

## 盛土高の高い構造物背面盛土の地震時の沈下・変形に関する遠心力载荷実験

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

### 1. 目的

橋台などの構造物とその背面の盛土との取付け部は、東日本大震災や熊本地震のような大地震時に大きな段差が発生し、通行障害の原因となることがある。例えば、東日本大震災では橋台背面盛土が高い山岳部の橋梁において、復旧・交通開放まで4日以上要した事例もある。緊急輸送道路では、このような段差に伴う通行障害の低減が重要であり、段差発生に及ぼす要因を明らかにした上で、段差の評価、段差を抑制する対策手法を検討する必要がある。

本研究は、盛土高の高い構造物背面盛土の地震時の沈下・変形の発生に及ぼす要因を明らかにするため、遠心力载荷実験を行ったものである。

### 2. 実験概要・方法

実験は盛土高 10~20m、法勾配 1:1.8、天端幅 25m の構造物背面盛土を想定し、縮尺 1/75 (遠心加速度 75G) とし、構造物の挙動は考慮せず 2 次元断面を想定して実験を行った。

図-1 に実験模型の概要を示す (寸法は模型スケールで表記)。幅 150cm、奥行き 30cm、高さ 50cm の鋼製土槽内に、基盤層 (締め固めた珪砂) を作成し、その上に江戸崎砂 (諸元は図-2 参照) を最適含水比に調整し、所定の締め固め度により層厚 20mm ピッチで締め固めて盛土模型を作製した。

盛土模型内には加速度計を埋設するとともに、盛土模型表面の 17 箇所で鉛直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形状況を観察するため、染色した珪砂 7 号を用いて土槽前面ガラス面に水平・鉛直方向のメッシュを作製するとともに、メッシュ格子間と地表面に地盤変形観察用の標点を設置した。この模型に 75G の遠心力を作用させ、所定の加振波形により加振した。

表-1 に実験ケース一覧を示す。盛土高は 13.3cm, 20cm, 26.7cm (実物換算 10m, 15m, 20m) の 3 種類に変化させ、26.7cm の模型については盛土の締め固め度の影響を確認するため目標締め固め度  $D_c=90\%$  及び  $85\%$  について実験を行った。加振波形は、図-3 に示すレベル 2 タイプ I 地震の新晩翠橋 N-S 波 (2011 年東日本大震災) を基本としたが、入力波形特性の影響を確認するため、盛土高 20cm についてはレベル 2 タイプ II 地震の神戸海洋気象台 N-S 波 (1995 年兵庫県南部地震) による実験も行った。加振波形は、いずれも目

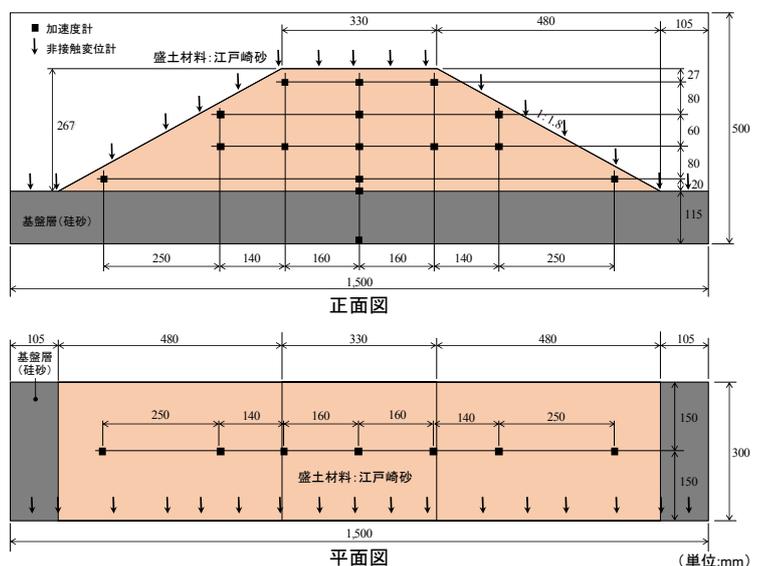


図-1 実験模型 (盛土高 20m の例, 寸法は 1/75 スケール)

