

奥只見発電所増設工事における 環境保全に配慮した工事施工

嶋田善多¹・橋本長幸²・佐藤俊哉³

¹正会員 工修 電源開発(株)エンジニアリング事業部 (〒104 - 8165 東京都中央区銀座 6 丁目 15 番 1 号)

²正会員 工修 電源開発(株)奥只見大鳥増設建設所 (〒946 - 0011 新潟県北魚沼郡小出町小出島坂之下 938)

³正会員 電源開発(株)エンジニアリング事業部 (〒104 - 8165 東京都中央区銀座 6 丁目 15 番 1 号)

奥只見・大鳥発電所増設計画は、阿賀野川水系に位置する既設奥只見発電所（最大出力 36 万 kW）及び既設大鳥発電所（最大出力 9.5 万 kW）に隣接して、それぞれ最大出力 20 万 kW、8.7 万 kW の発電所を増設するものである。本計画の特徴としては、一般水力における国内最大級の地下発電所増設計画であることに加えて、計画箇所が国定公園内で、かつイヌワシ等の希少猛禽類が生息する豊かな自然環境下にあることが挙げられる。このため工事にあたっては、希少猛禽類、特にイヌワシの営巣期に配慮して、地上部は年間 4 ヶ月、地下部掘削については年間 6 ヶ月という厳しい工事期間の制約を設けて、4 ヶ年で工事を完了すべく実施している。本稿では、奥只見発電所増設工事について、種々の環境保全対策並びに本増設工事の設計・施工の特徴を述べるとともに、工事期間の制約下で工程確保に向けて検討を行った放水路トンネル（全長 3,445m）工事の合理化設計・施工について述べる。

キーワード：水力発電，水路トンネル，環境保全，希少猛禽類，鋼繊維補強吹付コンクリート

1. 工事概要¹⁾

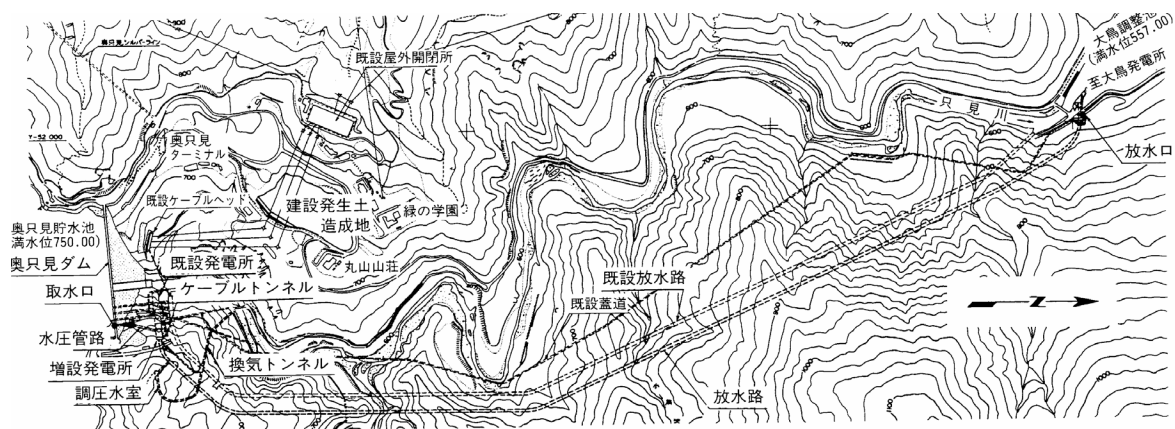
奥只見・大鳥発電所増設計画は、新潟県と福島県の県境を流れる阿賀野川水系只見川の最上流部に位置する既設奥只見発電所及びその下流の既設大鳥発電所に隣接して発電所を増設し、両既設発電所が有しているピーク対応効用をさらに高めて、あわせて 28 万 7 千 kW のピーク供給力の増強を図る計画で、一般水力の増設では国内最大である。両増設発電所の計画諸元を表-1 に示す。

