

Table 3. Difference of tensile properties by sampling directions.

Sampling direction	Tensile strength kg/mm ²		Elongation %	
	As cast	Ann-ealed	As cast	Ann-ealed
Radial	51	51	53	55
Tangential	53	50	58	60
Longitudinal	51	49	62	63

い非金属介在物が内面に浮くため清浄な組織となりまた普通鑄造材に比較してフェライトが微細に分散する。したがって鋭敏化処理後の耐粒間腐食性もなお良好であり Fig. 2 に示すように 65% 硝酸による試験においても遠心鑄造材は鋭敏化処理を行なっても耐粒間腐食性が減少しない。すなわち溶接後も母材熱影響部の耐食性が劣化しないと考えられる。

III. 結 語

横型遠心鑄造機により製作した外径 173mm, 全長 1000~2000mm の低炭素 18-8 Cr-Ni 鋼の金型遠心鑄造管についてその諸性質を調査した。機械的性質は普通鑄造材よりすぐれ圧延材に匹敵する。組織は微細均一となり中心収縮孔などの内部欠陥を生ぜず、とくに耐圧性、耐粒間腐食性が良好である。鑄込温度、鑄込速度などの製造条件は方向性凝固の進行に影響するが健全な組織をもつ鑄造管の諸性質には影響が認められない。

(95) 極軟リムド・ストリップ用鋼片の割れ疵防止について

八幡製鉄所管理局

塚本武之・永田泰郎・○田中 功

On the Prevention of Cracks on Low-Carbon Rimmed Slabs for a Strip Mill.

Takeshi Tsukamoto, Yasurō Nagata and Isao Tanaka.

I. 緒 言

鋼片の不良部分は、剪断および選別により屑払いされるが、極軟リムド鋼片の不良主原因は割れ疵で、この減少をはかることは良鋼片歩留の向上に大きな役割をもっている。主な割れ疵の外観は Fig. 1 (会場掲載) に示すごとくで、とくにボトム鋼片に発生しやすい。耳割れおよび側面割れは鋼片表面の耳部または側面部に V 状、X 状に発生し、その尖端部および交点部は深くえぐられており、マクロエッチおよび S プリントによれば鋼塊のソリッドスキン部に発生している。バンド割れも同様

で、いわゆる段注とは若干発生原因を異にしている。これらの疵は元来鋼塊自体のソリッドスキンの健全性に影響されるが、分塊工場における均熱条件などによつても左右されることが考えられる。

そこで、日常観察記録された多数の資料を基礎として、全製鋼材 (主に 7~13t 扁平鋼塊) を対象にいろいろ検討した結果、これらの割れ疵におよぼす要因は、鋼塊頭部膨脹量・取鍋下 [S] (または Mn/S) および分塊嚙込温度に集約され、その対策実施によつて割れ疵の減少に成果を収めたので、ここに検討結果について報告する。

II. 割れ疵におよぼす主要因

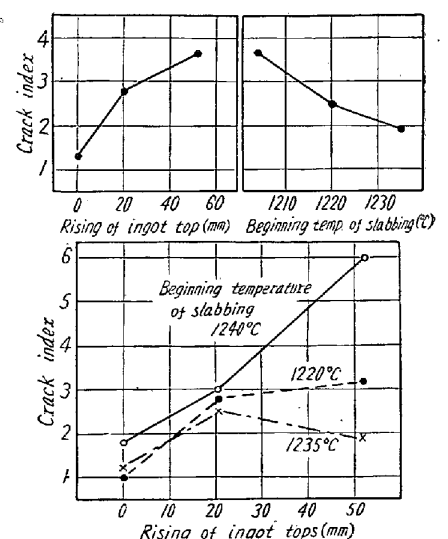
製鋼・分塊上の割れ疵におよぼす主要因をつぎのようにして決定した。

まず製鋼要因としては、出鋼前 [C]・取鍋下 [C] および [Mn]・出鋼温度・取鍋 Al 量・注入速度・鑄型添加剤などいろいろ考えられるが、これらの総合的な効果はリミング・アクションの強弱すなわち鋼塊頭部の湯引または膨脹の形で現われる。そこで過去の情報および解析結果から鋼塊一次膨脹量を要因とした。

