

半水石膏による高含水比発生土の地盤改良効果の検討

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
 福岡大学大牟田産学連携推進室 非会員 押方 利郎

1.はじめに 廃石膏ボードは、安定型処分場から、管理型処分場への移行や、住宅・社会資本の更新に伴う建設副産物排出量の逼迫により、廃石膏ボードの処理費用は今後莫大なものになると考えられる。そのため、建築現場から排出される廃石膏ボードのリサイクル・再利用技術の開発が急務である。そこで著者ら^{1),2)}は、廃石膏ボードから分離した石膏を焼成して得られる再生半水石膏の地盤の地盤材料への適用について検討を進めてきた。その結果、比較的含水比の高い地盤材料において混合早期の改良効果があることを示してきた。本報告では、高含水比かつ高有機質建設発生土に対して、固化材として半水石膏を混合させ、一軸圧縮試験、pH 測定試験を行った結果について報告する。

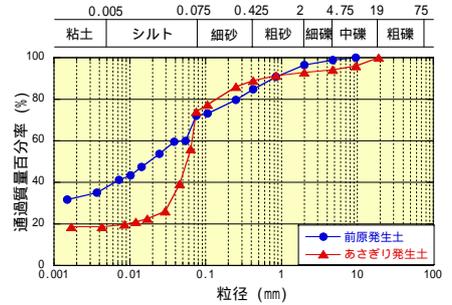


図-1 試料の粒径加積曲線

表-1 土質材料及び石膏の物理特性値

	前原	あさぎり	石膏A	石膏B	高炉B種
土粒子の密度(g/cm ³)	2.721	2.370	2.835	2.951	3.050
初期含水比(%)	34.89	76.9	-	-	-
細粒分含有率FcI(%)	72.17	74.06	1.061	0.740	-
最大粒径(mm)	4.75	9.5	4.75	4.75	-
均質係数Uc	-	-	3.333	3.150	-
曲率係数Uc'	-	-	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 一軸圧縮試験供試体作成条件

土質材料	固化材		含水比(%)
	種類	添加率(%)	
前原	石膏A	10	40
	石膏B		
	高炉B種		
あさぎり	石膏A	20	80
	石膏B		
	高炉B種		

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、福岡県前原市と熊本県あさぎり町の建設発生土の2種類を使用した。また、中性固化材として、焼成方法の異なる2種類の半水石膏(以下、石膏A、石膏Bと呼ぶ)、また比較するため、セメント固化材として、高炉セメントB種を使用した。図-1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。特に、前原発生土はシルト、粘土分を多く含んでおり、コーン指数984.5kN/m²と第3種建設発生土である。一方、あさぎり発生土は、コーン値を求めることができない泥土であり、火山灰質粘性土で強熱減量が25.7%と高有機質である。

2-2 実験条件

表-2に一軸圧縮試験の供試体作成条件を示す。力学的な検討では所定の条件で作成された供試体を用いて、一軸圧縮試験を行った。試料の配合は、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。所定の養生期間(0, 7, 28日)にて気中養生を行った後、せん断試験を行った。一軸圧縮試験の供試体作成方法は、直径5cm、高さ10cmのモールドに1層あたり5回の同一エネルギーにての締固め法{ $E_c=50(kJ/m^3)$ }で突き固め、計4層にて行った。一方、環境影響評価については、力学試験と同一試料を用いて、pH測定試験からの検討を行った。

