

細粒な土の土槽貫入実験（実験方法）

飛島建設	正会員	嶋本 栄治
飛島建設	正会員	沼田 淳紀
飛島建設		染谷 昇
中央大学	正会員	國生 剛治

1. はじめに

1987年千葉県東方沖地震¹⁾、1993年北海道南西沖地震²⁾、2000年鳥取県西部地震³⁾では海岸埋立地などの若齢な地盤において細粒分の多い噴砂が確認された。既往の設計方法^{4),5),6)}では、細粒分含有率が増加すると、液状化強度が増加することになり、これらの地盤は液状化しにくかったこととなる。このような液状化強度に対する粒径の影響について、今までにも多くの研究がなされてきた^{1),7),8),9),10),11)}が、実際の地盤への摘要性を考えた場合、まだ課題が多い。そこで海岸埋立地に代表される若齢な地盤を主な対象として、粒径の異なる土の液状化強度特性と標準貫入試験によるN値の関係を調べた。ここでは実験方法を示す。

2. 実験に用いた試料

実験には豊浦砂、利根川砂、北海道T砂、函館シルト^{12),13)}の4試料を用いた。図-1に用いた試料の粒度組成を示す。いずれも均等粒径、粘土分含有率が10%以下、NPであるが、細粒分含有率は0~80%と大きく異なる。粒度配合は、豊浦砂が他と比べやや均等粒径であるが、4者の粒度組成は概ね相似粒度であるといえる。

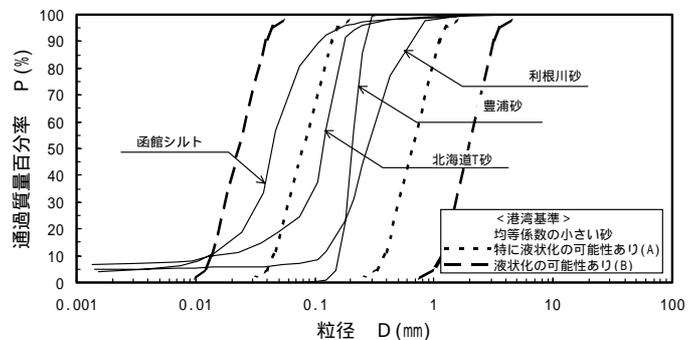


図-1 実験に用いた試料の粒度組成

3. 実験方法

実験は大きく分けて、模型地盤を作成し、標準貫入試験を行う土槽貫入実験と、模型地盤より不攪乱試料をサンプリングして行う三軸試験がある。

図-2に全体の実験の流れを示す。模型地盤を作成し、これに対して標準貫入試験を行った。標準貫入試験実施後の地盤より不攪乱試料をサンプリングし、それを供試体として、繰返し非排水三軸試験、繰返し圧縮試験、動的変形試験を行った。

表-1に模型地盤作成方法一覧を示す。地盤の作成方法は主に締固めにより作成した。締固め時には各層毎に密度管理を行い、所定の密度が得られるようにした。また、函館シルトの一部については、浚渫埋立地盤を想定し、ヘドロ状の土を投入後、予圧密し作成した。豊浦砂については空中落下法を用いた。地盤作成後に地盤の飽和化を行い、上載荷圧 98kPa にて1次圧密後、せん断波速度の計測を行い、その

