

(255) 3.5 Ni-Cr-Mo-V 鋼の熱処理特性について

70255

三菱重工 神戸研究所 工博 薄田 寛 作本 嘉郎
 〇辻 一郎 検原 愛尚

1. 緒言; 大容量の蒸気タービン車軸材には 3.5 Ni 系低合金鋼が使用されているが, その製品重量は数トン以上の大物鍛造品であり, 熱処理に当っては質量効果を十分には握しておく必要がある。特に, 最近ではこの車軸材は高強度化の傾向にあり, これと相反するじん性についても十分な値が要求されるが, 強度とじん性を確保する熱処理条件については不明な点が多い。そこで, 熱処理条件による強度と切欠じん性の変化を検討することにした。

2. 供試材および実験要領; 供試材は実用規模で溶製された 3.5 Ni-Cr-Mo-V 鋼の大型鍛造品 (約 600^φ × 400² mm) で, その 1/4 における化学成分は表 1 に示す通りである。

表 1 化学成分

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	V	Sb
0.24	0.24	0.28	0.010	0.012	3.41	1.59	0.50	0.12	0.098	0.003

供試材より 12² × 12² × 180² mm および 30² × 40² × 180² mm の熱処理試片を採取し, 冷却速度可変電気炉を用いて実体にシュミレートさせた焼入を行ない, 実験用電気炉を用いて焼もどしおよび応力除去焼なましを施した。これに引続いて熱処理条件 (温度, 時間, 冷却速度) による引張性質, V シャルピー-衝撃性質, 破壊じん性 K_{IC} 値 (WOL 試験) ならびにミクロ組織の変化を検討した。

3. 実験結果; (1) 常温引張強さおよび降伏強さは, 焼入温度が高くなるほど大きくなるが, 焼入冷却速度によって変化せず (図 1), 焼もどし温度が 500~620^{°C} では温度が高くなるほど低下する (図 2)。また, 応力除去焼なまし (温度 = 焼もどし温度 - 20^{°C}) により引張強さはほとんど変化しない。

(2) 50% FATT (シャルピー-衝撃試験においてせん断破面率が 50% になる温度) は, 焼入温度が 825~875^{°C} で最も低くなり, 焼入冷却速度 3^{°C}/min のとき比較的高温側にあるが, 20~150^{°C}/min では -70~-87^{°C} で比較的低温側にある (図 1)。また, 50% FATT は, 焼もどし温度が高くなるほど低温側に移行する (図 2) が, 焼もどし冷却速度が遅くなるほど高温側に移行し, 焼もどしぜい性が認められた。

(3) 応力除去焼なまし後の -50~-150^{°C} における K_{IC} は, 焼もどし温度 590~620^{°C} の場合は 520~570^{°C} の場合よりも約 2 倍であるが, -196^{°C} における K_{IC} はいずれの焼もどし温度の場合でもほぼ同じ値になる (図 3)。また, σ_n (公称破断応力) と σ_y (0.2% 耐力) との交点は焼もどし温度が低くなるほど, 低温側に移行する。

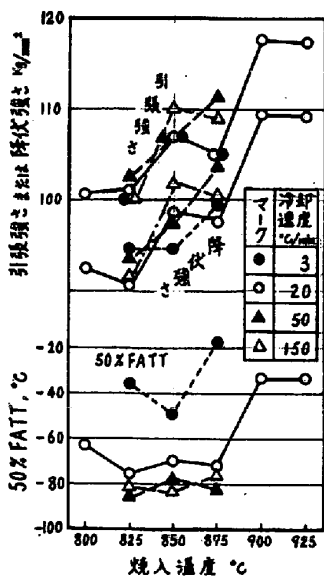


図 1. 焼入温度および冷却速度の影響

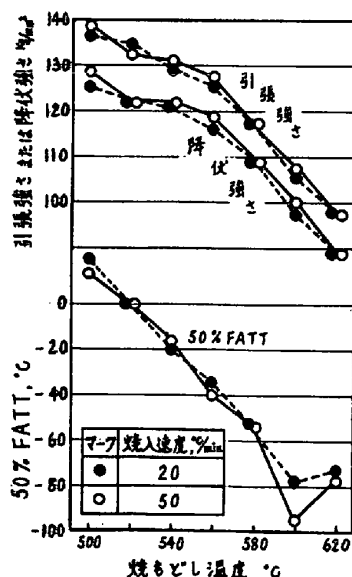


図 2. 焼もどし温度の影響

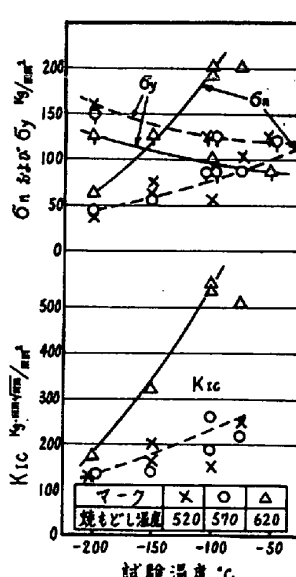


図 3. 焼もどし応力除去焼なましの影響