

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

津波 遠心模型実験 盛土

九州工業大学大学院 学生会員 ○吉崎文朗 宮本圭
九州工業大学大学院 正会員 廣岡明彦 永瀬英生

1. はじめに

島国である日本では大きな海溝型地震が発生すると津波による甚大な被害に見舞われることが少なくない。しかし、津波による盛土構造物の損傷メカニズムについての解明は未だ十分ではない。そこで、本研究では擬似津波の先端流速が盛土の損傷程度に与える影響について知見を得ることを目的とし、遠心模型実験装置を用いて盛土高と越流水深、先端流速の組み合わせを変更し小型模型への破壊評価実験を試みる。なお土槽には地盤及び盛土模型を築いた遡上台を設置した。

2. 実験方法

本研究では遠心加速度場 50G、70G 及び 100G にて実験を行った。図-1 に実験模型装置に用いる実験土槽を示す。土槽内部に電磁弁制御のシリンダーを伸縮させる事で開閉する吐出口を有した水槽を設置し、そのシリンダーを遠心装置運転中に遠隔操作で縮める事で吐出口を開き、水を放出して擬似津波を発生させる。この際、水槽内の水位及びバルブの制御圧力を変化させる事により、発生する擬似津波の高さ・流速を変化させる。土槽内部には、層厚が1層当たり 5mm になる様突き固める作業を所定の模型高さになるまで繰り返す事で地盤及び盛土模型を構築し、擬似津波の越流水深及び流速等の変化による盛土模型の損傷程度の変化を検証する。盛土模型には図-2 に示す盛土高 2 cm の A 型と 4 cm の B 型の 2 種類とそれぞれの盛土法面に張工を施したものをを用いた。試料は地盤及び盛土模型ともに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。

3. 盛土の破壊評価基準

本実験で検証した実験ケースにおいて、盛土模型の損傷は主に法面で観察された。一方天端では法面に比べほぼ損傷がないことが確認された。そこで破壊評価を定量的に行うために図-3 に示す実験前の盛土模型高さに対する実験後の盛土模型法面の平均すべり高さとの割合を用いて損傷を評価する式(1)を提案する。

$$P(\text{平均すべり高割合, \%}) = h_{\text{mean}} / h \times 100 \cdots (1)$$

損傷程度は、 $0 \leq P < 20$: 非破壊(軽微な損傷を含む)、 $20 \leq P < 50$: 部分破壊、 $50 \leq P < 100$: 大部分破壊、 $P=100$: 破壊とし総合判定は上流側並びに下流側法面において損傷程度が大きい方を採用した。

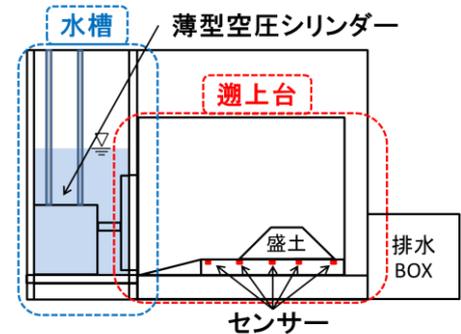


図-1 実験土槽

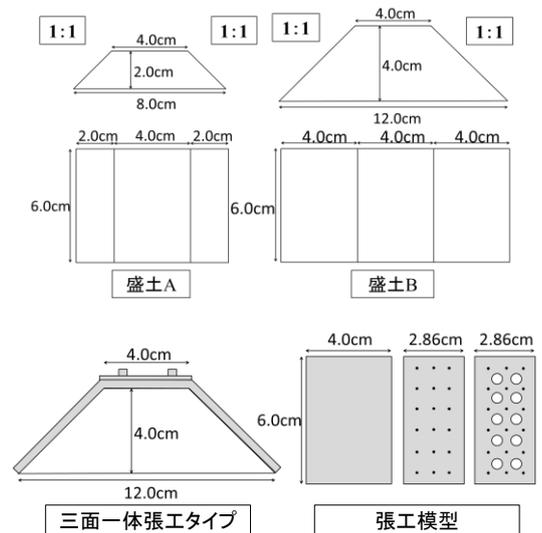


図-2 盛土模型タイプ

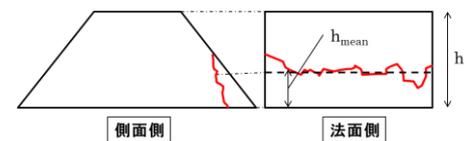


図-3 盛土模型高とすべり高割合

4. 実験結果及び考察

被災メカニズムについて述べると、盛土タイプにおいては、損傷は主に法面に発生し、上流側法面に比べ、下流側法面の方が損傷程度は大きかった。この理由としては、擬似津波の流速が下流側法面を流下する際に加速し高い掃流力を伴う事により損傷が拡大した為と考えられる。法面に張工を有するタイプでは張工の流失が確認された。しかしこのタイプでは盛土部自体の損傷は小さかった事から、擬似津波による掃流を先ず張工が受ける事で、盛土部分の損傷を大幅に軽減出来たと考えられる。張工流失の対策としては、張工に穴をあける改良張工タイプや三面を剛結し一体化させる三面一体張工タイプは張工流失対策として有効であった。

