

る。歯車は非常に効果の良い機械要素の一つであるが、使用条件を誤るとたちまち荒廃し損失が非常に大きくなるので、圧延機保守の重点はまず歯車におかれるべきである。歯車損が減少すれば、ロールネック損の割合が大きくなるので、次いでロールネックの潤滑改善に努力すべきである。

#### IV. 総 括

(1) 圧延比と分離力または圧延トルクの累計は直線関係にあり、圧延電力累計とは二次曲線関係にある。これらの曲線は圧延温度、圧延時間を考慮に入れないで、もとめたものであるが、同一圧延機において、いちじるしいローリングスケジュールの変更のない限り実用的にパス回数の決定、または各種強度計算に利用できる。

(2) 圧延機歯車に損傷が起ると、使用時間の経過とともに損傷は増大し、そのためのエネルギー損失は非常に大きくなる。したがって圧延機保守の要点はまず歯車にあり、次いでロールネックにある。

### (91) 継目無鋼管の圧延作業に関する研究 (III)

(プラグミルの諸荷重におよぼす圧延条件の影響)

#### Studies on the Rolling of Seamless Steel Tubes (III)

(Effect of rolling condition on the various loads of a plug mill)

K. Sato, et alius.

日本特殊鋼管

工〇佐藤 謙二・谷 秀夫

#### I. 緒 言

前報(鉄鋼協会第 53 回講演大会講演)で山田、井上らはプラグミル圧延における圧下力、芯金棒力、圧延トルクを測定して実験を行い、圧延作業における諸特徴が明らかになった。しかしこれらの実験は圧延条件が諸荷重におよぼす影響について行われなかつたので、種々考えられる圧延条件のうち、今回は潤滑剤、鋼種、圧延温度をえらんで実験を行い、諸荷重および材料とロール間のスリットをもとめた。また前報に述べた方法により摩擦係数、平均圧延圧力を算出し材料の変形抵抗との関連性をしらべた。

#### II. 測定方法

測定方法は前報に述べた方法と同じであるが、異なる点はずつぎのとおりである。

##### (1) 圧下力

前報では左右のロール・スタンドのうち一方のみにかかる圧下力を測定し、積杆比から全圧下力をもとめたが今回は両スタンドにかかる圧下力を同時に測定しこれをもとめた。

##### (2) 芯金棒力

前報では線歪計を貼付した芯金棒について較正試験を行わなかつたが、今回はこれを行つた。

##### (3) 圧延トルク

前報とほぼ同じであるが、トルクを回転軸から測定器へ接続するスリップリングに若干の工夫を加えた。

### III. 実験結果

#### (1) オシログラム

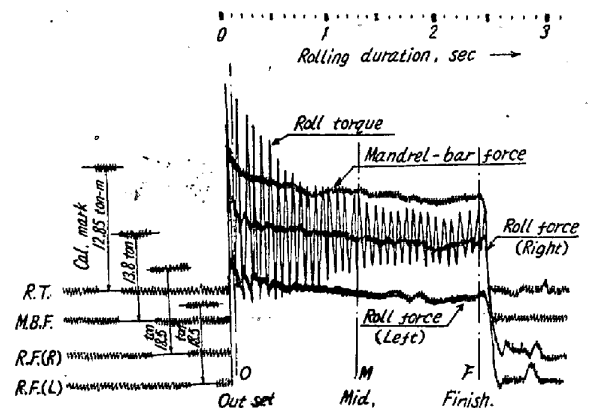


Fig. 1. Example of records (Medium-carbon steel, 2-pass)

えられたオシログラムの例を Fig. 1 に示す。トルクは  $14.8\text{c/s}$  の振動をとともうが、前報で明らかにしたようにこれは伝動軸系のトルク伝達機構により生ずるものであり、振巾の中心値が圧延トルクを示すものである。オシログラムよりわかるように諸荷重は材料の嚙込み直後瞬間的にピークを生じ、第1パスと第2パスでは傾向は異なるが圧延の進行とともに減少し、ロールから材料が離れる瞬間に第2のピークを生ずる。このように圧延の進行とともに荷重が減少する理由は、はつきりしないがその原因の一つとして Fig. 2, Fig. 3 に示すごとく圧延の進行とともにロールと材料間の摩擦係数が低下することが考えられる。

