

# 大型ダム建設史上前例のない 超高速施工の実施

## — 湯西川ダム本体建設工事現況報告 —

鹿島・清水特定建設工事共同企業体  
湯西川ダム本体工事事務所 所長 大内 齊

技士会は、7月7日（水）、約50名が参加するなか、「湯西川ダム本体建設工事」の現場見学会を開催、今回は、その工事概要について報告する。

### 1 はじめに

湯西川ダム本体建設工事は、高度技術提案型の総合評価方式で受注した最初の大規模ダム工事であり、標準案（当初計画）に対し96日間の工期短縮とダムコンクリートの品質確保を技術提案している。本稿では、工期短縮、品質確保に向けた各種取組みとその実績について紹介する。

### 2 工事概要

湯西川ダムは、利根川水系湯西川の栃木県日光市西川地先に建設される多目的ダムで、洪水調節、流水の正常な機能の維持、かんがい、水道・工業用水の供給を目的としている。構造物の規模は、堤高119m、堤体積約103.2万 $\text{m}^3$ 、堤頂長約320mの大規模の重力式コンクリートダムである（写真1）。堤体コンクリート打設方法としてRCD工法（ $h=101\text{m}$ ）とELCM（ $h=18\text{m}$ ）が採用されている。

本工事は、入札時にVE提案として「施工日数

の短縮」、「施工日数の短縮に係わる具体的な施工計画」、「ダムコンクリートの品質確保対策」及び「工事全般の施工計画」を求め、その内容と価格を総合的に評価して落札者を決定する入札時VE（総合評価落札方式 高度技術提案型（Ⅲ型））の試行工事である。

本工事の主な制約条件は以下の通りである。

- i. 堤体コンクリートの打設はRCD工法（層厚1.0m）またはELCM（拡張レア工法）、あるいはそれらの併用を基本とする。
- ii. 使用する骨材は、川治河床砂礫及びダムサイト掘削ズリを優先して使用するものとし、湯西川河床砂礫で過不足を調整する。ただし、仮置時、骨材製造時及びコンクリート製造時の混合は認めない。
- iii. 湯西川ダムトンネルの閉塞工は、付替県道黒部・西川線の供用開始（平成23年6月末）以降とする。