奥只見・大鳥発電所増設工事は平成 11 年 7 月に本格着工し、周辺環境と既設発電所の運転に影響を与えないよう、各種の環境保全対策及び設計・施工の工夫を行いながら鋭意工事を進めている。平成 13 年 12 月現在、両増設発電所等の掘削を完了し、土木進捗率は 80% で、平成 15 年 6 月の運転開始を目指している。

表-1 計画諸元

発電所名	奥只見発電所		大鳥発電所	
	既設	増設	既設	増設
発電方式	ダム水路式		ダム式	
利用水深 (m)	60	25	6	
最大出力 (KW)	360 千	200 千	95 千	87 千
最大使用水量 (m ³ /s)	249	138	220	207
有効落差 (m)	170.0	164.2	50.8	48.1

本増設計画の内、奥只見発電所増設計画は、総貯水量約 6 億 m³ の奥只見貯水池を利用して、最大出力 20 万 kW の発電を行うものである。増設する取水口は、既設取水口の右岸側に奥只見ダムに付帯させて設け、取水した水は、水圧管路でダム堤体内を通過させた後、立坑で地下発電所に導水する。既設発電所を奥行き方向（地山深部方向）に延長した増設発電所を経て、既設放水路に並行して設ける延長 3,445m の放水路を通して、新設放水口より大鳥調整池に放流する。



図－１ 奥只見発電所増設計画 全体平面図

表－２ 奥只見発電所増設計画 主要工事工程表

	11年度	12年度	13年度	14年度	15年度
取水口	仮締切設置	仮締切設置	本体・ゲート	仮締切撤去	運転開始 ▼
水圧管路	掘削	掘削・鉄管	鉄管・コンクリート	鉄管・コンクリート	
放水路	掘削	掘削・コンクリート	掘削・コンクリート	コンクリート	
放水口	仮締切・掘削	掘削・コンクリート	コンクリート	コンクリート・ゲート・仮締切撤去	
発電所	掘削・アーチコンクリート	掘削・コンクリート	コンクリート・建築工事	電気機器据付	

※1 着色期間が工事制約を伴うイヌワシ営巣期 ※2 放水路の作業坑別の工程は表－４に示す ※3 ≡ 掘削 — その他

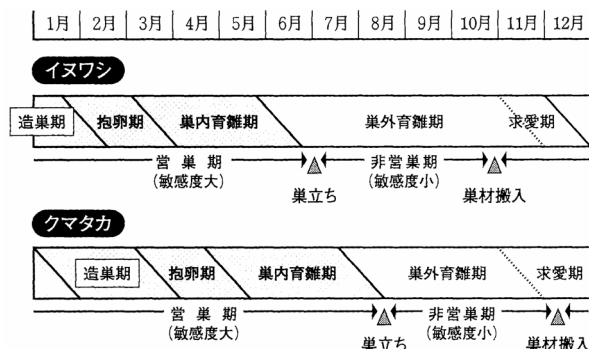
図－１に全体計画平面，表－２に主要工事工程，表－３に主要諸元を示す。

表－３ 奥只見増設発電所計画 主要諸元

貯水ダム	重力式コンクリートダム 堤長 480m 高さ 157m 総貯水量 601×10 ⁶ m ³
取水口	ダム付属式 高さ 10.80m 幅 3.00m×3連
水圧管路	埋設型水圧鉄管 内径 6.50～4.00m 延長 280.41m 1条
発電所	地下式発電所 幅 17.90m 高さ 39.20m 延長 45.00m
放水路	上部半円下部矩形無圧トンネル 幅 8.34m 高さ 6.10～6.02m 延長 3444.67m
放水路 調圧水室	単動調圧式 幅 5.16m 高さ 6.33m 延長 129.00m
放水口	側方放水型 幅 6.30m 高さ 6.30m 延長 25.50m
水車	立軸フランシス水車 出力 205,000KW
発電機	三相交流同期発電機 容量 223,000kVA

