

Q

疲労き裂進展の解析には、主として線形破壊力学的手法(パリス則など)が適用されています。溶接継手では、降伏応力に相当する引張りの残留応力が発生します。このような高い応力場に存在するき裂の進展は、パリス則などにより解析してもよいのでしょうか。

また、オーステナイト系ステンレス鋼は冷間加工を施し、大きな塑性ひずみが導入された状態で使用されることがあります。このような冷間加工材に対して、従来の線形破壊力学的手法で疲労き裂の進展を解析してもよいのでしょうか。

参照 QNo. : FA-10, FB-18

A

残留応力のある溶接継手および塑性ひずみが導入された部材ともに、小規模降伏条件を満足すれば、疲労き裂進展の解析は線形破壊力学手法により行ってよい。

溶接残留応力の影響を疲労き裂進展の解析に考慮する場合、溶接継手の初期残留応力分布が必要となる。残留応力分布を解析する手法としては、熱弾塑性有限要素法による溶接のひずみ履歴を模擬した数値解析があるが、簡易な解析方法も提案されている⁽¹⁾。残留応力の応力拡大係数 K_R は、初期残留応力分布と部材の形状などに依存する重み関数を用いて解析することができる⁽²⁾。疲労き裂進展の解析においては、部材に作用する繰返し応力による応力拡大係数範囲とともに K_R が作用すると考え、応力比の影響として考慮する。

塑性ひずみが導入された部材の疲労き裂進展の解析においては、上記の残留応力の影響に加えて、加工硬化の影響を考慮する⁽³⁾。特に、オーステナイト系ステンレス鋼の冷間加工材は、顕著に加工硬化している。疲労き裂進展特性に及ぼす加工硬化の影響は、降伏応力の増大の影響として考慮する。したがって、加工硬化している場合には、小規模降伏条件を満足しやすくなる。一方、疲労き裂進展速度は降伏応力に依存しないから、疲労き裂進展速度に加工硬化の影響を考慮する必要はない。

[参考文献]

- (1) 小林英男他, 構造健全性評価ハンドブック, 共立出版, (2005), pp. 350-357.
- (2) 轟章, 小林英男, 残留応力場の疲労き裂進展速度の予測, 日本機械学会論文集 A 編, Vol. 54, No. 497, (1988), pp.30-37.
- (3) 小林英男, 疲労強度と塑性加工, 日本機械学会誌, Vol.87, No. 790, (1984), pp. 1030 -1035.