

(359)

極低温におけるオーステナイト系ステンレス鋼の
微視的変形挙動について

日新製鋼(株) 周南製鋼所 〇向井孝慈 伊東建次郎
星野和夫 藤岡外喜夫

1. 緒言 LNG関連機器等の極低温用材としてオーステナイト(γ)系ステンレス鋼が使用されており、前報¹⁾ではγ安定度の異なる各種ステンレス鋼を用いて室温から-162℃での引張、疲労特性をマクロ的に明らかにしてきた。本報では前報で得られた現象にさらに考察を加えるため、引張、疲労変形における内部微視組織を透過電顕により観察し、極低温におけるγ系ステンレス鋼の変形挙動を微視的組織変化の面から検討したのでその結果を報告する。

2. 実験方法 実験には対照的な強度特性を示す SUS 304 と Type 316LN の 2 鋼種を選んだ。すなわち、低温ではγ相が不安定となりマルテンサイト変態を著しく誘発する 304 と、γ相が安定で、かつ N で強化されている 316LN を用いて変形過程における組織変化を調べた。引張変形は室温と -162℃ で 0.5 ~ 15% の歪を付与した。疲労変形は同じく室温と -162℃ で負荷応力を一定にして繰返し数を数段階変化させた。透過電顕観察はジェット式電解研磨を用いて薄膜を作成し、加速電圧 200KV で行なった。

3. 実験結果 1) γ系ステンレス鋼の塑性曲線は図に示す如く 8% 歪前後を境として 2 つの段階に分かれる。Ⅱ段階では転位の増殖から転位のもつれ合いが見られ、Ⅲ段階ではそれらの転位がつながり合っセル組織、あるいはすべり面上に集積したバンド組織へと変化する。ただし、304 の極低温ではⅡ ~ Ⅲ段階で ε、α マルテンサイト相が誘発され、加工硬化には α 相の硬化が大きく起因する。

2) 疲労過程における組織変化は静的変形におけるⅡ ~ Ⅲ段階での変化とよく対応している。しかし、304 と 316LN では組織変化の領域が異なる。すなわち、S-N 曲線で示される応力の下では、304 は繰返し数の初期から室温でセル組織、極低温では微細な α 相を含んだ緻密な組織を呈するのに対して、316LN は転位が増殖される過程で、高負荷応力で始めてセル組織、バンド組織など複雑な転位配列を示す。このことから、疲労過程は 304 ではⅢ段階、316LN では主にⅡ段階での変形挙動と考えられる。

3) 極低温での疲労亀裂伝播特性は高応力域では 304 の方が 316LN より伝播速度が速いが、低応力域では 316LN はすべり線に沿って亀裂が成長し伝播速度が逆転する。このことは両鋼の疲労組織の相違から定性的に理解できる。すなわち低応力域では写真に示すように、304 はⅢ段階、316LN はⅡ段階の組織を亀裂先端で形成していると思われる。

このため、304 は微細な組織を単位として亀裂が成長し、316LN ではすべり面に応力が集中することですべり線に沿って亀裂が成長して行くと考えられる。このように静的塑性曲線を反映して両鋼の疲労組織に明瞭な相違が現われる結果、疲労亀裂の伝播形態が異なつたと考えている。

〈参考文献〉 1) 向井, 広津, 星野, 藤岡: 鉄と鋼, 63(1977)11, S 891

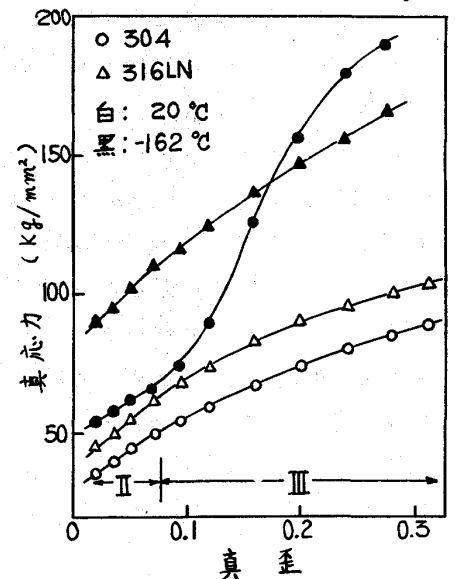
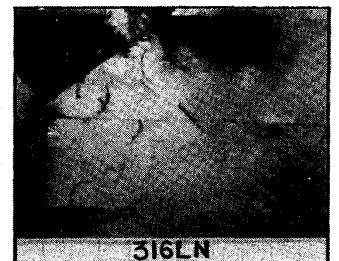


図. 304, 316LN の塑性曲線



負荷応力 = 75 kg/mm²

繰返し数 = 10,000 回

写真. -162℃での疲労組織