2. 計画地点に棲息する希少猛禽類

工事区域周辺において、イヌワシ 2 つがいとクマタカ 1 つがいの営巣を確認している。イヌワシやクマタカはその個体数が少なく希少種として扱われるとともに、その生活サイクル（図－２）のうち営巣期（造巣期～抱卵期～巣内育雛期）には敏感度が大きくなるとされている。



図－２ 希少猛禽類の生活サイクル²⁾

3. 環境保全対策^{3), 4)}

本地点は、前述したように国定公園特別地域内に位置すること、工事区域周辺にイヌワシ等の希少猛禽類の生息が確認されること等から、増設工事と自然環境保全との両立を図るために、設計上での配慮とともに、工事にあたっては以下に示す種々の環境保全対策を施し万全を期している。

(1) 希少猛禽類保護対策

a) 工事期間の制限及びモニタリング

イヌワシは営巣期(11月～6月)には行動範囲が狭くなるとともに敏感度が大きくなる。その期間における工事に伴う環境負荷を極力軽減するため、関係行政機関との協議の結果、営巣地から半径1.2kmの範囲内では、地上部の工事及び工事車両の通行は行わないこととした。このため、奥只見発電所増設工事において地上部工事は、非営巣期の7月～10月の4ヶ月とした。地下発電所の掘削工事は、半径1.2km以内の工事車両の通行が不可欠なことから、地上部工事と同様に非営巣期の4ヶ月とした。放水路トンネル下口の掘削工事は、1.2km以遠に掘削ずり仮置用地を配置することが可能なこと等から、7月～12月の6ヶ月と工事期間の制約を設けることとした。

本地点では、鳥類調査を継続して行っており、その行動圏や繁殖状況の把握に努めるとともに、工事期間中には工事の影響が及ぶおそれがあるかどうかを監視するためのモニタリングを実施している。

b) 幼鳥巣立ちに配慮した工事制約

平成12年7月2日にイヌワシ奥只見ペア(奥只見ダム近傍に営巣しているイヌワシのペアの通称)の幼鳥が6年ぶりに巣立ちした。営巣期に配慮して地上部工事は平成11年11月～平成12年6月の間休止しており、7月からの工事再開に当たっては、奥只見ペアの幼鳥の巣立ちに配慮して以下の工事制約等の保護対策を実施した。

巣立ち直後の幼鳥は、飛翔能力が乏しく巣周辺を離れず、また親鳥の給餌がなければ生きていけないことから、工事再開行為が幼鳥を驚かしたり、親鳥の警戒心を招き幼鳥が孤立してしまうことのないよ

うにしなければならない。

営巣地周辺の工事については、モニタリングを同時に実施しながら、時間的に徐々に工事を立ち上げていく方法とした。空間的にも営巣地から遠い区域から開始して徐々に本格的工事へ移行した。工事車両の通行も当初は少ない台数から始め、徐々に台数を増やしていく方法とした。工事区域周辺での幼鳥の止まり行動や工事の影響と思われる異常行動(警戒鳴声等)が確認された場合には、モニタリング中の調査員から連絡を受け、直ちに作業を休止するようなフィードバック体制も整備した。

工事のステップアップについては、モニタリング結果に基づき、学識経験者、専門家の指導・助言を得て慎重な対応を実施し、最終的には、巣立ち後1ヶ月経過した8月2日に工事規制を全面解除した。なお、イヌワシ幼鳥のモニタリングは、巣立ち前の6月20日から8月10日まで連続して実施した。



電源開発(株) 2000年7月19日撮影

写真-1 奥只見ペアの幼鳥(雌)

