

プラグ自由での振れが少なくなるものと推察される。

(2) 第2周期波 この左巻き周期波は、穿孔時のメカニカルな現象すなわちホロピースの運動、プラグの運動さらにホロピースの前進運動との相互関係によつて生じてくるものと推察される。

(3) 第3, 4周期波 第3周期波については原因不明である。第4周期波は、右巻きでこの方向はホロピースの回転向き(右回転)で決まり、周期はホロピースの前進ピッチに相当しているの、肉厚変動の発生はリーリング部での設計誤差が影響するものと考えられる。

#### 5.5 マンドレルバー、ホロピースの挙動

##### (1) マンドレルバー、ホロピースの振動振巾

マンドレルバー、ホロピースともにパーステディアを開放するたびに振動振巾、振動基準が変り、この開放前後における振動振巾の顕著な変動割合に対し、肉厚パターンの顕著な変動が見当らないことにより、これらの振動振巾の大小は肉厚変動と単純な関係はない。マンドレルバーの振動が偏肉に関係しないことは馬場りのマンドレルバーの曲りが偏肉に影響しないという考え方と同じ理由によるものであろう。

##### (2) 振動周期波と肉厚周期波の関係

振動周期波と肉厚周期波とは同期する周期波が存在しないため単純な関係は認められない。

### 6. 結 言

継目無鋼管の穿孔過程を中心に工場実験を行ない、それら実験データを統計的手法を用いて解析した結果、

(1) 鋼管の肉厚パターンは、数種の規則的スパイラル状の肉厚部(薄肉部)が重畳して形成されている。

(2) ロール周速 5.2~6.2m/sec 変動範囲では、肉厚変動に関係は認められない。

(3) マンドレルバーに対するプラグの結合は、自由にした方が、固定より偏肉は少ない。

(4) ビレット加熱に円周方向の偏熱があるホロピースの振れピッチに相当するスパイラル状の肉厚変動が発生する。

(5) 穿孔中のマンドレルバー、ホロピースの挙動ならびにプラグ、ロール荷重は、肉厚変動と単純な関係はない、などの点が明らかとなった。

### 文 献

1) 馬場: 塑性と加工, 27 (1963), p. 247

#### 一 討 論

[質問] 八幡鋼管 吉原征四郎

第1長周期偏肉(1800~2000mm 長)が管材の片焼けに起因するということであるのか、その片焼けの高温側と低温側ではどちらが肉厚が厚くなるのか。

[回答]

ビレットに円周方向の偏熱(片焼け)がある場合には高温部が厚肉、低温部が薄肉となり、この実験では高温部と低温部の温度差は20~30°C位であった。なおこの関係についてはさらに調査中である。

[質問]

超音波厚み計で肉厚を測定したとのことであるが、接触子に何か特別の配慮がなされたのか。(油だけでは雑音がかなり入ると考えるが)

[回答]

肉厚の測定には Branson 社の Model 14B の超音波

厚み計を用い、探触子は1.6MC, 1/2" ZA型で媒体には油を塗布して直接方式で行なった。

## 引抜き限界について\*

(鋼管の冷間加工に関する研究—IV)

八幡鋼管

工博 向江協公雄・田村 映生

深津 清治・目崎勝太郎

### On the Limit for Cold Drawing

(Studies on the cold working of steel tubes—IV)

Dr. Kimio MUKAEWAKI, Teruo TAMURA

Seiji FUKATSU and Katsutaro MEZAKI

#### 1. 緒 言

伸管加工における破断要因は、材質的欠陥によるもの、熱間工程で発生した疵によるものおよび加工法によるものなどにわけることができる。

これらの要因のうち、over reduction (減面率のかけすぎ)、あるいは不完全な潤滑作用が原因で伸管中破断することがある。最近表面処理法の改善によりパス当りの減面率が高くなる傾向があり、伸管能率、品質の向上を計るため適正な減面率を設定する必要となつた。

