# ダム湖内に構築した鋼管矢板立坑内掘削時の計測管理と止水対策について

清水建設株式会社四国支店　正会員　○朝山　順一[※1]　芳岡　良一[※1]　高畑　研[※1]
国土交通省四国地方整備局　谷岡　敏幸[※2]

## 1．はじめに

鹿野川ダムトンネル洪水吐新設工事は，既存ダムの改造事業であり，洪水時のダムの洪水調節容量を1.4倍に増加させるために，ダム湖内の呑口立坑とダム右岸側の水路トンネルにより，ダム湖と下流側をバイパスする工事である（**図-1**）．本稿では、呑口立坑部での立坑内掘削における計測管理とその結果を基に実施した止水注入について報告する。

## 2．立坑の構造と立坑内掘削時の計測計画の概要

呑口立坑は、φ1,500mm の鋼管矢板(L=44.0m)34 本で直径17m の円形に仮締切りをした内部を鋼管矢板の天端から深さ41m まで支保工(H-300 2 段、H-400 4 段,H800 4 段)を設置しながら掘削(掘削深さは 32m)し、底版コンクリート打設後、鋼管矢板を切断し、トンネルに貫通させる計画となっている。鋼管矢板の外周は、単粒砕石(5mm)で充填された先行掘削孔との隙間に水中不分離性セメントミルクを注入した状態となっているが、立坑内掘削に伴い、立坑内外の水頭差により水圧が作用し、鋼管矢板が立坑内側に変形し、外周部との隙間が水みちとなり、大規模な出水が発生する危険性があった。

そこで、鋼管矢板及び支保工に計測器を設置し、24 時間立坑の状況を監視しながら掘削を進める計画とした。計測機器の配置図を**図-2** に示す。鋼管矢板には、挿入式自動傾斜計とひずみ計、支保工にはひずみ計を設置した。また、立坑底版部からの浸水を防止するため鋼管矢板下端から深度方向に15.0m カーテングラウチングを実施しており、その効果を確認するため、グラウチング内外に間隙水圧計を設置した。

上記の配置計画を策定した上で、施工計画に基づいた事前解析を実施し、施工ステップ毎に管理値を設けた。

## 3．施工ステップと計測結果

立坑内は、支保工設置しながらブレーカーによる岩盤掘削を行い、床付後底版コンクリートを打設した後、一旦仮埋戻しをして鋼管矢板を切断してトンネル掘削を行った。施工期間は、平成 27 年 4 月～平成 28 月 2 月である。

各計測機の計測結果を以下に示す（計測器は複数設置しているため、各項目で値が大きい物を抜粋して掲載している)。水位の計測結果を図-3 に示す。立坑内掘削が進むにつれて、

