

高強度P Cパネルによる水路トンネルの改修

中部電力㈱ ○織田 晃治、光川 健、(正会員) 村上 利一、小林 憲

1. 概要

中部電力には全社管内に 183 箇所の水力発電所があるが、その内約 8 割は運開以来 50 年以上が経過し、設備の経年劣化が進行している。特に導水路トンネルをはじめとする水路は、河川からの流入土砂による摩耗、洗掘等が生じ、継続的な設備保全を図るためには適切な維持管理が重要となっている。

導水路トンネルの覆工コンクリートには、粗度係数の改善による通水断面の確保と地圧等の外力に対する支保効果が要求される。従来、この覆工コンクリートの改修にあたっては、既設コンクリートをはつり、新たにコンクリートを打設していたが、今回、高強度P Cパネルを使用した新たな改修工法を計画したので、その概要について報告する。

2. 計画地点の概要

今回の水路改修の対象は、飛騨川上流域に位置するH水力発電所である。H水力発電所は、昭和 29 年に運開し約 50 年が経過しており、最近の水路点検の結果、導水路トンネルの各所に劣化状況が見受けられる。

導水路トンネルは無圧水路で、その断面は内径 4.42m、覆工厚 30cm(アーチ部 60cm)の馬蹄形である(図-1)。トンネルの経過地点の一部は、土被り厚が約 6mと薄く、周辺地盤の地質状況も玉石混じりの砂礫等で、トンネルの自立性が悪く、覆工コンクリートが構造上重要な役割を果たしていると推察される。

また、水路改修を行うためには水路断水が必要となるが、当発電所は飛騨川上流域の重要な発電所であり、工事に伴う発電停止期間を極力短縮することが要求される。

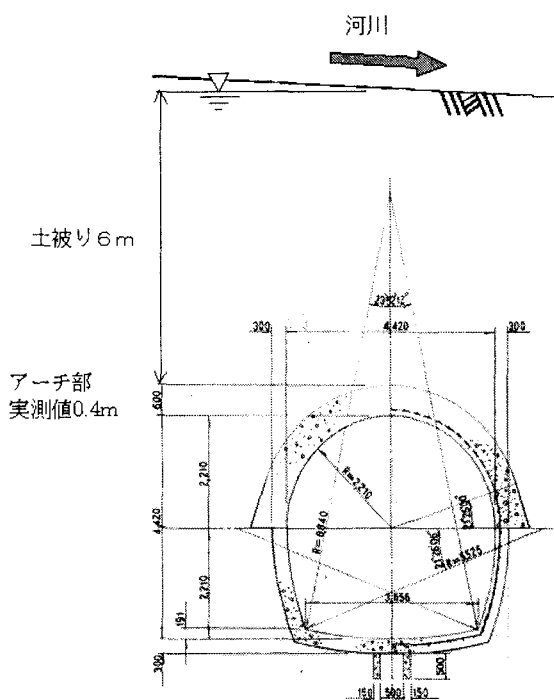


図-1 水路断面図

3. 改修工法の選定

導水路トンネルの覆工コンクリートに一般的に要求される性能は、次の2点である。

- 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

さらに、今回の水路改修にあたっては、以上の性能の他、次の点にも配慮して改修工法を検討した。

- ③改修工事期間中のトンネルの安定性を確保するため、周辺地盤の地質状況に十分配慮し、既設コンクリートのはつり厚さを最小限とすること
- ④既設コンクリートの強度を有効に利用するため、新たな覆工が既設コンクリートと一体となって構造的に作用すること
- ⑤発電所を止めることにより日当たり数十万円以上の減電損失となるので、改修工事の工事費を低減するため発電停止期間を極力短縮すること

通常、導水路トンネルの改修は、既設コンクリートをはつり、新たにコンクリートを打設して行うが、上記の条件の下、様々な新工法・新材料を検討した上で、高強度P Cパネルを利用した工法を計画した。

(1) 高強度PCパネルの材料特性

高強度PCパネルとは、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る。基本性能を表－1に示すが、従来の高強度コンクリートと比較しても、さらに超高強度であり、非常に高性能な凍結融解抵抗性、耐塩害性、耐摩耗性等の耐久性を有しており、トンネル補修材料としての有効性が高い。

