

速硬性を有する試製固化材で改良した浚渫土の組織観察

太平洋セメント株式会社

正会員

○岸森

智佳

太平洋セメント株式会社

正会員

野崎

隆人

太平洋セメント株式会社

正会員

肥後

康秀

太平洋セメント株式会社

非会員

小野

剛士

1. はじめに

環境保全や建設事業のコスト低減等の観点から、建設発生土の再利用率の向上が求められている。建設発生土のうち浚渫土に関しては、早期に場外へ運搬可能な性状に改良することが、再利用率の向上に結び付くと考えられる。著者らは、改良後1時間は急結を生じることなく、改良後3時間で第3種建設発生土相当の強度付与が可能な、浚渫土向けの速硬性を有する試製固化材について報告している¹⁾。本報告では試製固化材で改良した浚渫土の組織の観察・分析を行い、速硬性の発現について水和生成物の観点から考察を加えた。

2. 試験概要

2. 1 材料

使用した浚渫土の物性を表1に示す。現場での圧送等の取扱いを想定し、体積比10%程度の加水を行った。固化材については速硬性の試製固化材と、比較として汎用型セメント系固化材および高炉セメントB種を用いた。

2. 2 改良土の調製

試験フローを図1に示す。各種固化材の添加量は、100kg/m³とした。固化材は粉体で添加し、ソイルミキサで3分間練混ぜを行った。改良土はφ5×10cmの型枠に投入し、JGS 0821-2009に準拠して供試体を作製後、20℃で封緘養生を行った。強度特性を表2に示す。

2. 3 試験項目

生成した水和物を確認するため、材齢3時間において粉末X線回折装置で回折パターンを測定して鉱物相の同定を行った。改良土の組織を観察するため、供試体をアセトンによる水和停止後、40℃で1日間乾燥し、走査型電子顕微鏡を用いて二次電子像を取得した。また、細孔径を確認するため、供試体をアセトンによる水和停止を行い、11%RHの条件下で1週間乾燥し、水銀圧入式ポロシメータを用いて細孔径分布を測定した。

3. 結果と考察

3. 1 水和生成物

材齢3時間におけるX線回折パターンを図2に示す。汎用型セメント系固化材および高炉セメントB種ではエトリンガイトのピークが認められないのに対し、試製固化材ではエトリンガイトのピークが明瞭に確認できた。このことより、試製固化材の材齢数時間以内の強度発現は多量のエトリンガイトの生成に起因していることが確認できた。

表 1 浚渫土の物性

湿潤密度(g/cm ³)	自然含水比(%)	試験含水比(%)
1.59	63.8	74.1

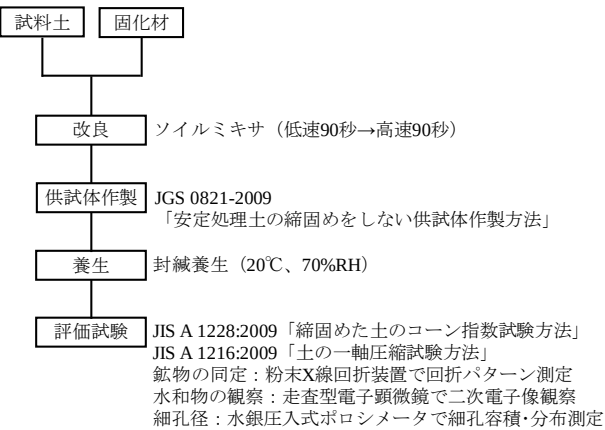


図 1 試験フロー

表 2 各種固化材の強度特性

使用固化材	コーン指数(kN/m ²)		一軸圧縮強さ(kN/m ²)	
	3h	6h	1d	7d
試製固化材	662	774	96	136
汎用型固化材	92	262	175	681
高炉セメントB種	77	241	78	508

キーワード：速硬性、固化材、浚渫土、水和生成物

連絡先：〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2 太平洋セメント(株)中央研究所 TEL 043-498-3905

3. 2 改良土の組織観察

走査型電子顕微鏡を用いて材齢 3 時間における水和物を観察した結果を写真 1 に示す。高炉セメント B 種では生成は認められなかったが、試製固化材および汎用型セメント系固化材では針状・柱状のエトリンガイトの生成が確認された。エトリンガイトの生成の特徴として、試製固化材では広く分散して生成しているのに対し、汎用型セメント系固化材では未水和セメント粒子の周りに生成していた。

