

SCC現象の解明と健全性評価

背景・目的

長期運転経年炉で考慮すべき事象の一つに、応力腐食割れ（SCC）がある。SCCへの対応策としては応力緩和、冷却水環境改善、材料変更等の技術的改善などの他、日本機械学会維持規格に基づいて割れの進展を管理する方法がある。維持規格では、検査で見つかったSCCの進展を予測し、SCCに対する機器の健全性を評価することにより、継続使用あるいは保修・取替の判定を行う。規格をより良いものとするために、最新の研究成果を規格に反映していくことが重要である。

本課題では、SCC現象や機構についての更なる知見を取得し、維持規格の高度化やSCC対策技術の開発に反映することを目的として、溶接境界部のSCC進展挙動や、SCC発生挙動に及ぼすマイクロ組織の影響などの評価を行う。

主な成果

1. 低炭素ステンレス鋼の溶接部の境界におけるSCC進展挙動

当研究所では低炭素ステンレス鋼圧延材の一般的な溶接継手を用いて、溶接部の母材から溶接金属に向かうSCCの進展挙動を詳細に観察し、母材から溶接金属にSCCが容易には進展しないことを明らかにした。新たに、実機相当配管材（低炭素ステンレス鋼）の溶接部近傍のSCCの進展挙動を詳細に観察し、圧延材継手と同様に配管継手においても母材から進展したSCCは分岐を伴いながら主に溶融境界に沿って進展し、溶接金属には容易には進展しないことを明らかにした（図1）。また、溶接金属に達した分岐SCCの多くは、溶接金属内に進展したとしても、多くの場合進展量は高々100 μ m程度であった（図2）。

2. ステンレス鋼のSCC発生特性の解明

材料表面に加工を施すと塑性ひずみによって硬さが増すが、加工方法により異なる硬さの違いがSCC発生に影響を及ぼすことが知られている。試験片表面硬さの高精度な調整技術の確立に向け、フライス加工における送り速度と主軸回転速度の調整により、表面硬さを制御できることを確認した（図3）。また、フライス加工の送り速度によっては、塑性ひずみの分布も制御可能であることを確認した。また、SCCの発生量は、高塑性ひずみ領域を一様に導入するよりも、高塑性ひずみ領域が局所的に存在する場合に多くなることを明らかにした（図4）[Q09017]。

