# プレミックス船工法による改良土の現場品質管理結果（その 2 製造時の改良土品質のばらつき）

東亜建設工業㈱ 正会員 ○木内 大介 永留 健
非会員 中川 克章 山田 和昌
プレミックス船工法協会 正会員 上野 一彦
非会員 久保 滋

## １．はじめに

当該工事では, 海上にてプレミックス船を用いて約 6.7 万 $m^3$ の改良土を製造し, 打設するものであった [1]. これまでに, プレミックス船で製造した改良土の品質のばらつきについて詳細に調査した例がなく, ここではある一日での製造した改良土の品質のばらつきを調査した結果を報告する.

## ２．調査概要および改良土の配合

改良土の品質ばらつき調査は，海上のプレミックス船で改良土を製造後，配管圧送された試料を15～30分に1回の頻度で筒先から採取して品質試験を行った．1回のタイミングでの品質試験は，湿潤密度試験，フロー試験を行い，その後に直径5cm×高さ10cmのプラスチックモールドに試料を充填して供試体を2本作製した．これらの試験を土運船1隻あたり10回繰返し，2隻の土運船で土運船ごとの改良土の品質のばらつきを調査した．さらに，採取したモールド試料(20本×2隻)で材齢28日後に湿潤密度試験，一軸圧縮試験を行った．

改良土の現場設計強度は$q_{uck}$=80kN/$m^2$以上(材齢28日，不良率25%以下)である．打設箇所は水中部と気中部に分かれており，現場配合目標強度$q_{u(M)28}$は水中部で210kN/$m^2$，気中部で150kN/$m^2$となるように事前配合試験結果より配合を決定した(改良土フロー値12.5cm)[2]．今回の調査は気中部配合の施工日であった．

表−1 解泥土の物理特性（事前解泥後）

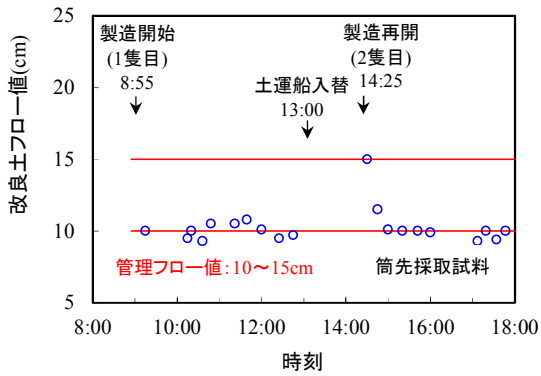
| 土運船 No. | 湿潤密度 $\rho_t$(g/cm$^3$) | フロー値 (cm) | 土粒子密度 $\rho_s$(g/cm$^3$) | 含水比 $w_n$(%) | 液性限界 $w_L$(%) | 塑性限界 $w_P$(%) | 強熱減量 $L_i$(%) | 粒度組成(%) 礫 | 砂 | シルト | 粘土 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1隻目 | 1.443 | 16.5 | 2.712 | 104.8 | 64.7 | 31.6 | 7.1 | 0.1 | 1.6 | 49.3 | 49.0 |
| 2隻目 | 1.431 | 17.3 | 2.693 | 108.8 | 66.6 | 31.3 | 7.2 | 0.2 | 2.5 | 44.3 | 53.0 |

## ３．品質ばらつき調査結果

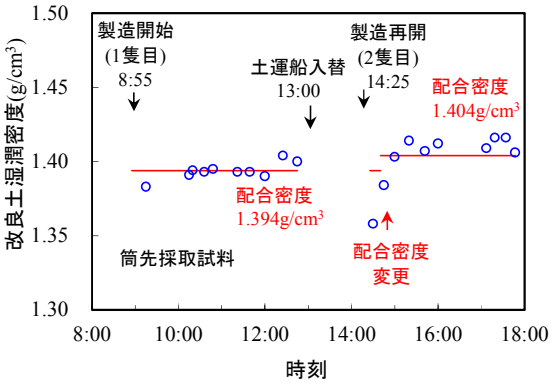
### (1) 改良土の配合設定

今回の調査で対象とした土運船 2 隻で採取した解泥土の物理試験結果を表-1 に示す．解泥土の物性値はどちらの土運船の試料ともほぼ同様であった. 各土運船での改良土製造前に解泥土の密度試験，フロー試験を行い，1 隻目では調整土密度を 1.370g/cm$^3$，改良土密度を 1.394g/cm$^3$ に，2 隻目では調整土密度を 1.370g/cm$^3$，改良土密度を 1.404g/cm$^3$ となるように配合設定して土運船ごとに改良土の製造を開始した. 改良土の製造は，プレミックス船上にある混練ミキサーに事前解泥した解泥土, 海水および固化材をそれぞれ所定量投入・混合して行った.

