

再生石膏の造粒材としての適用性検討

香川高等専門学校 学生会員 ○塩入 潤一郎
 香川高等専門学校 正会員 小竹 望
 四電エンジニアリング(株) 非会員 高島 敦之

1. はじめに

新築および解体現場から多くの廃石膏ボードが発生しており、処理費用や最終処分場の残余容量などの問題から、廃石膏ボードの有効利用が求められている。本研究では、細粒土を造粒する際に用いる造粒材として再生石膏を利用し、造粒物に対する乾湿繰返し試験および粒子破碎試験からその適用性を検討した。

2. 使用材料と検討ケース

土試料として細粒スラグを使用した。細粒スラグは、土粒子の密度が $\rho_s=3.08 \text{ g/cm}^3$ であり、粒度組成は砂分3%、シルト分79%、粘土分18%である。造粒材にはセメント等が多く使用されるが、本実験では造粒材の一部を再生石膏で代替する配合とした。造粒材としてNPセメントを使用し、廃石膏ボードから分別処理された二水石膏と、二水石膏を過熱処理した半水石膏の2種類の石膏を使用した。

表1に造粒実験ケースを示す。造粒材の配合は、試料土の乾燥質量に対する添加率で示している。セメント添加率 a_c は10%と20%とし、半水石膏添加率 a_{G05} 、二水石膏添加率 a_{G2} はそれぞれ0, 3, 6%とした。表1に示す半水化率は、石膏添加量全体(半水石膏 a_{G05} +二水石膏 a_{G2})に対する半水石膏 a_{G05} の割合、すなわち $a_{G05}/(a_{G05}+a_{G2})$ である。造粒装置は、石炭灰等の造粒に実績のある振動造粒機を使用した¹⁾。造粒時の加水量は、造粒状態に応じて21, 23%とした。

3. 乾湿繰返し試験

表1に示したケースで作製した粒径9.5~26.5 mmの造粒物を用いて乾湿繰返し試験を実施した。乾燥状態と水浸状態をそれぞれ24時間行い、これを1サイクルとし、5サイクル繰返した。乾湿繰返し試験の実施前と実施後の造粒物の状況を図1にそれぞれ示す。乾湿繰返し試験に用いた造粒物について、試験終了後に9.5, 2.0, 0.075 mmふるいでそれぞれふるい分けを行った。ここでは、ふるい通過率によりスレーキングに対する耐久性を評価した。

表1 造粒実験ケース

ケース	水 (%)	造粒材			半水化率 (%)
		セメント a_c (%)	半水石膏 a_{G05} (%)	二水石膏 a_{G2} (%)	
A-1	23	10	0	6	0
A-2	23	10	3	3	50
A-3	23	10	6	0	100
A-4	21	20	0	6	0
A-5	21	20	3	3	50
A-6	21	20	6	0	100



a) 乾湿繰返し前 b) 乾湿繰返し後
 図1 乾湿繰返し前後の粒子の状態(ケース A-5)

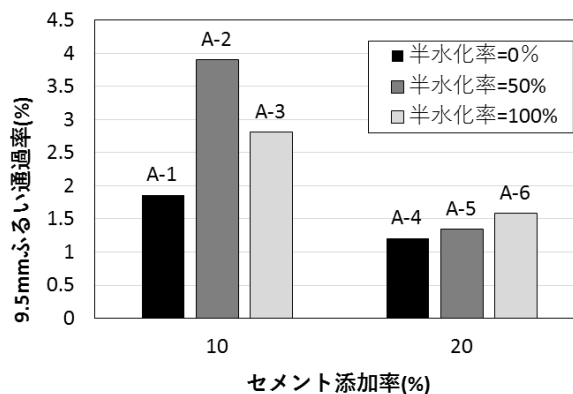


図2 ふるい通過率 (9.5 mm)

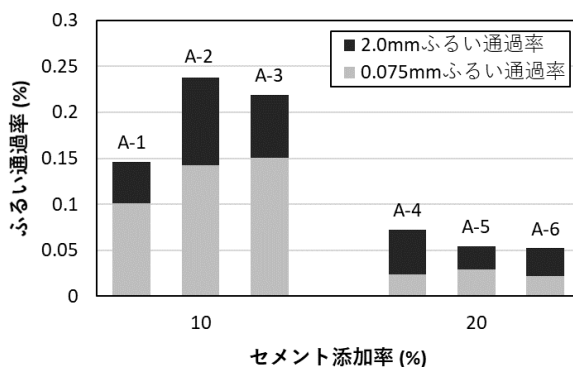


図3 ふるい通過率 (2.0 mm と 0.075 mm)

キーワード 再生石膏, 造粒, 乾湿繰返し試験, 破碎強度

連絡先 〒761-8058 香川県高松市勅使町 355 香川高等専門学校 建設環境工学科 小竹 望 TEL087-869-3927

図2に各ケースの9.5mmふるい通過率を示す。9.5mm以下に分解された粒子の大部分は、造粒直後に粒子同士が接着して団塊状になった造粒物が、乾湿繰返しによって分離した粒子であった。したがって、造粒物そのものが分解するスレーキングとは現象が異なる。

