

非軸対称配管減肉の発生メカニズムに関する研究

高 野 剛^{a)}

Mechanism of Non-Axisymmetric Pipe-Wall Thinning downstream of Elbow-Orifice Pipeline

by Tsuyoshi TAKANO

本論文は全4章で構成されている。第1章は本研究の背景と本論文の構成についてまとめた緒論、第2章はオリフィス偏心と旋回流の組合せによるオリフィス背後の流れ場に及ぼす影響を物質輸送現象の観点からの考察、第3章は新たな物質移動係数計測法としての安息香酸減肉法の提案とエルボ・オリフィス配管系におけるオリフィス背後の非軸対称配管減肉について評価した結果である。そして第4章は結論である。

第1章は、配管減肉研究の背景と目的について詳しく説明した。すなわち、美浜原子力発電所の系統配管を始めとした、国内外で発生した配管減肉例についての概要と流れ加速型腐食（FAC）による減肉の発生メカニズムに関する過去の研究成果をレビューした。特に、美浜原子力発電所の系統配管における非軸対称配管減肉の発生状況について詳述するとともに、流れ加速型腐食による減肉速度は物質移動現象に起因することを示したことは、本研究の原点であり、以下の各章に強い関わりがある内容である。

第2章は、配管減肉が頻繁に発生する配管部位であるオリフィス下流の流動場に着目し、配管の許容寸法誤差（ $\pm 0.8\%$ ）をオリフィス偏心として捕らえ、それがオリフィス背後の流れ場に及ぼす影響について考察した。本章では、空気を作動流体とする実験を行い、物質移動係数の計測には、ナフタリン昇華法を適用した。実験結果によると、配管内に強い旋回流が生じると、わずかなオリフィス偏心によって

もオリフィス背後の物質移動係数分布に非対称性が発生することを示した。また、このような偏流の発生条件を旋回強度とオリフィスの偏心量をさまざまに変えた実験から考察し、非軸対称な配管減肉が発生する条件を示すとともに、そのメカニズムについて明らかにした。

第3章は、上流側の流れの影響で配管内に偏流が発生する可能性を探る目的で、エルボ・オリフィス配管系で発生する非軸対称配管減肉について考察した。まず、実機流体である水を作動流体とする場合の物質移動係数の評価法として、安息香酸法を提案し、その計測原理と計測法について示した。次に、安息香酸法による物質移動係数の計測結果が健全であることを直円管実験で示した。一方、本章では、さまざまな強度の旋回流を伴うエルボ・オリフィス配管系の物質移動係数の計測を詳細に行った。比較のために行った旋回なしの実験結果では、エルボ下流側の物質輸送係数は直円管よりわずかに大きい。管直径の数倍の下流位置では直円管の結果とほぼ一致することを示した。しかしながら、旋回流を伴うと、エルボ下流の物質移動係数分布は、直円管の場合より大きくなり、また、周方向にも分布を持つようになる。さらに、オリフィス下流側での物質移動係数の計測を行い、このようなエルボ下流における偏流の発生は、オリフィス下流側では物質移動係数の増大現象と非軸対称分布へと成長することがわかった。以上の実験から、エルボ・オリフィス配管系では、上流側に旋回流が存在すると、オリフィ

^{a)} 新潟大学大学院自然科学研究科

[新潟大学博士（工学）平成27年3月23日授与]

ス下流側で非軸対称減肉が発生する可能性が高いことがわかった。

第4章は、以上各章に記述した結果をまとめた結論である。