

きる。したがって、 $\alpha$ は  $t/D$  によつて与えて置き、素管の外径 ( $D_0$ )、製品の外径 ( $D_n$ )、スタンド数 ( $n$ ) を与えれば機械計算機を利用して (6) 式は容易に解くことができる。また肉厚についても同様な方法で解くことが可能である。

## 5. 結 言

以上の結果から、ローリングスケジュールの設計は、機械計算機を用いてほぼ実用化できる段階に到達した。

しかし、相当にだいたんな仮定にもとづいてローリングスケジュールの解析を行なつているので、この結果では十分な解析とはいえない。今後は、ロールカリパ内のメタルの流れ、応力分布の解析、カリパ内の管の理論的な解析の確立を行なつてゆきたい。

## 6. 検 討

(1) インプットするデータは何か。

$t/D$  によつて、ローリングスケジュールのモデルを選択し、製品の外径、肉厚、素管の外径、肉厚およびスタンド数をインプットして、ロールカリパの設計からモータ回転数まですべて算出ができる。

(2) ストレッチの掛からないクランプエンドは、この結果を適用すると内面が良好になるのではないか。

製品に対してクランプエンドは  $t/D$  が大きくなるために内面形状は改善されない。しかし  $t/D$  によつて製品の部分よりも、内面の偏肉が減少することがあり、その点を境にして悪化することがある。

## 文 献

- 1) NEUMAN and HANCKS: Stahl und Eisen, (1955) 22
- 2) R. RAIMONDI: Iron & Steel Eng., (1964), May 131
- 3) J. S. BIAIR: Iron & Coal Trades Rev., (1950) Jan. 13, 27, Feb. 13, 24
- 4) 三瀬, 高井, 松木: 鉄と鋼, 51 (1965) 5, p. 928

621.794:621.7.025.3  
: 621.197.3:621.794.6

## (193) 鋼管の表面処理について

八幡鋼管

工博 向江協公雄・○深津清治・佐藤次男

On the Surface Treatment of Steel Tubes

Dr. Kimio MUKAEWAKI, Seiji FUKATSU  
and Tsuguo SATO

## 1. 結 言

伸管加工における減摩処理は、根本的には摩擦力の減少、工具の摩耗防止および表面肌の改善であるが、最近素管の長尺化ならびにパス当たりの減面率を相当高くする傾向から、生成された潤滑膜は高い面圧力のもとで完全な潤滑効果を示すものでなければならない。一般に鋼管に造膜処理をする場合、処理温度、時間および濃度によつて被膜の特質がかなり敏感に左右されるため、十分な薬剤の管理と適切な作業条件のもとで処理されねばならない。著者らは磷酸亜鉛系被膜処理について、被膜生成におよぼす諸因子の影響を調べ、さらに被膜の生成過程および加工を受けた被膜組織を顕微鏡的に観察を行な

Table 1. Chemical composition of specimens (%).

Specimen No.	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
1	0.16	0.23	0.49	0.014	0.012	—	—
2	0.50	0.23	0.60	0.015	0.006	—	—
3	0.13	0.25	0.48	0.012	0.006	0.96	0.28
4	0.09	0.78	0.52	0.011	0.008	1.28	0.58

Table 2. Drawing process.

Process	Reduction of outer diameter (%)			
1st pass	10	20	30	40
2nd pass	10	20		
3rd pass	10			

