

美和ダム再開発湖内堆砂対策施設の L型プレキャストによる導水路の施工について

服部 明¹

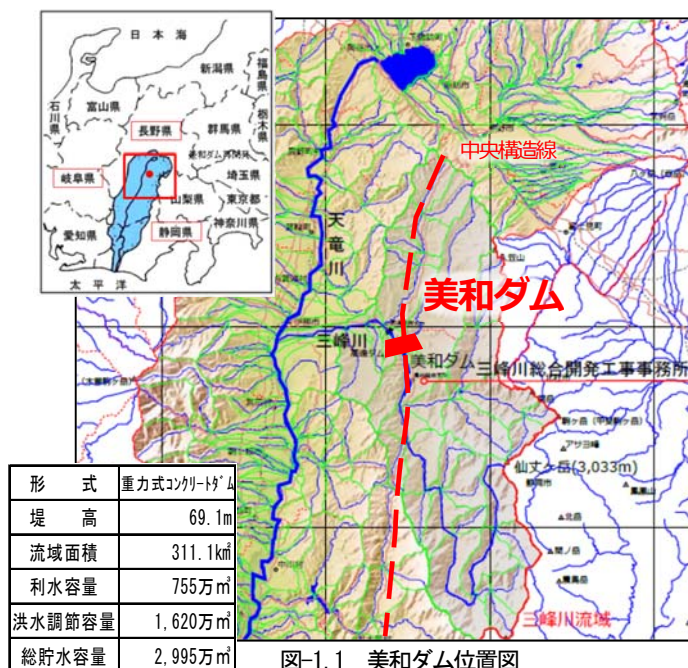
¹三峰川総合開発工事事務所 工務課（〒396-0402 伊那市長谷溝口 1527）

美和ダムでは、出水による大量の土砂流入により堆砂が進行しており、平成元年より再開発の建設に着手している。再開発による貯水池堆砂対策の一つである湖内堆砂対策施設（以下「ストックヤード施設」という）は、ストックヤードに貯めた土砂を洪水時に土砂バイパストンネルによりダム下流に排砂する我が国では前例のない施設である。ストックヤード施設は、令和3年3月に概成したところであるが、工事中においては、出水対応や工期制約のあるなかで日々のコスト縮減並びに工期短縮の取り組みが必要不可欠である。そのなかでも本稿では、ストックヤード施設の一部である導水路のコスト縮減並びに工期短縮の取り組みについて報告する。

キーワード：堆砂対策，ストックヤード，コスト縮減，工期短縮

1. はじめに

天竜川の最大支川である三峰川に昭和34年完成した美和ダムは、洪水調節、発電及びかんがいを目的とした多目的ダムである。美和ダムの位置と諸元を図-1.1に示す。



三峰川は、南アルプス仙丈ヶ岳（標高3,033m）を源に発し、急峻な地形を流下して、中央構造線沿いの複雑で脆弱な地質も要因となって土砂生産量が多く、洪水時に大量の土砂が流出する。美和ダム完成直後の昭和34年、昭和36年と大洪水が発生し、当初の計画堆砂量を超える約680万m³の土砂が貯水池に堆積したことから、昭和41年に貯水池容量配分を見直した。その後も昭和47年、昭和57年、昭和58年と大洪水が発生し、約790万m³の土砂が貯水池に堆積した。このことから、平成元年に美和ダム再開発の建設に着手した。現在、洪水調節機能強化とともに、貯水池堆砂対策を実施している。

貯水池堆砂対策は、土砂バイパス施設（土砂バイパストンネル、分派堰、貯砂ダム）とストックヤード施設から構成され、土砂バイパス施設は、平成17年に完成し、その後、令和元年までにのべ20回の運用を行っている。



20回の土砂バイパス施設運用について図-1.2でみると、貯砂ダムと分派堰で砂利や砂など約189万m³を捕捉するとともに、貯砂ダムを越えて分派堰へ流入した細か

い土砂約195万 m^3 のうち35%にあたる約68.9万 m^3 を下流へバイパスしている。合計で約257.9万 m^3 の貯水池内の堆砂を防いでおり、これは全流入土砂量約355万 m^3 の約73%に相当する。

