

再生二水石膏を用いた中性固化材の開発 ～練り返しによる強度への影響検証～

福岡大学大学院 学生会員 ○郭 嘉
 福岡大学工学部 正会員 佐藤 研一 藤川 拓朗 古賀 千佳嗣
 住友大阪セメント株式会社 小堺 規行 吉田 雅彦 植田 竜也
 中央環境開発株式会社 太田 敏則

1. はじめに

近年、建築物の解体工事に伴って発生する廃石膏ボードの発生量の増加により、再資源化の促進が喫緊の課題となっている。その解決策のひとつとして、廃石膏ボードをボード紙と石膏に分離処理することで得られる再生石膏の有効利用が挙げられる。そこで、著者らは再生二水石膏を用いた中性固化材の開発に着手し、これまでに特殊添加材を配合することにより市販の中性固化材と比べて高い改質効果が得られることを明らかにしている。しかしながら、改質土の適用環境によっては、重機走行による練り返しや交通荷重等の練り返し载荷の影響を受け、強度低下が生じる可能性がある。本研究では、固化材混合直後に作製した供試体を所定期間養生した場合(以後、不攪乱改質土)と所定期間養生後の改質土を突き固めて供試体を作製した場合(以後、練り返し改質土)のコーン指数(q_c)を対比することによって、それらの影響を検証した。

2. 実験方法

2-1 使用材料 試料土は、シールド工事によって排出される第4種発生土($q_c=200\text{kN/m}^2$ 以上)を想定した模擬土とし、表-1の条件で調整した。固化材は、再生二水石膏と特殊添加材を混合して試製した。この特殊添加材には、アルミナ成分を含有する材料を使用しており、強度増進効果とともに再生二水石膏中に含まれるフッ素をフッ化アルミ等の比較的溶解度の低い化合物として不溶化させる効果を期待している。なお、比較のため、市販の半水石膏系固化材も使用した。

2-2 実験条件 本実験では、第4種発生土を想定した模擬土を第3種改良土相当($q_c=400\text{kN/m}^2$ 以上)に改質し、その改質土の練り返しによる強度低下を確認した。固化材の試製条件を含めた配合条件および養生期間と供試体の成型時期を表-2に示す。また、不攪乱改質土と練り返し改質土の混合・

攪拌からコーン指数試験までのフローを図-1に示す。改質土の混合にはホバートミキサーを用い、3分間攪拌した。不攪乱改質土は、改質土を混合・攪拌後、直ちに締固めを行って供試体を作製し、 20°C で7日間封緘養生後にコーン指数試験を行った。練り返し改質土は混合・攪拌した改質土を 20°C にて7日間密封養生させた後に締固めを行って供試体を作製し、コーン指数試験を実施した。なお、締固めは「突固めによる土の締固め試験方法」(JIS A 1210) A法に準拠し、 2.5kg ランマーを用いて落下高さ 30cm にて3層25回で打設した。コーン指数試験はJIS A 1228に準じて実施し、併せて「土懸濁液のpH試験方法」(JGS 0211)に準じて改質土のpHを測定した。

表-1 模擬土の作製条件

模擬土	
7号珪砂:粉末粘土(質量比)	70:30
含水比(%)	25
加泥材(kg/m^3)	3
コーン指数(kN/m^2)	約200

表-2 配合条件および養生期間と供試体成型時期

試験固化材の内訳(%)		固化材添加量 (kg/m^3)	養生日数 (day)	供試体作製時期
再生石膏	特殊材			
85	15	25	7	混合直後
70	30	50		
55	45	75		
半水石膏系				材齢時

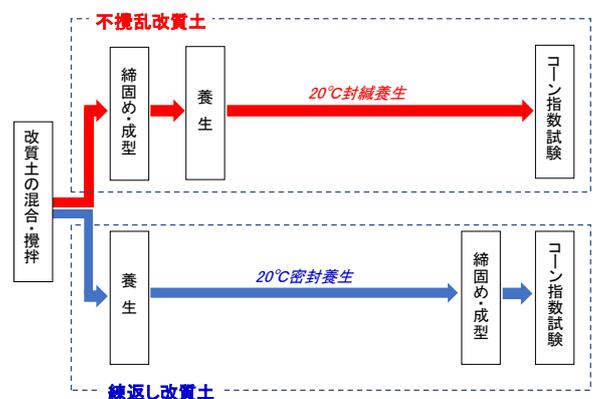


図-1 不攪乱改質土と練り返し改質土の試験フロー

キーワード 中性固化材 再生二水石膏 コーン指数

連絡先 〒814-0180 福岡市城南区七隈 8-19-1 福岡大学工学部 TEL092-871-6631(ext.6464)

3. 実験結果及び考察

特殊添加材割合ごとの試製固化材(a)~(c)および半水石膏系固化材(d)における固化材添加量と改質土のコーン指数並びに pH の関係を図-2 に示す。全ての固化材で、添加量の増加に伴い不攪乱改質土、練り返し改質土ともコーン指数は増加し、pH は高くなった。また、試製固化材では、固化材添加量が同一の条件下において、特殊添加材割合の増加に伴ってコーン指数が増加し、pH は上昇する傾向が確認された。コーン指数は、いずれの条件においても不攪乱改質土に比べて練り返し改質土の値が低いことから、練り返しによる強度低下が生じていることが分かり、条件によっては、第3種改良土として必要なコーン指数を満たしていた不攪乱改質土が練り返しによって要求品質を下回ってしまうケースも認められた。なお、市販の半水石膏系固化材を用いた場合、pH は中性域にあるものの、添加量の増加に伴うコーン指数の増大はわずかであった。