い2, 3の知見を得たのでその結果を報告する。

## 2. 試料および実験方法

### 2.1 試料

供試験材は熱間で圧延した継目無炭素鋼管および低合金鋼管を一定寸法に冷間引抜きし、焼きならしを行なつた。化学成分を Table 1 に示す。

表面処理剤として用いた薬剤および実験条件は次のとおりである。

- a. 酸洗液: 10%  $H_2SO_4$
- b. 処理温度および時間: 60°C, 1, 2, 3, 5, 10, 20 (min)
- c. インヒビター: A系, カチオン活性剤 (商品名, テキトール)  
B系, カチオン活性剤 (商品名, ヒビロン)  
C系, カチオン活性剤 (商品名, フェルビット)
- d. インヒビター添加量: 0.1, 0.2, 0.5(%)
- e. 造膜剤: 磷酸亜鉛系, I (厚膜), II (薄膜)
- f. 処理温度および時間: 75°C, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10 (min)
- g. 潤滑剤: 脂肪酸系 L1, ステアリン酸ソーダ石けん L2, 牛脂酸カリ石けん
- h. 乾燥温度: 20, 100, 150°C
- i. 保持時間: 30 min.

### 2.2 実験方法

試験材は脱脂→酸洗→水洗→造膜処理→水洗→潤滑処理→乾燥の順に処理し、アムスラー試験機に取りつけた引抜き装置 (引抜き速度 0.3m/min) により、Table 2 に示す。引抜き工程で実験を行なつた。

一方加工前後における被膜重量および被膜組織について、前者はクロム酸で被膜を除去し、その重量差から求め、後者はスンプ法により顕微鏡で観察した。

## 3. 実験結果

### 3.1 被膜重量におよぼす諸因子の影響

鋼管に磷酸亜鉛系の被膜処理を行なう場合、溶液の劣化を防ぐため、素材はあらかじめ酸洗を行なつて熱間工程で発生したスケールを除く。Fig. 1は 10%  $H_2SO_4$  溶液を 60°C に加熱した状態で酸洗したものについて、

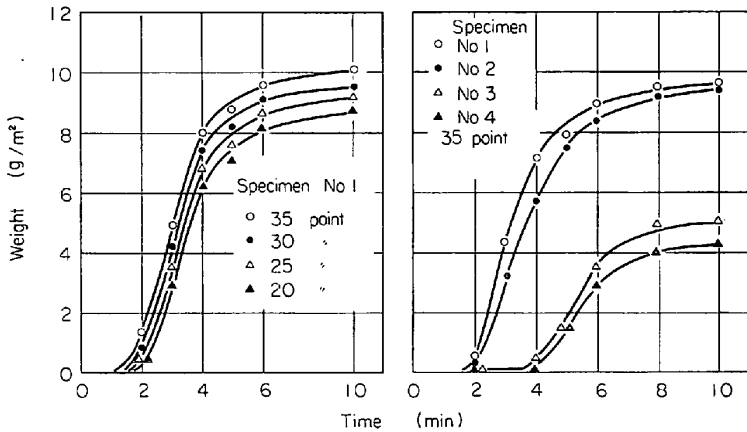


Fig. 1. Effect of dipping time in zinc phosphate solution on the film weight.

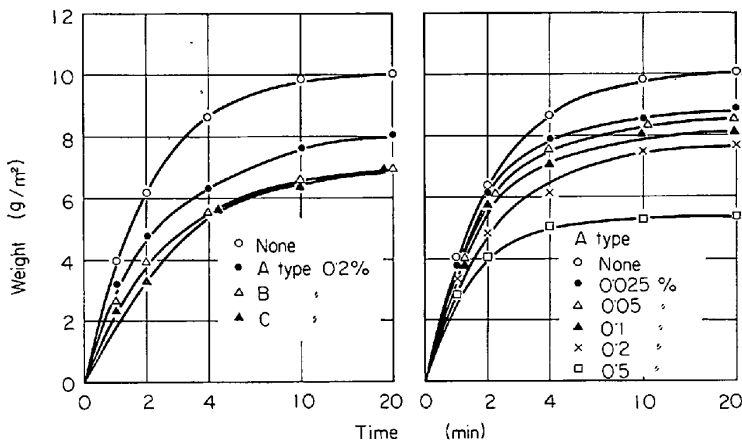


Fig. 2. Effect of dipping time in sulfuric acid and content of inhibitor on the film weight.

