

柱列式連続壁工法による地下ダム建設工事における排泥抑制工法の実証実験

羽山 里志* 宇野 政武*
Satoshi Hayama Masatake Uno

1. はじめに

琉球石灰岩を主体とする中硬質地盤において柱列式連続壁工法（SMW 工法）で地下連続壁を構築する場合、施工性を確保するために大量の削孔液が用いられ、それに伴い大量の工事用水を使用するとともに排泥が発生する。そのため地下ダム建設工事では、貴重な水の確保ならびに排泥処分が課題となっている。近年、削孔液の流動性を向上させる混和材を用いた排泥抑制工法が開発され、一般の地盤においては採用実績も増えてきており、地下ダム工事への適用が期待される。本報は、琉球石灰岩を主体とする地盤において新混和材を用いた排泥抑制工法の実証実験を行い、排泥低減効果の結果について報告するものである。

2. 排泥抑制工法実証実験の概要

(1) 排泥抑制工法の概要

本工法は、混和材を添加した削孔液を用いて削孔内の流動性を向上させ、注入液の使用量、および排泥発生量の削減を図る柱列式連続壁工法である。

混和材には表-1に示す2種類の高性能分散材（A 剤、B 剤）を使用する。排泥抑制工法と従来工法の削孔液の配合比較を表-2に示す。同配合は、室内試験練にて決定したものであり、従来配合に比べ、使用水量、注入率が50~60%に減らした配合である。

(2) 実証実験の概要

実証実験は沖縄県久米島のカンジン地下ダム工事現場内で実施し、施工機械は杭打機 DH608（120t 級）を使用した。排泥抑制工法と従来工法はそれぞれ表-3、図-1に示す施工を行い、注入率、排泥量、施工性、削孔抵抗、排泥の性状、止水壁性能を確認した。排泥量の測定は、排泥を箱型ダンプに積み込み、排泥天端高を検尺した。なお、対象地盤の地質は、GL から深さ12m までが砂礫状の石灰岩、12m 以深は塊状、角礫状の石灰岩であり、地下水面はGL から10m である。

表-1 混和材の特性

	A 材（液体）	B 剤（粉体）
成分	ポリカルボン酸塩	無機化合物
特徴・効果	セメント、土粒子の分散、凝結遅延性	土粒子の分散凝結促進効果

表-2 配合比較表（対象土1m³ 当り） 単位：kg

	先行削孔 I 液		三軸削孔 I' 液		
	従来工法	排泥抑制工法	従来工法	先行エレメント	後行エレメント
S	109.3	54.3	172.5	86.2	86.2
F	35.1	17.6	31.8	15.9	15.9
B	17.2	8.6	11.9	6.0	6.0
水	576.1	288.0	715.3	357.7	357.7
A 剤	—	1.0	—	5.0	12.0
B 剤	—	2.0	—	10.0	6.0
注入率	67.3%	32.0%	79.4%	40.5%	40.9%

※S：調整スラグ，F：フライアッシュ，B：ベントナイト

表-3 実証実験の内容

	排泥抑制工法	従来工法
施工深度	30.6m	6.6m
先行削孔	4本	4本
三軸施工	3エレメント	3エレメント

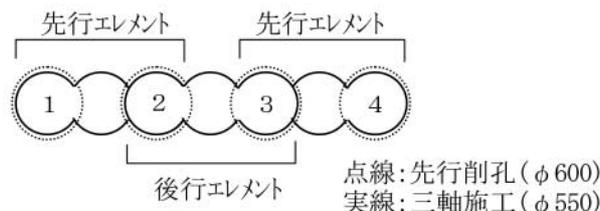


図-1 実証実験の配置図

表-4 注入率および排泥量

		従来工法		排泥抑制		抑制/従来	
		先行削孔	三軸削孔	先行削孔	三軸削孔	先行削孔	三軸削孔
注入率	計画	67.3	79.4	32.0	40.5	48%	51%
	実施	75.2	94.3	40.2	43.3	53%	46%
排泥量 (m ³ /対象土1m ³)		0.447	1.174	0.278	0.719	62%	61%

※注入率 = 注入量 / 対象土体積 (%)

*九州（支）カンジン地下ダム（出）

3. 実証実験の結果

(1) 注入率と排泥量

各工法における注入率と排泥量の結果を表-4に示す。排泥抑制工法は概ね計画した注入率で施工でき、従来工法比べて削孔液の注入率を約50%、排泥量を約60%に低減できることが確認された。

