

(756) 低炭素系 $2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$ 鋼の機械的性質に及ぼす化学成分と直接焼入れの影響

日本鋼管(株)中央研究所 ○鈴木治雄 高野俊夫
東田幸四郎

1. 緒言

石油精製プラント等に使用される $2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$ 鋼は、将来、石炭液化をはじめとした装置の高温高压化に対応するため、高強度化が大きな課題となっている。高強度化の方法として、優れた焼入性の確保とともに、高C化やV, Nb, Ti等の炭化物生成元素の添加が有効であることが知られる。しかしながら、高C化は、耐水素侵食性や溶接性の観点から好ましくない。本報では、 $2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$ 鋼の高強度化を目的として、実験室的に直接焼入れ(DQ)の適用を検討した結果、低C系においても優れた強度、靱性が得られたことについて報告する。

2. 実験方法

供試鋼は、 $0.06\%C-0.5\text{Ni}-0.007\text{Ti}-\text{B}-2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$ 鋼を基本成分として、Table 1に示す様に、C, V, Nb, Ti量を変化させた150kg真空溶解材であり、板厚12mmに圧延した。DQの圧延、冷却条件は、加熱温度: 1250°C 、仕上り温度: 1050°C とし、圧延後の冷却速度は $70^\circ\text{C}/\text{min}$ (板厚12mm空冷、又は130mm水冷相当)とした。また、比較材として、 930°C 及び 1250°C 加熱の再加熱焼入れ(RHQ, 130mm水冷相当)を行った。PWHT条件は、 $690^\circ\text{C}\times 24\text{H}$ ($\text{TP}=20.6\times 10^3$)である。

Table 1 Chemistry range studied (wt%)

Base Chemistry	C	V	Nb	Ti
$2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$	0.03	0	0	0
$-0.5\text{Ni}-0.007\text{Ti}-\text{B}$	0.09	0.5	0.2	0.2

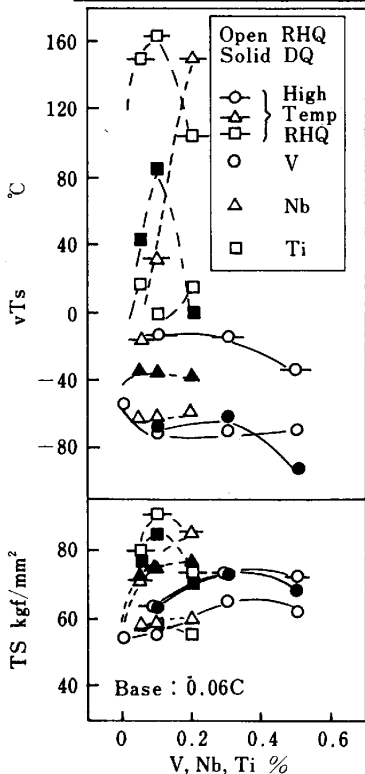


Fig.1 Effect of DQ on the mechanical properties of V, Nb or Ti bearing $0.06\text{C}-2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$ steel

3. 実験結果

① DQにより、Ti, Nb, Vのいずれの系においても強度上昇が認められた。強度の上昇は、Ti系(0.05%)で最も顕著であり、Nb, Vの順にその効果は小さくなる。0.05%Ti系では、DQにより約 $30\text{kgf}/\text{mm}^2$ のTSの上昇が認められるが、同時に靱性も著しく劣化する。Nb, V系では、DQの靱性に対する影響は小さい。(Fig.1)

② 1250°C 加熱のRHQ材とDQ材を比較すると、いずれの成分系についても強度はほぼ同レベルであるが、靱性はDQ材の方が大幅に優れる。これは、高温RHQ材では、加熱時に r 粒が粗大化するのに対し、DQ材では、圧延時の再結晶により r 粒の細粒化が計れたことに起因する。(Fig.1)

③ 以上のことから、DQの適用により、靱性を損わずに大幅な強度上昇が可能となることが示唆され、低C系においても、Fig.2に示す様に、例えば $0.5\text{Ni}-0.3\text{V}-0.007\text{Ti}-\text{B}$ 系では、従来鋼と比べて優れた強度、靱性レベルが得られることが判明した。

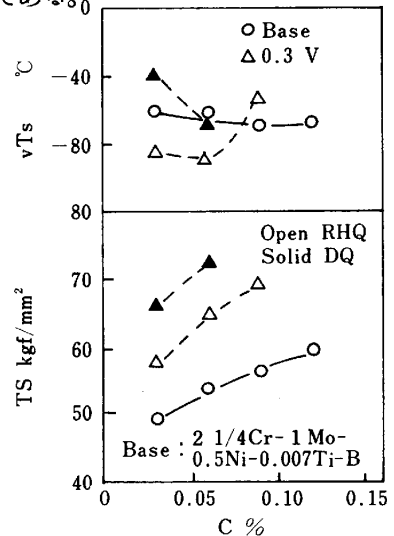


Fig.2 Change of mechanical properties with C content