

VI-109 岸壁裏埋土としての軽量気泡混合土のプラントシステム管理

運輸省第三港湾建設局 正会員 輪湖 建雄 正会員 松永 康男
 運輸省第二港湾建設局 佐藤 和敏
 東亜建設工業株式会社 正会員○堺谷 常廣 正会員 岸田 隆夫

1. はじめに

気泡混合土は、浚渫土（加水調整）＋固化材＋気泡の組合わせにより、密度と強度を同時に満たした地盤材料である。気泡混合土は、エアモルタル工法の地盤材料への広義の適用であるが、セメントミルクと異なり、自然の浚渫土を対象とするため土性のばらつきを管理する必要がある。ここでは阪神・淡路大震災で被災したポートアイランド2期地区岸壁（7.5m）の復旧に際して、岸壁裏埋材として本格的利用された軽量気泡混合土（総量：約2万 m^3 ）の混合プラントシステムと管理方法について報告する^{1)・2)・3)}。

2. 軽量気泡混合土の原料及び配合

気泡混合土の原料はポートアイランド2期地区の泊地浚渫土を使用した³⁾（表-1、図-1）。まず、浚渫土を解泥して液性限界 w_L の2.5倍まで加水解泥（密度：1.20～1.25 t/m^3 に調整）する。これに固化材（高炉B種セメント140 kg/m^3 ）を加える。この時の密度は約1.35 t/m^3 となる。これに気泡を加え、気中打設時は0.98 t/m^3 、水中打設時は1.08 t/m^3 に調整し、最大120 m^3/h の打設速度で打設する。気泡混合土の配合は別報³⁾に記す。

表-1 浚渫土の物理特性

	含水比	液性限界	塑性限界	土粒子比重	湿潤密度
浚渫土	122 %	97 %	41 %	2.709	1.390 t/m^3

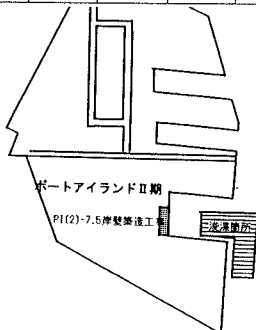


図-1 浚渫土採取位置

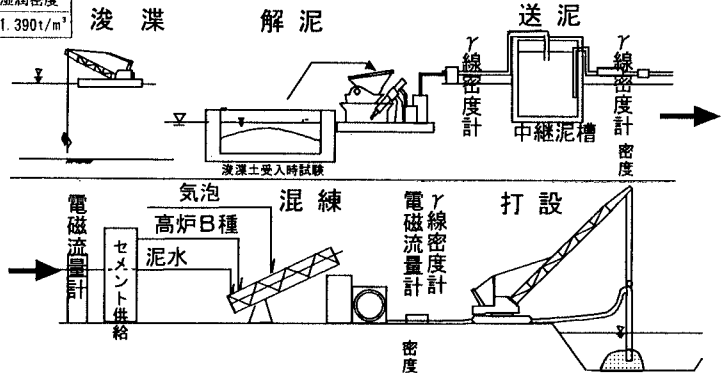


図-2 軽量気泡混合土プラントの処理フロー

3. 気泡混合土の処理フロー

軽量気泡混合土の処理は、浚渫・解泥・送泥・混練・打設の5工程である（図-2）。

- ①浚渫：原料となる浚渫土（表-1）をグラブ船で浚渫採取し、ボックスバージを用いて運搬する。
- ②解泥：バージからバックホウで攪拌槽上のホッパーに浚渫土を投入する。攪拌槽は上下2段に分かれ、一次攪拌槽がバッチ式で二次攪拌槽が連続式である。一次攪拌槽では2軸の攪拌翼でペースト状まで解泥し、次に、海水を供給し所定の含水比(2.5 w_L)近くまで加水解泥を行う。二次攪拌槽では、2軸の攪拌翼による解泥と加水ポンプによる所定の含水比までの加水を行う。スラリーポンプのインペラによっても調整土の強制攪拌を行い解泥を確実なものにする。
- ③送泥：解泥した泥水を30 m^3 の中継泥槽に送泥し、ここから混練プラントに泥水供給する。調整土の含水比の最終調整はこの貯泥槽で行う。送泥距離は約120mである。
- ④混練：泥水に固化材と気泡を加え混練を行う。混練部は泥水の定量供給用ポンプと固化材の定量供給機、気泡発生機、1軸または2軸の攪拌翼のスクリュウミキサーから構成されている。混練順序は、まず泥水とセメントを混練し、次に気泡を加え混練する。攪拌部は送羽根と練羽根の2種類あり、気泡の攪拌は練羽根で行う。
- ⑤打設：スクイズポンプまたはコンクリートポンプで圧送しトレミー管で打設を行う。トレミー管には上部に空気室と通気弁を設置して、水中部の打設を管内と周囲との水頭差で行う形式とした。

