

大阪大学 大学院工学研究科 学生会員 ○西山 真司

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 正 会 員 青木 伸一

1. 研究の背景と目的

2004年スマトラ島沖地震や2010年東北地方太平洋沖地震による津波で、橋梁の桁が流出する被害が発生した。また南海トラフ地震の発生確率が日に日に高まっており、この地震により発生する津波への対策を行う必要がある。我が国では急峻な山地が沿岸部まで迫る地形が多く、そのような地域では海岸沿いを主要道路が通っている。河川と交差する地点では橋梁が架けられているが、その橋梁が津波により流出すれば迂回路の確保も難しく、災害救助・復興に影響を及ぼす。

近年橋梁に及ぼす津波流体力に関する研究（例えば、荒木ら，2010；中村ら，2013）は数多くされている。しかし、その流体力は未だ定式化されていないのが現状である。被害橋梁には特に橋桁前面部が浮き上がることにより流出する事例が見られ、その部分に及ぼす津波流体力の影響が大きいと考えられる。そこで本研究は、水理実験により T 桁橋に作用する津波流体力を測定し、その特性を考察した。

2. 水理実験

図-1 に示すように、長さ 44m、幅 0.7m、高さ 1.2m の断面 2 次元水路内に海底勾配 1/40、河床勾配 1/80 の固定床を設置し、ゲートを倒すことにより段波状の波（最大水位上昇量 $a=11.0\sim16.5\text{cm}$ ）を発生させ、橋桁模型に作用する流体力を測定した。ゲートは貯水タンク部分の長さが 7.9m となる位置に設置し、ゲートと海底部の間を 1.8m あけ、海底部を 15.0m、河床部を 19.3m とした。また波力と波圧をそれぞれ測定するために、仕切り板を橋桁模型からゲート側に 4.5m、反対側に 1.3m まで設置し水路を 2 つにわけた。実験では、模型設置位置での水深 h_0 (2.0~7.0cm)、橋桁の桁下高さ h_c (4.5~9.5cm)、ゲート前後での水位差 h (11.0~30.0cm) を変化させた。

流体力は、一方の水路で片持ち梁式の波力計を用い水平方向力 F_x と鉛直方向力 F_z を測定し、もう一方の水路で固定した橋桁模型に波圧計を 15 箇所取り付け、波圧をそれぞれ測定した。またデータのサンプリング周期は 0.001 秒とした。図-2 に橋桁模型周りの模式図と波圧計設置位置を示す。

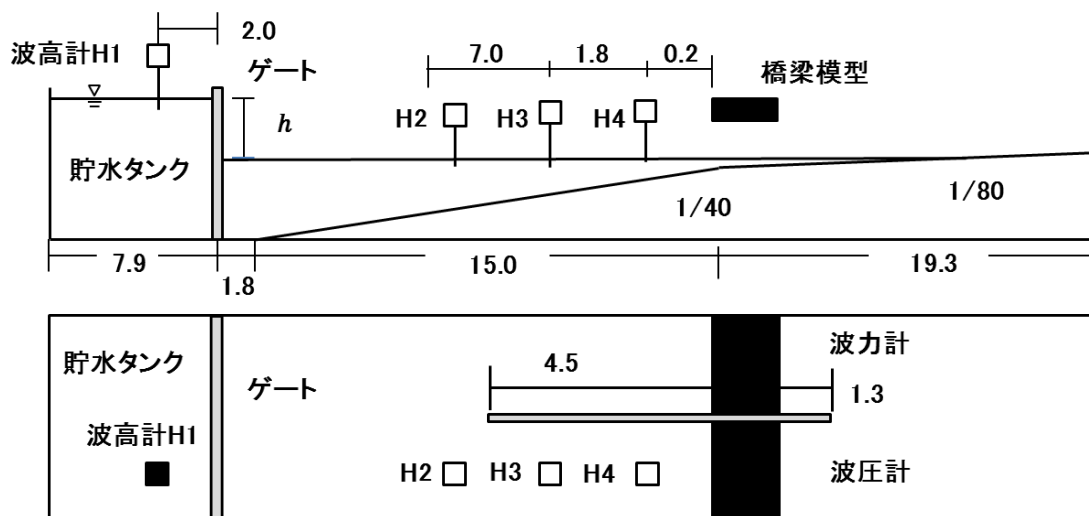


図-1 実験水路

(m)