(2) 通水能力の検討

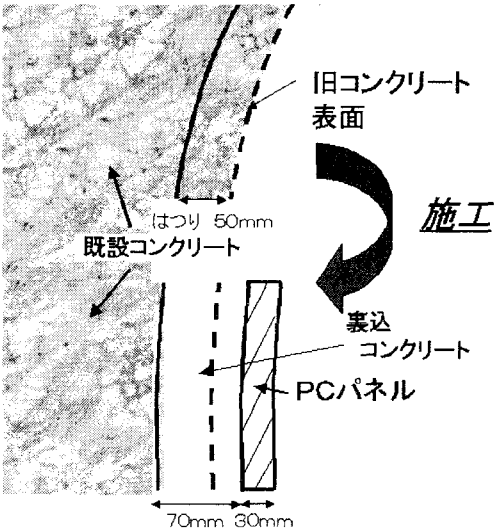
高強度PCパネルは通常のコンクリートと同程度の粗度係数が期待できるため、劣化の進行した既設コンクリートに比ベトン内面の粗度係数が向上され、内空断面の縮小が可能となる。水理計算によれば、従来と同程度の通水能力に対して、トンネル内径を5cm程度縮小することが可能である。また、PCパネルの厚さは、上記の優れた強度特性から3cm程度で所定の強度を発揮するため、従来の工法と比較して既設コンクリートのはつり量を大幅に軽減することができる。高強度PCパネルを使用した工事の概念図を図－2に示す。さらに、PCパネルはコンクリートとの一体性がよく型枠代わりに使用できるため、型枠工の手間を省略でき工期の短縮を図ることができる。

(3) 構造計算

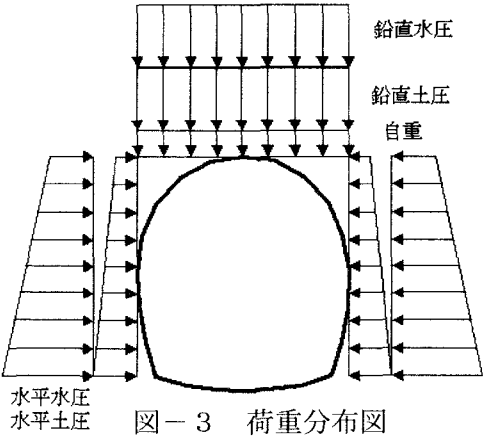
PCパネルと既設コンクリートを一体化し、平面骨組計算法により覆工の構造計算を実施した。設計荷重は図－3に示すように自重、土圧、地下水圧を考慮した。図－4は地下水圧を考慮した場合の断面力図を示すが、想定される荷重条件において、本工法による覆工は十分な強度を有することを確認した。

表－1 高強度PCパネルの基本性能

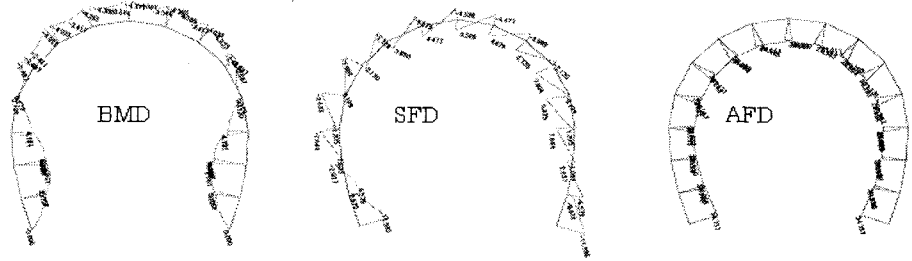
	単位	高強度PCパネル	高強度コンクリート
密度	g/cm ³	2.56	2.40
圧縮強度	N/mm ²	210	60
曲げ強度	N/mm ²	45	9
引張強度	N/mm ²	9	4



図－2 工事概念図



図－3 荷重分布図



図－4 モーメント図、せん断力図、軸力図

4. まとめ

今回、H水力発電所の水路改修に高強度PCパネルを使用した新たな工法を検討したが、設計段階においてその有効性は十分検証することができた。今後は、実際の施工に際して、本工法を採用しその有効性をさらに確認したい。高強度PCパネルは、その高性能な耐久性から、一度施工すれば従来工法以上に長期間にわたり改修効果が期待できるため、今後はその効果を継続的に評価していきたい。