

既設構造を活用した制振ダンパーによる耐震改良栈橋の基礎的変形特性の実験的検討

港湾空港技術研究所 正会員 ○近藤 明彦 小濱 英司
 横浜港湾空港技術調査事務所 正会員 遠藤 敏雄
 千葉港湾事務所 正会員 高橋 康弘

1. はじめに

港湾構造物の設計において考慮する地震外力の増加や経年劣化の進行に伴う構造耐力の低下を背景に、既存構造物を活用した耐震改良の需要が高まりつつある。本研究では、既存構造を利用して栈橋の耐震性を向上させるために、制振部材による改良に着目して、構造間の関係や役割を考慮した構造検討を目的として検討を行った。本報告では、制振部材としてオイルダンパーを用いて、既存構造に追設する形式と、既存と新設構造間に追設する2つの形式を対象として模型振動台実験を行った。

2. 実験概要

実験は直径6.0m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、栈橋式係船岸模型3断面を同時に製作して、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3つの実験断面を示す。case AはL2地震動に対して十分な耐力を有するよう設計した一般的な栈橋構造、case Bは既設杭間に新たに上部工に接続する杭を新設して、ダンパーで既設杭と新設杭を接続する構造とした。これは、新たに用いる杭の材料費がこれよりも安価となるように、新設杭の列数を3列に低減し、鋼管径も小さくした。case Cは既設杭間に45度でダンパーを挿入する構造となっている。具体的な栈橋模型の諸元については、基礎的な挙動把握のために曲げ剛性のみを満足させて、相似則²⁾を考慮して設定した。以上を踏まえ、case Aの模型杭はアルミ中実棒で $\phi 18\text{mm}$ と杭1本あたりで最も耐力がある条件となり、case Bでは新設杭が $\phi 17\text{mm}$ 、既設杭 $\phi 13\text{mm}$ 、case Cの既設杭は $\phi 13\text{mm}$ とした。

その他の断面条件に関して、栈橋模型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。控

え杭は $\phi 14\text{mm}$ 、矢板については $t6\text{mm}$ 、タイロッドは $\phi 1.6\text{mm}$ をそれぞれ用いている。地盤材料は、栈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よう相対密度80%の飯豊硅砂6号を用いている。

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²⁾を考慮したものである。

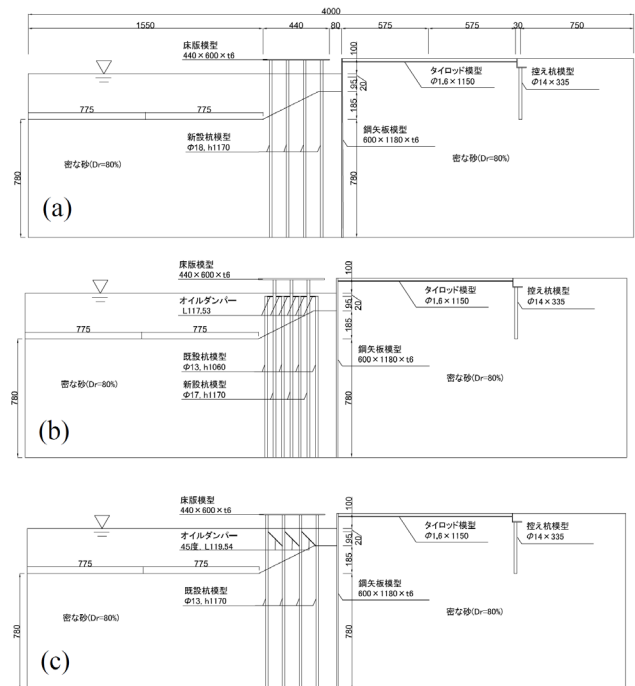


図-1 模型振動台実験における検討断面

(a)case A, (b)case B, (c)case C

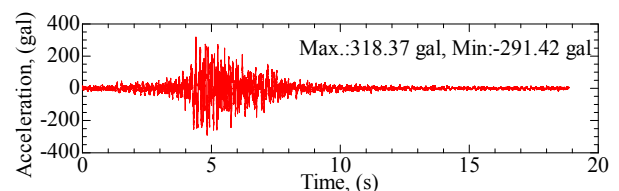


図-2 加振波形（振幅 100%）

キーワード 栈橋式係船岸、追設部材、制振ダンパー

連絡先 〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1 (国研) 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所
 地震防災研究領域 耐震構造研究グループ TEL: 046-844-5058

加振は、全6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、栈橋模型の基本的な振動挙動の把握を目的とした。6stepは、加振波の振動数特性を検討するために振幅600%で相似則による時間軸方向の圧縮率を15.90から9.457に変化させて加振を行った。