上記の制約条件や現場条件を考慮し、本工事においては以下の提案を行っている。

「施工日数の短縮」については、

- ① ケーブルクレーン基礎掘削量の低減、右岸中標高部からの直接積込みによる右岸掘削と左

写真1 ● 左岸から堤体を望む

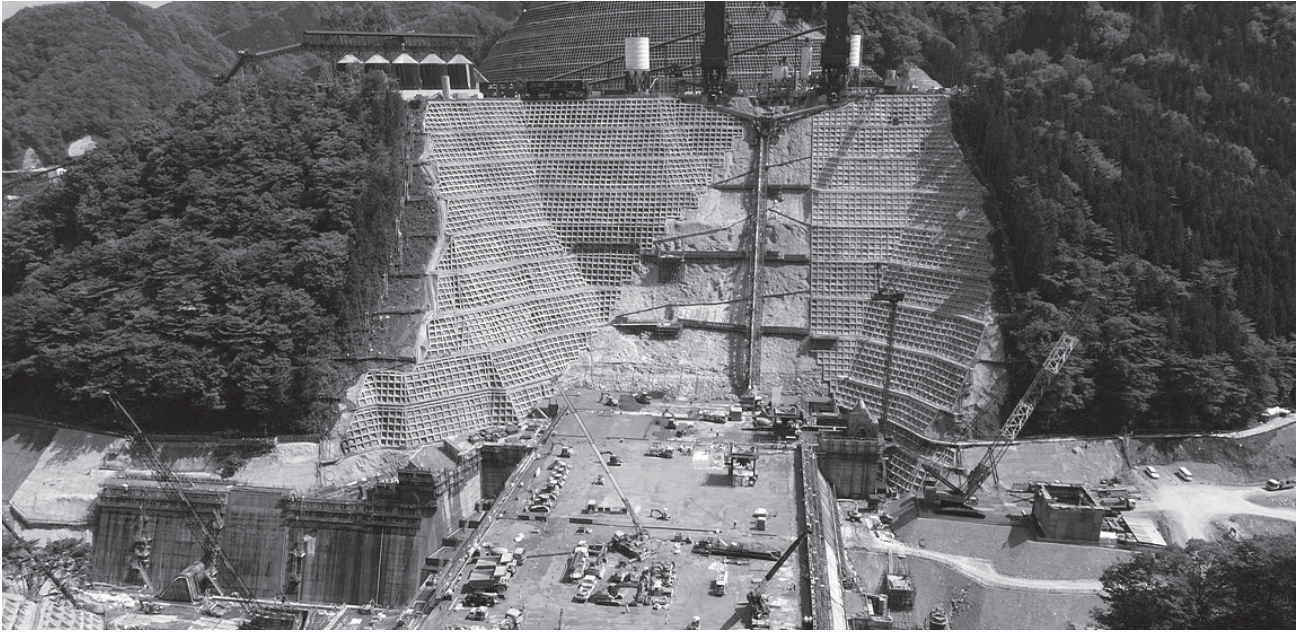
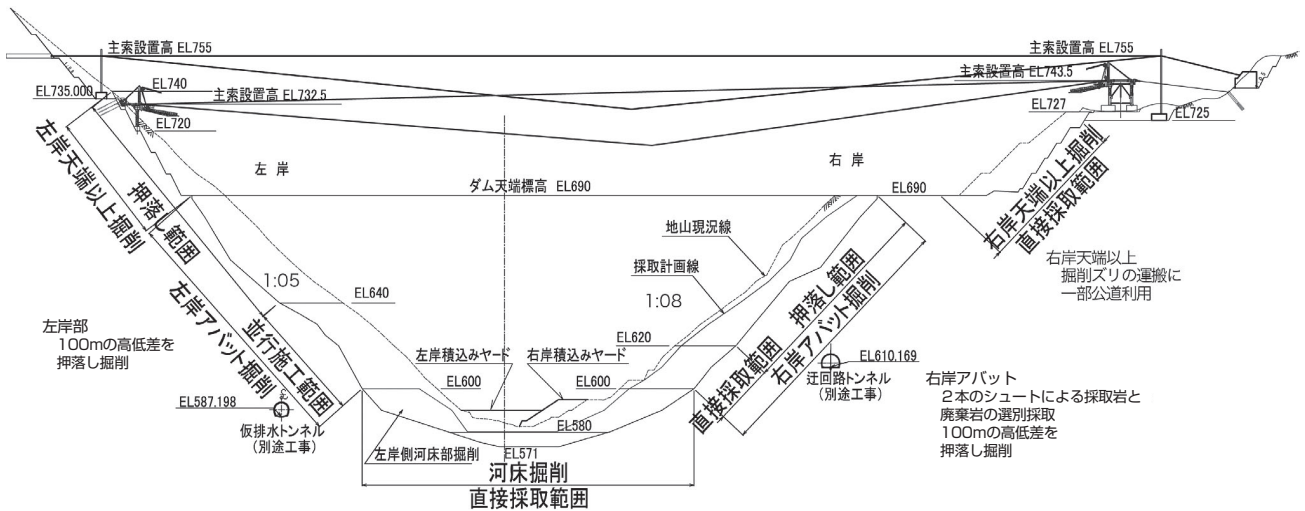


図1 ● 掘削施工区分図



岸河床掘削の並行作業等により本体基礎掘削工程の短縮

- ② コンクリート運搬設備として、15 t 級ケーブルクレーン 2 基と SP-TOM 1 基 (Special Pipe Transportation Method) を採用し運搬能力の向上や狭隘部打設効率の向上等により打設工程の短縮
- ③ 湯西川ダムトンネル工の打設リフトの厚層化等により閉塞工程の短縮