成鳥で翼を広げた長さが約180cm、体重約3～4kg
巣立ち時点の幼鳥は、成鳥と同程度の体格である。

(2) 自然環境保全対策

上記の希少猛禽類保護対策のほか、自然環境の保全のため、以下の対策を実施している。

a) 水質保全対策

- ・工事用水はできるだけ循環使用
- ・排水は濁水処理設備で清浄化し水質を確認した上で公共用水域に放流(SS50mg/l以下, PH5.8～8.6)
- ・水中工事(取水口工事)では二重の汚濁防止膜を設置して、汚濁水の拡散を防止

b) 騒音・振動対策

- ・段発発破の採用
- ・防音扉・防音シート等の設置
- ・定置式コンクリート及び骨材製造設備の建屋内収納

- ・工事用車両の速度，通行制限（通行間隔の確保）
- ・車両停止時のアイドリングストップ

C) 照明・色彩対策

- ・仮設備・工事用機械の外観色彩には，警戒色（赤，黄，オレンジ）を極力避ける．
- ・夜間の生態系保護のため，照明範囲は工事安全上必要最小限とし，昆虫や植物に影響の少ない波長域を有している高圧ナトリウムランプを使用

(3) 湿地関連生態系保全対策

掘削岩埋立て造成予定地内の湿地には，事前の環境調査により，ミツガシワ，リュウキンカ，ミズドクサ等の水生植物及びムツアカネ，オゼイトトンボ，エゾイトトンボ等のトンボ類が生息分布することが確認されている．

造成にあたっては，これらの湿地環境及び生息する生物を保全するために，現存湿地に影響を及ぼさない範囲に先行造成を行い，その造成敷地上に代替湿地を整備することとした．また，現存湿地と代替湿地を約2年間並存させることができるよう造成計画を策定し，水生植物の移植やトンボ類の自然誘導及び世代交代を図るものとした．現在，現存湿地部の造成も終了しているが，トンボ類，水生植物の代替湿地への定着は良好な結果となっている．^{5), 6), 7)}



写真-2 代替湿地の状況

(4) 取水口の迷入魚防止対策

奥只見貯水池は別名「銀山湖」と呼ばれ，大イワナの生息する湖として釣客等に有名な湖である．このため，イワナの生息環境を保全するために，増設取水口に，イワナの餌となるワカサギ等の流下防止を目的とした迷入魚防止装置を設置することとしている．迷入魚防止装置としては，事例調査，ワカサギによる実験等の結果から，水中ライト（光）及び

水中スピーカ（音）を設置することとしている．

(5) 建設副産物対策

工事に伴って発生する建設副産物は，建設発生土，建設汚泥，コンクリート塊などがあり，以下に示す再生利用を図ることとしている．

建設発生土のうち掘削岩は，必要量（全発生量の20%）を骨材製造設備で破砕処理後，コンクリート用骨材として再生利用する．

建設汚泥（脱水ケーキ）は，約50%を有機肥料と混合して埋め立て造成地等の緑化基盤材として再生利用する⁸⁾．コンクリート塊についても今後埋戻し材，路盤材等として再生利用を検討している．

(6) 環境マネジメントシステムの導入⁹⁾

上記の環境保全対策を確実に実行すべく組織運営ツールとして，環境マネジメントシステム ISO14001 を認証取得（建設機関としては国内初）して，施工会社も含めた環境保全対策の充実に取り組んでいる．

5. 設計・施工の特徴

(1) 設計・施工の前提条件

工事にあたっては，既設発電運用，環境保全を考慮し以下の点を前提に設計，施工計画を策定した．

- ① 既設奥只見・大鳥発電所は大出力であることから，発電運用を継続しながら施工する．
- ② 自然豊かな地域であることから，構造物のレイアウトを可能な限り地下式とする．
- ③ 自然改変を極力低減すべく，工事用道路は既設管理用道路を，仮設備ヤードは既設土捨場跡地や広場等の既設設備を最大限有効利用する．
- ④ 年間工期の制約，全体工程の確保，環境対策等の諸条件を満たす一方で，コスト抑制となる新技術・工法を採用する．

奥只見発電所増設工事の特徴を以下に述べる．なお工事期間の制約下でクリティカルとなる放水路トンネル工事の工程確保に向けた合理化設計・施工については次章で詳細に述べる．

