

れたので窒素と親和力が強くかつある程度の脱酸力を有する Ti の使用を考え、3 heats について Ti, Al の併用脱酸試験を行った。脱酸試験の要領を Table 1 に示す。

Table 1. Deoxidizing method.

Test. No.	Al g/t	Ti g/t	Ref.
1	255	290	No. 3 Mould:210g/t Add
2	366	410	
3	450	350	

第1回の試験は Al は従来法と同量で Ti 投入の試験を行い、第2回、第3回はそれぞれ Al および Ti を増量せしめている、とくに第2回の第3定盤では注入管より Al を 210g/t 追加投入を行った。

今回の試験溶解では縦割れ疵の発生は全くみられず、また第2回、第3回の試験では鋼塊表面の pin-hole が減少していることが認められた。

また、今回の試験では鋼質の調査は丸鋼で行ったが、その結果では、1) Al の歩留りは単独の時と殆んど変わらず、Ti の歩留りは 65~80% 程度であり介在物分析結果からみても脱酸の主体は Al であること。2) 酸素量はいずれも 0.004% 以下の低値を示していること。3) オーステナイト粒度は第1回試験は細粒ではないが、第2回、第3回程度の脱酸方式では 5.0~6.0 程度の細粒がえられること、などが判明した。

顕微鏡の観察結果では熔融状態で生成したと考えられる黄白色の TiN が認められ、また分析結果でも窒素の 70% が TiN として固定しており、また鍛造試料による AlN 分析結果を前述の Fig. 2 に併記しているが、Ti を 0.03% 含有することにより sol-Al 0.010~0.020% の鋼でも AlN の析出を完全に抑制することが判明した。

なお、マクロ組織、砂疵、清浄度および機械的性質の調査も丸鋼で行ったが、今回の試験材は日常製造している鋼とほとんど変わらないことが判明した。

IV. 結 言

鋼塊の縦割れ疵については従来より多くの研究が行われているが Al 投入量の影響を定量的に調査した data はほとんど見当たらない。当所においては現場的な現象から縦割れ疵の主要原因が 1000~900°C で析出する AlN によるためであり、この縦割れ疵の防止法として、Ti の研究を行い、Ti の AlN 析出の抑制効果を確認した。

勿論縦割れ疵の原因としてはほかの条件の影響も多く今回の現場的な現象のみで軽々な判断は下しえないが、Al あるいは窒素の成分上の欠陥に対しては Ti の併用によ

り充分防止でき得るし、また Ti の歩留りよりみてその使用量が僅少であることは好ましい事実であると考えられる。この問題についてはさらに理論的な究明を行うとともに、AlN の析出防止に対しては、Zr, V, Cb, B などの窒素と比較的親和力のある元素も有効であると考えられ、目下検討中である。

なお本研究は当社車輛鑄鍛事業部と当所が S-32 年共同出願し公告 No. S 34-6102 で中炭素鋼の鋼塊割れ疵防止方法として、特許公告せられた研究の一部をなすものである。

(45) 鑄片表面の縦割れの発生機構について

(鋼の連続鑄造に関する研究—Ⅲ)

住友金属工業、車輛鑄鍛事業部

明田 義男・〇牛島 清人

On the Mechanism of the Evolution of Longitudinal Cracks on the Surface of Cast Billets.

(Study on continuous casting of steel—Ⅲ)

Yoshio Aketa and Kiyoto Ushijima.

I. 緒 言

第1報¹⁾において、鑄型内の一次冷却が鑄片表面の縦割れの発生傾向におよぼす影響について実験を行い、鑄型隅角部の形状、冷却の均一性、鑄込温度、鑄込速度などを適切な条件下に設定しないと鑄片の表面に縦割れが発生することを明らかにした。

本報告においては、この実験結果に基づき連続鑄造における鑄片表面の縦割れの発生機構を考察した結果について述べる。

表面縦割れの発生は鑄片外層の凝固部分に生ずる応力がこの部分の強度を超えることに基づくものである。この鑄片表面の縦割れの発生原因は本質的に鋼塊の場合と変わらないが、連続鑄造においては鑄片に比較的高速度の下降運動を行わしめる点を無視しえない。

そこでわれわれはまず鑄型内における凝固の進行過程を考察し、つぎにこの凝固部分の応力とその強度とについてさらに実験を加えつつ考察を行い、連続鑄造における鑄片表面の縦割れの発生機構を明らかにせんとした。

II. 鑄型内における鑄片の凝固過程と応力の発生

鑄型内に注入された溶鋼はまず鑄型壁の内側面に沿って凝固を開始し、ここに鑄片外層部の殻すなわち外層凝

固殻を形成する。一定時間この殻は鋳型との接触を保つたままの状態を下降を続ける。つぎにさらに凝固が進行すると鋼の凝固による収縮ならびに引続いて起る冷却による収縮とによつて、鋳片外層凝固殻の一部が鋳型との接触を失う。最後に鋳片と鋳型との接触はまったく失われるにいたる。