図3に各ケースの2.0mmと0.075mmふるい通過率を示す。2.0mm以下に分解した粒子は、乾湿繰返しによって造粒物の表層が分解した。セメント添加の影響に関して、セメント添加率 $a_c=10\%$ と $a_c=20\%$ のケースを比較すると、セメント添加率が大きいほどスレーキングに対する耐久性が増加することが分かる。セメント添加率 $a_c=10\%$ のケース(A-1, A-2, A-3)では、2.0mmふるい通過率は0.24%以下に、0.075mmふるい通過率は0.15%以下になり、比較的低い値になった。 $a_c=20\%$ のケース(A-4, A-5, A-6)では、2.0mmふるい通過率は、さらに小さく0.05~0.07%であった。一方、半水化率の差がスレーキングに与える影響については明瞭な差異が現れなかった。

4. 粒子破碎試験

粒子破碎試験は、ケースA-4, A-5, A-6の造粒物と、各ケースの乾湿繰返し後の造粒物(ケースA-41, A-51, A-61)の計6ケースについて実施した。粒径が9.5~19mmの範囲にある造粒物から各ケースで $n=50$ 個を試験対象とした。また、粒子破碎試験の前に、個々の粒子の短径、長径、質量を測定した。図4に各ケースの造粒物の粒子密度の平均値を示す。ここで、粒子の体積は、粒子の短径と長径を用いて粒子形状を円柱と仮定して算定した。乾湿繰返しの前後を比較すると、粒子密度の増加が見られた。これは、粒子表層の密度が低い部分が分解されたためと考えられる。半水化率の変化による明瞭な差異は見られなかった。

粒子破碎試験は、圧縮試験機を用いて1mm/分の変位制御で圧縮荷重を作用させ、ピーク荷重を破碎強度とした。図5に試験に用いた載荷板と破碎前後の粒子の例を示す。図6に粒子破碎試験結果の一例としてケースA-4とA-41の粒子破碎強度分布をそれぞれ示す。乾湿繰返しによる粒子破碎強度の平均値と標準偏差の変化が非常に小さいことから、乾湿繰返しに対する耐久性が認められる。図7に各ケースの平均破碎強度を示す。半水化率の増加に伴って平均破碎強度が増加する傾向がみられた。また、乾湿繰返しによって平均破碎強度が若干減少する程度であることから、乾湿繰返しへの耐久性が認め

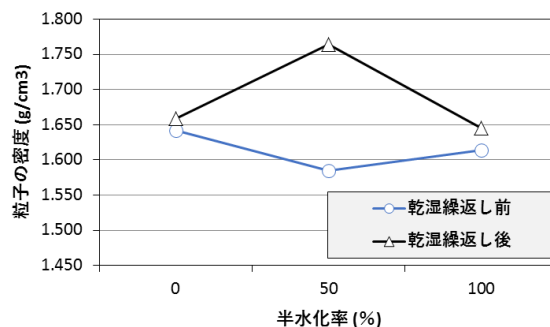


図4 造粒物の粒子の密度



図5 載荷板と破碎試験前後の粒子

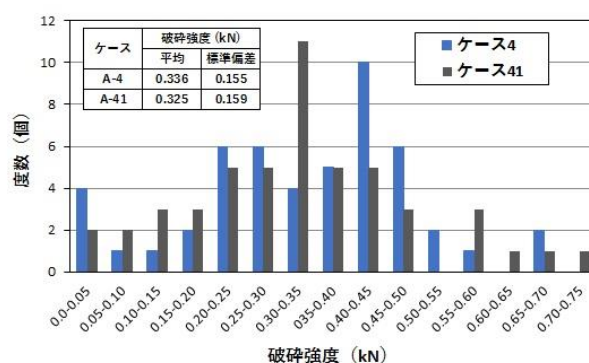


図6 乾湿繰返し前後の粒子破碎強度分布

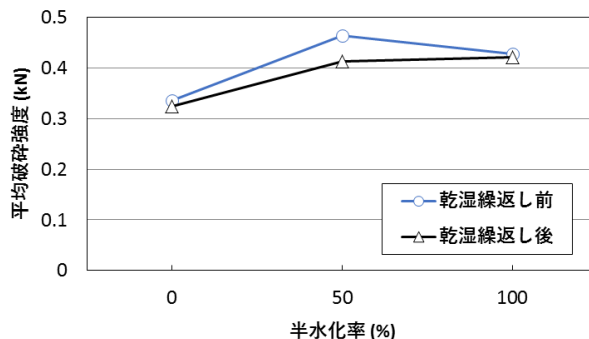


図7 乾湿繰返し前後の平均破碎強度

5. まとめ

本研究の配合による造粒物は、乾湿繰返しに対する耐久性について、粒子表層の分解が0.25%以下に抑制され、粒子破碎強度の低下が小さいことが分かった。また、再生石膏の半水化率の増加に伴って粒子破碎強度が増加する傾向がみられた。

参考文献

- 1) 塩入・小竹・高島・多田・山内：再生石膏の造粒材としての適用性検討，地盤工学会四国支部平成28年度技術研究発表会，pp. 83-84, 2016.