

(III-8) 飽和度とまき土の液状化強度の関係

東京電機大学 大学院 学生員 ○福島 康弘
東京電機大学 理工学部 正会員 安田 進
東京電機大学 理工学部 中沢 慎也 望月 洋介

1. まえがき

ポートアイランドや六甲アイランドなど実際に埋立てられた地盤において、山土を削って埋立てられてからの年月が浅い場合、地盤が地下水位以下であっても完全には飽和されていない場合もあると考えられる。これは、原地盤での PS 検層にもそのようなことを示唆する結果が得られている。そこで、不攪乱試料および人工的に詰めた試料について、試料が飽和している場合と不飽和の場合での液状化強度の違いを求めた。

2. V_p と飽和度の関係

原地盤で行われた凍結サンプリング、標準貫入試験、PS 検層の結果をもとに N 値、飽和度、 V_p の関係をまとめたものを図-1 に示す。この図より、G.L.-6m、-9m 付近を除いて凍結試料から求めた礫・含水比補正飽和度は 80~90% 程度の値となっている。

V_p のデータを見ると地下水位が G.L.-2.8m~-3.2m にもかかわらず、地表面以下-5m までは $V_p=1.5\text{km/s}$ 以下である。したがって、地下水位以下 2m 程度は完全に飽和されていないとも考えられる。

飽和度と V_p の関係を図-2 に示す。この図より、 V_p が小さいと飽和度が小さくなっていく傾向がみられる。ただし、 V_p が 1.5km/s より小さい、つまり浅いところの試料は少なくはっきりしたことは言い難い。

3. 試料および液状化試験方法

実験に用いた試料は、ポートアイランド梱包団地で原位置凍結サンプリングで採取された不攪乱試料を、直径 5cm、高さ 10cm に成形したものを用いた。この供試体を室内で飽和させた通常の試料に加えて、試料をサンプリングした時の不飽和の状態のままでの液状化試験を行った。

これらの試料の粒径加積曲線を図-3 に示す。 $e_{\max}$ 、 $e_{\min}$ は、1000cc モールドにより 26.5mm 以下の粒径により求めた。また、カック内の数値は 2mm 以下の粒径にに対して 113cc モールドより求めた $e_{\max}$ 、 $e_{\min}$ を表す。以後、相対密度は 1000cc モールドにより求めた $e_{\max}$ 、 $e_{\min}$ による計算値で示す。

不飽和状態での実験手順は、 0.2kgf/cm^2 の拘束圧により等方状態で解凍し、 1.5kgf/cm^2 の拘束圧で圧密した。背圧は、不飽和での液状化特性を調べるために供試体圧密後の加振直前に静水圧のみを考慮して 0.68kgf/cm^2 を加えた場合と、通常通り 2.0kgf/cm^2 を加えた場合とで行った。

不攪乱試料に対する背圧、供試体成形時と加振直前の飽和度、排水量、B 値、相対密度、細粒分含有率を表-1 に示す。No.5 の B 値が

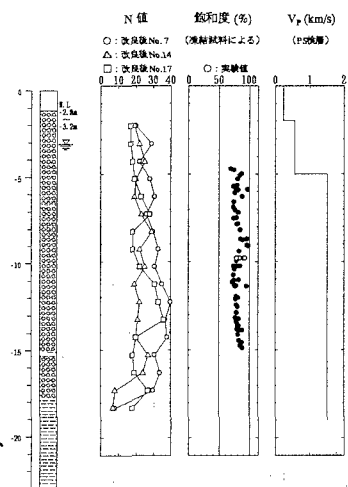


図-1 N 値、飽和度、 V_p の関係

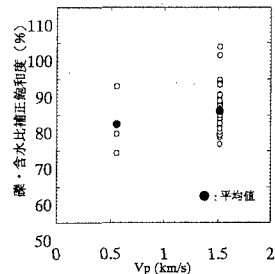


図-2 飽和度と V_p の関係

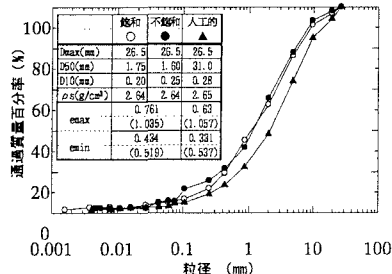


図-3 粒径加積曲線

キーワード：液状化、不飽和

〒350-03 埼玉県比企郡鳩山町石坂 TEL 0492-96-2911 FAX 0492-96-6501

71%となっているが、これは拘束圧を2.2kgf/cm²（背圧2.0kgf/cm²）にあげた後にB値測定を行った結果であり、他の結果よりも大きな値となった。その他の結果については、供試体解凍直後圧密前に測定を行った。

