

災害廃棄物から再生した洗浄砂・礫を用いたセメント改良土の実証施工

鹿島建設(株) 正会員 ○藤崎勝利, 小原隆志, 神戸隆幸, 新川隆夫
同 上 正会員 伊藤健人, 桑島修彦, 室井佑介

1. はじめに

東北地方太平洋沖地震によって生じた災害廃棄物については、環境省や宮城県などからできるだけ再生利用する方針^{1),2)}が示されている。筆者らは、災害廃棄物の再生利用用途検討の一環として、宮城県石巻ブロック³⁾において災害廃棄物から再生した洗浄砂および礫を用いたセメント改良土の実証施工を行った。災害廃棄物をセメント改良土の材料として再生利用できれば、宅地などの嵩上げ材料や築堤材料、低強度コンクリートの代用材料など、さらなる用途拡大が期待できる。本文では、セメント改良土の実証施工について報告する。

2. 実証施工概要

宮城県石巻ブロック敷地内で行った実証施工では、セメント改良土による小規模な盛土(約 450m³, 写真-1)を造成した。写真-1 中の流動化処理土については、別報⁴⁾で報告する。

1) 洗浄砂および礫

洗浄砂および礫(写真-2, 3)は、可燃系混合物を破碎処理した際に発生する細粒分を洗浄分級して再生したものであり、表-1 に示すような物理的性質を有している。粒度分布は図-1 に示すように均等であるため、単体の状態では締まり難い。このため、実証施工には両者を 1:1 (体積比) でブレンドした材料(写真-4)を用いた。

2) セメント改良土の基本配合

セメント改良土の基本配合は、室内配合試験を行い、締固め状況と施工性、および一軸圧縮強さを考慮して、表-2 のように設定した。表-2 中の設定乾燥密度とは、セメントとブレンド材を混合した状態での最大乾燥密度(1.668g/cm³)の 95%相当値である。全水量は、一軸圧縮強さが最適含水比よりも若干乾燥側の含水比のときに最大となったことから設定した。なお、室内配合試験における一軸圧縮強さは1.5N/mm²(材齢 28 日)であった。

3. 実証施工結果

1) 施工機械と施工状況

使用した施工機械(表-3)はいずれも汎用的なものである。セメント改良土は自走式土質改良機で製造し、仕上り厚 30cm/層、6 回振動転圧で締め固めた。なお、盛土が小規模なためバックホウでセメント改良土を敷き均したが、ブルドーザも問題なく使用できる性状であった。写真-5~8 の施工状況に示すように、良好な状況で全 10 層の盛立を 3 日間で完了した。なお、第 8, 9 層目において、前日夜間の降雨の影響でセメント改良土の全水量が増加した(図-2 参照)が、施工性や強度などに問題は生じなかった。

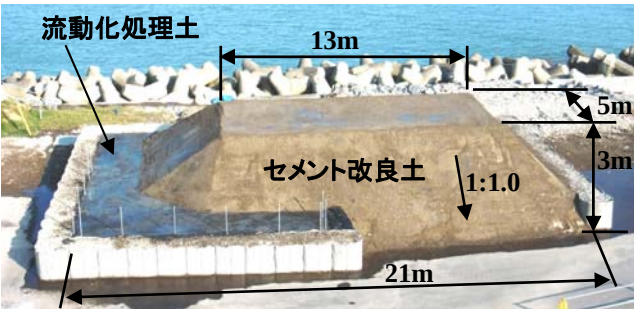


写真-1 施工完了時の盛土

表-1 洗浄砂および礫、ブレンド材の物理的性質

	洗浄砂	洗浄礫	ブレンド材
工学的分類	砂 (S)	砂質礫 (GS)	砂質礫 (GS)
自然含水比 w_n (%)	12.6	9.5	9.8
土粒子密度 ρ_s (g/cm ³)	2.700	2.673	2.721
粒度	最大粒径 D_{max} (mm)	4.75	26.5
	2mm含有率 (%)	99.4	16.5
	0.075mm含有率 (%)	2.7	0.4
締固め	試験方法(セメント混合状態)	B-b	B-b
	最大乾燥密度 ρ_{dmax} (g/cm ³)	1.557	1.514
	最適含水比 w_{opt} (%)	18.1	16.8

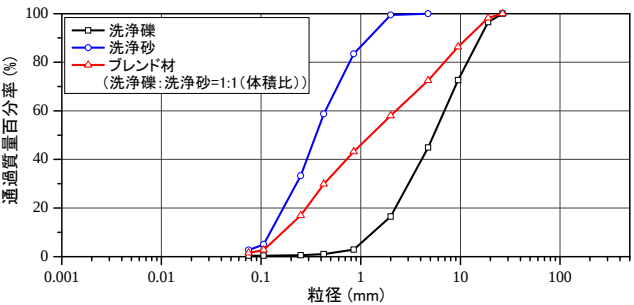


図-1 洗浄砂および礫、ブレンド材の粒径加積曲線

表-2 セメント改良土の基本配合

設定乾燥密度 (g/cm ³)	基本配合 (kg/m ³)		
	高炉セメントB種	ブレンド材	全水量
1.585	80	1506	240

キーワード : 災害廃棄物, 再生利用, 利用用途, セメント改良土, 実証施工
連絡先 : 〒107-8348 東京都港区赤坂6-5-11, 鹿島建設(株)土木管理本部, TEL : 03-5544-0642



