

模型実験による斜杭式栈橋の地震応答に関する研究

鳥取大学工学部 正会員 上田 茂
鳥取大学工学部 正会員 池内 智行

(株)竹中工務店 正会員 濱田 純次
鳥取大学大学院 学生員 ○横山 竜治

1.はじめに

平成7年の兵庫県南部地震により神戸港を中心とした港湾において杭式栈橋が被災したことから、レベルII地震に対応する斜杭式栈橋の地震時挙動の解明および設計法の確立を目的とした模型振動実験を行った。本論文は模型振動実験の結果に基づいて斜杭式栈橋の振動特性のうち、とくに軸力およびモーメントについて考察を行い、解析法検討のための基礎データを得るものである。

2.斜杭式栈橋模型の概要

図-1は栈橋模型を示したもので、斜杭式栈橋模型および直杭式栈橋模型を同一土槽内に設置している。斜杭式栈橋模型は直径32mm、厚さ1mm、長さ179.8cmのアルミパイプを12本用い、斜杭の傾角度は25°、スラブ重量は約36kgfである。直杭式栈橋模型は斜杭式栈橋模型に用いたものとほぼ同重量の杭材およびスラブを用いて製作した。

3.模型振動実験

乾燥砂振動実験において case1（上載荷重なし）・case2（上載荷重あり）・case3（免振装置上に上載荷重あり）、水中振動実験において case4（上載荷重なし）・case5（上載荷重あり）・case6（免振装置上に上載荷重あり）の6ケースにおける振動実験を行った。ここでは特に case4 について述べる。加振時の計測項目については、栈橋および地盤の加速度（AH、AV）、地盤の間隙水圧（W）、スラブの変位（D）、杭のひずみ（SF、SB）などとした。

実験には井合の相似則¹⁾を適用し、縮尺1/30で行った。また、軸剛性・曲げ剛性ととも相似則を満たすようにひずみ縮尺 λ_s を $\lambda^{0.8}$ とした。

4.実験結果および考察²⁾

1) 固有振動数

自由振動実験結果から上載荷重なしのパワースペクトル図（図-2）を求め、斜杭式栈橋模型および直杭式栈橋模型の固有振動数を求めた。この結果から斜杭式栈橋模型の固有振動数55~58Hz、