2. スtockヤード施設の概要

貯水池堆砂対策の2つの整備項目のうち、もう一方のストックヤード施設は、洪水時に分派堰を越流して美和ダム湖内に流入堆積した土砂の対策施設である。

非洪水期に貯水池内の堆積土砂を浚渫し、ストックヤード内に送泥・集積しておき、出水時の土砂バイパス運用時に貯砂ダムから洪水を導水し、その掃流力でストックヤード内の土砂をバイパストンネルへ排砂させるものである。図-2.1にイメージ図を示す。

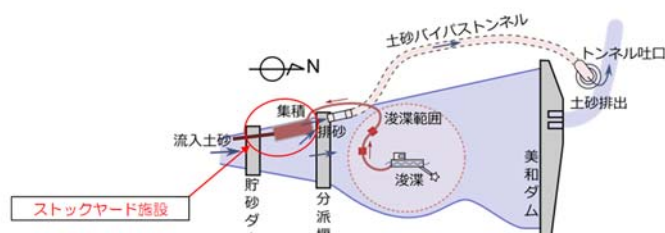


図-2.1 貯水池堆砂対策イメージ図

ストックヤード施設の概要図を図-2.2に示す。洪水時に貯砂ダム上流から取水し導水路（洪水時にストックヤードへ導水する施設）に洪水を流下させ、ストックヤードに集積しておいた土砂を洪水の掃流力で排砂ゲートから土砂バイパスゲートに向けて排出させる施設である。

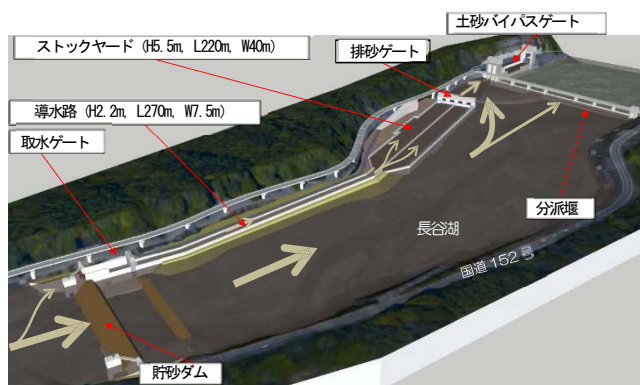


図-2.2 スtockヤード施設概要図

3. スtockヤード施設施工上の問題点

ストックヤード施設の工事は、平成27年に着手し、令和3年3月に施設概成、令和3年6月から試験運用を開始する。施工中のストックヤード施設を写真-3.1に示す。



写真-3.1 スtockヤード施設施工状況 (R2年6月)

これまでの工事を振り返ると、三峰川上流域からの洪水と土砂流出等の影響を受け、様々な困難に対する対応を迫られてきた。工事の問題点を概括すると以下の点が挙げられる。

(1) クリティカルパスでの全体工期への影響

ストックヤードの施工は、施工数量が大きく、施工範囲や工事用進入路に制約があるため、全体工期のクリティカルパスとなっている。そのため出水による被災等で一工事の遅れが全体工期に影響を及ぼすこととなっている。

(2) 出水対応

度重なる出水により仮設進入路の流失、仮締切越水によるストックヤード内の浸水、護岸や貯砂ダムの被災、流木や土砂の堆積、落石等が発生し、それらの復旧に不測の期間を要している。

以上より令和3年6月からの試験運用を控え、限りある予算のなかでコスト削減を推進しつつ、より一層の工期短縮が課題となっている。各工種の導入にあたっては、考え得るコスト削減並びに工期短縮は必須としている。なお、これまでのコスト削減及び工期短縮の取組みの特徴的な事例を挙げると、以下のとおりである。

(1) 盛土材の工夫

ストックヤードの埋戻しや維持管理用坂路の盛土に必要な土砂を購入土から貯水池堆積土に変更したことにより、約1.9億円のコスト削減を図った。

(2) 発生ブロックの再利用

導水路護岸工の基礎に計画されていたプレキャスト基礎および袋詰め玉石を他工事で発生したブロックに変更し再利用することで、施工性の向上とともに約63百万円のコスト削減を図った。