また分塊要因としては、割れ疵がソリッドスキン部に発生することから圧延初期の鋼塊表面温度の影響が大きいものと考え、嚙込温度を要因とした。

これら二要因の割れ疵におよぼす影響について分散分析した結果は Fig. 2 に示すごとくで、膨脹量 1%, 嚙込温度および両者の交互作用がそれぞれ 5% 有意差で割れ疵に影響していることが判明した。すなわち、膨脹量の大きいほどまた嚙込温度の低いほど不良率は増加し、膨脹量の大きいほど嚙込温度の影響は大きくなる。

この再現性を確かめるために、同一出鋼チャージを注入奇偶数順に二分し均熱炉別に抽出設定温度を現行・現行+30°C で比較試験した。その結果、後者の不良率は前者の約 60% 減となり、膨脹量の大きい場合には嚙込温度の低いグループの不良率が



註: 図中 1240°C は 1204°C の誤り

Fig. 2. Effect of rising of the ingot top and the slabbing temperature on cracks. (By the variance analysis).

大で、上述の関係を裏付けた。

その後、脱酸の調整にともない鋼塊頭部形状が安定し始め、また均熱条件も向上し始めた第二段階において、たまたま熔銑 [S] の上昇にともなう取鍋下 [S] 高目の発生があり、赤熱脆性に対する Mn/S の効果が見逃せなくなった。

そこで、取鍋下 Mn/S・膨脹量 および 嚙込温度の三要因をとり分散分析した結果、Mn/S が 5% 有意差で割れ疵発生に影響していることが判明した。その結果を Fig. 3 に示す。

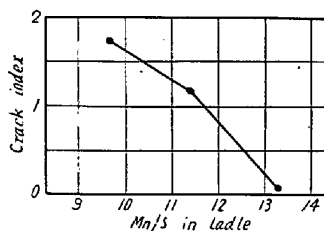


Fig. 3. Effect of Mn/S in a ladle on cracks. (By the variance analysis).

したがって、割れ疵防止対策として、鋼塊膨脹量の減少、取鍋下 [S] の低下（または Mn/S の上昇）および分塊嚙込温度の低下防止が効果的であることが判明した。

III. 製鋼上の対策

(1) 鋼塊頭部形状：膨脹量の大きいほど割れ疵不良率は高くなるが、一方湯引鋼塊は分塊剪断時のパイプ落ちを助長する。したがって膨脹および湯引量の少ない健全頭部形状を目標とした。

(2) 取鍋下 [S]：低 Mn 材は一般に不良率が高く、とくに低 C・Mn 材は割れ疵に対する感受性が強い。これは低 Mn/S による赤熱脆性と純鉄脆性に近い性状を呈するためと思われる。出鋼時 [S] 高目の場合には、Mn 添加量を増加し、膨脹を抑制する意味で NaF を造塊で積極的に使用する。

(3) 出鋼前 [C] と取鍋 Al 量：健全型鋼塊頭部にするための脱酸調整法として、出鋼前 [C] にスライドさせて Al 量を変化させるか、または出鋼前 [C] 目標範囲を小さくし、その適中率を向上させて一定 Al 量を使用することとした。

(4) 出鋼温度と取鍋湯口：鋼浴温度が脱 C にともなう上昇するものには割れ疵は少なく、出鋼温度自体よりも、鍋付量または出鋼前の温度コントロールのいかんが影響する。また健全型頭部にするための適正湯口を決定した。