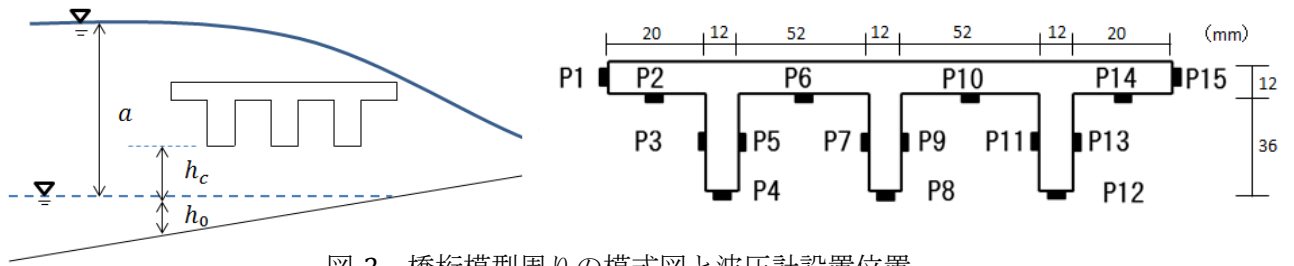


図-2 橋桁模型周りの模式図と波圧計設置位置

3. 実験結果

図-3に水深 $h_0=5.0\text{cm}$, 桁下高さ $h_c=6.5\text{cm}$, 水位差 $h=20.0\text{cm}$, 橋桁直前での最大水位上昇量 $a=15.2\text{cm}$ の時の水平方向力 F_x と鉛直方向力 F_z を示す. グラフの立ち上がりはほぼ同時刻で, その時刻で最大水位上昇量はピーク値をむかえる. また, 水平方向力は継続して正方向の力が作用しているのに対し鉛直方向力は正負方向の力が交互に記録されている.

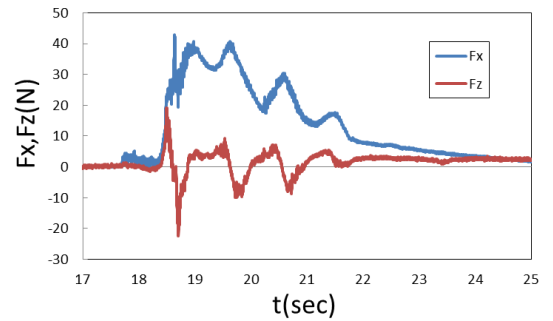


図-3 水平方向力と鉛直方向力

図-4に水平方向力と最大水位上昇量の関係を示す. 縦軸の水平方向力は水の密度 ρ , 重力加速度 g , 最大水位上昇量 a , 橋桁の長さ B , 橋桁の高さ D で無次元化し, 横軸の最大水位上昇量は水深 h_0 で無次元化している. 水平方向力は最大水位上昇量が増加するにつれて増加していることが分かる. また, その増加量は最大水位上昇量が大きくなるほど大きくなる.

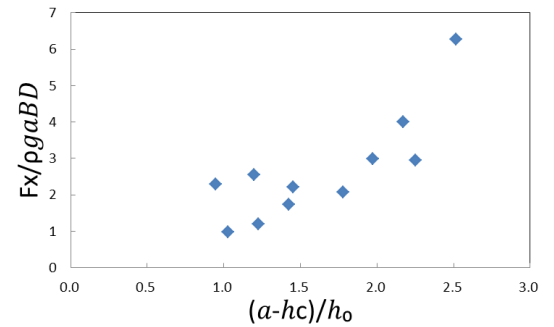


図-4 水平方向力と水位上昇量

図-5に橋桁前面部に位置する P1 と P2 の波圧と最大水位上昇量の関係を示す. 縦軸の波圧は水の密度 ρ , 重力加速度 g , 最大水位上昇量 a で無次元化し, 横軸の最大水位上昇量は水深 h_0 で無次元化している. 波圧 P1 では増加量は大きくないが, 全体として右上がりの傾向である. 波圧 P2 ではその他全波圧と比較しても, そのケース内で最大またはそれに近い値を記録する. これより P2 を設置している面で最も大きな波圧を受けることがわかる.

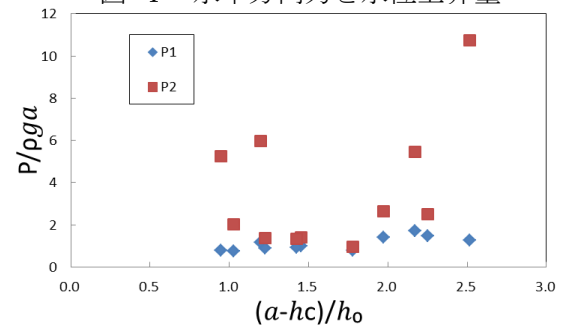


図-5 波圧と水位上昇量

本研究では矩形断面橋桁模型も用いた実験結果 (塚本, 2013) と比較し, 橋桁形状の相違による差異を検討した. 図-6では鉛直方向力と最大水位上昇量の関係を示す. 図-4と同様に無次元化しているが, 橋桁の高さ D の代わりに橋桁の幅 L を用いている. 矩形断面と T 桁橋断面を比較すると, 矩形断面で鉛直方向力の増加量大くなっていることが分かる. また図示していないが, 水平方向力ではそれほど違いは見られなかった. これより, 橋桁形状による相違は鉛直方向力で見られ, その原因の一つとして, 橋桁下面の複雑な形状が挙げられる.

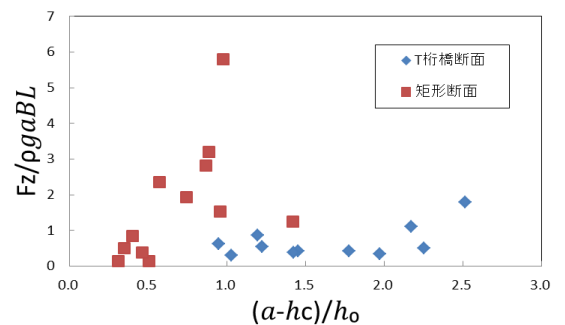


図-6 鉛直方向力の橋桁形状による相違

参考文献

塚本裕太 (2013) ; ダムブレイク型造波による擬似津波が橋桁に及ぼす作用流体力特性, 大阪大学卒業論文, pp.24