

## 桁への作用津波力に与える主桁の数および桁の勾配の影響に関する検討

名古屋大学大学院工学研究科 学生会員 ○熊澤諒大  
 名古屋大学大学院工学研究科 正会員 中村友昭  
 名古屋大学大学院工学研究科 正会員 趙 容桓  
 名古屋大学大学院工学研究科 フェロー 水谷法美

**1. はじめに：**2011年東北地方太平洋沖地震津波によって、沿岸部の橋梁に橋桁の流失や橋台背面盛土の流出といった被害がみられた。しかし、橋桁への作用津波力と橋台背面盛土の侵食について同時に取り扱っている研究は、沼田跨線橋をモデル化した橋桁、橋脚、橋台、橋台背面盛土に津波を作用させる数値解析を3次元流体・構造・地形変化・地盤連成数値計算モデルFS3Mにより実施し、盛土侵食の有無が橋桁へ作用する水平力と鉛直力に与える影響を検討した中村ら(2022)に限られている。また、その中村ら(2022)で対象とした桁は水平な箱桁のみであることから、本研究では、盛土の侵食などの地形変化を考慮した場において、橋桁の主桁の数や橋桁の横断方向の勾配が橋桁へ作用する水平力と鉛直力に与える影響を検討する。

### 2 計算条件：本研究で使用

した計算領域の概略図と座標軸の定義を図-1に示す。同図に示すように、砂地盤(厚さ100mm, 中央粒径0.2mm)、橋桁、橋脚、橋台、背面盛土(高さ77mm, 天端幅150mm, 中央粒径0.2mm)を設置した。この計算領域

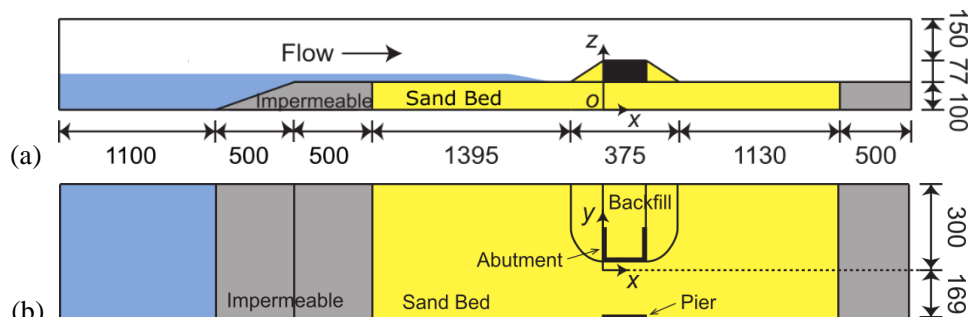


図-1 計算領域の概略図(単位 mm)：(a) 立面図，(b) 平面図

は、中村ら(2022)の計算領域のうち、沖側の固定床の沖側半分を1:5の勾配の斜面に変更したものである。そして、図-2に示すように、中村ら(2022)が用いた箱桁だけでなく、4主桁、3主桁、2主桁のT桁を設置した。また、沼田跨線橋と同様に沖側から岸側に下るように6°の横断方向の勾配をつけ箱桁を設置した状況も対象とした。そして、津波をモデル化した流れを沖側境界から流入させた。この時の単位幅流量は0.0390 m<sup>3</sup>/s/m, 通水時間は50秒とし、桁周辺の流動場の様子と橋桁への作用津波力を調べた。

### 3. 計算結果および考察

**3.1 主桁の数による影響：**桁に作用するx軸方向の水平津波力 $F_x$ とz軸方向の鉛直津波力 $F_z$ の時間変化を図-3に例示する。ここで、 $F_x$ は波進行方向を正、 $F_z$ は鉛直上向きを正とした。また、 $t$ は計算開始からの時刻である。

まず図-3(a)に示す水平津波力 $F_x$ に関しては、主桁の数による大きな差は見られないことが分かる。ただし、 $t=23$ s頃に発生している最大水平津波力は、箱桁以外の場合、箱桁の場合と比較して若干大きくなっている。これは、箱桁以外の場合には岸側の主桁にも波が作用しているためと考えられる。また、桁の少し沖側から岸側にかけて

