

論文審査の要旨

報告番号	理工研 第425号	氏名	山下 勇人
審査委員	主査	駒崎 慎一	
	副査	池田 徹	足立 吉隆
		佐藤 紘一	
学位論文題目	水素昇温脱離分析法を用いた耐熱金属材料の余寿命診断技術の開発 (Development of Remaining-Life Assessment Technique for Heat Resistant Materials Using Hydrogen Thermal Desorption Analysis)		
審査要旨	<p>提出された学位論文及び論文目録等を基に学位論文審査を実施した。本論文はクリープ試験を行った先進耐熱材料に対して水素昇温脱離分析を行い、水素放出特性変化に基づいたクリープ損傷の検出・評価の可能性について検討した結果に加え、水素の損傷検出機構解明の一環として行った計算およびシミュレーション結果についてまとめたものである。本論文は8章で構成され、その概要を以下に記す。</p> <p>第1章は序論であり、高温機器の余寿命評価の必要性および現状についてまとめている。</p> <p>第2章は先進耐熱材料のクリープ余寿命評価技術の必要性および最新のクリープ損傷非破壊評価法について述べるとともに、水素をトレーサーとして用いた損傷評価の可能性についてまとめている。</p> <p>第3章では、高Crフェライト系耐熱鋼Gr.91鋼の母材のクリープに伴う水素放出特性の変化を調査している。その結果、水素放出量はクリープ損傷度の増加とともに増え、その増加は応力が低下するほど顕著となり、このような水素放出特性の変化はクリープによる欠陥（キャビティなど）の生成・成長挙動を反映していることを明らかにしている。また、キャビティ成長則に基づき新たに導出したパラメータと水素放出量の関係を用いて余寿命評価を行い、クリープ余寿命を精度良く予測できる可能性を示している。</p> <p>第4章では、高Crフェライト系耐熱鋼Gr.122鋼溶接継手のクリープ寿命消費に伴う水素放出特性の変化およびSPクリープ試験結果との関係を調査している。その結果、寿命比の増加とともに熱影響部の水素放出量が増し、特にクリープ損傷（キャビティ）が優先的に発生していた外表面近傍でより顕著であることを明らかにしている。また、SPクリープ試験による破壊試験結果と水素放出量の間に良好な相関が認められ、水素放出特性変化に基づいた溶接継手部のクリープ損傷評価の可能性を示唆している。</p> <p>第5章では、フェライト系耐熱ステンレス鋼18Cr-2.5Si鋼のクリープと加熱時効に伴う水素放出特性の変化を調査している。その結果、クリープのみならず加熱時効によるマイクロ組織変化によっても水素放出特性が変化することを示している。また、損傷（欠陥）に関与している水素量のみを抽出することに成功し、水素放出特性変化に基づいたクリープ余寿命評価の可能性を示唆している。</p> <p>第6章では、Ni基合金のAlloy617およびFe-Ni基合金のHR6Wのクリープに伴う水素放出特性の変化を調査している。その結果、クリープに伴う水素放出特性変化はほとんど見られず、FCC構造を有するこれらの鋼種は、試料外部への水素放出がトラップサイトからの熱解離よりも拡散に律速され、トラップサイトの性状変化を反映しにくい可能性を示している。</p> <p>第7章では、水素による損傷検出機構の解明のために、第一原理計算を用いて鉄中のキャビティおよび空孔クラスターに対する水素の安定構造を調べ、水素ガスが存在する空孔クラスターサイズ、水素原子のキャビティ表面被覆状態を明らかにしている。また、クリープ損傷を考慮した新しい水素放出曲線シミュレーション手法を開発している。</p> <p>第8章は、本研究の結論である。</p> <p>以上、本論文では、国内外を問わず過去に例のない“水素をトレーサーに用いた新しいクリープ余寿命診断技術の開発”を行っており、極めて独創的かつ革新的な研究成果であるといえる。また、火力発電プラントといったクリープ損傷が問題となる大型機器・構造物の破壊事故の未然防止に大きく貢献するものと期待される。よって、審査委員会は博士（工学）の学位論文として合格と判定する。</p>		