3.実験結果及び考察

3-1 一軸圧縮試験結果

図-2に前原発生土、図-3にあさぎり発生土の0、28日養生の一軸圧縮せん断試験結果を示す。「前原」は供試体作直後にもかかわらず、また半水石膏

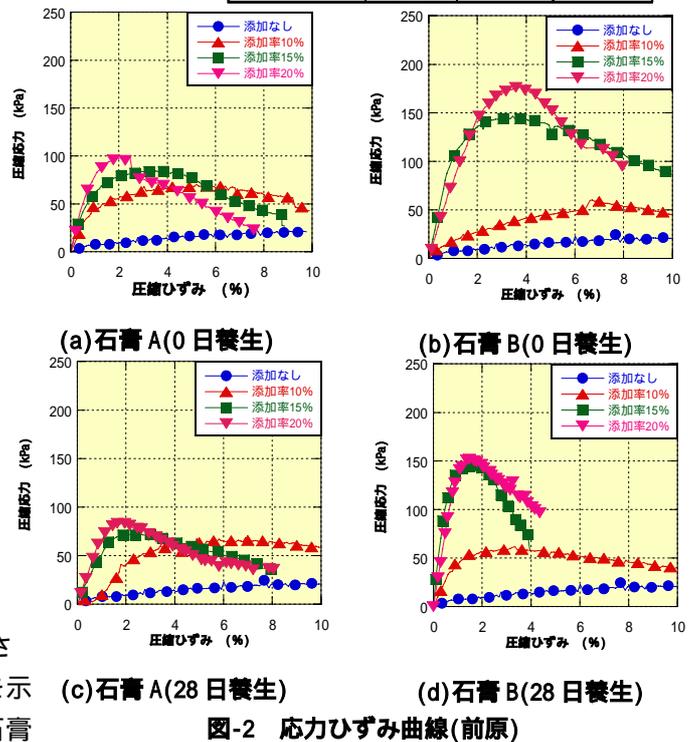


図-2 応力ひずみ曲線(前原)

キーワード 廃石膏ボード, 半水石膏, 地盤改良材, 一軸圧縮試験

連絡先 〒814-0180 福岡県福岡市城南区七隈 8-19-1 福岡大学工学部 道路・土質研究室 TEL092-871-6631

固化材の種類にもよらず添加率の増加に伴って改良効果が見られる。また、養生日数の経過に伴って、一軸圧縮強さ及び供試体の剛性が増加していることがわかる。特に石膏 B の方が改良効果が大いことがわかる。一方、高有機質土である「あさぎり」は、「前原」と比較すると養生に伴う強度発現が小さい。しかしながら、半水石膏の固化材添加率の増加に伴って一軸圧縮強さ及び供試体の剛性が増加していることから、半水石膏は高有機質土においても有効であることがわかる。また、石膏の違いについても、「前原」同様石膏 B の方が若干であるが養生に伴う改良効果が大いこともわかる。

固化材添加に伴う強度増加の割合をより定量的に明らかにするために、図-4 に前原発生土、図-5 にあさぎり発生土における q_u/q_i (q_i : 添加なしの一軸圧縮強度) と固化材添加率の関係を示す。ここで、図中の黒線は、未改良土の場合の強度を示す。「前原」の結果から、28 日間程度の養生期間においては、両石膏ともに、固化材を混入しない場合と比較して 2~6 倍程度改良効果が見られる。また、改良直後では、高炉セメント B 種と同程度の強度を有していることがわかる。しかしながら、養生に伴う強度増加に関しては、セメントほど大きな増加は見込めないことがわかる。一方、高有機質土である「あさぎり」では、「前原」と比較すると、0.7~3 倍程度と改良効果が小さいことがわかる。しかしながら、「前原」で改良効果の大きかった高炉セメント B 種では、1~2 倍程度とほとんど効果は見られなかった。一方、両半水石膏に関しては、養生日数の増加に伴い、3 倍程度とセメント以上の強度改善が見られることがわかる。このことから、半水石膏は高含水比かつ高有機質土に対して有効であり、地盤改良効果が期待できることがわかる。また、石膏添加率の増加に伴い、強度が低下していることがわかる。今後、「あさぎり」は適切な石膏配合量を検討していく必要があることを示唆している。

3-2 pH 測定試験結果 図-6 に pH と固化材添加率の関係を示す。半水石膏を用いた改良土は、固化材添加率が増加しても pH は中性を示していることがわかる。また、その状態は養生日数の経過に伴って変化しないこともわかる。一方、高炉セメント B 種による改良土は、固化材添加率の増加に伴い pH が急激に増加しており、アルカリ性領域を示している。このことから、半水石膏は高炉セメント B 種より土壌環境に優しい固化材であることがわかる。

4. 結論 今回の実験により以下のことがわかった。

1. 半水石膏は、養生直後の高含水比発生土及び高有機質発生土に対して、効果的な地盤改良効果が期待できる。
2. 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は、高炉セメント B 種と同程度の改良効果が期待できる。
3. 半水石膏を用いた改良土は pH が中性域を示し、土壌環境に優しい固化材である。

参考文献

1) 亀井健史：半水石膏を利用したセメント安定処理土の一軸圧縮特性に及ぼす養生期間の影響 地盤工学ジャーナル Vol.4, No.1, 99-105 2) 伊藤恵輔：半水石膏による高含水比発生土の地盤改良効果，第 44 回地盤工学会

