

(討8) 大型鋼塊の横倒し凝固について

川崎製鉄 技術研究所

岡部 俠兒 小川 治夫
松野 淳一 岡野 忍

1. 緒言

セミキルド鋼やリムド鋼などの非鎮静鋼では、鋼塊が大型化するとともに偏析やパイプなどの鋼塊内部欠陥が大きな問題となってくる。これらの問題は従来から多く論じられてきたが、それらは一般に、鑄込んだ時の鋼塊の姿勢をそのままに保っているいわゆる正立鋼塊についてであった。我々はこのような正立鋼塊に固執するのではなく、これらの内部欠陥を減少分散させることは出来ないかと考え、その一案として、鋼塊の横倒し凝固を試みた。これは鋼塊型抜き後、まだ凝固を完了しない中に、鋼塊を横方向に倒して、そのままの姿勢で凝固を完了させることによつて、濃厚偏析やパイプが減少分散するのではないかというものである。この場合、鋼塊を横倒しする際に未凝固の溶鋼が鋼塊頭部から流出することのないように、鋼塊頭部が既に十分に凝固していることが必要である。

このような鋼塊の横倒し凝固についての研究は、小型鋼塊を用いた WEHENKEL¹⁾ による研究が最近発表されたのを除いては、あまり発表されていない。本研究ではセミキルド鋼およびリムド鋼の20~22t大型鋼塊を用いて、横倒し凝固による鋼塊内部性状および圧延製品の材質に及ぼす影響を調査したので、その結果などについて述べる。

2. 鋼塊内部性状

2-1 鋼塊断面マクロ組織およびサルファープリント

セミキルド鋼およびリムド鋼の横倒しおよび正立凝固の各鋼塊について、その中心軸を通る縦断面のマクロ組織およびサルファープリントの例を写真1~4に示す。横倒しは鑄込み終了後1時間余り経過してから型抜きして、間もなく行なったものである。これらによると、セミキルド鋼、リムド鋼ともに横倒しによつて、鋼塊頭部の濃厚偏析およびパイプが鋼塊中央部から底部にかけて分散しているのがわかる。またセミキルド鋼の横倒し鋼塊のサルファープリントでは、横倒し直後での残留溶鋼の区域の輪かくに相当する部分が白色線状に見えるが、これは横倒しにより残留溶鋼が攪拌効果を受けたために、凝固殻内面にあつた溶鋼の濃化層が、一時的に消滅し、その部分に不純物の薄い層が晶出したものと考えられる。リムド鋼の横倒し鋼塊ではこのような白色線状の部分は認められない。これはリムド鋼では横倒しによる残留溶鋼の攪拌効果がセミキルド鋼ほど著しくは表われないことを示していると考えられる。

またセミキルド鋼の横倒し鋼塊のサルファープリントで目立つことは、(1) 鋼塊底部から始まっているA偏析線が、横倒し時の凝固殻内面の位置にまで達しているのが認められること、と(2) 鋼塊底部に沈澱していたいわゆる *mushy zone* が横倒しにより、鋼塊頭部側へ流動しているのが認められ、その *mushy zone* の量から見て、横倒し直前での *mushy zone* の高さは、その時の凝固殻内面とA偏析線との

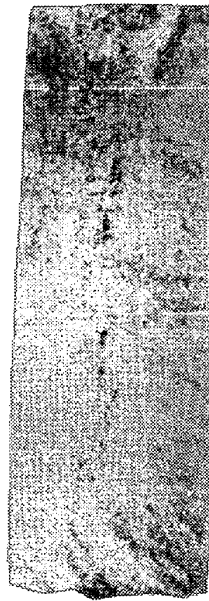
S512

交差の高さに大体一致していると推定されること、である。このことから偏析線生成の一因として次のように考えることが出来る。すなわち、側面から内部に向って成長する凝固殻内面には溶鋼の濃化層があり、これは凝固殻の成長とともに逐次内側へ移動し、一方、未凝固部分の底部には自由晶が沈澱して生じた *mushy zone* が形成され、その高さは凝固の進行とともに増す。ここで *mushy zone* の上面と凝固殻内面とが接する部分を考えると、その部分の濃化層は一部浮上するが、残部は浮上しきれずに *mushy zone* と凝固殻内面との間に拘束されるであろう。このようにして *mushy zone* 上面と凝固殻内面との交差は、

