

PIVを用いたアルミ棒積層体地盤の大変形解析（その2）

アルミ棒 大変形 PIV

早稲田大学 学生会員 ○江崎晃一 早稲田大学 学生会員 佐藤慶太
早稲田大学 国際会員 赤木寛一 清水建設 国際会員 桐山貴俊 早稲田大学 学生会員 今田耕太郎

1. はじめに

本研究では、アルミ棒積層体を用いた擁壁実験を対象とする大変形を考慮した MPM による数値解析を行っている。この数値解析の妥当性を評価するために、比較対象となる実験の画像解析技術の向上を図っている。既往の研究¹⁾では標点法による画像解析を用いて標点変位やひずみを算出してきたが、標点間隔の大きさによる観測精度の粗さに問題があった。前報の（その1）では相関法による画像解析手法 Particle Image Velocimetry（以下、PIV とする）を用いて観測精度を向上させることを試みた²⁾³⁾。アルミ棒断面を着色していない場合には、初期変形領域においては、PIV 画像解析を行うための画像を擁壁が 1(mm)変位するごとに取得して画像解析することで解析可能であったが、変形量の増加につれてメッシュの崩壊が観測された。大変形領域においても安定した画像解析を行うため、ここではアルミ棒断面を着色し視認性を高めることで観測精度を向上させる方法を検討した。本報告では、アルミ棒積層体を用いた擁壁実験において、大変形領域における PIV 及び従来の標点法による画像解析結果との比較を報告する。

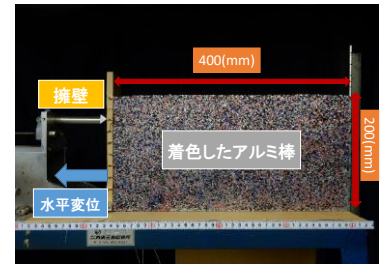
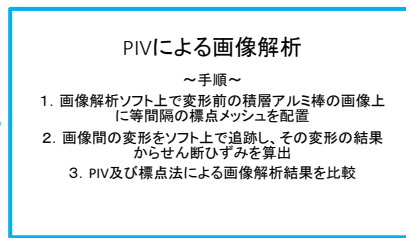
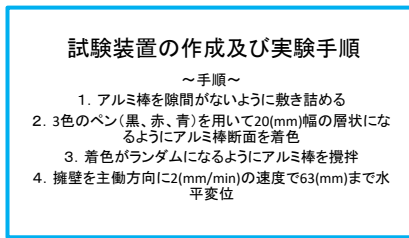


図-1.本実験の研究手順

図-2.変形前の擁壁とアルミ棒積層体

2. 試験装置および試験手順

擁壁実験装置は（その1）と同様であり、実験手順は次のとおりである。アルミ棒積層体地盤作製までの手順は（その1）と同様であり、地盤作成後3色のペン（黒、赤、青）を用いて20(mm)幅の層状になるようにアルミ棒断面を着色し、その後着色がランダムになるようにアルミ棒を攪拌した。図-2に実験実施前の擁壁とアルミ棒積層体の状況を示す。実験時、擁壁を主働方向に2(mm/min)の速度で主働方向63(mm)まで水平変位させる。擁壁が1(mm)変位するごとにそのときの状況を装置側方からカメラで撮影し、これらの画像を PIV 画像解析する際の画像データとして用いる。図-3に撮影状況を示す。（その1）からの改善点として、ノイズを入りにくくするため ISO 感度を最小の 125 とし、カメラの曲率を考慮し擁壁部とカメラの水平距離を 550(mm)から 1370(mm)に変更した。表-1に撮影条件を示す。撮影した画像について相関法を用いた画像解析 PIV により、地盤変位およびひずみを算出する。

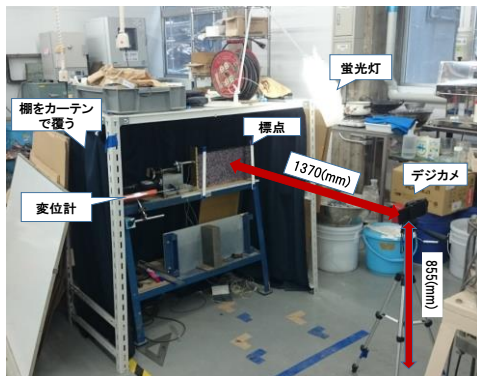


図-3.擁壁実験装置

表-1.撮影条件

設定項目	値
画像サイズ(pixel)	4608 × 3456
ISO感度	125
カメラ高さ(mm)	855
擁壁部からの水平距離(mm)	1370
シャッタースピード(sec)	1/8
絞り値	F5.3

