

抄

録

—加 工—

厚み自動制御—Geneva 工場の熱間帯鋼圧延機

(L. E. RINGGER, G. S. KOSS: Iron & Steel Eng., 37, (1960), No. 2, p. 110~120)

熱延帯鋼製品は均一な厚みと巾の分布をもたねばならないが、冷間圧延に比べて自動制御の適用は余り広く関心を持たれなかつたのは、制御可能な装置の複雑さの増大と圧延機改造の規模の大きさによる莫大なる費用によるものであろう。熱延のはじめから終り迄均一な厚みで製造され従つて冷間圧延を通つてさらに精度が上昇することが熱延の目標である。定性的に厚みに影響するものとして (1) スキッドマーク、スラブの温度変化 (コイルの厚みが頭より段々厚くなる)。 (2) 圧延中のスタンド間張力変化。 (3) ロール間隙。 (4) 化学成分、が考えられた。実際のコイルの頭と尾端の厚み変化は約 0.004 in で平均板厚 0.074 in の約 5%、スキッドマークは 0~0.04 in、スタンド間張力によるものは尾端で約 0.005 in であつた。これらより厚み制御の問題として (1) スキッドマーク、スラブ間温度差を無くする加熱制御、 (2) 変動因子の圧下スクリュウあるいは張力による補償、 (3) 1 あるいは複数の仕上スタンドでの圧下スクリュウあるいは張力の制御、 (4) スラブ間の温度差があつてもコイル間あるいはコイル内の厚みを一定値に制御する。

若しスタンドが完全な剛性であれば温度の変化、硬度的変化は厚みの変化とはならないが実際上は無理である。厚みの変化を知るのにスタンドの歪みや圧下を測りこれでロール間隙を一定に保つように圧下スクリュウを上下することは有効である。スタンド間張力は細部調節用の急速なものに有効で圧下、スクリュウは緩慢な変化に適している。それで Geneva の熱間圧延機は (1) No. 1, No. 2 スタンドの圧延力によつて No. 2 圧下スクリュウを制御する。 (2) No. 4 の圧下力計により No. 4, No. 5, No. 6 スタンド間の速度、張力の制御を行なう。 (3) 入口スラブ温度および出口板厚により全体の圧下スクリュウを調節する。さらに狭い公差間に厚みを入れるために (1) 負荷とは無関係にスタンドの速度を正確に制御する。 (2) 全部の圧下スクリュウは位置の数値制御をできるようにした。 (3) No. 2 出口の厚みで No. 2 の圧下スクリュウを制御した。 (4) スラブの入口温度 20°F 以内は良いが、20°~40°F の上下があれば温度に応じて圧下スクリュウを上下した。かかる方法による 1000 コイルの試験結果は 70% 以上が最尾端を除きコイル全長にわたつて厚み変動が改善されたことが示された。

(桑原康長)

控えロールとその厚み変化への影響

(E. G. LINDSEY: Iron & Steel Eng., 37 (1960), No. 3, p. 91~98)

多スタンドの冷間圧延機によつて近頃は厚みや表面の優秀な加工にも経済的な製品ができて来たが、加工速度の増大は製品品質の均一と板厚の狭い公差を要求している。この厚み変動を少なくするために最も重要なものに

