

又 300~650° に於ては衝撃値は稍々高い。尙 700° 以上温度上昇すると急激に靱性を増大する。高温に於ける衝撃値は Mn 量によつて餘り大差ない。寧ろ Mn 量高い方高温衝撃値大なる場合がある。

### 〔VII〕 結 論

上述の研究結果を要約すると次の通りである。

(1) C 0.25~0.50%, Cr 3.0%, W 10~12%, V 0.3% の C 及び W 量異なる數群の熱間工具鋼に及ぼす Mn 0.5~3.5% の影響を研究した。

(2) 各 C 量共 Mn 含有量を増す程加熱變態の開始及び終了温度は降下する又冷却速度も同様爐冷及び空冷共 Mn 量を増す程著しく降下する。而して C 量高い程 Mn による變態點の降下は著しい。

(3) 焼入及び焼戻硬度も Mn 量を増加する程概ね増大する。而して 650° 以上は焼戻硬度は餘り大差ない。

(4) 1000° から油中焼入した各試料の 300° 及び 600° C の温度に反覆加熱及び冷却による硬度の變化を調べた。600° 以上の高温に於ける長時間反覆加熱に對する軟化抵抗は Mn 量を増す程減少する。

(5) 高温硬度は Mn 量によつて餘り大差なく、低 C の場合は Mn 量を増すとかへつて減少する。

(6) 高温衝撃値も Mn 量によつて餘り大差ない。

(7) 上述の結果から Mn は 1% 以上増大するも熱間工具鋼に對しては何等効果なく、寧ろ耐酸化性を害する故望しくない。(昭, 24, 1 月寄稿)

### 参 考 文 献

- |                 |       |
|-----------------|-------|
| 1) 小紫, 永島, 鐵と鋼, | 35年4號 |
| 2) "            | 35年6號 |
| 3) "            | 35年7號 |
| 4) "            | 35年8號 |
| 5) "            | 36年3號 |

## 各種鋼材の熱間抗張試験

(昭和 24 年 4 月日本鐵鋼協會講演大會講演)

前田 元三\*・吉川 丞一\*・太田 傳\*

### THE HIGH TEMPERATURE TENSION TEST OF THE MISCELLANEOUS STEEL BARS

*Motozo Macda, Zyoichi Yoshikawa & Tuto Ōta*

#### Synopsis:—

The author carried out a series of the high temperature tension test of the miscellaneous steel bars produced at Yabata Iron and Steel Works, Japan, namely, carbon steel (0.07~1.06%C), silicon steel for electrical sheet "T" and "B", stainless steel, and Cr-Mn steel.

All the test specimens are hot-worked and finished to 16mm dia without machining, and the testing temperature covered from room temp. to 1450°C, stepwisely at 50°C.

As the results of this experiments, it has been ascertained that;

1. Low carbon steel's have the characteristic temperature range of the somewhat increasing tensile strength and decreasing elongation at about 900°C. But, generally, each kind of steels extremely decreases its tensile strength and increases elongation above 800°C without much difference each other, showing that suitable temperature for rolling or forging is 800~1250°C and the value is approximately 3~7 kg per mm<sup>2</sup> at 1000°C.
2. Silicon steel "T" and "B" have slightly high value of elongation and reduction of area at temperature range 800~900°C

\* 日鐵八幡製鐵所技術研究所

3. Cr-Mn steel shows twice as large a tensile strength as that of any other steels at about 1000°C and the minor crack at the rupture portion at temperature range 1000~1150°C, suggested the difficulty in rolling or forging.

I 序 言

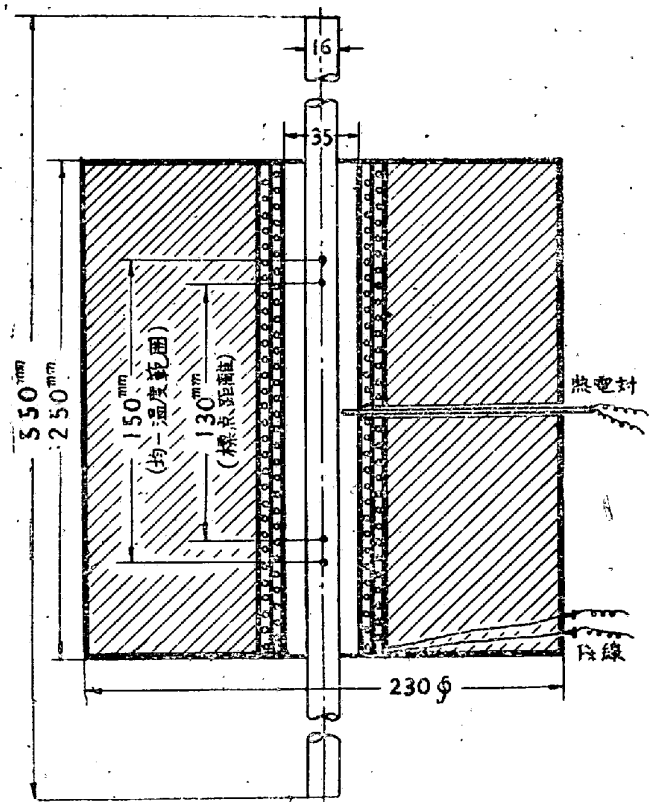
鋼材の鍛錬に適當な温度は種々の温度に於ける變形能を數量的に知ることが出来ればよいのであるがそれは非常に困難なことである、筆者等は八幡製鐵所で製作した一般的鋼材 13 種に就て常温より 1250°C までの種々なる温度で熱間抗張試験を行い抗張力、伸、絞と温度との關係及び破斷部の形狀を觀察して壓延、鍛造等の熱間加工作業をする場合の參考資料とした。

