

ニッケル・クロム代用鋼としてのクロム・ ワナヂウム鋼に関する研究 (第 I 報)

(日本鉄鋼協會第 27 回講演大會講演 昭 17. 4)

上野建二郎・佐藤進

UEBER DIE UNTERSUCHUNGEN DER CHROMVANADINSTAEHLE ALS ERSATZ DER CHROMNICKEL STAEHLE (I)

Kenzirô Ueno and Susumu Sato.

ZUSAMMENFASSUNG:— Wir hestellten die verschiedenen Chromvanadinstähle, welche beim Nachschlagen deren Literaturen als Ersatz der Chromnickelstähle vermutet wurden; und erforschten die mechanische Eigenschaften unter verschiedenen Bedingungen der Wärmebehandlungen. Die Ergebnisse der Erforschungen sind wie folgendes:—

1. Die Chromvanadin Stähle können genügend als Ersatz für Chromnickelstähle der ersten, zweiten und auch dritten Klassen (JIN) gebraucht werden.
2. Die Temperaturenbereiche der Abschreckung sind sehr breit, darum Chromvanadinstähle können sehr mühelos in Wärmearbeitung behandelt werden.
3. Man sagt, dass Chromvanadinstähle die grossen Masseffekte haben, aber in diesen Erfolgen derselben Masseffekte sind nicht so gross, und die Stähle können genügend in die grossen Maschinenteile gebraucht werden.
4. Chromvanadinstähle haben nicht Anlassprädigkeiten als die in Chromnickelstähle existieren, daher in diesem Punkt Chromvanadinstähle besser als Chromnickelstähle. Chromvanadinstähle als Ersatz für Chromnickelstähle werden in dem nächsten Berichte veröffentlicht werden.

目 次

1. 緒 言
2. ニッケル・クロム鋼の規格
3. 特殊鋼協議會の代用鋼規格と其の機械的性質
4. ニッケル・クロム鋼第 1 種乙代用鋼に関する考察
5. ニッケル・クロム鋼第 2 種乙代用鋼に関する考察
6. ニッケル・クロム鋼第 3 種乙代用鋼に関する考察
7. ニッケル・クロム鋼第 4 種乙代用鋼に関する考察
8. クロム・ワナヂウム鋼の豫想規格
9. 試製方法並に試製鋼成分
10. 機械的性質の研究方法
11. 試製鋼第 1 號乃至第 3 號の試験結果
 - () 焼戻温度と機械的性質との關係
 - (ロ) 焼入温度と機械的性質との關係
 - (ハ) 鋼材の質量效果に関する研究
 - (ニ) 焼戻脆性に関する研究
12. ニッケル・クロム鋼第 1 種乙, 第 2 種乙, 第 3 種乙代用鋼として考へらるべきクロム・ワナヂウム鋼の規格成分
13. 結 論

I. 緒 言

ニッケル・クロム代用鋼の實用並に研究の必要なることは今さら言を俟たない所である。而して從來これが代用鋼

として主張され現に特殊鋼協議會規格として使用されつつあるものは主としてクロム・マンガン鋼又はクロム・モリブデン鋼である。然るに此のクロム・マンガン鋼はニッケル・クロム鋼の代用としては性質必ずしも十分でなく、又クロム・モリブデン鋼は良好なる性質を有して居り現在に於ては代用鋼として我國情に最適のものとされて居るが然しモリブデンの生産は我國に於て必ずしも十分とは云へず又其の鑛石の産出狀況も樂觀をゆるし得ない狀況である。

然るにクロム・モリブデン鋼と殆んど同様の性質を有するものにクロム・ワナヂウム鋼がある。これは從來ワナヂウムの國內産出無きため代用鋼たるの資格なきものとされて居つたのであるが、併し日本砂鐵鋼業に於ては砂鐵中のワナヂウムを抽出してフェロ・ワナヂウムを製造することに成功し八戸工場に於て既に相當量の生産を行ひ得るに至つた、依てワナヂウムは國內産出無きもの、不足なるものとの觀念は茲に多少訂正せられなければならない、そしてクロム・ワナヂウム鋼を代用鋼として考へても良い狀況になつて來たのである。此處に於て著者はクロム・ワナヂウム鋼中ニッケル・クロム代用鋼として使用し得べき鋼種を文獻其の他により調査検討し數種のクロム・ワナヂウム鋼を試製して其の機械的性質を研究した。其の結果幸にして

* 日本砂鐵鋼業會社 ** 日本砂鐵業會社高砂工場

第1表(1) 構造用ニッケル・クロム鋼規格

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	抗張力 kg/mm ²	降伏点 kg/mm ²	伸 %	絞 %	シャーパー kg.m/cm ²	硬度 B.H
Ni-Cr-鋼第1種乙	0.25 ~0.40	<0.35	0.35 ~0.65	<0.035	<0.035	1.0 ~2.5	0.30 ~0.90	> 70	> 50	> 22	> 50	> 12	> 200
" 第2種乙	"	"	"	"	"	2.50 ~3.50	0.30 ~0.90	> 80	> 65	> 18	> 45	> 12	> 280
" 第3種乙	"	"	"	"	"	3.0 ~4.0	0.50 ~1.00	> 90	> 75	> 15	> 40	> 9	> 260
" 第4種乙	"	"	"	"	"	4.0 ~5.0	1.00 ~2.00	>150	--	> 7	> 25	> 4	> 420

先づニッケル・クロム鋼第1種乙, 第2種乙, 第3種乙に使用し得べきクロム・ワナヂウム鋼を決定し得た。此處に其の研究結果を發表し識者の御批判御教示を仰ぐ次第である。

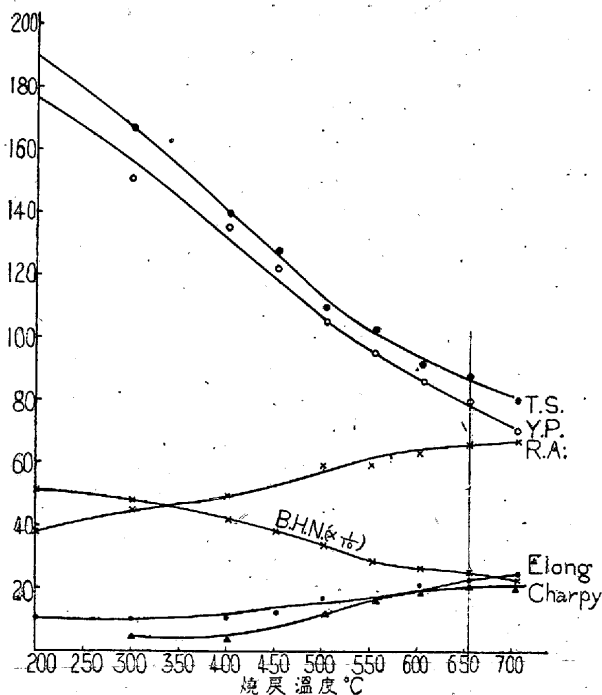
尙同上第4種乙に使用し得べきクロム・ワナヂウム鋼に就いては目下研究中にして遠からず之に就いても發表し得ることと思ふ。

は Ni が 3.0~4.0・Cr が 0.5~1.0 第4種乙は Ni が 4.0~5.0, Cr が 1.0~2.0 である。即ち第3種, 第4種は相當の Ni を必要とするから従つて消費量も増大する譯である。

此のニッケル・クロム鋼の機械的性質を示せば次の第1圖乃至第4圖に示す如くである。此の圖は玉置氏著特殊鋼第191頁及び192頁所載の數値を借用し之を圖示せるものである, 第1圖に於て規格合格の範圍は約 650°C 以上で圖中の標示線より右が其の範圍である。又 700°C を

II. ニッケル・クロム鋼の規格

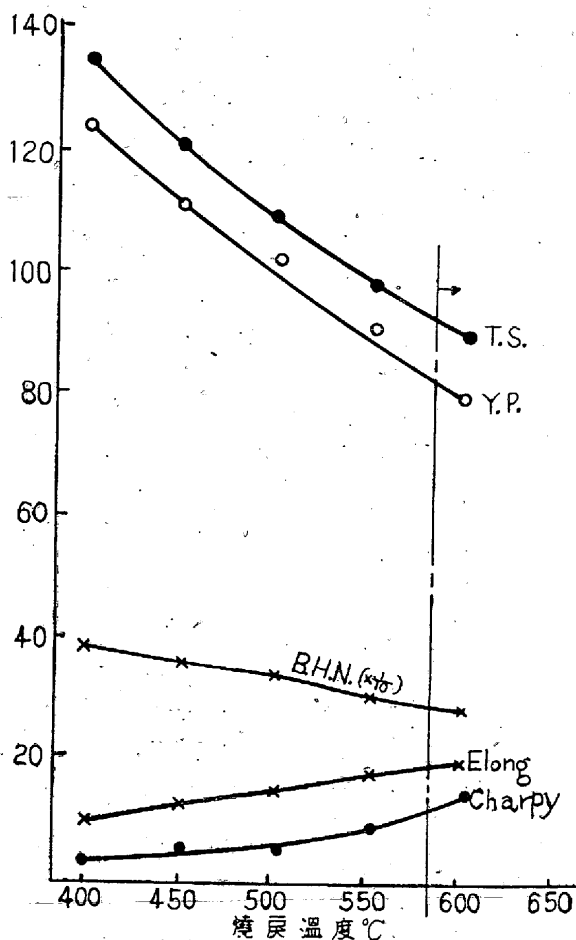
日本標準規格のニッケル・クロム鋼の成分並に機械的性質を示せば次の第1表の如くである。即ち C, Si, Mn, P, S 等の成分は同一で第1種乙は Ni が 1.0~2.5, Cr が 0.3~0.9 第2種乙は Ni が 2.5~3.5, Cr が 0.3~0.9 第3種乙



第1圖 ニッケル・クロム鋼第1種乙の機械的性質

C Ni Cr 850°C より油焼入
0.32 1.32 0.85 (玉置; 特殊鋼 p. 191)

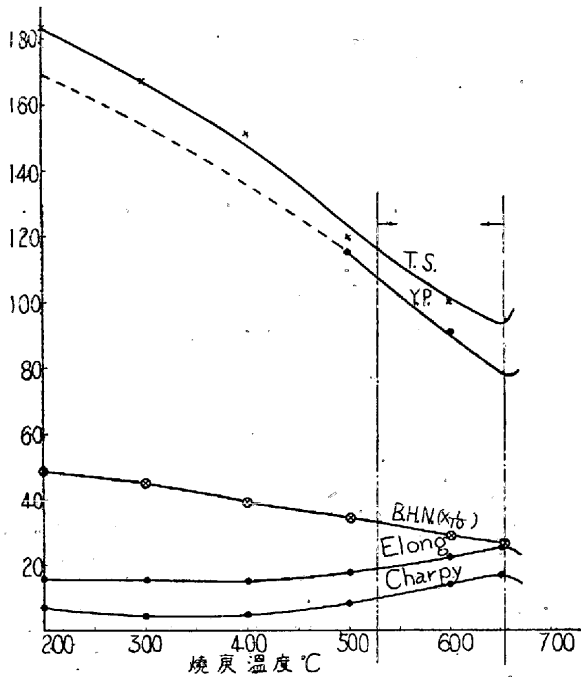
T.S.=抗張力 kg/mm² R.A.=絞(%)
Y.P.=降伏点 kg/mm² B.H.N.=ブリネル硬度
Elong.=伸(%) Charpy=シャーパー kgm/cm²



第2圖 ニッケル・クロム鋼第2種乙の機械的性質

C Ni Cr 850°C より油焼入
0.30 2.72 0.75 (玉置; 特殊鋼 p. 191)

T.S.=抗張力 kg/mm² R.A.=絞(%)
Y.P.=降伏点 kg/mm² B.H.N.=ブリネル硬度
Elong.=伸(%) Charpy=シャーパー kgm/cm²



第3圖 ニッケル・クロムの機械的性質

C Ni Cr 850°Cより油焼入
0.35 3.45 0.99 (玉置; 特殊鋼 p. 192)
T.S.=抗張力 kg/mm² R.A.=絞
Y.P.=降伏点 kg/mm² B.H.N.=ブリネル硬度
Elong.=伸(%) Charpy=シャルピー kgm/cm²

超ゆると規格外になるから規格合格範囲は比較的狭小である。第2圖に於ては規格合格範囲は585°Cより右に属する。

又第3圖に於ては530~650°Cの範囲、又第4圖に於ては410°Cより左に属する随つて之等の代用鋼は之に近似の焼戻曲線を示し且質量効果の少ないものなることが必要である。

III. 特殊鋼協議會の代用鋼規格と 其の機械的性質

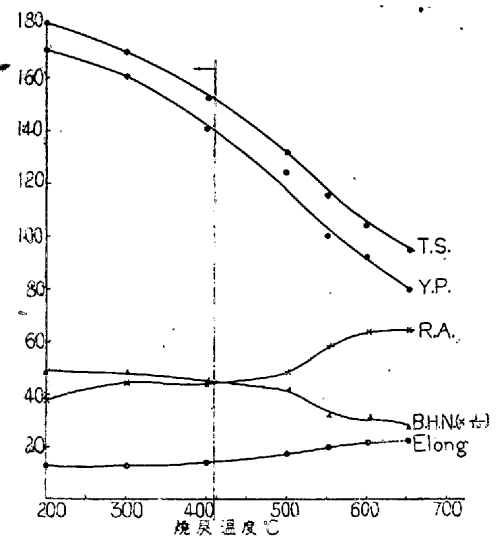
商工省に於ては特殊鋼協議會に依頼して代用鋼の規格案を定め昭和15年6月5種(強靱鋼3種, 肌焼鋼2種)の代用鋼の暫定規格が制定せられたのである。

今其の中の強靱鋼に関するものを示せば次の第1表(2)

第1表(2) 構造用ニッケル・クロム鋼代用鋼規格

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	抗張力 kg/mm ²	降伏点 kg/mm ²	伸 %	絞 %	シャルピー kgm/cm ²	硬度 B.H
クロム鋼第1種 (代用鋼第1種)	0.30 -0.40	<0.35	0.50 -0.60	<0.035	<0.035	0.80 -1.20	—	—	>75	>60	>15	>45	>10	—
クロムモリブデン鋼 (代用鋼第2種)	0.27 -0.37	"	0.30 -0.60	"	"	1.00 -1.50	0.20 -0.30	—	>90	>70	>15	>45	>8	—
ニッケル・クロム鋼 第5種乙(代用鋼第3種)	0.28 -0.35	"	0.80 -1.50	"	"	2.50 -3.50	0.20 -0.30	10 -1.5	>150	—	>7	>25	>4	—

に示す通りである。



第4圖 ニッケル・クロム鋼第4種乙の機械的性質

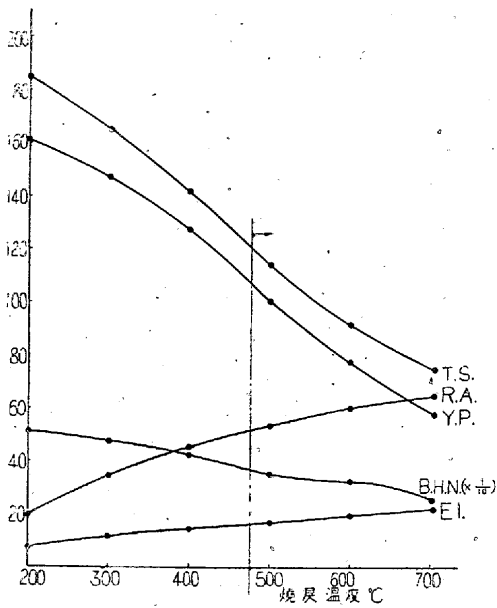
C Ni Cr 850°Cより油焼入
0.29 4.42 1.34 (玉置; 特殊鋼 p. 192)
T.S.=抗張力 kg/mm² R.A.=絞
Y.P.=降伏点 kg/mm² B.H.N.=ブリネル硬度
Elong.=伸(%)

即ちニッケル・クロム第1種乙と第2種乙との規格を少しく低下して一緒になし、代用鋼第1種の規格が出来て居るのである。更に最近即ち昭和16年10月代用鋼第1種の名稱を廢しクロム鋼第1種と稱することになり又代用鋼第2種をクロム・モリブデン鋼、代用鋼第3種をニッケル・クロム鋼第5種乙と呼ぶ様に改正せられた。

IV. ニッケル・クロム鋼第1種乙 代用鋼に関する考察

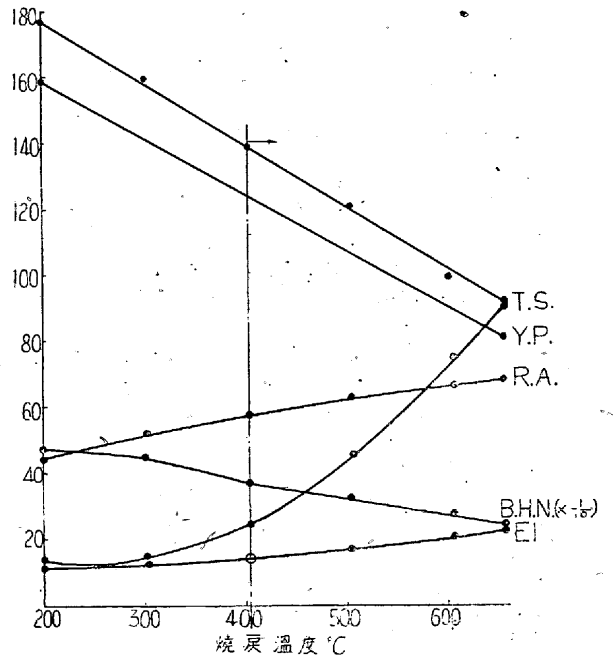
今文獻を調査してニッケル・クロム鋼第1種乙代用鋼に相當すべき鋼の成分並に機械的性質を表示すれば第2表に示す通りである。第2表に於てCr-V鋼, Cr-Mo鋼は共に優良なる成績を示して居りCr-Mn鋼よりも伸に於て優秀である。

第5圖第6圖はKinzel & Craft著 Alloys of Fe & Cr 216頁及び217頁に所載のCr-Mn鋼の機械的性質を圖



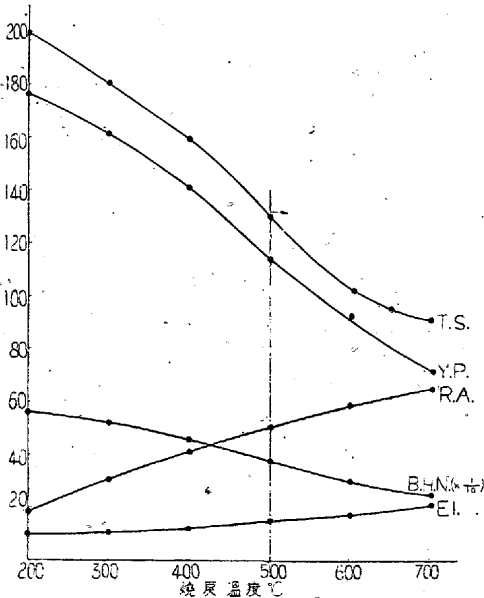
第5圖 クロム・マンガン鋼の機械的性質

S.A.E. 5130 C Mn P S Cr
 0.28-0.33 0.60-0.80 <0.040 <0.050 0.80-1.10
 (Kinzel & Craft; Alloys of Fe & Cr. p. 216)
 T.S.=抗張力 kg/mm² R.A.=絞(%)
 Y.P.=降伏点 kg/mm² B.H.N.=ブリネル硬度
 El.=伸(%)



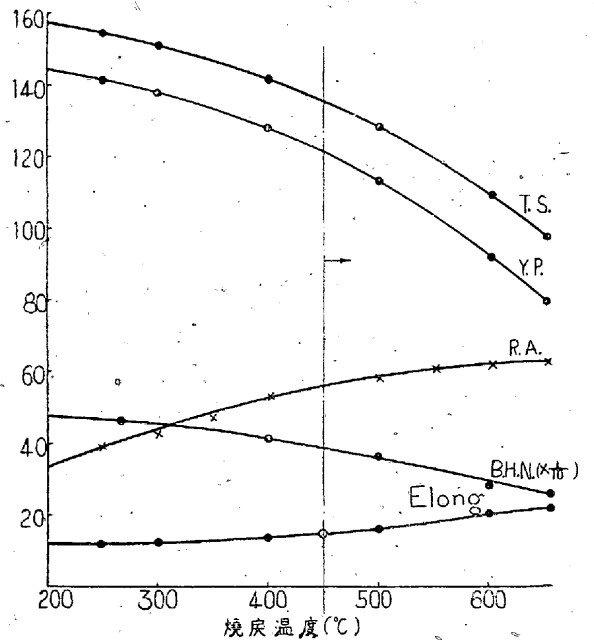
第7圖 クロム・モリブデン鋼の機械的性質

S.A.E 4130 C Mn Cr Mo 830-860°C 水焼入
 0.25 0.50 0.50 0.15
 -0.35 -0.80 -0.80 -0.25
 (Climax Mo Co. Mo in Steel Sect. 2, p. 3)
 T.S.=抗張力 kg/mm² R.A.=絞(%)
 Y.P.=降伏点 kg/mm² B.H.N.=ブリネル硬度
 El.=伸(%) Izod = Ft. Lbs.



