

谷埋め高盛土の地震時変状に及ぼす盛土幅の影響に関する遠心模型実験

国立研究開発法人土木研究所 正会員 ○東 拓生 正会員 佐々木直也
正会員 佐々木哲也 正会員 加藤 俊二

1. はじめに

谷埋め盛土の地震時の変状については、過去の被災事例で谷中央部の盛土横断方向の幅（以下、盛土幅という）が広い箇所ではなく、盛土と地山の境界部等の盛土幅が狭い箇所で増大する事例が報告されている。このため、過年度谷埋め高盛土の弱点箇所の抽出に資するため、盛土幅を変化させた遠心模型実験を行ってきた¹⁾。しかし過年度の実験では、盛土高さや盛土材料の飽和度（通水時間）などがケースごと（盛土幅ごと）に異なっており、適正な盛土幅の影響の評価ができなかった。

本文では、これらの条件を揃えて再度遠心模型実験を行い、盛土幅が変状に及ぼす影響について検討を行った結果について報告する。

2. 実験概要

実験は、盛土高 15m 相当の谷埋め高盛土を想定し、50G の遠心力場で行った。図-1 に実験模型を示す。幅 1500mm、奥行き 300mm、高さ 500mm の鋼製土槽内にアルミ製の地山模型を設置し、その上に計測器を埋設した盛土模型を作製した。地山模型は、平坦部と傾斜 30° の段切り部（図左側）で構成される。地山模型は、遠心力を载荷しながら地山背面の給水装置から給水パイプを通じて盛土内へ浸透水を給水できる構造とした。また、法尻下の地山上面には給水時に法尻部の浸透破壊を防止する目的でフィルター部（東北硅砂 4 号）を設置した。

実験ケースは、盛土天端幅を 150mm(実寸 7.5m)、300mm(実寸 15.0m)、450mm(実寸 22.5m)の 3 ケースとした（表-1）。盛土模型は江戸崎砂（諸元は図-2 参照）を最適含水比付近に調整し、層厚 25mm ピッチで締固め度 $D_c=85\%$ となるよう締固めて作製した。

地盤内には加速度計、間隙水圧計、土壌水分計を埋設するとともに、盛土模型の表面の 11～15 箇所で鉛直変位量、法尻、法面中央の各 1 箇所では水平変位量をレーザー式非接触変位計で計測した。加えて、加振前後における盛土模型内部の変状状況を観察するため、硅砂 7 号の着色砂を用いて土槽前面ガラス面に鉛直方向のメッシュを作製するとともに、ガラス面に 2.5cm ピッチで地盤変形観察及び画像解析用の標点を設置した。加振中は高速度カメラで、標点及び色砂の動きを撮影した。

模型に 50G の遠心力を作用させた後、盛土背後に設置した給水装置内の水

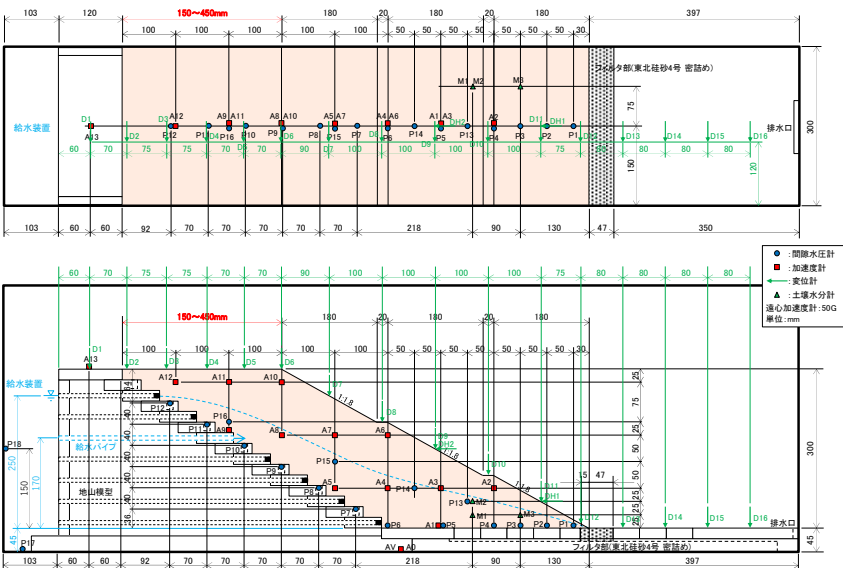


図-1 模型図

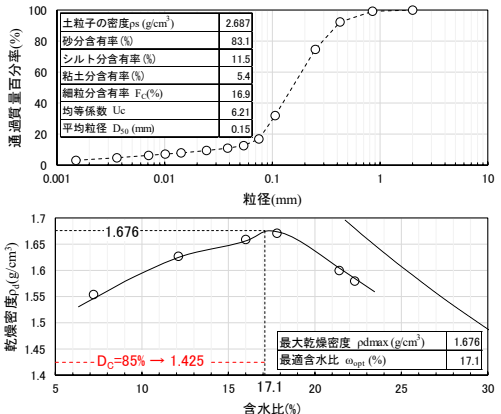


図-2 盛土材料(江戸崎砂)の物性

表-1 実験ケース一覧

ケース名	盛土高さ	締固め度	天端幅
CASE1	15m (実寸)	$D_c=85\%$	7.5m(実寸)
CASE2			15.0m(実寸)
CASE3			22.5m(実寸)

キーワード 道路盛土，耐震設計，遠心模型実験，盛土幅，飽和度

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 国立研究開発法人土木研究所 TEL 029-879-6771