諸荷重の測定値はこのように圧延開始後時間とともに変化するので、便宜上 Fig. 1 に示すごとく嚙込み直後(初)、中央(中)、圧延終了直前(終)の3つの時期における値をとつた。

##### (2) 作業条件の影響

###### (a) 潤滑剤の影響

プラグミル圧延においては芯金による管内面の引つかき疵、芯金の摩耗および芯金棒の挫屈防止のため各種の

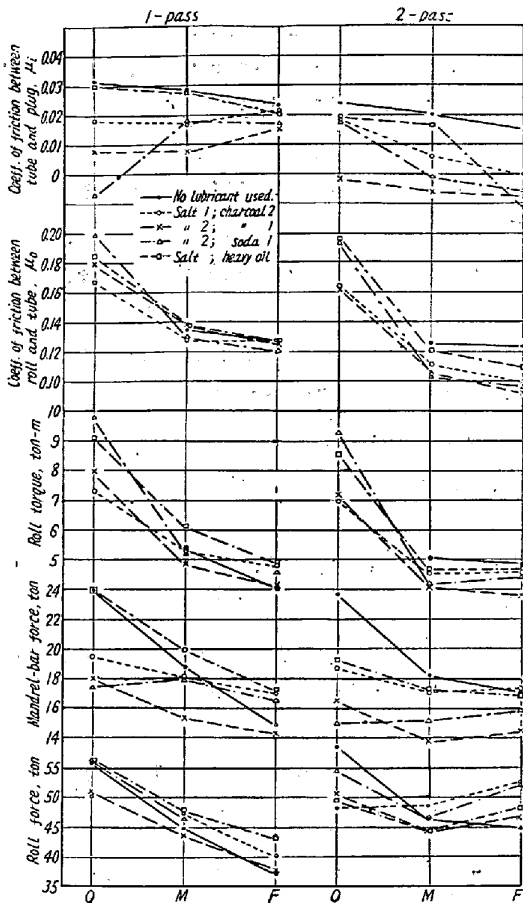


Fig. 2. Effect of lubricants (Low-carbon steel)

潤滑剤が用いられているが、他の条件は一定として潤滑剤に（食塩 1 + 木炭粉 2），（食塩 2 + 木炭粉 1），（食塩 2 + ソーダ 1）の混合物を各パス毎に管内に散布した場合および重油と食塩の混合物を芯金に塗布した場合につき諸荷重の測定を行った結果は Fig. 2 に示した。比較のため潤滑剤なしの場合を示してあるが、この場合はレダクションおよび管長が若干異つている。これからわかるように潤滑剤なしの場合圧下力、芯金棒力はともに他と比べ圧延の進行とともに急激な減少を示している。また芯金棒力は（食塩 2 + 木炭粉 1）の潤滑剤を使用した場合が最も小さい。

