

高有機質火山灰土の安定改良試験

株式会社アサノ大成基礎エンジニアリング東北支社 庄司正幸
株式会社シムラ ○志村智之

1. はじめに

高有機質火山灰土は、通常の締固めでは過転圧になる事に加え、盛土材への転用時に強度の確保に課題を持つことが多い特殊土である。本発表は安定改良によって必要強度を確保する材料試験と配合試験の手順と試験方法に経済的で効果的な手法を立案し、その結果を報告する。

土質の特徴や現場条件から施工含水比の調整は困難と考え、自然含水比での施工を前提とした。そのため、通常の締固め試験（A-c 法）での最適含水比や最大乾燥密度を求める試験では施工条件を反映できないと考えた。

試験では、セメント系固化材（US-60）の添加量と突固め回数を変えた締固め試験を行い、過転圧を防ぐ効果的な締固めエネルギーを求めた。そのエネルギーでの締固め土の密度を設定し、この密度に調整した改良土の一軸圧縮試験で強度を確認した。

その結果、標準プロクターエネルギーの約 65（%）での締固めと、固化材添加量 200（kg/m³）で、目標の室内強度 $q_u=200$ （kN/m²）（現場/室内強度比=0.5 として）を満足できた。この試験手順と方法は、現在地盤工学会で基準規格化されてはいない。今回の発表で今後の特殊土の試験に参考になればと考える。

2. 調査対象土の土質性状

(1) 対象土の土質性状

調査対象とした土の土質試験結果を表 - 2.1.1、表 - 2.1.2 に示す。また、粒径加積曲線を図 - 2.1.1 に示す。

表 - 2.1.1 物理的性質試験結果

項 目	試験結果
土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.132
自然含水比 w_n (%)	363.49
湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	1.085
乾燥密度 ρ_d (g/cm ³)	0.234
間 隙 比 e	8.099
飽 和 度 S_r (%)	95.70
液性限界 WL (%)	118.50
塑性限界 WP (%)	26.80
塑性指数 IP	26.80
pH試験	5.89
強熱減量 Li (%)	40.0

自然含水比は、363.49（%）と非常に高含水比であり、湿潤密度も小さい。自然含水比は液性限界の3倍で不安定な土質である。間隙比は約8.1（%）と高く、飽和度は95.7（%）で保水性の高い土質である。強熱減量は40.0（%）で、高有機質土と判断される。

表 - 2.1.2 粒度試験結果と土質分類

項 目	試験結果
石分 G (%)	0.0
礫分 g (%)	2.4
砂分 S (%)	14.0
シルト分 M (%)	69.0
粘土分 C (%)	14.6
最大粒径 (mm)	9.5
均等係数 U (%)	21.50
土質分類	分類名
	分類記号
	砂混じりシルト
	(MH-S)

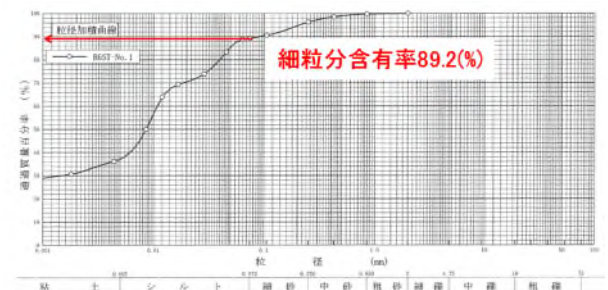


図-2.1.1 粒径加積曲線

(2) 対象土の強度特性と施工に向けての課題

地盤工学会の資料¹⁾に拠れば、締固めた土のコーン指数試験において、層当たりの締固め回数（N）とコーン指数 q_c の関係は、一般に図 - 2.2.1 に示す様な3つのタイプの曲線に分類している。3つのタイプの内、極大値を有する物を〔Ⅰ〕型、極大値を示さないで曲線が単調に減少する物を〔Ⅱ〕型に分類している。当該試料（無処理土）については、コーン指数が単調減少する〔Ⅱ〕型に相当すると判断された。

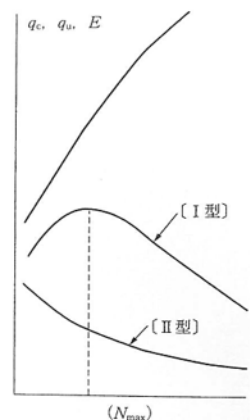


図-2.2.1 コーン指数試験による分類¹⁾

即ち、現場において、盛土に転用した際に転圧機械による転圧エネルギーが大きくなる程に強度低下する「過転圧」が懸念される土質であった。

このように、高含水比で過転圧が懸念され、盛土転圧時に施工機械のトラフィカビリティー確保が難しい状態であり、盛土において所要の強度を確保することは困難と想定された。従って、安定処理による土質改良は必須であった。安定処理配合試験における課題は、高有機質火山灰土の締固めにおける強度低下の問題であるが、この様な材料で経済的な固化材添加量とするために配合試験において念頭に置くべきことは、過転圧が生じない範

囲で効率的な締固めエネルギーで供試体を作製し、その土の持つポテンシャルを把握する事であると考えた。

3. 配合試験

(1) 供試体作製時の締固めエネルギー決定

課題に対応するため、配合試験においては、予め固化材添加量毎に締固めエネルギー（締固め回数）と湿潤密度、乾燥密度、コーン指数の相関を求めて、最も効率的な締固め条件（回数）を把握する事とした。即ち、図 - 3.1.1 に示す様な極大点を見つけ、そのエネルギーに対応する供試体を作製して一軸圧縮試験を行うことが、過転圧を避け、最も効果的な強度を確認できると考えた。