(5) 鑄型内 Al および NaF の添加：これらの使用量および使用時期は鋼塊頭部形状を左右するが、とくにバンド疵に対して鑄型内注入初期に NaF を使用することは効果的である。

(6) 鑄型塗料：油系塗料と黒鉛系塗料の割れ疵におよぼす影響は後者が効果的である。

IV. 分塊上の対策

(1) 嚙込温度：嚙込温度は一般に抽出順とともに低下し、大型均熱炉においては抽出 5 本目以降とくにその傾向が顕著となり不良率を高くする。嚙込温度を上げるには、抽出設定温度を上げる必要があり、従来より 20°C~30°C 上昇させた。その結果、ウオッシングの発生なく均熱炉内全鋼塊の嚙込温度上昇がはかられ、不良率は減少し、抽出順による割れ疵の増加傾向も小さくなった。また同一膨脹量に対する不良率も減少した。この関係を Fig. 4 に示す。しかし、嚙込温度上昇には、抽出〜ロール嚙込の工程管理の重要性を見逃してはならず、とくに低 C・Mn 材については嚙込温度の上昇をはかる必要がある。

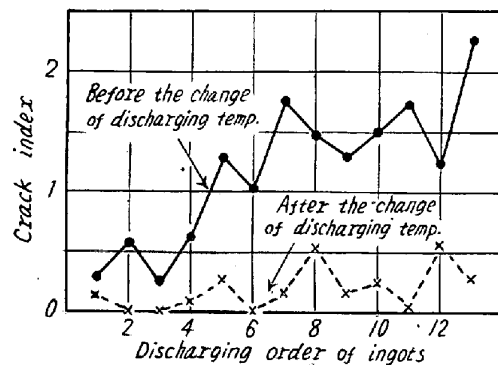


Fig. 4. Relation between cracks and discharging order from the soaking pit before and after the change of discharging temperature.

(2) トラック・タイムと在炉時間：分塊工場の好不調によつても不良率は変動し、在炉時間の過度の長短はいずれも割れ疵を増加させ、またトラックタイムの短い方が割れ疵を少なくすることが判明した。しかし、これらはそれぞれ単独の要因ではなく、トラックタイムを含めた均熱方法が割れ疵に影響すると考えた方が妥当であろう。したがって、トラックタイムは鋼塊保有熱量の有効利用による在炉時間の短縮と、それによる偏析・パイプなどの品質におよぼす影響のバランスした点を考慮の上、理論値から実作業に移して実施しており、在炉時間はトラックタイムにスライドさせて管理している。

V. 結 言

極軟リムド・ストリップ用鋼片の割れ疵防止対策としては、

(i) 鋼塊一次膨脹量の減少

(ii) 取鍋下 [S] の低下（または Mn/S の上昇）

(iii) 分塊嚙込温度の低下防止

が効果的で、もつとも寄与率の高い要因は鋼塊一次膨脹量である。各製鋼、分塊工場の標準作業改訂とその努力徹底によつて割れ疵不良率の減少に収果を収めた。

(96) 空气中加熱によつて生ずる表面疵について

住友電気工業伊丹研究部

鳥居勇三郎・〇岩田 斉

Surface Defects Occurred on Heating in Air.

Yūzaburō Torii and Hitoshi Iwata.

I. 緒 言

鋼を空气中で高温に加熱すると粒界に沿つて小さな割疵が内部に侵入する。これが鑄造組織といかなる関係にあるかを縦横方向について求めた。また、この割疵が加工による引張、圧縮でどのように変化するかを熱間曲げ試験を行なつて追跡したのでその結果を報告する。

II. 実 験 方 法

0.80%C のインゴット 145 mm φ を 90 mm φ まで鍛造したものの頭底部より、側表面からつぎの 12 種類の深さの断面を有する 10×10×(10~15) の試料を切り出し、1150°C×30 分の空气中加熱を電気炉で行ない、割疵の状況、脱炭の状況をスケッチした。