前報で報告したごとく、ロールと管の摩擦係数  $\mu_0$ 、管と芯金の摩擦係数  $\mu_i$  は

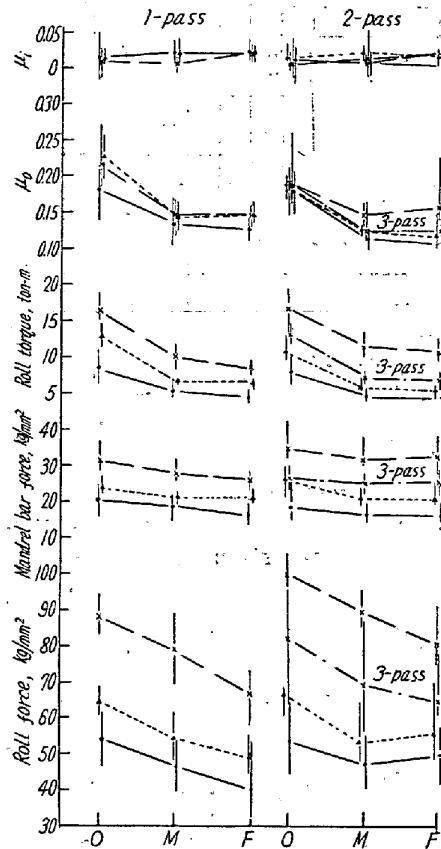
$$\mu_0 = T / \pi PR \dots\dots\dots (1)$$

$$\mu_i = Ps / \pi P - \tan \theta \dots\dots\dots (2)$$

で近似的にもとめられる。但し  $T$ : 圧延トルク,  $P$ : 圧下力,  $Ps$ : 芯金棒力,  $R$ : ロール有効半径,  $\theta$ : 芯金傾斜角である。このようにしてもとめた値が Fig. 2 に示してあるが、潤滑剤の効果は主として  $\mu_i$  に表われ、その種類により差異のあることがわかり（食塩 2 + 木炭

粉 1）の混合割合のものが最も効果がある。また  $\mu_i$  に比べて  $\mu_0$  の方が圧延の進行とともに大きく減少することがわかる。

(b) 鋼種の影響



Materials	Temp(mean)°C			Reduction(mean)%		
	1 pass	2 pass	3 pass	1 pass	2 pass	3 pass
--- Low-carbon steel	1039	1006		25.5	15.5	
--▲-- Medium-carbon steel	1024	1005		27.2	19.9	
-x- 18-8-Mo steel	0060	1034	986	5.3	22.8	26.0

Fig. 3. Effect of rolling materials.

Fig. 3 に低炭素鋼、中炭素鋼およびオーステナイト不銹鋼の諸荷重、摩擦係数の値（平均値および範囲）を示した。前 2 者は圧延条件はほぼ同じであるが中炭素鋼が諸荷重とも低炭素鋼よりやや大なる値を示している。不銹鋼の場合は 3 パス仕上げで各パスのレダクションも他と異なるので比較は困難であるが、諸荷重は低炭素鋼の 2 倍に達する場合がある。しかし摩擦係数はその割合に大きくない。

(c) 圧延温度の影響

低炭素鋼について温度と諸荷重（圧延中央の値）との関係をもとめたものが Fig. 4 である。但しレダクションは第 1 パスと第 2 パスで異り、測定値のバラツキは大きい、温度とともに諸荷重は減少する。

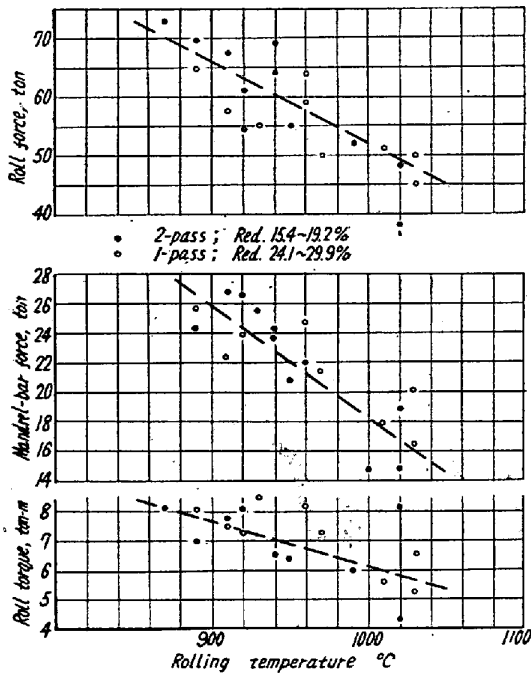


Fig. 4. Effect of rolling temperature. (low-carbon steel.)

