

基盤の逆断層運動模型実験における地盤及び構造物の定量的評価

木更津高専 学生会員 ○三原義也，宮崎博敏
木更津高専 正 会 員 鬼塚信弘，金井太一

1．はじめに

2004 年 10 月新潟県中越地震をはじめ日本各地で地震が多発している．いずれの地震も断層が原因とされ，断層運動が地表まで進展したケースでは，多くの構造物が甚大な被害を受けている．断層運動が線状地中構造物を横切る場合の耐震性向上対策を進める為には，地盤及び構造物の变形や，それぞれにかかる応力などについての定量的な評価が必要となる．本研究は既往の基盤の逆断層運動模型実験の画像データ¹⁾について定量的解析を行い，断層を識別できるように地盤及び構造物の動きの規則性を見出したので報告する．

2．模型実験のメリット・デメリット

断層運動を再現する模型実験として，二次元現象として捉えるアルミ棒モデル，三次元現象として捉える砂モデルがあり，いずれのモデルについても，メリット・デメリットがある．鬼塚らは，地盤・構造物の破壊現象を直接的に観察，記録できるメリットを生かしてアルミ棒モデルを採用し，様々な結果を示している^{1), 2)}．

3．実験概要

構造物は複数のボックスカルバートで連結した様な線状構造物とした．構造物の材料は，コンクリート製のボックスカルバートを模型サイズまで縮小するため，弾性力，浮力，摩擦力の関係式の相似則により，ポリエチレン (PE) を用いた¹⁾．地盤材料は 1.6mm と 3.0mm のアルミ棒を用い，重量比 3:2 で混合した積層地盤を作製した．コンクリートおよび砂の同一材料同士の安息角の比率を考慮して，アルミ棒が構造物に接する構造物の上下部材外側には普通紙の裏面が外側になるように貼り付けた．逆断層の角度を 45° ，層厚を 400mm に一定にした実験は，構造物の挿入位置を変化させて行った．地盤の断層変位速度は 0.067mm/sec とし，地盤の断層変位量 (鉛直変位量) V を層厚 H の 10% に相当する $V=40\text{mm}$ で実験を終了した．構造物の応力は構造物の左端から 30～1470mm の 6 箇所の上下部材内側にひずみゲージを貼って測定した．なお，画像計測の詳細は参考文献²⁾を参照していただきたい．

4．画像解析方法

本研究は，下層部に挿入した構造物のケース (写真-1, 2) について定量的解析を行う．地盤及び構造物の動きの系統

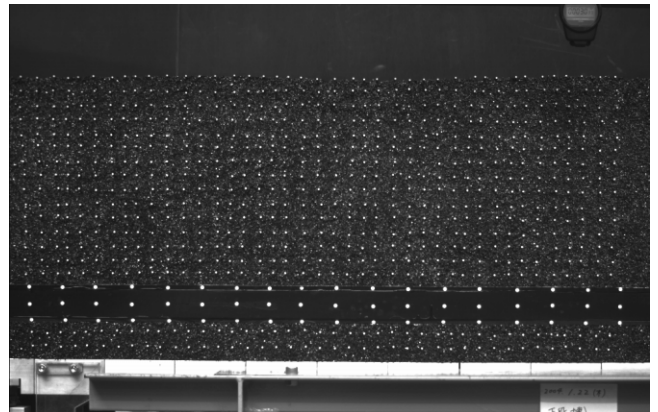


写真-1 構造物を下層部に挿入 ($V/H=0\%$)