などの提案を行うとともに、本体関連工事であるカーテングラウチング工、堤外仮排水路閉塞工等の検討・確認も行った。その結果、最遅となる湯西川ダムトンネル閉塞工が完了する平成23年9月17日から試験湛水を開始できるが、最終的なダム品質の確認を行い、非洪水期となる10月1日から試験湛水を行うこととし、平成24年1月5日に湛水を開始する標準案(当初計画)に対し、96日間の施工日数の短縮を提案している。

「ダムコンクリートの品質確保対策」については、骨材製造からコンクリート打込み・養生に至るまでの一連の工程について問題点を抽出し、

- ① コンクリート強度等の品質のばらつき抑制
- ② 有害な温度ひび割れの発生抑制
- ③ 暑中時及び寒中時の品質低下抑制
- ④ 打設面からの漏水抑制
- ⑤ コンクリート中への有害物混入防止

などの効果を実現するため、各種品質確保対策を提案した。

## 3 施工日数の短縮

### 1 基礎掘削工

堤体基礎掘削は、約90万 $\text{m}^3$ 超の大規模掘削であり、左右岸ともダム天端（EL690）より上部を天端以上掘削、ダム天端（EL690）からEL600までをアバット掘削、EL600以下を河床部掘削と区分されている（図1）。掘削法面は急勾配（左岸1：0.5、右岸1：0.8）で100mを超える長大法面となり、施工中の安全を確保するために、切下が

りに応じて法面对策工（ロックボルト：法面交点部）を同時施工して切下がった。

右岸天端以上及び河床部では、運搬道路が直接取付くため、掘削ズリの直接積込み・運搬が可能であるが、運搬道路が直接取付かない左岸部及び右岸アバット部は、100mを超える高低差を河床部に押落すベンチカット工法を採用した。また、右岸天端以上掘削では、掘削ズリは一部公道を利用して10tダンプトラックで運搬した。

左岸アバットEL640以下の掘削では、工程短縮を図るために、河床積込みヤードを「押落し掘削エリア」と「積込み・運搬エリア」に分けた（図2）。これにより、昼勤で積込み・運搬作業を行いながら、掘削作業の昼夜連続施工が可能となった。左岸掘削及び右岸アバット掘削で発生する掘削ズリは5.0 $\text{m}^3$ 級バックホウ2台、10 $\text{m}^3$ 級ホイールドラで積込み、55tダンプトラック10台で河床の重ダンプ運搬道路（専用）で運搬した。

左右岸アバット掘削において、左岸アバット掘削が先行して完了したため、引続き河床部左岸側の掘削ができるよう、右岸アバット部の掘削はEL620に仮設道路を設置し、押落し方式から直接

