

(415) ボイラ・チューブ (18-8系ステンレス鋼) のクリープ・残存寿命

石川島播磨重工業・技研

大反 暁 ○ 浅川 幸一
工博 権賀 喜規

1. 緒言 高温機器の安全性向上の一手段として、定期的あるいは不定期的に特定部位の経年変化の調査に対する要請が多く出てきた。この場合の調査項目として、非破壊検査等による割れや寸法変化、変形、ほかに破壊検査等による組織や機械的性質が採用されること多く出てきた。本報では火力発電ボイラの過熱器管として、27,000 hr使用された4種の18-8系ステンレス鋼に関する調査をもとに組織、クリープ破断試験の有用性を検討した。

2. 実験結果 (1) クリープ破断試験に及ぼす試験片の形状および表面酸化の影響 — 過熱器管の寸法は外径: 38.1 mm^φ, 厚さ: 4.9 mm である。実管は溶接継手 (考査金属: D316) で継ぎ立てられており、管内は高温高圧水蒸気 (589°C, 174 kg/cm² G), 管外は重油燃焼ガスに曝されている。表面酸化および試験片の形状の影響を調べるため、SUS 316 HTB の未使用管から管厚のままの弧状試験片と直径: 3 mm の丸棒試験片を採取し、650°C においてクリープ破断試験を行った。なお、差は認められなかった。また、溶接継手については、余盛、裏波のある場合が、これを削除した場合より若干強い値を示した。(2) 残存寿命の推定 — SUS 304 HTB, 316 HTB, 321 HTB, 347 HTB の使用管の650°C におけるクリープ破断強度は、いずれも未使用材データ¹⁾の平均値を満足している。同一材質の未使用材との比較はできないが、使用材の消費²⁾を Life Fraction Creep Damage Rule; $\sum t/t_{cr} = 1$ と考えれば、設計条件 (温度、7-プストレス) から27,000 hr が0.01以下であり、残存寿命は、ほぼ1で未使用材と同等と評価できる。使用材の試験結果は、図1のように類別できる。例2, 3は設計温度に対して過熱という場合であり、例2では直線外挿、例3では使用温度、7-プストレスから3-1のように外挿して残存寿命を求めることが出来る。残存寿命の精度は、平均に約1/2~2倍となる。(3) 寿命の回復 — 消費寿命が0.5となるような750°C あるいは650°C のクリープ試験を SUS 316 HTB について、図1に示す通り1100°C を施し、650°C でのクリープ破断試験を行った。残存寿命は大に改善されることを確認された。(4) 組織による等価使用温度の推定 — SUS 316 HTB の使用管と未使用管を600~900°C, 0.5~1000 hr 加熱した場合の顕微鏡組織試験 (x500) において、使用管の組織は未使用管の600°C, 1000 hr 以上, 650°C, 300~500 hr 加熱の場合に於いてのみ再現された。これらの加熱条件のパラメータ: $T(20 + \log t)$ は、設計条件のそれと同じ値であり、700°C 以上の加熱の場合には同じパラメータで再現できなくなった。図2は使用材の顕微鏡組織の変化が確認できる加熱条件を示すが、これらのことから使用管は、600°C 以上 (等価使用温度) に過熱されていると推定される。

3. 結言 (1) ボイラ・チューブの残存寿命の推定に於いて、使用材のクリープ破断試験は必須の項目であると思われた。(2) 顕微鏡組織による等価使用温度の推定において、SUS 304 HTB, 316 HTB, 321 HTB, 347 HTB は、

321 HTB, 347 HTB は、くらべてわかり易い。

4. 文献 1) 日本鉄鋼協会クリープ委員会編, 金属材料高温強度データ集, 第2編 (1975)

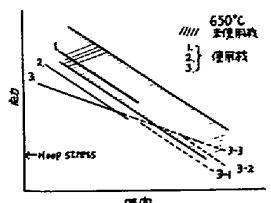


図1. 使用材のクリープ破断試験結果 (棒型試片)

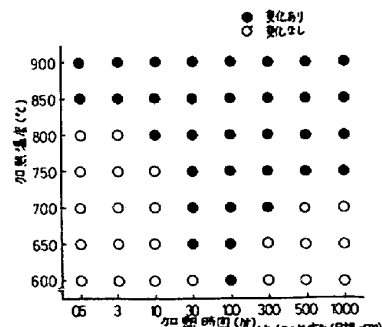


図2. SUS 316 HTB (使用材) の顕微鏡組織の変化 (田村, 1970) と無加熱の図位