

再生石膏中性固化材の地盤改良材としての適用性評価

長崎大学工学部 学生会員 吉田 友則 長崎大学工学部 フェロー会員 棚橋 由彦
 長崎大学工学部 正会員 蔣 宇静 長崎大学工学部 正会員 杉本 知史
 長崎大学大学院 学生会員 鈴木 良太

1. 研究の背景と目的

石膏ボードは石膏を芯材として両面を石膏ボード用原紙で被覆成型した建築用内装材料で耐火性、遮音性、断熱性などの特長を有しており、経済的にも低廉なことから建築物の壁・天井に広く用いられている。そのため、広く建築基礎資材として利用されており、生産販売量は年々増加している。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おり、2005年には138万tの廃石膏ボードが排出されたのに対し、2010年には176万tに急増するとの推計が報告されている¹⁾。また処理した石膏ボード製品から硫化水素の発生や重金属の検出等と環境問題が顕在化している現在において廃石膏ボードの処理も社会問題化しつつある。そこで現在、廃石膏ボードを固化材として処理したものと発生土を混ぜて再利用するといった環境対策も施されている。

本研究は、廃石膏ボードを再生させた再生石膏中性固化材（以下、再生石膏）と、性質の異なる有明粘土、蓮池粘土においてそれぞれ力学的・化学的特性評価を行い、地盤改良材として適用できるかを検討する。

2. 改良地盤材に関わる各種材料特性

石膏を焼却処理し乾燥させると、水分と水和反応する性質を持つようになり、この再生石膏と土とを混ぜることによって固化材としての役割を担うことができる。表-1 に本研究で使用した高含水比粘性土である有明粘土、蓮池粘土の物性値を示す。また再生石膏を用いた固化材では、セメント系固化材で問題となっている有害重金属等環境に影響を及ぼす物質の含有量が、環境基準値より下回っていることを、表-2 の通り明らかにした。

表-1 対象土の物性値

物性試験項目		有明粘土	蓮池粘土
土粒子の密度 (g/m ³)		2.62	2.45
自然含水比 (%)		170	184
粒度分布	砂 (%)	38	3
	シルト (%)	35	32
	粘土 (%)	27	65
液性限界 (%)		125	147
塑性限界 (%)		45	48
塩化物イオン濃度(mg/kg)		26600	66.6

3. 改良土の力学的特性評価

3.1 試験概要

再生石膏と発生土を混合攪拌し、高さ10cm、直径5cmのモールドで供試体を作成して規定の材齢において一軸圧縮試験を行う。供試体を作成した後は、温度25℃、湿度90%の恒湿槽において養生を行う。また、試験は一般盛土材料として使用するのではなく、クレーク底部と法面の改良を目的としているので、本研究での目標強度を50kPaと定めた。また、試験の前に蓮池粘土で供試体を自然含水比(184%)で作成後一軸圧縮強度を行ったが、目標強度の半分にも満たなかった為、今回の実験では有明粘土と蓮池粘土の含水比を100%に調整して養生終了後に空気中に放置して24時間風乾を行い、一軸圧縮強度の関係を評価した。試験ケースは表-3のように設定し、添加量50kg/m³は7日養生のみ行った。また、case名は建設発生土それぞれの頭文字に固化剤焼成温度160℃にはLを、210℃にはHをつけることとした。

表-2 再生石膏の化学的特性²⁾

	Cd	Pb	Cr ⁶⁺	As	Se	Hg
環境基準値	0.001	0.01	0.05	0.01	0.01	0.0005
再生石膏	N.D	N.D	N.D	0.001	N.D	N.D

(単位: mg/l, N.D.: 検出せず)

表-3 試験ケース

case	建設発生土	固化材焼成温度 (°C)	添加量 (kg/m ³)	含水比 (%)	材齢 (日)
AL	有明	160	50,100,200,300	100%	7,28,56
AH	粘土	210			
HL	蓮池	160			
HH	粘土	210			7,28

3.2 実験結果と考察

図-1、図-2、図-3 に一軸圧縮試験の結果を示す。これらの図より材齢および添加量を増やすと強度発現が大きくなるのが分かる。

図-1 では、風乾を行っているので、材齢期間が7日でも目標強度を4ケース全てで超えているのが分かる。また、養生を28日行うことによって、caseHL、caseHHともに材齢28日の添加量100kg/m³でも材齢7日の添加量300kg/m³の強度と同程度生じているのが分かる。また図-2のグラフをみると養生日数が7日から56日にかけて長くなるにつれて強度発現が大きくなるのが分かり、再生石膏を用いた固化材は養生7日でも固化材としての効果が現れるが、56日という長期間養生を行うことによってさらなる強度発現が期待できることが分かる。

