

氏 名	よしむらきよひろ 吉村清宏
学位(専攻分野)	博士(工学)
学位記番号	論工博第3218号
学位授与の日付	平成9年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文題目	電力ダムの高度運用に関する実証的研究

(主査)
論文調査委員 教授 高棹琢馬 教授 池淵周一 教授 椎葉充晴

論 文 内 容 の 要 旨

電力ダムは洪水調節を目的としない発電専用の設備であるが、河川の自然流水の機能を維持するという流水管理の立場から、適切なダム運用が求められる。特に、出水時のダム操作では、河川の従前の流水機能を損なわないような適切な洪水処理が、洪水災害防止の上で最重要かつ最優先すべき事となる。本論文は、電力ダムにおける水工学上の諸問題のうち、こうした洪水時のダム操作に関する問題に焦点をあて、我が国における電力ダムの運用管理の現状と問題点を明らかにするとともに、ダム操作の信頼性向上のために電力ダムの高度運用を実現してゆく上での技術的課題を実際問題と関連づけて系統的に論じたものである。本論文は以下の5章からなっている。

第1章は緒論であり、水力発電及び電力ダムの我が国における位置づけを過去から現在、更に将来の予想に亘って整理し、本論文の研究の背景を述べると共に、本論文の目的、及び、第2章以降の各章における研究方法と内容について述べている。

第2章では、電力ダムの運用管理の現状と問題点についてまとめている。運用管理の現状をまとめるにあたっては、まず、電力ダムの操作体制を操作員の労働環境の面から整理したのち、電力ダムの操作方法の原則を「操作規程」に記載されている事柄を中心に整理し、現場での実務作業やダム管理技術者の負担等の具体的問題を明らかにしている。さらに、そうした問題を解決してゆくための技術課題として、的確な流入量の算定、降雨予測、ダム流入量予測、安定したダムゲート制御モデル、ゲート操作支援システム、といった各支援項目の確立が望まれるものとしている。

第3章では、電力ダム操作のための水文予測について論述している。ダム操作の立場から水文予測を考えた場合、流入量、放流量及び貯水量といったダム貯水池の水文量を的確に把握するための条件として、まず、貯水池水位を精度良く観測する事が必要であるとし、ダム貯水池における水面振動の実態とその特性について従来の知見を中心にまとめ、各種水面振動対策に関する検討考察を加えている。続いて、洪水時ダム操作の安全、適正な放流にとって最も重要である数時間先までのダム流入量の予測について、降水現象の予測と、流出過程の予測を取り上げている。降水現象の予測に関しては、流出過程の予測のための

入力データの作成という位置づけで、重回帰手法による予測、および、運動学的手法による予測といった、実用的な降雨予測モデルの実際の電力ダム流域への適用可能性を検討し、2時間程度先までの適用性を認めている。流出過程の予測に関しては、現在、電力ダムにおいて実用化されている状態空間法による流出予測手法をもとに、そのモデルパラメタの最適値が出水ごとに变化しうることを考慮した流出予測システムを新たに構築し、予測シミュレーションを実施して、現行の流出予測に比べ、流量の立ち上がりにおいて予測の改善が見られたとしている。

第4章では、洪水時のダム操作に関する意思決定の支援にかかわる実際的问题に人工知能(AI)技術を応用した研究について述べている。洪水時に必要とされるダム操作員の作業は、ごく大まかに分けると、気象情報や降雨予測、流入量予測を基にした、いわゆる出水現象に対する大局観に基づく意思決定と、リアルタイムで得られるゲート放流量と貯水位の変化等による10分程度先の短期的な流入量予測を基にしたゲート操作量の決定とである。本論文では、前者に対する支援として、具体的にAI技術の応用が試みられた電力ダムの操作支援方法とエキスパートシステムの構築方法について考察を加えて述べている。また、後者に対する支援としては、現地ゲート操作員へのヒアリング調査の結果を踏まえて、ファジィ制御理論に基づく目標放流量決定支援システムを構築し、比較的簡単な条件でのシミュレーションにおいて、実際のゲート操作員の操作と大差ないゲート制御が可能であるとしている。

第5章は本論文の結論であり、本研究の主要な成果を要約し、結論を述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、電力ダムにおける水工学上の諸問題のうち、洪水時のダム操作に焦点をあて、信頼性向上のための高度運用に関わる技術的課題を実際問題と関連づけて系統的に論じ、その具体的な解決策を提示したものであり、主な結果は次の通りである。

1. わが国におけるダム貯水池の建設と河川流水との関わりやその操作運用の基本問題を分析し、電力ダムの洪水時のダム操作について、その全体プロセスを考慮した合理的運用とその高度化のためにどのような問題を解決することが重要であるかを明らかにした。

2. わが国の電力ダムの運用管理の現状と問題点を分析し、特に、出水時の洪水処理のための電力ダムの操作の実務作業の実態、管理者にかかる負担などの具体的問題を明らかにした。

3. ダム貯水池の水位を観測しながら、ダム上流域の降雨量、流入量を予測していく水文予測の問題が電力ダムを操作していく上で重要であることを明らかにして、その解決の具体的方法を提示した。貯水池では、風や流れなどの外乱によって水面が動揺・振動し、重力や表面張力が復元力となって波動現象が生じるが、これが、洪水時のダム流入量の推定精度に関係してくる。本論文では、貯水池の水面振動について水文学的・水文学的に検討してその特性を明らかにし、観測水位の平滑化手法を検討して、ダムおよび流域の諸元に対応してとるべき平滑化手法を提案した。

また、実際のダム流域の降雨予測モデルとして、重回帰式法と運動学的方法を採用し、1時間程度までの短時間予測には運動学的手法を、それから後の予測には重回帰式法を用いるのが実用的であることを明らかにした。ダム流入量の予測については、同定された流出モデルのパラメタが出水毎に変化することを

考慮し、異なるパラメータを持つ複数の流出予測モデルの重みを観測値に基づいて更新していく新しい予測方式を提案し、その実用性を明らかにした。

4. 洪水時のダム貯水池操作を対象とした意志決定問題の支援に関わる実際的问题に人工知能技術を応用した方法の適用性について検討し、気象状況の大局的判断ならびにダム流入量のリアルタイム予測にもとづいた放流計画支援のためのエキスパートシステムを構築した。また、ファジィ制御理論を適用して、経験を積んだダム操作員の状況判断や推論の曖昧さを定量化する推論システムを応用して、ゲート操作・操作量の支援システムを構築した。

以上要するに、本論文は、電力ダムの高度運用のための問題点を整理し、水文予測と操作手法を中心として、実際的な解決方法を提案し、その有効性を実証したもので、得られた成果は、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は、博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成9年1月17日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。