現地レポート

億首ダム（台形CSGダム）本体工事の施工報告

新城晴伸＊ 與那嶺盛明＊＊

1. 事業の概要

沖縄本島北部の金武町で建設中の億首ダムは、沖縄東部河川総合開発事業の一環として、沖縄県企業局所管の金武ダム（水道専用ダム）を再開発し、洪水調節・既得用水や下流河川流量の安定化・水道用水及び灌漑用水の供給を目的とする、堤頂長461.5m、堤高38m、堤体積32万m³、総貯水容量約856万m³の多目的ダムである。

億首ダムのダム型式については、地質条件やコスト縮減、工期短縮の観点から直轄工事のダム堤体で初となる「台形CSG」を採用しているが、本稿では、億首ダム本体建設工事が概成したことに伴い、工事および新工法の内容を報告するものである。

図-1　億首ダム完成予想図

2. 台形CSGダムの概要

台形CSGダムは近年の公共事業における厳しい財政事情や環境との共生を目指す社会情勢のもと、コスト縮減や環境の保全に貢献するため開発された新しいダム型式である。

CSGとはセメントで固めた砂礫のこと(Cemented Sand Gravel）で、現場周辺で手近に得られる材料に極力手を加えず、必要に応じてオーバーサイズの除去や破砕を行う程度でセメント・水を添加し、簡易な施設を用いてこれらを混合したものである。

図-2に億首ダムの標準断面を示す。内部にはセメントの配合量80kg/m³のCSGを用い、表面には耐久性と遮水に対する確実性を目的とした保護コンクリートを配置、上流面下部に通廊、構造用コンクリートおよび浸透路長の確保のための止水コンクリートを設ける。なお、堤体底面部のCSGは、耐久性に配慮してセメント配合量100kg/m³の富配合のCSGを用いた。

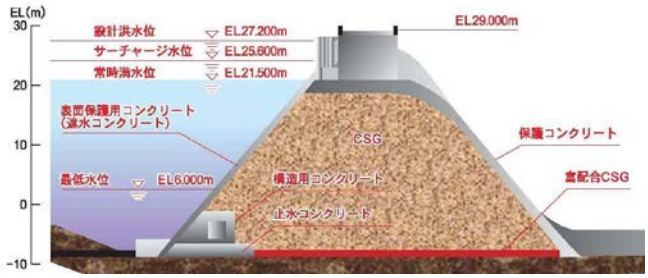

図-2　億首ダム断面図

3. 母材の採取

CSG材の原料となる母材の採取には大型重機を用い、表土処理・廃棄岩掘削（310千m³）および母材採取（563千t　：約235千m³）を約10ヶ月で完了し、母材仮置きヤードに全量を仮置きした。

なお母材は、目視・ハンマー打診を基に岩の硬さや風化を指標としてⅠ材とⅡ材に分類し、Ⅰ材を堤体下部に、必要強度が小さい堤体高標高部にⅡ材を使用した。

4. 仮設備及びCSG材のストック

CSG材の製造はⅠ材については母材の1次及び2次破砕を行い、Ⅱ材については、母材の1次破砕のみを行った。CSG製造設備は、2基で400m³/hの能力を有する。また、コンクリートは骨材を購入し、バッチャープラントにて製造した。

仮設備ヤード遠景を写真-1に示す。

Construction report of the Okukubi dam main body construction (Trapezoidal CSG dam)

5. CSGの品質管理

CSGの品質管理項目及び実施時期等は以下のとおりである。

① 母材の品質管理（母材仮置きヤード）
・母材の粒度や材質に大幅な変化がないか確認
確認時期：施工1ヶ月前
確認項目：色調・粒子形状・吸水率・表乾密度・粒度

② CSG材の品質管理
（1次、2次ストックヤード）
a) 1次ストック（計画使用量の4日分）
・CSG材の材質を確認
確認時期：施工4日前
確認項目：表乾密度・吸水率
b) 2次ストック（2日施工分）
・粒度・表面水量の最終確認
確認時期：施工1日前
確認項目：粒度・表面水量