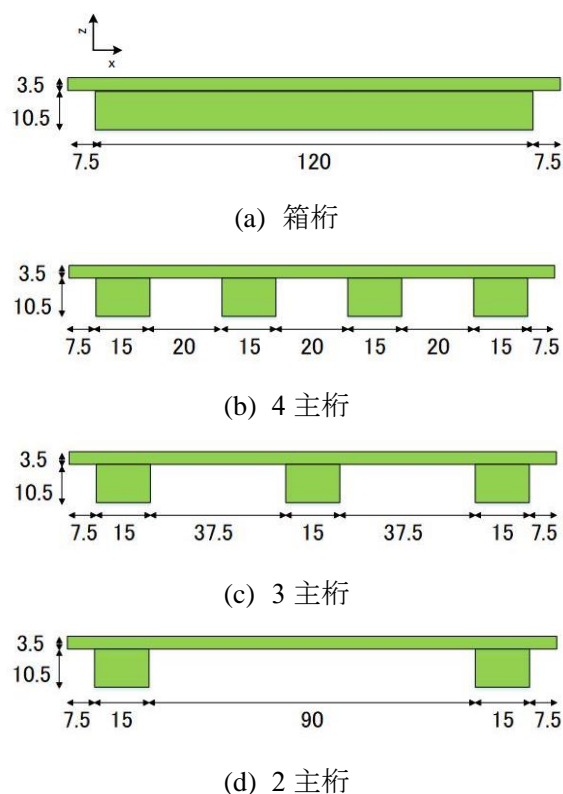


図-2 設置した橋桁の形状(単位 mm)

の波形が桁の形状によって若干異なっており、その影響を受けた可能性も考えられる。

図-3(b)に示す鉛直津波力  $F_z$  に関しては、 $t = 17$  s 頃までは、2, 3, 4 主桁の場合における  $F_z$  の低下が箱桁の場合と比較して減少している。

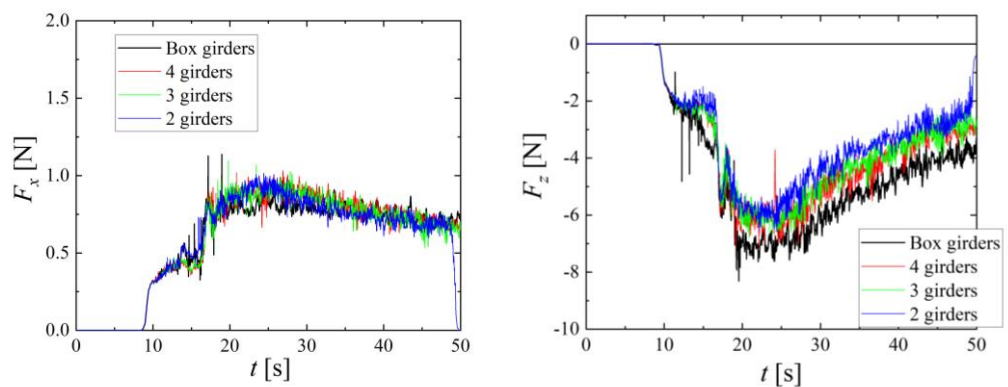
また、 $t = 17$  s 以降においては、主桁の数が少なくなるほど、 $F_z$  の低下が減少している。これは、図-2 から分かるように、桁数が少なくなるほど、主桁間の空間が大きくなることにより、桁下に存在する空気の量が多くなり、橋桁と水の接触面積が減少することによって、橋桁下面での流速の増加による圧力の低下の影響を受けにくくなり、その結果として下向きの力が減少したためであると考えられる。