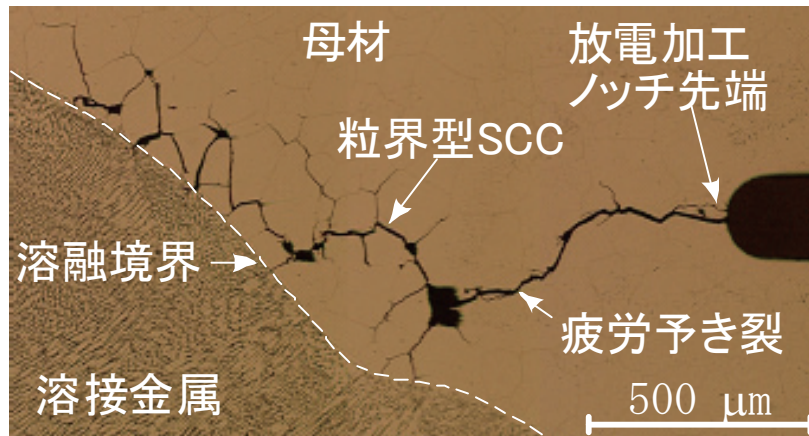


図1 試験片の溶接部近傍における SCC進展挙動

荷重は上下方向に付与され、SCC は疲労予き裂の先端部から図の左方向に進展した。

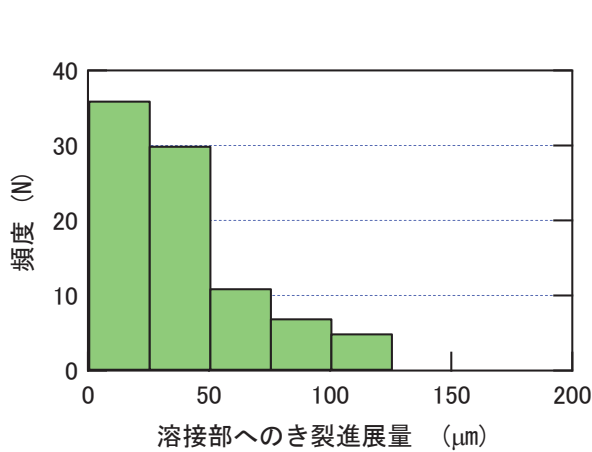


図2 溶接金属へのき裂進展深さ分布

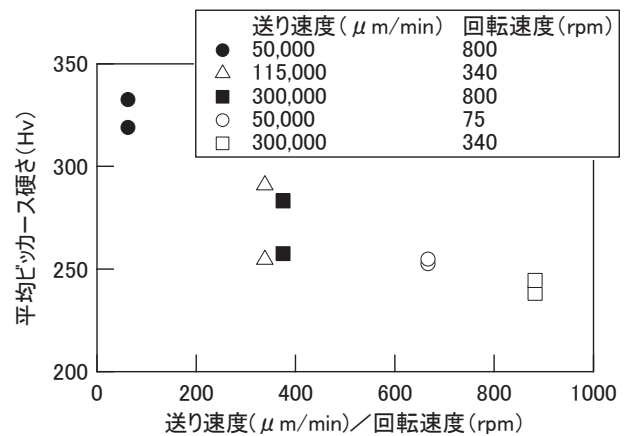
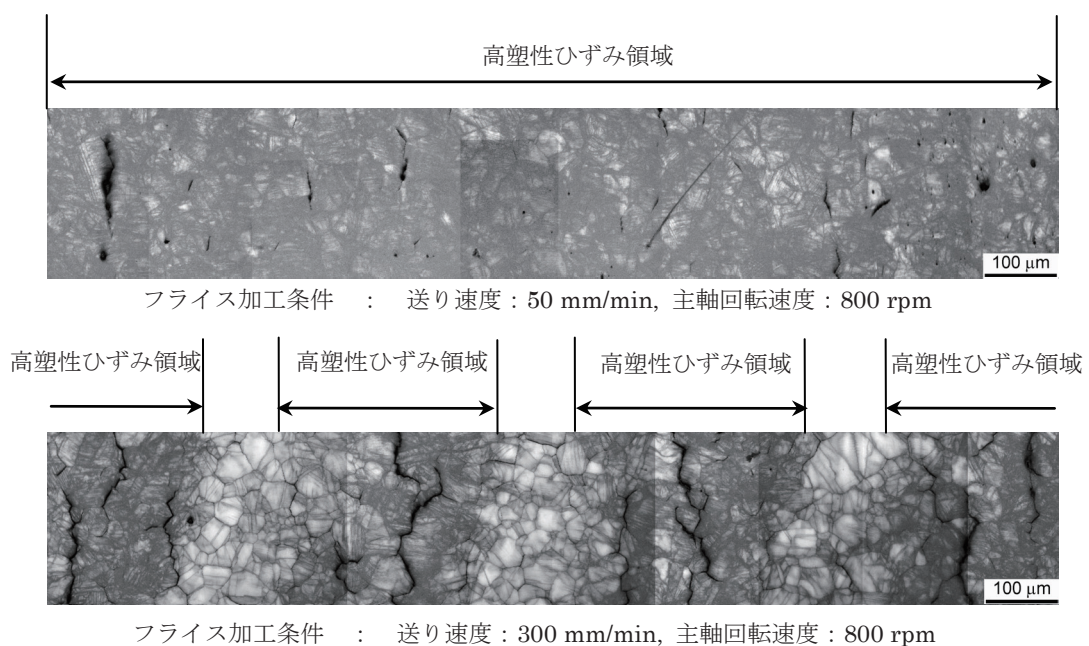


図3 フライスの加工条件と表面硬さの関係



フライス加工条件 : 送り速度 : 50 mm/min, 主軸回転速度 : 800 rpm

フライス加工条件 : 送り速度 : 300 mm/min, 主軸回転速度 : 800 rpm

図4 電子線回折測定による塑性ひずみ分布とき裂発生位置の関係

(画像で濃い箇所ほど塑性ひずみが高い)

一様にひずませるよりも (上図)、局所的にひずませる方がき裂 (黒い部分) が発生しやすい (下図)。