

孤立波が作用する橋梁の鉛直作用力特性の評価

九州工業大学
大日本コンサルタント(株)

学生会員 ○濱井 翔太郎
正会員 佐々木 達生

九州工業大学 正会員 幸左 賢二
(株)長大 正会員 佐藤 崇

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桁模型に作用させた。また、孤立波の波高と桁形状をパラメータとしており、水平作用力、鉛直作用力、波高、流速、圧力の測定を行い、得られた計測結果から橋桁に対する作用力特性について検討を行った。本論文では、鉛直作用力の作用力特性について述べる。

2. 実験概要

使用する長水路は、図-1に示すように長さ41[m]、幅80[cm]、水路深さ95[cm]の片面ガラス張りの水路である。

桁模型は、橋長40[cm]、幅員19[cm]、構造高3.4[cm]（実橋換算で橋長19.1[m]、幅員10.2[m]、構造高1.7[m]）で、我が国でも多く存在する単純径間の橋梁に類似する形状である。本研究では図-2(a)に示す一山孤立波を作用させ、同図(c)に示す波高 a_H と桁形状をパラメータとした実験を行った。

3. 標準桁を用いた代表例($a_H=20$ [cm])計測結果

本章では波高 $a_H=20$ [cm]のケースを代表例に鉛直作用力と圧力分布の関係を述べる。図-3に計測値の時刻歴図を示す。同図から、上向きの鉛直作用力が発生し始める[1]から下向きの最小鉛直作用力となる[4]まで、圧力と被圧面積の積分で求めた鉛直作用力と分力計から得た鉛直波力は良く一致する。この結果から、[1]から[4]までは、圧力計を用いた分析が可能であると判断できる。図-4に示すのは、鉛直作用力最大時の津波作用状況である。同図から、最大鉛直作用力発生時では桁上面には圧力が発生せず、桁下面に生じる上向きの圧力が支配的であることがわかる。これらの結果から、最大鉛直作用力時では、桁模型の