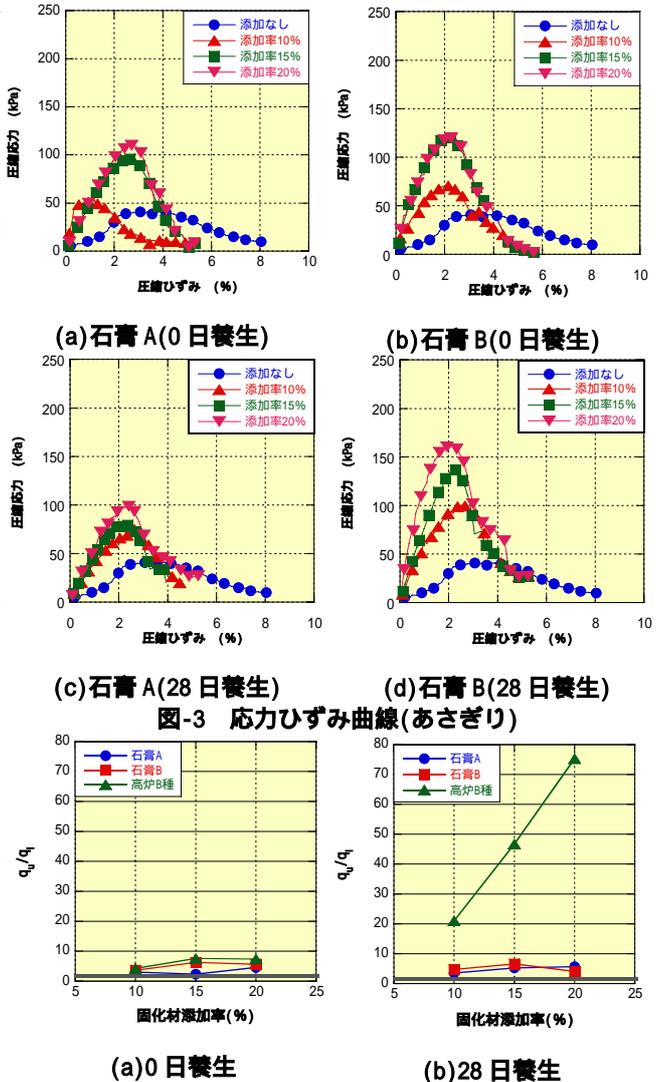


図-3 応力ひずみ曲線(あさぎり)

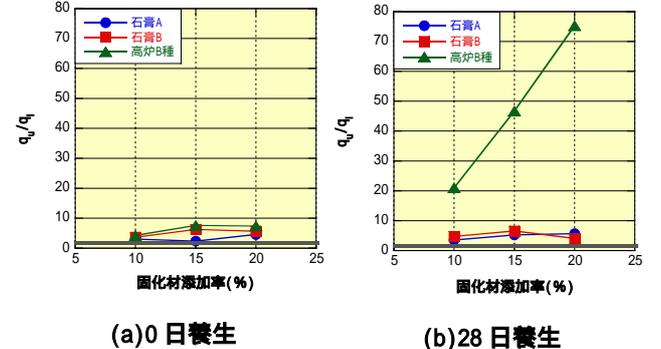


図-3 q_u/q_i と固化材添加率の関係(前原)

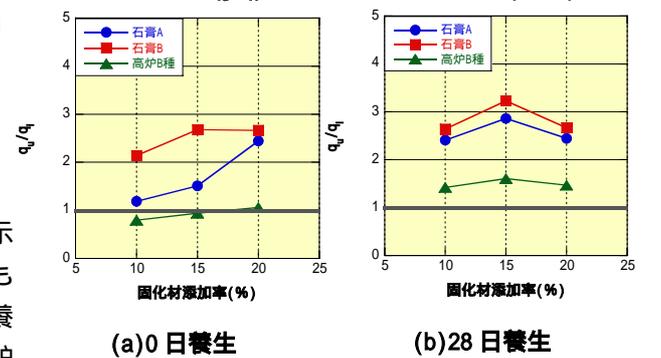


図-4 q_u/q_i と固化材添加率の関係(あさぎり)

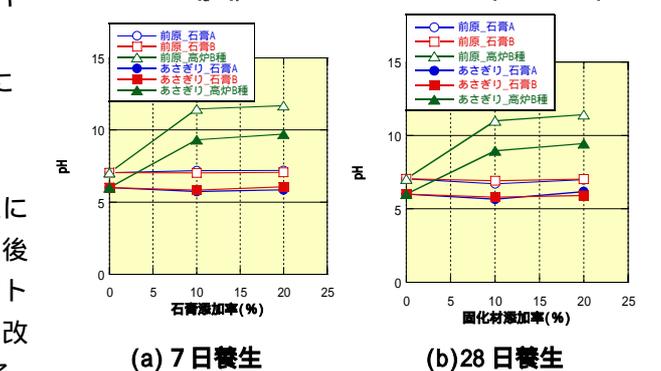


図-6 pH と固化材添加率の関係