

III - 255

N1値の小さな洪積砂質土層の液状化強度測定例

建設省建築研究所 正会員 大岡 弘
 (株)東京ソイルリサーチ 正会員 竹原 直人
 (株)東京ソイルリサーチ 森 誠二

1. はじめに

「建築基礎構造設計指針(1988)」における τ_v/σ'_z の値、および、「道路橋示方書・同解説(1990)」におけるRの値は、細粒分含有率(FC)に関する補正、および、平均粒径(D50)に関する補正をそれぞれ加味しているものの、基本的には、換算N値(N1値)に基づいて評価することになっている。しかし、例えば、N1値が小さなシルス層や洪積砂層では、前者の方法に従うと、原地盤の有する液状化強度をかなり過小評価してしまう場合のあることが指摘されている。そこで、今回は、筑波台地の地表面下3.5m~4.5mに位置するN1値が3~4の洪積砂質土層(常総層)を例にとり、上記の2方法によって求まる液状化強度と、乱さないチューブ試料を成形して得た供試体に対する液状化試験結果から求まる液状化強度を比較してみたので、その結果を報告する。

2. 洪積砂質土層の動的貫入試験結果

今回測定の対象とした洪積砂質土層は、約6万年前以前に堆積した旧河道堆積物である。地下水位面は、地表面下2.5m~3.5mに位置する。今回は、標準貫入試験の他に動的コーン貫入試験(鉄研式)も実施したが、対象とした砂質土層のN値は2~3、動的コーン貫入試験で得られた貫入量10cmごとの打撃回数、Nd値は、2~4であった(図1)。すなわち、N値とNd値とは、ほぼ等しいという結果になった。しかし、深さ3.5m付近、および、4.6m付近では、Nd値が7~8を示す場合もあった。

3. 乱さない供試体の物理特性と密度特性

液状化試験に供するための乱さない試料は、大口径トリプルチューブサンプラー(φ130mm)と水圧式固定ピストン付きシンウォールチューブサンプラー(φ75mm)を用いて、図1に示す深さから採取した。それらの試料を成形して得

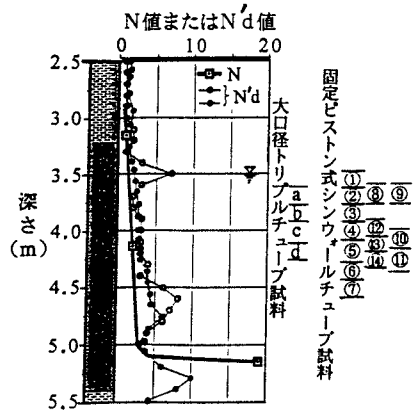


図1 動的貫入試験結果と試料位置

表1 水圧式固定ピストン付きシンウォールチューブ試料の物理特性と密度特性(3.9m以深)

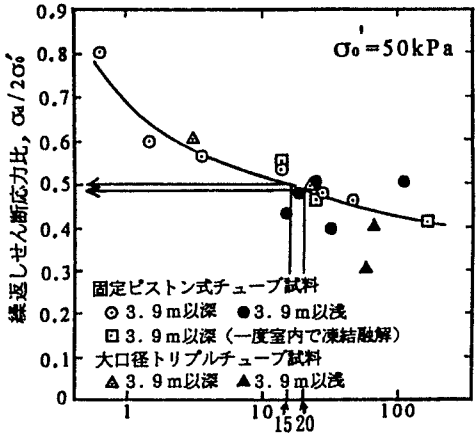
供試体番号	④	⑤	⑥	⑦	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭		
地表面からの深さ(m)	3.9~4.1	4.1~4.3	4.3~4.5	4.4~4.6	4.0~4.2	4.2~4.4	3.9~4.1	4.0~4.2	4.1~4.3		
物理特性	土粒子密度 ρ_s (g/cm ³)	2.650	2.651	2.676	2.655	2.683	2.681	2.666	2.647	2.673	
	含水比 W (%)	39.2	29.5	30.3	33.2	32.3	38.1	31.7	34.4	28.6	
	粒度特性	礫分 (%)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		砂分 (%)	66.1	73.7	77.2	83.0	80.5	74.3	75.9	76.3	78.8
		シルト分 (%)	21.9	12.8	14.2	10.6	15.6	18.0	16.8	16.4	13.0
		粘土分 (%)	11.9	13.4	8.5	6.3	3.9	7.7	7.3	7.3	8.2
		平均粒径 D50(mm)	0.21	0.25	0.27	0.28	0.27	0.24	0.25	0.23	0.25
均等係数 UC	113.7	—	39.8	19.4	14.9	36.2	35.8	33.8	34.3		
圧密後	湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	1.806	1.915	1.904	1.835	1.814	1.773	1.827	1.685	1.825	
	乾燥密度 ρ_d (g/cm ³)	1.303	1.483	1.467	1.384	1.381	1.292	1.387	1.254	1.419	
	間隙比 e	1.034	0.788	0.824	0.918	0.943	1.075	0.922	1.111	0.884	
	相対密度 Dr(%)	94	112	86	91	95	91	97	81	91	
B 値	0.99	1.00	0.99	0.99	0.96	0.99	0.96	1.00	0.97		
非凍結・凍結の別	非	非	非	非	非	非	凍結	凍結	凍結		

