

セメント系固化材を用いた火山灰質粘性土の安定処理効果

熊本大学工学部 正 員 北園 芳人

1. まえがき

アロフェン系の火山灰質粘性土である赤ぼくは高含水比のため、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¹⁾。そのため、そのような土を現地材料として有効利用する場合、これらの土に化学的安定処理等を施す必要がある。一般に化学的安定処理の改良効果は一軸圧縮特性で評価されているが、盛土等の安定問題を考える場合、設計定数の算定が必要となってくる。現状では安定処理土の場合、内部摩擦角 ϕ_u を無視し、粘着力 $c_u = q_u/2$ だけで評価を行っている。しかし、安定処理土の内部摩擦角が大きい場合、 ϕ_u を無視するのは合理的であるとはいえない。そこで、三軸圧縮試験により安定処理土の強度特性(c_u 、 ϕ_u)を確認することが必要であると考えられる。

2. 研究方法

本研究の試料として用いた火山灰質粘性土は、熊本県上益城郡より採取した赤ぼくであり、その物理特性を表-1に示す。火山灰質粘性土の化学的安定処理による改良効果を調べるため、未処理土およびセメント系固化材の添加率(未処理(0%)、10%、20%、30%、40%)を変えた数種の安定処理土において、それぞれ養生日数(即日、4日、7日、28日)を変えて一軸圧縮試験を行い、一軸圧縮強度を求め改良効果の確認を行った。また、粘性土を用いて盛土などを築造する場合においては、その施工中や施工直後の安定性が最も低いので、それに対応

表—1 試料の物理特性

試 料			赤ぼく
自然含水比	Wn	[%]	100.0
土粒子密度	ρ_s	[g/cm ³]	2.867
粘土分含有量	Wc	[%]	74.0
強熱減量	Wh	[%]	18.2
液性限界	WL	[%]	121.8
塑性限界	Wp	[%]	76.6
塑性指数	Ip	-	45.2
液性指数	IL	-	0.52
土質分類	-	-	VH ₂

する試験条件として未処理土および安定処理土(添加率 10%、20%、30%)に対して、非圧密非排水条件下(UU)で三軸圧縮試験(拘束圧:50,100,150kPa)を行い強度定数の算定を行った。一軸圧縮試験と三軸圧縮試験から得られた一軸圧縮特性と三軸圧縮特性とを比較・検討することで、安定処理効果の評価を行った。

3. 一軸圧縮特性

図-1に赤ぼくにおける養生日数と一軸圧縮強度との関係を示す。全体的に添加材の添加率の大小に関わらず締め固め当日から4日までの強度増加が顕著であり、養生日数4日以降の強度の増加は緩やかである。したがって、添加材の化学反応は、養生日数4日までにほぼ終了し、強度の発現がある程度完了しているといえる。このことから、改良効果の検討は養生日数7日で行っても十分であるといえる。未処理土(0%)の場合、一軸圧縮強度は約50kPa程度と軟弱でトラフィカビリティーが不十分で、何らかの安定処理が必要であることが分かる。安定処理後の強度増加は添加率10%でほぼ150kPa前後の一軸圧縮強度が得られるが、強度増加が顕著に現れるのは添加率20%からと言える。

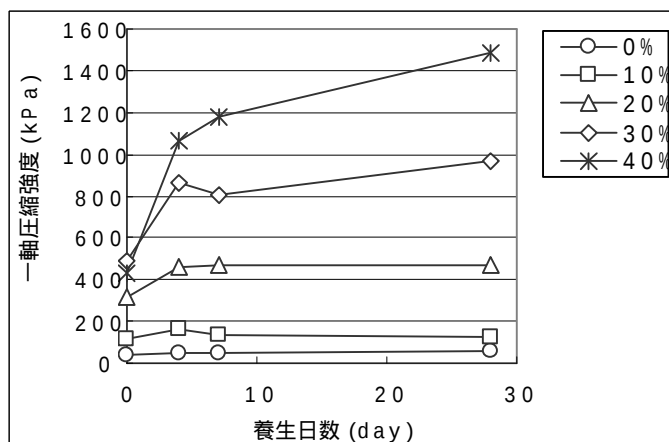


図-1 養生日数と一軸圧縮強度の関係

火山灰質粘性土、化学的安定処理、一軸圧縮試験、三軸圧縮試験、

〒860-8555 熊本市黒髪 2-39-1, TEL. & FAX.096-342-3540

図—2 に安定処理土の一軸圧縮強度と変形係数の関係を示す。一軸圧縮強度と変形係数の関係は図—2 より

$$E_{50}=130 \cdot q_u$$

で示され、一般的なセメント安定処理土の E_{50} と q_u の関係は $E_{50}=100 \sim 250q_u$ と言われており、赤ぼくの場合、供試体作成時含水比が 100%に近く、高含水比で水分が多いため、一般的な安定処理土に比べてやや固結作用が弱い土であると言える。

