

半水石膏による地盤改良効果の検討

福岡大学工学部 学生会員 春日謙治 福岡大学大学院 学生会員 伊藤恵輔
福岡大学工学部 正会員 佐藤研一 押方利郎
ふくおか石膏ボードリサイクル研究会 非会員 大山勝寿 坂本晃一 森田博史

1. はじめに 石膏ボードは、耐火性、遮音性、機密性、断熱性等の特徴を有しており、経済的にも低廉なことから住宅から超高層ビルまで建築物の種類に限定されない建築材料として大量に利用されている¹⁾。そのため、建築現場からは、新築及び解体時に大量の石膏ボードが廃棄物として発生している。しかし、廃石膏ボードの処理処分状況は、一部リサイクルされているものの大部分は管理型の産業廃棄物最終処分場に処分されている。このような背景から、廃石膏ボードから分離した石膏(二水石膏)を焼成して得られる再生半水石膏を土木建築資材(中性固化材)等として有効に利用する技術システムの確立を目指し、研究開発を行うことを目的としている。図-1 に本研究のフローチャートを示す。本報告では、発生場所の異なる2種類の高含水比かつ粘性分の多い建設発生土に対して、半水石膏の地盤改良効果について力学特性の面から検討した結果について報告する。

2. 実験概要

2-1 実験に用いた試料 実験には、土質材料として、福岡県前原市の建設発生土、熊本県あさぎり町の発生土の二つを使用した。また、中性固化材として、2種類の半水石膏(以下、石膏A、石膏Bと呼ぶ。)、セメント固化材として、高炉セメントB種を使用した。図-2 に土質材料の粒径加積曲線を、表-1 に試料の物理特性値を示す。両発生土ともに細粒分が8割程度と多く、シルト、粘土分で構成されていることが分かる。また、前原発生土はコーン指数984.5kN/m²、と第3種建設発生土であることがわかる。一方、あさぎり発生土はコーン値を求めることができず、火山灰質粘性土の高等有機質である。また、表-2からも分かるとおり、土質材料と石膏固化材からは基準値を超える重金属の溶出は見られなかった。

2-2 実験方法 表-3の配合条件を示す。力学特性について、一軸圧縮試験、環境影響として、改良土のpH測定を行った。試料の配合は、各土質材料を所定の含水比に調整し、その後、固化材を添加した。ここでの固化材添加率は、土質材料に対する重量比(%)であり、添加率と含水比は、経済性と施工性を考慮し決定したものである。一軸圧縮試験の供試体の作製は、φ=5cm、h=10cmのモールドに4層、1層あたり5回の締固めエネルギー{E_c=50(kJ/m³)}で供試体を作製し、20±3の恒温室において0、7日間気中養生を行った。

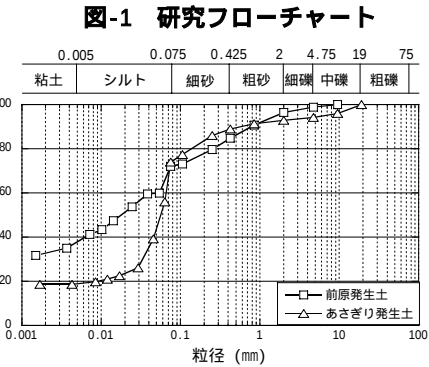
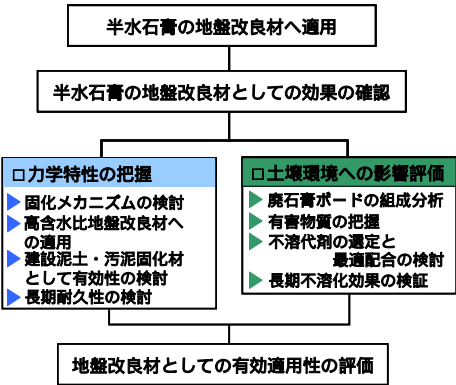


