

周辺施設への影響を考慮した護岸構造物の大規模振動実験

名古屋港湾事務所	正会員	○寺田 竜士
港湾空港技術研究所	正会員	小濱 英司、菅野 高弘
消防研究センター		西 晴樹
防災科学技術研究所	正会員	河又 洋介、中澤 博志
東洋建設株式会社	正会員	鶴ヶ崎和博、宮本 順司

1. はじめに

臨海部埋立地には多くの産業施設が集積している。埋立地の水際線は波浪による浸食や埋立て土砂の流出を防ぐために護岸構造によって保護されているが、大規模地震の発生時には護岸構造に変状が生じ、その前面や背後にある施設に影響を及ぼす場合もある。そこで本研究では、液状化（耐震）対策ありと対策なしの護岸それぞれの模型を作製し、大型振動台を用いて同時に加振することによって、地震時における護岸変状が周辺施設に与える影響および護岸の対策効果について検討することとした。

2. 実験方法

模型振動台実験は防災科学技術研究所の実大三次元震動破壊実験施設（Eーディフェンス）を用いて行った。用いた護岸模型を図-1に示す。幅 16m、高さ 4.5m、奥行 4m の土槽を用い、中仕切壁で 2 分割して、それぞれに 1/8 スケールの鋼矢板式護岸の模型を作製した。地盤は宇部硅砂 6 号（平均粒径 0.331mm）を用い、液状化を考慮する箇所において相対密度 50%、考慮しない箇所において約 80%として作製した。護岸背後には円筒形貯槽（タンク）および防油堤が存在し、海側には係船・搬出入施設である栈橋と、護岸からそれに接続する渡り橋を有す。タンクは実スケールで容量 1000kl のものである。相似則¹⁾を考慮して、栈橋杭・橋脚杭は径 48.6mm 肉厚 3.2mm の鋼管、橋台杭は径 34.0mm 肉厚 2.3mm の鋼管、矢板模型には厚さ 12.0mm の鋼板を用いた。近年、タンク施設下部の地盤においては、基準²⁾に基づいて、大規模なものだけでなく小規模なものにおいても液状化対策が行われていることが多い。そこで、ここでは締固められた密な地盤として相対密度 80%とした。

護岸の耐震対策は、液状化が想定される緩い地盤を全て対策して護岸の地震時変形を完全に防ぐのではなく、周辺施設への影響および経済性を考慮して対策を行うこととし、護岸背後の緩い砂層の一部に固化改良を配置し、また、護岸前面部分に抑え捨石を配置することとした。また、護岸の移動により渡り橋を介して栈橋式係船岸を押すような変形が想定されるため、護岸と渡り橋の接続部において水平方向の荷重の伝達が無いような構造とし、併せて渡り橋の落橋防止対策を行うこととした。

計測は、加速度計、間隙水圧計、変位計、ひずみゲージ等のセンサーを配置して地盤および各構造物の地震時挙動を観察した。また、地盤表面及び構造物上に位置測定用のターゲットを複数配置し、加振前後における位置計測を行い、それらの差から模型地盤表面および構造物の残留変形状態を確認した。

3. 実験結果

この加振により、無対策側で護岸背後の地盤表面に多くのクラックが生じたり渡り橋が落橋したのに対して、対策側は軽微な被害に留まる実験結果（写真-1 参照。）が得られた。図-1 に残留変位、図-2 に各地点での加速度、間隙水圧、変位の時刻歴を示す。加振波は、震源特性、伝播経路特性、サイト増幅特性を考慮したシナリオ地震動を、時間軸について相似則¹⁾を考慮したものをを用いた。得られた加速度は振動台上で 1184gal、栈橋上で 1770gal、護岸で 1740gal、タンクで 1450gal（いずれも無対策側）であった。過剰間隙水圧は無対策側の護岸背後で水圧が上がらない箇所がみられた。これは護岸の変形が大きく水圧が下がってしまったことによるものと推測できる。その他の箇所では過剰間隙水圧比が 1 には達していないものの、沈下等の状況から地盤の強度低下が生じていたと考えられ

