The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	遠心ポンプの振動に関する研究
Author(s)	川上, 孝
Citation	大阪大学, 1994, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/38838
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏　　名	川上　孝（かわかみ　たかし）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学位記番号	第　11412　号
学位授与年月日	平成6年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科物理系専攻
学位論文名	**遠心ポンプの振動に関する研究**
論文審査委員	（主査） 教　授　辻本　良信 （副査） 教　授　角谷　典彦　　教　授　吉川　孝雄

論文内容の要旨

本論文は著者が1972年4月に三菱重工業株式会社に入社して以来，火力・原子力発電所をはじめ大型プラント用遠心ポンプの設計・開発およびその振動不具合の解明と対策のため実施してきた「遠心ポンプの振動に関する研究」と大阪大学基礎工学研究科後期課程在学中に行った羽根車の幾何学的誤差により生じる“流力不つりあい”の研究成果についてまとめたもので，本文5章と謝辞から構成されている。

遠心ポンプは近年ますます高速，小型，高出力化の傾向が顕著であるとともに，プラントで心臓的重要度をもち信頼性の確保が社会的要求となっている。このような状況において本研究は，遠心ポンプの信頼性を向上および高速高出力を一層高めるための重要な技術として，ポンプ軸系の振動特性を正確に予測する技術を確立することを目的として実施した。

まず遠心ポンプ軸系の振動特性に大きな影響を与え，ポンプ特有の要素である環状非接触シールと水中軸受について，広範囲な作動条件の試験が可能な静・動特性実験装置を製作し，新たに考案した前まわり・後まわり円加振法を用いた実験的研究を実施した。種々の水中軸受とフラットシールの特性予測法について確認したほか従来，特性が全く不明だったねじ溝シールの特性を実験的に定量把握しかつ，特性予測式を求めた。

さらに，ポンプ軸系の荷重及び加振力となる羽根車に作用する流体力について実験研究を行い，高速・高圧ポンプで多用されるダブルボリュートポンプとマルチベーンディフューザポンプの種々の運転状態における静的・動的流体力を求め流体力係数としてまとめ振動解析時のデータベースを作成した。

また，従来定量的に明らかにされていなかった羽根車の幾何学的誤差により生じる“流力不つりあい”について実験的に特性を定量把握し，理論解析により裏付を行った。

上述のシール及び流体力に関する研究成果を基に，単段高出力ポンプ軸系と高圧多段ポンプ軸系について基本的振動特性を調べ設計に対する指針を得た。また，高速高圧多段ポンプで発生する“回転数×羽根車羽根枚数”成分の振動問題に対する対策法として，流体力つりあわせによる振動低減法をまとめ，その有効性を実機ポンプで確認した。

本研究で明らかになった非接触環状シールの特性，流力不つりあいを含む流体力，ポンプ軸系の基本特性及び“回転数×羽根車羽根枚数”成分振動低減技術は，今後さらに高出力化の進む遠心ポンプの高性能化，　信頼性向上の目的で設計段階から反映され大きな効果を発揮するとともに，ポンプの振動問題の解明と対策及び振動を利用した運転状況監視診断装置の開発に貢献しつつある。

論文審査の結果の要旨

遠心ポンプは各種プラントの運転上不可欠の重要な役割を果たし，その信頼性確保の重要性は，福島11万キロワット原子力発電所の事故や，HⅡロケットの開発の遅れの原因がポンプであった事からも明らかである。ポンプの高性能，高速化が進む中で信頼性を確保するためには，従来採用されて来た軸系の高剛性化による対応のみでは不十分で，ポンプ軸系に作用する流体力の性質を十分に把握して設計に反映させる必要がある。

流体力としては，高圧の多段ポンプで重要となるシール部に作用するものと，昇圧作用を担う羽根車に作用するものに分離して考える事が出来る。申請者は先ず，二重円筒状のフラットシールと，円筒表面にねじ溝を持ったねじ溝シールについて，偏心量と荷重の関係で表される静特性と，軸振動と軸に作用する非定常流体力の関係を表す動特性を実験的に測定した。申請者らは軸方向，周方向レイノルズ数，偏心量，幾何形状が広範囲に変わった場合に対する実測値を与えており，本研究の結果は，後の理論的研究の比較対象として多くの研究者に採用されている。

シール部に作用する流体力は軸振動に対する支持剛性としての性質が調べられたが，羽根車に作用する流体力は，軸系に対する強制外力として扱われている。先ず最初に流体力の基本的性格と流体力の大きさを定量的に把握するために，流量や吸込圧力を広範囲に変えて流体力の測定が行われた。その結果，非定常流体力は低流量時に設計流量時の5倍程度となり，定常流体力と同程度となり得ること，また，吸込圧力が低くキャビテーションが発生した条件下ではこれが更に増大する事が明らかにされた。一般的に回転機械製作時には製作誤差が含まれる。質量のアンバランスについては高度のバランシングが可能であるが，製作誤差に伴って流体力にも不つり合いが生じる。本研究では意図的な“誤差”を付加した羽根車について不つり合い流体力を測定し，これを十分小にするためには従来用いられていた許容誤差よりはるかにきびしい条件で製作精度を管理する必要がある事を明らかにした。また，不つり合い流体力は基本的には二次元非粘性解析により説明できる事を示した。また，高速高圧多段ポンプで発生する“回転数×羽根車羽根枚数”成分の振動問題に対する対策法として，流体力つりあわせによる振動低減法をまとめ，その有効性を実機ポンプで確認した。

最後に多段遠心ポンプに対して，上で求めたシール部及び羽根車に作用する流体力を用いて振動計算を行い各要素の影響を定量的に明らかにすると共に，格段の羽根車に作用する流体力を積極的に相殺させる組付け法を提案しその有効性を実証している。

以上のように本論文は遠心ポンプの軸振動の予測，低減荷対して重要な知見を与えるものであり，学位論文として価値あるものと認める。