

III - A68

埋立地における地震時の地盤強度について

阪神高速道路公団工務部	正会員	南 莊 淳
”	正会員	安 田 扶 律
基礎地盤コンサルタンツ株式会社	正会員	久 保 田 耕 司
株式会社東京ソイルリサーチ	正会員	竹 原 直 人

1.はじめに

砂礫で埋立られた若令地盤での動的強度を、現行の液状化試験法で行った結果、巨礫を含む礫質土と砂質土とで明確な強度差が現われない結果が得られている。このほか、兵庫県南部地震のように数波の激しい地震動を受けたときの液状化強度、不飽和状態の地盤における液状化強度の評価など、現行の液状化試験法をそのまま適用できない点があげられる。このような問題点から、筆者らは不規則波を与えた液状化試験や不飽和状態での液状化強度対比を目的とした試験を試みている。本小文では、不飽和状態での液状化強度対比を目的とした試験結果について紹介するものである。

2.若令埋立地盤の飽和状態

図-1は甲子園浜でのPS検層結果である。地表面から14m付近までは、礫まじり土～砂質土を主体とした埋立層で、以深に沖積粘土層が分布する。埋立層中には1m～1.5m程度の層厚の粘土層を挟在し、地下水位は地表面から3.2mの深度で確認された。真水のP波速度はほぼ1500m/secであるが、図示したP波速度の深度分布には、1500m/sec以下の速度を示す値が得られている。特に埋立層下部では1235m/sec～1351m/secを示しており、不飽和状態であることが考えられる。このように、PS検層の結果でP波速度が1500m/secを下回る結果は、他の埋立地でも報告¹⁾されている。一方、兵庫県南部地震において、調査地点では噴砂が確認されており、粘土層の挟在によるものか不飽和状態に起因するものか明らかではないが、不飽和状態であったことも一因としてあげられる。

3.不飽和状態での強度差について

凍結サンプリング試料を用いて、前記した埋立地における液状化試験を、飽和試料と不飽和試料で行った。試験は、平均主応力一定条件での試験^{2) 3)}を不飽和試料に適用した。ここで、従来の試験法と平均主応力一定の液状化試験の比較（試料-2と試料-13）を、飽和試料を対象に実施しその結果を図-2に示した。 $N_c \sim \sigma' d / 2 \sigma' c$ 関係は一試料ではあるが良好な一致がみられた。次に、飽和試料と不飽和試料の比較試験（試料-14と試料-15）は全く同一試料で行ったものではないが、同一地層と判断されるOP-3.45m～7.30mの地層の中央深度の試料を用いて行った。試料の状態は表-1のとおりで、S-Mgに分類される土質であり、間隙比、粒度組成、乾燥密度などの物理定数からはほぼ同一試料と判断される。不飽和試験では4供試体を同一飽和度に揃えることは至難の業であるが、飽和度を91.8%～99.3%の範囲で作成した。またB値は飽和状態の試料が0.95～0.99であるのに対し、不飽和状態の試料では圧密後0.09～0.13である。図-3に飽和試料と不飽和試料の液状化試験結果を示した。図に示されるように、 $N_c \sim \sigma' d / 2 \sigma' c$ 関係から得られる $N_c 20$ での不飽和試料の応力比は、飽和試料に比べると約1.6倍の応力比となった。わずかな飽和度の差でも、液状化強度に与える影響は大いことが推定される。またB値と液状化強度の関係は、図-4に示されるような結果となっており、これらの値だけでは傾向が述べられないが、今後データを蓄積することによりB値（飽和度）と液状化強度の関係を考察して行きたい。

4.おわりに

過去の事例も含め、液状化強度は飽和度の高い範囲において、かなり敏感に影響することが確かめられており、今回の結果でも数パーセントの飽和度の違いで大きく異なることが確認された。現地の飽和度を簡便に確認する方法は、PS検層などの物理探査が有効であるが、直接的に原位置での飽和度を測定する技術が確

