

鉱さいのセメント改良における配合検討

鹿島建設(株) 正会員 ○中島 悠介, 小原 隆志, 北本 幸義
 鹿島建設(株) 正会員 前田 宗宏, 河合 達司, 内山 雄一郎
 住友金属鉱山(株) 正会員 川西 政雄, 非会員 梅寺 誠, 瀬尾 隆男

1. はじめに

鉱さい堆積場のセメントを用いた地盤改良¹⁾にあたり配合検討を行った。鉱さいは鉱物精錬過程で発生したスライムで、堆積場内に人工的に緩く積み上げられており、pH や含水比等の特殊な堆積環境が固化特性に影響を及ぼすことが懸念された。本稿では、前記の影響を踏まえ2段階で実施した室内配合試験、および施工後の品質確認結果について報告する。なお、当該工事では改良深度により中層混合処理工法、深層混合処理工法を併用し、それぞれの設計基準強度に対し配合試験を実施したが、紙面の都合上、ここでは前者について紹介する。

2. 室内配合試験

(1) 室内目標強度の設定

室内配合試験の実施フローを図-1に示す。別報¹⁾の通り、改良体の設計基準強度が $1,900\text{kN/m}^2$ と比較的大きいため、固化材添加量の合理化を目的にセメントスラリーを一般より低い $W/C=80\%$ とした。試験では実施工（スラリー添加方式の原位置攪拌）を模擬し、セメントスラリーと鉱さいの練混ぜ時間を3分とした。この条件で、現場／室内強度比に工法技術資料²⁾記載の上限値である0.5を採用し、室内目標強度を $3,800\text{kN/m}^2$ に設定した。

(2) 配合試験 STEP1

事前調査で、水位観測孔から採取した地下水のpHが3.3～10.0と広範に分布していたことから、鉱さいのpHに着目し、固化材の種類及び添加量を検討した。採取が容易な浅部で試料（新規鉱さいⅡ¹⁾、pH：7～8）を採取し、希硫酸及び水酸化ナトリウム水溶液によりpHを2～10に変化させて用いた。また、試料の含水比は堆積場全体の分布状況から平均的な45%に調整した。

固化材には高炉セメントB種、セメント系固化材（高有機質土用、一般軟弱土用）の3種類を用いた。

セメント系固化材は今回設定した添加量の範囲で目標強度に及ばなかったため、最も良好な強度発現が得られた高炉セメントB種を採用することとした。当固化材の試験結果のうち、材齢28日における一軸圧縮強さとpHの関係を図-2に示す。強度はpHに依存し、特にpHが7～9付近のアルカリ領域で小さくなる傾向が得られた。そこで、図中の矢印で示したpH区分毎に目標強度の確保に必要な添加量を推定した。

(3) 配合試験 STEP2

図-3に示す地点No.1～5からボーリングで鉱さいを採取し、全層厚を上・下2部位に区分したうえで部位ごとに攪拌した試料に対して、STEP1で評価した添加量の妥当性を確認した。図-4に採取試料の物性を示す。pHは7.5～9.8程度に分布しているため、図-2のpH区分に基づき固化材添加量を $C=450\text{kg/m}^3$ （pH：7～9）、 350kg/m^3 （pH：9～）に設定した。さらに試料の含水比が27.4～46.6%と大きく

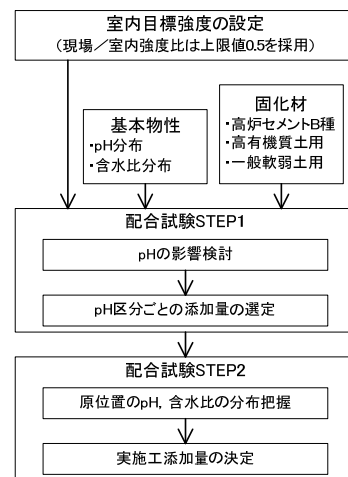


図-1 配合試験フロー

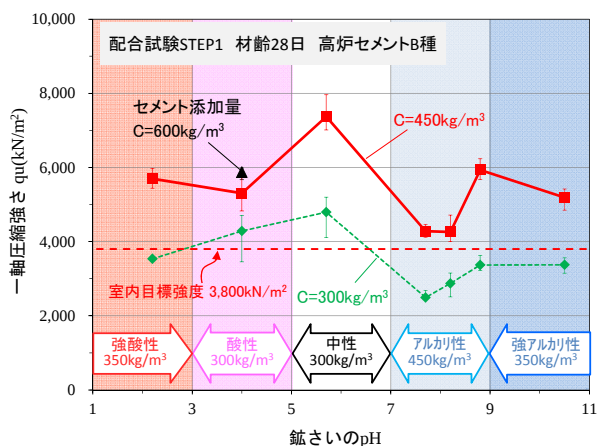


図-2 一軸圧縮強さーpH関係 (STEP1)

