

(Ⅲ-69) 基盤の鉛直断層変位による砂地盤の地表変形構造に及ぼす 密度の影響の実験的検討

横浜国立大学工学部 学生会員 ○河合貴行、香川敬祐
横浜国立大学大学院工学研究院 正会員 谷 和夫

1、はじめに

地震によって基盤の断層が大きく変位すると、これを覆う第四紀層等(未固結被覆層)の内部や地表面に特徴的な変形(地表地震断層)が出現する。この地表地震断層の変形構造を調べる研究は、従来、断層活動性調査の精度向上を主な目的として行われてきた。しかし、1999年に相次いで起こったトルコのコジャエリ地震、台湾の集集地震を契機として、最近では地震動だけでなく地表地震断層のずれによって土木構造物が被害を受ける問題が注目されている。

未固結被覆層の変形構造を調べる研究は、主に密な砂地盤に対する模型実験で行なわれてきた(小山・谷、2001¹⁾)。しかし、砂の変形・強度特性は密度に依存するため、この影響を検討する必要がある。そこで本研究では砂地盤の密度を4通りに変化させ、鉛直断層による未固結被覆層の変形構造を実験的に検討した。

2、模型実験の概要(図1参照)

2-1、模型地盤 気乾状態の豊浦標準砂(土粒子の密度 $\rho_s=2.625\text{g/cm}^3$ 、平均粒径 $D_{50}=0.17\text{mm}$)を試料に用いた(小山・谷、2001¹⁾)。空中落下法において落下高さ $h_f(\text{cm})$ とホッパーのスリット幅 $w_{\text{slit}}(\text{mm})$ で密度を制御し、層厚 $H=200\text{mm}$ の均一な模型地盤を作製した。砂層の両端には境界条件の影響を軽減するために緩衝部材を置いた。

2-2、実験方法 密度の影響を検討するため、間隙比 $e=0.65, 0.70, 0.75, 0.80$ の4ケースで実験を行った(表1)。実験装置は、土槽底部(基盤に相当)が二つのブロックに分割されており、一方のブロックを分割面に沿って相対的に鉛直方向(最大 $v=18\text{mm}$)に移動させることにより基盤の鉛直断層変位を模擬することができる。断層変位量をダイヤルゲージで確認しながら静的に制御し、任意の変位段階で地表面の変形構造をスケッチおよびレーザー変位計により記録した。スケッチでは、特にせん断層の性状と位置関係に着目した。一方、レーザー変位計による計測では、断層線と直交する方向の地表面の縦断面図を作成し、勾配を算出することを目的とした。

3、模型実験の結果

3-1、地表面に現れるせん断層の形状について 渡邊・

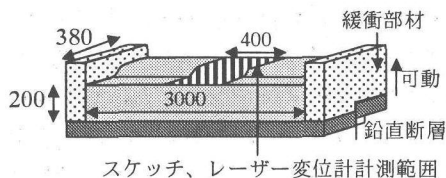


図1 模型地盤と計測範囲(単位: mm)

表1 実験ケース

ケース	$h_f(\text{cm})$	$w_{\text{slit}}(\text{mm})$	e	$D_r(\%)$
①	80	1	0.65	87
②	55	2	0.70	73
③	80	3	0.75	60
④	50	3	0.80	47

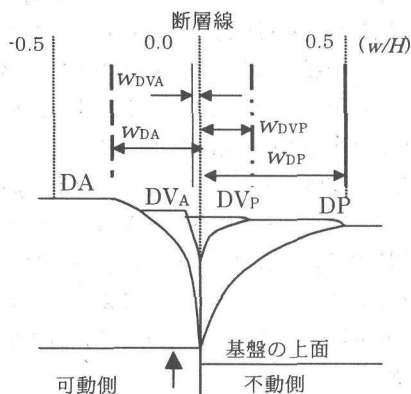


図2 せん断層分類図

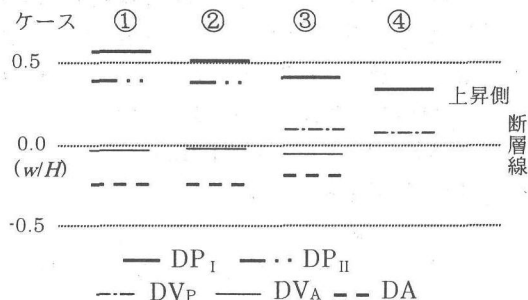


図3 せん断層位置関係概略図($v=18\text{mm}$)

キーワード：断層・変形・密度・模型実験

〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5 土木工学棟 Tel 045-339-4034

谷(2002)³⁾に従い図2のように各せん断層を分類した。地表面のスケッチを元に、異なる密度(ケース①～④)に対する各モードのせん断層の位置関係を図3に示す。これから以下の2点がわかる。

