

孤立波が作用する橋台に発生する津波波力の実験的検討

九州工業大学大学院 学生会員 ○濱井 翔太郎 九州工業大学 正会員 幸左 賢二
 (株)長大 正会員 佐藤 崇 大日本コンサルタント(株) 正会員 佐々木 達生

1. はじめに

橋台に津波が襲来した場合、図-1(a)に示す直壁構造物における作用状況と異なり、同図(b)に示すような橋台上部を越流する流れや橋台側面に廻り込む流れなどが混在する。また、このような流れ状態は、開口部を有する直壁構造物に津波が越流する状態に近く複雑な流れ状態であると考えられる。

そこで、本研究では橋台の作用力特性の把握を目的に、橋梁全体系を模擬した3次元水理実験を実施し、橋台に作用する波力および波圧特性の検討を行い、既往の直壁構造物を対象とした実験との波圧特性の比較を行った。

2. 実験概要

図-2に実験装置の全体図を示す。使用する長水路は、長さ41m、幅80cmの水路である。造波装置は、スライド式造波装置である。図-3(a)に模型正面図を、(b)に実験パラメータを、(c)に記号の定義を示す。本実験では、入射波高が橋台の天端高よりも高く越流が生じるA1からA6と、越流が生じないA7からA9の2ケースを実施した。また、本実験で対象とした津波は、段波を想定した砕波を生じない孤立波とした。

3. 代表例(A3ケース)の計測結果

図-4には、代表例としてA3ケースの分力計で計測された橋台の水平波力と、橋台の前背面に設置した波圧計の積分値の整合性を示す。同図によれば、最大水平波力は45.0[N](14.105[sec])であるのに対し、橋台前背面に設置した波圧の積分値は45.3[N](14.142[sec])と整合性が高い。また、この時点における橋台に作用する波圧分布を図中に示す。同図より、最大水平波力発生時の橋台前面と背面の波圧の積分値はそれぞれ53.6[N]、9.8[N]と、水平波力は橋台の前面に作用する波圧が支配的であることがわかる。

4. 計測波力と実波高の静水圧の関係

図-5に示すのは、図中に示す着目時刻における橋台前面位置の波高を用いて算出した静水圧分布と、同時刻において橋台前面で計測された高さ方向の波圧分布をプロットしたものである。同図より、橋台前面で計測された波圧は橋台前面波高の静水圧相当に近似しており、静水圧分布を基準とした評価が可能であることが分かる。

