

既存擁壁背面地盤の補強工法の開発に向けた補強効果の検証実験 (その3. 画像解析)

正会員 ○黒柳信之*¹ 同 小川正宏*¹ 同 川崎淳志*²
同 執行 晃*¹ 同 高田 徹*³ 同 平出 務*⁴

宅地擁壁 耐震補強 模型土槽実験 画像解析

1. はじめに

前報 (その1 実験概要), (その2 実験結果)¹⁾ においてはレーザー変位計によって擁壁の変位測定を行った。本報は補強法ごとに2D 画像相関法によって土槽内の砂の変位を解析した結果について報告する。なお, 本報においては紙面の都合上, 実験ケース4についてのみ報告する。

2. 計測概要

画像相関法は, 測定対象物体表面を図1に示すようにデジタルカメラで撮影した画像を数値解析することにより, 計測範囲全体にわたっての変位とひずみを直接検出する方法である²⁾。アクリル正面からのデジタルカメラは1.5m, 土槽上からのデジタルカメラは1.0m離れた位置に据え付けた。なお, 図中の「X」, 「Y」は後に示す解析画像の変位の方向を示す。

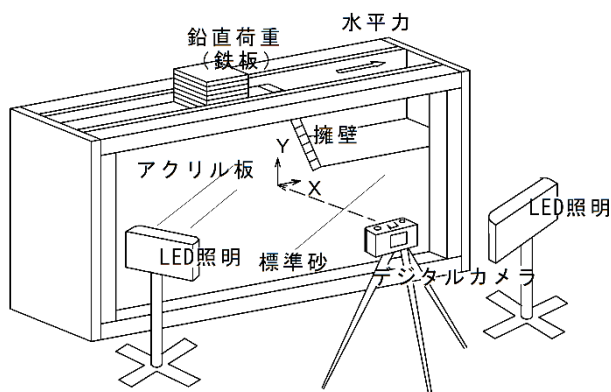


図1 計測装置の概要

基本原理は, 測定対象物体表面を撮影した変形前後の画像を比較し, 変形前の物体表面の点に変形後に移動した場所を探し出すことで変位を求めるものである。その概念図を図2に示す。移動した場所を探し出す方法として, まずアクリル板表面の砂の雲母等の有色粒子の散らばり方が, 変形の前後でその特徴として保存される。そこで, サブセットと呼ばれる複数の画素からなる計算領域の変形前の輝度値分布 (光強度分布) を求め, 変形後の画像内からそのサブセットと同じ輝度値分布を有する

領域を探し出すことによって, サブセットの変位と移動した方向を決定する。なお, 文献2においてその詳細が記載されているので参考にされたい。なお, 図3は前報で用いたレーザー変位計との計測差を示したもので (2回実施), どちらが正と言えないが, 画像解析が約5%の大きい値で測定している。

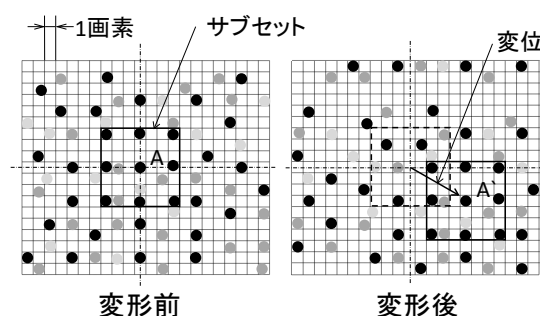


図2 測定原理

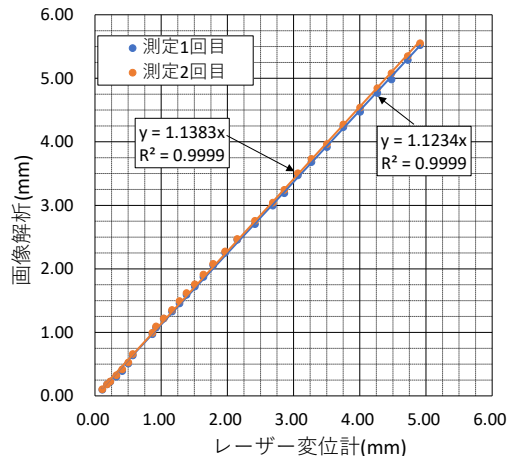


図3 画像解析値とレーザー変位計による測定値

3. 実験結果 (実験ケース4)

図4は無補強及び各補強法について, それぞれの土槽側面での画像解析により求めたXY方向の合成変位分布のコンター図で, 矢印の方向の変位が+である。なお, この時の鉛直荷重はいずれも無補強において擁壁が崩壊する直前の鉛直荷重231.9N, 水平荷重48.8Nの荷重段階と比較したものである。

図4に示す通り、側面から見た擁壁の合成変位は無補強>I型補強>II型千鳥補強>Λ型補強の順の変位量となっていることが分かる。この結果は前報（文献1その2）で示した補強効果の順位と一致している。すなわち、最も効果的な補強法であったΛ型補強は土中の砂の動きを最も抑制していることがこれらの解析図からも分る。

図5はΛ型を除き擁壁が崩壊する最終荷重時の変位分布を示したもので、いずれも同様の傾斜角で基礎の山側端部から擁壁下端の近くまで滑り線が生じている。一方Λ型補強の滑り線については実験装置の最大荷重までかけたが、浅い深さの途中で止まっている。また、この途中で生じた滑り線の勾配は他の補強法と比べると高い角度であった（図4、図5の点線は杭の埋設位置を示す）。