4. 三軸圧縮特性

赤ぼくの三軸圧縮試験より求められた強度定数と添加率の関係を図—3 と図—4 に示す。図—3 の粘着力の増加は即日の場合、添加率 40%で未処理土のほぼ 2 倍と一軸圧縮強度の増加(約 10 倍)に比べて小さい。しかしながら、7 日養生では 20%以上で大きく増加しており、水和反応による固化効果が現れたものと考えられる。一方、図—4 の内部摩擦角は未処理土の場合、 $3 \sim 5^\circ$ と小さいが、安定処理土の場合、即日の添加率 10%でも 20° 以上と大きく増加し、20%以上では 30° を超えている。また、即日と 7 日養生では大きな差がなく、内部摩擦角は養生による増加はほとんど無いことが判明した。これは、添加材混入後直後に起こる物性の改善によるものである。つまり、セメント系固化材の添加による含水比が低下と、多量の水と結合した鉱物エトリンガイト²⁾が生成されたことを示している。

5. まとめ

セメント系固化材を用いた火山灰質粘性土の安定処理において行った一軸圧縮試験・三軸圧縮試験結果より、次のようなことが明らかになった。

- 1) 安定処理効果は比較的早期に現れ、4 日目迄の強度増加顕著である。
- 2) 強度増加が顕著に現れる添加率は 20%以上である。
- 3) 変形係数は強度と相関が高く、 $E_{50}=130q_u$ となるが、火山灰質粘性土は高含水比のため、一般的な安定処理土より、固結作用がやや弱い。

- 4) 安定処理土の改良効果の確認は一般的に一軸圧縮強度で行われているが、安定処理土の内部摩擦角 ϕ_u は 30° を超えることから、盛土等の安定計算を行うにあたっては内部摩擦角を無視するのは合理的とはいえない。
- 5) 強度定数のうち、内部摩擦角の増加は安定処理直後の物性の改善効果によるもので、粘着力の増加は水和反応による固化効果と考えられる。

本研究は文部省科学研究費補助金(基盤研究(B)(1))(課題番号09450183)の研究の一環として行われたもので、実験を担当してくれた卒研究生の岩田君に感謝いたします。

【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」、pp.96-97.
- 2) セメント協会編：セメント系固化材による地盤改良マニュアル(第二版)、pp.17-48.

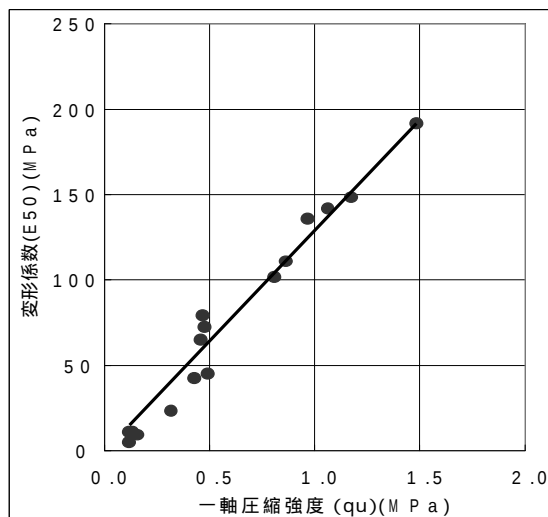


図-2 一軸圧縮強度と変形係数の関係

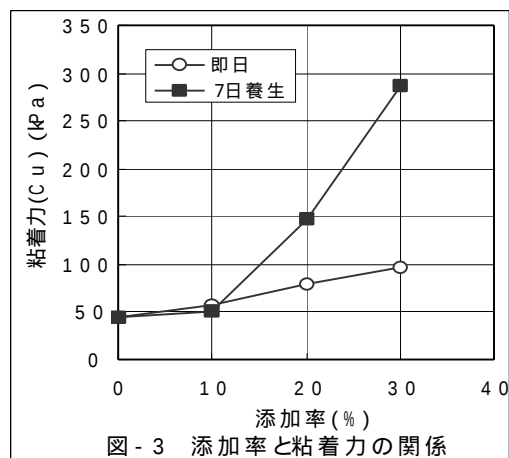


図-3 添加率と粘着力の関係

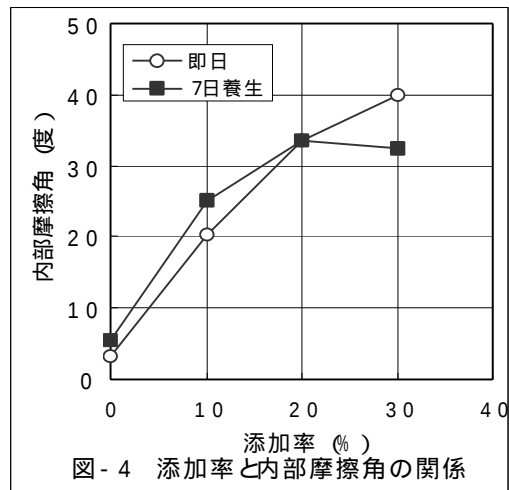


図-4 添加率と内部摩擦角の関係