さて鋳片の外層凝固殻に生ずる応力は、その内部に充滿している溶鋼の静鉄圧に基づくが、上記のごとく3段階に凝固が進行するにつれて、この応力の発生機構はつぎのごとくである。

まず凝固のきわめて初期においては、鋳片外層の凝固殻は非常に薄くかつ高温である。ゆえに内部から受ける静鉄圧によつて容易にクリープし、鋳型との接触を保つために応力の発生を見ない。すなわちこの過程では表面縦割れは発生する余地がない。

つぎに一定時間凝固が進行し、外層凝固殻の厚さが増大しかつその温度が下ることによつてその殻が収縮しはじめると、凝固殻は円形断面に近づこうとする。そこで正方形断面の鋳片においては、隅角部が鋳型との接触を失ない、一方各辺の中央部は鋳型との接触を維持し続ける。ゆえにこの状態で外層凝固殻の内側には、隅角部で引張り辺の中央で圧縮の応力が発生する。すなわち縦割れ発生の可能性が生ずる。

外層凝固殻各部におけるこの応力の大きさは、鋳片の一辺の長さ、辺の中央から頂点方向への距離、内部の溶鋼の静鉄圧、外層凝固殻の厚さなどによつて決まる。

最後に鋳片と鋳型との接触がまったく失われた状態においても同様な応力の発生を見る。ここにも縦割れ発生の可能性があると考えられる。

III. 鋳片の外層凝固殻に生ずる応力値の算出

上記の応力の算出に当り、未知である静鉄圧および凝固殻の厚さをつぎのごとくして求めた。

1. 静鉄圧の算出

静鉄圧はその位置の湯面よりの深さと溶鋼の密度との積で表わされる。そこで鋳片が鋳型との接触を失いはじめる位置については、その位置より上部と下部の2部分における鋳片から鋳型冷却水に持去られるおのおのの熱量の和が、鋳型冷却水の持去る熱量の全量に等しいと置いて、実測値および従来提出されている諸数値を用いて算出した。一方溶鋼の密度については既知であるから、両者の積を求めることによつて静鉄圧を算出することができる。

2. 外層凝固殻厚さの測定

正方形断面の鋳片の鋳型内での凝固過程を、隅角4分

円半径の異なる場合について排出法によつて求めた。その結果隅角4分円半径の小なる場合には隅角4分円の端部にもつとも外層凝固殻の薄い部分が現われ、隅角4分円半径の大なる場合は外層凝固殻の厚さは各部とも大きな差がないことが明らかとなつた。

以上1および2でえられた静鉄圧ならびに外層凝固殻の厚さをはじめに求めた応力式に代入することによつて各部における応力値を算出した。その結果応力の最大値およびその発生位置を明らかにすることができた。

IV. 鋳片の外層凝固殻の強度

まず鋳片表面の温度変化について従来提出されている値から、われわれの場合における鋳片表面の温度を求めた。つぎに鋼の凝固直後の引張り強度に関する従来の実験結果を利用して、ここで問題にしている鋳片の外層凝固殻の引張り強度を求めた。

V. 結 言

鋼の連続鋳造における鋳片表面の縦割れの発生機構を考察した。すなわち鋳片と鋳型とが接触を失いはじめた時期に、内部の溶鋼の静鉄圧によつて外層凝固殻に生ずる応力が、この部分の強度を超えることによつて外層凝固殻の内側を起点として割れが発生する可能性が生ずる。かかる縦割れの発生機構によつて、第1報において述べた一次冷却の諸因子すなわち隅角部の形状、冷却の均一性、鋳込温度、鋳込速度などが鋳片表面の縦割れにおよぼす影響を説明した。

連続鋳造においては、鋳込の線速度が大なるがゆえに普通造塊法における場合よりも、この応力は強度に比して相対的に大である。したがつて鋳片表面の縦割れの発生傾向が大である。ゆえに第1報で明らかにした鋳片表面の縦割れを発生せしめないための適正なる一次冷却の諸条件は、とくに大きな意味を持つものであると考える。

文 献

- 1) 昭和 34 年 4 月本会講演大会にて発表。

(46) リムド鋼の2枚板とブリストー についての調査

富士製鉄，釜石製鉄所

小池 与作・〇駒塚正一郎

Study of Lamination and Blisters
of Rimmed Steel.

Yosaku Koike and Shōichirō Komazuka.

I. 緒 言

従来の研究によれば、二枚板については鋼塊の中心に