

(152) 中炭ステンレス鋼連続鋳造スラブのディプレッション発生機構について

川崎製鉄千葉製鉄所 ○加藤雅典 反町健一 森脇三郎
今井卓雄 関明

1. 結言: 中炭マルテンサイト系ステンレス鋼SUS420J1, J2及びHCS16の連鋳化工程試験の段階で、鋳片表面に割れを伴ったディプレッションが発生した。中炭ステンレス特有のディプレッション発生機構について考察を行ない報告する。

2. モールドパウダーとディプレッション: 表面ディプレッションは使用したモールドパウダーと強い相関がある事がわかった。図1のパウダーAはB, Cに比し使用量が多いにも拘らず鋳型内伝熱量が大きく、パウダーの不均一流入を示しているものと思われる。しかし、パウダーAを使用してもSUS410, 430では鋳片欠陥が生じない事から中炭マルテンサイトステンレス成分系特有の現象が関与しているものと考えられる。

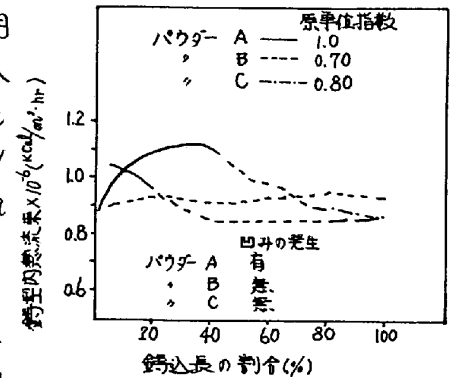


図1. パウダーによる鋳型内伝熱量の相関

3. ディプレッション発生機構: 状態図から、C = 0.08 ~ 0.58% を含有する13%Crステンレス鋼は凝固過程で包晶反応を伴う事がわかる。この反応はL + δ → γであり、δシエルの一部が凝固前面の溶鋼と反応してγに変態する。この時収縮を伴うため凝固シエルは変形を受け、強度的に弱いパウダー過剰流入部が凹む形となる。この反応は凝固が完了するまで連続的に行なわれるので、上記変形は累積される。ただし変形を受けるシエルの厚みも増大し、剛性の増加により加算量は減少してゆく。

4. 発生機構の理論的考察: 過剰流入部の鋳型内伝熱量Qは(1)式で示される。

$$Q = (T_{ms} - T_{c.w}) / \left(\frac{T_{ms} - T_{c.w}}{Q} - \frac{\delta_4}{k_4} + \frac{\delta_4'}{k_4} \right) \quad (1)$$

T_{ms}: 溶鋼温度, T_{c.w}: 冷却水温度, k₄: パウダーの熱伝導度, Q: 通常部位の伝熱量, δ₄: 通常部位のパウダー膜厚, δ₄': 過剰流入部のパウダー膜厚

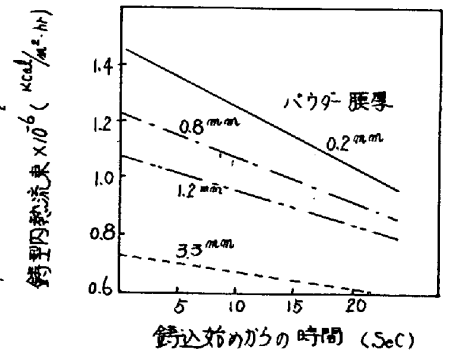


図2. パウダー過剰流入と伝熱量

鋳型内伝熱量の鋳込方向変化をパウダー膜厚のパラメーターとして図2に示した。過剰流入の影響は鋳型上部ほど大きな結果となっている。図2を利用して、モールド内2次元伝熱計算を差分法で解いた。鋳片表面温度の時間変化を図3に示した。

包晶反応による凝固シエルの変形を、各要素の温度を考慮した弾塑性有限要素法に基いて算出した。変態収縮量は初期歪の形で計算に組み込まれている。包晶反応による線収縮率を0.45%⁽¹⁾とし1mm厚のスラブ表面層δが2mm厚の内部層L + δと整合しており内部層が包晶反応によりγに変化する場合を考えると、パウダー過剰流入部膜厚が3.0mm (通常部0.2mm) 以上の場合、ホットスポットは4.02mm凹む事が分った。この値より包晶反応は表面ディプレッションの主要因であると思われる。

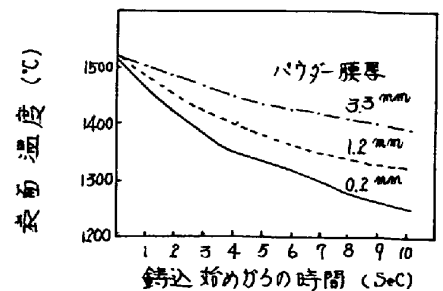


図3. 鋳片表面温度変化

文献 (1) B. Leffler et al: Metals Technology, Feb, 1977, P81-90