追設部材による桟橋式係船岸の耐震補強効果に着目した基礎的変形特性の検討

港湾空港技術研究所 正会員 〇近藤 明彦 小濱 英司 寺田 竜士 横浜港湾空港技術調査事務所 正会員 遠藤 敏雄 髙橋 康弘

1. はじめに

近年,港湾構造物における経年劣化の進行に伴い, 地震動に対する耐力の低下が懸念されている.例え ば,桟橋式係船岸においては上部工のコンクリート の劣化や鋼管杭の腐食等が挙げられる.劣化度合に よっては,機能回復を目的とした耐震補強が必要と なるが,鋼管杭の腐食の進行が遅く十分な耐力を一 定期間保持できる場合も少なくない.

そこで、本研究では、桟橋の耐震性向上のために 既存構造を利用しつつ構造部材を追設することを考 え、それぞれの構造間の関係や役割を考慮したより 効果的な構造検討を目的として、模型振動台実験を 実施した.具体的な追設部材による桟橋の構造とし ては、既設杭間に新設杭を打設し、既設杭と新設杭 を水中で水平部材(ストラット)によって剛結する ことで力を伝達させる構造とした.なお、既設杭に ついては、桟橋上部工に接合せず、水中のストラッ トとの結合部が杭頭となるよう切断するものとした.

2. 実験概要

実験は直径 5.5mの大型三次元水中振動台に設置した幅 2.8m,奥行 4.0m,高さ 1.5mの鋼製剛土槽を用いて、中央に仕切り版を設置することで、桟橋式係船岸模型 2 断面を同時に製作し加振を行った.模型の縮尺は、土槽の大きさを考慮して 1/40 に設定した.

図-1に2種類の実験断面ケースを示す. casel は追 設部材を用いた桟橋構造, case2 は L2 地震動に対し て十分な耐力を有する桟橋構造とした. そのため, case1の既設杭が¢l3mm,新設杭が¢l7mmに対して, case2 の杭は¢l8mm と最も強度がある. その他の断 面条件としては,背後は控え杭とタイロッドによる 一般的な矢板岸壁とした. 地盤材料は,桟橋構造の みの影響を検討するために液状化の発生しない相対 密度 80%の飯豊硅砂 6 号を用いて作成した. 桟橋模型については相似則¹⁾を考慮して設定する が,曲げ剛性と全塑性モーメントを同時に満足する ことは困難である.そこで,追設部材の損傷に伴う 基礎的な挙動把握のために,桟橋の新設杭,既設杭 と矢板は曲げ剛性を満足させ,ストラットは全塑性 モーメントを満足するよう設定した.桟橋と矢板の 間には渡版を設置し,矢板からの水平力が渡版を介 して桟橋上部工に伝達される構造としている.









図-2 に本実験に使用する加振波を示す.これは, 震源特性、伝播経路特性、サイト増幅特性を考慮し た想定シナリオ地震動を基盤層での地震動に変換し, 時間軸について相似則を考慮したものである.

加振は、全7ステップの段階加振により実施した. 1~5stepは、図-2に示す加振波の振幅を 50%, 100%, 200%, 400%, 600%の範囲で順次変化させ, 桟橋模 型の基本的な振動挙動の把握を目的とした.6~7step は、ストラットの損傷状態を確認の上で振幅 600%、 200%と過去と同じ加振を行うことにより、桟橋全体 での損傷の進行の把握を目的とした.

3. 実験結果: 桟橋上部工の変位と追設部材の変形

図-3 に段階加振の各ステップにおける桟橋上部工 の累積残留変位を示す。加振終了時の累積残留変位 を比較すると, casel では75.4mm, case2 では77.81mm と追設部材を用いた桟橋構造の方が発生する変位が 小さく,同程度の耐震性能を有していたといえる.





図-4 に段階加振終了後の casel における桟橋構造 の変位の様子を示す.加振によって桟橋構造は海側 へ全体にほぼ水平に移動するが, 既設杭は上部工や 新設杭に対して不均一な変位がみられる.図-4(b)に 示す上部工に対する杭の相対変位でみると, 既設杭 は上部工と新設杭の海側への変位に対して、全体的 に陸側に留まるような変形の傾向を示している.ま た,発生する変位は岸壁法線直角方向だけでなく, 岸壁法線方向にも発生している. その傾向は, 海側 両端の既設杭は相対変位が大きく, 桟橋の岸壁法線 方向の中心線から外へ遠ざかる方向であるが、陸側 両端の既設杭は逆に内側への移動がみられる.

図-5 に新設杭と既設杭の相対変位に基づくストラ ットに残留した公称ひずみの分布を示す.図より, 海側のストラットは圧縮され、陸側に向かって圧縮 と伸長が交互に生じていることが示された.

以上より,追設部材を用いた桟橋構造は,L2 地震 動に対して耐力を有する桟橋構造と比較しても十分 な耐震性能の向上が確認されたが、従来の桟橋構造 とは異なる変形がみられるため、今後はそのメカニ ズムを各ステップの振動特性等から検討を行う必要 があると考えられる.

謝辞:本研究の一部は、港湾空港技術研究所、横浜 港湾空港技術調査事務所、あおみ建設㈱、八千代エ ンジニヤリング㈱、新日鉄住金㈱との共同研究によ り実施されたものであり、深謝の意を表します.

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.



(a)土槽端部からの位置,(b)上部工に対する杭頭の相対位置



440