図-1 に筒先で採取した改良土のフロー値，図-2 に湿潤密度の測定結果を示す. 今回の工事では，改良土のフロー値を低めに管理しており [1]，今回の調査結果でもほとんどが 9～11cm 程度であった．また，湿潤密度もほぼ設定した値に管理できているものと評価できる.




図−1 フロー値の経時変化




図−2 湿潤密度の経時変化

### (2) モールド供試体の品質試験結果

図-3，4 に筒先で採取したモールド供試体の湿潤密度，一軸圧縮強さの頻度分布を土運船毎に整理した．なお，2 隻目のデータについては製造再開直後に配合密度を変更したため, 変更後のデータを掲載した．これらの図をみると，どちらの土運船でも湿潤密度はほとんどばらついていない結果であった．また，一軸圧縮強さの変動係数もどちらとも 9%程度と小さく，専用船における機械的な配合管理は非常に

キーワード プレミックス船工法，固化処理，品質管理，ばらつき
連絡先 〒230-0035 横浜市鶴見区安善町 1-3 東亜建設工業㈱ 技術研究開発センター TEL045-503-3741

精度よく行われていたものと評価できる．一方で，各土運船の一軸圧縮強さの平均値は 30kN/m$^2$ 程度の差があった．

### (3) 一軸圧縮強さのばらつきについて

今回の調査で得られた一軸圧縮強さは配合試験で設定した $q_{ul28}$=150kN/m$^2$ に対し 1 隻目で 2.6 倍程度，2 隻目で 2.4 倍程度大きかった．また，同様の傾向が日常の品質管理試験結果からも確認された [1)]．

理由の一つとして考えられるのが，加水量を減らして改良土を低いフロー値で管理していたことが挙げられる．今回の配合は事前配合試験で改良土のフロー値が 12.5cm のときに配合目標強度 $q_{ul28}$=150kN/m$^2$ となるように必要固化材量を設定し，施工では固化材添加量一定のもと管理を行った．今回の配合での固化材量で改良土のフロー値が 10cm の場合での一軸圧縮強さ $q_{ul28}$ は事前配合試験結果より 190kN/m$^2$ 程度と計算される．しかし，この場合でも今回の調査結果の一軸圧縮強さは 1.9～2.1 倍程度大きい．

図-5 には配合試験を行った 2 種類の原料土での水セメント比(W/C)と一軸圧縮強さの関係を示す．これらの関係は，通常同じ原料土から作成した改良土であればほぼ一本の曲線で近似できることがわかる．ここに，今回の調査した試料での結果や日常管理結果の値を図にプロットすると，配合試験で使用した改良土よりも水セメント比 W/C に対する強度発現が大きくなる土砂であることが確認できる．さらに図-6 には，配合試験に使用した原料土の密度-フロー値関係と施工で使用した原料土の密度とフロー値の関係を示すが，これらの関係からも今回調査時に使用していた原料土や現場での日常施工に用いられていた原料土の一部は，配合試験で使用したものよりも多少物性が異なっており，強度発現しやすい土砂であったものと考えられる．

