

孤立波性状の津波によって橋桁に生じる鉛直作用力特性の評価

九州工業大学大学院 学生会員 ○田中 将登 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 (株)長大 正会員 佐藤 崇

1. はじめに

著者らは過年度に孤立波の波高や桁下高をパラメータとする津波実験を行い、段波の鉛直作用力 F_z は波高 a_H 、桁底面積 A_v を関数とする式で評価できることを提案している。しかしながら実際に底面積をパラメータとし、鉛直作用力と底面積の関係を明らかにするまでには至っていない。そこで、本研究では桁模型の底面積をパラメータとし、鉛直作用力と圧力の計測を行い、得られた計測結果から底面積変化に伴う鉛直作用力変化を分析した。また、桁下高変化に伴う鉛直作用力変化についても圧力分布や波形状から考察を加えた。

2. 実験概要

実験の全体図を図-1 に示す。左端の造波装置はピストン型造波装置である。図-2 は実験条件の模式図を示す。橋桁模型は、著者らが行った実験の模型と同様としており、縮尺は1/50で模型の橋長は40[cm]、桁幅19[cm]、桁高3.4[cm]である。また、波高 a_H を20[cm]、桁下高 z を8.3[cm]とし、桁高を一定に保ったまま桁幅19[cm]の標準桁に対して桁幅を1.38, 1.76, 2.14 倍に変化させた。なお、鉛直作用力の分析用として桁模型の上下面に圧力計を設置している。

3. 桁幅変化に伴う鉛直作用力の変化

図-3は横軸を標準桁を基準とした各ケースの桁幅の比、縦軸を標準桁を基準とした各ケースの鉛直作用力の比とし、桁幅比と鉛直作用力比の関係を示している。同図より、桁幅の増加に伴って線形的に鉛直作用力が増加し、桁幅比(x)と鉛直作用力比(y)の関係は概ね $y=1.0x$ から $y=1.2x$ の間で表される。図-4は標準桁、図-5は2.14B桁の最大鉛直作用力発生時における波形状と桁下面の圧力分布を示す。なお、標準桁については詳細な圧力の計測を行っているが、その他のケースでは簡略化のために圧力計を3箇所としている。図-4より、標準桁における圧力は沖側で最大値952[Pa]、陸側で最小値472[Pa]を発生し、平均値は694[Pa]である。一方図-5より、2.14B桁における圧力は桁中央部で最大値944[Pa]、陸側で最小値505[Pa]を発生し、平均値は734[Pa]となり、両者の平均値は概ね等しい。さらに、両者の圧力の分布形状は概ね台形分布から変化しない

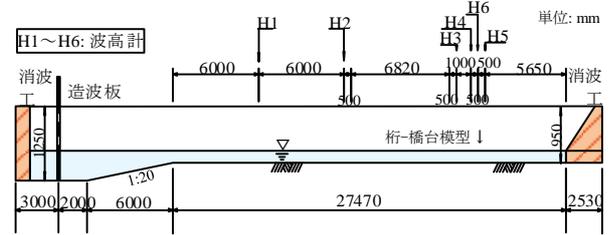
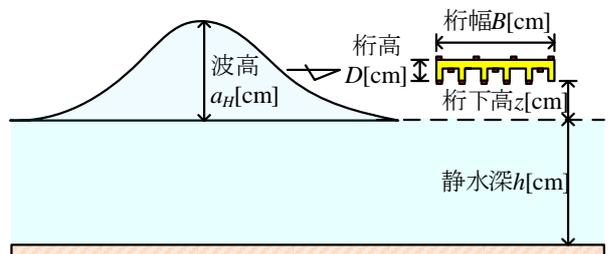


図-1 実験全体図



h [cm]	a_H [cm]	z [cm]	z/a_H	桁形状 (桁高 D , 桁幅 B) (D, B), ($D, 1.4B$), ($D, 1.8B$), ($D, 2.1B$)
35	20	8.3	0.42	