II 實驗經過

(1) 試料 試料の符號及び化學成分は第 1 表の如く、何れも 3~4 越の鋼塊を分塊及び小形工場を經由して 16 耗丸に壓延したものである、鋼種によりリムド鋼とキルド鋼とあるので試片は原則として壓延まゝの黒皮状態とし焼鈍も旋削も行はず J E S 2 號試片とした。(直径 16 耗丸、標點距離 130 耗、試片全長 450 耗)

然し硬質材の低温部試験では破斷の際衝動により電氣爐を破損することを恐れ且つ 300°C 前後に青熱脆性の爲め現れる端切れを防止するため(端切れの場合は中央の眞の所定温度より低い温度の部分で切れる) C6, C7, C9, C11, は 600°C 以下の試片は中央部を 12 耗丸又は 14 耗丸に旋削した。此の場合 C7 のみは硬く旋削に困難であつたので全部の試片を 770°C 30 分保持焼鈍した。尙軟質材に就ても 200°C, 300°C 等の青熱脆性の現われるものに就ては之も中央部を 14 耗丸に旋削し中央の眞の所定温度で切れる様にした。

(2) 實驗方法 第 1 圖に示す如き白金線電氣抵抗爐を用いて第 2 表に示す温度及び保持時間加熱し松村式 35 越多能材料試験機で熱間抗張試験を行つた。加熱の速度は 600°C まで 20°C/分、600°C 以上は稍々急速に加熱し牽引の速度は 24 耗/分とし、同一の温度については試片 2 個づつ試験し其の平均値をとつた。



第 1 圖 加熱電氣爐

第 1 表 試料化學成分 (%)

符 號	鋼 種	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ni
C05	極軟鋼材	0.07	0.12	0.36	0.025	0.027	0.40		
C1	フープ鋼材	0.10	0.12	0.35	0.026	0.032	0.31		
C2	釘鋼材	0.20	0.033	0.32	0.025	0.022	0.22		
C3	軟鋼材	0.25	0.12	0.57	0.026	0.083	0.48		
C5	硬線鋼材	0.55	0.37	1.12	0.052	0.042	0.23		
C6	〃	0.63	0.20	0.56	0.047	0.029	0.29		
C7	第 7 種ばね	0.72	1.45	1.12	0.071	0.011	0.33		
C9	第 5 種ばね	0.85	0.16	0.37	0.069	0.039	0.29		
C11	鋳鋼材	1.06	0.20	0.42	0.107	0.043	0.20		
T	珪素鋼	0.11	4.14	0.25	0.042	0.020	0.33		
B	〃	0.08	1.79	0.31	0.043	0.019	0.35		
S	不銹鋼	0.16	0.49	0.91	0.031	0.015	0.19	20.1	8.35
Cr-Mn	(1 2 3 4)	0.36	0.19	0.79	0.043	0.012	0.14	0.98	