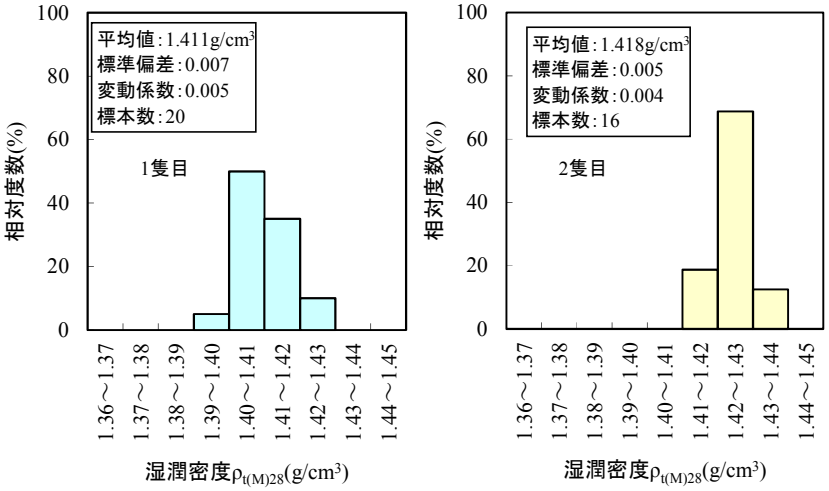



図-3 改良土の湿潤密度（左側：1 隻目、右側：2 隻目）

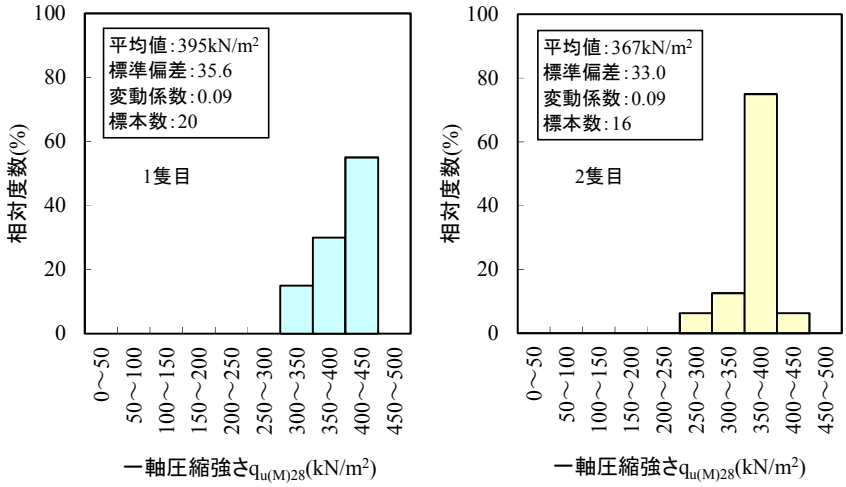



図-4 改良土の一軸圧縮強さ（左側：1 隻目、右側：2 隻目）

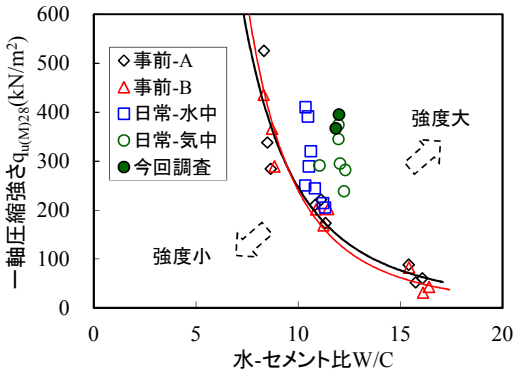



図-5 水セメント比と一軸圧縮強さの関係

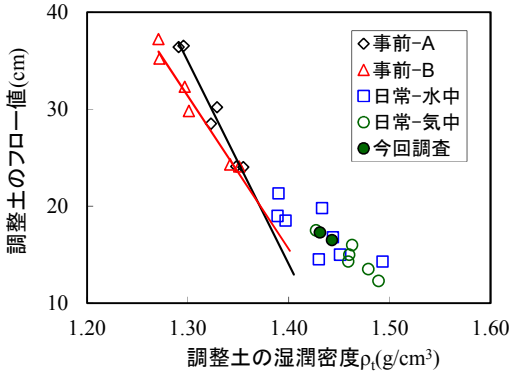



図-6 原料土の密度-フロー値関係

## 4．おわりに

今回，プレミックス船で製造した改良土の品質のばらつきを確認した．その結果，専用船における機械的な配合管理による改良土のばらつきはほとんど生じないことが確認された．言い換えると，製造後の改良土の品質のばらつきは土質のばらつきに起因するところが大半を占めているものと考える．

【参考文献】: 1)永留ら：プレミックス船工法による改良土の現場品質管理結果(その 1 事前解泥と施工時の品質管理)，第 72 回土木学会年次学術講演会，2017，(投稿中)．2)プレミックス船工法協会：プレミックス船工法技術資料(第 1 版)，2014.