図-3(a)、(b)では風乾無の場合、添加量が200kg/m³以上でないとい目標強度50kPaを満たさないのに対して風乾を行った場合では添加量50kg/m³でも目標強度50kPaを満たした。また、図-3(a)、(b)ともに有明粘土を用いたものより蓮池粘土を用いた方が大きく強度が生じているのが分かる。これは有明粘土には塩分や貝殻といった不純物が含まれており、海成粘土と陸成粘土の違いによるためと考えられる。図-3(a)、(b)では図-3(b)の方が図-3(a)よりも強度が大きく生じている。これは、図-3(a)の再生石膏の焼成温度が210で無水石膏となっており焼成温度が160の半水石膏よりも水分と反応しやすく水和反応を起こしやすかったため、強度が大きく発現したと思われる。

4. おわりに

力学的評価を行うために一軸圧縮試験を行った結果、再生石膏を用いた混合材は固化材としての効果が現れているのが分かり、添加量や養生期間の長さによってその効果が現れている。また、風乾無の添加量が100kg/m³以下の供試体では目標強度を満たさないものもあったが、風乾させることによって目標強度を満たすことができ、風乾の効果を今回の試験で明らかにした。

今後は力学的特性の評価として caseHH の一軸圧縮試験を実施し、また、化学的特性の評価のため重金属溶出試験と pH の測定を行う予定である。

【参考文献】

- 1) (社)石膏ボード協会：石膏工業会資料, <http://www.gypsumboard-a.or.jp/>
- 2) (有)彩貴コーポレーション:再生石膏中性固化材Gプラスター, 2008

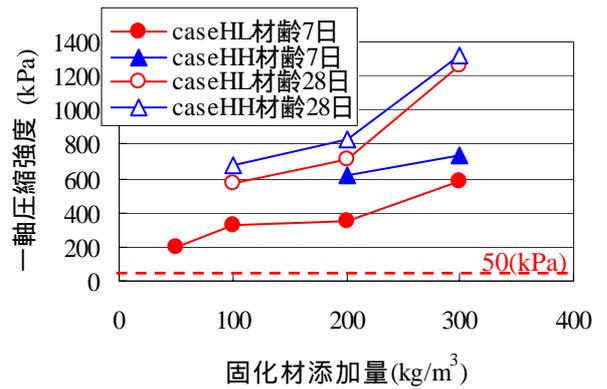


図-1 caseHL,caseHH 風乾有一軸圧縮強度の比較

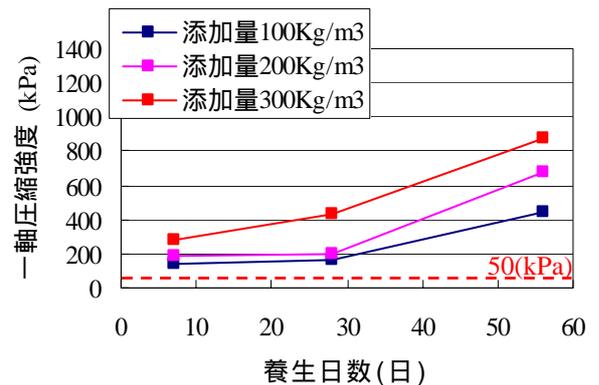
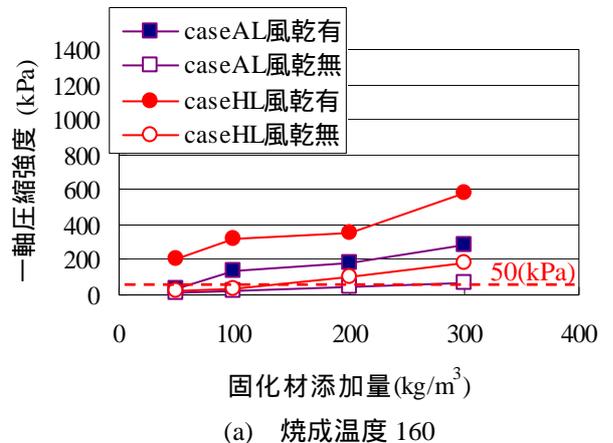
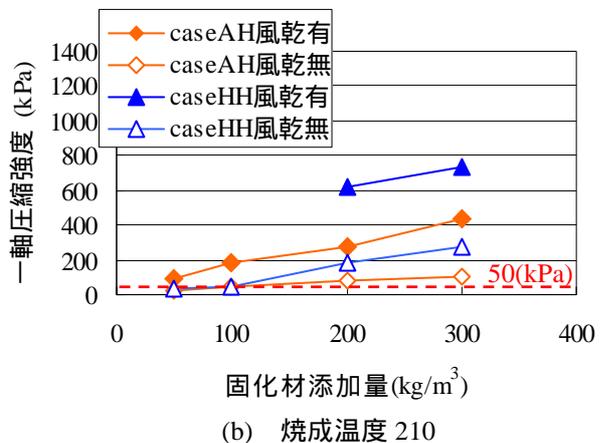


図-2 caseAL 風乾有一軸圧縮強度の比較



(a) 焼成温度 160



(b) 焼成温度 210

図-3 材齢7日一軸圧縮強度の比較