

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逆調整ダムの緊急ダム通砂

関西電力株式会社 正会員 ○三鼓 晃
 関西電力株式会社 正会員 小坂 馨太
 関西電力株式会社 非会員 松本 好弘

1. はじめに

ナムニアップ1水力発電プロジェクト（以下、当プロジェクト）は、関西電力とタイ電力公社、ラオス国营投資会社の出資により上流に主発電所(272MW)と下流に副発電所(18MW)を建設するものである。主発電所では最大 $230\text{m}^3/\text{s}$ のピーク発電放流を行うため下流域に最大で $230\text{m}^3/\text{s}$ の日間流量変動が生じることから、下流に逆調整ダムを設け、この変動量を均等化して放流する役割を担わせている。

2. 上流にあるアースダム（他プロジェクト）の決壊事象

2017年9月11日、当プロジェクトの上流約90kmに建設中（進捗率85%）の水力発電用アースダム（Nam Ao dam）が決壊した。堤長約100m、堤高約20mを構成する堤体材料の大半と湛水中の約50万 m^3 の貯水が一気に流出し、下流の田畑の浸水、ナムニアップ2発電所（中国企業）への土砂流入、魚類の大量死等が確認された。

3. 当プロジェクトへの影響

決壊翌日には主ダム地点においてTSS濃度の最大値125, 172(mg/l)を観測、既にダムの湛水を完了していた逆調整ダムでは大量の土砂堆積が想定されたために後述の簡易な深淺測量を実施、結果100万 m^3 規模の土砂が堆積していることが判明した。これは総貯水容量約8百万 m^3 の1割相当になり、さらにその後の土砂流入も想定されたことから、主ダム湛水時の河川維持放流($5.5\text{m}^3/\text{s}$)量の確保や主発電所運転後の逆調整容量への影響、また堆積土砂による濁りの誘発や含有物質による下流域の環境への影響が懸念された。

4. 影響の実態調査

まず、逆調整ダム調整池の実態調査を行うこととした。深淺測量では、音響測深機器を短期間で準備することが困難であったため、市販されている高性能魚群探知機(GARMIN製 STRIKER 4DV)を活用し、土砂成分調査については、自作のドレッジ型の採泥器を使用することで実用レベルでの早急な実態把握が可能とした。

5. 影響の軽減方策（フラッシング通砂）

実態調査の結果から、大量の土砂堆積が確認された。堆砂による上述の様々な影響を軽減させるため、環境の専門家や関係箇所と協議を重ね、流入土砂を速やかに下流に通砂することを基本に軽減方策を検討した。

筆者らは、国内での大規模な排砂計画を策定・実施した経験があり、実効性のある通砂を行うための、河川流量、粒径分布、河川勾配、河川形状、堆積状況などの条件に加え実用的な排砂設備（流水中の操作が可能な底部ゲート）等の必要条件について経験的に把握していたことから、短期間で通砂の実効性を判断した。

当時の河川流量は雨期の末期にあり比較的大きな流量を継続していたことに加え、堆積土砂の粒径が $F_c 90\%$ と比較的小かく十分な掃流力が期待でき、また副ダム底部に設置した逆調整ゲート（IHI インフラシステム社（以下 IIS）製）は通砂運用に耐えうる性能を有し、ゲート障害の場合に備えゲート技術者の常駐も可能となったことから、通砂の実施に踏み切ることとした。

6. 通砂の計画

通砂計画の策定に際しては、①下流河川への影響の最小化、②通砂効率の最大化を基本方針とした。①については通砂時間の最小化、魚類への影響低減、水位回復時の下流放流量の確保など、②の通砂効率は水位低下方法が重要であり、堆積状況を踏まえた水位低下速度の最適化にそれぞれ重点を置いた。

魚類については濁度増加による忌避行動が可能になるよう、フリーフロー直前の急激な濁度増加とピークを

キーワード ダム建設、発電所、決壊、堆砂、排砂、水質

連絡先 〒553-0003 大阪市福島区福島5丁目1番7号 (株) 関西電力 水力事業本部 TEL 06-4796-8853

緩和するために、フリーフロー直前のゲート操作を慎重に行うこととした。水位低下については国内の出水時排砂と違って急激な流入量低下のリスクが少ないことから 1 時間当たり 0.17m といった緩やかな速度で水位低下を行い、側方侵食の促進と下流への流量変化の緩和を図った。具体的な通砂操作は、水位低下・フリーフロー・水位回復操作を各 3 日、計 9 日を基本とした。また、河川の水質等の環境モニタリングや中止基準も策定した。この計画をラオス政府や下流住民等へ説明し、11 月 2 日より通砂操作を行った。