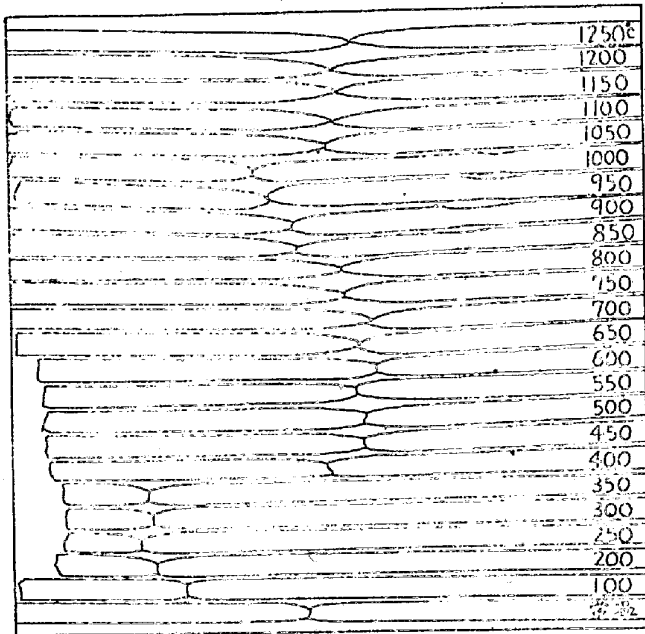
壓延した棒鋼試片を分析した結果である。

第2表 試験温度及び保持時間

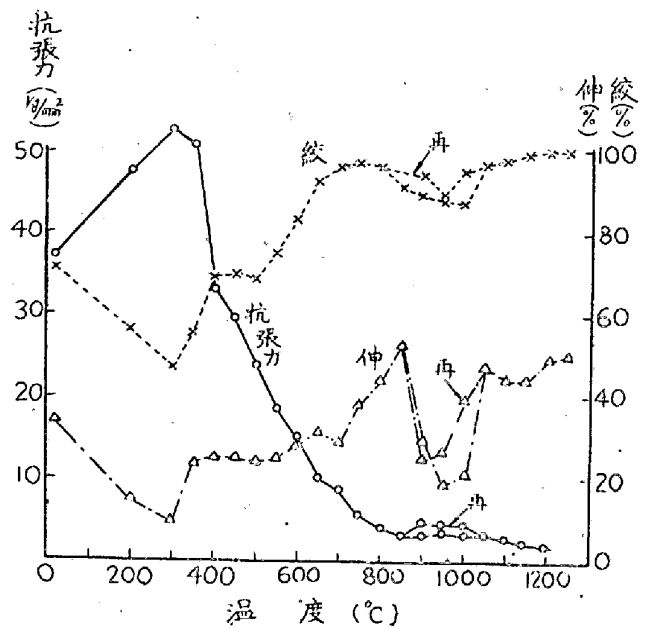
保持時間	30分	25分	20分	15分
加熱温度(°C)	常温	350	650	1000
	100	400	700	1050
	200	450	750	1100
	250	500	800	1150
	300	550	850	1200
		600	900	1250
			950	

III 実験結果

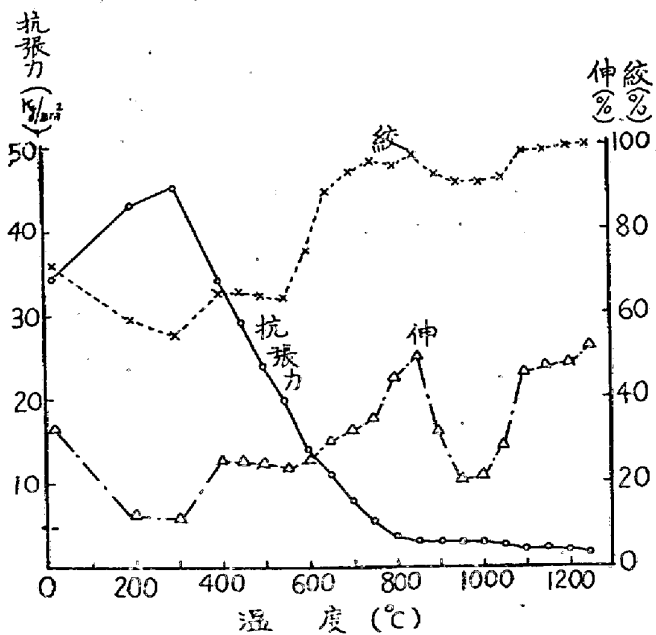
以上試験の結果破断部形状に就いては代表的なもの(C0.1%)を第2圖に示し温度と抗張力、伸、絞の關係に就いては第3圖乃至第15圖に示した。之を通覽して見ると大體にどの鋼種も800°C~1250°Cの範圍は著しく抗張力を減少し伸、絞を増大して壓延鍛造に適した温度と云える。(第2圖~第15圖)



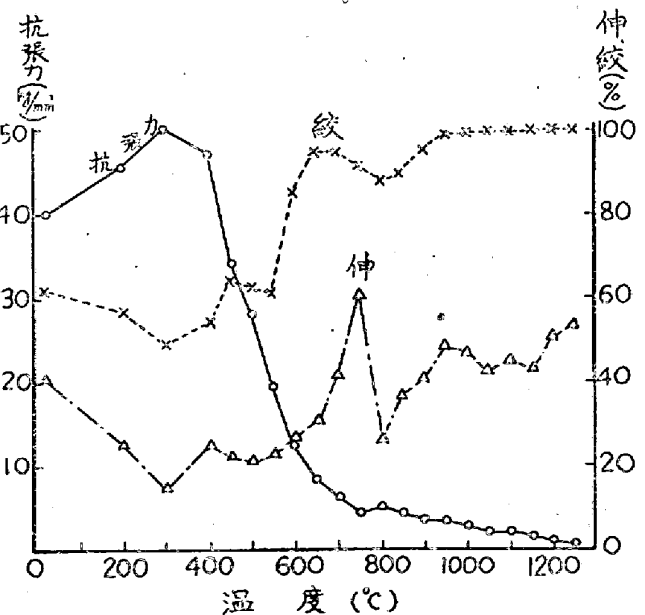
第2圖 破断部形勢狀  
符號 C1 (C0.1% フープ材)



