

模擬津波による盛土構造物の被災度評価遠心模型実験

九州工業大学 学生会員 ○藤井 啓史 田中 耕輔

九州工業大学 正会員 廣岡 明彦 永瀬 英生

1. はじめに

道路施設は地震・津波災害時にも、沿岸部からの避難や救助などの緊急活動、ライフラインの復旧活動などを支える特殊な社会基盤施設としての機能が期待されている。しかしながら、全ての道路施設に直ちに補強などの災害対策を行うのは困難であるし、加えて道路施設そのものは被災を免れたとしても浸水等により通行障害が起きる場合がある。したがって、これらの様々な起こりうる事象を考慮した上で、地震発生からどの程度の時間、どの区間が通行可能であるかなどを予め把握しておくことが必要とされる。ところが、現在の津波による道路盛土の被災状況の判定方法としては、図1に示すような道路および鉄道盛土の過去の被災事例から整理された判定基準に基づき評価する方法が提案されているのみである。具体的には、40 ケースの越流水深と盛土高の組み合わせに対する過去の被災事例から被災状況を判定するものである。本研究は、まずはこの判定基準の精度の向上を目的とし、一連の遠心模型実験を用いた津波による盛土構造物の損傷被害評価実験を実施する。また盛土に対する津波の挙動・破壊過程などを明らかにすることによって、道路橋台盛土の津波被災度評価を確立することに資する知見を得ることを目的とするものである。

2. 実験概要

図2に遠心模型実験における実験システムを示す。本実験の模型縮尺は1/50、1/70 および 1/100 である。本実験システムでは、土槽内部に、電磁弁制御の薄型シリンダーで開閉する吐出口を有する水タンクを設置し、その水タンク内の薄型空圧シリンダーを遠心運転中に縮めることにより吐出口を開放して水を放出し、模擬津波を発生させる(図3)。このとき、水タンクに入れる水の量を変化させることによって、発生する模擬津波の高さを変化させることを試みる。土槽内部に盛土モデルを構築し、津波の越流水深と盛土高の変化による盛土の被災状況の変化を検証する。

3. 実験試料

実験の盛土モデルを作成するにあたって、盛土モデルに使用する土質材料を決定するためにインドネシア・スマトラ島における橋梁被害調査より得られた9種類の土質試料の工学的分類の結果を参考にした。すなわち、今回の橋梁調査でもっとも多く見られた細粒分質砂(S-F)に近い粒度分布の土質試料を実験で使用する試料とすることとし、九州工業大学戸畑キャンパスより採取されたシルトと豊浦砂を乾燥重量比で1:1の割合で混合し、粒度調整を行なった(表1)ものを採用した。

4. 実験結果および考察

本実験では、越流水深と盛土高を組み合わせた15のケースについて実験を実施し、損傷状況を確認した結果 case1 を除く14の実験ケースにおいて軽微なものも含めて法面に損傷が生

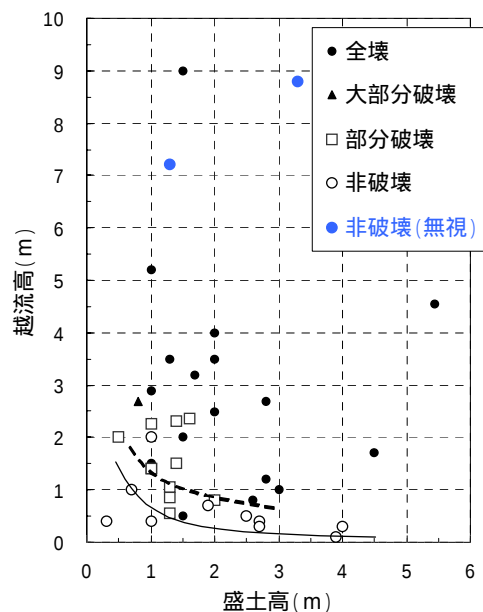


図1 津波の越流水深による盛土の被災基準¹⁾

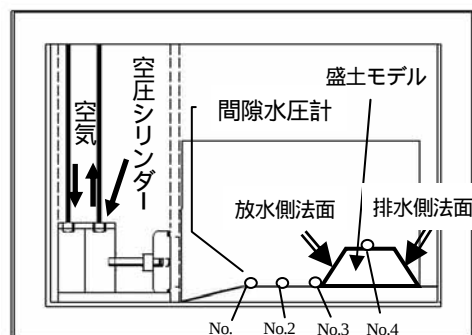


図2 実験システム



図3 放水時の実験システム

表1 混合試料の特性

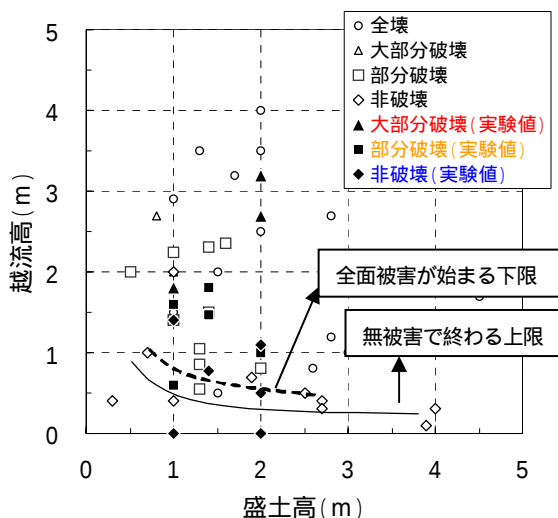
含水比(%)	9.28
平均粒径(mm)	0.15
均等係数	145.83
最適含水比(%)	13.63