(2) 取水口仮締切^{10), 11)}

増設取水口工事は、既設貯水池及び発電所を運用しながら行う必要がある。ダム前面に設置する取水口、ダム堤体の穴開け及び水圧管路設置にあたっては、ダム上流面に最大水深約 50m の仮締切を設置しドライ状態とした。当該仮締切は、水圧に対して構造上有利な半円形断面（半径約 8 m）とし、ボックス型鋼矢板とその中に充填した水中コンクリートとの一体化構造により、薄肉化（厚さ 65 cm）と水密性の向上を図った。



写真-3 取水口仮締切

(3) 地下発電所の拡張¹²⁾

増設発電所は、既設発電所を奥行き方向（地下深部方向）に延長して空洞を掘削し、一体化するものである。これにより既設発電所の組立スペース、天井クレーン、搬入路等の共有化が図られ、コンパクトな発電所となった。掘削工事では、計測機器による振動等のモニタリングを行いつつ制御発破工法により施工し、隣接する既設発電所の運転に支障が生じないように徹底した施工管理を実施した。

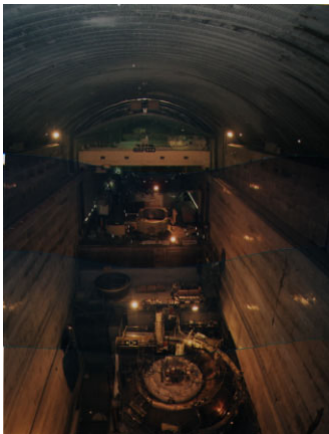


写真-4 地下発電所全景

手前側 増設発電所，奥側 既設発電所

6. 放水路トンネルの設計・施工

(1) 放水路の地質

放水路地点の地質は中・古生代の粘板岩等の堆積岩が主体であるが、変斑レイ岩、変玄武岩、蛇紋岩をオリストリス（異地性岩体）として包含する複雑な構造を呈する。個々の岩体は不規則に粘板岩中に分布し連続性が乏しい。変斑レイ岩、変玄武岩は比較的堅硬な岩体であるが、一部の粘板岩はこれら岩体との境界部で顕著なせん断変形、破碎を被り、大量の湧水を伴う事が確認されている。蛇紋岩は放水口付近に分布し全般に脆弱である。

(2) 放水路トンネルの設計、工程条件

放水路の目的は、自由水面を持つ無圧水路として、最大使用水量 138m³/秒を 3,445m 下流の増設放水口に流下させることである。

工程条件としては平成 14 年 12 月までに工事を完了し、15 年 6 月の営業運転を可能とすること、さらに特異な条件として、遅くとも 13 年 11 月迄には全線貫通し、翌年 6 月までの営業期に営業地から遠隔箇所である放水口部に設置したコンクリートプラントから地下発電所工事用コンクリートのアジテータ車運搬路として利用することである。

これは、イヌワシ保護の観点から営業期には営業地周辺の既設道路の通行を自粛しなければならないことと、地下深部であることからイヌワシ営業に対する影響がなく、通年施工が可能な地下発電所のコンクリート工事を実施することを両立させるための必要条件となっており、全体工程確保のための重要なポイントである。

(3) 当初の設計及び施工計画

ごく小断面の場合を除き、水路トンネルの断面形状は、地盤等の外圧や水理特性を考え馬蹄形や円形の断面を用いることが多く、内面の仕上げについても、水路の摩擦損失を小さくするために二次覆工コンクリートで巻立てることがほとんどである。

当初の設計断面形状もこれらの設計思想に、若干施工性を加味した扁平馬蹄形とし、標準部で 30cm 巻厚の二次覆工を予定していた。

施工計画としては、上流側、中間部、下流側の 3

本の作業坑を設け、合計5箇所の切羽より全断面掘削を行い、掘削完了後に7分巻セントルによる覆工、最後にインポートフィニッシャーによる曲面コンクリート打設を想定していた。

(4) 施工計画の変更

a) 猛禽類保護に係る新たな制約

予定していた3本の作業坑(図-3参照)のうち、中間部の坑口への連絡路は只見川を横断する必要がある、調査工事の際に設置した橋長約120mの仮設橋梁を使用することになっていた。しかしながら、調査工事半ば頃から、一部の自然保護団体による本プロジェクトの反対行動が激しくなり、当該の仮設橋梁もイヌワシ営巣地から1.2km以内に存在することから、その存在がイヌワシの営巣に影響を及ぼすという主張がなされた。