これらの結果を基に、試製固化材での改質土に関し、強度発現への影響因子の明確化および強度低下の定量化を試みた。試料土 1m³ あたりに添加された特殊添加材量(固化材添加量×特殊添加材割合)とコーン指数の関係を図-3 に、不攪乱改質土のコーン指数と式(1)によって求めた練り返しによる強度低下率の関係を図-4 に示す。

$$\text{強度低下率}(\%) = \left(1 - \frac{\text{練り返し改質土のコーン指数 } q_{cd}}{\text{不攪乱改質土のコーン指数 } q_{cu}}\right) \times 100 \quad (1)$$

図-3 より、改質土の強度は、試料土に添加された試製固化材中の特殊添加材の量との相関性が高いことが分かる。一方、図-4 に示すように、強度低下率は固化材添加量や特殊添加材割合との関係は明確ではなく、今回の結果からは定量化に至らなかった。また、強度低下率は pH の影響を受けている可能性もあるため、この点については引き続き検討を行っていく必要がある。

4. まとめ

再生二水石膏と特殊添加材を混合した固化材での配合試験結果から、強度発現は特殊添加材の効果が大きいこと、練り返しによって最大 40%程度の強度低下が生じること、特殊添加材量の増加により改質土の pH が上昇することが確認された。

今後は、中性域(pH 5.8~8.6)での改質性能向上、練り返しによる強度低下の軽減を検討するとともに、乾湿練り返しによる再泥化の影響についても検証する予定である。

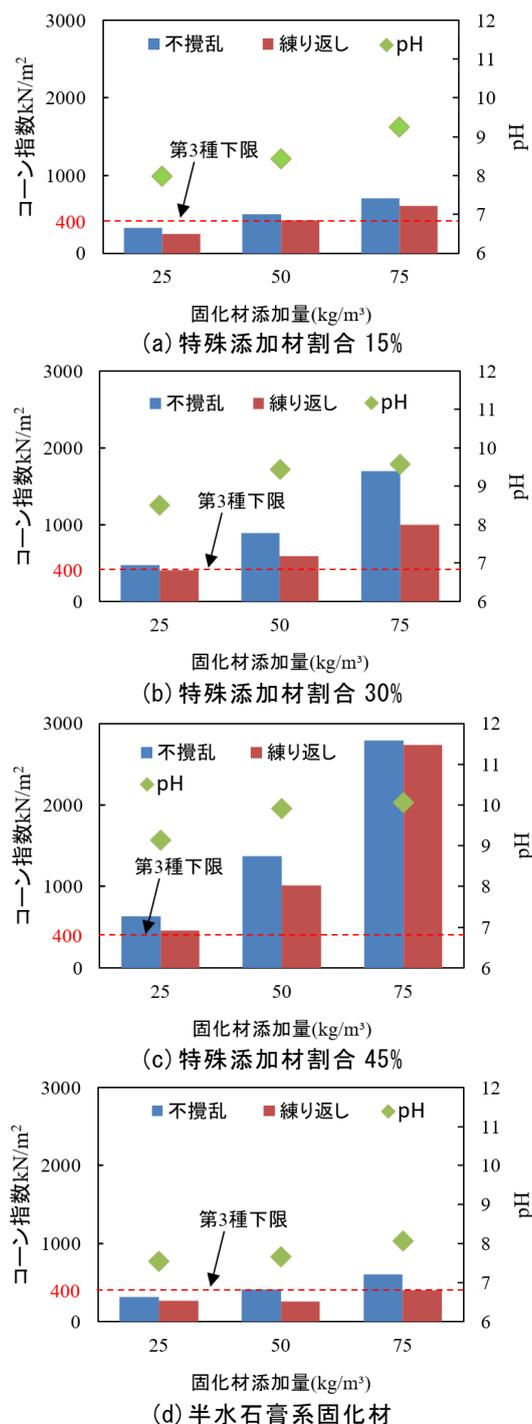


図-2 固化材添加量とコーン指数, pH の関係

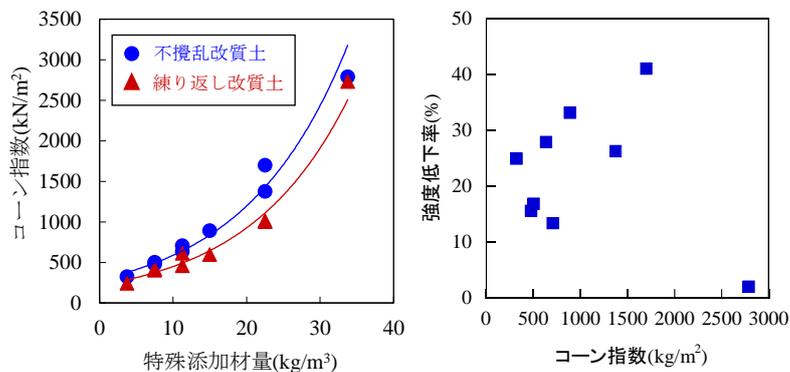


図-3 特殊添加材量とコーン指数の関係

図-4 不攪乱改質土のコーン指数と練り返し低下率の関係

参考文献 1) 郭嘉ら：再生二水石膏を用いた中性固化材の開発，令和元年度土木学会西部支部研究発表会 III-046, pp.361-362, 2020.