

橋台の有無による桁への津波作用力特性の実験的検討

九州工業大学大学院 学生会員 ○秋吉 秀一  
株式会社ウエスコ 正会員 二井 伸一

九州工業大学 正会員 幸左 賢二  
筑波大学 正会員 庄司 学

1. はじめに

我が国において、東海・東南海地震による津波被害が懸念されている。建築構造物や港湾施設の直壁構造物は実験により津波作用力に関する検討が進められている。一方、橋梁は線状構造であり、桁下空間を有しているが、これらに着目した検討はこれまで十分には検討が実施されていない。そこで、筆者らはスマトラ島の津波被害事例に着目し、実験により桁への作用力の評価を実施した。

2. 実験概要

使用する長水路は、長さ 41m、幅 80cm、模型設置位置での水路深さ 120cm の片面ガラス張りの水路である。実験の模型周辺の設置状況図を図-1 に示す。橋梁模型の対象は、被害を受けたインドネシアの橋梁とした。縮尺は 1/50 で、模型の橋長は 40cm、幅員 19cm、構造高 3.4cm (実橋の橋長は 19.1m、幅員 10.2 cm、構造高 1.7 cm) とした。図-2 に実験条件を示す。実験パラメータは碎波の有無であり、碎波無(橋台無:測定波高 11 cm, 橋台有り:測定波高 13 cm), 碎波有り(橋台無:測定波高 13, 18, 25, 27 cm, 橋台有り:測定波高 18, 19, 26, 27 cm) の合計 10 ケースである。測定波高は、各ケースにおいて測定された波高の平均値を用いた。図-2 に実験条件を示す。碎波無を 1 ケース、碎波有りを 4 ケース行った。波高計は側壁の外で、桁中心位置に設置した。橋台有の場合は橋台無のように設置すると、橋台と波高計が干渉するため、桁の前方 15cm の位置に設置した。橋台無と同様に、碎波無を 1 ケース、碎波有りを 4 ケース行った。

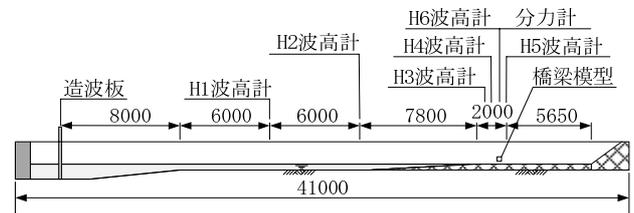


図-1 模型周辺の設置状況図

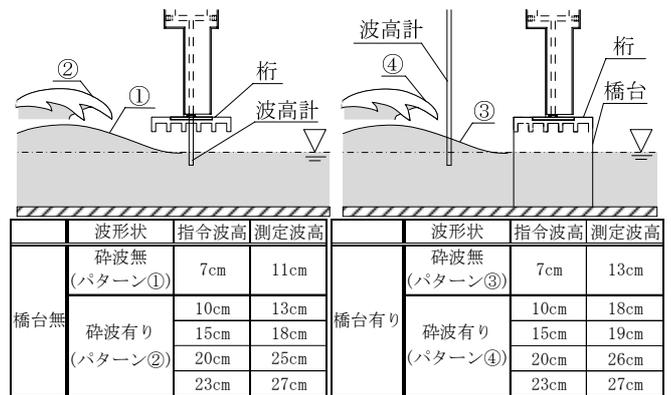


図-2 実験条件 (左: 橋台無, 右: 橋台有り)

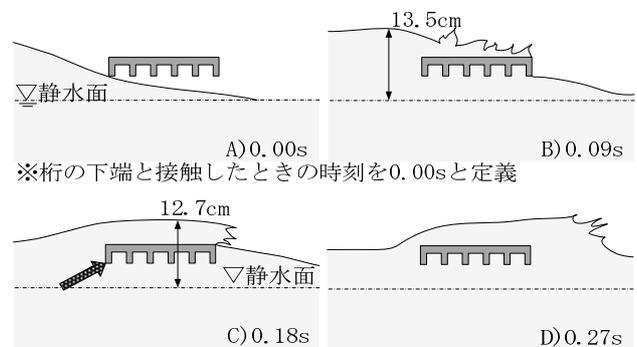


図-3 実験状況図 (パターン①)

