

(146) 冷間加工度と熱処理によるかたさとフェライト粒度について

(鋼管の冷間加工に関する研究—II)

八幡鋼管

工博 向江脇公雄・○田村映生・深津清治

On the Hardness and Ferrite Grain Size of Steel Tubes after Cold Working and Heat Treatment.

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

Dr. Kimio MUKAEWAKI, Teruo TAMURA and Seiji FUKATU.

1. 緒 言

鋼管はその用途により押しひろげ、へん平、曲げなどの冷間加工を受けることが多く、十分軟化させておかないと、冷間引抜き鋼管を製造する場合、鋼管の最軟化条件をはあくしておくことが必要である。実際

の熱処理作業においてはその経済性からできるだけ短い時間と低い温度で十分な軟化状態が得られることが望ましい。本報では冷間加工を受けた鋼管の軟化を支配する因子として、冷間加工度、熱処理温度、熱処理時間、引抜き方法などによる炭素鋼鋼管のかたさの変化およびフェライト粒度について調査した結果を報告する。

2. 供 試 材

供試材はいずれもマンネスマンプラグミル方式により圧延した継目無炭素鋼鋼管を一定寸法に冷間引抜きし、

Table 1. Chemical composition of specimens.(%)

Specimen No.	C	Si	Mn	P	S
1	0.12	0.31	0.44	0.013	0.018
2	0.21	0.31	0.50	0.015	0.015
3	0.32	0.27	0.60	0.018	0.021
4	0.40	0.22	0.61	0.017	0.012

Table 2. Drawing process.

Plug drawing Specimen No. 1, 2, 3, 4			Sinking specimen No. 1, 4		
Process	Mother tube(mm)	Reduction of area (%)	Process	Mother tube(mm)	Reduction of area (%)
	45.0×4.0			50.4×4.0	
1 st pass	43.2×4.0	10	1 st pass	44.4×4.1	10
2 nd pass	40.5×3.9	20	2 nd pass	39.0×4.2	20
3 rd pass	38.1×3.6	30	3 rd pass	34.0×4.3	30
4 th pass	35.6×3.3	40	4 th pass	29.5×4.4	40
5 th pass	32.0×3.0	50	—	—	—

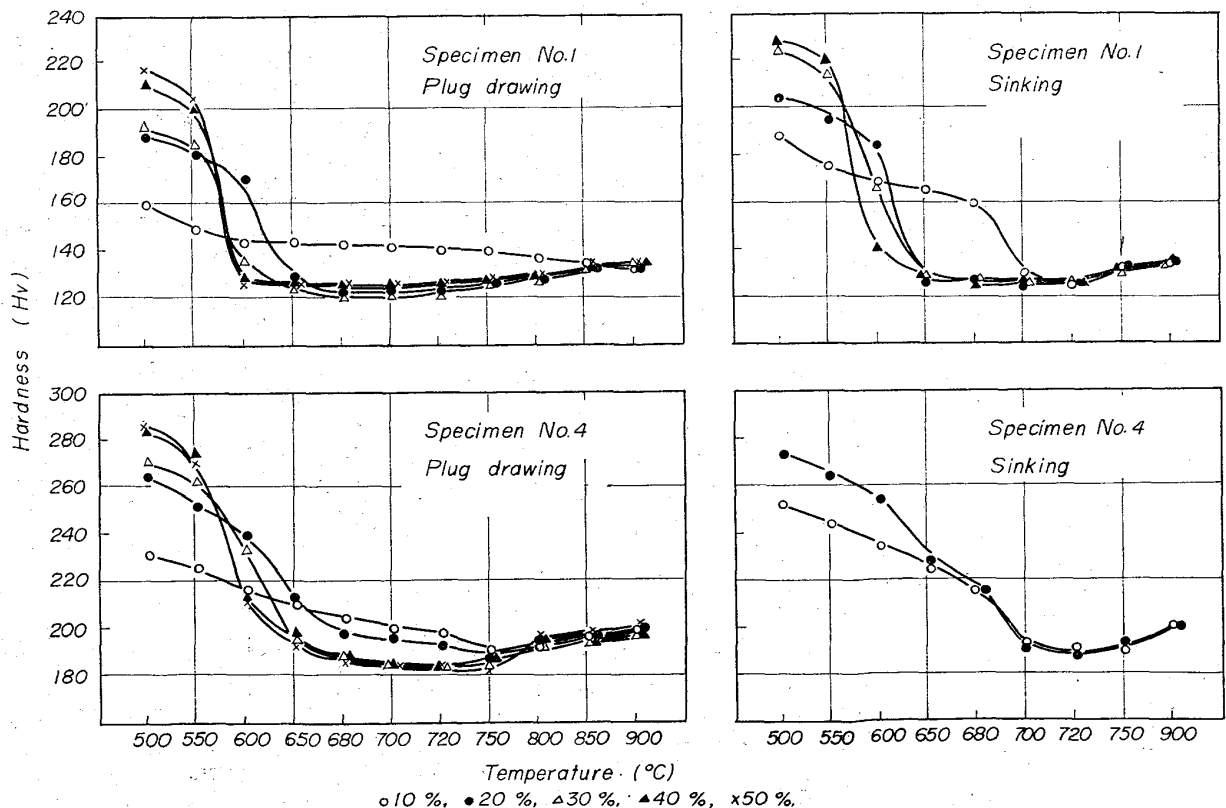


Fig. 1. Variation of hardness by cold reduction and heat treatment (Heat treating time 30min).

