

# ダム貯水池における通年施工の取り組み

伊吹孝之<sup>1</sup>・渡辺裕昭<sup>1</sup>・佐藤康晴<sup>1</sup>

<sup>1</sup>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）

三峰川総合開発工事事務所では、美和ダムの貯水池への堆砂を抑制し、ダムの洪水調節機能を保全するため、湖内堆砂対策施設を建設する事業を進めている。

この施設は、ダム湖内に堆積した粒度の細かい土砂を上流に一時的に貯留し、既設の土砂バイパストンネルの運用に合わせ、洪水の掃流力を利用してバイパストンネルへ排砂する施設である。本稿はこの施設をより合理的に建設するための通年施工の取り組みについて報告するものである。

キーワード：湖内堆砂対策施設、仮締切、通年施工

## 1. はじめに

美和ダムは、天竜川水系の最大支川の三峰川に、洪水調節、発電及びかんがいを目的として昭和34年に建設された多目的ダムである。美和ダムの位置及び諸元を図-1.1に示す。

三峰川は、南アルプス仙丈ヶ岳（標高3,033m）に源を発し、その流域に中央構造線を代表とする複数の断層と脆弱な地質、急峻な地形により土砂生産量が多く、洪水

時には大量の土砂が流出する。美和ダムでは、完成後3年間で約680万 $m^3$ の土砂が流入し、当初計画堆砂量の659万 $m^3$ を超え、その後も昭和57年、58年の洪水で約600万 $m^3$ の土砂が堆積するなど、大量の土砂が堆積している。また、美和ダムの堆砂は、ボーリング調査より粒径2mm程度以下の細粒土砂が占める割合が90%程度と推定されており、その中でも粘土及びシルトの占める割合が多いという特徴がある。

昭和41年度より、砂利採取により貯水池内の掘削が行われ、計画的な対策が行われてきたが、計画を上回る流入土砂には対応ができず、抜本的な堆砂対策が求められていた。

そこで、平成元年度より堆砂の進んだ貯水池の容量を回復するための堆砂掘削と、貯水池の堆砂を抑制するための恒久堆砂対策を目的とした再開発事業に着手している。再開発事業のメニューを図-1.2に示す。

このうち、計画された約200万 $m^3$ の土砂掘削及び、恒久堆砂対策のうちの土砂バイパス施設は平成17年度に完成し、現在試験運用中である。また、分派堰を超えて貯水池へ流入する土砂のうち、貯水池に堆積し、治水機能に影響を及ぼすものについては、湖内堆砂対策施設により貯水池内の治水容量を保全する計画となっている。本稿は、この湖内堆砂対策施設の施工期間を確保するために実施している通年施工の取り組みについて報告するものである。