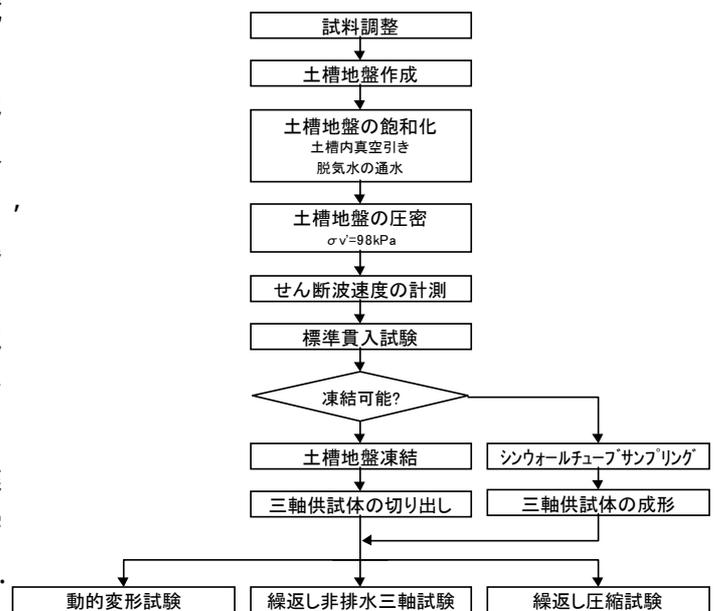


図-2 実験の全体の流れ

埋立地盤、液状化、標準貫入試験、細粒分、相対密度

〒270-0222 千葉県東葛飾郡関宿町木間ヶ瀬 5472, TEL 0471-98-7553, FAX 0471-98-7586

後に標準貫入試験を実施した。図-3に実験に用いた土槽¹⁴⁾を示す。土槽は上下のゴム膜より土槽内に作成された地盤に上載圧が載荷可能な装置となっており、地盤のせん断波速度、側方土圧が計測可能である。上蓋中央には、孔が開けてあり、標準貫入試験が行えるようになっている。標準貫入試験に用いたロッドの長さは、ノッキングヘッドより上のガイドロッドが1.5m、ノッキングヘッドよりロッド先端までが4.93mである¹⁵⁾。

標準貫入試験後、土槽地盤から不攪乱サンプリングを行い、三軸試験用の供試体を作成した。サンプリング方法は凍結による膨張量¹⁶⁾を考慮し、函館シルトに関しては凍結サンプリングを実施した。函館シルトに関しては、乱れがほとんど生じないことを確認しシンウォールチューブサンプリング¹⁷⁾を実施した。

三軸試験は、繰返し非排水三軸試験、繰返し圧縮試験、動的変形試験を実施した。繰返し圧縮試験は三軸セルを用いて、等方応力の条件下で圧密を行うものである。砂質土の場合、圧密といっても短い時間で終了するため圧縮という言葉を用いた。試験は載荷および除荷を繰返し、排水量を求め、間隙比と載荷荷重の関係より圧密降伏応力を求めることを目的とした。繰返し非排水三軸試験および動的変形試験は、供試体飽和後、有効拘束圧98kPaで圧密を行い、載荷周波数を0.1Hzで行った。

4. まとめ

海岸埋立地に代表される若齢な地盤における均等粒径で細粒な土を対象として、液状化強度に対する粒度組成の影響を明らかにするために実験を行い、その実験方法を示した。

謝辞

実験を実施するにあたり、電力土木技術協会の須田嘉彦氏はじめ関係各位に大変お世話になった。シー・アール・エスの吉田保夫氏には実験方法の指導をして戴いた。中央大学の諏訪正博氏および渡邊圭氏には実験に協力していただいた。ここに記して心より感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 森 伸一郎, 沼田 淳紀, 境野 典夫, 長谷川 昌弘: 埋立地の液状化で生じた噴砂の諸特性, 土と基礎, 39-2(397), pp.17-22, 1991.2.
- 2) 森 伸一郎, 沼田 淳紀: 1993年北海道南西沖地震における函館市の臨海埋立地の液状化, 第29回土質工学研究発表会 pp.1015-1018, 1994.6.
- 3) 嶋本 栄治, 沼田 淳紀, 染谷 昇, 三輪 滋, 池田 隆明, 大野 孝二: 2000年鳥取県西部地震における液状化, 第36回地盤工学研究発表会, 投稿中, 2001.6.
- 4) 日本道路協会: 7.5 砂質地盤の液状化の判定, 道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編, pp.91-95, 1996.12.
- 5) 日本建築学会: 4.5 節 地盤の液状化判定, 建築基礎構造設計指針, pp.163-169, 1988.1.
- 6) 日本港湾協会: 第13章地盤の液状化, 港湾の施設の技術上の基準・同解説(上巻), pp.281-288, 1999.4.
- 7) Lee, K.L. and Fitton, J.A.: Factors affecting the cyclic loading strength of soil, Vibration Effects of Earthquakes on Soils and Foundations, ASTM, STP 450, pp.71-95, 1968.
- 8) 古関 潤一, 石原 研而, 藤井 光久: 細粒分を含む砂の三軸液状化試験, 第21回土質工学研究発表会, pp.595-596, 1986.6.
- 9) 桑野 二郎, 飯村 博忠, 中沢 博志, 杉原 弘一: カオリンを含む砂の液状化強度, 土木学会第50回年次学術講演会, 第III部門, pp.506-507, 1995.9.
- 10) 黄 大振, 柳沢 栄司, 菅野 高弘: シルトを含む砂のせん断特性について, 土木学会論文集, No.463/III-22, pp.25-33, 1993.3.
- 11) 佐藤 正行, 小田 匡寛, 風間 秀彦, 小瀬木 克己: 細粒分が埋立地盤の液状化特性に及ぼす影響に関する基礎的研究, 土木学会論文集, No.561/III-38, pp.271-282, 1997.3.
- 12) 染谷 昇, 沼田 淳紀, 大野 孝二: 函館シルトの土質特性, 第35回地盤工学研究発表会, pp.961-962, 2000.6.
- 13) 沼田 淳紀, 嶋本 栄治, 染谷 昇, 國生 剛治: 細粒な土の相対密度(定義方法), 第36回地盤工学研究発表会, 投稿中, 2001.6.
- 14) 國生剛治, 吉田保夫, 諏訪正博, 桑原弘昌, 佐藤正行: 土槽貫入実験によるまさ土の液状化強度の評価(その1), 第34回地盤工学研究発表会, pp.125-126, 1999.7.
- 15) 諏訪 正博, 沼田 淳紀, 嶋本 栄治, 國生 剛治, 吉田 保夫: 試料の異なる標準貫入試験における打撃効率についての考察, 第36回地盤工学研究発表会, 投稿中, 2001.6.
- 16) Shigeru GOTO: Influence of a freeze and thaw cycle on liquefaction resistance of sandy soils, SOILS AND FOUNDATIONS, Vol.33, No.4, pp.148-158, 1993.12.
- 17) 沼田 淳紀, 嶋本 栄治, 染谷 昇: 非塑性シルトの液状化強度におよぼすサンプリング方法の影響, 第25回地震工学研究発表会, pp.237-240, 1999.7.

