

孤立波による橋梁への水平作用力の実験的検討

九州工業大学 学生会員 ○田中 将登
(株)長大 正会員 佐藤 崇

九州工業大学 正会員 幸左 賢二
大日本コンサルタント(株) 正会員 佐々木 達生

1. はじめに

本実験では段波状の津波が橋梁に作用することを想定し、これを模擬した孤立波を橋桁模型に作用させた。孤立波の波高と橋桁模型の形状をパラメータとしており、水平作用力、波高、流速、圧力の測定を行い、得られた計測結果から津波外力の橋桁に対する水平作用力特性について検討を行った。

2. 実験概要

実験の全体図を図-1に示す。図-1の左端の造波装置はスライド式造波装置であり、造波板をスライドさせることによって造波を行った。6つの波高計、1つの分力計を水路に沿って設置し、計測開始時間を同期させた。本論文で評価に用いた H6 波高計は、橋桁模型の真横に設置した。

図-2に、実験状況とパラメータを示す。同図に示すように、静水深が 35cm、波高は 10, 15, 20, 25cm の 4 ケースとした。橋桁模型は、著者らが行った孤立波に対する桁への作用力実験¹⁾の模型と同様とし、被害を受けたインドネシアの橋梁である。縮尺は、1/50 で模型の橋長は 40cm、床板幅 19cm、桁高 3.4cm とした。桁形状は桁高を変化させ、上述の各波高に対して、標準高に対して 1.5, 2 倍に変化させた 3 パターンとしている。

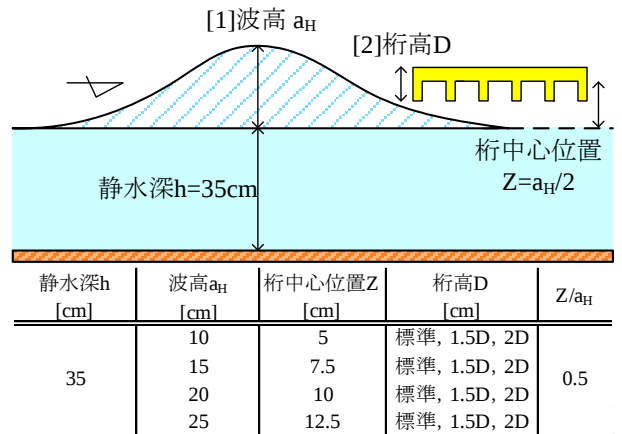


図-2 実験状況とパラメータ

3. 実験結果

図-3は、横軸に各ケースの H6 波高計から得られた波高 a_H に作用する水平作用力 F_x をプロットした図である。波高ごとに 3 回分の実測平均値とその近似直線を示す。同図より、波高と水平作用力は概ね比例関係にあり、指令波高 10, 20cm のケースに着目すると、波高が 1.9 倍増加することに伴って、水平作用力は 2.2 倍増加している。また、波高から算出した静水圧と作用力の関係式を図中に示しており、静水圧の 0.73 倍と水平作用力が等しくなる結果が得られた。

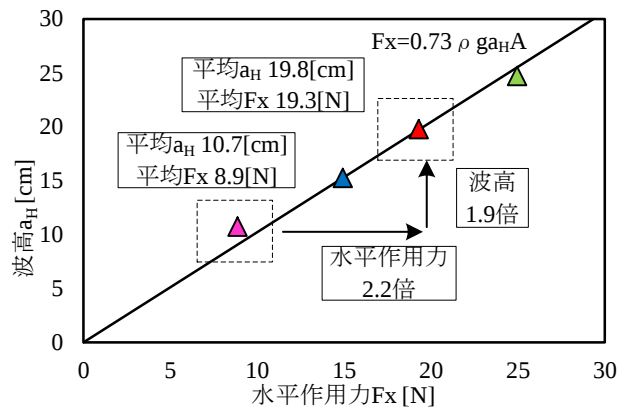


図-3 水平作用力と波高の比較図

図-4は、桁高比と水平作用力比を示す。ここで、桁高比と水平作用力比は、標準桁に対するそれぞれの比である。実験ケース毎に実施した造波 3 回分の平均値とその近似直線に加え、