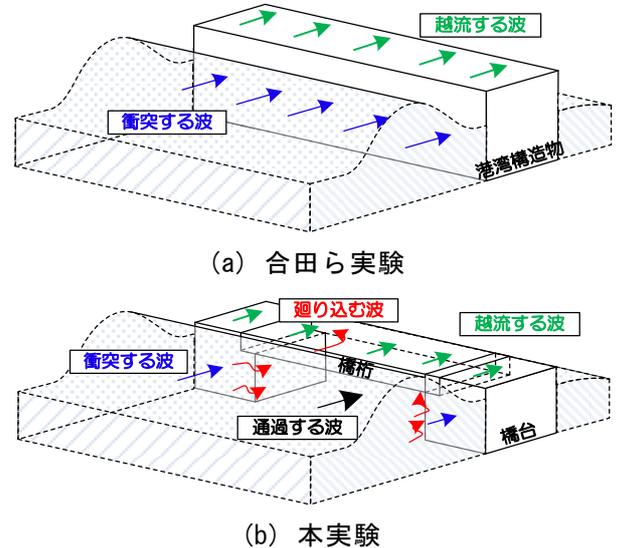


図-1 既往の実験と本実験の模擬対象

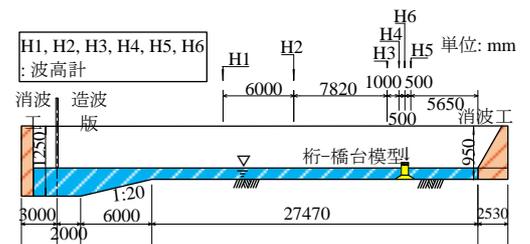
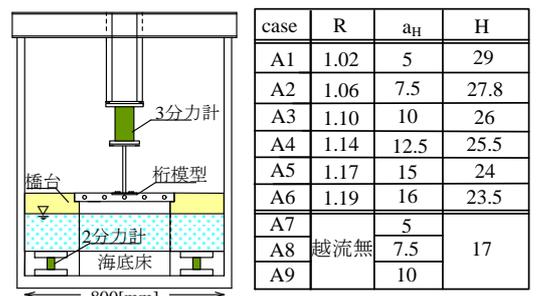
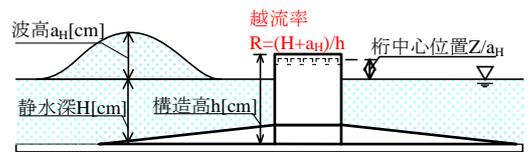


図-2 装置全体図



(a) 模型正面図 (b) 実験パラメータ



(c) 記号の定義

図-3 実験概要

キーワード 津波、孤立波、水平波力、波圧、橋梁、橋台

連絡先 〒804-0015 福岡県北九州市戸畑区仙水町1-1 九州工業大学 TEL 093-884-3123

6. 既往の実験式との比較

図-6 は、橋台前面の静水面からの任意の高さ Z を入射波高 a_H で無次元化した α (水深係数)と、橋台前面で計測した波圧 p を入射波高の静水圧である $\rho g a_H$ で無次元化した β (波圧強度)の関係を示す。 $\alpha = \beta$ と仮定して $\alpha \geq 0.0$ の傾きを 1 とすれば、本実験の結果のうち全体を包括するのは、越流が生じないケースで $\alpha = \beta = 1.60$ である。越流が生じるケースの水深係数が、越流が生じないケースに対して小さくなるのは、構造物に当たった波の反射により増幅していた津波の波高が、橋台上面に到達すると水平方向に流れるためである。また、本実験の水深係数が既往の直壁構造物の波圧式に対して小さくなるのは、津波が開口部を通過することにより、橋台に堰き止められることで生じる波高の増幅が相対的に小さくなるためである。

図-7 は、本実験の越流が生じる実験結果と図-1 (a) に示すような直壁構造物を対象とした合田らの実験のうち越流が生じる実験結果を、図-3 に示した越流率を用いて比較を行い、開口と越流の影響による水深係数の低減率を示す。同図によれば、越流率 1.0 の場合、開口による水深係数の低減率は、合田らの実験結果と本実験結果を比較することで、34% 生じることとなる。越流率 1.3 において同様の比較をすると、開口による低減率が 35% 生じることとなる。また、それぞれの実験において越流率が 1.0 から 1.3 に変化した場合の水深係数の低減率は、合田らの実験では 23% 低減し、本実験では 25% 低減する。これらのことから、越流率の変化に伴う水深係数の低減率は、開口部の有無に関わらず概ね同程度であることがわかる。また開口部の影響に伴う水深係数の低減率は、越流率に関わらず概ね同程度であることがわかる。

7. まとめ

- (1) 開口部を有する橋台に作用する水平波力は、橋台の前背面に作用する波圧を用いた評価が可能で、橋台前面に作用する波力が支配的である。
- (2) 無次元化波圧分布を算出すると、越流が生じないケースの $\alpha = \beta = 1.60$ が全体のケースを包括する。
- (3) 開口部に流れが流入することで、水深係数は直壁構造物に対して 3 割低減する。また、越流が生じる場合、水深係数は開口部の影響に加えて越流率に応じて更に低減する。

参考文献

1) 合田良実, 福森利夫; 直立壁及び混成堤直立部に働く波圧に関する研究, 港湾技術報告書, Vol.11No.2, p.3-46, 1972.6.

