

再生石膏中性固化材と廃石膏の地盤改良材としての力学・化学的特性評価

長崎大学工学部 学生会員 ○増永 和真
長崎大学工学部 正会員 蔣 宇静

長崎大学大学院 フェロー会員 棚橋 由彦
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 吉田 友則

1.はじめに

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・天井など、広く建築基礎資材として利用され、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、廃石膏ボードの処理も社会問題化しつつある。そこで現在は、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。

本研究では、廃石膏を用いて発生土（有明粘土、蓮池粘土）の含水比を下げ、共同研究機関内で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）を発生土の固化材として利用し、それぞれの力学的特性および化学的特性の評価を行い、地盤改良材としての適用性を検討する。

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。

表-2 に既往の溶出試験結果²⁾を示す。表-2 から伺えるように重金属は環境基準値を超える値が検出されなかったが、フッ素は基準値の8倍を示した。

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（有明粘土、蓮池粘土）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、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。実験では、まず発生土の含水比を180%に調整して、廃石膏500kg/m³を加え混合土全体の含水比をみかけ上100%にまで低下させる。その後、固化材として再生石膏を加え、養生終了後に一軸圧縮強度を求めた。

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)		2.59	2.52
自然含水比(%)		187	172
粒度分布	砂(%)	16	11
	シルト(%)	40	39
	粘土(%)	44	50
液性限界(%)		181.4	115.5
塑性限界(%)		65.2	44.1
塩化物イオン濃度(mg/kg)		26600	66.6

表-2 重金属溶出試験結果(単位:mg/l、N.D:検出せず)

	Cd	Pb	Cr6+	As	Se	T-Hg	F	B
環境基準値	0.001	0.01	0.05	0.01	0.01	0.0005	0.8	1.0
有明粘土	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0.5	0.45
蓮池粘土	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
再生石膏	N.D	0.005	0.028	N.D	0.004	N.D	6.4	0.06

表-3 試験ケース

ケース	建設発生土	固化材	添加量(kg/m ³)	材齢(日)
RPA	有明粘土	再生石膏 (廃石膏)	50,100,200,300	7,14,28
RPH	蓮池粘土			

試験ケースは表-3 のように設定し、ケース名は有明粘土(A)に再生石膏(RP:Recycled Plaster)を加えたものを RPA、蓮池粘土(H)に再生石膏(RP)を加えたものを RPH とした。

3.2 試験結果と考察

図-1 に一軸圧縮試験結果を示す。図-1 (a)よりケースRPAでは材齢7日は発現強度が目標強度(50kPa)を満たさなかった。材齢14日では固化材添加量 200kg/m^3 以上で目標強度を満たしている。材齢28日では目標強度を満たしており、さらに固化材添加量 100kg/m^3 以上では目標強度だけではなく一般的な盛土材として求められる強度(300kPa 以上)も満たすことができた。図-1(b)よりケースRPHでは材齢7日は目標強度を満たさなかった。材齢14日では目標強度を満たしていることがわかる。これも同様に材齢28日では目標強度だけではなく一般的な盛土材として求められる強度(300kPa 以上)も満たしている。

図-1 よりケース RPA よりケース RPH の方が、相対的に発現強度が大きいことがわかる。これは有明粘土が海成粘土であるため佐賀粘土に比べ塩分や貝殻といった不純物が多く含まれているためにケース RPA の発現強度が低下したと思われる。

図-2 に固化材添加量と含水比の関係を示す。固化材添加量を増加し、養生期間を長くすることにより含水比が低下していることがわかる。これは、再生石膏と水が水和反応を起こしたためと考えられる。

材齢28日の含水比の低下率がケース RPA よりケース RPH の方が大きいこと、一軸圧縮強度も大きくなったと考えられる。

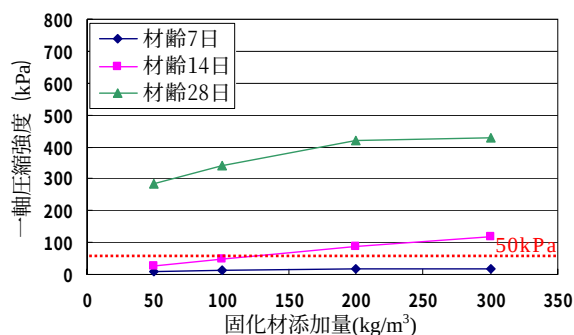
4. おわりに

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ことが確認できた。また、固化材添加量や養生期間を増加することで固化材としての効果がより顕著に現れている。

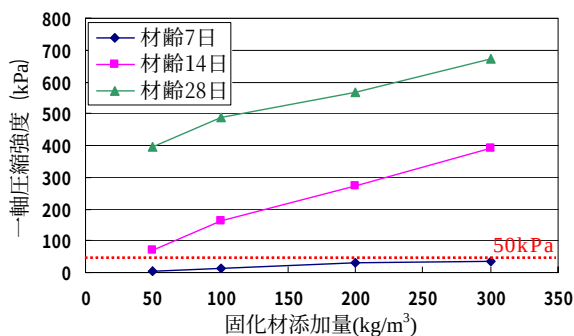
ケース RPA の材齢14日～28日の間の発現強度の差が大きく開いていることから、その間のデータを得るため新たに材齢21日(ケース RPA、ケース RPH)の一軸圧縮試験を行う。また、重金属溶出試験、塩分濃度試験、pH測定試験、強熱減量試験により化学的特性評価を行う予定である。

【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) 吉田友則, 棚橋由彦, 蔭 宇静, 杉本知史, 鈴木良太：再生石膏中性固化材の地盤改良材としての適用性評価, 土木学会第64回年次学術講演会概要集(CD-ROM), 3-459, pp.917-918, 福岡(2009.9)

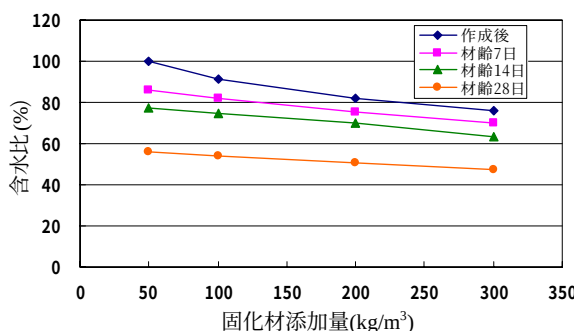


(a) ケース RPA

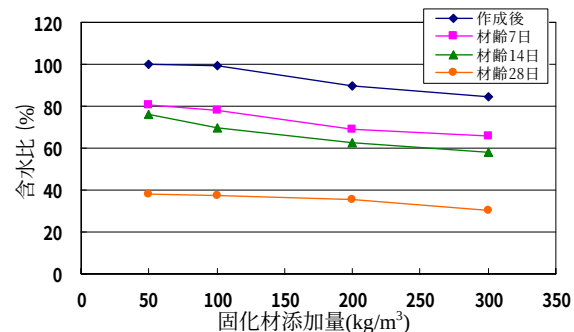


(b) ケース RPH

図-1 固化材添加量と一軸圧縮強度の関係



(a) ケース RPA



(b) ケース RPH

図-2 固化材添加量と一軸圧縮強度の関係