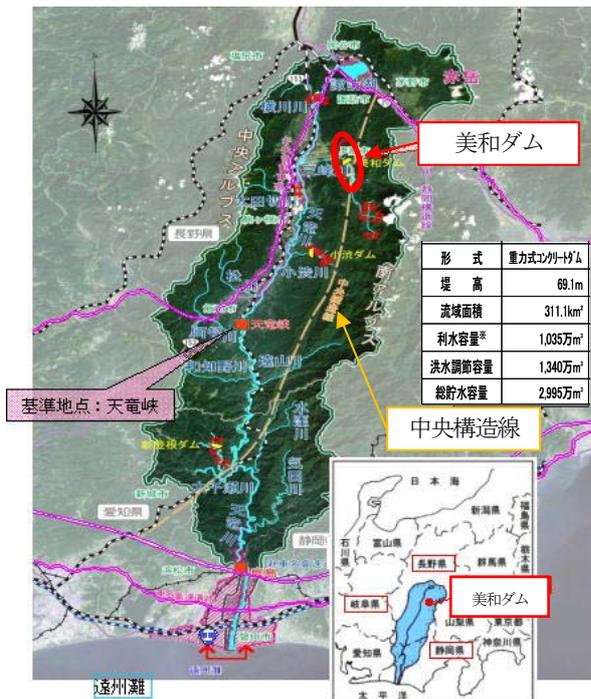


図-1.1 美和ダム位置図

## 2. 湖内堆砂対策施設の概要

湖内堆砂対策施設は、ダム湖内に堆積する細かい土砂を効率的に抑制するため、既設分派堰上流に土砂を貯めておくためのストックヤードを設置し、非洪水期に貯水池内の堆積土砂を運搬し集積する。その後の出水に併せ、バイパス放流を行う際に、流水の掃流力によりストックヤードの土砂をバイパストンネルへ流下させるものである。湖内堆砂対策施設の概略イメージを図-2.1に示す。なお、美和ダムの排砂計画は何度か見直しが行われているが、現時点の計画における平均的な年間の土砂収支は図-2.2に示すとおりであり、湖内堆砂対策量は最大年3万 $m^3$ としている。

### 3. スtockヤードの施工における課題

#### (1) スtockヤードの概要

ストックヤードの計画堆砂量は3万 $m^3$ の土砂を集積することから、施設は大規模なものとなる。

- ・ストックヤードのコンクリート擁壁  
L=217m、W=43m、H=5.5m

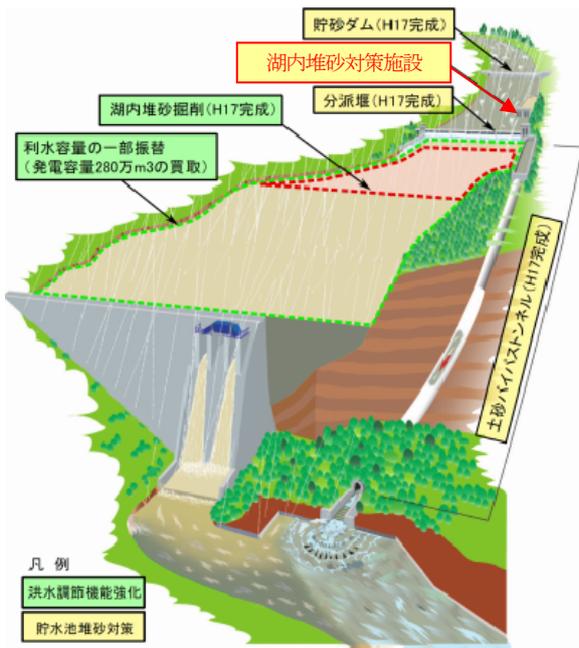


図-1.2 再開発事業メニュー

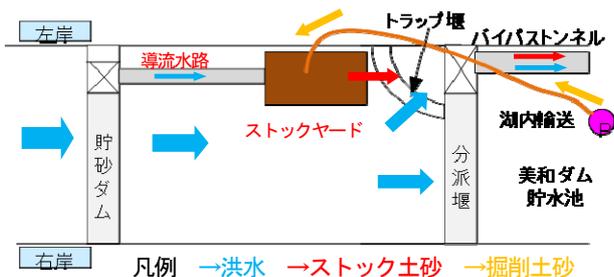


図-2.1 湖内堆砂対策施設の概略イメージ

容量 $V=30,000m^3$

- ・排砂ゲート（鋼製ローラゲート）4門  
W=6m、H=2.5m
- ・導水路  
L=284.7m、W=7.5m、H=2.2m
- ・取水施設（鋼製ローラゲート）1門  
W=7.5m、H=1.1m

ストックヤードのイメージを図-3.1に示す。

#### (2) 仮締切設置による通年施工の課題

ストックヤード本体部の施工は、施工数量が大きく、全体工程のクリティカルパスとなるため、仮締切を設置したうえで通年施工を計画し、実施することとした。

仮締切施工での利点は、施工期間が安定して確保できること、施工箇所の確認が可能となること等である。しかし、出水期間中も施工することで、洪水時の土砂バイパス試験運用に影響を与えないように工夫する必要があった。このため、通年施工を行うにあたって、以下の課題が掲げられた。

- ①仮締切の構造が流水のスムーズな流下を阻害する
  - ②堆積土の上に築造する仮締切構造の安全性の確保
- 上記の課題を解消するために以下の対策を講じた。
- ①自立式一重鋼矢板による仮締切の設置
  - ②鋼矢板背面・前面への腹付盛土の構築