その跡に濃化層の一部を残しながら、凝固殻の横方向の成長速度と *mushy zone* の上方向の成長速度とが合成された方向へ伸びるはずであり、その通過した跡が偏析線になると考えられる。これらのデータだけで、偏析線生成の一因を断定することはまだ出来ないが、このような横倒し凝固の技法がこの種の問題の解明に役立つ



(マクロ組織)



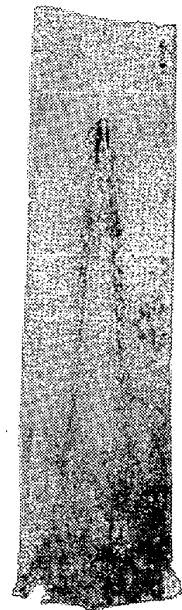
(Sプリント)

写真 1

横倒し22セミキルド鋼々塊



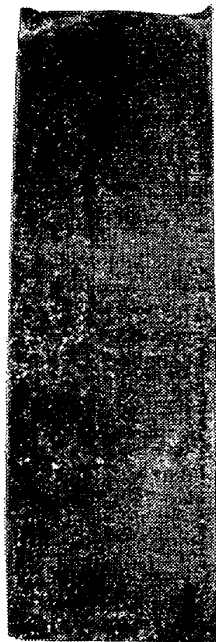
(マクロ組織)



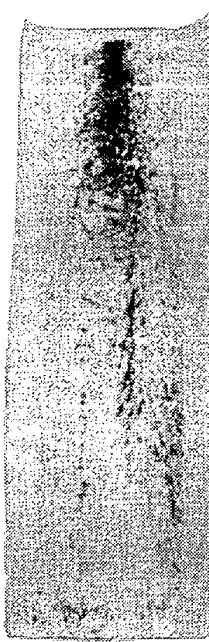
(Sプリント)

写真 2

正立20セミキルド鋼々塊



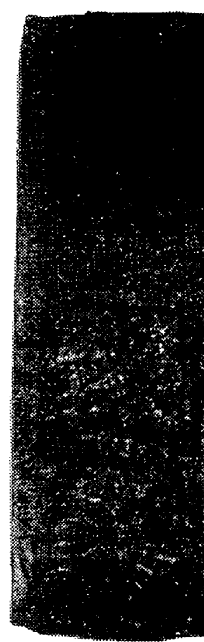
(マクロ組織)



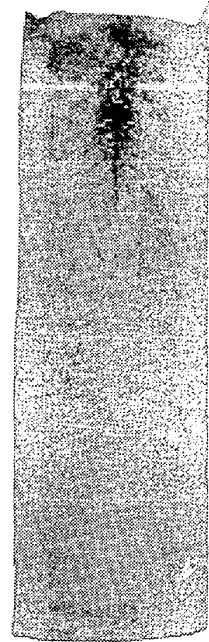
(Sプリント)

写真 3

横倒し22セリムド鋼々塊



(マクロ組織)



(Sプリント)

写真 4

正立22セリムド鋼々塊

つ可能性は十分考えられる。

2-2 鋼塊内の偏析

写真1~4に示した鋼塊縦断面の各位置でのCおよびSの偏析率(チェック分析値/取鍋分析値)をオ1~2図に示す。これによれば、セミキルド鋼、リムド鋼ともに正立鋼塊の厚さ方向中央での頭部よりセ>底部寄りの位置に見られる極端な濃厚偏析が、横倒し鋼塊では見られず、そのかわりに軽度の濃厚偏析が底部のほうにまで拡がっているのがわかる。また厚さ方向1/4の位置では横倒し鋼塊も正立鋼塊も同じような偏析の傾向を示しているが、これは、この位置が横倒し時には既に凝固を完了していた範囲に含まれており当然のことである。