ロール本体の正確な研磨がある。この精度の評価は非接触型の記録式板厚計の進歩により可能となつた。ロール研磨や組立の不適當や不正確によつてロールは偏心し板厚変化を生ずる。控えロールの研磨では外側の端と頸を支えて研磨されダイヤルゲージで 0.001 in 以内に正しく測られるが、これでは本当のことは分らない。それは研磨の時のロール頸は圧延作業の際の頸ではないからで、この様なことは作業ロールでは生じない。このために研磨した時にロールの胴 3 カ所の他、軸受部やスラスト溝や頸をダイヤルインデケーターで測る。テーパネックの場合には上 0.0035 in の公差以内で研磨するようにする。研磨が正しくても軸受スリーブの組込が正しくなければならない。そこで軸受組立後にロールの同心を調べる。これらのことは厚み変動の原因を減すことになるので偏心を除去する上に極めて大切であるが、ロール自身が完全なものでなければ意味がない。ロール研磨や組立が完全でも内部に欠陥があると圧力をうけると頸が曲がる。超音波探傷機によつて問題となる内部欠陥は発見できる。これで判明した欠陥が疲労で破損した例もある。頸に欠陥があるために偏心した控えロールにより圧延された板の厚み記録を良いロールによるものと比較して見ると明らかで、特に記録速度を大とすると明瞭に分かる。この例では研磨も組立も正しかつたものであつた。つぎにテーパ頸部の研磨温度による偏心や、スリーブがスリップしたために生じた偏心ロールによる板厚を非接触型と接触型の厚み計で測定した記録もある。ロール使用後に剥げの生じた場所を記録すると作業者や電気事故や欠陥発達などが分りロールの欠陥による厚み変動を防げる。控えロールの偏心から如何に板厚の変動を減すかについてはつぎのように試みている。 (1) ロールをミルより除去後偏心の如何を測り、ロールの内部欠陥、スリーブの滑り、ネックの曲りを見る。 (2) ロールを脱脂し外観検査、 (3) ロールを分解し研磨にかけ偏心が見られたら (1) の検査を行なう。 (4) ロール研磨中各部の同心を測定、 (5) ロール軸受組込み点検、 (6) ロールをミルに挿入、作業、板厚を観測、 (7) 最初の 2 コイルの板厚測定をクリーニングラインにおいて厚み公差内の変化などを測定する。(桑原康長)

圧延機の自動厚み制御への新しい道

(J. B. MURTLAND Jr. & F. J. SOHOEPF: Iron & Steel Eng., 37 (1960), No. 3, p. 125~132)

これは Allegheny Ludlum Steel Corp. の Brackenridge Works において論ぜられたものである。この方式は自動的な測定と制御を含み多スタンドの圧延機にも応用できるものである。第 1 のものは数値式伸率測定および制御方式であつてこれによると、 (1) 広範囲な延伸率の範囲で極めて正確である。 (2) 測定装置には作業者の調節不要、 (3) 自動制御に必要な範囲が調整容易 (4) カードプリセットと自動データプロセス装置が併用できる。第 2 のものは数値ゲージであつて接触型の基本的なもので結果制御の標準として用いられ、 (1) 作業

者の調節不要, (2) 零範囲および感度の手動調節不要, (3) 温度, 磨耗などによる変化の自動補償, (4) 自動制御用の制御範囲の調整容易, (5) カードプリセットと自動データプロセス装置の併用ができる。第3のものはリーガル制御の方式であつて, これは圧延機に入る板の厚みに追従するものであつて, この厚み信号は記憶装置に入つてその材料部分がロールに入る時に伸びの信号と共に働いて必要な出口厚になるために要する圧下を計算するものである。

自動数値式伸び制御は入口出口のデフレクターロール表面の走行距離 L_1 , L_2 を測り 伸率 $= (L_2 - L_1) / L_1 \times 100$ として求めるもので, これに電子パルスとそのカウンターを用いるものである。ここで 10,000 のパルスをベースとして用い, ± 100 カウント (1%) を圧下スクリーンの一定時間上下する範囲, ± 200 カウント (2%) を自動より手動への切換限度とするというようにする。

自動数値厚み計は前記の特性があり, 冷間圧延機の結果厚みの制御装置に含まれ, 接触型のゲージヘッドからのアナログ信号を受けてこれを数値に変換し, 連続的に厚み数値として示すものである。これは主としてサーボおよび数値の比較装置からできていてプリセットした制御限度からの外れをも見る。普通の圧延では圧延ロールを数フィート離れた結果の厚みを測っているので全制御系の精度も即応度も悪い。この点より伸びの測定を制御の手段に用いるものは遅れがないので勝れている。これと連続範囲の数値式厚み計を組合せて用いるのがつぎの段階である。ここでは板厚は入口側で測られると共に出入口のデフレクターロールの動きを計算される。この制御系には記憶装置も入るし, 巾の補正や目標板厚との比較制御などの要素が皆入っている。(桑原康長)

