

管中混合固化処理工法の品質管理（その1）

- 試験施工による配合決定 -

五洋建設(株) 正会員 新舎博 正会員 渡邊雅哉

五洋建設(株) 正会員 ○大久保泰宏 菊池則昭

パシフィックコンサルタンツ(株) 馬淵幸雄 五十嵐貴演

1. はじめに

近年、港湾構造物等の埋立地造成を目的として、浚渫土を利用した管中混合固化処理工法¹⁾が採用される事例が増えてきている。本工法は、既存の空気圧送設備に固化材の添加装置を追加するだけで適用でき、かつ大容量急速施工と埋立地の早期利用が図られるという特徴がある。一方、この工法で作成した処理土については、これまでの実績に基づき強度にある程度のばらつきを許容した設計方法が適用されているが、浚渫土の物理特性が工事中に変化すると、処理土の強度も大きく影響されることになる。そのため、配合の見直しが必要になる場合がある。

本文は、管中混合固化処理工法の本施工に先立ち、配合検討の目的で実施した試験施工の結果を報告する。

2. 工事の概要

本工事は、航路・泊地部の浚渫土を青森港新中央埠頭埋立地まで海上運搬し、その後埋立地まで空気圧送船で2次運搬を行う途中で配管内に固化材を添加して固化処理地盤の造成を行ったものである。図-1に施工平面および写真-1に全景を示す。固化材の添加方法としては、図-2のシステム²⁾を適用した。

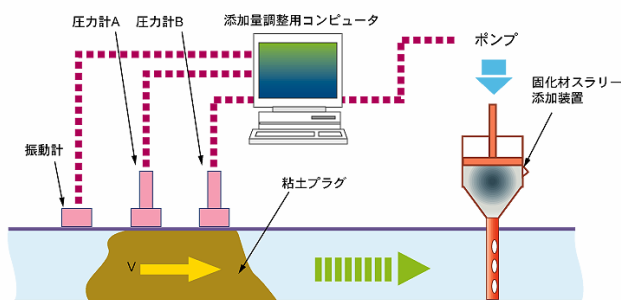


図-2 固化材スラリー定量添加システム

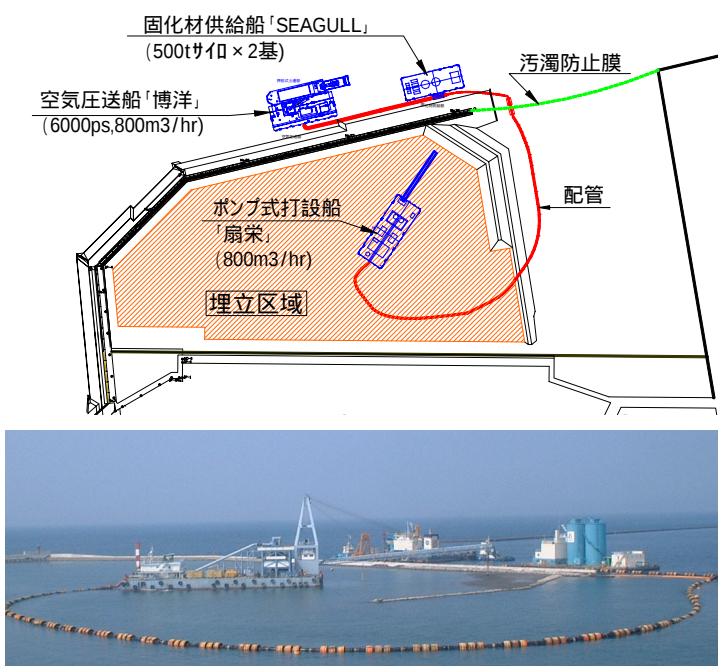


写真-1 施工全景

3. 事前の室内配合試験

室内配合試験は、目標強度および処理土圧送時の流動性の確保を目的として水固化材比（W/C）と一軸圧縮強さ（ q_u ）の関係および調整含水比とフロー値の関係を求めた。表-1に室内試験に用いた浚渫土の物理特性を示す。設計基準強度（ q_{uck} ）100kN/m²を満足するために、許容応力度設計法¹⁾を用いて不良率25%、変動係数0.35とし、現場平均強度（ $\bar{q}_{uf}$ ）を131kN/m²とした。室内配合強度に対する現場平均強度の比0.5（水中打設）を用いて、室内配合強度（ $\bar{q}_{ui}$ ）を262 kN/m²に設定した。また、処理土の流動性を確保するために室内配合時の処理土フロー値を95mmと設定した。以上の設定条件を考慮して、固化材添加量3水準、調整含水比3水準の配合試験を行った。その結果得られた室内配合を表-2に示す。

表-1 浚渫土の物理特性

土粒子密度	ρ_s	g/cm ³	2.578
含水比	w	%	150
液性限界	w_L	%	118
塑性限界	w_p	%	55
シルト分以下		%	78
強熱減量	Li	%	16

表-2 室内配合結果

室内配合強度 q_{ui} (kN/m ²)	調整含水比 w (%)	水固化材比 W/C	処理土フロー値 (mm)	処理土1.0m ³ あたりの配合 (固化材量の括弧内の数値は 地山土量1.0m ³ あたりの配合量)			体積土量 変化率 (処理土/地山)
				浚渫土量 (m ³)	加水量 (m ³)	固化材量 (kg)	
262	165 (1.4w _L)	9.27	95	0.605	0.279	89.91 (148.63)	1.653

