

(212) 固/液共存相内の溶質分布におよぼす流動の影響
(流動下における凝固現象-1)

日本鋼管(株)技術研究所 ○北川 融 水上秀昭
小松政美 工博 川上公成

1. 緒言 流動下における固/液共存相内の溶質分布についての知見は連続鋳造への電磁攪拌の応用、リムド相当材の連鋳化を検討する上で重要である。溶質分布に対する流動の影響はいまだ定量的取扱いは少ない。著者らは前報¹⁾において成分分布におよぼす流動の影響が炭素レベルによって異なることを示した。本報では引きつづき流動により生ずる負偏析帯(WBと略記)について解析したので報告する。

2. 実験方法 炭素濃度が異なりSi=0.01%, Mn=0.25%, P,S=0.02%, Al=0.03%の250kg溶鋼をFig.1に示す箱形鋳型に鋳造し、水冷ステンレス板からの凝固の進行を熱電対で測定しながら所定時期に約1分間リニア型電磁攪拌コイルにより攪拌した。鋳塊のWB位置および成分分布を調査し、測温結果と対比させた。

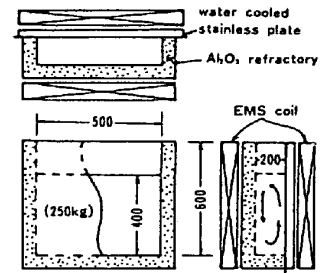


Fig.1. Experimental Apparatus.

3. 実験結果・考察 成分分布におよぼす流動の影響を明らかにするためには固/液共存相内の固相率分布を決定する必要がある。鋳塊の冷却曲線および組成から凝固開始点、終了点を決定し、所定時間における固/液共存相内の固相率分布を求めると凝固完了点からの距離Xは(1)式に示すように固相率 f_s の三次式でよく近似できることが明らかとなった。(1)式で D_{L-S} は固液共存相幅、 a_i は定数である。

$$X = D_{L-S}(1 + a_1 f_s + a_2 f_s^2 + a_3 f_s^3) \quad (1)$$

各鋼種に対する固相率分布をFig.2に示す。0.04% C鋼は他鋼種に比較して $f_s = 0.6$ 近傍での固相率増大が著しく、炭素量の増加とともにいぬめらかな固相率分布をしていることがわかる。この結果をもとに実効分配係数 K_e に及ぼす流動の影響を記述する式によりWB内溶質分布を計算した結果の1例をFig.3に示す。Fig.3には攪拌開始、終了時近傍の固相率分布、洗浄限界固相率 f_s^0 および鋳塊分析値も示した。解析の結果流動下で晶出する部分は凝固の進行とともにいぬ

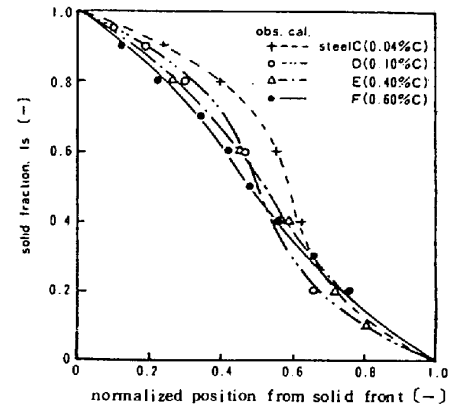


Fig.2. Comparison of solid fraction distributions of steels with various carbon contents. (Ts:calculated from Hirai's eq)

f_s^0 が増大し負偏析度が増加すること、鋳肌から10mm程度の所で流速が数10cm/secでは洗浄距離が小さいため負偏析度は微小距離内で流動下で晶出する部分の値に等しくなることが明らかとなった。次に同一条件で発生したWBの負偏析度は高炭素鋼よりも低炭素鋼の方が大きいことが知られているが、凝固開始点近傍の固相率分布を両者で比較すると高炭素鋼の f_s^0 および洗浄距離の浅いことがわかった。この現象はデンドライトアーム間隔が炭素濃度の増大とともに狭くなるという知見と定性的に一致する。いっぽう0.04% C、0.6% CでSiを0.3まで上げた鋳塊の攪拌テストで K_e のSi濃度依存性はみられなかった。このことからSiは固液共存相の構造を大きく変化させないものと考えられる。

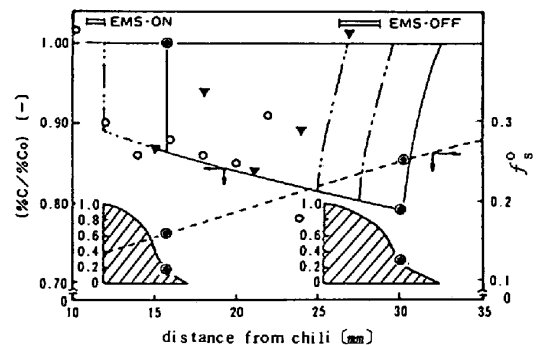


Fig.3. Analyzed result of negatively segregated zone caused by stirring.

(—): discontinuous line of solidification structure
(○, △): chemical analysis
▨: solid fraction distribution

4. 参考文献 1) 水上ら; 鉄と鋼, 68(1982), S254