

(310) 溶鋼の熱対流を考慮した鋼塊の凝固シミュレーション

川崎製鉄^(株) 水島製鉄所 ○八百 升 難波明彦 野口英臣
 技術研究所 工博 中西恭二 新庄 豊 木下勝雄

1. 緒言 従来鋼塊の凝固シミュレーションは熱伝導のみを考慮したモデルで行なわれてきたが¹⁾、未凝固の溶鋼プールの熱対流は铸型直近の凝固殻生成に大きな影響を及ぼすと考えられる。そこでザク性欠陥の予測精度向上や沈澱晶帯生成の定量的予測を目的として、鋼浴部の熱対流と凝固殻の熱伝導を連成させてシミュレーションを行なった結果、興味ある知見を得たので報告する。

2. 計算方法 基礎式は①Navier-Stokes 方程式、②連続の式及び③熱伝導方程式であり改良外節点法²⁾により差分化された。本モデルでは鋼浴部流動の driving force は铸型側からの冷却による熱対流であると考え、①式に修正 Bousinesque 近似を適用して求めた。③式には移流項を付加してある。また、凝固温度（本計算では固相率 70%）以下では速度場が 0 になるとして鋼浴と凝固殻を区別した。

3. 結果及び考察

(1) 形状の影響 高径比の大きい鋼塊ほど対流の助走区間が長いために熱対流の発生は大きい。高径比の小さい場合には鋼塊頭部の保温により温度が上部で高く下部で低い安定した温度成層となりやすく流動は小さくなる。Fig. 1 に高径比 1.5 の計算例を示すが、中心部で上向きの循環流が得られる。

(2) 境界条件の影響 Fig. 1 から分るように循環流の影響で鋼浴部の温度が均一化し、固液共存域の非流動部（固相率 70% から 100% のゾーン；図中に示す）の幅は大きくなる。この結果はザク生成が起りやすいことを示唆していると考えられる。そこで熱対流制御のためにホットトップのような鋼塊頭部加熱を想定し、境界条件を変更してシミュレーションを行なった。すると鋼浴部の熱対流は Fig. 2 のように小さくなり固液共存域非流動部の幅は小さくなって温度勾配も大きくなること分った。

以上からホットトップによるザク性欠陥抑止のメカニズムと有効性が認められた。

4. 結言

鋼塊凝固に際して未凝固鋼浴部の熱対流が凝固殻生成に大きな影響を及ぼすことが数値モデルから判明した。今後は本手法を大型鋼塊の凝固制御に応用していく方針である。

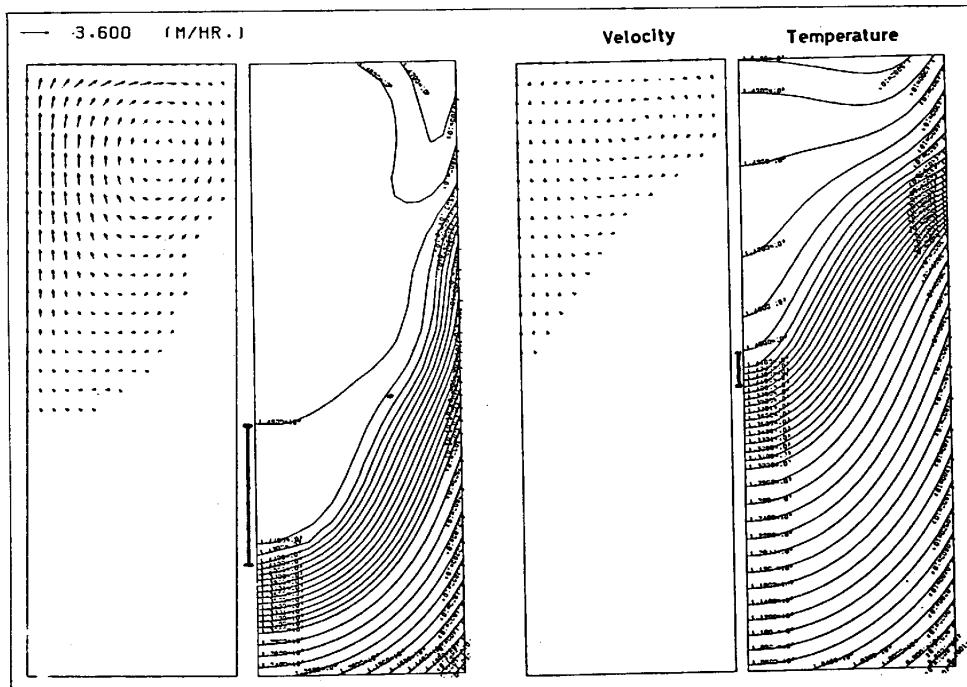


Fig.1 Conventional casting

Fig.2 Hot Top addition

参考文献

- 1) 八百ら；鉄と鋼，68(1982)4, S160 2) 八百ら；鉄と鋼，67(1981)4, S130