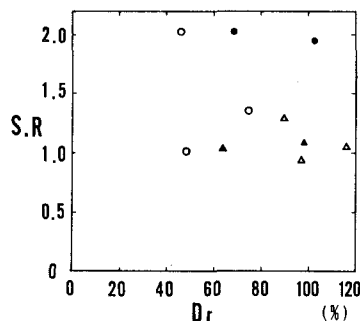


図-5 S.R. と D_r との関係

図-3 に示す様に、今回のデータは全て、帯状の斜線部に含まれており $R_{L20,U}$ と $R_{L20,R}$ は直線関係にあることが認められる。

図-4 には、S.R. と細粒分含有率 F.C との関係、図-5 には、S.R. と D_r との関係を示す。図をみてわかる様にこれらの土質常数と S.R. との間に有意な関係は、見受けられない。図-6 には、液状化強度 R_{L20} と圧密圧力 σ'_c との関係を、また図-7 には、S.R. と σ'_c との関係を示す。図-6、7 を見てわかる様に、 R_{L20} 、S.R. は明らかに σ'_c に依存しており、 σ'_c が小さくなるにつれ、 R_{L20} および、S.R. は、大きくなる傾向が見受けられる。また、 $R_{L20,R}$ の値は 0.15～0.30 の間にあり、 σ'_c に対し、それ程大きく変動しないのに対し $R_{L20,U}$ は、0.2～0.6 と、大きく変動し、 σ'_c が小さい程それは、著しい。この理由のうちのひとつとして σ'_c が小さい、即ち浅い深度の不攪乱試料は、地表から伝播する振動、活荷重、地下水位の変動などにより、振動履歴を受け易く、この履歴により、いわば過圧密状態となり、液状化強度が大きくなるためと思われる。⁴⁾

4. まとめ

今回の実験により、判明したことを列記すると以下の様になる。

- (1) 不攪乱強度が大きくなるにつれ、攪乱強度も増加する。
- (2) S.R. と F.C、 D_r との間には、有意な関係は見受けられない。
- (3) R_{L20} および S.R. は σ'_c により変化し、 σ'_c が小さい程 R_{L20} 、S.R. は大きくなる。これは砂の構造強度の一つの表われと見なすことができる。

参考文献

- 1) 酒井運雄、安田進 (1977) 「不攪乱砂質土の液状化特性」第 12 回土質工学研究発表会
- 2) 石沢正俊、中川誠志、黒原一郎 (1977) 「細粒分を含んだ不攪乱砂質土の液状化実験」同上
- 3) F.C Townsend (1978) 「A Review of Factors Affecting Cyclic Triaxial Tests」ASTM
- 4) 木呂子豊彦、横田耕一郎、今野政志 (1979) 「攪乱砂の液状化強度に及ぼす応力履歴の影響」土木学会

関東支部

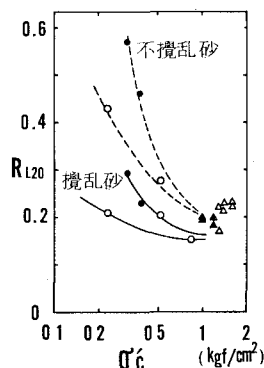


図-6 R_{L20} と σ'_c との関係

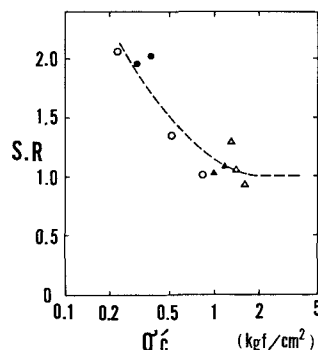


図-7 S.R. と σ'_c との関係