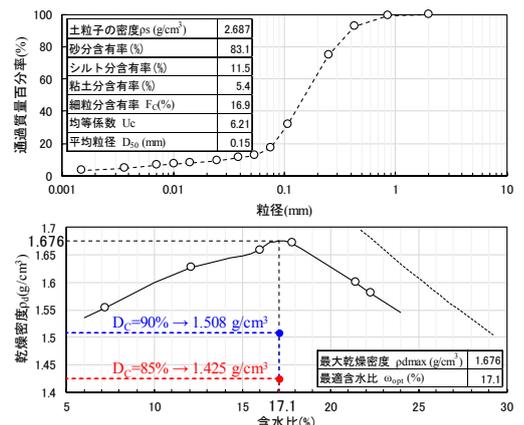


図-2 盛土模型材料 (江戸崎砂) の物性  
表-1 実験ケース一覧

ケース	盛土高	盛土の締め固め度	加振波形	基盤層
Case1	26.7cm	90%	レベル2-タイプ I	変形しない (密な東北珪砂7号)
Case2	(20m)			
Case3	13.3cm (10m)	85%	レベル2-タイプ II	
Case4	20.0cm			
Case5	(15m)			

※( )内は実スケール

キーワード 道路盛土, 構造物背面盛土, 地震時挙動, 遠心力载荷実験, レベル 2 地震

連絡先 〒350-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (国研) 土木研究所土質・振動チーム TEL 029-879-6771

標最大加速度を 50G (実スケールで 6.5m/sec<sup>2</sup>) に調整して加振した。

### 3. 実験結果

図-4 に各実験ケースの加振後の盛土模型の変形状況、模型表面の鉛直変位量、加振前後の標点の座標を、図-5 に各ケースの盛土高と天端最大沈下量の関係を示す。図中のスケールは実物に換算して示している (以降、実物換算スケールで表記)。全ケースについて沈下量は法肩部が最大となっており、法肩から法面にかけては法尻方向へ変位し、天端についてはほぼ鉛直に沈下し、法面中腹は若干隆起 (はらみ出し) が見られるが、明確なすべり線は確認できない。

盛土高さに着目すると盛土高 10m (Case3) と盛土高 15m (Case4) の沈下量の差は比較的小さく、盛土高 20m (Case2) と盛土高 15m の差が大きい傾向がみられる。

同じ盛土高 20m でも、締固め度が高い Case1 は、Case2 に比べて天端最大沈下量が 55%程度に抑えられており、標点の動きから、締固め度が高い Case1 は、法尻付近のはらみ出しよりも全体的に沈下が卓越する傾向がみられる。

加振波形の影響については、図-3 のとおりタイプ I 地震波のほうがタイプ II 地震波より継続時間が長く、繰返し回数が多いにもかかわらず、Case4 と Case5 の沈下量に大きな差がみられない。また、天端の最大沈下量の発生位置は左右逆転している。

図-6 に Case4 と Case5 の盛土模型天端中央付近で計測した水平加速度と鉛直変位量の関係を示す。これによると、タイプ I 地震波で加振した Case4 とタイプ II 地震波で加振した Case5 では、主要動における沈下量の進行速度が明らかに異なっている。この要因については今後詳細な分析が必要だが、盛土の沈下量は入力波形の特性の影響を受けるものと考えられる。

### 4. まとめと今後の課題

盛土高の高い構造物背面盛土の地震時の沈下・変形の発生メカニズムを明らかにするため、遠心力載荷実験を行った。盛土の沈下量は、盛土高が高いと増加するとともに、締固め度の影響を受けること、入力波形特性の影響を受けることがわかった。以上から盛土高を極力低くするとともに、十分な転圧により密度を高めることが重要であることが示唆された。これらの結果を踏まえて今後は沈下量の予測手法及びこれに必要な盛土材料の物性の評価手法について検討を行う。