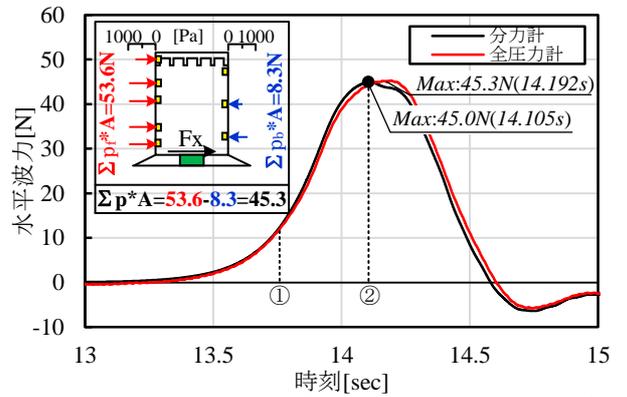


図-4 開口部の影響による水深係数の低減

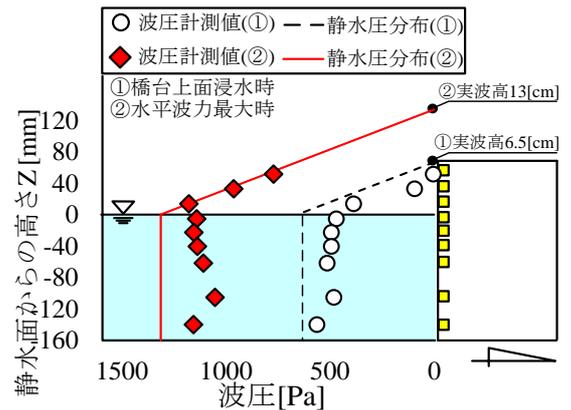


図-5 計測圧力と静水圧の関係

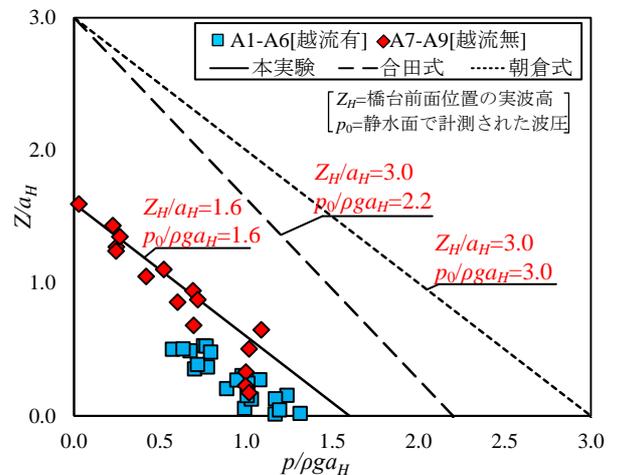


図-6 無次元化波圧分布

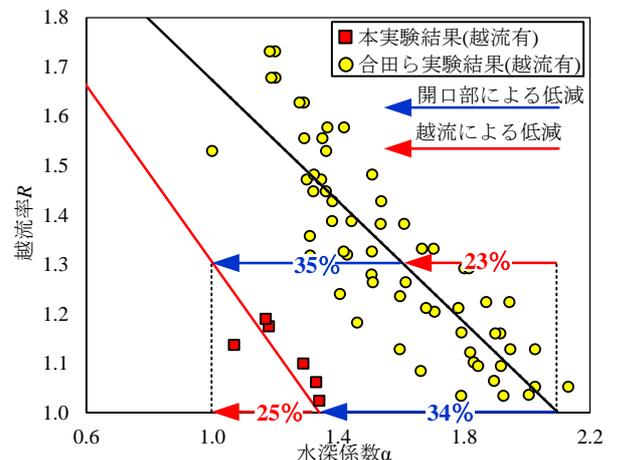


図-7 開口部の影響による水深係数の低減