

Ⅲ - A88

六甲アイランドから凍結サンプリングした試料の室内試験

(財)電力中央研究所 正会員 田中幸久 金谷守
(株) シー・アル・エス 瀬尾和義

1. はじめに

兵庫県南部地震において、ポートアイランド、六甲アイランドでは、地震後に噴砂が多くみられ、地盤内で間隙水圧が上昇したことが指摘されている¹⁾²⁾。詳細に噴砂の状況を観察するとポートアイランドよりも六甲アイランドの方が全般的に噴砂量が少なく、六甲アイランドの中でも南側の方が噴砂量が少ない¹⁾²⁾³⁾。また、構造物の傾斜等の残留変形も六甲アイランドの方が小さいことが既に指摘されている²⁾。近接する2つの人工島で何故このような被害の程度の差が生じた原因について、埋立材料の違い¹⁾³⁾、地盤応答特性の違い⁴⁾など、いくつか指摘されているが明確ではない。ポートアイランド全域ならびに六甲アイランドの北寄り地域の埋立材料には、風化花崗岩(まさ土)が使用されているが、六甲アイランドの埋立材料の大半は、神戸層群(砂岩・泥岩・凝灰岩)であり、大阪層群の土砂も使用されている³⁾。まさ土で埋立てられた場所と噴砂の多い場所の対応は比較的良い。そこで、本研究においては、埋立材料の力学的特性(特に液状化強度)の違いを明確にすることが、まず第一に重要であると考えた。まさ土については、凍結サンプリングによる試料を用いた液状化試験結果が既に公表されている⁵⁾ので、六甲アイランドのまさ土以外の埋立材料の液状化強度を把握することを試みた。

2. 地盤調査

地盤調査位置は、六甲アイランドの南東部分のサンプリングによるサントレーンによる地盤改良を実施した範囲内にある。凍結サンプリング、貫入試験、PS検層はいずれもサントレーン打設位置から成るべく離れた位置で実施した。図1の左に地盤柱状図を示す。神戸層群による埋立土であると思われる地層が、深度10.5m~16.5mに存在している。標準貫入試験抵抗値N値は深度5m~13mで値の変動が大きい。一方、せん断は速度もこのあたりで非常に大きな値を示している。これは、地盤中に粒径の大きい礫が含まれていること、ならびに10m以浅では地盤中に建設廃材のコンクリートなどが多く含まれていたためである。凍結サンプリングの主たる対象は、深度10.5m~16.5mの埋立土層であるが、それ以浅の試料でも土の供試体が採取可能であれば実験の対象とした。

3. 室内実験

阪神大震災、埋立て地盤、人工島、液状化強度、凍結サンプリング
連絡先(千葉県我孫子市我孫子1646・TEL:0471-82-1181・FAX:0471-84-2941)

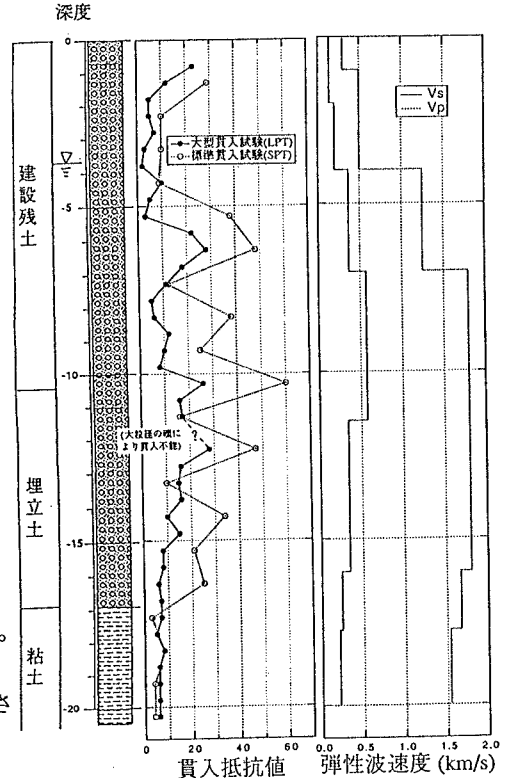


図1 地盤調査結果

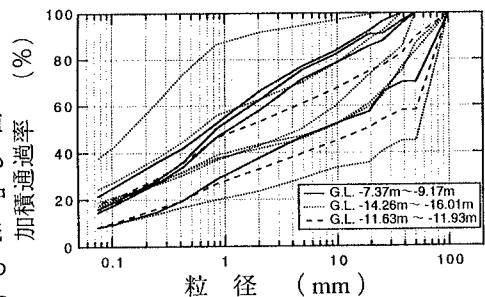


図2 凍結サンプリング試料の粒度分布

図2には、凍結サンプリング試料の粒度分布を示す。細粒分含有率は、バラツキが大きい概ね10～30%程度である。図2中の凍結サンプリング試料の粒度分布は既往のデータ²⁾とも整合的である。

