

寒冷地での事前混合処理工法の実施結果

前伏木富山港湾工事事務所	酒井 浩
前伏木富山港湾工事事務所	明山 竹一
前沿岸開発技術研究センター	山本 良
日本国土開発	正会員 ○二宮 康治
同 上	正会員 中島 典昭

1. 目 的

伏木富山港では既設岸壁の改修工事において、裏込め砂および浚渫砂の有効利用を図るため、液状化防止に有効な事前混合処理工法¹⁾を採用した。この工法は材料土砂の種類や処理土の密度によりその強度特性が異なるため、材料毎に安定材添加率決定する必要がある。また、施工時期が12月から2月の厳寒期となるため海水温度が低下し強度発現が遅れる懸念があった。このため、使用予定の材料について事前の室内配合試験と養生温度が強度に及ぼす影響を把握し、これらを考慮した配合強度の設定を行なう必要があった。

2. 室内試験結果

(1) 材料の物理特性

室内試験は仮置き土（裏埋め砂）、航路陸土および航路浚渫土の三種類について試験を行った。使用した材料の物理特性を表-1に示す。これらの材料は礫分を含み細粒分が3～9%と少なく76～92%が砂分であり、均等係数が小さいことから液状化しやすい材料である。

(2) 安定材種類の選定と検討条件

a) 安定材の種類

安定材種類の選定は、耐海水性に優れ六価クロムの溶出抑制効果があり、しかも経済的な高炉セメントB種と早期強度が期待できる早強セメントについて強度発現と経済性を比較検討し、高炉セメントB種が強度発現と経済性に優れることから採用を決定した。

b) 養生温度

埋立場所の水温が標準養生に比較して7℃と低いことから養生温度と強度比の関係を試験により求め、割増係数に考慮した。図-1から養生温度が7℃の場合の標準養生に対する強度比は0.56であった。

c) 現場密度の設定

図-2に示すように事前混合処理土は強度が密度と

表-1 材料の物理特性

試 験 項 目		範 囲	代表材料
土粒子の密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$		2.66～2.72	2.697
自然含水比 $w_n(\%)$		6.2～22.8	21.8
粒 度 試 験	最大粒径 $D_{\max}(\text{mm})$	4.75～37.5	9.50
	礫分 2～75 mm(%)	0～21.0	3.0
	砂分 75 μm ～2 mm(%)	76.0～92.0	92.0
	シルト・粘土分以下(%)	3.0～9.0	5.0
	均等係数 U_c	2.59～4.66	2.59
試 験	曲率係数 U'_c	0.88～1.57	0.88
	最大密度 $\rho_{d\max}(\text{g/cm}^3)$	1.60～1.76	1.60
最小密度 $\rho_{d\min}(\text{g/cm}^3)$		1.18～1.37	1.18

密接な関係にある。埋立試験から得られた相対密度 $Dr=43\%$ を各材料の埋立後の密度と想定し、安定材添加率の決定に反映した。

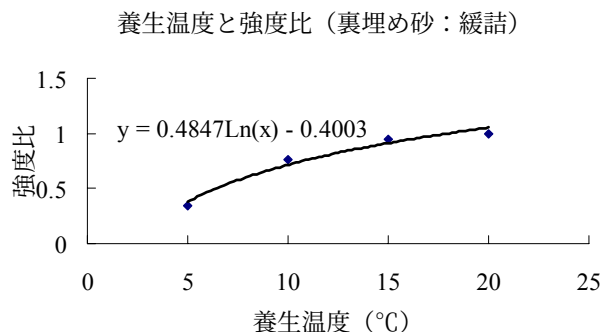
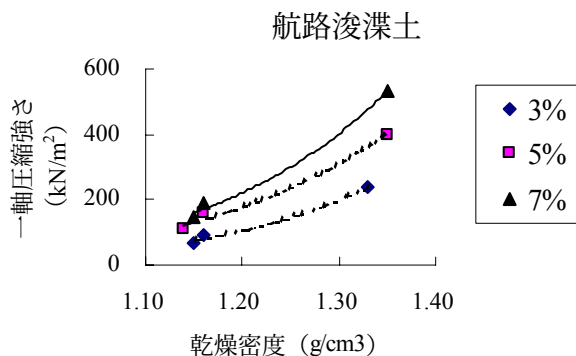
図-1 強度比と養生温度 (σ_{28})

図-2 一軸圧縮強さと乾燥密度

キーワード 事前混合処理工法, 養生温度, 相対密度, 割増係数, 密度増加

連絡先 〒107-8466 東京都港区赤坂 4-9-9 日本国土開発(株)施工本部土木部 TEL 03-5410-5827

事前混合処理土の割増係数は処理の目的、施工方法により採用する値が異なる。この工事では液状化防止を目的とし、ブルドーザによる撒きだしを採用している。このため、基準割増係数は中央値の $\alpha=2.2$ を採用し、さらに養生温度が低いことからその割増をさらに1.78 (1/0.56) 倍考慮すると、設計強度 $q_{uf}=100\text{kN/m}^2$ に対して $\alpha=3.9$ を採用する必要がある。この結果、配合強度は $q_{ul}=390\text{kN/m}^2$ とした。

