

愛媛大学工学部
愛媛大学工学部
愛媛大学工学部
愛媛大学大学院

正 ○萩山博之
正 白石哲郎
佃 等
田中聖真

1. 緒言

($\alpha + \gamma$) 二相ステンレス鋼は応力腐食割れや孔食に対する高い抵抗をもつと同時に高強度を示すことから、工業上の広い分野においてその活用が期待されている。一方、この二相ステンレス鋼に特定の加工熱処理を施すと、適切な温度、ひずみ速度条件下において超塑性を示すことが知られている。この超塑性現象を利用すれば、難加工材に属する本鋼の加工成型が容易に実現できる。しかも、この加工材は、超塑性変形の必要条件である等軸微細組織を加工後も保持するため常温においては優れた機械的性質を示す可能性が高く実用上好都合である。しかし、超塑性変形に伴ってキャビティの生成、結晶粒の成長および表面形状の変化が生じる。これらの因子の疲労強度に及ぼす影響を明らかにすることは実用上からも極めて重要である。そこで、本研究では、二相ステンレス鋼の超塑性加工材の疲労挙動に及ぼす超塑性変形中に生じる上述の諸因子の影響について検討した。

2. 供試材および実験方法

使用した材料は市販の二相ステンレス鋼 (SUS 329J1) である。前処理として α 单相化 (1300℃、1h加熱後水冷) 後、75% の圧下率で冷間圧延を施し、圧延方向に引張軸を持つ試験片を作成した。超塑性試験は、950℃、大気中で一定クロスヘッド速度 (初期ひずみ速度 = 1.0×10^{-2} /s) で行い、1050% の破断伸びが得ら

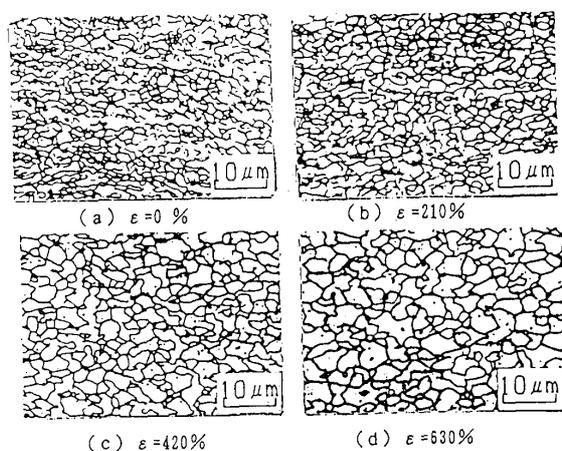


Fig.1 超塑性変形に伴う組織変化

れた。試験片には種々のひずみ量 (0%、210%、420%、630%、840%) まで変形を与えた後、疲労試験に供した。また、超塑性試験に伴う結晶粒の成長の疲労強度に及ぼす影響を検討するため、一部の210%加工材については、さらに950℃で1h加熱し、630%加工材と同一結晶粒を持つ試験片 (加熱材) を作成した。さらに、一部の加工材については、加工に伴う肌荒れの影響を検討するため、加工後表面研磨を施し (研磨材) 疲労試験に供した。

3. 実験結果および考察

3.1 超塑性変形に伴う諸因子の変化

変形初期に γ 相の分断、母相 α 再結晶により均一微細組織が生成され、その後、変形量の増加に伴い結晶粒の粗大化が進行することが認められた (Fig.1)。また、変形に伴い加工材内部にはキャビティが形成され、変形量とともにその数は増加することが明らかにされた (Fig.2)。さらに、変形に伴い加工材の表面に

