

水路トンネル改修におけるRPCを用いたPCaパネルの適用

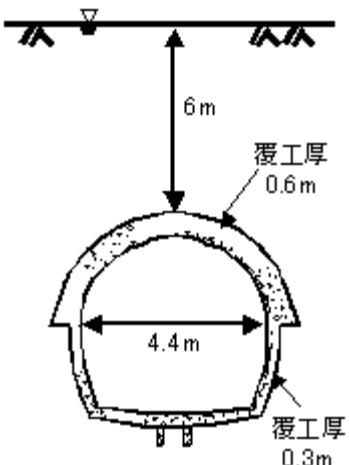
中部電力(株) (正)○織田 晃治、小林 憲、光川 健

1. 概要

水力発電所の水路トンネルは、定期的なトンネル抜水による水路点検を通じて、維持管理が行われている。水路点検では、目視による覆工状態の確認やレーダー探査による覆工内部の調査等が行われ、その結果に基づき保全計画が立案されている。今回、覆工の改修工事が計画されたH水力発電所では、最新の施工技術情報を収集分析し、革新的な材料技術である超高強度繊維補強コンクリート¹⁾(RPC)を用いたプレキャスト(PCa)パネルを適用することになった。本稿では、その概要を報告する。

2. H水力発電所の概要

H水力発電所は、飛騨川上流域に位置し、最大使用水量40m³/s、最大出力35,000kWの中規模な水路式発電所である。水路点検の結果、平成15年度に覆工の改修工事が計画された。導水路トンネルは無圧トンネルで、水路延長約12km、内径4.4m、覆工厚はアーチ部60cm、側壁部30cmである。標準的な断面を図-1に示す。トンネル経過地点の最小土被り厚は約6mである。



3. 改修工法の選定

(1) 覆工に要求される性能

導水路トンネルの覆工に要求される基本性能は、

- ①通水能力を確保するため所定の断面と粗度係数を有すること
- ②地圧、水圧等の外圧に耐える強度を有すること

図-1 トンネル断面図

であるが、今回は既設水路の改修工事であることから、以上の性能の他、特に以下の点に配慮した。

- ③既設コンクリートの覆工厚、周辺地盤の地質状況に配慮し、改修工事期間中のトンネルの安定性を確保するため、既設コンクリートのはつり厚を最小限とすること
- ④改修工事后において既設コンクリートの強度を有効に活用するため、新たな覆工部材が既設の覆工コンクリートと一体構造となること
- ⑤改修工事に伴う発電所停止の減電損失を低減するため、発電停止期間を極力短縮すること

(2) RPCを用いたPCaパネル工法

RPCは、セメントを基材として、珪砂、反応性微粉末などの厳選された各種構成材料に専用繊維、専用減水材を混合して製造される無機系複合材料であり、表-1に示す超高強度特性を有する。この超高強度特性を活かし、PCaパネルの厚さを30mmと極めて薄くすることが可能である。また、PCaパネルの表面は平滑で、既設コンクリートに比べ粗度係数の向上を図ることができるため、通水断面を半径50mm縮小することが可能である。以上のことから、従来コンクリートによる改修工法と比べ、既設コンクリートのはつり厚を大幅に軽減することが期待できる。

表-1 RPCの強度特性

	単位	RPC	高強度コンクリート
密度	g/cm ³	2.56	2.40
圧縮強度	N/mm ²	210	60
曲げ強度	N/mm ²	45	9
引張強度	N/mm ²	9	4

キーワード 超高強度繊維補強コンクリート(RPC)、プレキャストパネル、トンネル覆工、水路トンネル改修
連絡先 〒509-3105 岐阜県下呂市小坂町坂下350-1 飛騨電力センター土木課 TEL0576-62-2269

さらに RPC の高い凍結融解抵抗性、耐摩耗性によりメンテナンス周期の延長に伴うコスト削減効果が期待できること、PCa パネルを型枠代わりに使用し、従来工法の型枠工を省略することで大幅な工期短縮が期待できること等の特徴がある。