次に先端流速が盛土高の違い、張工の有無により平均すべり高割合に与える影響について述べる。図-4,5は盛土の種類ごとの先端流速-P(%)の関係を示している。またこの関係について盛土高が実物換算で2mものを青の近似線で示し、4mものを赤の近似線で示している。盛土タイプの盛土高が2mの場合は近似線の傾きは小さく、先端流速が約1.6m/s以上で盛土部分の損傷が起き始める。盛土タイプの盛土高が4mの場合は近似線の傾きは大きく、より先端流速の影響を受けやすいが、先端流速が約2.8m/s以上で盛土部分の損傷が起き始めており、盛土高2mの場合よりも高い値となっている。これは盛土高が高い場合、先端流速が低く過ぎると盛土を越流することができない、あるいは少量の擬似津波が越流しても盛土の損傷には影響を及ぼさないことが考えられる。一方、盛土高4mで近似線の傾きが大きくなるのはある程度の水量が越流してしまえば盛土高が高いので下流側法面において擬似津波がより加速し高い掃流力を伴うため盛土の損傷が大きくなったと考えられる。また、盛土高に関わらず張工を施した場合、先端流速が約3m/s以上にならないと損傷が見られないため、盛土タイプより盛土部分の損傷を大幅に軽減できることが分かる。張工タイプにおいて盛土高2mと4mの近似線を比較すると、盛土タイプの場合と反対の傾向を示した。しかし、実験ケースが少ないため、盛土高に近い3mのものを考慮して盛土高4mの近似曲線を考えると傾きが大きくなることが窺え、さらにそれぞれ実験ケースを増やしていくと盛土タイプの傾向と同様になるものと思われる。改良張工タイプの近似線に着目するとほかのどのケースよりも傾きは小さく、損傷が生じる先端流速は大きくなった。

5. まとめ

以上より、単に土を盛っただけの盛土構造物では下流側法面での損傷が卓越し、無補強の場合、盛土高が高くなるほど先端流速が小さければ盛土の損傷は起きないが、より先端流速の影響を受けやすくなる。また法面保護工を設置する事で盛土部自体の損傷は抑制できる。

参考文献

1) 西谷ら：津波を受ける種々の盛土構造物の被災メカニズムに関する遠心模型実験,第47回地盤工学研究発表会,No911,2012

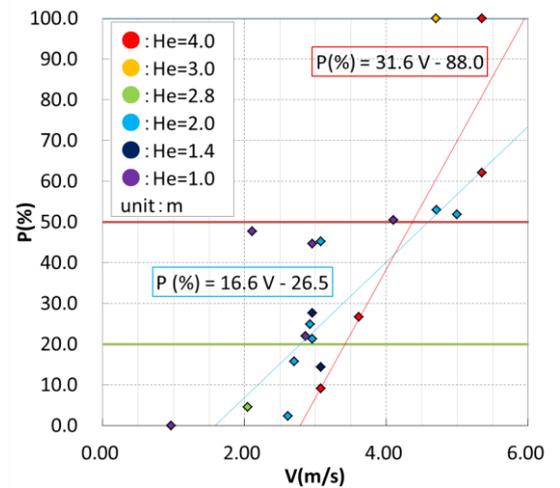


図-4 先端流速-P(%)の関係(盛土タイプ)

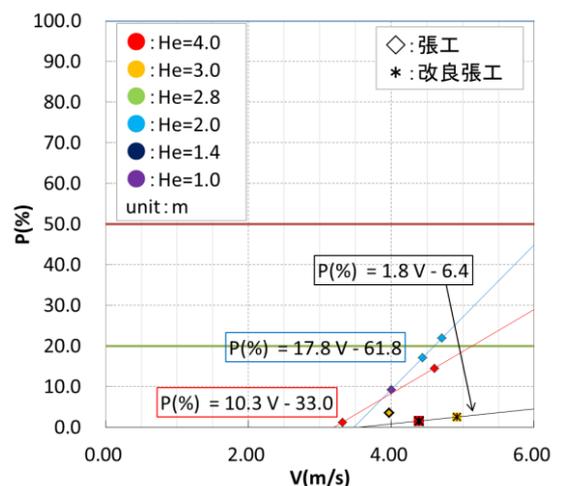


図-5 先端流速-P(%)の関係(張工タイプ)