

擬似津波の流況が橋台背面盛土の被災状況に及ぼす影響について

九州工業大学大学院 学生会員 ○吉崎文朗
 九州工業大学大学院 正会員 廣岡明彦 永瀬英生
 九州工業大学 非会員 藤岡大千

1. はじめに

2011 年 3 月に発生した東日本大震災において、東北・関東地方の太平洋沿岸部は津波による甚大な被害に見舞われた。この際、道路盛土や橋梁との接合部である橋台背面盛土において多数の被災事例が報告されている。しかし、その被災メカニズムの解明は不十分であり、耐津波対策は未だ確立されていない。そこで本研究では、装置を用いて発生させた擬似津波が、各種形状の異なる橋台背面盛土模型に対して与える影響について知見を得ることを目的として遠心模型実験を行った。

2. 実験方法

本研究では遠心加速度場 100G において実験を行った。図-1 に実験システム概要図を示す。遡上台内部の所定位置に突き固めにより所定条件で盛土模型を作製し、これを土槽内部に設置する。その後、遠心模型実験装置運転中に、土槽側面に設けた電磁弁制御のシリンダーにより開閉する吐出口を有した水槽から、遠隔操作で水を放出して擬似津波を発生させる。その後、擬似津波による盛土模型の損傷の形態や規模を観察する。盛土模型は全長 20cm、幅 9cm、高さ 4cm の台形盛土、2 種類の橋台模型を用いた橋台背面盛土の計 3 種類の形状の模型を使用した。試料は九州工業大学戸畑キャンパス内で採取したシルトと豊浦砂を乾燥重量においてシルト：豊浦砂＝1：1 になるように混合したものを使用した。更に、同形状の盛土模型を樹脂ブロックによって再現(以降、樹脂模型と示す)し、同様の実験を行い作用波圧の測定を数回に分けて行った。盛土形状及び作用波圧の測定点を図-2～図-4 に示す。

3. 実験結果及び考察

本実験の結果を表-1 に示す。先端流速については、2 つのセンサーにおける反応時間の差をその 2 点間の水平距離で除することにより算出した。尚、表-1 中の盛土側先端流速、橋台側先端流速はそれぞれ、写真-1 に示す盛土側、橋台側において測定し、算出した先端流速を示す。損傷判定については、宮本らの研究⁹⁾で用いられた平均すべり高割合による判定を採用した。case1～3 では盛土模型を用いて破壊評価実験を行い、caseWP1～WP3 では樹脂模型を用いて作用波圧を測定し、より詳しく盛土模型の形状による流況の違いについて調べた。作用波圧については、測定位置における擬似津波がセンサーに感応されたときに生じる波圧のピーク値を示す。写真-2、3 に case2、3 の実験後を、図-5～9 にそれぞれ caseWP1～3 における盛土側、橋台側の最大水位及び作用波圧より算出したピエゾ水頭の分布図を示す。