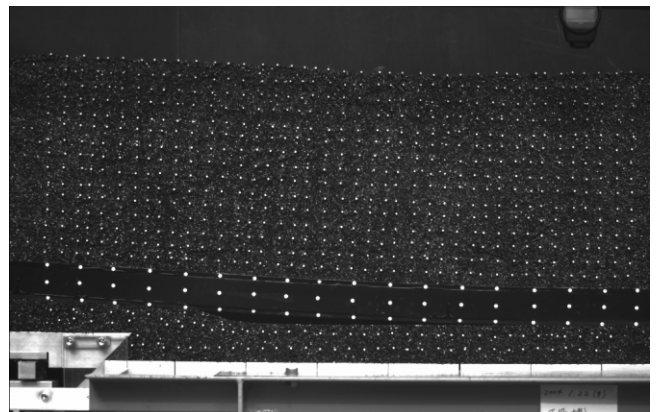


写真-2 構造物を下層部に挿入 ($V/H=10\%$)

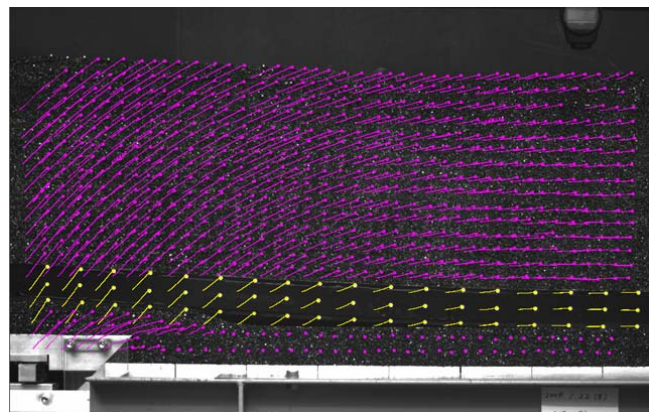


写真-3 地盤・構造物の追跡点の軌跡

キーワード：地表地震断層，模型実験，地盤，地中構造物，定量的評価

連絡先：〒292-0041 木更津市清見台東2-11-1 木更津高専 TEL 0438-30-4161 E-mail : onizuka@kisarazu.ac.jp

表-1 地盤・構造物の追跡点のグループ分け

距離	角度	記号
平均 < X	平均 < X	▲
	X < 平均	+
2 < X < 平均	平均 < X	□
	X < 平均	
0 < X < 2	平均 < X	×
	X < 平均	

