

Title	内部流れの解明に基づく水車・ポンプ水車の高性能化、高信頼性設計手法の研究
Author(s)	宮川, 和芳
Citation	大阪大学, 2007, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/48836
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	宮 川 和 芳
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 21585 号
学位授与年月日	平成 19 年 9 月 26 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 基礎工学研究科機能創成専攻
学位論文名	内部流れの解明に基づく水車・ポンプ水車の高性能化、高信頼性化設計手法の研究
論文審査委員	(主査) 教授 辻本 良信 (副査) 教授 川野 聡恭 教授 河原 源太

論文内容の要旨

発電用水車、ポンプ水車は、経済性、運用性の向上から、高落差化、大容量化、高速化、吸出高さの低減、運転範囲の拡大等の過酷な運転条件での性能、信頼性向上が要求されている。本論文ではそのような条件下で、主に流体技術の観点から各々の問題点の提起、解決手段の提案、対策の立案と検証を示している。始めに性能問題について取り上げ、水車、ポンプ水車の内部流れの把握による損失発生メカニズムの解明、損失低減を実現するための設計コンセプトの構築、効果について示す。次に、最近の開発で重要な流体励振力に関する問題を取り上げ、実験的、解析的に励振メカニズムの解明と励振力の予測、低減手法を明らかにした。以下に各章の要約を記す。

第 1 章では、本研究の目的と背景、論文の構成を示す。

第 2 章では、スパイラルケーシング、二重円形翼列（ステーベーン、ガイドベーン）での内部流れ、二次流れに強く影響される損失発生メカニズムと損失低減のための設計手法について示す。

第 3 章では、ランナの内部流れ、損失発生メカニズムを低速水車試験装置、CFD により解明し、損失低減が可能な設計コンセプトを構築、模型試験により新設計ランナの効果を確認した結果を示す。

第 4 章では、スプリッタ付きランナについて、重要な設計パラメータの抽出、性能に及ぼす影響を明らかにし、設計手法を構築した。また、その検証によりスプリッタ付きランナが運転範囲の拡大に有効であることを示した。

第 5 章では、水車のステーベーンについて、流体関連振動の発生メカニズムを振動モデル実験、CFD により解明し、弱い渦励振が生じて、流体、構造の干渉により強い励振力が発生することを明らかにした。

第 6 章では、高落差ポンプ水車で重要な問題であるランナへの励振力について実験的、解析的に解明し、動静翼列枚数の組み合わせ、動静翼列間の距離によるの直径節圧力パターン、励振力の評価手法を示した。

第 7 章では、ポンプ水車の運転範囲の拡大の制限要因となるドラフトチューブ渦芯ふれ回りの挙動を評価し、ランナ出口流れとの関連性を示した。また、渦芯ふれ回りを抑制可能なランナの設計コンセプトを構築し、その効果を示した。

第 8 章では、本論文のまとめと展開を示す。

論文審査の結果の要旨

本論文は詳細な内部流れの計測並びに数値解析に基づき、発電用水車・ポンプ水車の性能並びに信頼性の向上を図った一連の研究を取りまとめたものである。第1章では研究の背景と目的が論じられている。第2章ではフランシス水車ステーベン、ガイドベーン部の内部流れの詳細な計測と数値解析により、損失発生の主たる原因がステーベン入り口部での流れと羽根角のミスマッチングにあることを明らかにし、これを防止する三次元的ステーベン形状を提案しその有効性を実験的に検証している。第3章ではフランシス水車ランナ内部流れを計測するために特別な試験装置を開発し、これを用いて回転場における内部流れの計測を可能にした。また、回転場における非圧縮流れに特化した流れの数値解析コードを開発し、これらによってフランシス水車ランナ内部では上流より運ばれるガイドベーン後流との干渉やランナー内流れの二次流れが損失と密接に関係することが明らかにした。これらの結果に基づき内部流れをコントロールする三次元形状ランナを開発し、その効果を模型試験により確認している。第4章では運転範囲拡大のためにスプリッタ付きランナの設計コンセプトを示し、これに基づいて設計されたランナが広い運転範囲において高効率で脈動の小さな運転が可能であることを実証している。第5章では水車のステーベンで発生した流体関連振動に関して模型実験並びにステーベンの振動の影響も考慮に入れた数値解析によって、ステーベンの振動がない場合には弱い渦励振しか発生しない条件下においても、ステーベンの振動がある場合には強い渦励振が発生することの可能性があることを明らかにした。第6章では水車ランナとガイドベーンの干渉によって生じるランナ内の圧力変動のモードを実験的に明らかにし、これを流れ解析で予測する事を可能にした。第7章ではポンプ水車の非設計点での運転時に生じるドラフトチューブ内での渦心のふれ回りを扱い、模型試験並びに数値解析によりこれがランナ出口の速度分布に依存することを明らかにした。その結果に基づきランナ出口速度分布をコントロールしたランナを開発し安定な運転範囲の拡大に貢献している。以上のように本研究は水車・ポンプ水車の性能向上と信頼性確保に大きく貢献するものであり、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。