

第Ⅱ部門

T桁橋に作用する津波衝撃波力に関する実験的研究

大阪大学	大学院工学研究科	学生会員	○鈴木 康介
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	フェロー	青木伸一

1. 研究の背景と目的

日本は地震多発国であり近年では2011年に東日本大震災が起こった。この地震による津波で多数の構造物の流出も発生しており、橋梁においては1793橋中252橋に被害が生じた。今後予想される地震として南海トラフ地震があり、橋梁が流出すると、避難・救命救助などの緊急活動や救援物資の輸送に影響し、復旧活動が遅れてしまう。そのため、津波による橋梁の影響を適切に評価することが急務である。そこで本研究では、多くの橋梁で用いられているT桁橋模型を用いて水理実験を行い、衝撃波力に着目して、橋桁に作用する津波力を測定し、水位上昇量と関連させて考察する。橋桁の流出や部材の破損に関して力の作用方向が重要であると考え、波力の作用方向にも着目する。また、既存の波力算定式である朝倉式(2000)の橋桁への適用性を考察する。

2. 模型実験

大阪大学屋外2次元水槽にて模型実験を行った。この水槽はダムブレイク型造波装置を備えた造波水路であり、長さ44m、幅0.7m、高さ1.18mである。海底勾配を1/40、河床勾配を1/100とし、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。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た。波高計は貯水タンク内のゲートから2mの位置にH1、橋桁模型から沖側2m、0.2mの位置にH2、H3、岸側0.2mの位置にH4をそれぞれ設置した。橋桁模型はアクリルを用い、幅員180mm、高さ48mm、長さ300mmとした。

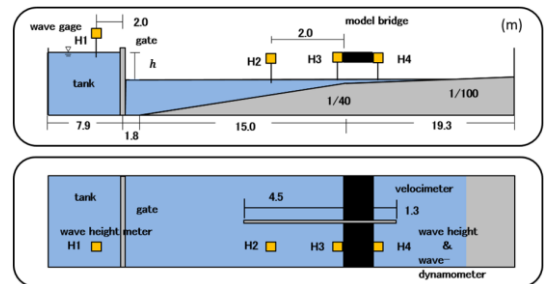


図-1 実験概略図

3. 実験結果

3. 1 時系列データ

図-2は水位上昇量と波力の時系列である。aは水位上昇量、 F_x が水平波力、 F_z が鉛直波力であり、岸向き、上向きを正にとっている。衝突と同時に波力は水平、鉛直ともに最大をとる。

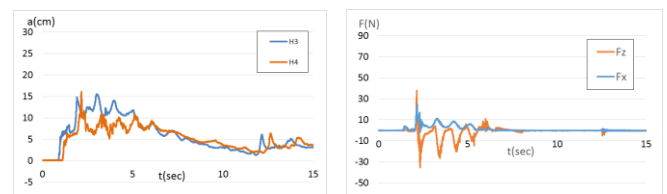


図-2 水位上昇量と波力の時系列

3. 2 合力最大時の波力の作用角度

波力の作用方向に関して考察する。図-3のx軸は桁下高さを初期水深で除したものの、y軸は波力の合力が最大値をとるときの角度のグラフである。角度は岸向きを 0° 、上向きを 90° にする。 h_c は桁下高さ、 h_0 は初期水深である。 h_c/h_0 が大きくなるにつれて、合力最大時における角度が小さくなる、すなわちより水平方向に力が作用することが分かる。また、3ケースにおいて衝突時の鉛直下向きの波力が大きく、角度がマイナスになるケースもあった。赤い四角は、この3ケースにおいて鉛直上向きの力の作用時にお

ける合力の最大時の角度に変えたものである。

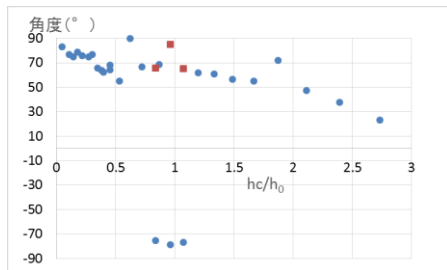


図-3 合力最大時の角度

図-4, 5 は衝突時の波力, 鉛直波力, 合力, 作用角度の時系列である. hc/h_0 が小さいときは鉛直波力の方が水平波力よりも早く最大になるのに対し, hc/h_0 が大きいときは水平波力の方が早く最大をとる.

