

水路トンネル覆工への超高強度PCaパネルの適用

東上田発電所水路改修工事における新工法の導入

Application of Ultra-High Strength PCa Panels for Lining Aqueduct Tunnels

Introduction of new construction methods for refurbishing of the Higashiueda Power Plant aqueduct

(岐阜支店 飛騨電力センター 土木課)

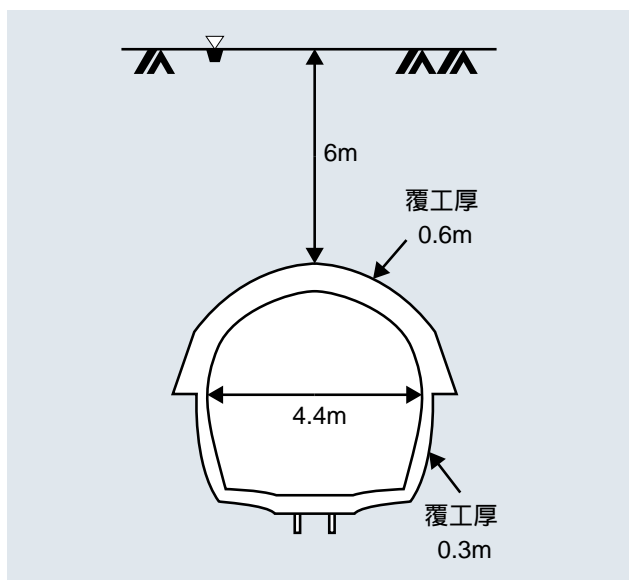
飛騨川上流域に位置する東上田水力発電所は、昭和29年の運開以来約50年が経過しており、トンネル覆工の改修工事を実施した。通常、水路トンネル改修工事では、既設の覆工コンクリートを切削し、新たにコンクリートを打設する工法が採られるが、今回は革新的な材料技術に基づく新材料（超高強度繊維補強コンクリート：RPC）を用いたプレキャスト（PCa）パネルを使用することで、従来工法に比べ工期短縮を図り、経済性、環境特性に優れた施工を行った。

(Civil Engineering Section, Hida Electricity Center, Gifu Branch Office)

The Higashiueda Power Plant, which is located on the upper Hida River, has been in operation for approximately 50 years (since 1954), and a tunnel lining project has been executed to refurbish its aqueduct. Generally, during aqueduct tunnel refurbishment new concrete is poured onto where the existing concrete lining has been removed. The current construction has, however, applied an innovative material technology: pre-cast (PCa) panels that are made of a new material (ultra-high strength, fiber-reinforced concrete: RPC). Compared with the conventional method, this has resulted in a shorter construction period, and enhanced economic and environmental performance.

1 背景

東上田発電所の水路トンネルは、延長約12km、内径4.4m、覆工厚アーチ部60cm、側壁部30cmの無圧トンネルである。トンネル改修区間の地質は、主に玉石混じりの砂礫で、土被り厚は最小約6mである（第1図）。このため、既設覆工コンクリートを切削し、新たにコンクリートを打設する従来の改修工法では、工事中のトンネル安定性を十分確保することが難しく、既設覆工コンクリートの切削量を低減する新たな工法を検討することが必要となった。



