

半水石膏を混入したセメント安定処理土の強度特性

明星大学 正会員 ○矢島 寿一
元明星大学 村岡 卓也
島根大学 正会員 亀井 健史

1. はじめに

近年、産業廃棄物の大量化に伴う処分場不足が懸念されており、産業廃棄物のリサイクルが循環型社会形成のためにも重要となってきた。廃石膏ボードは、建築物や住宅の解体によって発生する廃棄物であり、図-1に示すように2007年では152万トンとなり今後も増加する傾向にある¹⁾。もしこの廃石膏ボードを建設材料として有効利用できれば、廃石膏ボードの処理問題や建設産業における天然資材の枯渇問題を解決できると考えられる。本研究では、廃石膏ボードのリサイクル促進のために、半水石膏粉末の軟弱地盤改良材料としての有効性について、半水石膏混合比率、セメント添加量を変化させ一軸および三軸圧縮試験を行い、強度特性を明確にすることを目的とする。

2. 試験配合および供試体作成方法

本研究で用いた試料は、亀井²⁾らの研究を参考に半水石膏、高炉セメントB種、そして軟弱粘性土としてMCクレーを使用した。表-1に物性値を示す。配合条件は表-2に示すとおりであり、含水比120%の軟弱粘性土を安定処理することを想定し、水土比(W/S)を120%とし、セメント添加量(C/S)を5%、10%とした。また、それぞれのセメント添加量に対し一軸圧縮試験では、半水石膏混入率(B/S)を0%、5%、10%、15%、20%に変化させた計10配合とし、三軸圧縮試験では、セメント添加量は同様で、半水石膏混入率(B/S)を0%、5%、20%に変化させた計6配合を設定した。

供試体作製方法は、設定した水土比に対応する混練水の投入量の6割程度をまず粘土試料であるMCクレーを混ぜ、ソイルミキサーで攪拌した。その間にセメントと残り4割程度の混練水を混ぜ、ミキサーで攪拌した粘土試料と混合し、さらにその試料をミキサーで攪拌した。その後、半水石膏粉末を粘土スラリー中に混入し、半水石膏粉末がスラリー中で均質に混ざるように再度ミキサーで攪拌した。完成した試料は含水比測定を行った後、鋳鉄製のモールド($\phi=50\text{mm}$, $H=100\text{mm}$)にフィルムをまき、5層程度に分けて打設した。その際、試料を均質にするために各層ごとに木槌を用いてモールドに打撃を加えることにより打設時に含まれる気泡を除去した。モールドに打設した試料はポリエチレン製の袋で被い、恒温室(20 ± 2)で24時間養生した。その後、モールドから供試体を取り出しラップで包み、再び恒温室(20 ± 2)で所定の養生期間(一軸用 $T=1, 3, 7, 14, 28$ 日, 三軸用 $T=28$ 日)まで気中養生した。所定の養生日数を経過した供試体は、両端面を成形し一軸、三軸圧縮試験に供した。

