

# 重力式コンクリートダムとロックフィルダムの 2ダムで構成された大保ダムにおける技術開発

板屋英治\*

## 1. はじめに

沖縄県は、日本唯一の亜熱帯海洋性気候地域にあり、年間降雨量は2000mmを超える全国でも比較的降雨量の多い地域に位置する。しかし、小さな島嶼であり、安定した水源に恵まれていなかったため、少雨の影響を直接受けやすく、慢性的な水不足に昔から悩まされてきた。

そのため、安定的に沖縄本島における水資源の確保を目的にダムを計画的に建設することとし、昭和47年本土復帰と同時に、米国から承継された福地ダムを完成させて以来、7つの多目的ダムを完成させ、現在も、大保ダム、億首ダムの建設を推進しているところである。

本稿では、沖縄の中でも、特に厳しい自然条件、地形・地質条件等の中で建設している大保ダムにおける国内独自といえる技術的取組みについて、以下に紹介する。

## 2. ダム建設には過酷で厳しい沖縄本島

沖縄本島の特徴として、表流水の多い河川は本島の北部地域に限られ、それらの河川の流域は非常に小さく急流であり、地形・地質は脆弱である。そのため、これらの厳しい条件のもとで、貯水量や貯水効率を最大限確保するため、これまで積極的に新技術の導入・開発や様々な工夫を行い、ダムの建設を着実に推進し、さらに効率的な水資源の運用等を行うため、複数の分散しているダム間を連結し、統合的な運用を行うなどの工夫を実施してきた。

## 3. 2つのダムで構成された大保ダム

大保ダムは、沖縄本島北部に位置する大宜味村を流下する2級河川大保川水系大保川の洪水調節、流水の正常な機能の維持及び県内の水道用水の供

給を目的とした多目的ダムである。

大保ダム建設事業は、大保川流域の水資源開発に併せ、他ダムからの導水及び沖縄県企業局による西系列水道水源開発事業における8河川導水を行う「沖縄北西部河川総合開発事業」の一環として、平成2年度から着手している。

大保ダム建設事業では、沖縄本島北部地域に残された貴重なダムサイトで貯水量を最大限確保するため、重力式コンクリートダム型式で建設する本ダムと左岸低標高尾根部を締め切らためロックフィルダム型式で建設する脇ダムの2つのダム構造物によって貯水池を形成することとした。

脇ダムは平成19年度に完成し、本ダムは平成22年度供用に向け鋭意施工中である。なお、脇ダムに隣接する沢部の止水処理対策として、永久構造物では日本初となる台形CSGダム形式の構造物の建設を行い、平成16年度に完成した。

大保ダムは、このように3つの異なるタイプの河川構造物を同一の貯水池に面して建設する全国唯一のダムである。大保ダムが完成すると、総貯水容量が2005万 $m^3$ となり、沖縄県内最大の福地ダムに次ぎ2番目に大きいダムとなる。



図-1 沖縄本島北部に位置する大保ダム

#### 4. 独自の技術的取組みが求められた大保ダム

大保ダムの建設にあたっては、前述のとおり、沖縄のおかれた特に過酷ともいえる厳しい自然条件等のもとで、施工性・経済性等を確保し、本ダム及び脇ダムの建設を行わなければならなかった。そのため、国内の他ダムの建設にみられない、独自の技術的取組みを実施してきた。

#### 5. 本ダム建設における技術的取組み

##### 5.1 ダム軸折り曲げ案の採用

本ダムは、高さ77m、堤体積約40万m<sup>3</sup>の重力式コンクリートダムであり、本土のダムと比較すると中規模のダムであるが、沖縄県内では、同形式で最大規模を誇る安波ダムと同規模のダムとなる。

本ダムのダム軸の選定にあたっては、当初直線軸で計画されていたが、その後の詳細な調査等により、基礎岩盤の状況が詳細に判明したこと等を受け、本ダム河床部基礎に存在する断裂系劣化帯を避けるダム軸として、ダム軸を折り曲げる案を採用した。この結果、右岸直下流の地すべりに掘削が及ばず、最大断面の堤趾部が劣化帯を避けられ、基礎掘削量・堤体積におけるコンクリート量が少なくなっている。

##### 5.2 亜熱帯地域で国内初のELCM（Extended Layer Construction Method；拡張レヤ工法）の採用

沖縄県内におけるコンクリートダムの打設工法としては、これまで柱状ブロック工法を採用してきたが、本ダムの打設工法の採用にあたり、大量のマスコングリート面状に打設する合理化施工法の採用の可能性について検討された。このため、超硬練りのRCD配合及び有スランプのELCM配合について、フライアッシュ置換率を高めたコンクリート配合の評価等を通じ、必要な施工性及び品質の評価を行う各種試験を実施した。

この結果、RCD配合の場合については、日照下で表面乾燥を起こしたため、沖縄の厳しい暑中条件下ではワーカビリティの確保等に問題があり、確実な打設は難しいと判断された。一方、フライアッシュ高置換ELCM配合の場合については、沖縄の厳しい暑中条件下においても、暑中コンク

