

(97) 冷牽管の熱処理についての一考察

日本鋼管, 川崎製鉄所 西 尾 好 光
 “ 技術研究所 ○松 藤 和 雄
 “ 管理部 松 本 正 徳

A Consideration on Heat-treatment of Cold-Drawn Pipes.

Yoshimitsu, Nishio, Kazuo Matsudo
 and Masanori Matsumoto.

I. 緒 言

鋼管の冷牽作業においては、数回の中間軟化焼鈍を行い、最後に目的に応じて焼準または軟化焼鈍を行なっているが、正しい熱処理を行うことは、良好均一な製品を製造する上から、また無駄な熱源を使用しない上から非常に重要なことである。このため今回は断面圧縮率の異なる 3 種の低炭素キルド鋼管について、いろいろの温度で定時間加熱し、それぞれの場合の硬度を測定して、加熱温度と再結晶終了時間の関係を求め、さらにそれぞれの場合の顕微鏡組織を調べて、熱処理の最適条件を検討したので報告する。

II. 試料および試験方法

試料は冷牽素管を 1~3 回の伸管を行なつて、断面圧縮率の異なる 3 種類の冷牽管を準備した。素管寸法、伸管寸法、断面圧縮率を Table 1 に示す。

以上 3 種類の試料の化学成分を Table 2 に示す。

試料は長さ約 20mm とし、実験用電気炉において炉温を所定の温度に上げた後試料を装入し、各温度に一定時間保持した後空冷した。保持温度と保持時間はつぎの

Table 1. Cold-drawing process.

Specimen No.	A	B	C
	Ext. dia. × thickness		
Hollow	48.6×5.5	48.6×5.5	50.8×5.35
1st drawing	44.0×5.0	44.0×5.0	45.0×5.0
2nd drawing		41.0×4.5	40.0×4.75
3rd drawing			36.0×4.0
Finish	44.0×5.0	41.0×4.5	36.0×4.0
Coefficient of draft (%)	17.7	30.9	46.2

Table 2. Chemical composition of specimens.

Specimen No.	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
A	0.17	0.16	0.53	0.009	0.015	0.04	0.01
B	0.15	0.16	0.53	0.010	0.016	0.04	0.01
C	0.13	0.15	0.38	0.011	0.018	0.07	0.02

通りである。

イ) 保持温度

400, 450, 500, 525, 550, 575, 600, 625, 650, 675, 700, 730, 750, 800, 850, 900°C

ロ) 保持時間

30分, 1, 2, 4 時間

硬度はビッカース硬度計 (荷重 10 kg) で管の円周に沿つて 8 点測定し、その算術平均をもつて硬度とした。顕微鏡組織はとくに再結晶組織、 $A_1 \sim A_3$ 間の組織、焼準組織について調査した。

III. 試験結果および考察

冷牽により加工硬化したパイプを適当な温度で適当な時間加熱すると、再結晶を起して加工硬化のない柔かいものとなる。この再結晶現象は相変化は伴わないが、一種の固態内の変態であり、反応速度論にもとづいて、定量的に断面圧縮率と焼鈍温度、焼鈍時間の関係を求めることができる。この再結晶現象は従来より多数の人々により研究されており、一次変態と考えて非常によく満足する。

一次変態はつぎのように表現される。

$$dA = -k \cdot A \cdot dt \dots\dots\dots (1)$$

ここに A は変態途中における未変態量、 k は速度恒数、 t は時間である。これを積分して初期条件を入れると

$$A = A_0 \exp(-k \cdot t) \dots\dots\dots (2)$$

と表わされる。ここに A_0 は全変態量である。 k は Arrhenius によりつぎのように表現されている。

$$k = N \exp(-E/RT) \dots\dots\dots (3)$$

ここに N は頻度係数、 E は変態の活性化エネルギー、 R はガス恒数、 T は絶対温度である。 A が A_0 の $1/e$ になるまで変態が進行した場合を考え、それまでに要する時間を $t_{1/e}$ で表わすと、

$$k \cdot t_{1/e} = 1 \dots\dots\dots (4)$$

その場合の温度を $T_{1/e}$ で表わすと、(3)、(4) 式より

$$\log t_{1/e} = (0.4343 E / RT_{1/e}) - \log N \dots\dots (5)$$

試験結果より上式の計算に必要なデータをまとめると Table 3 のようになる。

Table 3 を用い (5) 式より計算した各断面圧縮率についての再結晶の活性化エネルギー、頻度係数を Table 4 に示す。

$\log t_{1/e}$ と $1/T_{1/e}$ の関係は直線で示される。再結晶が完了する温度と時間の関係は、再結晶の活性化エネルギーは、途中変化せず一定と考えられるから、上で求めた直線に平行な直線で示される。これを Fig. 1 に示す。

Table 3. Relation between heat-treatment temperature and holding time.

