

12. 凝灰質粘土の盛土流用における地山石灰安定処理

フジタ工業(株) 中 光 秀 登・林 英雄・茶 山 和 博

*北 哲 郎・林 隆 佳

1. はじめに

千葉県柏市内の道路建設工事において、切土地表面下GL-4.0^M以深に約3.0^Mの層厚で凝灰質粘土が堆積していた。この土質は粘性土の中でも比較的活性が強く、高含水比であるため、安定処理を行なわない無処理の状態で切土側から盛土側に運搬し、盛土材として利用するにはトラフィカビリティを得ることが困難であり、又所定の締固め基準を満足することもできない。

そこで、この凝灰質粘土を乱されない状態で粘土が有している構造強度によるトラフィカビリティを利用して、切土地山側でライムスプレッダー、ライムミキサーを使用して生石灰を散布、添加、混合、攪拌して安定処理を行なった土を盛土側へ運搬し、盛土工に流用したのであるが、その結果、施工性、品質の面でかなりの成果が得られた。凝灰質粘土の今後の土工の参考になると考えられるので、改良前・改良後の土性と共にこれらの施工内容について報告する。

2. 凝灰質粘土の特性

表-1

試料地域		試料A	試料B
採度深度		3.0 ^M ~ 6.0 ^M	4.6 ^M ~ 5.0 ^M
土粒子の比重		2.57	2.67
粒度	60% 径 (MM)	0.0012	0.0038
分類	現場視察による分類	凝灰質粘土	凝灰質粘土
	三角座標	粘 土	粘 土
	日本統一土質分類	CH	CH
液性	液性限界 %	127.5	119.9
	塑性限界 %	47.4	41.4
	塑性指数	80.1	78.5
	コンシステンシー指数 $I_c = \frac{WL - WP}{WL - WP}$	0.16 < 1	0.59 < 1
自然状態	含水比 %	114.9	73.2
	間隔比	2.966	2.037
	湿潤体積重量 %/CM ³	1.394	1.552
	飽和度 %	99.70	99.90

1) 物理特性



ロ) 力学特性

表-2 突き固め試験結果

試料	突き固め試験結果			自然含水比状態の突き固め		
	最適含水比	最大乾燥密度	コーン指数	自然含水比	乾燥密度	コーン指数
A	55%	0.985 ^{g/cm³}	24	113.7%	0.644 ^{g/cm³}	0.5
B	42	1.020	28	73.4	0.869	2.1

表-3 締め固め基準 (最大乾燥密度の90%以上による自然含水比の低下分)

試料	最大乾燥密度の90%時の含水比	最大乾燥密度の90%時の含水比	自然含水比と最大乾燥密度の90%時の差	最大乾燥密度の90%時のコーン指数
A	0.887 ^{g/cm³}	72%	42.9%	10
B	0.918	66	7.2	6

表-4 C B R

試料	自然含水比状態の水浸CBR	盛土側でのトラスコピルに必要な現場CBR
A	0.3%	< 2.5
B	1.05	< 2.5

生石灰添加率による力学特性

(突き固め、コーン指数)

表-5

項目	生石灰添加率			
	Wn +15%	Wn +20%	Wn +2%	Wn +5%
土粒子の比重	2.62	2.64	2.68	2.70
生石灰添加前の含水比 (%)	115.0	115.0	73.2	73.2
生石灰添加後の含水比 Wn (%)	98.1	89.0	67.7	64.3
乾燥密度 δd (g/cm ³)	0.703	0.755	0.910	0.918
Wn時のコーン指数 Ic (g/cm ³)	5.0	12.5	11.1	20.8
最適含水比 Wopt (%)	76.0	78.5	46.0	47.5
最大乾燥密度 δdmax (g/cm ³)	0.793	0.782	1.025	0.974
δdmax × 90% の密度 (g/cm ³)	0.713	0.704	0.922	0.877
δdmax × 90% の含水比 (%)	95	98	66.5	70.5
δdmax × 90% のコーン指数 (g/cm ³)	7.5	7.5	12.0	12.0

2-1. 自然状態

凝灰質粘土の色は乳灰色で、自然含水比は試料A 114.9%、試料B 73.2%と大きな差があるが、いずれも高い。又粒径についても、加積通過率60%の粒径が1~4μと小さいことから、比較的活性の強い粘土であることがわかる。(表-1、参照)

2-2. 室内試験の結果

表-2~4の乾燥密度、コーン指数、CBRはいずれも自然状態での力学値が低く、盛土材としての基準値を満足していない。

又、自然状態では締め固め基準の最大乾燥密度の90%以上を満足するのに必要な低下含水量は試料Aで42.9%、試料Bで7.2%であり、コーン指数は $I_c \geq 5$ ($I_c = 2CBR = 2 \times 2.5$)を得るには同程度の含水比低下が必要である。(表-3) その結果、凝灰質粘土は自然状態のままでは盛土材として使用するのには問題であり、何らかの方法で自然含水比を低減せねばならない。

