

セメント系固化材を用いた火山灰質粘性土盛土の安定性の検討

熊本大学 学生会員 ○山口 真  
正会員 北園 芳人  
学生会員 松尾 毅輝

1. まえがき

火山灰質粘性土は、攪乱による強度低下が顕著であるという特異性を持っているため<sup>1)</sup>、盛土工に用いるためには化学的安定処理等で地盤改良を行う必要がある。一般に、その改良効果による強度増加の検討を行う際には一軸圧縮強度を用いる。しかし、盛土などの斜面の安定性を考える場合、土質定数 $c$ 、 $\phi$ を使用するので、三軸圧縮試験による改良効果の検討を行う方がより合理的であると考えられる。本実験は、改良効果の検証を実地盤で行うことは経費・労力の面において困難であるということから、模型の応力レベルを実際の応力レベルに引き上げて実験することのできる<sup>2)</sup>遠心模型実験装置を用いることにした。標準三軸圧縮試験より求めた強度定数による安定解析と遠心場での想定実地盤における実験結果の比較・検討と改良効果について検討を行った。

2. 実験および安定解析

実験に用いた試料は、熊本県阿蘇郡一ノ宮町（大観望）において採取した赤ぼくを使用し、また添加材はセメント系固化材を使用した。赤ぼくの物理特性とセメント系固化材の成分を、表-1、表-2に示す。表-1より赤ぼくは液性指数1.4と攪乱や練り返しにより強度低下が著しいことが予想される。表-2のセメント系固化材は高含水比火山灰質粘性土に有効と考えられる酸化カルシウム、三酸化硫黄を増量したものである。標準三軸圧縮試験は、JIS A 1210、JGS T 711に従った突き固めエネルギーで、 $\phi$  5cm $\times$ 12.5cmモールドに突き固め、未処理土と安定処理土（乾燥重量比による添加率：15.6%）のそれぞれに対して供試体を作成し7日間養生をした後、非圧密非排水条件の下、圧縮速度1%/minで行った。その結果を表-3に示す。

遠心力模型実験装置の主要諸元を表-4に示す。遠心力載荷実験の供試体の突き固めエネルギーは標準三軸圧縮試験の供試体と同様のエネルギーに合わせるように、供試体ボックス（幅34.6cm $\times$ 奥行き11.1cm $\times$ 高さ19.0cm）に突き固めた未処理土と安定処理土のそれぞれに対して供試体を作成し7日間養生した後、所定の寸法（盛土高：12.5cm、斜面勾配：1:1.5）に整形し、その挙動を把握するため側面にマーカーを埋め込んで、遠心力模型実験装置に設置した。想定盛土高さを10mとすると、遠心加速度は80Gとなる。遠心加速度は6.67G/minで増加させた。

斜面の安定計算は、標準三軸圧縮試験による強度定数をもとにして、簡便分割法を用いた。盛土高は山間部の道路では10m以上の高盛土となることもあるので盛土高さ10mを

表-1 赤ぼくの物理特性

| 試料                                  | 赤ぼく   |
|-------------------------------------|-------|
| 自然含水比 $W_n$ [%]                     | 119.9 |
| 土粒子密度 $\rho_s$ [g/cm <sup>3</sup> ] | 2.738 |
| 粘土分含有量 [%]                          | 47.8  |
| 強熱減量 $W_h$ [%]                      | 12.8  |
| 液性限界 $W_L$ [%]                      | 109.0 |
| 塑性限界 $W_P$ [%]                      | 83.5  |
| 塑性指数 $I_P$                          | 25.5  |
| 液性指数 $I_L$                          | 1.4   |

表-2 セメント系固化材の成分

| 項目       | 重量比(%) |
|----------|--------|
| 強熱減量     | 2.3    |
| 二酸化けい素   | 8.7    |
| 酸化アルミニウム | 2.2    |
| 酸化第二鉄    | 1.2    |
| 酸化カルシウム  | 64.1   |
| 酸化マグネシウム | 0.8    |
| 三酸化硫黄    | 20.1   |

