

気泡工法の地下ダム工事への適用試験施工について

阿部 孝行* 吉野 修*
Takayuki Abe Osamu Yoshino
小野 敦**
Atsushi Ono

1. はじめに

地下ダム建設工事の止水壁築造に採用されている従来工法は削孔液に多量の水を使用することにより多量の排泥が発生するため、その抑制方法が求められている。特に、沖縄県などの離島においては最終処分場の確保が困難であり、産業廃棄物処理費の増加が課題となっている。排泥削減工法の一つである気泡工法¹⁾は、地盤の削孔時に気泡を添加することにより、配合水量を低減しても従来工法と同等の施工性を確保し、固化時に消泡することにより排泥量の削減が図れる工法である。

地下ダム止水壁への気泡工法の適用性を確認する目的で試験施工を実施した。本報文ではその概要および結果について報告する。なお、気泡工法の地下ダム工事への適用の試みは、試験施工としても今回が初めてである。

2. 試験施工の概要

気泡工法の試験施工は「宮古伊良部農業水利事業 仲原地下ダム（新垣北部）建設工事²⁾」において平成28年7月26～29日に実施した。試験施工は図-1に示す三軸施工の5エレメント（C294～C298）、施工深度GL-30.0 m（GL：作業床高）の位置で本施工の事前に行った。

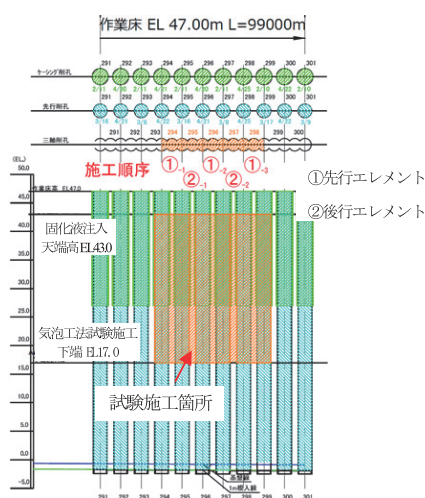


図-1 断面図および施工手順

* 技術研究所土木技術グループ

** 九州(支)宮古地下ダム(出)

表-1 削孔液配合表 (kg) (対象土 1 m³あたり)

	調整スラグ	フライアッシュ	ベントナイト	用水	起泡剤量	気泡量
従来工法	172.3	31.8	11.9	716.2	—	—
気泡工法	172.3	31.8	11.9	300	9.6	230

表-2 固化液配合表 (kg) (対象土 1 m³あたり)

	セメント	膨張材	ベントナイト	用水	増粘材	消泡剤
従来工法	190.0	15.9	6.3	206.2	0.6	—
気泡工法	190.0	15.9	6.3	206.2	0	9.6

従来工法および気泡工法の配合を表-1, 2に示す。気泡工法の配合はケーシング削孔で発生した試料土を用いた事前の室内配合試験により決定した。

3. 試験施工における確認点

気泡工法の地下ダム建設工事の止水壁への適用性について、試験施工では以下の3項目について確認した。

- ①施工性・・・削孔電流値、テーブルフロー値
- ②壁体の品質・・・軸圧縮強さ、透水係数
- ③排泥量・・・マニフェストの数量、施工前後のガイド溝の計測

4. 試験施工の結果

(1) 施工性（削孔電流値、テーブルフロー値）

気泡工法および隣接する従来工法の削孔電流値を図-2に示す。気泡工法の削孔電流値は削孔中に異常な値は確認されず、従来工法の削孔電流値と比べても数値およびばらつきが小さいことがわかる。気泡工法は従来工法と比べて配合水量を減らしているものの、気泡により土粒子間に生じる摩擦が軽減されること（ボールベアリング効果）により削孔抵抗が低減され、従来工法と同等以上の施工性があると判断できる。

削孔時および固化時に採取したウェットサンプリングによる試料のテーブルフロー値を図-3に示す。削孔時、固化時ともに目標値を満足する結果であり、施工性（流動性）については問題ないことを確認した。

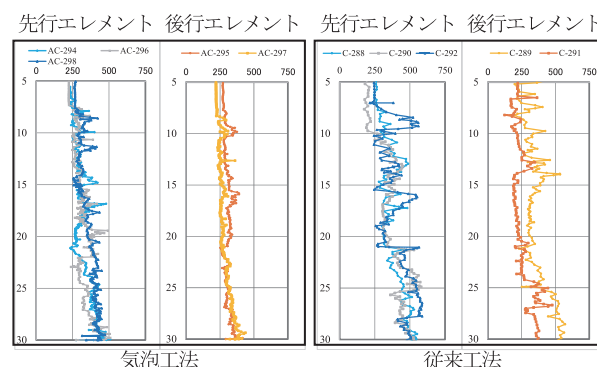


図-2 削孔電流値（単位：縦軸 (m)、横軸 (A)）

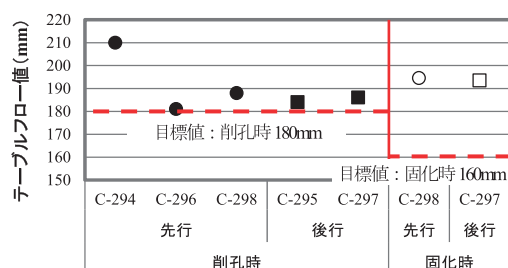


図-3 テーブルフロー値

(2) 壁体の品質（一軸圧縮強さ，透水係数）

ボーリングコアによる深度毎の単位体積重量および一軸圧縮強さを図-4に示す。単位体積重量は深度が浅くなるにつれて小さくなる傾向にあり、深度の浅い方ほど気泡が残存していると考えられる。深度毎の一軸圧縮強さは、全ての深度で規格値である 1.0 MN/m^2 を満足した。