写真-2 洗浄砂



写真-3 洗浄礫



写真-4 ブレンド材

表-3 使用した施工機械

施工		機械名称
材料ブレンド		3m³級ホイールローダ
セメント改良土製造		自走式土質改良機
セメント改良土	敷均し	0.4m³級バックホウ（盛土が小規模なため）
	締固め	3～4t級振動ローラ（コンバインド型）
	法肩部締固め	0.4m³級バックホウ, 1t級振動ローラ
	法面整形	0.4m³級バックホウ



写真-5 セメント改良土製造状況



写真-6 敷均し状況



写真-7 転圧状況

2) 施工中の品質確認試験結果

施工中は、現場密度試験 (JIS A 1214, 1 回/層) および一軸圧縮試験供試体の作製 (1 回/3 層, 現場密度に合わせて作製) を行った。転圧直後に測定した乾燥密度は、図-2 中に示すように基本配合設定時の設定乾燥密度 (1.585g/cm³) を上回っており、室内配合試験時よりも密実な状態に締まっている。このことが影響して、現場作製供試体の材齢 28 日一軸圧縮強さ (1.5～2.5N/mm²) が、室内配合試験時の一軸圧縮強さを上回ったと考えられる。

3) 事後品質確認試験結果

実証施工完了から 4 週間経過後にボーリングでセメント改良土のコアを採取した。これを観察した結果、転圧面境界は十分に密着していた。さらに、ボーリング孔を利用して現場透水試験 (JGS 1316 を準用) を実施した結果、透水係数は 1.4×10^{-5} cm/s と低透水性であり、転圧面境界などからの漏水はほとんどないと判断した。また、採取したコアを対象に鉛、六価クロム、砒素、ふっ素、ほう素の溶出試験 (環境庁告示第 46 号試験) を実施したところ、全て基準値を下回る結果となった。

4. おわりに

実証施工を通じて、災害廃棄物から再生した洗浄砂および礫がセメント改良土の材料として再生利用できることが確認できた。残された課題として、時間とともに固化するセメント改良土の法面整形方法などの細部技術の整備が挙げられるが、これらは十分に解決できる課題であると考えられる。一連の検討結果が、被災地の早期復興の一助となれば幸いである。

【参考文献】

- 1) 環境省：東日本大震災に係る災害廃棄物の処理指針, http://www.env.go.jp/jishin/attach/haiki_masterplan.pdf, 平成 23 年 5 月。
- 2) 宮城県：「東日本大震災からの復旧復興のための公共工事における災害廃棄物由来の再生資材の活用について (平成 24 年 5 月 25 日環境省通知)」の運用に関する県の考え方について, 平成 25 年 1 月。
- 3) 佐々木正充：災害廃棄物処理の状況 (宮城県石巻ブロック) 一日本最大級の廃棄物処理施設の建設・運営一, 土木施工 Sep vol.53 No.9, pp.48～51, 2012。
- 4) 岡本, 小林他：災害廃棄物の焼却主灰を活用した流動化処理土, 土木学会第 68 回年次学術講演会, 2013.9 (投稿中)。



写真-8 法面整形状況

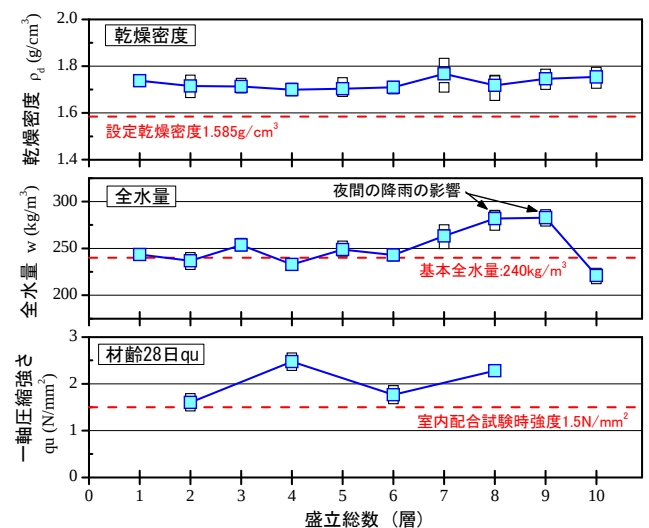


図-2 現場密度試験結果および一軸圧縮試験結果