

大径礫を使用した埋立地盤の液状化対策工法の開発実験報告その2—大型屋外実験—

清水建設株式会社 正会員 ○久保 正顕
 清水建設株式会社 正会員 横山 勝彦
 あおみ建設株式会社 非会員 五領田 修
 信越化学工業株式会社 非会員 遠藤 敏郎

1. はじめに

埋立地盤の液状化対策工は、埋立後に地盤改良工を施工する方法と埋立時に液状化しない地盤材料（セメント改良土等）で造成する方法があるが、埋立後に地盤改良工を施工すると、埋立の工期と地盤改良の工期が必要となり、工期が長くなるデメリットがある。また、礫質土で埋立てる場合には、セメント改良土の適用粒径範囲（最大 100mm 程度）が限られる。そこで、大径礫φ200~300mm を使用し、安定材及び水中不分離剤（セルロース系、以下 MC と略す）を混合添加して水中投入後に締固めを行うことで、①工期短縮、②低コスト、③大径礫の使用、④締固めによる品質の安定が可能となる工法（図-1 施工フローイメージ参照）を開発することとし、室内実験を踏まえて、大型屋外実験を実施した。本稿は実験方法の概要と実験結果について報告する。

2. 実験概要

実験に使用する水槽は、止水を目的として縦 5m×横 5m×深さ 2m の範囲でセメントによる地盤改良を行い、その内側を縦 3m×横 3m×深さ 1m の範囲で掘削し作製した(写真-1)。水槽内を清水で満たし水中施工を模擬した。材料混合は車載ドライミキシングプラント、材料投入はコンクリートバケットを使用して行った。混合材の締固めは陸上用バイブロタンパーを使用し、その能力はサンドコンパクション船を使用した捨石均し仕様と同等の動的支持力が得られるものとした。礫質土の最大寸法は $D_{max}=80mm$ とした。図-2 に使用骨材の粒径加積曲線を示す。一軸圧縮強度 $q_u=500kN/m^2$ を目標強度とし、配合は室内実験結果より表-1 に示すものとした。地盤造成は図-3 に示すフローに従って行った。以下①~④に詳細手順を示す。

①材料混合(写真-2)

水→骨材→セメント(プレミックス材)→水の順に車載ミキシングプラントに投入後、練混ぜを行った。

表-1 実験配合

配合(骨材重量比)			
骨材	セメント	水	水中不分離剤
100	6.7	6	0.042%

0.5m³(混合1回)あたり使用材料数量(kg)