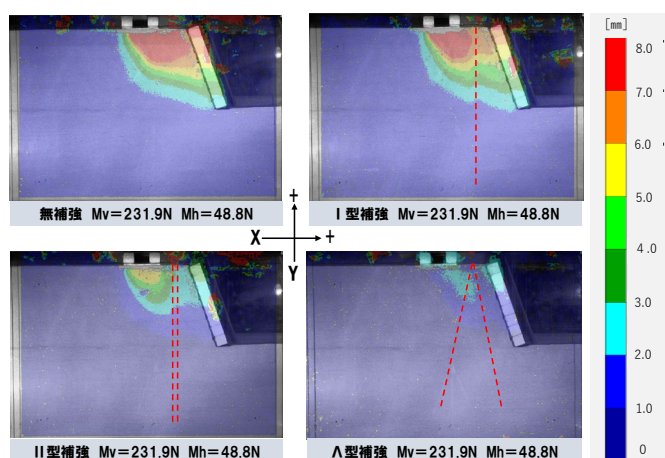


図4 実験ケース4の同一鉛直・水平荷重時 (Mv=231.9N, Mh=48.8N) の変位

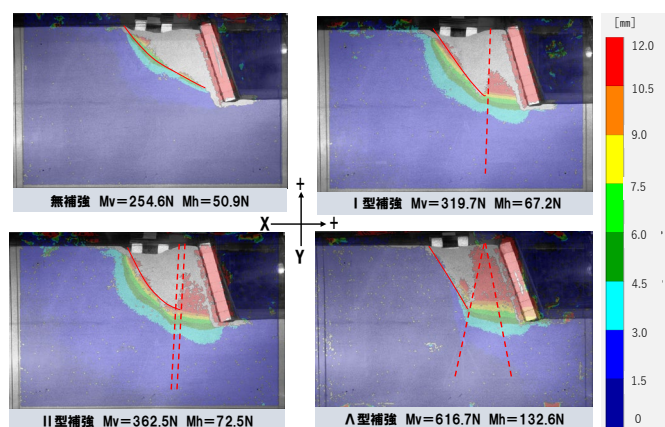


図5 擁壁崩壊時の地盤および擁壁の変位

図6は画像解析より計測した載荷板（中央部）の沈下量と鉛直荷重の関係を示したものである。ここで擁壁固定とした線は擁壁が動かないように前面から固定したものの

である。この結果よりΛ型補強は擁壁を固定した場合とはほぼ近似し、最も沈下量は少ない。Λ型補強は基礎（載荷板）の沈下軽減にも効果があることが分かった。

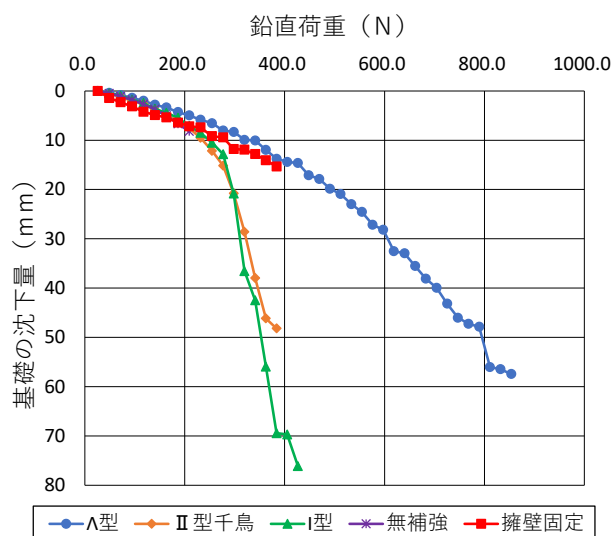


図6 各補強法の載荷板の沈下量と載荷荷重の関係

4. まとめ

画像解析を行なうことにより、擁壁背面の地盤の状況を的確に把握でき土槽実験には有効な測定法と言える。

この解析法から、補強効果の最も高いΛ型補強の擁壁背面土の変位が他の補強法と比べ最も小さく、また、基礎の沈下抑制効果もあることが確かめられた。今後はさらにそのメカニズム解明のためFEM解析をも含め検討を重ねる所存である。

<謝辞>

本稿含む一連の報告は、建築研究開発コンソーシアムの研究会「宅地耐震化技術（既存擁壁背面地盤の補強工法）の開発に向けた研究」における2019～2020年度の成果です。山口大学 兵動正幸名誉教授、中田幸男教授、国土技術政策総合研究所 柏尚稔様及び研究会メンバーの方々にご多大なご協力を頂きました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 川崎淳志, 執行晃ほか: 既存擁壁背面地盤の補強工法の開発に向けた補強効果の検証実験 (その1. 実験概要) および (その2. 実験結果), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2021.9 (投稿中)
- 2) 出水享ほか: デジタル画像相関法のひずみ計測向上に関する基礎的研究, 土木学会論文集 A2, Vol.68, No.2, I_pp.683-690, 2012.1

*1 報国エンジニアリング
*2 ミサワホーム
*3 設計室ソイル
*4 国立研究開発法人建築研究所