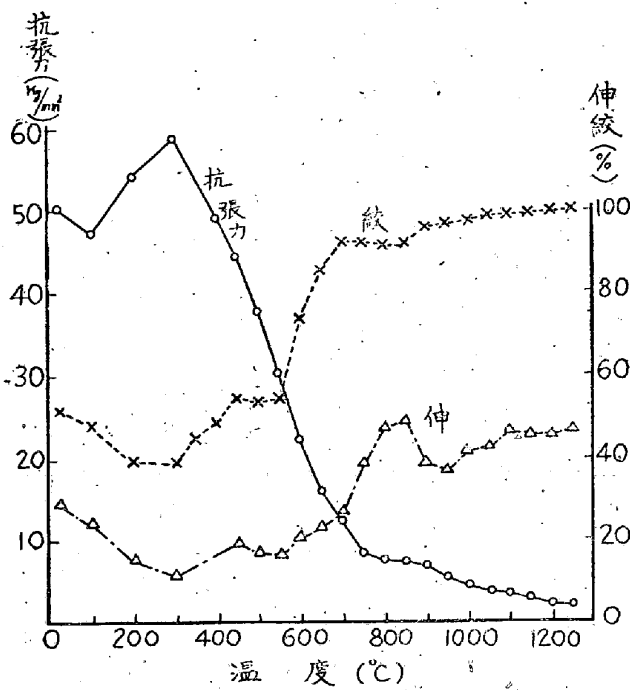
第4圖 フープ材  
符號 C1 (C0.1%)



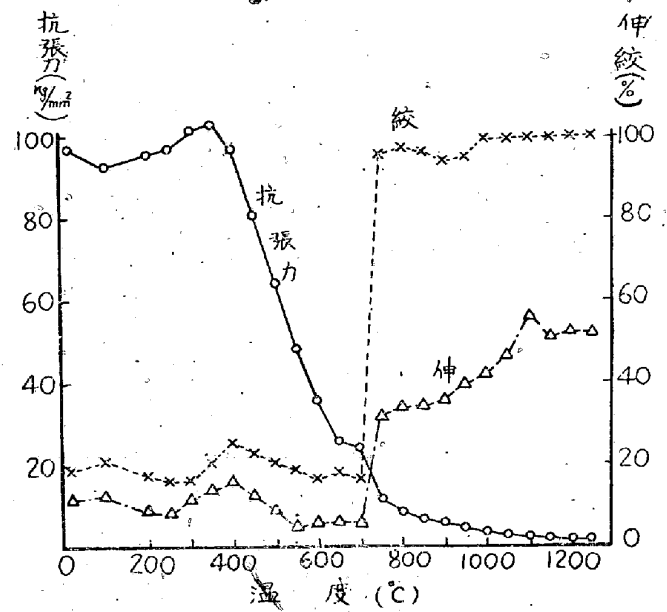
第3圖 種軟鋼  
符號 C05 (C0.07%)



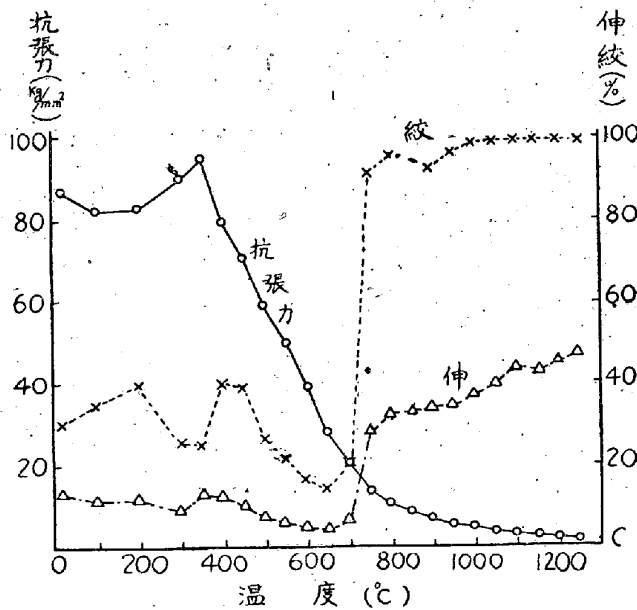
第5圖 釘材  
符號 C02 (C0.2%)



