

(89) 一次冷却におよぼす諸因子の影響について

(鋼の連続鑄造に関する研究—V)

住友金属工業車輛鑄鍛事業部

牛 島 清 人

Effect of Some Factors on Primary Cooling.

(Study on continuous casting of steel—V)

Kiyoto USHIJIMA.

I. 緒 言

前報¹⁾においては、一次冷却すなわち鑄型内における鑄片の冷却が、鑄片表面部の性状におよぼす影響について研究を行ない、一次冷却を適切なる条件下に設定することの重要性を述べた。鑄片表面の性状を直接左右するこの一次冷却の機能をより深く把握することは、いうまでもなくさらに合理的な一次冷却方法を見出すさいにもきわめて重要な基礎資料を得ることが出来るものと考えられる。

しかるに鋼の連続鑄造における一次冷却の機構については従来も二三の報告がなされているが、これに関与する諸因子の影響についてまで系統的な実験を行なつたものはない。

本報告においてはまず一次冷却の機構を考察し、これに基づいてさらに一次冷却に関与する諸因子の影響について系統的な実験を行なつた結果について述べる。

本実験においては、エル—式塩基性電気炉(公称8t)で溶製したキルド鋼を、強制往復運動鑄型垂直型鋼連続鑄造機に鑄込み鑄片とした。

II. 一次冷却の機構

鑄型内における鑄片からの熱の放出すなわち一次冷却は、垂直方向には鑄込面の湯面から上方に発散される輻射および鑄片内部を下方に向う伝導があり、水平方向には鑄型を通して鑄型の冷却水に達する伝達がある。後者はさらに鑄片と鑄型との接触が保たれている時期の大きな伝達と、鑄片と鑄型との接触が失われた後の小さな伝達とに区分することが出来る。

これら大別して3つの冷却過程の中、垂直上方に発散される輻射と垂直下方に向う伝導とは簡単な計算によつてきわめて小さいものであることがわかる。

次に鑄片表面から水平方向に鑄型の冷却水へ伝達される熱量は、鑄型の上において鑄片と鑄型との接触が保たれている時期には直接鑄型を通して鑄型の冷却水に達し、冷却水とともに鑄型外に運び去られる。鑄型の下部

においては鑄片の含有する熱は表面から一旦鑄片と鑄型との空隙を通過する。この間は輻射およびその空間に存在する気体または液体の伝導によつて鑄片から鑄型への熱の伝達が行われる。しかる後に熱は鑄型を通して鑄型の冷却水に伝達せられ、冷却水とともに鑄型外に運び去られる。この鑄型の上および下部における2つの冷却過程における熱伝達率はいうまでもなく鑄型上部すなわち鑄片と鑄型とが接触を保っている時期の方がはるかに大である。

そこで一次冷却を支配する最も大きな因子はこの鑄片と鑄型との接触時期の大きさである。さて鑄片と鑄型との接触は、鑄片外層部の凝固殻の内側への収縮が外側へのクリープに打勝つた時に失われる。この鑄片の外層凝固殻の収縮とクリープとは凝固殻の厚さと温度ならびに湯面からの垂直距離によつて決まる。ゆえに鑄込温度ならびに鑄片が鑄型内を通過する速度すなわち鑄込速度を変化せしめることによつて鑄片と鑄型との接触面積、いかえれば一次冷却量が変化すべきである。この外鑄型の使用回数の変化は鑄型内面の状況、いかえれば鑄片と鑄型との接触状況を変化せしめ、この結果一次冷却量を変化せしめることも予想せられる。

以上の考察に基づいて、鑄込温度、鑄込速度、鋼種、鑄型使用回数などの諸因子が一次冷却におよぼす影響について実験を行なつた。

III. 一次冷却に関与する諸因子の影響

130mmφ 鑄片の鑄込においてまず鑄込中の一次冷却の変動範囲を明らかにし、次に鑄込温度、鑄込速度、鋼種、鑄型使用回数などを変動せしめた場合に、これらが一次冷却におよぼすそれぞれの影響を明らかにした。

鑄込温度は懸壺内に熱電対を挿入して測定した。鑄込速度はピンチ・ロールの廻転速度を測定して求めた。また一次冷却によつて失われる熱量は、鑄込冷却水の流量および給水管ならびに排水管内の温度差を測定し、両者を掛け合せることによつて求めた。

1. 鑄込中の一次冷却の変動

Si-Mn ばね鋼5溶解を鑄込み、それぞれの溶解の鑄込時間約60mnの間、鑄込温度、鑄込速度を始めとして一次冷却ならびに二次冷却の諸条件をほとんど一定に揃えた。

その結果、約60mnの鑄込中の一次冷却の変動はきわめて小さく、最大2.7kcal/kg of steel、平均2.2kcal/kg of steel(±3.5%)であつた。いかえれば鑄込中の一次冷却の変動はほとんどないことが明らかである。

