

再生半水石膏より改良された土質材料の力学特性

福岡大学 学生会員 ○松崎数馬 伊藤恵輔

福岡大学 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 石膏ボードとは、石膏を主成分とした素材を板状にして、両面をボード用原紙で被覆成型した建築用内装材料である。耐火性、遮音性、断熱性、施工性に優れており、経済的にも低廉なことから建築物の壁や天井に広く用いられている。しかしながら、建築現場からは、新築及び解体時に廃棄物として発生する廃石膏ボードの排出量が年々増加しており、2013年には廃石膏ボードの年間総排出量は約200万トンになると言われている¹⁾。そこで本研究では、廃石膏ボードから分離した二水石膏を焼成して得られる再生半水石膏を地盤改良材として有効利用することを目的とし、再生半水石膏混合材料の力学特性の検討を行った結果について報告する。

2. 実験概要

2-1 実験試料 本研究では土質材料として、福岡市内で採取されたまさ土と建設発生土を洗浄し再利用する過程で発生する脱水ケーキを使用した。また、再生半水石膏として間接焼成方式で焼成された再生半水石膏(以下、石膏A)とIH焼成方式で焼成された再生半水石膏(以下、石膏B)の2種類を使用し、補助固化材として高炉セメントB種(以下、高炉B種)を使用した。凡例の記号はそれぞれ P_A : 石膏A、 P_B : 石膏B、C: 高炉B種を示している。**図-1**に粒径加積曲線を、**表-1**に物理特性値を示す。まさ土は、粒径幅の広い良く締固められる材料であることがわかる。また、脱水ケーキは細粒分含有率が高く、強熱減量の結果から有機分の多い試料である。

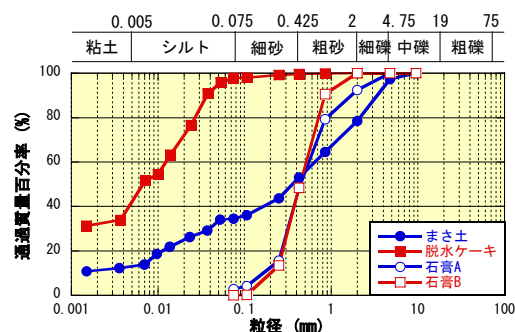


図-1 試料の粒径加積曲線

表-1 試料の物理特性値

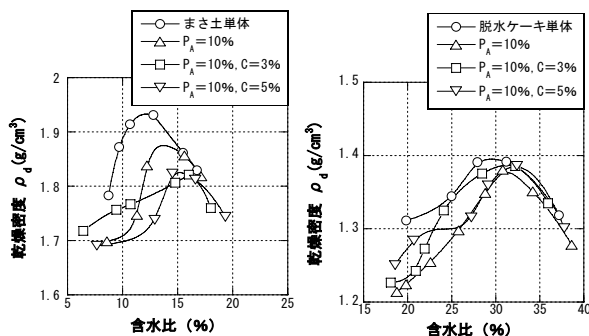
	まさ土	脱水ケーキ
土粒子密度 ρ_s (g/cm ³)	2.642	2.620
細粒分含有率 F_c (%)	34.40	100.00
液性限界 w_L (%)	-	58.54
塑性限界 w_p (%)	-	37.56
塑性指数 I_p (%)	-	20.98
強熱減量 (%)	3.66	18.40

表-2 実験条件

土質材料	半水石膏		補助固化材 (高炉B種)	養生日数 (day)
	種類	添加率(%)	添加率(%)	
まさ土 脱水ケーキ	石膏A	0	0	0
		10	3	7
	石膏B	10	3	28
		15	5	56

3. 実験結果及び考察

3-1 一軸圧縮試験結果 **図-3**に再生半水石膏により改良されたまさ土と脱水ケーキの一軸圧縮試験結果を示す。結果からわかるように再生半水石膏混合後に締固めた材料の一軸圧縮強さは土質材料の影響を受け、まさ土より脱水ケーキの方の改良効果が大きい事がわかる。また、いずれの土質材料も半水石膏添加に伴ってせん断強度は増加しており、 $P=15\%$ 混合させたものは、材料の初期剛性の増加も確認できる。また、いずれの土質材料ともに破壊時の圧縮ひずみが大きくなっていることから、半水石膏の添加によって粘り強い材料になっていることも確認できる²⁾。しかし結果より、大きな材料強度の増加は望めない改良材である事もわかる。**図-4**に再生半水石膏にさらに補助固化材を混合した供試体の一軸圧縮試験結果を示す。結果から補助固化材を混合させることによって



(a) まさ土 (b) 脱水ケーキ
図-2 締固め曲線(石膏A10%)

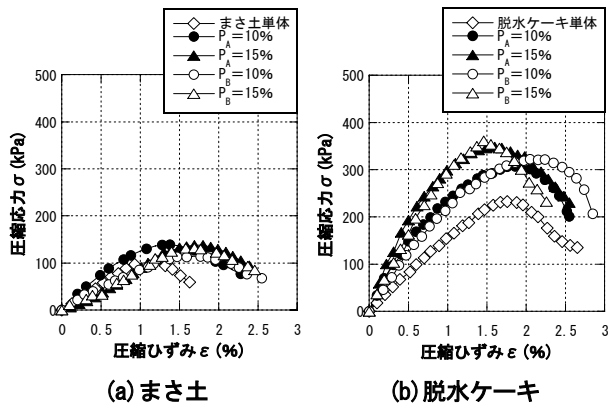


図-3 一軸圧縮試験結果(7日養生 石膏のみ)