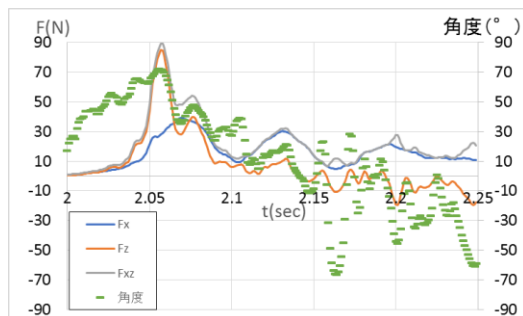


図-4 衝突時の時系列 ($hc/h_0=1.87$)

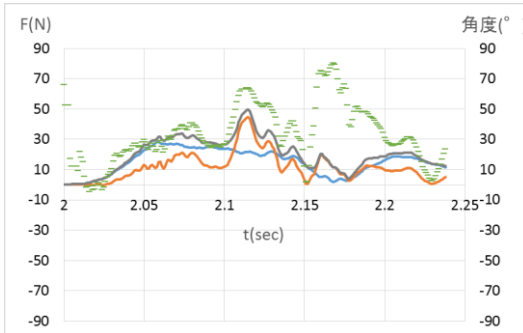


図-5 衝突時の時系列 ($hc/h_0=0.45$)

3. 3 朝倉式の適応性

陸上構造物に用いられている朝倉式が静水面との距離がある橋桁に適用できるのか考察する. 図-6 は朝倉式で考えられている波圧分布であり, 橋桁にかかる波圧から波力を求めると式(1)のようになる. ρ は水の密度, g は重力加速度, a_0 は最大波力時における水位上昇量, d は橋桁高, A は水平方向の橋桁の投影面積である.

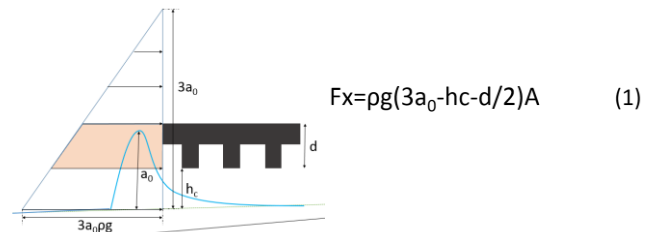


図-6 波圧分布

図-7 は, 計算値と実測値のグラフである. 直線は 1 : 1 の直線で, 赤い円で囲っているのは初期水深が浅いケースであり, ゲートの水位差を大きくすると, それに伴い水平波力も大きくなるが, 波力最大時の水位上昇は増加しないので水位差が大きい 2 ケースで実測値が計算値を超えてしまった. ゲートの水位差を大きくしても波力最大時の水位上昇量が大きくならない原因として, 初期水深が浅いので水位上昇量に限界があることが考えられる. よって, 衝突時の水位上昇量だけでは衝撃波力は計算できない. つまり, 朝倉式は橋桁の衝撃波力算定式としては適用できず, 新しい式を作る必要がある.

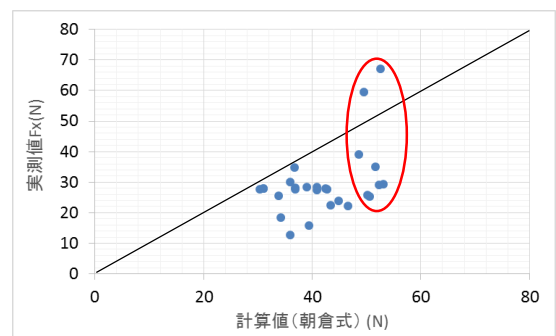


図-7 計算値と実測値

4. 結論

津波による橋桁への衝撃波力を評価するため, 模型実験を行った. 実験から hc/h_0 の大きさによる波力の作用方向の違い, 朝倉式が橋桁の衝撃波力算定式としては適用できないことが分かった.

参考文献

朝倉良介・岩瀬浩二・池谷毅・高尾誠・金戸俊道・藤井直樹・大森政則: 護岸を越流した津波による波力に関する実験的研究, 海岸工学論文集, pp. 911~915, 2000.