図2 ● 左岸掘削計画平面図

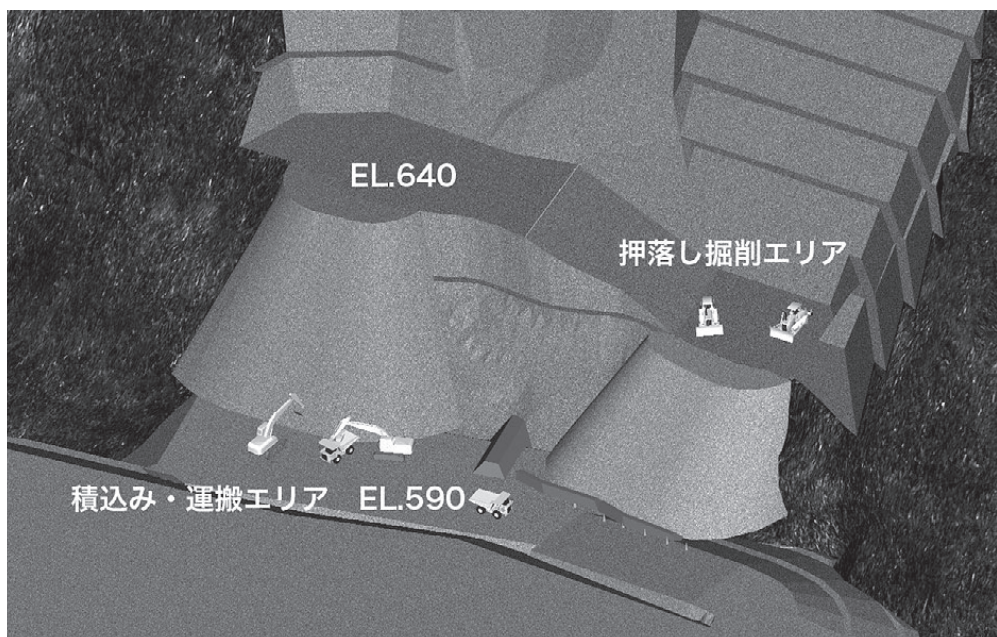


図3 ●河床部掘削計画図

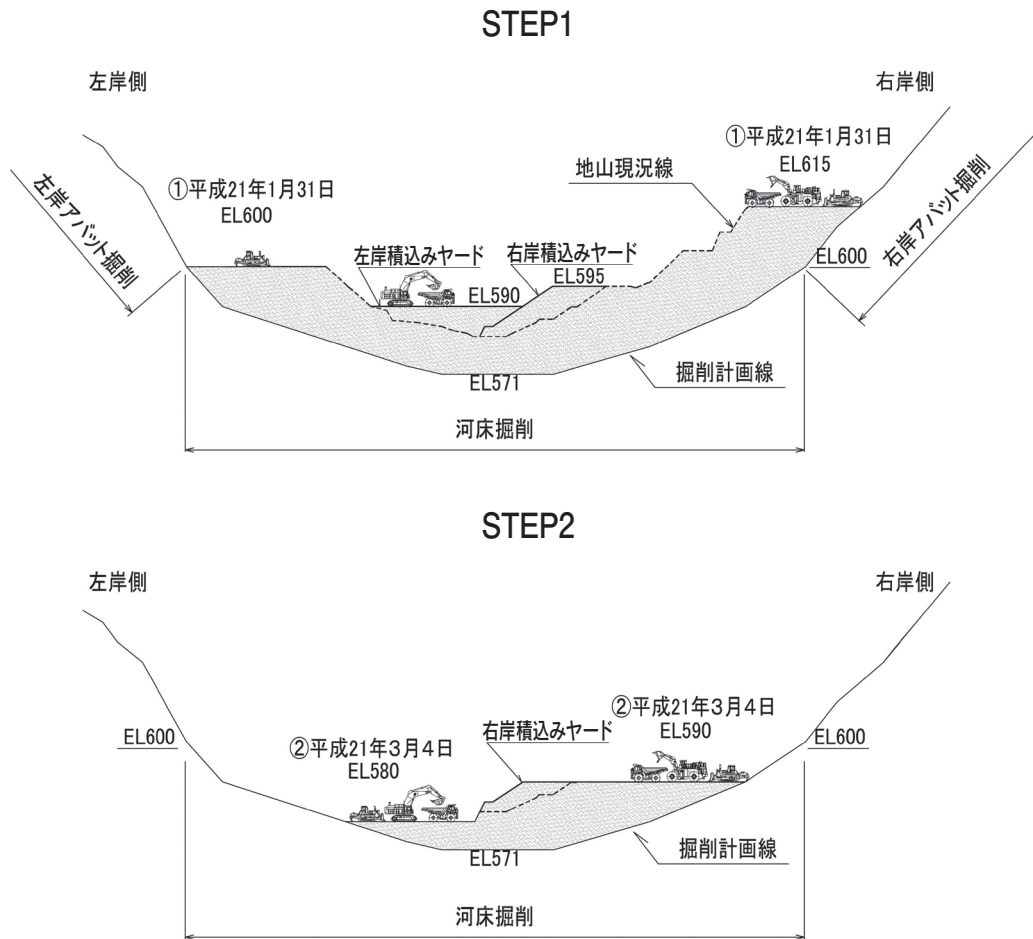


表1 ●概略工程表

| 工種   |     | 数量 (m <sup>3</sup> ) | 平成21年度    | 平成22年度 | 平成23年度 |
|------|-----|----------------------|-----------|--------|--------|
| 基礎掘削 | 右岸側 | 430,900              | —         |        |        |
|      | 左岸側 | 261,300              | —         |        |        |
|      | 河床部 | 315,220              | 清掃<br>9/1 |        | 7/26   |
| 本体打設 | 堤体  | 1,030,000            | 試験施工      | —      |        |
|      | 減勢工 | 25,000               |           | —      |        |
| 施工設備 |     |                      | —         | —      | —      |

積み込み方式に変更した。これにより河床部での左右岸並行掘削、左岸側河床部掘削の早期着工が可能となり、河床部掘削の工程短縮が図れた。河床部EL580以下の掘削は、右岸側掘削完了後、63t級ブルドーザ1台と44t級ブルドーザ3台にて上流から下流に向かって行った。その後、河床部掘

削が完了した箇所から、随時、仕上げ掘削・岩盤清掃を行った(図3)。

この結果、左右岸合わせて約95万m<sup>3</sup>の掘削を、VE提案工程通り平成21年6月末までに完了した(実質6ヶ月)。河床部の穴埋めコンクリートの施工、減勢工水叩きでの試験施工の実施を経て、

平成21年9月1日より堤体コンクリート打設を開始した(表1)。

