

(473)

## Ni基超耐熱合金の浸炭による引張延性の低下挙動

金属材料

○田辺龍彦・森森文雄

坂井義和・中沢静夫

## I. 緒言

高温ガス炉中間熱交換器は850℃～1000℃の浸炭性ヘリウム雰囲気中で長期間使用されること予想されているが、その際に浸炭による延性低下が懸念される。そこで本研究では高温ガス炉中間熱交換器の候補材であるNi基超耐熱合金について加速浸炭をさせて、室温引張延性の低下挙動を調べた結果を報告する。尚比較のため、浸炭による延性低下が少ないNi-16Fe-15Wのデータ<sup>(1)</sup>を引用した。

## II. 実験方法

供試材はインコネル617 (C量: 700ppm) およびNi-26Cr-17W-B-Zr (C量: 500ppm) である。これらの溶体化処理材から引張試験片を切り出し、He+0.1%CH<sub>4</sub>中、950℃で50hから最長700hまで加熱保持した。又時効による延性低下を調べるため引張試験片を石英管中にAr封入し、加熱炉で950℃、1000h保持した。室温引張試験はインストロントタイプの試験機を用いた。Ni-16Fe-15W合金については同組成の合金を製造し、大気中1000℃のクリープ破断試験を行なった。

## III. 実験結果

(1) 溶体化処理材の破断伸びはいずれも60～80%程度の高値を示すが、1000h時効により35%程度まで低下する。浸炭材では加熱時間が短いにも関わらず、延性低下が急で、特にインコネル617は炭素含有量が2000ppm以下で破断伸びがほぼ零となる。一方Ni-Cr-W合金では3000ppmの炭素量でも若干の延性が残っている。(Fig. 1)

(2) Ni-Fe-W合金では浸炭による延性低下は著しくないが、1000℃大気中のクリープ破断寿命はNi-Cr-W合金に比べると著しく短い。(Table 1)

(3) 浸炭材の電解抽出残渣のX線回折結果から、インコネル617ではM<sub>23</sub>C<sub>6</sub>とM<sub>6</sub>C、Ni-Cr-W合金では $\gamma$ -WとM<sub>23</sub>C<sub>6</sub>が析出物として同定されたが、炭素量の増加により前者ではM<sub>6</sub>Cが、又後者ではM<sub>23</sub>C<sub>6</sub>が増加していると判断された。(Table 2)。Ni-Fe-W合金ではWCの粒内析出のみであること<sup>(1)</sup>および金属組織観察からインコネル617の浸炭による延性低下の著しい原因はEnnis等が指摘した如くM<sub>6</sub>Cが多量に粒界に析出することにあると考える。

参考文献 (1) P.J. Ennis et al: Nucl. Tech 66 (1984) P. 363

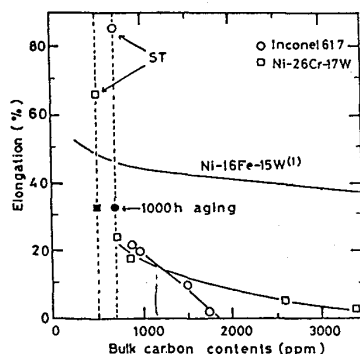


Fig. 1 Decrease of tensile elongation due to carburisation

TABLE 1. RUPTURE LIFE OF Ni-Fe-W ALLOY AT 1000°C IN AIR

| STRESS (KGF/MM <sup>2</sup> ) | LIFE (H) |         |
|-------------------------------|----------|---------|
|                               | Ni-Fe-W  | Ni-Cr-W |
| 4                             | 18       | 927     |
| 3                             | 45       | >10000  |

TABLE 2. CHANGE IN RELATIVE X-RAY INTENSITY RATIO (R) OF PRECIPITATES AFTER EXPOSURE IN He-0.1% CH<sub>4</sub> AT 950°C

| ANNEALING TIME (H) | R                                    |                                  |
|--------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
|                    | 1402                                 | INCO. 617                        |
|                    | $\frac{I_{M_{23}C_6}}{I_{\gamma-W}}$ | $\frac{I_{M_6C}}{I_{M_{23}C_6}}$ |
| 50                 | 0.14                                 | 0.48                             |
| 500                | 0.83                                 | 0.81                             |