**3.2 桁の勾配による影響：** 橋桁を水平に設置した場合と沖側から岸側に下るように  $6^\circ$  の勾配をつけた場合において、橋軸

方向中央の  $xz$  断面における桁周辺の流動場の様子を図-4 と図-5 に例示する。ここで、水色は水を、黒色で塗りつぶした箇所は桁を、黒実線は地盤表面を表す。図-4(a)に示す桁を水平に設置した場合は、 $t = 13$  s にはすでに桁の上部を津波が乗り越え始めているものの、図-5(a)に示す桁に  $6^\circ$  の勾配をつけた場合は、この段階ではまだ津波が桁を乗り越えていないことが分かる。これは、桁に勾配をつけていることから、桁が水平な場合と比較して桁の沖側がより高い位置に移動したためである。そのため、 $t = 17$  s 以前の水平津波力と鉛直津波力の大きさはともに大幅に減少していることを確認している。図-4(b)と図-5(b)に示す  $t = 20$  s の段階では、ともに津波が桁を乗り越えている。しかし、図-4(b)に示す桁を水平に設置したケースでは、桁の下面にも津波が接触しているのに対して、図-5(b)に示す桁に  $6^\circ$  の勾配をつけたケースでは、桁の下面付近に空気が残っている様子が確認できる。この空気の存在により、桁に  $6^\circ$  の勾配をつけたケースでは、桁前面と下面での津波が作用する面積減少し、図示しないが、水平津波力と鉛直津波力の大きさの大幅な減少がみられた。

**4. おわりに：** 本研究では、橋桁の主桁の数や横断方向の勾配が橋桁への作用津波力に与える影響について数値解析により検討した。今後、桁数や勾配の影響が現れた理由などに対して、さらなる検討を引き続き行っていく所存である。最後になるが、上田記念財団の補助を受けたことを付記し、感謝の意を表す。

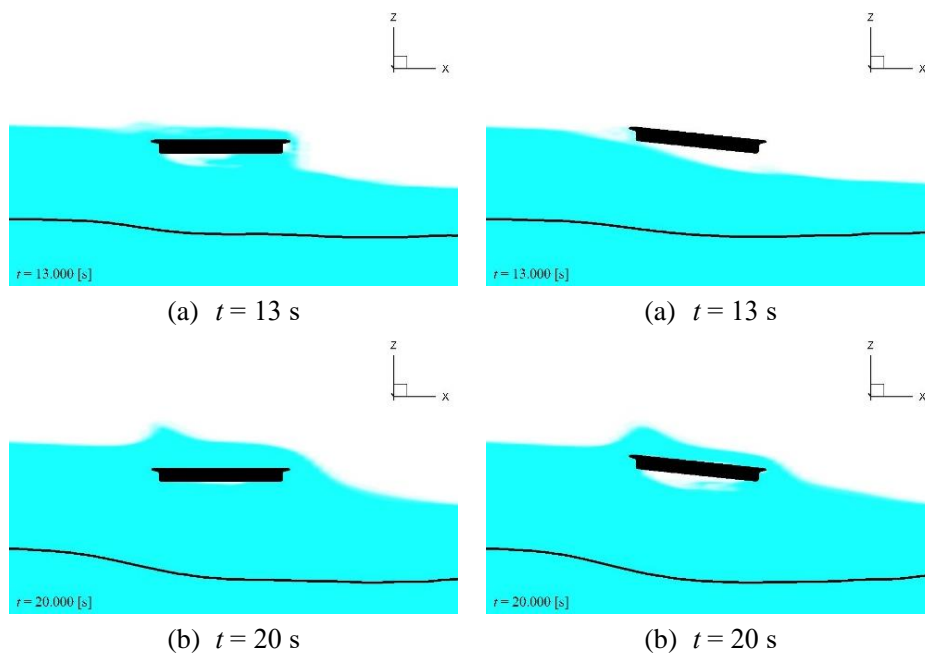
参考文献：[1] 中村ら (2022), 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol 78, No. 2, pp. I\_223-I\_228.



(a) 水平津波力  $F_x$

(b) 鉛直津波力  $F_z$

図-3 橋桁に作用する津波力



(a)  $t = 13$  s

(a)  $t = 13$  s

(b)  $t = 20$  s

(b)  $t = 20$  s

図-4 橋桁周辺の波変形  
(橋桁を水平に設置)

図-5 橋桁周辺の波変形  
(橋桁を  $6^\circ$  勾配で設置)