焼ならしを行なった。寸法および化学成分を Table 1 に示す。

3. 実験方法

冷間引抜き方法の差異の影響を調べるため、試料 No. 1, 2, 3, 4 についてはしん金引きにより、試料 No. 1, 4 については空引きにより冷間引抜きを行なった。減面率は 10, 20, 30, 40, 50% を目標に引抜きを行なったが、空引きの場合、試料 No. 1 は減面率 40% まで加工が可能であるのに対して、試料 No. 4 は減面率 30% 以上では破断したのでそれ以上の減面率については試験を行なわなかった。引抜き工程および減面率を Table 2 に示す。

引抜き後、管は適当な長さに切断して電気炉により温度範囲 500°~900°C、保持時間 10, 30, 60, 120 min などの熱処理を行ない、管横断面のかたさを測定した。かたさは管横断面についてロックウェルかたさ (Bスケール) とピッカースかたさ (荷重 10 kg) で比較測定したところ、ロックウェルかたさは管の厚さが 4.0 mm 以下になると厚さの影響が大きかったのでピッカースかたさにより測定した。フェライト粒度は試料 No. 1, 2 の熱処理温度 650°, 700°, 750°C について調査した。

4. 試験結果

4.1 減面率と熱処理温度とかたさの関係

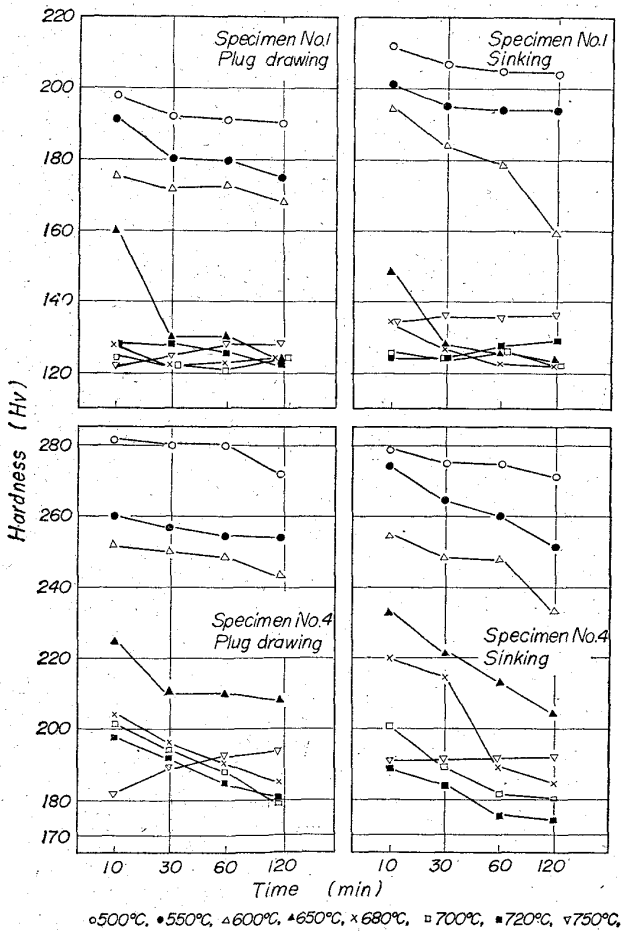


Fig. 2. Variation of hardness by heat treatment and heat treating time (reduction of area 20%).

Fig. 1 は試料 No. 1 および試料 No. 4 について保持時間 30 min の場合の減面率と熱処理によるかたさの変化を示したものである。しん金引きの場合、減面率 10% では十分な軟化が得られず、減面率 30% 以上の場合に比べて熱処理温度 700°C 前後の時にはかたさ Hv 20~30 程度高い値を示している。空引きの場合、試料 No. 1 の減面率 10% では熱処理温度 700°C 前後で軟化しており、しん金引きの場合と異なっている。試料 No. 1 では減面率 20% および 30% の場合が熱処理温度 700°C 前後で最も軟化しており、同様に試料 No. 2 でもその傾向が認められるが、炭素量が増加するにつれて不明瞭となる。

