

氏 名	桑 野 幸 三 くめ の こう ぞう
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 1266 号
学位授与の日付	昭 和 55 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	大型蒸気タービン低圧部の最終段翼に関する研究

(主 査)
論文調査委員 教授 佐藤 俊 教授 赤松映明 教授 山田敏郎

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は蒸気タービンの大容量化に際しての低圧段長翼の開発と合理的な設計方法を確立するために行なわれた研究結果をまとめたもので、10章からなっている。

第1章の緒論では従来のこの方面の研究概要をまとめ、タービン最終段翼設計の問題点および効率のよい長翼開発の重要性を指摘し、本研究を行なうに至った動機と本研究の意義をのべている。

第2章では低圧タービン最終段翼開発の方針を示し、従来の長翼より一段階大きな翼を開発するに際しては、タービン全体との関連、過去のタービン大容量化の傾向などから、翼長 850 mm、翼平均直径 2410 ~ 2790 mm を選定することが適切である理由を示し、これにより発電所の大容量化に十分対応しうるものであることの背景を明確にし、かかる長翼についての熱力学的、強度的および振動的設計の特徴と概括を示している。

第3章は低圧タービン段落内の三次元流れを精密に計算する理論式を提案し、その実際の解法を示したもので、定常、非粘性、軸対称な圧縮流を仮定して、運動量、エネルギー、質量の釣合式および断熱膨張の諸関係式を用い、子午面流線の勾配とその曲率の2つのパラメータの導入により、これらの式の展開を試み、反動度、圧力分布、各方向の速度成分等をこれら2つのパラメータにより表現して、実用上便利な流れ計算式を導いている。続いて第4章では、上記計算式を用いて数値計算を行なう際の、具体的プロセスを検討し、第1近似値の与え方およびその修正法など、具体的計算プログラムを作成し、これを用いて 3600 rpm 用 760 mm 長翼の場合について数値計算を行ない、取れんの安定性を吟味し、安定解が得られることを確認すると共に、二次元理論や従来の三次元理論による結果との比較を行なって、長翼の場合には本解析法による結果と従来の方法によるそれとの差異の著しいことを示し、本方法確立の意義を明らかにしている。

ついで前2章で提案、確立された本解析法による結果の妥当性を実証するため、実物大翼をもつ低圧タービン試験装置を作成し、実験を行なっているが、第5章では、その実験装置・方法並びに測定器および測定方法について考察した結果をのべている。なお実験に供せられた翼は 660 mm と 850 mm 翼長のも

のである。

第6章は以上の実験により得られた段落内流れの測定結果とその検討結果を記したもので、まず原設計の660 mm翼での実験の結果、動翼入口の蒸気流入角が翼入口角と合致しないこと、および翼先端と根本附近に低エネルギー領域が存在することなどが確かめられたため、これらを改善すべく更に2種の静翼を作成し、これによりタービン内部効率が向上することを明らかにし、これらデータをもとに850 mm翼を上記理論を用いて設計し、測定値と理論値との対比を行なった結果、段落内三次元流れ計算に関する本解析方法が妥当かつ有効であることをのべている。

第7章では上記実験に供せられた850 mm翼の強度並びに振動に関する設計法を概観し、それらに関する実験結果についてのべ、信頼性の評価を行なっている。すなわち、遠心応力の測定値と計算値との対比、翼の計算振動数と測定値との対比、群翼としての振動特性、振動応力などを明らかにし、強度および振動の点からともに信頼性の高い翼であることを確認し、また耐久力試験の結果、850 mm翼では5枚綴り群翼方式が広範囲の運転条件に最も適することなどを明らかにすると共に、以上の実験と計算の対比から強度および振動設計法に関する多くの知見を得、今後の最終段翼の開発法に対する設計指針を提案している。

第8章では低圧タービン・ロータ軸材の破壊靱性値、疲労き裂進展速度に関する研究の結果を記しているが、特にロータ中心孔近傍に微小な欠陥を有する軸材について、その強度並びに寿命を実験と理論の両者より解析し、非破壊検査法によりその強度と寿命を評価する方式を確立した。かつこの方法は実際にロータ軸の設計、製作に有用であることを実証すると共に、この非破壊検査法および強度評価法による微小欠陥を含む軸材の採否の判定法により、ロータ軸材の歩留まりが非常に上昇したことを明らかにしている。

第9章は、最近開発を完了した3000 rpm用1016 mm翼に対して、本研究成果がどのように適用されたかについてのべたもので、本論文の流れ解析法、強度設計および振動設計方法が十分信頼性が高く、かつ妥当な設計指針であることを確認している。

第10章は以上の結果を要約して結論としたものである。

論文審査の結果の要旨

火力発電所の総合効率の向上とコンパクト化並びに出力当りの効率向上のために、蒸気タービン単機出力の増大がはかられているが、タービンの大型化に伴なって解決すべき重要な課題に低圧タービン最終段落の合理的かつ信頼性のある設計と開発があげられる。本論文はこの背景に立って、蒸気タービン低圧部の最終段長翼の開発・設計に必要な諸問題点の解決をめざして行なわれた一連の研究結果をまとめたもので、得られた主な成果はつぎのように要約される。

1. 長翼段落内の流れを精密に計算しうる手法として、子午面流線の勾配とその軸方向の曲率との2つのパラメータによって整理した新しい三次元流れの解析方法を提案し、安定な収れん解が得られる具体的な計算手法を導入して、低圧タービン最終段落静翼および動翼内の流れをより正確に計算しうる実際の解析手法を確立した。なおこの手法には蒸気流速が音速を超える場合の翼列出口の偏向をマッハ数に応じて計算しうる考慮が加味されている。

2. 実物大翼をもったタービン試験装置を作成し、660 mm翼と著者提案の手法により設計した850 mm

翼を用いて実験を行ない、長翼設計に際して流体熱工学上有用な多くの資料を提供した。

3. 上記の実験結果と解析結果との対比検討を行ない、従来の三次元理論では長翼列内の流れを十分表現しえないことを明らかにし、本解析手法の重要性と妥当性を確認した。

4. 長翼の設計には不可欠な翼の強度、振動特性について理論的並びに実験的考察を加え、本設計翼が長時間安全に運転可能であること、および 850 mm 長翼に対しては 5 枚綴り群翼方式が最も適切であることを実証するなど、翼強度および振動設計に貴重な多くの実験結果を示すとともに、これをもとに実用上有用な翼応力計算法並びに翼および翼群振動計算法を提案した。

5. 低圧タービン・ロータ軸材の破壊強度、疲労強度および非破壊検査法に関する実験的研究により、許容欠陥判定方法並びに強度および寿命の評価方法を確立し、ロータ軸のより高い信頼性を確保し、同軸材の有効利用率とその生産性を大巾に高めた。

6. 本論文提案の流れ、強度および振動問題を総合した設計指針にもとづいて設計された 3000 rpm 用 1016 mm 翼の開発を例証として、本提案手法が長翼設計にすこぶる有用であることを確認した。

以上要するに本研究は、蒸気タービンの大容量化に伴なう大きな問題点であった低圧タービン最終段落の設計に、多くの貴重な資料を提供すると共に、その設計および製作指針を確立したものであって、学術上並びに工業上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。