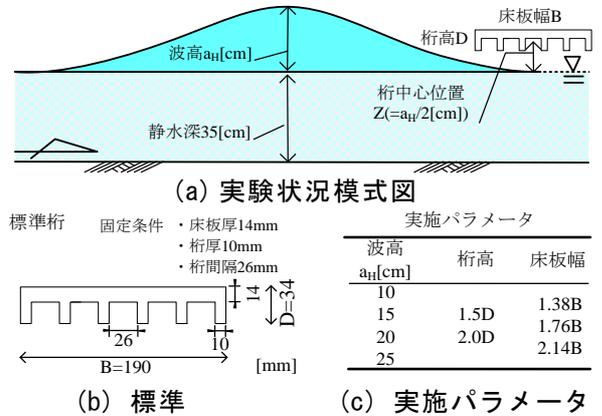


図-2 実験諸元

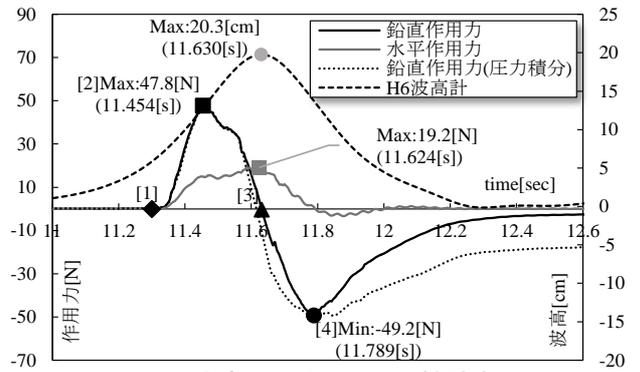


図-3 波高と作用力の比較時刻歴図

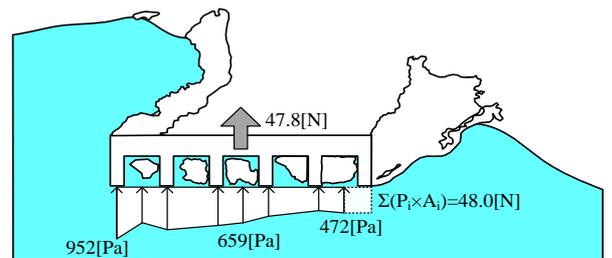


図-4 鉛直作用力最大時の津波作用状況

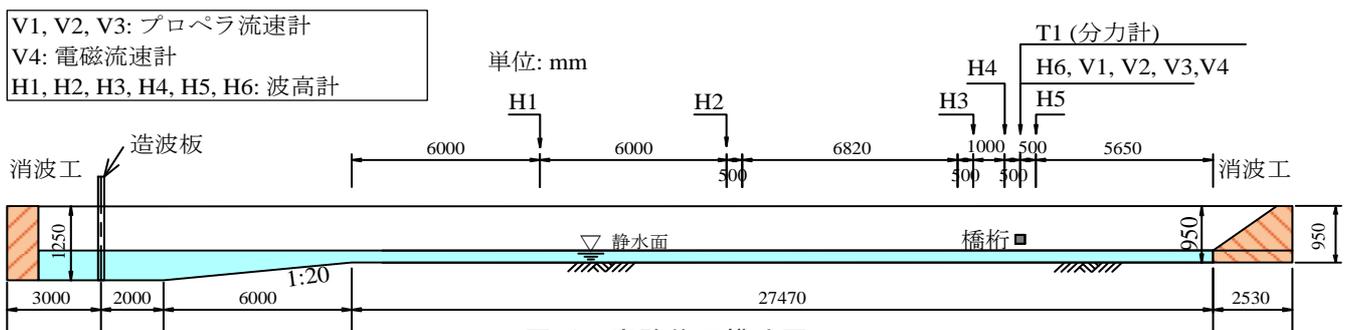


図-1 実験状況模式図

キーワード 津波, 孤立波, 鉛直作用力, 圧力, 橋梁

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

下面全域に作用する上向きの圧力が支配的であることがわかる。

4. 波高パラメータ実験

図-5に示すのは、標準桁模型を用いた際の波高と鉛直作用力の関係である。同図から、 $a_H=10[cm]$ では $F_z=23.5[N]$ に対し $a_H=20[cm]$ では $F_z=50.3[N]$ と、波高が増加するにつれ鉛直作用力も比例して増加している。このことから、鉛直作用力は波高の関数であることがわかる。

5. 桁形状パラメータ実験

図-6に示すのは、床版幅比と鉛直作用力比の関係である。同図から、床版幅比が増加するにつれ、波高毎の鉛直作用力比のばらつきが大きくなるものの、鉛直作用力比も床版幅比と同様に増加する $y=x$ の関係であることがわかる。このことから、鉛直作用力は桁の底面積の関数であることがわかる。

6. 九工大式との比較

図-7に示すのは、過去に実施した桁下高 z をパラメータとした実験結果¹⁾に、本研究で行った波高をパラメータとした実験結果のプロットを併記した図である。同図に示す実線は、過去の実験で実施した波形状ケースの鉛直作用力を包括する、砕波が生じない波を作用させた際の実験結果の近似直線である。今年度実験と近似直線を比較した結果、今年度実験の結果は概ね近似直線上に位置する。これより、概ね砕波が生じない波形状の波が作用する場合、鉛直作用力は波高や桁形状(桁高, 床版幅)に関わらず近似直線上に位置することがわかる。なお、近似直線を式変形して求めた九工大式は以下のように表される。

$$F_z = \rho g (0.53H - z/2.18)A \tag{1}$$

ここで g :重力加速度, H :波高, z :桁下高, A :桁の底面積

図-8に式(1)に今年度の実験条件を代入して算出した鉛直作用力, 横軸を実測の鉛直作用力を示す。同図より、これらの関係は概ね 1:1 に対応することから、鉛直作用力は、波高や桁の形状が変化しても、九工大式で算出が可能である。

7. まとめ

- (1) 鉛直作用力は、最大鉛直作用力 47.8[N]と圧力より求めた最大算出鉛直作用力 47.8[N]と一致し、圧力の積分値で説明が可能である。また、波高と床版幅をパラメータとした実験から、鉛直作用力は波高と桁の底面積の関数である。
- (2) 実測の鉛直作用力と九工大式で算出した鉛直作用力は概ね 1:1 の関係であり、鉛直作用力は波高や桁形状を変化させた場合においても九工大式の適用が可能である。

参考文献

1) 二井伸一, 幸左賢二, 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.474-485, 2010.3.