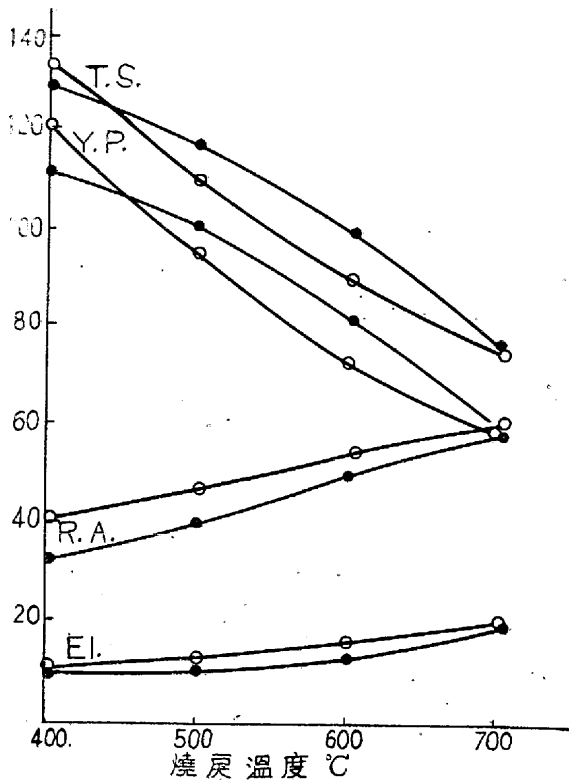
第6圖 クロム・マンガン鋼の機械的性質

S.A.E. 5135 C Mn P S Cr 850°C より水焼入
 0.33 0.70 <0.040 <0.050 0.80
 -0.38 -0.90 -1.10
 (Kinzel & Craft; Alloys of Fe & Cr. p. 217)
 T.S.=抗張力 kg/mm² R.A.=絞(%)
 Y.P.=降伏点 kg/mm² B.H.N.=ブリネル硬度
 El.=伸(%)



第8圖 クロム・バナジウム鋼の機械的性質

C Mn Cr V 850°C 水焼入
 0.25-0.35 0.50-0.80 0.80-1.10 0.15-0.20
 (V in Steel.)
 T.S.=抗張力 kg/mm² R.A.=絞(%)
 Y.P.=降伏点 kg/mm² B.H.N.=ブリネル硬度
 El.=伸(%)



第9圖 クロム・ワナヂウム鋼並クロム・モリブデン鋼機械的性質

	C	Mn	P	S	Cr	V	Mo	焼入
S.A.E 6140	0.35 -0.45	0.60 -0.90	0.04	0.05	0.80 -1.10	0.15 -0.20	—	860~ 900°C
S.A.E 4140	"	"	"	"	"	—	0.15 -0.25	830~ 860°C

T.S.=抗張力 kg/mm² R.A.=絞(%) (S.A.E Handbook 1940)
 Y.P.=降伏點 kg/mm²
 El.=伸(%) ○クロム・ワナヂウム鋼 ●クロム・モリブデン鋼

示せるものである。第8圖は獨逸の電氣冶金會社の(ワナヂウムに關する)パンフレットより抜書せる構造用クロム・ワナヂウム鋼の機械的性質を示すものである。又第7圖は Climax. Mo. Co 版 Mo in Steel Sect 2. P. 3 所載のクロム・モリブデン鋼の機械的性質又第9圖は S. A. E. Hand Book 1940 年所載の S. A. E. 4140 及び 6140 の性質を同一圖上に示して見たものである。以上の各圖を比較對照すれば文獻により多少の相違はあるも大體に於て Cr-Mn 鋼に比較してクロム・モリブデン鋼及びクロム・ワナヂウム鋼は伸並に絞に於て良好なる性質を示して居ることが分る。

猶クロム・モリブデン鋼並にクロム・ワナヂウム鋼は第9圖より見ればクロム・ワナヂウム鋼の方良好なる様であるが他を比較すれば甲乙無く大體に於て同様なりと云ふことが出来る。

従つて第2表並に第5圖乃至第9圖を比較對照しニッケル・クロム鋼第1種乙の代用鋼たるべきクロム・ワナヂウム鋼は次の如き成分のものが良好と思はれる。

C	Si	Mn	P	S	Cr	V
0.25-0.40	<0.35	0.5-0.8	<0.035	<0.035	0.8-1.2	0.15-0.20

而して其の機械的性質は 850°C より焼入, 650°C にて焼戻せるものが

第2表 ニッケル・クロム鋼第1種乙代用鋼

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
1. Ni Cr 鋼第1種乙	0.25-0.40	<0.35	0.35-0.65	<0.035	<0.035	1.0-2.5	0.30-0.90	—
2. 實例 (Ni-Cr 鋼)	石原 P. 3	0.39	0.20	0.28	0.018	0.016	1.25	0.72
3. 代用鋼第1種	0.30-0.40	<0.35	0.50-0.80	<0.035	<0.035	—	0.80-1.20	—
4. 實例 (Cr-Mn 鋼)	石原 P. 3	0.38	0.22	1.15	0.017	0.013	—	0.71
5. " "	"	0.30	0.10	0.88	—	—	—	0.70
6. " (Cr-Mo 鋼)	"	0.25	0.34	0.41	0.019	0.008	—	0.89
7. " "	"	0.39	0.29	0.38	0.020	0.017	—	1.34
8. " (Cr-V 鋼)	Rapatz P. 147	0.25	—	—	—	—	—	0.90
9. " "	Hougardy P. 101	0.32	—	0.75	—	—	—	1.03
10. " "	"	"	"	"	"	"	"	"

V	抗張力 kg/mm	降伏點 kg/mm	伸	絞	シャーパー kgM/cm	硬度 B. H	焼入	焼戻
1.	>70	>50	>22	>50	>12	>200	850°C 油冷	650°C 油冷
2.	83.8	74.1	25.6	69.4	20.9	241	800-850°C 油冷	600-700°C (同右)
3.	>75	>60	>15	>45	>10	—	850°C 油冷	600°C 油冷
4.	91.0	79.9	21.4	62.3	13.0	277	830°C "	630°C "
5.	94.2	87.7	20.0	63.0	14.9	269	850°C "	600°C "
6.	80.6	72.1	24.0	68.0	22.9	235	850°C "	630°C "
7.	83.2	71.5	25.0	66.5	23.8	255	850°C "	600°C "
8.	93.10	69.30	30	—	—	—	900°C "	650°C "
9.	87.0	73.7	23.4	59.0	—	—	825-865°C "	640°C (25mm) d=
10.	92.8	83.6	23.6	60.6	—	—	835-890°C "	640°C (22mm) d=

抗張力 kgs/mm ²	降伏点 kgs/mm ²	伸 %	絞 %	シャーパー kg.M/cm ²	硬度 H. B
>70	>50	>22	>50	>12	>200

の規格を満足し得るものと思はれる。

V. ニッケル・クロム鋼第2種乙

代用鋼に関する考察

又ニッケル・クロム鋼第2種乙代用鋼に相当すべき鋼の成分並に機械的性質を表示すれば第3表の通りである。

特殊鋼協議会規格に於てはクロム・マンガン鋼がニッケル・クロム鋼より少しく性質の劣ることを考へ規格を低下してニッケル・クロム鋼第1種乙及び第2種乙を同一のクロム・マンガン鋼を以て代用することに決定されて居る。

然るに第3表を見ればクロム・バナジウム鋼又はクロム・モリブデン鋼を以てすれば十分ニッケル・クロム鋼の性質を代用出来ること明かである。これは第7圖及び第9圖より見るも明かなることである。依てニッケル・クロム鋼第2種乙代用のクロム・バナジウム鋼は前記の第1種乙代用の成分のものにて十分なりと思考さる。而して此の場合もクロム・マンガン鋼の如く規格を低下せしむるの要はないと考へる。即ち次の如し。

C	Si	Mn	P	S	Cr	V
0.25 -0.40	<0.35	0.50 -0.80	<0.035	<0.035	0.8 -1.2	0.15 -0.20
850°C より焼入後		600-670°C にて焼戻して				
抗張力 kg/mm ²	降伏点 kg/mm ²	伸 %	絞 %	シャーパー kg.m/cm ²	硬度 H. B	
>80	>65	>18	>45	>12	>280	

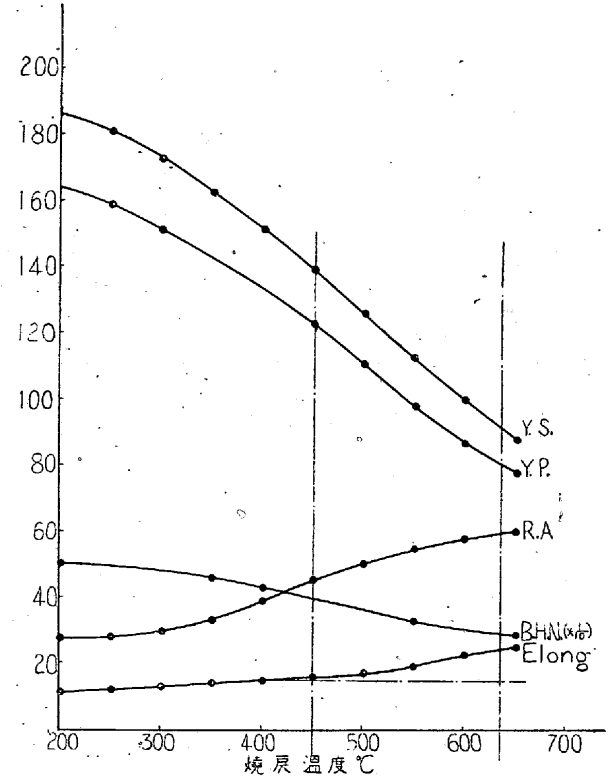
第3表 ニッケル・クロム鋼第2種乙代用鋼

		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
Ni Cr 鋼第2種乙		0.25-0.40	<0.35	0.35-0.65	<0.035	<0.035	2.50-3.50	0.30-0.90	—
實例 (Ni-Cr 鋼)	石原 P. 4	0.31	0.27	0.50	0.013	0.024	2.60	20.43	—
代用鋼第1種		0.30-0.40	<0.35	0.50-0.80	<0.035	<0.035	—	0.80-1.20	—
實例 (Cr-Mn 鋼)	石原 P. 4	0.38	0.22	0.86	0.023	0.015	—	0.71	—
" (Cr-Mn 鋼)	"	0.40	0.35	1.00	0.021	0.015	—	1.10	—
" (Cr-Mn 鋼)	Hougardy P. 101	0.31	—	0.85	—	—	—	0.91	—
" (Cr-V 鋼)	Hougardy P. 101	0.32	—	0.75	—	—	—	1.03	—
" (Cr-V 鋼)	"	0.26	—	0.57	—	—	—	0.80	0.36
" (Cr-Mo 鋼)	石原 P. 4	0.28	0.33	0.49	0.020	0.009	—	0.98	0.35
V	抗張力 kg/mm ²	降伏点 kg/mm ²	伸 %	絞 %	シャーパー kg.m/cm ²	硬度 B. H	焼 入	焼 戻	
—	>80	>65	>18	>45	>12	>280	850°C 油冷	600°C 油冷	
—	88.4	81.9	24.0	64.9	19.9	277	800-850°C "	600-700°C "	
—	>75	>60	>15	>45	>10		徑 50mm 以上は水冷	(同 左)	
—	98.8	88.4	15.0	66.5	28.8	293	850°C 油冷	850°C 油冷	
—	102.7	92.3	16.6	53.0	18.2	302	850°C "	580°C "	
—	85.5-80.2	74.0-68.0	20.5-21.7	64.0-64.8	—	—	835-890°C "	590-640°C "	
0.16	98.5-92.8	89.5-83.6	22.7-23.6	57.7-60.6	—	—	835-890°C "	590-640°C "	
—	96.3-83.6	86.3-70.5	22.5-26.5	60.7-68.4	—	—	" "	" "	
—	83.8	74.7	24.0	67.3	24.5	24.1	850°C "	630°C "	

VI. ニッケル・クロム鋼第3種乙

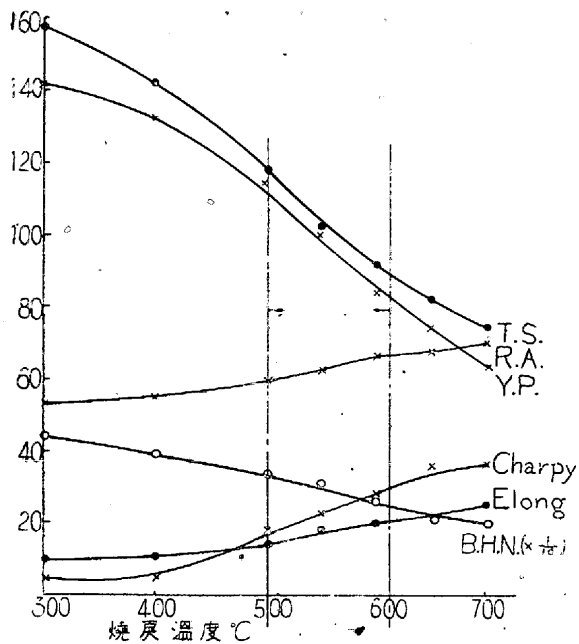
代用鋼に関する考察

第3種乙代用鋼として特殊鋼協議会に於てはクロム・



第10圖 高抗力クロム・バナジウム鋼の機械的性質

C	Mn	Cr	V	850°C より油焼入
0.40-0.50	0.50-0.90	0.80-1.10	0.15-0.20	(Vin Steel)
T.S.	抗張力 kg/mm ²	R.A.	絞(%)	
Y.P.	降伏点 kg/mm ²	B.H.N.	ブリネル硬度	
El.	伸(%)			

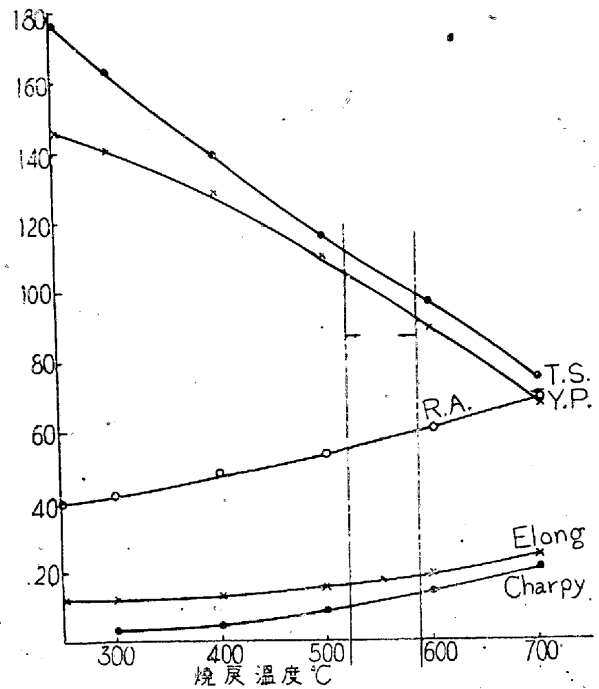


第11圖 クロム・マンガン・モリブデン鋼の機械的性質

C Mn Cr Mo 850°C より油焼入
0.27 1.55 0.65 0.2

(玉置; 特殊鋼 P. 216)

T.S.=抗張力 kg/mm² R.A. = 絞(%)
Y.P.=降伏点 kg/mm² B.H.N.=ブリネル硬度
El.=伸(%)



第12圖 クロム・マンガン・バナジウム鋼の機械的性質

C Mn Cr V 845°C より水焼入
0.40 1.20 0.35 0.10

(Hougardy. P. 96)

T.S.=抗張力 kg/mm² R.A. = 絞(%)
Y.P.=降伏点 kg/mm² Charpy=シャーピー
El.=伸(%) kg.m/cm²

第4表 ニッケル・クロム第3種乙代用鋼

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
Ni Cr 鋼第3種乙	0.25-0.40	<0.35	0.35-0.65	<0.035	<0.035	3.0-4.0	0.50-1.00	—
實例 (Ni-Cr 鋼) 石原 P. 7	0.36	0.32	0.49	0.020	0.020	3.23	0.83	—
代用鋼第2種	0.27-0.37	<0.35	0.30-0.60	<0.035	<0.035	—	1.00-1.50	0.20-0.30
實例 (Cr-Mo 鋼) 石原 P. 7	0.29	0.29	0.50	0.015	0.012	—	1.21	0.30
" (Cr-Mo 鋼) "	0.37	0.25	0.31	0.019	0.014	—	1.06	0.30
" (Cr-Mo 鋼) "	0.34	0.28	0.43	0.019	0.018	—	1.20	0.45
" (Cr-Mo 鋼) "	0.36	0.22	0.49	0.020	0.008	—	1.20	0.33
" (Cr-V 鋼) Kinzel P. 323	0.40	0.31	0.64	—	—	—	0.93	—
" (Cr-V 鋼) Kinzej P. 321	0.36	—	0.21	—	—	—	1.20	—
" (Cr-V 鋼) Kinzel P. 318	0.26	0.06	0.48	—	—	—	0.92	—
" (Cr-Mn-Mo 鋼) p. 216 玉置	0.34	—	1.00	—	—	—	1.65	0.30
" (Cr-Mn-V 鋼) Hougardy P.98	0.40	—	1.20	—	—	—	0.35	—
" (Mn-V 鋼) p. 93	0.45-0.55	—	0.50-0.80	—	—	—	—	—

