

橋桁に作用する津波流体力に関する実験的研究

大阪大学 大学院工学研究科 正会員 ○荒木 進歩
 大阪大学 大学院工学研究科 中島 悠
 堺市 田中 邦彦
 大阪大学 大学院工学研究科 正会員 出口 一郎
 建設技術研究所 大阪本社 正会員 伊藤 禎和

1. 研究の背景と目的

東海, 東南海, 南海地震の発生確率は日に日に高まっており, これらの地震により発生する津波への備えを十分に行う必要がある. 我が国の沿岸部は山地が海岸付近にまで迫る急峻な地形も多く, そのような地域では主要道が海岸沿いを通り, 河川の河口付近に橋梁が架けられている場合が多い. これらの橋梁では, 津波により橋桁が流出することも考えられるが, 急峻な地形のため迂回路の確保が困難な地域も多い. そのため, 橋桁が流出した場合の影響が大きく, 被災地の復興にも支障が生じる.

近年, 陸上構造物に作用する津波流体力に関する研究が行われており, 橋桁に作用する津波流体力も片岡ら(2006)により測定されている. しかし, 橋桁に作用する鉛直方向力は測定データがないため, その影響を考慮することができていない. 鉛直方向力は橋桁の摩擦抵抗力の減少などをもたらし, 橋桁流出に及ぼす影響が大きいと考えられる. そこで本研究では, 水理実験により津波による橋桁への作用流体力を水平方向成分と鉛直方向成分に分けて測定し, 解析を行った.

2. 水理実験

図-1に示すように, 長さ41m, 幅0.7mの断面2次元水槽内に海底部1/40, 河床部1/100勾配の固定床を設置し, 海底部と河床部の接続部分(河口付近)に橋桁模型を設置した. この橋桁模型に, 孤立波状の波(最大水位上昇量 $a=3.5\sim 12\text{cm}$)を発生させることにより橋桁模型に作用する流体力を測定した. 実験では, 橋桁の桁下高さ h_c ($-2.5\sim 8.5\text{cm}$, ただし, 負の数は静水時にも橋桁が水没している状態を指す), 橋梁設置地点の水深 h ($4.8\sim 14.0\text{cm}$)を変化させた.

流体力の測定には片持ち梁式の波力計を製作し, 水平方向力 F_x と鉛直方向力 F_z を測定した. 橋桁模型には波圧計も取り付け, 橋桁の沖側側面, 下面など8箇所作用する波圧も同時に測定した. データのサンプリング間隔は0.001秒とした. 図-2に模型橋桁周りの模式図, および F_x , F_z の向きを示す. なお, 橋桁模型の幅は16cm, 橋桁の高さは2.1cmである.

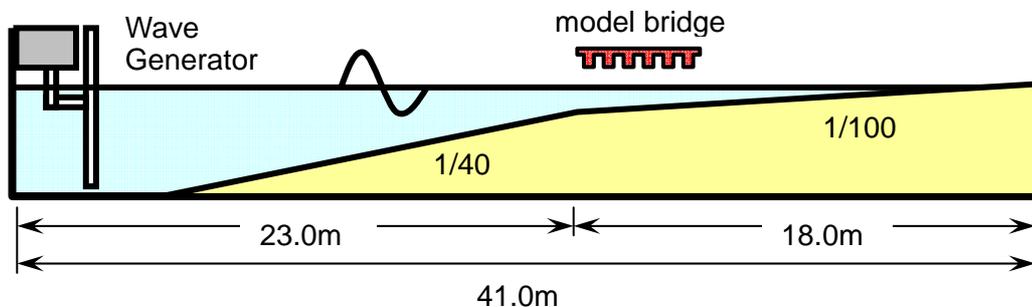


図-1 実験水槽

キーワード 橋桁, 津波流体力, 鉛直方向力

連絡先 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1 大阪大学 大学院工学研究科 地球総合工学専攻 TEL: 06-6879-7614

