

# TT690 合金冷間加工材における PWR1 次系模擬水中 SCC 発生試験 —変形を許容した高応力条件下での亀裂発生挙動—

SCC initiation of cold worked Alloy 690TT under simulated PWR primary water

- Crack initiation under highly stressed condition accompanying plastic deformation -

\*大厩 徹<sup>1</sup>, 寺地 巧<sup>2</sup>, 山田 卓陽<sup>1</sup>, 國谷 耕平<sup>1</sup>, 有岡 孝司<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INSS, <sup>2</sup>INSS(現関西電力)

冷間加工した TT690 合金に対して、塑性変形を許容した高応力をブラントノッチ CT 試験片に付与して 360°C の PWR1 次系模擬水中で定荷重試験を実施した。5,000h 程度の試験でノッチ先端に微小な粒界亀裂が認められ、断面観察から亀裂発生の前駆挙動として粒界キャビティの形成が確認され、酸化との重畳により粒界結合力が低下し開口が生じたと推察された。

**キーワード**：TT690 合金，SCC 発生試験，冷間加工材，粒界キャビティ

## 1. 緒言

TT690 合金は、加圧水型軽水炉 (PWR) の 1 次系における応力腐食割れ (SCC) への対策材として採用が進んでおり、現在まで実機プラントにおける SCC 発生の報告はない。しかし、強い冷間加工を加えることにより SCC 進展感受性を示す<sup>[1]</sup>と共に、360°C で変動荷重を付与した促進条件の SCC 発生試験では、粒界にキャビティを伴った亀裂が報告された<sup>[2]</sup>。本研究では、塑性変形を伴うような高応力の促進条件で定荷重試験を行ない、粒界キャビティや酸化の SCC 発生への寄与を検討した。

## 2. 実験

TT690 合金に 20%及び 30%の冷間加工(CW)を加え、T-L 方位から厚さ 5.7 mm 及び 6.5 mm のブラントノッチ CT 試験片を製作した。360°C の PWR1 次系模擬水中 (500ppm B+2ppm Li+DH 30cc/kg H<sub>2</sub>O) で定荷重試験を行なった。荷重はノッチ先端を亀裂先端と見なした場合の見かけの K 値で 70MPa $\sqrt{m}$ 及び 80MPa $\sqrt{m}$ に相当するように設定した。

## 3. 結果・考察

30%CW 材の試験片で K=70MPa $\sqrt{m}$ の条件で 5,276h の試験後にノッチ先端の表面を SEM 観察した結果、微小な亀裂が一つ認められた。その断面の STEM(走査透過型電子顕微鏡)による Z コントラスト像を図 1 に示す。微小亀裂端部の断面 1 では酸化領域の先端から離れた位置にコントラストの低下した領域が確認され、微小亀裂中央の断面 2 では割れの内部に酸化物が認められたことから、表面側から酸化が進行し割れが生じたことが確認されると共に、亀裂発生の前駆挙動としてキャビティが寄与した可能性が示唆された。

また、K=80MPa $\sqrt{m}$ の条件で 10,000h 前後の試験後にノッチ先端の表面を SEM 観察した結果、20%CW 材で 6 個、30%CW 材で 82 個の微小な亀裂が認められた。ノッチ先端を 10 等分し、それぞれの領域における亀裂の数とその領域における荷重軸方向の応力及び塑性ひずみの平均を求め、相関を整理した結果を図 2 に示す。20%CW 材及び 30%CW 材共に応力及び塑性ひずみに対して単調増加の傾向を示し、亀裂は荷重軸方向応力が 750MPa 以上、塑性ひずみが 4%以上の領域で認められた。

[1] P.L. Andresen et al., Proc. 13th Environmental Degradation conf., (2007)

[2] Z. Zhai et al., Corrosion Vol.73, No.10, (2017)

\*Toru Oumaya<sup>1</sup>, Takumi Terachi<sup>2</sup>, Takuyo Yamada<sup>1</sup>, Kohei Kokutani<sup>1</sup> and Koji Arioka<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Nuclear Safety System(INSS), <sup>2</sup>INSS (Present:KEPCO)

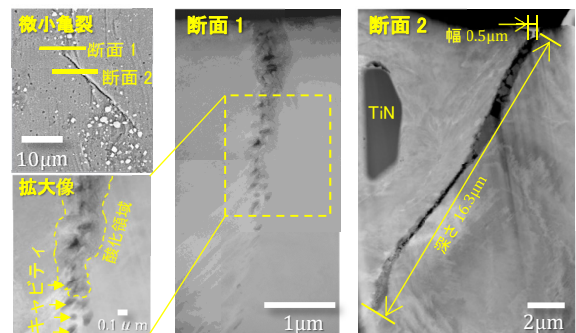


図 1 STEM 観察結果(5,276h 後, K=70MPa $\sqrt{m}$ )

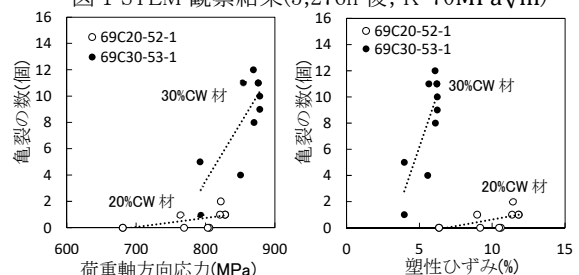


図 2 亀裂の数と応力及びひずみとの関係(20%CW 材 (12,417h 後), 30%CW 材(9,802h 後), K=80MPa $\sqrt{m}$ )