

セメント改良盛土における品質管理の合理化

鹿島建設(株) 正会員○中島悠介, 小原隆志, フェロー会員 北本幸義
鹿島建設(株) 正会員 前田宗宏, 富樫 昇, 高橋英樹
住友金属鉱山(株) 正会員 川西政雄, 香川浩司

1. はじめに

鉱さい集積場の耐震補強工事¹⁾において, 碎石を母材としたセメント改良土(以下, 改良土)による置換え盛土を施工した. 改良土の品質は, 転圧時の締固め度および施工中に作製した供試体の圧縮強度で確認した. 本来, 粗粒材料の厳密な強度評価には比較的大径の礫混入を可能とする大型供試体を用いた試験が必要となる²⁾が, 今回, 配合試験や施工管理の工夫により品質管理の合理化を図ったため, その内容について報告する.

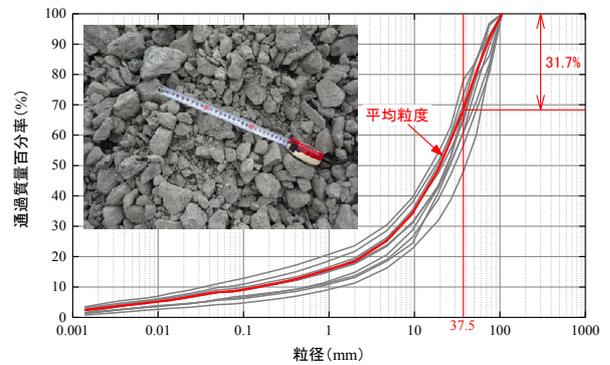


図-1 母材の粒度

2. セメント改良土の概要

図-1に改良土の母材(粒径100mm以下に分級した碎石)の粒度分布を示す. 粒度のばらつきは比較的小さいが, 37.5mmふるい残留分が平均で31.7%含まれる材料である. 固化材は高炉セメントB種を使用し, 改良土の製造は図-2に示す自走式土質改良機で行った.



図-2 改良土の製造状況

押え盛土の設計基準強度は200kN/m²であり, 現場/室内強度比を土質改良機の実績から0.8として, 室内目標下限強度を200/0.8=250kN/m²に設定した. 固化材の添加量は後述の配合試験結果から, セメント改良における最少添加量の目安³⁾である50kg/m³とした.

3. 品質管理の考え方

(1) 改良土の構成

図-3に改良土の強度確認で留意した3種類の材料構成を示す.
(a)実粒度: 現場で製造される実際の改良土に相当する. 強度評価には最大粒径に適した大型供試体が必要であり, 最大粒径100mmの場合, 厳密にはφ400~500mm以上の供試体径を必要とする²⁾. 現実的に試験実施が困難なことから, 今回の品質管理試験では, 対象外の粒度とした.

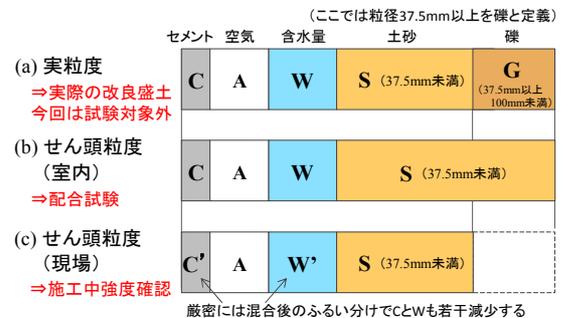


図-3 セメント改良土の構成模式図

(b)せん頭粒度(室内): 大径の礫分(ここでは37.5mmふるい残留分)を除いた母材にセメントを混合したものであり, 標準サイズの供試体(直径150mm, 高さ300mm)が適用可能である. 前述した(a)と(b)の強度(それぞれσ_(a), σ_(b)とする)は母材粒度の相違によって若干異なると考えられるが, 礫分を構成する岩石の圧縮強度が改良土の目標強度を大きく上回っていることや, 均等係数, 岩石の表面状態(粗さ)などを踏まえσ_(a)≥σ_(b)と想定した⁴⁾. 以上から, 現実的な供試体寸法で試験を実施でき, かつ合理的な結果を与える(b)で室内の配合試験を行った.

(c)せん頭粒度(現場): セメント混合直後の(a)から37.5mm以上の礫分を除去したものであり, 現場における施工中の強度確認に用いる. ただし, セメントの多くは土砂中に取り込まれ37.5mmふるいを通過すると考えられるため, (a)と(b)よりも改良土1m³当たりのセメント量が相対的に多くなり, 強度の過大評価につながる. そこで, 配合試験においては(b)に加えて(c)の供試体も作製し, (b)との強度比σ_(b)/σ_(c)を把握することとした.

キーワード セメント改良土, 配合試験, 締固め, 品質管理
連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL042-489-6552

(2) 配合試験

配合試験は、セメント添加量 $C=50, 80\text{kg/m}^3$ (外割り) で実施した。(b)の供試体では、供試体作製時の含水比を $w=10, 12.5, 15\%$ の3水準とし、密度は図-4に示す締固め試験結果を基に、各添加量における締固め度 (D_c) =90%とした。また、(c)の供試体では、実機での改良土製造過程を模擬し、ふるい分け後の含水比が12.5%になるよう、Walker-Holtzの礫率補正法により全粒径状態で含水比を調整し、セメントを混合した後に礫分を除去した。供試体作製密度は(b)の供試体と同等に調整した。