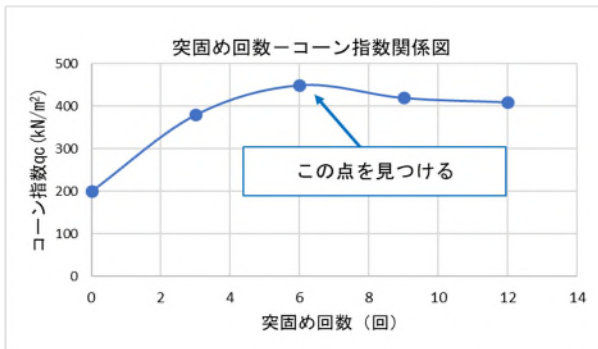


図-3.1.1 締固めエネルギー決定のイメージ図

締固めエネルギー決定の為に締固め試験における供試体作製条件は、表 - 3.1.1 に示すとおりである。

表-3.1.1 締固め試験条件

固化材		締固めエネルギー	
モールド体積	US60 1000 (cm ³)	(回/層)	(kJ/m ³)
ランマー質量	2.5 (kg)	5	110.4
落下高さ	30 (cm)	9	198.7
添加量	100 (kg/m ³)	13	287.0
	150 (kg/m ³)	17	375.3
	200 (kg/m ³)	21	463.6
	250 (kg/m ³)	25	551.9

上記条件に従い、締固め試験を実施した結果を図 - 3.1.2 ～図 - 3.1.3 に示す。両図から、締固めエネルギーが300～400 (kJ/m³) で密度、強度共に概ね最大値を示し、その後は平衡状態を示す結果となった。

この結果で一軸圧縮試験用供試体は締固めエネルギー375.3 (kJ/m³) での密度に調整して作製する事とした。

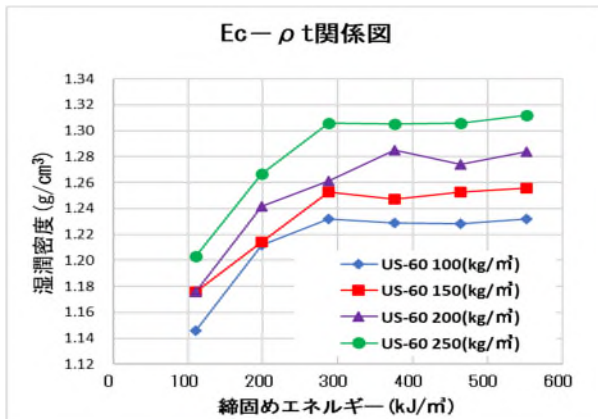


図-3.1.2 締固めエネルギー-湿潤密度の関係

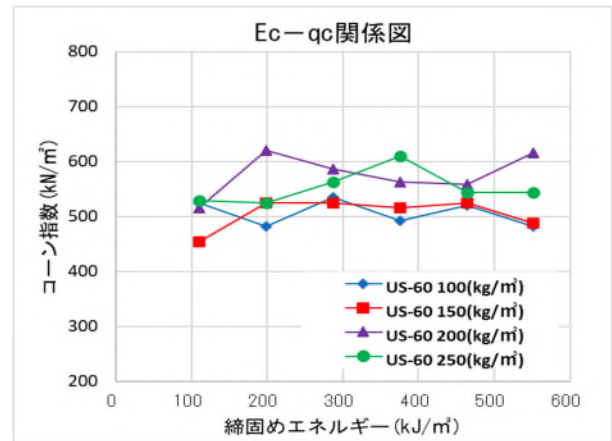


図-3.1.3 締固めエネルギー-コーン指数の関係

(2) 配合試験結果

定めた締固めエネルギーで供試体を作製し、標準養生後に1週強度、4週強度を求めた結果を図 - 3.2.1 に示す。

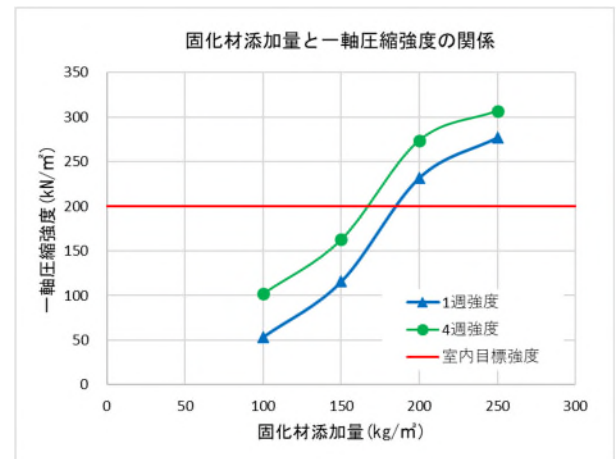


図-3.2.1 一軸圧縮試験結果

図-3.2.1より、室内目標強度 $q_u = 200$ (kN/m²) を満足する固化材添加量を200 (kg/m³) に設定した。

4. まとめ

高含水比の火山灰質土は、締固めエネルギーを与えずに泥濘化や過転圧による強度低下を起こすことが知られている。本報告では過転圧を防ぎ、かつ最も効果的な締固めエネルギーを把握した上で、配合試験を実施する事で効果的に強度を発現する固化材添加量を決める事ができると考えられる方法を紹介した。また、試験を通して以下のような知見を得る事ができた。

- ① 高有機質火山灰土の配合試験では、締固めエネルギーと密度やコーン指数の関係を把握することで、効果的で経済的な安定改良の計画を提案できた。
- ② 今後は、締固めエネルギーを変化させた締固め試験の基準化の必要性について更に考えて行きたい。

《引用・参考文献》

- 1) 地盤材料試験の方法と解説 (2009) : 公益社団法人地盤工学会, p. 974.
- 2) 地盤改良マニュアル第4版 (2012) : 社団法人セメント協会.