

## 津波による橋台背面盛土の侵食機構と侵食対策の有効性に関する一考察

名古屋大学工学部	学生会員	○杉山知里
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

東北地方太平洋沖地震では、津波による被害は甚大であり、橋梁の被害も多く報告されている。庄司ら（2012）は、対象とした33の橋梁のうち、主桁の流出を17件、橋台アプローチ部の背面盛土の流出を30件確認した。主桁の流出に対する検討は数多く行われている一方、背面盛土の侵食過程についての検討は十分とは言えない。津波による橋台背面盛土の侵食は被害の拡大や復旧の遅れに繋がるため、侵食の開始や進展を遅らせることで最終的な流出量の減少や橋台の損傷の低減が期待できる。そこで、本研究では橋台背面盛土の侵食機構に対する定量的な評価とそれに基づく侵食対策の有効性に対する検討を数値解析により行う。

## 2. 計算条件

本研究では、開水路内に盛土と橋台を設置し、橋台周辺の盛土の侵食を調べた Nakamura ら（2020）の水理実験を対象に検討を行った。シミュレーションには中村ら（2019）の3次元流体・構造・地形変化・地盤連成数値計算モデル FS3M を用いた。計算領域の概略図を図-1 に、橋台の概略図を図-2 に、盛土の概略図を図-3 に示す。岸側と沖側にそれぞれ不透水性の固定床を設置し、固定床の間は移動床として砂で満たした。移動床の上には、東日本大震災時に被災した沼田跨線橋を縮尺 1/100 でモデル化した橋台と台形盛土を設置した。そして、単位奥行きあたりの流量  $0.0260 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$  を通水した。水位を出力する位置として、水理実験と同様に盛土天端上（W2）と岸側地盤上（W3）を選択した。計算ケースは、水理実験と同様に通水時間  $t_{\text{pump}}$  を 15 s, 30 s, 50 s の3種類変え、計3ケースの数値計算を実施した。なお、計算は時刻  $t = 100 \text{ s}$  まで行った。

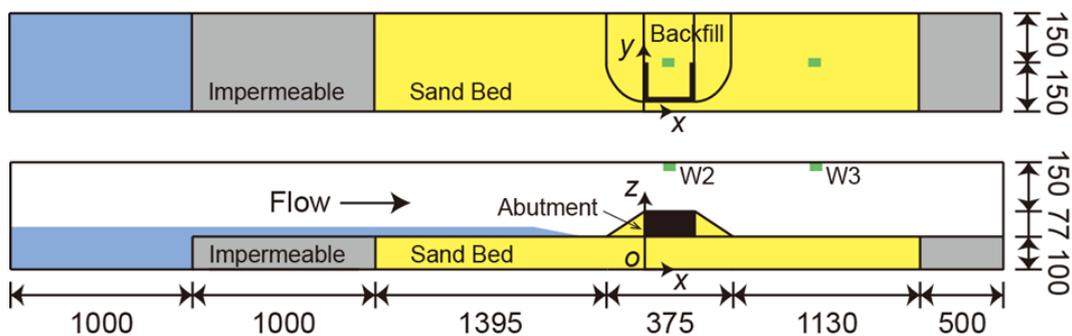


図-1 計算領域 (単位 mm)

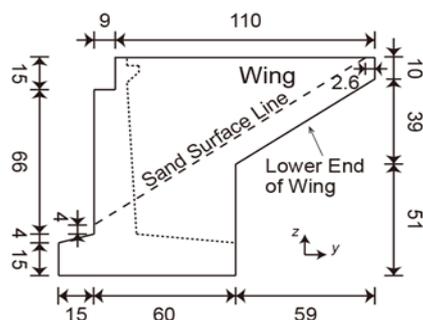


図-2 橋台 (立面図; 単位 mm)

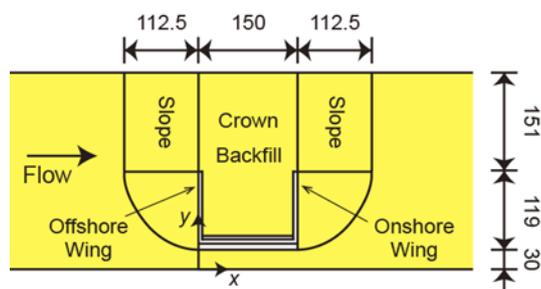


図-3 盛土 (平面図; 単位 mm)

### 3. 計算結果および考察

#### 3.1 橋台背面盛土の侵食発生機構

通水時間  $t_{pump}$  を変えた 3 種類の結果から、最終地形には差がみられるものの、侵食発生機構は概ね同じであることが確認できたため、ここでは  $t_{pump} = 30$  s の場合を対象に検討を行う。