V	抗張力 kg/mm²	降伏点 kg/mm²	伸	絞	シャーピー kg.m/cm²	硬度 B. H	焼入	焼戻
—	>90	>75	>15	>40	>9	>260	850°C	630°C
—	95.5	87.1	24.6	26.3	17.5	277	850°C	600°C
—	>90	>70	>15	>45	8	—	830-870°C	580-650°C
—	94.2	87.1	20.8	66.5	17.9	277	850°C	600°C
—	90.3	7.99	26.4	63.1	18.5	255	850°C	650°C
—	107.2	101.4	20.0	62.3	22.2	286	850°C	600°C
—	99.4	92.3	22.8	58.5	20.8	202	850°C	600°C
0.20	102.5	91.5	18.0	58.0	57.0 (Izod)	305	900°C	625°C
0.38	88.6	75.8	23.0	57.0	40.0 (Izod)	"	900°C	650°C
0.20	110.0	93.6	18.0	62.5	—	—	900°C	625°C
—	94.9	83.2	22.8	61.5	18.9	270	850°C	650°C
0.10	95.0	88.0	18.0	60.0	14.0	—	845°C	600°C
0.20-0.30	112.0	86.0	17.0	58.9	—	—	900°C	600°C

モリブデン鋼を採用して居る。今このクロム・モリブデン鋼並にクロム・バナジウム鋼、クロム・マンガン・モリブデン鋼其の他の鋼の性質を比較対照すれば第4表に示す通りである。

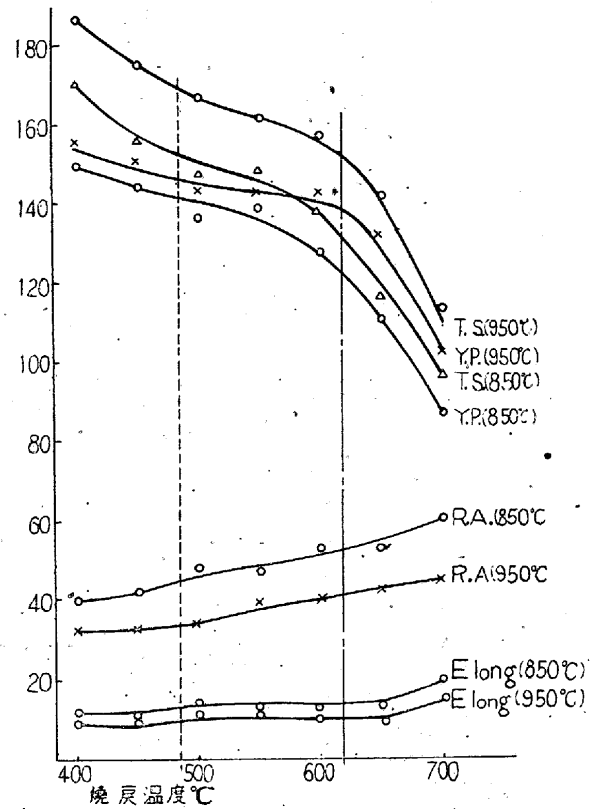
又第10圖は炭素少しく高きクロム・バナジウム鋼第12圖はクロム・マンガン・バナジウム鋼の機械的性質を示す。第4表並に第10圖乃至第12圖を参考とすればニッケル・クロム鋼第3種乙代用鋼たるクロム・バナジウム鋼は第1種乙第2種乙の代用鋼たるクロム・バナジウム鋼と同一成分にて良きか、又は多少炭素をあぐるかクロム・マンガン等を増加せしめば可なること想像し得らる。依て著者は次の2成分のものを選択してニッケル・クロム第3種乙代用鋼の試製鋼とすることにした。

No.	C	Si	Mn	P	S	Cr	V
2	0.30 -0.50	<0.35	0.50 -1.00	<0.035	<0.035	0.80 -1.20	0.20 -0.30
3	0.30 -0.50	<0.35	0.50 -1.00	<0.035	<0.035	1.20 -1.80	0.20 -0.30

VII. ニッケル・クロム鋼第4種乙 代用鋼に関する考察

第4種乙代用鋼としては特殊鋼協議會に於て低ニッケル・クロム・モリブデン鋼を以て規格として居る。然るに此の第4種乙代用鋼としてニッケルを少しでも含有せしめることは残念である。第5表は此の代用鋼に近似の性質を有するものを選択せるものであるがクロム・モリブデン・バナジウム鋼並にクロム・バナジウム鋼シリコン・クロム・マンガン鋼が良好なる性質を有して居ることを示す。

第13圖はクロム・モリブデン・バナジウム鋼の焼入焼戻曲線を示す、以上第5表及び第13圖を検討し著者は第4種乙代用鋼として次の成分のクロム・マンガン・モリブ



第13圖 クロム・モリブデン・バナジウム鋼の機械的性質
C 0.45 Si 0.39 Mn 0.43 Cr 1.55 Mo 0.47 V 0.35
850°C or 950°C より油焼入
(Hongarko; V-St. P. 103)
T.S.=抗張力 kg/mm² R.A.=絞(%)
Y.P.=降伏點 kg/mm²
El.=伸(%)

第5表 ニッケル・クロム第4種乙代用鋼

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
Ni-Cr 鋼第4種乙	0.25-0.40	>0.35<	0.35-0.65	<0.035	0.035	4.0-5.0	1.0-2.0
(Ni-Cr 鋼) 石原 P. 13	0.30	0.30	0.44	0.023	0.007	4.16	1.59
(代用鋼第3種)	0.28-0.35	<0.35	0.80-1.50	<0.035	<0.035	1.0-1.5	2.5-3.5
(Mn-Ni-Cr-Mo 鋼)-玉置	0.29	0.31	0.90	0.018	0.009	1.60	3.10
(Cr-Mo-V 鋼) Hongardy	0.45	0.39	0.48	—	—	—	1.55
"/	"/	"/	"/	—	—	—	"/
(Cr-V 鋼)	0.25	0.30	0.65	0.005	0.011	—	6.23
(SiCCr-Mn 鋼) 綿織	0.30	1.14	1.09	-0.022	0.020	—	1.01

No.	V	抗張力 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	伸	絞	シャーパー kg.m/cm ²	硬 度 B. H	焼 入	焼 戻
—	—	>150	—	>7	>25	>4	>420	—	—
—	—	177.3	—	15.0	40.5	7.6	477	850°C 空冷	180°C 空冷
0.20-0.30	—	>150	—	>7	>25	>4	—	—	—
0.50	—	171	—	14.0	38.0	7.1	444	900°C "	200°C "
0.47	0.35	168	—	14.0	40	—	—	850°C "	400°C "
"	"	155	—	10.0	40	—	—	950°C "	600°C "
—	0.41	160.7	149.3	13.8	36.14	—	418	900°C "	200°C "
—	—	180	164	13	51	6	470	850°C "	—

デン・ワナヂウム鋼並にクロム・ワナヂウム鋼を選択し試製鋼となすことにした。

番號	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
4	0.25	<0.35	0.80	<0.035	<0.035	1.0	0.0	0.20
	-0.40		-1.50			-2.0	-0.50	-0.40
5	0.25	<0.35	0.50	<0.035	<0.035	2.5	—	0.20
	-0.40		-1.0			-3.5		-0.40
6	0.25	<0.35	0.50	<0.035	<0.035	4.0	—	0.20
	-0.40		-1.0			-6.0		-0.40

VIII. クロム・ワナヂウム鋼の豫想規格

以上記述した通りの考察の結果として研究試製すべき鋼の豫想成分規格を次の如く選擇した。

番號	C	Si	Mn	P	S	Cr	V	Mo	代用品種
1	0.25	<0.35	0.50	<0.035	<0.035	0.80	0.15	—	第1種乙
	-0.40		-0.80			-1.20	-0.20		第2種乙
2	0.30	"	0.50	"	"	"	0.20	—	(第2種乙)
	-0.50		-1.00				-0.30		第3種乙
3	0.25	"	"	"	"	1.20	0.20	—	第3種乙
	-0.45					-1.80	-0.30		
4	0.25	"	0.80	"	"	1.0	0.20	0.30	(第3種乙)
	-0.40		-1.50			-2.0	-0.40	-0.50	第4種乙
5	0.25	"	0.50	"	"	2.5	0.20	—	(第3種乙)
	-0.40		-1.00			-3.5	-0.40		第4種乙
6	0.25	"	"	"	"	4.0	0.20	—	(第4種乙)
	-0.40					-6.0	-0.40		

IX. 試験方法並に試製鋼成分

5 t の鹽基性電氣爐に於て通常の作業方法通り熔解精鍊を行つた。而して鑄造せる鋼塊は最大2 t より最小100 kg に到る如く種々なるものを作りこれを鍛造又は壓延して直径200 mm より最小25 mm のものを作つた。其の詳細はに示す通りである。

鋼塊の大きさ並に成品棒鋼の直径

鋼塊の大きさ	同上	加工方法	成品棒鋼の直径
kg			mm
2000	1.	→鍛造→	200
1000	1.	→鍛造→	<150
			<152
500	1.	→鍛造→	100
300	1.	→鍛造→	75
100	1.	→鍛造→	<50
			<25
100	1.	→壓延→	25

而して先づ豫想規格 第1, 第2, 第3 の成分のものを試製した。其の成分は次の様になつた。

記號	C	Si	Mn	P	S	Cr	V
試製鋼第1號	0.34	0.29	0.71	0.017	0.015	1.02	0.21
試製鋼第2號	0.48	0.28	0.86	0.014	0.012	1.04	0.32
試製鋼第3號	0.45	0.17	0.86	0.016	0.017	1.52	0.23

試製鋼第2號及び第3號は炭素が豫想規格の上部限界近くに近づたが兎も角この3つを用ひて試験を行ふことにした。

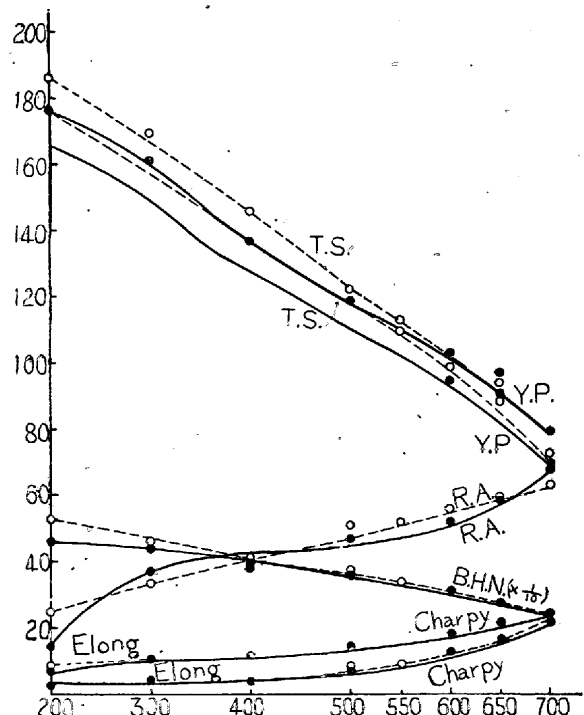
X. 機械的性質の研究方法

主として上記の鋼棒中 25 mm 径のものを用ひこれを200mm の長さにて切斷して試験棒となしこれを一定温度より油焼入又は水焼入, 空氣焼入等を行ひこれを種々なる温度にて焼戻しこれより抗張力試験片, 衝擊試験片等を切り出し機械的性質を測定して焼戻温度と機械的性質との關係を求めることにした。同様に又焼入温度と機械的性質との關係を求めることにした。又直径 25mm, 50mm, 75 mm, 100mm, 125mm, 150mm 及 200mm の各寸法の棒を一定温度より焼入して後焼戻を行ひ鋼材の質量效果に関する試験を行ひ, 又鋼材に焼戻脆性の存在の有無をも検することにした。

XI. 試製鋼の試験結果

(イ) 焼戻温度と機械的性質との關係

鍛鍊又は壓延せる鋼棒 25 mm 丸の長さ約 200 mm の試験棒を先づ 850°C に於て焼準したる後 850°C に再び加熱して油中又は水中に焼戻し次にこれを種々なる温度にて焼

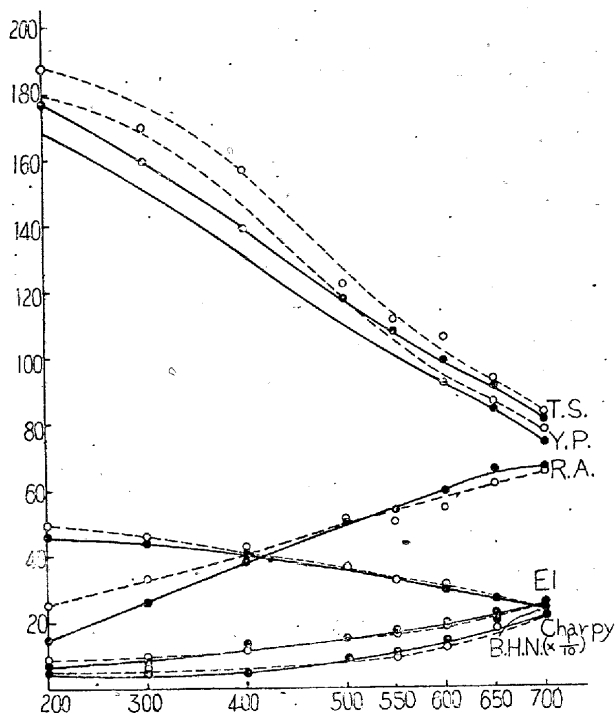


第14圖 焼戻温度と機械的性質との關係(1) 及 (2)

試製鋼第1號 鍛鍊材の場合

C	Si	Mn	P	S	Cr	V	實線=油焼入	點線=水焼入
0.34	0.29	0.71	0.017	0.015	1.02	0.21		

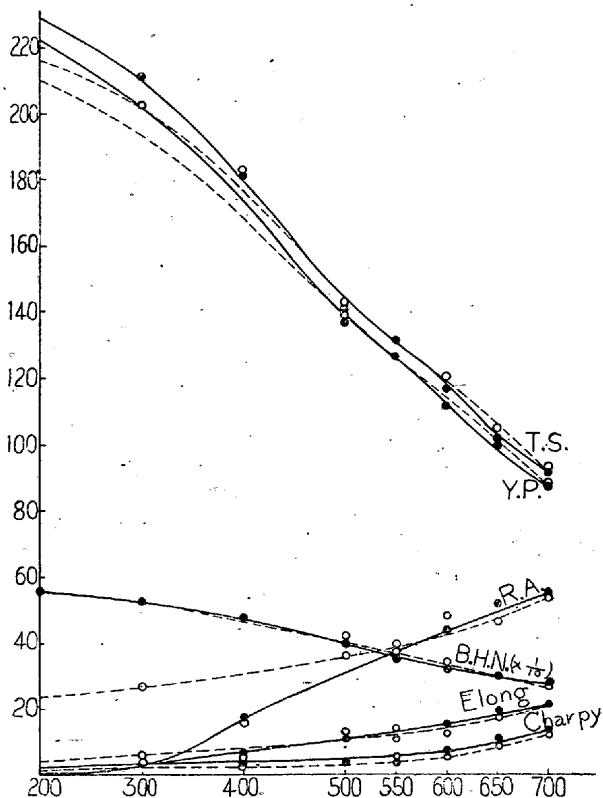
T.S.=抗張力 kg/mm² R.A.=絞(%)
 Y.P.=降伏點 kg/mm² B.H.N.=ブリネル硬度
 El.=伸(%) Charpy=シャービー-kg.m./cm²



第15圖 焼戻温度と機械的性質との関係(3)及(4)
試製鋼第1號 圧延材の場合

C	Si	Mn	P	S	Cr	V	實線=油焼入
0.34	0.29	0.71	0.017	0.015	1.02	0.21	點線=水焼入

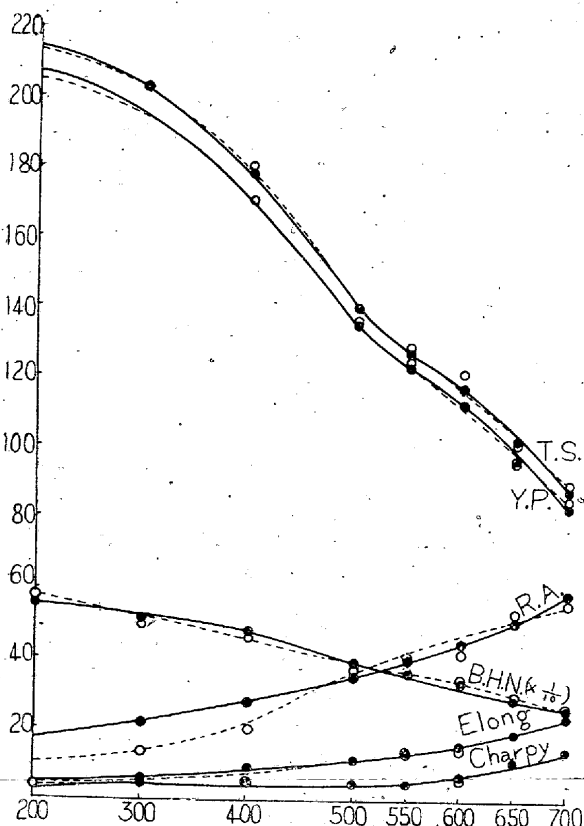
T.S.=抗張力 kg/mm² R.A.=絞(%)
Y.P.=降伏點 kg/mm² B.H.N.=ブリネル硬度
El.=伸(%) Charpy=シャープビー kg.m/cm²



