

管中混合固化処理工法を利用した浚渫土のリサイクルについて

- その1 事前試験による添加量決定法 -

若築建設(株)技術部 正会員 木俣陽一

若築建設(株)技術部 正会員 佐藤裕一郎

はじめに

近年、港湾工事においては浚渫土砂の埋立地の確保が困難な状態であり、リサイクルする試みが数多く行われている。本報は、既存の空気圧送機を使用して固化処理が可能な管中混合固化処理工法の実施工にあたり事前に試験施工を行い、その結果に基づき固化材添加量を設定し施工した結果を報告する。

表-1 浚渫土の物性値

物性	単位	A,B区域	C区域	
湿潤密度	g/cm ³	1.322	1.285	
土粒子の密度	g/cm ³	2.589	2.582	
自然含水比	%	156.9	179.5	
液性限界	%	88.4	95.5	
粒度分布	礫分	%	0.0	0.0
	砂分	%	11.2	9.0
	シルト分	%	60.5	58.8
	粘土分	%	28.3	32.2
有機物含有量	%	5.7	6.0	
強熱減量	%	11.0	11.7	
日本統一土質分類		砂混じり粘土		

1 概要

本工事は、河口港の維持浚渫土砂を緑地計画箇所の盛土材としての所要強度を確保するため管中混合固化処理を行うものであった。浚渫土砂は表-1 に示すように自然含水比が 150% ~ 180% と非常に軟弱かつ強熱減量が 11% 以上と高く、強度発現への影響が危惧された。このため、配合試験結果にもとづき水固化材比および強熱減量/固化材質量比をパラメータに固化材添加量を設定した。また、室内試験に対する強度補正は、現場強度比および不良率を考慮した。

2 配合試験

施工前は、配合試験により強度発現を確認した。

(1) 水固化材量比と一軸圧縮強さ

固化処理土の一軸圧縮強さは、固化処理土に含まれる総水量と固化材の質量比（以下、水固化材比： w_T/C ）と相関関係が高いと報告¹⁾されている。本工事の2区域で採取された浚渫土を用いた配合試験においても図-1 に示すように相関係数が 0.88 と非常に高い相関関係が求められた。

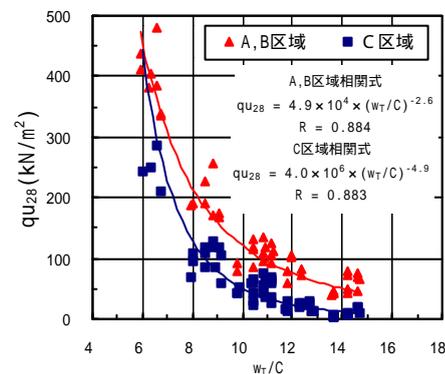


図-1 w_T/C と qu_{28} の関係

(2) 強熱減量/固化材質量比と一軸圧縮強さ

固化処理土に含まれる強熱減量と固化材の質量比は、強度発現に大きく影響を与える。強熱減量(L_{iw})と固化材の質量比（以下、 L_{iw}/C ）と qu_{28} の関係を図-2 に示す。図-2 より、2区域の浚渫土には、両者の相関係数は、0.77 以上あり、 L_{iw}/C と qu_{28} の相関関係は高いといえる。このため、任意強度に対する固化材添加量の設定は、浚渫土の含水比および強熱減量の含有量に注意を要する必要があるといえる。なお、今回の配合試験では浚渫土の含水比は、加水または乾燥炉による水分蒸発により調整した。

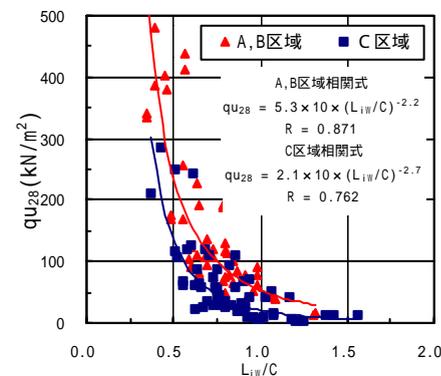


図-2 L_{iw}/C と qu_{28} の関係

キーワード：管中混合固化処理工法、水固化材比、強熱減量、不良率

連絡先：東京都目黒区下目黒 2-23-18 Tel 03-3492-0422 Fax 03-5487-3867

3 配合強度の設定

現場配合強度は、室内強度/現場強度による現場強度補正係数(F_{s1})と設計強度以下の割合を減じる不良率補正係数(F_{s2})の2つの補正係数により設定した。