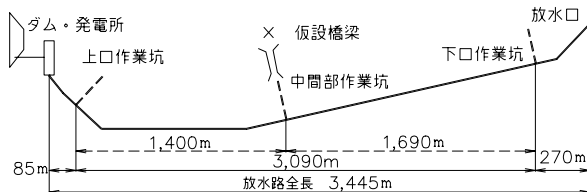


図-3 作業坑概要図

事業者としては、その主張の妥当性に異論があったが、環境保全対策のより積極的な取組みや、仮設橋梁の本工事転用に伴う法令手続きの問題等を考慮し、中間部作業坑の使用を断念し当該仮設橋梁を撤去することとした。

これにより、放水路の作業坑は上流側及び下流側の2本となることから、当初の設計及び施工計画のままでは工程遅延が必至となる。建設資金を借入れ、運転開始後の電力料金で投資回収する事業での工程遅延は、建設中利子や管理費等の事業費増嵩要素となり、事業価値の低下を招くことから得策ではない。このため、工程確保に向けた何らかの対策を講じることが必要となる。当然上記の決断は、設計変更により工程確保し得る技術的検討の上に成り立っているもので、これらについては後述することとする。

b) 工程条件

当初からの工程条件及び作業坑減少による新たな

工程条件を含めて整理すると表-4に示す。表-4のバーチャートが希少猛禽類保護を考慮した施工可能期間である。貫通条件である平成13年11月までの実質作業期間は、初年度約1.5カ月、2年目以降約0.5カ月の準備及び終了時片付けを想定し、上口作業坑が9.5カ月、下口作業坑が14.5カ月となる。また、14年12月までにはコンクリート打設及び作業坑閉塞を含めて全て完了する必要がある。

表-4 作業坑ごとの工程条件

年度	11	12	13	14	15
上口	7 10	7 10	貫通 ▼ 7 10	完了 ▼ 7 10	▼ 運 転 開 始
下口	7 12	7 12	7 12	7 12	
		コンクリート運搬路 11 ← → 6			

工程上クリティカルになるのは、上口及び下口の両作業坑間約3,100mの区間であり、単純平均でも掘削月進130mが必要となる。また14年12月までに全て完了するためには、掘削時に並行作業として後方から巻立てることが必要となるが、原設計の場合内空31m²程度の断面で門型セントル内をずり搬出用重ダンプが頻繁に通行することは、安全面及び作業効率面から不可能と判断し、断面変更を主とする設計変更を行うこととした。

(5) 設計断面の変更

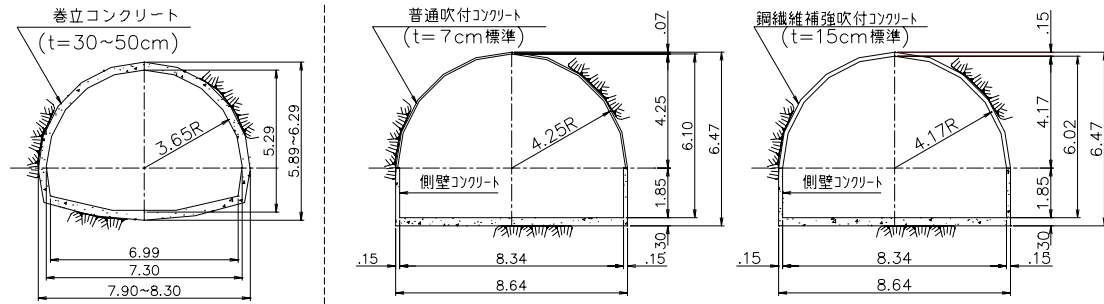
a) 変更概要

設計断面変更の主眼は、変更された工程条件を満足し、かつ設備機能上必要な性能を持つこと、また工事費増嵩のないものを検討することにある。

検討結果は表-5に示すとおりであるが、要点としては、①施工性に優れた吹付による二次覆工を採用したこと、②後方作業の施工性を優先し、平坦なインポートを持つ上部半円下部矩形断面を採用したことである。図-4に放水路断面の新旧比較を示す。図-4に示すとおり岩盤性状により吹付厚が異なる設計であるが、掘削前に仕様を決定することは困難