—物理冶金—

ステンレス鋼の鑄造組織, 窒素・硫黄含有量 および非金属介在物に対する稀土類元素添加の影響

(R. H. GAUTSCHI, F. C. LANGENBERG: Trans. Met. Soc., Amer. Inst. Min., Met. & Pet. Eng., 218 (1960), No. 1, p. 128~132)

Cr-Ni 系および Cr-Mn 系オーステナイト鋼の熱間加工性を向上するために, その熔製の際稀土類元素 (Ce, La など) を添加することはよく知られている。しかし稀土類元素の添加により熱間加工性が良くなる理由については未だ定説がない。本論文は Type 310 ステンレス鋼に約 0.25% の Ce, La, Misch metal (40~50% Ce, 25% La) を添加し, インゴットの組織, 窒素および硫黄含有量, 非金属介在物について調査した結果の報告である。

従来の研究の中には, 稀土類元素の添加はステンレス鋼インゴットの柱状晶を小さくする効果があるという報告があるが, 本研究結果によれば, 小型インゴット (30 lb) においては La を添加した場合そのような効果が認められ, 大型インゴット (300 lb) ではその効果はほとんど認められなかつた。Ce は脱窒作用があることが確認されたが, La, Misch metal は脱窒作用がほとんどない。また従来の研究でも明らかにされていたように, 硫黄含有量が 0.015% 以上の場合, 0.2~0.3% の稀土類元素添加は顕著な脱硫反応を示した。その場合 Ce,

La, Misch metal の効果はほとんど同程度である。

非金属介在物は主としてつぎの4種より成っている。

(1) 円形ないし不規則形状の灰白色介在物。—— $3\text{FeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ (Almandite)

(2) 円形の暗灰色介在物 ((1) と連結していることが多い) —— $3\text{MnO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ (Spessartite)

(3) 角張つた形状 (四角・三角) の黄色介在物。——TiN

(4) 角張つた形状 (三角・六角) の暗灰色介在物 —— $\text{MnO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (Galaxite), $(\text{Mg}, \text{Fe})\text{O} \cdot (\text{Cr}, \text{Al})_2\text{O}_3$ (Chrome picotite)

小型インゴットの場合には, 稀土類元素を添加してもこれらの介在物の大きさ, 形状, 量および分布状態にはほとんど変化が認められなかつたが, 大型インゴットの場合には多少の影響が認められた。

溶鋼に稀土類元素を添加した後数分以内にそれらは急速に失われる。従つてその添加法, 添加後凝固させるまでの時間などによつて実験結果は大きく変動する。

(阿部秀夫)

0.01% C-Fe の歪時効現象 (J. O. BRITTAIN, B. E. BRONISZ: Trans. Met. Soc., Amer. Inst. Min., Met. & Pet., Eng., 218 (1960), No. 2, p. 289)

鉄鋼の歪時効現象についてはすでに多くの研究が行なわれているが, 本論文は引張応力を附加する場合の歪時効過程についての実験結果をまとめたものである。

実験方法は, 引張試験片に対し先ず塑性変形領域の引張応力 σ_f を加えた後, 一定短時間応力増加を中断して歪時効を行なわせた後, 更に応力を増加する場合の上降伏点 σ_y および「歪時効係数」 $(\sigma_y - \sigma_f) / \sigma_f = \Delta\sigma / \sigma_f$ を, 附加引張応力, 引張変形量, 時効時間, 時効温度などの函数として測定する方法である。

試料は AISI-1018 鋼 (組成: 0.19 C, 0.89 Mn, 0.05 Si, 0.018 P, 0.035 S, 0.07 Cu, 0.002 N) を 930 °C で 30 分焼鈍し, 湿水素中において 720 °C で 72 時間脱炭処理を行なつた後, 720 °C で 20 分 n -ヘプタン-水素中で復炭処理し, 更に 720 °C で 1 時間均質化熱処理を行ない, 炭素含有量を $0.01 \pm 0.002\%$ にしたものである。