(1)現場強度補正係数

現場補正係数(F_{s1})は、実機により事前試験をおこないケース毎に20の供試体のサンプリングをおこない室内試験との比較により設定した。事前試験結果を表-2に示す。

$$F_{s1} = 1.35 \text{ (表-2 参照)}$$

(2)不良率補正係数

本工事での設計強度は平均強度で29.4(kN/m²)と定められた。固化処理土の強度分布は正規分布を呈するため、目標強度を設計強度とした場合は設計強度以下の割合(不良率)が50%となる。本工事では、不良率を定量的に低減させるために標準偏差による強度補正の概念を、表-3設定強度と不良率の関係を示す。本工事では、設計強度の低強度および経済性を考慮し、1.0による強度補正を採用した。

$$F_{s2} = 1.0 + \text{変動係数} \times 1.0 = 1.0 + 0.24 \times 1.0 = 1.24 \quad (1)$$

(3)固化材添加量の設定

室内配合強度は、前記補正係数の採用により式(2)とした。

$$q_{um} = 29.4 \times F_{s1} \times F_{s2} = 49.2 \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad (2)$$

固化材添加量は、 w_T/C および L_{iw}/C と q_{u28} の相関式により設定した。なお、 L_{iw} は浚渫土中の固形分質量に比例して増加すると仮定し、含水比によりその量を設定した。

よって、固化材添加量は図-4のように低含水比域では強熱減量、高含水比域では含水比をパラメータとしたバイリニアな直線となる。固化材添加は、浚渫土の密度を連続的に測定し施工に反映させた。

4 施工結果

本施工での一軸圧縮強さの分布(C区域)を図-5に示す。

平均一軸圧縮強さは53.9(kN/m²)となり、室内配合強度を上回った。このため不良率は1%にとどまった。また変動係数は31.1%とややばらついた結果となった。

5 まとめ

原泥の含水比と強熱減量に着目した固化材量を添加する実験的な知見による施工が、実工事においても良好に可能であることが検証できた。

今後は実施工において多様な土質、養生温度などの施工条件に対応した固化材量調整方法の開発が重要な課題と考える。

《参考文献》¹⁾管中混合固化処理工法：運輸省第五港湾建設局

表-2 事前試験結果

浚渫土	C区域	A, B区域		平均
添加量(kg/m ³)	70	70	80	
quf ₇ (kN/m ²)	13.6	39.4	57.7	
標準偏差	3.54	9.94	12.37	
変動係数	0.26	0.25	0.21	0.24
quL7/quf ₇	1.37	1.36	1.33	1.35

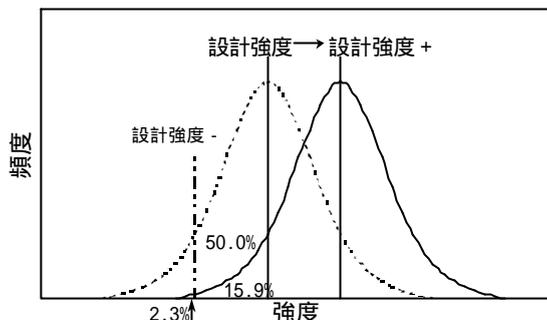


図-3 標準偏差による強度補正

表-3 設定強度と不良率の関係

設定強度	不良率(%)
設計強度(q_{up})	50.0
$q_{up} + 0.5$	30.9
$q_{up} + 1.0$	15.9
$q_{up} + 1.5$	6.7

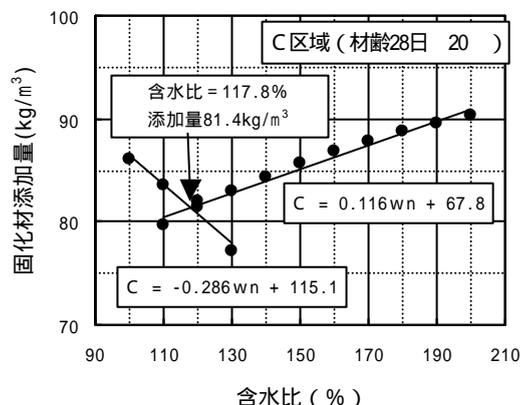


図-4 含水比と添加量

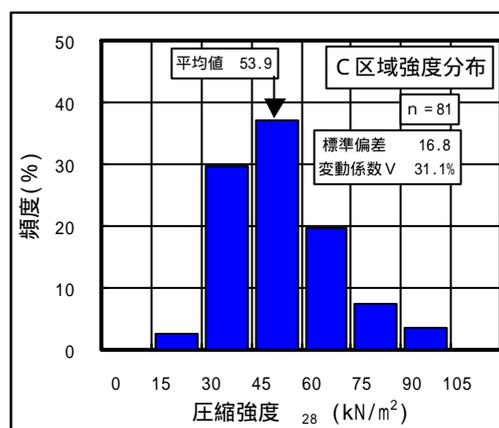


図-5 強度分布図