

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. はじめに

石膏ボードは石膏を芯材として両面を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合す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-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
	シルト (%)	35
	粘土 (%)	27
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%の恒温槽において養生を行う。クリーク底部と法面の改良土を想定しているため、目標強度を50kPaと定めた。蓮池粘土を用いて、供試体を自然含水比(184%)で作成後一軸圧縮試験を行ったが、目標

表-2 含水比調整粘土の試験ケース

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	有明粘土	160	50,100,200,300	100%	7,28,56
AH	有明粘土	210			
HL	蓮池粘土	160			7,28
HH	蓮池粘土	210			

強度の約1割程度の強度しか発現しなかった。この結果を踏まえ、新たに有明粘土と蓮池粘土の含水比を100%に調整し、実験を行った。また、発現強度の比較のため、同ケースの養生終了後に空气中に放置して24時間自然乾燥（以下、風乾と称す）を行い、同様に一軸圧縮強度を評価した。含水比を調整した試験ケースは表-2のように設定した。また、添加量50kg/m³は7日養生のみ行い、56日養生は有明粘土のみ行った。case名は自然含水比にはNをつけ、発生土それぞれの頭文字(AとH)に固化材焼成温度160℃にはLを、210℃にはHをつけることとした。

3.2 含水比調整粘土の一軸圧縮強度の比較

図-1～3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ことが伺え、また、風乾を行うことによって強度発現が大きくなっていることが分かる。

キーワード 石膏 廃石膏ボード 固化材

連絡先 〒852-8521 長崎市文教町1番14号 長崎大学 工学部社会開発工学科 TEL 095-819-2618

図-1 風乾無では、添加量が 200kg/m^3 以上でない目標強度 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/m^3 でも目標強度 50kPa を満たすことができた。これは、風乾を行うことにより供試体の含水比が低下したためだと考えられる。また、有明粘土より蓮池粘土の方が、相対的に強度が大きいことが伺える。これは有明粘土が高鋭敏比であり、蓮池粘土に比べ砂が多く、塩分や貝殻といった不純物が多く含まれているため、有明粘土の発現強度が低くなったものと思われる。

図-2 では、case HL よりも case HH の発現強度が大きい。これは、case HH が case HL に比べ、より無水石膏に近い状態のため、水分と反応しやすくより多くの水和反応を起こしたためだと考えられる。

図-3 から、再生石膏は添加量、養生期間が多くなるほど、固化材としての効果が顕著に現れ、発現強度が大きくなっている。これより再生石膏は添加量増加や長期養生を行うことによってさらなる強度増加が期待できるものと考えられる。

4. 化学的特性の評価

環境汚染の原因として特定されるT-Hg、 Cr^{6+} 、Cd、As、Se、フッ素、ホウ素について、重金属溶出試験を行った。表-3に溶出試験結果を示す。表-3から伺えるようにフッ素は基準値を超える値となった。また、pH測定試験も行った。再生石膏はpHの値が $7.2^{(2)}$ でほぼ中性なので、セメント系および石灰系固化材で問題になっているアルカリ性の問題は極めて小さいと言える。

5. おわりに

一軸圧縮試験を行った結果、再生石膏は含水比の影響が大きく、発生土の含水比を低下させ、添加量や養生期間を長くすることで、固化材としての効果がより顕著になり、目標強度を十分に満たすことができた。また、風乾を行うことにより供試体の含水比を大きく低下させ、強度を飛躍的に増加させることができた。

重金属溶出試験では、フッ素が環境基準値を超えたものの、pH測定試験では再生石膏はほぼ中性となり、pH変化への影響が少ないことを明らかにした。

今回の実験結果より、再生石膏中性固化材は、力学的に地盤改良材としての使用が十分可能であることを明らかにした。今後は、フッ素溶出の抑制方法を検討していく。

【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

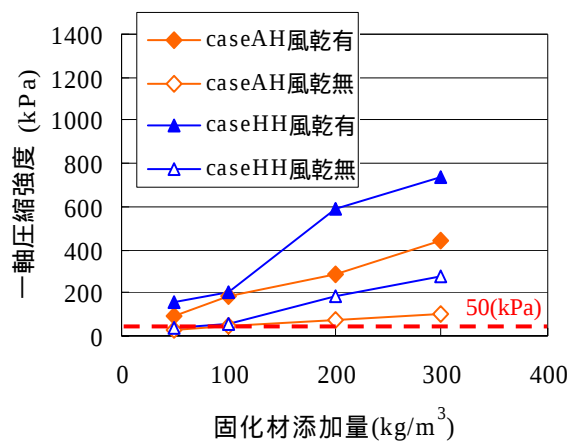


図-1 焼成温度 210 による一軸圧縮強度比較

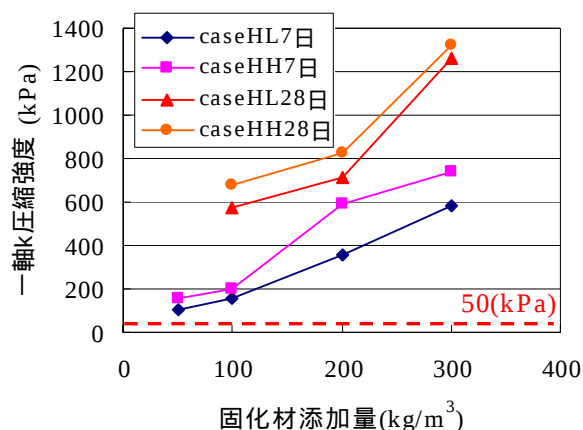


図-2 case HL, case HH 風乾有の一軸圧縮強度比較

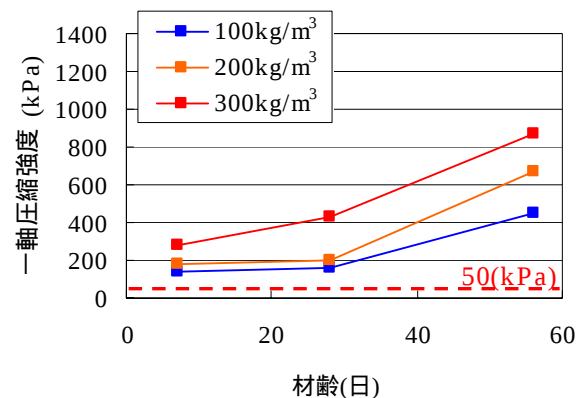


図-3 case AL 風乾有の一軸圧縮強度

表-3 重金属溶出試験結果(単位:mg/l、N.D.:検出せず)

	Cd	Pb	Cr^{6+}	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
再生石膏 (160)	N.D.	0.005	0.028	N.D.	0.004	N.D.	6.4	0.06
再生石膏 (210)	N.D.	0.001	N.D.	0.006	0.004	N.D.	3.9	0.03