Specimen No.	Hardness (V. P. H. load 10kg)				Holding time (h)	$T_{1/e}$ ($^{\circ}\text{K}$)
	As cold-drawn	Recrystallized	Difference	$t_{1/e}$		
A	194	112	82	142	0.5	936
					1.0	923
					2.0	912
					4.0	900
B	210	115	95	150	0.5	899
					1.0	887
					2.0	876
					4.0	863
C	238	122	116	165	0.5	857
					1.0	848
					2.0	834

Table 4. Action energy and frequency factor.

Specimen No.	Action energy (cal/mol)	Frequency factor (mn^{-1})
A	98,000	2.69×10^{21}
B	90,000	2.58×10^{20}
C	92,000	1.00×10^{21}

顕微鏡組織の観察結果より、再結晶後のフェライト粒は、断面圧縮率の大きいほど小さい。また900°Cでの焼準組織は、再結晶組織と比較してフェライト粒は細いが、断面圧縮率46.2%の場合には、焼準組織との間にあまり差は認められない。A₁~A₃間で焼鈍した場合の組織は、パーライトが細かくきれぎれになった組織を示しており、フェライト粒界には紐状セメントライトが析出している。

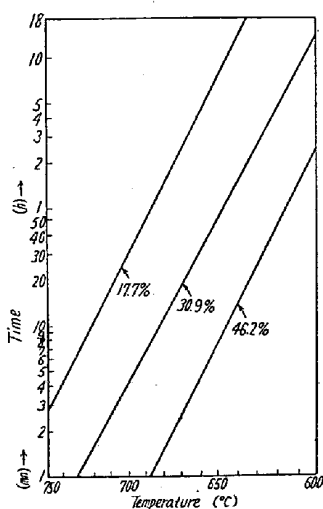


Fig. 1. Relation between heat-treatment temperature and holding time in recrystallization.

IV. 結 論

1. 再結晶に要する活性化エネルギーは、約90,000 cal/molであり、各断面圧縮率別の焼鈍時間と焼鈍温度との間の定量的関係をえた。

2. 再結晶終了温度は断面圧縮率の大きいほど、また保持時間の長いほど、低くなる。また断面圧縮率の大きいほど、再結晶終了後のフェライト粒は小さく、したが

って機械的性質は改善される。

3. パーライトの分裂した組織はA₁~A₃間で一定時間加熱保持した後空冷したものに現われる。その場合、フェライト粒界には紐状セメントライトが析出している。この紐状セメントライトが析出した組織は、引張強さ伸びなどは、焼準組織のもの、再結晶組織のものと比較して殆んど差は認められないが、クリープ強度、衝撃値が相当低下することが他の研究者の結果より考えられるので、この範囲で熱処理することは望ましくない。

(98) プロパンの発熱的変成雰囲気による白心可鍛鑄鉄の脱炭について

東京工業大学 理博 長崎久弥・○小室 登
On the Decarburization of White Heart Malleable Cast Iron in the Exothermic Converting Atmosphere of Propane.

Kyūya Nagasaki and Noboru Komuro.

I. 緒 言

白心可鍛鑄鉄の脱炭にはもつぱら酸化鉄が脱炭剤として使用されているが、還元鉄の焼結固着、表面脆弱層の発生などの欠点がある。酸化鉄の代わりにCO₂あるいはH₂Oのような強脱炭性ガスを含有する適当な組成の還元性雰囲気炉内に送入すれば、このような欠陥のない鑄肌のままの無酸化脱炭焼鈍が可能なのである。

この研究は比較的入手が容易で安価な純プロパンをガス源に選り、これに適量の空気を混合して不完全燃焼せ