図3は液状化試験結果である。3つの深度に層分割して試験を実施している。繰返し回数20回で軸ひずみ両振幅が5%に達するのに要する応力比で定義した液状化強度は、図3(a),(b),(c)でそれぞれ、0.32, 0.28, 0.25程度である。一方、既往のまさ土に対する試験結果⁵⁾と比較すると、今回の試験結果得られた液状化強度は、凍結サンプリングしたまさ土の液状化強度(0.25程度)と同等、または大きい。

4. 考察

貫入試験抵抗値と液状化強度の関係について、既往の砂礫に対する実験結果と比較したものが、図4である。本研究における試験結果は、既往の試験結果の上限に近いことがわかる。一般に貫入抵抗値が一定であれば、細粒分含有率が高いほど液状化強度が大きい傾向にあり⁶⁾、図に示す本研究における実験結果と整合している。一方、今回の試料は細粒分が多いだけでなく、礫の多く含むため不攪乱試料の採取は凍結サンプリングによらざるを得なかったが、凍結による攪乱の影響を考慮すると液状化強度は、図3に示すものよりは大きい可能性がある。いずれにしろ、今回実施した実験結果から、六甲アイランド埋立材料の液状化強度は、少なくともまさ土と同等か大きいことがわかった。しかし、六甲アイランドとポートアイランドの噴砂状況の違いの理由を一層明確にするためには、両人工島の地盤の地震応答特性の違いも今後検討する必要がある。

尚、本研究は電力9社と日本原子力発電（株）による電力共同研究の一部として実施したものであることを付記する。

参考文献 1) (社)地盤工学会・阪神大震災調査委員会 (1996)：阪神・淡路大震災調査報告書（解説編） 2) たとえば、加倉井正昭・青木雅路・平井芳雄・俣野博 (1996)：埋立人工島における直接基礎の挙動、土と基礎、Vol.44, No.2, Ser.No.457, pp.64-66. 3) 神戸市開発局 (1995)：兵庫県南部地震による埋立地地盤変状調査（ポートアイランド、六甲アイランド）、報告書 4) 例えば、寺田邦雄 (1996)：兵庫県南部地震による人工島の液状化に関する一察、第31回地盤工学研究発表会発表講演集、pp.1223-1224. 5) 善功企・山崎浩之 (1996)：埋立地に用いたまさ土の液状化特性、土と基礎、Vol.44, No.2, Ser.No.457, pp.60-63. 6) 松尾修・村田健司 (1996)：液状化強度の細粒分含有率による補正法の検討、土木学会第51回年次学術講演会講演概要集第3部(A), pp.202-203.

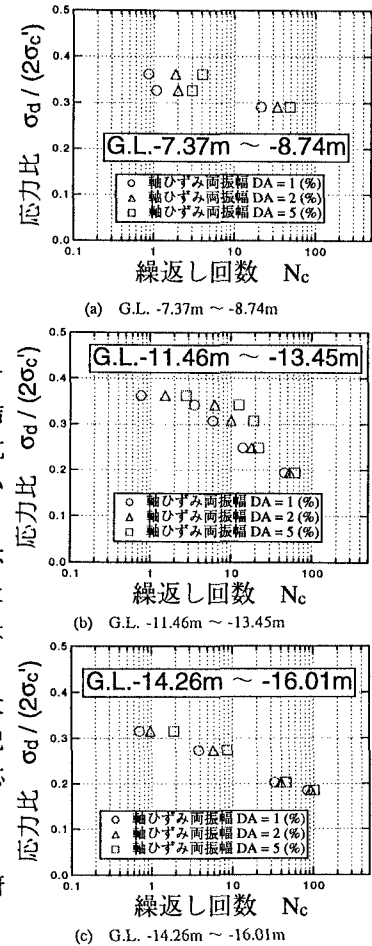


図3 液状化試験結果

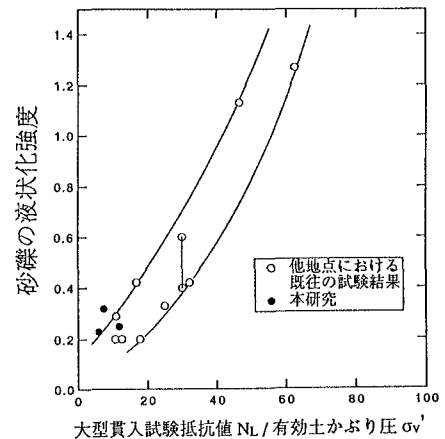


図4 貫入試験抵抗値と液状化強度の関係