

(536) 混合組織を有する低炭素鋼の変態温度と組織硬さの関係

新日本製鐵(株) 八幡技術研究部 〇塚野保嗣 末広正芳 佐藤一昭
薄板研究センター 矢田 浩

1. 緒 言

Irvineら¹⁾はフェライト+パーライトまたはベイナイト鋼それぞれについて、その強度がほとんどその平均変態温度のみで決定されることを示した。同様の関係が混合組織を有する鋼の各組織成分について成り立つはずであるが、このことを証明した研究は見あたらない。この様な関係が明確になれば、著者らがすでに報告した熱延鋼材の組織変化予測モデル²⁾³⁾と組合せて鋼材の強度予測が可能になると考えられる。この様な観点から、混合組織を有する低炭素鋼の変態温度と組織硬さの関係について検討した。

2. 実験方法

真空溶解により溶製した Table.1 の7成分について、Table.2 に示す条件でフォーマスターによる連続冷却実験を行った。これらの試料を用い、連続冷却により得られた各変態組織の微小硬さ測定(荷重25gf)を行った。ここで圧痕の大きさは最大22μm程度であり、組織の大きさ(最大30μm)に比べ十分に小さく、粒界の影響はほとんどないものと考えられる。一方、試料はアルミナ研摩後、表面の加工層を除去するために化学研摩を行った。測定数は1試料について各組織5点とした。

3. 実験結果

5点の硬さ測定値を平均し、それらを各組織の平均変態温度 T_M で整理した。 T_M は既報³⁾の変態予測式で計算した変態増分 dx に対する変態温度 T から(1)式により計算した。結果を Fig.1 に示す。

$$T_M = \int T dx / \int dx \quad \dots\dots\dots (1)$$

これらの結果から次のことがわかる。(1)フェライトおよびベイナイト硬さは平均変態温度の一次関数で整理できる。これは、主として転位密度による硬化で説明できるが、この他に固溶炭素と転位との相互作用の寄与も考えられる。(2)固溶硬化としてはSiの影響のみが明瞭である。C, Mn は主として変態挙動の変化を通じて硬さに寄与しているものと考えられる。(3)パーライトは当然予想される変態温度との相関が明瞭でない。これは供試鋼が低C鋼に限られたため変態温度幅が小さかったためであろう。

以上の結果に基づきフェライトおよびベイナイトの硬さ予測式として(2), (3)式を得た。Fig.2は供試鋼における実測値と計算値の比較であり、それらはよく一致している。なお、Siの固溶硬化はフェライトおよびベイナイトにおける値を平均して定式化した。

$$H_F = -0.357 T_M + 361 + 50[\%Si] \quad \dots(2) \quad H_B = -0.588 T_M + 508 + 50[\%Si] \quad \dots(3)$$

参考文献

- 1) Irvine et al: JISI, 187(1957)292
- 2) 瀬沼ら: 鉄と鋼, 70, 15(1984)322
- 3) 末広ら: 鉄と鋼, 71, 13(1985)1492

Table.1 Chemical compositions of steels used (wt%)

	C	Si	Mn	P	S	Al	N
A	0.05	0.46	1.00	0.028	0.005	0.027	0.0050
B	0.15	0.49	0.99	0.023	0.005	0.022	0.0028
C	0.12	0.48	0.50	0.023	0.004	0.022	0.0028
D	0.10	0.48	1.47	0.028	0.011	0.018	0.0014
E	0.10	<0.03	1.00	<0.01	0.003	0.020	<0.0050
F	0.12	0.96	0.87	0.024	0.012	0.022	0.0082
G	0.11	0.47	0.98	0.027	0.012	0.017	0.0012

Table.2 Conditions of continuous cooling transformation test

heating temperature (°C)	1250	1100	950
cooling rate (°C/sec)	1	10	50

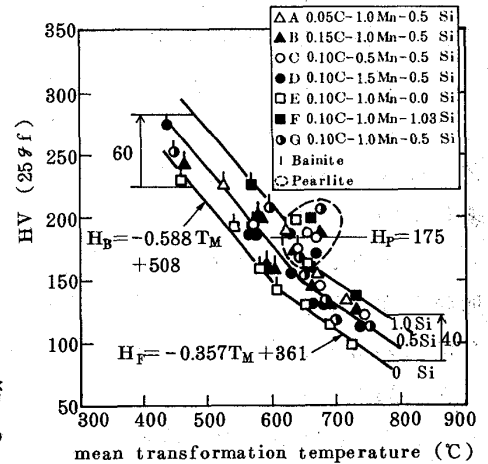


Fig.1 Effect of mean transformation temperature on ferrite, bainite and pearlite hardness

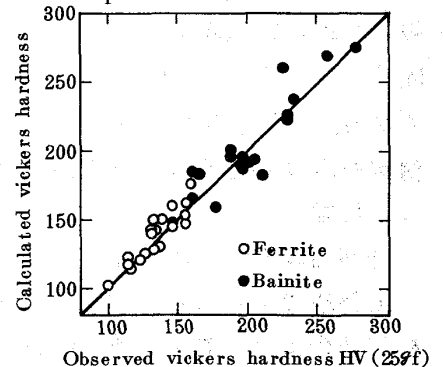


Fig.2 Comparison between observed vickers hardness and calculated vickers hardness