#### (3) 仮締切の形状・規模の検討

仮締切の形状は、盛土による締切と鋼矢板による締切を検討し、現場条件から起終点部については盛土締切とし、ストックヤード部については、長谷湖の河積への影響と水深が約5mとなることを考慮し、鋼矢板締切（一重）とした。

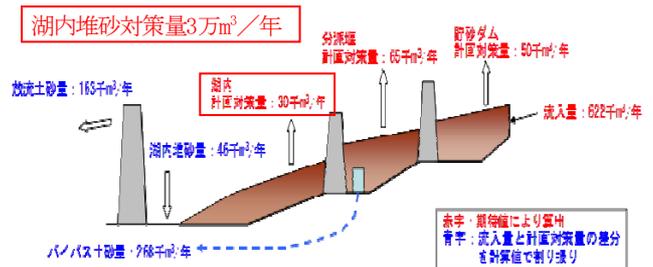


図-2.2 美和ダム年間土砂収支



図-3.1 スtockヤードイメージ

仮締切の平面形状を図-3.2に、断面形状を図-3.3に示す。

#### 4. 仮締切の維持管理

##### (1) 湛水試験による仮締切の安全性確認

仮締切設置後、最初の出水となった平成28年4月7日の出水による水位の上昇に伴い、想定を上回る漏水が発生し、仮締切内が湛水した。湛水時の状況を図-4.1に示す。

仮締切内が湛水した原因は、鋼矢板の継目からの漏水であり水圧により継目に発生した間隙に起因すると考えた。

このため、補強対策として、鋼矢板前面（川側）に大型土のう及び高さ3.0mの遮水用盛土を実施し、鋼矢板の継目の間隙に止水材を注入した。実施した対策を図-4.2に示す。

仮締切の補強対策が完了した後、止水効果を確認するため、湛水試験を実施した。調査概要は以下のとおりで

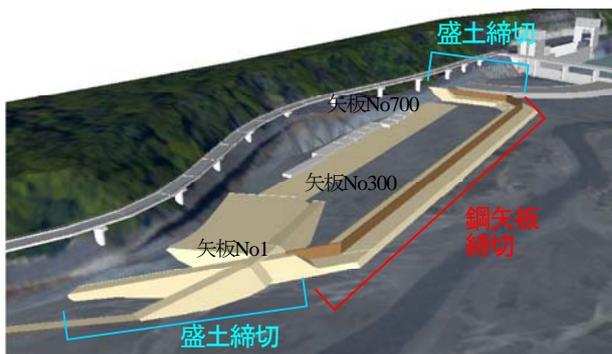


図-3.2 仮締切平面形状（3D描写）

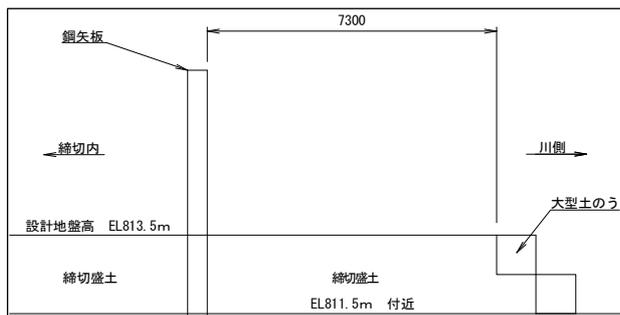


図-3.3 仮締切断面形状



図-4.1 仮締切内の湛水状況

ある。

調査日：平成28年6月14日 湛水開始

平成28年6月16日 湛水終了

調査項目：①矢板からの漏水箇所調査

②矢板の変位量調査

③締切内への流入量調査

湛水試験時の締切内の状況を図-4.3に示す。

##### (2) 湛水試験結果

###### ①漏水箇所調査

矢板の継目に注入した止水材の効果を確認するため、漏水箇所の調査を行った。

補強対策前後の矢板からの漏水箇所の変化を表-4.1に示す。対策の実施により、漏水箇所の割合が大幅に減少しており、対策の効果が十分発揮されている。

###### ②変位量調査

湛水による水圧が矢板に及ぼす影響を把握するため変位量及び漏水量の変化を計測した。また、施工時における管理のため、湛水後に水位が低下した状況で、鋼矢板の挙動について確認した。矢板の鉛直方向の変位量の変化を図-4.4に示す。

