

氏名(国籍)	張 ^{ちよん} 家 ^か 輝 ^{ういー} (マレーシア)		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第4288号		
学位授与年月日	平成19年3月23日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	システム情報工学研究科		
学位論文題目	Flow-induced Vibration Characteristics of Socket-supported Tube Bundles in Cross Flow (直交流によって誘起されるソケット支持管群振動の特性)		
主査	筑波大学助教授	工学博士	文字秀明
副査	筑波大学教授	博士(工学)	阿部豊
副査	筑波大学教授	工学博士	河合達雄
副査	筑波大学教授	工学博士	松内一雄
副査	近畿大学教授	工学博士	松井剛一

論文の内容の要旨

本論文はシェル・チューブ型熱交換器内伝熱管の流体力による振動現象に関する基礎研究として、直交流れにより誘起される管群振動のメカニズムを明らかにすることを目的とし行われた実験的研究について述べている。

実験は透明アクリル製矩形流路に主流と垂直なるようにパイレックスガラス棒群を配置した熱交換器の一部を模擬した試験部を用い、鉛直上向き流れが管群を横切るときの流動状況を調べた。PIVを用いて流れ場を、また高速度カメラを用いた画像処理計測により管群の運動を調べた。管群は格子状および千鳥状に配列し、1段4本のガラス棒を流れ方向に20段配置した。また、バッファプレートに支持された伝熱管を想定し、両端をガラス棒よりわずかに大きい径のソケットで支持する方式を採用した。

ガラス棒の画像処理計測より、ガラス棒は流体力と重力を受けソケット内で運動するが、流れと垂直な方向の運動に着目すると、全体が同じ周波数で振動し、同じ段ではほぼ同位相で、流れ方向には特定の位相差を持って振動することが示された。また、主流とは直角方向に管群と同じ周波数で流体も振動することも示された。

固定管群を横切る流れに発生する流体振動に関する従来の研究結果と比較すると、本論文で示された管群振動の周波数は約半分であった。これは管が振動したため、管の慣性効果、管が振動するための渦放出周波数の変化および管運動に対する摩擦が原因とする考察がなされた。また、管群の段間で位相差が発生する理由は渦の放出間隔と主流方向の2管間の距離の関係から説明された。管群および速度場の時系列可視化画像から管群が振動するメカニズムとしては管から放出される渦が流れの変動を誘起し、管が振動することにより流れの変動を増長することが考えられた。これらは固定管群中に配置した1本または3本の可動管の運動および流れ場の計測結果からも示された。また、可動管群の流れ場より管にかかる力を算出し、管の運動と比較することより、管が流体力を受け運動することが示され、推定したメカニズムを裏付けた。

審 査 の 結 果 の 要 旨

管群全体を可動管で構成した実験は従来にはなく、流れと管群が十分に相互作用した状態を研究対象とした新しい実験的研究を行っている。実験では画像処理計測を用い、広い範囲の流れ場および管群の振動に関する情報を得た。これに基づき、主流方向に隣り合う管の運動を関連付けて説明を行い、流体から受ける力を算定し流体と管群運動の相互作用による振動メカニズムに言及した考察は新しい知見を与えており評価できる。ただし、計測から直接求めることが困難な圧力分布に対する考察や実際の熱交換器内振動に関する考察が十分でない面もある。しかし、全体としては多方面から管群の振動メカニズムを考察・説明していると言える。

以上のように本論文で流体と管群の相互作用に基づき管群振動のメカニズムを明らかにしたことは工学的に高く評価できる。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。