

屈折率整合可視化実験による粒状体の三軸圧縮試験の変位場計測

防衛大学校 学 ○山本圭祐 正 宮田喜壽 正 野々山栄人
港湾空港技術研究所 正 高野大樹 正 森川嘉之

1. はじめに

粒状体の力学挙動の解明には可視化技術の更なる進展を図る必要がある．著者らは屈折率整合¹⁾・X線CT法²⁾を併用する新しい方法を提案している³⁾．本文では，粒状体の三軸圧縮試験の変位場計測について，提案法の精度と改善策を検証した結果を報告する．

2. 検討の概要

提案法の概要を図-1に示す．試験の実施状況を図-2に示す．提案法はトレーサーとして着色した粒子の連続的な運動をPTV解析で追跡し，所定の時間ステップでの供試体を構成する粒子全体の運動をX線CTで追跡する．今回はこの方法による変位場計測の精度を調べるために三軸圧縮試験の可視化を行った．

実験で観察された軸差応力-軸ひずみ関係を図-3に示す．A～Eの各段階で図-4に示した各トレーサー粒子の変位をX線CTとPTV解析によって計測し，両者を比較した．結果を図-5に示す．上段（upper layer），中段（middle layer），下段（bottom layer）ごとに，3つのトレーサー粒子の変位を比較した．各粒子のせん断開始前の位置は図-4を参照されたい．解析精度が粒子の位置や試験の段階で異なることが分かる

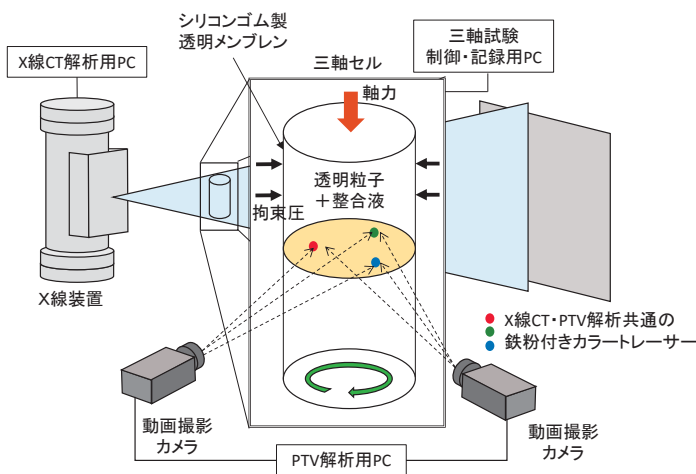


図-1 屈折率マッチング・X線CT併用による三軸圧縮試験

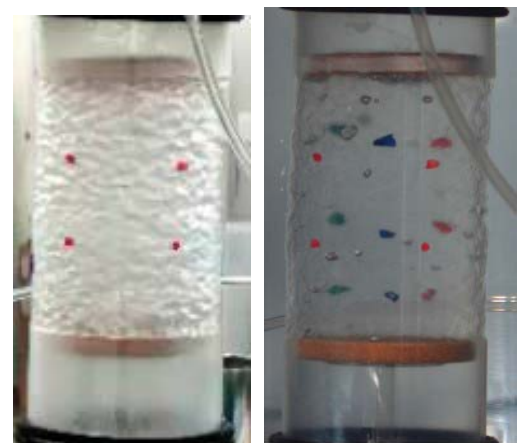


図-2 屈折率マッチングによる可視化

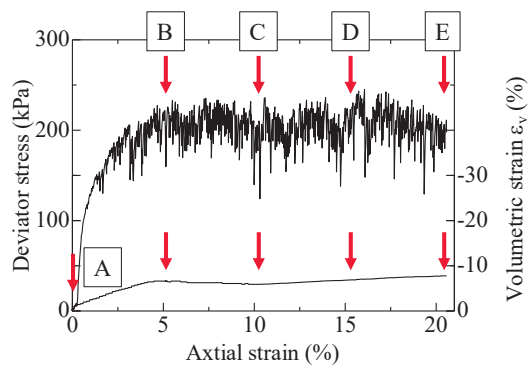


図-3 三軸圧縮試験結果

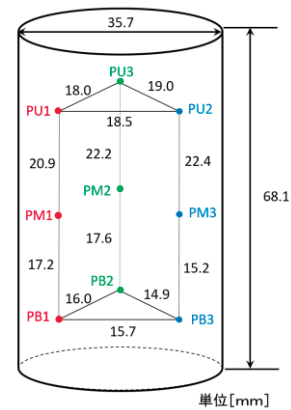


図-4 カラートレーサーの位置関係

キーワード 粒状体，可視化，変位場

連絡先 〒239-8686 横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校建設環境工学科 TEL 046-841-3810