図-2 実験条件

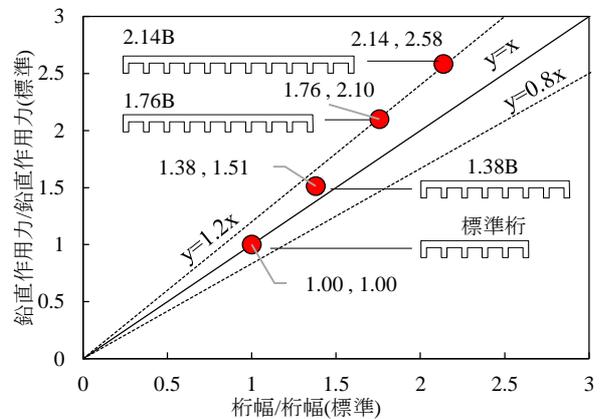


図-3 桁幅比と鉛直作用力比

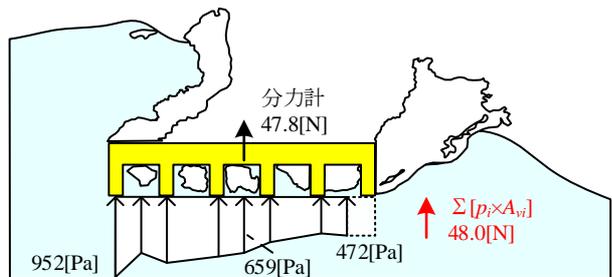


図-4 鉛直作用力最大時の波形状と圧力分布 (標準桁模型)

キーワード 津波, 孤立波, 橋梁, 作用力特性, 鉛直作用力

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

ことが確認できる。このことから、桁幅の増加に伴って鉛直作用力が増加するのは、桁幅が増加しても桁下面に発生する圧力、および分布形状が変化せず、被圧面積のみが増加するためである。

4. 桁下高変化に伴う鉛直作用力の変化

図-6 は著者ら が過年度に実施した実験より得られた結果である。横軸は鉛直作用力 F_z を橋桁の底面積 A_v で割って波圧としたのち、波高から得た水圧 $\rho g a_H$ で無次元化したもの、縦軸を桁下高 z と波高 a_H の比率とし、高さ方向の $F_z/A_v/\rho g a_H$ の分布を示している。なお、全ての結果を包括している CaseC(h 15[cm], a_H 11[cm], z 0~10[cm])は非碎波のケースである。同図より、CaseCの横軸の値は桁下高の減少に伴って増加し、桁が波の底面付近に位置する場合に最も大きい値を示している。このことに関して、図中[1], [2]に着目して圧力分布を分析した。図-7 は[1], [2]両者の最大鉛直作用力が生じる時刻の波形状と圧力分布を示す。同図[1]より、 z 3.3[cm]ケースの桁下面圧力は沖側で最大値 458[Pa]、陸側で最小値 244[Pa]を発生し、平均値は 347[Pa]となる。一方同図[2]より、 z 0[cm]ケースの桁下面圧力は沖側で最大値 526[Pa]、陸側で最小値 254[Pa]を発生し、平均値 397[Pa]となり、[1]に対する[2]の平均値は 14%増加する。このことから桁下高変化に伴う鉛直作用力の変化は、桁下面に生じる圧力が変化するためである。図-8 は[1], [2]両者の桁下面の沖側に発生する圧力の時刻歴波形を示しており、波が桁模型に衝突する時間を同期させている。同図より、圧力が発生し最大値を迎えるまでの時間は、[1]は 0.171[sec]であるのに対し、[2]は 0.283[sec]と 65%長くなる。このことから、桁が波の底面付近に位置する場合に桁下面に作用する圧力が大きいのは、鉛直上向きの圧力が長時間作用するためと考えられる。

4. まとめ

- (1) 桁に作用する鉛直作用力は桁幅の増加に伴って線形的に増加することが確認された。これは、桁幅が増加しても桁下面に発生する圧力、および分布形状が変化せず、被圧面積のみが増加するためである。
- (2) 波高と桁位置の関係を検討した結果、桁に生じる鉛直作用力は桁が波の底面付近に位置する場合に最も大きい値を示すことが確認された。これは波の底面付近に桁が位置する場合、桁下面に生じる圧力が大きいためである。

参考文献

1) 幸左賢二, 秋吉秀一, 庄司学, 木村吉郎; 津波形状の違いによる橋梁への津波作用力に関する実験的検討, 構造工学論文集, Vol.56A, pp.454-pp.463, 2010.3.