③ CSGの品質管理（CSG混合設備）
・簡易法による単位水量・粒度の管理
・計量管理（連続供給のため、リアルタイムの計量）

④ CSGの品質管理（CSG打設現場、試験室）
・転圧回数管理（締固めエネルギー管理）
・管理システムが正常に作動していることの確認（短期材齢の供試体による強度管理）

6. CSGの施工方法

6.1 岩盤面処理及び着岩部の施工方法

CSG部の岩盤面処理は、浮き石除去、簡易清掃を行い、岩盤面にできた深い凹部の不陸調整は、CSGまたはコンクリート打設により行った。なお、基礎掘削では、計画掘削線から50cm程度上部はツインヘッダを用いて、できるだけ大きな不陸が生じないように施工した。

6.2 一般部の施工

CSGの敷均しは、16t級湿地ブルドーザーで1リフト75cm（25cm×3層）に敷均した（写真-2）。CSGの表面は、乾燥防止のためハイウォッシャーによる噴霧養生を行なった。

CSGの締固めは、11t級振動ローラーで行い、転圧回数は無振動2回、有振動6回とした（写真-3）。締固め後、2.5t級振動ローラーで仕上げ転圧を2回行ない、転圧完了後打設面は乾燥防止のためブルーシートにより養生した。

6.3 法肩部の施工方法

CSG上下流面際の端部締固めには、写真-4に示す専用機械を使用した。なお、締固め時間は、一般部のCSGの現場密度と同等の密度が得られる30秒とした。

6.4 打継面処理

CSGの打継ぎ面は、一体性を確保するため、敷きモルタル(t=15mm)をCSG全面に敷均した。

6.5 CSGと止水コンクリート接合面の施工

コンクリートとCSGの接合面の施工は、コンクリートの壁面を目荒し機でチッピングし、CSG打設前に人力で壁面にモルタルを敷設した。

写真-1　仮設備ヤード全景

写真-2　CSG敷均し状況

写真-3　CSG転圧状況

写真-4　CSG法肩締め状況

7. CSGの施工サイクル

7.1 CSGの施工

CSGを高速施工する際に重要な工程の一つが上下流面の保護コンクリート型枠の施工であるが、PC型枠の採用により効率的な打設サイクルでの施工を可能とした。写真-5にPC型枠の設置状況を、図-3に施工手順を示す。

7.2 CSGの施工サイクル

7.2.1 低標高部と上位標高部の施工サイクル

ダム堤体が台形状であり谷状の地形での施工となることから、低標高部では堤体の上下流方向の幅が広くダム軸方向の長さが短いが、上位標高部に進むに連れて、堤体の上下流方向の長さが短く、ダム軸方向の長さが長くなる。施工性の観点から見た場合、ダム堤体の打ち上がり速度は、低標高部ではCSGの打設量に、上位標高では、保護コンクリートに関する作業（上下流面PC型枠設置、保護コンクリート打設）に左右されるという違いがある。これを工種ごとの施工パーティー数で見ると、低標高部では各工種で一定しているが、高標高部を低標高部と同じ施工サイクルで施工すると各工種のパーティー数が一定せず、施工性が悪くなることとなる。(図-4参照)

このため、CSGの施工サイクルは下位標高と上位標高で変えることとした。図-5及び図-6に各施工サイクルを示す。

7.2.2 低標高部での施工サイクル

低標高部ではダム堤体を左右岸で2分割し、1日ごと交互に左岸側、右岸側でCSGを打設する施工サイクルを行った。

7.2.3 高標高部での施工サイクル(2層連続打設)

高標高部では、作業量の多くなる保護コンクリート周りの作業量を平準化する目的から、ダム堤体を左右岸に4分割し、2層連続打設にて施工した。これは、CSGを打設するブロックでは、1リフト目のCSGの打設後ただちに2リフト目を打設する施工方法である。なお、2層連続打設を採用するにあたり、1リフト目の転圧完了から2層目の転圧開始までの時間を変化させて、2リフト目のCSGの転圧状態（現場密度）の確認試験を実施し、2リフト目の転圧開始時間に関わらず現場密度は同等であることを確認した。