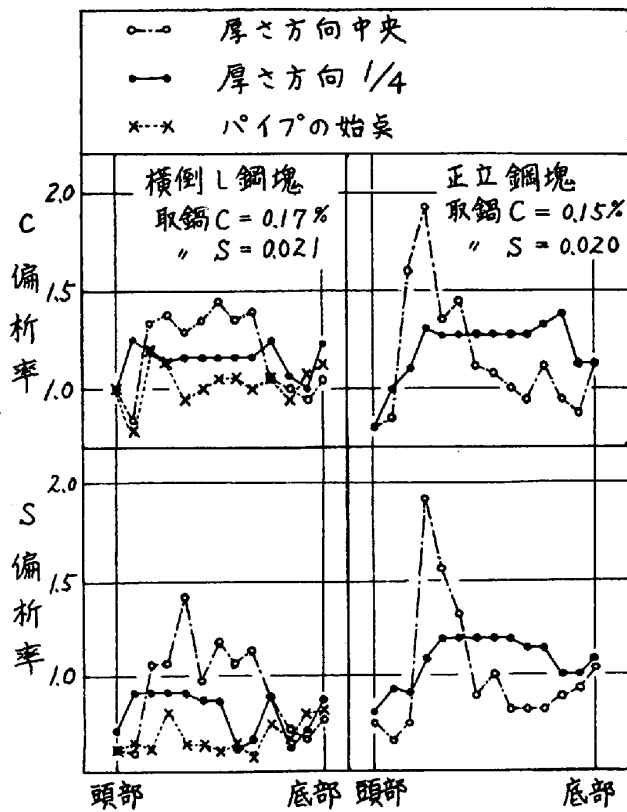
リムド鋼横倒し鋼塊ではサルファープリントでわかるように、厚さ方向中央からセ>ずれて濃厚偏析線が頭部から底部にかけて認められるので、この線上も分析してみたが、オ2図からわかるようにあまり著しい濃厚偏析ではない。この濃厚偏析線の位置がずれている理由としては、横倒しにより上側は大気中で放冷されたのに対して、下側は地面に接して冷却が遅れたために濃厚偏析線の位置が下側にずれたものと考えられる。

セミキルド鋼では横倒し状態での上側の凝固殻内面に接して並んでいるパイプの始英の位置についても分析してみたが、オ1図からわかるように、負偏析の傾向が認められ、サルファープリントでその部分が白色線状に見えたこととよく合っている。

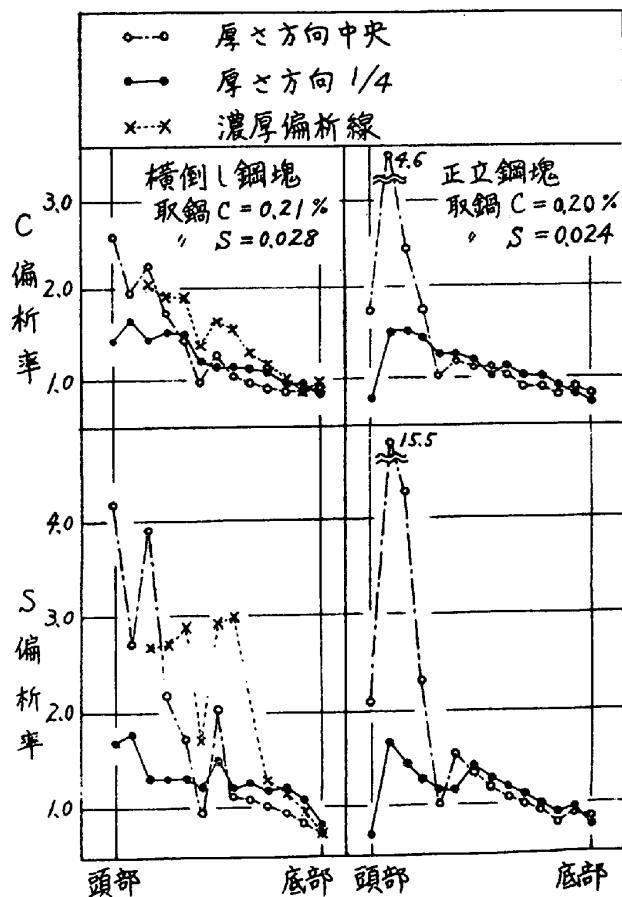
3. 圧延製品の材質への影響

3-1 セミキルド鋼

セミキルド鋼では前述のように、正立鋼塊よりも横倒し鋼塊のほうが濃厚偏析の集中が少ないのは好ましいが、パイプが



オ1図 セミキルド鋼々塊偏析率



オ2図 リムド鋼々塊偏析率

鋼塊底部のほうまで分散されている。この鋼塊を圧延製品とする場合の問題は、これらのパイプが圧延によつて密着させられるかどうかということである。これを確かめるために、同一溶鋼から横倒しおよび正立の大型鋼塊おのおの3本を鑄造し、これを同一条件で厚板に圧延して、その内部欠陥を超音波探傷法によつて比較した。