第17圖 焼戻温度と機械的性質との関係(7)及(8)
試製鋼第3號 圧延材の場合

C	Si	Mn	P	S	Cr	V	實線=油焼入
0.48	0.28	0.76	0.014	0.012	1.04	0.32	點線=水焼入

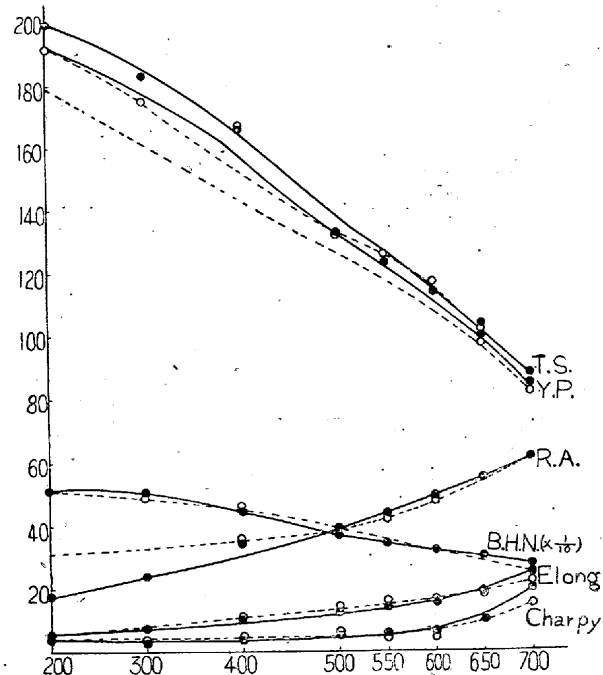
T.S.=抗張力 kg/mm² R.A.=絞(%)
Y.P.=降伏點 kg/mm² B.H.N.=ブリネル硬度
El.=伸(%) Charpy=シャープビー kg.m/cm²



第16圖 焼戻温度と機械的性質との関係(5)及(6)
試製鋼第2號 鍛鍊材の場合

C	Si	Mn	P	S	Cr	V	實線=油焼入
0.48	0.28	0.76	0.014	0.012	1.04	0.32	點線=水焼入

T.S.=抗張力 kg/mm² R.A.=絞(%)
Y.P.=降伏點 kg/mm² B.H.N.=ブリネル硬度
El.=伸(%) Charpy=シャープビー kg.m/cm²



第18圖 焼戻温度と機械的性質との関係(9)及(10)
試製鋼第3號 鍛鍊材の場合

C	Si	Mn	P	S	Cr	V	實線=水焼入
0.45	0.17	0.86	0.016	0.017	1.57	0.23	點線=油焼入

T.S.=抗張力 kg/mm² R.A.=絞(%)
Y.P.=降伏點 kg/mm² B.H.N.=ブリネル硬度
El.=伸(%) Charpy=シャープビー kg.m/cm²

戻を行ひ機械的性質の變化を見た所第6表乃至第15表、又は第14圖乃至第18圖に示す様な結果を得た。此れ等の焼入焼戻試験結果に就て見れば鍛鍊材、壓延材共に良好なる性質を示し且つ水焼入の方が油焼入よりも結果は良好となつた。

而して試製鋼第1號の試験結果を見るに其の機械的性質は頗る良好にして此の25mm丸方法に於てはニツケル・クロム鋼第1種乙、第2種乙、第3種乙は勿論第4種乙までも此の鋼に於て代用出来る事がわかる。次に試製鋼第2號の試験結果を見るにニツケル・クロム鋼第2種乙、第3種乙の代用鋼として使用し得ること明かである。而して炭素含有量少しく高きためシャルピー衝撃値に於て試製鋼第1號の場合より低き結果を示して居る。

次に又試製鋼第3號の試験結果に就いて見るにニツケル・クロム鋼第3種乙の代用鋼として使用し得ること明かである。

但しこの鋼に於ても試製鋼第2號と同様に少しく炭素量多きためシャルピー衝撃値に於ていささか低き結果を示して居る。

第6表 焼戻温度と機械的性質との關係(1)

試製鋼第1號 鍛鍊材油焼入の場合

供試材成分: C 0.34 Si 0.29 Mn 0.71 P 0.017
S 0.015 Cr 1.02 V 0.21
供試材寸法: d=25mm l=200mm

番號	燒準	燒入(油)	燒戻(油)	抗張力	降伏點	伸	絞	硬 度	硬 度	硬 度	シ ャ ル ピ ー
	°C	°C	°C	kg/mm ²	kg/mm ²	%	%	B.H	R.H	S.H	kgm/cm ²
1	850	—	—	86.5	63.2	23.0	54.8	241	23.4	32	9.92
2	"	—	—	86.7	64.0	23.2	60.1	248	24.6	33	11.40
3	"	850	—	181.7	—	6.0	12.2	495	50.4	66	2.50
4	"	"	—	180.2	—	6.4	9.4	495	50.8	65	2.95
5	"	"	200	176.3	—	8.6	14.8	477	48.3	63	2.73
6	"	"	"	172.7	—	6.8	12.0	444	46.5	62	4.69
7	"	"	300	160.7	—	11.0	37.0	444	46.0	57	4.56
8	"	"	"	166.6	—	10.0	35.9	460	46.5	57	3.94
9	"	"	400	135.0	—	8.6	37.9	410	41.7	55	4.44
10	"	"	"	136.6	—	12.0	39.4	387	41.0	56	3.68
11	"	"	500	118.5	112.8	14.4	46.6	364	38.5	53	7.38
12	"	"	"	121.5	115.9	14.0	46.7	364	38.3	55	7.24
13	"	"	550								
14	"	"	"								
15	"	"	600	102.7	94.6	18.0	56.7	311	32.7	45	12.68
16	"	"	"	105.0	97.9	15.6	53.8	311	32.5	43	11.86
17	"	"	650	97.7	92.2	20.6	58.4	293	29.0	40	16.39
18	"	"	"	96.8	90.6	21.2	58.6	286	28.3	44	16.39
19	"	"	700	79.1	69.6	24.4	62.7	235	21.9	34	21.54
20	"	"	"	79.4	70.6	24.4	66.1	235	21.2	35	21.71
規 格	>70	>50	>22	>50	>20	>12.0					

第7表 焼戻温度と機械的性質との關係(2)

試製鋼第1號 鍛鍊材水焼入の場合

試験片成分: C 0.34 Si 0.29 Mn 0.71 P 0.017
S 0.015 Cr 1.02 V 0.21
供試材寸法: d=25mm l=200mm

番號	燒準	燒入(水)	燒戻(油)	抗張力	降伏點	伸	絞	硬 度	硬 度	硬 度	シ ャ ル ピ ー
	°C	°C	°C	kg/mm ²	kg/mm ²	%	%	B.H	R.H	S.H	kgm/cm ²
23	850	850	—	191.6	—	3.0	4.3	555	54.6	68	1.11
24	"	"	—	193.0	—	4.0	3.9	555	55.3	70	1.11
25	"	"	200	186.1	—	9.0	24.3	532	52.0	64	2.29
26	"	"	"	188.4	—	10.0	28.0	532	52.4	65	5.21
27	"	"	300	169.3	—	10.2	33.1	460	46.8	60	4.46
28	"	"	"	171.0	—	10.2	29.9	444	47.6	60	4.95
29	"	"	400	145.6	137.0	10.6	39.0	418	41.9	53	4.82
30	"	"	"	147.2	138.3	10.6	38.9	418	44.2	53	4.69
31	"	"	500	121.8	118.5	14.8	50.6	364	36.5	48	8.23
32	"	"	"	126.3	123.4	14.4	46.8	364	37.2	49	7.94
33	"	"	550	112.2	109.7	16.0	53.5	332	34.3	45	10.20
34	"	"	"	112.6	109.2	17.0	51.6	332	34.9	47	9.91
35	"	"	600	103.2	98.9	18.0	54.6	321	35.0	47	12.51
36	"	"	"	103.2	98.5	18.4	55.5	311	31.2	45	13.69
37	"	"	650	93.7	88.3	20.4	59.2	286	28.8	40	17.62
38	"	"	"	94.5	89.2	21.0	58.4	286	28.4	41	17.79
39	"	"	700	79.0	72.0	26.6	67.2	235	21.2	35	23.33
40	"	"	"	73.9	72.1	24.4	62.9	235	21.7	37	22.72

第8表 焼戻温度と機械的性質との關係(3)

試製鋼第1號 壓延材油焼入の場合

試験片成分: C 0.34 Si 0.29 Mn 0.71 P 0.017
S 0.015 Cr 1.02 V 0.21
供試材寸法: d=20mm l=200mm

No.	燒準	燒入(油)	燒戻(油)	抗張力	降伏點	伸	絞	硬 度	硬 度	硬 度	シ ャ ル ピ ー
	°C	°C	°C	kg/mm ²	kg/mm ²	%	%	B.H	R.H	S.H	kgm/cm ²
1'	850	—	—	99.2	—	24.0	61.5	—	—	—	—
2'	"	—	—	88.1	63.0	23.8	60.7	—	—	—	—
21'	"	850	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22'	"	"	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23'	"	"	200	—	—	—	—	—	—	—	—
24'	"	"	"	177.1	—	7.0	14.7	460	48.1	63	—
25'	"	"	300	150.8	—	10.0	28.7	430	43.6	56	4.31
26'	"	"	"	159.3	—	8.4	26.2	444	44.5	55	4.56
27'	"	"	400	148.2	—	12.4	36.3	418	43.9	58	4.31
23'	"	"	"	—	—	—	—	402	43.3	55	4.56
29'	"	"	500	117.5	—	15.0	50.9	332	36.9	50	8.98
30'	"	"	"	114.7	—	15.8	49.2	340	38.7	52	9.13
31'	"	"	550	107.3	—	16.0	53.2	321	35.2	45	10.22
32'	"	"	"	107.2	—	16.2	53.4	311	34.0	46	11.04
33'	"	"	600	98.5	91.4	19.0	58.8	293	30.1	38	13.86
34'	"	"	"	100.1	—	19.8	56.9	302	31.8	40	14.03
35'	"	"	650	89.8	—	22.0	60.7	269	29.2	40	20.53
36'	"	"	"	90.3	82.8	22.6	65.5	262	27.8	39	19.65
37'	"	"	700	81.6	—	24.0	66.7	228	21.8	35	22.72
38'	"	"	"	80.8	73.4	25.0	65.8	235	22.3	35	21.55

第9表 焼戻温度と機械的性質との関係(4)

試製鋼第1号 壓延材水焼入の場合

供試片成分: C 0.34 Si 0.29 Mn 0.71 P 0.017
S 0.015 Cr 1.02 V 0.21

供試材寸法: d=25mm l=200mm

番號	燒準	燒入(水)	燒戻(油)	抗張力	降伏點	伸	絞	硬 度	硬 度	硬 度	シ ャ ル ビ ー
	°C	°C	°C	kg/mm ²	kg/mm ²	%	%	B.H	R.H	S.H	kgm/cm ²
1'	850	—	—	89.2	—	24.0	61.5	248	22.0	36	11.22
2'	"	—	—	88.1	63.0	23.8	60.7	248	22.6	34	10.72
3'	"	850	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4'	"	"	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5'	"	"	200	—	—	—	—	—	—	—	—
6'	"	"	"	—	—	—	—	—	—	—	—
7'	"	"	300	169.4	—	9.2	33.3	460	47.6	63	6.14
8'	"	"	"	169.6	—	7.0	23.6	460	47.2	62	5.09
9'	"	"	400	159.8	—	10.4	38.3	430	44.1	58	4.43
10'	"	"	"	156.4	—	11.4	39.6	430	44.6	58	4.56
11'	"	"	500	121.6	—	15.4	50.3	340	36.9	50	8.38
12'	"	"	"	122.1	—	15.0	51.9	340	37.6	49	8.23
13'	"	"	550	111.5	79.2	16.8	50.1	321	34.9	45	9.44
14'	"	"	"	113.4	—	17.0	54.3	332	35.0	47	8.68
15'	"	"	600	105.8	—	18.0	54.1	311	33.4	43	12.08
16'	"	"	"	106.8	—	18.0	55.0	302	31.6	42	12.85
17'	"	"	650	93.1	85.9	22.0	61.5	269	27.9	40	17.79
18'	"	"	"	91.5	85.3	22.2	65.0	262	26.7	37	—
19'	"	"	700	83.5	77.0	24.8	65.0	241	24.3	36	21.71
20'	"	"	"	83.5	77.7	24.0	65.8	241	23.4	35	21.20

第11表 焼戻温度と機械的性質との関係(6)

試製鋼第2号 鍛鍊材水焼入の場合

試験片の成分: C 0.48 Si 0.28 Mn 0.86 P 0.014
S 0.012 Cr 1.04 V 0.32

試験片の寸法: d=25mm, l=200mm.

番號	燒準	燒入(水)	燒戻(油)	抗張力	降伏點	伸	絞	硬 度	硬 度	硬 度	シ ャ ル ビ ー
	°C	°C	°C	kg/mm ²	kg/mm ²	%	%	B.H	R.H	S.H	kgm/cm ²
21	850	—	—	98.9	—	21.0	56.8	268	29.2	39	4.95
22	"	—	—	103.2	—	21.4	59.5	286	29.1	41	6.55
23	"	850	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	"	"	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	"	"	200	—	—	—	—	—	—	—	?
26	"	"	"	—	—	—	—	—	—	—	8.83
27	"	"	300	211.0	—	3.8	9.4	—	—	—	4.19
28	"	"	"	202.5	—	5.0	13.2	—	—	—	4.31
29	"	"	400	180.4	168.8	7.4	26.3	460	47.3	63	4.69
30	"	"	"	179.8	170.0	5.2	19.8	460	47.5	62	4.57
31	"	"	500	140.5	136.8	13.0	43.6	387	40.2	54	4.57
32	"	"	"	139.3	135.9	11.4	37.0	387	41.0	52	4.31
33	"	"	550	128.1	124.2	13.4	40.3	364	38.5	48	4.44
34	"	"	"	129.2	126.5	12.4	33.3	364	38.6	51	4.95
35	"	"	600	119.6	115.4	14.6	40.3	332	34.5	46	5.74
36	"	"	"	120.4	116.3	14.2	41.3	340	36.5	47	5.74
37	"	"	650	101.8	100.2	18.4	52.7	293	30.4	38	11.04
38	"	"	"	101.1	96.1	13.6	33.5	292	29.6	39	11.90
39	"	"	700	89.9	84.9	23.0	55.7	262	26.2	38	13.86
40	"	"	"	87.2	82.0	21.2	49.7	255	27.0	37	14.03

第10表 焼戻温度と機械的性質との関係(5)

試製鋼第2号 鍛鍊材油焼入の場合

試験片の成分: C 0.48 Si 0.28 Mn 0.86 P 0.014
S 0.012 Cr 1.04 V 0.32

試験片の寸法: d=25mm, l=200mm.

番號	燒準	燒入(油)	燒戻(油)	抗張力	降伏點	伸	絞	硬 度	硬 度	硬 度	シ ャ ル ビ ー
	°C	°C	°C	kg/mm ²	kg/mm ²	%	%	B.H	R.H	S.H	kgm/cm ²
1	850	—	—	98.1	—	21.0	56.8	286	29.2	39	4.95
2	"	—	—	103.2	—	21.4	59.5	286	29.1	41	6.55
3	"	850	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	"	"	—	—	—	—	—	—	—	—	1.11
5	"	"	200	—	—	—	—	—	—	—	4.43
6	"	"	"	—	—	—	—	—	—	—	4.69
7	"	"	300	201.0	—	5.4	18.33	—	—	—	4.19
8	"	"	"	202.3	—	5.6	21.93	—	—	—	4.43
9	"	"	400	177.9	—	8.4	26.2	444	48.0	60	—
10	"	"	"	177.4	—	8.8	27.6	477	48.5	64	5.21
11	"	"	500	140.1	—	9.4	29.9	387	41.5	53	4.95
12	"	"	"	139.2	134.5	11.4	34.6	387	40.2	51	4.56
13	"	"	550	126.5	122.7	13.0	40.3	364	39.0	49	4.82
14	"	"	"	127.9	123.9	13.6	40.1	364	38.4	48	4.95
15	"	"	600	116.2	112.7	15.6	45.6	332	35.4	44	6.28
16	"	"	"	117.0	112.7	15.4	44.7	332	35.5	45	6.69
17	"	"	650	98.3	93.5	20.0	54.7	277	29.1	38	11.36
18	"	"	"	102.0	96.5	18.4	50.7	286	30.3	40	10.71
19	"	"	700	87.2	84.0	22.4	57.7	248	24.7	37	14.20
20	"	"	"	87.7	83.0	23.4	58.5	255	26.3	37	13.69

第12表 焼戻温度と機械的性質との関係(7)

試製鋼第2号 壓延材油焼入の場合

試験片の成分: C 0.48 Si 0.28 Mn 0.86 P 0.014
S 0.012 Cr 1.04 V 0.32

試験片の寸法: d=25mm, l=200mm.

番號	燒準	燒入(油)	燒戻(油)	抗張力	降伏點	伸	絞	硬 度	硬 度	硬 度	シ ャ ル ビ ー
	°C	°C	°C	kg/mm ²	kg/mm ²	%	%	B.H	R.H	S.H	kgm/cm ²
1'	850	—	—	101.7	—	20.0	57.1	277	28.1	38	5.09
2'	"	—	—	99.2	62.4	20.6	58.7	286	29.2	38	5.42
3'	"	850	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4'	"	"	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5'	"	"	200	—	—	—	—	—	—	—	—
6'	"	"	"	—	—	—	—	—	—	—	—
7'	"	"	300	—	—	—	—	—	—	—	—
8'	"	"	"	211.1	—	2.0	3.6	—	—	—	—
9'	"	"	400	—	—	—	—	—	—	—	—
10'	"	"	"	181.1	—	6.4	17.6	474	48.7	64	4.06
11'	"	"	500	139.9	—	11.2	38.0	402	44.2	53	3.81
12'	"	"	"	141.6	—	11.2	35.7	402	41.7	52	3.93
13'	"	"	550	131.1	—	11.0	35.6	387	39.4	52	4.19
14'	"	"	"	—	—	—	—	—	—	—	—
15'	"	"	600	116.9	—	15.2	43.4	321	35.0	46	7.10
16'	"	"	"	116.6	—	15.0	52.8	321	36.2	46	6.56
17'	"	"	650	102.6	—	20.0	49.6	302	32.4	43	9.75
18'	"	"	"	101.3	—	19.0	51.7	302	32.0	42	11.04
19'	"	"	700	90.7	—	21.0	54.6	262	28.1	35	13.18
20'	"	"	"	90.7	—	21.0	54.7	269	28.2	37	12.85

第13表 焼戻温度と機械的性質との關係(8)

試製鋼第2號 歴延鋼材水入焼の場合

試験片の成分: C 0.48 Si 0.28 Mn 0.86 P 0.014
S 0.012 Cr 1.04 V 0.32

試験片の寸法: d=25mm, l=200mm.

