

# (440) ハステロイ-Xの大気中およびヘリウム中における 高温疲労き裂進展特性

日本原子力研究所 東海

○辻 宏 和 , 近 藤 達 男

## 1. 緒 言

金属材料の高温疲労には、種々の因子が複雑に影響を及ぼすが、環境の影響は、未だ十分に解明されていない課題の1つである。冷却材としてヘリウムガスを用いる多目的高温ガス炉の開発にとって、その構造体を構成する耐熱合金の環境効果を含めたクリープ特性、高温疲労特性が重要な課題となっている。ここでは、ハステロイ-Xを用いて、大気中と冷却材近似ヘリウム中での高温疲労き裂進展特性を比較検討してみた。

## 2. 実験方法

試験片は、通常規格内のハステロイ-Xを供試材とする片ノッチ試験片（試験部の巾17mm，板厚8mm，片側に深さ1mmの切欠）で、切欠底から1~2mm程度の疲労き裂を室温下で導入し

表1 近似ヘリウム中の不純物組成 ( $\mu\text{atm}$ )

| H <sub>2</sub> | H <sub>2</sub> O | CO        | CO <sub>2</sub> | CH <sub>4</sub> |
|----------------|------------------|-----------|-----------------|-----------------|
| 200 - 210      | 0.8 - 1.2        | 100 - 110 | 2 - 3           | 5 - 6           |

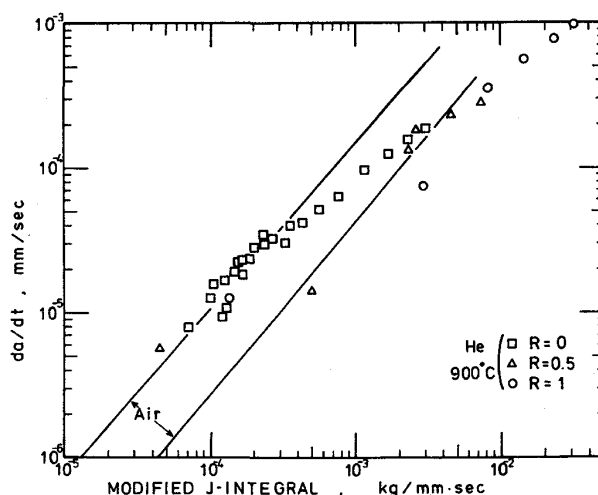
た後、高温疲労試験に供した。応力条件は、最大荷重 ( $P_{\max} = 1000 \text{ kg}$ ，公称最大応力  $\sigma_{\max} = 7.4 \text{ kg/mm}^2$ ) を一定とし、最小荷重を変化させることにより、応力比  $R (= \sigma_{\min} / \sigma_{\max})$  を 0, 0.5, 0.7, 1 とした三角波状で、荷重変動速度を一定 ( $dP/dt = 500 \text{ kg/sec}$ ，公称応力変動速度  $d\sigma/dt = 3.7 \text{ kg/mm}^2/\text{sec}$ ) とした。試験雰囲気は大気中および冷却材近似ヘリウム中であり、冷却材近似ヘリウムの組成は表1に示す通りである。試験温度は750℃, 900℃の2段階である。

## 3. 結 果

き裂進展の形態は、大別すると2通りに分かれ、ストライエーションを主体とする粒内疲労破面となる場合 (F型) と、主き裂と粒界に生じたキャビティの連結によって割れが進展する場合 (C型) があつた。大気中における各試験条件下でのき裂進展特性を分類すると表2のようになる。き裂進展速度のデータ整理には、それぞれのき裂進展特性と関連して、 $da/dN - \Delta K$  線図， $da/dN - \Delta J$  線図， $da/dt - j$  線図のいずれかが有効となることがわかった。その分類も表2に示しておいた。ヘリウム環境下では、大気中に比べ、クリープ効果が強く現われ、図1からもわかるように、900℃,  $R = 0$  の場合にも、き裂進展の形態はC型となり、また変形速度の上昇が大きいため、 $da/dt - j$  線図で、大気中の場合よりも緩やかな勾配の直線となっている。

表2. き裂進展特性の分類 (大気中)

| T \ R | 0                                             | 0.5                     | 0.7                  | 1                |
|-------|-----------------------------------------------|-------------------------|----------------------|------------------|
| 750℃  | F<br>$da/dN - \Delta K$<br>$da/dN - \Delta J$ | F<br>$da/dN - \Delta J$ | F → C<br>$da/dt - j$ | C<br>$da/dt - j$ |
| 900℃  | F → C<br>$da/dt - j$                          | C<br>$da/dt - j$        | C<br>$da/dt - j$     | C<br>$da/dt - j$ |

図1.  $da/dt - j$  線図