

氏名	工 藤 アキヒコ		
授与した学位	博 士		
専攻分野の名称	工 学		
学位授与番号	博乙第3884号		
学位授与の日付	平成15年 9月30日		
学位授与の要件	博士の学位論文提出者 (学位規則第4条第2項該当)		
学位論文の題目	粗粒材の浸透特性と水位急低下時のロックフィルダムの 安定評価に関する研究		
論文審査委員	教授 西垣 誠	教授 花村 哲也	教授 名合 宏之

学位論文内容の要旨

電力系統において負荷変動に対応した電力供給を確保するため、揚水発電所システムが系統内に分散配置されているが、立地環境条件から上部ダムは河川の最上流部に位置し、流域面積も小さいため、それらの機能を最大限に発揮するために大きく、かつ、急速な水位の低下が生じることが多く、その時に上流ロックゾーンに残留する間隙水圧が大きな外力となってダムの安定に対して悪影響を及ぼす懸念があるため、これを精度良く推定することが求められている。

飽和透水特性について、粒度と透水係数との関係を実験的に検討した結果、供試体寸法 d と最大粒径 D_{max} との比が透水係数の値に影響すること、透水係数は動水勾配に依存するものであること、 D_{10} などの小さな粒径によってのみ支配されているだけではなく、 D_{60} などの大きな粒径にもある程度影響されるという構造を持つことを明らかにし、精度のよい透水係数の推定式を提案した。従来設計値として採用されている 0.1cm/s 程度の透水係数は、間隙比 e が $0.28\sim 0.35$ 程度で、 D_{10} が数 mm 程度以上となる堅硬なダムロック材では 1cm/s 程度以上の値を設計値として採用できることを示した。

不飽和特性として、水分保持特性と不飽和透水係数を粒度との関係で実験的に検討した結果、カラム法によって実用的に水分保持特性を把握することができることを示し、粒度との関係を把握でき、透水係数については、 CO_2 ガスを用いて広範囲に測定値を得ることができることを示した。また、水分保持特性の測定法として、凍結法は、 D_{max} が 100mm を越えるような粗粒材料の場合には適用できる可能性があることを示した。体積含水率 θ に対応する土中水のポテンシャル ψ が極めてゼロに近く、毛管上昇高さは、高々数 cm であること、これらの特性は粒度分布の影響を受けることを明らかにした。

有効飽和度 S_e と ψ との関係は、Van Genuchten モデルで精度良く表すことができるが、 S_e と透水係数比 k_r との関係は、このモデルでは適合性がなく、むしろIrmayのモデルによく適合していることを明らかにした。

数値解析においては、実ダムにおける計測結果と照合することで物性値や解析手法の妥当性を検証し、その結果から透水係数の動水勾配依存性を無視することや、細粒材の不飽和特性を代用するこれまでの設計法では、残留水位を低く算定することになり、危険側の設計を行う可能性があることを指摘し、水位変動の大きな地点の合理的な設計法を確立した。

論文審査結果の要旨

本研究は、揚水発電所のロックフィルダムで運用に伴って貯水位が急低下する場合のダムの安定性を合理的に評価する手法について検討したものである。

ロックフィルダムの水位低下時の安定性は、堤内の浸潤面を正確に算定し、斜面のすべり安全率によって評価するが、そのためには構成材料としてのロック材の飽和・不飽和浸透特性が必要となるが、現状では十分な特性が得られておらず、細粒材の試験結果などから推定して用いているのが実態である。このような現状の中で本研究では、種々の相似粒度試料を用いて飽和・不飽和透水係数や水分保持特性と粒度との関係を実験的に解明し、実粒度の特性を得る方法論を模索したものである。

具体的には、最大粒径が 25.4mm～200mm となる相似粒度の試料を用いて飽和透水試験を行い、透水係数と粒度構成との関係を明らかにし、また、透水係数の動水勾配依存性を考慮すべきことを指摘した。不飽和特性については、カラム法によって粗粒材の水分保持特性を把握し、CO₂ を用いて広範囲に不飽和透水係数が得られる試験法を開発した。そしてこれらの結果を用いて飽和・不飽和浸透流解析を行い、30 年にも及ぶ現地計測データによりその結果の妥当性を検証している。

これらの研究のためには、多くの基礎的な研究が必要であり、既にそれらの研究成果はいくつかの学術研究論文としてとりまとめられ、公表されている。

本研究はきわめて独創的で、河川最上流域における環境問題の解決にも貢献するものであり、ここで得られた結果は、経済・社会的な貢献度も大きなものである。これらの成果より、本論文は博士学位論文に値するものと認定する。