キーワード 管中混合固化処理工法，セメント処理土，品質管理，強度特性

連絡先 〒329-2746 栃木県那須塩原市四区町 1534-1 五洋建設(株)技術研究所 TEL 0287-39-2116

4. 現場試験施工

(1) 目的

浚渫土は、浚渫場所・深さによって含水比および物理特性などのばらつきが生じることが考えられ、室内配合試験で想定した性状と異なることが予想された。また、室内配合試験で定めた流動性（処理土フロー値）が実際の施工システムに適用できるかが不明確であった。よって、室内配合結果をそのまま施工に反映させる前に、浚渫土の土質特性の確認、最適な固化材添加量の決定および流動性の確認を目的として、試験施工を行った。

(2) 試験結果

土運船(1,000m³級)で運ばれた10隻の中の5隻から、上・中・下層で浚渫土を採取して含水比を測定した結果を図-3に示す。上層部は浚渫時に混入した水の影響で高含水比の状態を示した。一方、6隻目以降は揚土開始前に揚土用バックホウにて上水を撤去し、20分間バックホウで解泥した。その結果、解泥後は土運船内で含水比の大きな違いは見られなかった。

処理土の強度が水固化材比（W/C）に大きく依存することから、W/Cに基づき配合管理を行った。その方法は、固化材添加前の浚渫土をγ線密度計で計測し、密度から算出された含水比をもとに、処理土のW/Cが予め定めた管理値になるように固化材スラリー量を調整して添加するものである。試験施工では、調整含水比およびW/Cを変えた各種の配合試験を行い、強度と流動性に関するデータを取得した。その結果を図-4、図-5に示す。

一軸圧縮強さは打設船上でサンプリングを行い、材令7日強度で管理することから、管理値を室内配合試験における $q_{u28}/q_{u7}=1.4$ を用いて187kN/m²とした。その結果、W/C=11.8で目標強度を確保できることが判明した。ただし、相関係数は0.7とばらつきがある。

また、実際の施工システムでは送泥含水比を130%程度に抑えても処理土フロー値95mm程度の流動性が確保でき、問題なく打設できることを確認した。

以上の試験施工の結果から表-3に示す配合を本施工の配合とした。

表-3 試験施工結果による本施工の配合

管理値 q_{u7-187} (kN/m ²)	調整 含水比 w (%)	水 固化材比 W/C	処理土 フロー値 (mm)	処理土1.0m ³ あたりの配合 (固化材量の括弧内の数値は 地山土量1.0m ³ あたりの配合量)			体積土量 変化率 (処理土/地 山)
				浚渫土量 (m ³)	加水量 (m ³)	固化材量 (kg)	
187	130	11.0	95	0.756	0.152	71.95 (95.19)	1.323

5. まとめ

室内配合試験は、大量の浚渫土量の中から数10%の土を選定して実施するため、場合によっては、大量の浚渫土の代表値にはならないことがある。本文は、本施工の前に試験施工を行い、その結果から本施工の配合を決定するという事例を紹介した。試験施工は、処理土地盤の配合決定を経済的かつ合理的に実施する目的において、特に有効であると考えられる。

<参考文献>

- 1) 管中混合固化処理工法技術マニュアル，沿岸開発技術研究センター，2001,6
- 2) 池田ら，空気圧送式管中固化処理工法「Pipe-Mixing工法」の開発，港湾学術交流会年報，1999

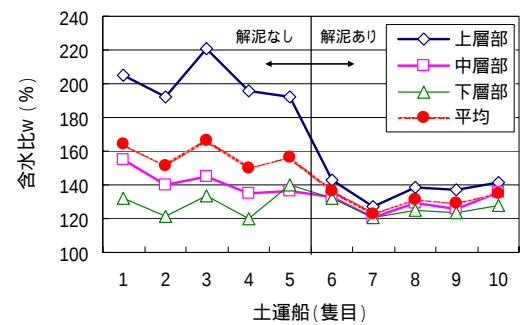


図-3 各土運船の浚渫土含水比

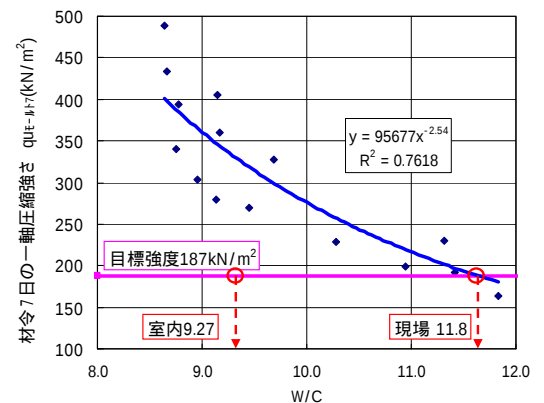


図-4 q_{u7} と W/C の関係

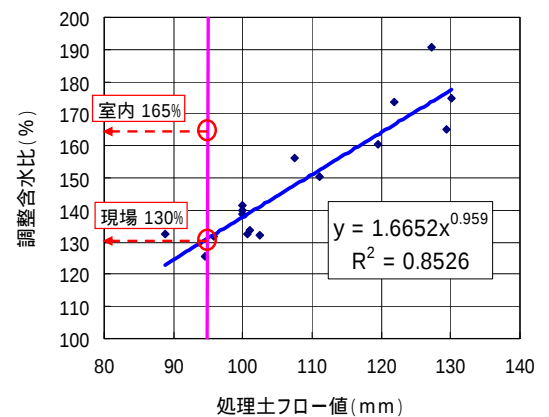


図-5 調整含水比と処理土フローの関係