

(株) 神戸製鋼所 中研 太田定雄 ○小織 満 吉田 勉

1. 緒 言

現在ヨーロッパを中心に石油化学工業用リフォーマチューブ、クラッキング・チューブや直接還元製鉄還元ガス製造用リフォーマ・チューブとして IN-519 (0.3C-24Cr-24Ni-1.5Nb) や 045C-25Cr-35Ni-15Nb など Nb を含む遠心鑄造管が用いられている。これらの材料は高温強度、延性に優れており、我国でも一部使用され始めているが、特に 25Cr-35Ni-Nb に関する研究報告は殆んど見られない。

そこで本研究では、高温での組織の変化、機械的性質の変化、高温強度などの高温特性の検討を行なった。

2. 試験方法

供試材の 25Cr-35Ni-Nb、比較材として用いた HP の化学成分を表 1 に示す。加熱試験、クリープ破断試験は 900、1000、1050℃ で行ない、また電解抽出残渣の X 線回折、EPMA、抽出レプリカ、薄膜の電顕観察などにより、析出物の種類、析出形態、分布状態などを調べた。

3. 試験結果

25Cr-35Ni-Nb の鑄造ままの組織は Cr_7C_3 、NbC の共晶炭化物が複雑なネットワークを示し、NbC はラメラ状になっている。加熱に伴ない微細な NbC、 $Cr_{23}C_6$ が多数析出し、特に NbC の粗大化が早い。クリープ破断強度を図 1 に示す。25Cr-35Ni-Nb の強度は HP の強度の約 1.2 倍である。破断延性は各温度とも長時間側で低下するが高温ほど大きく、全体的に HP の約 1.3 倍である。1050℃ 1.8 kg/mm² での定常クリープ速度は HP のそれに比べかなり小さく、HP に比べ III 期の変形量が大きい。これは $Cr_{23}C_6$ に比べ微細な NbC の析出と、NbC の粗大化が速いことと関係していると考えられる。写真 1 にクリープ破断後の組織を示す。HP では粒界に void が発生し、これらが連なりクラックに成長する void 型の破断様相を示すのに対し、25Cr-35Ni-Nb では wedge 型クラックの破断様相を示す。このような破断の様相のちがいが HP と 25Cr-35Ni-Nb の破断延性の差に関連していると考えられる。またこのような wedge 型クラックの破断様相は優れた高温強度、高温延性を示す Nb を含む IN-519 にも共通の様相として認められる。

表 1 供試材の化学成分 (wt.%)

鋼 種	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Nb
25Cr35NiNb	0.46	0.99	1.33	0.016	0.010	35.10	24.83	1.38
HP	0.48	1.19	0.78	0.017	0.010	34.33	25.48	—

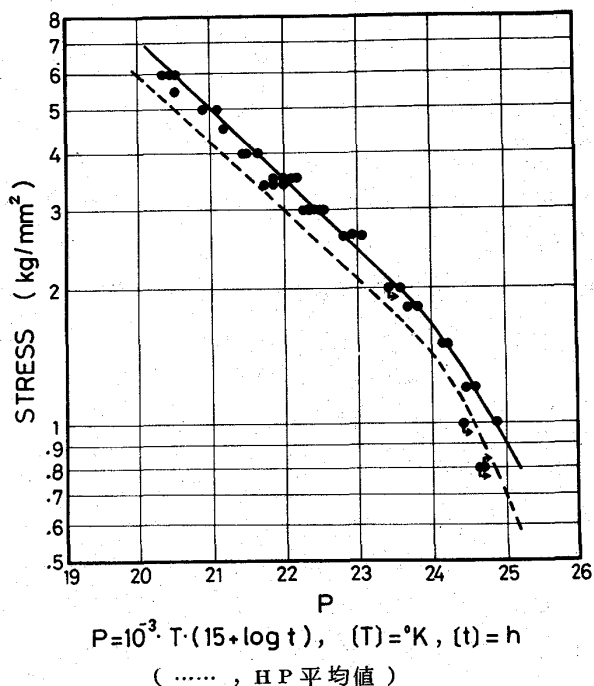
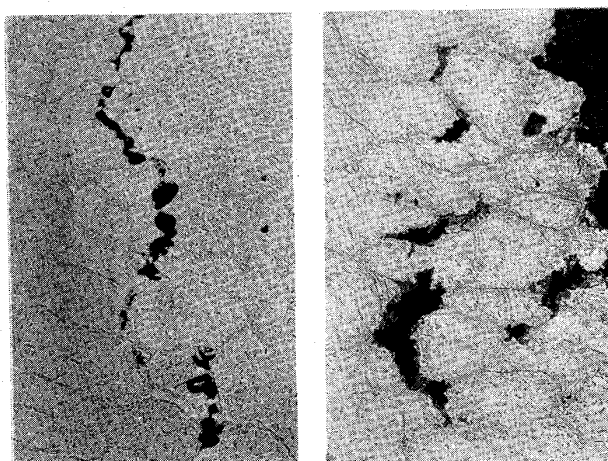


図 1 25Cr-35Ni-Nb のクリープ破断強度



(a) HP 1000℃ 2.2 kg/mm², 1218h 破断 (b) 25Cr-35Ni-Nb, 900℃ 4.5 kg/mm², 1140 h 破断

写真 1 クリープ破断後の組織