3. 一軸圧縮試験結果

半水石膏を用いたセメント改良土の一軸圧縮強さ(q_u)と材令(T)の

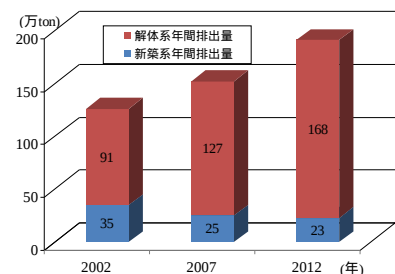


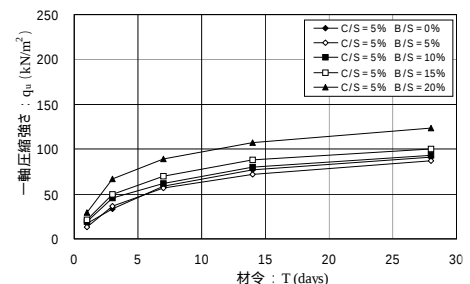
図-1 廃石膏ボード年間総排出量

表-1 物性値

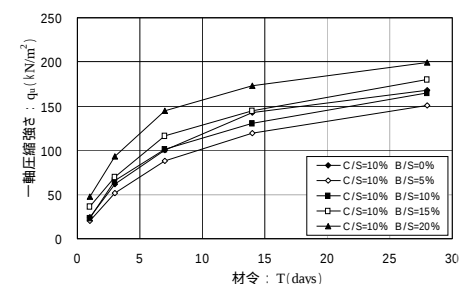
	密度: ρ_s (g/cm ³)
半水石膏	2.64
高炉セメントB種	3.04
MCクレー	2.68

表-2 配合条件と試験ケース

含水比: w (%) (水土比: W/S)	セメント添加量: C/S (%)	半水石膏混入率: B/S (%)	一軸圧縮 試験	三軸圧縮 試験
120	5	0	○	○
		5	○	○
		10	○	-
		15	○	-
		20	○	○
	10	0	○	○
		5	○	○
		10	○	-
		15	○	-
		20	○	○



(a) セメント添加量 B/C=5%



(b) セメント添加量 B/C=10%

図-2 一軸圧縮強さと材令の関係

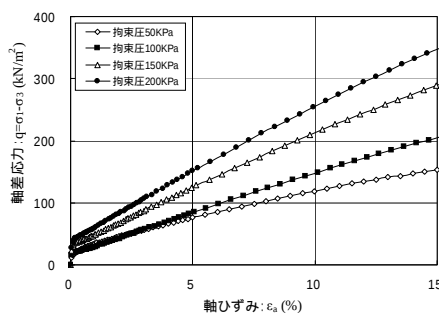
key word : 廃石膏ボード, セメント安定処理, 一軸圧縮試験, 三軸圧縮試験

連絡先: 明星大学 理工学部 建築学科 (東京都日野市程久保 2-1-1・E-Mail: j-yajima@ar.meisei-u.ac.jp)

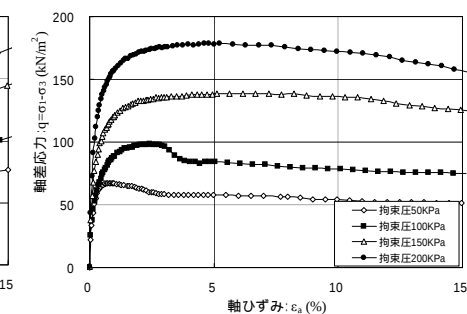
関係をセメント添加量別に図-2(a), (b)に示す。この図より全てのケースで材令の経過と共に一軸圧縮強さが増加していることがわかる。次に材令 28 日での一軸圧縮強さ(q_u)と半水石膏混入率(B/S)の関係を図-3 に示す。この図より q_u は半水石膏混入率が 5%では若干低下するが、半水石膏混入率が 10%以上となると q_u は増加することがわかる。この傾向は、亀井ら²⁾の研究結果と同様の結果であり、B/S=5%付近の強度低下の主原因は石膏の混入によるセメントの水和反応の阻害であると考えられる。

4. 三軸圧縮試験結果

セメント添加量 5%, 半水石膏混入率 5%のケースでの圧密排水せん断試験および圧密非排水せん断試験の軸差応力と軸ひずみの関係を図-4(a),(b)に示す。この図から、圧密排水せん断試験、圧密非排水せん断試験共に、拘束圧の増加に伴い軸差応力も大きくなることがわかる。図-4(a)の圧密排水せん断試験では、軸ひずみが増



(a) 圧密排水せん断結果



(b) 圧密非排水せん断結果

図-4 三軸圧縮試験結果

加すると徐々に軸差応力も増加する。また、軸差応力のピークはなく、軸ひずみ 15%にて軸差応力が最大となった。図-4(b)の圧密非排水せん断試験では、軸差応力のピークは軸ひずみ 1~2%時に表れ、その後軸差応力は徐々に低下することがわかる。これらの傾向は、今回行った三軸試験の全ての結果から得られた。

