

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Study on accurate flowrate measurement downstream of the double bent pipe using ultrasonic velocity profile method
著者(和文)	TreenusonWeeracho
Author(English)	Weerachon TREENUSON
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9476号, 授与年月日:2014年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:木倉 宏成,齊藤 正樹,高橋 実,赤塚 洋,加藤 之貴
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9476号, Conferred date:2014/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第 号		学位申請者氏名		Treenuson Weerachon	
		氏名	職名		氏名	職名
論文審査 審査員	主査	木倉 宏成	准教授	審査員	加藤之貴	准教授
	審査員	齊藤 正樹	教授			
		高橋 実	教授			
		赤塚 洋	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Study on accurate flowrate measurement downstream of the double bent pipe using ultrasonic velocity profile method (二重曲がり管後流における超音波流速分布計測法を用いた高精度流量計測に関する研究)」と題し、7章より構成されている。

第1章「Introduction」では、原子力発電プラントの安定運転継続のために、流量計測の高度化が重要な課題となっていると述べ、特に原子炉復水器の海水系冷却水配管系では、測定可能な計測箇所が垂直な二重曲がり管の後流における比較的短い助走区間のみであること、また、二重曲がり管の後流の配管も折れ角を成していることを述べ、このような複雑配管での流量計測の重要性を示すとともに、流量計測に関する研究の現状を概観し、超音波流速分布計測法が曲がり管後流の高精度流量計測に対して有望であることを述べている。また、超音波流速分布計測法を海水系冷却水配管系の高精度流量計測に適用するためには、大口径配管での超音波透過特性を鑑みた超音波センサ設置と、超音波ビームの広がりが高精度流量計測に与える影響とを詳細に調べる必要があると述べ、また、本計測手法を二重曲がり管後流の高精度流量計測に適用するためには、超音波センサの最適な本数や設置位置を実験的かつ数値解析的に解明する必要があることを示し、本研究の位置づけ、意義および目的を述べている。

第2章「Set up conditions of UVP measurement」では、大口径配管における超音波透過特性を、音場強度の数値計算と音波計測から解明するとともに、大口径配管での助走区間が短い場合での計測では、最適な超音波入射角は、従来考えられていた横波臨界角以上での最大透過率を利用するのではなく、配管厚さと縦波入射成分を考慮した入射角を用いてできるだけ入射角を小さくすると良いことを示している。また、大口径配管での計測では、超音波ビームの広がり測定精度に大きく影響することを述べ、超音波ビームの広がりによる速度分布計測値の誤差評価を行い、大口径配管に最適な流量算出方法を示している。

第3章「Flowrate measurement downstream of the double bent pipe using UVP method」では、二重曲がり管後流の折れ角のある円管流れに先立ち、二重曲がり管後流の直軸円管流れを超音波流速分布計測法による流速分布計測から実験的に調べ、二重曲がり管後流の様な未発達な流れ場であっても超音波流速分布計測法が高精度流量計測に適用可能であることを示すとともに、従来用いられていた偏流に対する超音波センサ配置を用いた複測定線計測を用いて、大口径配管用の計測条件での助走距離に対する計測誤差を評価している。また、曲がり管からの助走距離と超音波の測定線数とが測定誤差にどのように影響するかを調べるとともに、第2章の結果を利用して複数の測定線による流量算出アルゴリズムを開発して、二重曲がり管後流の高精度流量計測に適用している。

第4章「Numerical calculation downstream of the double bent pipe」では、汎用数値流体解析コードである FLUENT を用いて、第3章で行ったと同じ流れ場条件で数値流体解析を行い、超音波流速分布計測法で得られる超音波パルス進行方向の平均速度分布と同成分の平均流速分布を解析データから抽出して実験値と比較し、いくつかの乱流モデルのうち、RNG(Renormalization Group) k-εモデルが二重曲がり管後流の計算では最適であることを示すとともに、大口径配管用条件で測定線数と助走距離による流量算出値が実験値と良い一致を示すことを明らかにしている。

第5章「Estimating method of the number of measurement lines using UVP method」では、前章までに得られた二重曲がり管後流の直軸流れでの従来センサ配置での流量計測では、二重曲がり管後流直後での計測誤差が大きいことから、従来の超音波センサ配置方法よりも超音波センサ数を増加させる必要があることを示し、同一円周上のいくつかの速度分布計測値から FFT 解析することによって最小センサ数を決定する、新しい最小センサ数決定解析手法を考案し、数値流体解析による解析結果と比較することにより本手法の有効性を明らかにしている。

第6章「Accurate flowrate measurement downstream of the double bent pipe using estimating method」では、第5章で得られた最小センサ数決定解析手法を、二重曲がり管後流の折れ角円管流れに適用し、折れ角の角度の違いによる誤差評価を行い、最小センサ数決定解析手法を用いた複測定線超音波流速分布計測法が二重曲がり管後流の折れ角円管流れの比較的短い助走区間内でも高精度に流量を計測できることを明らかにしている。

第7章「Conclusion」では、各章において得られた成果を要約し、結論としてまとめている。これを要するに、本論文は原子炉海水系冷却水配管環境などの二重曲がり管後流の未発達流であっても計測可能な新しい超音波流量計測技術を開発しており、工学上および工業上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として十分価値あるものと認められる。