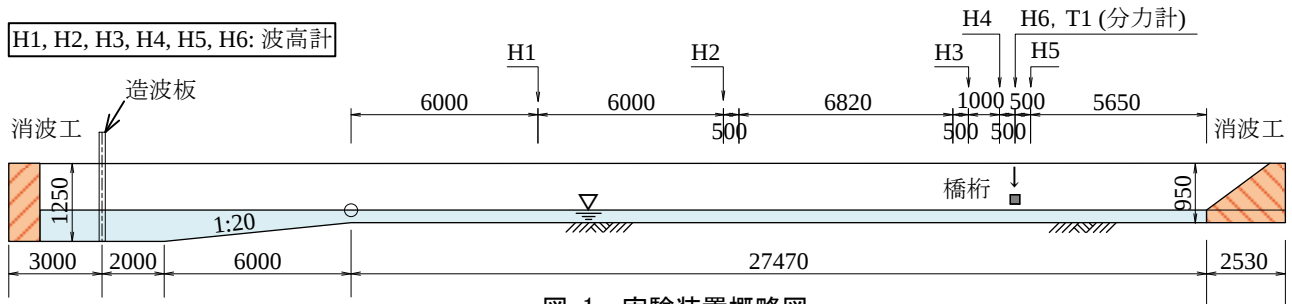


図-1 実験装置概略図

キーワード 津波, 孤立波, 橋梁, 作用力特性, 水平作用力

連絡先 〒804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町 1-1 九州工業大学 建設社会工学科 TEL 093-884-3123

10%誤差範囲を破線で示した. 同図より, 桁高比の増加に伴い, 水平作用力比も概ね 10%誤差範囲内で線形的に増加することが分かる. また, 桁高比と水平作用力比にばらつきは見られないことから, 桁高の変化によって, 波高に比例して水平作用力も増加する傾向は前述の桁高が同一の場合と同様である.

これらの結果より, 水平作用力は津波の波高 a_H と桁高に伴って変化する桁側面 A で評価が可能と考えられる.

4. 九工大式との比較

過年度の著者らの実験¹⁾において以下のケースを実施した.

case1: 静水深 5cm, 計測波高 10cm, 砕波有, 桁位置変化

case2: 静水深 15cm, 計測波高 26cm, 砕波有, 桁位置変化

case3: 静水深 15cm, 計測波高 11cm, 砕波無, 桁位置変化

図-5 は, 上記 3 ケースについて横軸に水平作用力から得られた波圧と静水圧の比, 縦軸に桁中心位置と波高の比を示す. 同図より, 砕波の有無によって, プロット点に差異が見られる. ここで, 今回の砕波無のケースと同様の case3 に着目し, 水平作用力を静水圧の比で示す. 図-6 は, 図-5 より case3 を抽出したものである. 同図より, 桁波高比 Z/a_H に対する波圧静水圧比 $F_x/A/\rho g a_H$ の分布が急変する桁波高比 0.5 を境とし, 桁波高比 0.5 以下は平均によって垂線 AB を求め, 式(1)が得られた.

$$F_x/A/\rho g a_H = 0.86 \quad (1)$$

ここで, 過年度実験と異なって, 波高と桁高をパラメータとした今回のケースについても式(1)で評価をした.

図-7 は, 横軸を今回の実験ケース(図-2)における分力計から得られた水平作用力, 縦軸を式(1)に測定波高 a_H と桁模型の側面積 A を代入して算出した水平作用力である. 同図より, 両者は 2 割誤差の範囲内に収まる. 従って, 式(1)は今回の実験ケースにおいても評価が可能と考えられる.

5. まとめ

- (1) 波高 a_H と桁高 D をパラメータとした実験結果から, 桁模型に作用する津波の波高が 1.9 倍増加すると, 水平作用力 F_x は 2.2 倍増加する傾向があり, 比例関係である. また, 桁高 D と水平作用力 F_x も同様に比例関係になる. 従って, 水平作用力は津波の波高 a_H と桁高 D に伴って変化する桁側面積 A で評価が可能と考えられる.
- (2) 過年度の実験より得られた砕波を伴わない孤立波の水平作用力の式は, 孤立波の波高と, 桁模型の桁高を変化させた場合においても適用が可能である.