リートの打設に際しての施工性及び品質の確保が可能であることが確認されたため、当該工法を亜熱帯地域で国内初めて採用した。

#### 6. 脇ダム建設における技術的取組み

##### 6.1 建設発生土の盛土材料への有効活用

脇ダムは、高さ66m、堤体積約175万m<sup>3</sup>のロックフィルダムであり、堤体積では本ダムより大きく、沖縄県内では、同形式の最大規模のダムとなる。

脇ダム建設にあたっての技術的な工夫としては、貯水池予定地内に原石山を確保し、脇ダム盛立に使用する材料を採取することとした。その際、大量の建設発生土が発生したため、脇ダム堤体の安定に影響しない範囲内で盛立材料として有効利用し、また、脇ダムの外側（貯水池外側）に盛立てることで、ダム周辺の処分地の減少に努めた。

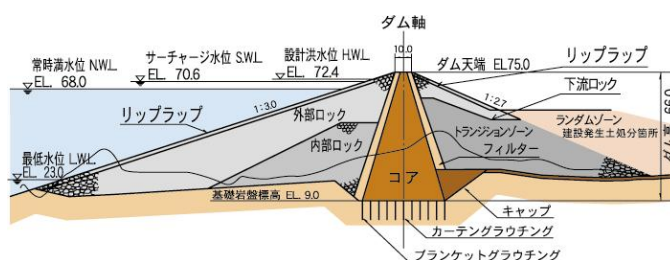


図-2 脇ダムの断面図

##### 6.2 監査廊の削減とGPS計測による観測体制の整備

脇ダムの特徴として、完成後の下流背面の浸潤面が高く、水理的ダム高は約30mであること、トランジション堤敷部には難透水性のシルト層が広く分布しており、浸透流が抑制されること、下流背面の大規模な捨て土が浸透水によるパイピング等に対する安定性を高めていることなどから、浸透水に対する安全監視は間隙水圧計等により代替可能であり、万が一異常が生じた場合の追加グラウチングの対応も可能であるため、脇ダムでは監査廊を設置しないこととした。

また、羽地ダム（沖縄県名護市）でのGPS自動計測の試験計測の結果、フィルダムの外部変形計測は、従来の光波・水準測量と同等ないしそれ以上の精度が確保されることが明らかとなり、さらに天端での埋設型GPSセンサーを開発したことを受け、大保脇ダムではGPS計測の試験導入

を行った。今後、精度の検証、運用方法の検討等を行い、試験湛水終了後にはGPS計測への完全移行を図っていく予定である。

### 6.3 大保ダム沢処理工への台形CSGダム形式の採用

脇ダム左岸側に存在する沢部については、脇ダムのダム軸の延長線上にある止水ラインを横断しており、そのまま貯留水が浸透すると、脇ダム下流へ漏水が発生し、堤体の安全性を損なう恐れがあることから、止水対策として沢処理工を計画することとした。

止水工法の選定にあたっては、止水ライン下流側に沖縄本島最大の水がめである福地ダムから中南部へ送水する沖縄県企業局の導水トンネルが設置されていることから、トンネル周辺地下水位の上昇を抑えることも重要な条件として考慮し、カーテングラウチングによる止水、止水連壁による止水、沢部構造物による止水について検討を行った。その結果、確実な施工が確保されること、トータルコストで経済的にも有利であること等から、沢部構造物の設置による工法を選定した。

沢部構造物は、沢部を横断する止水ライン上に設ける必要があり、当初は、構造物の基礎岩盤の状況等を考慮し、ロックフィルタイプを検討していたが、新たなダム形式として台形CSGダム型式の設計理論及び施工技術の確立がなされた段階にあったことを受け、経済性にも優れた当該型式の構造物を採用した。

さらに、当該構造物の設計及び施工にあつては、工事費の削減等に努めるため、型枠を設置せず法肩締め機を用いて法面及び法肩部を直接締め固める「CSG法肩締め機（写真-1）」（特許出願審査中）及び連続施工を可能にするための「上流面型枠のプレキャスト化（写真-2）」（特許取得済み）の技術開発を行い、これらを採用することで、保護・遮水コンクリートの減量、型枠設置費用の減工、工期短縮等を行うことができた。

当該沢処理工は、台形CSGダム理論の技術的確立を目指した試験施工として位置付けて実施したものでもあり、当該ダム型式は、平成14年に全国初の国土交通大臣特認の認定を受けた億首ダム本体で採用している。



写真-1 CSG法肩締め機



写真-2 上流面型枠のプレキャスト化

## 7. 環境保全対策

### 7.1 ベローズ式選択取水設備の開発

選択取水設備に関しては、ライフサイクルコストの削減を目的に、新技術の導入を図るため、平成15年度に専門企業への新技術の提案の募集を行い、提出された提案に対し、実現可能性、コスト削減等の観点から評価を行った結果、新型の「ベローズ式選択取水設備」が選定された。

