

火山灰質粘性土の安定処理効果に関する研究

○熊本大学工学部 学生員 宮崎 辰樹
熊本大学工学部 正 員 北園 芳人
熊本大学工学部 学生員 山口 真
熊本大学工学部 学生員 余田 善紀

1・まえがき

改良地盤の設計においては、現場で形成される安定処理土の強度を予測する必要がある。このため、土の種類・添加材の種類・添加材添加量と室内試験の強度関係、室内試験の強度と現場試験の強度の関係などに関するデータが許容応力度を設定する際に基本になる¹⁾。特に、室内試験での強度予測式が重要になる。そのうち、従来は改良土の強度予測をセメント水比を用いた式(Ⅰ)²⁾で考えられてきたが、この式は一般の粘性土を対象にしており火山灰質粘性土は高含水比で、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³⁾のでその予測式をそのまま用いるには不安がある。そこで、火山灰質粘性土を対象にした場合にも適用できるように式(Ⅰ)を参考にした強度予測式を提案することを目的とした。そのために、火山灰質粘性土に対してセメント系固化材の添加による改良効果とその影響要因についてを検討を行った。

2. 試験方法

試験対象試料について物理特性を表-1に示す。また、各試料はⅠ：南小国赤ぼく、Ⅱ：産山赤ぼく、Ⅲ：産山黒ぼくである。次に、未改良土とセメント系固化材の添加率を変えて改良した土を養生日数の異なる条件のもとで、一軸圧縮試験を実施した。養生日数は締固め当日(0日)、3日、7日として改良効果の検討を行うことにした。また、長期的な強度の発現を確認するために、養生日数28日についても試験を行った。

3. 一軸圧縮試験

(1) 添加率と一軸圧縮強度の関係

試料産山赤ぼく・黒ぼくのセメント系固化材による7日養生での改良効果を図-1示す。添加材の添加率は、試料土の乾燥質量に対する比率である。図-1によると、赤ぼく、黒ぼく両方において、添加材の添加率の増加に伴って一軸圧縮強度も増加している。また、建設機械のトラフィカビリティを確保するためには安定処理の目安として一軸圧縮強度を $q_u > 150$ [kPa]とする。したがって、図-1より赤ぼくにおいては、添加率15%以上で強度の目標値(150kPa)を満足することがわかる。一方、黒ぼくにおいては添加率約20%以上が

$$q_u = \alpha \left(\frac{A_w}{W_n} \right) + \beta \cdots (Ⅰ)$$

Qu: 一軸圧縮強度(kPa)
Aw: 添加材添加率(%)
Wn: 初期含水比(%)
 α, β, c : 定数

表-1 試料の物理試験の結果

試料	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
土粒子密度 ρ_s [g/cm ³]	2.816	2.872	2.501
自然含水比 W_n [%]	107.4	92.7	201.2
粘土分含有量 [%]	85.9	50.0	52.0
強熱減量 lg loss [%]	13.2	13.0	33.1
有機物含有量 C_o [%]	1.7	1.2	23.3
液性限界 W_L [%]	120.0	98.3	232.1
塑性限界 W_P [%]	86.9	76.3	189.3
塑性指数 I_P	33.1	22.0	42.8
拘束水量 W_o [%]	78.7	55.5	124.0

