

液状化地盤上の盛土耐震補強効果に関する遠心模型実験
ー盛土寸法および改良体配置による違いー

大成建設 正会員 〇三角真貴子 正会員 藤原 斉郁
正会員 立石 章 正会員 青木 智幸

1. はじめに

筆者らは、液状化地盤上の既設盛土構造物の耐震補強法として、盛土法尻部に設けた抑え部と基礎地盤中に配した改良体により構成される補強工法を提案し、その効果について遠心模型実験により実証してきた¹⁾。この補強法は、液状化の発生や変形を抑える従来の方法に対し、地震によるある程度の水圧上昇や変形を許容しながらも盛土構造物の機能維持を図るもので、費用対効果の面で有利な方法と考えられる。本報では、盛土の高さや改良体の配置、法面抑え部の寸法に対する補強効果の違いについて着目した遠心模型実験を行い、その結果について述べる。

2. 実験概要

表-1 に実験ケース、図-1 に実験モデルの一例(Case-2 および Case-8)を示す。実験は、実換算で厚さ 4.2m 相当の相対密度 60%の豊浦砂地盤上に、豊浦砂とカオリン粘土を乾燥重量比 5:1 で混合した材料による盛土体を配したモデルを基本とした。遠心加速度は 30g、間隙流体は 30cSt($\times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$)のシリコンオイルとし、入力波はいずれのケースも最大加速度 350gal($\times 10^{-2} \text{m}/\text{s}^2$) (実換算) の正弦波 40 波とした。また、補強ケースについては、法面の抑え部として厚さ 10cm 程度のコンクリートに相当する剛性のアルミ版を盛土法尻部表面に設置し、改良体は直径 1200mm $\times$ 長さ 1200mm(実換算)で周辺地盤と同等の密度に調整した剛体とし、中間部に曲げを伝達しない形で張力計を取り付けたロッドにより両者を結んだ。なお、実験パラメータは盛土高さ(2.4m, 3.6m：同一法面勾配)、改良体の位置(盛土斜面直下、盛土天端直下)、改良体のピッチ(奥行き 4.5m 相当の剛土槽内に改良体 1 対もしくは 2 対配置)、基礎地盤相対密度(40%~60%)とした。

3. 実験結果

本実験では、いずれのケースも加振により基礎地盤の過剰間隙水圧が上昇し、盛土による上載荷重の影響の無い一般部については過剰間隙水圧比 1 まで上昇し、盛土直下部については抑え効果により水圧上昇が抑制される結果であった。図-2 に加振後の残留変位分布を示す。無補強ケースについては、いずれも基礎地盤の側方への変位とともに盛土体のストレッチングや沈下が見られ、天端部を含め盛土体にクラックが発生していた。一方、補強ケースについては、いずれも改良体付近の基礎地盤の側方変位および盛土体の沈下量が抑制され、クラックの発生など盛土体の致命的な破壊は生じなかった²⁾。そこで、各ケースにおけるアンカー張力測定値と地盤の変形状況に着目し、盛土寸法や改良体の配置によるこれら

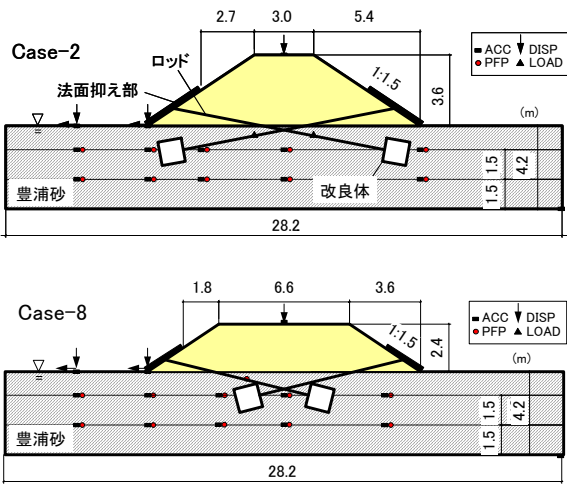


図-1 実験モデル(寸法は実換算)

表-1 実験ケースおよび結果

Case	盛土高さ (m)	改良体 位置	改良体 ピッチ (m)	相対密度 (%)	盛土 沈下量 (mm)	備考
1	3.6	-	-	60	640	無補強
2		盛土斜面 直下	2.25		184	
3			40	193		
4				385		
5	2.4	-	-	60	350	無補強
6		盛土斜面 直下	2.25		229	
7			4.5		162	
8		盛土天端 直下	2.25		240	
9	270				プレート比率 1/4	
10	3.6				325	プレート比率 1/4

キーワード 液状化, 補強法, 既設盛土, 地盤改良, アンカー

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株) 技術センター土木技術研究所 TEL 045-814-7236