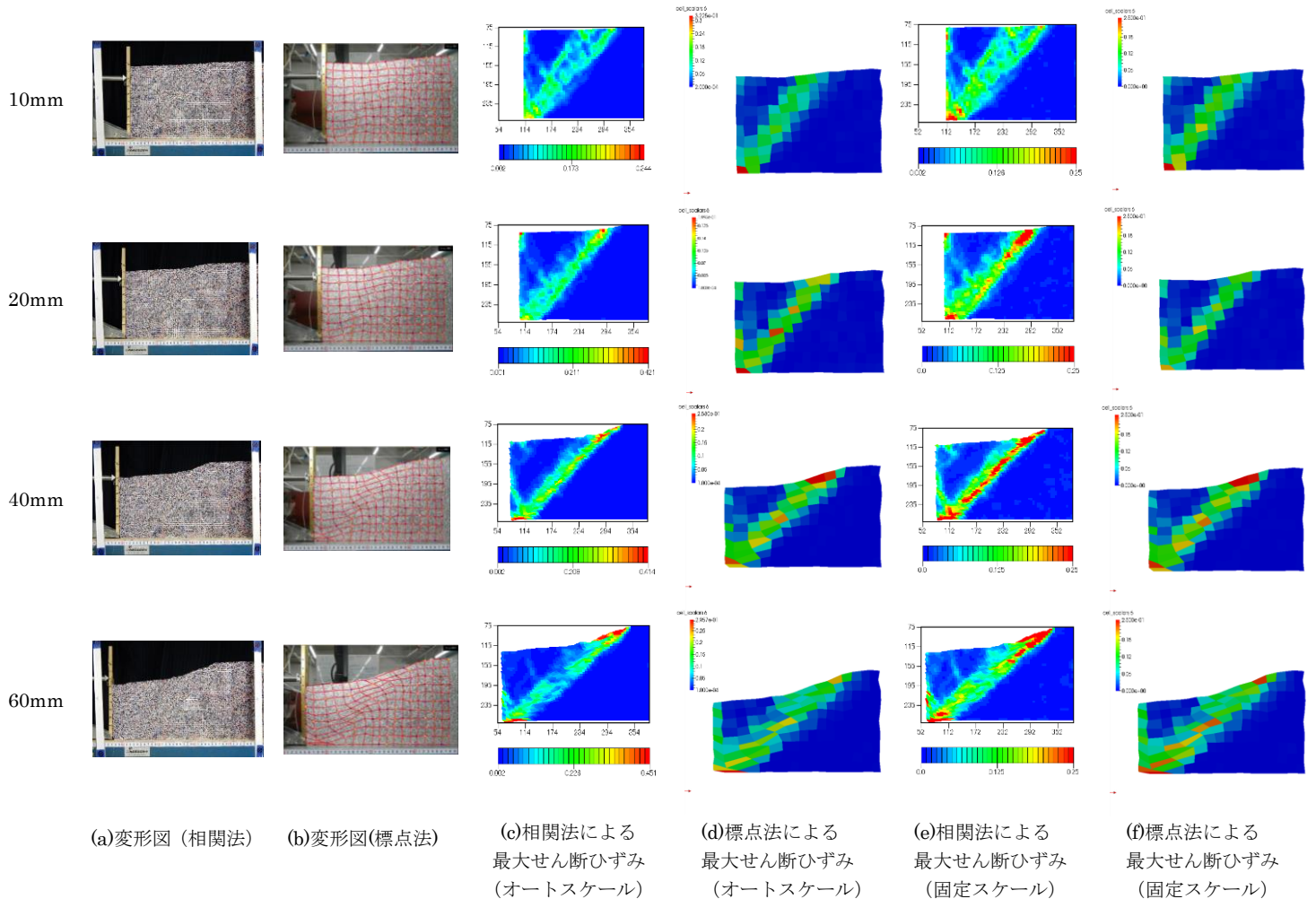
3.画像解析結果

図-4に、PIV 及び標点法による画像解析結果を示す。各実験ケースにおけるアルミ棒積層体の変形状況と画像解析により算出した最大せん断ひずみ分布図を水平変位 10(mm)ごとにそれぞれ示した。図-4(a)のメッシュはメッシュ幅 5(mm)、図-4(b)のメッシュはメッシュ幅 20(mm)である。はじめに、アルミ棒断面を着色していない場合と比較する。図-4(a)より水平変位 60(mm)の大変形領域までメッシュが破綻せず解析できていることが確認できる。また、アルミ棒断面を着色していない場合はメッシュが破綻しないようにメッシュ幅を設定した際、最小のメッシュ幅は 10(mm)であったが、今回はメッシュ幅を 5(mm)まで小さくすることができた。これはアルミ棒断面を着色したことにより視認性が向上したためである。次に、PIV による画像解析結果と標点法による画像解析結果を比較する。最大せん断ひずみ分布図において、図-4(a)のメッシュ幅は図-4(b)のメッシュ幅の 1/4 倍であるため、より解像度の高い最大せん断ひずみ分布図になっていることが確認できる。また図-4(d)及び図-4(f)においてはすべり線が 1 本しか確認できないが、図-4(c)及び図-4(e)では水

Large deformation analysis of aluminum bar laminated ground with wall movement by using PIV (Part2)

Koichi, Esaki Waseda University
Hirokazu, Akagi Waseda University
Takatoshi, Kiriyama SHIMIZU CORPORATION
Keita, Sato Waseda University
Kotaro, Imada Waseda University

平変位 10(mm)及び 20(mm)においてすべり線が 2 本形成されていることが確認できる。これは擁壁が主働方向に地盤が変位することによって主働崩壊を起こしすべり線を形成するが、変位量の増加につれ連続的な主働崩壊で複数のすべり線が形成されたことによるものと推測できる。この 2 本のすべり線が確認できたことは、メッシュ幅を小さくすることでより解像度の高い最大せん断ひずみ分布図になったためである。