

# 再生石膏中性固化材とベッドアッシュの地盤改良材における強度発現

長崎大学工学部 学生会員 柏山 啓太 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  
 長崎大学大学院 正 会 員 李 博 長崎大学大学院 学 生 会 員 白岩 直人

## 1. はじめに

石膏ボードは断熱性・遮音性等の特徴を有し、経済的にも低廉であるため建築物の壁・天井に広く用いられている。近年、石膏ボードの生産販売量は年々増加している一方で、今後建築物の解体等の増加に伴って排出量の膨大な増加が予測されている<sup>1)</sup>。また近年、東日本大震災の発生による原発事故の影響を受け、火力発電所の稼働率が増している<sup>1)</sup>。ベッドアッシュ(以下 BA)は加圧流動床燃焼方式の火力発電によって発生する産業副産物であり、その排出量も増加していることから、BA の用途拡大が求められている。本研究では、これらの石膏ボードや BA が排出された後、再利用することが可能となる道筋を示すことを目的とする新たな地盤改良材の開発を行い、農業用水路の堤体改良を想定し、改良土の力学的特性の評価を行う。

## 2. 改良対象土，改良材の概要

本研究では、高含水比粘性土である海成粘土の有明粘土を取り挙げる。この改良対象土の物性値を表-1 に示す。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。固化材として、再生石膏と BA を利用した。再生石膏は水を加えると水和反応を起こし、二水石膏に変化するが、その際に短時間で硬化するという性質を有している<sup>2)</sup>。BA は石灰成分である Ca, Al, Si 等の反応性物質が多く含まれており、CaO, SiO<sub>2</sub> 成分が多いため、水和反応により硬化する性質を有している<sup>3)</sup>。再生石膏は福岡県内の施設にて処理されたものを、BA は九州電力管内の火力発電所より排出されたものをそれぞれ使用した。

## 3. 実験概要

今回は粘土の液性限界を考慮した上で、初期含水比と再生石膏、BA の添加量を表-2 に示すように設定した。農業用水路の堤体改良時に必要な一軸圧縮強度を 50kPa とした。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 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、モールド上端部をプラスチックフィルムで覆い温度 25℃、湿度 90%の恒温恒湿槽において養生を行った。所定の養生期間後、一軸圧縮試験を行い、固化材の添加量と改良対象土の初期含水比、および一軸圧縮強度との関係を明らかにする。

## 4. 実験結果及び考察

図-1 は同じ固化材の添加量時の初期含水比と一軸圧縮強度の関係、図-2 は同じ初期含水比における再生石膏添加量と一軸圧縮強度の関係を示している。図-1 より、同じ固化材の添加量であっても初期含水比の差による一軸圧縮強度の違いが見られ、また図-2 より、同じ初期含水比であっても固化材の添加量による一軸圧縮強度の違いが確認できる。これらのことから、初期含水比と固化材の添加量の間には最適な関係があると考えられる。図-2 においては、再生石膏を 0kg/m<sup>3</sup>、400kg/m<sup>3</sup> 添加したケースで高い強度が

表-1 改良対象土の物性値

物性試験項目	有明粘土	
土粒子の密度(g/cm <sup>3</sup> )	2.62	
自然含水比(%)	247	
粒度組成	砂(%)	19
	シルト(%)	16
	粘土(%)	65
液性限界(%)	184	
塑性限界(%)	56	

表-2 実験ケース

改良対象土	含水比(%)	BA (kg/m <sup>3</sup> )	再生石膏 (kg/m <sup>3</sup> )	養生日数(日)
有明粘土	160	0	0	7, 14, 28, 56
	200	200	200	
	240	400	400	

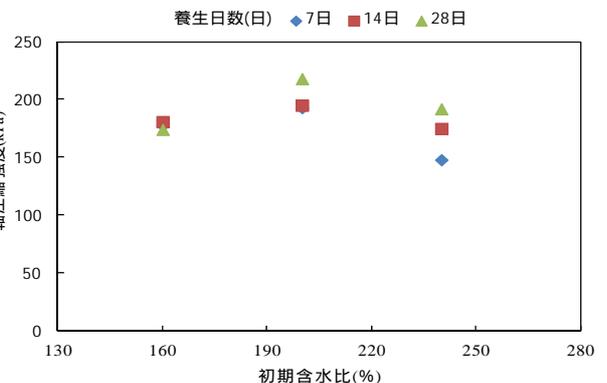


図-1 再生石膏 200kg/m<sup>3</sup>, BA200kg/m<sup>3</sup> 添加時の初期含水比と一軸圧縮強度の関係

発現したが、これは再生石膏添加量  $0\text{kg/m}^3$  において BA が供試体内の水と反応しやすく、高い強度が発現したと考えられる。また、再生石膏添加量  $400\text{kg/m}^3$  では再生石膏添加量が多いために初期状態から再生石膏が供試体内の水と反応し、高い強度が発現したことが理由と考えられる。