骨材	セメント	水	プレミックス材
795	50	48	3.4

※骨材：C-80 栃木県産砂岩 セメント：高炉 B 種(太平洋セメント)
 水中不分離剤：セルロース系
 プレミックス材：セメント 9：水中不分離剤 1

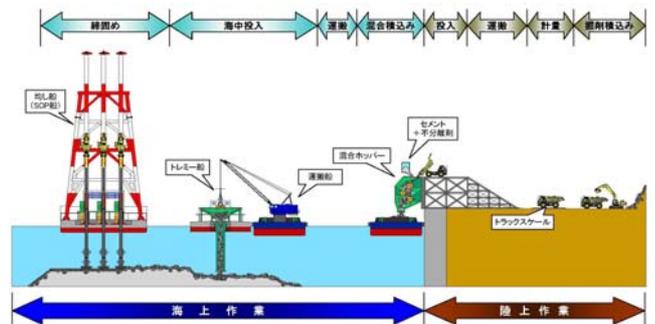


図-1 開発工法施工フローイメージ

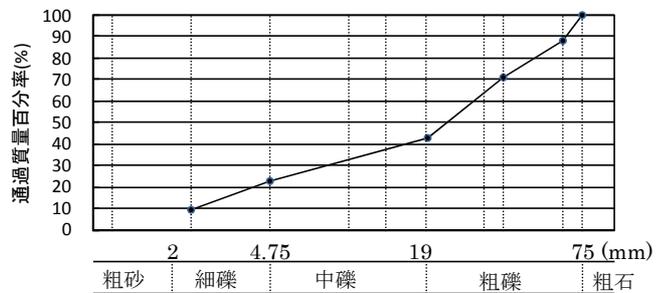


図-2 使用骨材ふるい分け試験結果

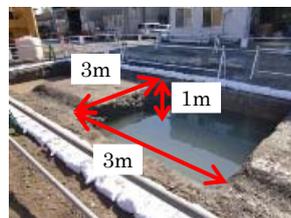


写真-1 実験水槽



写真-2 材料混合

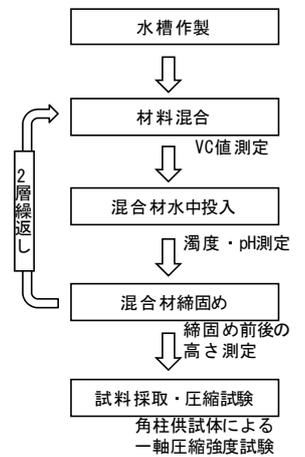


図-3 実験施工フロー

キーワード：液状化対策、礫質土、セメント混合、締固め、水中不分離剤

連絡先：〒105-8007 東京都港区芝浦1-2-3 シーバンスS館 清水建設株式会社 土木技術本部 基礎技術部 tel:03-5441-0554

②混合材水中投入(写真-3)

コンクリートバケットを使用し、落下高さ 50cm で水中投入を行う。1層あたりの投入回数は8回(約 4m³)である。混合材投入後、不陸を整形した。



写真-3 混合材投入

写真-4 締固め

③混合材締固め(写真-4)

バイプロタンパー(2.0m×2.0m=4m²、モーター出力 150kw、偏芯モーメント 2451.6N・m)を 100t クローラークレーンにより、水槽の中心に設置し締固めを行う。締固めは沈下が収束するまで実施した。

④試料採取・圧縮試験(写真-5)

締固め実施後、水槽中で2~4週間養生し、ブロックサンプリングを行った。圧縮試験はブロックサンプリングした固化体から24cm×24cmの角柱供試体を作製して行った。なお、整形時に欠損した部分は石膏で補修した。



写真-5 試料採取・圧縮試験

3. 実験結果 (品質管理)

(1) 材料混合時の品質管理 (濁度・pH)

混合材を水中投入時の安定材分離を防止するため水中不分離剤(セルローズ系)を添加しており、この効果確認のため投入時の水質計測(濁度、pH)を実施した。基準値は水中不分離性コンクリートと同等とした(濁度=50mg/l、pH=12)。測定値は図-4に示すように基準値以内であった。

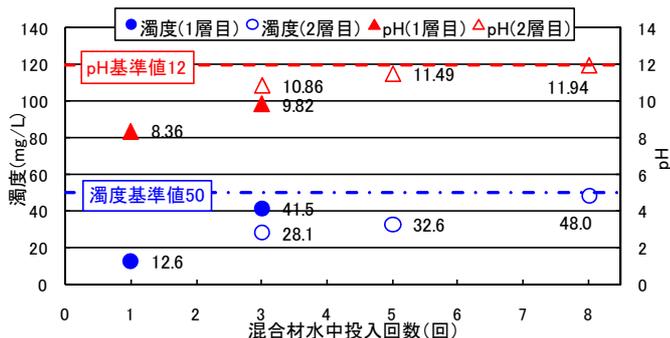


図-4 水質測定結果

(2) 締固め厚さ

1層毎に材料投入後と締固め後の高さを測定し、締固め厚さを確認した。表-2に示すように、締固め前後での層厚の変化量は、室内実験で得られたものと同等であることが確認できた。

表-2 締固め厚さ測定結果

	1層目	2層目	室内実験
水中投入厚さ	45cm	46cm	45cm
締固め後厚さ	31cm	28cm	30cm

(3) 一軸圧縮強度

ブロックサンプリングにより採取した角柱供試体の一軸圧縮強度は、想定よりも大きく発現し、表-3に示すように目標強度 $q_u=500\text{kN/m}^2$ を上回った。

表-3 一軸圧縮強度試験結果

供試体名	一軸圧縮強度 $q_u(\text{kN/m}^2)$		供試体名	一軸圧縮強度 $q_u(\text{kN/m}^2)$	
	個別	平均		個別	平均
1層目(下層)	1	1632.3	2層目(上層)	1	4049.4
	2	3978.1		2	4610.4
	3	2900.1		3	2979.8
		2836.8			3879.9

※角柱供試体



写真-6 締固め厚さ

4. まとめと今後の課題

今回の確認実験において、施工工程での基準値および強度を満足出来ることが分かり、大径礫と安定材と水中不分離剤を混合し、バイプロタンパーで締固める施工方法の妥当性が確認出来た。今後は実物大規模(最大径礫 200mm 程度)における材料混合、水中投入機材などの検討を行う予定である。

キーワード: 液状化対策、礫質土、セメント混合、締固め、水中不分離剤

連絡先 : 〒105-8007 東京都港区芝浦1-2-3 シーバンスS館 清水建設株式会社 土木技術本部 基盤技術部 tel:03-5441-0554