

(602) 制御冷却した Si-Mn 鋼のフェライト粒径と強度・靱性の関係

神戸製鋼所 中央研究所 町田正弘 ○川田昭二
勝亦正昭

1. 緒言 フェライト粒径(d)は強度・靱性いずれも向上させるマイクロ組織因子であり、高靱性が要求される非調質鋼板の製造では、制御圧延によって微細なフェライトを得ることが必須の条件になっている。最近、制御冷却材においてもフェライト微細化の重要性が強調されているが、フェライト粒径と機械的性質との系統的関係が得られているとは必ずしも言い難い。そこで本研究では炭素当量(Ceq)を変えた Si-Mn 鋼を供試材としてフェライト細粒化に及ぼす圧延・冷却条件の影響ならびにフェライト粒径と強度・靱性の関係を実験的に検討した。

2. 実験方法 Table 1 に化学組成を示すような Ceq を 0.17 から 0.36% まで変えた Si-Mn 鋼を供試鋼として使用した。圧延スケジュールは 950, 1100, 1250℃ で 1 時間加熱後 1 パス圧下率 20% 前後ではほぼ等温度間隔に合計 86% の多パス圧延を行い、780, 850 および 950℃ で圧延を終了することを基本とした。仕上板厚 1.4 mm で圧延終了後は直ちに 0.7 (AC) から 20℃/s で約 500℃ まで加速冷却しその後空冷した。材料試験はすべて圧延直角方向で行い、用いた引張、シャルピー試片はそれぞれ JIS 5 号と 4 号である。

3. 実験結果 1) 高温仕上である 900~950℃ の場合、フェライト粒度に及ぼす Ceq の影響は少なく、冷却速度がフェライト粒細粒化の主たる因子である。780℃ まで仕上温度が低下すると、いずれの冷却速度においても Ceq の増大に伴ってフェライト粒が細粒化する。また、Ceq=0.34% 以上では低温仕上によるフェライト粒細粒化が認められるのに対し、Ceq=0.24% 以下では低温仕上によりフェライト粒は 850℃ 仕上より粗大化する傾向にある。

2) 空冷材同様制御冷却材においても $d^{-1/2}$ と $vTrs$ の間に直線関係が成立する。この関係は Ceq=0.32% 以下であれば仕上温度に無関係であるのに対し、Ceq=0.34, 0.36% の高 Ceq 鋼では Fig. 1 に 1 例を示すように仕上温度の影響が認められる。制御冷却した Si-Mn 鋼では、また Fig. 2 に示すように Ceq の増大に伴って $d^{-1/2}$ 対 $vTrs$ の勾配が減少し、フェライト細粒化による靱性改善の度合いが減じる。

3) パーライト+ベイナイトの分率(Vf, %)が 7~11% と 14~23% の各々の場合に強度と $d^{-1/2}$ の間に直線関係が成立する。

14~23% Vf の強度は同一フェライト粒径でも 7~11% Vf より高いレベルを示す。

4) フェライトの硬さは Ceq = 0.24% までにはほぼ一定である。これ以上 Ceq が増大すると硬さは上昇する。また冷却を早めるとフェライトの硬さは上昇しその上昇量は Ceq によらずほぼ一定である。

Table 1 Chemical composition (wt.%)

C	Si	Mn	P	S	Al	Ceq
0.09	0.19	0.43	0.016	0.016	0.012	0.17
0.08	0.20	0.91	0.016	0.010	0.037	0.24
0.14	0.23	1.04	0.014	0.008	0.027	0.32
0.16	0.22	1.00	0.018	0.012	0.015	0.34
0.18	0.29	1.33	0.018	0.008	0.038	0.36

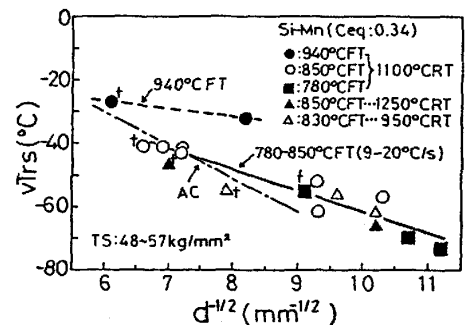


Fig. 1 Relation between Charpy transition temperature and reciprocal square root of mean ferrite grain diameter (d)

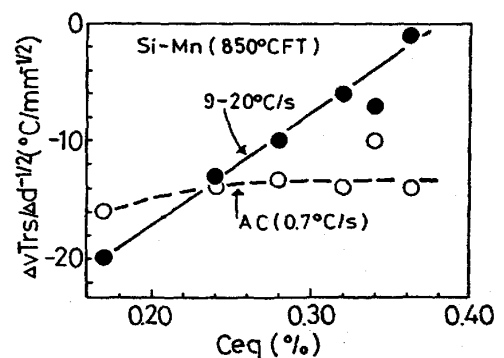


Fig. 2 Relation between carbon equivalent and the slope of $vTrs$ vs. $d^{-1/2}$