側表面からの深さ (mm) 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 15, 25, 35, 45

スケッチは側面からの方向を縦方向、横断面からの方向を横方向と名付けた。鑄造組織は Fig. 1 のごとくである。

つぎにインゴットの表面から 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0,

2.5, 3.0, 3.5 mm の深さの面を有する 15×12×150 の曲げ試験片を作成した。当該面は 15×150 でこれが外側になるように曲げ試験を行なつた。加熱は 1150°C×30 分であり、炉からだすと直ぐに一端を掴み他端にパイプを差込んで曲げた。実測の結果外側での伸びは 25% であつた。

III. 実 験 結 果

鑄造組織と割疵および脱炭との関係を Fig. 2 に示す。頭底部による差も、縦横方向による差もとくにあるとはいえないが、側表面に近い所は欠陥が現われやすい傾向にある。鑄造のままでは表面に約 1 mm の脱炭があるのでこの点考慮せねばならないが、なお脱炭は表面で大きくなる。さらにとくに深いものが特定の所に発生するかな否かも検したがそういうこともなかつた。割疵の深さは 0.02~0.10 mm であり、平均で 0.03 mm 位である。

高温曲げ試験後の外側の割の状況の一例を Fig. 3 に示す。表面からの深さによつては別に差がないことが測定後判明した。内側、外側の疵の頻度分布を加工前のものと比較することにより、外側では割疵の成長が約 0.03 mm あり、内側では平均 0.05 mm 成長するが異常に大きくなつて 0.2 mm にも達するものも生じていた。さらに内側の皺は約 0.02 mm であつた。脱炭は外側では減少するが内側では増大する。

内側、外側および加工前の割疵の顕微鏡写真を Fig. 4 に示す。白色部はサブスケール帯である。加工前は割疵の所のサブスケールは一段と深くなつてゐる。引張を受ける外側ではサブスケール帯を突破つて裂けが進行しているが、圧縮を受ける内側では疵の先端にはサブスケールが存在している。これはそれぞれの疵の特徴である。

なおピクリン酸アルコールでエッチすると圧縮でできた疵にはひげ状の縞が現われる。この状況を Fig. 5 に示す。1150°C で加工され以後空冷されたにもかかわらず、このようなものが残るのは興味があり、この存在の有無もまた引張、圧縮により生じた疵の区別に利用できるものである。

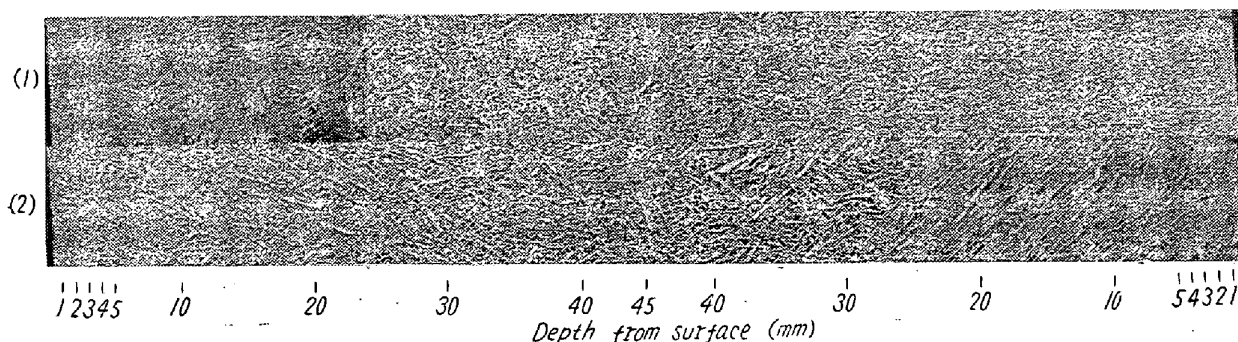


Fig. 1. Macrostructures of billets.

(1) Top (2) Bottom