

(202) 熱疲労による割れと組織の変化について

室蘭工業大学金属工学科 三浦 寛

1. 緒 言

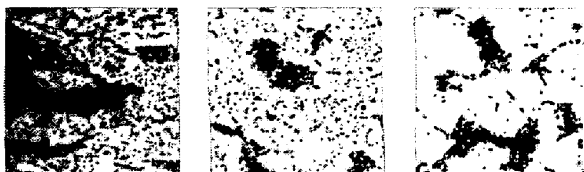
加熱冷却の繰返しを受ける鉄鋼材料は熱疲労により亀甲状の亀裂が発生することは衆知のとおりである。熱疲労に関する研究はCoffin⁽¹⁾の報告以後盛んになり、国内でも多くの研究が行なわれた。しかし、これらの研究の大部分は熱疲労の寿命の推定を行なうことを目的とした研究であり、多くの場合、破壊に至るまでの繰返し数と試験片に加わる塑性ひずみの関係について検討している。著者は熱疲労を金属組織学的立場より検討するため、加熱冷却の繰返し（繰返し加熱と略す）に伴う顕微鏡組織と機械的性質の変化を調べてきた。この報告は繰返し加熱により熱疲労の割れが発生させた試験片の变形、組織、硬度および密度の変化について検討したものである。

2. 実験方法

市販の炭素鋼、{S20C (0.20% C), S35C (0.33% C), S55C (0.57% C), SK5 (0.83% C)} 4種を焼鈍し、フェライト+層状パーライトよりなる組織（原組織と略す）にする。外径50 ϕ 、内径18.5 ϕ 、長さ100 mmの厚肉中空円筒型の熱疲労試験片に切削する。この試験片を電気炉により外周面より加熱し、内部の18.5 ϕ × 100 mmの冷却孔に水道水を通過させて冷却する方式で、A1以下の温度範囲の繰返し加熱を行なった。繰返し加熱後、冷却孔に発生した割れの数、深さ、試験片寸法、組織、硬度、および密度などを測定した。繰返し加熱の熱サイクルの最高加熱温度は650℃、周期は12～15 minである。

3. 実験結果

熱サイクルの最高加熱温度が650℃、最低温度が300℃の場合、0.20% C鋼は100サイクル後に割れが発生する。繰返し加熱により試験片の長さ L と冷却孔直径 R が著しく減少する。割れの数 (ΔN_b) と平均深さ (H) が増加する。硬度は減少するが、冷却孔側では著しく増加する。図1は300サイクル後の測定値であり、C量わずかなほど変形しやすく、割れが著しくなり、硬化も著しい。繰返し加熱後の組織は写真1に示すとおりであり、冷却孔付近ではフェライトに微細セメントライトが析出し、亜粒界を生ずる。パーライトは粒状化する。0.20% C鋼の密度は300サイクルで7.841より7.130まで減少した。



冷却孔 中央部 外周部

写真1. 繰返し加熱後の試験片横断面の組織分布
試験片 0.20% C, 300サイクル後 (×400)

文献: (1) L. F. Coffin: Trans. Amer. Soc. Metals.

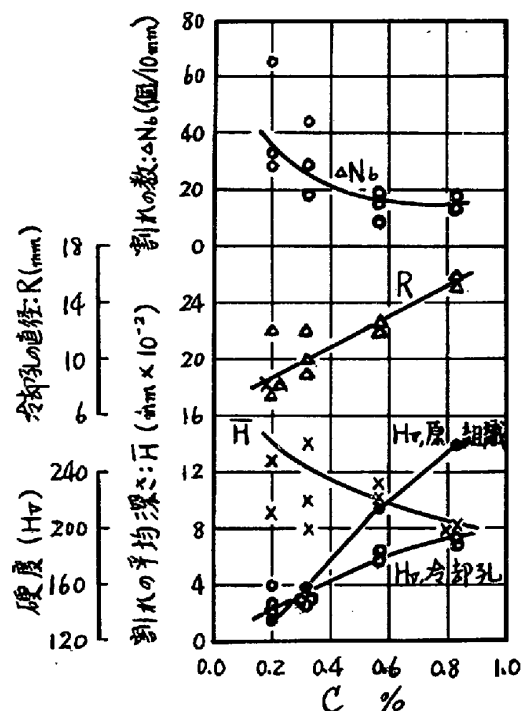


図1 熱疲労割れ、冷却孔直径、および硬度とC量の関係 (最高温度 650℃, 最低温度 300℃, 300サイクル)