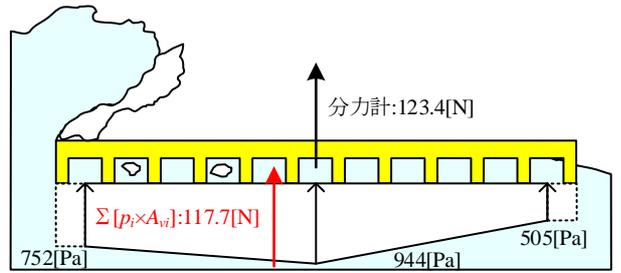


図-5 鉛直作用力最大時の波形状と圧力分布 (2.14B 桁模型)

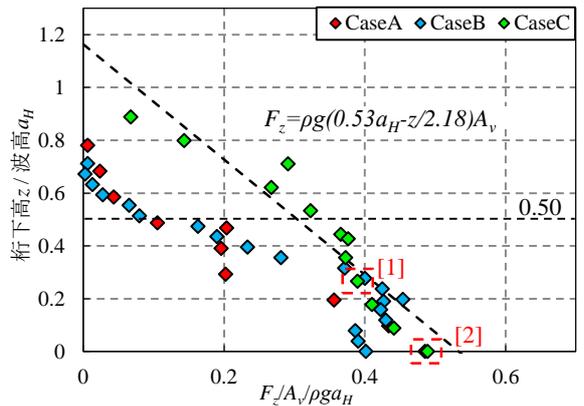
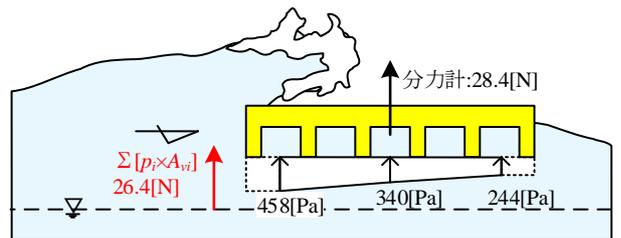
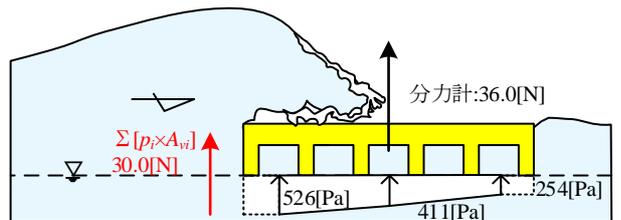


図-6 鉛直波圧と波高から得た水圧の関係



[1] z 3.3[cm]



[2] z 0[cm]

図-7 鉛直作用力最大時の波形状と圧力分布

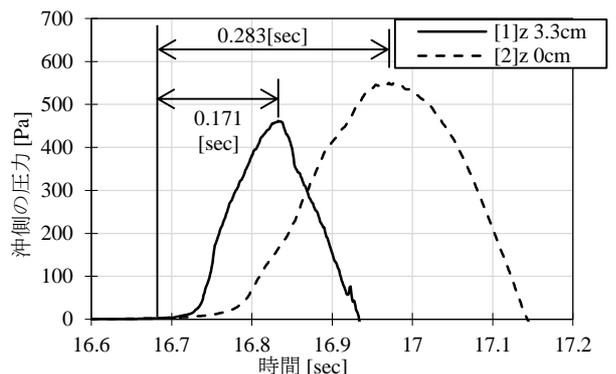


図-8 沖側の圧力時刻歴波形