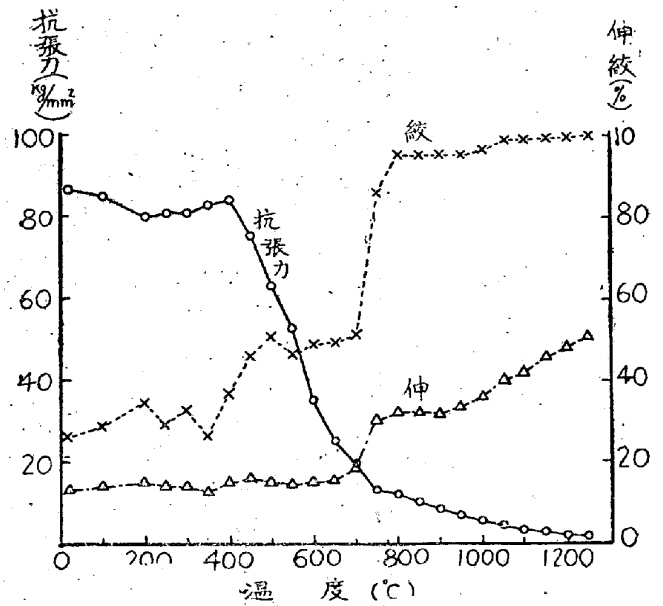
第6圖 軟鋼  
符號 C3 (C0.25%)



第8圖 硬線材  
符號 C6 (C0.63%)



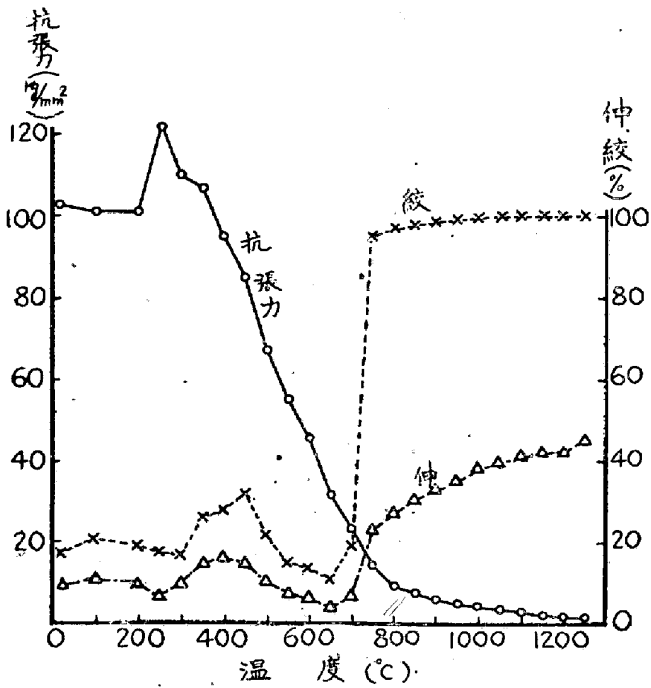
第7圖 硬線材  
符號 C5 (C0.55% Mn 1.12%)



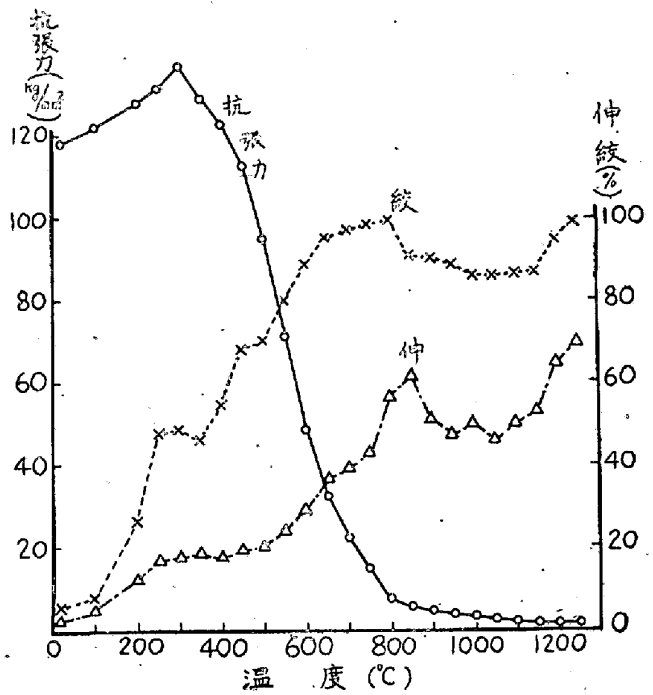
第9圖 第7種ばね鋼  
符號 C7 (C0.72% Si 1.45% Mn 1.2%)  
770°C × 30分焼鈍

之を詳細に記述すれば先づ抗張力に就て見るに 300°C 附近に青熱脆性の爲め力の増大する點がある。其の傾向は C% の低いものが少々大で鋼種別には炭素鋼、珪素鋼、イ 234 は同一傾向を示し不銹鋼には現われてゐない尚 C0.85% の炭素鋼が最高値を示してゐることが注目される。次に 400~800°C では急速に低下し 800°C では大部分が 5~10 kg/mm<sup>2</sup> 程度である。然しイ 234 のみは 19 kg/mm<sup>2</sup> を示し頑強である、800°C 以上では

