

プロジェクト課題 - 設備運用・保全技術の高度化

水力施設の防災・維持管理技術

背景・目的

電力会社が所有する水力施設では、建設後50年以上経過した高経年施設が増え、これらを適切に維持管理し、運用していくことは、電力安定供給や再生可能エネルギー利用の観点から重要である。近年、河川・ダム貯水池周辺の森林を取り巻く環境が変化しており、施設環境の保全(周辺地山の土砂管理など)が重要な課題となっている。加えて、地震や降雨による自然災害の増加・巨大化が施設の運用に大きな影響を与えている。

本課題では、水力施設の主要構造物であるダム本体とダムゲートを対象として、大規模地震時の安全性確保の観点から、経年劣化や損傷の程度を考慮した耐震性能評価・解析法を構築する。また、水力施設の防災と効率的運用に資する土砂管理技術として、ダム上流域での土砂発生要因を明らかにした上で、河川・貯水池内での土砂の挙動を監視する技術や土砂堆積・濁水を簡易に予測する解析モデルを開発する。

主な成果

1 ダム堤体・ダムゲートの耐震性能評価・解析法の構築

重力式ダム堤体着岩部近傍の破壊を想定する模型実験を実施し、解析によりその再現性を検討して、堤体や基礎岩盤等の損傷を扱う非線形有限要素解析手法を開発した[N11025]。この手法を用いて実規模ダムの地震応答解析を行い、堤体の損傷状況(図1)と

残存する耐荷性能の関係を把握することにより、重力式ダムの地震時安全性を評価する考え方を構築した[N11026]。また、ダムゲートの大規模地震に対する安全性照査の考え方と解析事例を取りまとめた。

2 土砂発生要因の解明

森林における土砂発生要因を明らかにするために、雨滴の運動エネルギー[V11001]、雨滴による土壌剥離、土壌面を流下する雨水(表面流)、土壌流出を同時に観測できるシステムを構築した。林床被覆には土壌剥離と表面流の両方を抑制する効果があり、それによって土壌流出量が低減されるプロセス(図2)を明らかにした[V11030]。本結果は、荒廃林地や伐採放棄地などの森

林情報や地形・地質情報を組み込んだ流域環境データベース[V11003]と水循環解析コードと組合せて、ダム貯水池内に流下する土砂・濁水の解析に活用できる。さらに、大量の土砂発生要因となる斜面崩壊における土壌中水分による危険度を把握するため、豪雨による土壌・地下水の浸潤状況を再現しながら斜面の安定度をシミュレーションする解析手法を構築した(図3)。

3 河川・貯水池における流動・堆砂評価手法の開発

全地球測位システム(GPS)と超音波ドップラー流速分布計を用いた移動式の観測システムを開発し、従来、観測装置の設置が困難な場所において、急な流れの様子や土砂の堆積状況を観測できることを確認し

た(図4)。また、実用性を確認した降雨・出水予測システムに河道内濁質流動・堆積解析コードを結合し、ダム貯水池やダム下流域の洪水・土砂管理を安全に行うための統合予測システムの開発を進めた。

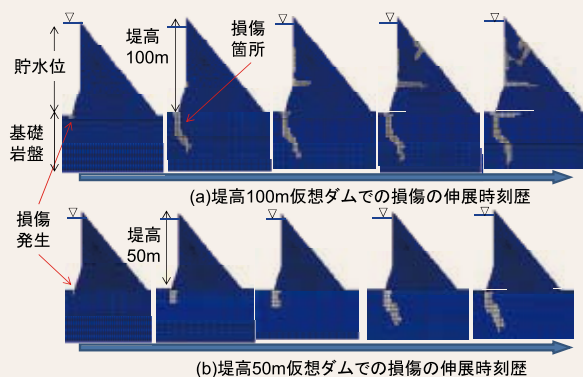


図1 重力式ダムの地震時損傷に関する解析結果

堤体、着岩部、基礎岩盤の損傷を考慮した非線形地震応答解析を実施した。ダム堤体の特徴に応じて地震時の損傷形態や程度を評価することができる。堤高100mのダムでは堤体頂部の応答が卓越して、そこでの損傷が顕著となり、堤高50mのダムでは堤体の応答は小さく、基礎岩盤での損傷が顕著となる。



図2 土砂流出量観測システム

手入れがなく荒廃し、土壌が剥きだしとなっている斜面の増加による、濁水や土砂流出量の増加が懸念されている。15ヶ月間の観測の結果、土壌が剥きだしの斜面では、土壌流出量は林床被覆がある斜面の15.6倍に上った。雨滴の運動エネルギーと土壌の剥離、表面流とともに流下する土壌を同時に観測できるシステムを開発したことにより、斜面からの土砂流出量の定量評価が可能となった。

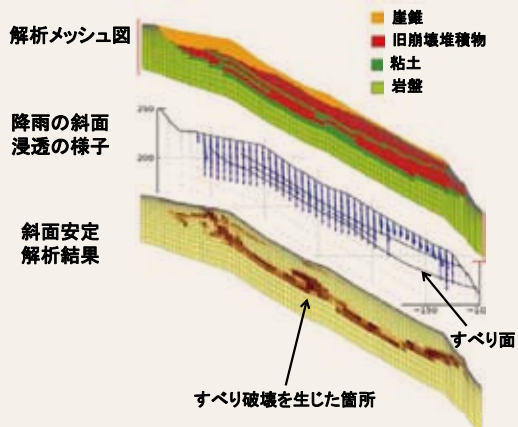


図3 斜面におけるすべり安定性の評価事例

斜面を対象に、想定豪雨を与えたときの斜面内部の浸透流を解析するとともに、浸透流による水分量変化を考慮した斜面安定解析により、せん断ひずみが卓越してすべり破壊を生じる箇所を把握した。図から、降雨の斜面への浸透深さと、斜面内部のすべり破壊の箇所とが概ね一致していることがわかる。

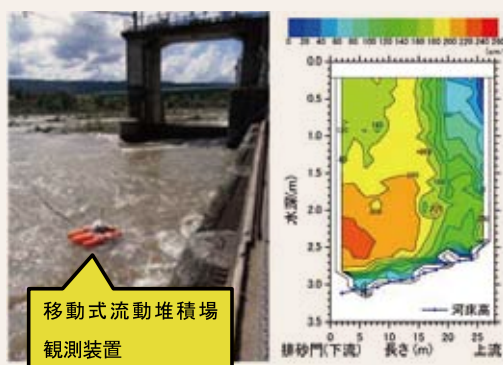


図4 移動式流動堆積場観測システム

左図は、移動式流動堆積場観測装置を用いた水力発電所取水堰での観測の様子である。右図は、流れ方向の鉛直流速分布と河床高の観測結果である。