

(482) 2相ステンレス鋼の高温および引張変形における相応力挙動

長崎総合科学大学
近畿大学理工学部

谷 昇 石田 毅
蒲地 一嘉

1 緒言 オーステナイト(γ)・フェライト(α)からなる2相ステンレス鋼は優れた諸特性を持つが、γ・α各相の応力挙動を調べた報告は少ない。本研究はX線応力測定法を用い、この鋼の基礎的特性を知る目的で、熱サイクルに伴う応力挙動ならびに室温における引張変形時の応力挙動を調べた。

2 実験方法 供試材は板厚1mmのSUS 329J1鋼(C:0.019, Ni:5.05, Cr:23.03, Mo:1.52, N:0.15)である。熱応力測定に用いた試験片形状は25×80(圧延方向)mm²であり、室温~700℃の加熱、冷却過程における試験片長さ方向の応力を100℃または200℃おきに測定した。引張試験片の形状は平行部幅10mm、長さ60mm(圧延方向)であり、定荷重下における応力を測定した。そのひずみ量は平行部中央の測定位置をはさむように貼付した2枚のひずみゲージから求めた。使用した特性X線および回折面はγ相:CrK_α線{311}面, α相:CrK_α線{211}面である。応力値算出のための無ひずみ時の回折角2θ₀(°)およびX線応力係数K(MPa/°)の温度依存性は次の実験式¹⁾から求めた。

$$\left. \begin{aligned} \gamma \text{相: } 2\theta_0 &= 147.51 - 8.42 \times 10^{-3} T + 1.44 \times 10^{-6} T^2, & K &= -398.2 + 2.52 \times 10^{-1} T + 2.47 \times 10^{-4} T^2 \\ \alpha \text{相: } 2\theta_0 &= 154.52 - 4.51 \times 10^{-3} T - 2.03 \times 10^{-6} T^2, & K &= -306.9 + 6.14 \times 10^{-2} T + 5.85 \times 10^{-5} T^2 \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{R.T.} \sim \\ 600^\circ\text{C} \end{array}$$

Tは試験温度(°C)であり、700℃の測定には上式の外きょう値を用いた。なお、各段階の応力測定時間は1.5~2hrである。

3 実験結果および考察 (1)熱応力挙動(Fig.1) 加熱前の残留応力(室温)はγ相では180MPaの引張、α相では-180MPaの圧縮である。加熱すると、γ相の熱膨張率がα相のそれよりも大きいため、γ相では右下り、α相では右上りの応力挙動を示し、300℃で零となった後、それ以上の温度域では応力の符号は逆転する。500℃から冷却(実線)すると応力は加熱過程と同一の経路をたどるのに対し、700℃からの冷却過程(破線)では両相の応力差は加熱時よりも広がる傾向を示す。とくにα相の圧縮応力の増加が著しい。この理由は、500℃を越えると熱応力のために両相とも降伏すること、および700℃の時効によりα相の体積率が減少することなどであると思われる。

(2)室温引張変形における相応力挙動(Fig.2) γ相の降伏応力は約550MPa、α相のそれは約300MPaであり、受入材、時効材に差は認められないが、そのひずみ量は、残留応力レベルが異なるため、差が生じる。約1.4%の変形を与える両相の応力は等しくなり、この状態から除荷すると残留応力は受入材では両相ともほぼ零に、時効材では-20~-100MPaの圧縮となった。約10%の変形を与えても、これらの値に変化は認められなかった。この理由はγ・α両相の変形時における強度レベルが等しいことによると思われる。また、時効材の圧縮残留応力にはα相が関与しているものと思われる。

参考文献 1) 川野, 石田, 谷, 蒲地: 鉄と鋼, 67(1981)S615

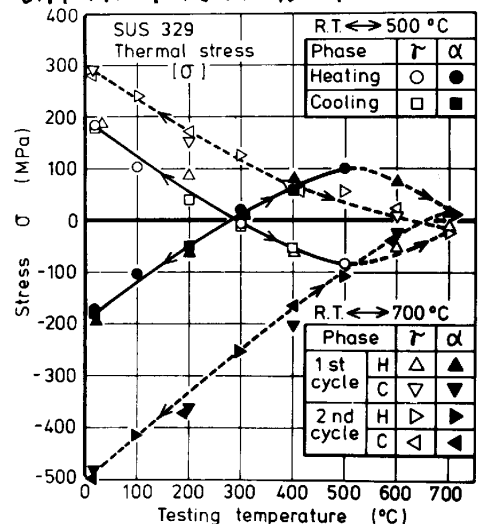


Fig.1 Thermal stresses of duplex stainless steel on each phase at R.T.~ 500 °C and at R.T. ~ 700 °C

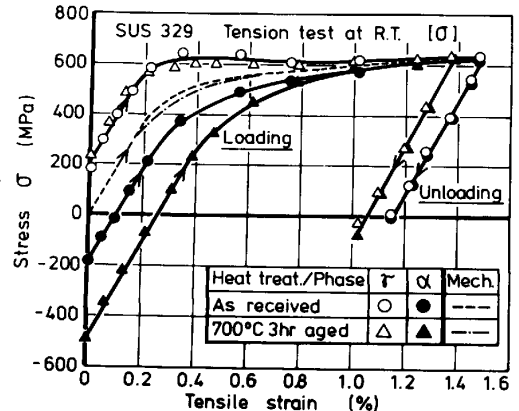


Fig.2 Phase stresses of duplex stainless steel in tension test at R.T.