

(63) 20ton炭素鋼鑄塊の温度変化および温度分布から見た鑄塊内の偏析と介在物分布に関する2.3の所見 (塩基性電弧炉および酸性平炉溶製の大型鍛鋼材に関する比較検討ならびに真空造塊に関する研究-V)

神戸製鋼所 中央研究所

成田 貴一

○森 隆資

機械事業部開発部

青藤 千弓

熱伝導に関する偏微分方程式を差分方程式で近似して数値計算をおこなうことによって、鑄塊凝固過程の鑄塊内の温度変化および温度分布を解析する方法はじゅうらいより試みられてきたが、実操業にある鑄塊の凝固過程を追跡するにはあまりにもはんざつな計算を必要とするため、じゅうぶんに満足する結果をえられるまでにはいたらなかった。しかし大型電子計算機の発達によって、かつて試みることができなかった実操業にある大型鑄塊の凝固過程についても容易に数値計算がおこなえるようになった。

本報告では鍛造用20ton波型鋼塊を円筒座標を用いて凝似円錐台型で近似し、2次元の熱伝導偏微分方程式を上記手法で数値計算することによって、鑄塊凝固時の温度変化および温度分布を初期条件をいれて解き、これをもちいて鑄塊内の偏析、介在物分布ならびに凝固組織について検討した結果の2.3について報告する。

S45C鑄塊内凝固過程の温度変化および温度分布の計算の結果から、鑄塊内の偏析、介在物分布およびそれらの生成機構がいろいろ考えられる。

一般に負偏析域として知られている鑄塊中央部下部はLightfootの式^{*}に比較的良好に一致する鑄塊外周部を除いたさらに内側に拡がる領域である。この部分の溶鋼は凝固開始温度(液相線温度)に達してから凝固終了温度(固相線温度)に達するまでの時間が外周の凝固終了域にくらべて非常に長く要する。したがってこの領域では自由晶が成長するに適した条件が具備されており、これら自由晶の発達は沈澱晶部の成長を助けるものである。

$$D = A\sqrt{t} + B$$

つぎに逆V偏析域として知られている鑄塊肩部の偏析はLightfootの式をほぼはづれる領域で始まり、しかもその周辺の温度分布からすれば凝固終了面前面を厚い中のmushy state(半溶融状態)にある溶鋼がおった状態のままで凝固が進む領域である。したがってmushy stateの深部(固相に近い部分)にある濃化された溶鋼の一部は過熱領域(鑄造温度-液相温度)にある溶鋼への合流がほとんど望めない状態にあり、これら濃化した溶鋼は凝固終了面にほぼ平行なかたちで閉鎖的な領域を占めることになる。しかもこのように濃化した溶鋼の群は凝固がある速度範囲で進む向は凝固進行方向に對してほぼ垂直に幾層にも発達するので、いわゆる逆V偏析の成長を助けるものと考えられる。

さらにV偏析域として知られている押湯直下の部分は鑄塊内での最終凝固域とされているが、これはじゅうぶんな量の押湯がある場合、あるいは鑄塊頭部保温が完全におこなわれる場合にのみ認められる現象で、多くの場合鑄塊底部から垂直上方へ向う凝固面の動きとあいまって鑄塊内の未凝固部分は鑄塊中心中央部と押湯直下のV字型部分との2つの領域に分離される可能性が強い。すなわち鑄塊肩部の凝固速度がはやく、肩部の凝固終了域が未凝固の部分を上下に切断するような場合には下方部分は押湯部からの溶鋼の補給がとたえて鑄塊中心中央部上部の欠陥となる。また肩部の凝固終了域が未凝固の部分を上下に完全に切断しないまでも、bottle(びん)状になった凝固未終了部分は造塊時に鑄塊内部の欠陥発生の大きな原因となると考えられる。したがってこのような状態で発生するV偏析部分がいりいりな鑄塊欠陥を持合わせるのはおしる当然の結果と考えられる。

また溶鋼の濃化ならびに凝固の進行につれて発生すると考えられる非金属介在物の性状および形態も鑄塊内の温度変化および温度分布によって大きく影響を受けることが明らかになった。