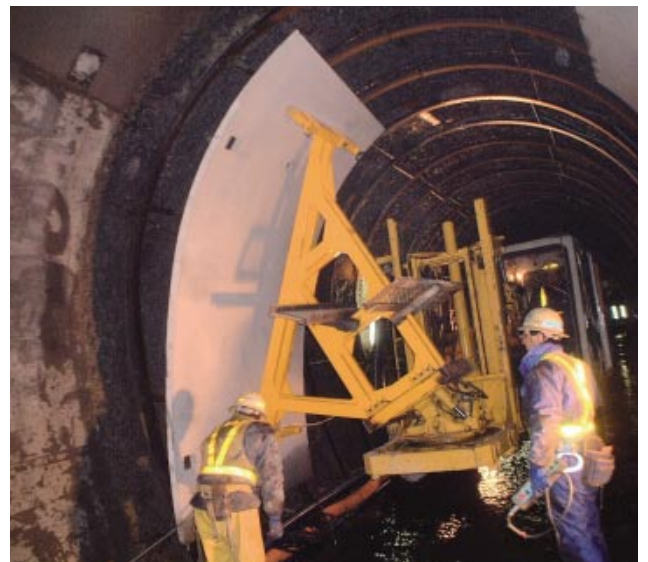
第1図 トンネル断面図

2 改修工法の選定

改修工事にあたっては、既設覆工の切削量低減の

他、工事に伴う減電損失を低減するため発電停止期間を短縮すること、改修後も既設コンクリートを覆工として有効活用するため新旧の覆工体を確実に一体化することを目標に工法を選定し、RPCを用いたPCaパネルを使用する新たな工法を採用することとした。

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超高強度特性（圧縮強度 = 210N/mm²）を有している。この特性を利用することで、厚さ30mmのPCaパネルの製作が可能となり、既設覆工コンクリートの切削量を低減することができる（設計切削厚50mm）。さらに、PCaパネルを埋設型枠として利用することで、従来工法の型枠工を省略できるとともに、パネルの薄肉軽量化により運搬、設置等の施工性が向上し、大幅な工期短縮が期待できる（第2図）。



第2図 PCaパネル設置状況

3 改修工事の概要

(1) 静的切削工法の採用

既設覆工コンクリートの切削に際しては、残置する既設覆工体を痛める可能性のある振動系切削工法ではなく、ウォータージェットによる静的切削工法を採用した。この結果、設計切削厚50mm以深の既設覆工体を痛めることなく、PCaパネルとの付着力を十分確保することができた（第3図）。



第3図 ウォータージェット工法

(2) PCaパネルの設計

PCaパネルはアーチ・側壁の3分割とし、構造計算結果に基づいて、曲げ引張力が最小となる箇所に継手を設定した。継手は施工性に配慮し、各接合面を2箇所のボルトで連結する構造とした。また、通水能力の観点から、パネル表面は粗度係数 = 0.014以下を確保するとともに、既設覆工体との一体化を図るため、裏面には細かな凹凸を設け、付着力の向上を図った。

(3) 鋼製支保工の建込みとパネルの組立

パネルの組立は、改修工事中のトンネル安定性を向上させる目的で建て込んだ鋼製支保工に側壁パネルを連結し、側壁パネルの自立を図った上で、アーチパネルを連結することとした。これにより、パネル同士の段差は3mm以内となり、組立精度が各段に向上した。また、新たな覆工厚が100mmであることから、鋼製支保工は既製のH形鋼ではなく、これと同等の断面性能を有する高強度薄型H形鋼（SS540：H50×100）を採用した（第4図）。

(4) 高流動コンクリートによる裏込め

PCaパネルと既設覆工コンクリートは、裏込めコンクリートにより一体化を図るが、新たな覆工厚が



第4図 鋼製支保工設置状況

100mmと薄いことから、パイプレタによる締め固めが困難である。そこで、充填性能の高い高流動コンクリートを採用し、4箇所の打設孔より入念に打設を行い、その充填状況を確認した。



第5図 改修後の水路トンネル

4 評価

東上田発電所水路改修工事においては、本工法の採用により、既設覆工コンクリートの切削量を低減し、改修工事中のトンネル安定性を確保することができた（第5図）。本工法の切削量は従来工法の約50%であり、環境面においても廃棄物の発生抑制に繋がった。また、従来工法の型枠工を省略することで、停電期間を約8日間短縮でき、減電損失を含めた総合的な経済性において高い評価が得られた。今後は、RPCの優れた耐摩耗性等により、従来工法に比べ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。



執筆者 / 棚橋秀夫
Tanahashi, Hideo@chuden.co.jp