

琉球石灰岩中に発達する大規模空洞の処理について

- カンジン地下ダムの事例 -

The treatment of large-scale caves which develop in the Ryukyu limestone.
- Example of Kanjin Subsurface Dam -

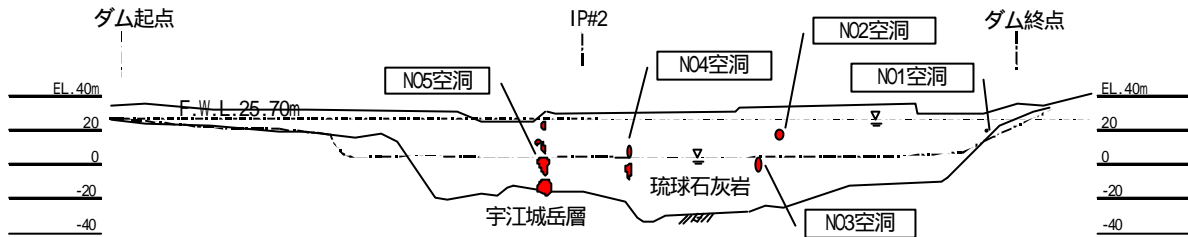
大城 厚司*・宮城 敬*・大沢 和美**・持田 賢治**

OOSHIRO Atsushi*・MIYAGI Takashi* OOSAWA Kazuyoshi**・MOCHIDA Kenji**

1. はじめに

沖縄県久米島に位置するカンジンダムは、世界で初めての地表湛水型の地下ダムである。地表湛水部には、琉球石灰岩中に発達する巨大な天然の凹地(ウパーレ)を利用している。本ダム軸上では、締切り対象層である石灰岩中に、幅・高さ共に3m~10m程度の規模を有する大規模空洞が施工中に確認された。このような大規模空洞は、他の地下ダム地区では確認されていない。本ダムでは、止水壁の築造に採用されている原位置土攪拌工法単独で処理が可能な空洞の大きさは2m程度としていることから、これ以上の空洞に対して独自の検討が必要となった。ここでは、各々の大規模空洞を対象に検討・実施した空洞処理について報告する。

大規模空洞位置図



2. ダム軸上で確認された大規模空洞の特徴

空洞の形状や空洞内堆積物の性状等を把握し、処理方法を検討する目的で調査を実施した。調査の結果明らかとなった5箇所の空洞の特徴は次のとおりである。

空洞調査結果一覧表

NO	1	2	3	4	5
形状	単孔			複数の空洞の集合体	
高さ	3m程度	7m程度	9m程度	数m~10m程度	数m~10m程度
出現標高	EL.12~15m	EL.15~22m	EL.-3~6m	EL.-10~17m 付近	EL.-15~25m 付近
地下水面との関係	地下水面より上位		地下水面以下	ほとんどが地下水面以下	
地下水の流速	-	-	18~47m/hr	ほとんど流れていない	19~26m/hr
空洞内堆積物の性質	-	-	比較的締まった粘性土及び高含水比の泥土	礫混り砂質粘土及びシルト	粘土、シルト、礫混り砂質粘土、砂礫
空洞内堆積物の充填率	-	-	70%	78%	90%

所属：*沖縄県南部農林土木事務所 Nanbu Agriculture Civil Engineering Office Okinawa Pref.

** (株)三祐コンサルタンツ Sanyu Consultants Inc. キーワード：琉球石灰岩、空洞処理、地下ダム

3. 空洞処理

1) 空洞処理の基本思想

基本的には、「空洞周辺の石灰岩からなる地山と同レベルに空洞を何らかの方法で閉塞すれば、即ち、溶食や浸食以前の地山状態に復元することによって空洞という特異性を排除することで、一般部と同様な止水壁構築が可能となる」と考えた。

2) 各空洞の処理

空洞処理は閉塞工を行った後に原位置土攪拌工で止水壁を築造した。ここでは閉塞工のみについて述べる。

No.1空洞：規模が小さく空洞内堆積物も存在しないことからコンクリートで閉塞した。

No.2空洞：空洞位置が地表面から浅かったため、豎坑を空洞上に建設して、そこからミニバックホウを降ろし堆積粘土を除去した。空洞の上下流はH鋼杭と土留横矢板で締切り、コンクリートを打設した。

No.3空洞：空洞位置が深くかつ地下水面下にあることから、人力掘削ができず空洞の上下流を鋼矢板で締切った。そして空洞内へ注水を行い、高圧噴射によって粘土を流動化させ、ケーシング孔から降ろしたサンドポンプによって地上へ排出した後、コンクリートを打設した。

No.4空洞：空洞形状の複雑さと高圧噴射攪拌およびサンドポンプによる粘土の除去には限界があることがNo.3空洞施工時に判明したため、粘土の除去とソイルセメント打設は全旋回機によることとした。

尚、施工深度が大きいことから上下流の締切りは鋼管矢板で実施した。

No.5空洞：この空洞のみ、未施工であるが、No.4空洞と同様に複雑な空洞形状であることから、同じ閉塞工を採用する。コンクリート打設は流水中に行われないう、プラグ下流側の挟さく部に鋼管矢板を設置する。

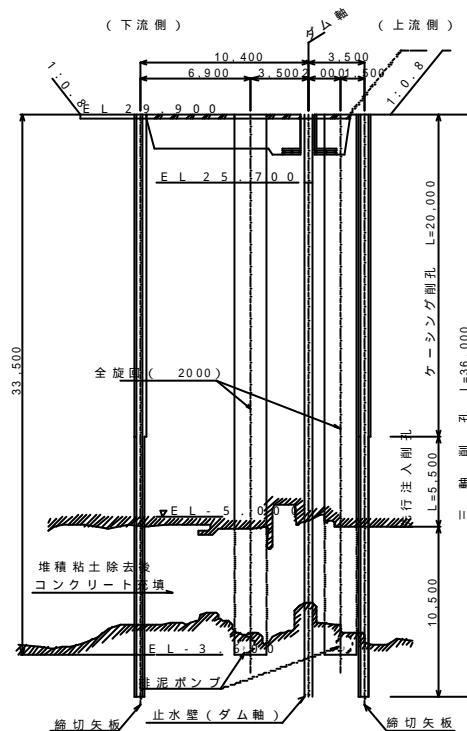


図 - 2 No. 3 空洞処理縦断面図

4. おわりに

ダム建設中に発見された各大規模空洞については、それぞれの空洞の特徴に応じた工法で処理してきた。今後は最後の空洞であるNo.5空洞を閉塞し、本体工事を完了させる予定である。当該空洞は、これまでのなかでも最大規模であること、地下水の流れの集中が予想されること、締切りにより貯水池内の水位が上昇していくこと等から難工事が予想されるが、これまでの経験を生かし、カンジダムの完成に向けて努力していきたい。