

海外の大規模地下発電所工事における掘削ずりを用いた骨材の製造とコンクリート供給

清水建設株式会社 正会員 ○竹田 翼 高岡 秀明 酒井 貴之

1. はじめに

アサハン3水力発電所(174MW)¹⁾はインドネシア共和国スマトラ島のトバ湖から流れ出るアサハン川の水を利用する流れ込み式の水力発電所で、北スマトラ系統の電力需要逼迫の緩和と電力供給の安定性改善を目的としたものである。当社が施工するのは土木工事のパッケージであり、トンネル総延長約10.9km、地下発電所高さ39m・長さ107m・幅22m、明かり掘削3,000,000m³、コンクリート数量400,000m³である。当発電所工事は山間僻地での工事であり、近隣には商用の生コンプラントがない。そのため、トンネル・発電所掘削によって発生した掘削ずりを用いてコンクリート用骨材を製造し、その骨材を用いた配合を決定し、当発電所工事へのコンクリート供給を行うことが当発電所工事の一つの特徴である。本稿では骨材製造からコンクリート供給までの一連の施工技術について述べる。

2. 骨材の製造

掘削ずりは土捨て場へ運搬した後、砕石に適したものを大まかに選定して砕石プラントへ二次運搬する。骨材の母材となる掘削ずりは硬質砂岩であり、若干目はあるが粘土分はほとんど含まれておらず、骨材としては理想的な母材である。製造する骨材は写真-1に示す砕砂(0-5mm)、砕石(5-10mm, 10-25mm)の合計3種類である。現場には3か所の砕石プラントを設置し、月30,000トンのペースで製造している。製造した砕砂・砕石は砕石工場に隣接したストックヤードにストックし、生コンプラントへ順次運搬する。



写真-1 製造骨材

3. コンクリートの配合

製造した骨材を用いて試験練りを行い、取水堰や地下発電所躯体向けの普通コンクリート、導水トンネル向けの中流動の覆工コンクリート、トンネル・地下発電所掘削向けの吹付けコンクリートなどの現場配合を決定した。代表的な配合を表-1に示す。使用する砕砂の特徴として粗粒率が高く、その砕砂を用いた配合は材料分離する傾向にあり、特に目標スランプを高く設定している覆工コンクリートは細心の注意が必要であった。この対策として、砕砂に比べ粗粒率が低く安定している川砂を組み合わせることによって、材料分離抵抗性の向上を図った。さらに、使用する川砂の割合を大きくした配合もバックアップとして用意することで、砕砂の粗粒率が日によって変動したとしても安定したコンクリート供給ができる体制とした。

表-1 代表的な配合

種類	設計基準強度 (MPa)	Gmax (mm)	スランプ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量						Ad1 (c%)	Ad2 (c%)	Ad3 (c%)	備考
							W	C	S1 川砂	S2 砕砂	G1 砕石	G2 砕石				
普通	25	25	12	4.5	45	50	191	440	0	860	217	650	0.35	1.6	0	砕砂100%
覆工(有筋)	25	25	20	4.5	48	55	191	405	188	766	222	586	0.2	0	0.9	川砂20%, 砕砂80%
	25	25	20	4.5	48	56	194	410	294	665	242	547	0.2	0	0.8	川砂30%, 砕砂70%
覆工(無筋)	20	25	20	4.5	52	55	186	365	193	786	228	601	0.2	0	0.9	川砂20%, 砕砂80%
	20	25	20	4.5	50	55	191	390	292	662	270	547	0.3	0	0.8	川砂30%, 砕砂70%
吹付け	25	10	20	-	47	70	205	460	0	1145	498	0	1.6	2.5	0	砕砂100%

W: 水, C: 普通ポルトランドセメント, S1: 川砂0-5mm, S2: 砕砂0-5mm, G1: 砕石5-10mm, G2: 砕石10-25mm, Ad1: 有機系, Ad2: ナフタリン系, Ad3: ポリカルボン酸系

4. コンクリート供給体制

生コンプラントは現場の上流地点(取水堰エリア)、中流地点(導水トンネルエリア)、下流地点(地下発電所)のキーワード 地下発電所、骨材製造、コンクリート供給

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋2-16-1 清水建設(株) 土木国際支店 土木第一部