## 2 堤体コンクリート工

本体コンクリートの打設設備能力の増強等による打設速度の向上や、厳重な寒中コンクリート対策による冬期打設日数の向上等によって、打設工程の短縮を図っている。

### 1) コンクリートバッチャプラント

コンクリート製造設備は、標準案(2軸強制練りミキサ2.0m<sup>3</sup>×2型を2基)に対して、2軸強制練りミキサ3.0m<sup>3</sup>×2型を2基、トランスファーカ6.0m<sup>3</sup>級を2基設置した(最大混練能力360m<sup>3</sup>/h、38%能力向上)。セメントサイロは、バッチャプラントの出荷能力及びリフトスケジュールから1,000tサイロ2基を選定した。また、寒中コンクリート対策としてボイラー(500,000kcal/h)を、暑中コンクリート対策としてチラー(能力355kW)及びセメントクーラー(能力50t/h)をバッチャプラントに併設した(図4)。

### 2) ケーブルクレーン、SP-TOM

湯西川ダムは、堤体積が大きく、堤体内部コンクリートの比率も約7割と多くなっている。そのため、大量急速施工に適した設備を配置している。20t級ケーブルクレーン2基の標準案に対し、15t級固定式ケーブルクレーン2基とSP-TOM(φ700mm)を組み合わせた設備を選定した。ケーブルクレーンは自動化運転によりサイクルタイムを向上させ(1回当たり30秒短縮)、SP-TOMのコンクリート排出側は二股ベルコン構造を採用し、常にダンプによる受け取りを可能にした。コンクリートバケットについては軽量バケットを採用し、1回当たりのコンクリート運搬量を4.5m<sup>3</sup>から5.0m<sup>3</sup>に向上させた(最大運搬能力360m<sup>3</sup>/h)(図5、写真2)。

出荷能力の実績としては、最大出荷300 m<sup>3</sup>/h以上を確保している(日平均205 m<sup>3</sup>/h)。

堤体高標高部の打設に対しては、下流側のケーブルクレーンを移設(スライド)して使用できる構造とし、標準案に対して最大運搬能力を改善前と比して2倍に向上させた(図6)。

図4●コンクリート製造設備配置図(平面図)