(3) 新工法の採用

取水施設基礎部のコンクリート工で現場打ちコンクリートに替え、SBウォール工法を採用すること

で、躯体コンクリートの材料コストが低減され約30百万円のコスト縮減とともに工期の短縮を図った。

(4) モニタリング観測設備配置の見直し

ストックヤードに設置する観測機器について、モニタリング内容の検討を行い土圧計及び間隙水圧計等の配置を見直すことにより、約40百万円のコスト縮減を図った。

今回、報告する導水路は、工事用進入路が一方のみで、なおかつ工事中のストックヤード内に仮設盛土を設置して通行する現場状況であることから、ストックヤード内の工事に影響するため、より一層の工期短縮が求められる。それら工事の問題に対する解決策として導水路のプレキャスト化について検討した。

4. 課題への対応

導水路とは、洪水時にストックヤードへ導水する施設であり、内空断面寸法は、幅7.5m×高さ2.2m、延長約270mのコンクリート構造物である。ストックヤード施設の位置関係は、図-2.2に示す。標準断面を図-4.1に示す。

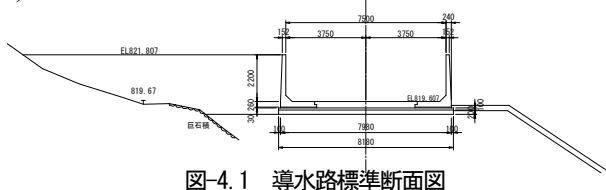


図-4.1 導水路標準断面図

規模の大きな水路になると、プレキャストとの比較により経済性の面で現場打ちコンクリートとなる場合が多いが、現場打ちの施工日数はプレキャストと比較してかなりの期間を要する。今回、比較案として、現場打ちコンクリートとする案（現場打ち水路）、全断面を全てプレキャスト製品とする案（プレキャスト水路）に加え、両側壁をプレキャストL型とし、底版を現場打ちコンクリートとする案（L型プレキャスト水路）の3案で比較検討した。比較表を表-4.1に示す。

表-4.1 導水路工法比較表

工法	第1案：現場打ち水路	第2案：プレキャスト水路	第3案：L型プレキャスト水路
概要	現場打ち鉄筋コンクリート構造	プレキャスト大型三面水路	プレキャストL型 + 現場打ち底版コンクリート
概要図			
概要	現場打ち鉄筋コンクリートで水路を構築する。	プレキャスト製品の「大型三面水路」を用いる。	プレキャスト製品の「L型水路」を用いる。水路底版は現場打ちコンクリートとする。
施工性	100m当り作業日数 80日	100m当り作業日数 10日	100m当り作業日数 30日
経済性	施工費 約3.2百万円	施工費 約5.3百万円	施工費 約3.1百万円
総合評価	経済性では第3案と同程度であるが、施工性で劣る。	施工性に優れ、最も工期を短縮できるが、経済性で劣る。	経済性では第1案と同程度であるが、施工性に優れ、工期を大幅に短縮することができる。

この結果、計画の水路高では、プレキャストL型+現場打ち底版コンクリートのL型プレキャスト水路を採用することとした。

プレキャスト水路は、施工性に優れ、比較案の中で最も工期の短縮を図ることができるが、経済性では最も劣る。また、現場打ち水路は、経済性でL型プレキャスト水路と同程度であるが、施工性で3案中最も劣る。これらに比べ、L型プレキャスト水路は、施工性に優れ、現場打ち水路に比べ工期を大幅に短縮することができる。水路高と施工費との比較を図-4.2に示す。

