

(311)

SNCM8鋼の繰返し変形挙動に対する逆応力の影響

金属材料技術研究所

田中 紘一
松岡 三郎

1. 緒言 図1は金属を1回繰返し変形したときのヒステリシスループの模式図である。一方向の変形による応力-ひずみ曲線OABにおいて、A点で除荷し逆方向の変形を与えると、変形がすべて不可逆に起るならばA点で降伏し、ABをたどるはずである。しかし、実際は逆方向の変形では降伏はA点以下で起こり、その後の変形応力もABより低い。これは繰返し変形においては、何らかのエネルギー解放機構が働くためであるが、この過程の存在こそ、繰返し変形の特徴を表わしており、疲れ組織を定める重要な要因となっていると考えられる。とくに分散強化型合金の場合、分散相に基づく逆応力がその過程を作動させる原動力になっている。図1にその機構を示した。逆応力は試験片に与えた塑性ひずみに比例して増加するので、最初の負荷でOAに沿って直線硬化し、その際に蓄えられたエネルギーOA₀は逆方向の変形DO₂の際に解放され、O₂Eにおいて新たな蓄積が起る。その再解放が次の順方向の変形で起り、元の状態Oに戻る。実際の合金の変形においては、この1サイクルの変形過程で地中の組織変化が起り、応力σ₀が変化するため、繰返し硬化や軟化現象が起る。しかし、良く知られているように、これらの現象は繰返し変形の初期に起るがすぐに安定化し、ループは同じ形状を繰返すことになり、疲れ寿命の大部分はこの安定期間で費される。すなわち、この期間では、図1の模型が良く成り立つであろうと予想して以下の実験を行った。

2. 実験および結果 材料はSNCM8鋼で、845°Cより油焼入れ後、200~600°Cの温度で焼戻したものおよび660°C焼鈍材を使った。焼戻し材は炭化物が分散析出しており、焼鈍材はパーライト組織である。図2はそれらの繰返し応力-ひずみ曲線(点線)である。これは各々数本の試験片でひずみ制御試験を行ない、疲れ寿命の1/2の繰返し数における応力振幅σ_aと塑性ひずみ振幅ε_{pa}をプロットして得たものである。これらの曲線は引張り応力-ひずみ曲線(実線)とは異なり、その硬化挙動は互いに非常に良く似ている。それは逆応力硬化を仮定して次式より計算した硬化挙動(一重鎖線)と良く一致している。

$$\frac{d\sigma_a}{d\varepsilon_{pa}} = \frac{(7-5\nu)Ef}{10(1-\nu^2)(1-f)} \quad \left\{ \begin{array}{l} E: \text{鉄のヤング率 (21000 kg/mm}^2\text{)} \\ \nu: \text{鉄のポアソン比 (0.3)} \\ f: \text{炭化物の含有量 (0.062)} \end{array} \right.$$

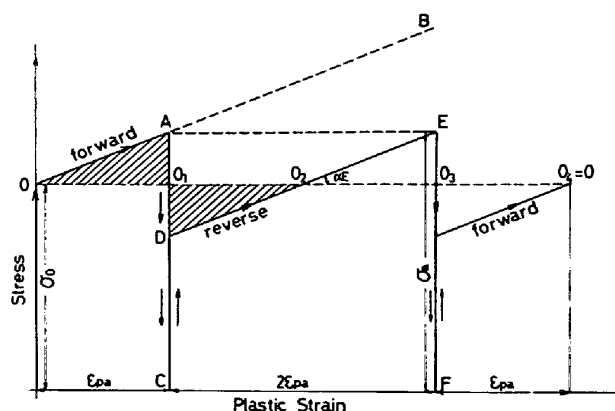


図1. 逆応力効果の模式説明

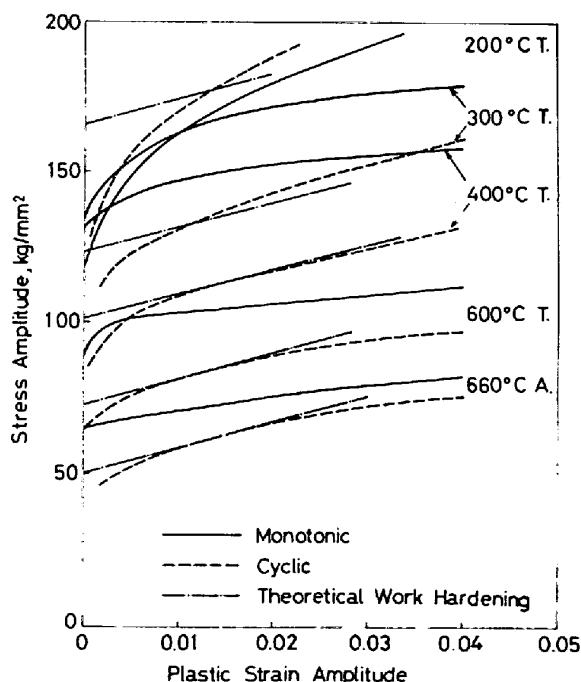


図2. SNCM8鋼の繰返し応力ひずみ曲線