キーワード 鉱さい、固化改良、室内配合試験、品質管理

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設株式会社技術研究所 TEL 042-489-6552



図-3 配合試験(STEP2)と品質管理の試料採取位置

ばらついていることなど、鉋さいが変化幅の非常に大きい材料であることを踏まえ、 $C=500\text{kg/m}^3$ についても実施し、添加量3水準で強度発現傾向を確認した。

試験結果を図-5に示す。ここで、セメント水比 C/Wt はセメントスラリーに加え、鉋さいの含水比も考慮した。含水比が異なる試料でも、セメント水比と一軸圧縮強さには一義的な関係が認められた。 $C=500\text{kg/m}^3$ では室内目標強度を大きく超過し、 350kg/m^3 では一部で強度不足が生じたことから、 450kg/m^3 を実施工における添加量として決定した。

3. 施工品質確認結果

実際に造成した改良土を図-3に示す位置で採取し、一軸圧縮試験を実施した。図-6に品質確認結果と、配合試験STEP2の結果を示す。全地点で設計基準強度を上回っており、所定の品質が確保できたこと、設定配合が妥当であったことを確認した。また、材齢28日での現場/室内強度比は平均0.49(最大0.64, 最小0.35)となり、室内目標強度の設定で用いた現場/室内強度比0.5とほぼ等しい値が得られた。

4. まとめ

鉋さいのセメント改良について、 pH および含水比を考慮した2段階の室内配合試験から固化材添加量を決定した。さらに、施工後の品質確認により設計基準強度を満足したことを確認できた。鉋さいのセメント改良という前例のない工事であったが、無事に施工を完了した。本稿が今後の同種工事の一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) 大石ら：鉋さい堆積場におけるレベル2地震時の液状化対策工の設計，土木学会第70回年次学術講演会，投稿中，
- 2) パワーブレンダー工法協会：パワーブレンダー工法技術資料，2014.7.

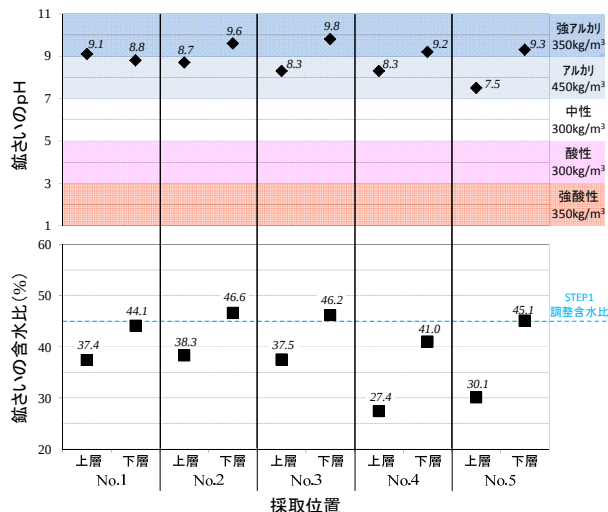


図-4 鉋さいの pH と含水比の分布 (STEP2)

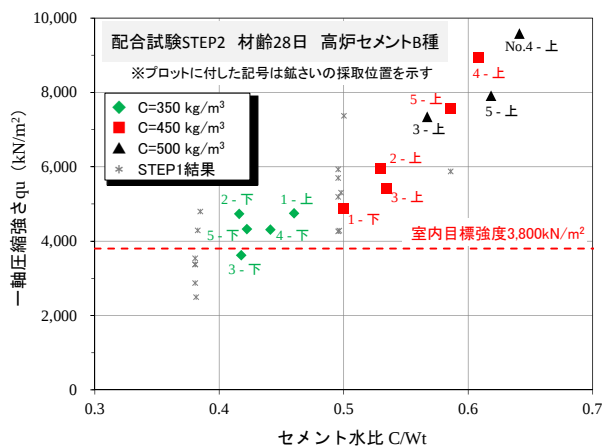


図-5 一軸圧縮強さ-セメント水比関係

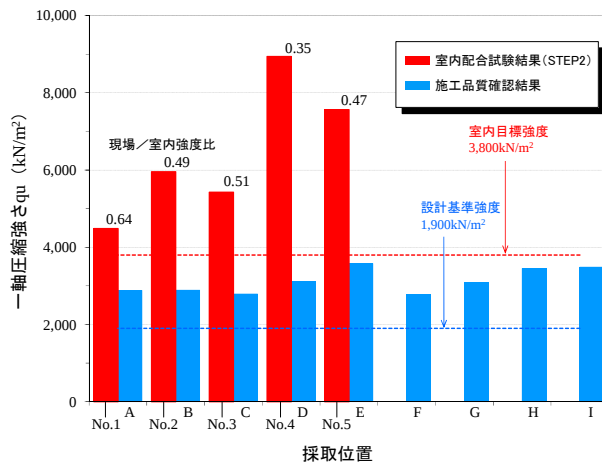


図-6 室内配合試験と施工品質確認の結果