3. 実験結果

3-1. 橋台有無の比較

橋台の有無に着目し、作用力の評価を行った。図-3 にパターン① (橋台無, 碎波無), 図-4 にパターン③ (橋台有り, 碎波無) を示す。パターン①では桁位置での波高は 11 cm となる。泡を含まない波が桁の左斜め下から作用し、その後波の塊が桁を覆う。パターン③について波高は 13 cm となる。波は橋台の無い実験条件と同様に、左斜め下から作用し、その後波の形状を保ったまま波高が大きくなり波の塊が桁に載る。

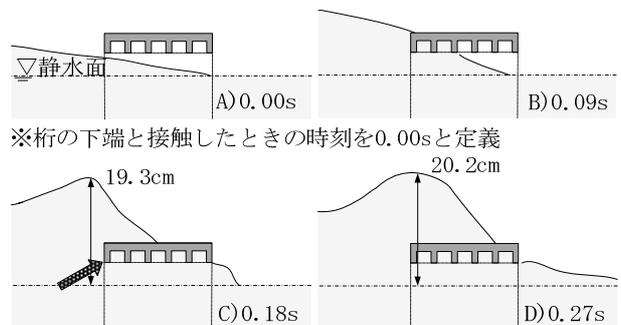


図-4 実験状況図 (パターン③)

キーワード 津波, 橋梁被害, 波力, 揚力, スマトラ地震

連絡先 〒804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町 1-1 九州工業大学耐震デザイン研究室 TEL093-884-3123

次に作用力変化に着目して検討する。図-5 に橋台無，碎波無，図-6 に橋台有り，碎波無における作用力と波高の関係を示す。図-5 において波高のグラフの傾きが上昇を始めた時刻で水平波力の最大値 14.0N と揚力の最大値 28.8N を記録した。その後，上揚力は急激に減少を始め，負の揚力の値 -17.7N が記録された。図-6 においては波高が最大となった時刻付近で水平波力の最大値 18.5N と上揚力の最大値 23.8N を記録した。その後，上揚力は急激に減少し，揚力は負の値-43.9N となる。水平波力は橋台有りが橋台無と比較し 1.3 倍，上揚力は 0.8 倍となった。これは測定波高の平均値が橋台無しの場合は 11 cm，橋台がある場合が 13 cm と差異が小さかったためであると考えられる。下揚力については橋台の有る場合が無い場合と比べ 2.5 倍となった。

図-7 にすべてのケースにおける橋台の有無での波力と揚力の関係を示す。同図の波高について，橋台の有無の波高の差異は小さいため，橋台無の測定波高をそれぞれの波高とした。同図のプロットは各ケースの平均値である。指令波高に比例し水平波力，上揚力も大きくなる。橋台の有無に関わらず水平波力，上揚力はほぼ同程度となっている。

3-2, 提案式との整合性

図-8 に水平波力から求めた波圧と静水圧の関係を示す。同図の直線は従来の橋台無の実験より算出された式である。

$Z/a_h$  が 0.5 以上のとき  $Z/a_h = -0.42F_x/A_x / \rho g a_h + 1.30$ ,  $Z/a_h$  が 0.5 以下のとき  $F_x/A_x / \rho g a_h = 1.90$  となる。同図のプロット値は橋台の有無によらず，作用力は提案式よりも小さなものとなっている。これは実験式が静水深 5 cm のものであるのに対して，本実験では静水深 15 cm であったため，流速も小さくなり，全体的に小さくなったためと考えられる。

4. まとめ

- (1) 橋台の有無によらず水平波力・上揚力は同程度となった。これは測定波高の平均値が橋台の有無によらず差異が小さかったためであると考えられる。
- (2) 橋台無の実験により提案された式と橋台有りの実験結果を比べると，測定された作用力は提案式よりも小さなものとなっていた。

