

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名 高野 剛
学位 博士 (工学)
学位記番号 新大院博 (工) 第 422 号
学位授与の日付 平成 27 年 3 月 23 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 非軸対称配管減肉の発生メカニズムに関する研究

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

博士論文の要旨

本論文は全四章で構成されている。第一章は本研究の背景と本論文の構成、第二章はオリフィス偏心と旋回流の組み合わせによって非軸対称な配管減肉が発生するメカニズムの考察、第三章はエルボとオリフィスの組み合わせ配管に旋回流が流入することによって発生する非軸対称配管減肉の発生メカニズムの考察、そして第四章は結論である。

第一章では、研究の背景である配管減肉の発生によって原子力・火力プラントの配管破損例ならびに流れ加速型腐食による配管減肉の発生メカニズムに関する過去の研究について説明した。また、本研究の位置づけならびに目的として、非軸対称配管減肉の発生メカニズムについて記述した。

第二章は、オリフィス偏心と旋回流の組み合わせによって非軸対称な配管減肉が発生するメカニズムを明らかにするため、種々の偏心量のオリフィスを用いて、ナフタリン昇華法ならびに安息香酸法を用いて、オリフィス下流側の物質移動係数分布の計測結果が示された。なお、ナフタリン昇華法は作動流体が空気の場合に適用可能な既存の計測法であるのに対して、安息香酸法は作動流体が水で計測可能な新たな計測法である。いずれの計測結果においても、オリフィス下流側の物質移動係数分布は、管径の 1~1.5 倍程度で最大値を示し、また過去の結果とも一致した。また、このような物質移動係数の周方向分布は、オリフィス偏心によって大きく変化し、J I S規格を満足するオリフィス偏心量 0.08%でも物質移動係数分布は非軸対称に変化することが明らかとなった。

第三章は、エルボとオリフィスの組み合わせ配管に旋回流が流入することによる物質移動係数の非軸対称性の発生について実験的に考察した。本実験では、作動流体として水を用い、前章で開発した安息香酸法を用いて物質移動係数分布を計測した。実験結果によると、旋回流の影響によりエルボ下流側で物質移動係数分布はわずかに非軸対称性を示すが、このような流れがオリフィスに流入すると、その下流側で大きな偏流として現れ、オリフィス下流側に非軸対称な物質移動係数分布が認められた。このような非軸対称性の発現メカニズムでは、旋回流の強度によってオリフィス下流側で物質移動係数分布が最大となる

位置が決定される。本実験結果によると、物質移動係数最大の位置として配管減肉位置が決まるが、この位置は実機の最大減肉位置ともほぼ一致することが示された。

第四章は、以上の研究成果をまとめた結論であり、非軸対称配管減肉の発生メカニズムをまとめた。

審査結果の要旨

本研究の内容を総括すると、流れ加速型腐食による非軸対称配管減肉の発生メカニズムとして、旋回流を伴う場合の現象としてオリフィス偏心ならびにエルボとオリフィスの組み合わせ配管について実験的に考察した。また、作動流体が水の場合に適用可能な物質移動係数分布の計測法として、安息香酸法を提案した。

オリフィス偏心による非軸対称配管減肉の発生メカニズムについては、日本工業規格を満足する配管においても非軸対称性が発生する可能性があることが示された。一方、エルボとオリフィスの組み合わせ配管では、上流側で軸対称な旋回流が発生してもエルボ下流側では非軸対称な流れを形成し、それがオリフィスに流入することによって大きな偏流を形成することが示された。特に、後者のメカニズムでは、旋回流強度によって最大減肉位置が決定されること、その位置は実機における配管破断位置ともほぼ一致することを示した。これらの研究成果は、原子力・火力発電プラントの配管減肉で非軸対称配管減肉ならびに最大減肉位置を予測する方法を新たに提案するための重要な知見であり、今後の原子力発電プラントの安全性を高める上で有効であり、今後の機械工学の更なる発展にも繋がる成果でもある。

以上のことから、本研究は博士(工学)の学位論文に十分値すると認定した。