

空港基本施設の液状化対策施工範囲について (その1) -土槽実験による基礎的検討-

九州大学大学院工学研究院  
 関東地方整備局横浜港湾空港技術調査事務所  
 (独) 港湾空港技術研究所  
 復建調査設計株式会社

正会員 善 功  
 諸星 一信、宮田 正史、佐々木 績、所 雅弘  
 正会員 菅野 高弘  
 正会員 藤井 照久、○山田 和弘、木村 康隆

1. はじめに

港湾・空港の締固め工法による液状化対策範囲は、井合ら<sup>1)</sup>が過去に実施した土槽実験および解析結果に基づき決定している。筆者らは、空港施設の性能に即した液状化対策範囲の見直しに取り組んでいる。本報告は、その基礎データを得ることを目的に、締固め領域と緩詰め領域を隣接させた模型地盤、および両領域との間に改良域の施工に伴う周辺地盤の影響を考慮した中間的な密度領域(以下、緩衝領域と称する)を設けた模型地盤により振動台実験を行い、主に境界付近の過剰間隙水圧、地表面沈下量に着目し整理を行った。

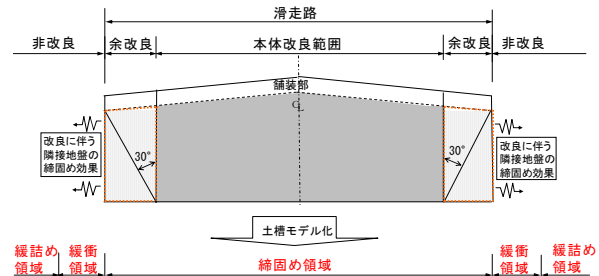


図-1 締固め工法による滑走路の液状化対策範囲

2. 土槽実験概要

実験に用いた土槽(写真-1)は、長さ4m、高さ1.5m、奥行2.8mの鋼製土槽で、2つの異なる模型地盤を同時に加振できるような土槽中央部に隔壁を設けて分割している。模型地盤は、図-1に示すように液状化の可能性のある滑走路直下地盤を締固め工法により液状化対策した地盤及びその周辺地盤を想定して、締固め領域(改良地盤)と緩詰め領域(非改良地盤)を設けた。(以下、模型地盤S1(図-2)およびS2(図-3)と称する)。模型地盤S2には緩衝領域を設けているが、これは改良域の施工に伴う締固めが隣接する非改良域へ及んだ効果を取り入れたもので、実施工領域の土質調査によって確認された改良効果を基にその範囲を設定した。各領域の密度は表-1のとおりであり、計測項目は加速度、変位、間隙水圧、土圧で、その配置は図-4に示すとおりである。入力波は正弦波(周波数3Hz、波数20波)とし、50Gal、100Gal、200Gal、300Galを段階的に与えるものとした。

