

III-294

新しい泥水固化工法の適用事例

清水建設(株)技術研究所 正会員 ○内山 伸 堀内澄夫
清水建設(株)土木東京支店 中林 裕 松井雅志

はじめに

掘削安定液と固化材とを原位置混合する泥水固化工法において、薬剤に無機炭酸塩（炭酸ナトリウム）を使用する新しい方法を提案した¹⁾。従来の水ガラスを使用する場合と比較して、(1)薬剤の取り扱いが容易である、(2)セメントと泥水の混合材料の粘性が低下し、攪拌性が向上する、(3)高い強度発現（特に初期強度）がある、等が特長である。その反面、砂分やセメント分が沈降し均一性に問題が生じることが懸念された。今回、実際の土留・止水壁として深さ40mの施工に本工法を初めて適用したので、その概略とボーリング調査の結果とを併せて報告する。

1. 施工の概要

本法が工法が施工されたのは、都内逆打ち工事の開削現場である。壁厚は60cm、深さ38m、延長12.4m、掘削容量は約300m³であった。固化材は高炉セメントB種（1:1モルタル）を使用し、炭酸ナトリウムとセメントは共に泥水面から直接投入した。図.1は施工のフローと模式図である。

2. 材料の配合

材料に要求される強度は材令28日の一軸圧縮強度10kgf/cm²である。また、隣接エレメントをオーバーラップさせるために、材令1日で0.3kgf/cm²程度の強度が発現している必要もあった。泥水の品質によって変化した全7エレメントの材料配合を表.1にまとめる。泥水物理量は、施工毎に事前に泥水を採取し室内試験で調べた。なお、ベントナイト（以下Be）量はメチレンブルー滴定法で測定した。

3. 施工結果

施工の状況を表.2にまとめる。材料の攪拌は炭酸塩、モルタルともに各30分間の予定であったが、材料投入に時間がかかる等の原因により超過した。攪拌時の材料飛散（粘性の上昇）は、セメント量に関係なく攪拌時間が長くなるほど大きくなった。結果的に、材料を均一に攪拌するために15分以上、かつ材料飛散を少なくするためにモルタル投入を開始してから最大120分の攪拌が限度であることが判明した。炭酸ナトリウムの大量投入は、材料粘性を抑える効果があり、すべての施工を通じて材料飛散が従来の工法に比較して少ないことを確認した。

4. 固化体の強度試験結果およびボーリング試験結果

図.2は施工時に採取した各エレメント試料の一軸圧縮強

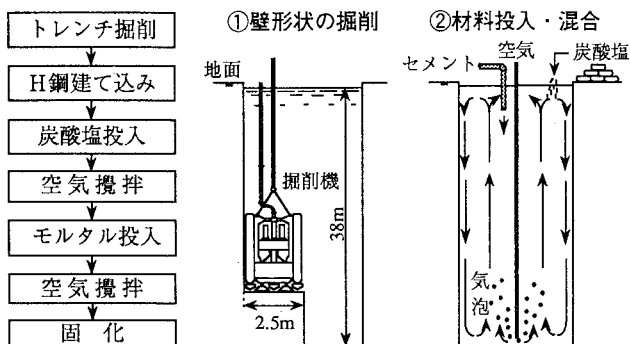


図.1 施工フローと模式図

表.1 材料配合

No.	泥水密度 (g/cm ³)	Be含有量 (kg/m ³)	セメント量 (kg/m ³)	炭酸塩量 (%)
設計	1.06	60	225	5
1	1.12	91	225	5
2	1.07	65	250	5
3	1.06	57	260	7.5
4	1.09	48	312	7.5
5	1.07	15	300	8.5
6	1.10	57	270	5

表.2 施工状況

No.	作業別攪拌時間 (min)				攪拌時の飛散
	事前泥水	炭酸塩	モルタル	材料全体	
設計	-	30	-	30	-
1	30	30	90	30	大
2	30	30	60	30	中
3	30	30	45	15	小
4	30	70	45	15	微
5	10	20	55	15	小
6	15	20	15	15	中

度の経時変化を表す。目標強度はほぼ満足している。

図.3はNo.1の固化体のボーリング試料強度である。No.1は攪拌途中で粘性が大きく上昇し、鉛直方向の均一性が最も心配されていた。一軸圧縮強度は深度方向に増加傾向を示し、その割合は35mの施工で約40%であった。全体で見れば $18 \pm 2 \text{ kgf/cm}^2$ の範囲にある。図.4は湿潤密度、図.5は乾燥密度の深度方向分布である。図.6は含水比の深度分布である。直線的な密度増加が見られることから、砂分やセメント分の沈降よりも自重による圧密が卓越していると考えられる。なお、目視によるボーリング試料の観察によっても、鉛直方向の固化体の均質性が確認できた。