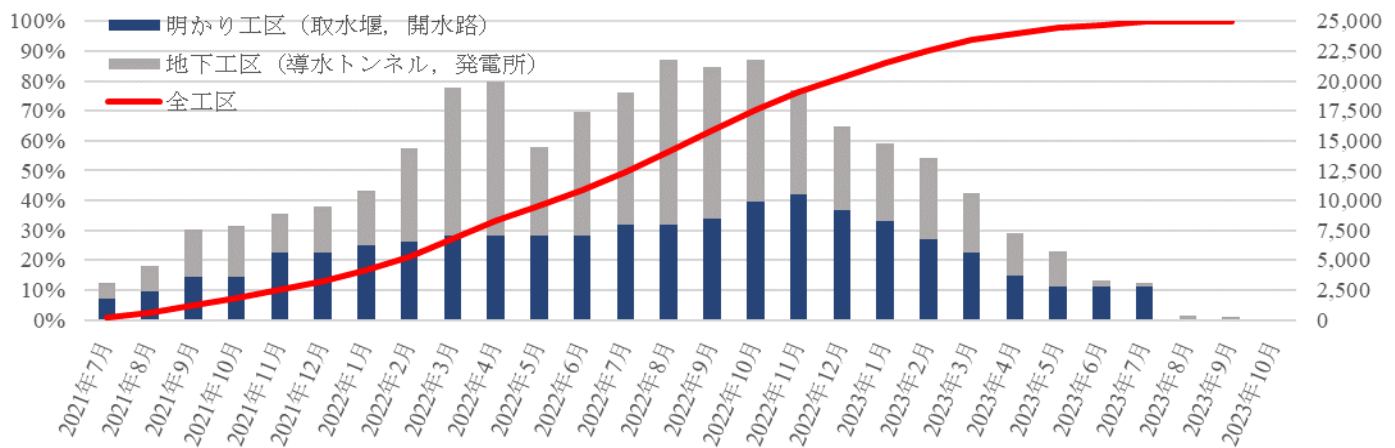


図-1 コンクリート供給量予測

所エリア) の合計3か所に設置した。図-1に示すように明かり工区へは月7,000m³のペースで供給を行い、最盛期は月10,000m³のペースになる見込みである。地下工区では導水トンネルの覆工コンクリート工が始まるとコンクリート供給は最盛期を迎え、同時期に最大で4か所の覆工工区へ供給を行い、その供給量は月最大15,000m³となる見込みである。工事全体で合計400,000m³を供給する計画である。コンクリート供給の最盛期は3か所の生コンプラントすべてがほぼフル稼働状態となるため、打設予定時間の調整や他の生コンプラントからの応援供給の可否が工程管理上の重要な管理項目となる。

5. コンクリート打設実績

導水トンネルは総延長約7.8kmであり、覆工には移動式型枠(ニードルビーム、φ6.6m、L=12m)を用いる。導水トンネルの一部は有筋区間であるものの、ほとんどが無筋区間であり、無筋区間の1回あたりの打設量は約160m³である。無筋区間では週4回のペースで打設を行っている。写真-2に覆工コンクリートの仕上がり状況を示す。生コンクリートは流動性がありながらも川砂が配合に含まれていることによって材料分離抵抗性も十分であり、棒状パイプレータと型枠パイプレータによって締固めを行うことによって密実でなめらかなコンクリート表面の仕上がりとなっている。導水トンネルは全6工区に作業工区を分け、最大4工区が同時期に覆工コンクリート打設を行う。



写真-2 導水トンネル覆工仕上がり

フランス水車2基(174MW)が設置される地下発電所は、掘削完了後、発電機が入るスペースを写真-3のように箱抜きして躯体を構築するほか、発電所の運営に必要な制御室などの建築工事を行う。発電機メーカーがドラフトチューブとスパイラルケースを設置後、当社が中詰めコンクリートを打設する。躯体には普通コンクリート、中詰めコンクリートには覆工にも用いた中流動のコンクリートを用い、合計17,000m³の打設量である。



写真-3 地下発電所躯体施工状況

6. おわりに

本稿では海外での地下発電所工事における掘削ずりを用いた骨材の製造からコンクリート供給までの一連の施工技術を紹介した。海外の僻地という環境であるがゆえに調達や地元対応など現地特有の困難に日々直面しているが、現地スタッフとともに力を合わせ、知恵を絞り、課題を一つ一つ解決しながら工事を進めている。当発電所は2023年12月の竣工を目指しており、当発電所によってインドネシアの発展に貢献することができたら幸いである。

参考文献

1) 酒井貴之:アサハン第3水力発電所プロジェクトにおける土木工事, 電力土木, No. 404, pp. 163-165, 2019.