

再生石膏と石炭灰を用いた混合材としての力学的・化学的特性の評価 その1

長崎大学大学院 学生会員 ○内田周治 長崎大学大学院 フェロー会員 蔣 宇静
 長崎大学大学院 正会員 大嶺 聖 長崎大学大学院 正会員 杉本知史
 長崎大学工学部 学生会員 田中謙士朗

1. はじめに

現在、石膏は石膏ボード、型枠石膏など建築物や石膏製品に広く用いられ、生産量が増加している。一方で、建築物の解体等の増加に伴い排出量の膨大な増加が予測されており、石膏の処理は社会問題化しつつある。また、火力発電に伴い発生するフライアッシュ（以下、FA）とベッドアッシュ（以下、BA）は産業副産物であり、火力発電所の稼働率増加に伴い排出量が増加しているため、処理問題が顕在化している。再生石膏とFAは、水和反応を起こすと、硬化するという性質を有しており、このような作用は地盤改良への活用に期待できると考えられる。本研究では、廃石膏を再生させた再生石膏とFA、BAを用いて高含水比粘性土である有明粘土の力学的特性実験および化学的特性実験を行い、地盤改良材としての適用性を検討する。

2. 実験試料

本研究では有明海沿岸の高含水比粘性土である海成粘土の有明粘土を取り扱う。有明粘土は、佐賀県鹿島市七浦海岸沖で採取したものをを用いた。また、有明粘土の物性値を表-1に示す。再生石膏は型枠石膏粉を加熱したものと石膏ボード粉を加熱した条件のものを使用した。また、条件を表-2に示す。また、FA、BAは九州電力管内の火力発電所より排出されたものを使用した。

3. 実験概要

所定の含水比に調整した改良対象土に固化材として再生石膏とFA、BAを混合攪拌し、高さ100mm、直径50mmのモールドで供試体を作製した。供試体作製後、温度25℃、湿度90%の恒温恒湿槽において7日、14日、21日、28日間養生を行った。また、供試体作製後すぐに実験を行った供試体を養生日数0日とする。実験ケースを表-3に示す。養生終了後にケースごとに一軸圧縮試験を行った。

表-1 有明粘土の物性値

土粒子の密度 (g/cm ³)	2.67	
自然含水比 (%)	294.51	
粒度 分布 (%)	砂	0.20
	シルト	41.30
	粘土	58.50
液性限界 (%)	188.85	
塑性限界 (%)	52.75	
塑性指数	136.10	

表-2 再生石膏の種類

再生 石膏	型枠石膏粉 180℃加熱
	型枠石膏粉 240℃加熱
	石膏ボード粉 (半水石膏)

表-3 実験ケース

改良対象土	初期含水比 (%)	FA (kg/m ³)	再生石膏 (kg/m ³)	養生日数 (日)
有明粘土	160	50	50	0,7,14,21,28
		100	100	
		150	150	
		200	200	
		250	250	

4. 少量の混合材における強度の比較

図-1に少量の混合材 (50, 100, 150 kg/m³ ずつ) での養生日数と一軸圧縮強度の関係を示す。図-1(a)にFAと型枠石膏粉(180℃)、図-1(b)にFAと型枠石膏粉(240℃)、図-1(c)にFAと石膏ボード粉を混合した結果を示す。実験結果より、全てのケースで添加量が増加するにつれて、一軸圧縮強度が増加していることが分かる。石膏とFAの水和反応による硬化作用が発揮されたためと考えられる。再生石膏の種類による一軸圧縮強

度の関係については、石膏ボード粉を使用したケースと型枠石膏粉 (180°C)、型枠石膏粉 (240°C) とではあまり差がないことが分かる。また、養生日数での一軸圧縮強度の違いについては、型枠石膏粉のケースではあまり見られなかった。少量の混合材では、養生日数の違いによる硬化作用の違いが見られないためと考えられる。一方で、石膏ボード粉の添加量 (150kg/m³ ずつ) のケースでは、一軸圧縮強度の増加が見られた。添加量が増えたことにより、石膏ボード粉に含まれている紙成分の影響があったためと考えられる。また、現在、他の養生日数のケースについて実験を行っている。

5. FAに着目した添加量と強度の関係

図-2 に添加量と一軸圧縮強度の関係を示す。図-2(a)に 0日養生、図-2(b)に7日養生について示している。0日養生と7日養生を比較すると、養生期間を設けることで一軸圧縮強度の増加が期待できることが確認できた。一軸圧縮強度の増加は、養生期間での水和硬化反応が進んだためと考えられる。また、再生石膏とFAを混合材として使用した時の一軸圧縮強度との関係として、添加量が50kg/m³ ずつから150kg/m³ ずつについては大きく増加が見られないが、200kg/m³ ずつと250kg/m³ ずつでは一軸圧縮強度の増加が顕著に大きくなることが確認できた。