番號	焼準 °C	焼入(水) °C	焼戻(油) °C	抗張力 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	伸 %	絞 %	硬 度 B.H	硬 度 R.H	硬 度 S.H	シヤ ルビ ー kgm/ cm ²
1'	850	--	--	101.7	--	20.0	57.1	277	28.1	38	5.09
2'	"	--	--	99.2	62.4	20.6	58.7	286	29.2	38	5.42
23'	"	850	--	平行間距離外にて切斷							
24'	"	"	--	"							
25'	"	"	200	"							
26'	"	"	"	"							
27'	"	"	300	"							
28'	"	"	"	202.3	--	6.0	27.2	--	--	--	--
29'	"	"	400	182.2	--	5.6	16.4	477	48.2	64	2.95
30'	"	"	"	180.7	--	6.6	18.8	477	49.0	65	--
31'	"	"	500	145.2	--	11.0	33.3	402	42.8	54	4.43
32'	"	"	"	142.7	138.3	12.4	36.0	418	42.0	56	4.69
33'	"	"	550	130.8	126.5	13.8	39.2	378	39.2	49	4.69
34'	"	"	"	133.0	130.0	12.4	40.3	378	39.0	50	3.81
35'	"	"	600	121.0	117.1	12.3	47.7	340	36.1	45	5.22
36'	"	"	"	119.3	115.7	15.2	40.3	340	35.8	46	5.35
37'	"	"	650	104.7	99.2	17.4	46.5	293	31.2	39	8.68
38'	"	"	"	102.6	98.5	17.4	49.6	302	31.7	43	10.55
39'	"	"	700	93.0	90.3	21.4	53.6	262	27.5	38	11.37
40'	"	"	"	92.6	87.5	21.0	53.8	269	27.7	40	12.51

第14表 焼戻温度と機械的性質との關係(9)

試製鋼第3號 鍛練材油焼の場合

試験片の成分: C 0.45 Si 0.17 Mn 0.86 P 0.016
S 0.017 Cr 1.52 V 0.23

試験片の寸法: d=25mm, l=200mm.

No.	焼準 °C	焼入(油) °C	焼戻(油) °C	抗張力 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	伸 %	絞 %	硬 度 B.H	硬 度 R.H	硬 度 S.H	シヤ ルビ ー kgm/ cm ²
1	850	--	--	126.8	--	12.6	32.4	340	36.4	46	3.0
2	"	--	--	127.8	--	12.6	29.2	340	37.0	48	3.0
3	"	850	--	194.8	--	10.0	4.0	512	--	--	1.1
4	"	"	--	184.4	--	2.8	9.5	555	--	--	1.1
5	"	"	200	標點間距離外にて切斷							
6	"	"	"	"							
7	"	"	300	158.6	--	--	--	512	52.3	73	3.7
8	"	"	"	176.2	--	--	--	495	50.2	69	4.4
9	"	"	400	167.1	--	10.6	35.7	460	48.0	65	2.1
10	"	"	"	163.3	--	10.4	6.1	460	47.1	63	8.2
11	"	"	500	131.9	--	13.0	47.7	378	40.3	51	9.4
12	"	"	"	131.9	--	15.0	46.6	387	41.5	53	4.4
13	"	"	550	125.7	--	12.8	40.4	340	36.8	48	3.7
14	"	"	"	126.8	--	15.4	43.4	340	37.2	48	3.9
15	"	"	600	116.1	--	16.8	44.7	332	35.2	45	4.2
16	"	"	"	113.2	--	16.2	43.6	321	34.8	44	5.2
17	"	"	650	103.2	97.6	15.0	43.6	302	32.6	41	9.4
18	"	"	"	103.0	--	17.8	55.7	311	33.2	41	11.0
19	"	"	700	83.2	84.7	22.2	60.1	255	26.7	36	15.7
20	"	"	"	87.7	79.4	23.6	61.1	255	25.3	36	16.4

第15表 焼戻温度と機械的性質との關係(10)

試製鋼第3號 鍛練材水焼の場合

試験片の成分: C 0.45 Si 0.17 Mn 0.86 P 0.016
S 0.017 Cr 1.52 V 0.23

試験片の寸法: d=25mm, l=200mm.

番號	焼準 °C	焼入(水) °C	焼戻(油) °C	抗張力 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	伸 %	絞 %	硬 度 B.H	硬 度 R.H	硬 度 S.H	シヤ ルビ ー kgm/ cm ²
1	850	--	--	126.8	--	12.6	32.4	340	36.4	46	3.0
2	"	--	--	127.8	--	12.6	29.2	340	37.0	48	3.0
23	"	850	--	189.3	--	10.0	10.8	578	--	--	1.9
24	"	"	--	163.6	--	3.0	11.4	512	--	--	1.1
25	"	"	200	211.9	--	4.0	9.6	578	--	--	4.7
26	"	"	"	209.5	--	6.0	2.1	555	--	--	5.7
27	"	"	300	184.2	--	7.6	23.7	512	52.3	71	3.2
28	"	"	"	181.6	--	3.2	16.3	512	52.0	70	3.2
29	"	"	400	165.9	--	9.8	36.7	444	47.0	60	4.2
30	"	"	"	165.7	--	10.2	35.6	444	45.8	59	1.9
31	"	"	500	131.6	--	12.8	36.7	378	39.9	53	4.4
32	"	"	"	132.4	--	13.4	47.7	378	39.2	52	4.4
33	"	"	550	125.9	--	13.0	34.9	340	37.5	47	7.9
34	"	"	"	124.2	--	14.4	43.4	340	37.0	47	3.9
35	"	"	600	113.9	--	15.0	48.7	321	35.2	45	5.2
36	"	"	"	113.4	--	17.2	50.8	332	36.8	45	4.4
37	"	"	650	103.6	102.5	18.6	53.6	311	33.2	42	10.4
38	"	"	"	106.0	100.4	17.8	45.8	302	33.7	41	8.2
39	"	"	700	86.8	84.6	24.0	53.9	248	25.7	37	19.5
40	"	"	"	87.5	81.1	24.0	63.0	255	25.6	36	19.5

(ロ) 焼入温度と機械的性質との關係

焼入温度を種々變化して焼入温度と機械的性質との關係を求めた所第16表乃至19表又は第19圖乃至第22圖

第16表 焼入温度と機械的性質との關係(1)

試製鋼第1號 鍛練材油焼の場合

供試材成分: C 0.34 Si 0.29 Mn 0.71 P 0.017
S 0.015 Cr 1.02 V 0.21

供試材寸法: d=25mm, l=200mm.

番號	焼準 °C	焼入 °C	焼戻 °C	抗張力 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	伸 %	絞 %	硬 度 B.H	硬 度 R.H	硬 度 S.H	シヤ ルビ ー kgm/ cm ²
41	850	800	550	107.9	101.5	16.0	49.6	321	33.2	45	9.60
42	"	"	600	102.1	95.7	18.0	54.6	302	31.6	45	14.20
43	"	"	650	92.5	84.0	20.8	58.6	286	28.5	41	19.18
44	"	820	550	100.2	89.8	18.8	53.8	302	32.4	45	11.53
45	"	"	600	92.5	82.1	20.6	55.7	286	28.6	39	15.56
46	"	"	650	84.6	79.9	22.8	63.9	255	25.0	39	20.53
47	"	840	550	117.6	112.7	14.4	47.8	340	36.0	45	7.01
48	"	"	600	102.8	108.1	17.2	50.9	332	33.4	40	7.38
49	"	"	650	101.1	94.9	20.4	58.4	293	30.4	43	15.55
50	"	800	550	122.1	117.0	15.0	50.5	351	37.1	45	6.00
51	"	"	600	115.2	109.9	16.2	43.7	332	35.6	44	6.92
52	"	"	650	105.9	100.5	17.4	51.6	302	32.4	45	13.35
53	"	880	550	111.7	104.2	15.0	48.2	340	34.1	45	7.52
54	"	"	600	108.7	102.6	18.0	50.7	332	35.6	40	11.36
55	"	"	650	95.7	88.4	22.0	58.5	286	29.6	40	16.57
56	"	900	550	126.3	121.9	14.4	46.8	364	44.4	47	4.97
57	"	"	600	121.9	116.0	15.8	42.5	351	37.1	49	4.56
58	"	"	650	112.1	105.9	18.0	52.8	332	34.0	42	8.83

第17表 焼入温度と機械的性質との関係(2)

試製鋼第2号 鍛錬材油焼入の場合

試験片の成分: C 0.48 Si 0.28 Mn 0.86 P 0.014
S 0.012 Cr 1.04 V 0.32

試験片の寸法: d = 25 mm, l = 200 mm.

番号	焼準	焼入(油)	焼戻(油)	抗張力	降伏点	伸	絞	硬 度	硬 度	硬 度	シャルピー
	°C	°C	°C	kg/mm ²	kg/mm ²	%	%	B.H	R.H	S.H	kgm/cm ²
41	850	800	550	122.1	117.6	14.6	44.8	351	37.2	47	5.48
42	"	"	600	108.4	104.6	17.0	49.6	311	33.4	45	8.83
43	"	"	650	95.8	90.7	20.2	56.5	293	30.5	39	12.68
44	"	820	550	126.6	122.8	14.0	43.7	364	38.7	48	5.21
45	"	"	600	111.8	108.9	14.4	47.2	311	33.3	45	7.94
46	"	"	650	98.6	94.2	18.6	54.9	293	29.9	42	12.34
47	"	840	550	126.9	123.5	12.0	37.0	378	39.2	50	4.43
48	"	"	600	112.9	109.4	16.0	47.8	332	35.4	45	7.65
49	"	"	650	100.0	95.5	18.0	54.1	302	32.6	43	11.04
50	"	860	550	130.7	126.8	10.4	37.2	378	38.4	51	3.93
51	"	"	600	118.6	113.1	15.0	39.1	321	33.9	44	5.48
52	"	"	650	105.5	100.9	16.4	50.7	311	32.4	43	9.75
53	"	880	550								
54	"	"	600								
55	"	"	650								
56	"	900	550								
57	"	"	600								
58	"	"	650								

鍛錬疵の爲焼割

第18表 焼入温度と機械的性質との関係(3)

試製鋼第2号 歴延材油焼入の場合

試験片の成分: C 0.48 Si 0.28 Mn 0.86 P 0.014
S 0.012 Cr 1.04 V 0.32

試験片の寸法: d = 25 mm, l = 200 mm.

番号	焼準	焼入(油)	焼戻(油)	抗張力	降伏点	伸	絞	硬 度	硬 度	硬 度	シャルピー
	°C	°C	°C	kg/mm ²	kg/mm ²	%	%	B.H	R.H	S.H	kgm/cm ²
59	850	800	550	126.8	124.0	12.0	40.2	364	38.2	49	4.43
60	"	"	600	110.7	107.2	14.6	43.7	332	35.9	46	7.94
61	"	"	650	96.6	92.2	20.6	55.6	293	28.7	40	11.04
62	"	820	550	127.5	124.2	13.8	38.9	364	37.5	48	4.19
63	"	"	600	115.0	110.8	15.2	40.1	332	35.1	45	6.55
64	"	"	650	100.3	94.8	18.4	48.7	293	30.8	42	10.06
65	"	840	550	130.3	126.6	11.2	32.4	364	39.4	49	4.43
66	"	"	600	113.9	109.7	15.4	44.7	332	34.9	45	6.55
67	"	"	650	100.6	95.5	19.2	50.9	293	30.6	42	11.04
68	"	860	550	133.5	129.3	13.2	37.0	387	39.2	51	3.43
69	"	"	600	116.2	111.9	14.6	44.3	340	36.1	48	6.55
70	"	"	650	102.8	99.5	19.4	50.9	311	32.4	42	9.75
71	"	800	550	135.9	132.4	12.4	33.6	387	39.8	51	3.93
72	"	"	600	122.6	117.4	14.2	40.5	364	37.6	43	5.21
73	"	"	650	104.6	100.0	17.6	47.7	302	32.9	42	9.44
74	"	900	550	138.3	133.6	11.4	37.0	387	40.2	52	2.95
75	"	"	600	129.7	123.9	12.0	28.3	378	38.9	50	4.95
76	"	"	650	109.8	105.1	16.4	43.6	332	35.8	45	8.23

の如き結果を得た。これを見れば試製鋼第1号第2号第3号共に焼入温度を變化しても餘り機械的性質の變化は見て居らぬ。即ち焼入の温度範圍は相度廣いことが分明する。

これは鋼材を取扱ふ上に於て非常に好都合の事と云ふ可きである。

第19表 焼入温度と機械的性質との関係(4)

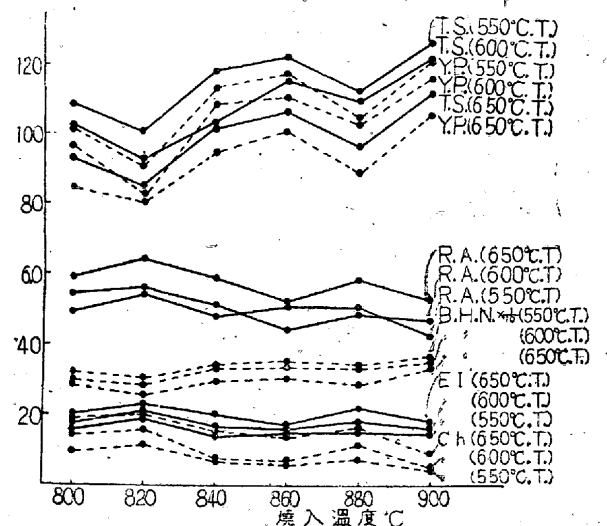
試製鋼第3号 鍛錬材油焼入の場合

試験片の成分: C 0.45 Si 0.17 Mn 0.86 F 0.016
S 0.017 Cr 1.52 V 0.23

試験片の寸法: d = 25 mm, l = 200 mm.

番号	焼準	焼入(油)	焼戻(油)	抗張力	降伏点	伸	絞	硬 度	硬 度	硬 度	シャルピー
	°C	°C	°C	kg/mm ²	kg/mm ²	%	%	B.H	R.H	S.H	kgm/cm ²
41	850	800	550	89.6	87.0	20.0	55.7	277	29.2	39	11.0
42	"	"	600	86.7	83.4	17.0	62.0	269	27.4	39	16.1
43	"	"	650	83.0	79.1	22.2	62.0	248	23.9	35	17.8
44	"	820	550	116.4	111.3	16.4	49.7	332	37.4	47	5.0
45	"	"	600	101.8	95.4	18.4	59.5	293	30.7	43	10.1
46	"	"	650	92.0	83.9	21.0	63.8	262	26.3	37	15.0
47	"	840	550	119.6	114.4	16.6	47.6	340	37.0	49	4.2
48	"	"	600	105.9	102.0	18.0	54.7	302	34.2	43	9.8
49	"	"	650	94.5	89.8	22.0	60.4	269	28.3	39	14.7
50	"	860	550	123.4	117.0	13.0	47.0	340	36.7	48	3.4
51	"	"	600	110.3	107.5	16.4	50.5	311	33.2	47	6.4
52	"	"	650	96.6	93.5	18.0	58.4	286	30.9	40	13.4
53	"	880	550	124.0	117.2	14.0	47.3	351	39.0	49	3.7
54	"	"	600	116.1	108.4	16.4	49.8	332	35.1	46	5.7
55	"	"	650	102.4	97.3	18.4	52.6	286	28.9	40	12.1
56	"	900	550	128.6	122.1	10.0	25.9	364	40.2	52	3.4
57	"	"	600	119.2	114.4	16.8	46.6	340	35.8	47	4.4
58	"	"	650	120.2	114.4	19.0	51.8	302	32.7	42	11.7

試製鋼第2号の鍛錬材の場合に於て880°C及び900°C油焼入の際試験片に鍛錬疵があつた爲め焼割れを生じたのは残念である。歴延材の場合にはかかる現象を起さなかつた。

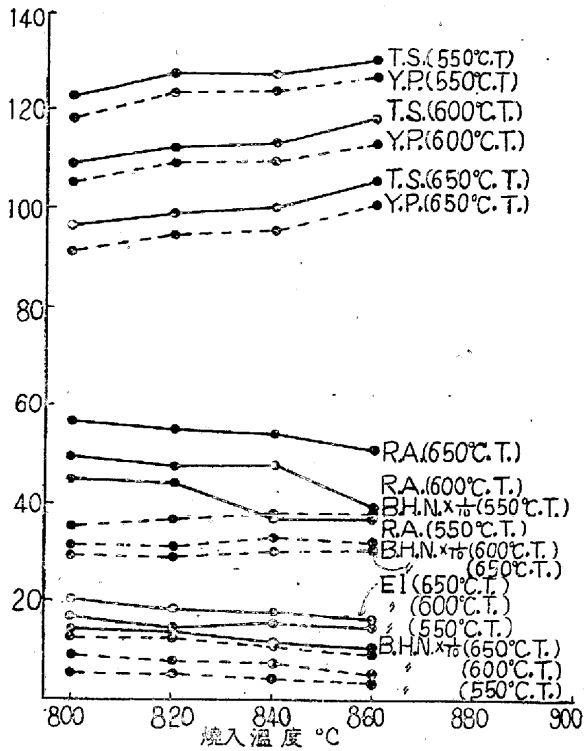


第19圖 焼入温度と機械的性質との関係(1)

試製鋼第1号 鍛錬材油焼入の場合

C 0.34 Si 0.29 Mn 0.71 P 0.017 S 0.015 Cr 1.02 V 0.21

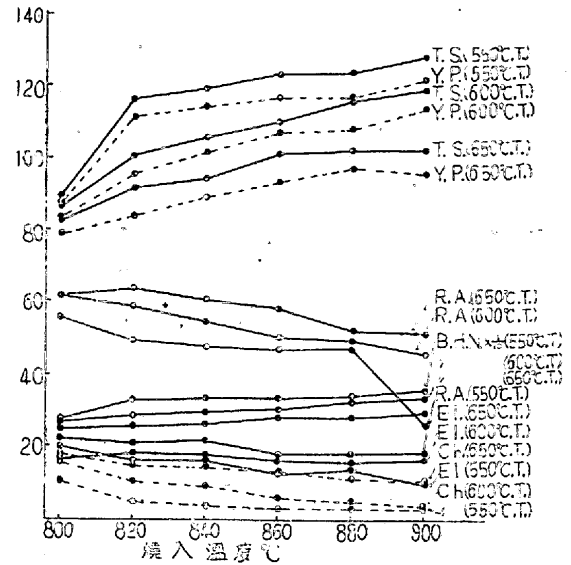
T.S.=抗張力 kg/mm² R.A.=絞(%)
Y.P.=降伏点 kg/mm² B.H.N.=ブリネル硬度
E.L.=伸(%) Ch.=シャルピー kgm/cm²



第20圖 焼入温度と機械的性質との關係(2)

試製鋼第2號 鍛鍊材油焼入の場合

C	Si	Mn	P	S	Cr	V
0.48	0.28	0.86	0.014	0.012	1.04	0.32
T.S.=抗張力 kg/mm ²		R.A.=絞(%)				
Y.P.=降伏點 kg/mm ²		B.H.N.=ブリネル硬度				
EI.=伸(%)		Charpy=シャルピー kg.m./cm ²				



第22圖 焼入温度と機械的性質との關係(4)

試製鋼第3號 鍛鍊材油焼入の場合

C	Si	Mn	P	S	Cr	V
0.45	0.17	0.86	0.016	0.017	1.52	0.23
T.S.=抗張力 kg/mm ²		R.A.=絞(%)				
Y.P.=降伏點 kg/mm ²		B.H.N.=ブリネル硬度				
EB.=伸(%)		Ch.=シャルピー kg.m./cm ²				

