

## 中層混合処理による灰土を対象とした切土のり面保護工の設計・施工

三井住友建設(株) 正会員 ○戸村 豪治 正会員 程塚 保行 坂本 慶太 安田 泰

### 1. はじめに

南九州の阿蘇地域周辺に広く分布する火砕流堆積物である灰土は、非常に鋭敏比が高く、乱したときに強度が極端に低下する特殊土として知られる<sup>1)</sup>。

本報では、灰土を対象とした切土のり面の保護工として中層混合処理工法による地盤改良を適用し、円弧すべり面法による安定検討および弾塑性モデルを用いた事前FEM解析を行うとともに、計測工によって地山挙動を監視しながら施工を行った事例についてその概要を報告する。

### 2. 工事概要

本工事は熊本県で計画された最終処分場埋立地建設工事である。図1に当該箇所の平面図を示す。地下躯体の建設にあたり、1:0.6の急傾斜勾配からなる最大高さ18mの切土のり面が計画されていたが、図2に示すように、工事箇所周辺は黒ボク、赤ボクのローム層の下部に掘削対象土の大半を占める阿蘇4火砕流堆積物(A4-c)が存在していた。A4-c(灰土)は、N値が0~1程度と非常に軟弱で、さらに自然含水比が液性限界より高く、図3に示すように乱したときに強度が極端に低下する施工上取り扱いが難しい特殊土である。このため、当初計画されていたグラウンドアンカーによるのり面補強対策では、軟弱地盤に設置した受圧板の支圧力不足や砂層からなる定着層の長期的な安定性が懸念されることから、中層混合処理工法による地盤改良を用いたのり面保護壁工を採用することとした。

### 3. 施工手順

のり面保護工は、各断面の掘削前に中層混合処理工法により鉛直方向に地盤を改良して築造した。施工手順を図4に示すが、深度10mの改良を3回に分けて実施し、改良体の強度発現を待って3日経過後にそれぞれ掘削を開始した。

### 4. 円弧すべり面法による安定検討

のり面保護工の設計では、最初に修正 Fellenius 法により、改良体を通るすべり面に対する検討を行い、改良体の必要強度を決定した。すべりに対する安全率は、切土高が高く、切土後の作業期間が約20ヶ月と長期になることや地層の不陸等を踏まえて1.1以上とした。さらに、改良体を重力式擁壁とみなして、背面土全体の土圧に対する滑動および転倒に関する検討を行い、それぞれの安全率が1.2以上となることを確認した。