表－５ 設計断面の変更及び採用した結論

求めた条件	結 論
水理機能条件 通水能力を確保する（ $138\text{m}^3/\text{sec}$ ）	・ 内空断面の拡大 ・ 側壁コンクリートによる粗度改善
工程条件 13 年 11 月貫通，14 年 12 月完了	・ 施工性の良い吹付二次覆工の採用 ・ 平坦インバートの採用
構造物の品質 二次覆工とし，長期的に信頼し得る構造	・ 岩盤不良部は鋼繊維補強吹付採用（15cm 厚標準）
経済性 原案と比較して，工事費増嵩のないこと	・ 鋼繊維混入量の検討（0.85vol%） ・ 岩盤良好部は普通吹付を採用（7cm 厚標準）



当初設計 内空断面積 31.3m^2 変更(地質良好部) 内空断面積 43.8m^2 変更(地質不良部) 内空断面積 42.7m^2

図－４ 放水路断面の新旧比較

であることから，掘削後の一次支保内空を一定とすることとした．これにより二次吹付覆工後のアーチ部内径は吹付厚さの違いにより異なることとなる．

ｂ）水理機能条件からの断面設計

吹付二次覆工を水路トンネルに適用する場合，施工性が高いという長所を持つ反面，粗度係数が高く同一の通水能力を得るためには必要内空断面が増加するという短所を持っている．

比較検討の結果，全周吹付覆工（インバートのみ打込コン，内空断面積約 47m^2 ）では掘削量増大による工事費増加が多いことから，粗度を改善するために容易に型枠打設可能なスプリングラインまでの側壁コンクリートを併用した形状を採用した．

インバート形状については，円形に近いほど水理特性上有利であるが，掘削や吹付と後続並行作業を可能にするため，平坦形状とした．これにより若干必要内空断面が大きくなる．

ｃ）吹付二次覆工の設計

吹付覆工の設計については，経済性も考慮し地山の岩盤性状に応じて差別化することとした．

亀裂の多い粘板岩などの岩盤不良部については，通常の打込み覆工と同等に近い信頼性を持つことを前提に鋼繊維補強吹付（標準厚さ 15cm）を採用し，曲

げ強度及び曲げタフネスの向上を得ることとした．ハンレイ岩及び変玄武岩を中心とする岩盤良好部は，長期的な見地においても耐久性に影響を与えるような外力変化の可能性は極めて小さいと考え，掘削時の一次吹付の上に鋼繊維を含まない普通吹付 7cm 厚の吹付二次覆工を行うのみとした．吹付コンクリートの仕様を表－６に示す．

表－６ 吹付コンクリートの仕様

種類	設定強度	フライアッシュ B	鋼繊維混入量
普通吹付	圧縮 $24\text{N}/\text{mm}^2$	350 kg/m^3	—
鋼繊維補強吹付	圧縮 $24\text{N}/\text{mm}^2$ 曲げ $4.5\text{N}/\text{mm}^2$	425 kg/m^3	0.85vol%

鋼繊維の混入量については，先行事例の多くが体積比率で 1.0%としているが，当社研究センターでの各種強度試験及び現場吹付試験の結果より判断し，0.85%とした．

当現場では，長期強度増進等の有効性と資源利用の観点から，支障のない限りフライアッシュ B 種セメントを使用することとしており，二次吹付でもこれを採用した．なお，一次吹付では初期材齢での強度発現が必要なことから，普通セメントを使用している．なお土被りが薄く膨張性地山である蛇紋岩が卓越する放水路終端部については，例外的にセント