キーワード 護岸、栈橋、液状化、振動台実験
 連絡先 〒455-0045 名古屋市港区築地町 2 番地 国土交通省中部地方整備局
 名古屋港湾事務所保全課 TEL: 052-651-6594、FAX:052-651-6287

る。護岸部の残留変位は無対策側で水平 55.0mm 鉛直 34.9mm に対し対策側は水平 34.1mm 鉛直 18.0mm であった。

今後はさらに詳細に実験結果を分析し、数値解析との比較検討も行いながら、護岸周辺施設の耐震性能を考慮した実施における対策実施およびその検討手法の提案につなげたい。

謝辞：本研究は、内閣府総合科学技術・イノベーション会議が創設した SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）のうちの『レジリエントな防災・減災機能の強化』の課題として行ったものである。実験実施にあたっては、関係各位より多大な協力をいただいております、この場を借りて関係各位に謝意を表する。

参考文献

- 1) S. Iai: Similitude for Shaking Table Tests on Soil-Structure-Fluid Model in 1g Gravitational Field, *Report of the Port and Harbor Res.Inst.*, Vol.27, No.3, pp.3-24, 1988
- 2) 危険物保安技術協会: 屋外タンク貯蔵所関係法令通知・通達集、東京法令出版、2010

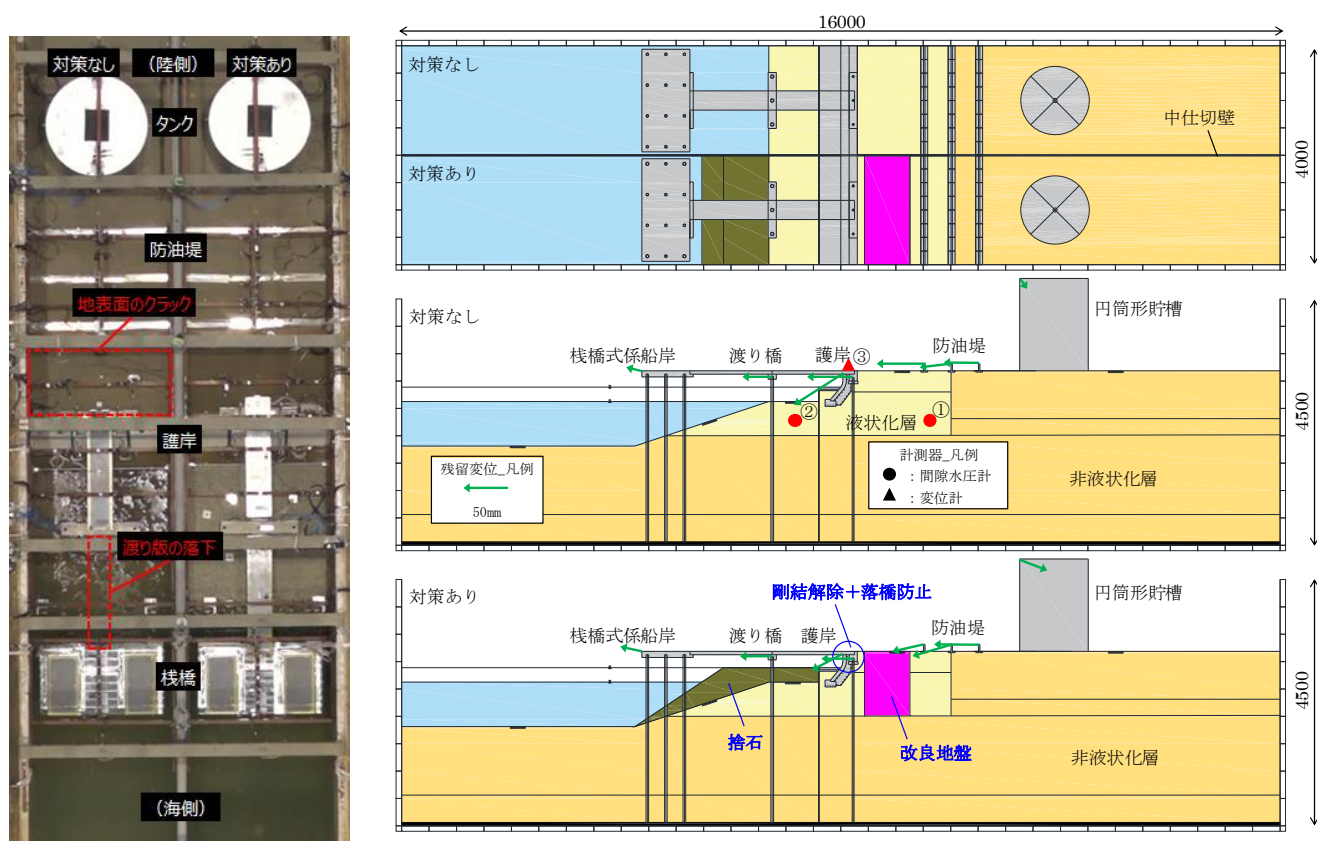


写真-1 加振後の状況

図-1 模型一般図と残留変位 [単位: mm] (上: 平面図、中・下: 断面図)

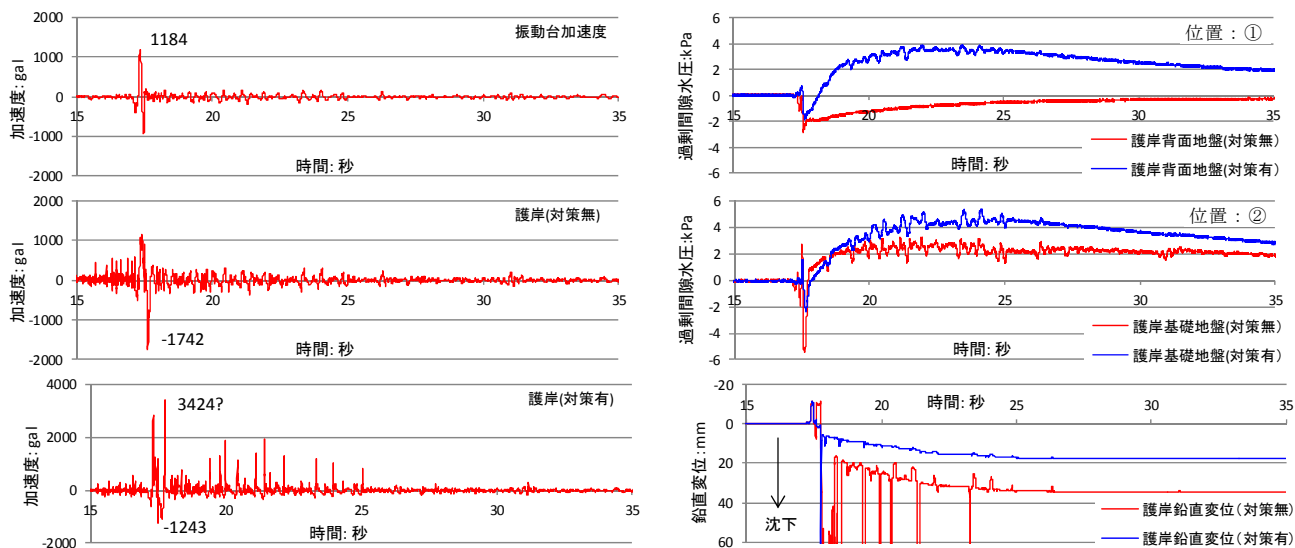


図-2 加速度、過剰間隙水圧、変位の時刻歴図