

羽田再拡張事業 D 滑走路における 軽量混合処理土船団

大和屋 隆 司・川 辺 克 明

軽量混合処理土は、高含水比の浚渫土に気泡や発泡ビーズなどの軽量材とセメントを混合することで軽量化と強度増加を同時に期待する材料として利用されている。我が国の港湾工事で、気泡混合処理土（Super Geo-Material：以下、SGM）が本格的に実工事で使用されたのは、1995年の阪神淡路大震災で被災した神戸港の復興事業であり、それ以来、本工事に適用されるまでの総打設量は、約52万 m^3 に達している（2009年3月まで）。本工事では、埋立／栈橋接続部護岸背面に約79万 m^3 のSGMを2009年5月末～11月末の約半年間の短期間で施工する、これまでにない大量急速施工での工事が行われた。本報告は、羽田D滑走路建設外工事において適用された気泡混合処理土の施工内容および軽量混合処理土船団の特徴に関して紹介する。

キーワード：軽量混合処理土、軽量混合処理土船、軽量化材、気泡

1. はじめに

東京国際空港D滑走路建設工事の埋立部外周護岸背面には沈下抑制と護岸安定性の向上を目的とし、山砂より軽い管中混合固化処理土を使用している。さらに、埋立／栈橋接続部背面においては、鋼管矢板井筒への土圧の低減と沈下量の更なる軽減を図るため、より軽量の軽量混合処理土を使用している。この軽量混合処理土を施工するため、護岸外の現空港側と沖側に計2船団の軽量混合処理土船を配置した（図-2）。軽量混合処理土は、その船内にて調整土（密度調整した浚渫土）に固化材と気泡を添加混合して製造し、打設場所まで船内のポンプで圧送し、打設地点で打設装置を吊ったクローラークレーンにて打設した。

軽量混合処理土の原料土となる浚渫土は、浚渫場所によって土質等が異なるため、土質の変化に応じて配合（調整土密度、固化材添加量、気泡添加量）を選択

し、品質を保持しながら製造・打設を行った。

2. 工事概要

(1) 施工期間

自：平成21年5月末
至：平成21年11月末

(2) 施工数量

軽量混合処理土工の計画施工数量を表-1、主要設備配置図を図-1に示す。

表-1 計画施工数量

配合	密度	一軸圧縮強度	数量	備考
水中	11.5 kN/m ³	200 kN/m ²	38 万 m ³	
気中	10 kN/m ³	200 kN/m ²	41 万 m ³	
合計			79 万 m ³	

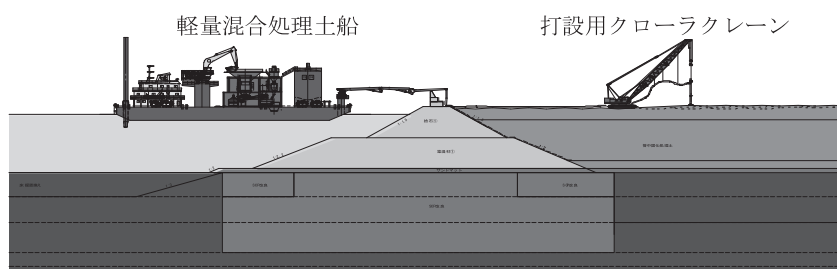
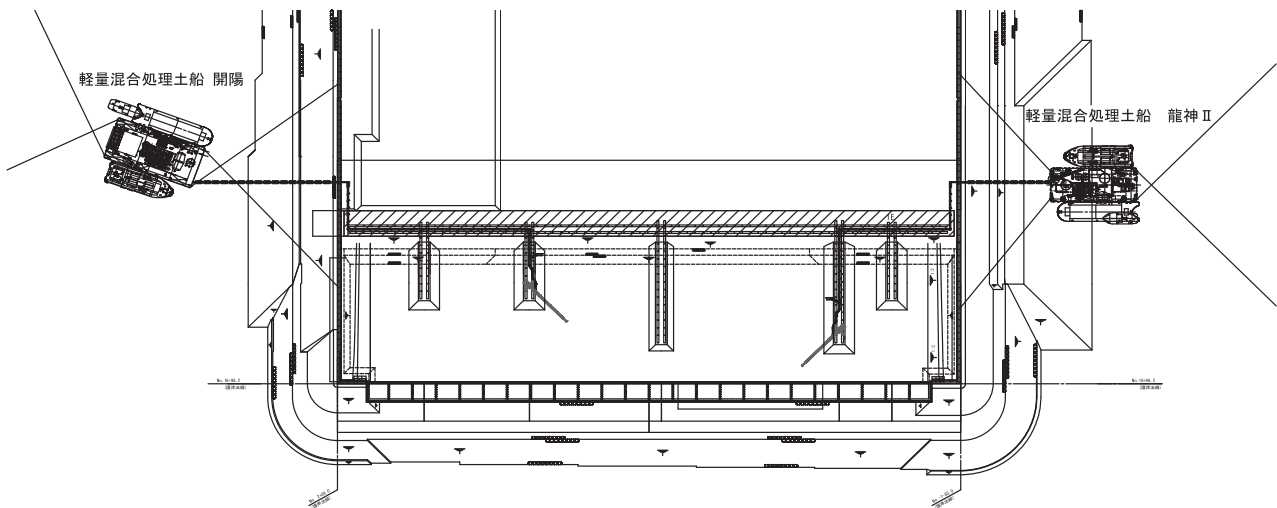


