

ラオス国ナムニアップ1水力発電プロジェクトにおける主ダム RCC の施工

株式会社大林組 正会員 長坂 誠司 正会員 ○今田 光一
 関西電力株式会社 正会員 三鼓 晃 正会員 瀬岡 正彦

1. はじめに

ナムニアップ1水力発電プロジェクトは、主および逆調整の2つのダムと2つの発電所から構成され、そこで発電した電力は、それぞれタイ国およびラオス国に送電される。そのうち主ダムは、堤高167m、堤頂長535m、堤体積2,360,000m³の重力式コンクリートダムであり、その施工にはRCC（Roller Compacted Concrete）工法が採用された。打設実績として、日最大打設量は9,141m³、月最大打設量は188,110m³であり、月平均打設量97,500m³は世界第9位の打設速度であった。本稿はこの高速施工を可能としたスロープレイヤー工法についてまとめたものである。

2. RCC の施工について

RCC工法は、施工性および経済性の観点から海外の多くのダム現場で採用されている工法で、超硬練のコンクリートをベルトコンベヤやダンプトラックによりプラントから打設箇所まで運搬し、打設箇所まで荷下ろしされたコンクリートをブルドーザにより敷均し、振動ローラによって締固める工法である（写真-1）。また、打設1層の厚さ（以降レイヤーと記載）を30cmの薄層とし、混和剤によりコンクリートの凝結時間を調整することで、打継ぎ面が凝結を開始する前（ホットジョイント状態と呼ぶ）に無処理で次レイヤーの打設を開始することができる特徴を有する。従来は、厚さ30cmのレイヤーを左岸から右岸まで一様に水平に順次仕上げていく水平レイヤー工法（図-1）が多く採用されていた。本工事のような大規模ダムの場合は打設の最盛期には1レイヤー当りの施工面積（21,000m²）および計画打設量（6,300m³）が大きくなるため、1レイヤー当りの打設継続時間が20h（=6,300m³/315m³/hr）と長くなり、ラオス特有の雨期の降雨日数の増加や高温の気象条件下ではホットジョイントの状態での打設を続けることが難しくなることが懸念された。



写真-1 RCCの施工状況

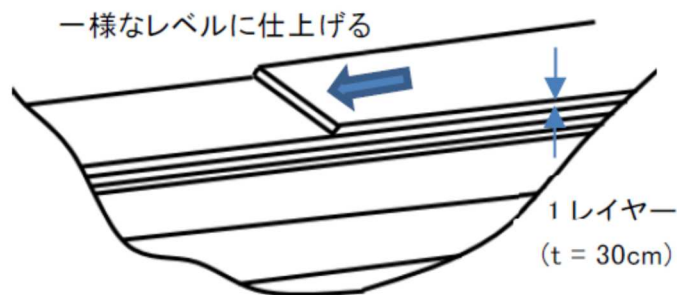


図-1 水平レイヤー工法の概要

一方で、プロジェクト全体としては、開始当初から2018年5月試験湛水開始、2019年1月売電開始が大きな目標として設定されており、実際にはRCCの打設開始時点（2016年4月）で5ヶ月程度の遅れが見込まれ、RCCの打設期間の短縮が求められていた。

3. スロープレイヤー工法について

雨季および高温下でのRCCの連続打設を可能とするために、スロープレイヤー工法を採用した。スロープレイヤー工法は、打設高さ2.4~3.6m間を1リフトとしてその区間のRCCのレイヤー（厚さ30cm）をスロープ（傾め）にして順次打継いでいく方法である（図-2）。本工事では、スロープの勾配をRCC場内運搬

キーワード 施工（技術）、海外、ダム、RCC、スロープレイヤー工法
 連絡先：1 Paya Lebar Link, #06-03/04, Paya Lebar Quarter 1, Singapore 408533 (株)大林組アジア支店土木部 +65-6230-3200

用重ダンプが登坂可能な10~20%の範囲内で、1レイヤー当りの打設量が適切になるように設定した。具体的には、乾季には1レイヤーの施工時間を約5時間になるよう打設量を $1,575\text{m}^3$ ($=5\text{hr}\times 315\text{m}^3/\text{hr}$)程度に、雨季には最大レイヤーの施工時間を約4時間になるよう $1,260\text{m}^3$ ($=4\text{hr}\times 315\text{m}^3/\text{hr}$)程度になるように設定した。この工法の採用により、混和剤の添加量を増やしRCCの凝結開始時間を遅らせるなどの対策と合わせることによって、水平レイヤー工法ではその対処が困難であると懸念されたラオスの気象条件下であっても、ホットジョイント状態での打継ぎが容易になり、連続打設が可能となった。さらに、施工面積を小さくすることで、突発的な降雨時においてもブルーシートなどによる打設箇所の養生が容易となり、打継ぎ面表面のセメントペーストの流出を防止できるほか、降雨後の打設再開までの対応も短時間で可能となり、降雨によるコールドジョイントの発生回数を減じることができた。両工法における打継ぎ面処理の回数ならびに打継ぎ面処理による打設休止日数に関して比較し、スロープレイヤー工法による短縮日数を評価した結果を表-1に示す。ここでは、1度の打継ぎ面処理で0.5日打設が止まるものとして評価した。この結果から126日工程短縮に寄与したことになる。