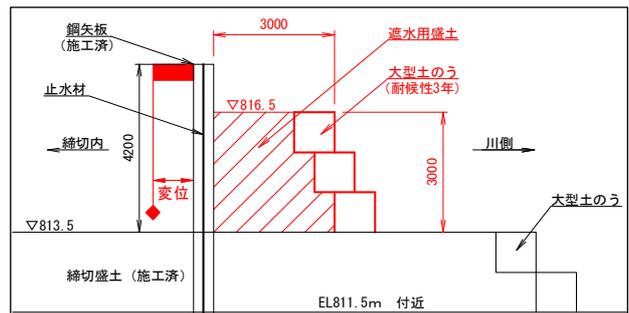


図-4.2 仮締切補強対策



図-4.3 湛水試験の状況

表-4.1 補強対策前後の漏水箇所の変化

隙間幅 (mm)	全箇所数	対策前 (水頭差: 3.2m)		対策後 (水頭差: 3.0m)	
		調査対象箇所数	漏水箇所合計 箇所数 割合	調査対象箇所数	漏水箇所合計 箇所数 割合
0	219	219	65 29.7%	166	1 0.6%
1	184	184	114 62.0%	149	1 0.7%
2	139	139	75 54.0%	105	2 1.9%
3	84	84	45 53.6%	53	1 1.9%
4	30	30	18 60.0%	24	0 0.0%
5	27	27	18 66.7%	20	0 0.0%
6	27	27	13 48.1%	16	0 0.0%
7	7	7	4 57.1%	4	0 0.0%
8	3	3	0 0.0%	0	0 0.0%
9以上	2	2	0 0.0%	1	0 0.0%
合計	722	722	352 48.8%	538	5 0.9%

調査の結果、水位上昇により測定全箇所において、矢板が締切内側へ変位した。設計時の基準断面において、許容変位量は126mmであり、実測の最大値は矢板No. 200において125mmであり、許容変位量内に収まっていた。また、湛水により内側に約20mm変位したが、水位低下後には約15mm変位が戻ったものの、湛水前の状態にまでは戻っていない。

湛水試験における水位は816.5mであるが、仮締切対象流量時における水位は817.7m（今回より+1.2m）であるため、許容変位量を超過することが想定された。

### ③仮締切内への漏水量調査

仮締切内への総漏水量を算出するため現場内水位上昇量と経過時間を計測し総漏水量を算出した。計測値を表-4.2に示す。

計測の結果、7.8m<sup>3</sup>/minの漏水量があり、現状の排水能力（8インチ2台：6.6m<sup>3</sup>/min）では排水しきれない状況であった。

湛水試験の結果より、仮締切は補強対策により止水性が向上し、効果を発揮しているものの、鋼矢板の変位量が許容値を上回る可能性があることがわかった。実際の湛水時には降雨や左岸法面、盛土部からの流入も考慮する必要がある。

このため、鋼矢板の変位量を減少させるための対策、盛土部からの漏水を低減させる対策、さらに排水能力の向上が必要となった。

### (3) 変位量の低減、漏水・湧水対策

鋼矢板前面に設置した遮水用盛土は、シルト分を多く含んでおり透水性が低いことから、遮水性能を向上させた。しかし、湛水時にはせん断力が低下し、はらみ出しとともに流動化した（図-4.5）。このため、鋼矢板の変位量を低減することができなかったと考えられる。

この対策として、矢板部の盛土材料をせん断耐力の期待できる砂礫に置き換えるとともに、盛土と土のうの間に遮水シートを設置した。（盛土部の漏水対策として水衝部に遮水シートを設置し覆土を行った。）また、排水能力を向上させるため、排水ポンプを増設配置した。実施した対策を図-4.6に示す。

これらの追加対策により、仮締切設置後複数回湛水しているが、漏水量は増加していない。矢板の変位量については、概ね許容変位量内で管理されている。

これらの対策により、漏水箇所を減少させ、排水ポンプにより安定した排水が実施されている。

## 5. 通年施工による効果

### (1) 安定した工程の確保

非出水期の出水により早期に対応を図ったため、その後の出水期においても、施工ヤード内において漏水することなく、安全な状態で作業が実施できている。なお、出水による仮締切の損傷は発生していない。

