

(450) Al-B処理による $1\frac{1}{4}Cr-1\frac{1}{2}Mo$ 鋼の耐SR脆化特性の改善

川崎製鉄(株) 技術研究所 工博 上田修三 ○石川正明
佐藤信二

1 緒言

圧力容器用鋼として広く使用されている $1\frac{1}{4}Cr-1\frac{1}{2}Mo$ 鋼では焼ならし後の焼もどしあるいは溶接後の応力除去焼鈍処理 (SR処理) が高温、長時間になるほど靱性が劣化し、強度が低下するため、過度の高温長時間の熱処理は好ましくない。しかし現状では圧力容器の大型化に伴う使用鋼材の板厚増大あるいは溶接部硬さの規制などから母板材質面から好ましくないほどの高温長時間のSR処理の適用が望まれている。この処理による靱性の劣化と強度低下の防止に対しAl-B処理が有効であることを見いだしたので報告する。

2 実験方法

0.13% C - 0.65% Si - 0.60% Mn - 1.40% Cr - 0.55% Mo を基本成分としAlとBの添加量を種々変化させた50および100 kg真空溶解鋼を溶製し、240 t圧延機により板厚20 mmに熱間圧延した。焼ならし加熱温度を930℃とし、板厚20 mm および150 mmの空冷に相当する冷却 (20 mm: 25℃/min, 150 mm: 4℃/min) を与えた。焼もどしには焼もどしパラメーター [$T(\log t + 20)$, T: K, t: h] が 20×10^3 および 21×10^3 になる2条件を主として採用した。焼ならし焼もどしを行った試験材について常温および高温引張試験, 2 mm V-シャルピー試験, クリープラプチャー試験, ステップクーリングによる加速脆化試験などを行った。

3 実験結果

(1) Al-B処理, 例えば約0.060%のAlおよび7~18 ppmのBの添加は図1に示すように焼もどしパラメーターが極めて高い条件で ($T.P. \geq 20 \times 10^3$) 靱性向上と常温強度の上昇に大きく寄与する。それらの効果はとくに焼ならし時の冷却速度が小さい場合, すなわち極厚材において効果的である。Al-B処理A387-11鋼は板厚150 mm, $T(\log t + 20) = 21 \times 10^3$ においてもASTM規格を満足する。

(2) Al-B処理の効果は100~600℃における高温短時間強度 (Y.S., T.S.) の上昇にも認められ、とくに300~400℃におけるY.S.の上昇に対する効果は大きい。

(3) Al-B処理材のクリープラプチャー強度は図2に示されるようにラーソン・ミラー指数の高い領域においても比較材に比べて明らかに高く、その差がラーソン・ミラー指数の低い領域におけるそれと同等であることは注目される。

(4) Al-B処理による母材および入熱28 kJ/cm ボンド相当単一熱サイクル材 (SR後) の耐焼もどし脆化特性の劣化は認められない。

Cr-Mo鋼へのAl-B処理の適用はC当量の低減を可能にし、溶接性の改善に役立つことが推察される。

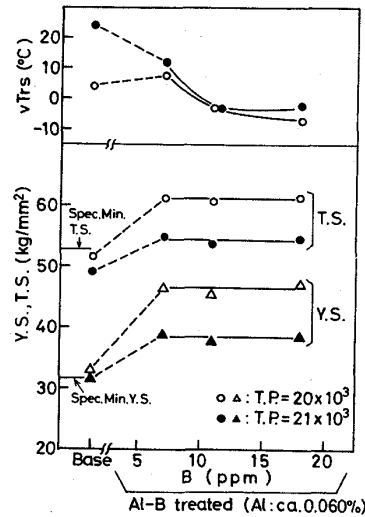


図1 板厚150 mm相当焼ならし材における焼もどし後の常温強度と衝撃靱性に及ぼすAl-B処理の効果

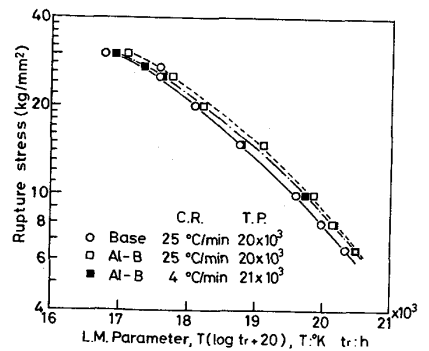


図2 Al-B処理材と比較材のクリープラプチャー強度