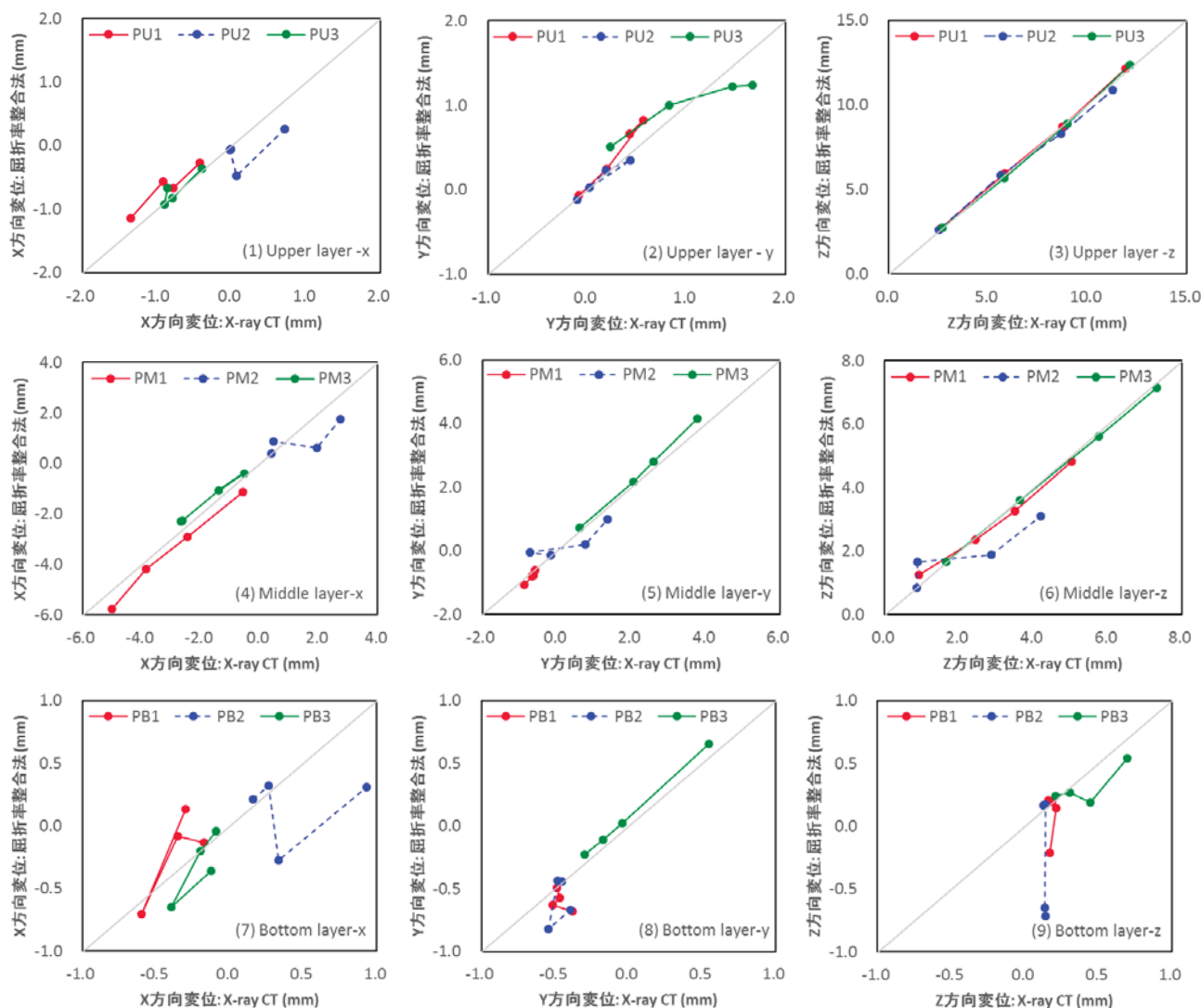


図-5 X線CTと屈折率可視化実験による変位場計測の比較

表-1 トレーサー粒子：PB2, PM2, PU2 (図-4 参照) の計測バイアス (PTV 計測/CT 計測)

段	上	中	下	上	中	下	上	中	下
方向 段階	x			y			z		
B	0.93	0.75	0.44	2.16	1.18	0.76	1.01	1.01	1.15
C	1.05	0.77	0.99	1.21	1.05	0.62	0.97	0.99	0.88
D	1.03	0.87	1.62	0.83	1.08	-0.52	0.98	0.97	0.42
E	0.78	0.86	2.78	0.74	1.10	1.20	1.02	0.97	0.77

CT 計測に対する PTV 計測の比で定義されるバイアスをトレーサー粒子ごと、x, y, z 方向ごと、試験の段階 (図-3 の B~E) ごとに算出した結果の一例を表-1 に示す。せん断の進展に伴いバイアスに変化し、精度が極端に低下する現象が生じるのは、他のトレーサー粒子の陰になるためである。これを補うには、カメラの数を増やす方法が考えられる。今後は、その適用性を検討したい。

参考文献 1) Iskander, M, Bathurst, R.J. and Omidvar, M.: Past, present and future of physical modeling with transparent soils, ASTM Geotechnical Testing Journal 38(5): 557-573, 2015. 2) Viggiani, G., Andò, E., Takano, D. and Santamarina, J.C.: Laboratory X-ray tomography: A valuable experimental tool for revealing processes in soils, Geotechnical Testing Journal 38 (1): 61-71, 2015. 3) 山本圭祐, 宮田喜壽, 野々山栄人, 高野大樹, 森川嘉之: 屈折率整合・X線CTの併用による粒状体の変形挙動の可視化実験, 地盤工学会研究発表会 (投稿中), 2016.

謝辞 株式会社ライブラリーの市原秀貢氏に PTV 画像解析に関する助言を頂いた。ここに記して謝意を表す。