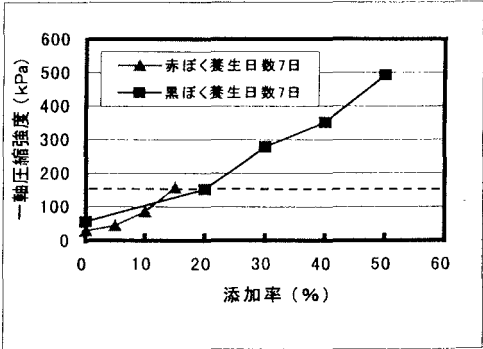


図-1 添加率と一軸圧縮強度の関係

必要であることがわかる。

(2) 添加材の添加量と一軸圧縮強度の関係
養生日数 7 日における一軸圧縮強度を用いて、単位体積当たりの添加材の添加量と一軸圧縮強度の関係を求めた結果を図-2 に示す。また、ここで用いたデータは本研究で対象試験料とした赤ぼくおよび黒ぼくの一軸圧縮試験結果と、鬼ヶ原・岩田の研究で^{4), 5)}の一軸試験結果である。また、土の種類によって未処理土の強度に相違がみられるので、縦軸には安定処理土の一軸圧縮強度から初期の一軸圧縮強度を引いたものである強度差をとった。図-2 によると、土の種類に関わらず両者の関係は放物線で近似することができる。高含水比である火山灰質粘性土の化学的安定処理において、改良効果を得ることができる添加材の添加率は、土の種類によって異なっているように見えるが、実際には土自体の含有水分量に大きく影響しており、単位体積当たりの添加材の添加量でみてみれば、ほとんど差がないということがわかった。両者の関係を式にすると式 (II) のようになった。相関係数は 0.863 であった。

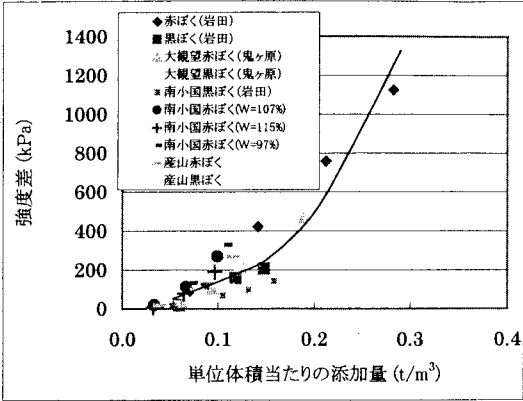


図-2 添加材の添加量と一軸圧縮強度の関係

$$qu - qu_0 = 20000 \cdot (\text{添加量})^{2.2} \dots (II)$$

表-2 強度式と相関係数の関係

強度式	関係式	相関係数
(i) $qu = \alpha (Aw/Wn) + \beta$	$y = 2230x - 47$	0.880
(ii) $qu - qu_0 = \alpha (Aw/Wn) + \beta$	$y = 2198x - 96$	0.936
(iii) $qu = \alpha (Aw/Wf) + \beta$	$y = 666x - 41$	0.852
(IV) $qu - qu_0 = \alpha (Aw/Wf) + \beta$	$y = 600x - 69$	0.755

(3) 添加率/含水比と一軸圧縮強度の関係

また、強度式として式 (I) が提案されているがまえがきでも述べたように火山灰質粘性の適応性を検討する。さらに、一軸圧縮強度 qu から初期強度 qu_0 を引いた一軸圧縮強度差($qu-qu_0$)とすることや、火山灰質粘性土の安定処理効果において初期含水比 W_n の中に含まれている拘束水 W_e が反応に使われていないということが保水性試験 (遠心法) 結果から判明したので、初期含水比 W_i から拘束水量を除いた (初期含水比 W_i - 拘束水量 W_e) つまり自由水量 W_f として考えた場合の提案式の相関性を調べる事にした。定数 c を 1.0 の固定した場合は、表-2 から最も相関係数が高くなるのは含水比部分を初期含水比 W_i にして、強度部分を一軸圧縮強度差 $qu-qu_0$ で考えた場合式 (ii) で相関係数は 0.936 であることが分かった。

4. まとめ

3. (2)、(3) における両式を比較すると、定数 $c = 1.0$ の場合に限ると式 (II) よりも (ii) の方が相関係数が高くなっており精度が良い強度式と言える。今後、より精度の高い強度式を提案するために今後の課題として、定数 c を変えたり、 α 、 β と物理特性値との関連性を調べることにより、提案しようとしている強度式の改善をはかる必要がある。

【参考文献】

1) 社団法人地盤工学会：「実務シリーズ 11 地盤改良効果の予測と実際」、pp.207、212 2) 斎藤：「竹中技術研究報告」、No. 55、pp.27 3) 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 4) 鬼ヶ原 浩二：「火山灰質粘性土の石灰系安定処理に関する研究」、平成 8 年度熊本大学卒業論文 5) 岩田 諭：「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関する研究」、平成 11 年度熊本大学卒業論文