著者らは、継目無炭素鋼管について、しん引きおよび空引きの引抜き限界値(前者はダイスとプラグを用い、破断するまで外径および肉厚の減少を行なうときの最高減面率で、後者はダイスのみで、破断するまで外径減少を行なうときの最高減面率をいう)におよぼす熱処理と平均伸び(以下伸びと略す)の影響を調査しあわせて顕微鏡組織についても検討を行なった結果を報告する。

#### 2. 試料および実験方法

供試材は炭素含有量が異なる3種類の熱間絞り仕上り材(外径34φmm×肉厚32mm)で化学成分をTable 1に示す。

試料は絞り仕上りのまま、650~900°Cで30minおよび60minの熱処理を行なった。さらに再結晶組織による差異を調べるために、素管に25%の減面率を与え、650°C, 700°Cおよび750°C, 60minの熱処理を行なった。表面処理剤として、造膜剤に燐酸亜鉛系、潤滑剤にはソーダ石けんを用いた。引抜き方法は、しん引きの場合円錐ダイス(ダイス半角12°)と円筒プラグを、空引きの場合は同じダイス半角の円錐ダイスを用いた。あらかじめJIS Z 2201, 11号試験片より標点距離を50mmにとつて求めた平均伸びをもとにして、しん引きの場合外径および肉厚減少率が等しくなるように減面率を設定し、速度14m/minで引抜きを行なった。

Table 1. Chemical composition of specimens (%).

Specimen No.	C	Si	Mn	P	S
K 1	0.11	0.25	0.54	0.012	0.010
K 2	0.22	0.25	0.50	0.013	0.009
K 3	0.41	0.28	0.64	0.012	0.013

