

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)	氏名	郭 官明
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
論 文 題 目			
STUDY ON HEAT TRANSFER OF STEADY AND PULSATING TURBULENT FLOWS IN STRAIGHT AND 90°CURVED PIPES (直管と 90° 曲り管内の定常および脈動乱流場における熱伝達に関する研究)			
論文審査担当者			
主 査	准教授	尾形 陽一	印
審査委員	教 授	遠藤 琢磨	印
審査委員	特任教授	西田 恵哉	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>本論文（本研究）は、曲り管路内での脈動流速場と熱伝達について論ずるものであり、実験的・数値的研究の観点から、工学的応用事例として自動車用エンジンの吸排気流れの様な高周波（高 Womersley 数）脈動乱流下での、管形状・材質と壁面熱伝達のメカニズムについて論じられている。</p> <p>第1章では、本研究に関連する管内流れと層流・乱流熱伝達研究例のレビューを行っている。直管・曲り管内の定常および低い周波数の脈動流での壁面熱伝達の研究は多数あるが、実機相当の高周波脈動乱流における直管・曲り管の熱伝達に関する議論は未だ不十分であり、特に冷間始動時のエンジン排気系の触媒性能・エミッション低減にも影響することから、脈動乱流特有の非定常特性を踏まえた本研究の意義を説明している。</p> <p>第2章では、定常流における管内気相の温度計測の実験装置と実験条件、および管内気相の温度・流動場と壁面固体相内熱伝導の連成解析（CHT：Conjugate Heat Transfer）について説明がなされている。本実験では、矩形断面を有する直管および一つの90度曲りを有するステンレス（SUS）製流路内の流動場・温度場について、計算と計測結果との比較に基づく CHT 計算結果の妥当性を示している。従来の研究では壁面温度または壁面熱流束一定の研究が多いが、共に実機とは合わないことから熱伝達係数を境界条件として設定し、計測結果をよく再現出来る結果を示した。</p> <p>また、実験では計測困難な垂直断面内の二次流れ、水平断面の曲がり部剥離の様子と温度場の相関が CHT で示され、曲り部で外側壁面への高温流体衝突による壁面熱伝達促進と剥離による伝熱減少メカニズム、直管に対して曲り管では曲り部で約 35%の局所熱伝達、20%程度の平均熱伝達上昇が示されている。</p> <p>第3章では、アルミニウム製の管を用い、管の材質比較を議論している。曲がり部で断面内平均温度の急減が見られ、断面内温度場計測と CHT の比較による二次流れと温度場の</p>			

相関が示されている。また、管壁面内の温度分布は、熱伝導率が SUS より一桁以上大きいアルミニウム管ではほぼ一様な温度分布になり SUS と温度分布が異なるが、壁面熱流束・管内気相温度分布には大きな差異が生じず、材質の影響が小さいことが示された。

第 4 章ではエンジン実機相当の高周波脈動乱流における壁面熱伝達の議論がなされている。本論著者研究グループが作成した脈動流発生装置と、高温空気発生装置を組み合わせ、理想的な正弦波に近い脈動波形の高温流動場を流入し、断面内温度分布の時間変動計測から、直管・曲り管の上流一下流の各位置での断面内平均ヌッセルト数を示している。管内温度時間変化を 2 種類の直径の熱電対時間変化計測結果から、熱電対計測時間変化波形に対し、一次遅れ応答を仮定した相互相関法で得られる波形相似性から真の気相温度時間変化を推定し、直管・曲り管の断面内平均温度・局所ヌッセルト数の比較を行った。定常直管・曲り管では脈動乱流に対して各々壁面熱流束が約 64%、10%の増加が示され、脈動乱流では従来熱伝達の増加を示す研究結果があるが、本論では逆の結果を示している。

第 5 章では、CHT 計算による壁面平均熱流束と流動場の非定常性・管形状との相関を示している。管内速度場の加減速に対し、定常流と同様に曲り部での外壁・内壁での壁面熱流束の増加・減少の様子が明らかとなった。

第 6 章では本研究の総括と、今後の展望が述べられている。本研究成果は、実機エンジン排気系の熱損失低減設計の指針を示すものとなっている。

.....

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（工学）の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500 字以内とする。