

(616) 焼入れ焼もどし型ラインパイプ材の強度設計

新日本製鐵(株) 八幡製鐵所 ○丸山忠克, 鳥越 学

* 上野正勝

* 現ヒューストン事務所

1. 緒 言

ラインパイプ材は炭素当量の制約が強いため、調質処理をする場合でも完全焼入れ組織が得られる成分系とすることは一般に困難である。この種の鋼種で必然的に生じる不完全焼入れ状態では、組織や硬度が肉厚方向で著しく異なるため、成分設計とくに Nb や V 等の析出強化作用の定量的評価基準は明確にされていないのが実情である。そこで当所中径シームレス鋼管工場での実管製造結果をもとにして、調質型ラインパイプ材の強度に対する成分系の影響について検討し、成分設計上の基本指標を確立した。

2. 検討方法

抗張力、降伏強度とも鋼管肉厚方向断面内の平均硬度値と良い対応が認められるので、成分系と平均硬度値との関係に注目した。表1に示す成分範囲の供試鋼に関し誘導加熱方式の熱処理工程中焼入れ終了後および焼もどし終了後の鋼管についてビッカース硬度を測定し、両者の間の関係並びにこの関係に対する成分系の影響を調べた。焼入れは930℃、焼もどしは630℃の一定条件としたが、一部圧延後の直接焼入れ材についても検討した。

表1. 供試鋼の化学成分範囲

C	Si	Mn	Ni	Cu	Mo	Cr	Nb	V	β
0.06 0.17	0.22 0.28	0.75 1.40	0 0.50	0 0.28	0 0.24	0 0.15	0 0.04	0 0.09	1.35 2.25

3. 結 果

焼もどし後の鋼管の断面内肉厚方向に1mm 間隔で測定した硬度 (H_T) を、焼入れままの鋼管の対応する位置上で測定した硬度 (H_Q) に対して示したのが図1である。図1は0.13C-0.22Si-1.40Mn-0.23Cu-0.04Nb鋼の273.0φ×12.7mm鋼管の結果であるが、これと同様な関係が他の各試鋼においても認められ、これらの関係は成分系によって定まる $\beta = 2.7C + 0.4Si + Mn + 0.45Ni + 2Mo + 0.8Cr$ を用いて次式の形で整理されることがわかった。

$$H_T = 85 + (0.154 + 0.163\beta + P) \times H_Q \dots (1)$$

ここでPは析出強化作用の大きさを表わす係数で、普通鋼は0、V鋼はV添加量に応じて0~0.107の範囲の値をとる。

図2は焼入れまま鋼管の断面内肉厚方向1mm 間隔に測定した硬度値を用いて(1)式で計算した焼もどし後の硬度 (H_{Tcal}) と焼もどし後の鋼管の実測硬度 (H_{Tobs}) の関係を、また図3は焼入れまま鋼管の断面内平均硬度 ($\bar{H}_Q$) から(1)式で計算した $\bar{H}_{Tcal}$ と焼もどし後の硬管の引張り試験結果との関係を示す。これらの結果は、焼入れまま鋼管の断面内平均硬度がわかれば、焼もどし後の鋼管の抗張力および降伏強度が一定の精度で予測できることを意味する。

文献1. 上野, 中村, 伊藤: 鉄と鋼 64 (1978) 11, S914

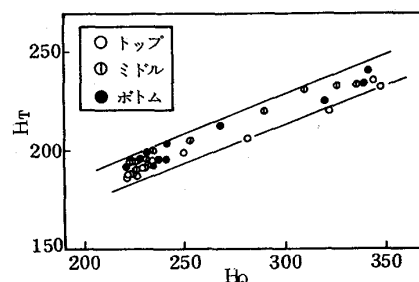
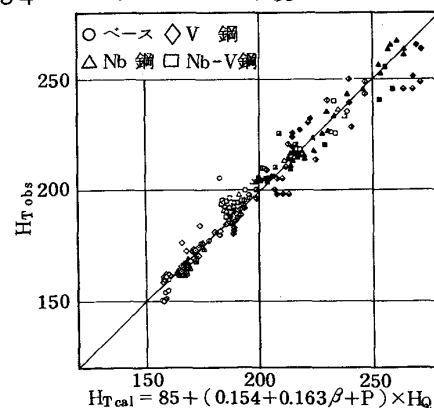
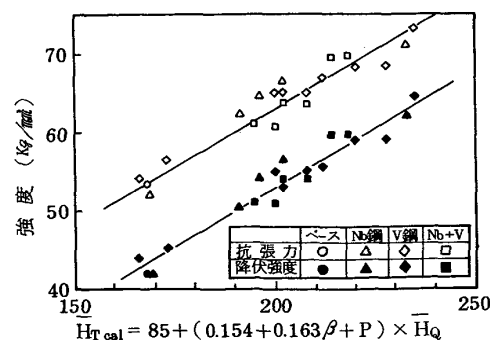


図1. 焼入れままの硬度と焼もどし後の硬度の関係

図2. H_Q, β, P から計算した焼もどし硬度値と実測値の関係図3. H_{Tcal} と抗張力および降伏強度の関係