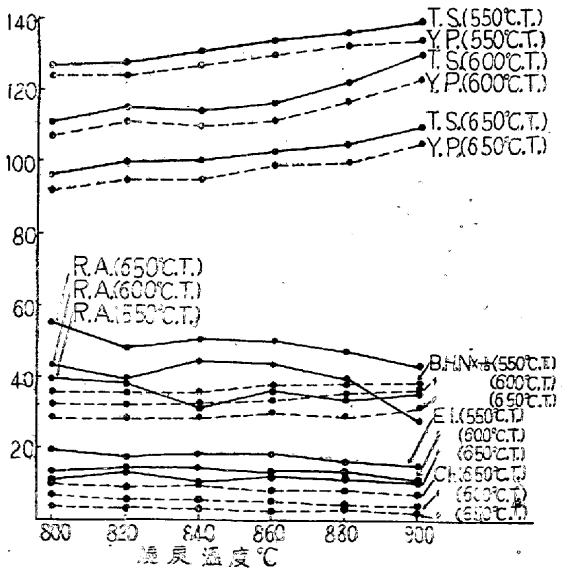
(ハ) 鋼材の質量效果に関する研究

25 耗丸鋼材に於ては上記の如く優良なる結果を得たが鋼材の寸法が大となつた場合果して十分焼入がきくかどうかと云ふ事が一つの重大なる問題である。

今試製鋼第1號の25mmより200mmに到る種々なる直径の鋼棒を焼入して其の硬度を測定した所次の第20表並に第21表に示す様な結果を得た。

第20表 鋼材の直径と焼準、焼入並に焼戻の時の硬度との關係(1)

直径	焼準硬度	試製鋼第1號 水焼入の場合					
		焼入温度	同上温度保持時間	焼入硬度	焼戻温度	同上時間	焼戻硬度
mm	°C	°C	h	H.B	°C	h	H.B
25	255	900	0.5	512	650	1	311
50	217	850	0.75	532	"	1.5	286
"	207	900	"	555	650	"	302
75	212	850	1	512	675	2	255
"	207	900	"	477	650	1.5	255
100	--	870	2.5	418	690	4	212
"	--	920	2.5	495	"	4	217
125	--	870	3.0	512	"	5	212
"	--	920	3.0	512	"	5	217
150	--	870	4.0	418	670	6	217
"	--	920	"	430	"	6	223
200	--	870	5.0	332	"	8	183
"	--	920	"	332	"	8	192



第21圖 焼入温度と機械的性質との關係(3)

試製鋼第2號 鍛鍊材油焼入の場合

C	Si	Mn	P	S	Cr	V
0.48	0.28	0.86	0.014	0.012	1.04	0.32
T.S.=抗張力 kg/mm ²		R.A.=絞(%)				
Y.P.=降伏點 kg/mm ²		B.H.N.=ブリネル硬度				
EI.=伸(%)		Charpy=シャルピー kg.m./cm ²				

第21表 鋼材の直径と焼準、焼入並に焼戻の時の硬度との関係(2)

試製鋼第1號 油焼入の場合

直径 mm	焼準 硬度 °C	焼入 温度 °C	向上温度 保持時間 h mn	焼入 硬度 H.B	焼戻温度 °C	向上 時間 h	戻硬度焼 H.B
50	223	850	0.75	364	650(670)	1.5	269(241)
"	212	900	"	321	"	"	277(269)
75	212	850	1.0	340	650	2.0	241(228)
"	212	900	"	"	"	"	262(248)
100	—	870	2.5	340	690	4.0	217
"	—	920	"	302	"	"	212
125	—	870	3.0	340	690	5.0	223
"	—	920	"	302	"	"	217
150	—	870	4.0	332	690	6.0	203
"	—	920	"	293	"	"	212
200	—	870	5.0	262	690	8.0	179
"	—	920	"	248	"	"	183

又同じく 850°C 及び 950°C より油焼入及び水焼入したものを 655°C 又は 650°C にて焼戻して其の機械的性質を検した所第22表乃至24表又は第23圖乃至34圖に示す様な結果を得た。

第22表 鋼材の質量効果に関する試験研究(1)

試製鋼第1號の場合

試験片の成分: C 0.34 Si 0.29 Mn 0.71 P 0.017
S 0.015 Cr 1.02 V 0.21

焼準	焼入	焼戻	直径 mm	抗張力 kg/mm ²	降伏 点 kg/mm ²	伸	絞	硬 度 B.H	硬 度 R.H	硬 度 S.H	シャル ピー kgm/ cm ²
850	850(油)	655	25	98.3	93.5	20.0	54.7	277	29.1	38	11.4
"	"(水)	"	"	101.8	100.2	18.4	52.7	293	30.4	38	11.0
"	900(油)	"	"	109.8	105.1	16.4	43.6	332	35.8	45	11.4
"	"(水)	"	"	111.6	106.5	16.8	44.4	325	45.9	46	11.0
"	850(油)	50	77.5	66.5	25.0	69.0	235	22.3	34	22.6	
"	"(水)	"	"	80.4	70.8	24.0	63.1	262	26.4	35	20.5
"	900(油)	"	"	84.2	74.0	23.0	62.1	262	25.1	37	21.2
"	"(水)	"	"	88.7	79.3	22.4	60.5	277	28.8	38	19.2
"	850(油)	75	71.7	60.5	27.0	63.1	212	18.2	31	21.2	
"	"(水)	"	"	75.9	63.1	24.0	63.1	223	19.2	34	21.9
"	900(油)	"	"	79.9	67.7	23.0	63.8	241	23.4	35	19.5
"	"(水)	"	"	84.6	74.7	21.8	59.6	262	26.9	35	19.9
"	850(油)	100	72.7	57.8	25.2	64.1	212	—	—	—	22.9
"	"(水)	"	"	70.8	52.0	27.2	62.3	202	—	—	22.6
"	900(油)	"	"	77.3	64.3	24.8	63.1	228	—	—	22.3
"	"(水)	"	"	79.7	65.5	24.0	63.2	235	—	—	22.6
"	850(油)	125	70.1	50.4	26.8	64.8	196	—	—	—	23.9
"	"(水)	"	"	70.2	47.0	28.0	65.7	207	—	—	20.7
"	900(油)	"	"	79.1	64.4	24.4	63.9	228	—	—	21.8
"	"(水)	"	"	76.2	56.0	22.8	63.8	223	—	—	20.6
"	850(油)	150	70.5	58.8	28.6	66.5	196	—	—	—	22.5
"	"(水)	"	"	74.0	52.6	26.0	58.7	217	—	—	18.3
"	900(油)	"	"	78.8	57.9	24.0	62.2	235	—	—	20.7
"	"(水)	"	"	74.1	50.3	26.0	63.8	217	—	—	18.6
"	850(油)	200	66.5	47.6	25.6	57.6	192	—	—	—	21.7
"	"(水)	"	"	70.3	46.0	24.4	54.1	212	—	—	19.2
"	900(油)	"	"	63.4	42.2	26.0	57.9	207	—	—	21.9
"	"(水)	"	"	66.3	45.3	26.8	60.5	196	—	—	21.7

第23表 鋼材の質量効果に関する試験研究(2)

試験片の成分: C 0.48 Si 0.28 Mn 0.86 P 0.014
S 0.012 Cr 1.04 V 0.32

焼準	焼入	焼戻	直径 mm	抗張力 kg/mm ²	降伏 点 kg/mm ²	伸	絞	硬 度 B.H	硬 度 R.H	硬 度 S.H	シャル ピー kgm/ cm ²
850	850(油)	655	25	102.0	96.5	18.4	50.7	286	30.3	40	10.7
"	"(水)	"	"	101.1	96.1	13.6	33.5	293	29.6	39	10.9
"	900(油)	"	"	109.8	105.1	16.4	35.6	332	35.8	45	8.2
"	"(水)	"	"	111.6	106.5	16.8	44.4	321	34.9	46	7.7
"	850(油)	"	50	99.8	87.8	17.0	49.0	286	29.3	41	11.0
"	"(水)	"	"	98.3	91.6	21.0	53.8	277	29.1	38	15.7
"	900(油)	"	"	109.5	90.0	18.0	47.8	302	43.5	43	7.4
"	"(水)	"	"	98.2	91.1	20.0	53.8	277	30.0	37	11.7
"	850(油)	"	75	103.0	95.8	21.8	58.6	293	32.7	42	10.1
"	"(水)	"	"	90.6	79.2	22.3	57.8	262	27.0	38	14.0
"	900(油)	"	"	95.4	82.8	21.0	57.0	293	30.5	39	12.3
"	"(水)	"	"	97.3	87.7	20.4	56.5	286	31.4	43	11.0
"	850(油)	"	100	98.9	84.6	18.2	38.9	293	29.3	31	7.2
"	"(水)	"	"	91.1	77.0	21.2	50.9	269	26.9	29	12.8
"	900(油)	"	"	91.3	77.8	21.0	49.9	269	29.0	29	10.0
"	"(水)	"	"	99.3	85.3	19.0	48.9	286	30.1	30	7.8
"	850(油)	"	125	90.1	76.2	25.5	55.9	262	25.2	29	10.2
"	"(水)	"	"	90.8	77.0	26.1	58.6	269	26.0	20	8.8
"	900(油)	"	"	98.9	84.9	19.4	53.8	293	30.6	30	5.1
"	"(水)	"	"	90.6	76.3	22.0	58.6	269	29.1	30	9.2
"	850(油)	"	150	100.5	85.1	18.8	49.9	293	29.7	32	4.8
"	"(水)	"	"	90.2	75.3	17.4	47.0	262	24.0	29	7.1
"	900(油)	"	"	92.1	77.6	20.4	58.6	255	28.6	27	5.6
"	"(水)	"	"	91.3	77.0	18.0	54.8	269	23.8	28	5.4
"	850(油)	"	200	100.4	85.0	18.4	53.0	286	30.0	30	2.5
"	"(水)	"	"	87.1	72.0	24.8	57.7	248	23.6	23	7.7
"	900(油)	"	"	82.2	69.0	24.2	58.6	241	23.7	28	8.3
"	"(水)	"	"	86.9	71.9	22.4	56.8	269	26.0	29	14.0

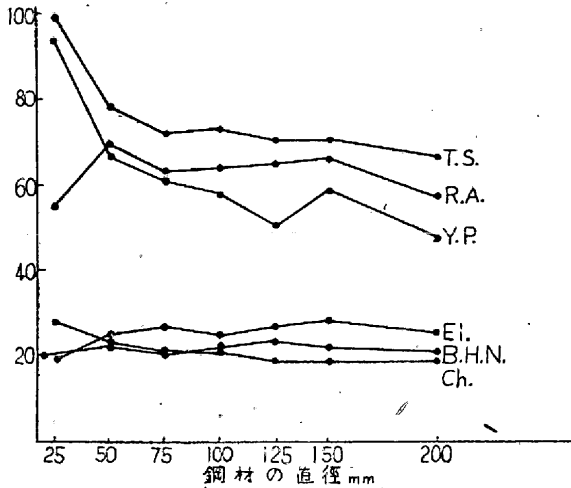
第24表 鋼材の質量効果に関する試験研究(3)

試製鋼第3號の場合

試験片の成分: C 0.45 Si 0.17 Mn 0.86 P 0.016
S 0.017 Cr 1.52 V 0.23

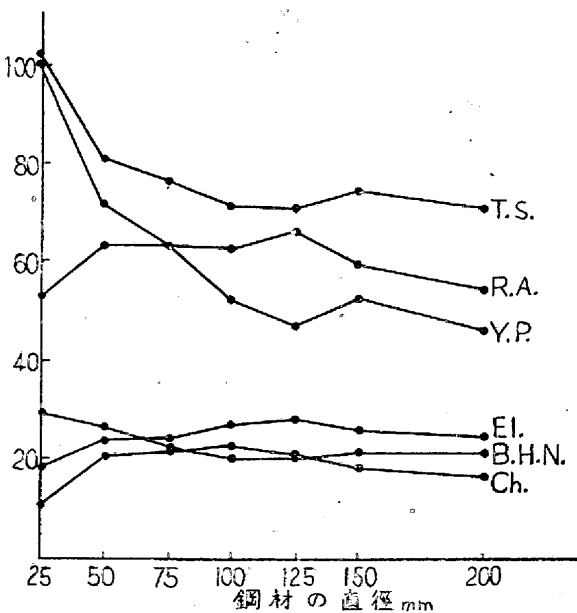
番号	焼準	焼入	焼戻	直径 mm	抗張力 kg/mm ²	降伏 点 kg/mm ²	伸	絞	硬 度 B.H	硬 度 R.H	硬 度 S.H	シャル ピー kgm/ cm ²
17	850	850(油)	650	25	103.2	97.6	15.0	43.6	302	32.6	41	9.4
37	"	"(水)	"	"	103.6	102.5	18.6	53.6	284	29.7	37	19.5
58	"	900(油)	"	"	102.2	96.0	19.0	51.8	302	32.7	42	11.7
59	"	"(水)	"	"	101.4	100.4	19.4	54.8	286	29.4	41	10.4
60	"	850(油)	"	50	91.5	81.8	19.0	63.9	277	28.9	40	16.4
61	"	"(水)	"	"	93.0	85.5	17.0	62.0	277	30.2	42	15.7
62	"	900(油)	"	"	104.8	97.4	19.0	58.6	293	30.4	42	8.2
63	"	"(水)	"	"	104.3	99.2	18.0	56.7	302	34.5	44	10.4
64	"	850(油)	"	"	101.3	93.1	21.0	58.5	293	31.5	42	6.0
65	"	"(水)	"	"	97.0	86.4	22.0	54.6	286	31.4	43	8.8
66	"	900(油)	"	"	112.4	105.1	17.0	54.7	321	34.6	46	4.7
67	"	"(水)	"	"	116.3	105.0	7.0	48.8	332	36.0	46	5.2
68	"	850(油)	"	100	88.3	75.0	20.6	57.8	262	25.2	29	8.2
69	"	"(水)	"	"	97.4	88.9	18.4	54.1	293	30.6	30	7.2
70	"	900(油)	"	"	99.3	87.8	18.8	55.0	293	34.6	32	4.8
71	"	"(水)	"	"	101.6	90.4	20.4	51.1	293	31.5	32	4.8
72	"	850(油)	"	125	93.1	81.8	20.0	49.1	277	30.1	30	4.8
73	"	"(水)	"	"	85.4	75.0	22.0	57.7	255	28.6	27	9.8
74	"	900(油)	"	"	98.3	81.8	19.8	52.1	293	33.2	31	5.4
75	"	"(水)	"	"	97.4	86.6	20.6	55.9	277	30.6	29	5.5
76	"	850(油)	"	150	102.6	85.5	16.4	49.9	311	—	—	4.4
77	"	"(水)	"	"	100.9	84.0	17.0	50.0	311	—	—	5.1
78	"	900(油)	"	"	105.8	99.9	18.0	53.1	302	33.0	42	2.1
79	"	"(水)	"	"	99.8	90.9	19.4	55.9	286	30.4	41	5.1
80	"	850(油)	"	200	84.2	70.1	20.6	58.7	26	—	—	6.6
81	"	"(水)	"	"	87.0	72.5	19.0	57.7	286	—	—	5.1
82	"	900(油)	"	"	100.8	84.0	17.0	53.0	302	—	—	4.0
83	"	"(水)	"	"	102.1	85.0	17.6	45.9	311	—	—	4.7

試製鋼第1號に於て25mmのものは焼戻温度を今少しく高くすれば十分規格に合格するし200mmのものは焼戻温度を少し低くすれば規格に合格する、又其の他のものは全部規格に合格して居る。依て此のクロム・ワナヂウム鋼は焼戻温度を適當に選擇するならばニッケル・クロム鋼第1種乙代用として相當大形の形状のものに迄使用出来ること



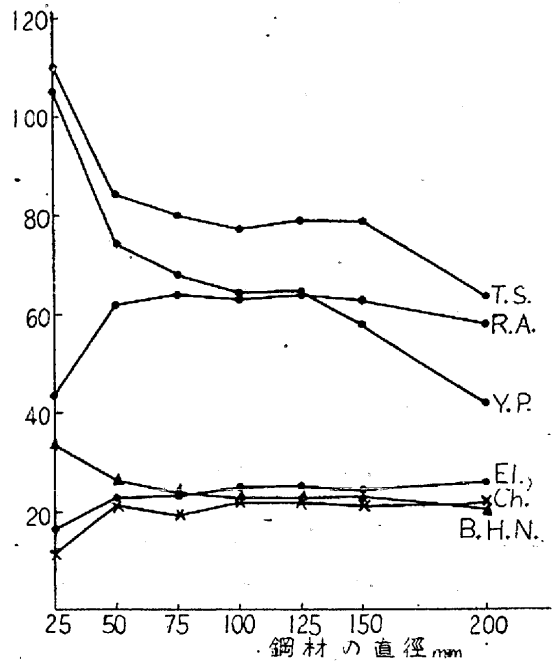
第23圖 鋼材の寸法と機械的性質との關係 (I)
試製鋼第1號

C Si Mn P S Cr V 850°C 油焼入
0.34 0.29 0.71 0.017 0.015 1.02 0.21 655°C 焼戻
T.S.=抗張力 kg/mm² R.A.=絞(%)
Y.P.=降伏點 kg/mm² B.H.N.=ブリネル硬度
El.=伸(%) Charpy=シャルピー kg.m/cm²



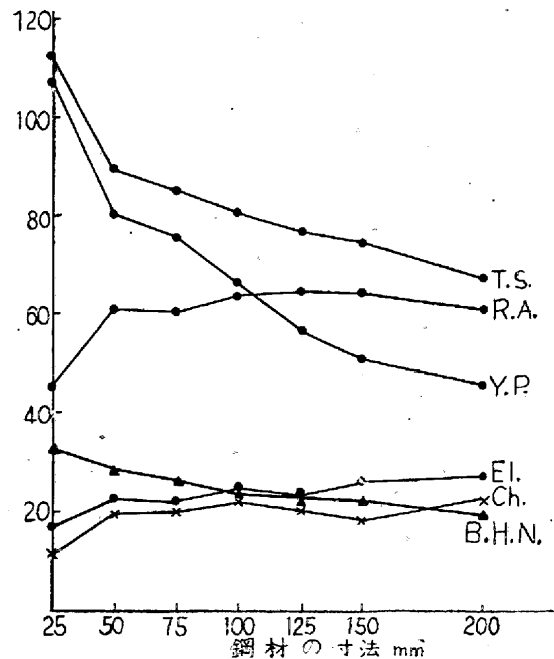
第24圖 鋼材の寸法と機械的性質との關係 (2)
試製鋼第1號

C Si Mn P S Cr V 850°C 水焼入
0.34 0.29 0.71 0.017 0.015 1.02 0.21 655°C 焼戻
T.S.=抗張力 kg/mm² R.A.=絞(%)
Y.P.=降伏點 kg/mm² B.H.N.=ブリネル硬度
El.=伸(%) Charpy=シャルピー kg.m/cm²