表 超音波探傷結果

程度	鋼塊	横倒し	正立
欠陥がまったく認められないもの		0枚	4枚
欠陥が散在して認められるもの		8	6
欠陥が集中して発生しているもの		3	1
計		11	11

その結果は表のとおりであり、横倒し鋼塊では全数とも頭部から底部まで全長にわたつて欠陥が認められ、鋼塊内に分散しているパイプが圧延後も完全には密着していないことを示していると考えられる。すなわち、厚板用セミキルド鋼塊に横倒し凝固を適用しても、厚板製品での内部欠陥の改善は必ずしも得られず、この実験結果ではむしろ逆に悪化する傾向が認められた。

3-2 リムド鋼

リムド鋼についても同一溶鋼から横倒しおよび正立の大型鋼塊おのおの4本を鑄造し、これを厚さ3.2mmの熱延コイルに圧延し、その長さ方向各位置で引張試験をおこなつた。その結果は表3図に示すように、横倒し鋼塊では抗張力が高く、伸びが低い傾向があるが、ことに頭部から中央部にかけての伸びの劣化が著しいこと、およびコイル内の試験片位置による抗張力や伸びのばらつきも改善されていないことを示している。したがつて横倒しによる材質の改善はリムド鋼製品でもあまり期待出来ないことがわかる。

4. 結 言

セミキルド鋼およびリムド鋼の大型鋼塊を横倒し凝固させ、その影響を調べた結果、次のことがわかつた。

- (1) セミキルド鋼、リムド鋼ともに、横倒しによつて、濃厚偏析、パイプなどの鋼塊内部欠陥を分散させることは出来るが、圧延製品でのこれらの欠陥による材質上の問題を改善するまでには至らない。
- (2) セミキルド鋼横倒し鋼塊の断面を調査して、横倒し時の凝固殻内面の位置など凝固の進行状況を知ることが出来る。

文献1) A. WEHENKEL: C. N. R. M. No. 10, March 1967 p. 31~37

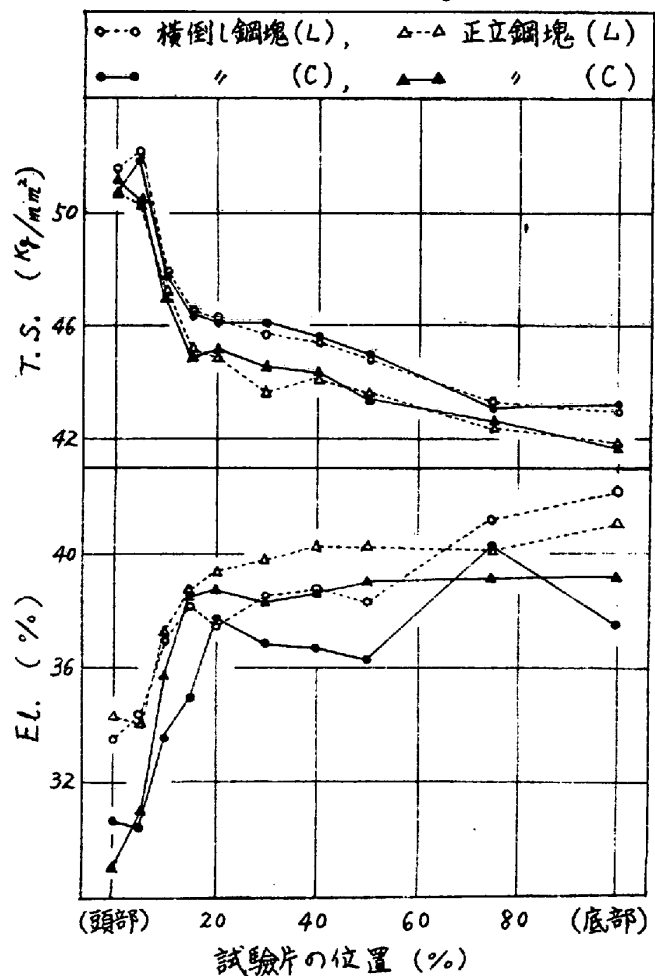


表3図 引張試験結果