図-1 主要設備配置図



図一 2 施工状況図

本工事は、過去に例のない大量急速施工（半年で79万 m^3 ）である。本工事以前の軽量混合処理土の総施工実績を遙かに凌ぐ数量であり、1日当たりの施工数量（水中3,100 m^3 ／日、気中3,400 m^3 ／日、いずれも1船団当たり）も過去最高のものとなった。

上記の大量急速施工を可能にするため、軽量混合処理土船を2隻投入し、24時間連続施工を行った。

(3) 施工状況図

施工状況図を図一2に示す。

3. 軽量混合処理土の概要

(1) 概要

軽量混合処理土とは、浚渫土や建設発生土を原料土とし、軽量化材・固化材を混合し製造する地盤材料である。以下にその特性を示す。

- ・密度：8.0～12.0 kN/m^3 で軽量化材添加量の増減により調整可能。

(2) 施工

軽量混合処理土の施工フローを以下に示す。

①浚渫土運搬

浚渫工事より発生した浚渫土を土運船にて軽量混合処理土船まで運搬する。

②解泥・揚土・調泥

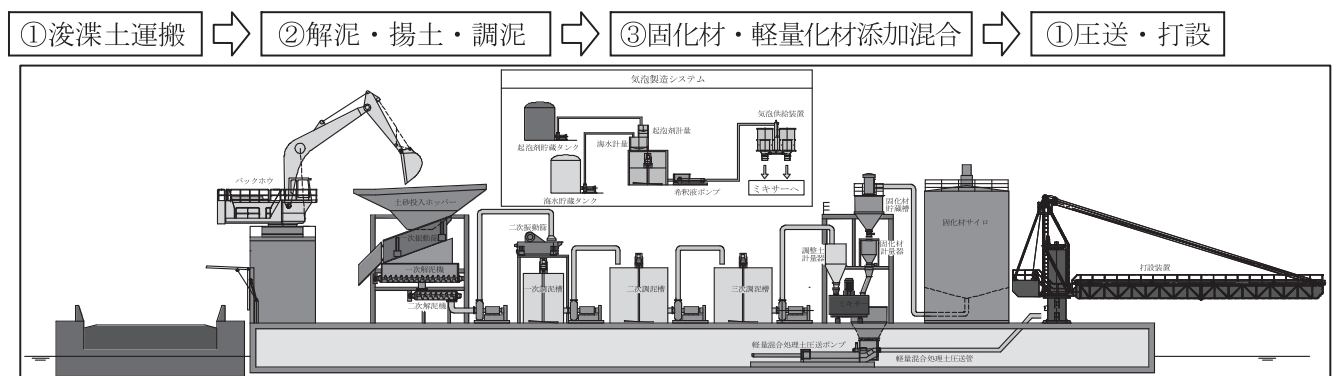
土運船内の浚渫土をバックホウに装着しているミキシングバケット、一次・二次解泥機にて解泥し、土砂ホッパーに投入する。揚土した浚渫土は振動篩により異物を除去し、調泥設備へ移送され、加水により調泥槽内で適切なフロー値になるように調整する。

