管中混合固化処理工法（バランスミキシング工法）実証実験

大本組　正会員　巣元利博*
岡山県　下山正司
岡山県　三好俊明
三井造船　正会員　高梨清一

１．はじめに

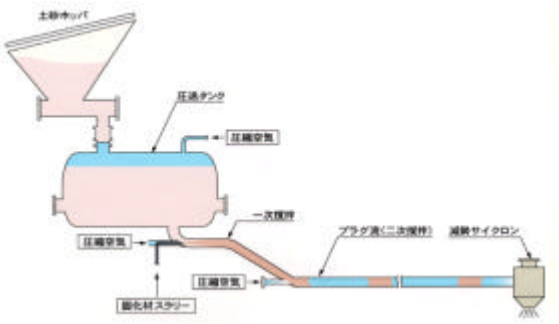
公共工事の建設コストを縮減するための効率的、経済的な技術開発が求められている昨今、港湾整備においても軟弱な浚渫土砂を埋立用材としてリサイクル活用し、自然環境にやさしい港湾、空港整備を行うための新しい埋立工法「管中混合固化処理工法」が注目を集めている。本報文は、管中混合固化処理工法の一つとして開発した「バランスミキシング工法」の実証実験結果について報告するものである。

なお、本実験は、岡山県コスト縮減研究会のコスト縮減策の一環として実施したものである。

２．バランスミキシング工法の概要

バランスミキシング工法は「管中混合固化処理工法」の一つで「圧送機添加方式」に分類される。

浚渫土砂を圧送タンクから圧送管に連続排出する直近部（プラグ流生成前のタンク吐出部）において圧縮装置と固化材添加装置により、固化材スラリーを同時・定量的にバランス良く噴射注入する。固化材が添加された浚渫土は一次撹拌される。また、圧送管部では再度圧縮空気を送り管内ではプラグ流の発生により二次撹拌が起こる。所定の埋立地に到達する間で、より均質な混合状態が生成される。



図－1　バランスミキシング工法概念図

浚渫土の性状に合わせた固化材添加量の加減により、目標の改良強度を確実にしかも均質に確保する工法である。バランスミキシング工法の概念図を図－1 に示す。

３．実験概要

改良土（固化処理土）の品質（強度、ばらつき）の確認を主目的として、実証実験を行った。

・場　所：岡山県倉敷市玉島ハーバーアイランド２工区内

・期　間：平成 11 年 7 月～8 月

・ケース：現地では、固化材の種類、添加量、添加位置､圧送距離等をパラメータとして合計 15 ケースの実験を行ったが、以下では基本ケースとして、高炉セメントＢ種仕様、吐出部添加方式、圧送距離 500m とした場合で、添加量を 40，55，70 kg/m^3 と変化させたケースについて報告する。

実験に用いた主要機材を表－1 に示す。

表－1　主要機材

種　別	細　目	規　格	数量
空気圧送船	T2−70	56m3/h	1
	圧送タンク	有効容量7.3m3	2
	コンプレッサー	21m3/min	3
	発電機	125KVA	1
スラリープラント	モノポンプ	0.125～1.25m3/min	1
	全自動モルタルプラント		1
	セメントサイロ	20m3	1
土運船	非自航式箱形	1400m3積	1
圧送管	鋼製排砂管	φ300	

キーワード：管中混合、定量添加、実証実験、一軸圧縮強度、変動係数

＊：〒700-8550 岡山県岡山市内山下 1-1-13　TEL 086-227-5156　FAX 086-227-5176

４．実験結果

実験に用いた浚渫土の基本性状を表－2 に示す。実証実験においては、圧送性を考慮して原泥含水比を 130%に調整した。

固化処理土の一軸圧縮強度（7 日及び 28 日）とコーン指数（7 日）の値及びその変動係数を図－2～図－4 に示す。各図とも、固化材の添加量にほぼ比例して強度は増大しており、28 日一軸圧縮強度は 200～600 kN/m^2 となった。

また、処理土の均質性の指標となる変動係数は、固化材の添加量が増加するほど小さな値となり、予想通りの傾向を示した。添加量 40kg/m^3 の 7 日一軸圧縮強度の変動係数が 30%程度の値を示す以外は、ほぼ 20%以下となっており、今回の処理土は、一般的な地盤改良のばらつき概念に比べ、より均質な改良状態にあるといえる。

基本ケース以外のデータも含め、7 日及び 28 日一軸圧縮強度の関係を図－5 に示す。両者は良好な相関を示しており、7 日強度を知ることによって 28 日強度を推定することが可能である。

