

海底地すべりによる正断層群の形成過程に関する数値解析的検討

中部電力(株) ○(正)山田英司, (正)河村精一
 名古屋大学 (フェロー)野田利弘, (正)中井健太郎
 地震予知総合研究振興会 (フェロー)浅岡顕

1. はじめに

地すべり移動体の内部では、複数のリストリック正断層が平行に形成されて断層群を成すことも多い¹⁾。本報告では、海底地すべり移動体内に存在する正断層群形成過程に関する数値解析的検討結果について述べる。解析には骨格構造概念に基づく土の弾塑性構成式 **SYS Cam-clay model**²⁾を搭載した水～土骨格連成有限変形解析コード **GEOASIA**³⁾を用い、固結状況が異なる水平堆積した3つの海底地盤(地盤1:堆積直後の状態, 地盤2:未固結～半固結状態, 地盤3:固結状態)を対象として、地盤傾斜時の挙動を調べた。ここでは、地盤の堆積後は続成作用により固結が進行して強度が増加する⁴⁾点に注目した。すなわち、堆積完了時の状態を基準とし、続成作用が進行すると、土粒子実質部分(間隙比)は変わらないが、セメンテーション等により土の骨格構造が発達すると考え、固結状況の違いを土の骨格構造の発達度や発達速度の違いとして表現した。

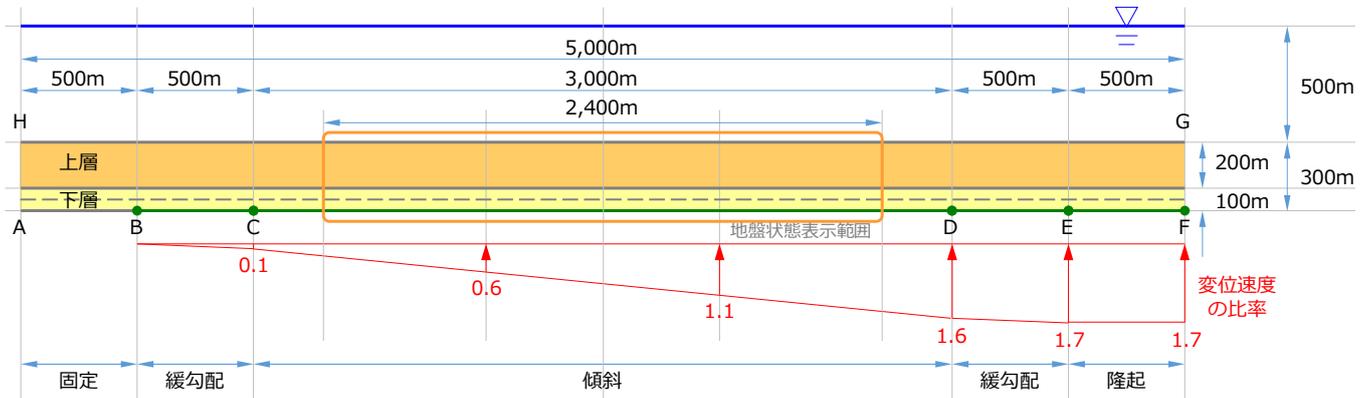


図-1 解析領域と境界条件

2. 解析条件

図-1 は解析領域と境界条件を示す(二次元平面ひずみ条件)。底面・側面は非排水境界, 上面は排水境界とし, 底面境界の一部に変位速度を与えることで隆起を再現して地盤を傾斜させた。上層(層厚 200m)は砂と粘土の中間の土(中間土), 下層(層厚 100m)は砂分優勢の土で構成される地盤を想定し, 表-1 に示す材料定数を用いた。

土の骨格構造の働きを表す構造の程度 $1/R^*$, 過圧密比 $1/R$, および側圧係数 K_0 は各層内で一様に分布すると仮定し, 固結度合いに応じた構造の程度 $1/R^*$, 過圧密比 $1/R$ を設定して, 土被り圧に応じた比体積 $v (=1+e, e: 間隙比)$ の分布を決定した。図-2 は初期状態の深度方向分布を示す。