最大せん断ひずみ分布図（オートスケール）において同変位量ごとに比較すると、相関法によるコンター幅が標点法によるコンター幅より大きいことが分かる。これも、相関法によるメッシュ幅は標点法によるメッシュ幅の 1/4 倍であるため、より解像度の高い最大せん断ひずみ分布図になり、局所的な変形をとらえられている。このことから実際にはすべり線近くではかなり局所的な変形がされていることが分かる。



図・4.相関法と標点法による画像解析比較(H200W400増分)

4.まとめ

本研究ではアルミ棒積層体を用いた擁壁実験において、大変形領域における PIV 及び従来の標点法による画像解析結果の比較を行った。研究成果は以下の通りである。

- 1) アルミ棒断面を着色し、視認性を高めることで観測精度を向上させ、大変形領域においてもメッシュを破綻させずに画像解析することができた。また、(その1)と比較して格子幅を 10(mm)から 5(mm)まで小さくし、解像度を向上させた。
- 2) 標点法と比較して格子幅を 20(mm)から 5(mm)まで小さくし、解像度を向上させた。標点法ではすべり線が 1 本しか確認できなかったが、PIV による画像解析においてはすべり線が 2 本確認できた。これは擁壁の移動に伴う地盤の連続的な主働崩壊によって複数のすべり線が形成されたと考えられる。また、相関法による最大せん断ひずみ分布図のコンター幅が標点法のもの比べて大きいことから、すべり線近くではかなり局所的な変形がされていることが確認された。

<謝辞>

本研究にあたり、日本工営株式会社のソッキアン博士より画像解析ソフトを提供していただきました。記して謝意を表します。

<参考文献>

- 1) 三浦丈典, 桐山貴俊, 赤木寛一: 地盤構成のアスペクト比に着目した擁壁背後地盤の大変形挙動, 土木学会第 71 回学術講演会, Vol71, No3, 177-178, 2016.
- 2) 佐藤慶太, 赤木寛一, 桐山貴俊, 今田耕太郎, 江崎晃一: PIV を用いたアルミ棒積層体地盤の大変形解析(その1), 第 14 回地盤工学会関東支部発表会, 2017.
- 3) 上野勝利, スレンソッキアン: 隣接基礎による砂地盤の変形と支持力, 土木学会, Vol7, pp.65-74, 2004.