また、人工的に詰めた試料について、不攪乱試料と同様の条件で実験を行った。実験に用いた試料は、ポートアイランド北部港島トンネル工事現場で採取されたまさ土である。この試料を港島トンネルで採取された不攪乱試料と同じ粒度に調整した。ただし、この試料は梱包団地で採取された不攪乱試料と粒度に大きな差はない。相対密度はDr=87.1%、飽和度はSr=77.4%とし、梱包団地の不攪乱試料と同程度の密度および飽和度とした。

表-1 不攪乱試料の条件および結果

試料番号	条件	背圧 (kgf/cm ²)	飽和度(%)		排水量 (cm ³)	B値 (%)	1000ccモールドに よる相対密度(%)	2mm以下の粒径に よる相対密度(%)	細粒分含有率 (%)
			成形時	加振直前					
No.1 FS2-13	飽和	2.00			16.78	100**	116.8	127.1	5.8
No.2 FS2-13A1		2.00			5.80	100**	80.1	103.9	
No.3 FS2-13C		2.00			7.29	100**	90.5	112.4	
No.4 FS2-13B		2.00			5.58	100**	100.9	117.1	
No.5 FS2-13A3	不飽和	2.00	73.5	76.3	10.62	71**	79.2	103.3	5.1
No.6 FS4-15A1		2.00	74.2*	98.5*	—	30***	98.5	115.9	
No.7 FS2-13B		0.68	72.9	82.3	9.69	47***	81.7	104.8	
No.8 FS2-13B2		0.68	62.0	68.3	9.63	42***	84.4	106.6	
No.9 FS2-13C		0.68	71.7	81.2	9.90	47***	99.1	115.9	

*：二重セル、ビューレット、ゲイガーにより体積変化を測定して飽和度を計算した。他の試料についてはビューレット、ゲイガーによる体積変化の測定であったため、二重セルによる体積変化をもとに体積補正をして飽和度を計算した。

：拘束圧を2.2kgf/cm²(背圧2.0kgf/cm²)加えた後に測定 *：0.2kgf/cm²の拘束圧により等方状態で解凍後に測定

4. 応力比～液状化回数関係

不攪乱試料について飽和試料および不飽和試料の応力比～液状化回数関係を図-4に示す。この図より、飽和させた試料の応力比に比べて不飽和での試料の応力比の方が全体に大きくなった。しかし、不飽和では応力比が0.5程度より大きい場合、過剰間隙水圧比が0.6付近で供試体が引きちぎられた。このため図中、液状化回数が3～22回の間が破線となっている。また、不飽和の状態では圧密した後、背圧を2.0kgf/cm²加えて加振を行った試料についても、応力比が0.5を越えることなく供試体が引きちぎられた。これは、不飽和の供試体では小さな背圧しか加えてなく、また、不飽和であるためあまり大きな負の過剰間隙水圧が生じ得ないため、供試体が引張られるように破壊したものと考えられる。

人工的に詰めた試料について応力比～液状化回数を図-5に示す。この図より、飽和させた試料に比べて不飽和での試料の方が応力比が全体に大きくなった。また、不攪乱試料と同様に応力比が0.5付近で供試体が加振中に引きちぎられる傾向が見られた。

5. まとめ

凍結試料から求めた飽和度は、礫・含水比の補正を行っても100%以下であった。不攪乱試料および人工的に詰めた試料において、飽和させた試料に比べて不飽和の試料の応力比が全体に大きくなった。しかし、不飽和の試料の場合、応力比が0.5付近で加振中に引きちぎられた。なお、本研究に用いた試料は「阪神・淡路大震災地盤調査会（座長：石原研而 東京理科大学教授）」から提供を受けたものである。関係各位に感謝する次第である。

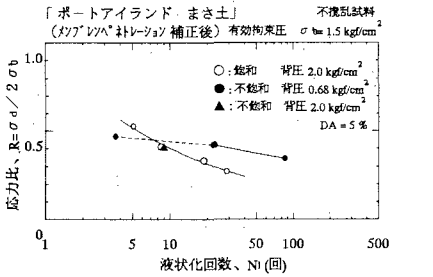


図-4 不攪乱試料の応力比～液状化回数関係

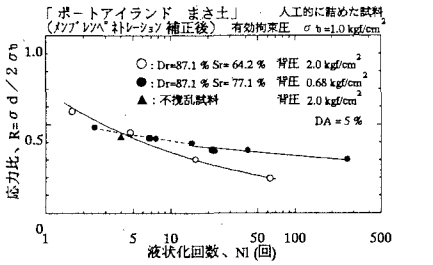


図-5 人工的に詰めた試料の

応力比～液状回数関係化