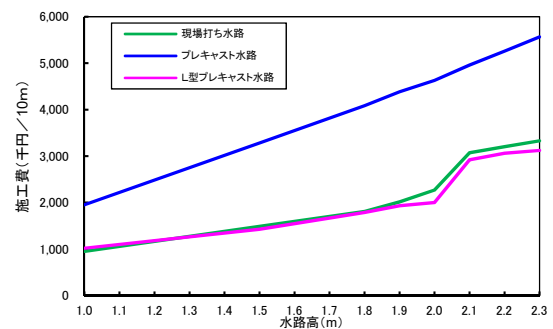


図-4.2 水路高と施工費の関係

L型プレキャスト水路と現場打ち水路の施工費は水路高に対し全体的に同程度で推移しているが、水路高2.0m以上で僅かにL型プレキャスト水路の施工費が安価となることが明らかとなった。

プレキャストL型+現場打ち底版コンクリートのL型プレキャスト水路を採用することで、足場や型枠が不要となり、狭隘な施工箇所であっても現場作業が簡素化され、作業効率が向上するとともに、施工延長約230mで約3百万円のコスト縮減及び施工日数を約4ヶ月短縮することができた。施工状況の写真を写真-4.1、4.2に示す。



写真-4.1 プレキャストL型（左）と現場打ち底版コンクリート（右）の施工状況



写真-4.2 導水路施工完了時の近景（左）と全景（右）

5. 施工での評価と課題

採用したL型プレキャスト水路の施工について、実際に工事を担当した管理技術者、監督支援業務の技術員、監督職員の各者に、施工後にヒアリングを実施した。その特徴的な内容を以下に示す。

(1) 工程管理

- ・現場での施工は速いが、工程は工場製作に縛られるため、途中での数量変更増を伴うとかえって工程が伸びる可能性がある。
- ・施工サイクルが安定しているので、順調に進めることができる。

(2) 施工管理

- ・プレキャストL型は大型構造物であり、小さな製品誤差や据付誤差が端部では大きな段差になりうることから、出来形管理に細心の注意が必要である。
- ・本工事では据付にあたり丁張や水系に代えてレーザー水準器により管理した。
- ・現場打ち水路との接続箇所では、L型プレキャスト水路と断面が違うため、ほかとの構造物の取り合いや見た目に注意が必要である。
- ・現場打ち水路の目地間隔は、1箇所/10mであるが、プレキャストL型の場合は製品長が2mのため目地間隔が1箇所/2mで箇所数が多くなり、さらに高さ2.5m程度であったため、目地材注入に現場打ちより時間を要する。

(3) 安全管理

- ・プレキャストL型は大型重量物であり、施工の際の挟まれに十分注意する必要がある。
- ・プレキャストL型は、1基当たり重量約4.5t/基、寸法は1基当たり延長2.0m、高さ約2.5mであり、特殊車両でなくても現場搬入が可能である。
- ・プレキャストL型を設置後、仮設の屋根をその上に

設置したことにより、現場打ち底版の養生や作業員の熱中症対策で日陰の休憩所として活用できた。

(4) 施工の評価

- ・現場打ち水路に比べ、鉄筋組立、型枠組立、養生、足場設置等、すべての工程で施工速度は圧倒的に早く、また、熟練工が減る中で、複雑な配筋加工や型枠組立などの工数を削減可能となる。

(5) 設計上の課題

- ・一般的にコンクリート二次製品と現場打ちコンクリートの接続部では、外部拘束に伴う細かなクラックが入りやすい。今後、経過観察していき、状況によっては、クラック防止の検討、対策が必要である。

工事の課題であった工期短縮の観点では、よい評価を受けた。また、今後の改善点、施工時の注意点等の指摘も寄せられた。

6. 終わりに

ストックヤード施設は、令和3年3月に概成し、令和3年6月から試験運用を開始する。ストックヤード施設の工事中においては、昨年台風第19号の出水や今年7月の梅雨前線停滞に伴う豪雨により流域の上流から洪水と土砂が流下し、施工地の周辺を含め、大量の流木と土砂堆積が発生した。またそういった出水により仮設物の流出や護岸の崩壊など施工地の被災を受けることも過去に発生している。

このように、近年の異常気象も相まって三峰川上流域の河川特性の変状は著しい。このような変状に対し、限りある予算の中で必要な整備を行い、臨機応変に対応していくことが重要と考えている。それらを踏まえ、今後もより一層のコスト縮減並びに工期短縮について検討を行い、事業の進捗に取り組んでいく所存である。