表-1 模型地盤作成方法一覧表

	緩い	中密	密
函館シルト	$w_L+20\%$ の含水比で良く攪拌し、土槽に投入。投入後土槽を高めし98kPaで予備圧密。1次圧密終了後、高上げを外す。	$w_L+20\%$ の含水比で良く攪拌し、土槽に投入。投入後土槽を高めし392kPaで予備圧密。1次圧密終了後、高上げを外す。	w_{opt} の含水比に調整し、試料を土槽に投入。タコで150回/1層程度強く締め。16層。
土槽試験No.	HDLO	HDMO	HDDO, HD20, HD30, HD40
北海道T砂	w_{opt} の含水比に調整し、試料を土槽に投入。タコで50~100回/1層程度軽く締め。8層。	w_{opt} の含水比に調整し、試料を土槽に投入。タコで150回/1層程度強く締め。8層。	w_{opt} の含水比に調整し、試料を土槽に投入。タコで150~200回/1層程度強く締め。16層。
土槽試験No.	TKLO, TKL-1	TKMO	TKD1, (TKD0)
利根川砂	w_{opt} の含水比に調整し、試料を土槽に投入。ハンドバイブレータで軽く締め。8層。	w_{opt} の含水比に調整し、試料を土槽に投入。タコで100~200回/1層程度強く締め。8層。	w_{opt} の含水比に調整し、試料を土槽に投入。タコで200回/1層程度強く締め。16層。
土槽試験No.	TNL2	TNM2, (TNM1)	TND1, (TND0)
豊浦砂	乾燥砂を空中落下法(落下高さ15cm)にて土槽に投入。	TYMO:乾燥砂を空中落下法(落下高さ100cm)にて土槽に投入。 TYDO:乾燥砂を空中落下法(落下高さ100cm)にて8層に分けて土槽に投入。投入後ハンドバイブレータで所定の密度になるまで締め。	乾燥砂を多量ふるいによる空中落下法(落下高さ100cm, 小さなロートを使用)にて土槽に投入。
土槽試験No.	TYLO	TYMO, TYDO	TYHO

()の試験は、三軸試験結果がないもの。
密度は、目標密度になるように上記以外に、必要に応じて足踏み、ハンドバイブレータ、鉄製ランマなどを用いて締められた。

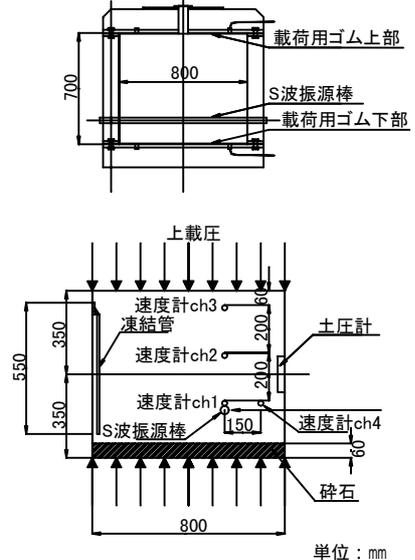


図-3 土槽概略図¹⁴⁾