橋台岸側ウイング面における津波の流下が始まった直後の様子を図-4に示す。ここで、図-4(a)の矢印は単位幅、単位時間あたりの掃流砂量ベクトルを表す。また、コンターは単位面積、単位時間あたりの浮遊砂の巻き上げ・沈降量であり、正值は巻き上げ量の方が多いことを、負値は沈降量の方が多いことを表す。図-4(b)は Shields 数  $\tau_*$  を示す。また、岸側ウイングの張り出し部を濃い紫線で、それ以外の橋台天端部を薄い紫線で示した。まず橋台および盛土上を越流した流れにより、岸側ウイングに沿った盛土に侵食が生じ始めた。このとき、岸側ウイングの付け根付近では、橋台上を越流し岸側の側面を流れたものと、盛土上を越流し盛土の勾配に沿って流れたものが重なることにより図-4(b)に示すように Shields 数が大きくなり、図-4(a)に示すように右下向きの掃流砂と浮遊砂の巻き上げが生じた。その後も右下向きの掃流砂と浮遊砂の巻き上げが生じ続け、盛土の侵食がウイングの下端に達すると、ウイングの下から橋台内部の盛土の流出が始まり、 $t = 14.8$  s には岸側ウイングの下端はすべて露出した。そして、最終地形を示した図-5より、橋台から離れた場所においても侵食が進んだことが確認できる。また、橋台から離れた場所の盛土は比較的侵食されにくいことが確認できたことから、橋台の存在が侵食を助長しているといえる。

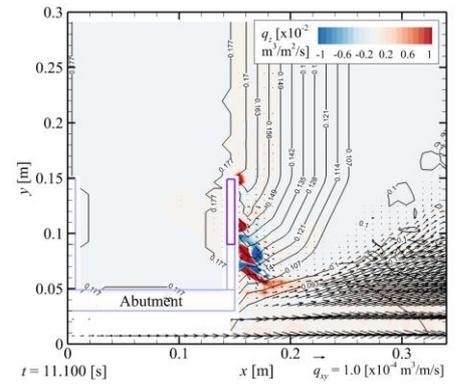
#### 3.2 侵食対策とその効果

前節にて侵食はウイングの下端から進展することが確認できたため、侵食対策として橋台の岸側ウイングを下向きに延長した数値実験を行った。図-6に  $t_{pump} = 30$  s での侵食対策実施時の最終地形を示す。同図に示すように、橋台から離れた場所の最終地形にはあまり差がないのに対し、橋台内部の盛土の最終地形には大きな差がみられた。侵食は橋台と盛土の境界部から進展するという傾向は変わらないものの、岸側ウイングの下部からではなく岸側ウイングの先端から生じ始めるため、沖側ウイングや堅壁の周辺は侵食が抑えられたと考えられる。

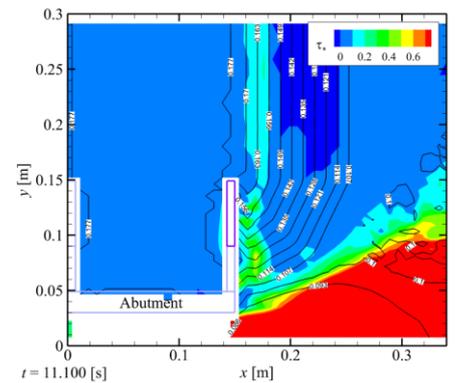
#### 4. おわりに

本研究では、橋台背面盛土の侵食機構を把握するために、掃流砂量、浮遊砂の巻き上げ・沈降量、Shields 数の観点から検討することにより、侵食は岸側ウイングの下端から進展することが確認できた。また、その結果に基づき最終的な盛土の流出量を減少させるための効果的な対策を提案することができた。

参考文献：[1] 庄司ら (2012)：日本地震工学会論文集，第 12 巻，第 6 号 (特集号)，pp. 104-119. [2] 中村ら (2019)：土木学会論文集 B3 (海洋開発)，Vol. 75, No. 2, pp. I\_229-I\_234. [3] Nakamura ら (2020)：Journal of Marine Science and Engineering, MDPI, Vol. 8, 922, 16 p.



(a) 掃流砂・浮遊砂



(b) Shields 数

図-4 越流直後の様子  
(対策なし； $t_{pump} = 30$  s)

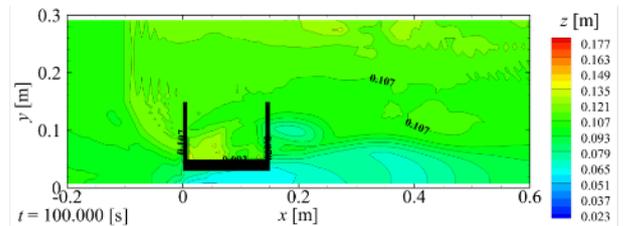


図-5 最終地形 (対策なし； $t_{pump} = 30$  s)

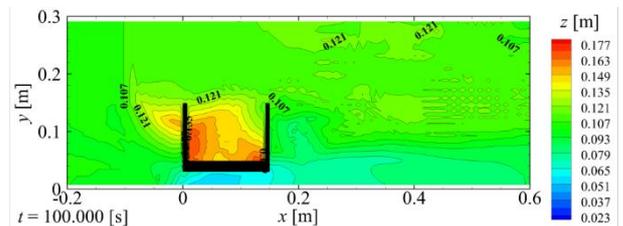


図-6 最終地形 (対策あり； $t_{pump} = 30$  s)