

# 棒状補強材とのり面工を用いて補強した盛土の動的挙動特性に関する研究

## その2. 小型振動台実験による盛土の変形特性

ライト工業	正会員	○歳藤 修一	神戸大学大学院	正会員	澁谷 啓
ライト工業	正会員	荒木 豪	神戸大学大学院	正会員	片岡 沙都紀
ライト工業	正会員	平尾 裕斗	神戸大学大学院	正会員	丁 経凡

### 1. はじめに

近年、大規模地震によって盛土が損傷することを防止するため、盛土の補強対策が実施され始めている。盛土の補強対策工として、地山補強土工と呼ばれる棒状補強材が適用されているが、盛土および地山補強土工の動的変形特性に関する研究は少ない。本研究では、棒状補強材と併用するのり面工による特性を比較・検証するために、小型振動台実験を実施した。小型振動台実験の詳細は先行論文<sup>1)</sup>を参照されたい。本稿では、時系列的に計測する 1)計測器による鉛直変位計測、2)ハイスピードカメラ（以後 HS と表記）による連続変位計測に加え、3)加振前後の3次元測量との分析結果を組み合わせ、棒状補強材とのり面工を用いて補強した盛土の加振時の変形特性について検討した。

### 2. 盛土の変形特性及び崩壊特性

#### 2.1 盛土天端の鉛直変位

小型振動台実験は、1/10 の模型盛土を造成し、無対策盛土 (CASE1)、法面工の種類を変えた3つの盛土をそれぞれ加振した。実験に使用したのり面工は、ワイヤー連結工 (CASE2)、複合型のり面工<sup>2)</sup> (CASE3)、吹付法枠工 (CASE4) である。加振実験では、盛土の天端に3箇所の鉛直変位計を設置して、加振による盛土の沈下量を計測した(文献1の図-3参照)。図-1は加速度400GalにおけるCASE2~CASE4 (CASE1未計測)の変位計の計測結果である。変位量は各ケースで法肩に近い変位1が大きく沈下する傾向を示し、変位量としてはCASE2が最も大きい結果となった。CASE3とCASE4の変位を比較すると、面的に被覆されたCASE3の方が小さい結果となった。

#### 2.2 HSによる変位計測結果

加振中の盛土表面の変位を連続的に計測することを目的として、HSにより動的な応答変位を計測し、加振中の変位発生履歴を解析した。撮影は、「MEMRECAMHX-7S」を使用し、シャッタースピードは1/1000(s)にした。HSによる撮影は、加振前に設けたターゲット（縦A~C列、横0~5列）の変位を連続計測した。各ケースにおける測点1-Bの400Galでの加振時の解析結果を図-2に示す。応答変位はX軸方向、Y軸方向ともに加振により変位が徐々に増幅することが確認された。のり面工による違いに関しては、天端の鉛直変位と同様(図-1)にCASE2の変位が大きく、CASE3とCASE4の比較では面的に被覆するCASE3の方が増幅量や残留変位が小さかった。

#### 2.3 3次元変位計測結果

加振の前後に計測した3次元点群データを解析し、各実験ケースにおける盛土表面の変位量を比較した。計測データから、200Gal加振では全ケースともに可逆的な微小変位が発生し、400Gal加振では破壊は発生せず (CASE2のみクラック発生)、天端の沈下やのり面のはらみだし変位の残留変形が生じることが確認された。

キーワード 盛土, 耐震補強, 地山補強土, のり面工, 小型模型台実験

連絡先 〒564-0063 大阪府吹田市江坂町1丁目16-8 ライト工業株式会社 西日本支社 TEL06-6385-3441

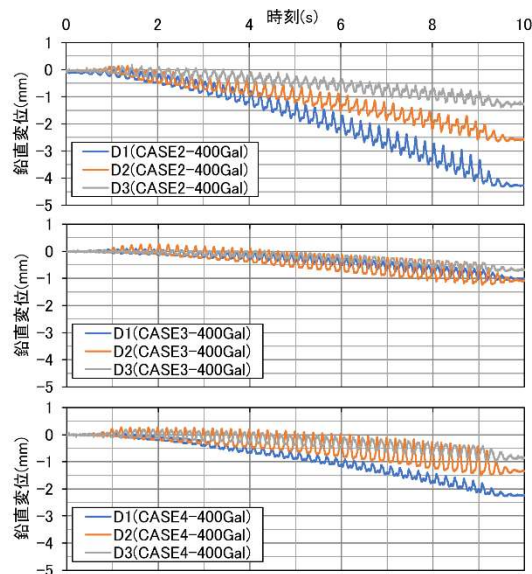


図-1 鉛直変位の比較(上:CASE2, 中:CASE3, 下:CASE4)