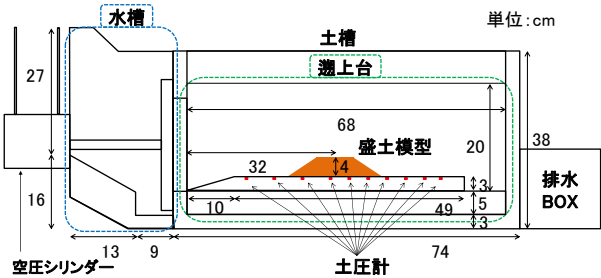


図-1 実験システム概要図

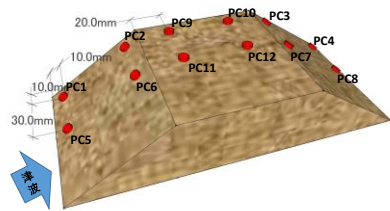


図-2 C タイプ模型

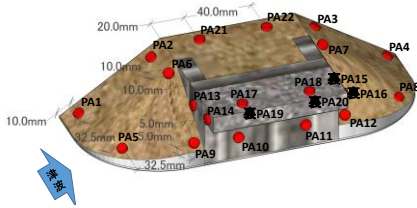


図-3 A タイプ模型

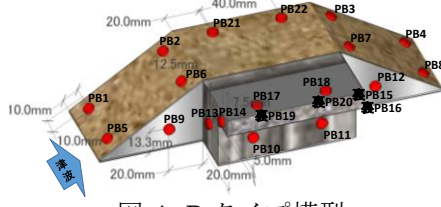


図-4 B タイプ模型

表-1 実験結果一覧

case	タイプ	盛土側先端流速(m/s)	橋台側先端流速(m/s)	損傷判定
1	C	4.90		破壊
2	A	4.44	6.15	大部分破壊
3	B	4.90	6.32	
WP1	C	5.07		破壊
WP2	A	4.53	6.66	
WP3	B	4.63	6.66	

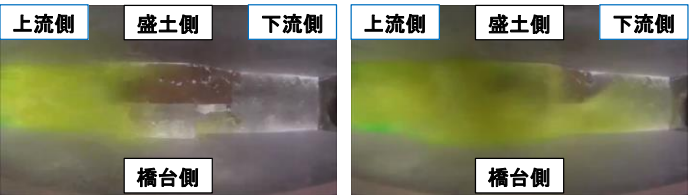


写真-1 越流の様子(case3)

作用波圧については、測定位置における擬似津波がセンサーに感応されたときに生じる波圧のピーク値を示す。写真-2、3 に case2、3 の実験後を、図-5～9 にそれぞれ caseWP1～3 における盛土側、橋台側の最大水位及び作用波圧より算出したピエゾ水頭の分布図を示す。

全ての盛土模型に共通する特徴としては、天端と法面を比較すると損傷程度は後者の方が大きく、上流側における法面の表面流出や法尻の流失に対し、下流側における法面及び法尻の損傷程度が卓越するという傾向が挙げられる。次に作用波圧に着目すると、下流側法尻を除き、上流側から下流側にかけて減少するという傾向が得られた。以上を踏まえると、上流側法面における損傷程度については法尻がより大きな作用波圧を受けた事に、下流側法面における損傷程度については、斜面に沿って擬似津波が流下し、加速した事により高い掃流力を伴った事、作用波圧が急激に上昇した事に起因するものと考えられる。尚、天端では作用波圧は小さく、急激な上昇も生じていない事から損傷程度が小さくなったと推察される。

A タイプ模型の特徴としては、写真-2 に赤枠で示す楕円錐盛土部の上流側頂点部、下部における洗掘、下流側下部における洗掘が挙げられる。上流側については、頂点部では、楕円錐盛土の法面を遡上する擬似津波の複数の流線が合流し、橋台に衝突した事、下部では、橋台に衝突した擬似津波の一部と盛土側面を流れてきた擬似津波が合流し、後者の擬似津波の影響を受け前者の流線が変化した事に起因するものと考えられる。また、どちらも大きな作用波圧を受けていた事が観察されている。下流側下部については、橋台側を通過する擬似津波の方が速く到達し、越流してきた擬似津波と合流した際に下流側下部に沿う形で流線が変化した事、作用波圧が急激に上昇した事に起因するものと考えられる。

B タイプ模型の特徴としては、写真-3 に赤枠で示す上流、下流側法尻の橋台側における洗掘が挙げられる。上流側については、写真-3 に青矢印で示すように擬似津波が盛土を遡上する際、一部が途中で逸れ、橋台側に落下する方向へ水の流れが生じた事に起因するものと考えられる。下流側については、写真-1 に示すように橋台側を通過する擬似津波が先に橋台側法尻に到達し、ここに越流してきた擬似津波が合流した際に流線が変化した事に起因すると考えられる。尚、図-8 を見ても明らかなように、上流側、下流側法尻のどちらにおいても盛土側、橋台側における作用波圧は同程度の値を示しており、その差によるものではないと推察される。