ルを用いたRC覆工構造とした。

d) 経済性について

コスト面では内空断面の大型化に伴い掘削費が増額となる一方、覆工変更による減額があり、総額的には殆ど変わらない結果となった。

(6) 施工状況

平成13年12月末現在、放水路トンネルの掘削は既に完了し、コンクリート工の進捗も、インバートが約80%、二次吹付覆工が約35%、側壁が約20%と順調に進んでいる。

掘削については、上口工区が平成12年のイヌワシ幼鳥保護対策による約1カ月の工事自粛、下口工区が異常突出水による切羽崩落など工程阻害要素にも遭遇したが、担当施工業者（上口；大成・奥村JV、下口；佐藤・鉄建・竹中土木JV）の手腕にも恵まれ予定よりも早期の貫通を実現することができた。

実際の掘削作業は、交代勤務体制による無休稼働体制、ノネル雷管＋ANFO爆薬の使用による効率的な爆破、施工延長の長い下口工区においてはコンテナダンプによる効率的なずり処理方法などの工夫がなされた。¹⁾ また、岩盤性状により吹付覆工仕様を決定することから、切羽の地質情報を的確に取得することが必要となり、地質専門家による切羽観察(写真－5)及び当地点版RMRとも言える独自の岩盤点数評価を継続的に実施した。



写真－5 切羽地質観察状況

7. まとめ

本工事は貴重鳥類と共存を図るべく、設計、施工計画、環境保全等に万全を期しながら、平成11年7月より本格着工し、現在掘削工事を完了し、平成15年6月運転開始に向け鋭意工事を進めている。途中

イヌワシの繁殖も確認され、その成果は十分に発揮されたと考えている。今後、社会基盤整備を進めていくうえで、環境との更なる調和を求められていくなか、工期制約等の厳しい環境条件の課題を克服しながら、環境、安全、品質、工程、コストを管理した本事例が今後の設計、施工計画、工事管理の一助となれば幸いである。

最後に、本増設工事を実施するにあたり御指導頂いている学識経験者や専門家の皆様並びに多大な理解を示し全面協力して頂いている工事関係各位に厚く感謝の意を表するものである。

参考文献

- 1) 塩田，小松：奥只見・大鳥発電所増設計画の概要，電力土木，No288，pp.41-43，2000.7
- 2) 環境庁編：猛禽類保護の進め方，1996.8
- 3) 鳥羽瀬，佐藤，吉村：奥只見・大鳥発電所増設工事における環境保全対策，電力土木，No289，pp.48-52，2000.9
- 4) 殿村，佐藤：自然に配慮した奥只見・大鳥発電所増設工事について，ダム日本，No682，pp.19-31，2000.8
- 5) 原田，真田，岡田：建設工事における湿地環境保全の一例，応用生態工学会第5回研究発表会，2001.9
- 6) 真田，原田，岡田：奥只見における湿地ビオトープ復元とその成果，土木学会第56回年次講演会，2001.10
- 7) 岡田，原田，真田：奥只見における湿地保全対策とその成果，土木学会第56回年次講演会，2001.10
- 8) 佐藤，山田，堂免他：建設工事現場において発生する脱水ケーキの土壌緑化基盤材としての再利用，土木学会第56回年次講演会，2001.10
- 9) 鳥羽瀬，山上：奥只見・大鳥発電所増設工事における環境管理システムの構築，土と基礎，No525，2001.10
- 10) 橋本，栗原，杉本：奥只見発電所増設計画取水口仮締切の設計，電力土木，No295，pp.72-76，2001.9
- 11) 橋本，栗原，杉本：奥只見発電所増設計画取水口仮締切の施工，電力土木，No297，pp.68-72，2002.1
- 12) 橋本，旭，笠原：奥只見・大鳥発電所増設発電所の設計と施工，電力土木，No294，pp.24-29，2001.7
- 13) 堂免，高塚，松井，佐藤：開発と自然環境との共存を目指した放水路トンネルの施工，トンネル技術協会第48回施工体験発表会，2001.11