率されれば、飽和度 (B値) と液状化強度の関係を求めることによって、より現実的に設計に反映できるのではないかとと思われる。

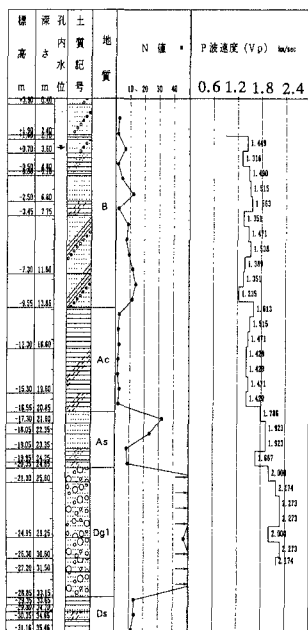


図-1 PS検層結果

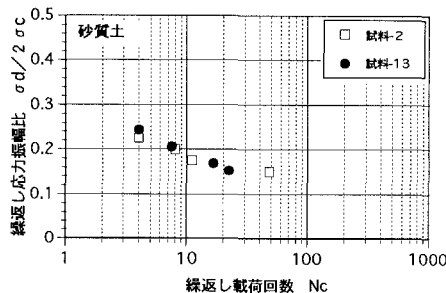


図-2 平均主応力一定試験の適用

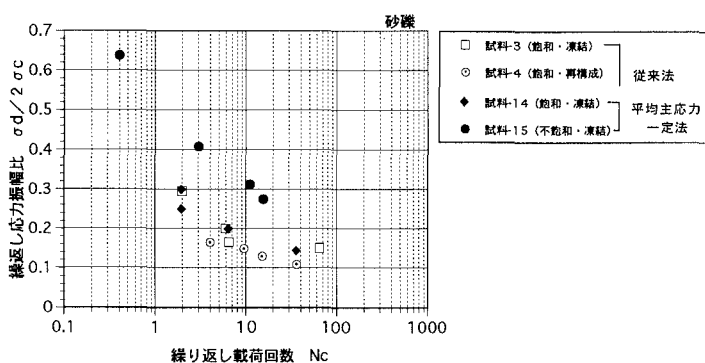


図-3 飽和・不飽和試料の比較

表-1 液状化試験結果一覧表

試料No	深度	土質分類記号	礫分%	砂分%	粘土・シルト分%	乾燥密度 (g/cm ³)	間隙比	応力比 (DAS %) 20回	飽和度%	B値	備考
2	6.05~6.35m	SG-P~SGF	17.0	69.2	13.8	1.314~1.377	0.909~1.000	0.168	100	0.99	凍結試料 φ100
3	8.06~9.26m	SG~GS	42.9	53.8	3.3	1.820~1.897	0.413~0.450	0.156	100	0.96	凍結試料 φ300 試料-3と試料-4は同一試料である
4	8.06~9.26m	SG~GS	42.9	53.8	3.3	1.940~1.954	0.355~0.378	0.124	100	0.98	再構成試料 φ300
13	5.5~6.15m	Spg	42.9	53.8	3.3	1.459~1.512	0.742~0.824	0.165	100	0.95~0.97	凍結試料 φ100
14	9.35~9.95m	S-Mg	33.0	57.0	10.0	1.856~1.949	0.332~0.418	0.160	100	0.95~0.99	凍結試料 φ100
15	9.5~10.1m	S-Mg	34.0	56.0	10.0	1.859~1.934	0.345~0.404	0.270	91.8~99.3	0.09~0.13	凍結試料 φ100 不飽和

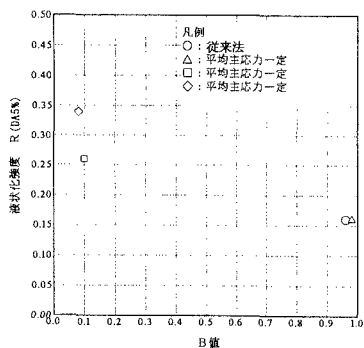


図-4 B値と液状化強度

最後に、液状化試験に際しご協力頂いた、建設省土木研究所動土質研究室松尾修室長に感謝の意を表します。

< 参考文献 > 1) 後藤他(1997):六甲アイランド並びにポートアイランドにおける埋立土の地盤状況と動的強度の比較,第32回地盤工学研究発表会,pp.701-702 2) 土谷他(1997):平均主応力一定の液状化試験機の試作,第52回年次学術講演会,Ⅲ pp.122-123 3) 黄他(1997):平均主応力一定の液状化試験結果について,第52回年次学術講演会,Ⅲ pp.124-125