スロープレイヤーに打ち継ぐ

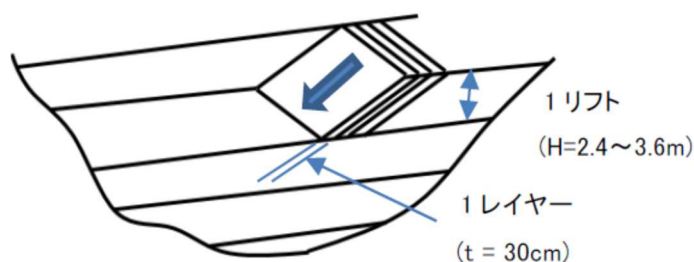


図-2 スロープレイヤー工法の概要

図-3に月別打設実績を示す。結果、泥岩の風化による仕上げ掘削量の増加や想定以上の断層帯範囲の出現に伴う基礎岩盤掘削量の増加等によりRCCの施工量は当初計画の $2,035,000\text{m}^3$ から $2,360,000\text{m}^3$ へと $325,000\text{m}^3$ も増加したものの、月平均約7m(日本のダムでは、通常3m/月程度。月平均打設量は世界第9位)、月最大打設量 $188,110\text{m}^3$ 、日最大打設量 $9,141\text{m}^3$ (黒部ダム $8,653\text{m}^3$)という驚異的なスピードで施工を完了し、目標であった2018年4月中(4月29日に完了)にRCCの施工を完了し、2018年5月15日から試験湛水を開始することができた。また、雨季のピークである2017年9月において、降雨量にもよるが当初の計画打設量 $80,000\text{m}^3$ に対して $156,000\text{m}^3$ の打設量を記録することができたこと(天候に恵まれたこと)も結果として工程短縮の貢献度としては大きい。

表-1 スロープレイヤーの工程短縮効果

項目	打継ぎ面処理回数	必要処理日数
水平レイヤー工法(計画)	329回	164.5日
スロープレイヤー工法(実施)	77回	38.5日
短縮日数		126.0日

図-3に月別打設実績を示す。結果、泥岩の風化による仕上げ掘削量の増加や想定以上の断層帯範囲の出現に伴う基礎岩盤掘削量の増加等によりRCCの施工量は当初計画の $2,035,000\text{m}^3$ から $2,360,000\text{m}^3$ へと $325,000\text{m}^3$ も増加したものの、月平均約7m(日本のダムでは、通常3m/月程度。月平均打設量は世界第9位)、月最大打設量 $188,110\text{m}^3$ 、日最大打設量 $9,141\text{m}^3$ (黒部ダム $8,653\text{m}^3$)という驚異的なスピードで施工を完了し、目標であった2018年4月中(4月29日に完了)にRCCの施工を完了し、2018年5月15日から試験湛水を開始することができた。また、雨季のピークである2017年9月において、降雨量にもよるが当初の計画打設量 $80,000\text{m}^3$ に対して $156,000\text{m}^3$ の打設量を記録することができたこと(天候に恵まれたこと)も結果として工程短縮の貢献度としては大きい。

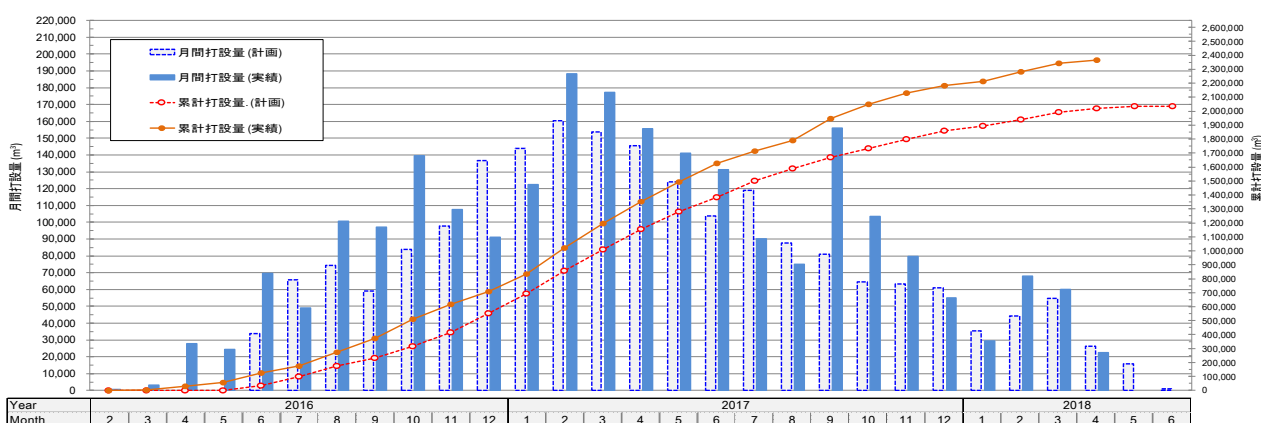


図-3 月別打設実績

4. おわりに

RCC工法は海外の技術であり、日本のRCD工法とは設計思想や条件、施工条件などが異なることから比較することは意味を有しない。現在、日本のRCD工法は発展過程にあり、さらに合理化が進められている。両工法の良い点を融合させ、あらゆる面での日本の技術力のすばらしさが世界で認識されていけるよう寄与していきたいと考える。