

低炭素ステンレス鋼の応力腐食割れ発生に及ぼす 硬度分布および結晶粒径の影響

背 景

低炭素ステンレス鋼は耐応力腐食割れ(SCC)材料として開発され、沸騰水型軽水炉の原子炉再循環系配管や炉心シュラウドに使用されているが、SCCの発生が確認されている。実機で確認されたSCCは、表面の加工硬化層を起点としていることが明らかとなり、硬い材料ほどSCC感受性が高くなる傾向が知られている。き裂の発生は局所的な現象であり、表面における硬さなどの主要因子の分布形態とSCC発生には、何らかの関係があると予想される。また、負荷状態にある材料の局所的な応力分布は、結晶粒径に依存することが知られているが、これまでに表面の硬度分布や結晶粒径とSCC感受性の関係について系統的な研究は行われていない。

目 的

低炭素ステンレス鋼のSCC感受性に及ぼす表面硬さ分布および結晶粒径の影響を明らかにし、SCC発生の主要因子を推定する。

主な成果

1. 表面硬さ分布

表面硬さ分布の異なる試験片でSCC発生試験を行い、以下の結果を得た。

本試験では、SCCが発生するための条件は、平均硬さ(ピッカース硬さ:Hv) >235 (図1)かつ硬さの標準偏差Hv >18 (図2)であると推定された。この推定値の一般性については、さらに多くの種類の材料を用いた試験による確認が必要であるが、今回の結果から、SCC感受性を評価するためには、平均硬さのみでなく、硬さの標準偏差を考慮しなければならないことが明らかになった。

2. 結晶粒径

同一硬さで結晶粒径の異なる試験片でSCC発生試験を行い、以下の結果を得た。

硬さ(Hv ≈ 300)の材料では、結晶粒径の大きいほどき裂数密度が高く、最大き裂長さが長くなり、SCC感受性が高くなる傾向が認められた(図3)。

以上、SCC感受性に及ぼす表面硬さ分布と結晶粒径の影響評価から、低炭素ステンレス鋼におけるSCC発生の主要因子は、局所的な応力分布の不均一性にあると推定される。

今後の展開

SCC発生試験前の試料について、EBSP装置および微小部X線回折装置を用い、空間的な塑性ひずみ・結晶方位の分布および残留応力分布の測定を行い、その分布状態とき裂発生位置の関係を明らかにする。

主 担 当 者 軽水炉高経年化研究総括プロジェクト SCCユニット 特別契約研究員 宮原 勇一
軽水炉高経年化研究総括プロジェクト SCCユニット 主任研究員 加古 謙司

関連報告書 「SUS316L ステンレス鋼の高温水中応力腐食割れ感受性に及ぼす硬度分布の影響」 電力中央研究書報告:(2008年3月)
「高温純水中におけるオーステナイト系ステンレス鋼のSCC感受性に及ぼす化学組成と結晶粒径の影響」 電力中央研究書報告:(2008年3月)

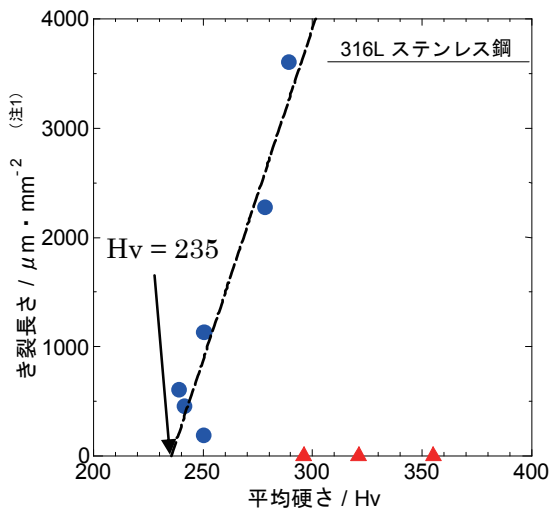


図1 平均硬さとき裂長さの関係 注1)

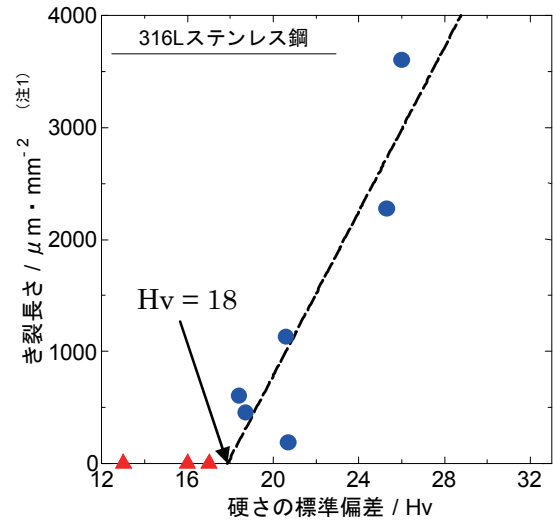


図2 硬さの標準偏差とき裂長さの関係 注1)

(注1): 縦軸のき裂長さは、単位面積に観察されるき裂の総延長を示す。

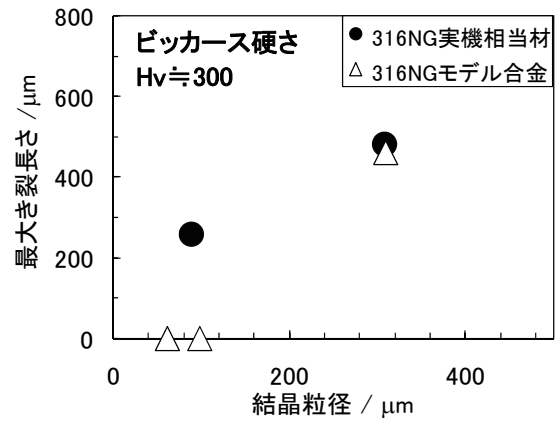
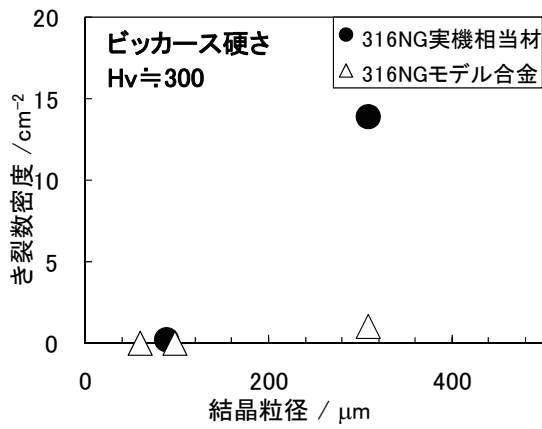


図3 結晶粒径とき裂数密度および最大き裂長さの関係 注2)

(注2): 縦軸のき裂数密度は、単位面積に観察されるき裂数を示す。