

(株)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、近年リフォーマ・チューブの取替例が多く長いもので約8年の使用におよびものがある。この材料についての研究は既にかなり広範囲に行なわれているが、実際のプラントでの使用中の経年変化について追跡調査された報告はあまりみられない。そこで筆者らは実際の一つのプラントで長時間使用されたリフォーマ・チューブについて組織、常温機械的性質および高温強度などの追跡調査、検討を行なった。

2. 試験方法： 試験に供したリフォーマ・チューブは実際のアンモニアプラント（温度約930℃，圧力約30kg/cm²）で23000，49000，57000，63000時間の使用後に抜き取ったもので、全長10Mにわたって組織および常温機械的性質を調べ、またチューブおよび溶接部の炉外部、高温部、最高温度部について800および900℃でクリープ破断試験を行なった。

3. 試験結果：

23000時間の使用で既に高温部では2次炭化物の他にσ相が析出し、最高温度部では2次炭化物のみが析出していた。使用時間の多少に拘らずσ相の析出量はチューブに比べ溶接部の方が多い。最高温度部の2次炭化物は63000時間使用後もまだ比較的細かく分散した状態で析出しており、あまり粗大化は認められなかった。またチューブ内面には軽微な浸炭が起つており高温側になる程深く、23000時間で約0.5mm，57000時間で約6mmであった。使用時間の多少によらずチューブおよび溶接部の機械的性質について、σ相析出部と最高温度部とに差はあまり認められなかった。チューブの最高温度部のクリープ破断強度は新材に比べかなり低下しているが、23000，49000，57000，63000時間使用後もB. Estruch のバンド下限付近の強度を示し、長時間使用による顕著な差は認められなかった（図1，2）。クリープ破断強度の低下は特に多量のσ相が析出している溶着金属で著しく、これより高温で使用されσ相が析出していない溶着金属より強度低下が著しかった（図1）。また57000時間使用後の溶接部には写真に示すクラックが認められ粒界上の粗大化したσ相と地との界面から発生したvoidが連なりクラックに成長しているのが認められ、溶接部のσ相析出によるクリープ破断強度の低下がリフォーマ・チューブの寿命を決定している。

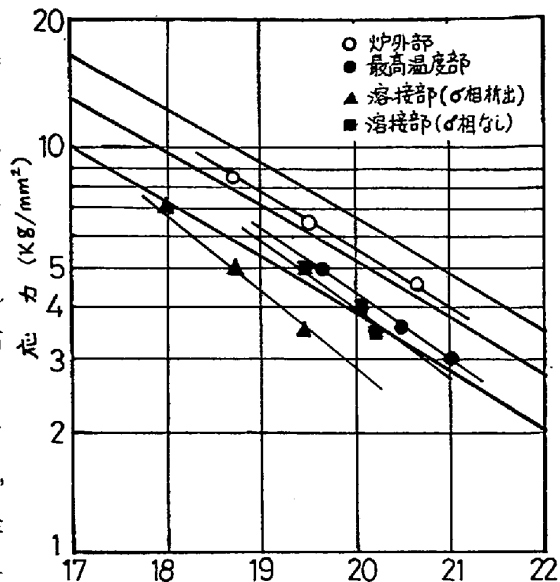


図1 49000時間使用後のクリープ破断強度

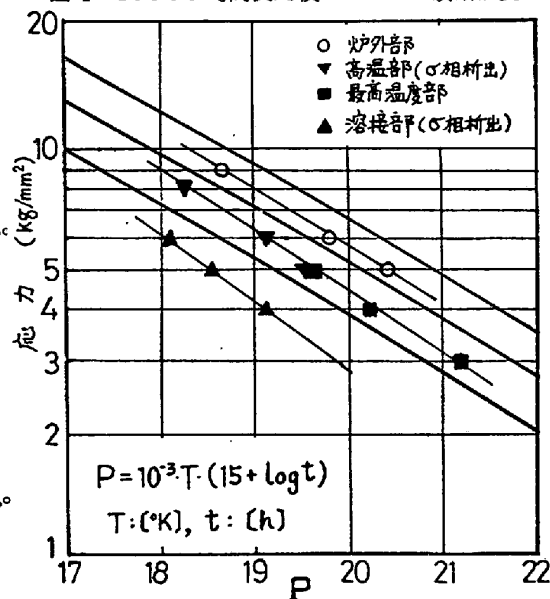


図2 63000時間使用後のクリープ破断強度



写真 57000時間後の溶接部のクラック