# 鉱さい堆積場の液状化被害の有効応力動的解析によるシミュレーション

大成建設 正会員 〇立石 章

## 1. はじめに

2011 年東北地方太平洋沖地震において、東北地方の三つの鉱さい堆積場でスライムと呼ばれる鉱さいが流出する 被害が報告されている<sup>1)</sup>。本報は、液状化によって流出したと推定されている堆積場を対象として、有効応力動的 解析 LIQCA<sup>2</sup>によりシミュレーション解析を実施したので報告する。

### 2. 堆積場の被害の概要

対象とする鉱さい堆積場 の構造と寸法を集積場管理 対策研究会報告書<sup>1)</sup>(以下、 研究会報告書)にしたがっ て図1に示す。本堆積場は、 下流側にダムの役割をする 基礎土かん止堤があり、そ の背後にスライムを埋め戻 して造られている。なお、 本検討では、スライム層の 直下には旧表土があり、そ の下方に基盤岩があると想 定した。被災時の地下水位 は、研究会報告書より斜面 部ではGL-2.7m付近である。





	基本地盤物性値					動的解析用物性値			
土質名	湿潤 密度	N値	細粒分 含有率	塑性率	平均 粒径	単位体積 重量	せん断波 速度	液状化 強度	透水 係数
	ρt		Fc	Ip	D50	γt	Vs	RL20	k
	(g/cm3)		(%)		(mm)	(kN/m3)	(m/sec)		(m/sec)
スライム層	1.89	5	82	N.P.	0.025	18.5	170	0.254	3.0E-08
旧表土	-	30	-	-	-	19.0	300	-	3.0E-08
基盤岩	-	50以上	-	-	-	21.0	1000	-	-
基礎土かん止堤	_	9	-	-	_	19.0	210	-	3.0E-08

表1 検討用地盤物性値

本堆積場では、東北地方太平洋沖地震により斜面部の法尻から法 肩まで地表より数m程度のスライム層が崩壊し流出するという被害 が発生したが(図1の赤い線)、平場部には噴砂の跡が多数見られた こと、流出したスライムは泥流と化して基礎土かん止堤を乗り越え て流れ出したこと、から液状化が原因と推定されている。



#### 3. 解析条件および解析方法

図2 入力地震動

解析のための地盤物性値を表1に示す。ここに、スライム層の基本地盤物性値のみ研究会報告書より設定し、その他の土層についてはN値、単位体積重量を設定した。せん断波速度は、スライム層、旧表土および基礎土かん止堤については、設定N値よりいずれも粘性土として道路橋示方書V耐震設計編の簡易推定式より求めた。基盤岩は1000m/secとした。スライム層の液状化強度は集積場技術指針<sup>30</sup>の簡易推定式を用いて設定N値から与えた。透水係数は、基盤岩以外はCreagerより粗粒粘土として与えた。入力地震動は、本堆積場から15kmほど離れたKiK-net藤沢での地表観測波を基盤岩まで等価線形解析で引き戻し(図2)、入射波として用いた。

解析方法は、一般社団法人 LIQCA 液状化地盤研究所が開発した LIQCA2D13<sup>2</sup>を用いた。スライム層は繰返し弾 塑性モデル、旧表土および基礎土かん止堤は修正 R-O モデル、基盤岩は弾性モデルとした。

## 4. 解析結果

キーワード 液状化、鉱さい堆積場、有効応力解析

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株) 土木技術研究所 地盤・岩盤研究室 TEL 045-814-7236

解析結果として、地表面の水平加速度、水平変位の時刻歴を図3、図4に、スライム層の有効応力減少比時刻歴、 有効応力径路を図5、図6に、解析最終時刻の残留変形図を図7に示す。以下のことがわかる。

- 図5より、平場部では地震の最初のイベントで有効応力減少比が1.0に達しているが、斜面部では0.8程度 で頭打ちとなっている。これは、図6の有効応力径路より、斜面部では初期せん断応力の作用により有効応力 が減少すると破壊線に到達してそれ以降は減少せずに、せん断変形が進行する状態となったためである。
- 図3より、平場部では最初のイベント以降は液状化したために加速度に振幅減衰が起こっているが、斜面部 ではせん断破壊状態のため振幅が残っている。図4より2回のイベントごとにスライム層は大きく変形してい ることがわかる。図7より、最終的には斜面部地表が法肩から法尻まで2m以上変位する結果となり、本堆積 場のスライム層の液状化およびせん断破壊によって流動したことがほぼシミュレーションできた。
- 4. まとめ

0

0

-0.2

東北地方太平洋沖地震において鉱さいの流出した堆積場を対象に2次元有効応力動的解析を実施したところ、鉱 さいが液状化およびせん断破壊によって流動したことがシミュレーションできた。今後は、堆積場の液状化対策の 評価に応用していく予定である。

参考文献 1) 経済産業省鉱山保安課:集積場管理対策研究会報告書、2012年6月、

http://www.meti.go.jp/policy/safety\_security/industrial\_safety/oshirase/2012/06/240622-1.html.

- 2) 一般社団法人 LIQCA 液状化地 盤研究所: LIOCA2D13 · LIQCA3D13 (2013 年公開版) 資料, 平成 25 年 11 月 13 日.
- 経済産業省:鉱業上使用する工 作物等の技術基準を定める省 令の技術指針、pp113-120、平 成24年11月30日.









図5 スライム層の有効応力減少比時刻歴



有効平均主応力(kN/m2)

10

0

0 10 20 30 40 50 60

