

70106

1. 緒言

造塊の研究の一つの方法としてコンピューターを用いれば鑄塊内外における熱の移動があらかじめ容易に予測できる。今回はその一つの応用として試験に用いる 1 t 砂型鑄塊における凝固過程をあらかじめ計算によって予測し、この計算結果と実際の鑄塊におけるバー・テストの結果とを対応し、2, 3 の解析を試みた。

2. 方法

コンピューターを用いて円柱状の 1 t 砂型鑄塊の凝固過程を熱伝導に関する二次元の円筒座標系における扁微分方程式を階差方程式で置きかえて計算し、鑄塊内部の凝固過程を追跡した。計算に供した鑄塊の主な化学成分組成は C : 0.28, Si : 0.25, Mn : 0.80, P : 0.026, S : 0.030 で、計算から求めたこの溶鋼の凝固開始温度は 1505°C、凝固終了温度は 1465°C、さらに鑄型砂の温度および鑄型外周温度は 20°C と仮定して計算をおこなった。ただし計算に用いた鑄込温度は 1540°C で、鑄込時間は 2 分である。

3. 結果

計算結果と実鑄塊の凝固とを対比するため、鑄込温度の異なる二つの鑄塊についてバー・テストをおこなった。この結果によれば両鑄塊とも鑄塊中心軸上の底からの凝固厚さは鑄込後しばらくの間は時間の経過とともに非常にゆるやかに増加する。鑄込後 2 ~ 2.5hr 経過したところで凝固厚さは山を示し、一度下ってからまた増加しはじめる。しかも山を示したあとの増加速度は山が現われる前より大きい。鑄込後 3 hr から 3.5hr 経過したところから凝固厚さは急速に増加しはじめる。鑄込温度の高い鑄塊では、鑄込温度の低い鑄塊より、鑄塊中心軸上の凝固速度がおそくなり、凝固曲線が山を示す時間および凝固曲線が急にたち上る時間はそれぞれ 20 分あとにおくれている。しかもこの時期までは計算結果が実鑄塊におけるバー・テストと非常によい一致を示している。しかしこれ以後の時期では計算と実鑄塊、さらに実鑄塊同志の間にも次第に差が現われはじめる。

4. 考察

鑄込温度が異なる二つの鑄塊においては凝固の進行速度も多少異っているにもかかわらず両鑄塊ともに凝固曲線が急に立ちあがるまえに山があらわれている事実ならびに、凝固曲線が山を示す時間と、急速に立ちあがる時間との間には二鑄塊ともに約 0.7 という比が得られている。この事実から判断すれば両鑄塊はほぼ同じ凝固過程をへて凝固していると考えられる。しかもこれらの試験結果と計算結果とを比較してみると凝固の初期および中期では計算とバー・テストから求めた凝固曲線とはよく一致している。しかし凝固曲線が急に立ち上りはじめる時間は計算結果のほうが実験値よりも早くなっている。これは現在の計算をモデルで仮定している状態が鑄塊の凝固終期にはいると実際の状態とはかけはなれることに一つの原因があると考えられる。すなわち残溶鋼の温度が均一であるという条件は、凝固終期の固相の割合が大きくなった状態では満足されなくなっていることが考えられる。これは凝固終期では極端な場合、鉄の結晶の間に溶鋼が存在する状態も考えられる。しかし負偏析部や逆 V 偏析帯の形成される凝固中期までは溶鋼の易動度が比較的大きいと考えられるので現在の鑄塊の凝固モデルもこの時期までは実際の鑄塊の完全固相域の状態を相当よくあらわしているものと考えられる。以上大型鑄塊のシュミレートに用いる砂型鑄塊の形状をあらかじめコンピューターによって計算しその凝固過程を予測した結果、計算モデルには凝固終期における残溶鋼の移動の易動度に問題のあることが判明した。