\* 第73回講演大会にて発表 講演番号 147 昭和42年5月10日受付

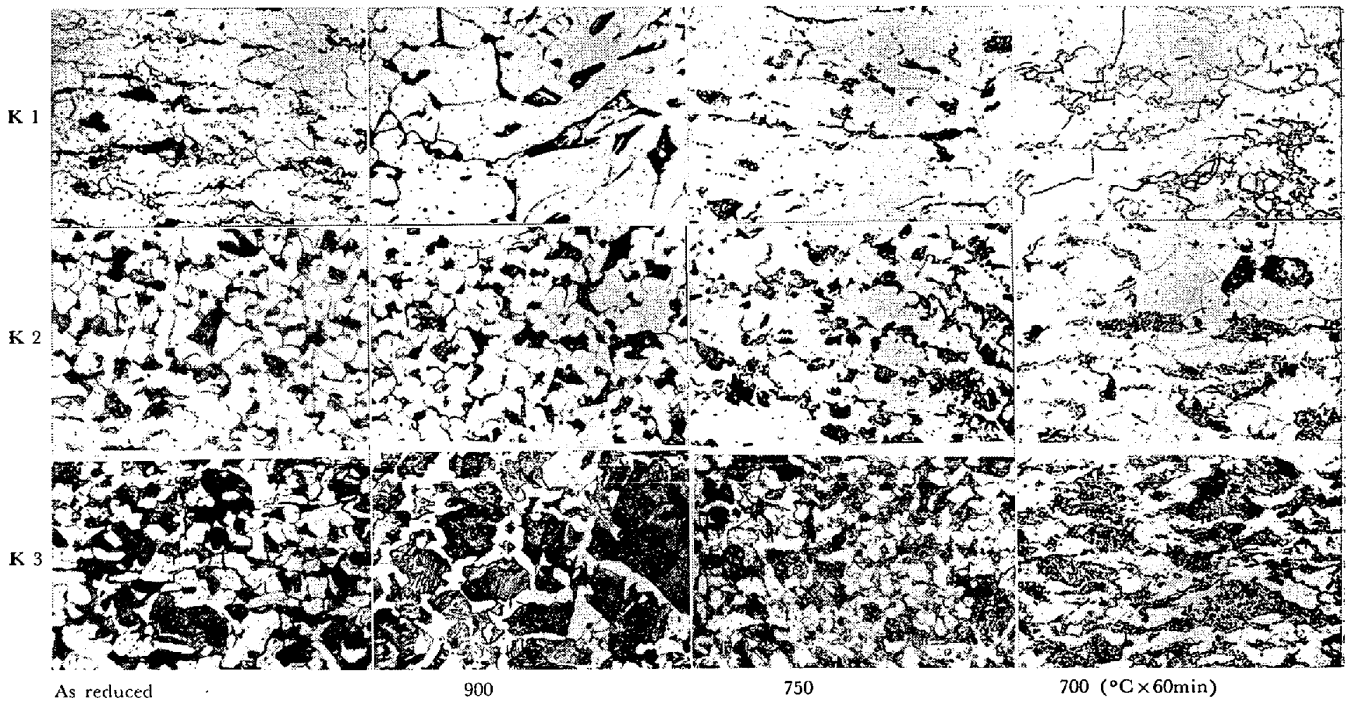


Photo. 1. Microstructure of the mother tubes heat-treated by various conditions.  $\times 500(1/2)$

### 3. 実験結果

#### 3.1 しん引きによる引抜き限界試験

絞り仕上りのままおよび熱処理後の顕微鏡組織を Photo. 1 に示す。絞り仕上りのままでは加工歪が残っており、Fig. 1 (a) に示すように、伸びは焼準組織に比べ各試料とも 5~10% 程度低くなっている。これらを 650~900°C の範囲で熱処理することにより伸びは増加し、700°C および 750°C で最大となり、絞り仕上りのままに比べ 5~10% 増加した。

保持時間の影響は、K 1 のみ差異が認められ、60 min の場合に 4~5% の増加を示した。

引抜き限界試験結果を Fig. 1 (b) に示す。K 2 および K 3 の引抜き限界値は素管の伸びとほぼ同じ傾向を示したが、K 1 は素管の伸びより 10% 程度低く減面率 50% 付近で破断を生じた。これに対し K 3 の絞り仕上り材は、伸びより引抜き限界値のほうが若干高いものもあり、鋼種により引抜き限界値は異なる。さらに破断部近傍を観察した結果 Photo. 2 に示すように、K 2 および K 3 はダイスベアリング部の入口で破断しているが、K 1 はダイスを通過してから破断が生じており前者と破断位置が異なっている。

前加工として 25% の減面率を与え、焼鈍を行なったものについて伸びと引抜き限界値を調べた結果を Fig. 2 に示す。各試料の伸びは絞り後の素管に比較して増加しているが、熱処理したものとほとんど差はなかった。引抜き限界値は前述と同様に K 2 および K 3 は素管の伸びとよい対応を示したが、K 1 については伸びより 5~7% 低い 50% 程度が限界値であった。

