

## フライアッシュと石膏を用いた火山灰質粘性土用改良材の開発

九州産業大学 学生会員 久保田恭平  
九州電力 正会員 春口 雅寛  
九州産業大学 学生会員 間 貴春

九州産業大学 正会員 林 泰弘  
九州電力 正会員 陣内 久雄  
九州産業大学 正会員 松尾 雄治

### 1. はじめに

原子力発電所の稼働が停止して以来、石炭火力発電所の稼働率が高くなっている。それに伴い石炭火力発電所からの産業廃棄物の発生量も多くなっている。石炭火力発電所から発生する石炭灰のうちフライアッシュや排煙脱硫装置から回収される脱硫石膏は主にセメント分野などで有効利用されているものの、地盤改良分野での利用はあまり例がない。本研究では火山灰質粘性土を対象にトラフィカビリティの確保、土質安定処理を目指し、フライアッシュと脱硫石膏を用いた改良材を改良土のコーン指数、一軸圧縮強さから改良効果について評価する。

### 2. 対象土および改良材

対象土は表 1 に示す熊本県菊池郡大津町で採取された火山灰質粘性土の黒ぼく、赤ぼくの 2 種類である。黒ぼくは表土 1m 以深で採取、赤ぼくは 2m 以深で採取したものである。改良材として生石灰(L)にフライアッシュ(F)と石膏(G)を配合させた LFG 改良材を試作した。使用した石膏は排煙脱硫石膏(二水石膏)で、含水比は 23.0%であった。LFG 改良材は全体の配合割合に対する生石灰の添加量を決めた上、フライアッシュと石膏の配合比を変えて作製した。

表 1 対象土の特性

土の種類	黒ぼく	赤ぼく
自然含水比(%)	99.7	153.7
土粒子密度(g/cm <sup>3</sup> )	2.614	2.746
液性限界(%)	123.3	174.1
塑性限界(%)	90.0	126.6
塑性指数	33.3	47.5
設定含水比(%)	104.0	146.9
設定湿潤密度(g/cm <sup>3</sup> )	0.693	0.603
改良前コーン指数(kN/m <sup>2</sup> )	187	154
改良前一軸圧縮強さ(kN/m <sup>2</sup> )	18.2	29.0

### 3. 改良土の作製および養生条件

対象試料をコーン指数  $qc \leq 200 \text{ kN/m}^2$  になるように含水比調整し、ホバート型ミキサーで試料を練り返した後に LFG 改良材を添加して再び同ミキサーで混合して改良土を作製した。改良後は生石灰による発熱反応が収まるまで待った後、仮置きや締固めを行った。表 2 の養生条件より、コーン指数試験

表 2 養生条件

試験種別	処理土仮置き		締固め供試体		備考
	空気中	密閉	密閉	水中(20°C)	
コーン指数試験	室温20°C	0日	0日	0日	締固め施工時のトラフィカビリティの確認
		7日	0日	0日	
	0日	6日	4日	締固めた地盤のトラフィカビリティの確認	
一軸圧縮試験	室温20°C	0日	0日	0日	締固めた地盤の盛土用の確認
			7日		
			28日		

は改良当日または 7 日間仮置きした後に締固めて、直ちに実施する場合と、締固め後に石灰による発生土の改良<sup>1)</sup>に従い 20°C 室内で 6 日間空気養生、4 日間水中養生したのちに実施する場合を設定した。

### 4. コーン指数

「締固めた土のコーン指数試験方法」(JIS A 1228 : 2009) を実施し、ダンプトラックの走行性の確保に必要なコーン指数  $qc=1, 200 \text{ kN/m}^2$  と割増した  $qc=1, 800 \text{ kN/m}^2$  を目標値とした。LFG 改良材添加量  $80 \text{ kg/m}^3$  で実施した実験結果を図 1, 2 に示す。養生なしの場合、黒ぼく、赤ぼくともに生石灰を 60% ( $48 \text{ kg/m}^3$ ) に固定した配合においては石膏添加による改良効果がみられるが、生石灰の配合量を減らすと生石灰による改良効果のみが現れ、石膏添加の効果は得られなかった。しかし、締固め後 10 日養生すると、黒ぼく、赤ぼくともに石膏の添加量を増やすとコーン指数が大幅に向上する傾向があり、生石灰を 40% ( $32 \text{ kg/m}^3$ ) に固定した配合では養生効果が現れている。しかし黒ぼくの場合は、生石灰を 20% ( $16 \text{ kg/m}^3$ ) に減らすと石膏添加改良効果がみられなかった。赤ぼくにも生石灰 20% の配合で実験を行う予定である。仮置き 7 日養生の場合にも固定する生石灰の量によって強度に変化があることが確認できるが、締固め後 10 日養生ほどの大きな強度の変化はみられないことから締固め後の養生効果が大きいことを示している。黒ぼくにも生石灰 20% の配合で実験を行う予定であ

