

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

鹿島建設㈱ 小原 隆志

技術研究所 (TEL : 042-485-1111, E-mail : obarat@kajima.com)

1. 目的

宮城県石巻ブロック¹⁾において災害廃棄物から再生した洗浄砂および礫について、セメント改良土の材料として再生利用する方法を検討した。適用先としては宅地などの嵩上げ材料や築堤材料などが考えられ、被災地の復興資材としての有効利用が期待できる。本文では、セメント改良土の室内配合検討を行い、現地での実証施工を実施した結果を報告する。

2. 洗浄砂および礫

検討対象とした洗浄砂および礫は、宮城県石巻ブロックの災害廃棄物処理業務で可燃系混合物を破砕処理した際に発生する細粒分を分級洗浄設備にて処理し再生したものである。材料の外観を写真1に、物理的性質を表1に示す。洗浄砂は最大粒径が5mm以下の粒子を主体とする砂質材料である。洗浄礫の組成は陶器片、プラスチック片、ガラスや鉄屑等の人工材料が多く含まれている。粒度分布は図2に示すように砂や礫は比較的均等な粒度であるため、材料単体では締まり難い材料である。一方、両者を体積比で1:1に混合した場合、締固め密度の増加が確認され、施工性の向上や密実化によるセメント固化強度の増加が期待できることから、実証施工においてはブレンド材を使用した。



写真1 材料外観 (左：洗浄砂、右：洗浄礫)

表1 洗浄砂、礫および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 $\rho_s(\text{g}/\text{cm}^3)$	2.700	2.673	2.721
粒度	最大粒径 $D_{\text{max}}(\text{mm})$	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 $\rho_{\text{dmax}}(\text{g}/\text{cm}^3)$	1.557	1.514
	最適含水比 $w_{\text{opt}}(\%)$	18.1	16.8

3. 室内配合検討

セメント改良土の配合設定にあたり室内配合試験を実施した。セメント添加量 $C=80\text{kg}/\text{m}^3$ として、ブレンド材とセメントを混合した状態での最大乾燥密度 ($1.668\text{g}/\text{cm}^3$) の95%相当値を現場における目標締固め密度とし、この密度で供試体 (直径 $\phi=150\text{mm}$, 高さ $h=300\text{mm}$) を作製した。試験ケースは、目標締固め密度を確保でき、かつ、施工性 (ブルドーザーやバックホウのトラフィカビリティー) を満足できる全水量 W を3~4水準設定した。材齢28日, 91日における一軸圧縮試験結果を図3に示す。締固め密度が大きいブレンド材の強度が洗浄砂・礫単体のものより概ね大きく、28日材齢で q_u が $1.0\sim 1.8\text{N}/\text{mm}^2$ であった。ブレンド材の強度発現に適した全水量の範囲を $W=240\sim 330\text{kg}/\text{m}^3$ と考え、実証施工では、施工性を確保できる全水量として、 $W=240\text{kg}/\text{m}^3$ を基本配合として設定した。

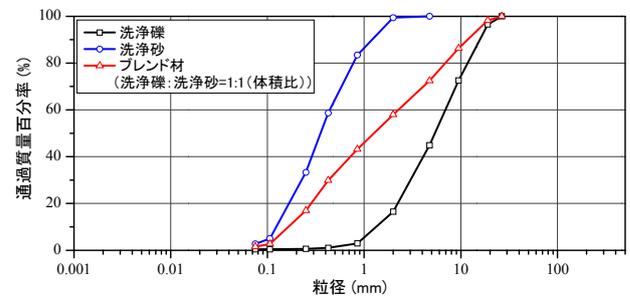


図2 洗浄砂、礫およびブレンド材の粒径加積曲線

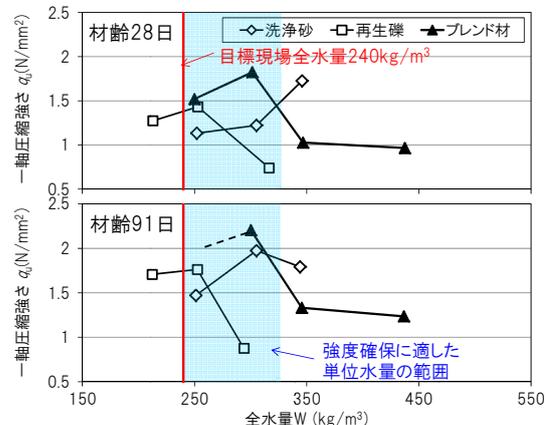


図3 配合試験結果

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㈱土木管理本部, TEL : 03-5544-0642

4. 実証施工

(1) 施工方法

セメント改良土は自走式土質改良機で製造し、仕上がり厚30cm/層、6回転圧で締め固めた。なお、今回は小規模(約450m³)なモデル施工であるため、バックホウで改



写真2 材料ブレンド状況



写真3 改良土製造状況



写真4 敷均し状況



写真5 転圧状況



写真6 施工完了



写真7 改良土の混入物

良土を敷き均したが、ブルドーザーも問題なく使用できる性状であった。施工状況を写真2~6に示す。概ね良好な状況で全10層の盛立を3日間で完了した。ただし、セメント改良土の中には様々な混入物(写真7)が確認され、転圧作業に支障をきたすような粒径の大きいものは極力手作業で除去した。なお、今回の仕様では、施工コストは4500~5000円/m³(材工)であった。

(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4中に示すように設定乾燥密度(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、現場作製供試体の一軸圧縮強さが、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。一部、夜間の降雨の影響による全水量の増加が認められたが、強度に問題はなく、図2に示す最大強度を示す全水量に近づいたことで、材齢91日の強度は大きくなった。

(3) 事後品質確認試験結果

実証施工完了から4週間後にボーリングで改良土のコアを採取した。これを観察した結果、コアは緻密で固化状態も良好であり、転圧面境界は十分に密着していることを確認した。さらに、ボーリング孔を利用して単孔式透水試験(JGS1316を準用)を実施した結果、透水係数は1.4×10⁻⁵cm/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考えられる。

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。

5. まとめ

室内配合検討・実証施工を実施し、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を確認した。一連の検討が今後の被災地復興の一助となれば幸いである。

【参考文献】1) 佐々木正充; 災害廃棄物処理の状況(宮城県石巻ブロック)ー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.

(※本稿は土木学会平成25年度全国大会第68回年次学術講演会の原稿を再編したものである。)

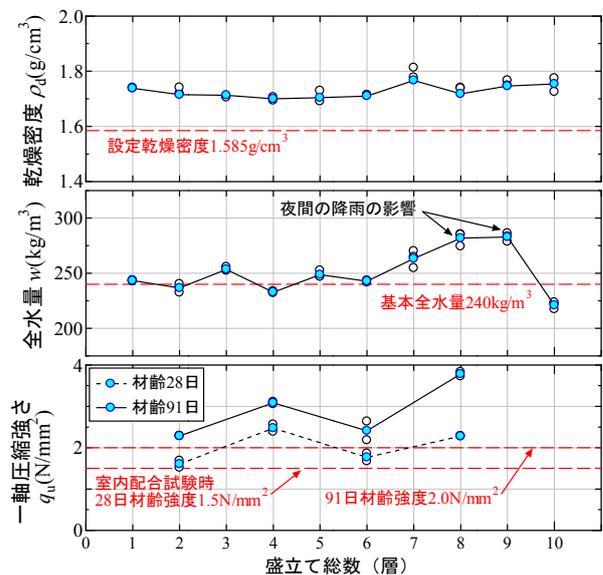


図4 現場密度試験結果および一軸圧縮試験結果