(b)および(c)の室内強度 (σ_{28}) を図-5に示す。(b)において、 $C=50\text{kg/m}^3$ で目標強度を満足することを確認した。また、当該添加量における強度比 $\sigma_{(b)}/\sigma_{(c)}$ は0.63であった。以上から、実施工におけるセメント添加量を $C=50\text{kg/m}^3$ とし、(c)による現場での管理目標強度を $250\text{kN/m}^2/0.63=397\text{kN/m}^2$ に設定した。

(3) 転圧試験

盛土の密度管理は、室内試験での供試体作製密度に合わせて、 $D_c=90\%$ 以上とした。図-6に示すように、本施工で使用する10t振動ローラーおよび、2.5tコンバインドローラー(段切り部の狭小部施工に使用)それぞれについて転圧試験を実施し、締固め度と沈下量の収束傾向から、10t振動ローラー:6回転圧、2.5tコンバインドローラー:8回転圧とした。なお、 $D_c=100\%$ における乾燥密度は図-4に補記した礫率補正後の値を用い、密度計測はRI法により行った。

4. 品質確認結果

施工時には、土質改良機で製造した改良土を採取して現場で(c)の供試体を $D_c=90\%$ の密度で作製し、材齢28日の強度を評価した。施工中に実施した全9回の品質確認結果を図-7に示す。(c)による現場の28日強度は、全平均 $1,377\text{kN/m}^2$ 、最低値 724kN/m^2 であり、すべてにおいて管理目標強度を満足した(変動係数:27.0%)。締固め度については、RI法による全計測点において管理目標値である $D_c=90\%$ を上回っていた。

5. まとめ

改良土の材料構成に基づく強度増減を考慮して合理的な配合試験を実施し、目標強度を満足する施工を行うことができた。近年、防潮堤などのセメント改良土が本設構造物として採用される事例が増加していることから、本事例が品質管理手法の一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) 富樫ら：鉦さい集積場におけるかん止堤耐震補強対策の設計施工，土木学会第72回年次学術講演会，2017年（投稿中），
- 2) 地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説一二分冊の1一，2013年，
- 3) セメント協会：セメント系固化材による地盤改良マニュアル第4版，2012年，
- 4) 砂防・地すべり技術センター：砂防ソイルセメント設計・施工便覧，2011年。

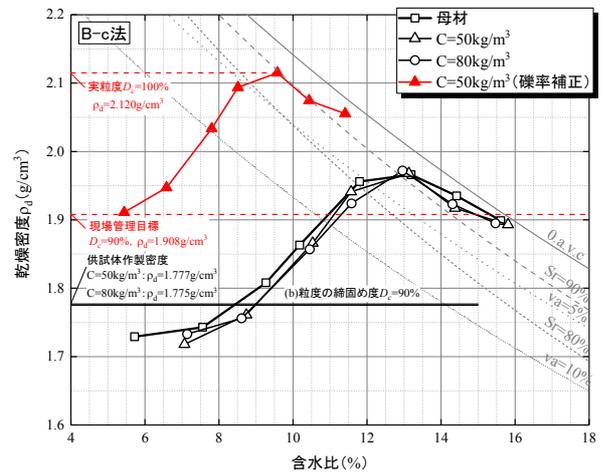


図-4 締固め試験結果

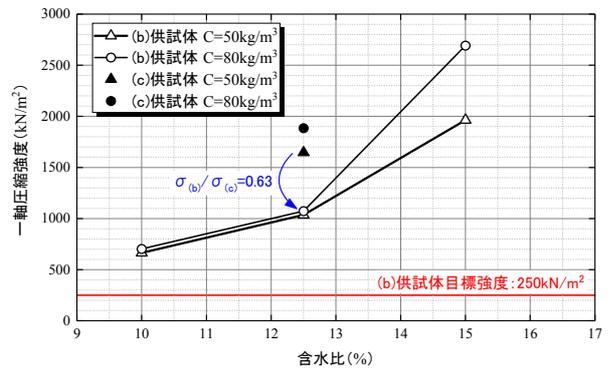


図-5 一軸圧縮試験結果

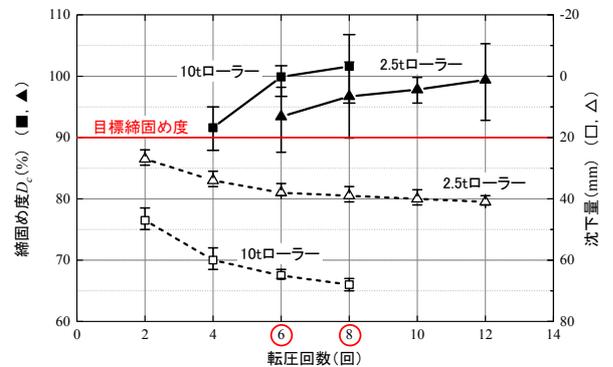


図-6 転圧試験結果

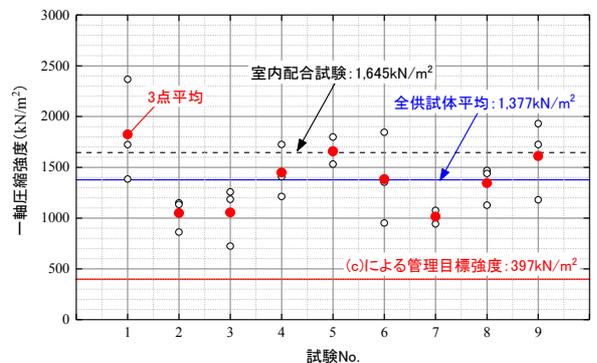


図-7 施工中の品質確認結果 (28日強度)