5. 半水石膏混入率の違いによる破壊線の比較

三軸圧縮試験から得られた最大軸差応力(q)と平均有効主応力(p')の点をプロットしたものが図-5 である。図中には各ケースの破壊線を示している。この図から破壊線の傾きは全てのケースにおいてほぼ平行となることがわかる。次に、図-5 に示す破壊線から求めた内部摩擦角(ϕ)と半水石膏混入率の関係を図-6 に示す。この図および図-5 の破壊線がほぼ平行になっていることから B/S の違いによる内部摩擦角(ϕ)は変化しないことがわかる。さらに図-5 に示す破壊線から求めた粘着力(c)と半水石膏混入率の関係を図-7 に示す、この図から粘着力(c)は図-3 の一軸圧縮強さと半水石膏混入率の関係と同様の傾向があることがわかる。

6. まとめ

今回の試験によって得られた結果をまとめると以下の通りである。

- 1) 半水石膏を用いたセメント改良土の一軸圧縮強さは、セメント添加量の増加に伴い、強度も増加し、半水石膏混入率は 5%、0%、10%、15%、20%の順に強度が増加する。
- 2) 半水石膏を用いたセメント改良土の内部摩擦角(ϕ)は、セメント添加量、半水石膏混入率が変わっても変化せず、内部摩擦角は約 24°となる。
- 3) 半水石膏を用いたセメント改良土の粘着力(c)は、一軸圧縮強さと半水石膏混入率の関係と同様の傾向になる。

【参考文献】

- 1) (社)日本ツバイフォー建築協会, 石膏ボードのリサイクル 2003, http://www.2x4assoc.or.jp/builder/news/news_200303_1.html
- 2) 亀井健史, 珠玖隆行, 廃石膏ボードから再生した半水石膏を混入したセメント安定処理土の一軸圧縮強さ, 地盤工学ジャーナル, Vol. 2, No. 3, pp. 237-244, (社)地盤工学会, 2007.

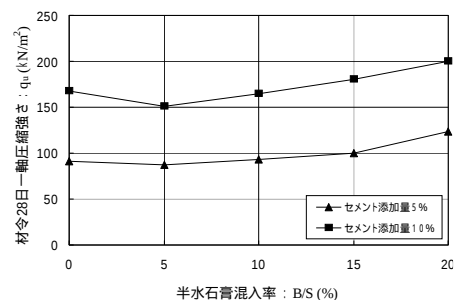


図-3 一軸圧縮強さと半水石膏混入率の関係

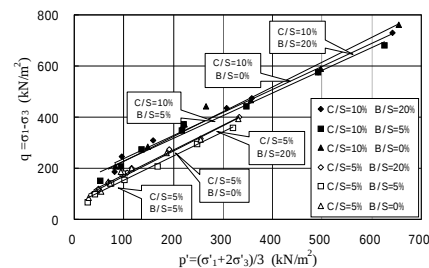


図-5 q - p' 関係

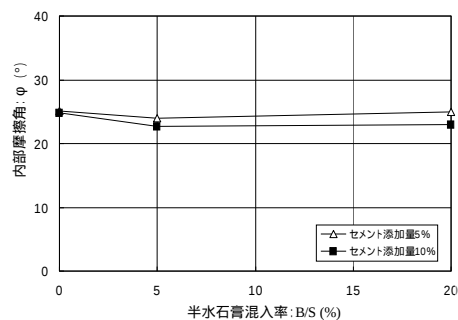


図-6 内部摩擦角と B/S の関係

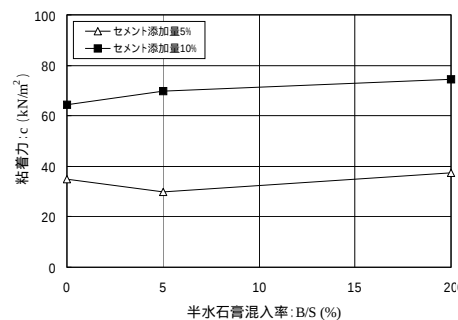


図-7 粘着力と B/S の関係