### 5. FEM解析による検討

施工中および施工後の地山およびのり面保護工の挙動を把握するため、事前に2次元FEM解析により、各施工段階を考慮したステップ解析を実施した。

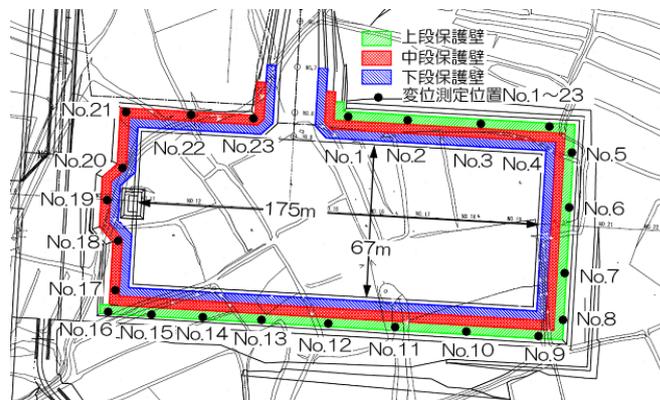


図1 平面図

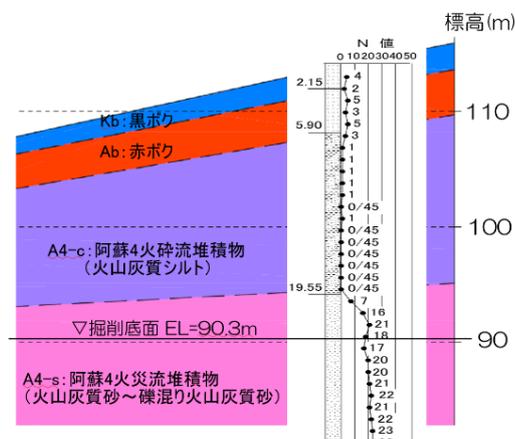


図2 地質縦断面図



図3 灰土の性状

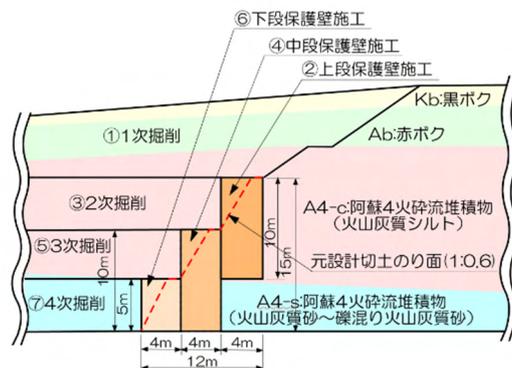


図4 施工手順

キーワード 法面保護, 地盤改良, 灰土

連絡先〒270-0132 千葉県流山市駒木 518-1 三井住友建設(株) 技術研究所 土質地盤グループ TEL04-7140-5201

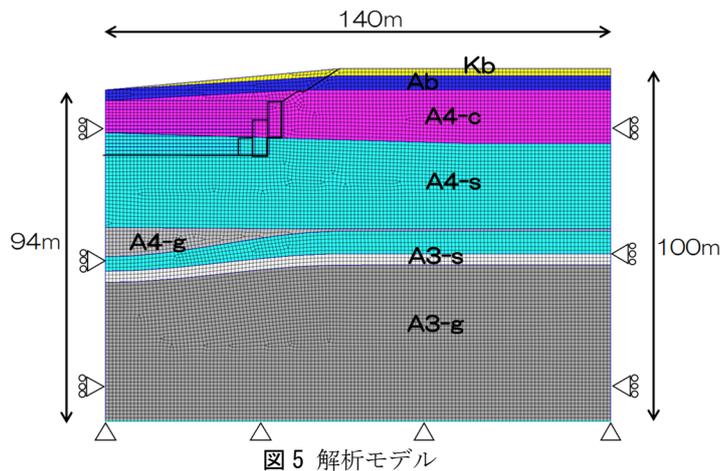


図5 解析モデル

解析モデルと境界条件を図5に示す. 解析には汎用の地盤解析プログラム SoilPlus を使い, Mohr-Coulomb の破壊規準に従う弾塑性モデルを使用した. 解析に用いた地盤定数および地盤改良体の物性値を表1に示す. 保護壁の変形係数は, セメント系の地盤改良体の一軸圧縮強度と変形係数の関係<sup>2)</sup>より,  $E=170qu$  として求めた.

図6, 図7に最終掘削完了時におけるのり面保護工周辺の変位および塑性化領域の分布図を示す. 合成変位では, 掘削解析の性質上, 弾性領域における除荷時の鉛直方向のリバウンドの影響が見られたものの, 図6に示すように水平変位の最大値は最終掘削完了時の中段保護壁の改良体部分で約25mmとなった. また, 図7に示すように, 掘削の途中から上段保護壁下部背面付近のA4-cとA4-sの地層境界付近で塑性領域の発生がみられたが, 保護壁の設置により掘削に伴う塑性領域の拡大が抑制され, 最終的な範囲も限定的であることから, のり面保護工および周辺地盤の健全性は確保されるものと判断した.

## 6. 変位計測結果

施工中は図1に示した計23カ所で保護壁頭部の変位計測を実施した. 各断面より抜粋した水平変位を図8に示すが, 最大値は上段保護壁に設置したNo.1~3で, 最終掘削完了時に23mmとなった, 計測は各断面で1カ所のみのため, 直接の比較はできないものの事前解析結果による予測値とほぼ整合しており, 日々の目視点検でも異常は見られなかったことから安全な施工ができたものとする.

## 7. まとめ

図9に掘削完了後の全景を示す. 本工法の利用は, 工事の安全性向上に寄与し, 境界の影響等で背面に余裕がない場合も選択肢となるため, 状況によっては有効な土留め工法となると考える.

## 参考文献

- 1) 土質工学会九州支部:九州・沖縄における特殊土, 1983.
- 2) 日本建築センター:改訂版 建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針—セメント系固化材を用いた深層・浅層混合処理工法—, pp. 349, 2002.

表1 各地盤定数

土層	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	変形係数 (kN/m <sup>2</sup> )	ポアソン比	粘着力 (kN/m <sup>2</sup> )	内部摩擦角 (°)
Kb	12.5	10000	0.45	61.8	8.6
Ab	14.8	18000	0.45	41.0	6.2
A4-c	15.3	40000	0.45	41.8	4.3
A4-s	17.0	78000	0.30	0.1	37.0
A4-g	19.0	119000	0.30	0.1	44.0
A4/3-h	19.0	743000	0.45	196.0	21.0
A3-s	19.0	472000	0.30	0.1	40.0
A3-g	21.0	661000	0.30	0.1	45.0
保護壁	16.0	68000	0.30	200.0	4.3

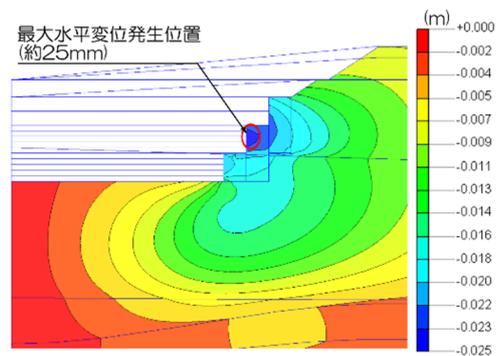


図6 解析結果(水平変位)

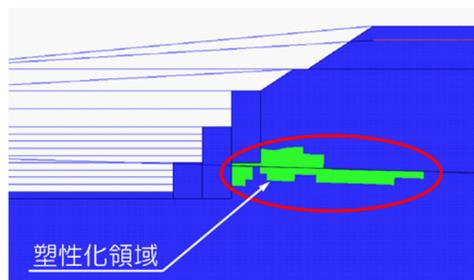


図7 解析結果(塑性化領域)

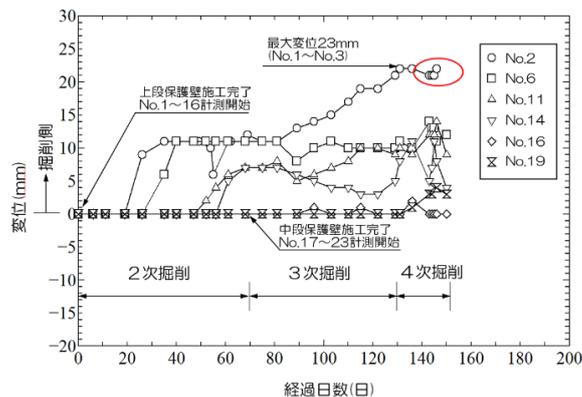


図8 保護壁変位の経時変化



図9 掘削完了後全景