位を土層底部から 295mm 程度に設定し、盛土材料の飽和条件を概ね揃えることを、粘度を 50 倍に調整したメチルセルローズ水溶液を CASE1 と CASE2 は 3.5 時間、CASE3 は 6.5 時間供給した。その後、神戸海洋気象台 N-S 波（1995 年兵庫県南部地震）の最大加速度を 1000gal に調整した波形により加振した。

3. 実験結果

図-3 に加振直前の水位と、撮影画像の画像解析から求めた加振後の変状状況を示す（これ以降は実スケールで表記する）。盛土幅が最も小さい CASE1 では、加振直前の水位がのり面の表面付近まで接近しており、法肩沈下量が 0.362m に対して、それより少し下ののり面で 0.57m という大きな沈下が発生している。また、鉛直色砂にズレが生じている箇所があり、これらを繋ぐような円弧状のすべりが発生しているものと考えられる。一方 CASE 2 と CASE 3 は、加振直前の水位がのり面表面付近まで到達しておらず、CASE 2 で 0.408m、CASE 3 で 0.243m と盛土幅が大きくなるほど沈下量が小さくなる結果となり、両ケースとも明確なすべり線はみられなかった。図中には土壌水分計で計測した飽和度も示しているが、CASE1 で 91.7%、CASE2 で 93.9% と、両ケースののり尻付近の飽和条件は概ね揃っていた。

図-4 に撮影画像の画像解析による加振後の盛土内の最大せん断ひずみ分布を示す（標点を節点とした三角形要素の最大せん断ひずみを算出）。CASE 1 では法肩—地山中腹—のり尻付近を結ぶように大きなせん断ひずみが帯状に発生しており、図-3 の鉛直色砂のズレが生じている位置に概ね一致している。一方、CASE 2 及び CASE 3 ではこのようなせん断ひずみはみられなかった。

図-5 に、加振中に発生した最大加速度の分布を示す。すべてのケースで天端の地山近傍または天端中央で加速度が卓越しており、特に CASE 1 では天端の地山近傍で瞬間的に 3000gal を超える大きな加速度が計測されているとともに、CASE 2 及び CASE3 と比べて盛土全体に占める大きな地震動加速度が計測された領域の割合が大きくなっており、これがのり肩付近の大きな変形の発生に影響しているものと考えられる。

4. まとめ

谷埋め高盛土の盛土幅を変えた動的遠心力载荷実験から盛土幅が地震時の変状に及ぼす影響について検討した。盛土幅が小さい場合、水位がのり尻及びのり面に接近し、盛土内の地震動加速度も大きくなり、変形量が大きくなる傾向がある。盛土幅が大きくなるにしたがい、水位がのり尻やのり面に接近せず、地震動加速度も相対的に小さく、盛土の沈下量が抑制される傾向が確認された。

5. 今後の課題

本研究では、谷埋め高盛土の地震時変状を評価するための解析手法の高度化を目指しており、今後はこの実験を踏まえて、3 次元的な地形の影響を 2 次元解析手法に取り込む方法について検討していく。

参考文献

- 1) 佐々木直也，東拓生，佐々木哲也，加藤俊二：谷埋め高盛土の地震時変状に及ぼす盛土幅の影響に関する遠心力载荷実験，第 57 回地盤工学研究発表会，20-5-1-06，2022.7.

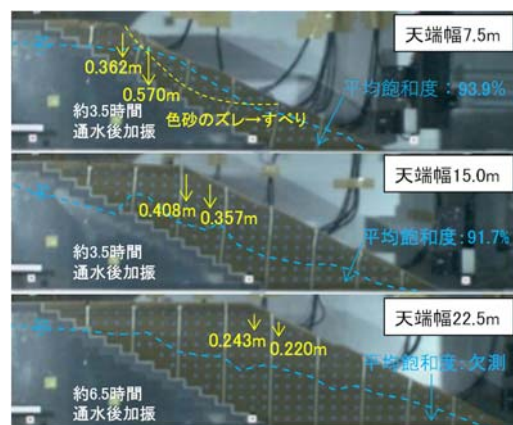


図-3 加振前の水位と加振後の変形状況

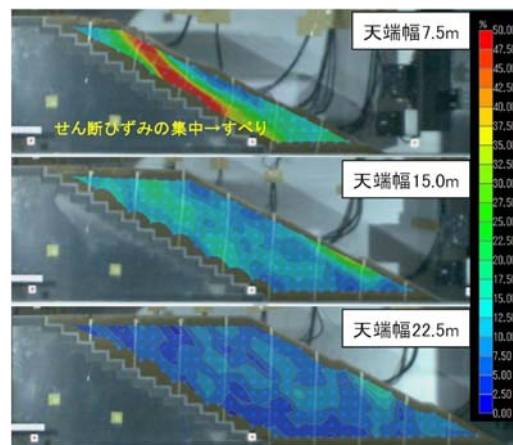


図-4 加振時の最大せん断ひずみ分布

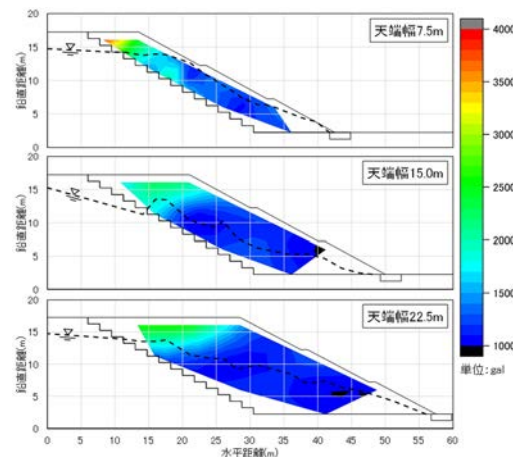


図-5 最大加速度分布