

(190) HK-40 遠心鑄造耐熱鋼管の時効中およびクリープ中の機械的性質の変化および組織変化

(神戸製鋼所 中央研究所 工博山本俊二 太田定雄
○芦田喜郎 成田憲一)

I. 緒言 25Cr-20Ni 耐熱鋼は800~1,000℃における機械的性質、特にクリープ破断強さが他の耐熱鋼にくらべてすぐれているため、石油化学工業用リフォーマチューブその他の高温装置などに広く使用されている。この材料の系統的な研究が少ないので、成分、鑄造組織の影響、時効中の性質、組織の変化、母材および溶接部の単軸、内圧クリープ挙動を調べているが、本報では時効およびクリープ中の機械的性質、組織の変化について報告する。

II. 試験方法 124φ×87φ×4,000の金型遠心鑄造鋼管を供試材とした。その化学成分はC 0.41%, Si 1.06%, Mn 0.49%, P 0.015%, S 0.017%, Ni 20.86%, Cr 25.68%である。この素管より試験片を採取し900℃および1,050℃で時効し機械的性質を調べるとともに、電解抽出残渣のX線回折および化学分析、replica法による電顕観察を行った。また900℃でクリープ試験を行いクリープ中の組織変化も調べた。

III. 結果 1.) 900℃で時効した場合には微細な炭化物が析出することによって、耐力、引張強さは増加し100 hr. 時効後に最大となりその後析出物の粗大化が起りゆるやかに減少する。伸び、衝撃値は析出が起ることによって、急激に低下する。

2.) 鑄造状態における組織はオーステナイト地に共晶炭化物がinterdendritic spaceに多数認められ時効するとこの共晶炭化物の周より微細な炭化物が析出する。X線回折結果および化学分析から共晶炭化物は Mn_3C 、二次炭化物は $M_{23}C_6$ なるCr炭化物であることがわかった。この場合の二次炭化物 $M_{23}C_6$ は時間の経過によって、凝集が進行しその度合は高温であるほど著しい。

Mn_3C 炭化物は900℃時効の場合は1,000 hr. 以上では認められず、 $Mn_3C \rightarrow M_{23}C_6$ の反応が進んでいることが示される。またCr炭化物の析出量の時間的変化を調べてみると、900℃の場合は1,000 hr. 程度の時効で飽和に達する傾向があることがわかった。

3.) 900℃で3.5 kg/mm²の応力のもとでクリープ変形させた場合の結果が図1である。100, 200, 350, 500 および650 hr. 後クリープ変形を中止し組織変化を調べたところ、クリープ変形の初期が始まる頃に写真1にみられるようなVoidが共晶炭化物に沿って多く認められた。破断後の試験片を調べるとクラックは粒界および母相の共晶炭化物と固溶元素地との境界に沿って多数発生していることがわかった。したがって、この種の耐熱鋼の高温強度には粒内析出物、その他晶粒相と素地との境界の性質、晶粒量、形状および安定性も問題になると思われる。尚、比較のため、C量を0.009%とした高Cr-高Ni鋼で共晶炭化物が存在しない場合のクリープ変形についても報告する。

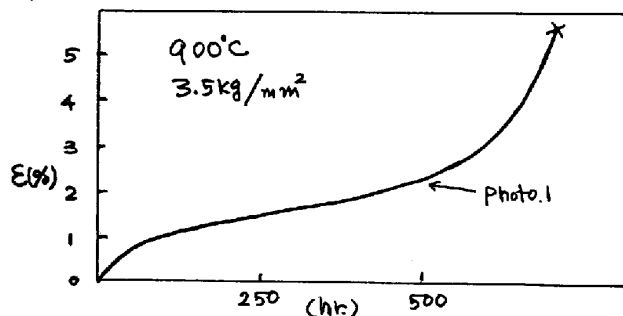


図1. 900℃におけるクリープ曲線

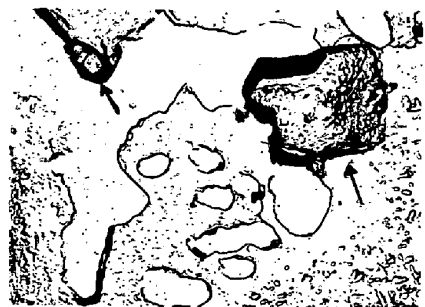


写真1. 共晶炭化物に沿って認められるVoid.
900℃, 3.5 kg/mm², 500 hr. (×5000)