材料の強度増加が見込める事がわかる。またその傾向は、まさ土の方が強度増加は顕著である。これに対し、脱水ケーキは土中の有機分によってセメントによる強度発現効果を阻害していることが推測される。図-5 に補助固化材添加率と破壊ひずみの関係を示す。補助固化材の添加率の増加に伴い破壊ひずみが減少していることがわかる。したがって補助固化材を添加することにより大幅な強度と材料剛性の増加は見込めるが、半水石膏の特性である粘り強さを減少させることを示している。

3-2 養生日数と一軸圧縮強さの関係 図-6、7 に両土質材料の養生日数と一軸圧縮強さの関係を示す。石膏のみの添加に着目すると、土質材料の種類によらず、混合直後の一軸圧縮強さと養生日数の経過に伴う一軸圧縮強さはほぼ一定値を示していることがわかる。このように半水石膏の添加によって土質材料の種類に関係なく、混合直後に土質材料の強度増加が見込まれる。したがって、軟弱土壌の施工現場における半水石膏の利用は、早期にトラフィカビリティーが改善され、工期の短縮が望める改良材である。一方、補助固化材の効果は、養生7日後において一軸圧縮強さが増加し、養生日数が経過するごとに徐々にその増加が緩やかになる傾向が見られる。まさ土では養生日数の経過に伴い大きな強度増加が見られるが、脱水ケーキではまさ土ほどの強度増加は見られなかった。これは先述したように脱水ケーキの土中の有機分に起因すると考えられる。

4. 結論 実験の結果、以下の結論を得ることができた。

①土質材料に再生半水石膏を混合し、締固めることによって、混合材料の強度を増加させることができ、粘り強い材料となる。また、この改良効果は、材料混合直後に発揮され、養生に伴って変化しないことも明らかとなった。②補助固化材の添加によって、混合材料の強度増加が期待でき、さらに、有効利用時に必要な強度を設定することが可能であることが示された。また、脱水ケーキにおいて高炉セメント B 種の効果は、有機分の含有によって阻害されるものの、養生による強度増加が見込まれることも示された。

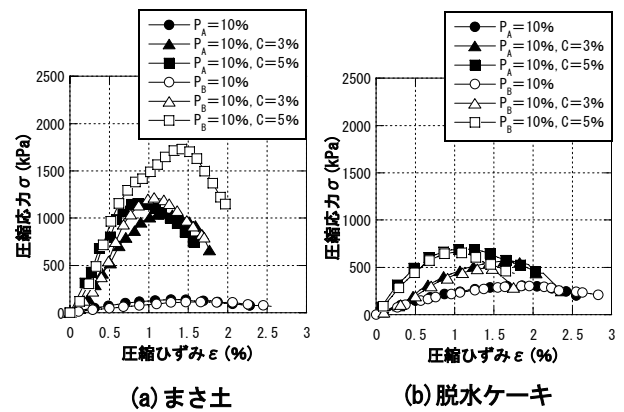


図-4 一軸圧縮試験結果(7日養生 補助固化材あり)

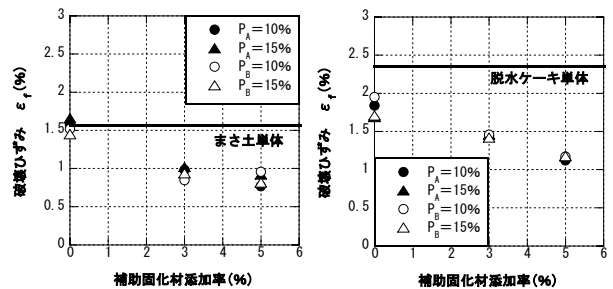


図-5 補助固化材添加率と破壊ひずみの関係

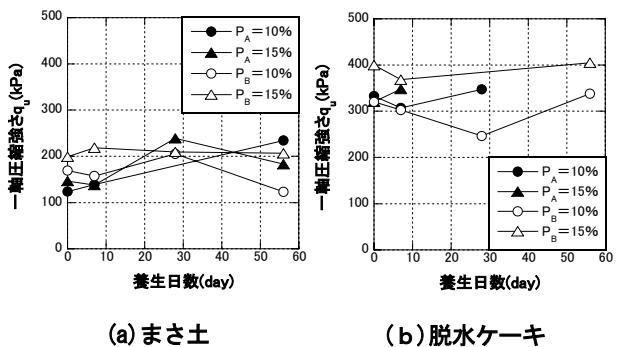


図-6 養生日数と一軸圧縮強さの関係(石膏のみ)

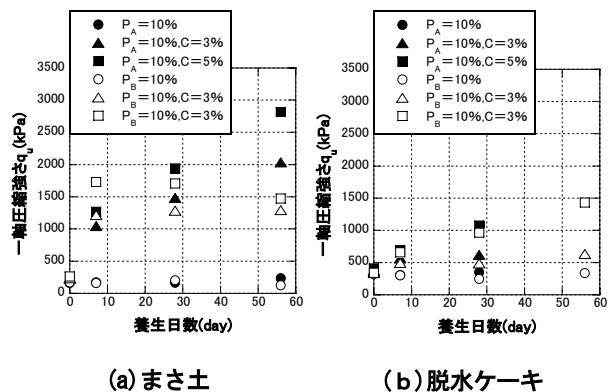


図-7 養生日数と一軸圧縮強さの関係(補助固化材あり)