じている(図4)。一方で、盛土の天端ではほぼ損傷がないということが確認された。そこで法面の損傷に着目し、被災状況評価を定量的に行うために、式(1)に示すような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被災状況の評価をすることとした。

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

本実験では、放水側法面が法尻部の軽微な損傷であったのに対して、排水側法面は部分もしくは大部分破壊に至るケースが多く、排水側法面の破壊が放水側法面よりも大きいという結果が目立った。また今回の一連の実験では越流させる水深を増加させることは、越流時間が長くなることでもあり、結果として法面への損傷の程度は夥しくなる傾向にあることが確認でき、特に case5, 11 においては、盛土模型下部の排水側法面の一部が流出する破壊が観察された。判定をする際に排水側と放水側の損傷状況を比べ、状況がより深刻である方を採用することにし、表3に被災状況判定一覧を示す。

図5によれば、実験結果は、被災事例からの判定基準である全面被害が始まる下限である破線を上回る場合に部分破壊または大部分破壊に至っており、この破線と無被害で終わる上限である実線の間では部分破壊もしくは非破壊(軽微な損傷)となった。またこの実線より下回る範囲ではそのほとんどが非破壊であることが確認できた。これより実線・破線は今回の一連の模型盛土に関しては妥当な判定基準線であることが確認できた。



5. 結論 図5 実験後データ適用後の判定基準

津波による盛土構造物の破壊現象はまず盛土法面部のすべりとして表れる。法面の損傷程度は、放水側法面で法尻の軽微な損傷および一部クラックの発生などの軽微な損傷であり、排水側法面ではすべり破壊を発生する。また、越流水深を増加させることは越流時間が長くなることでもあり、盛土法面への損傷の程度も夥しくなる傾向にある。一連の模型盛土タイプに関しては、盛土高2.0m以下の範囲で判定基準線を用いて適切な判定が可能である。

6. 今後の実験予定

現在、実物盛土高で2.0m以下の範囲は実験による検証および、その破壊形態を確認したが、提案されている判定基準のデータは盛土高2.0m以上の範囲でもデータが存在しており、今後この範囲での実験による検討が必要といえる。そこで、模型高4.0cm(100G場で4.0m)の模型を用いて実験をする予定である。

参考文献：1) 首藤伸夫: 津波による海岸堤防・護岸の被災, 津波工学研究報告第16号, pp1-37

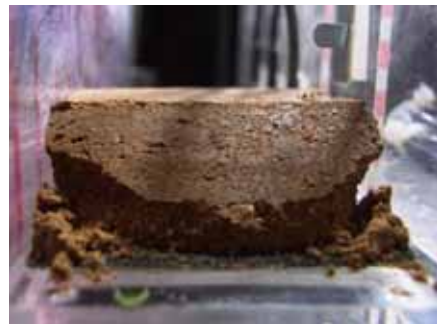


図4 case11 実験後排水側法面

表2 平均すべり高割合による判定

全面破壊: P=100
大部分破壊: 50 P < 100
部分破壊: 30 P < 50
非破壊(軽微な損傷も含む): 0 P < 30

表3 被災状況判定一覧

	H(m)	h(m)	放水側	排水側	判定
case1	-	1.0	非破壊	非破壊	非破壊
case2	0.6	1.0	非破壊	部分	部分破壊
case3	1.4	1.0	非破壊	非破壊	非破壊
case4	1.6	1.0	非破壊	部分	部分破壊
case5	1.8	1.0	部分	大部分	大部分破壊
case6	1.8	1.4	非破壊	部分	部分破壊
case7	2.7	1.4	非破壊	非破壊	非破壊
case8	1.1	2.0	非破壊	非破壊	非破壊
case9	1	2.0	非破壊	部分	部分破壊
case10	2.7	2.0	部分	大部分	大部分破壊
case11	3.2	2.0	非破壊	大部分	大部分破壊
case12	0.77	1.4	非破壊	非破壊	非破壊
case13	1.47	1.4	非破壊	部分	部分破壊
case14	0	2.0	非破壊	非破壊	非破壊
case15	0.5	2.0	非破壊	非破壊	非破壊

H: 実物越流水深(m), h: 実物盛土高(m)