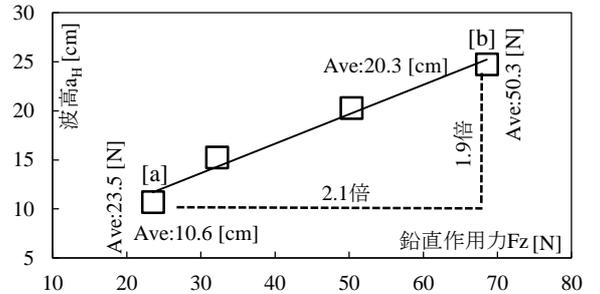


図-5 波高と鉛直作用力の関係

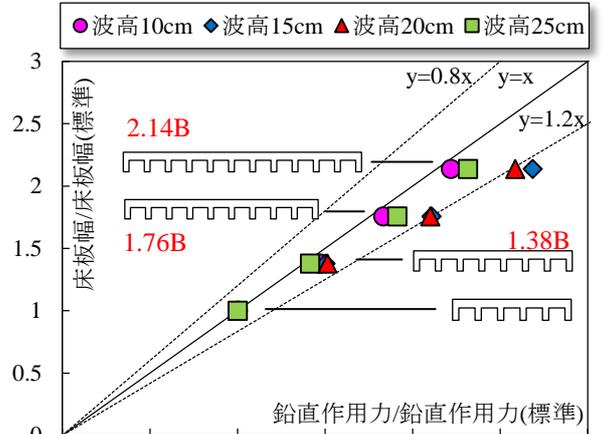


図-6 床版幅比と鉛直作用力比

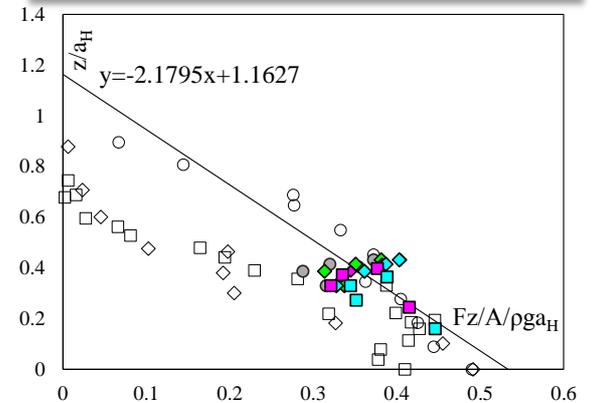
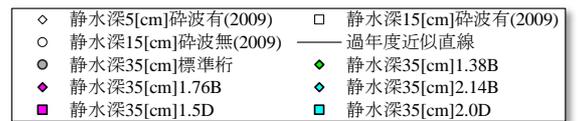


図-7 過年度実験との比較

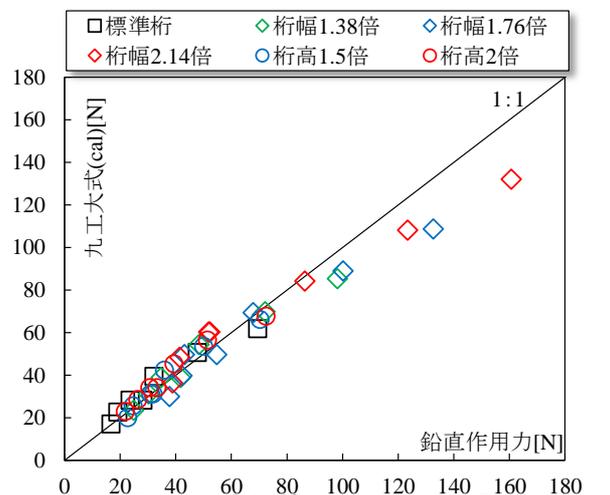


図-8 実測値と九工大式の関係