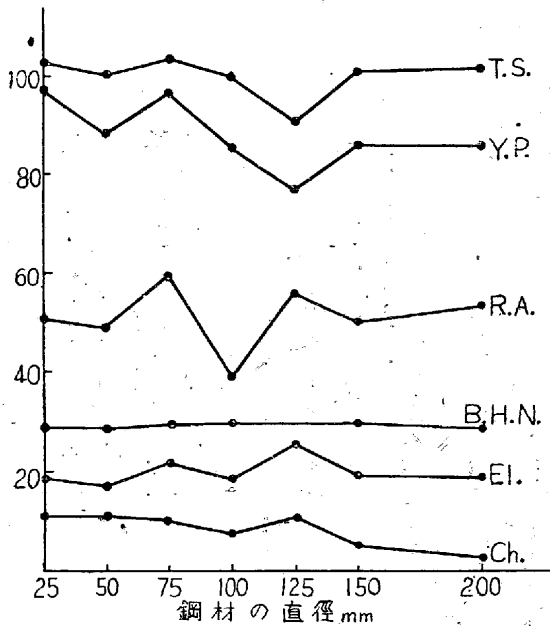
第25圖 鋼材の寸法と機械的性質との關係 (3)
試製鋼第1號

C Si Mn P S Cr V 900°C 油焼入
0.34 0.29 0.71 0.017 0.015 1.02 0.21 655°C 焼戻
T.S.=抗張力 kg/mm² R.A.=絞(%)
Y.P.=降伏點 kg/mm² B.H.N.=ブリネル硬度
El.=伸(%) Ch.=シャルピー kg.m/cm²



第26圖 鋼材の寸法と機械的性質との關係 (4)
試製鋼第1號

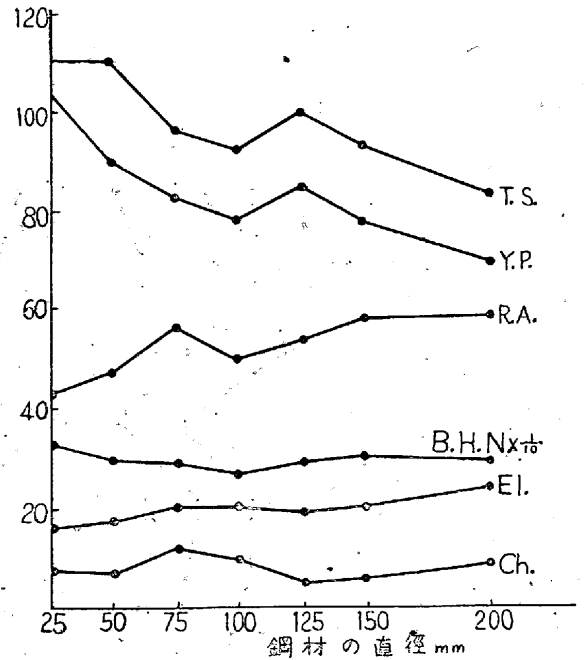
C Si Mn P S Cr V 900°C 油焼入
0.34 0.29 0.71 0.017 0.015 1.02 0.21 655°C 焼戻
T.S.=抗張力 kg/mm² R.A.=絞(%)
Y.P.=降伏點 kg/mm² B.H.N.=ブリネル硬度
El.=伸(%) Ch.=シャルピー kg.m/cm²



第27圖 鋼材の寸法と機械的性質との関係(5)
試製鋼第2號

C	Si	Mn	P	S	Cr	V	850°C 油焼入
0.48	0.28	0.86	0.014	0.012	1.04	0.32	655°C 焼戻

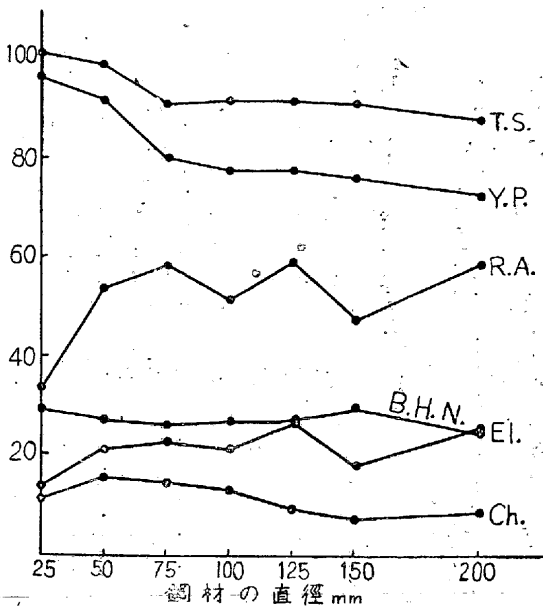
T.S. = 抗張力 kg/mm² R.A. = 絞(%)
Y.P. = 降伏點 kg/mm² B.H.N. = ブリネル硬度
El. = 伸(%) Ch. = シャールビー kg.m/cm²



第29圖 鋼材の寸法と機械的性質との関係(7)
試製鋼第2號

C	Si	Mn	P	S	Cr	V	900°C 油焼入
0.48	0.28	0.86	0.014	0.012	1.04	0.32	655°C 焼戻

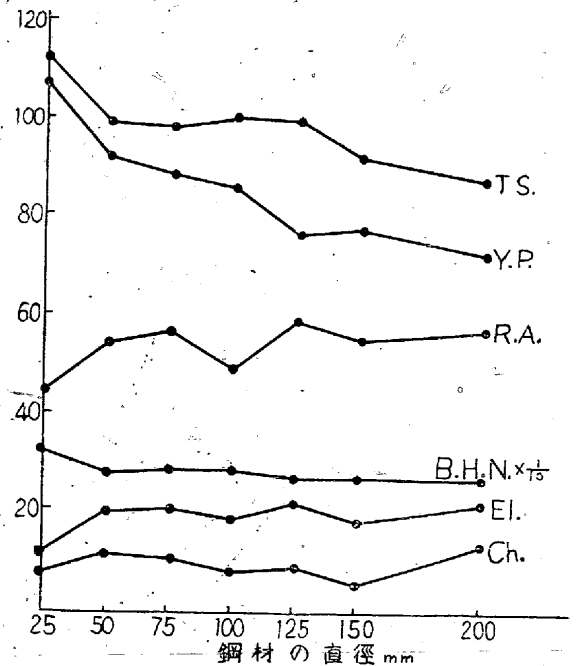
T.S. = 抗張力 kg/mm² R.A. = 絞(%)
Y.P. = 降伏點 kg/mm² B.H.N. = ブリネル硬度
El. = 伸(%) Ch. = シャールビー kg.m/cm²



第28圖 鋼材の寸法と機械的性質との関係(6)
試製鋼第2號

C	Si	Mn	P	S	Cr	V	850°C 水焼入
0.48	0.28	0.86	0.014	0.012	1.04	0.32	655°C 焼戻

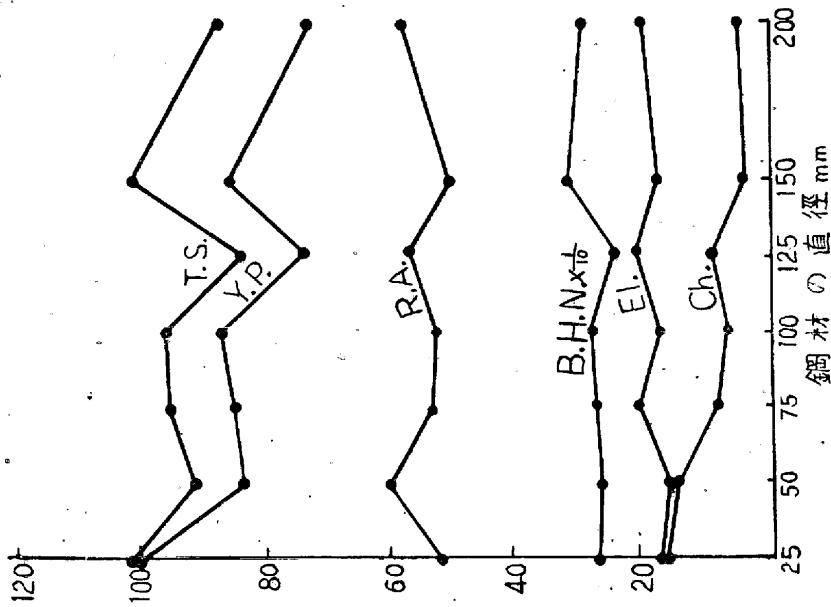
T.S. = 抗張力 kg/mm² R.A. = 絞(%)
Y.P. = 降伏點 kg/mm² B.H.N. = ブリネル硬度
El. = 伸(%) Ch. = シャールビー kg.m/cm²



第30圖 鋼材の寸法と機械的性質との関係(8)
試製鋼第2號

C	Si	Mn	P	S	Cr	V	900°C 水焼入
0.48	0.28	0.86	0.014	0.012	1.04	0.32	655°C 焼戻

T.S. = 抗張力 kg/mm² R.A. = 絞(%)
Y.P. = 降伏點 kg/mm² B.H.N. = ブリネル硬度
El. = 伸(%) Charpy = シャールビー kg.m/cm²

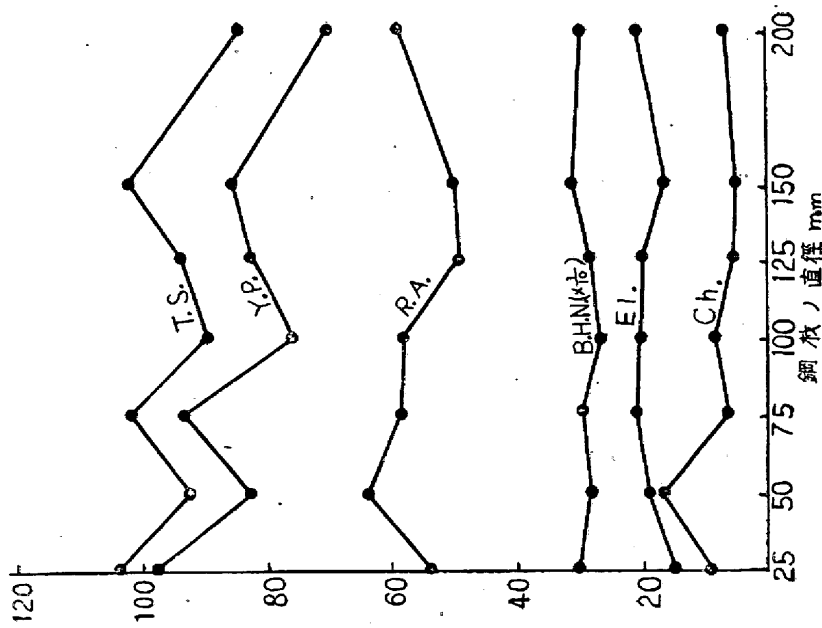


第32圖 鋼材の寸法と機械的性質との關係(10)

試製鋼第3號

C	Si	Mn	P	S	Cr	V	850°C 水焼入	650°C 焼戻
0.45	0.17	0.86	0.016	0.017	1.52	0.23		

T.S. = 抗張力 kg/mm² R.A. = 絞(%)
 Y.P. = 降伏點 kg/mm² B.H.N. = ブリネル硬度
 El. = 伸(%) Ch. = シヤールビロ kg.m./cm²

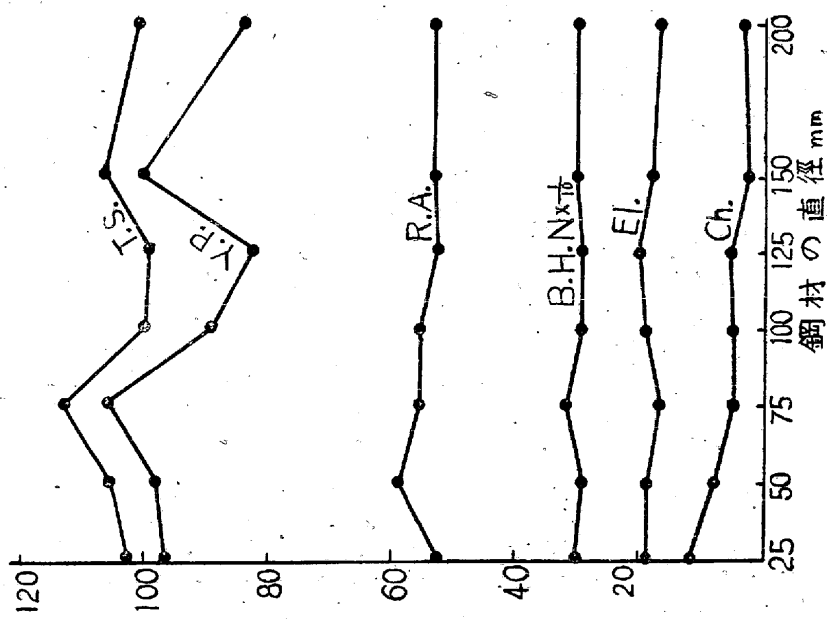


第31圖 鋼材の寸法と機械的性質との關係(9)

試製鋼第3號

C	Si	Mn	P	S	Cr	V	850°C 油焼入	650°C 焼戻
0.45	0.17	0.86	0.016	0.017	1.52	0.23		

T.S. = 抗張力 kg/mm² R.A. = 絞(%)
 Y.P. = 降伏點 kg/mm² B.H.N. = ブリネル硬度
 El. = 伸(%) Ch. = シヤールビロ kg.m./cm²

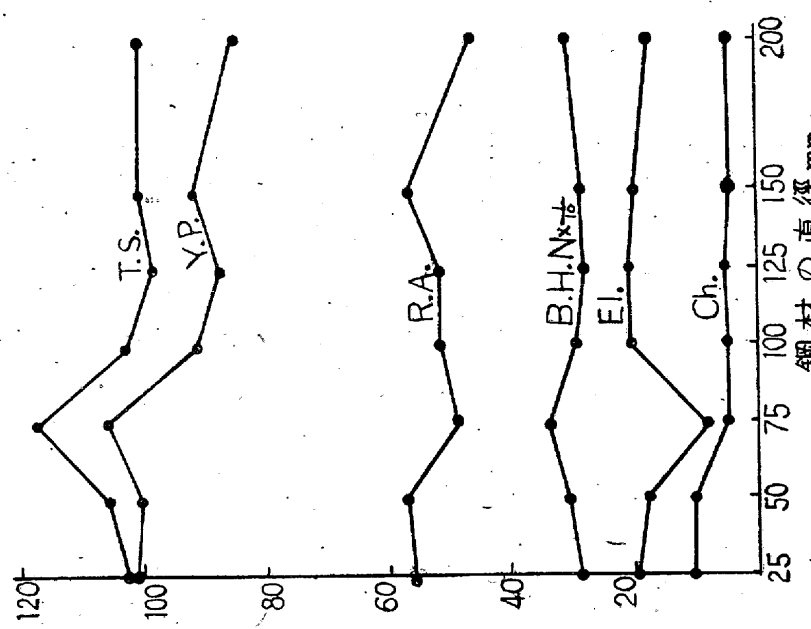


第33圖 鋼材の寸法と機械的性質との關係(11)

試製鋼第3號

C	Si	Mn	P	S	Cr	V	900°C 油焼入	650°C 焼戻
0.45	0.17	0.86	0.016	0.017	1.52	0.23		

T.S. = 抗張力 kg/mm² R.A. = 絞(%)
 Y.P. = 降伏點 kg/mm² B.H.N. = フリネル硬度
 El. = 伸(%) Ch. = シヤールビロ kgmm/cm²



第34圖 鋼材の寸法と機械的性質との關係(12)

試製鋼第3號

C	Si	Mn	P	S	Cr	V	900°C 水焼入	650°C 焼戻
0.45	0.17	0.86	0.016	0.017	1.52	0.23		

T.S. = 抗張力 kg/mm² R.A. = 絞(%)
 Y.P. = 降伏點 kg/mm² B.H.N. = フリネル硬度
 El. = 伸(%) Ch. = シヤールビロ kgmm/cm²

が分つた。又焼戻温度を今少しく低下させればニツケル・クロム鋼第2種乙の規格にも代用せしめ得ることは明かな事である。

次に試製鋼第2號の試験結果を見るに非常によく焼が入り大きなものに於ても相當の抗張力、降伏點を得られることを示して居る、随つて質量効果は徑 150mm 位までは無いと云つても良いかと思はれる。然し衝撃値が比較的少ないのが缺點で随つてニツケル・クロム鋼第2種乙の規格には合格しにくい。之は炭素が少しく高すぎるためであり却つて試製鋼第1號の方がワナヂウム少なきに拘らず良好なる結果を示して居る。

次に試製鋼第3號の試験結果を見るに相當直徑大なるものが焼が十分入つて抗張力試験は優秀である。然し試製鋼第2號の場合と同様に衝撃値が少しく低く直徑 75mm 以上のものに於て低き値を示して居るが之は焼戻時間の不足のためと炭素量が少しく多過ぎるためと思はれる。

(二) 焼戻脆性に関する研究

ニツケル・クロム鋼に於ては 470°C 附近に於て長時間焼戻をなす時は衝撃抗力を減少する。又 550°C 附近に於て焼戻をなす時徐冷せる場合には衝撃抗力を減少する。前者を第1焼戻脆性、後者を第2焼戻脆性と稱せられて居るクロム・ワナヂウム鋼に就て此の現象が起るかどうかを試験して見た。即ち先づ 850°C にて焼準し次で 850°C より焼入したる試料を 460°C 及び 500°C に於て種々なる時間焼戻を行ひこれより試料を切り出し衝撃試験を行ひたる所次の第 25 表乃至第 27 表又は第 35 圖乃至第 37 圖に示す様な結果を得た。

第 25 表 鋼材の第 1 焼戻脆性に関する研究 (1)

試製鋼第 1 號の場合

試験片の成分:								
C	Si	Mn	P	S	V	Cr		
0.34	0.29	0.71	0.017	0.015	0.21	1.02		
試験片の寸法:								
d=25mm,		l=100mm.						
番號	燒準	燒入	燒戻	同上	シャルピー		平均	
°C	(油)	(油)	(油)	時間	kg/cm ²		數値	
				h				
121	850	850	460	1/2	4.95	4.69	5.21	4.95
122	"	"	"	1	5.48	5.48	5.74	5.55
123	"	"	"	2	6.00	6.00	6.28	6.14
124	"	"	"	4	6.00	6.00	5.74	5.94
125	"	"	"	6	5.74	5.74	5.74	5.81
126	"	"	"	10	6.28	5.74	5.74	5.88
127	"	"	500	1/2	6.55	6.55	6.55	6.55
128	"	"	"	1	7.10	6.83	6.83	7.38
129	"	"	"	2	7.65	7.38	6.83	7.17
130	"	"	"	4	6.28	6.28	6.55	6.84
131	"	"	"	6	5.74	6.00	6.00	5.81
132	"	"	"	10	5.74	5.74	5.74	5.81

即ち試製鋼第1號、第2號、第3號共に衝撃抗力に對し時間的影響は存在しないことが明かであり従つて第1焼戻脆性は存在しないことを知る事が出来る。

第 26 表 鋼材の第 1 焼戻脆性に関する研究 (2)