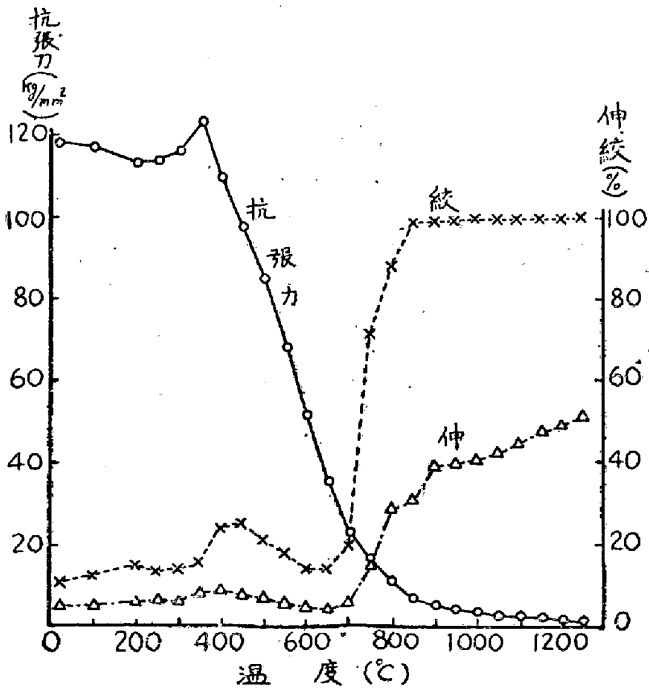
力の低下緩慢で鋼種別による差異も少くなり 1250°C では 0.3~2 kg/mm<sup>2</sup> 程度となる。然し低炭素質のもの(符號 C05, C1, C2, C3, B)は 900°C 前後に温度の高い方が少量ではあるが力の増加する特異な現象を現わす範囲がある、例へば第2圖 C1 の破斷部形状圖に見る如く、850~1000°C の間は第 16 圖に見る如く中央部の所定温度の處では破斷せず少し離れた幾分温度の低い兩方の中間で先づ絞を生じて細くなり引張るに従つてど



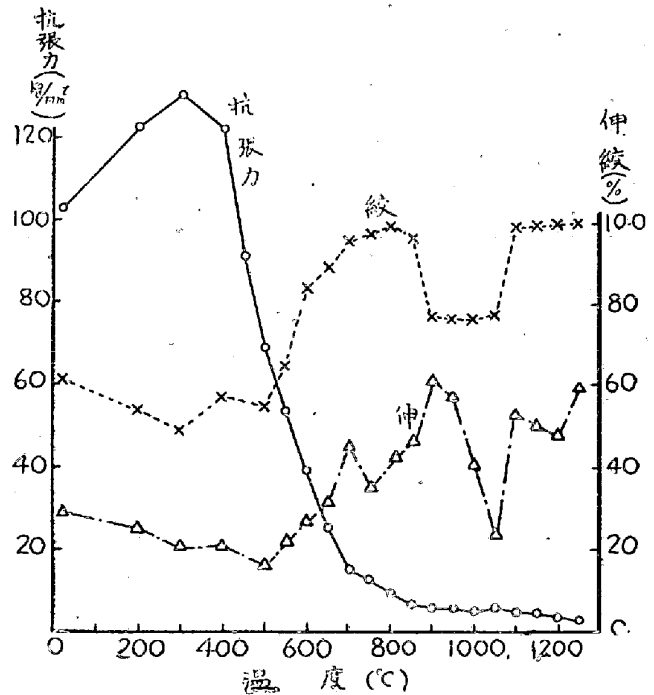
第10圖 第5種ばね鋼  
符號 C9 (C0.85%)



第12圖 T 珪素鋼  
符號 T (C0.11%, Si4.14%)



第11圖 鋼材  
符號 C11 (C1.06%)