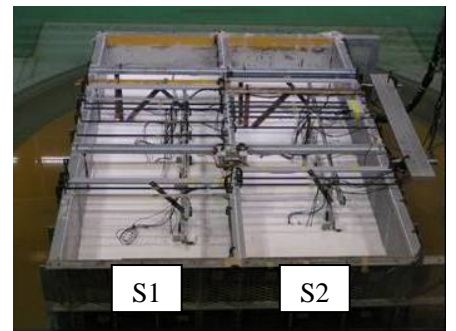


写真-1 実験に用いた土槽

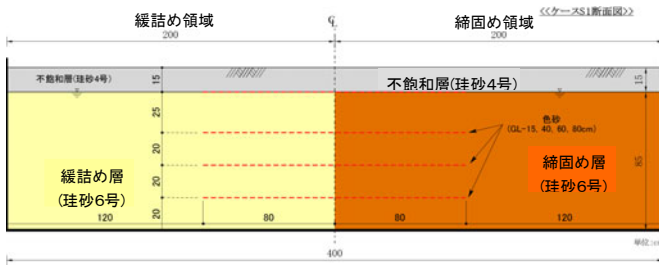


図-2 模型地盤 S1

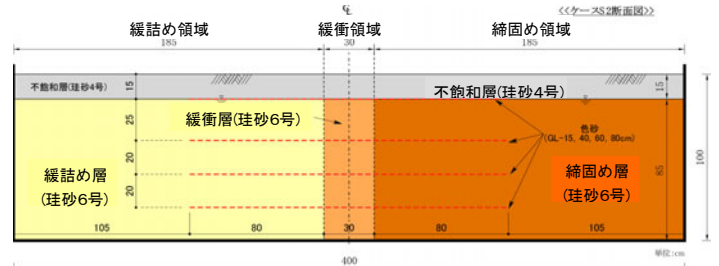


図-3 模型地盤 S2

3. 土槽実験結果

(1) 過剰間隙水圧

本報告では液状化が発生した300Gal加振について考察する。図-5,7に代表地点の過剰間隙水圧の経時変化図を示す。緩詰め領域では加振から5~6波あたりで過剰間隙水圧が有効上載圧に至り液状化していることが分かる。測点(①)では液状化状態を加振終了後15秒程度維持し徐々に水圧は消散するが、締固め領域に近い測点(②)では加振終了直後から消散が始まっていることが分かる。

表-1 模型地盤の密度

	正弦波				
	緩衝領域無し		緩衝領域有り		
	緩詰め領域	締固め領域	緩詰め領域	緩衝領域	締固め領域
飽和層	22.7	80.7	22.7	53.0	81.1
飽和密度(kN/m <sup>3</sup> )	17.8	19.0	17.8	18.4	19.0
不飽和層	66.3		60.2		
乾燥密度(kN/m <sup>3</sup> )	16.5		16.3		

キーワード 振動台土槽実験, 締固め工法, 過剰間隙水圧, 地表面沈下量, 液状化対策範囲

連絡先 〒101-0032 東京都千代田区岩本町3丁目8-15 復建調査設計株式会社 TEL03-5835-2631

一方、締固め領域の中央付近では過剰間隙水圧比が 0.1 程度と小さいが、緩詰め領域に近づくほど上昇傾向が見られる。境界付近の締固め領域では完全液状化には至らないまでも過剰間隙水圧比は 0.7 程度まで上昇している。また、境界部付近の締固め領域の水圧は加振終了後に水圧が一旦上昇し、その後消散に転じている。これは、緩詰めから締固め領域に過剰間隙水圧が伝播しているものと考えられる。図-8 に締固め領域、緩詰め領域境界付近の最大過剰間隙水圧比の断面図を示す。締固め領域において、過剰間隙水圧比が 0.5 以上となる範囲は S1 で土槽下端から約 30° の範囲、S2 で土槽下端から約 23° の範囲となり、緩衝領域があると水圧の伝播がやや抑えられる事が分かった。

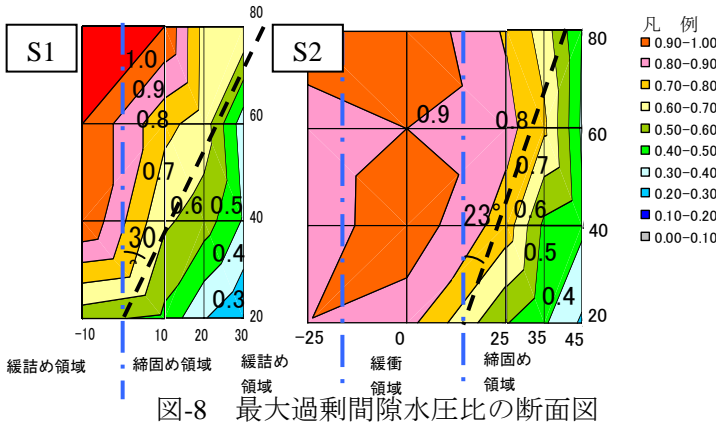


図-8 最大過剰間隙水圧比の断面図

(2) 地表面沈下量

図-9 に地表面沈下量 (300Gal 加振完了後の最終沈下量) の水平分布図を示す。緩詰め領域の沈下量は 15mm 程度に対し、締固め領域は 2mm 程度とかなり小さい。境界部付近に着目すると、緩衝領域有りが緩衝領域無しに対して沈下量がやや小さく、締固め領域の沈下による地表面勾配は 0.17~1.67%程度と、緩衝領域無しの場合の勾配 (0.5~1.83%) に比べやや低い結果となっている。図-8 に示すように締固め領域端部や境界の上部で過剰間隙水圧比が 0.9~1.0 程度まで上昇しているものの、緩詰め領域ほどの地表面沈下は発生していない。