引張試験片を Instron 試験機にとりつけ, 一定引張速度 (0.005 in/mn) で変形させ, 種々の引張変形量の場合について $\Delta\sigma / \sigma_f$ の測定を行なつた。時効温度は 0, 19, 28, 38, 49, 60 °C, 時効時間は 5, 10, 15, 25, 50, 100, 300 秒の各場合について実験した。

実験結果を総括してつぎの各結論が得られた。

(1) 時効温度および時効時間が一定の場合, $\Delta\sigma / \sigma_f$ の値は引張変形量と直線的関係にあり, 引張変形量が大きくなるに従い減少する。

(2) 時効温度および引張変形量が一定の場合, $\Delta\sigma / \sigma_f$ の値は時効時間 t と直線的関係にあり, 時効時間大なるほど増加する。この結果はコットレルの理論から予期される $t^{2/3}$ 法則と異つてゐるが, それは本実験における時効時間が小さい範囲に限られたためと考えられる。

(3) 引張変形量, 時効時間一定の場合, $\Delta\sigma / \sigma_f$ の値は時効温度 T が高いほど急速に増加する。その関係曲線

は低温側に外挿してみると、 -10°C 附近の低温まで歪時効が起ることを示している。歪時効速度 $d(\Delta\sigma/\sigma_f)/dt$ の対数と $1/T$ との関係グラフは直線となり、そのグラフから歪時効反応の活性化エネルギーは約 $10,000 \text{ cal/mol}$ であることが求まる。(阿部秀夫)

珪素鉄板の再結晶集合組織 (P. K. KOH, C. G. DUNN: Trans. Met. Soc., Amer. Inst. Min., Met. & Pet. Eng., 218 (1960) 1, p. 65~69)

冷間圧延珪素鉄板の一次および二次再結晶集合組織については、すでに数多くの研究報告があり、不純物による結晶粒界移動阻止 (inclusion inhibition) が方位分散の非常に小さい (110) [001] 二次再結晶集合組織を発達するために不可欠の必要条件であること、結晶粒粗大化現象 (normal grain growth) の結果現われる集合組織は方位分散が非常に大きいことなどが明らかにされている。

この論文は、工業的に製造される珪素鉄板の最終高温焼鈍において、急速に加熱する場合には、方位分散が大きい二次再結晶集合組織となる事実について述べている。一次再結晶集合組織の決定は、J. B. NEWKIRK, L. BRUCE (J. Appl. Phys., 29 (1958), p. 151) の方法による {110} 極点図、二次再結晶集合組織の決定は、325 個の結晶粒について 5 mil 径 X 線ビームによるラウ工法によつて行なつた。

中間焼鈍を挟む二回冷間圧延工程によつて圧延された 3.16% Si 珪素鉄板を 800°C で 3 分間焼鈍するときの一次再結晶集合組織は、従来の諸研究と多少異なり (112) [681] と (111) [112] の混合組織である。それを $900\sim 1000^{\circ}\text{C}$ に徐熱するときの二次再結晶集合組織は、Goss 集合組織すなわち (110) [001] 集合組織を示すが、 1260°C に加熱せる $\text{BaCl}_2\text{-NaCl}$ 塩浴中に入れて急熱する場合には、(304) [010] 方位に集積中心をもち、弱い (111) [110] および (335) [010] 方位成分を含む分散の大きい二次再結晶集合組織となる。(阿部秀夫)

鋳鋼の磁氣的性質におよぼす熱処理の影響

(W. J. JACKSON: J. Iron & Steel Inst. (U.K.), (1960), Part 1, p. 29)

本稿では第 1 に炭素鋳鋼の磁氣的性質におよぼす炭素量の影響について、第 2 に磁氣的性質におよぼす熱処理の影響について述べている。

炭素量 0.10, 0.14, 0.19, 0.24 および 0.34% の 5 種類の鋳鋼について、焼鈍、焼準、および焼放しの 3 状態における磁気特性を環状試験片を用い反転法で測定した。