6. おわりに

再生石膏とFAの添加量を増加することで一軸圧縮強度の増加が確認された。また、養生日数の違いによる一軸圧縮強度の増加が見られたため、養生日数を増やした場合での実験を行っていく必要がある。また、型枠石膏粉と石膏ボード粉の強度の違いは大きく見られなかった。今後、再生石膏とFAの添加量の違いによる長期的強度の影響について検討していく必要がある。

謝辞： 試料をご提供いただいた(有)県央リサイクル開発、(有)福嶋窯材の各社のご協力に、この場をお借りして謝意を申し上げます。

【参考文献】

- 1)白岩ら:再生石膏とベッドアッシュを用いた地盤改良材の力学的・化学的特性に関する研究, 第49回地盤工学研究発表会講演概要集(CD-ROM),pp533~534,2014.
- 2)丹田ら: 再生石膏とベッドアッシュを用いた低アルカリ固化材の地盤改良材としての力学的・化学的特性の評価, 平成26年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集(CD-ROM),pp353~354,2015.

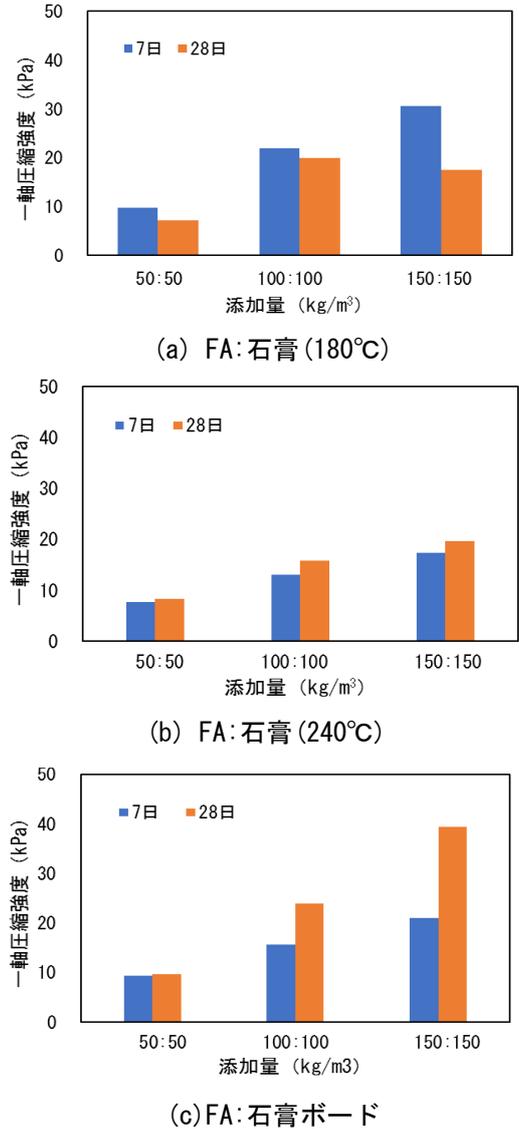


図-1 養生日数と一軸圧縮強度の関係

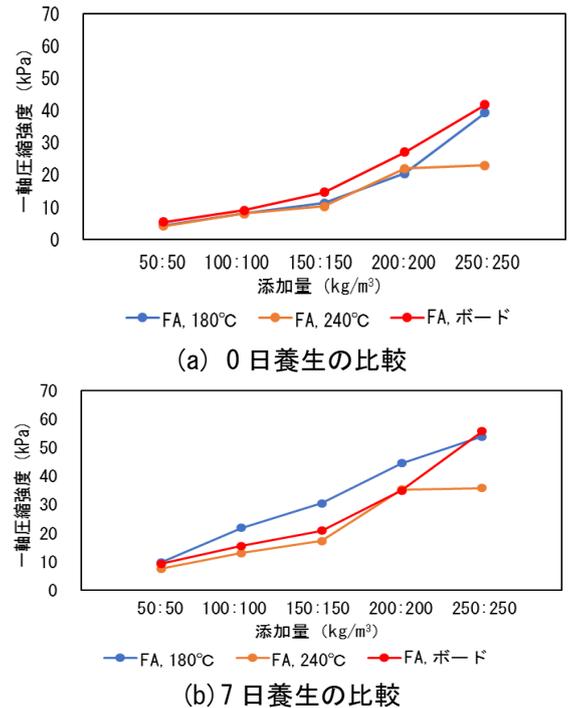


図-2 添加量と一軸圧縮強度の関係