

(724) 一方向凝固Mar-M247の高温低サイクル疲労特性における異方性の影響

(一方向凝固材料の高温強度評価研究 第2報)

石川島播磨重工・技術研究所 服部 博 中川幸也  
大友 暁

I. 緒言：ジェットエンジンやガスタービンの性能，熱効率の向上のためには，ブレード材の高温強度の上昇は不可欠であるが，一般に強度上昇は延性の低下を伴い安全裕度の点で問題となる。通常の高結晶材が高温では粒界において破壊するので，応力に垂直な方向の粒界を消去することで延性を増加させた一方向凝固（以下D.S.と略）ブレードが開発された。D.S.ブレードは延性のほか種々の好ましい機械的特性を持っているため欧米では既に実用段階にある。しかしながらD.S.材の高温強度特性に関する情報は十分公表されておらず，我国においては定性的，定量的データが十分蓄積されていないのが現状である。現在，通商産業省工業技術院ムーンライト計画・「高効率ガスタービン技術研究組合」の研究の一環としてD.S.材のデータの蓄積<sup>1)</sup>が進められており，本報ではD.S.材特有の異方性が高温低サイクル疲労特性に及ぼす影響についての研究成果を報告する。

II. 実験方法：D.S.材の凝固方向と負荷方向が0°，45°，90°になる三種類の試験片を準備し，850℃のひずみ制御の高温低サイクル疲労試験を実施した。負荷ひずみ波形は，ひずみ速度10<sup>-3</sup> s<sup>-1</sup>の対称三角波である。供試材はD.S.専用に改良された市販のNi基超合金Mar-M247 D.S.改（60Ni-9.5Co-9.5W-8Cr-5.6Al-3Ta-0.8Ti-0.07C-0.015B-0.015Zr-1.4Hf）である。

III. 実験結果：Fig. 1に示すように，全ひずみ範囲で整理した低サイクル疲労寿命はD.S.方向に45°方向が最も短寿命で，D.S.方向が最も長寿命でありD.S.方向に90°方向はその中間に存在する。普通鑄造材の寿命は45°方向の寿命と同程度である。普通鑄造材のデータには普通鑄造用Mar-M247とD.S.改の両方のデータを含む。

Fig. 2に寿命の約半分のヒステリシス・ループより決定したサイクリック応力-ひずみ関係を示す。本供試材は，全ひずみ範囲に占める非弾性ひずみ範囲の割合が小さいことが特徴であり， $\Delta\epsilon_t = 1.5\%$ でも $\Delta\epsilon_{in}$ は $\Delta\epsilon_t$ の約1割程度である。Fig. 1の結果を応力範囲で整理すると，寿命の負荷方向依存性が顕著に認められなくなる。

Fig. 3に各試験片の1サイクル目の応力-ひずみ関係より決定した弾性率の方位依存性を示す。45°方向の値が最も高く，90°方向，D.S.方向の順に低下する。普通鑄造材の値は45°方向と90°方向の間に存在し，0°~90°の値を平均化した値にほぼ相当している。

参考文献

1) 服部ら：鉄と鋼，68(1982)，S1459

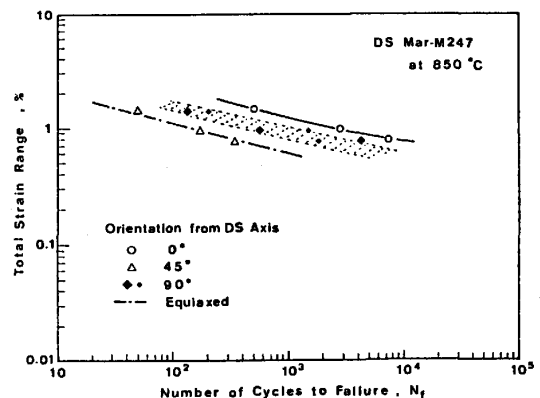


Fig. 1 Orientation Dependence of Low-Cycle Fatigue in D.S. Mar-M247 at 850°C

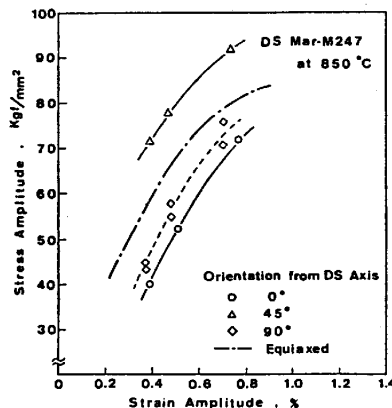


Fig. 2 Cyclic Stress-Strain Relations of D.S. Mar-M247

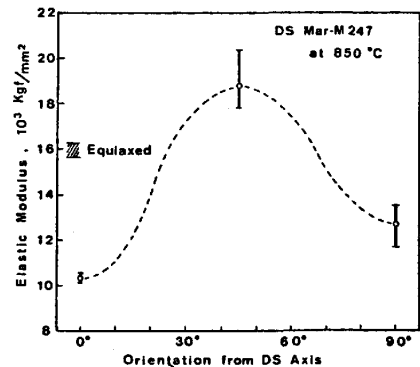


Fig. 3 Orientation Dependence of Elastic Modulus in D.S. Mar-M247