4. まとめ

以上本研究より、全ての盛土形状において津波が越流する際、損傷が生じる箇所は主に法面であり、特に下流側法尻が掃流力や作用波圧の急激な上昇により損傷程度が大きくなる。A タイプ模型のような橋台側面に盛土を擁する形状の場合、津波が一度分かれた後、再び合流するような箇所において損傷が大きくなる。B タイプ模型のような側壁を擁する形状の場合、上流側では遡上する際に一部が逸れ落下する方向へ水の流れが生じ、下流側では橋台側を通過する津波が先に法尻に到達し、これに越流してきた津波が合流する側壁付近で損傷程度が大きくなる。

<参考文献>

1) 宮本ら：種々の盛土の被災度に擬似津波流速が及ぼす影響について、平成 25 年度西部支部研究発表会、Ⅲ-23,353

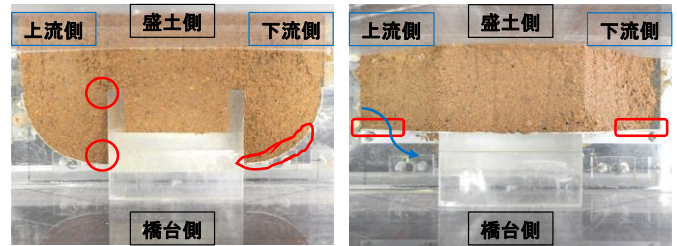


写真-2 case2 実験後

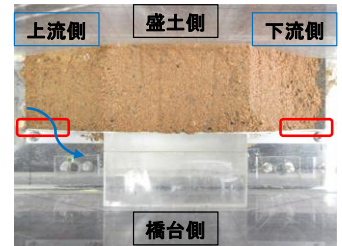


写真-3 case3 実験後

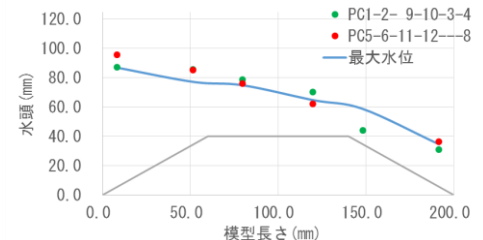


図-5 caseWP1

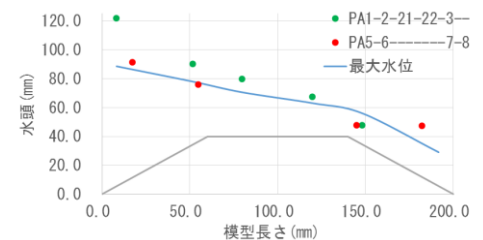


図-6 caseWP2 (盛土側)

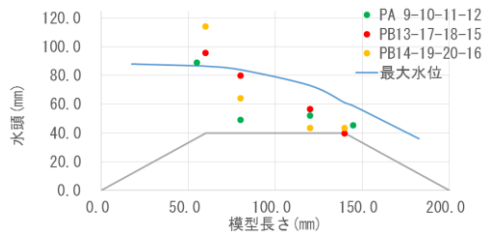


図-7 caseWP2 (橋台側)

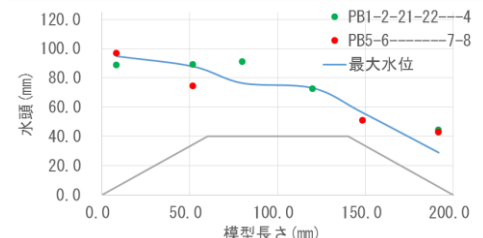


図-8 caseWP3 (盛土側)

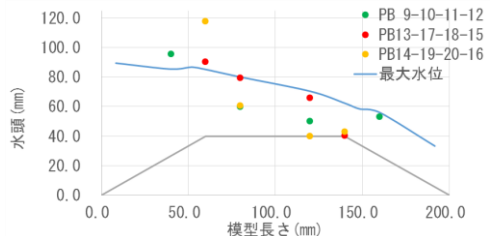


図-9 caseWP3 (橋台側)