磷酸亜鉛溶液の濃度および浸漬時間が被膜重量におよぼす影響を調べたもので、濃度 35 ポイントおよび 20 ポイントは厚膜および薄膜と呼ばれ、いずれも浸漬時間 4 min で一定の被膜重量が得られ両者の差は 1.5~2 g/m<sup>2</sup> 程度である。また素材にクロムなど磷酸と反応しにくい元素が添加されると、被膜重量は減少し、試料 No. 3, 4 は試料 No. 1, 2 に比べ約 1/2 程度である。

Fig. 2 は酸洗液にインヒビターを添加した場合、被膜重量におよぼす影響を調べた結果でインヒビターを添加しない場合の浸漬時間と比べ付着量は少ないが時間を長くすることによりある程度増加することができた。またインヒビターの種類による付着量の差は少ないが添加量による差は認められた。A系のインヒビターについて添加量を種々変えて付着量を調べたところ、添加量が 0.2% 程度までは付着量に大きく影響をおよぼさないが、0.5% 添加するとかなり減少することから酸洗損失を少なくし、かつ付着量を減少させないためにはインヒビターの添加量は 0.2% 程度が適当といえる。

被膜の生成機構については多くの研究<sup>2)~4)</sup>があるが、生成過程を顕微鏡的に観察したものは少ないようである。著者らは、被膜の結晶の発達過程を浸漬時間を変えて顕微鏡により観察を行なった。

Photo. 1 は試料 No. 4 の磷酸亜鉛被膜の結晶組織で時間が 3 min 位までは部分的に地肌が見られるが、5

min になると被膜の結晶が完全に鉄面を被覆する。一方酸洗液にインヒビターを添加すると、デスケールされた鉄面にはインヒビターによる薄い層が形成され、この層は磷酸液中で除かれると同時に第 3 磷酸亜鉛の結晶が生成し付着する。特に注目されるのは結晶の発達がインヒビターの層の影響で拘束されつつ伸びているのに対し、インヒビターが添加されない場合このような影響がなく、したがって被膜の生成速度も速いことが観察された。

### 3.2 加工力におよぼす乾燥の影響

潤滑処理を施したものは、水分を含んでいるため伸管中にこれらの水分が水蒸気となつて潤滑効果を妨げることから、L1 の潤滑剤について強制乾燥による効果を調べたところ、Fig. 3 に示すように強制乾燥することにより減摩効果はかなりの向上を示した。この結果乾燥条件としては 100°C × 30 min が適当と思われる。

### 3.3 加工力におよぼす膜厚の影響

Fig. 4 は 2 種のインヒビターを用い、おのおのの鋼種に厚膜および薄膜処理を施し加工力におよぼす影響を調べたもので、インヒビターを添加した場合 A 系および B 系とも加工力におよぼす影響は少なく、したがってある一定の膜厚を得れば十分な減摩効果を示すものと思われる。

膜厚については薄膜の場合試料 No. 3, 4 で外径減少率 40% では、厚膜処理を施したものより若干加工力が高かった。そこで残留被膜を顕微鏡で観察したところ、部分的に地肌が見られ工具と摩擦面の潤滑作用が十分でなかつたことが一要因として考えられた。

つぎに外径減少率と残留被膜重量との関係を調べた結果、炭素鋼および低合金鋼とも外径減少率が 20% 程度までは被膜重量の減少割合が急激であるのに対し外径減少率 30~40% ではその減少割合が小さい。外径減少率 40% の場合、1 回のパスでは 5 g/m<sup>2</sup> 程度残留しているのに対し、2~3 回の折り返しパスではほとんど残留していない。したがって潤滑被膜の減少量は減面率よりもパス回数に依存し、加工限界の被膜重量として 3~4 g/m<sup>2</sup> 以上必要であることが推定された。