7. 通砂の効果

通砂による流況推移及び水質 (TSS mg/l) の結果を図-1 に示す。最大値は、逆調整ダム直下流で 7,350mg/l、下流近傍の支流に合流する地点で 4,760mg/l となった。フリーフロー直前での操作が夜間になったことやゲート直前の流れが複雑になり付近での水面勾配の把握が困難であったためフリーフローの判断が非常に難しかったが、1cm 単位で慎重にゲート操作を実施し濁度のピークの抑制を図った。その後水位回復操作開始 2 日目に降はダム直下流で 100mg/l を下回り、排砂前の状況に落ち着いた。その直後の深浅測量の結果、調整池内の土砂は 20~40 万 m³ 減少した (深浅測量結果のうち 1 測線を図-3 に示す)。土砂成分調査では、湛水池内におけるシルトが大幅に減少し、下流では細粒分の増加が確認され、通砂の効果が確認された。幸いにも魚類等への影響も報告はなく、下流住民や関係者からの苦情等は一切なかった。ゲートについても厳しい操作を繰り返したが一切の支障は出なかった。この結果はダム専門家、環境専門家へ報告し評価を得るに至った。

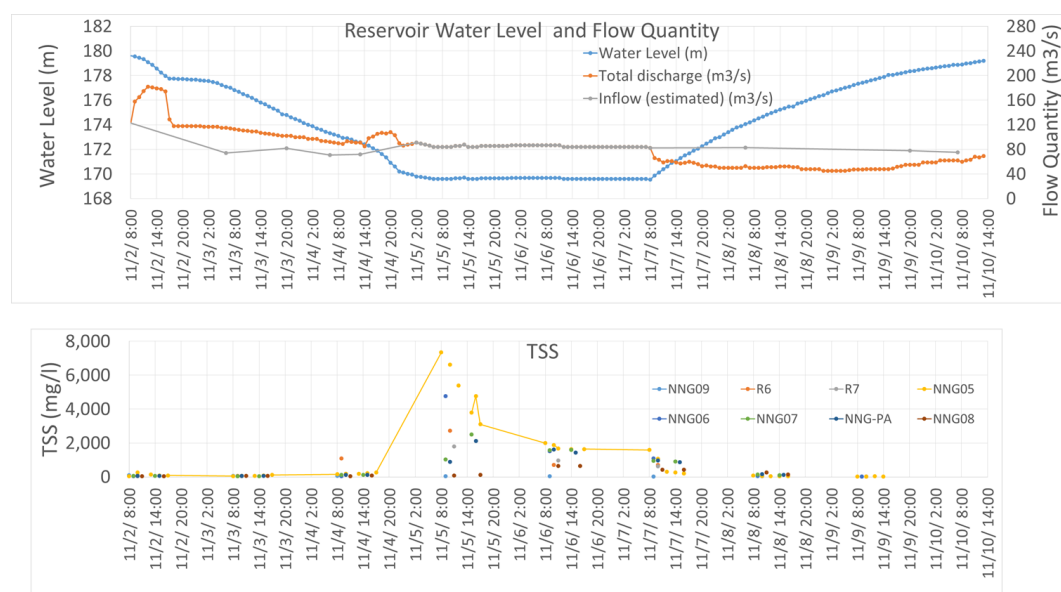


図-1 通砂期間中の流況推移及び水質

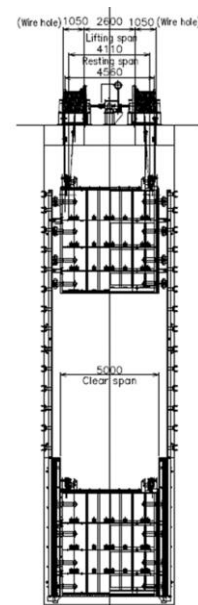


図-2 逆調整ゲート (正面図)

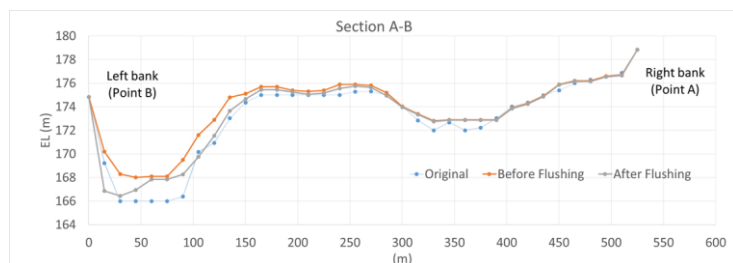


図-3 深浅測量結果 (ダム近傍の測線)

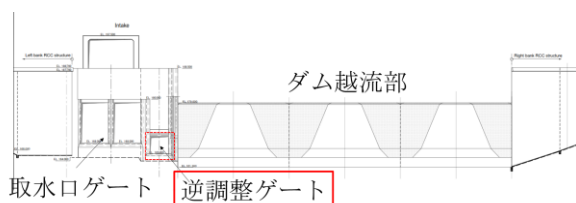


図-4 逆調整ダム上流面図

8. おわりに

海外事業では災害時の情報は極めて限定的で、タイムリーな対応が難しいが、いかなる災害にも速やかに被害を最小化していく柔軟かつ大胆な技術力が求められる。最後に、供用開始前にも関わらずゲート操作を快諾頂き、昼夜にわたり電源の準備・操作のご指導を頂いた IIS 社技術者に深く感謝の意を表します。