4. まとめ

加振に伴い、緩詰め領域および締固め領域の境界付近において過剰間隙水圧比は 0.5~1 程度まで上昇する。模型地盤 S1 において、その範囲は概ね 30° となり井合らによる既往の実験結果<sup>1)</sup>と一致した。模型地盤 S2 のように緩衝領域がある場合、その範囲は 23° 程度と小さくなる傾向が見られた。また、締固め領域においては過剰間隙水圧が 0.5 以上となっても沈下量は 2mm 程度と、緩詰め領域ほどの地表面の沈下は発生しなかった。このことから、滑走路のように大きな初期せん断応力が作用していない空港施設においては、改良された地盤であれば過剰間隙水圧の影響を受けたとしても地表面に大きな沈下は生じないことが考えられる。

参考文献

1) 井合 進, 小泉勝彦, 倉田栄一: 液状化対策としての地盤の締め固め範囲に関する基礎的検討, 港湾技研資料, No. 590, pp. 1-66, 1987.

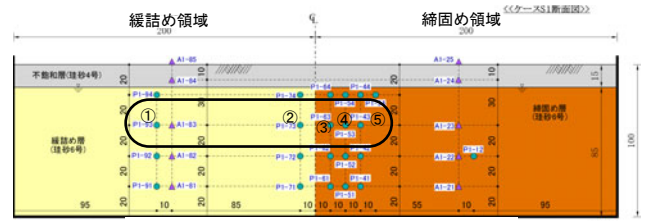


図-4 計器位置図 (S1)

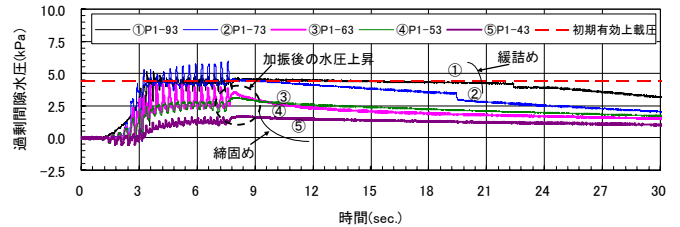


図-5 過剰間隙水圧の経時変化図 (S1)

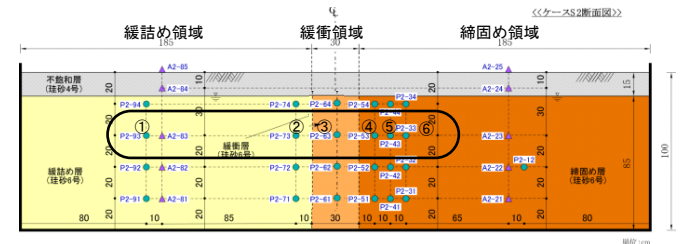


図-6 計器位置図 (S2)

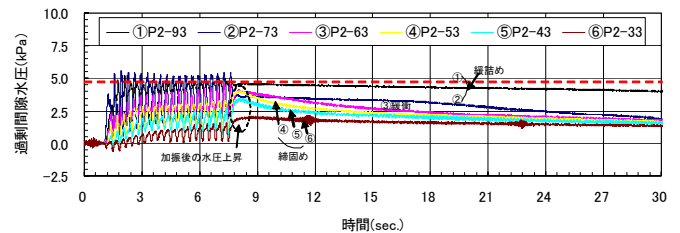


図-7 過剰間隙水圧の経時変化図 (S2)

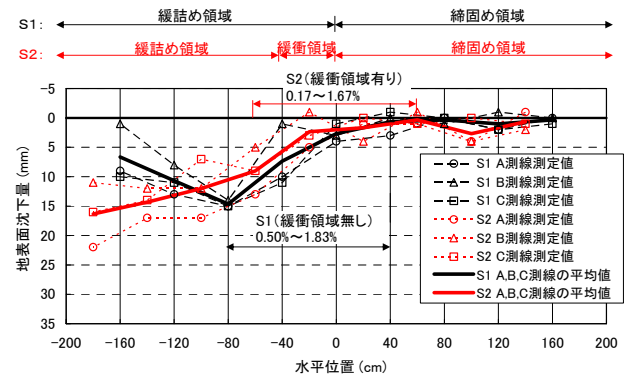


図-9 地表面沈下量の水平分布図 (300Gal 加振完了後 最終沈下量)