(1) e が小さくなるとDP、DAがより断層線より遠方に現れる。

(2) e が小さくなるとDPが2本現れる。

(1)については、密な砂地盤は正のダイラタンシーのため膨張性があり、基盤で起こったせん断変形をより遠くに伝播するからだと考えられる。(2)については、正のダイラタンシーのため側圧 σ_h が増加し、受働側のせん断層の発達を促進したためだと考えられる。

3-2、どの程度の変位を与えると地表面が変形するか各せん断層が地表面に達した鉛直変位量に注目した(図4)。DPは e が小さいほど小さい断層変位で現れ、一方DV_F、DV_A、DAに関しては、それほど顕著ではないが、同様の変化が見られた。これは、密な状態の砂は正のダイラタンシーで膨張しようとし、基盤付近で起こったことを早い変化段階で地表面に伝播するためである。

3-3、地表変形の範囲について せん断層の断層線からの距離を図5に示す(鉛直変位 $v=18\text{mm}$)。 e が小さいほどDPとDAは断層線より遠くに現れたが、DVについて e の影響は見られない。これは、受働側のせん断層の到達距離は主働側より顕著に ϕ の影響を受けるためである。

3-4、変形構造の性状について 性状については、鉛直変位 $v=18\text{mm}$ 与えた時の地表面の最大勾配 θ_{MAX} (図6)、またその断層線からの距離 W_θ (図7)で示す。最大勾配は各モードのせん断層が出る範囲での最大値を取った。DPの最大勾配が卓越して大きい。最大勾配の大きさについては密度による影響は見られなかった。また、最大勾配までの距離に関しては、ほぼせん断層の位置と一致した(図5、7)。

4、まとめ 以下の3点の結論が得られた。

- 1)密度が高いとDP、DAがより外側に現れる。また密度が高いと受働側でせん断層の発達がより顕著になる。
- 2)密度が高くなるとより小変位でせん断層が現れる。
- 3)DPの最大勾配が他より圧倒的に大きい。また、最大勾配の大きさは密度の影響をそれほど受けない。

参考文献 1)小山良浩・谷 和夫：横ずれ断層実験で観察された砂地盤上に発達するせん断層の変形構造、第28回土木学会関東支部技術研究発表会、pp.496-497、2001。
2)渡邊 亮・谷 和夫：縦ずれ断層変位に伴って砂層に発達するせん断層の地表面到達位置に関する理論モデル、土と基礎、2001(査読中)。

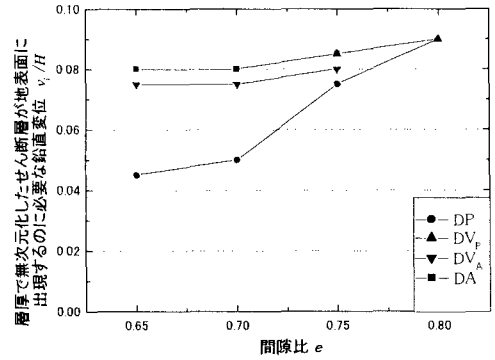


図4 鉛直変位と間隙比の関係

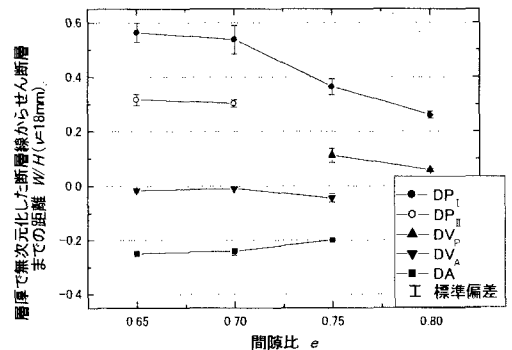


図5 断層線からせん断層までの距離と間隙比の関係

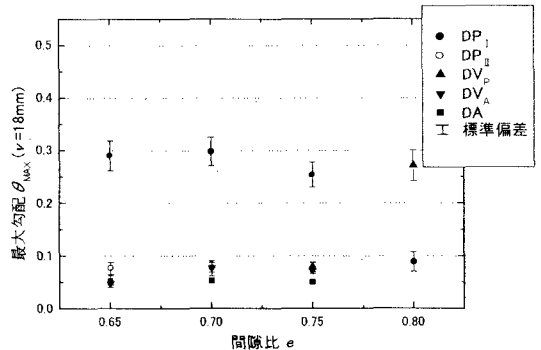


図6 各せん断層の最大勾配と間隙比の関係

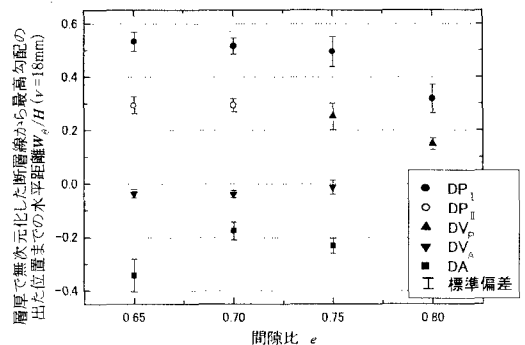


図7 断層線から最大勾配の出た位置までの距離と間隙比の関係