

(589) ボロン鋼の熱処理特性と機械構造物への適用

東洋運搬機(株) 技術研究所 ○赤松範彦 川崎洋一郎 清家直幸
 日立造船(株) 技術研究所 藤井忠臣 高木十三雄

1. 緒言

材料費低減を目的として、機械構造物部材へのボロン鋼の適用は年々活発になってきたが、具体的な部品適用のための実験例は少ない。本研究は、機械構造物ボロン鋼の熱処理特性を現状鋼(Cr-Mo鋼)との比較の上で調査し、さらに、実部材の熱伝導解析を検討することにより、ボロン鋼の最適熱処理条件と質量効果特性を解明した。

2. 実験方法

供試材の化学成分をTable. 1に示す。M1鋼は現状のCr-Mo鋼、M2~M4鋼はボロン鋼であり、供試材はすべて70mmφの棒鋼である。これらを用いて、焼入性試験(ジョミニー試験)、焼もどし性試験(焼もどしジョミニー試験、シャルピー衝撃試験)および丸棒部材の焼入冷却曲線の測定を行なった。なお、実験結果の検討に際しては、室温での目標引張強さ100 kgf/mm²、目標吸収エネルギー(JIS4号試験片)2.8 kgf-mを基準値として設定した。

Table 1. Chemical composition (wt %)

| Materials | C | Si | Mn | Cr | Mo | Ti | Al | B |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|-------|--------|
| M1 (Cr-Mo Steel) | 0.37 | 0.25 | 0.67 | 1.06 | 0.19 | 0.02 | 0.018 | — |
| M2 (Mn-Cr-B Steel) | 0.37 | 0.26 | 0.78 | 0.85 | tr. | tr. | 0.046 | 0.0012 |
| M3 (Mn-B Steel) | 0.36 | 0.16 | 1.32 | 0.15 | tr. | 0.02 | 0.034 | 0.0016 |
| M4 (C-B Steel) | 0.37 | 0.19 | 0.87 | 0.15 | tr. | tr. | 0.035 | 0.0012 |

* P, S ≤ 0.030

3. 実験結果

(1) 供試材の焼入性は、M2鋼が最も高く、以下 M1鋼、M3鋼、M4鋼の順に低くなる (Fig. 1)。

(2) 前熱処理および加熱保持時間が焼入性に及ぼす影響は、各供試材ともほとんど認められない。

(3) 供試材の焼もどし後の強度および靱性は、焼入冷却速度によって著しく変化する。特に、M4鋼においては、目標強度、靱性を得るための焼入限界冷却速度が他の鋼種に比べて大きく、大径、厚肉部材には適さない。

(4) 丸棒部材における直径と中心部での焼入冷却速度の関係、また、ジョミニー試験片におけるジョミニー距離と焼入冷却速度の関係は、両対数軸においてともに良い直線性を示す。

以上の結果から、各供試材について、材料特性と部材寸法を焼入冷却速度で整理したマスエフェクト・チャートを作成し、目標性能に対する限界寸法を求めた。Fig. 2 にその一例として、丸棒部材における目標引張強さ100 kgf/mm²、焼もどし温度500℃の場合のマスエフェクト・チャートを示す。これから、M2鋼を油焼入れ、M3鋼を水焼入れした場合に、M1鋼の限界寸法約50 mmを上回り、現状鋼の代替材として適用可能であることが判明し、また、M4鋼については、直径40 mm以下の部材への適用が可能であることが明らかになった。

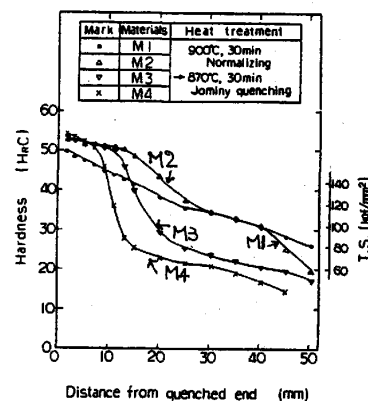


Fig.1 Jominy hardenability curves

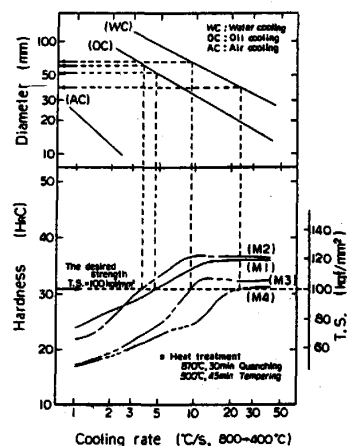


Fig.2 Mass effect chart