

明かり構造物に接続するトンネル特殊断面部の配筋設計と構築手法

中部電力(株) 正会員 ○中瀬 友之
 中部電力(株) 岡田 博和
 (株)大林組 正会員 橋爪 正博

1. まえがき

徳山水力発電所建設工事は、現在運用中の徳山ダム下流直下に、最大出力 153,400kW(1号機 131,000kW, 2号機 22,400kW)の水力発電施設を構築するものである。

1号機放水路トンネルの仕上がり内径は $\phi 5.4\text{m}$ で、放水口との接続部は、仕上がり形状が円形から矩形に変化する特殊断面部となる。今回、当該部の配筋を、内空断面に合わせて円形から矩形に変化させる手法を採用することで、トンネル掘削断面の縮小とコンクリート部材厚の抑制による温度ひび割れ防止を図ったことから、当該部の配筋設計と構築手法について報告する。

2. 特殊断面部施工方針

1号機の放水口は、下流の横山ダム湛水池内に位置する関係から、横山ダムが水位制限を設けた渇水期のみ施工時期が限定される厳しい工程となった。そのため特殊断面部については、放水口施工時に迎え掘り等により構築することができず、最小限の切土掘削により放水口の施工を完了させた後、特殊断面部内で貫通させ、その後構築する手法を採用した。

特殊断面部の施工区分を図1に示す。放水口躯体背面から切土面までの3.5m範囲は放水口施工時に矩形の明かり巻きとして内空を確保し、以奥の5.5m範囲は上流側からNATMにて掘削し、明かり巻きとの境界にて貫通する計画とした。

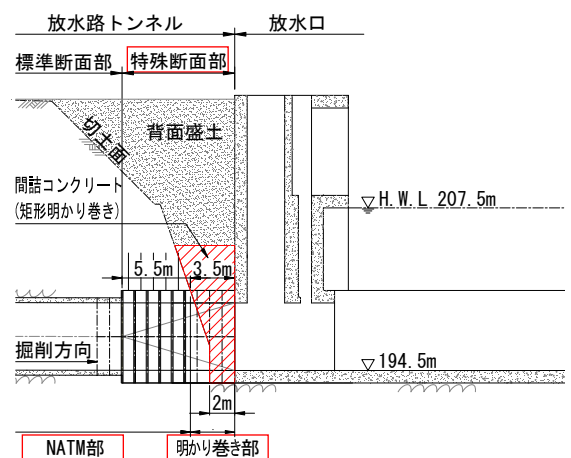


図1 特殊断面部施工区分

3. 配筋設計と掘削断面

特殊断面部の配筋設計は、矩形の仕上がり内空を代表断面として構造計算し、円形から矩形に摺り付く部分は調整コンクリートと捉え、ひび割れ防止のハンチ筋を配置する例が多い(図2)。

このような配筋断面をNATM掘削で確保する場合、地山のアーチアクションが期待できるような掘削形状を設定する必要があることから、仕上がり形状に関わらず掘削断面が大きくなり、結果として、コンクリート部材厚の増大に繋がる(図3)。

今回、貫通点は切盛境となるため、掘削断面が大きくなることは地山の安定性から不適と考えられるとともに、部材厚の増大により構築時に天端充填の懸念や、温度ひび割れの誘発が考えられ、コンクリートの品質面からも掘削断面の縮小策が課題となった。

そこでNATM部については内空断面の変化に合わせて鉄筋も円形から矩形に組み立てる計画とし、掘削断面を縮小することとした。そしてNATM部の最も矩形側に近い断面と、明かり巻き部の矩形断面の2断面で構造計算を行い、配筋設計に反映した。構造計算結果を表1、配筋状況を写真1に示す。