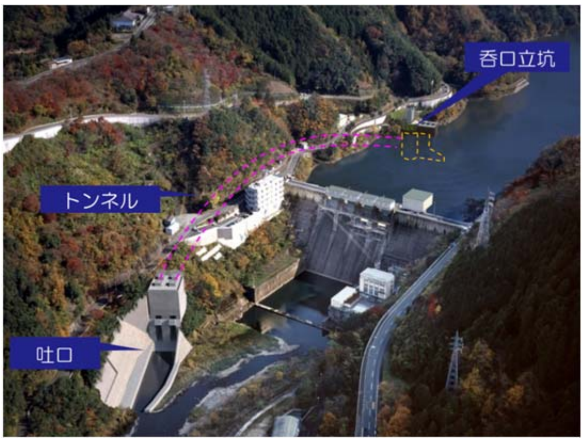


**図-1　完成予想図**

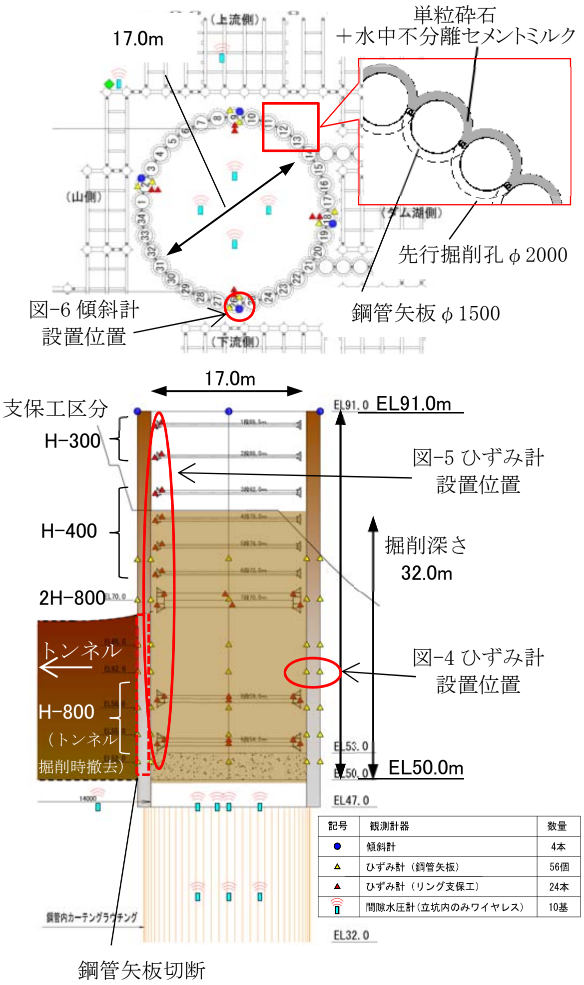


**図-2　立坑概要図と計測機器配置計画図**

キーワード：ダム改造事業、鋼管矢板立坑、計測管理、止水注入

連絡先：[※1]〒797-1505 愛媛県大洲市肱川町予子林 25 清水・安藤ハザマ特定建設工事共同企業体　TEL0893-59-8655
[※2]〒917-0241 愛媛県大洲市肱川町予子林 6-4 四国地方整備局山鳥坂ダム工事事務所 TEL0893-34-3000

間隙水圧計の値が低くなっていき、立坑外の水位(ダム湖水位)との差が大きくなっている。それに伴い、鋼管矢板応力(図-4)、支保工軸力(図-5)が大きくなっている。しかし、鋼管矢板応力は、床付け面まで掘削した段階でも許容応力(280N/mm²)に対して、3割程度にとどまった。

支保工に作用する軸力についても、事前解析の結果(最大約 28,000kN)と比較して、8 割程度で収まった。

## 4．掘削に伴う鋼管矢板の変形と止水注入

図-6 に鋼管矢板の変形形状を示す。鋼管矢板の変形形状における事前解析との比較は、既報 [1]にて報告した。

当初計画では、立坑内を掘削することにより鋼管矢板が変形するため、床付け完了後に鋼管矢板の背面側にセメントミルクを注入する計画となっていた。しかし、床付け完了後もトンネル接続掘削に伴い支保工を 2 箇所撤去、底版部の鋼管矢板撤去があり、図-6 に示したように、それぞれ 2mm～10mm 程度、累計で 17mm 程度の立坑内側へ変形が見られ、鋼管矢板背面側に水みちが形成されている可能性があった。そのため、鋼管矢板の変形が大きく発生した施工ステップ毎に鋼管矢板背面側へのセメントミルク注入を追加で施工し、立坑内・トンネル内への浸水を防止した。立坑とトンネル、ダム湖との位置関係から、立坑とトンネルが接続された 2 箇所からの水の侵入を防止することが最も効果的と考え、図-7 の位置を選定した。

## 5．まとめ

ダム湖内に鋼管矢板仮締切りで構築された立坑内の掘削及び鋼管矢板を切断してのトンネル接続掘削において、常にダム湖からの水の侵入・立坑内への出水の危険性がある中、設置した計測機器によって、掘削の進捗、水位変動による鋼管矢板・支保工に掛かる応力や変形の現状を把握することで、大きな出水等の発生を未然に防止し、安全に施工を進めることが出来た。

