

総合エネルギー工学専攻	学籍番号	947050	指導教官氏名	関東 康祐
申請者氏名	C. Mani			

## 論文要旨(博士)

論文題目	(クラッド付圧力容器鋼の非破壊検査と破壊強度に関する研究) Nondestructive testing and Fracture Mechanics approach to Fracture strength of cladded pressure vessel steels
------	--

(要旨 1,200字程度)

## 要旨

クラッド中の亀裂の問題、特に、原子炉圧力容器内面のクラッド近傍の微小な亀裂の問題は、圧力容器の安全性評価や構造健全性に関して重大な関心事である。クラッド付平板の荷重耐荷能力はクラッド下の亀裂の存在に影響されるだろう。このことから、クラッド下の微小欠陥の無害性が示されねばならない。重要ではあるが十分に理解されているとは言えない問題の一つは、これらのクラッド下の亀裂(UCC)の挙動、およびそれらがいかにして原子炉や他のプラントで用いられているクラッド材料の機械的性質に影響を及ぼすか、である。そこで、本研究の目的は、構造健全性に関連して、これらのクラッド下の亀裂の挙動を明らかにすることにある。

クラッド材を製作する方法の第一は溶接によるものであるから、圧力容器に用いられるC-Mn鋼 (ASTM SA 299) 溶接中に任意の長さ、方向の亀裂を正確に発生させることに注目する。手動金属アークおよびサブマージアーク溶接(SAW)を利用して、任意の長さ、方向の亀裂を正確に発生させる新技法が用いられた。非破壊検査(NDE)による溶接中の亀裂の定性的、定量的測定は非常に重要である。そこで、アコースティックホログラフィや計算機を用いた亀裂形態の再構成を含むNDE手法のパラメータ最適化が行なわれ、その結果について議論されている。

クラッド中の亀裂成長速度が変化したときのクラッドの機械的性質を理解することは重要である。この観点については以下のように調査された。サブマージアーク溶接は圧力容器クラッド製造に広く用いられ、その品質は熱入力により制御されるため、これらのパラメータの影響を調べる必要がある。グレードAISI 304, 309, 316ステンレス鋼クラッドをSAWにより製作し、クラッド厚の影響を調べた。その結果、 $\delta$ フェライト鋼がクラッドの機械的性質に大きな影響を与えていることがわかった。

最後に、クラッド下の亀裂を上記のステンレス鋼クラッドにSAWにより発生させ、特殊な非破壊検査手法を用いてその検出に成功した。本研究の目的の一つは、この非均質材料の破壊挙動に対する相境界の影響を調べることにある。試験片はA508鋼にIncoloy 825, SUS 304 およびSUS 329のクラッドを圧着により付けたものである。安定亀裂成長試験を3点曲げ試験により行なった。亀裂位置は母材中にあり、クラッド方向へ伸びるように設定した。相境界は亀裂方位に垂直とした。結果は、亀裂先端が相境界に達したとき、境界の剥離が起こった。疲労亀裂のみの場合、亀裂は剥離を生じさせずに相境界を通過した。また、クラッド材料が異なれば、クラッド境界の影響も異なることがわかった。実験結果は相境界の影響を明瞭に表わしている。J1Cのような破壊靱性パラメータの評価と走査型電子顕微鏡による金属学的研究により価値ある情報が得られた。有限要素法の解析結果は、クラッド-母材境界にある亀裂の挙動を説明する上で、上記の破壊試験結果と一致した。

本研究の成果によって、クラッド下の亀裂解明に役立ち、亀裂解析の種々の手法の有効性を示し、さらに圧力容器へ適用した場合の保守性を評価することが期待できる。