

(107)

鑄塊の凝固と冷却に関する 2,3 の解析
(造塊研究へのコンピュータの利用-1)

70383

神戸製鋼所機械事業部開発部
神戸製鋼所 中央研究所

斎藤 千弓
森 隆資 成田 貴一

1 緒言

造塊の研究の一つの方法としてコンピュータを用いれば、鑄塊内外における熱の移動が容易に予測できることはよく知られているが、今回はその一つの応用として大型扁平鑄塊の鑄込を終了してから凝固完了あるいは型抜きをするにいたる間の鑄塊内部の温度分布、凝固範囲や鑄型内部の温度分布や変化、さらに型抜いた後の鑄塊内部の温度変化を 2,3 のことなる周囲気温度のもとで計算し、鑄塊の内部性状や熱の移動などについても解析を試みた。

2 方法

コンピュータを用いて大型扁平鑄塊の凝固過程を熱伝導に関する 3 次元の偏微分方程式を階差方程式で置きかえて計算し、鑄塊内部の温度分布をもとに解析した。計算の対象とした鋼種の主な化学成分組成は C : 0.16, Mn : 1.40, Si : 0.35, Al : 0.03% で、この鋼種の理論的な凝固開始温度は 1500°C 、凝固終了温度は 1490°C で、鑄込温度は 1550°C 、鑄型周辺の外気温度は 50°C と仮定した。つぎに型抜後の鑄塊を放置する周囲の温度を常温からほぼ 300°C まで 4 段階の温度について解析した。

3 結果

大型扁平鑄塊の凝固が始まってから凝固の終了あるいは型抜きまでのいわゆる凝固進行期間には、鑄塊内の底部では鑄塊の底面から定盤に熱が大量にうばわれる。しかし鑄塊中部あるいは頭部では底面からの凝固の影響を直接うけず、鑄塊の側面から鑄型への放射による放熱によって徐々に凝固する。型抜きをしたのちに、鑄塊を放置する場合には、鑄塊底部の温度は鑄塊中部および頭部の高温部の熱の伝導によって急激に上昇する。つぎに型抜をした鑄塊を放置する場合、鑄塊の周囲の温度を常温から 300°C および 4 段階の各温度に保つとするとすれば、低温側から三つの温度の場合には、鑄塊の中心部および外周部の温度はほぼ下降の傾向を示すが、鑄塊の周囲の温度を高温に採った場合には、鑄塊の中心部の温度は徐々に下降するが、外周部の温度は急激に上昇することがわかった。これは鑄塊周囲の温度が高いために、鑄塊内部の熱が外部に逃げるのが極端に少ないためである。その結果鑄塊中心部の熱が鑄塊外周部の温度をあげる。

4 考察

計算をおこなった大型扁平鑄塊の場合で完全に凝固が完了していない時期に型抜きをすれば、鑄塊の中心部と外周部では極端な温度勾配が存在するのみならず、含熱量にも大きな差があると考えられる。したがってこの時期に型抜した鑄塊の周囲温度を十分に高く保ってやると、鑄塊中心部の未凝固部の凝固にともなう凝固潜熱が放出されると同時に、鑄塊外周部の熱が外部へ逃げないために、型抜時鑄塊内にあった熱の偏析が容易に均一化される。いっぽう型抜後の鑄塊周囲温度を低くしてやると、鑄塊から外部に引きつぎ熱が多量にうばわれるため、鑄塊表面の温度は常に下降をたどることになる。しかし型抜後 15~2.0hr の間は鑄塊中心部の未凝固域の凝固などにともなう潜熱の放出熱量が鑄塊外周部に次第にあらわれてくるため、鑄塊長辺側の中央部の温度は比較的さかりにくく、凝固時に発生する潜熱の放出終了とともに急激に下降する傾向が現われる。さらに鑄塊の全域が固相となったのちには、鑄塊の冷却は急速にすすむか温度の均一化もはやい。これらの現象は溶鋼の熱伝導率が小さいのにくらべ、固相での熱伝導率が $500 \sim 1500^{\circ}\text{C}$ の領域では非常に高いためであると考えられる。