(2) 施工性

削孔抵抗として減速機の電流値を測定した結果を図-2に示す。排泥抑制工法の削孔抵抗（電流値）は、従来工法と同様の200~300Aであった。また、排泥抑制工法における排泥の流動性（シリンダーフロー値）は、従来工法と同様の300~400mm程度であり、排泥の性状はほぼ同等であった。

目視においても削孔状況に特に問題もなく、施工サイクルタイムも従来工法と同程度であった。排泥抑制工法は削孔液の配合水量、注入率を低減しても施工性は従来工法と同様に良好であったことが確認できた。

(3) 止水壁性能

三軸施工の引上げ時に注入する固化液（Ⅱ液）は、従来工法と排泥抑制工法で同じ配合とした。固化液の配合を表-5に示す。止水壁固化後の性能として、一軸圧縮強度と透水試験の結果を表-6に示す。

材令28日の圧縮強度は、 2.4N/mm^2 、透水係数は $1 \times 10^{-7}\text{cm/s}$ 以下で従来工法と同程度であり、所要の品質が得られることが確認された。材令91日の圧縮強度は、材令28日に対して1.15~1.35倍の伸びを示し、長期強度に対しても所要の強度が得られることが確認された。

実証実験の結果から、混和剤を用いた排泥抑制工法が琉球石灰岩の地盤に対しても適用でき、使用水量ならびに排泥量の削減に有効であることが確認できた。

4. おわりに

今回の排泥抑制実証実験において以下のことが確認された。

- ・琉球石灰岩を主体とする地盤に対しても新混和剤を用いた削孔液が適応できる。
- ・地盤状態によって多少異なることが想定されるが、混和剤を用いた排泥抑制工法により削孔液の使用量を約半分にすることができ、これに伴い工事用水量および排泥量を削減できる。

したがって、混和剤を用いた排泥抑制工法は、発生する排泥（産業廃棄物）を削減でき、環境負荷低減に貢献できるものと考えられる。

謝辞。本実験を行うにあたり御指導、御協力を頂いた関係者各位に深く感謝いたします。

参考文献：佐藤，羽山他：第17回沖縄地盤工学研究発表会，pp.37~40，2004.11.

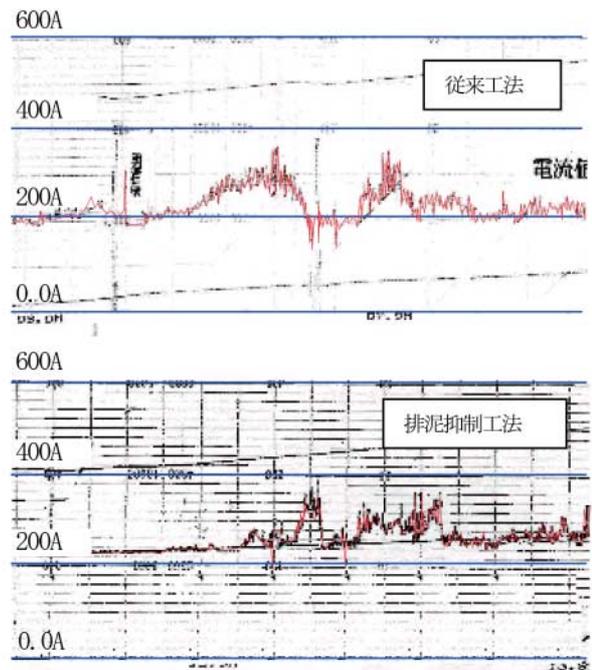


図-2 減速機電流値による削孔抵抗



従来工法

排泥抑制工法

写真-1 削孔状況

表-5 固化液（Ⅱ液）の配合
(対象土 1m³当り) 単位：kg

セメント	膨張材	ベントナイト	増粘材	水	注入率
172.5	14.5	5.7	0.57	187.2	24.9%

表-6 排泥抑制工法の止水壁性能

項目	材令	先行エレメント			所要品質
		GL-6m	GL-10m	GL-16m	
圧縮強度 (N/mm ²)	7日	1.10	1.20	1.50	1.0N/mm ² 以上
	28日	2.45	2.43	2.47	
	91日	3.06	2.83	3.25	
透水係数 (cm/s)	28日	3.0E-08	4.4E-08	9.3E-08	1×10^{-6} cm/s以下