

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名 五十嵐 裕也
 学位 博士 (工学)
 学位記番号 新大院博 (工) 第 486 号
 学位授与の日付 平成 31 年 3 月 25 日
 学位授与の要件 学位規則第 4 条第 1 項該当
 博士論文名 Experimental Study on Mass and Momentum Transfer Characteristics in 90° Elbow
 (90° エルボ内の物質と運動量輸送に関する実験的研究)

論文審査委員 主査 教授・藤澤 延行
 副査 教授・鳴海 敬倫
 副査 教授・松原 幸治
 副査 教授・赤林 伸一
 副査 助教・山縣 貴幸

博士論文の要旨

本論文は、第 1 章：緒論、第 2 章：90° ロングエルボにおける物質移動と運動量輸送、第 3 章：流れの乱れ構造に及ぼすエルボ曲率の影響、第 4 章：90° ショートエルボにおける物質移動とはく離特性、そして、第 5 章：結論の計 5 章から構成されている。

第 1 章は、原子力・火力プラントにおいて発生した配管減肉現象に関する過去の実例を始めとし、それに関する過去の研究が詳しく紹介された。特に、配管減肉現象は、物質移動現象であり、物質移動係数で整理できること、それはまた、速度場に関わることが示された。

第 2 章は、比較的曲率の小さい 90° ロングエルボに対し、石膏を用いた方法によってエルボ内部の物質移動係数分布を計測する方法を示すとともに、実験結果を示した。実験結果によると、エルボ内側で物質移動係数の増大が認められ、また、これは油点法による表面流れの可視化結果とも整合することを示した。さらに、エルボ下流側断面におけるステレオ P I V (Particle Image Velocimetry) 計測結果から、物質移動係数の増大とエルボ内の二次流れの増強が現象に強く関わることを示した。

第 3 章は、90° エルボ内の流れと乱流構造を明らかにするため、3 種の曲率を持つエルボに対し、P I V 計測を行い、エルボ内の平均速度、乱れ強さ、レイノルズ応力の分布を明らかにした。実験結果によると、エルボ曲率が大きくなると、エルボ内部の乱れ強さが増大し、流れのはく離の開始位置が下流側に移動することを示した。さらに、POD (Proper Orthogonal Decomposition) 解析結果から、エルボ内部で発生する二次流れがエルボ曲率の増大とともに強まることを示した。

第 4 章は、90° ショートエルボにおける物質移動と速度場について実験的に考察した結果である。実験結果によると、ショートエルボでは、ロングエルボの場合よりさらに顕著な物質移動係数の増大現象が、エルボ後半で認められた。特に、この増大領域は、エルボ中心軸から離れた領域に発生したが、この領域の変化は流れのはく離領域と一致する。このことから、物質移動係数の増大は流れのはく離によることを結論とした。

さらに、画像変形PIV法を適用することで、流れのはく離と再付着点を計測した。この結果によると、エルボ内のはく離点、再付着点はレイノルズ数の影響を受け、レイノルズ数が大きくなると、はく離点は下流側へ移動する。一方、再付着点は上流側へ移動するため、その結果として、はく離領域はレイノルズ数が大きくなると縮小することを示した。このことから、90°エルボにおける減肉特性は、レイノルズ数の影響を強く受けることを示した。

第5章は、各章に記述した結果を総括した結果である。すなわち、本研究では、配管減肉に関わる物質移動現象と速度場について、90°エルボの曲率の影響と流れのレイノルズ数の影響を系統的实验によって明らかにした内容である。

審査結果の要旨

本論文の内容を総括すると、90°エルボにおける配管減肉現象に関わる物質移動係数と速度場を、石膏を用いた実験技術とPIVとPODを組み合わせた計測技術を用いて実験的に明らかにした結果である。さらに、これらの結果に及ぼすエルボの曲率の影響、レイノルズ数の影響を系統的に考察した。この研究成果は、工学、特に機械工学とそれに関連した産業界の新たな発展に繋がる重要な知見である。

よって、本論文は博士（工学）の博士論文として十分であると認定した。