た供試体の物理特性と密度特性の一例を、表1に示す。細粒分含有率と平均粒径の値は、それぞれ、FC=17%~34%(平均24%)、D50=0.21mm~0.28mm(平均0.25mm)である。

4. 乱さない供試体の液状化試験結果

液状化強度を求めるための繰返し非排水三軸試験(液状化試験)では、直径5cm、高さ10cmの供試体を、有効土被り圧 σ_v' に等しい初期有効拘束圧 $\sigma_0' = 0.51 \text{ kgf/cm}^2$ (50kPa)のもとで12時間程度等方圧密した後、周波数0.1HZで、正弦波形の軸差応力を供試体に繰返し加えた。

図2は、横軸に軸ひずみ両振幅が5%に達するまでの繰返し回数をとり、液状化試験の結果を整理してみたものである。深さ3.9m以浅のデータ(黒ぬり印)にはパラソキが見られるが、3.9m以深のデータ(白ぬり印)は、試料採取方法の違いにかかわらず、また、試験室内で一度凍結させたか否かにかかわらず、一本の曲線でほぼ代表させ得ることが分かる。繰返し回数15回、および、20回に対応する繰返しせん断応力比、 $(\sigma_d/2\sigma_0')$ _{5%15回}、および、 $(\sigma_d/2\sigma_0')$ _{5%20回}の値は、それぞれ、0.50、および、0.49となった。



軸ひずみ両振幅が5%に達するまでの繰返し回数 N_c

図2 洪積砂質土層の液状化強度曲線

5. 液状化試験結果から求めた液状化強度と、換算N値および粒度特性から評価した液状化強度との比較

表2、および、表3に、乱さない試料の液状化試験結果から求めた液状化強度と、換算N値と粒度特性とから既往の液状化判定法に従い求めた液状化強度の比較結果を示す。乱さない試料の液状化試験結果に基づいて求められる「建築基礎構造設計指針」の原位置液状化抵抗比に相当する $\tau_v / \sigma_v' = L$ の値については、吉見らの方法²⁾に従い、3.9m以深の砂質土層の有する液状化強度、 $(\sigma_d/2\sigma_0')$ _{5%15回} = 0.50に、 K_0 値を0.5と仮定して求めた拘束圧に関する補正係数0.67と、多方向せん断に関する補正係数0.9を乗じて求めている。また、「道路橋示方書」では沖積土層のみを対象としているが、ここでは、同書の方法を今回の洪積砂質土層に便宜的に適用している。両者の値は、表2では2倍、表3では3倍も異なる

表2 「建築基礎構造設計指針(1988)」に示される方法に関する検討

N値	有効土被り圧 σ_v'	N_1 値	FC	ΔN_f	Na	$(\tau_v / \sigma_v') = F$	$(\sigma_d / 2\sigma_0')$ _{5%15回}	$(\tau_v / \sigma_v') = L$	L/F
2~3	0.51 kgf/cm ²	3~4	24%	8.5	12	0.145	0.50	0.30	2.1

という結果

表3 「道路橋示方書・同解説(1990)」の方法に関する検討

となった。

N値	有効土被り圧 σ_v'	D_{50}	R_1	R_2	R	$R_{\theta} = (\sigma_d / 2\sigma_0')$ _{5%20回}	R_{θ} / R
2~3	0.51 kgf/cm ²	0.25mm	0.13	0.03	0.16	0.49	3.1

(FC=24%
∴ $R_3 = 0$)

6. まとめ

N_1 値が小さく、かつ、細粒分をかなり含む洪積砂質土層においては、既存の液状化判定法に頼らずに、その砂質土層から乱さない試料を採取し、それを成形して得た供試体を用いて液状化試験(繰返し非排水三軸試験)を行い、その試験結果から砂質土層の液状化強度を評価しないと、液状化強度をかなり過小評価してしまう場合があることを示した。

[参考文献] 1) 大岡 弘、畑中宗憲、内田明彦(1995):「トリプルチューブ試料の液状化試験結果と N_1 値を用いた砂地盤の液状化強度推定法」1995年度日本建築学会大会学術講演梗概集。2) Yoshimi, Y., Tokimatsu, K. and Hosaka, Y. (1989): "Evaluation of liquefaction resistance of clean sands based on high-quality undisturbed samples," Soils and Foundations, Vol.29, No.1, pp.93-104.