

解砕した石炭灰混合処理土の強度特性に寄与する仮置き日数の影響

福岡大学大学院 学生会員 ○久富優二

福岡大学工学部 正会員 佐藤研一 藤川拓朗

1.はじめに 軟弱地盤の多い我が国では、土質改良を目的として、セメントやセメント系固化材による改良工法が数多く施されている。その中には、仮設道路のために施工された早期に掘削が予想されるセメント安定処理土や、数十年後にライフライン等の維持修繕に伴い掘削される長期的なものまで様々である。これら掘削されたセメント安定処理土(以後、掘削処理土)は、一般的には廃棄物として処理されている。しかし、循環型社会を目指していく上では、これら掘削処理土の有効利用について検討していく必要がある。また、掘削処理土は、セメントにより土粒子が膠着した状態にあるため、一般的な土と比べて力学特性や溶出特性が異なることが十分に考えられる。そこで、本研究では図-1に示すように掘削処理土の循環利用に着目し、掘削処理土の性状が再利用時の力学特性や耐久性、溶出特性に与える影響、石炭灰添加による耐久性改善効果を把握することを目的としている。なお、本報告では石炭灰を有効利用の観点から混入させたセメント安定処理土の力学特性、仮置きにおける養生日数が締固めの強度へ及ぼす影響について検討を行った結果について報告する。

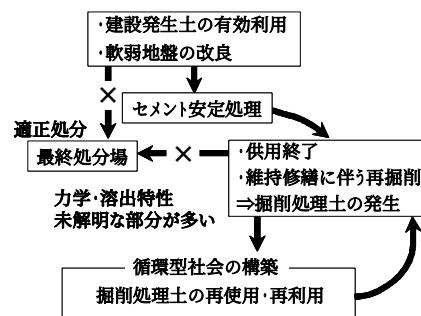


図-1 循環利用のイメージ

2.実験概要

2-1 供試体作製方法

実験試料には、工事における仮設道路の供用期間終了後に掘削されたセメント安定処理土を粒径 9.5mm 以下になるまで、解きほぐしたものを使用した。なお、この掘削処理土は性状より泥土に区分される。泥土及び石炭灰の物理特性値を表-1に示す。供試体の作製は泥土の含水比を $w=25\%$ に調整して、固化材の添加量を土の湿潤質量に対して外割り配合で $C=3\%$ とした。なお、固化材には高炉セメント B 種を用いた。また石炭灰添加の条件に関しては、土の湿潤質量に対して外割り配合で $ash=5, 10\%$ (石炭灰: ash と表記する) を添加後に同様にセメントを添加し、これらの攪拌をホバートミキサーで 8 分程度行った。鋳鉄製のモールド(直径 $\phi 5 \times$ 高さ $h10cm$)を用いて、突固め層数が 3 層となるように試料をモールドに入れ、ランマー(質量: 1.5kg, 落下高さ: 20cm)で突固め回数を 12 回として供試体を作製した(JIS A 1210)。突固め回数は、突固めエネルギー E_c 約 550 (kJ/m³) となるように調整している。供試体作製後、ラップで密封して 20℃一定の恒温槽で所定の期間、空气中養生させた。

表-1 物理特性値

試料名	土粒子密度 ρ_s (g/cm ³)	含水比 w (%)	塑性指数 I_p (%)	コーン指数 q_c (kN)	細粒分含有率 F_c (%)
泥土	2.609	24.6	29.3	166.7	51.2
石炭灰	2.357	0	N.P.	N.D.	99.7

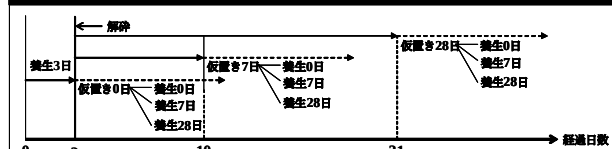
表-2 仮置きにおける強度変化の実験条件

試料名	セメント添加量 (%)	石炭灰添加量 (%)	解砕までの 養生日数(日)	解砕後からの 仮置き日数(日)	仮置きから一軸圧縮試験 までの養生日数(日)
泥土	3	0 5 10	3 28	0, 7, 28	0, 7, 28