3. 実験結果：栈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栈橋上部工の累積残留水平変位を示す。caseAでは132.0mmと最も大きく、caseBは130.0mm、caseCでは113.3mmであった。以上より、制振ダンパーを用いた改良によってcaseB、caseCはcaseAと同程度以上の耐震性能を有していたと考えられる。

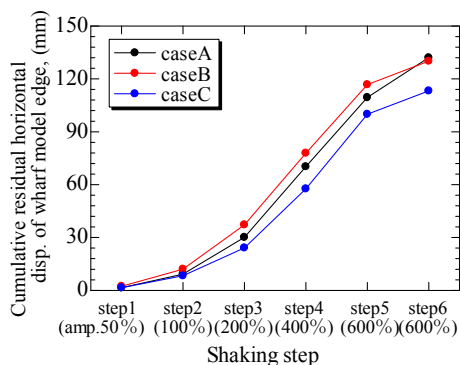


図-3 栈橋上部工における加振ステップ毎の累積残留変位の比較

図-4に加振ステップ2における栈橋模型海側の杭の曲げモーメント分布を示す。杭に発生している最

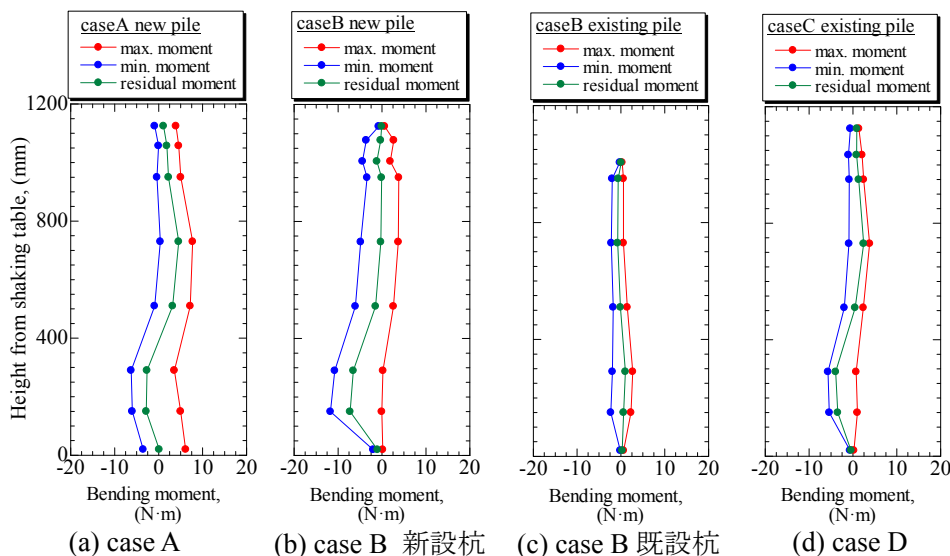


図-4 加振ステップ2における栈橋模型海側の杭の曲げモーメント分布

大曲げモーメントについては、(b)case B 新設杭、(a)case A 新設杭、(d)case C 既設杭、(c)case B 既設杭の順であった。(c)に示すcase Bの既設杭においても2N・m程度のモーメントが発生しており、ダンパーを介して加振中に力を分担していたと考えられる。

図-5に加振ステップ2におけるcase Bとcase Cにおける海側のダンパーの履歴曲線を示す。なお、この図は、時間経過に対する隣接平均をとっている。図より、Case Bにおいては、10N程度の緩衝力が発生しているが明確に履歴ループを描く様子は確認できない。一方、case Cにおいては、0.25mm程度の変位に対して5N程度の緩衝力のループが確認できる。

以上より、追設部材を用いた栈橋構造は、L2地震動に対して耐力を有する栈橋構造と比較して、同程度の耐震性能を有することが確認された。今後は制振部材の性能や栈橋全体の固有振動数の変化などの様々な影響を検討することで、そのメカニズムに関する検討を進めていく。

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(株)、八千代エンジニアリング(株)、新日鉄住金(株)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) 近藤明彦、小濱英司、寺田竜二、遠藤敏雄、高橋康弘、追設部材による栈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、土木学会第71回年次学術講演会講演論文集, pp.933-934, 2016. 2) 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.

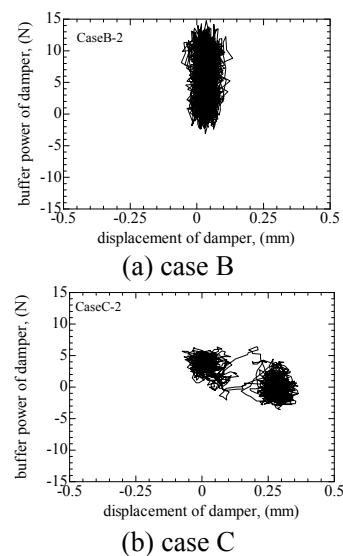


図-5 ダンパーの履歴曲線