これらの値は絞り仕上り材を熱処理した値とほとんど同じで、再結晶組織による差異は認められない。

#### 3.2 空引きによる引抜き限界試験

空引きにおける引抜き限界試験結果を Fig. 3 に示す。空引きはしん引きと比較して、各試料とも引抜き限界値

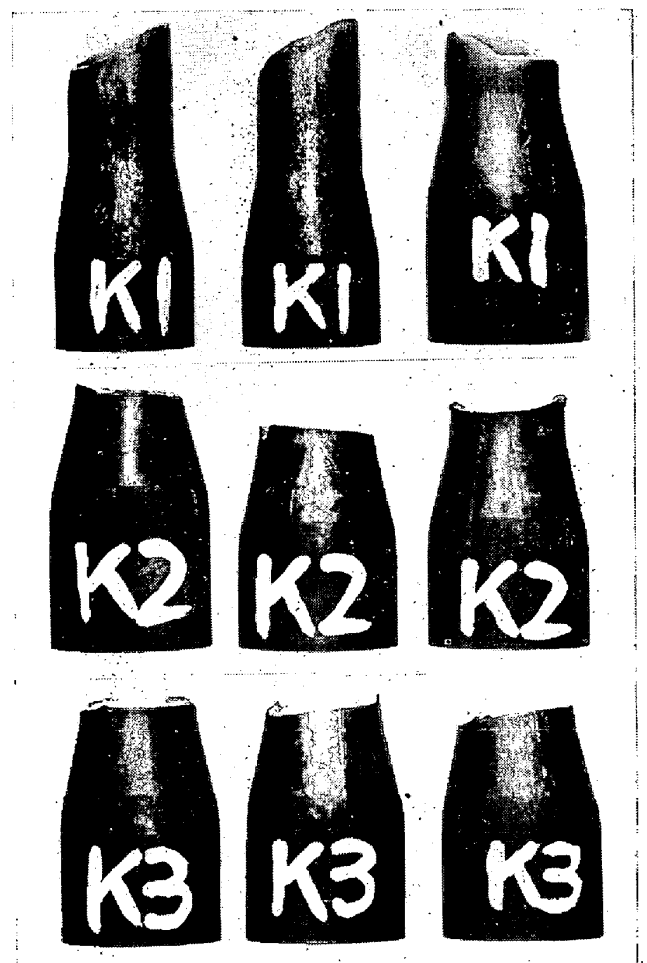


Photo. 2. Example of fracture  $\times 1(7/8)$

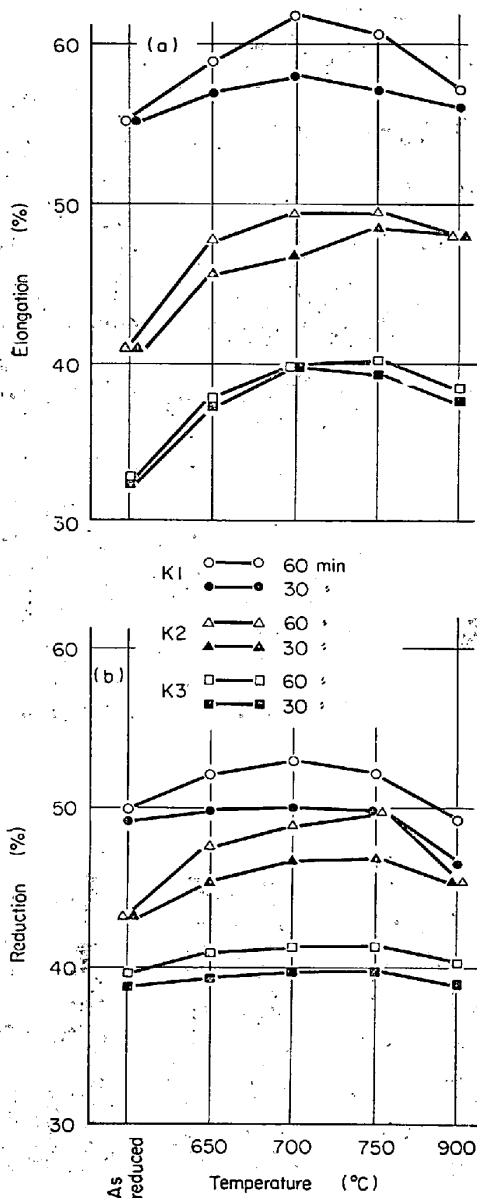


Fig. 1. Relation between heat treatment and elongation of the tension test of mother tube and limit for plug drawing (maximum reduction).

は 10% 程度低くなっている。空引きは、軸方向応力と円周方向応力により変形されるのに対し、しん引きは、軸方向応力と半径方向の圧縮力に変形されることから、加工法の相異なるものと思われる。

一方空引きによるものは残留応力が大きく<sup>1)2)</sup>、軸方向に割れ易いことなどから、実際の作業では Fig. 3 の結果より若干低い減面率を設定するのが適切と思われる。

### 3.3 伸びと引抜き限界値の関係

絞り仕上り材を素管としたものおよび絞り仕上り材に 25% の減面率を与え再結晶させたものについて、素管の伸びと引抜き限界値の関係をまとめた結果を Fig. 4 に示すように、両者とも伸びが 50% 程度までは、伸び値と引抜き限界値とはほぼ等しい値を示したが、50% 以上では、引抜き限界値は伸び値におよばない。

