

縦ずれ断層による地盤変形を緩和・抑制する地盤改良効果の数値解析

Numerical estimates of effectiveness of improved ground to reduce and suppress ground displacement by dip-slip fault

轟俊太郎*
shuntaro todoroki

*構造強度学研究室（指導教員：岩熊哲夫 教授）

活断層の動きに伴う構造物周辺地盤の堆積砂層の変形が被害を及ぼす．この被害を軽減する手段として、緩和・抑制する地盤改良方法が提案されている．本研究では、局所変形からその後のすべり発生までの一連の発達パターンをよく予測できる構成モデルを用いて、断層変位を緩和・抑制する地盤改良の効果を評価することができた．また、地表面の変形挙動と地盤内部の応力状態に地盤改良位置や配置形状の違いが及ぼす影響を定性的に捉えることができた．

Key Words : improved ground, localization of deformation, stress concentration

1. はじめに

我が国のような地震国では、地震動による問題だけではなく、活断層の動きに伴う堆積砂層の変形が外力として地表面及び地中の構造物に作用し、大きな被害を及ぼす可能性がある．しかし、道路や鉄道等の線上の土木構造物は活断層を横断して建設せざるを得ない場合がある．このような場合に断層変位による被害を軽減する手段として、その位置を基に断層変位を緩和・抑制する地盤改良方法¹⁾が提案されている．

本研究では、局所変形からその後のすべり発生までの一連の発達パターンをよく予測できる構成モデル²⁾を用いて、断層変位を緩和・抑制する地盤改良の効果を評価する．また地表面の変形挙動と地盤内部の応力状態に地盤改良位置や配置形状の違いが及ぼす影響を定性的に捉える．

2. 解析モデル

地盤改良をしていない場合に発生した連続方向のせん断帯の地表面到達位置をまず求め、その位置を基に表層地盤を EPS と剛板で置換した 4 種類のモデルについて解析し、地表面での局所変形の緩和・抑制効果の比較を行う．地盤改良の方法については文献¹⁾を参考にして、発泡スチロール (EPS) のみを長方形形状あるいは逆台形形状に用いる場合、鋼板のみを用いる場合、さらに両方を二層構造として用いる場合を対象とした．

3. 各材料の材料定数と各パラメータの設定

地盤材料については、文献²⁾において断層変位による地盤材料の変形の局所化を比較的良く予測できていることから、同様のパラメータを設定した．剛板には実験で使用された軟鋼 SS400 の値を用い、EPS は一軸圧縮試験の結果を基に値を設定した．

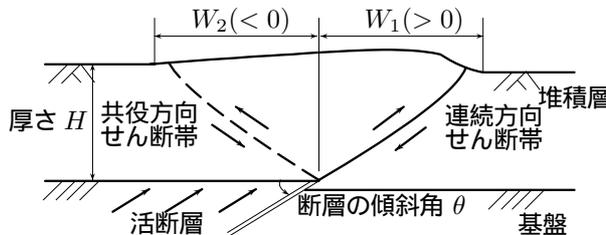


図-1 断層変形問題の概要

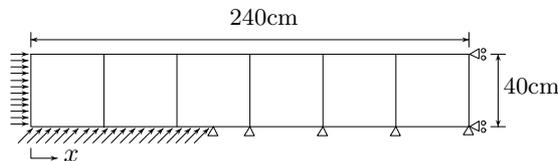


図-2 解析対象領域と境界条件

4. 解析対象領域と境界条件の設定

本解析で用いた解析対象領域を図-2 に示す．境界条件は、左側半分の底面は断層の傾斜角 $\theta = 30^\circ$ 方向に強制変位を与え、左側面は左側半分の底面に与えた水平変位と等しい大きさの強制水平変位を与えた上で、鉛直方向にはローラー支持とし、活断層のずれを表現した．右側部分は図-2 の通りである．

5. 解析結果

図-3 は、改良なしの場合の相当残留ひずみ分布である．せん断帯の地表面到達位置に局所変形が集中して発達している．また連続方向だけではなく底辺の活断層部から共役方向へのせん断帯の発達も確認される．

(1) EPS のみを用いた場合

図-4 は、EPS のみを用いて連続方向のせん断帯のみを考慮して配置したものである．EPS が局所化した変形を緩和していることがわかる．EPS の剛性が現地盤



図-3 地盤改良なし



図-5 EPSのみ, 長方形形状, $h_{eps}=10$ cm, $L_{eps}=140$ cm



図-7 剛板, $h_{st}=2$ cm, $L_{st}=90$ cm



図-4 EPSのみ, 長方形形状, $h_{eps}=10$ cm, $L_{eps}=90$ cm



図-6 EPSのみ, 逆台形形状, $h_{eps}=10$ cm, $L_{eps}=90$ cm



図-8 二層構造, $h_{st}=2$ cm, $h_{eps}=10$ cm, $L_{st,eps}=140$ cm

よりも小さく, 周辺地盤応力が左端部に集中的に作用している. 図-5は, 連続方向と共役方向の両せん断帯を考慮し地盤改良を行ったものである, 局所化したずれ変形を緩和し, EPS 端部への応力集中がない. 地表面もなだらかになっている. 図-6は, 連続方向のせん断帯のみを考慮して, EPS の配置形状を逆台形形状としたものである. 図-4で生じていたEPS 端部への応力集中が減少している.