軟化温度は減面率が高いほど低くなり炭素量が低いほど低くなっている。したがって軟化の温度範囲は減面率が高いほど広く、炭素量が低いほど広がっており、また、空引きの場合よりしん金引きの方が軟化温度が低くなっている。

4.2 保持時間と熱処理温度とかたさの関係

Fig. 2 は試料 No. 1 および試料 No. 4 について減面率 20% の場合の保持時間と熱処理温度によるかたさの変化を示したものである。各試料とも熱処理温度 750°C の場合をのぞいて保持時間の長いほど軟化の傾向が認められ、再結晶温度範囲の 600°C および 650°C の場合には再結晶が進行するので著しく軟化している、A<sub>1</sub> 変態点をこえた温度 750°C の場合にはパーライトの析出が進むため保持時間の長いほどかたさが高くなっている。試料 No. 1 のような炭素量の低いものについては熱処理温度 700°C 前後で保持時間の影響が認められな

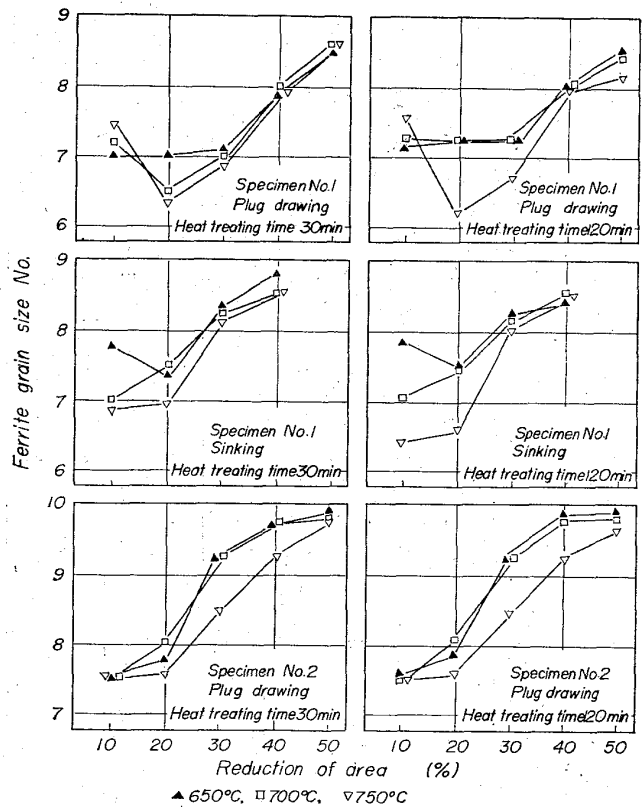
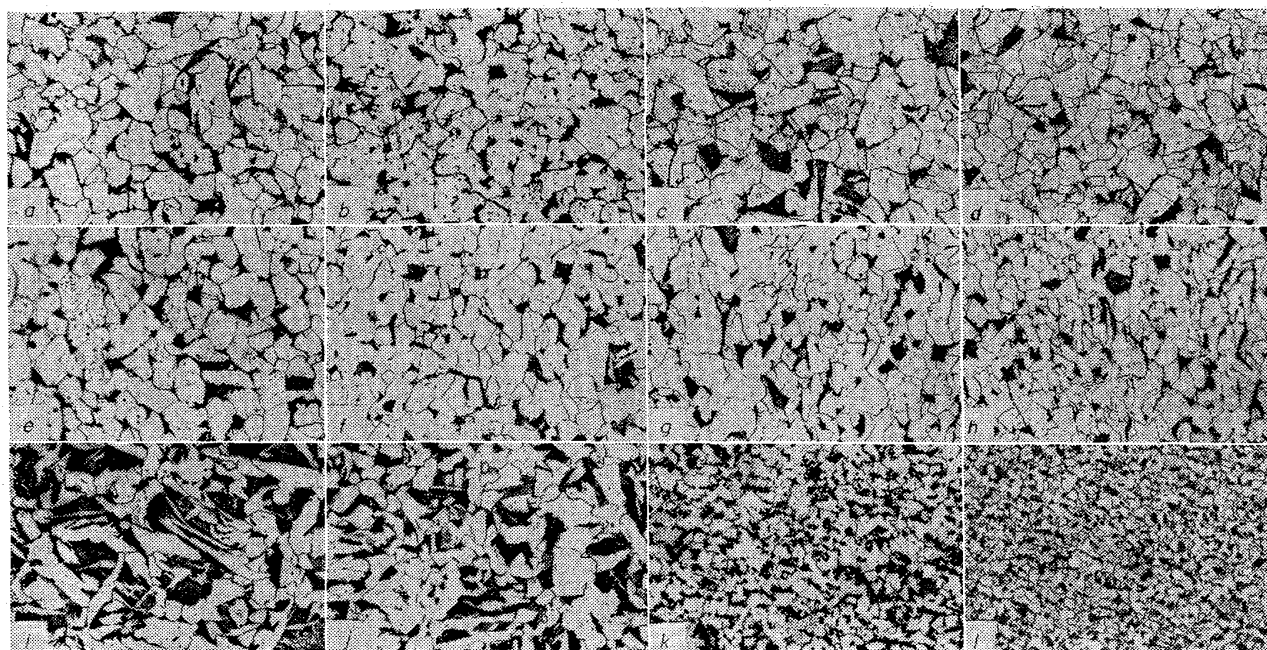


Fig. 3. Relation between cold reduction, heat treatment condition and ferrite grain size.