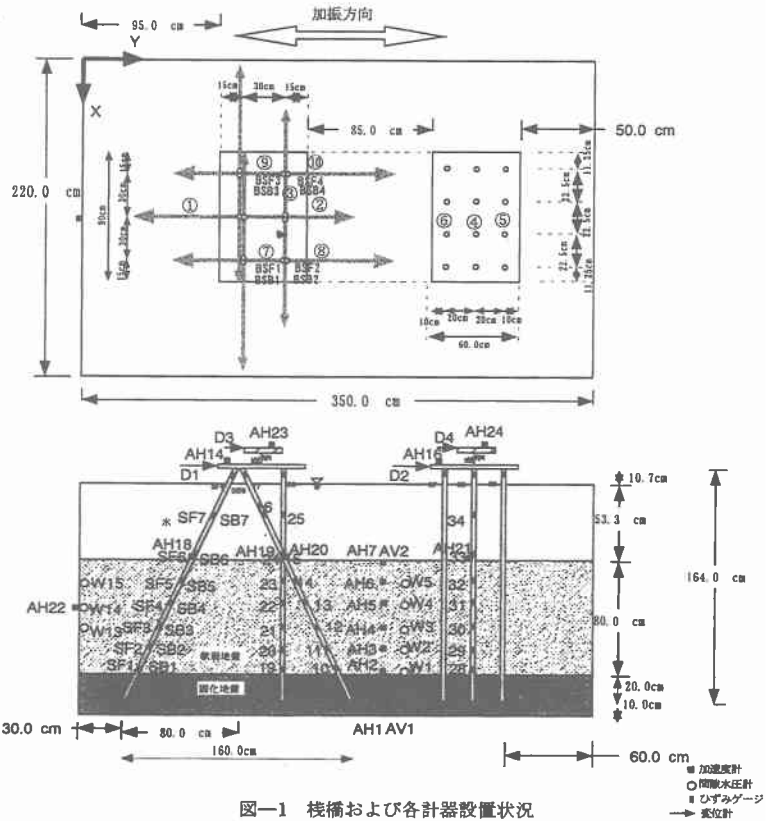


図-1 栈橋および各計器設置状況

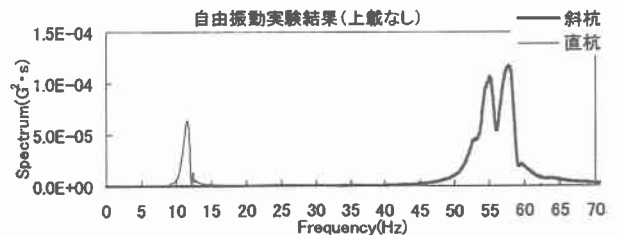


図-2 パワースペクトル図

直杭式栈橋模型の固有振動数 11Hz と分かる。また、上載荷重ありの固有振動数は斜杭式栈橋模型 34Hz、直杭式栈橋模型 7Hz、免震装置上に上載荷重ありでは斜杭式栈橋模型 1次 8Hz、2次 60Hz、直杭式栈橋模型 1次 6Hz、2次 18Hz となった。次にパルス波加振実験結果から加速度計の深さと加速度波形の位相差 (図-3) から地盤応答速度 V_s を求め、 $f=V_s/4H$ より地盤模型の固有振動数 16.5~20Hz と分かる。以上の結果から 55、20Hz における最大加速度 200gal の正弦波加振実験結果に着目し、軸力、モーメントについて考察を行う。

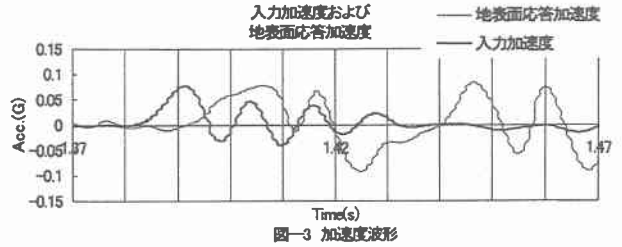


図-3 加速度波形

2) 軸力

図-4 は 55、20Hz における軸力分布を示したものである。約 20cm までが固化地盤、約 110cm までが砂層地盤である。この図から斜杭式栈橋模型の固有振動数とほぼ一致する 55Hz の入力振動に対して、軸力分布は杭長全体にわたりほぼ一様で、かつ 1500~2000kgf と大きな軸力であるが、地盤の固有振動数とほぼ一致する 20Hz に対しては、軸力分布は一様でなく杭頭部に向かって軸力が減少する傾向である。このことは 55Hz のときは斜杭式栈橋模型の固有振動数と近いいため杭の振動が大きく、そのため軸力が大きくなったものと考えられる。これに対して 20Hz のときは地盤の固有振動数と近いいため杭下部において振動が大きく、大きな軸力を示したが、杭頭部においては杭の振動が小さいので軸力が小さかったものと考えられる。

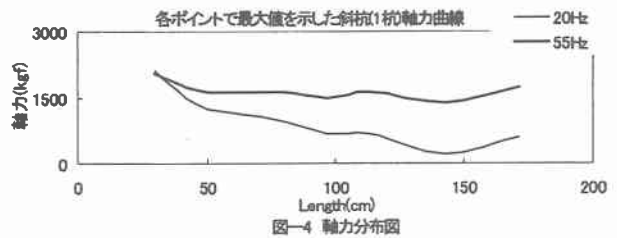


図-4 軸力分布図

3) モーメント

図-5 は 55、20Hz におけるモーメント分布を示したものである。この図から斜杭式栈橋模型の固有振動数とほぼ一致する 55Hz の入力振動に対して、モーメント分布が何度も 0 で交錯し 3 次程度の振動モードであるが、地盤の固有振動数とほぼ一致する 20Hz に対しては、モーメント分布はおおよそ理想的な分布となった。このことは 55Hz のときは斜杭式栈橋模型の固有振動数と近く、大きな軸力が杭に作用しながら振動しているためと考えられる。杭の振動に関して、軸力が杭に与える影響と振動特性が密接な関係であると思われる。

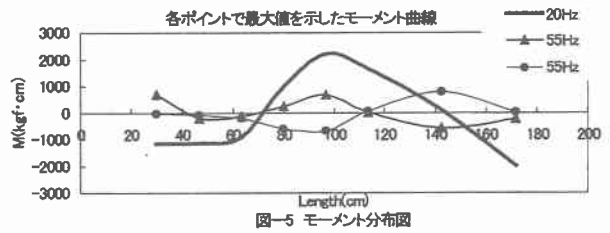


図-5 モーメント分布図

5. まとめ

斜杭式栈橋は軸力およびモーメントで水平力に抵抗している。しかし、それらの相互関係や地盤剛性の影響および地盤との相互作用、入力振動数の違いによる軸力およびモーメント分布の変化等についてはさらに検討が必要である。

今後、地盤剛性の影響を考慮した動的解析を行うことにより、斜杭式栈橋の振動特性を把握していく予定である。

参考文献

- 1) 井合 進：1G 場での地盤—構造物—流体系の模型振動実験の相似則、港湾技術研究所報告 Vol.27、No.3、1988年9月
- 2) 大崎 順彦：地震動のスペクトル解析入門、鹿島出版会、1976年7月