(2) 剛板のみを用いた場合

剛板のみを用いた場合を図-7に示した. 局所的な変形が緩和できている. しかし, 剛板両端部に応力集中が発生し, 剛板両端部付近で地表面が盛り上がっている.

(3) 二層構造を用いた場合

EPS と剛板の両方を用いた場合を図-8に示した. 改良なしの場合にみられた局所的な変形が緩和できている. しかし, EPS は地盤よりも剛性が弱いため, 剛板のみの場合より剛板両端部へ応力が集中している.

(4) 地表面の変位挙動

地表の水平位置と地表面の傾斜角あるいは変位を図にしたものを図-9, 図-10に示す. EPS のみを用いた場合には配置位置や形状によって地表面の傾斜角と変位量共に減少し地盤改良効果が期待できる. 両方を用いた二層構造は, 図-11をみると, 剛板部分での傾斜角は小さくなるものの, 剛板端部では大きな傾斜が生じ, 変位量も増加している. ここでは剛板のみの場合は図で示していないが, 二層構造と同じに剛板端部で大きな傾斜が起こり変位量が増加している.

6. まとめ

EPS のみを用いた場合には, 共役方向のせん断帯も考慮した配置にした場合と配置形状を逆台形形状にした場合に地盤改良の効果が発揮された. 剛板を用いた場合に, 剛板端部に応力が集中し, 変位量が逆に増加してしまうことから, 効果的ではない.

参考文献

- 1) 谷和夫: 岩盤の表面ないし内部に立地する構造物を地表地

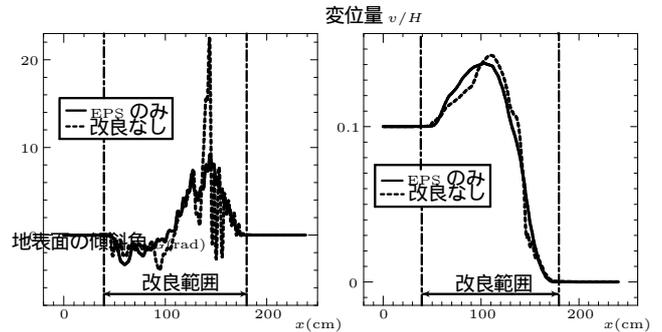


図-9 共役方向のせん断帯を考慮した配置での地表面挙動

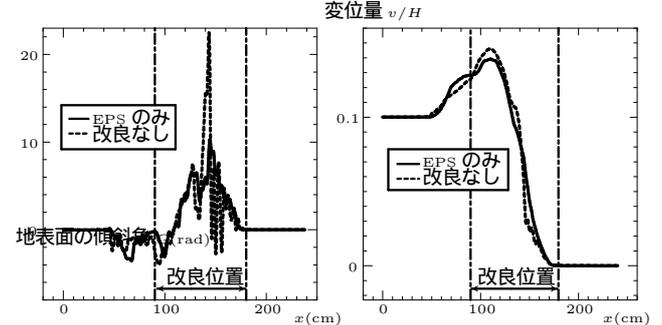


図-10 EPS を逆台形形状に設置した場合の地表面挙動

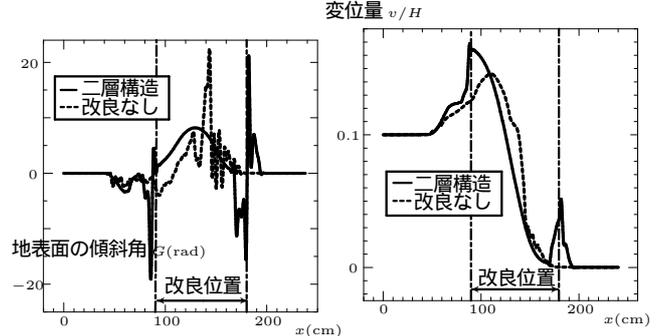


図-11 二層構造を用いた場合の地表面挙動

震断層から守るために地盤を改良する工法の提案, 第32回岩盤力学に関するシンポジウム, pp.101-106, 2003.

- 2) 白戸真大, 岩熊哲夫: 微視すべりを組み込んだ構成モデルとその大変形問題への応用, 土木学会論文集, No.598/I-44, pp.257-268, 1998.

(2005年2月15日提出)