3. 3 細孔量

既往の検討では改良土の総細孔量が少ないほど強度が大きくなることが報告されている²⁾。試製固化材および高炉セメント B 種による改良土の細孔径分布を図 3 に、総細孔量を表 3 に示す。高炉セメント B 種と比較して、試製固化材では 300~1000nm の細孔量が多く、総細孔量も多いことが明らかとなった。既往の検討では総細孔量が少ないほど改良土の強度が大きくなる傾向にあるが、本検討の結果は逆の傾向を示した。

以上の結果から、試製固化材の速硬性は細孔量の減少とは異なるメカニズムに由来している。多量のエトリンガイトの生成による水の取込みや、針状のエトリンガイトが広く分布して骨格を形成することによる細粒土の拘束作用³⁾が、速硬性に寄与したものと考えられる。

4. まとめ

速硬性を有する試製固化材で浚渫土を改良した場合の水和生成物および組織について検討を行い、以下の知見を得た。

- ・試製固化材ではエトリンガイトの針状結晶が分散して生成していた。
- ・高炉セメント B 種で改良した場合と比較して、試製固化材では総細孔量は多くなった。
- ・試製固化材の速硬性はエトリンガイトの生成による水の取込みや細粒土の拘束作用に由来するものと考えられた。

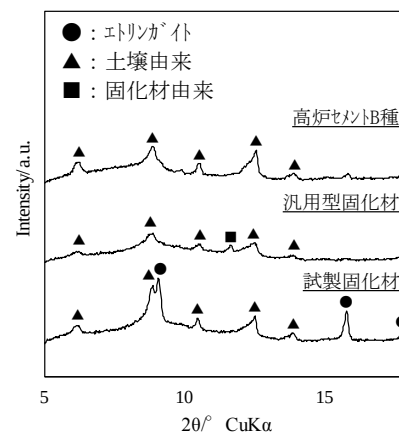


図 2 材齢 3 時間の X 線回折パターン

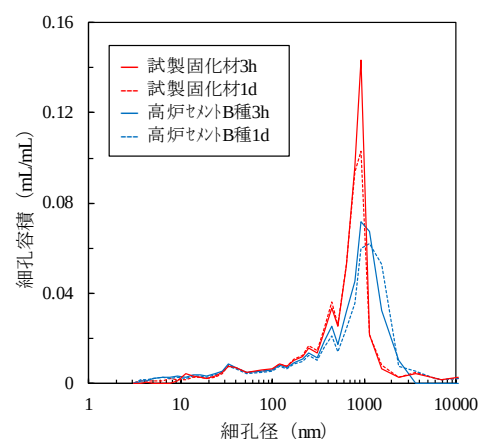


図 3 材齢 3 時間と 1 日の細孔径分布

表 3 改良土の総細孔量

使用固化材	総細孔量(%)	
	3h	1d
試製固化材	56.4	56.7
高炉セメントB種	52.2	47.6

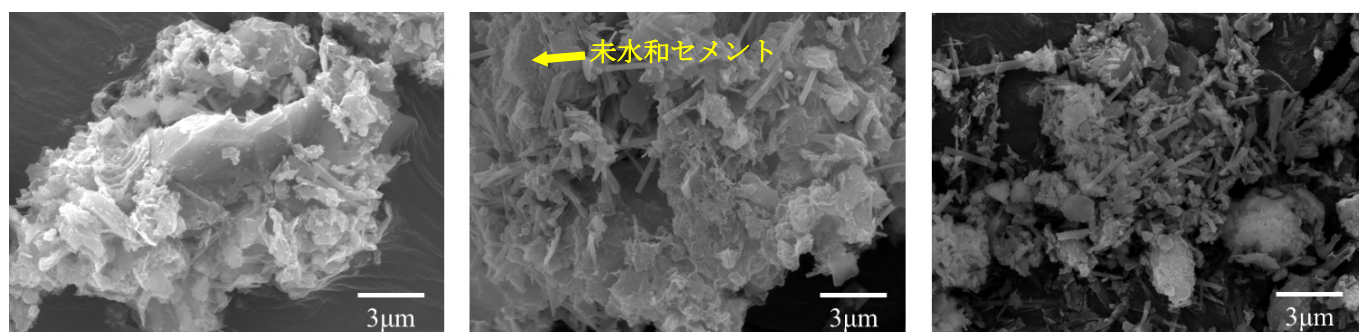


写真 1 材齢 3 時間における改良土の SEM 写真

(左：高炉セメント B 種、中央：汎用型セメント系固化材、右：試製固化材)

【参考文献】

- 1) 松山祐介ほか：浚渫土の改良に関する基礎的検討、地盤工学研究発表会発表講演集、Vol.52、No.0282(2017)
- 2) 橋本聖ほか：異なる養生温度条件下でのセメント改良土の強度発現、寒地土木研究所月報、No.705、2、pp.11 -19(2012)
- 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、pp.30-31(2012)