

## (501) 高r値および低降伏応力を有する混合組織鋼板の製造法の検討

川崎製鉄 技術研究所 ○橋口耕一 高橋功 入江敏夫

1. 緒言 混合組織鋼板は降伏応力(Y.S.)が低く、延性が良好でさらにBH性も高いという多くの優れた性質を有するがr値が1.0程度と低いため深絞り部品に適さないという欠点がある。r値の改善法として箱焼鈍+連続焼鈍法が数件提案されている<sup>1)</sup>が、いずれの方法も合金量が多いかあるいは少ない場合には連続焼鈍時の冷却速度が著しく大きいため、低Y.S.と高r値を同時に得ることは困難であった。そこで低合金鋼を用いて箱焼鈍+連続焼鈍法で低Y.S.と同時に高r値を有する混合組織鋼板を製造する方法について検討したので報告する。

2. 混合組織鋼板のr値 r値1.0~1.6の軟鋼板を $\alpha$ - $\gamma$ 温度域からの水焼入れにより混合組織鋼板とした。この熱処理前後のr値の関係を図1に示す。マルテンサイト( $\alpha'$ )相の導入によりr値は低下するが、素材のr値が高いほど $\alpha'$ 導入後のr値は高い。したがって混合組織鋼板のr値向上を図るにはフェライト( $\alpha$ )相の集合組織の改善が必要である。 $\alpha'$ 導入によりr値が低下する理由は $\alpha'$ による応力場のため $\alpha$ の迂り系が変化するためと考えられる<sup>2)</sup>。

3. 高r値-低Y.S.混合組織鋼板の製造方法  $\alpha$ 相の集合組織を改善するには有害なMnなどの合金元素を極力低減した低合金鋼を素材とする必要がある。一方低Y.S.の混合組織鋼板を得るには $\alpha$ 相中の固溶C量や析出物を少なくする必要があり、そのためには連続焼鈍時の冷却速度10~100℃/sが望ましい<sup>3)</sup>。低合金鋼では臨界冷却速度<sup>3)</sup>が著しく大きいため10~100℃/sの冷却速度では混合組織は得られない。しかし低合金鋼でも連続焼鈍時に生成する $\gamma$ 相中の合金量が多ければ10~100℃/sの冷却で混合組織が得られる。第2相への合金元素濃化は連続焼鈍前の $\alpha$ - $\gamma$ 域または $\alpha$ 域焼鈍により達成される。つまり $\alpha$ - $\gamma$ 平衡あるいは $\alpha$ -Fe<sub>3</sub>C間の平衡を利用することにより第2相への合金元素濃化が可能となる。一例として770℃におけるFe-C-Mn 3元系の平衡状態図を図2に示すが、Mnは $\gamma$ 相に $\alpha$ 相の約2倍まで濃化する。一方 $\alpha$ 域の $\alpha$ -Fe<sub>3</sub>C平衡では $\alpha$ 相に比べ(Fe·M)<sub>3</sub>C相にはCrは約2.8倍、Mnは約1.1倍濃化する<sup>4)</sup>。いずれの場合も合金元素を平衡量まで濃化させる必要はなく、臨界冷却速度が10~100℃/sになる合金量まで濃化させればよい。その一例を図3に示す。0.05% C-0.9% Mn冷延鋼板を700℃、800℃でそれぞれ1~100h焼鈍した後770℃ 60 sec 保持50℃/s冷却の焼鈍を行なった。本供試材の臨界冷却速度は濃化焼鈍のない場合約300℃/sであるが、 $\alpha$ 域あるいは $\alpha$ - $\gamma$ 域で24hの濃化焼鈍を行なえば50℃/sの冷却速度で混合組織が得られる。

4. 結言 高r値・低Y.S.を有する混合組織鋼板は低合金鋼を冷延後 $\alpha$ 域または $\alpha$ - $\gamma$ 域で濃化焼鈍しついで連続焼鈍する2回焼鈍法で製造可能と予測される。

参考文献 1)特開昭50-98424, 55-100934, 55-158226 2)細谷, 栗原, 荒木, 中岡: 鉄と鋼64(1978)11, S759 3)橋口, 西田, 加藤, 田中: 川鉄技報11(1979)1, 68 4)西沢: 金属学会会報12(1973)6, 412

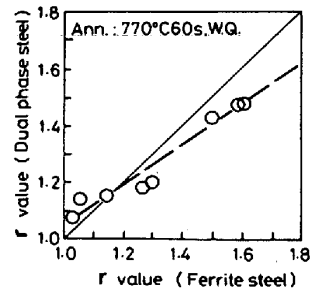


図1. r値におよぼす組織の影響

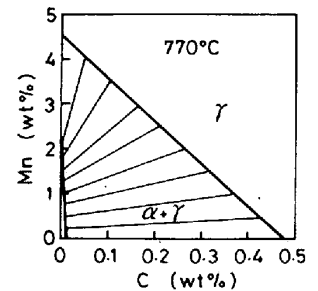


図2. Fe-C-Mn平衡状態図(計算)

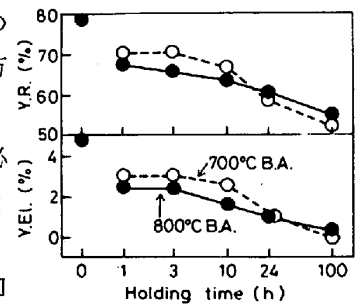


図3. 0.05% C-0.9% Mn鋼のY.E.L., Y.R.におよぼす濃化焼鈍時間の影響 (CA: 770°C 60s, CR=50℃/s)