図-2 試料の粒径加積曲線
表-1 土質材料及び石膏の物理特性値

	前原建設発生土	あさぎり建設発生土	石膏A	石膏B	高炉B種
土粒子の密度(g/cm ³)	2.7205	2.3695	2.835	2.951	3.05
初期含水比(%)	34.89	76.9	-	-	-
細粒分含有率Fc(%)	72.17	74.06	1.061	0.740	-
最大粒径(mm)	4.75	9.5	4.75	4.75	-
均等係数U _c	-	-	3.333	3.150	-
曲率係数U _{c'}	-	-	1.24	1.09	-
塑性指数Ip	38.54	N.P	-	-	-
強熱減量(%)	7.7	25.7	-	-	-
コーン指数(kN/m ²)	984.53	-	-	-	-

表-2 固化材の溶出試験結果

	pH	B	Cr ⁶⁺	Cd	Pb
環境基準値	5.8~8.3	1.00	0.050	0.01	0.01
前原	7.05	0.083	N.D	0.002	N.D
あさぎり	6.00	0.046	-	0.002	N.D
石膏A	7.48	0.140	N.D	0.003	N.D
石膏B	7.2	0.068	N.D	N.D	N.D

表-3 配合表

土質材料	中性固化材		含水比(%)
	種類	添加率(%)	
前原発生土	石膏A	10	40
	石膏B		
	高炉B種	15	
あさぎり発生土	石膏A	20	80
	石膏B		
	高炉B種	20	

3. 実験結果及び考察

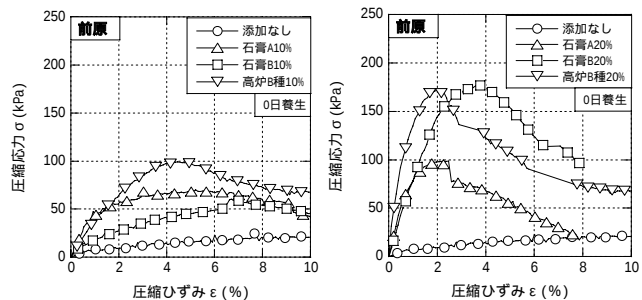
3-1 一軸圧縮試験結果 図-3、図-4 に前原及びあさぎり発生土の養生 0 日、固化材添加率 C=10% 及び 20% の一軸圧縮試験結果を表す。一般的な発生土である「前原」では、養生日数が 0 日に関わらず、半水石膏添加により強度発現が見られ、固化材添加率の増加に伴って最大圧縮応力は増加し、供試体の剛性も上昇している。また、半水石膏の違いも強度、変形特性に現れている事がわかる。さらに、半水石膏は、高炉セメントとほぼ同程度の改良効果が期待できることもわかる。一方、有機質土である「あさぎり」は、「前原」と比較すると強度発現が小さい。しかしながら、「前原」において改良効果の大きかった高炉セメントには殆ど効果が見られず、半水石膏が高有機質土においても有効であることがわかる。図-5 に養生 7 日における固化材添加量と一軸圧縮強さの関係を示す。養生 7 日においても固化材の違いは一軸圧縮強さに顕著に現れている。しかし、「あさぎり」については、ほぼ同程度の改良効果が期待できると言える。

3-2 固化材添加に伴う含水比の変化 図-6 に土質材料別の固化材添加に伴う含水比の変化を示す。いずれの固化材でも改良土の含水比は、低下しており、セメント固化材と半水石膏固化材の固化反応に要する水の量は同程度であることがわかる。

4. 固化材添加に伴う pH の変化 図-7 に固化材添加に伴う改良土の pH 値変化をまとめている。図より、半水石膏固化材を用いた改良土は、材料混合後も pH は中性域を示している。一方、高炉セメントによる改良土は pH が急に増加しており、前原発生土においては、一律排水基準値²⁾(pH=5.8~8.3)を大きく上回っている。このことから半水石膏固化材は、セメント固化材より土壌環境に優しい固化材であることがわかる。