(3) 平均圧延圧力

前報で説明したごとく平均圧延圧力を簡単に算出する方法として、芯金をロールと見なし、また管を丸めた板と考へて計算式を導くと近似的に平均圧延圧力  $p$  は

$$p = P/dc\sqrt{R\phi t} \dots\dots\dots (3)$$

となる。ここで  $P$ : 圧下力,  $dc$ : キャリバー寸法,  $R$ : ロール胴半径,  $\phi$ : レダクション,  $t$ : 管の肉厚である。Fig. 4 に示された値についてもとめた平均圧延圧力を Fig. 5 に示す。レダクション(圧下率)は第1パスの方が大であるにもかかわらず 50% 内外第2パスが大きい値を示している。これは圧延状況が第1, 第2パスで異なるため算出方法に無理があるものと思われる。また図中に高温高速引張り試験よりもとめた圧延におけるレ

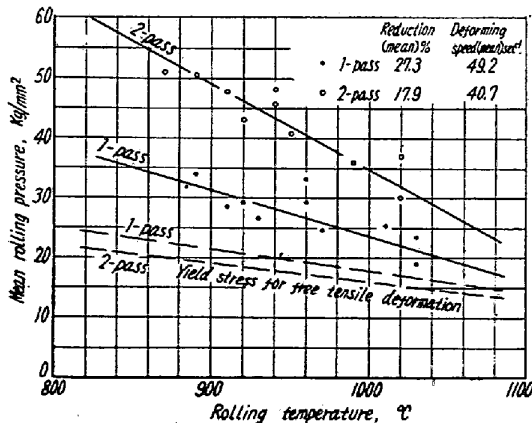


Fig. 5. Relation between mean rolling pressure and temperature (comparison with yield stress for free tensile deformation.)

ダクションおよび変形速度に対する純粋変形抵抗値を点線で示してあるが、平均圧延圧力は第1パスが1.3~1.4倍、第2パスが約2倍と大きい値を示す。

(4) 管とロール間のスリップ

ロール・キャリバーの有効径における周速度と管の前進速度を比較すると入口側では管は後進し、出口側では先進しその比率は管のレダクションにほぼ比例するが、出口側ではバラツキが大きい。その値の一例を示すと、レダクションが 16~20% の場合に入口側で後進率が15~19% であり、出口側では先進率が 0~4% である。

IV. 結 言

プラグミル圧延作業における圧延条件が諸荷重におよぼす影響を知るための実験を行ったが、その結果を要約するとつぎのとおりである。

(1) 潤滑剤を使用して圧延作業を行えば、芯金と管内面の摩擦係数が減少し、芯金棒力が低下する。潤滑剤としては食塩2+木炭粉1の混合物が最良の結果を示した。

(2) 低および中炭素鋼、オーステナイト不銹鋼について諸荷重を比較すると低炭素鋼に比し中炭素鋼はやや高い値を示し、不銹鋼は2倍程度を示す。

(3) 温度が低くなると諸荷重は増加する。

(4) 板の場合に準じて平均圧延圧力を試算したが、実験の圧延が仮定に近い場合は大体妥当な値を得るが、その他の場合概して大きい値を生ずる。

(5) 管はロール入口側で後進し、出口側で先進するがその比率は管のレダクションにほぼ比例する。

(92) コイル焼鈍炉における伝熱  
Heat Transmission in Coil Annealing Furnace

K. Tanaka.

資源技術試験所 田中 楠弥太

I. 緒 言

コイル焼鈍炉におけるコイル内の温度分布を若干の仮定のもとに計算し、現在の炉の欠点を指摘するとともにその構造を適当にしたときの加熱時間を計算した。計算した炉は Fig. 1 に示すようなものである。図示の炉が現在多くの工場で実際に使用しているものと異なる主要な点は実在の炉は各ディフューザーに入る気体の量が必ずしも均一でなく、またその温度も不同で、そのため各コイル内の温度分布が相当乱れていることである。