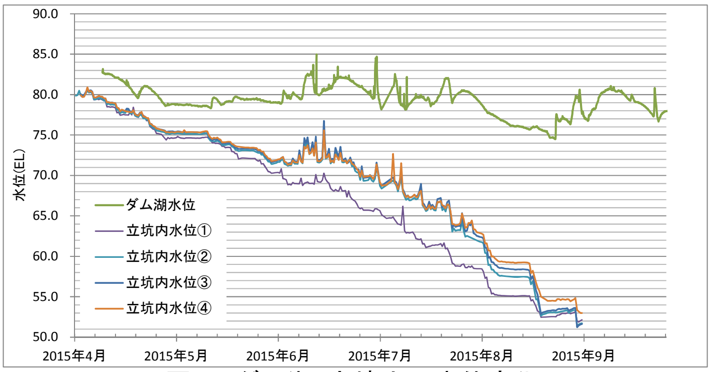


図-3　ダム湖･立坑内の水位変化

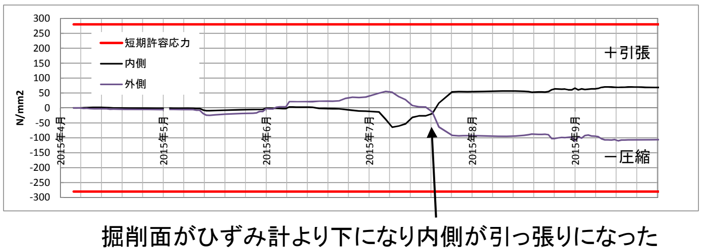


図-4　ひずみ計計測結果(応力)

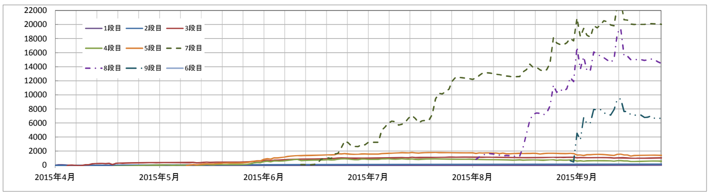


図-5　ひずみ計計測結果(応力)

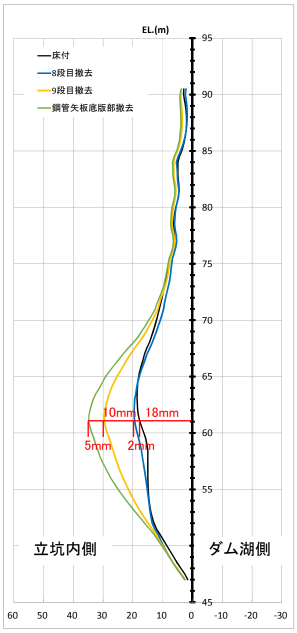


図-6　鋼管矢板変形形状

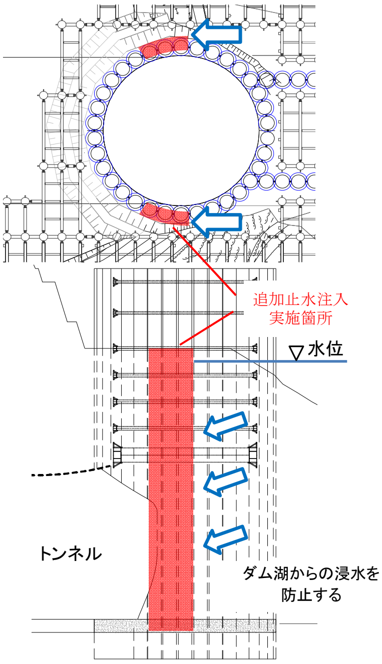


図-7　追加止水注入位置

特に、鋼管矢板に設置した挿入式自動傾斜計により鋼管矢板の変形を即座に確認することができ、追加の止水注入の実施に繋がった。今回のようなダム湖内での工事では、現場の変状を見逃すことで大規模な災害に繋がるおそれがあるため、リアルタイムに計測できるシステムを活用することが非常に重要であると考え得られる。

**参考文献** 1) 古宇田剛史，新美勝之，内海崇晴：鋼管矢板井筒の施工時挙動に関する検討，土木学会第 71 回年次学術講演会概要集，2016.9