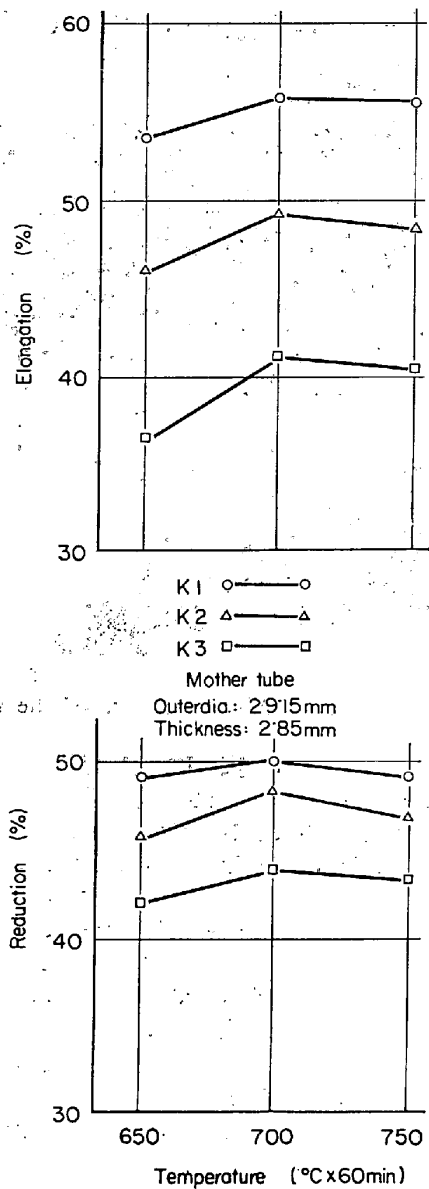


Fig. 2. Relation between heat treatment and elongation of tension test of mother tube and limit for plug drawing (maximum reduction).

## 4. 結 言

熱間絞り仕上り材に種々の条件で熱処理ならびに前加工を施し、あらかじめ JIS 11 号試験片より標点距離を 50 mm にとつて求めた平均伸びをもとに引抜き限界値を求めた結果次のことが明らかとなった。

(1) 引抜き限界値は素管の顕微鏡組織にかなり左右されるが、しん引きの場合素管の伸びとよい相関を示すことから、加工材に組織的な変化があつても伸び値を知ることにより、引抜き限界値はほぼ推定でき、また伸びは比較的簡単に求められるなどの理由により現場作業への資料に供することができるものと思う。

(2) しん引きと空引きについて比較した結果、各試料とも空引きの方が 10% 程度低く、加工法による差異が認められた。

(3) 絞り仕上り材を熱処理したものと絞り仕上り材

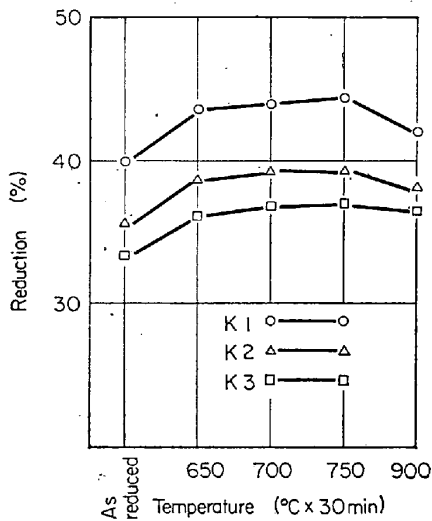


Fig. 3. Relation between heat treatment and limit for sinking (maximum reduction).

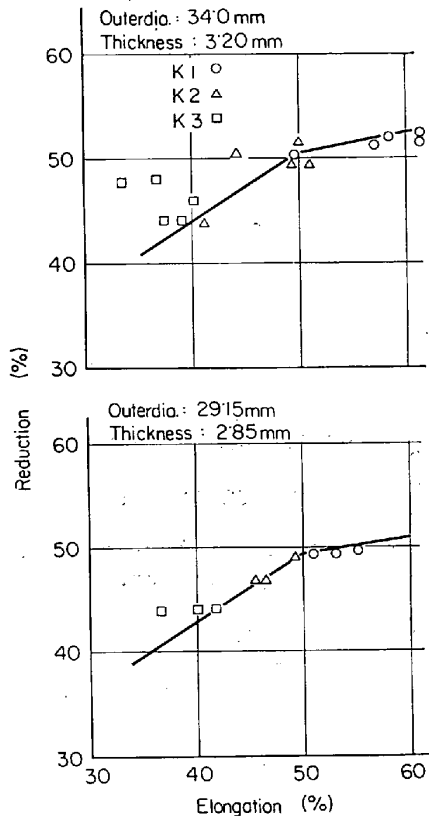


Fig. 4. Relation between elongation of mother tube and limit for plug drawing (maximum reduction).