## 4. 結 言

鋼管の表面処理に関する一連の実験結果から次のようなことが明らかとなつた。

- (1) インヒビターを添加しない場合、被膜重量は炭素鋼で約 10 g/m<sup>2</sup>、低合金鋼は 4 g/m<sup>2</sup> 程度である。前者は磷酸塩液に 4 min ほど浸漬すれば、ほぼ一定値に達するが後者は約 2 倍の時間を要する。
- (2) インヒビターを添加した場合の付着量は、0.1% 程度ではあまり影響はないが、添加量が多くなると付着量は減少し、0.5% では 0.1% に比べ約 1/2 程度である。
- (3) 潤滑処理後常温乾燥および強制乾燥を行なつて減摩効果を調べた結果、強制乾燥により減摩効果はかなりの向上を示した。
- (4) インヒビターの加工力におよぼす影響は小さい

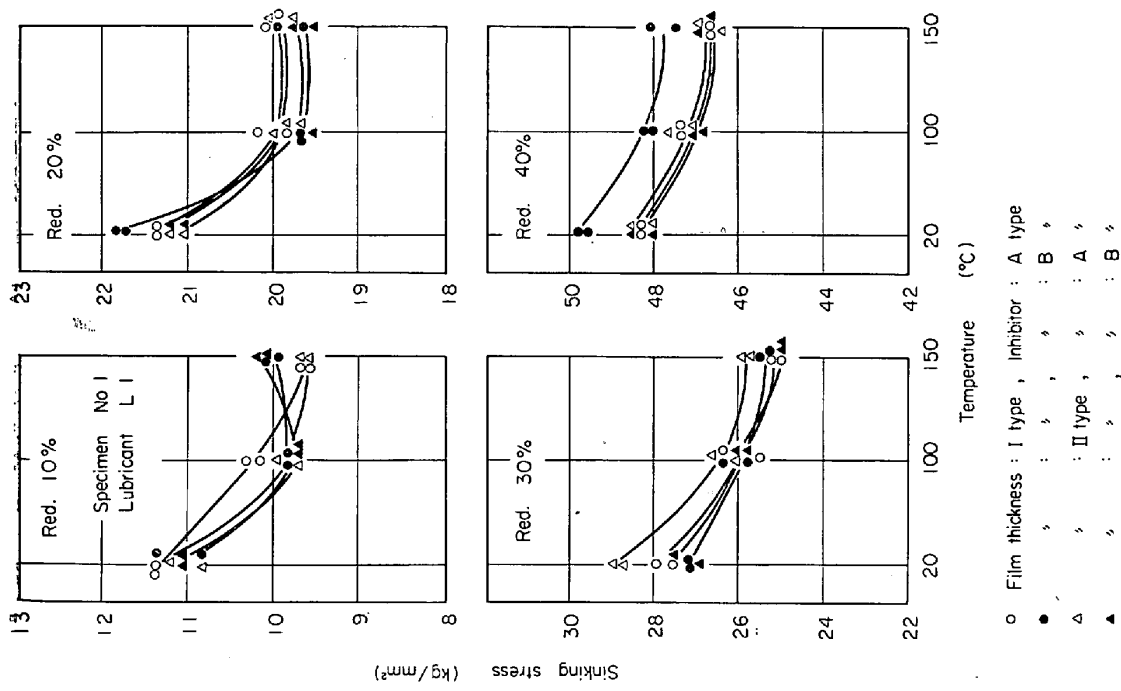


Fig. 3. Effect of drying temperature on the sinking stress.