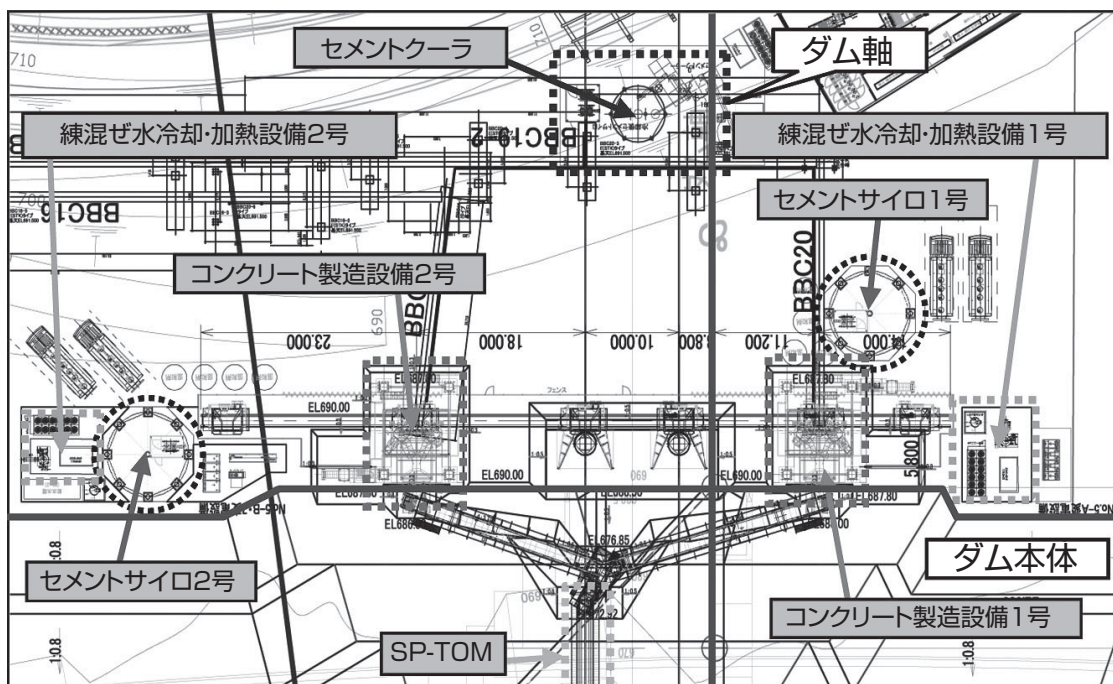


図5 ● 打設設備概要