に 25% の減面率を与え再結晶させたものについては、引抜き限界値に差は認められず、両者とも伸びが50%程度までは、伸び値と引抜き限界値とは、ほぼ等しい値を示したが、50%以上になると引抜き限界値は伸びの値にはおよばない。

#### 文 献

- 1) 向江脇ほか: 鉄と鋼, 51 (1966) 11, p. 2148
- 2) W. DAHL and H. MUHLENWEG: Stahl u. Eisen.; 84 (1964) 20, p. 1250

## 鋼の焼入性におよぼす熱履歴の影響\*

山陽特殊製鋼

工博 小柳 明・田端義信・金子元彦  
The Influence of the Thermal History on the Hardenability of Steel

Dr. Akira KOYANAGI, Yosinobu TABATA and Motohiko KANEKO

### 1. 緒 言

鋼の焼入性に影響を与える要因として、各種合金元素およびその添加量、オーステナイト結晶粒度、熱処理履歴などがあり研究報告も多い。しかし、熱処理履歴の影響に関する研究は少なく、その本質的機構も理解するには十分とはいえない。筆者らは熱処理履歴の焼入性を与える影響を定量的に調査し、その機構を考察することを目的として、鋼の熱履歴の相違したものについて焼入性試験を行なった。

焼入性を評価する方法としては SAC 法、U 曲線法、P-F 法、P-V 試験など各種の方法があるが、今回の調査、実験には、焼入性の標準試験方法とされている Jominy 試験(一端焼入試験法)を採用した。

今回の試験の結果、試験片の熱履歴の相違が焼入性に影響を与えることが認められたのでその調査結果を報告する。

### 2. 統計的な調査

#### 2.1 試料の作成および調査方法

調査には鉛快削鋼 (C 0.4%, Cr 1.0%, Pb 0.15%) を使用した。試料は 30 t 電気炉にて溶解し、1.4 t 鋼塊に造塊した後、分塊圧延により 135 mm 角鋼片に熱間圧延した 77 チャージを対象にし、同一チャージの鋼片でその後の熱処理について、

① 135 mm 角鋼片を鍛伸開始温度  $1050 \pm 30^\circ\text{C}$ 、鍛伸終了温度  $820 \pm 20^\circ\text{C}$  にて 36 mm  $\phi$  に鍛伸したものの。

昇温速度:  $12^\circ\text{C}/\text{min}$ 、鍛伸温度での保持時間: 1 hr 鍛伸中の冷却速度:  $45^\circ\text{C}/\text{min}$ 、鍛伸終了後の冷却: 空冷

② 135 mm 角鋼片を圧延開始温度  $1150 \pm 20^\circ\text{C}$ 、圧延終了温度  $920 \pm 20^\circ\text{C}$  にて連続圧延により 32~44 mm  $\phi$  に圧延したものの。

昇温速度:  $55^\circ\text{C}/\text{min}$ 、圧延温度での保持時間: 30 min、圧延中の冷却速度:  $50^\circ\text{C}/\text{min}$ 、圧延終了後の冷却: 空冷

(なお温度測定は東京精工製接触型輻射温度計を用いた)

の 2 種類から試片を採取し、 $870^\circ\text{C} \times 60 \text{ min}$  の焼ならし処理後、直径 25 mm、長さ 100 mm (JIS G 0561-1965 に準ずる) の試験片を作成し、 $845^\circ\text{C} \times 30 \text{ min}$  加熱保持後、一端水焼入れを行なった。焼入れかたさの測定は水冷端から 12.5 mm の距離の点を測定した。

#### 2.2 調査結果

77チャージの焼入れかたさ測定結果を Table 1 に示す。

Table 1 より鍛伸機から採取した試験片の方が圧延機

\*. 第72回講演会大にて発表 講演番号 182 昭和41年11月10日受付