2. 鑄込温度の影響

Si-Mn ばね鋼 5 溶解を鑄込み、それぞれの溶解の鑄込において、鑄込速度を始めとして一次冷却ならびに二次冷却の諸条件をほとんど一定に揃え、鑄込温度のみを 45~70°C の間に変動せしめた。

その結果、鑄込温度の低下にともなつて一次冷却は若干減少する。しかしその減少量は、鑄込温度が 45~70°C 低下する間に平均 3.4 kcal/kg of steel であるので前述の鑄込中の変動を考慮すると、これはきわめて小さいものであることが明らかである。

3. 鑄込速度の影響

低炭素鋼、中炭素鋼および Si-Mn ばね鋼計 6 溶解を鑄込み、それぞれの溶解において鑄込温度を始めとして一次冷却ならびに二次冷却の諸条件をほとんど一定に揃え、鑄込速度のみを 500~1550mm/mn に変動せしめた。

その結果、鑄込速度が増大するにしたがつて単位時間当りの一次冷却が増大するが、鋼単位重量当りの一次冷却は逆に減少することが明らかとなつた。これは鑄込速度の変化によつて鑄片と鑄型との接触面積が変化するためであると考えられる。

4. 鋼種の影響

低炭素鋼、中炭素鋼、高炭素鋼、Si-Mn ばね鋼、軸承鋼および 18-8 ステンレス鋼をおのおの 1 溶解づつ鑄込み、そのさい一次冷却ならびに二次冷却の諸条件をほとんど一定に揃え、鑄込速度のみを若干づつ変動せしめた。

その結果、鋼種がことなることによつて一次冷却は、同一鑄込速度において最大 2.7 kcal/kg of steel の差異を生ずる。しかしながらこれは前述の鑄込中の一次冷却の最大変動量に等しく、鋼種の差が一次冷却におよぼす影響はほとんどないことが明らかである。

5. 鑄型使用回数の影響

Si-Mn ばね鋼を 5 本の鑄型にそれぞれ数 10 溶解鑄込み、そのさい鑄込温度、鑄込速度を始めとして一次冷却ならびに二次冷却の諸条件を出来るだけ一定に揃えた。

その結果、鑄型使用回数の増加とともに一次冷却は減少する。この減少量は使用の初期約 5 回までが顕著であり、それ以後はほとんど減少しない。またこの減少量は新鑄型で平均 7.2 kcal/kg of steel のものが一回削正後の鑄型では平均 2.0 kcal/kg of steel と大幅に減少することが明らかとなつた。

鑄型内面の寸法を測定した結果、使用前平滑であつた内面に、数 10 回使用後下拡りのテーパに相当する変

形が起つていることがわかつた。すなわち上述の鑄型使用回数の増加が一次冷却を減少せしめる機構は、鑄型内面の変形によつて鑄片と鑄型との接触面積が減少することに基づくものであることが明らかとなつた。

IV. 結 言

鋼の連続鑄造における一次冷却の機構を考察し、かつ鑄込温度、鑄込速度、鋼種、鑄型使用回数などの諸因子が一次冷却におよぼす影響について実験を行なつた。

その結果、一次冷却は主として鑄片表面から鑄型を通して鑄型冷却水へ達する熱の伝達によつて行なわれる。一次冷却に顕著な影響をおよぼす因子は、鑄型速度ならびに鑄型の使用回数であつて、鑄込温度および鋼種の相違はほとんど影響をおよぼさないか、または影響をおよぼすとしてもその大きさはきわめて小さいことを明らかにした。

以上鋼の連続鑄造における一次冷却の機能をより深く把握するとともに一次冷却に関する基礎資料を得ることが出来た。これらの結果は後報に述べるごとくさらに合理的な一次冷却法の研究に際して重要な数値を与えるものである。

文 献

- 1) 明田良男, 佐々木寛太郎, 牛島清人: 鉄と鋼. 45 (1959), No. 12, p. 1341.

(90) 鑄片と鑄型との間に発生する空隙について

(鋼の連続鑄造に関する研究—Ⅵ)

住友金属工業車輛鑄鍛事業部

牛島清人

On the Air Gap between Billets and Molds.

(Study on continuous casting of steel—Ⅵ)

Kiyoto USHIJIMA.

I. 結 言

前報¹⁾において明らかにしたごとく、鑄型の下部においては鑄片の収縮と鑄型の変形とによつて鑄片と鑄型との間に空隙が生じ、鑄片の一次冷却をいちじるしく阻害する。そこでこの鑄片と鑄型との間に生ずる空隙の発生時期ならびにその大きさを明らかにすることは、一次冷却機構をより深く解明するに當つて最も重要な点であると考えられる。

この鑄片と鑄型との間に生ずる空隙の発生時期につい