

(281) 圧延直接焼入による400級マルエージ鋼の強靱性および延性の改善

金属材料技術研究所 の中 天興三 河部義邦
宗木政一

1. 緒言 別報(本講演大会討論会, 討14)において400級マルエージ鋼の組織と強靱性の関係を検討し, 本鋼種のように強度水準の著しく高い鋼において強靱性と延性を同時に改善するためには残留析出物を完全に固溶化した状態で細粒組織を得る必要があることを示した。更にその方法について基本的な考えを示したので, 本報はその続報として圧延直接焼入の具体的な方法について述べる。

2. 実験方法 供試材として, 400級マルエージ鋼に相当するK74(13Ni-15Co-10Mo鋼)と, 強度は等しく靱性が若干劣るSU95(15Ni-25Co-7Mo鋼)を比較材として用いた。真空高周波溶解で7kgfインゴットを溶製した後, 30mm厚×60mm幅×23mm角の素材に圧延した。この素材を1250°Cで24時間溶体化かつ均質化処理した後, その温度から直ちに下記要領で圧延直接焼入を行なった。すなわち, 板材は5パスで30mm厚から13mm厚(加工度56%)に, 角材は4パスで23mm角から13mm角(加工度68%)に圧延し, 直ちに水中焼入した。なお各パス間では5~20秒の範囲内で一定時間ずつ保持し, 圧延中の平均冷却速度と圧延終了温度を調整した。その値は, 板材では7.5~4.5°C/secで950~750°C, 角棒材では15~7°C/secで860~720°Cであり, 圧延パス間の保持時間が長くなるに伴い平均冷却速度は遅くなり, 圧延終了温度は低くなる。圧延中の析出を阻止するためには, 平均冷却速度が遅くなることは好ましくないが, 本実験の範囲内ではいずれも析出物は生じなかった。なお, 試料はすべて500°Cで4時間の焼入処理を行ない, 引張および破壊靱性試験に供した。

3. 結果 圧延焼入処理によって, 完全固溶化状態で1~2mmあった前γ粒径を, 10μ以下にまで細粒化できる。この細粒化の程度は圧延パス間の保持時間が長くなるほど著しくなり, また角棒材は板材よりも若干細粒になる傾向がある。しかし, 両鋼種間ではほとんど差はなかった。

このような細粒化に対応して, 機械的性質は図1および2に示すように変化する。板材については, SU95はすべて低応力破壊が生じるのに対し, K74は硬度に匹敵する強度が得られるとともに, 保持時間の増加に伴い靱りも改善される。しかし, 引張強さと K_{IC} は保持時間にほとんど依存しない。

一方, 角棒材ではSU95でも低応力破壊が生じない。ただ, 5秒の保持時間の際には靱りが低く, 10秒になると大きく改善される。更に重要なことは, 保持時間の増加に伴い, 強度も増大することである。この強化に伴い, 靱りは若干減少するが, その場合でも非常に優れた値が得られている。しかも, 両鋼種間で K_{IC} はかなり異なるにもかかわらず, 靱りには大きな違いはない。このように, 靱りは前γ粒径を細粒化しさえすれば, 改善することができる。

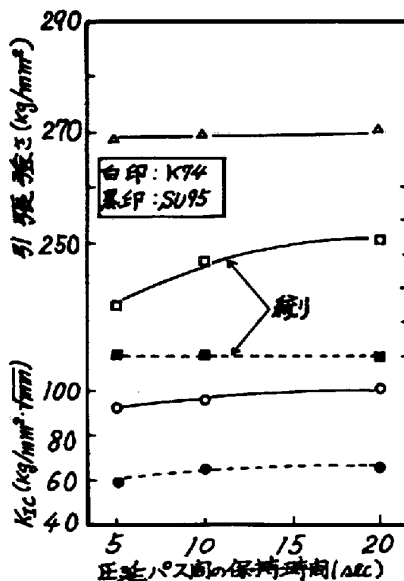


図1. 板材の処理結果

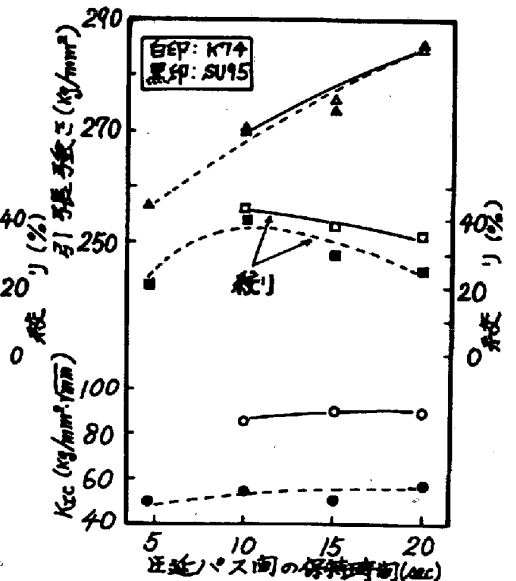


図2. 板材の処理結果