

(85) 鋼の凝固温度算出式

八幡製鉄八幡製造所

○平居正純

技術研究所

金丸和雄, 森 久

1. 緒 言

造塊作業や連続铸造における注入温度の適否は直接鋼塊や鋳片の品質、歩留に影響する大きな要因である。要求される品質が得られるような注入温度標準を設定するためには、その鋼種の T_{LL} が知られていなければならない。 T_{LL} の算出式としては2, 3の文献があるが、計算値と実測値が必ずしも一致せず、いずれも精度に問題があり正確な算出式でない。ここで T_{LL} 算出式の成分適用範囲を拡げ、算出精度を向上させるため、実験データとともに文献データも加え統計解析によって T_{LL} 算出式を求めた。

2. 測定方法

0.1 mmφ の P R 1 3 消耗型熱電対がセットされた 50 mmφ × 70 mm のセラミックモールドに測定したい溶鋼をスプーンで注入して、凝固冷却曲線を記録させた。温度記録計は測定精度を上げるためフルスケール 2 mv 記録計を使用し、熱電対で検出された熱起電力 (E) から回路の途中に挿入した標準 mv 発生器を通して選起電力 (E') だけ差引き、その差の起電力 ($\Delta E = E - E' < 2 \text{ mv}$) を増幅記録させた。測定精度は P R 熱電対が $\pm 0.7^\circ\text{C}$ 、標準 mv 発生器が $\pm 0.3^\circ\text{C}$ 、2 mv 記録計が $\pm 0.5^\circ\text{C}$ である。測定鋼種は 8 チャージの 250 kg 電気炉内で脱炭、加炭、合金添加によって $\text{C} < 1\%$ 、 $\text{Si} < 3.5\%$ 、 $\text{Mn} < 5\%$ 、 $\text{Cr} < 10\%$ 、 $\text{Ni} < 5\%$ の範囲で種々変えた ($n = 170$)。ステンレス等の高合金鋼については測定していないが算出式導出に対しては適用範囲を拡大するために、普通鋼とともに数種のステンレス鋼について測定されている文献データ^{1), 2)} ($n = 44$) も利用した。成分分析は温度測定したセラミックモールド内のメタルから削り出して化学分析した。C % は凝固点降下に与える影響が特に大きいので分析精度を上げるため 3 回分析しその平均値をとった。

3. 測定結果と T_{LL} 算出式

得られた冷却曲線の一部を図 1 に示す。過冷現象を示す例もあるが、凝固が始まると直ちに T_{LL} まで回復し T_{LL} は容易に判定できしかも測定値の再現性がある。 T_{LL} 算出式は算出精度をあげるため C % を 0.5 % を境として 2 つの式に分けて求めた。C % は 1 次式に比べ 2 次式の方がかなり精度がよくなるが 2 次式と 3 次式の精度の差は小さい。C 以外の元素についても 1 次式より 2 次式の方が若干精度がよくなるがその程度は小さく含有量の少ない成分範囲では 1 次式で表わしてもそれ程大きな誤差はない。次式によって T_{LL} が $\sigma \approx 3^\circ\text{C}$ の精度で計算できる。

$$T_{LL} = 1538 - \{ f([\%C]) + 130[\%Si] + 48[\%Mn] + 1.5[\%Cr] + 43[\%Ni] \}$$

ここで $\text{C} < 0.5\%$ のとき $f([\%C]) = 55[\%C] + 80[\%C]^2 \dots (A)$

$0.5 < \text{C} < 1.0\%$ のとき $f([\%C]) = 44 - 21[\%C] + 52[\%C]^2 \dots (B)$

成分適用範囲は $\text{Si} \leq 3\%$ 、 $\text{Mn} \leq 5\%$ 、 $\text{Cr} \leq 24\%$ 、 $\text{Ni} \leq 13\%$ である。その他の元素については一般に含有量も低く、文献に見られる値を使用して大きな誤差はない。

1) 第 34 回特殊鋼部会資料 (大同製鋼)

2) 瀬川他, 未発表

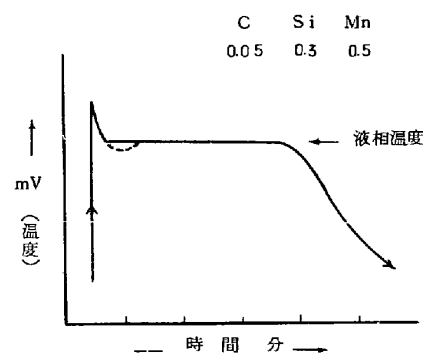


図 1 凝固冷却曲線の一部

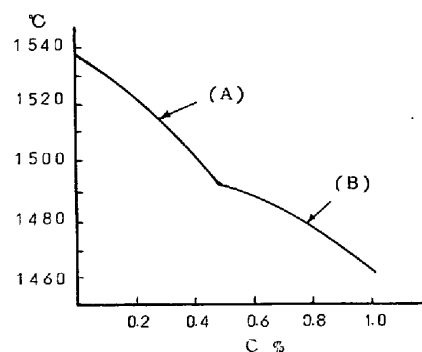


図 2 C % と T_{LL} との関係