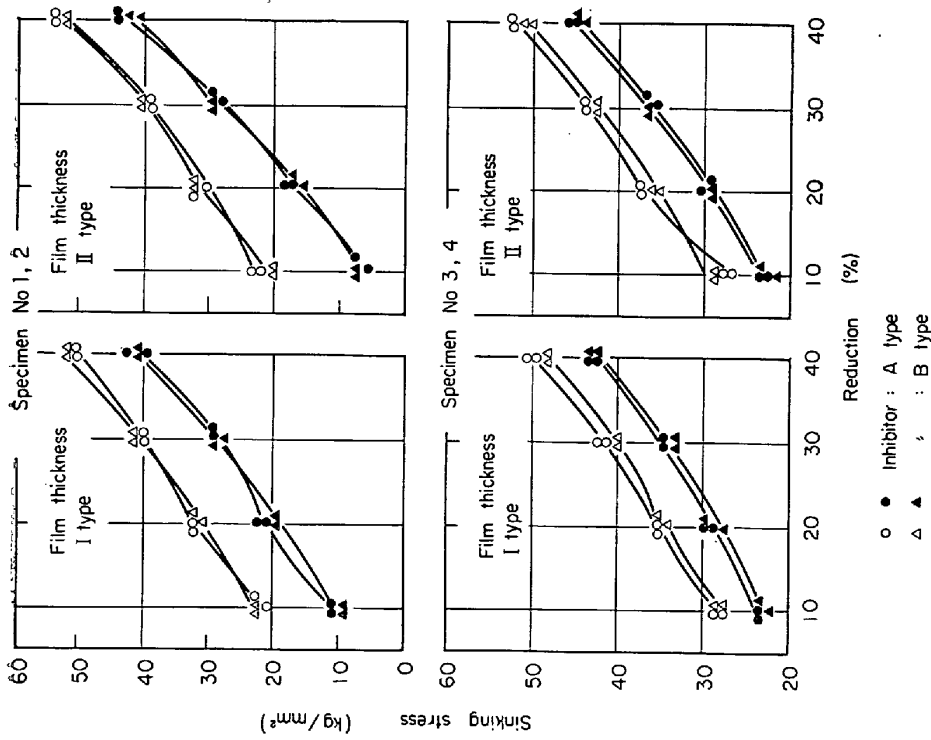
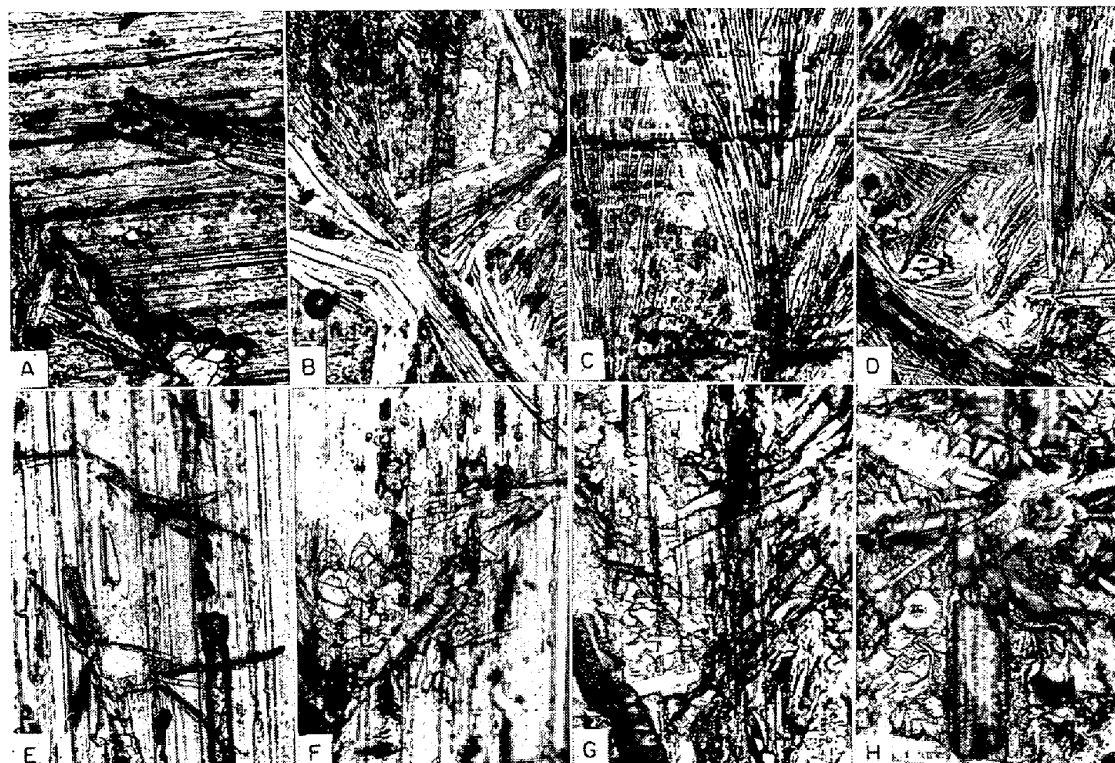


Fig. 4. Effect of inhibitor and film thickness on the sinking stress.