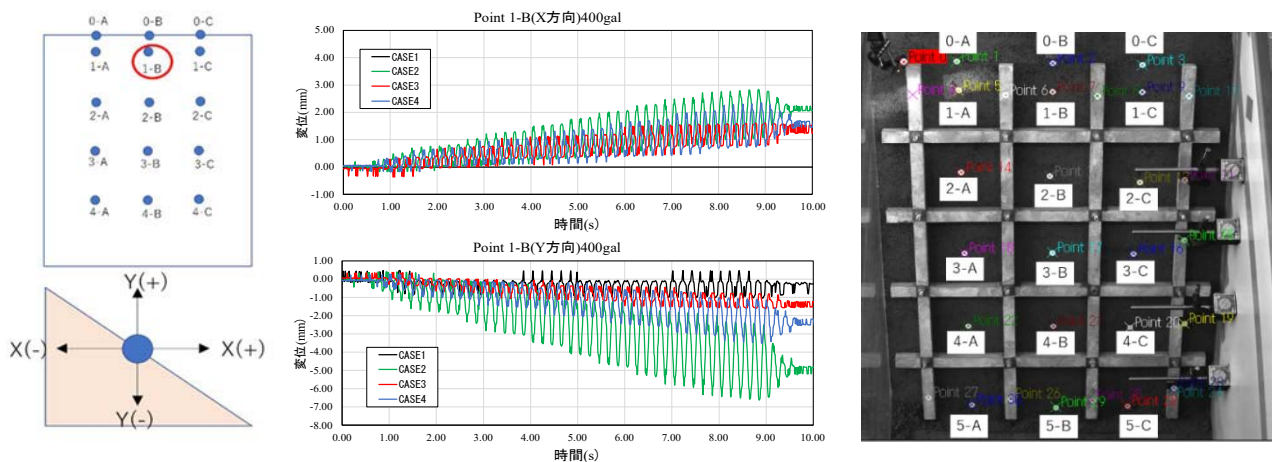


図-2 応答変位計測結果(400Gal)

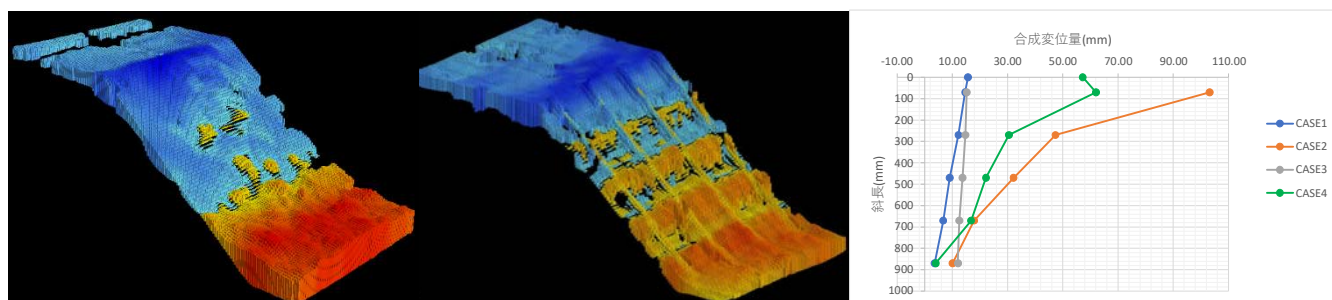


図-3 加振前後の変位傾向(左:CASE1, 右:CASE4)

図-4 盛土表面の変位量(600Gal)

また 600Gal 加振では、天端とのり面で複数のクラックおよびのり肩部の破壊が確認されて、800Gal 加振では深いすべり破壊および盛土全体に及ぶ大変形が観察された。図-3 は、CASE1 及び CASE4 における 800Gal の加振後の盛土表面の変位を可視化したものである。暖色系で示される箇所は盛土表面が隆起、または崩壊土が堆積した部分、寒色系で示される箇所は盛土表面が沈下、または崩壊・亀裂により土が喪失した部分を示している。表面を構造物で被覆した CASE3 と CASE4 は、加振後の表面の変位が少なかった。図-4 に 600Gal での加振前後の画像解析による盛土表面の変位量 (X 軸方向と Y 軸方向の合成変位) を示す。大きく崩壊が生じた 800Gal より小さい加速度では、CASE1 の変位が小さく、CASE2 で最も大きい変位が発生した。CASE3 と CASE4 の比較では、相対的に CASE3 の加振後の残留変位が少なかった。CASE1 が最も変位が少なかった原因としては、盛土造成時における施工のバラツキによるものと推定される。一方、CASE2 の変位が CASE3 と CASE4 に比べ大きかった原因としては、のり面工の剛性が不足し、補強材の効果が十分に発揮されていなかったと推定される。

### 3. のり面工の補強効果に関する考察

本実験から、地山補強土工と剛なのり面工を有する CASE3 及び CASE4 においては、盛土の変形を抑制する効果が確認された。また面的に被覆する構造の方が表土の抜け出しを防止できるため、より効果が高いことが分かった。一方で加振により盛土の変形や表面土移動が生じると、のり面工と補強材の補強効果に影響が及ぶ可能性も示唆された。レベルII地震動以上を想定した場合には、地山補強(棒状補強材とのり面工)と盛土が一体挙動せず個別に挙動することにより、のり面工の慣性力が盛土に荷重として作用する可能性があり、軽量なのり面工にも利点があると思われる。今後は、今回の小型振動台実験結果に基づき、のり面工を変えて数値解析を実施して、盛土とのり面工の動的挙動特性および補強メカニズムについて検討する予定である。また、地山補強土工による盛土耐震補強設計手法の解明に向けた研究を展開したい。

**参考文献** 1) 丁ら：棒状補強材とのり面工を用いて補強した盛土の動的挙動特性に関する研究，その 1. 小型振動台実験による盛土の破壊挙動および加速度応答特性，令和 4 年度土木学会全国大会講演集，2022. 2) 荒木ら：複合型法面工法の模型実験によるのり面工低減係数の評価，同上。