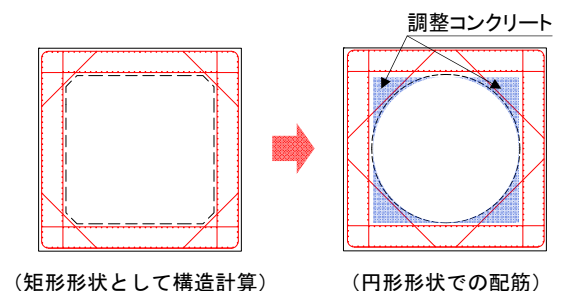


図2 特殊断面部配筋事例

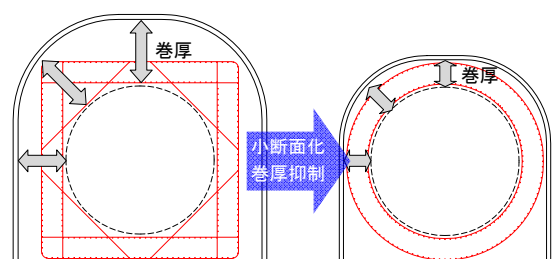


図3 配筋の工夫による掘削断面の縮小

キーワード 放水路トンネル, 特殊断面部, 配筋設計, 構築手法

連絡先 〒501-0603 岐阜県揖斐郡揖斐川町上南方675番地 中部電力株式会社 徳山水力建設所 TEL0585-74-6913

表 1 構造計算結果

構造		複鉄筋構造, コンクリート厚 $t=1.0\text{m}$			
延長		$L=9.0\text{m}$			
荷重条件	内水圧	(常時最大) 127.5kN/m^2 (非常時最大) 215.8kN/m^2			
	外水圧	(常時最大) 127.5kN/m^2			
区分		NATM 部 ($L=5.5\text{m}$)		明かり巻き部 ($L=3.5\text{m}$)	
支承条件		全周: 岩盤 (変形係数 $250,000\text{kN/m}^2$)		上面: 間詰コンクリート 側面・底版: 岩盤	
配筋仕様	部位	(内側)	(外側)	(内側)	(外側)
	スラブ			D25ctc200	D22ctc200
	側壁	D25ctc200	D25ctc200	D29ctc200	D25ctc200
	インバート			D29ctc200	D22ctc200



写真 1 特殊断面部配筋状況

4. 構築手法

掘削断面の縮小により天端部の巻厚増分は最大 25cm に抑制できたが、閉鎖された狭小空間において複雑に変化する鉄筋、型枠の組立を含めた構築手法が課題となった。今回採用した当該部の施工順序を図 4 に示す。

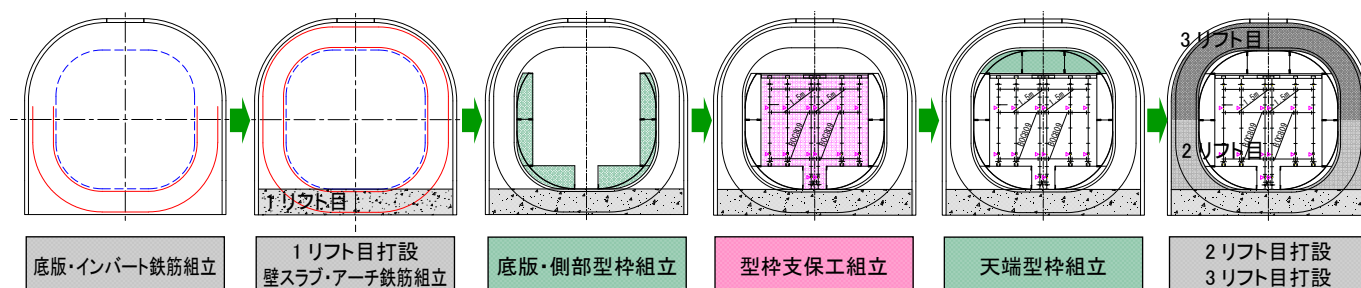


図 4 特殊断面部施工次第図

型枠は、木製楕円型一体型枠ユニットとくさび結合式型枠支保工の組み合わせで計画し、打設は、①底版、②壁 (SL)、③アーチ・スラブの3回に分割する計画とした。型枠組立は、全周の鉄筋組立が完了した後とし、底版・側部型枠ユニットを組立完了後、型枠支保工を組み立てながら天端型枠を放水口側から順次設置する手順とした。

構築時の工夫として、鉄筋組立後の狭小空間においても天端型枠ユニットの組立が行えるよう、型枠支保工の天端高さは縦断方向で一定にし、型枠ユニットは、①チェーンブロックでリフトアップ後、②根太材上を人力でスライドさせて奥側に引き込むことで、天端型枠の組立を行った (写真 2, 3)。

また打設時の型枠移動の抑止策として、側圧に対しては、内部支保工を活用した単管による胴梁を設置した。2リフト目打設時の浮力対策としては、型枠を先行してリング状に組み立て、3リフト目の打設範囲である SL 上付近とアーチから天端にかけて単管とジャッキベースからなる反力受けを設置し、地山から型枠を拘束することで対応した (図 5)。

5. おわりに

特殊断面部の完了時全景を写真 4 に示す。今回採用した配筋設計や構築手法の取り組みの結果、温度ひび割れ等の問題なく施工が完了でき、コンクリートの品質向上の面で効果を確認することができた。



写真 2 天端型枠組立状況 (1)

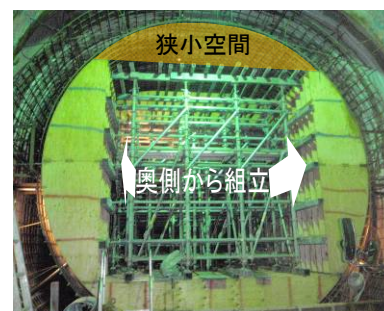


写真 3 天端型枠組立状況 (2)

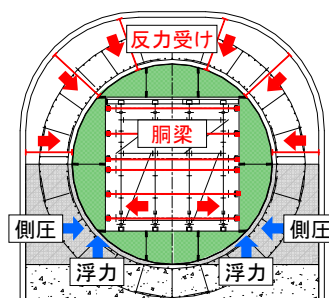


図 5 型枠移動抑止策



写真 4 特殊断面部全景