

海外水力開発に係る斜面解析モデル及び洪水吐放流シミュレーション に関する検討委託(2021年度)

岸田 潔*・音田 慎一郎・宮崎 祐輔**

1. 研究の目的

水力発電所地点の開発にあたっては、水力発電設備周辺の膨張性地山斜面の挙動を精度よく把握することは、設備の設置位置の決定や設計を行う上で非常に重要な課題である。また、海外水力発電所で多く採用されるスキージャンプ式洪水吐は、放流拡散現象が見られ、その影響を把握することも非常に重要な課題である。本検討では、これらの二つの課題について、関西電力株式会社の海外水力発電地点より得られたデータを用いて解析による検討を行い、今後の安定的かつ経済的な海外事業の推進のための経済的かつ効率的な設計・施工・工程計画の策定に資する基礎資料を得ることを目的とする。

2. 研究の方法

ナムニアップ1ダムの洪水吐を対象として洪水吐放流シミュレーションを実施した。具体的には、水面変動の計算に密度関数法を適用するとともに、洪水吐の形状に沿って計算格子を設定する一般座標系での3次元流体解析モデルを用いて、流れ場の数値解析を行い、洪水吐下流の流況について考察した。また、水の拡散を抑える対策として、デフレクターを設置した場合と壁を延長した場合についても数値解析を行い、結果を比較することで対策の効果を考察した。

斜面掘削解析では、対象地点において褶曲構造の地質が確認されており、原位置での水平方向の応力が卓越していることが考えられる。したがって、側方土圧係数 K_0 とポアソン比を考慮した、有効応力解析を実施した。解析は、有限差分法 (FLAC) を用いて実施した。

3. 得られた成果

Fig.1に流量が $689 \text{ m}^3/\text{s}$ の時の洪水吐中央断面での流況図を示す。この図より、洪水吐から流れが飛び出し、 $x = 160 \sim 170 \text{ m}$ 付近に着水している様子が確認できる。実際に $689 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流した際の真によると、洪水吐を飛び出した流れは $x = 220 \text{ m}$ 付近で着水しており、それに比べると計算結果は洪水吐から近い位置に着水している。一方で、拡散状況を比較すると、現地では洪水吐下流端から流れ方向に対して 15.8 度程度拡散しているのに対し、計算結果では約 12 度から 13 度程度拡散している。着水位置や拡散状況は水の中の空気混入量によって変わるものと考えられるが、計算において空気混入量などの流況を精度よく再現することは極めて難しい。着水位置や拡散状況について実際の放流時の状況と比較すると、着水位置については過小評価されているものの、流れ場の定性的な特徴は概ね捉えられているのではないかと考えられる。

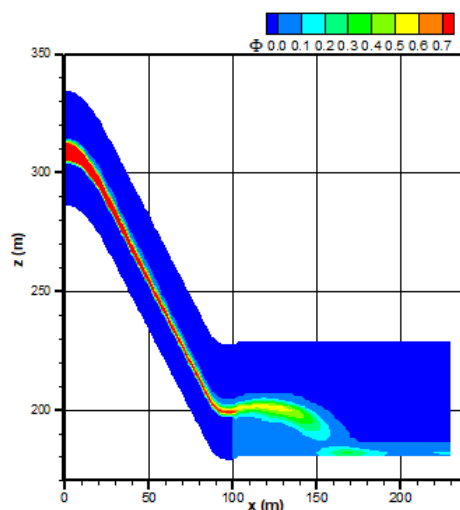


Fig. 1 Φ' contour map of a stream in the center line at flood discharge (Discharge: $689 \text{ m}^3/\text{s}$)

Fig.2 に流量が $1,202 \text{ m}^3/\text{s}$ の時の洪水吐中央断面での流況図を示す。洪水吐から流れが飛び出し、 $x = 170 \sim 180 \text{ m}$ 付近に着水している様子が確認できる。このケースでは、デフレクターを設置しており、洪水吐下流水路幅が狭くなっているため、水が飛び出す直前には、デフレクターに沿って推進が大きくなっている様子が確認できる。

本検討では、導流壁を延長した場合についても数値解析を行っている。導流壁を延長でもデフレクター設置でも洪水吐下流での流体の拡散を抑える効果があることが確認できた。

また、斜面の検討では、地殻変動によって形成された褶曲構造にたいして、地殻応力とポアソン比に対してパラメトリックスタディーを行った。原位置の水平応力が卓越しない場合、解析終了まで抑止杭は直線的な形状を示す。一方、原位置の水平応力が卓越する場合、抑止杭に大きな曲げが作用し、湾曲形状となること等、原位置で観察された斜面の変状に類似する結果となった。

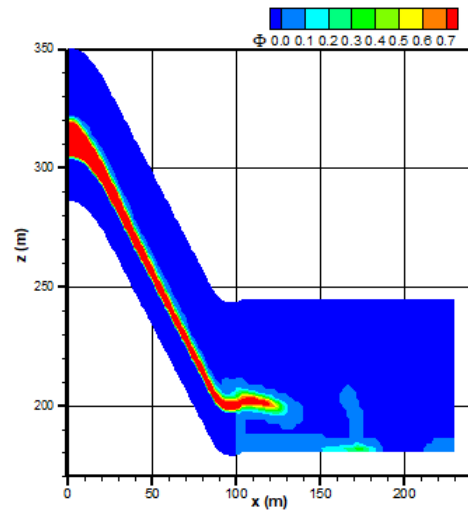


Fig. 2 Φ' contour map of a stream in the center line at flood discharge (Discharge: $1303 \text{ m}^3/\text{s}$, with deflector)

4. 謝 辞

本研究は、関西電力株式会社より委託されたものであり、関係各位に謝意を表す。

発 表 論 文

Yuan, K., Miyazaki, Y., Kishida, K., Kunimatsu, K., Miki, K., Ohishi, T.: Excavation analysis on a large-scale slope composed of folded geological structure considering variation of lateral earth pressure coefficient, Japan Society of Civil Engineers (JSCE) 2021 Annual Meeting, CS2-05, 2021-9.