2-2 掘削処理土の仮置き期間に伴う力学特性の変化

掘削処理土のリサイクルを考慮する上で、セメント安定処理土の掘削後の仮置き日数及び養生日数に伴う強度発現が力学特性に及ぼす影響について検討を行った。表-2に示した実験条件及び配合条件で、2-1における供試体作製時と同一のエネルギーで供試体を作製した。作製した供試体を 3 日間及び 28 日間養生後、回転式破碎混合混練機²⁾を用いて最大粒径が 9.5mm となるように破碎した。この破碎したセメント安定処理土の仮置きを想定し、ポリエチレン容器内で湿潤状態となるように密封して保存した。仮置きしたものを解砕前と同一のエネルギーで再度締固めて供試体を作製後に所定の期間、空气中養生させて一軸圧縮試験

●掘削までの養生3日の場合



●掘削までの養生28日の場合

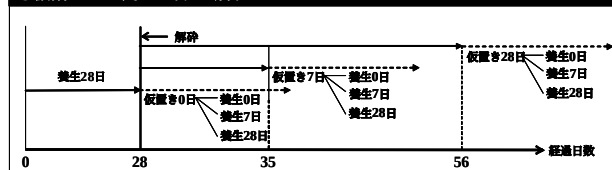


図-2 解砕から仮置きまでの考え方

キーワード セメント安定処理土, 循環利用, 石炭灰, 一軸圧縮強さ

連絡先 〒814-0180 福岡市城南区七隈 8 丁目 19 番 1 号 福岡大学工学部社会デザイン工学科 TEL092-871-6631

を行った。なお、解砕からの仮置き日数と全経過日数との関係図について図-2に示す。

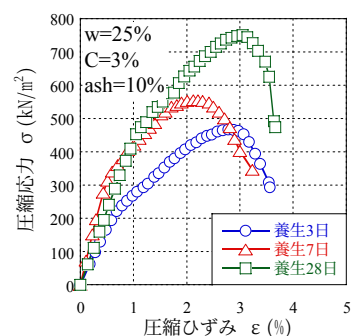
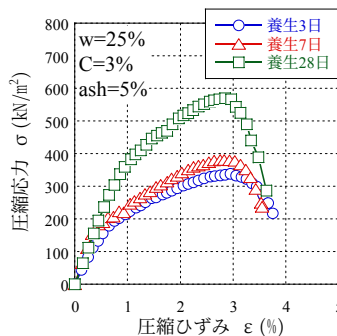
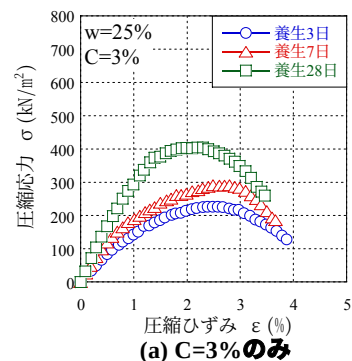
3. 実験結果

3-1 セメント安定処理土の力学特性 図-3(a)にセメントのみで改良を行ったもの、図-3(b),(c)に石炭灰混入させて改良を行ったセメント安定処理土の一軸圧縮試験結果を示す。いずれの条件においても養生経過と共に強度が増加していることがわかる。また、石炭灰添加量を増やすことで強度の増加がみられる。これらは、含水比0%の石炭灰を添加したことで、石炭灰の表面積による吸水効果³⁾が発揮されてセメント安定処理土の含水比が低下したためだと考えられる。また、石炭灰には数%のCaOを含んでいるため、水和反応による固結効果も一つの要因だと考えられる。