A Specimen No. 1 Plug drawing Red. 10%, E Specimen No. 1 Sinking Red. 10%; I Specimen No. 2 Plug drawing Red. 10%  
 B " " Red. 20%, F " " Red. 20%, J " " Red. 20%  
 C " " Red. 30%, G " " Red. 30%, K " " Red. 30%  
 D " " Red. 40%, H " " Red. 40%, L " " Red. 40%

Photo. 1. Variation of micro structure by cold reduction and heat treatment ( $700^{\circ}\text{C} \times 30\text{min} \rightarrow \text{A. C.}$ ).  $\times 220$

いのに対して試料 No. 4 のように炭素量が高いものでは保持時間が長くなるにつれて軟化が進んでいる。しん金引きと空引きでは特に著しい差は認められない。

#### 4.3 フェライト粒度

フェライト粒度の変化を Fig. 3 および Photo. 1 に示す。減面率が大きいほど細粒化の傾向を示し、保持時間および引抜き方法による差はさほど明らかではない。しかし、炭素量の低い試料 No. 1 では、しん金引きの場合には減面率 20~30%で、空引きの場合には 10~20%で熱処理温度が高いほど、保持時間が長いほど粗粒化の傾向が認められた。

### 5. 結 言

冷間引抜きを行なった炭素鋼鋼管の冷間加工度と熱処理による軟化状態およびフェライト粒度について調査を行なった結果、次のことが明らかとなった。

(1) 軟化温度ば減面率が高いほど、炭素量が低いほど、保持時間が長いほど、空引きよりしん金引きのほうが低い温度で得られる。

(2) 減面率 10% の場合、空引きでは  $A_1$  変態点直下の温度で軟化するが、しん金引きではその傾向は認められず軟化が困難である。

(3) フェライト粒度は減面率が高いほど細かく、炭素量が低い鋼管では、しん金引きの場合には減面率 20~30%で、空引きの場合には 10~20%で熱処理時間が長いほど、保持時間が長いほど粗粒化の傾向が認められた。

### 文 献

- 1) 山本: 住友金属, 10 (1958) 1, p. 5
- 2) 向江脇・他: 鉄と鋼, 51 (1965) 10, p. 2146.
- 3) 加藤: 加工冶金学上巻, (1940)

## (147) 鍛鋼製焼入口ロール表面の熱衝撃部残留応力

(絞り込み被害部の観察および熱衝撃試験—II)

日本製鋼所, 室蘭製作所研究所

堀 清・工博 荒木田豊・○田部博輔

Residual Stress on the Thermally Shocked Surface of the Forged Hardened Steel Roll.

(Observation on damaged zones of the roll surface and thermal shock test—II)

Kiyoshi HORI, Dr. Yutaka ARAKIDA and Hirotsuke TABE.

### 1. 緒 言

前報<sup>1)</sup>において鍛鋼製焼入口ロールの絞り込み部断面の観察および実体ロールへの溶鋼による熱衝撃試験につき述べたが、本報においては実体ロールの絞り込み部および溶融金属による試験の熱衝撃部の硬度および残留応力分布を測定し、酸による遅れ破壊を観察した。

### 2. 実験方法

まず絞り込みを生じた実体ロール 1 本を用意した。試験に供した絞り込み部の外観を Photo. 1 に示す。焼き付いている鋼板を剝離したのち、5% 硝酸アルコール溶液によつて熱影響部を確かめた。続いてまだ割れの入っていない A-A' 線上にショアー硬度および X 線による残留応力測定を行なった。

さらに溶融金属により熱衝撃を受けた実体ロールを前報<sup>1)</sup>と同じ要領で用意した。今回は熱衝撃温度をいろいろに変えて、ロール表面上にセットされた直径 70 mm, 高さ 50 mm の鑄枠中に、 $1700^{\circ}\text{C}$  の溶鋼、 $1200^{\circ}\text{C}$  の溶融銅、 $1000^{\circ}\text{C}$ 、 $800^{\circ}\text{C}$ 、および  $500^{\circ}\text{C}$  のそれぞれ溶融亜鉛をロール表面の位置をかえながら鑄込んだ。このロ