3. 施工

施工は試料Bの工賃で行なった。安定処理の方法は処理面積、改良深さにより使用機械も異なるが、従来工法としては生石灰の散布は人カ又はブルドーザー、攪拌はバックホーにて施工するケースが多い。これらの方法で施工した場合、混合具合の良否、生石灰の散布量の管理等の面で多くの問題点がある。これらのことを踏まえて、散布はライムスプレッダー、攪拌はライムミキサーを使用した。又、安定処理は切土側で行なう方法と盛土側で行なう方法とがあるが、工賃条件より切土側で処理する方法を採用した。凝灰質粘土は比山を乱さない状態ではかなりの強度を有しているので、ライ

ムスプレッダー、ライムミキサーに対するトラフィカビリティが確保出来たからである。

本施工の主要目的は、機械の施工量、生石灰散布量の精度、最適混合深さ、改良土の均一性を把握することである。今回は、生石灰添加率の目標を3%とし、改良深さは機械の性能より50cmで施工した。

表-6に、主要機械の性能を挙げる。

表-6 主要機械

用途	機械名	諸元	
生石灰散布	ライムスプレッダー	散布巾	3.250 m
		散布速度	0~3.0 km/H
		ホッパー容量	4.5 t
		全長	7.720 m
		全幅	3.500 "
		全高	3.650 "
混 合	ライムミキサー	攪拌巾	2.500 m
		攪拌深	600 "
		攪拌速度	0~1.0 km/H
		全長	8.200 m
		全幅	3.500 "
		全高	3.650 "

写真1. ライムスプレッダー



写真2. ライムミキサー



写真3. ライムミキサー(攪拌中)



その他の機械

- 転圧 タイマローラ (15t)
- 集積 湿地ブルドーザー (16t)
- 積込 バックホウ (1.0m³)
- 運搬 ダンプトラック (11t)

生石灰の添加量は改良土の湿潤密度 (w_t)、含水比 (w_m) により決定する。

$$\delta_t = 1.550 \text{ t/m}^3, \quad w_m = 75.25\%$$

$$w_c = \alpha \cdot \delta_d = 0.03 \times \frac{1.550}{1.753} = 0.0265 \text{ t/m}^3 = 26.5 \text{ kg/m}^3$$

w_c 添加量、 δ_t 湿潤密度
 α 添加率、 w_m 含水比
 δ_d 乾燥密度 ($\frac{\delta_t}{1+w_m}$)

これを単位面積当りの散布量に換算すれば、改良厚50cmの場合

$$26.5 \times 0.50 = 13.25 \text{ kg/m}^2 \text{ とする}$$

4. 施工実績

改良面積	7000 M ²	(一層50 ^{cm} 計6層、日当り800~1000m ²)
改良工量	21000 M ³	(日当り400~500m ³)
実施散布速度	21.5 M/MIN	
実施攪拌速度	1.67 M/MIN	
生石灰添加率	2.25 %	(目標2.0%に対し 約12%のロス)

以上の様な実績が得られたが、さらに精度を良くするために、実施工では次の様な管理を行なった。

- イ) 散布量の制御はロータリーフィダーの回転数を変化させて行なうが、予備検定としてビニール(1M x 1M = 1M²)を敷き、散布量をチェックし確認しながら施工した。
- ロ) 改良厚は、ミキサーにチェック目盛がついているので改良中の管理はこれで行なうが、必ず改良厚を実測して管理した。
- ハ) 散布及び改良速度は、決定した速度を確保する為、必要に応じて散布速度をチェックした。

5. 安定処理土の品質

攪拌、転圧して、翌日集積した状態では(攪拌で最大粒径10^{cm}以下)、凝灰質粘土は含水比が低下し、一見サラサラした状態になった。改良した凝灰質粘土の含水比の低下量は約7%となり、実験室での値とはほぼ同様の値が得られ、所期の目的を達した。

表-7 盛土側実績

試 験	数 値	転圧回数
現場CBR	2 ⁸ ~2 ⁵ (%)	4~8回
現場密度	85~92 (%)	.
ユーン指数	7~14 (%)	.
含水比	60~65 (%)	.

6. あとがき

当工事では、凝灰質粘土を切土地山側で生石灰安定処理し盛土材として使用、地山での施工能力、改良土の品質面でも所期の成果が得られたと思われる。ただ凝灰質粘土そのものの土質性状については、含水比その他の面で多種多様で不明な点があると思われるが、今回は生石灰を用いて安定処理を行なったが、その他の処理材としてセメントその他についても考えられるので、土質そのものの特性を研究し、今後の安定処理の課題としたい。