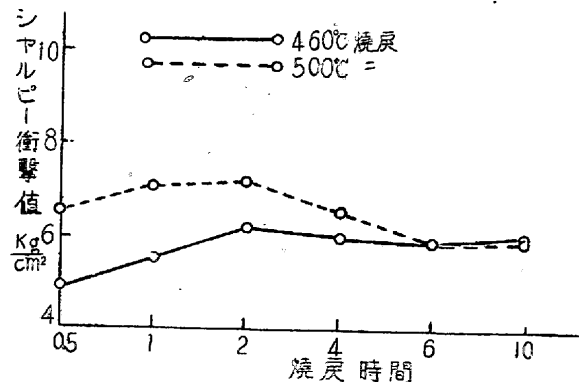
試製鋼第 2 號の場合

試験片の成分:							
C	Si	Mn	P	S	V	Cr	
0.48	0.28	0.86	0.014	0.012	0.32	1.04	
試験片の寸法:							
d=25mm,		l=100mm.					
番號	燒準	燒入	燒戻	同上	シャルピー		平均
		(油)	(油)	時間	kg/cm ²		數値
				h			
39	850	850	460	1/2	2.73	3.19	2.96
40	"	"	"	1	4.69	4.43	4.56
41	"	"	"	2	4.10	4.69	4.43
42	"	"	"	4	5.74	—	5.74
43	"	"	"	6	3.93	3.68	3.68
44	"	"	"	10	3.68	6.83	5.26
45	"	"	500	1/2	3.68	3.68	3.68
46	"	"	"	1	3.43	4.19	3.81
47	"	"	"	2	4.43	3.93	4.19
48	"	"	"	4	3.93	3.43	3.68
49	"	"	"	6	8.53	3.68	6.10
50	"	"	"	10	8.83	6.65	7.69

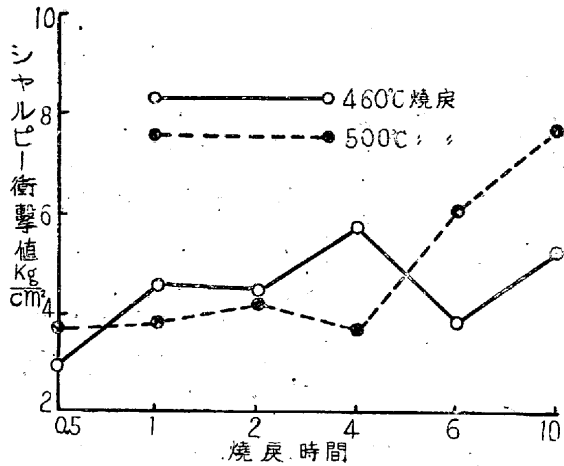
第 27 表 鋼材の第 1 焼戻脆性に関する研究 (3)

試製鋼第 3 號の場合

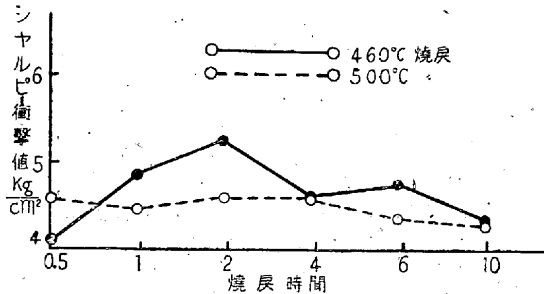
試験片の成分:							
C	Si	Mn	P	S	Cr	V	
0.45	0.17	0.86	0.016	0.017	1.52	0.23	
試験片の寸法:							
d=25mm,		l=100mm.					
番號	燒準	燒入	燒戻	同上	シャルピー		平均
		(油)	(油)	時間	kg/cm ²		數値
				h			
101	850	850	460	1/2	2.73	5.48	4.10
102	"	"	"	1	4.43	5.21	4.82
103	"	"	"	2	4.69	5.74	5.21
104	"	"	"	4	4.95	4.19	4.57
105	"	"	"	6	4.69	4.69	4.69
106	"	"	"	10	3.93	4.69	4.26
107	"	"	500	1/2	4.43	4.69	4.56
108	"	"	"	1	4.43	4.43	4.43
109	"	"	"	2	4.43	4.69	4.56
110	"	"	"	4	4.69	4.43	4.56
111	"	"	"	6	4.43	4.19	4.31
112	"	"	"	10	4.19	4.19	4.19



第 35 圖 衝撃抗力に及ぼす焼戻時間の影響 (1) 試製鋼第 1 號



第36圖 衝撃抗力に及ぼす焼戻時間の影響(2)
試製鋼第2號



第37圖 衝撃抗力に及ぼす焼戻時間の影響(3)
試製鋼第3號

次に第2焼戻脆性が存在するかどうかを見るために850°Cに於て焼準し次で850°Cから油焼入したる試料を530°C, 560°C, 600°C各温度にて焼戻しこの時水冷, 油冷, 空冷, 爐冷を行ひそれぞれの場合の衝撃抗力を求めた. 其の結果は第28表乃至第30表及び第38圖乃至第43圖に示す如くである.

第28表 鋼材の第2焼戻脆性に関する研究(1)
試製鋼第1號の場合

試験片の成分:		C	Si						
		0.34	0.29						
試験片の寸法:		d=25 mm,		l=100 mm.					
番號	焼準	焼入	焼戻	同上	シャルピー			平均	
	°C	(油)	(油)	時間	kg.m/cm²			數値	
		°C	°C	h					
133	850	850	530(水)	1	7.38	7.38	7.65	7.38	7.45
134	"	"	"(油)	1	7.94	7.38	7.10	6.83	7.31
135	"	"	"(空)	1	7.94	8.83	—	—	8.40
136	"	"	"(爐)	1	6.28	6.28	6.00	6.00	6.14
137	"	"	560(水)	1	7.65	7.94	7.94	7.65	7.80
138	"	"	"(油)	1	8.23	9.13	8.53	8.83	8.68
139	"	"	"(空)	1	7.65	7.38	7.10	7.65	7.45
140	"	"	"(爐)	1	6.28	6.83	6.00	6.00	6.27
141	"	"	600(水)	1	11.04	11.69	11.36	11.69	11.45
142	"	"	"(油)	1	10.71	10.71	12.08	10.39	10.97
143	"	"	"(空)	1	9.44	8.23	9.75	—	9.14
144	"	"	"(爐)	1	5.74	6.00	5.48	6.28	5.88

第29表 鋼材の第2焼戻脆性に関する研究(2)

試製鋼第2號の場合

試験片の成分: C 0.48, Si 0.28, Mn 0.86, P 0.014, S 0.012, V 0.32, Cr 1.04

試験片の寸法: d=25 mm, l=100 mm

番號	焼準	焼入	焼戻	同上	シャルピー				平均
	°C	(油)	(油)	時間	kg/cm²				數値
		°C	°C	h					
51	850	850	530(水)	1	4.95	4.19	—	—	4.57
52	"	"	"(油)	"	3.68	3.93	—	—	3.81
53	"	"	"(空)	"	3.68	3.93	—	—	3.81
54	"	"	"(爐)	"	3.43	3.43	—	—	3.43
55	"	"	560(水)	"	4.19	4.19	—	—	4.19
56	"	"	"(油)	"	4.43	4.19	—	—	4.31
57	"	"	"(空)	"	3.43	4.69	3.93	5.74	4.43
58	"	"	"(爐)	"	3.68	—	—	—	3.68
59	"	"	600(水)	"	6.00	6.28	6.00	6.00	6.07
60	"	"	"(油)	"	3.93	6.28	—	—	5.11
61	"	"	"(空)	"	5.21	—	—	—	5.21
62	"	"	"(爐)	"	4.43	6.00	3.93	4.19	4.63

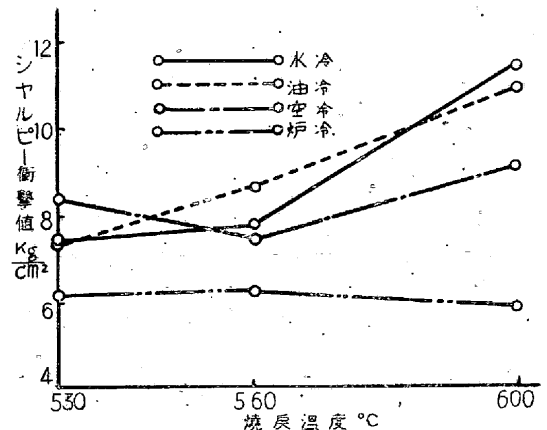
第30表 鋼材の第2焼戻脆性に関する研究(3)

試製鋼第3號の場合

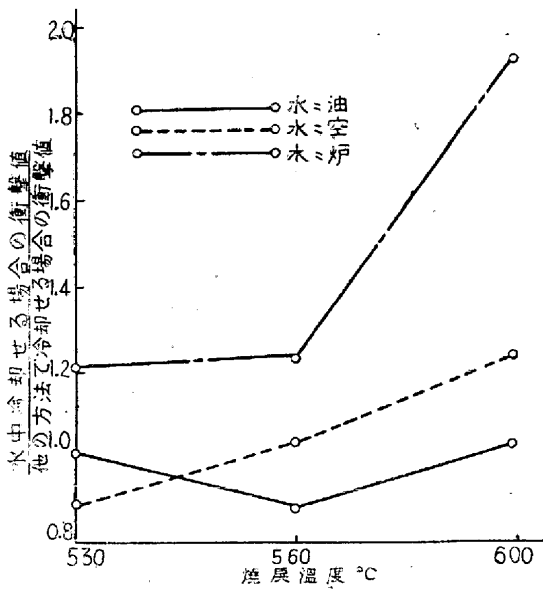
試験片の成分: C 0.45, Si 0.17, Mn 0.86, P 0.016, S 0.017, Cr 1.52, V 0.23

試験片の寸法: d=25 mm, l=200 mm.

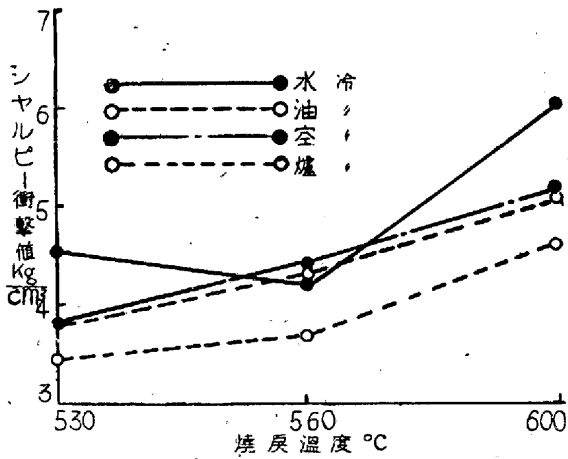
番號	焼準	焼入	焼戻	同上	シャルピー		平均
	°C	(油)	(油)	時間	kg/cm²		數値
		°C	°C	h			
113	850	850	530(水)	1	4.69	4.43	4.56
114	"	"	"(油)	"	3.68	3.93	3.81
115	"	"	"(空)	"	2.73	4.95	3.84
116	"	"	"(爐)	"	4.43	4.19	4.56
117	"	"	560(水)	"	4.19	3.68	3.94
118	"	"	"(油)	"	3.43	3.93	3.68
119	"	"	"(空)	"	4.19	3.43	3.81
120	"	"	"(爐)	"	3.19	3.43	3.31
121	"	"	600(水)	"	4.19	3.68	3.94
122	"	"	"(油)	"	4.95	3.68	4.32
123	"	"	"(空)	"	3.68	4.19	3.94
124	"	"	"(爐)	"	3.19	3.43	3.31



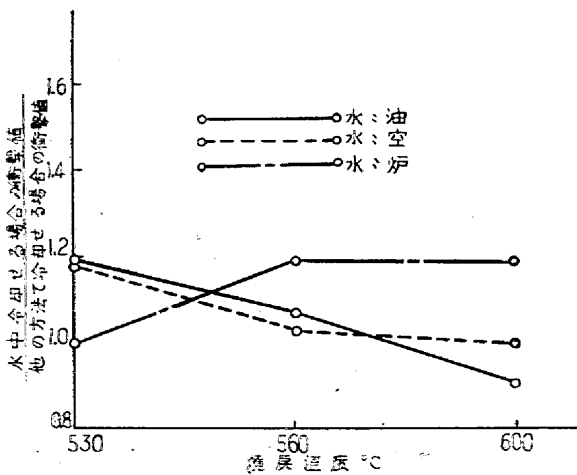
第38圖 衝撃抗力に及ぼす冷却速度の影響(1)
試製鋼第1號



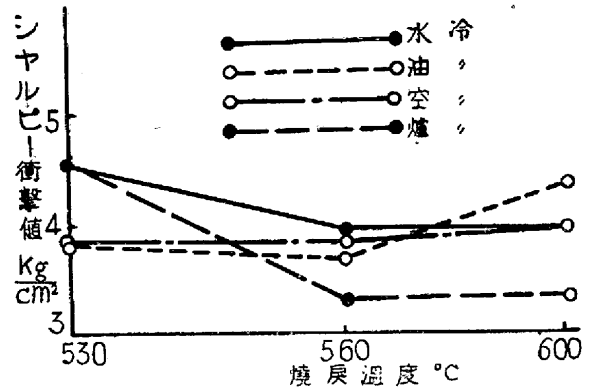
第39圖 衝撃抗力に及ぼす冷却速度の影響 (1)
試製鋼第1號



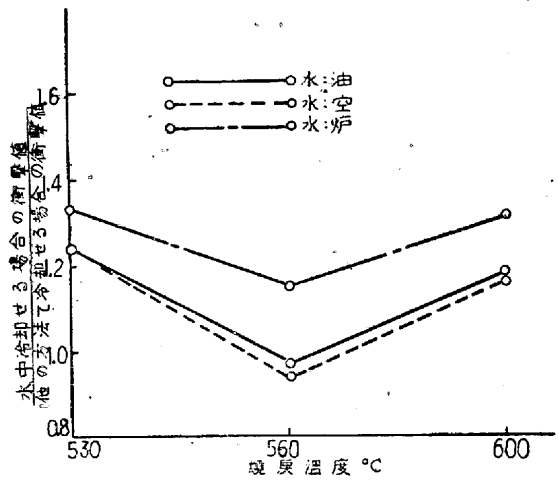
第40圖 衝撃抗力に及ぼす冷却速度の影響 (2)
試製鋼第2號



第41圖 衝撃抗力に及ぼす冷却速度の影響 (2)
試製鋼第2號



第42圖 衝撃抗力に及ぼす冷却速度の影響 (3)
試製鋼第3號



第43圖 衝撃抗力に及ぼす冷却速度の影響 (3)
試製鋼第3號

試製鋼の各號に於て爐冷の場合には水冷、油冷、空冷の場合より衝撃抗力が少しく低位にあるが併し 500~580°C の範圍にて急激に減少する様な傾向は何等示して居らない。依つてニッケル・クロム鋼に見る様な焼戻脆性は存在しないことが分る。

XII. ニッケル・クロム鋼第1種乙, 第2種乙, 第3種乙代用鋼として考へらるべきクロム・ワナチウム鋼の規格成分

試製鋼第1號 (C 0.34, Cr 1.02, V 0.21) はニッケル・クロム代用鋼第1種乙並に第2種乙の規格は十分満足せしめる。又形状小なるものに於ては第3種乙並に第4種乙迄にも使用し得られることは明かである。次に試製鋼第2號 (C 0.48, Cr 1.04, V 0.32) は第1種乙代用には少しく硬い様であり。第2種乙, 第3種乙として代用し得られる。

併し 100mm 以上の大形寸法のものに於て少しく衝撃値が低下して居る。これはCが少しく多きに過ぎるためであ

ることは明かである。

次に又試製鋼第3號(C 0.45, Cr 1.52, V 0.23)も第3種乙として代用し得られるが直径75mm以上のものに於て衝撃値が少し低く出て居る。これもCrが1.5%存在する割合にCが少し高すぎるものと思はれる、依つて第3種乙としては今少しくCを下げたものでCrを1.5%或はそれ以上入れたものならば十分大形のもの迄規格に合格せしめ得ると思はれる。

要之第1, 第2, 第3の3種の試製鋼の機械的性質より考へてニッケル・クロム鋼第1種乙, 第2種乙の代用鋼はC 0.25~0.40, Mn 0.50~0.80, Cr 0.80~1.20, V 0.15~0.25の成分のものにてよく, 又第3種乙代用のものは小形のものにては上の成分のものにて良いが少しく大形のものにてはC 0.25~0.40, Mn 0.50~0.80, Cr 1.3~1.7, V 0.15~0.30のものが良好と考へられる。

XIII. 結 論

本研究は未だ全部を終了してをらぬため其の最後の結論を述べることを得ないが上記の研究結果のみより考察しても次のことは云へると思ふ。

1. 構造用クロム・ワナヂウム鋼は極めて優秀なる焼入焼戻曲線を示し強靱鋼として適當なるものである。
2. 又此のクロム・ワナヂウム鋼は焼入温度の範圍極めて大にして随つて熱處理作業上其の取扱ひ極めて容易である。
3. 又此のクロム・ワナヂウム鋼はニッケル・クロム鋼に存在する如き極端なる焼戻脆性の存在なく随つて此の點より見ても熱處理作業上の取扱ひ容易である。

4. クロム・ワナヂウム鋼は質量効果あるため大なるものは焼入困難なりと從來云はれて居つたが實驗の結果は相當大なるものまでも適當なる焼入焼戻に依り優良なる性質を示すことを知つた。

5. ニッケル・クロム鋼第1種乙代用鋼及第2種乙代用鋼は次の如き成分のクロム・ワナヂウム鋼が良い。

C		Mn		Cr		V	
0.25~0.40		0.50~0.80		0.8~1.2		0.15~0.25	
抗張力 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	伸 %	絞 %	シャールビー kg.m/cm ²	硬度 H.B	備考	
>70	>50	>22	>50	>12	>200	(第1種乙)	
>80	>65	>18	>45	>12	>280	(第2種乙)	

6. ニッケル・クロム鋼第3種代用鋼も小型のものにては上の成分のものにて十分であるが少し大型のものにてはCr及びVを少し増加した下記成分のものが良好と思はれる。

C		Mn		Cr		V	
0.25~0.40		0.50~0.80		1.3~1.7		0.20~0.30	
抗張力 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	伸 %	絞 %	シャールビー kg.m/cm ²	硬度 H.B	備考	
>90	>75	>15	>40	>9	>260	(第3種乙)	

但し今後行ふべき試製鋼第5號並に第6號の試驗結果に依りCrの範圍は多少増加した方が良いと云ふことになるかも知れないと思ふ。

7. 要之クロム・ワナヂウム鋼は極めて優秀なる機械的性質を有して居るワナヂウムの國內産出を見た今日之を構造用鋼として採用すべきである。

附記 上記研究のクロム・ワナヂウム鋼の疲勞試験, 顯微鏡組織並にニッケル・クロム鋼第4種乙代用鋼として試製せる試製鋼第4號, 第5號, 第6號の研究。

正 誤 表

會誌 11 號會告附記中

(1) の末尾へ

正會員の會費を年 10 圓, 准會員の會費を年 8 圓とす