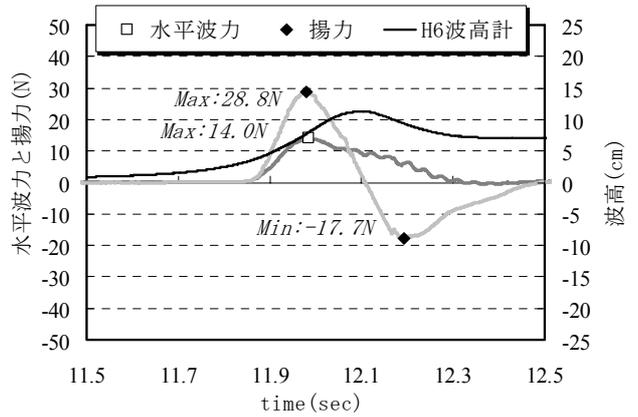


図-5 作用力と波高 (パターン①)

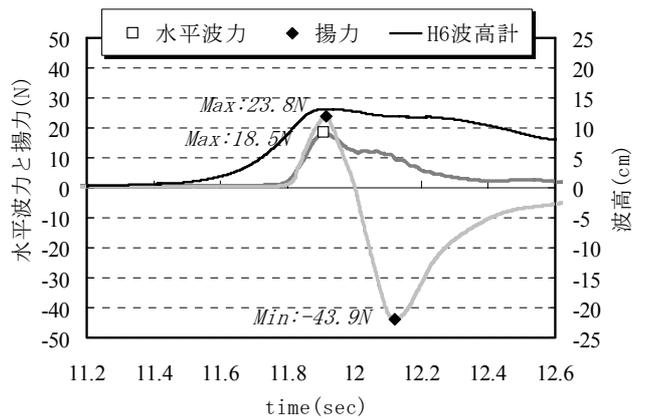


図-6 作用力と波高 (パターン③)

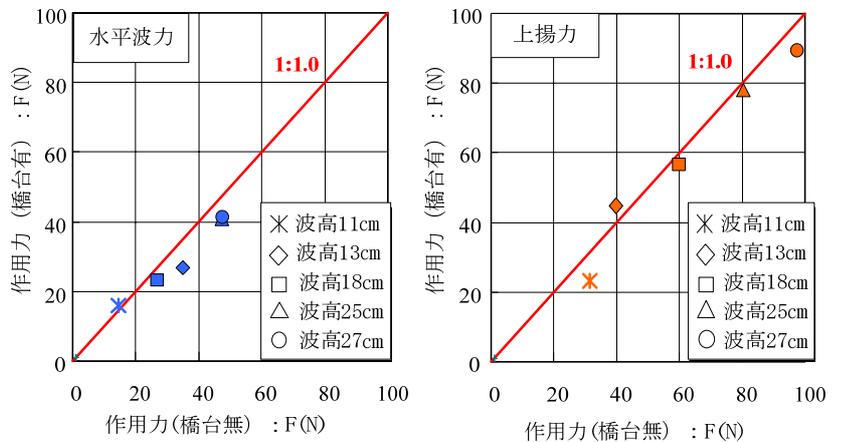


図-7 橋台の有無による作用力の比較

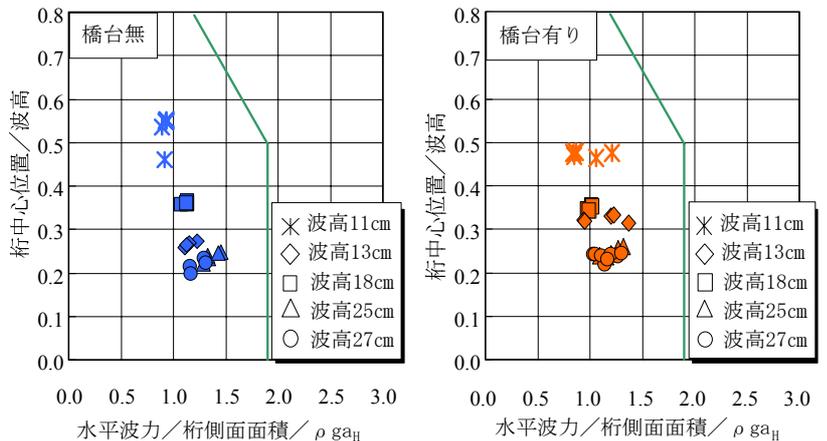


図-8 水平波力から求めた波圧と静水圧の関係