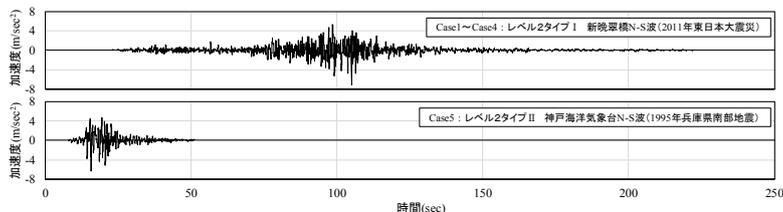


図-3 加振波形 (実スケール)

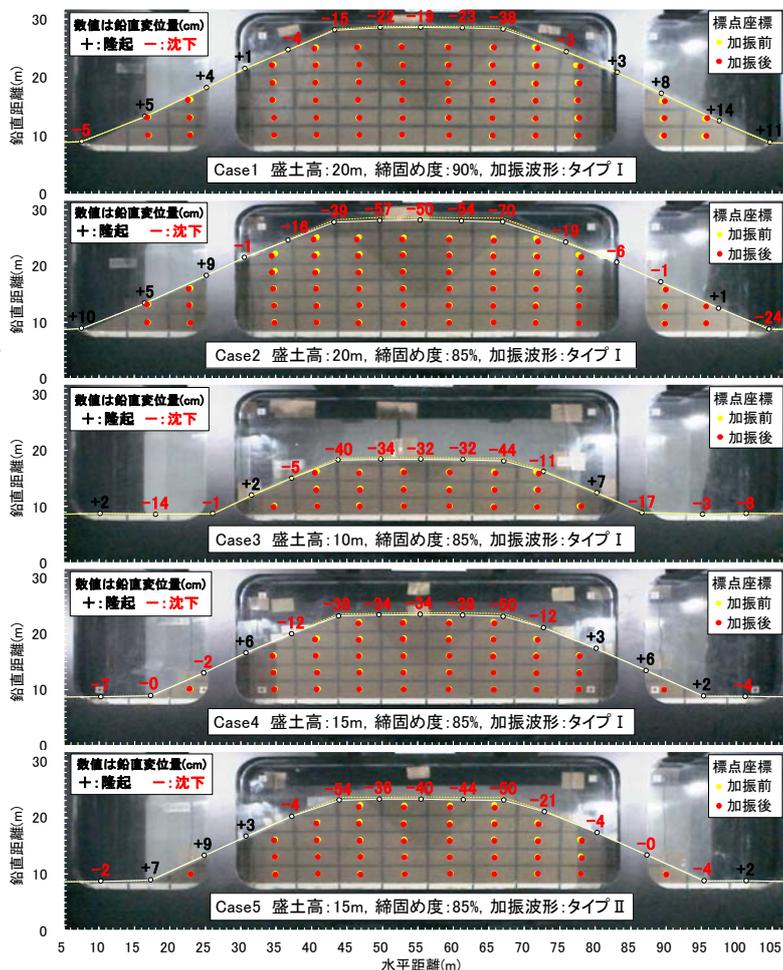


図-4 実験模型の変形状況 (寸法、変位量は実スケール)

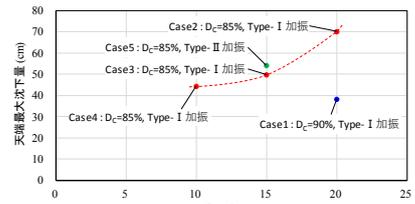


図-5 盛土高と天端沈下量の関係

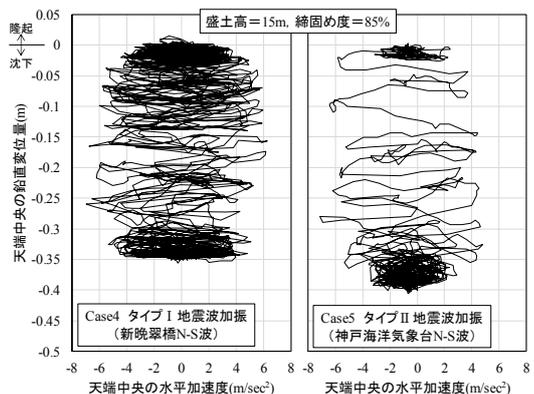


図-6 天端中央の水平加速度と鉛直変位量の関係 (Case4, Case5)