

東京瓦斯(株) 技術研究所 ○ 笠原晃明
 東京大学 金属工学科 藤田利夫

1. 緒言

高温高压で操業される化学装置で使用されている耐熱鋼の保守面における問題点のひとつは、その材料があと何年の使用に耐え得るかを適格に判断出来る手法がまだ確立されていないことである。本研究は Battelle Columbus Laboratories で精力的に行われている、3次クリープの micro-fracture (void) に主眼を置いた劣化の理論的 simulation と同一の観点に従って破壊検査で明らかとなる void の発生量を、残寿命推定に結びつけようとする試みの一歩に関するものである。

2. 供試材と試験方法

供試材は、ICI式ナフサ水蒸気改質炉において、温度 830~870°C、圧力 27 kg/cm²G の下で 44000 時間および 47000 時間使用後、破壊検査のために抜き取られた 2 本のリフォーマーチューブの各所から採取したものである。このうち前者は、この温度域における通常の時効組織を有しているのに対し、後者は著しいオーバーヒートのために一旦析出していたと見られる塊状の相が M₂₃C₆ 型の粗大炭化物へと逆戻りしたと見られるミクロ組織を有しているものである。

クリープ破断試験は、871°C、応力 4 kg/mm² で行い、各破断試験片のネジヤマ部を管の周方向断面で切断研磨した後、画像解析システムを用いて void の量(面積率)を定量した。

3. 試験結果

図は void の面積率に対してクリープ破断時間をプロットしたものである。1 本のリフォーマーチューブは合金組成が多少異なる 4 本の素管から成っており、操業中さらされていた温度にも少くとも 50°C の場所による違いがあり、ミクロ組織的にも相析出量、2次炭化物の粗大化の程度等の点でかなりの差が認められるにもかかわらず、大体 1 本の直線の上に乗っており、さらには著しいオーバーヒートを履歴した管の試験結果も、ミクロ組織の違いにもかかわらずやはり同じ線の上に乗っている。破断時間 (t hrs) と void の面積率 (%) との間にはおおむね

$$\log t = \log 675 - 0.5 V$$

の関係が成立している。試験の結果がこの様形で整理されることの理論的根拠については、データがまだ少ないこともあって全く考察出来ないが、void の発生量を定量することがリフォーマーチューブの残寿命推定に結びつく可能性のあることを示唆しているものと考えられる。

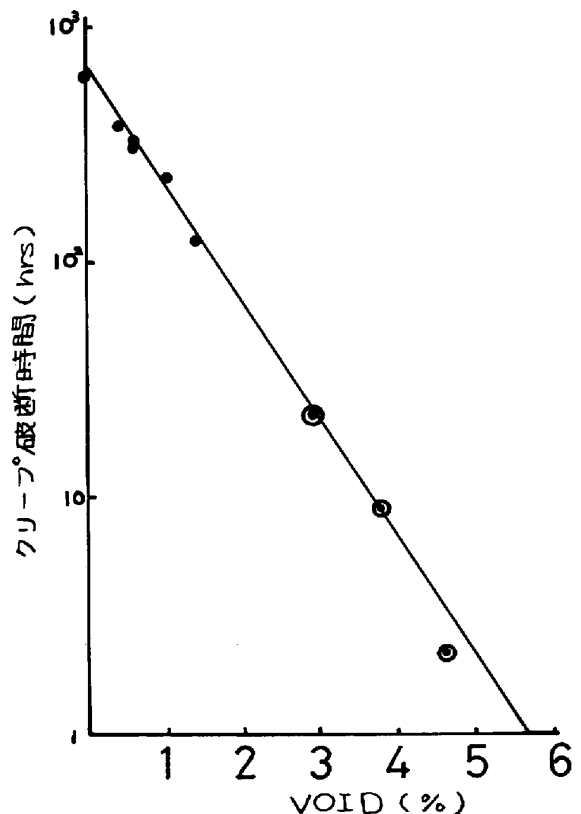


図. VOID量とクリープ破断時間の関係
 ◎: オーバーヒートされたもの