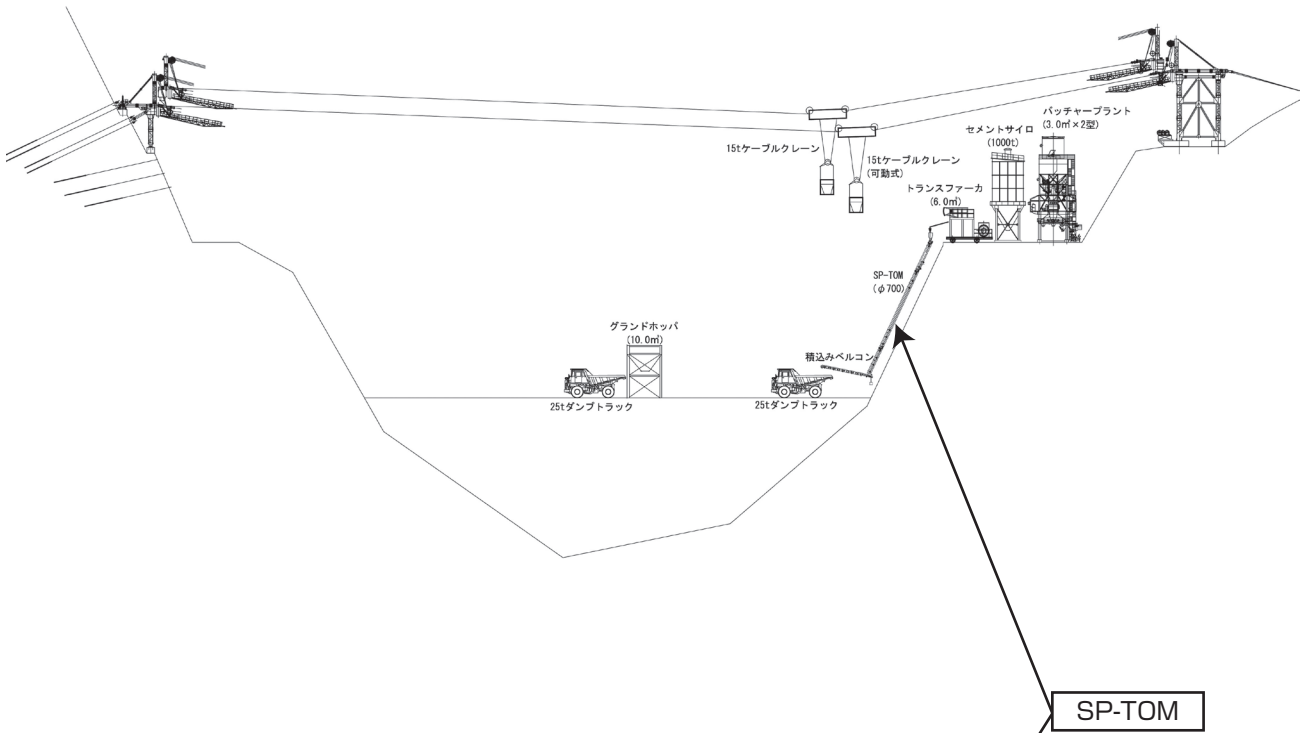
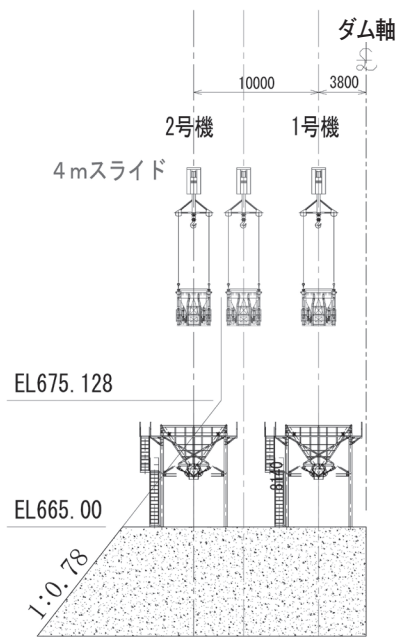