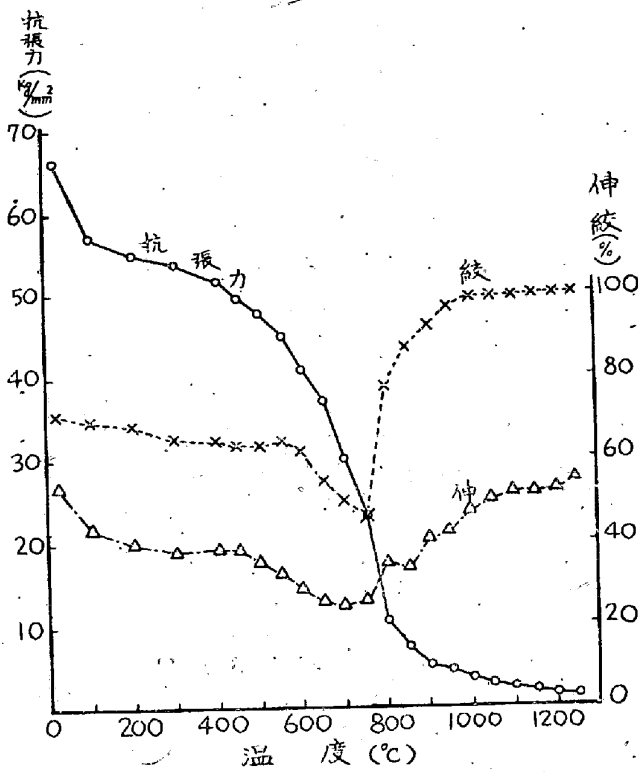
第13圖 B 珪素鋼  
符號 B (C0.08%, Si1.79%)

ちらか弱い方で切れてゐる。即ち此の附近の温度では温度の高い方が抗張力が大である。

第4圖の 900°C, 950°C, 1000°C で再とあるは中央部を 14 耗丸に削り電爐の中央の所定温度で切れる様にした試片で再試験した結果である、此の現象は C% の

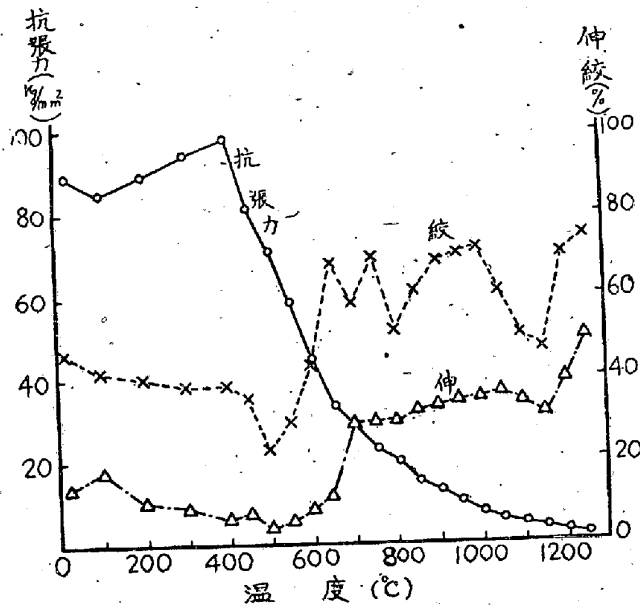
低いものに甚だしく C0.25% では 800~900°C に軽度に見われ C0.55% では現われてゐない。尙此の現象は伸、絞に於ては抗張力以上に顯著に現われる。

次に變形能を現わす性質として伸、及び絞は最も重要と思われるが兩者略同一の傾向を示し鋼種別に通覽して



第14圖 不 銹 鋼

符號 S (C0.16%, Cr20.1%, Ni8.35%)

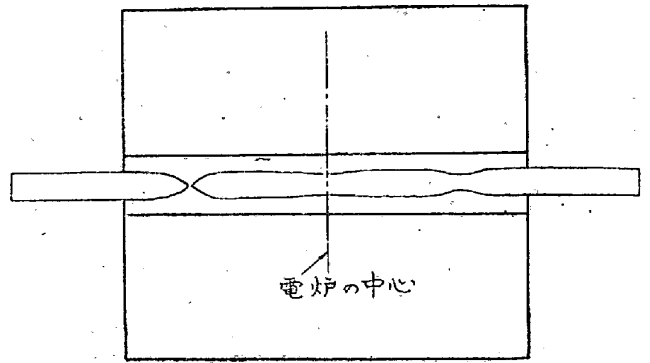


第15圖 Cr-Mn 鋼

(I. 234)

符號 Cr-Mn (C0.36%, Cr0.98%, Mn0.79%)

見ると低炭素鋼は 300°C 附近の青熱脆性の現われる範囲は常温の時より小となり 350°C 附近より上昇して大體 800°C 附近で最大となり 900°C 附近の抗張力の増加する特異な範囲は再び低下して小となり此の低下はC%の少いもの程大である。C%が多くなると多少趣を異に



第16圖 C0.10%, 温度 950°C

し 300°C 附近で低下することは低炭素鋼と同様であるが 650°C 附近にも二次脆性で低下し 750°C 以上は急上昇して 900°C 附近に於ける低下もなく温度の上昇と共に大となつている。不銹鋼は低温、高温共に伸縮の大なる特徴があり、T 珪素鋼は常温では伸縮極めて小なるも温度の上昇と共に大となり 900~1150°C に多少低下する嫌あるも 850°C 附近に於ける伸の大なることは注目値する。B 珪素鋼は T 珪素鋼と略同一傾向なるも 900~1050°C は小である。I. 234 は伸縮共に少く他鋼種の下位にあり熱間加工が困難であることが首肯される。

