

VI-234

すべり型渡版を有する直杭式栈橋の耐震性に関する実験的検討

運輸省港湾技術研究所 正員 上部達生
運輸施設整備事業団 正員 中原知洋

五洋建設(株) 技術研究所
(財) 沿岸開発技術研究センター

正員○猪野健吾・三藤正明
大山洋志

1. 目的 背後に護岸が存在する直杭式栈橋では、護岸天端と栈橋上部工を渡版により接続しているため、地震時の護岸水平移動に伴い渡版を介して水平荷重が栈橋に伝達され、栈橋が深刻な損傷を受ける可能性があることが既往の被災調査や各種検討で明らかになっている¹⁾。そこですべり型渡版を用い、護岸が一定量以上海側へ変位すれば渡版が護岸上へすべって乗り上げるような構造を考案し、模型振動実験により強震時において護岸から栈橋へ伝達する水平伝達荷重ならびに栈橋残留変位の低減効果等を検証した。本報告では模型振動実験結果の概要について述べる。

2. 模型振動実験概要 図-1に模型振動実験断面を示す。実験には水深2mの水槽の底面に直径5.6mの振動台が設置されている水中型のものを用い、振動台上に鋼製枠を設置してこの中に地盤を作製した。長さの縮尺比は1/15とした。各物理量の相似比を表-1に示す。栈橋模型は上部工が鉄板、杭がひずみゲージを貼付した7φ50mm(φ50mm)で1次固有振動数すなわち時間に関する相似比を満足するようにした。支持層は固化砂地盤、砂層は締固め砂、護岸背後地盤は緩詰めめの飽和砂とした。護岸にはコンクリートケーソン模型を用い栈橋上部工と渡版によって連結した。地盤内部には加速度計および間隙水圧計を、構造物には加速度計および変位計をそれぞれ適宜配置した。振動実験は在来渡版の場合とすべり型渡版の場合について実施し、残留変形および杭の曲げモーメントを中心に結果を比較検討した。すべり型渡版は予備試験を実施した結果、図-2に示すように7φ版の一端に切り欠きを設けテフロンを貼付し護岸天端が水平変位を生じると円滑にすべって乗り上げるような構造を選定した。加振波は模型の固有振動数および設計波の卓越振動数等を考慮して正弦波($f=10\text{Hz}$, 8波, 岸壁法線直角方向)を用い加速度レベルは50, 100, 200Galの3段階加振とした。図-3にパルス加振における共振曲線を示す。図より在来渡版の場合栈橋と護岸の周波数応答は類似しているが、すべり型渡版の場合は栈橋と護岸が滑動する構造となっているので相関が低くなっていることがわかる。

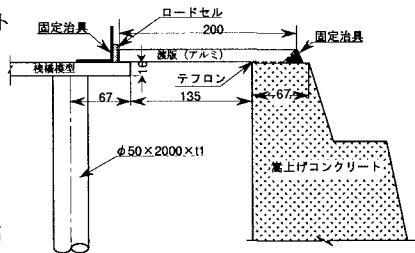


図-2 すべり型渡版の概念図

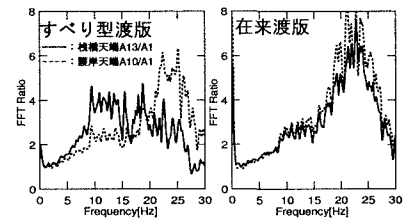


図-3 共振実験結果

3. 模型振動実験結果の検討 図-4に100Gal加振時の栈橋および護岸の残留変形状況を示す。図-5に各渡版を用いた場合の100Gal加振時における栈橋天端水平変位D2および護

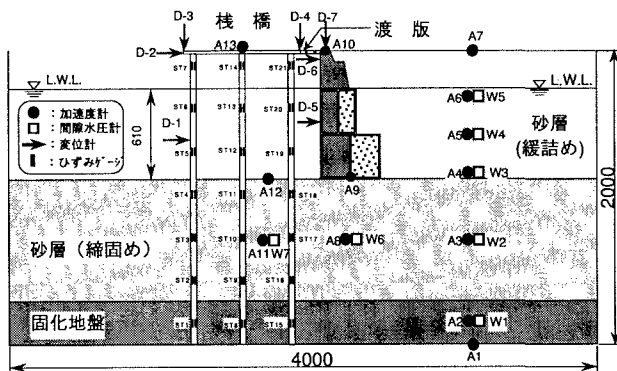


図-1 模型振動実験断面図 単位:[mm]

表-1 各物理量の相似比

パラメータ	実物/モデル	縮尺比
長さ	λ	15
密度	1	1
時間	$\lambda^{0.75}$	7.62
応力	λ	15
間隙水圧	λ	15
変位	$\lambda^{1.5}$	58.1
曲げ剛性	$\lambda^{4.5}$	196070
速度	$\lambda^{0.75}$	7.62
加速度	1	1