表-1 解析に用いた材料定数

	上層	下層・上	下層・下	
【弾塑性パラメータ】				
圧縮指数 λ		0.040		
膨潤指数 $\bar{\kappa}$		0.002		
限界状態定数 M		1.00		
NCLの切片 N		1.77		
ポアソン比 ν		0.33		
【発展則パラメータ】				
正規圧密土化指数 m	0.6		0.3	
構造劣化指数 a ($b = c = c_s = 1.0$)	地盤 1	2.4	3.0	
	地盤 2	2.4	3.0	2.0
	地盤 3	0.4		1.0
回転硬化指数 b_r	0.001		1.0	
回転硬化限界定数 m_b	0.001		1.0	
透水係数 k (cm/s)	5.0×10^{-6}	5.0×10^{-5}	5.0×10^{-5}	
土粒子密度 ρ_s (g/cm ³)		2.689		

キーワード 海底地すべり, 正断層, 続成作用, 弾塑性, 土の骨格構造

連絡先 〒461-8680 名古屋市東区東新町1 中部電力(株)土木建築室 TEL: 050-7772-1245

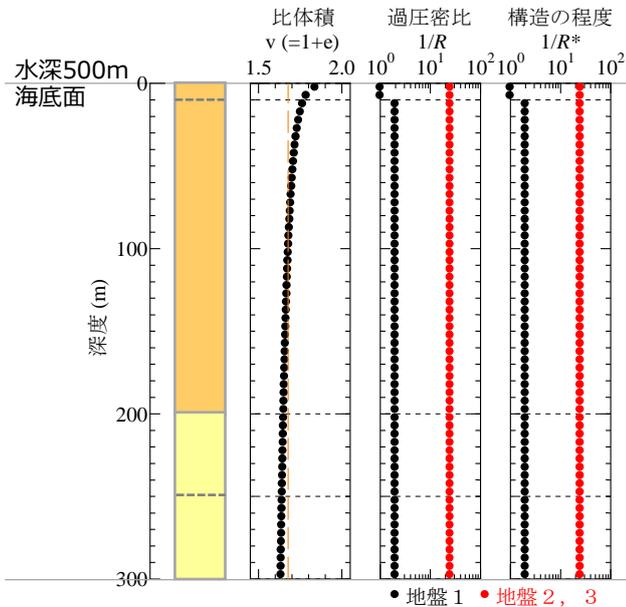


図-2 初期状態の深度方向分布

3. 解析結果

図-3 は、傾斜した地盤内のせん断ひずみ分布を示す。未固結～半固結状態を想定した地盤2では、せん断ひずみの局所化領域が進展して「すべり線」が経時的に位置を変えて次々と発生し、ほぼ並行にリストラク的な正断層群が形成される。しかし、堆積直後の地盤1や固結が進行した地盤3では、リストラク的な正断層群が形成されなかった。図-4 は示す地盤2の相対変位ベクトル分布（鉛直成分の上向きを正として色分け）、比体積変化分布（圧縮：正）を示す。すべり線に沿ってブロックは後方回転し、すべり線の先端が砂分優勢土層に達すると、体積圧縮する領域が広がることによって地盤浅部の変位が吸収され、すべり線は不明確になることが分かる。