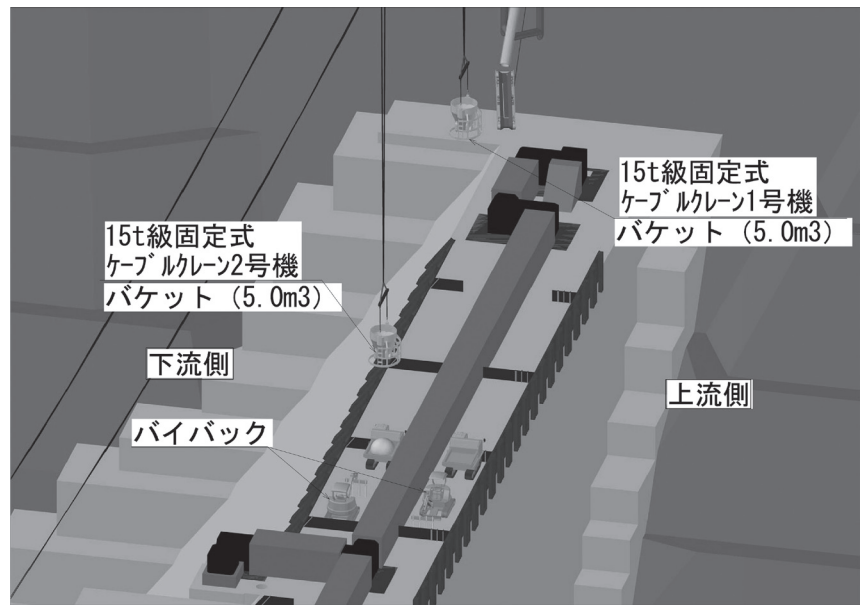
写真2 ● SP-TOM全景



図6 ● ケーブルクレーンの可動化



◆ 堤体頂部におけるコンクリート打設状況



### 3) 出荷制御

コンクリート出荷作業の効率化を図るため、骨材の引出し・コンクリートの練混ぜ・運搬・打設等全工程を一元管理し、打設場所の必要配合、ダンプトラック・グラウンドホッパー・ケーブルクレーンバケットの空充状況、さらにバッチプラントの空充状況等の情報をリアルタイムに収集・分析し、常に最適な出荷（打設ブロックへの最短時間到達ルートを選定）を可能にする出荷制御システムを導入した。

### 4) 冬期打設

寒中コンクリート対策による打設休止日数の低減と冬期打設時間の向上を図った。

冬期における降雪量と外気温を統計的に検証し、過去の施工実績に基づいた給熱、保温設備による保温、断熱養生（打設面、型枠の断熱シート養生等）を実施することにより、冬期打設休止期間8日間（2月下旬）短縮、打設可能時間11時間／日（3月）向上が可能となった。

## 4 品質確保

### 1 骨材の品質確保

#### 1) 骨材プラント

骨材の品質確保や効率的な製造の観点から、特に注意した点や採用した機械・工法等を以下に示す（写真3）。

- 限られた用地内でコンパクトなレイアウトの採用
- 骨材貯蔵設備としてコルゲートビン方式の採用
- 骨材製造貯蔵設備の場内での据付解体工事や運転保守を効率的に行う道路（幅員10m）の設置
- 骨材貯蔵ビン内およびベルトコンベア乗継部における骨材細粒化防止設備（ロックラダー衝撃緩衝ラバー材）の設置
- 骨材貯蔵ビン底部水切用勾配コンクリートの採用
- 細骨材粗粒率の確保を目的としたハイメッシュセパレータの採用
- 木片除去装置や鉄片除去装置の採用

写真3 ● 骨材プラント



## 2) 骨材切替え

湯西川ダムでは、川治河床砂礫、堤体掘削ズリ、湯西川河床砂礫の採取地が異なる3種類の骨材の使用が計画されている。性状の異なる3種類の材料の混入を防止するために、骨材切替え時に貯蔵ビンに残留する旧骨材（デッドストック）を全量引抜く必要があり、打設休止を最低限に抑え、引抜きを確実なものとするために、以下の工夫を実施した。

- 骨材貯蔵ビン内部は、骨材デッド低減の目的でコルゲート内張り構造とした。
- 貯蔵ビン下には引出しベルコンを2条配置し、引出し時には交互運転とした。

## 2 コンクリートの品質確保

有害なひび割れが発生することを防止するために、コンクリート温度応力の抑制に努めた。暑中コンクリート対策として、適切な打設開始時期の設定（平成20年9月1日開始）、打設開始時打上がり速度抑制、チラーやセメントクーラーを活用し

たコンクリート練上がり温度対策、各種養生（流水養生等）による打設後コンクリートの上昇抑制等、各種対策を実施した。寒中コンクリート対策としては前述の通りである。

## 5 まとめ

工程短縮については、平成21年9月1日に予定通りコンクリート打設を開始し、順調に計画リフトスケジュールで進捗している。品質面においても圧縮強度の変動係数は目標値内（「目標：RCD配合12%以下」に対して、実績：9.2%）であり、有害なひび割れの発生は確認されておらず、安定した品質のコンクリートが製造・打設されている状態である。

今後は技術提案で示した試験湛水開始日の96日の工期短縮、コンクリートの品質確保を遵守しつつ、工事を進めていく所存である。