以上のことから、RPC を用いた PCa パネル工法は、上記の覆工に要求される性能を十分満足するとともに、従来のコンクリートや他の新材料による改修工法に比べ優位であると評価できる。

4. 設計施工上の技術検討

(1) PCa パネルの継手方法

構造計算により、図-2 に示す外圧に対して、PCa パネル及び既設コンクリートが十分な強度を有していることを確認した。なお、PCa パネルは頂版、側壁の 3 分割とし、曲げ引張力に対し十分な強度を発揮するため、構造計算結果に基づき曲げ引張力が最小となる箇所にパネルの継手を設定した。

パネル間の継手は、各接合面を 2 箇所のボルトで連結することとした（図-3、図-4）。また、パネルの組立は鋼製支保工を利用して側壁パネルを連結することで、側壁パネルの自立を図った。これらにより、施工性と組立精度が各段に向上した。

(2) PCa パネルの一体化

PCa パネルと既設コンクリートは構造的に一体化することが要求されるため、既設コンクリートの表面をウォータージェットではつり付着強度を確保するとともに、本来平滑である PCa パネル裏面に細かな凹凸を付けることにより付着力の向上を図った。

PCa パネルと既設コンクリートは、裏込めコンクリートにより一体化を図るため、その充填性が重要であるが、バイブレータによる締固が不可能であることから、充填性能の高い高流動コンクリートを採用するとともに、左右の側壁各 1 箇所、頂版 2 箇所の計 4 箇所から入念に打設を行い、打設孔および継手部の開口部よりその充填結果を確認した。

5.まとめ

RPC を用いた PCa パネルを適用したトンネル改修工事は、他に前例のないことから、新たな技術検討により、トンネル内という作業環境において施工性の向上と品質確保に努め、その有効性を十分確認することができた。RPC の高性能な特性により、本 PCa パネルは従来工法以上に長期間にわたる改修効果が期待できることから、その効果を継続的に評価していくとともに、同種の作業環境における他地点への適用も積極的に検討していきたい。また、施工性のさらなる向上に向けて、多様な断面に対応できる組立機械の開発やパネルのピース分割、継手方法の改善等が今後の課題として期待される。

最後になりますが、本施工の実施にあたり多大なご協力を頂きました（株）熊谷組、太平洋セメント（株）および東海コンクリート工業（株）の関係者の方々に感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 下山他、ダクトルの特性と応用分野、太平洋セメント研究報告、第 142 号、pp. 55-62

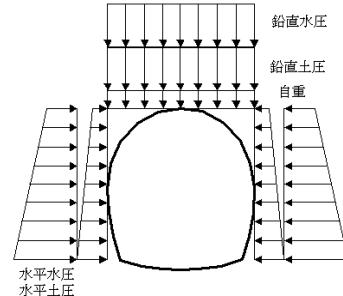


図-2 荷重分布図

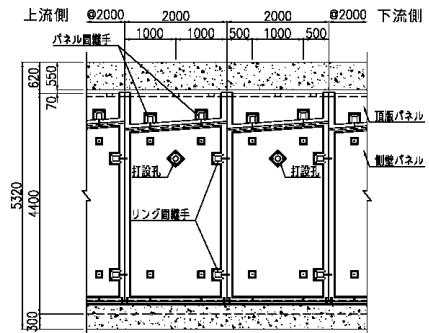


図-3 PCa パネル側面図

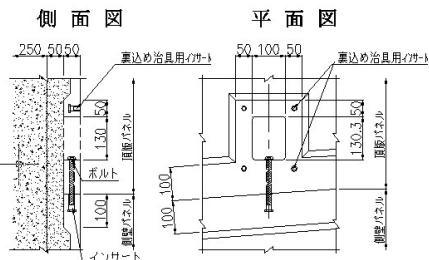


図-4 パネル継手詳細部