③固化材・軽量化材添加混合

調整された浚渫土（調整土と呼ぶ）を計量し、混練りミキサーへ送ると共に、固化材（セメント）・軽量化材（気泡）もそれぞれ計量し、ミキサーへ投入し十分に練り混ぜる。

④圧送・打設

練り混ぜた軽量混合処理土は配管を通して打設箇所までポンプ圧送され、打設装置にて打設する。



図一 3 施工フロー図



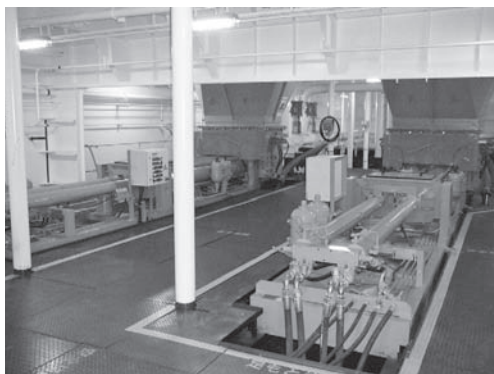
写真一 1 解泥・揚土



写真一 2 調泥槽



写真一 3 混練ミキサー

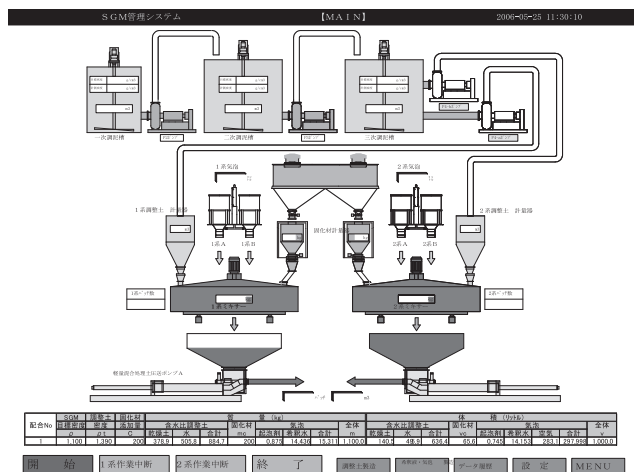


写真一 4 圧送ポンプ

(3) 施工管理システム

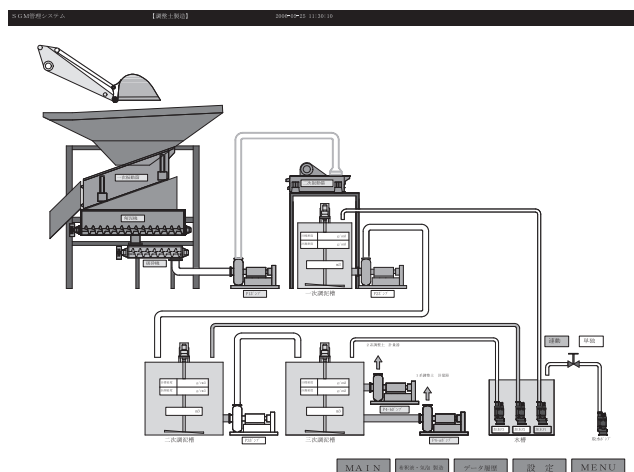
軽量混合処理土の製造管理は、軽量混合処理船ブリッジの施工管理装置により一元管理している。

施工管理装置には、船の製造プラントに設置されている「流量計」「密度計」「圧力計」からリアルタイムで送られてくる計測値を基に、所定の配合での製造となるように自動または手動で調整を行う。



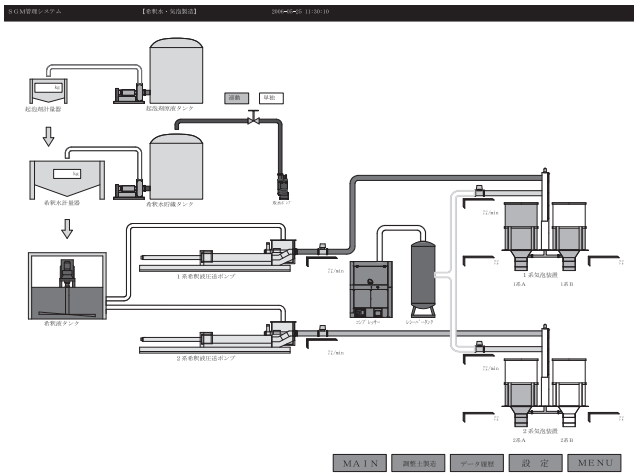
図一 4 施工管理装置 MAIN 画面

調泥管理システムでは、密度計により計測した値を基に、適切な密度の調整土となるように自動で加水調整を行っている。調泥設備は1次・2次・3次調泥槽で構成されており、段階的に密度調整を行っている。



図一 5 調泥管理システム画面

気泡製造管理システムでは、海水によって所定の倍率に希釈した起泡剤（気泡の材料）と圧縮空気を気泡製造機に通して気泡を製造する。希釈した起泡剤（希釈液）や圧縮空気の流量、圧力を管理して品質の高い気泡を製造している。