5. まとめ 今回の実験より以下のことがわかった。

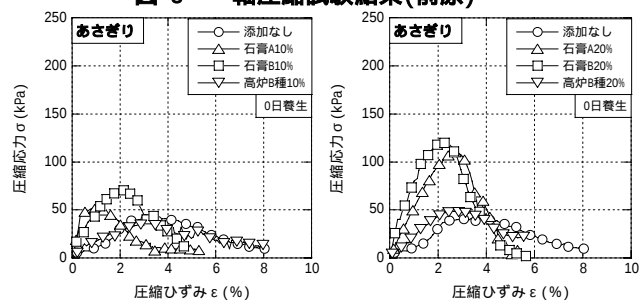
1. 固化材添加後 0 日養生において、半水石膏を用いた改良土の一軸圧縮強さは、高炉セメントを用いたものと同程度の強度発現をさせることが可能である。
2. 半水石膏固化材は、高含水比及び高有機質土に対して、効果的な改良効果を期待できる。
3. 半水石膏固化材とセメント固化材の固結に必要とする水の量は同程度である。
4. 半水石膏固化材を用いた改良土は pH 値が中性域を示し、土壌環境に優しい固化材である。



(a) 固化材添加量 10%

(b) 固化材添加量 20%

図-3 一軸圧縮試験結果(前原)



(a) 固化材添加量 10%

(b) 固化材添加量 20%

図-4 一軸圧縮試験結果(あさぎり)

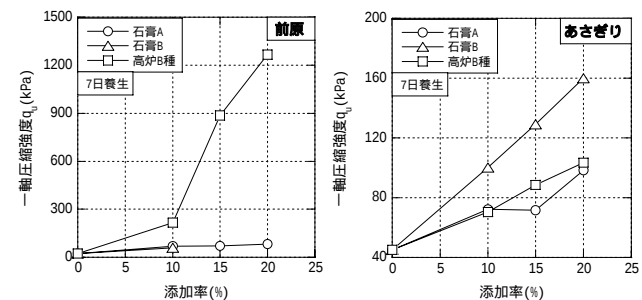


図-5 固化材添加による一軸圧縮強度の変化

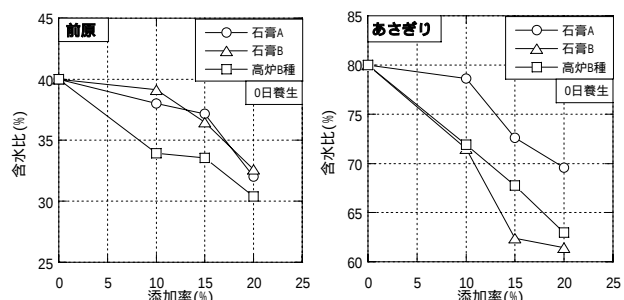


図-6 固化材添加に伴う改良土の含水比変化

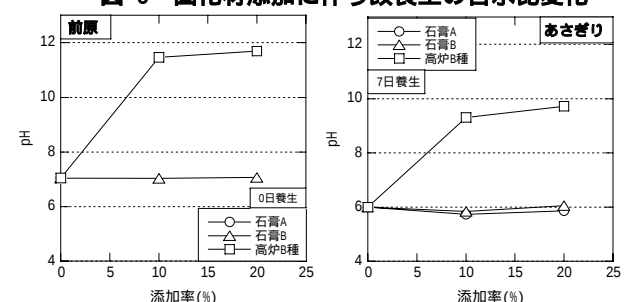


図-7 固化材添加による pH の影響

【参考文献】1)(社)石膏ボード工業会；工業会統計 <http://www.gypsumboard-a.or.jp/toukei.shtml>

2)環境省 HP；水環境関係 <http://www.env.go.jp/water/mizu.html>