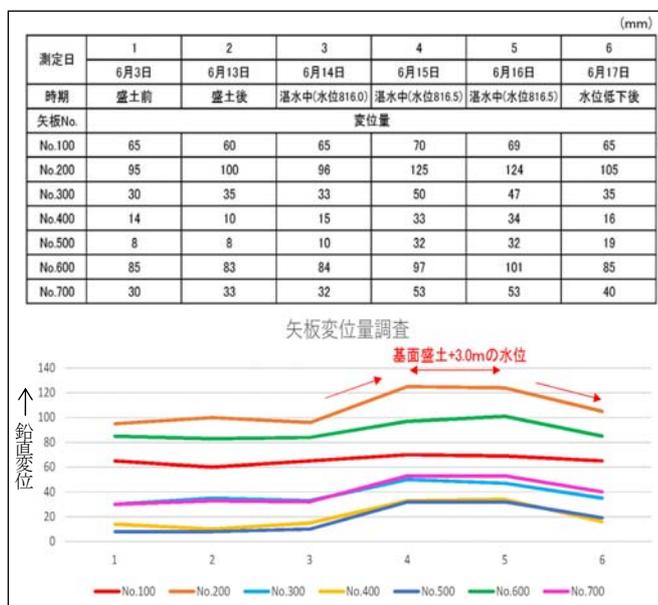


図-4.4 矢板の鉛直方向変位量の変化

表-4.2 流入量測定値

	計測開始時	計測終了時	増加分(計測後-前)	6/16 7時 (計測/15 19時)	増加分(6/16-6/15)
経過時間 (秒)	0	3,810	3,810	43,200	43,200
水位 (EL.)	812.02	812.12	0.1	812.28	0.16
流入体積 (m <sup>3</sup> )	2,890	3,312	422	4,139	827
流入量 (m <sup>3</sup> /min)	-	-	6.6	-	7.8



図-4.5 盛土のはらみ出しの状況

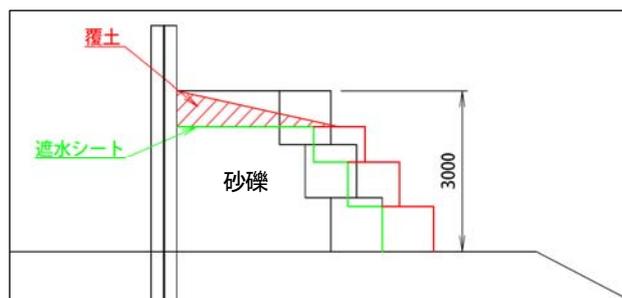


図-4.6 仮締切補強対策

## (2) 旬な現場等の現場見学会の開催

三峰川総合開発工事事務所では、一般の方が普段は入ることのできない土砂バイパストンネル内や、国内初となる「湖内堆砂対策施設」の建設現場で今まさに動いている旬な状況を案内している。これまでの開催数と参加者数を表-5.1に、見学会の様子を図-5.1に示す。

平成28年度から出水期を含めた通年施工を実施したことにより、現場見学会の開催回数が前年の約1.2倍となり、人数にして約2倍の見学者を迎え入れることができた。これによりダム再開事業の理解を一層推進することができたと考えている。

## 6. おわりに

補強対策後の湛水試験により、当初の仮締切では仮設対象流量に対応した水位に対して、安全性能を満足していないことが判明した。これは、仮設設計時には想定していなかった鋼矢板の変位に起因する継手からの漏水及び盛土への浸水による漏水であった。これらに対し、鋼矢板の継手に止水処理を行い、また、盛土や遮水シートの設置により仮締切を強化し、所定の安全性を確保することができた。

現在は、鋼矢板の変位量の経過観察及び漏水量を管理しながら仮締切の安全性を確保している。

今後は、引き続き仮締切を適切に維持管理し、安定した施工ヤードを確保して工事を安全に進めていく予定である。

表-5.1 現場見学会実施状況

年 度	開催数	参加者数	備 考
平成25年	16回	212名	
平成26年	17回	151名	
平成27年	23回	210名	
平成28年	27回	415名	通年施工



図-5.1 現場見学会の様子