図一六 気泡製造管理システム画面

(4) 品質管理

軽量混合処理土は密度管理が重要であり、同じ浚渫場所から発生する浚渫土であっても、土質の違いが製造する軽量混合処理土の品質に影響する。

そのため、土運船で運搬されてきた浚渫土を、本船の品質試験室にて密度試験、フロー試験を行い適切な配合を選ぶことで、製造する軽量混合処理土の品質を確保している。

また、製造した軽量混合処理土を採取し、密度試験・フロー試験を行い、必要に応じて配合を変更するなどして試験結果を製造に反映している。



写真一五 密度試験，フロー試験状況

4. 作業船の概要

軽量混合処理土船「龍神Ⅱ」「開陽」の諸元一覧を表一2に示す。また、写真一6に龍神Ⅱ、写真一7に開陽を示す。

軽量混合処理土船の揚土用バックホウには、浚渫土の粘性が強く、振動篩を通過しないような場合でも、

表一2 軽量混合処理土船諸元一覧

船名	「龍神Ⅱ」	「開陽」
船体寸法	65 m × 26 m × 4.5 m	70 m × 33 m × 4.0 m
公称能力	SGM 360 m ³ /h	SGM 360 m ³ /h
SGM 製造方式	バッチ式	連続式
ミキサー	バッチ式 4.5 m ³ × 2 台	連続式 105 m ³ /h × 2 台 連続式 75 m ³ /h × 2 台
固化材供給機	—	200 kg/min × 4 台
バックホウ	PC-1250 (5 m ³ 級)	PC-1250 (5 m ³ 級)
解泥機	25 m ³ 有効	10 m ³ 有効
一次振動篩	傾斜二床 8' × 16'	傾斜二床 6' × 14'
一次調泥槽	35 m ³ × 1 台	40 m ³ × 1 台
二次振動篩	水平二床 4' × 14'	水平二床 3' × 8'
二次調泥槽	75 m ³	100 m ³
三次調泥槽	75 m ³	100 m ³
セメントサイロ	500 T × 2 台	500 T × 1 台 200 T × 1 台 30 T × 4 台
圧送ポンプ	250 m ³ /h × 2 台	250 m ³ /h × 2 台
発電機	610 KVA × 3 台 125 KVA × 1 台	800 KVA × 4 台 300 KVA × 1 台
空気圧縮機	22 kw × 2 台 37 kw × 1 台	22 kw × 2 台 37 kw × 1 台



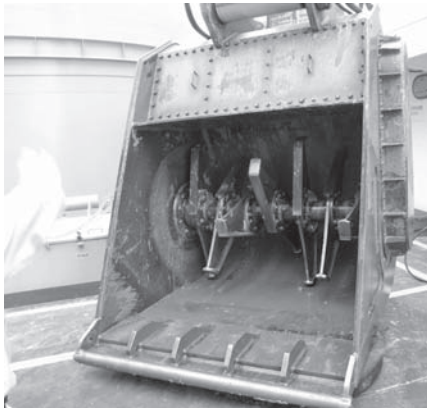
写真一六 龍神Ⅱ



写真一七 開陽

バックホウにミキシングバケットを装着することで、解泥しながら揚土する事が可能となった。これによって、解泥時間の短縮や浚渫土利用率の向上を実現している。また、大量急速施工に対応するために新たに気泡製造設備を開発し、従来より質の高い気泡の製造が可能となった。

写真—8にミキシングバケット、写真—9に気泡製造設備（計量器）を示す。



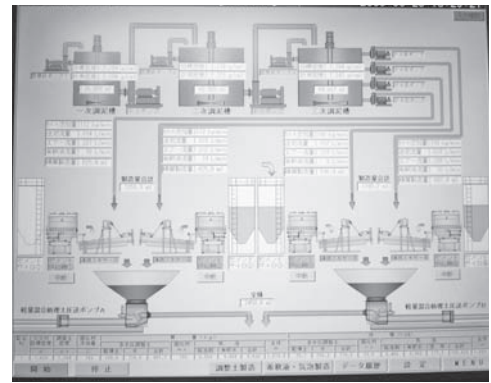
写真—8 ミキシングバケット



写真—9 気泡製造設備（計量器）

なお、「龍神Ⅱ」「開陽」の両船ともに、軽量混合処理土を製造する設備は、ほぼ自動化されている。とくに、土質バラツキの多い浚渫土から一定品質の調整土を製造する密度調整システムは、一度設定すると自動で目標とする密度まで調整可能になっている。また、気泡の製造も、起泡剤の希釈や発泡において設定した希釈倍率、発泡倍率で気泡の製造を行うことが出来る。

写真—10に施工管理システム画面、写真—11に希釈液製造設備を示す。



写真—10 施工管理システム画面（開陽）



写真—11 希釈液製造設備

5. おわりに

平成21年5月から2船団体制で施工を開始した軽量混合処理土は、11月末に軽量混合処理土79万 m^3 の打設が完了した。平成22年10月に予定されている東京国際空港D滑走路の開港に向け、工事も最終局面となっているが、最後まで気を抜かず安全作業に努める所存である。

JICMA

【筆者紹介】

大和屋 隆司（やまとや りゅうじ）
羽田再拡張D滑走路建設工事共同企業体
護岸・埋立Ⅳ工区
東亜建設工業(株)



川辺 克明（かわべ かつあき）
信幸建設㈱
東日本支社機電部