キーワード: すべり型渡版、直杭式栈橋、模型振動実験

連絡先: 五洋建設(株)、〒329-2746 栃木県那須郡西那須野町四区町 1534-1 TEL 0287-39-2111 FAX 0287-39-2132

岸天端水平変位 D6 の時刻歴の比較を示す。栈橋および護岸の水平変位の時刻歴は入力波の正弦波と相関的な挙動を示すが、入力波の作用時間の経過に伴って徐々に海側へ移動し最終的には残留変位を生じている。すべり型渡版を用いた場合、栈橋の残留変位は 0.05m であるが在来渡版の場合は 0.20m と 4 倍の差がある。これは加振に伴って護岸が海側へ移動する過程ですべり型渡版が滑動し、図-4 に示すように護岸上へ乗り上げて一定以上の変位を栈橋へ伝達していないためと考えられる。一方で護岸の残留変形はすべり型渡版の場合 0.51m、在来渡版では 0.23m とすべり型渡版の方が 2 倍近く大きくなっている。これは護岸の水平拘束

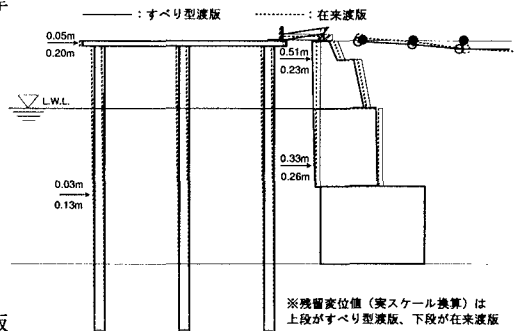


図-4 残留変形の比較(100Gal 加振時・実スケール)

度が在来渡版の方がすべり型渡版よりも大きいためと考えられる。図-6 に入力最大加速度と残留変位の関係を示す。在来渡版ではすべり型渡版よりも栈橋天端の水平残留変位が大きく、また護岸天端の残留変形とほぼ同一であり護岸と栈橋が一体的に挙動していることが推測される。すべり型渡版では護岸の残留変位と栈橋の残留変位の差が加速度レベルが大きくなるに従い開く傾向があるがこれは渡版が滑動することで護岸と栈橋の支間が狭くなっていることを示しており、この差はすべり型渡版の水平方向の滑動量とほぼ等しいものと考えられる。図-7 は横軸に加振レベル、縦軸に栈橋水平残留変位のすべり型渡版と在来渡版の比をプロットしたもので、50Gal では約 10%、100Gal では約 25%、200Gal では約 65% と加振レベル増加に従い低減効果は低くなるが栈橋杭の変形抑制効果は認められる。

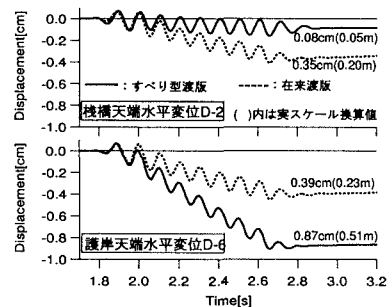


図-5 栈橋および護岸変位の時刻歴

図-8 に 100Gal 加振中における発生最大ひずみ分布（中間杭頭位置発生時刻）を示す。ひずみは概ね在来渡版よりもすべり型渡版の方が小さくなっており、渡版が滑動することにより護岸から栈橋上部工へ伝達される水平荷重が小さかったことが推測される。ピークを発生している箇所はいずれの渡版を用いた場合も杭頭部および海底面付近である。

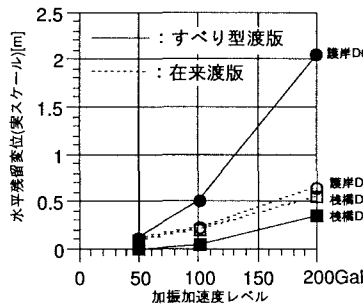


図-6 加振レベルと残留変位の関係

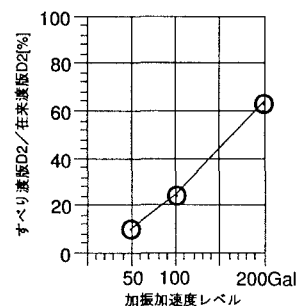


図-7 渡版の違いによる変形比

4. まとめ 背後に護岸を有する直杭式横栈橋の地震時における耐震性能向上を目的として、護岸と栈橋の空間を接続する渡版にすべり型渡版を用いた実験的検討を行ったところすべり型渡版が栈橋の地震時水平残留変形抑制効果を有することが認められた。なお、本研究は運輸施設整備事業団基礎研究制度に基づいて行われたものである。

参考文献 1) 及川・菅野・三藤・中原：兵庫県南部地震により被災した杭式栈橋に関する実験的研究、第 10 回日本地震工学シンポジウム梗概集、1998 年 11 月。

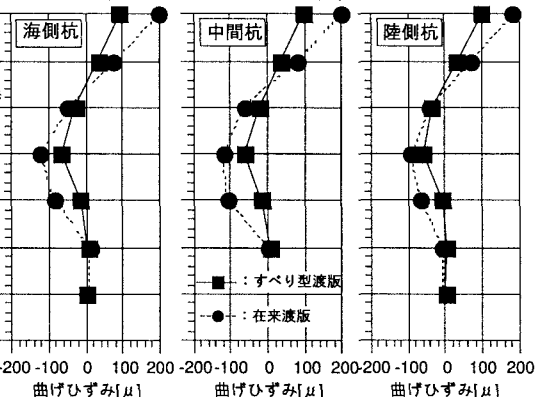


図-8 発生最大ひずみ分布（100Gal 加振時）