

(614) 高温硫化腐食を受ける強析出硬化型Fe-42Ni-15Cr系合金の高サイクル疲労特性

東京都立大学工学部 ○吉葉正行 宮川大海  
日鍛バルブ(株) 藤代 大

1. 緒言 著者らは先に、内燃機関の排気弁用材料としてFe-42Ni-15Cr系合金の有用性を検討し、本系合金がNi基超合金Inconel 751と比較して非常に良好な高温硫化腐食抵抗を示すため、とくにMo添加合金は高温硫化腐食環境中でInconel 751よりも格段に優れたクリープ破断特性を有することなどを明らかにした<sup>1)</sup>。本研究では、Fe-42Ni-15Cr系合金の実用上やはり重要な高温高サイクル疲労特性を主に結晶粒径に着目して大気中と腐食環境中で調べるとともに、高温長時間加熱の影響についても検討した。

2. 供試材および実験方法 Table 1に示す前報<sup>1)</sup>と同一組成のFe-42Ni-15Cr系合金XD-2(Mo含有)とXD-3, および比較材としてNi基超合金Inconel 751<sup>2)</sup>を用いた。これらに1200°C×2h→WQ+800°C×24h→ACの単純溶体化-時効処理を施した。さらにXD-2に対しては溶体化処理を1000, 1100°Cでも施して主に結晶粒径を30~130μmに変化させるとともに、溶体化条件の相違の影響を調べるために1200°Cと1000°Cにおける二段階溶体化処理(TS)も実施した。

Table 1 Chemical composition of materials tested (wt.%).

| Materials   | C    | Si   | Mn   | P     | S     | Ni    | Cr    | Ti   | Al   | Fe   | Mo   | Others                |
|-------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-----------------------|
| XD-2        | 0.05 | 0.26 | 0.52 | 0.010 | 0.002 | 41.91 | 15.02 | 2.82 | 0.87 | Bal. | 3.05 | B 0.012               |
| XD-3        | 0.09 | 0.30 | 0.47 | 0.012 | 0.003 | 41.30 | 13.28 | 2.33 | 0.98 | Bal. | -    | B 0.007               |
| Inconel 751 | 0.09 | 0.20 | 0.53 | -     | 0.007 | Bal.  | 16.07 | 2.05 | 1.10 | 5.74 | -    | Cu 0.05<br>Nb+Ta 1.18 |

疲労試験は小野式回転曲げ疲労試験機(1500rpm)により、φ8×15mm G.L.の平滑試験片の平行部に90%Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>+10%NaCl合成灰を40mg/cm<sup>2</sup>の割合で3×10<sup>5</sup> cycle毎に繰返し塗布して硫化腐食作用を持続させた。試験はすべて800°C大気中で行った。試験後、断面と破面の顕微鏡観察およびEPMA分析を実施した。

3. 実験結果 Fig.1に大気中と腐食環境中での疲労強度ならびに腐食疲労強度比を示す。大気中でのXD合金の疲労強度は全般にInconel 751よりも低い。腐食環境中では大気中の傾向とは対照的に、とくに力学的疲労損傷と腐食効果が相乗的に作用する高応力短寿命側では同一結晶粒径(120~130μm)の3合金のうちXD-2が最高の疲労強度を示し、逆にInconel 751が最低を示す。またXD-2における疲労強度の結晶粒径依存性も大気中の場合とは異なり、細粒材での疲労強度が常に最低を示す。一方、長寿命側では主に合成灰の繰返し塗布に伴う著しい全面腐食により寿命が決定されるため、合金系や結晶粒径による疲労強度の差はみられなくなる。

結局、腐食による疲労強度低下は同一粒径の3合金ではXD合金が、また結晶粒径を変えたXD-2合金では粗粒材ほど抑制される。さらに、XD-2合金では800°C-5000hの加熱により過時効現象が生じたが、疲労強度の腐食感受性にはほとんど変化がみられなかった。

腐食環境中でのXD合金の疲労破壊はInconel 751の場合<sup>2)3)</sup>と同様、硫化物主体の選択的粒界侵食部を起点としており、それゆえ腐食による全般的な強度低下傾向は主にこのような粒界侵食による疲労き裂の早期発生に起因すると考えられる。しかし、XD合金ではその良好な耐食性のためにInconel 751に比べて強度低下がかなり抑制される。ただし、細粒材では粒界侵食が粒界疲労き裂の進展過程をも促進するため、疲労強度が著しく低下する危険性がある。

文献1) 吉葉, 宮川, 藤代: 鉄と鋼, 67(1981), S1260, S1261.

2) 佐藤, 吉葉, 宮川, 藤代: 同上, 65(1979), S429.

3) 吉葉, 宮川, 佐藤, 藤代: 機講論, 投稿中.

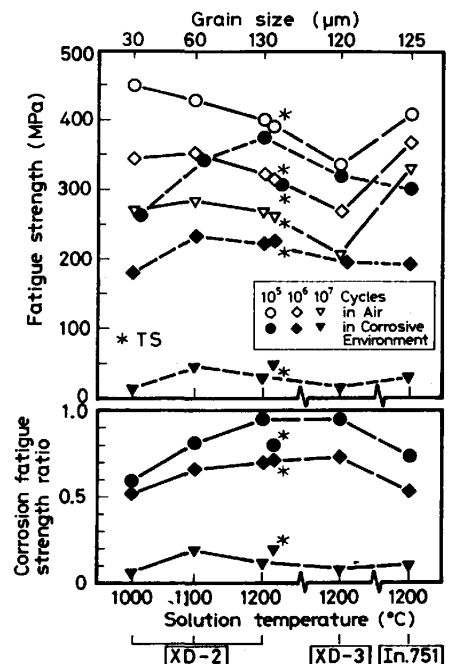


Fig. 1 Fatigue properties at 800°C.