3-2 仮置き期間が締固めの強度に及ぼす影響 図-4は解砕したセメント安定処理土の仮置き日数の違いが締固め後の一軸圧縮強さに与える影響について示したものである。まず、セメントのみの改良である図-4(a), (b)における解砕までの養生日数(以後、解砕日数)と仮置き日数の違いに着目すると、いずれの条件においても一度解砕し再び締固めた供試体は、その後も養生日数の経過に伴い、強度が増加していることがわかる。しかし、仮置き28日経過後に作製した供試体の養生0日から養生28日までの一軸圧縮強さの増加率は、解砕日数を3日とした条件では、103.3%であるのに対して、解砕日数を28日とした条件では49.6%と養生の経過に伴う強度の増加がみられていない。これは、解砕日数を28日とした条件では、解砕までの養生期間が長かったことから、再び締固めてからの水和反応がゆるやかな状態にあったと考えられる。次に、石炭灰を添加させて改良を行った図-4(c), (d)に着目すると、石炭灰を添加させた条件についても同様に、解砕後の一軸圧縮強さが未解砕と比べて低下していることが分かる。また、石炭灰添加量の違いでみると、石炭灰を多く添加したash=10%の条件の方が解砕の有無による強度差が著しいことが分かる。これは、石炭灰添加に伴い、強度の増加が大きくみられたash=10%の条件の方が、解砕したセメント安定処理土自身もある程度の強度を有することから、締固める際に空隙が生まれ、乾燥密度が低下したことに起因すると考えられる。

4. まとめ 1) 石炭灰を添加することで、吸水効果及び水和反応により強度が増加する。2) 解砕前の強度が大きい程、解砕したセメント安定処理土自身も強度が大きく、再び締固めた際の強度低下率への影響が大きいと考えられる。3) 仮置き後の強度発現は、仮置きにおける単粒子の強度増加と締固め後の水和反応による粒子同士の結びつきといった両者のバランスに影響を受けると考えられる。

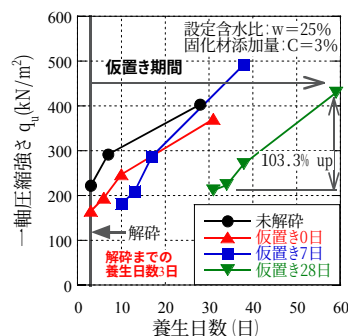
謝辞 本研究は(社)九州建設技術管理協会より、平成22年度研究開発助成「石炭灰混入型セメント改良土の循環利用に伴う力学・溶出特性」の一環で行ったものであり、ここに記して関係者各位に謝意を表します。



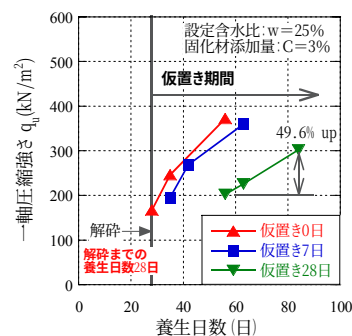
(b) C=3%+ash=5%

(c) C=3%+ash=10%

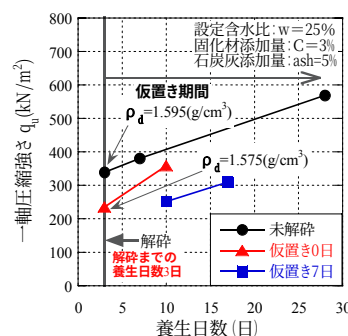
図-3 一軸圧縮試験結果



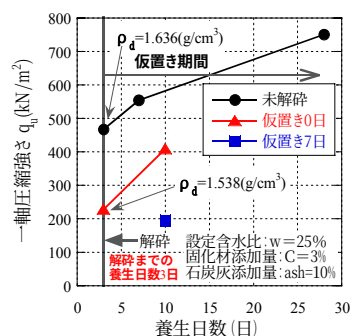
(a) C=3% 解砕日数3日



(b) C=3% 解砕日数28日



(c) C=3%+ash=5%



(d) C=3%+ash=10%

図-4 仮置き養生に伴う一軸圧縮強さの変化

【参考文献】1) 土木研究センター:「建設発生土利用技術マニュアル」丸善出版, 1997 2) 日本国土開発株式会社 HP URL: http://www.n-kokudo.co.jp/tec_civil/twister_atypical.html 3) 先端建設技術センター:「建設汚泥リサイクル指針」大成出版社, 1999