ボーリング孔を利用した現場透水試験およびボーリングコアによる深度毎の三軸透水試験結果を図-5に示す。深度毎の透水係数を見ると、先行エレメントの GL-15 m 以浅において規格値である $1.0 \times 10^{-6} \text{ cm/sec}$ を満足せず、後行エレメントの GL-15 m 以浅においても透水係数が高い。また、GL-15 m 以浅を含む試験区間の現場透水試験においても規格値を満足しなかった。壁体上部サンプリング試料の比重を測定した結果、設計値よりも小さい値であり、消泡剤の再添加により残存気泡が消え、比重が大きくなることが確認された。このため、GL-15 m 以浅の壁体上部において透水係数が規格値を満足できなかったのは、削孔時に注入した気泡が固化時に十分に消しきれず、壁体の上部に気泡が残存したことによるものと考えられる。

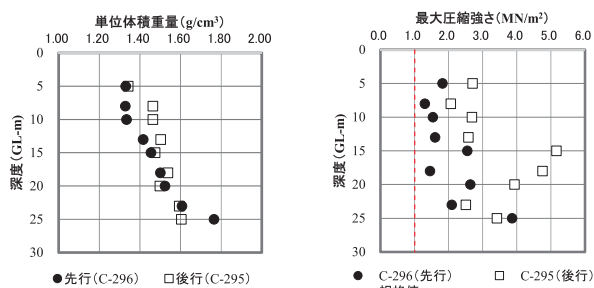


図-4 深度毎の単位体積重量および一軸圧縮強さ

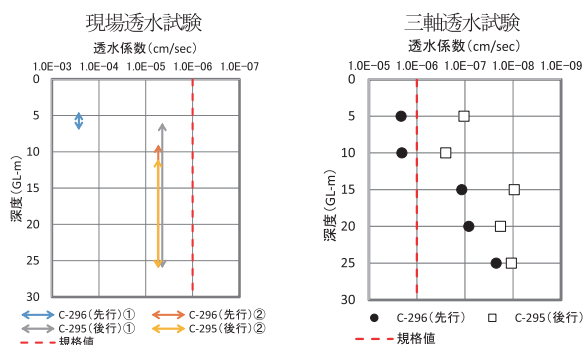


図-5 現場透水および三軸透水試験結果

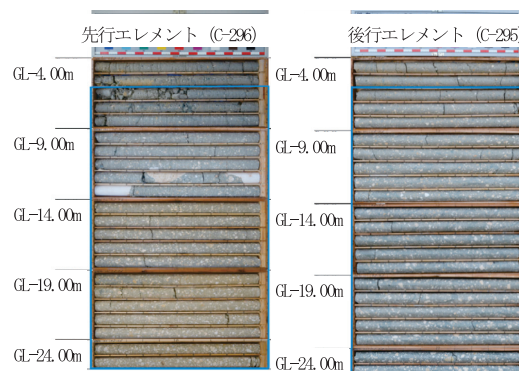


図-6 ボーリングコアの外観

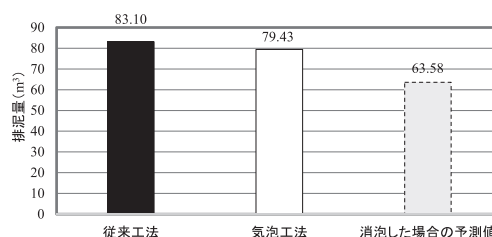


図-7 排泥量（先行3本，後行2本，計5本）

ボーリングコアの外観を図-6に示す。壁体上部にコアの出来が悪い箇所が認められる。この理由は、透水係数と同様、壁体上部に気泡が残存したことによると考えられる。壁体上部以外については、深度毎の骨材の分布は比較的均一であり、特に深度 15 m 以深は均質に混合されていることがわかった。

(3) 排泥量

従来工法，気泡工法の排泥量を図-7に示す。気泡工法の排泥量は 79.43 m^3 であり、従来工法の 83.10 m^3 と比べて 3 m^3 の削減となった。また、比重より算出した消泡が十分な場合の予測値は 63.58 m^3 であり、消泡が十分に行われた場合、約 24% の排泥量の削減が見込めると推察される。

5. おわりに

気泡工法の試験施工を行った結果、良好な施工性および壁体強度は確認できたものの、壁体上部の透水係数および排泥量に課題が残った。今後、消泡の確実性について改善することにより、気泡工法の地下ダム建設工事への適用は可能であると考えられる。

謝辞。 本試験施工の実施にあたり気泡工法研究会、太平洋基礎工業㈱等多くの方にご指導頂きました。深く感謝、お礼申し上げます。

参考文献

- 1) 気泡工法研究会 HP：<http://exaward.com/>
- 2) 小野敦 他：地下ダム工事における SMW 施工・管理方法，西松建設技報，Vol.40，2017。