4. 連続混練の管理方法と管理基準

軽量気泡混合土は、ばらつきの少ない調整土、固化材、気泡を連続して定量供給することにより、品質の高いものを大量に製造することが可能である。そのためには、浚渫土のばらつき、特に含水比の変化に適宜対応する必要がある。本プラントシステムでは図-2中に示す管理試験を各段階で実施するのに併せて、 γ 線密度計を多段階に設置して時間的な密度変化をリアルタイムに測定して、加水量等の調整を行った。送泥を含めた解泥部と打設を含めた混練部にそれぞれ管理室を設け、全ての工程をビデオカメラで監視しながら上記の密度等の測定結果に基づいて集中的に操作調節できる方法で管理した。次に管理基準の内容とその測定結果を示す。

①浚渫土：含水比と密度を測定し必要に応じて加水量を変更する。75 μ m以下の細粒分含有量を測定し、その値が想定値95%から5%以上変動した場合には液性限界試験を行い配合を変更する。

②調整土：設定密度1.23t/m³の $\pm 5\%$ の範囲で管理する。 γ 線密度計を使った測定を行う。その結果は一例を図-3に示すとおり1.23 ± 0.01 t/m³と解泥の安定性の高さを確認することができる。1時間毎に1Lの容器を用いた重量測定を行い随時校正を行う。

③混練土：調整土と固化材と気泡を連続混練するためそれぞれ時間当たりの供給量を設定する。調整土はスラリーポンプの比例制御域でのインバータ制御で供給した。固化材は単位時間当たりの切り出し量を設定し、10日毎にキャリブレーションを行いダイヤル値との整合性をとった。気泡は混練中の消泡を考慮にいれて15~20%増量した。また、混練直後の密度を測定し、その都度、気泡混合量の微調整を行った。混練直後の密度は、打設後の密度の許容変動幅 ± 0.10 t/m³を達成できるように、水中打設の場合 $\rho_t = 1.08 \pm 0.05$ t/m³、空中打設の場合 $\rho_t = 0.98 \pm 0.05$ t/m³を設定値とした。定量容器を用いた重量測定と合わせて γ 線密度計を使い急激な密度の変化にも対応できる形にした（図-4）。また直径80mm、高さ80mmの円筒を用いたスランプフロー値を測定し施工性の確認を行った（設定値は150mm~200mm）。

④打設：気泡混合土の打設にはトレミー管を用いたが、打設時の乱れを小さくするため、トレミー管の開口部から噴出する速度を0.10~0.15m/sまで低下させた。打設28日後に測定した水中打設部分のコアパックサンプリングの結果から、設定値 $\rho_t = 1.10 \pm 0.10$ t/m³（設計値1.20t/m³以下）を満たすことを確認した。

上記の管理方法によって基準値を満たすことを確認しながらプラントを連続的に運転することによって、安定した品質の軽量気泡混合土を施工することができた³⁾。

5. おわりに

気泡混合土をわが国で初めて本格的に施工した本プラントシステムに関して、次のことを確かめられた。

- (1)図-2中に示す各処理システムが確実に作動することによって、大量施工の場合でも気泡混合土を所定の密度を連続的に確保・管理できた。 γ 線密度計測定結果から調整土は1.23 ± 0.01 t/m³の範囲で解泥を行い、気泡混合土（水中）の混練直後の密度は $\rho_t = 1.08 \pm 0.05$ t/m³で混練できることを確認できた。
- (2) γ 線密度計を用いた各段階での密度管理はプラントシステム全体に有効であることが確認できた。

本プラントの計画に当たって、運輸省港湾技術研究所、沿岸開発技術研究センターを始めとするSGM軽量土研究会の技術支援を受けた。深く感謝する次第である。

参考文献

- 1)土田・長井他：岸壁の裏込め材として打設された軽量地盤材料の力学特性（その1），地盤工学研究発表会（1995.7）。
- 2)及川・松永他：岸壁背後土圧軽減のための各種セメント処理土の特性，地盤工学会 セメント系安定処理土に関するシンポジウム（1996.2）。
- 3)輪湖・松永他：岸壁背後土圧軽減のための軽量気泡混合土の品質，土木学会第51回年次学術講演会（1996.9）。

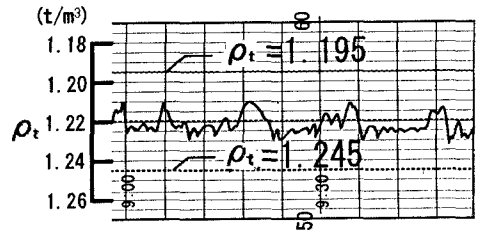


図-3 γ 線密度計の記録（解泥・調整土）

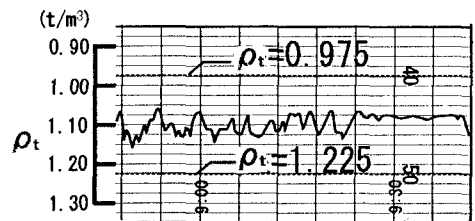


図-4 γ 線密度計の記録（混練土）