表-3 標準三軸圧縮試験の結果

|       | 内部摩擦角<br>$\phi_u$ [度] | 粘着力<br>$C_u$ [kPa] |
|-------|-----------------------|--------------------|
| 未処理土  | 0.04                  | 18.3               |
| 安定処理土 | 10.3                  | 105.4              |

想定して安定計算を行った。斜面勾配1:1.5、1:1.8における未処理土と安定処理土の安全率の結果を表-5に示す。この結果より未処理土は、10mの盛土では安全率が不足し、盛土途中で崩壊してしまうことがわかる。また全層安定処理した場合は大きな安全率が得られる。

未処理土の盛土で安全率 $F_s=1$ のすべり面を与える換算盛土高さを求めると図-1のようになる。その高さを与える遠心加速度を求め、その遠心加速度に対応したリアルタイム映像を画像処理解析ソフトを用いて解析したものが図-2である。

### 3. 考察

図-1のように未処理土の盛土は7.50mで崩壊する。図-2の変位ベクトル量から滑り面（実線）を求めた。それに図-1の滑り面（破線）を重ねてみると、ほぼ一致していることがわかる。従って、標準三軸圧縮試験の強度定数を用いた簡便分割法による安定解析が実地盤の安定解析に有効であることがわかった。図-2は、未処理土による実験であるが、安定処理土にも有効であると考えられる。

次に、経済性を考慮すると盛土全体を安定処理する必要はなく、法肩上面から何メートルの安定処理層を設ければ安全かを斜面の安定計算から算出した。しかし、盛土上部の安定処理層の強度が大きいので、安定処理層が上載荷重となるような下部の未処理層の崩壊が起こる事がわかった。

### 4. まとめ

火山灰質粘性土に対するセメント系固化材の有効性は認められたが、今後遠心力模型実験による斜面の安定解析の検証が必要である。また、経済性・作業性を考慮できる未処理土層と安定処理土層の組み合わせを検討していかななくてはならない。

### 参考文献

- 1) 山内豊聡監修・土質工学会九州支部編：“九州・沖縄の特殊土”（九州大学出版会）、pp.96-97.
- 2) 木村孟、日下部治：“土と基礎”（土質工学会誌）、pp.68-73.

表-4 遠心模型実験装置の諸元

|            |               |
|------------|---------------|
| 回転半径       | 1250mm        |
| 回転数        | 0～1500r.p.m   |
| 最大加速度      | 250G          |
| スリップリング    | 計測用・動力用       |
| ロータリージョイント | 空圧・油圧         |
| 試料容器       | テストベッセル・ダミー容器 |

表-5 各斜面勾配による安全率

|       | 斜面 勾配 |       |
|-------|-------|-------|
|       | 1:1.5 | 1:1.8 |
| 未処理土  | 0.80  | 0.86  |
| 安定処理土 | 3.46  | 3.46  |

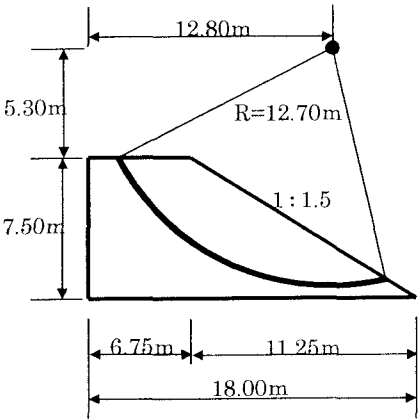
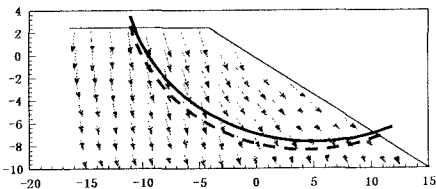


図-1 未処理土の安定解析による滑り面



画像解析による滑り面：実線  
安定解析による滑り面：破線

図-2 画像解析によるマーカーの変位