注) 距離 Ave=3.56cm, 角度 Ave=27.92°, 追跡点の値 X

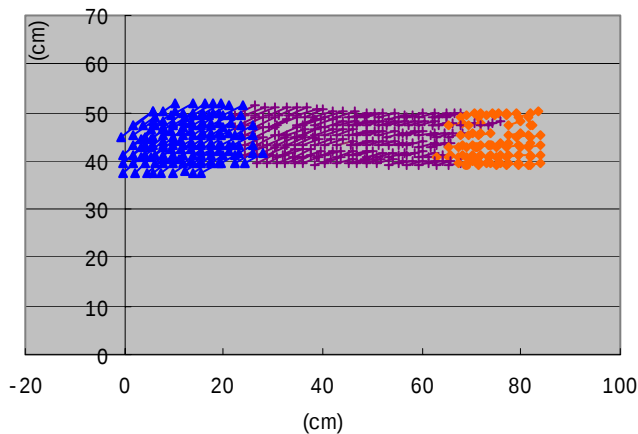


図-1 幾何学的に表示した地盤・構造物の追跡点（上層部）

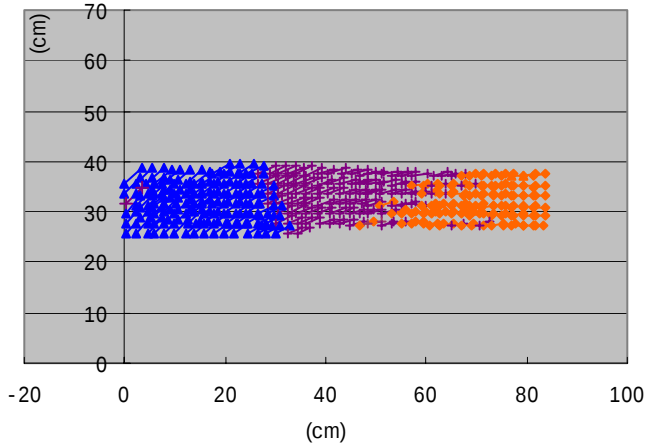


図-2 幾何学的に表示した地盤・構造物の追跡点（中層部）

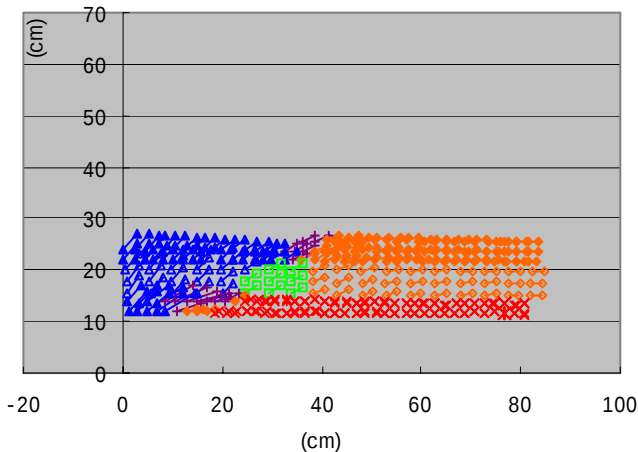


図-3 幾何学的に表示した地盤・構造物の追跡点（下層部）

的な見方をするためには、ある基準に従って試みる事が重要である。写真-3 で示した地盤・構造物の追跡点の軌跡について、同じ方向、同程度の距離を 1 つのグループとして考え、表-1 のような基準を作成した。既往の画像データ¹⁾は、指標となる白いマーキングをしたアルミ棒の間隔が広い(2cm)ため断層の位置を詳細に示すことが難しい。しかしながら、出力データ内の追跡点の移動距離に着目すると、全体的に地盤・構造物の動きに明確な差が見られた。

5. 解析結果

地盤・構造物の動きを定量化して区分し、これを幾何学的に表示した追跡点を図-1～3 に示す。追跡点の量が膨大で1枚のグラフで表示することはできないため、上層部、中層部、下層部に分けて解析することにした。なお、構造物の動きは地盤の動きと区別するため、白抜きで表示している。

図-3 をみると、構造物下の+記号の境に断層が2本出現しているのがわかる。既往の研究でも画像解析は行っているが、定性的に解析した為、断層が出現した本数は1本になっている¹⁾。基盤の断層変位が上昇するにしたがって、2本の断層が構造物下に到達すると、構造物上の地盤の動きは▲, +, のような3区分の動きをし、構造物と一体化して動きはじめる(図-1, 2)。構造物右端下は×に区別され、他の領域に比べて動きがほとんどみられない。

6. おわりに

本研究は、基盤の断層運動模型実験の定量的な画像解析を行った結果、地盤及び構造物の動きの規則性を見出し、特に模型実験下層部における断層の出現状況を確認できた。また、地盤と構造物は一体化して動く領域と動かない領域があり、詳細な設計をするためには個々の動きに着目することが重要である。実構造物には側方土圧もかかるので本研究で見られた現象とは異なるが、有限要素法などの数値解析と比較検討するためのデータは得られたものと考えている。今後は模型実験の構造物挿入位置の違いによる画像データの定量的解析を行っていく予定である。

【参考文献】

- 1) 鬼塚信弘, 堀 宗朗, 小国健二, 金井太一, 海保大樹, 西村能和: 模型実験における逆断層運動に伴う地中構造物の影響について, 応用力学論文集 Vol.7, pp.875-882, 2004.
- 2) 鬼塚信弘, 堀 宗朗, 佐藤恒明, 金井太一: 逆断層運動模型実験における地盤変動の定量的解析, 土木学会応用力学論文集 Vol.6, pp.685～692, 2003.
- 3) 土木学会地震工学委員会: 土木構造物の耐震設計入門, 土木学会 pp.161～231, 2000.