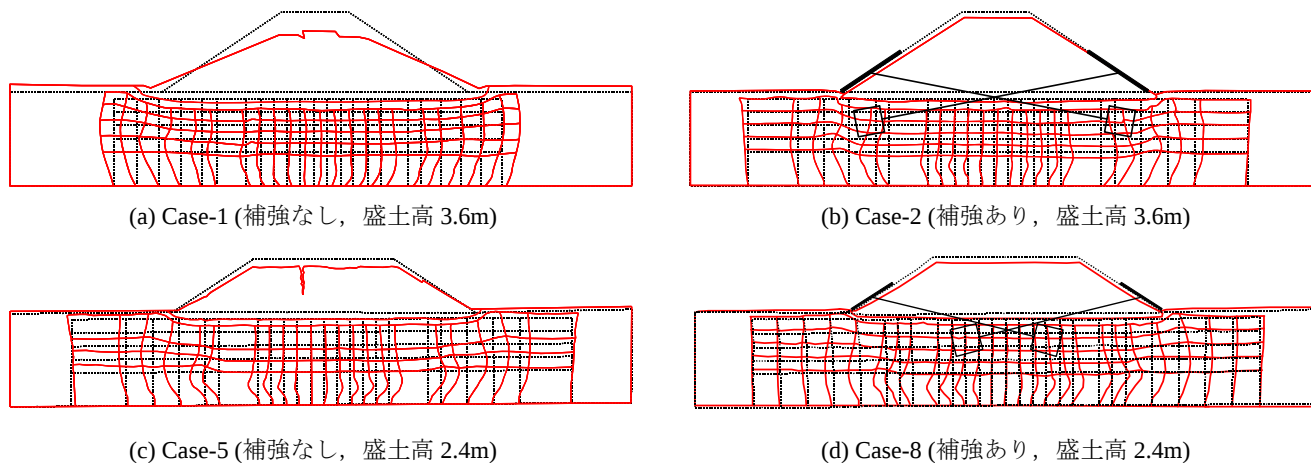


図-2 加振後の地盤変位分布

の関係についてまとめた。図-3 に法尻水平変位量と盛土沈下率の関係を示す。ここで、縦軸の盛土沈下率は盛土高さに対する盛土天端の残留沈下量の割合、横軸は盛土高さに対する盛土法尻の残留水平変位量の割合である。図-3 から無補強ケースを含め、いずれも法尻変位の割合が大きいほど盛土沈下率も大きく、盛土体のストレッチングが盛土沈下に影響を及ぼしていることが分かる。一方、盛土高さの違いに関しては、盛土高さ 2.4m の方が同一盛土沈下率に対する法尻変位の割合が大きいことが分かる。これは、盛土寸法(例えば、盛土高さと天端幅の割合など)の違いにより変形モードが異なる影響と考えられる。すなわち、天端幅の割合の大きい盛土高さ 2.4m の方が分断破壊に近いモードであることから、盛土沈下に対する法尻変位の影響が大きいことが考えられる。図-4 に盛土沈下率とアンカー張力の関係を示す。なお、縦軸は盛土重量に対するアンカー張力の最大値の割合としている。その結果、アンカー張力がゼロである無補強ケースに対し、補強ケースでは盛土沈下率が小さいほどアンカー張力が大きく、この関係は変形モードの違いもあり、盛土高さ毎に異なる傾向であることが伺われた。また、改良体位置に着目すると、今回実施した盛土直下地盤の範囲内であればこれらの関係に明確な差異が見られない結果であった。さらに、盛土法面長に対する抑えプレート長の割合(プレート比率)に着目すると、プレート比率 1/2 の Case-2 や Case-8 に対し、それぞれ対応するプレート比率 1/4 の Case-9 および Case-10 の方が盛土沈下率が大きく、アンカー張力も小さくなっており、補強効果が低下する結果であった。ただし、いずれのケースも補強により致命的な亀裂の発生もなく、天端の平坦性も維持できていたことから、アンカーロード長や法面抑え範囲の低減が可能であることを示す結果となった。

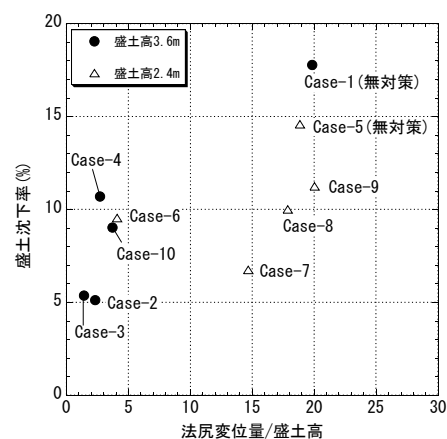


図-3 法尻変位量と盛土沈下率の関係

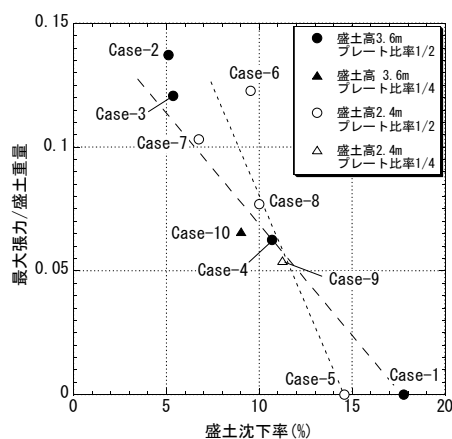


図-4 盛土沈下率と張力の関係

4. おわりに

本研究では、液状化地盤上の既設盛土の耐震補強法について、その効果を確認するための遠心模型実験を実施し、アンカー張力と盛土の変形状況に関して、盛土高さの違いや改良体配置、法面の抑え範囲の違いについてまとめた。今後は、これらの結果を基に解析等による設計法について検討を行う予定である。

参考文献 1) 藤原, 森川, 堀越: 液状化地盤上の盛土耐震補強技術上の開発, 大成建設技術センター報, Vol.41,p46, 2008. 2) 三角, 藤原, 立石, 青木: Centrifuge model tests of reinforcement effect for embankments on liquefiable ground, 第4回日韓地盤工学ワークショップ, 2011(投稿中).