5. 室内配合試験結果との比較

図.7は泥水密度・Be量が通常範囲外にあるNo.1とNo.5の強度変化と、強度・増加率が近い室内配合試験結果とを比較したものである。掘削泥水の物理量が所定範囲外の数値になっても、不足・超過するBe量をセメント量と炭酸ナトリウム量の増減で十分に補えることがわかる。

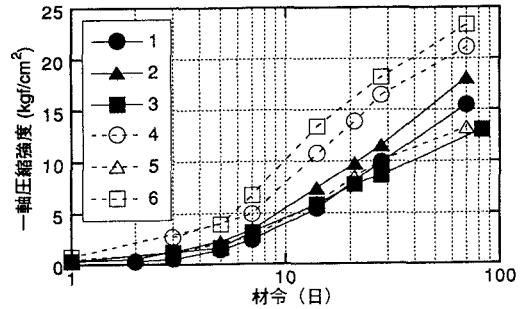


図.2 発現強度の経時変化

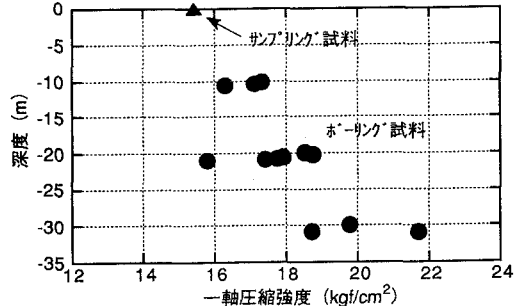


図.3 発現強度の深度分布（材令70日）

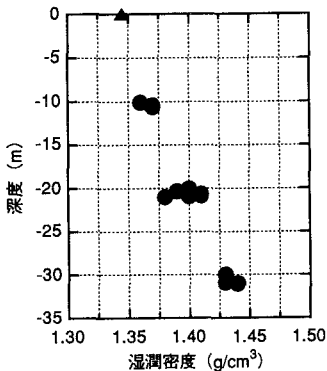


図.4 湿潤密度の深度分布

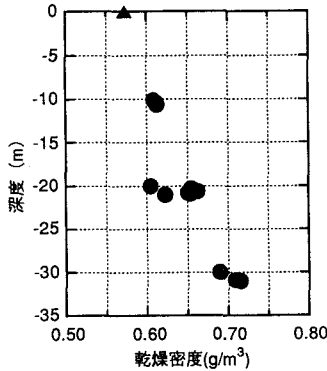


図.5 乾燥密度の深度分布

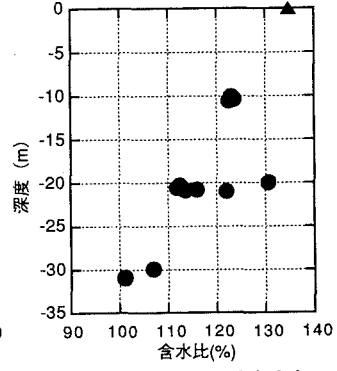


図.6 含水比の深度分布

6. 結論

①深度38m施工で材料沈降の少ない固化体が形成された。②掘削泥水の物性変動にも材料配合で十分対応できる。③材令24時間強度も $0.3 \sim 0.8 \text{ kgf/cm}^2$ 発現する。④材料粘性の低下で、材料飛散が減少して作業環境が向上した。⑤過度の粘性上昇のない、攪拌継続時間の限度はモルタル投入開始から120分である。
おわりに

今回の施工では採取試料も少なく現時点で現場固化材料の物性は明確ではない。次の施工では高拘束圧下での固化材料の構造・組成変化などについて検討を進めていきたい。

参考文献 1) 内山伸、堀内澄夫：無機炭酸塩を用いた新しい泥水固化工法、土木学会第47回年次学術講演会、1992。

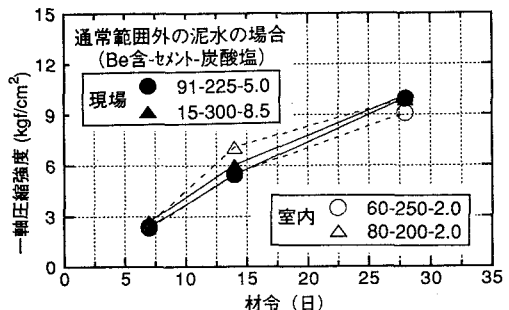


図.7 実施工と室内試験の比較