

I - B 263

模型実験による鋼直杭棧橋の地震被害の検討

鳥取大学工学部 正会員 上田 茂
 横河技術情報 伊藤 甲
 鳥取大学大学院 学生会員 間屋口栄次

港湾技術研究所 正会員 上部 達生
 五洋建設(株) 正会員 三藤 正明

1. はじめに

平成7年兵庫県南部地震によって被害を受けた神戸港T棧橋の模型振動実験を水中振動台を用いて行った。T棧橋の被害は、海側杭および中間杭の杭頭、すべての杭の地中部で鋼材が降伏し座屈している。また、陸側杭の杭頭部を固定するRC梁にはクラックが生じていた。筆者らは、このような被害状況を解明するために種々の解析を行ったが、背後の土留め構造および杭頭の固定条件の影響が大きいものと考え、これを実験を行って検証することとした。本論文ではこれらの条件と棧橋の応答との関係について述べる。

2. T棧橋の概要

T棧橋は、図-1に示すように3列の直径700mm、肉厚10~14mm、長さ19.5mの鋼管杭で構成される。床版は厚さ0.3mのスラブと、断面700mm×1200mmのRC梁で構成されている。棧橋上部工と土留め構造の距離は2mで、ここには長さ2.4m、幅4.6m、厚さ0.4mのRC製の渡版が置かれている。

3. 模型振動実験

実験は陸側杭の杭頭固定条件および渡版条件を変え、表-1に示す3ケースとした。杭頭条件を固定とヒンジとしたのは、陸側杭頭部のRC梁にクラックの影響を知るためである。本実験においてはこれらの条件における各杭のひずみを時系列で比較し、また、後述する陸側杭へ土圧の作用との関係を明らかにする。

表-1 実験ケース

ケース	杭頭条件	渡版
CASE1	固定	有
CASE2	ヒンジ	無
CASE3	固定	有

計測項目は、地盤および棧橋の加速度、過剰間隙水圧、棧橋および岸壁上部工の変位、杭ひずみ、捨石層の土圧、渡版に作用する荷重などである。模型縮尺は1/15とし、井合の相似則を適用した。入力地震波は、ポートアイランド観測波（KP-28m）の水平1成分（EW）および鉛直1成分（UD）の2成分とした。

4. 実験結果および考察

(1) 杭頭固定条件と応答特性

図-2および図-4は、それぞれCASE1とCASE2の棧橋上部工加速度（AH13）および土留め天端（AH9）の加速

キーワード：鋼直杭式棧橋、地震応答、模型振動実験、港湾施設、水中振動台

連絡先（〒680-0945 鳥取市湖山町南1丁目101、TEL:0857-31-5286、FAX:0857-28-7899）

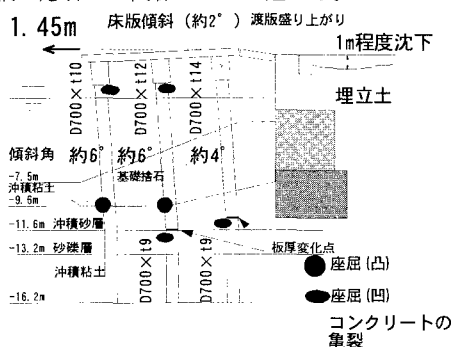


図-1 T棧橋の断面図

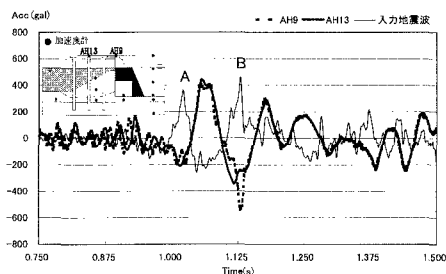


図-2 棧橋上部工および土留め天端の応答加速度 (CASE1)

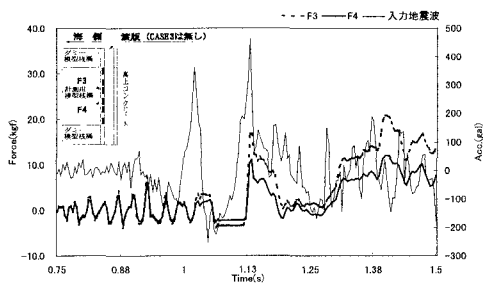


図-3 荷重計の記録 (CASE1)