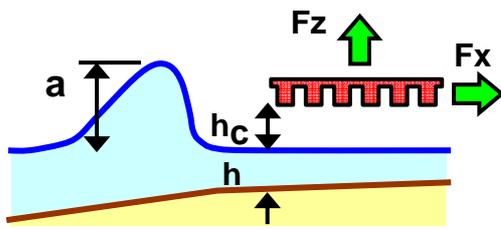


図-2 橋桁模型周りの模式図

3. 実験結果

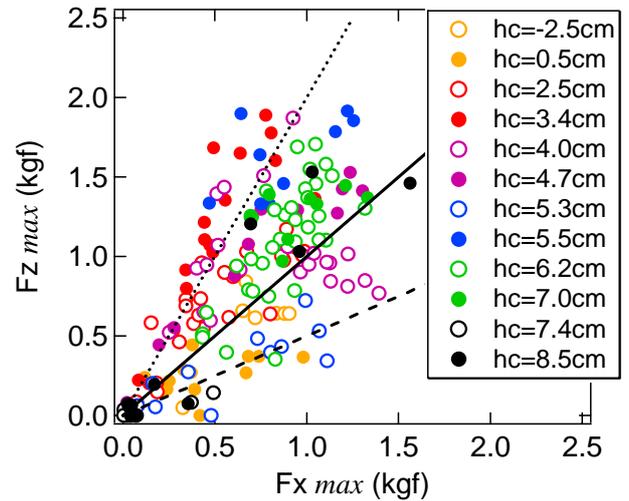
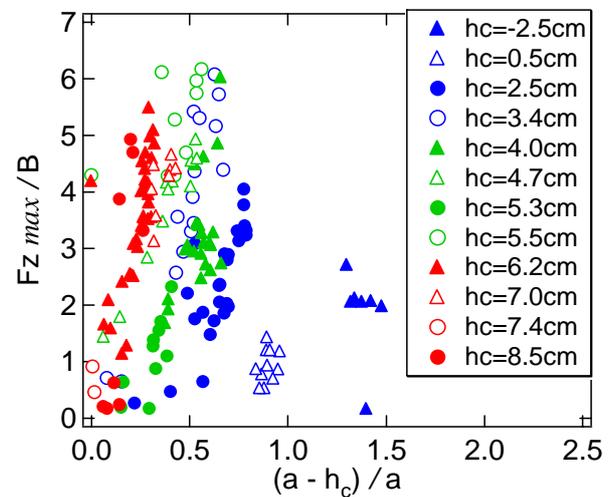
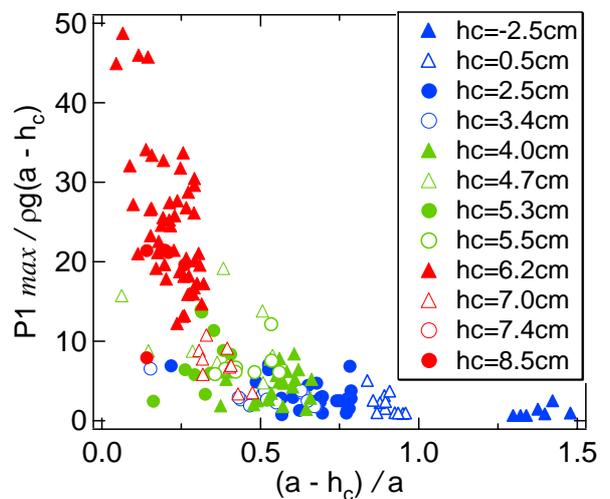
図-3 に、1つのケースにおいて測定された最大水平方向力 F_{xmax} と最大鉛直方向力 F_{zmax} を全ケースにわたってプロットしたものを示す。測定に用いた波力測定装置において水平方向の固有振動数が鉛直方向より小さかったため詳細な議論はできないが、鉛直方向力の最大値は水平方向力の最大値とほぼ同等であり、場合によっては水平方向力の2倍程度になることもある(図中の実線、点線、破線はそれぞれ $F_{zmax}/F_{xmax}=1, 2, 0.5$ に相当)。

図-4 に、橋桁に作用する浮力 B で除した無次元最大鉛直方向力 F_{zmax}/B と、最大水位上昇量 a で除した無次元の橋桁上水位 $(a - hc)/a$ の関係を示す。最大鉛直方向力は橋桁に作用する浮力の5倍以上に達することもある。また、無次元の橋桁上水位が同じ場合、桁下高さ hc が大きい(図中の赤色マーカー)ほど鉛直方向力が大きくなる傾向が見られる。

図-5 に橋桁の沖側側面で測定された波圧の最大値 $P1max$ と無次元の橋桁上水位の関係を示す。波圧 $P1max$ は波が橋桁に作用したときの橋桁位置における静水圧 $\rho g(a - hc)$ で無次元化している。無次元の橋桁上水位が小さいほど波圧が大きいことが分かる。これは波の峰付近が橋桁に作用した場合に大きな波圧が生じることを意味しており、さらに桁下高さ hc が大きいほど波圧が大きい。また、橋桁位置での静水圧よりはるかに大きな波圧が作用しており、これは波面の衝突による衝撃圧の成分と考えられる。

参考文献

片岡正次郎・日下部毅明・長屋和宏(2006):津波衝突時に橋桁に作用する波力,第12回日本地震工学シンポジウム論文集, pp. 154-157.

図-3 最大水平方向力 F_{xmax} と最大鉛直方向力 F_{zmax} 図-4 最大鉛直方向力 F_{zmax} と橋桁上の水位の関係図-5 橋桁沖側側面の波圧最大値 $P1max$ と橋桁上の水位の関係