参考文献

- 1) 幸左賢二, 秋吉秀一, 二井伸一, 木村吉郎; 津波による橋梁への水平作用力に関する実験的検討, 構造工学論文集, Vol.57A, pp.442-453, 2011.3.

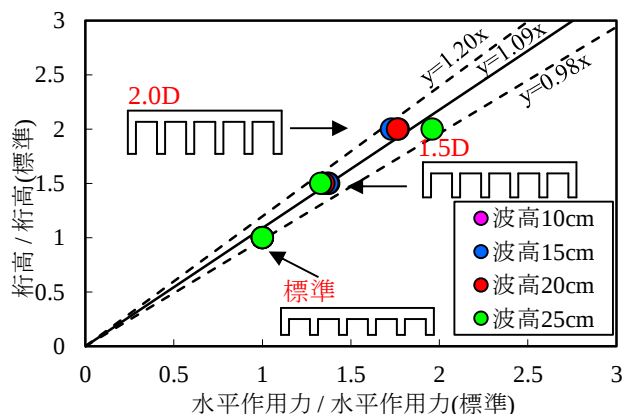


図-4 水平作用力比と桁高比の関係

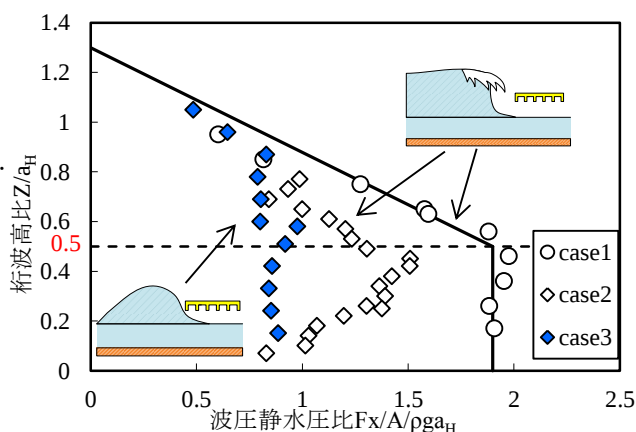


図-5 桁波高比と波圧静水圧の関係

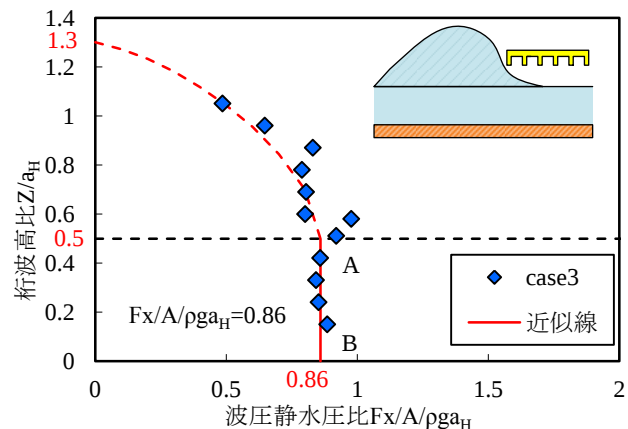


図-6 桁波高比と波圧静水圧比の関係(case3)

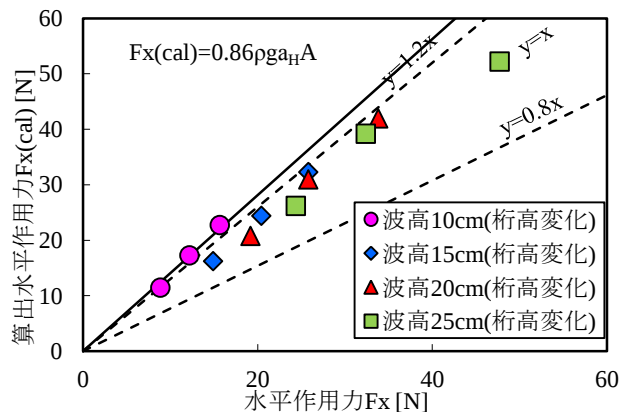


図-7 実測水平作用力と算出水平作用力