る。

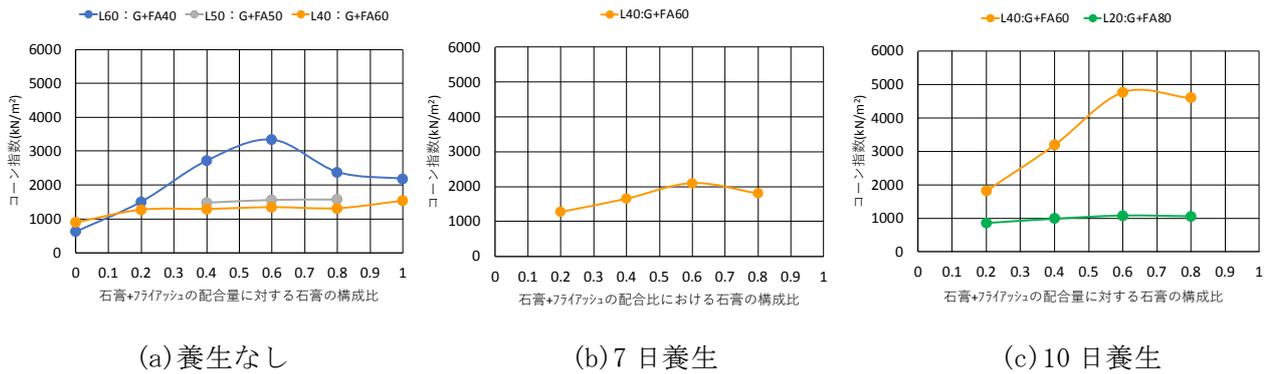


図1 石膏の構成比とコーン指数(黒ぼく)



図2 石膏の構成比とコーン指数(赤ぼく)

5. 一軸圧縮強さ

「土の一軸圧縮試験方法」(JIS A 1216 : 2009) に基づき一軸圧縮強さを求めた。コーン指数から養生による改良効果が大きかった生石灰を 40% (32kg/m<sup>3</sup>) とした配合について、目標強度は盛土への適用を想定して養生 28 日で  $q_u=300\text{kN/m}^2$  とした。石膏の構成比と一軸圧縮強さの関係を図 3 に示す。黒ぼく、赤ぼくともに養生なしでは一軸圧縮強さの改善に石膏添加の効果が見られなかったが、7 日養生で増加した。しかし、それ以降 28 日までの養生では一軸圧縮強さへの影響が少ない。石膏やフライアッシュを単体で用いるより混合したほうが、改良効果がみられるので、これらの相互的作用があると考えられる。赤ぼくの石膏の構成比 0.8 の配合では急激に強度が大きくなっており、この配合のみが目標強度を満足した。目標強度を得るためには石灰の添加量を増やす必要がある。

6. まとめ

黒ぼく、赤ぼくともにコーン指数でみると締固め後に養生した方が、改良効果が高いことがわかった。また 7 日以上養生に効果があることも確認できた。一軸圧縮強さでは、黒ぼくは目標強度を満足することが出来なかったが、赤ぼくは石膏添加量を増やすと長期的な強度が期待できることがわかった。参考文献：1) 日本石灰協会編：石灰による地盤改良マニュアル，日本石灰協会，2010. 12.

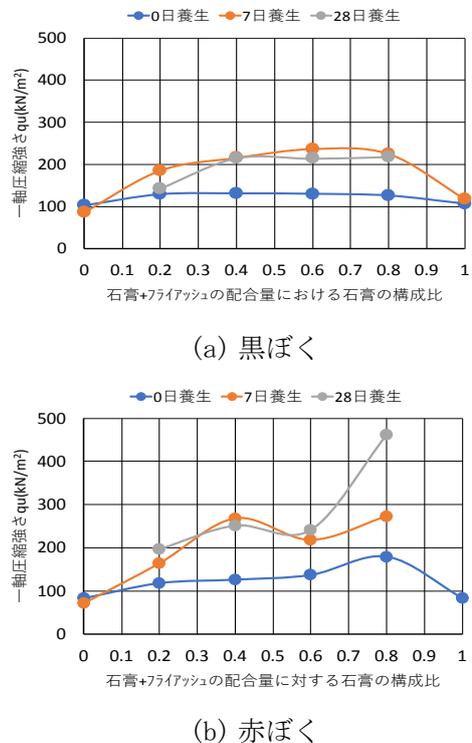


図3 石膏の構成比と一軸圧縮強さの関係

黒ぼくは目標強度を満足することが出来なかったが、赤ぼくは石膏添加量を増やすと長期的な強度が期待できることがわかった。参考文献：1) 日本石灰協会編：石灰による