次に破断部形状では伸縮の大なるものは肌滑かであるが伸縮の少い I. 234 は 1000~1150°C の高温で小龜裂を生じ此の點よりも鍛錬性は不良である。要するに以上を総合して見ると、低炭素質のものは 900°C 附近に若干の問題があり多少注意を要するも大體にどの鋼種も 800~1250°C の範囲は壓延、鍛造に適する温度と云ふことが出来る。只 I. 234 のみは伸縮が少いから加工率を小にして注意深く作業する外はない。

#### IV 考 察

高炭素鋼は高温度に加熱することは問題があり本實驗の如き条件のもとでは一應 1250°C でもよいことになつたのであるが、もとより固相線以下であるので不都合はないのであるが實際問題として Hatfield は末尾附録の如く最高加熱温度及び理論的燃焼温度を示して加熱温度は固相線以下 82°C を越してはならないことを主張しておる。現場作業では加熱爐の雰囲気、加熱時間等より脱炭、組織等が考えられ 1250°C などの高温は避けたがよい。又製鋼作業の良否、鑄造まゝの鋼塊よりも一度鍛錬した鋼材の方が鍛錬性がよい等のことは日常經驗することと之等を考慮して善處すべきことは云ふをまたない。

#### V 結 論

(1) 試験に供した 13 種の鋼材は大體に何れも 800~

1250°C は抗張力極めて少く伸長を増大し鋼種別にも差異少くなり抗張力は 800°C で 5~10 kg/mm<sup>2</sup> 程度, 1250°C で 0.3~2 kg/mm<sup>2</sup> 程度となり, 壓延, 鍛造に適した温度範囲である. 低炭素質のものは 900°C 前後に抗張力を少量増加し伸長を減少するも高温に於ける抗張力の小なる時に起る現象で鑄造鋼塊の壓延等は多少の注意を必要とするも鍛鍊した鋼片等は決して問題でない.

(2) T珪素鋼は 900~1150°C に伸長の少く注意を要するも 850°C 前後に於ける伸は極めて大である.

(3) B珪素鋼は T珪素鋼に類似するも 1000°C 前後に於ける伸長は稍々劣る.

(4) 不銹鋼は高温に於ける伸長が大であるが常温~500°C の低温にても大である.

(5) イ. 234 は伸長少く 800°C~1000°C に於ける抗張力も他鋼種の 2 倍近く 1000°C~1150°C では小龜裂を生じ 13 種中最も鍛鍊困難である, (昭. 24. 8 寄稿)

附録 Hatfield の最高加熱温度

鋼種	最高鍛鍊温度	燃焼温度
C1.5%	1050°C	1140°C
C1.1%	1080	1180
C0.9%	1120	1220
C0.7%	1180	1280
C0.5%	1250	1350
C0.4%	1271	—
C0.3%	1293	—
C0.2%	1320	1470
C0.1%	1350	1470
Si-Mn 發條	1250	1490
3% Ni 鋼	1250	1350
3% Ni-Cr 鋼	1250	1370
Ni-Cr 自硬鋼	1250	1370
5% Ni 鋼	1270	1370
Cr-V 鋼	1250	—
高速度鋼	1300	1380
不銹鋼	1280	1380
Cr-Ni 耐熱鋼	1300	1420

W. H. Hatfield: Trans of A. S. S. T. (1929) 817.

## 型用鋼に關する研究

(昭和 24 年 4 月本會講演大會講演)

阿部 富美夫\*・齋藤 利生\*

### STUDY ON DIE BLOCK STEEL

*Fumio Abe and Toshio Saito*

#### Synopsis:—

There are certain fundamental properties in die blocks which should be found in every one of them. They appear to be as follows:

1. High value both of strength and toughness at room and higher temperature.
2. High wear resistance for use.
3. Mass-effect at any mass should possibly be least in heat treatment.
4. Machinability should be good after heat treatment.

The results of tests and comparative studies of above qualifications on five kinds of steels, namely two kinds of Ni-Cr-Mo steel and each one kinds of Cr-Mo steel, Cr-Mn and Cr-V steel are hereby reported.

After all, Ni-Cr-Mo steel turned out to be the best among all to answer above requirements.

#### (I) 緒 言

鍛造用型鋼は型鍛造に依る多量生産の發展に伴い材質的に優秀な製品を要望せられてゐる. 現在では米國 Heppenstall 會社及 Finkl 會社の製品が使用上最も優

秀であると云はれてゐる<sup>1)</sup>が之等型鋼の材質に關する詳細な實驗値は未だ發表せられてゐない.

型用鋼として具備すべき條件は種々擧げられてゐる<sup>2)</sup>が之等を綜合して現在使はれてゐる調質後型彫する型鋼

\* 日本製鋼所室蘭製作所研究部