(4) 安定材添加率の決定

安定材添加率の決定は、図-3の3種類の材料を比較し、一軸圧縮強度が最も小さくなる航路浚渫土の添加率 $C=5.6\%$ を採用した。

3. 施工方法

処理土は海水中に埋め立てるため、ブルドーザなどによる撒きだしでは、非常に小さな密度となる。さらに、埋立水深が大きい場合には安定材の分離が生じやすく強度の確保が困難である。処理土の強度は密度依存性が高いため、安定した品質の処理地盤を造成するためには埋立後の密度増加が有効である。このため、水深5.5m以深の部分については、クラムシェルによる海底面への埋立時にバケットによる水中転圧を行い処理土の密度増加を図った。

4. 品質調査結果

埋立完了後約1ヶ月後に品質調査のボーリングによりサンプリングを行い、一軸圧縮強度試験を行うにより品質の確認を行った。調査結果を図-4,5に示す。乾燥密度は概ね $\rho_d=1.5\text{g/cm}^3$ であり、相対密度の平均値は $Dr=52\%$ と想定値43%を超えた。また、相対密度が深度5.5m以深では上部に比較して大きい。一軸圧縮強さの平均値は 717kN/m^2 と設計強度 100kN/m^2 以上であり、しかもその最小値が 109kN/m^2 と設計強度以上を確保した。一軸圧縮強さが大きな値を示しているのは相対

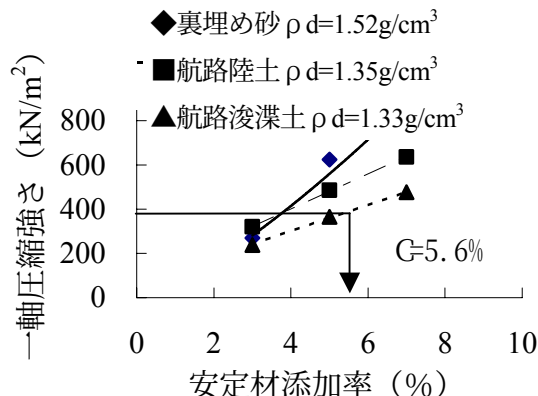


図-3 一軸圧縮強さと安定材添加率（高炉B）

密度と同様5.5m以深であることから、クラムシェルバケットによる埋立および転圧効果により安定材の流失防止と処理土の密度増加が有効に図れたことが分かる。さらに、ブルドーザで埋立を行った5.5m以浅では一軸圧縮強度が設計値の 100kN/m^2 をわずかに超え、しかもばらつきが少ないことから概ね安定材の添加率は妥当であったといえる。

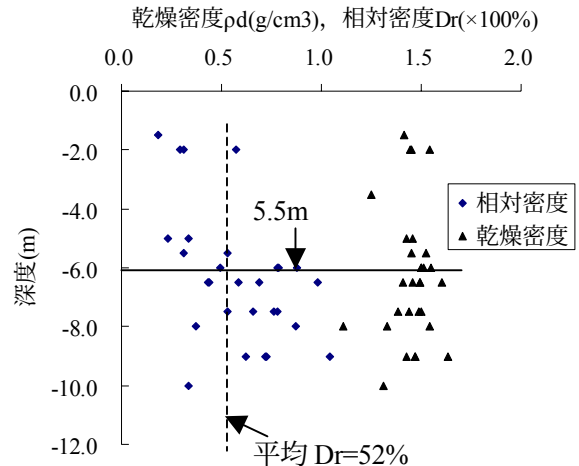


図-4 深度と乾燥密度、相対密度

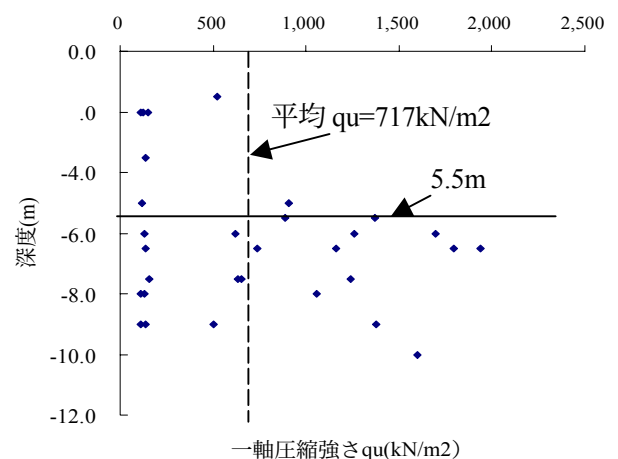


図-5 深度と一軸圧縮強さ

5. 結論

施工後の品質調査の結果、処理土の密度は当初想定した相対密度 $Dr=43\%$ が設計上安全側であり、クラムシェルバケットによる安定材分離防止効果および転圧による密度増加効果を確認した。今後は、強度のばらつきが少なくなる施工法を検討する必要がある。

最後に、検討部会においてご指導ご指摘を頂いた九州大学善教授、元新潟調査設計事務所高橋所長、港湾空港技術研究所地盤・構造部動土質研究室山崎室長他関係者に謝意を表します。

参考文献

- 1) 沿岸開発技術研究センター：事前混合処理工法技術マニュアル，1999年3月