「ベローズ式選択取水設備」の最大の特徴は、従来のダムで実績の多い円形多段式選択取水設備の構成円形ゲートの部分について、安価で軽量、耐食性に優れたゴム製品を多用するゴム引き布製のシート及びステンレス製のリングにより構成された蛇腹構造（ベローズ）に置換えることにより、建設コスト及び維持管理コストを低減することが可能とした点である（図-3、写真-3）。この蛇腹構造の取水管は、その伸縮により任意の位置で取水することが可能であり、また水密性にも優れている。さらに、主材料に、金属材料に比較して安価で軽量、耐食性に優れたゴム製品を採用することでコスト低減が図れている（特許取得済み）。



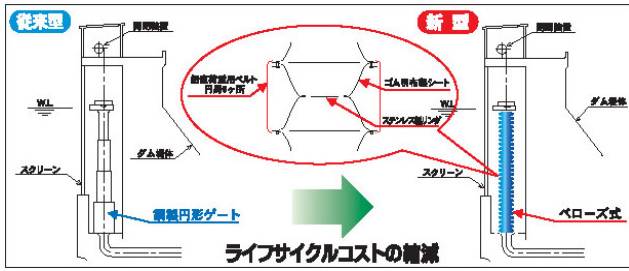


図-3 ベローズ式選択取水設備



写真-4 人工営巣木の設置状況

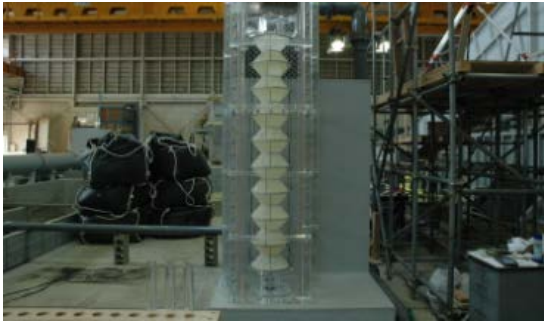


写真-3 模型実験の状況

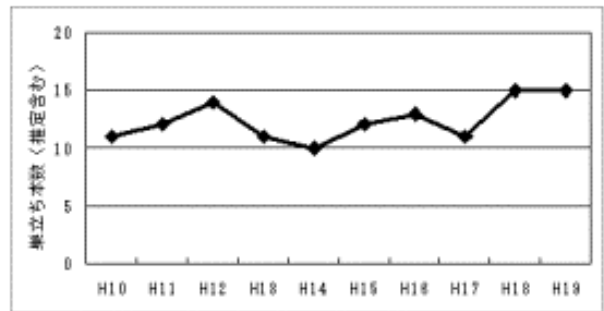


図-4 巣立ち本数の推移

## 7.2 ノグチゲラ保全対策

大保川流域は、本島屈指の山地形で、常緑広葉樹林の発達した「やんばる(山原)」と呼ばれる地域の南端に位置し、キツツキの一種である国指定特別天然記念物のノグチゲラ等が生息する、貴重な生態系や自然環境が残されている。そのため、このような自然環境のもとで、ダム事業を実施するにあたり、特別な配慮が求められるノグチゲラ保全対策をはじめ、様々な環境保全対策を実施している。

特に、ノグチゲラの保全に関しては、貯水池周囲の若齢林が成長し、ノグチゲラの営巣に適する森林環境が創出されるまでの間、失われる営巣環境の緊急避難的措置として「人工営巣木(写真-4)」(特許取得済み)を設置し、生育環境等への影響の低減を図ることとした。

「人工営巣木」には、ノグチゲラが好んで営巣利用するイタジイを樹種として使用し、工事現場からの伐採樹木の切り出した丸太の中身をくり抜き、そこに天然成分の接着剤で固めた木の削り屑等を詰め込み、ノグチゲラが営巣利用しやすい状態にした。

なお、貯水池周辺のノグチゲラの営巣数は平成10年から平成19年まで概ね10本～15本と横ばいで推移しており、営巣数(緊急避難的措置としての人工営巣木での営巣数を含む)は維持されていると考えられる(図-4)。

## 8. さいごに

大保ダムは、着実に工事が進捗し、本ダム完成も目前に控え、供用開始まで残り1年足らずとなった。大保ダムが位置する「やんばる」地域は、世界的にも貴重な生物や植物が数多く生息・生育する自然豊かな地域であるがゆえ、様々な技術開発や工夫はある意味必然の対応であった。これまでの永きにわたる努力の積重ねの結果、地域からは、ダムの完成はもとより、貯水池の活用による地域活性化へ大きな期待が寄せられている。これまでの大保ダムの技術的取組みの集大成として、無事にダムの完成の日を迎えるとともに、将来にわたり地域の財産として活用されるよう、万全を期して参りたいと考えている。

板屋英治\*



内閣府沖縄総合事務局  
北部ダム事務所長  
Eiji Itaya