

Q

日本機械学会 維持規格に記載されている材料ごとのき裂進展速度線図は、どのように設定されているのでしょうか。

参照QNo. : FA-08, FB-06

A

日本機械学会 維持規格⁽¹⁾では、下記のき裂進展速度線図が規定されている。

(1) オーステナイト系ステンレス鋼

(a) 疲労き裂進展速度

- 大気中
- BWR 水質環境中
- PWR 一次系水質環境中

(b) SCC き裂進展速度

- BWR 通常一次系水質環境中: 鋭敏化 SUS304
- BWR 通常炉内水質環境中 : 鋭敏化 SUS304,
低炭素ステンレス鋼(SUS304L, SUS316L, 316NG)
- BWR 水素注入環境中 : 鋭敏化 SUS304,
低炭素ステンレス鋼(SUS304L, SUS316L, 316NG)

(2) フェライト鋼

(a) 疲労き裂進展速度

- 大気中
- 環境中: BWR と PWR 共通

(3) ニッケル基合金(溶接金属)

(a) SCC き裂進展速度

- BWR 通常炉内水質環境中: NiCrFe-3 と DNiCrFe-1J 共通

(1) オーステナイト系ステンレス鋼

オーステナイト系ステンレス鋼の大気中の疲労き裂進展速度の線図(式)は、ASME 規格 Sec.XI, Appendix C⁽²⁾の線図を採用しており、データを両対数直線回帰し、95%信頼限界に基づき設定された⁽³⁾。環境中(BWR および PWR)の疲労き裂進展速度の線図は、国内のデータを用い、BWR は上限包絡、PWR は 2σ (95%信頼限界)に基づき設定された⁽¹⁾。SCC き裂進展速度の線図は、データが少ないので、データの上限を包絡するように設定された⁽¹⁾。

(2) フェライト鋼

フェライト鋼の大気中の疲労き裂進展速度の線図は、ASME 規格 Sec.XI, Appendix A の線図を採用している⁽²⁾。この線図の策定に用いたデータのばらつきは、中央値に対して Factor of 2 (1/2~2

倍)の範囲であり、線図は上限を包絡するように設定された⁽⁴⁾。環境中(BWR と PWR 共通)の疲労き裂進展速度の線図も、ASME 規格 Sec.XI, Appendix A の線図を採用しており、95%信頼限界に基づき設定された。この線図は、国内のデータも包絡することが確認されている⁽¹⁾。

(3) ニッケル基合金(溶接金属)

ニッケル基合金(溶接金属)の BWR 環境中の SCC き裂進展速度の線図は、国内のデータを用い、柱状晶方向に平行方向の SCC き裂進展速度の平均線として設定された。SCC き裂進展速度は柱状晶方向に対する異方性があり、直交方向は平行方向の速度の 1/10 程度に減速するので、平面き裂の進展解析における平均線の使用は、十分な裕度がある(加速側の評価となる)。

以上をまとめれば、き裂進展速度線図はデータの上限を包絡するように、中央値の 95%信頼限界に基づき設定されており、中央値に対して 2 倍以上の速度を与えている。

[参考文献]

- (1) 発電用原子力設備規格 維持規格, JSME S NA1, 日本機械学会, (2012).
- (2) Boiler and Pressure Vessel Code, Section XI, 'Rules for Inservice Inspection of Nuclear Power Plant Components', ASME, (2001).
- (3) 'Companion Guide to the ASME Boiler & Pressure Vessel Code', Volume 2, Third Edition, ASME, (2009).
- (4) Eason, et al., 'Technical Basis for a Revised Fatigue Crack Growth Rate Reference Curve for Ferritic Steels in Air', Trans. ASME, Journal of Pressure Vessel Technology, Vol. 114, No. 1, (1992), pp. 80-86.