

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Study on the Influence of the Inlet Swirling Flow in a Double and Triple Elbow Using Phased Array UVP
著者(和文)	SanShwin
Author(English)	San Shwin
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11018号, 授与年月日:2018年12月31日, 学位の種別:課程博士, 審査員:木倉 宏成,加藤 之貴,赤塚 洋,筒井 広明,相樂 洋
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11018号, Conferred date:2018/12/31, 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	San Shwin		
論文審査 審査員		氏名		職名		氏名	職名
	主査	木倉 宏成		准教授	審査員	相樂 洋	准教授
	審査員	加藤 之貴		教授			
		赤塚 洋		准教授			
筒井 広明			准教授				

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Study on the Influence of the Inlet Swirling Flow in a Double and Triple Elbow Using Phased Array UVP」と題し、全6章より構成されている。

第1章「Introduction」では、原子力発電所を含む産業分野の配管系において、曲がり管下流域では旋回流を伴う複雑かつ速度変動を有する流れ場が生じ、その速度変動は流体励起振動を引き起こすことで配管破損など重大事故の原因となりうるため、曲がり管下流の流動現象の解明は原子力安全の観点から重要であることを述べている。そして、従来研究の現状を概観し、超音波流速分布計測法 (Ultrasonic Velocity Profile method; UVP) あるいは任意の方向に超音波ビームの進行方向を走査しその方向における二次元速度ベクトル計測が可能なフェイズドアレイ UVP が、曲がり管下流の流動現象の解明に対し有望であることを述べるとともに、配管の幾何形状の流動現象への影響を鑑みると実験のみならず数値流体解析 (Computational Fluid Dynamics; CFD) が流れ場把握に必要であることを述べ、1段曲がり管のみならず2段、3段に至る複数段の曲がり管の下流における流動現象の解明、さらには、入口旋回流の旋回強度が曲がり管下流の流動特性に与える影響の解明の必要性を述べ、本研究の位置づけ、意義および目的を述べている。

第2章「Numerical Investigation of Turbulent Flow in a Single Elbow Using Inlet Velocity Profile」では、CFD による曲がり管入口速度の境界条件を定めるにあたり、UVP を用いて曲がり管入口の速度分布を測定しレイノルズ数の影響を明らかにしている。そして CFD 解析により1段曲がり管下流において、二次流れや剥離・再付着を伴う流動構造を明らかにするとともに、レイノルズ数の増加に伴い曲がり管下流の管内壁面近傍において乱流運動エネルギーが増加することを示している。

第3章「Turbulent Flow Measurement Downstream of Double Elbow Using Phased Array UVP and PIV」では、曲がり管下流の二次渦構造を速度ベクトル表記可能なフェイズドアレイ UVP をシステム構築し、第2章と同様のレイノルズ数条件において、2段曲がり管下流における流動構造や速度変動を UVP およびフェイズドアレイ UVP によって明らかにしている。フェイズドアレイ UVP の二次元速度ベクトル計測の妥当性について、粒子画像流速測定法 (Particle Image Velocimetry : PIV) の計測結果との比較によって評価するとともに、2段曲がり管下流の管内壁面近傍における剥離・再付着を伴う流動構造と速度変動の生じる位置と大きさの関係を明らかにしている。

第4章「Influence of Inlet Swirling Flow on Flow Structure and Velocity Fluctuation」では、第3章と同様の2段曲がり管の条件において、入口旋回流の旋回強度を任意に変更可能な旋回流発生装置を新たに構築し、これを用いて旋回強度を変化させた場合における2段曲がり管下流の流れ場を UVP およびフェイズドアレイ UVP によって計測し、旋回強度が曲がり管下流における流動構造や速度変動に与える影響を明らかにしている。旋回流の流入により、曲がり管下流の曲がり管内壁面近傍における剥離・再付着を伴う流れの主要な流動構造に変化は見られないが、曲がり管内壁面近傍での速度増加と内壁面の再付着点の位置や速度変動の大きさが変化することを示し、再付着点の位置および速度変動の大きさは旋回強度に依存することを明らかにしている。

第5章「Experimental and Numerical Investigation of Swirling Flow Downstream of Triple Elbow Pipe Layout」では、より複雑な曲がり管の配置を想定し曲がり管を3段にして、第4章と同様の旋回流発生装置を用いて、入口旋回流の旋回強度を変化させた場合における3段曲がり管下流の流れ場を UVP およびフェイズドアレイ UVP を用いて計測して CFD 解析と比較し、管内断面の二次流れ構造が旋回強度に依存する事を明らかにしている。また、第4章で得られた結果と同様に、旋回流の流入により、複数段の曲がり管下流においても管内壁面近傍における剥離・再付着を伴う流れの主要な流動構造に変化は見られないが、曲がり管内壁面近傍での速度増加と内壁面の再付着点の位置や速度変動の大きさが変化することを示し、再付着点の位置および速度変動の大きさと旋回強度との関係を実験的および数値解析的に明らかにしている。

第6章「Conclusions」では、各章において得られた成果を統括し、本論文の結論としている。

これを要するに本論文は、原子力発電所を含む産業分野でみられる1段曲がり管から2段、3段に至る複数段曲がり管の下流における剥離・再付着点を有する流動現象を実験かつ数値解析により考察し、入口旋回流の旋回強度と再付着点の位置や速度変動の大きさの関係を明らかにするとともに、フェイズドアレイ UVP の流れ場解析への有効性を示しており、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。

注意: 「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ (T2R2) にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。