

Title	ボイラ, 熱交換器の管群の振動とダクト内気柱の共鳴に関する研究
Author(s)	船川, 正哉
Citation	大阪大学, 1980, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/32836
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・(本籍)	ふな 船	かわ 川	まさ 正	や 哉
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	4989	号	
学位授与の日付	昭和55年4月25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	ボイラ、熱交換器の管群の振動とダクト内気柱の共鳴に関する研究			
論文審査委員	(主査)	教授 中川 憲治		
	(副査)	教授 井川 直哉	教授 村田 暹	教授 今市 憲作
	教授 石谷 清幹			

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、東海原子力発電所の蒸気発生器管群の疲労破損事故に端を発したカルマン渦関連問題を研究したもので、おもにボイラや熱交換器において管の背後から周期的に流出するカルマン渦による管の曲げ振動やダクト内の気柱共鳴に関するものである。内容は第1章の序言、第2章のカルマン渦による単独円筒の振動、第3章の渦流出による管群の振動、第4章の渦流出によるダクト内気柱の共鳴、第5章の総括からなっている。

第2章の単独円筒の振動では、その第3節で流れの2次元性に及ぼす円筒端部の効果について3分割円筒により変動揚力を測定している。第4節では小型模型円筒により弾性支持と加振の両実験により円筒が振動するときの変動揚力を求め、また境界層剥離点の変動や渦の生成流出の観察結果をもとにして自励的な励振機構に関する考察を加えている。第5節では、大型円筒により第4節と同様な実験を行い、その結果、臨界レイノルズ数近くでは、変動揚力が大幅に減少すること、加振円筒による円筒表面の変動圧力の測定から求めた励振力が弾性支持の実験結果とほぼ一致することを示している。

第3章は東海原子力発電所の事故の原因であった渦流出による管群の振動に関するもので、その第3節では小型の模型管群による実験で、重要な無次元量である減衰比を実物の管群と一致させ事故原因となった渦励振を再現している。第4節ではさらに高密度の炭酸ガスを用いる改良型ガス炉の蒸気発生器を対象とした大型模型管群での実験について述べている。この両実験により渦流出振動数が管の固有振動数に近い流速では激しい振動になることなど蒸気発生器の設計のための資料を得ている。

第4章は渦流出によるダクト内気柱の共鳴に関するもので、第3節では模型管群による実験で無次元振動数と共鳴の自励的発生機構について考察している。第4節では気柱共鳴の特異な例として楕円

管管群の熱交換器の気柱共鳴に関する実験結果を述べている。第5節では気柱共鳴の発生が単に渦流出振動数と気柱の共鳴振動数が一致するだけではなく、渦の振動エネルギーがダクトの吸音減衰エネルギー以上であることが重要な条件であることに着目してダクトの吸音率を変え共鳴の発生をしなくなる限界の対数減衰率を求めている。この結果から実缶の対数減衰率が判っていれば共鳴発生の限界流速を求め得ることを示している。

論文の審査結果の要旨

本論文は、原子力発電所の蒸気発生器の破損事故の原因となった気流中の管群の振動の研究、ならびに火力発電所のボイラに発生したダクト内の管群による気柱共鳴の研究をまとめたものである。

これらの現象は、ともに気流内の管の背後から周期的に流出する、いわゆるカルマン渦によって自励的に発生する振動であるが、その励振機構が複雑なために、発生の予測が困難であった。本論文は、これらの振動の発生機構と防止対策を述べたもので、主な成果を要約すると、次の通りである。

- (1) 上記の現象の基礎的研究として、まず単独円筒について水槽と風洞で模型実験を実施し、流れの観察と励振力の測定を行い、さらに振動の発生機構の力学モデルを示している。
 - (2) 風洞で管群の振動実験を行い、防振対策として、管の曲げ固有振動数をカルマン渦の流出振動数に一致させないことと、何らかの方法で構造の減衰力を増すことが有効であることを示し、さらに振動を起こしにくい管群の配置を見出している。
 - (3) 管群からの渦振動によるダクト内の気柱共鳴について、風洞実験と水槽実験を行い、その発生機構を究明している。その結果、ダクトのもっている吸音減衰の大きさが共鳴発生の支配的因子であって、ダクト内に吸音板を適当に配置することが共鳴防止に有効であることを示している。さらに共鳴の発生限界を算定する条件式を提案し、また共鳴を起こしにくい管群の配置を見出している。
- 以上のように本論文はボイラ、熱交換器の振動と共鳴による事故の発生原因とその防止対策について重要な知見を与えるものであり、工学上寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。