つぎに 0.17% C の鋳鋼について、 950°C に 4 時間加熱、 700°C , 600°C , 500°C , 400°C および 300°C の各温度まで炉冷後空冷した場合および $750^{\circ}\text{C}\sim 650^{\circ}\text{C}$ の間を 5 時間で冷却後空冷した場合の各熱処理状態における磁気特性を比較測定した。

主なる結果はつぎの通りである。

(1) 焼鈍、焼準および焼放しのいずれの状態においても、透磁率は炭素量の増加とともに減少する。

(2) 各炭素量の鋼について、最大透磁率は焼鈍状態

において最も大きい。また、0.10, 0.14 および 0.19% C の鋼では、最大透磁率は焼準状態より焼放し状態のほうが大きい。しかし 0.24 および 0.34% C の鋼については逆である。

(3) 通常の電気機器の使用状態における磁束密度に対する透磁率は焼放し、焼準および焼鈍の順に増大する。

(4) 焼鈍状態の最大透磁率は抗磁力の逆数にほぼ比例する。

(5) 0.17% C の鋼において、 700°C から空冷した場合を除いて、 $950^{\circ}\text{C}\sim 300^{\circ}\text{C}$ の間で、空冷開始の温度が低下する程透磁率は増大する。

(6) 磁界の強さ 100 Oe 以上において、 700°C から空冷した場合の透磁率は完全焼鈍の場合のそれより大きい。

(7) 750°C から 650°C までを徐冷した後空冷した場合の透磁率は、実験した磁界の強さの全範囲において完全焼鈍の場合の透磁率より大きい。

(8) $750^{\circ}\text{C}\sim 650^{\circ}\text{C}$ の間を徐冷後空冷または 700°C まで炉冷後空冷の各熱処理は最良の磁気特性を与え、さらに、完全焼鈍にくらべ加熱時間が短縮され、炉の熱経済に寄与するものである。(小幡 鍊)

一 分 析

溶媒抽出法による鋼中の微量ボロンの定量

(L. PASZTOR, J. D. BODE: Anal. Chem., 32 (1960), 227)

これは B を BF_4 としたのち、メチレンブルーと作用させて有色錯塩を生成させ、これをジクロロエタンで抽出し、吸光光度法によつて B を定量する方法で、操作の概要はつぎの如くである。

鉄鋼試料 0.1 g に正確に H_2SO_4 (2.5N) 5 ml および H_3PO_4 (2.5N) 5 ml を加え $95\sim 98^{\circ}\text{C}$ に加熱して分解する。これをポリエチレンメスシリンダーに入れ水で 20 ml にうすめる。HF (5%) 5 ml を加え振りまぜる。2 時間放置後、 KMnO_4 (0.1M) をピンク色を呈するまで滴加し、ついで $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ (4%) 2 ml を加える。水を加えて液量を 50 ml としたのち、メチレンブルー (0.001M) 10 ml およびジクロロエタン 25 ml を加え、1 分間はげしく振りまぜる。二層に分離後、有機溶媒層から 5 ml を 25 ml メスフラスコに分取し、ジクロロエタンを標線まで加える。ジクロロエタンを対照として波長 $660\text{m}\mu$ における吸光度を測定する。

酸不溶性 B を定量する場合は、試料分解後別し、残分を強熱灰化後 Na_2CO_3 で溶融する。融塊を H_2SO_4 (2.5N) 5 ml および H_3PO_4 (2.5N) 5 ml で溶解し、以下上記と同様に操作する。

この方法で 0.2~25 γ の範囲の B を平均 $\pm 0.1 \gamma$ の誤差で定量できる。また、鉄鋼あるいは合金鋼試料中には本法の妨害となる成分はない。メチレンブルー- BF_4 錯塩は 0.1~6 γ の範囲しか Beer の法則に従わないが、呈色感度は鋭敏だから試料 0.1 g 採つた場合 0.0002~0.025% の範囲の B の定量が可能である。呈色の安定性も大で 6 時間後も吸光度に変化がない。(若松茂雄)