

(313)

神戸製鋼所 中央研究所 太田 定雄, 小織 満  
吉田 勉

1. 緒言

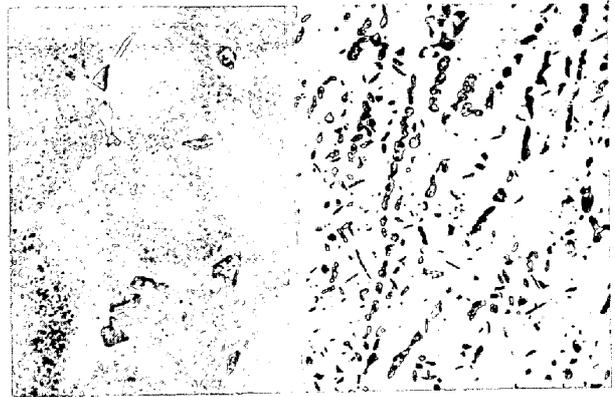
石油化学工業用リフォーマ・チューブ、クラッキング・チューブとしてHK-40(0.4C-25Cr-20Ni)遠心铸造管が広く用いられているが、クラッキング・チューブでは浸炭が寿命を決定する重要な因子となっており、著者らはこれについて各種の検討を行なってきた。一方リフォーマ・チューブではσ相の析出が重要な因子となっている場合が多い。そこで本研究では実際のプラントで長時間使用されたリフォーマ・チューブについてσ相析出に伴う機械的性質の変化、クリープ破断強度に及ぼす影響を調べ、またσ相生成に及ぼすC, Si, Mn, Cr, Niの影響について検討し、更にNi-Cr含有量を変えた数種の遠心管および溶着棒を試作し、σ相析出に対する最適成分の組合せなどを検討した。

2. 試験方法

実際のプラントで約2万~6万時間使用したリフォーマ・チューブの最高温度部、σ相析出部、炉外部について800℃、900℃でクリープ破断試験を行ないσ相析出による強度低下を調べた。また(25~35)Cr-(20~35)Ni遠心管に13%冷間加工を施したものおよび25Cr-(20~35)Ni溶着金属を試作し、800℃加熱試験を行ないσ相析出の有無を調べた。更にEPMAによりσ相中の元素の分布状態を調べた。

3. 試験結果

写真1に約2万時間使用したリフォーマ・チューブのマイクロ組織を示す。炉内最高温度部にはσ相の析出は認められなかったがこれより低温側で写真のようにσ相の析出が認められ、特に溶着金属でその量が多い。母材および溶着金属共にσ相析出による引張性質、衝撃値の顕著な低下は認められなかったが、クリープ破断強度の低下は特に溶着金属で著しい(図1)。σ相中では地比に比べFe, Mo含有量は変わらず、Ni, Mn含有量が低くなっており、一方Cr, Si含有量は高く、またC含有量も高くなっている。冷間加工によりσ相の生成は促進され、800℃、100時間の加熱で析出する。Ni-Cr量を変えた遠心管について、この方法によりσ相生成範囲を求めると従来報告されている値より高Ni側になっていることがわかった。また25%Crを含む溶着金属の場合、σ相析出防止に必要なNi量は25%以上であると考えられる(図2)。



母材 (×200) 溶着金属 (×100)  
写真1 約2万時間使用HK-40のσ相

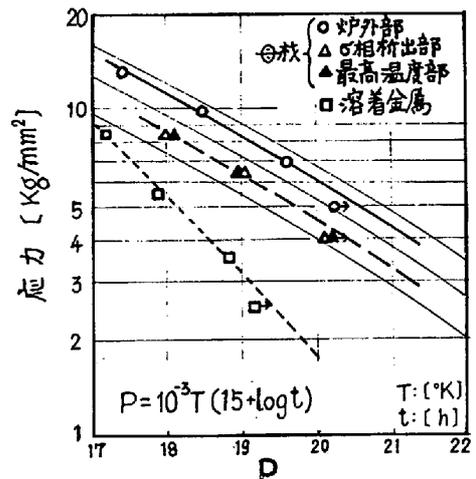


図1 3万時間使用HK-40のクリープ破断強度

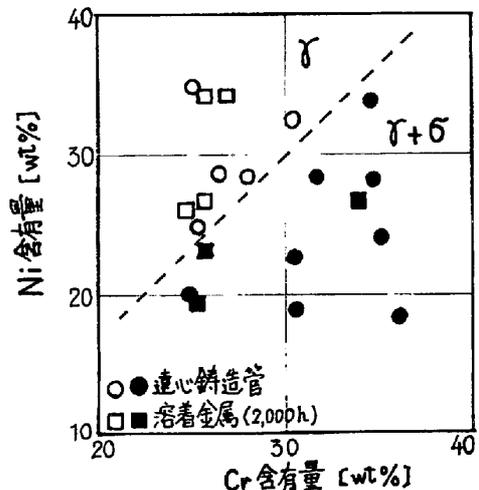


図2 800℃加熱に伴うσ相の析出(500h)