図-3 は養生日数と一軸圧縮強度の関係を示している。図-3 より、固化材の添加量によっては確認することができないケースもあるが、ほとんどのケースにおいて養生日数が長いほど一軸圧縮強度が上昇していることが分かる。これは強度の発現において、BA に多く含まれている Ca 分と供試体内の水が反応するのに数週間の時間を要するためであると考えられる。また、図-3 の(a)、(b)ならびに(c)における再生石膏  $0\text{kg/m}^3$  と BA $200\text{kg/m}^3$  の各ケースに着目すると、初期含水比が 160%、200%、240% と上昇するにつれて、一軸圧縮強度は低下している。これは、BA と供試体内の水分による固化反応において、供試体内の水量が、BA の反応する水量に対して多く含まれていたことが理由として考えられ、またその反応しきれなかった過剰に存在する水が固化を妨げているのではないかと推測される。

### 5. おわりに

本研究において、どの添加量においても農業用水路の堤体改良時に求められる一軸圧縮強度  $50\text{kPa}$  に必要な一軸圧縮強度を確保できた。一方、初期含水比と固化材の添加量の間には最適な関係があり、一軸圧縮強度が低くなる場合も確認できた。今後は、初期含水比と固化材の添加量の関係を明らかにする必要があると考えられる。

**謝辞：**本研究を行うに当たり、佐賀県有明海沿岸道路整備事務所より蓮池粘土を、(株)三和興業より再生石膏、九州電力(株)より BA の試料提供をいただいたことに謝意を申し上げます。

### [参考文献]

- 1) 経済産業省 資源エネルギー庁：電力調査統計，平成 15 年度～平成 24 年度。
- 2) 杉本知史ら：再生石膏を主体とした低アルカリ固化材の地盤改良効果に関する研究，土木構造・材料論文集，第 28 号 pp.120~121，2012 年。
- 3) 尾崎博和ら：ベットアッシュの地盤改良材としての強度発現に関する基礎的研究，pp.21~22，2013 年。

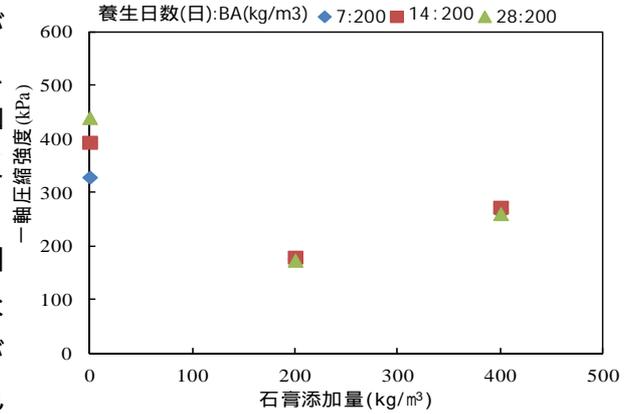
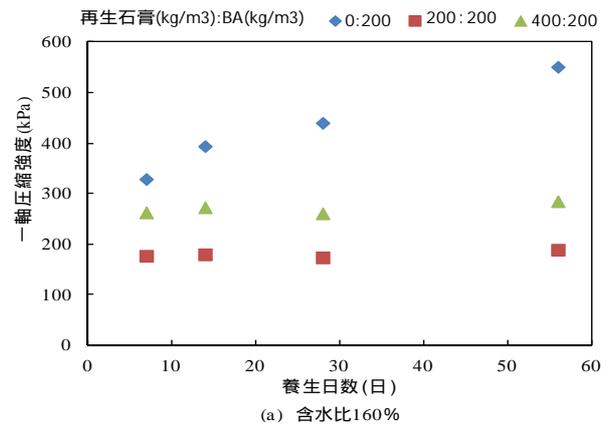
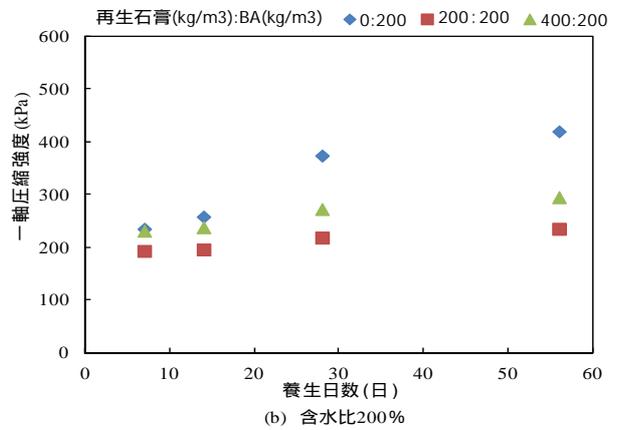


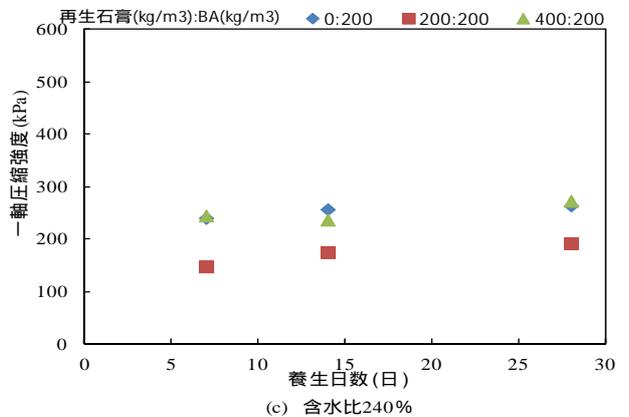
図-2 含水比 160%時の再生石膏添加量と一軸圧縮強度の関係



(a) 含水比 160%



(b) 含水比 200%



(c) 含水比 240%

図-3 初期含水比の違いによる養生日数と一軸圧縮強度の関係