A: Time (min) 1, Inhibitor none    E: Time (min) 1, Inhibitor A type (0.2 wt%)  
 B:        3,        "                                    F:        3,        "  
 C:        5,        "                                    G:        5,        "  
 D:        7,        "                                    H:        7,        "

×200(3/5)

Photo. 1. Microstructure of the film of zinc phosphate.

ようであるが、添加量が増すと加工後の潤滑被膜は減少し、外径減少率が高い場合部分的に地肌が見られ、添加量は0.2%程度が適当と思われる。

(5) パス当たりの潤滑被膜減少量および加工限界膜厚を被膜の重量測定法ならびに顕微鏡による組織から観察し、減面率よりもパス回数に左右されかつ加工限界膜厚は 3~4 g/m<sup>2</sup> 以上が必要であることが推定された。

文 献

- 1) 向江脇: 鉄鋼のデスケールに関する研究, (学位論文)
- 2) S. MUELLER: Freiburger Forshungsh, 88(1964), p. 29
- 3) 栗山: 塑性と加工, 2 (1961) 6, p. 51.
- 4) 井上: 機械学会誌, 489 (昭和34), p. 1515

621.798.014.5:621.89:669.14-908

(201) 臨界圧力における伸線特性

(超高压強制潤滑による鋼線の引抜きに関する研究—Ⅱ)

神戸製鋼所                                    ○辻 村 昂

Drawing Properties at the Critical Pressure  
 (On the carbon steel wire drawing by super high pressure forced lubrication—Ⅱ)

Takashi TUZIMURA

1. 緒 言

最近鋼線の伸線においてはその生産性向上のために高

速・高減面率線が要求され、伸線機もこの要望を満足するものが製作されている。しかるにこの場合伸線速度の高速化に比例してダイス摩耗も著しく増大し、高速伸線であるにもかかわらずその生産性はあまり上昇しない。これはダイス摩耗によるダイス取替回数の増加とそれによる休止時間の増大によるものである。ここでこれら問題解決の2, 3の方法として、(1) 耐ダイス摩耗性のすぐれた新潤滑剤の開発、(2) 乾式にて粉末の潤滑剤を用いダイス直前に設置した円錐形の導入管に、伸線材の表面に付着した潤滑剤を伸線材とともに高速にて圧入して強制潤滑を実施する方法、(3) 入口・出口の2枚のダイスを高压容器内に取付け、そのなかに高压の潤滑油を圧送して流体潤滑を実施する方法などの方法がありこれらはいずれも耐ダイス摩耗性にすぐれた方式である。

これらの事項については過去においてすでに2, 3の論文が発表されており、(2)については非鉄線材および鋼線について種々実験が実施されているが、そのときの潤滑圧力の上昇は 3000 atm までであり、供試材の降伏点圧力まで達していない、また (3)については最高 5000 atm までの圧力で非鉄および軟鋼線材を伸線しているが、中高炭素鋼線についての実験がなされていない。本研究においては特に潤滑油圧力を 12000 気圧まで上昇せうる実験装置を試作して、(3)の方法につき 0.1~0.6% C 鋼線を使用して、その供試材の降伏点近辺の潤滑油圧力にて伸線し、ダイスと鋼線の引抜き時接触面に流体潤滑を助成させ、その場合の鋼線の伸性特性が常圧伸線に比しどのように変化するかを究明したものである。