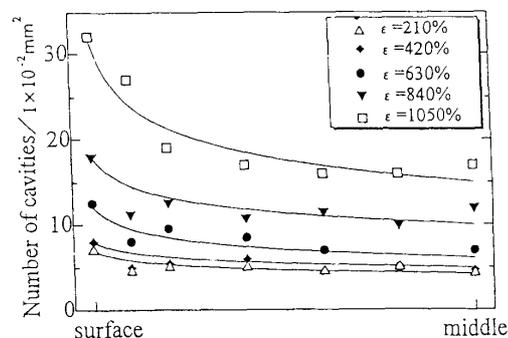


Fig.2 超塑性変形に伴うキャビティ数の変化

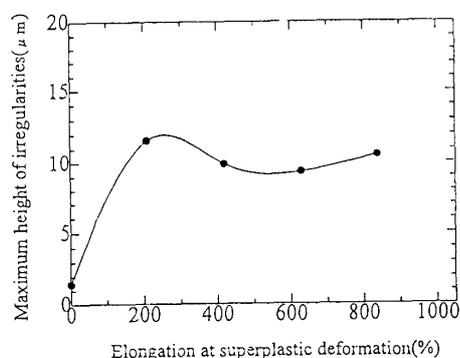


Fig.3 超塑性変形に伴う最大粗さの変化

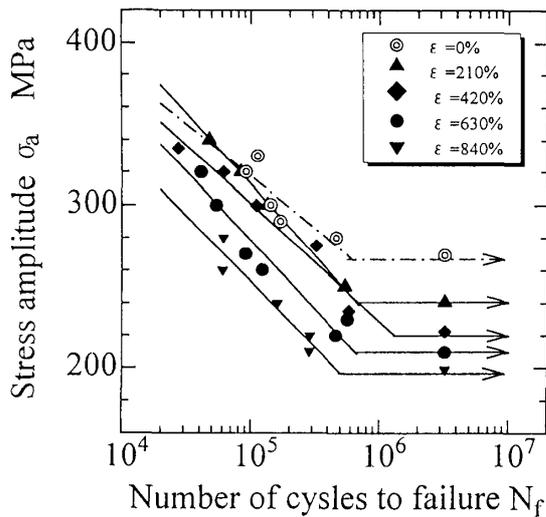


Fig. 4 超塑性加工材のS-N曲線

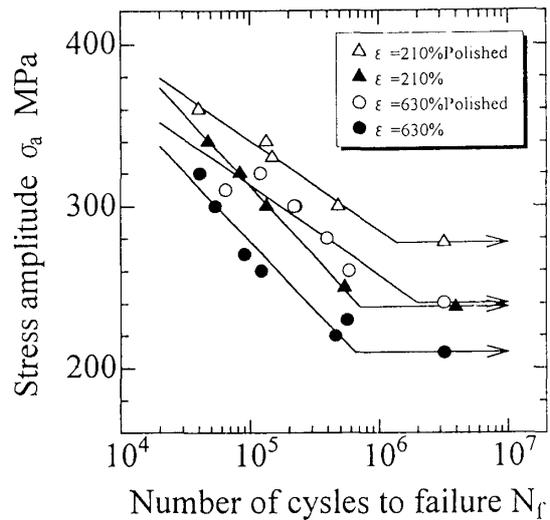


Fig. 5 超塑性加工材および研磨材のS-N曲線

は肌荒れが生じ、その平均粗さは変形量とともに増大するが、最大粗さは210%変形までは大きな増加を示し、その後の変化は少ないことが認められた (Fig. 3)。

3.2 超塑性加工材の疲労強度

Fig. 4 に示すように、本鋼の超塑性加工材の疲労強度は超塑性変形量（加工度）の増加に伴って低下を示す。これらの強度低下をもたらす要因として、超塑性変形に伴う結晶粒の成長、キャビティの生成および試験片表面の肌荒れが考えられる。そこで、以下にこれらの諸因子の影響を検討した。

3.2.1 疲労強度に及ぼす肌荒れの影響

Fig. 5 に210%、630% 各加工材およびこれらの表面研磨材のS-N曲線を示す。加工材に表面研磨を施すことにより、特に、高サイクル疲労強度は上昇すること、研磨による強度の上昇の程度は210%加工材と630%加工材は同程度であることが認められた。このことは、前述の加工に伴って生じる最大肌荒れは加工の初期に大きく増加し、その後は変化が小さいことに対応している。すなわち、超塑性加工に伴い形成される最大肌荒れが、特に、高サイクルにおける疲労強度を低下させるものと考えられる。

3.2.2 疲労強度に及ぼす粒径およびキャビティの影響

Fig. 6 に示すように、表面研磨を施した210%、630% 各加工材および加熱材の強度を比較すると、加熱材の疲労強度は、キャビティ量の等しい210%加工材より低下し、粒径の等しい630%加工材に近い傾向が認められた。すなわち、表面状態および粒径が同一で、キャビティ量が異なっても疲労強度に差異はなく、一方、表面状態とキャビティは同一であっても、粒径が大き

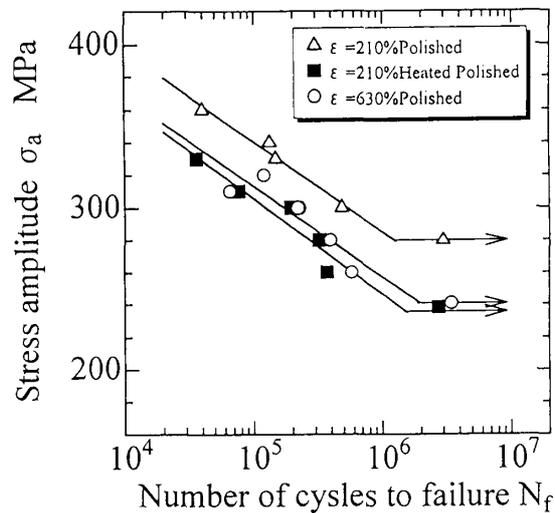


Fig. 6 研磨された超塑性加工材および加熱材のS-N曲線

くなると疲労強度は低下する。したがって、超塑性変形中の結晶粒の粗大化が、超塑性変形量の増加に伴う疲労強度低下の一要因であり、変形に伴うキャビティ量の増加はほとんど強度低下には影響していないことが明らかにされた。

4. 結言

(1) 本鋼の超塑性加工材の疲労強度は超塑性変形量の増大に伴って低下する。このことには、超塑性変形に伴う結晶粒の粗大化と表面の肌荒れが起因し、変形に伴って生成するキャビティの影響はほとんど認められない。

(2) 超塑性加工材の疲労強度に及ぼす肌荒れの影響は超塑性変形初期に大きく現れる。