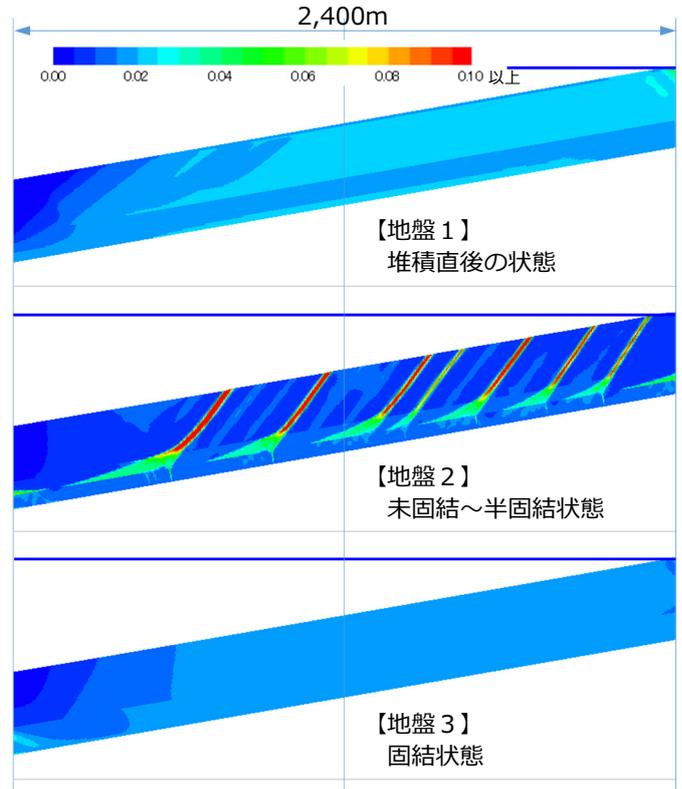


図-3 傾斜した地盤内のせん断ひずみ分布

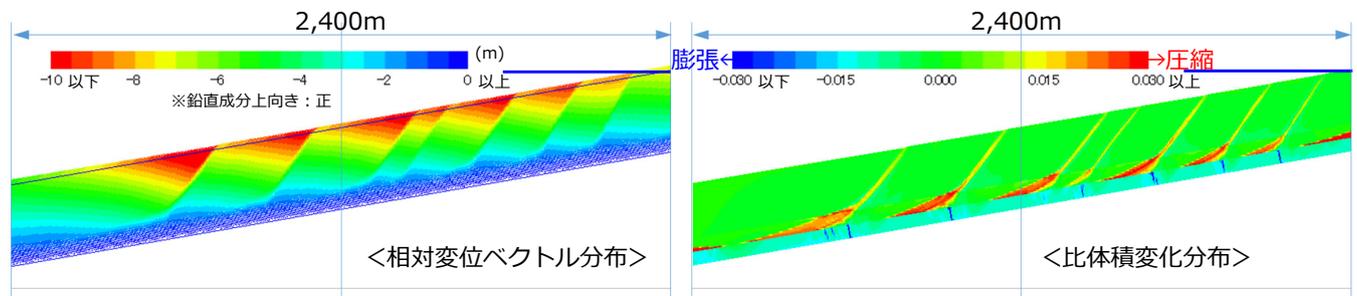


図-4 地盤2の相対変位ベクトル分布と間隙比変化分布

4. おわりに

海底地盤が傾斜する際、未固結状態や十分に固結した状態では正断層は形成されないが、その間の状態でリストラク的な正断層群が形成されることが分かった。このことは、一旦形成された正断層群は時間が経過して固結が進行すると再度すべりが起こらないことを示すとともに、リストラク的な正断層群が形成された年代がいつ頃かを調べる新しい力学的な手法が存在する可能性も示している。

参考文献 1) ノンテクトニック断層研究会 (2015): ノンテクトニック断層—識別方法と事例—, 近未来社. 2) Asaoka, A., Noda, T., Yamada, E., Kaneda, K. and Nakano, M. (2002): An elasto-plastic description of two distinct volume change mechanisms of soils, Soils and Foundations, 42(5), pp.47-57. 3) Noda, T., Asaoka, A. and Nakano, M. (2008): Soil skeleton-water coupled finite deformation analysis based on a rate-type equation of motion incorporating the SYS Cam-clay mode, Soils and Foundations, 48(6), pp.771-790. 4) 後藤繁俊, 鈴木恵三 (2011): 軟岩・宮崎層群の続成作用と一軸圧縮強度の関係について, 応用地質, Vo.52, No.4, pp.143-148.