写真-5　ＰＣ型枠の設置状況

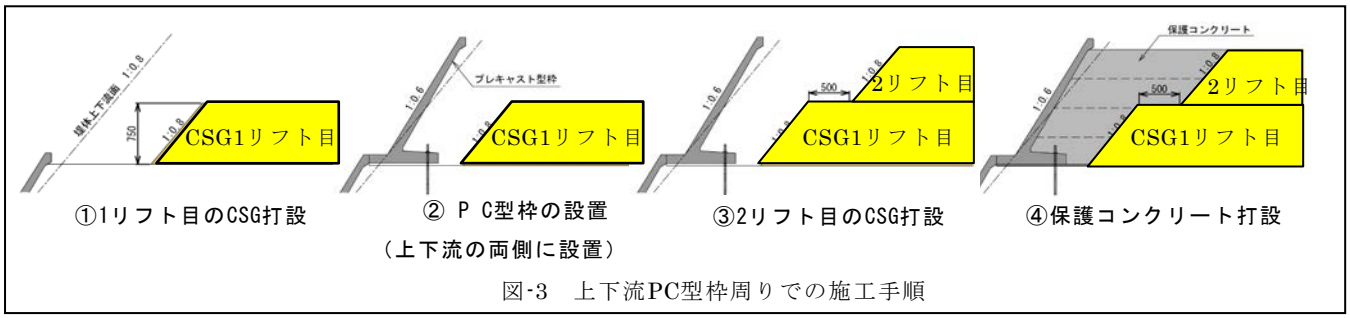

図-3　上下流PC型枠周りでの施工手順

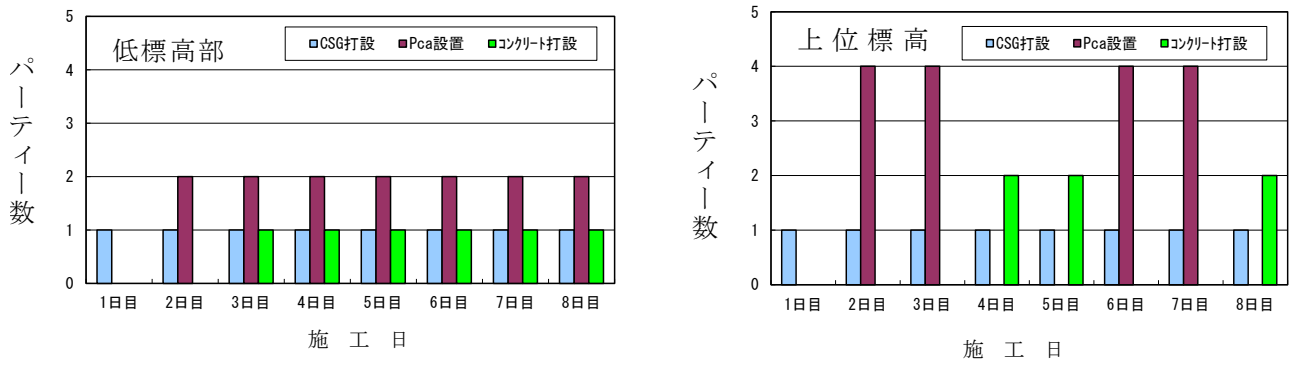

図-4　低標高部と上位標高部での作業パーティー数の違い

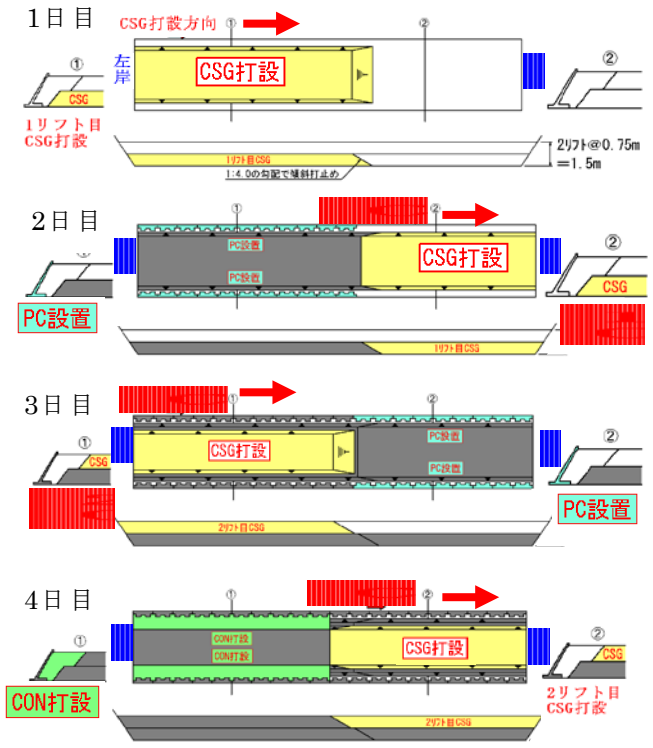

図-5　低標高部での施工サイクル

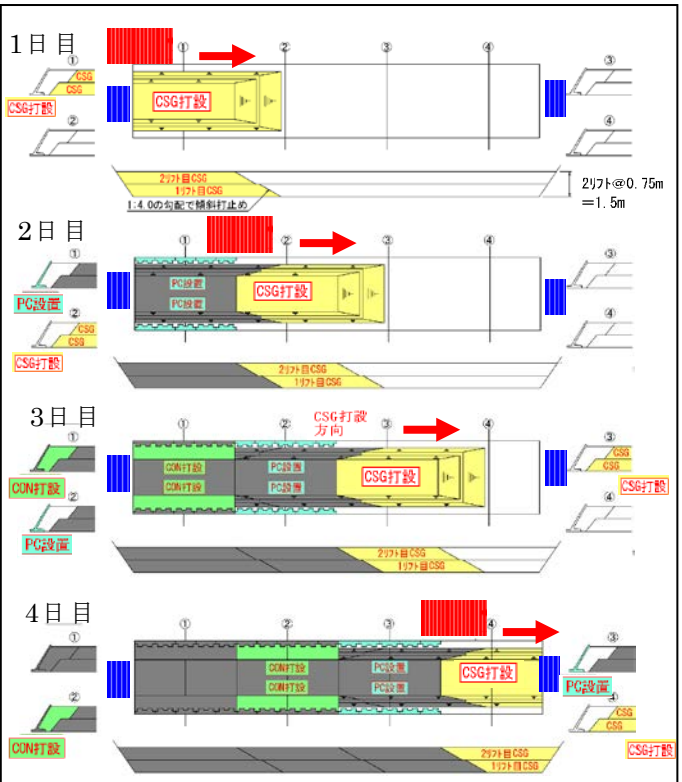

図-6　上位標高部での施工サイクル

8. まとめ

億首ダムの堤体積は約32万m³であり、打設期間は約12カ月（コンクリート及びCSG含め）であった。これは、堤体積がほぼ同規模の大保ダム（堤体積約40万m³のコンクリートダム）の打設期間が約30カ月に比較して、打設速度が約2倍と超高速施工(工期短縮)が実現できた。

9. 今後の課題

ブルドーザーや振動ローラー等の汎用機械で施工が可能なCSGの施工は高速施工が可能であったが、一方で、人力での作業が多いPC型枠の設置工程がクリティカルとなっている。今後PC型枠の大型化や軽量化・設置作業の簡略化等の改良により設置工程を短縮することで、より高速なCSGの施工が可能となると思われる。

写真-6　ダム堤体完成状況（H24.7時点）

新城晴伸*

内閣府沖縄総合事務局
北部ダム事務所億首出張所長
Harunobu SHINJO

與那嶺盛明**

内閣府沖縄総合事務局
北部ダム事務所億首出張所　工事第一係長
Moriaki YONAMINE