㈱高速道路総合技術研究所	正会員	○広瀬	泰之
㈱高速道路総合技術研究所	正会員	青木	圭一
三菱重工鉄構エンジニアリング㈱	正会員	鈴木	俊光
三菱重工業㈱	正会員	四條	利久磨
三菱重工鉄構エンジニアリング㈱	正会員	横山	薫

# 1. はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震 に伴う津波により,多数の橋梁が流出した.このよ うな津波被害を最小限に抑え,交通ネットワークを 保持するためには,場所ごとに異なる津波特性と橋 梁構造物の被害を適切に評価する必要がある.そこ で,標準的な高速道路の上部構造に作用する津波荷 重及び,それに与える津波形状の影響を把握するた め,水路模型実験を行い,汎用の流体解析コードと VOF 法を用いた数値解析<sup>1)</sup>による津波波力評価の適 用性を検証した.本稿では,水路模型実験で計測し た津波波力の特性について述べる.

#### 2. 実験概要

実験用水路は、図-1に示す長さ20m、断面幅0.7m, 断面高さ1.0mの可視化水路を使用した.実験模型は 2 車線の PC 箱桁断面として,波の種類ごとに縮尺 1/50 若しくは1/100の部分模型を用いた.(写真-1) 本実験は、最大で津波高さ10m(実験値は、縮尺1/50 模型では、20cm、1/100 模型では、10cm)の津波が 橋桁に作用する状況を模擬した.造波は、スライド 式造波板にて行い、その移動量と移動速度を制御、 また、スロープ設置の有無により、波の種類を長周 期波(孤立波)、段波(砕波無、有)の3種類とした.

計測項目は、模型に作用する水平及び鉛直波力、 津波流速、波高であり、波の種類ごとに3回行った.

表-1 模型概要

	実橋	模型		
縮尺	_	1/50	1/100	
幅員	11.64m	23.3cm	11.6cm	
構造高	3.18m	6.4cm	3.2cm	
重量	212kN/m	-	-	

### 3. 実験結果

波の種類ごとの計測1回目における時刻歴を過年 度に実施した<sup>1)</sup>短周期波(孤立波)の結果も併せて 図-2,3に示す.ここで,水平波力は,流れの方向を 正,鉛直波力は,上向きを正としており,横軸は, 造波板の稼働開始を0秒としている.図より,段波

(砕波有)を除いては,水平波力及び鉛直波力とも に,最初のピークで最大値を示しており,若干の差 があるもののほぼ同時刻にピークを迎えていること が分かる.一方,段波(砕波有)については,ピー クが明確でなく,水平波力については,2回目のピー クで最大値を示したが,その鉛直波力は,他の波と 比較して下向きに明確なピーク値が確認出来なかっ た.また,波の種類ごとに,3回計測を行っているが, 最大波力や波力時刻歴の特徴は,概ね同様であった.

ここで,水平波力が最大の時の断面周りの流況を **写真-2**に示す.津波前面の水面勾配により桁下面若 しくは,張出し床版下面の共に前流側端部に衝突し て,全ての津波において前流側の壁高欄を完全に乗 り越えた後,床版上面の部分が壁高欄高さまで水浸



連絡先 〒194-8505 東京都町田市忠生 1-4-1 ㈱高速道路総合技術研究所 TEL042-791-1621

していく途中段階で水平波力最大値を迎えている. しかしながらその床版上面での水流の状況は異なり, 流速が速い段波は,前流側と反対の壁高欄に到達し ている.特に,砕波有では,流況より前流側と反対 の壁高欄への津波作用が水平波力の最大値に影響し ているものと考えられる.



図-3 津波波力の時刻歴(鉛直方向)



短周期波 長周期波

段波(砕波無) 段波(砕波有) 写真-2 最大波力時の断面周りの流況

次に, 表-2 は, 最大波力, 流速について, 実験値 とフルード相似則及びモリソン式により実橋値に換 算した結果を示している.表より,特に,段波(砕 波有),段波(砕波無)の最大水平波力は,流速の大 小と必ずしも一致しないことが分かる.また,最大 鉛直波力は,段波(砕波有)の下向きを除いては, 最大水平波力と同等かそれ以上の値となっている.

ここで,図-4は,抗力係数と水面上昇速度の関係 を図示したものであり,同様の種類の波に対して行 った3回の計測から算出した結果の平均値を示した ものである.また,併せて,過年度に実施した結果 を示す.図より試験数が少ないものの,波の種類に よらず抗力係数と水面上昇速度に相関性がみられる 結果となっている.

表−2 最大波力



## 4. まとめ

2 車線の標準的な箱桁断面に作用する津波波力は, 波の種類や形状の相違により,大きく異なることが 確認された.また,その最大津波波力は,抗力係数 と水面上昇速度の相関性より,津波高さが同じ場合, 津波先端の水面上昇速度で整理できる可能性が示さ れた.

### 参考文献

- 四條ら:水面勾配が緩やかな孤立波による橋梁 上部構造への作用津波力評価に関する数値解 析,土木学会第69回年次学術講演会,2014.9(掲 載予定)
- 本ら:橋梁上部構造に作用する津波波力特性に 関する基礎的研究,構造工学論文集 Vol. 60A, 2014.3

### 謝辞

本研究の実施にあたり,東北大学災害科学国際研 究所越村教授のご指導を賜った.ここに記して謝意 を表します.