５．まとめ

実証実験の結果、表－2 に示す浚渫土性状と高炉セメントＢ種（40～70kg/m^3）との組み合わせにおいて、小さなばらつき（28 日強度の変動係数 10～20%）で良好な強度発現（28 日一軸圧縮強度 200～600kN/m^2）を示した。

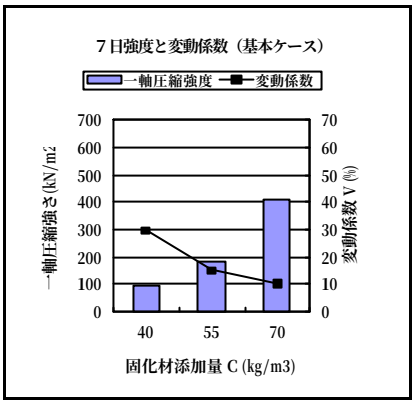
この結果、バランスミキシング工法による管中混合固化処理土の品質の確実性が実証された。

また、コストについても、施工性、確実性、早期の土地利用、浚渫土処理容量の確保などの観点からトータル的な縮減が可能であり、浚渫土の処分と土地利用に伴う造成が連携できる工法であると確信した。今後、歩掛り、仕様書などの確立を図ってまいりたい。

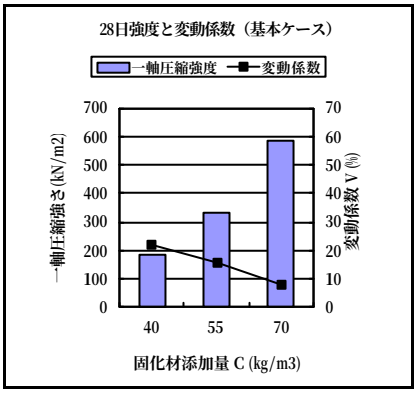
終わりに、今回の実験に際し貴重なご指導、ご助言を戴きました元岡山大学環境理工学部奥村樹郎教授及び運輸省第三港湾建設局宇野港湾工事事務所並びに岡山県土木部港湾課等、関係各位に感謝の意を表します。

表－2　土質試験結果

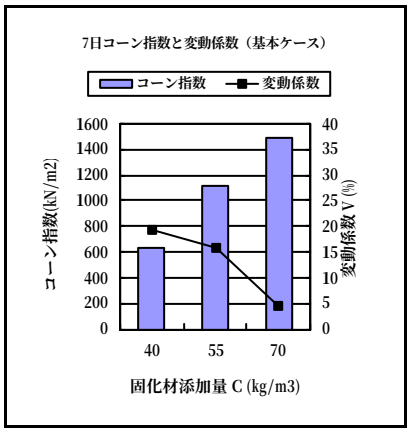
試験項目		測定値
一般	自然含水比(%)	90.3
	湿潤密度(g/cm3)	1.446
	土粒子密度(g/cm3)	2.555
	強熱減量(%)	7.88
	PH	8.03
粒度	砂分(%)	25.6
	シルト分(%)	41.3
	粘土分(%)	33.1
	最大粒径(mm)	2.0
コンシテンシー特性	液性限界(%)	56.0
	塑性限界(%)	25.6
	塑性指数(%)	30.4
	土質分類名	粘土(CH)



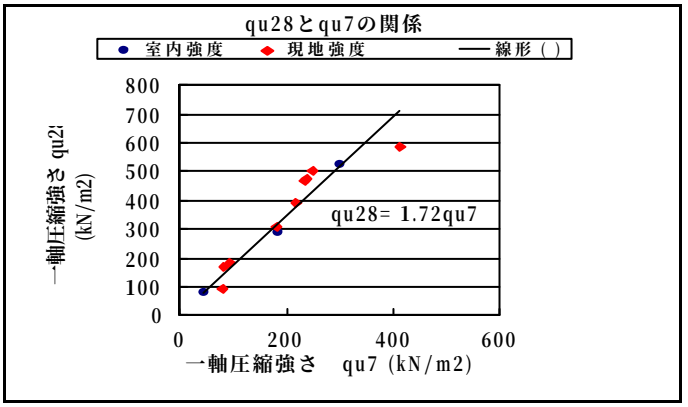
図－2　7 日強度と変動係数



図－3　28 日強度と変動係数



図－4　7 日コーン指数と変動係数



図－5　7 日強度と 28 日強度の関係