度応答を示したものである。図中のA、Bは入力加速度がそれぞれ 360gal または 462gal になったときで、便宜上第1波および第2波という。また、図-3および図-5は栈橋上部工と渡版との間に設置した荷重計の記録である。

栈橋上部工と土留め天端の加速度は第1波と第2波の中間の時刻まではほぼ同一であるので、両者は一体で応答していたと考えられる。第2波付近で加速度が急激に変化するのは、荷重計の記録と比較すると、栈橋上部工と渡版との相対変位によって生じた衝撃力によるものと考えられる。すなわち、海側に変位していた栈橋が陸側に変位するときに土留めに衝突したと考えられる。その後地震動が小さくなると、栈橋上部工および土留め天端の応答はほぼ同一になっている。このときの衝撃力によって陸側杭頭部のRC梁にクラックが生じたのではないかと考えられる。RC梁の頭部がヒンジのCASE2では、固定の場合に比べて拘束条件が緩いので、したがって栈橋の応答が大きく、固定の場合のCASE1に比べて加速度応答および衝撃力ともに大きい。

(2) 渡版の有無と応答特性

図-6は、CASE3の栈橋上部工加速度（AH13）および土留め天端（AH9）の加速度応答を示したものである。渡版がないときの栈橋の応答は渡版があるときの応答の1.4～2倍にもなり、しかも第2波以降も増幅している。また、土留め天端の加速度は第1波までは渡版がないときの方がやや大きいものの、第2波以降では差がみられないのに対し、栈橋上部工の応答は第2波以降も引続き大きい。このことから、渡版は栈橋の応答を抑制する効果を果たしたものと考えられる。CASE3では栈橋上部および土留めの残留変位が小さい¹⁾ことから、土留めの海側への変位が栈橋の残留変位を増大せしめたものと考えられる。

5. あとがき

本研究は、鳥取大学、運輸省港湾技術研究所および五洋建設の共同研究として行った。実験は五洋建設技術研究所の水中振動台で行った。本実験にあたり細心の注意を払って模型地盤の制作および計測に携わられた技術研究所の方々に深甚なる謝意を表します。

参考文献：1) 上田茂ほか；土留め構造が栈橋の応答に及ぼす減衰影響、第53回土木学会年次講演会

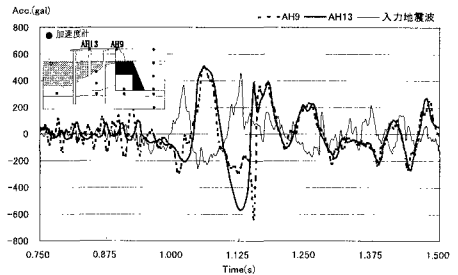


図-4 栈橋上部工および土留め天端の応答加速度 (CASE2)

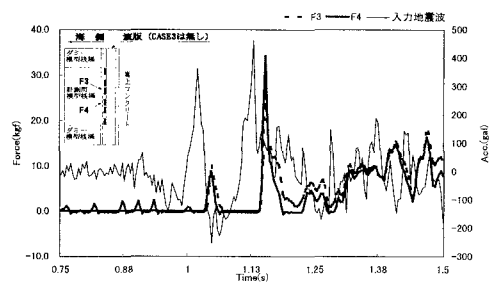


図-5 荷重計の記録 (CASE2)

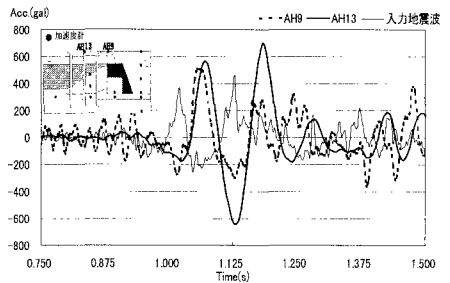


図-6 栈橋上部工および土留め天端の応答加速度 (CASE3)