

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(II)

(日本鉄鋼協会第 28 回講演大会講演 昭 17. 10 於東京)

上野建二郎*・佐藤進**

UEBER DIE UNTERSUCHUNGEN DER CHROMVANADINSTAEHLE ALS ERSATZ DER CHROMNICKELSTAEHLE (II)

Kenzirō Ueno und Susumu Satō

ZUSAMMENFASSUNG:—Die Verfasser hatten die mechanische Eigenschaften der hochchromhaltigen Chromvanadinstähle unter verschiedenen Bedingungen der Wärmebehandlungen als Ersatz der Chromnickelstähle erforschen und die folgende Ergebnisse gewonnen:

1. Die hochchromhaltige Chromvanadinstähle können Genügend als Ersatz für Chromnickelstähle der vierten Klassen (JIN) gebraucht werden und die optimale Zusammensetzung der Stähle sind wie folgendes: C 0.25~0.40; Si < 0.35; Mn 0.50~1.00; Cr 3.0~5.0; V 0.20~0.40%.
2. Die Temperaturbereich des Abschrecken ist sehr breit, darum die hochchromhaltige Chromvanadinstähle können sehr mühelos in Wärmearbeitung behandelt werden.
3. Die Masseneffekt dieser Stähle können Genügen in die grossen Maschinenteile gebraucht werden.
4. Die Stähle haben keine Anlassprädigkeit wie solche der Chromnickelstähle. Daher in diesem Punkt gelten Chromvanadinstähle besser als Chromnickelstähle.

目次

- I. 緒言
- II. ニッケル・クロム鋼第4種乙代用鋼の豫想規格
- III. 試製方法並に試製鋼成分
- IV. 機械的性質の研究
- V. 試製鋼の試験結果
 - (イ) 焼戻温度と機械的性質との関係
 - (ロ) 焼入温度と機械的性質との関係
 - (ハ) 鋼材の質量効果に関する研究
 - (ニ) 焼戻脆性に関する研究
- VI. ニッケル・クロム鋼第4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
- VII. 結 論

II. ニッケル・クロム鋼第4種乙

代用鋼の豫想規格

この豫想規格に就ては既に本研究報告第I報に記述した
が今便宜上ここに再録すれば次の通りである。

番 號	C	Si	Mn	P	S	Cr	V	Mo
4	0.25	< 0.35	0.80	< 0.035	< 0.035	1.0	0.20	0.30
	0.40		1.50			2.0	0.40	0.50
5	0.25	"	0.50	"	"	2.5	0.20	—
	0.40		1.00			3.5	0.40	—
6	0.25	"	"	"	"	4.0	0.20	—
	0.40					6.0	0.40	—

I. 緒 言

本研究の第I報に於て著者は、ニッケル・クロム鋼第1種乙より第3種乙に到るクロム・ワナヂウム鋼に関する研究結果を記述し、大體に於てその代用鋼たり得る鋼種を決定し得た。著者はその後研究を進め、ニッケル・クロム鋼第4種乙代用鋼たり得べきクロム・ワナヂウム鋼を研究検討し、その結果ニッケル・クロム鋼第4種乙代用鋼としても、クロム・ワナヂウム鋼が十分使用出来る事を證明し得たのである。次にその研究結果を記述し、識者の御批判を仰ぎたいと思ふ。

III. 試製方法並に試製鋼成分

第I報所載の方法と全く同様である。今重複の嫌があるが、ここに記述すれば5tの鹽基性電気爐に於て熔解精錬を行ひ、最大2tより最小100kgに到る種々なる鋼塊を造り、これを鍛造又は壓延して、直径200mmより25mmの

鋼塊の大きさ並に成品棒鋼の直径

鋼塊の大きさ kg	同上數	加工方法	成品棒鋼の直径 mm
2000	1	→ 鍛造 →	200
1000	1	→ 鍛造 →	150~125
500	1	→ 鍛造 →	100
300	1	→ 鍛造 →	75
100	1	→ 鍛造 →	50~25
100	1	→ 壓延 →	25

* 日本砂鐵鋼業會社 ** 日本砂鐵鋼業會社高砂工場

種々な鋼棒を造つた。今その詳細を表示すれば次表の通りである。

而して豫想規格第 4, 5, 6 號の成分のものを試製した。その分析結果は次表の通りである。

記 號	C	Si	Mn	P	S	Cr	V	Mo
試製鋼第 4 號	0.32	0.30	1.12	0.009	0.005	1.72	0.36	0.22
試製鋼第 5 號	0.31	0.20	0.76	0.015	0.013	3.04	0.23	—
試製鋼第 6 號	0.27	0.26	0.79	0.021	0.018	4.69	0.40	—

上記の成分は皆豫想規格成分の範囲内である。次にこの三つの試製鋼に對比する爲、ニッケル-クロム第 4 種乙より試験片を取り、比較試験を行つた。その成分は下記の通りである。

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
0.32	0.12	0.59	0.016	0.017	1.22	4.32

以上の 4 種の鋼につき検討を行ふことにしたのである。

IV. 機械的性質の研究方法

前報告記載の方法と全く同様である。今ここに重複記載すれば、次の通りである。主として鋼棒 25mm 径のものを、これを 200mm の長さに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、空気焼入等を行ひこれを種々なる温度にて焼戻を行ひ、これより抗張力試験片；衝撃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。又直径 25mm, 50mm, 75mm, 100mm, 125mm, 150mm, 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、又鋼材の焼戻脆性の有無をも検することにした。

V. 試製鋼の試験結果

1. 焼戻温度と機械的性質との關係 前報告の場合と同様に直径 25mm の鍛鍊材を用ひ、一度 850°C にて焼準せる後、再び加熱し、850°C より油焼入又は水焼入を行ひ、次でこれを焼戻して、機械的性質を検し、焼戻温度と機械的性質との關係を求めた所、第 1 表乃至第 7 表又は第 1 圖乃至第 4 圖に示す様な結果を得た。これを見れば、試製鋼第 4, 5, 6 共にその性質は頗る優良であり、第 4 圖のニッケル-クロム第 4 種乙よりも却て焼戻温度の範圍も廣く良好である。

第 1 表 焼戻温度と機械的性質との關係 (1)

試製鋼第 4 號 油焼入の場合

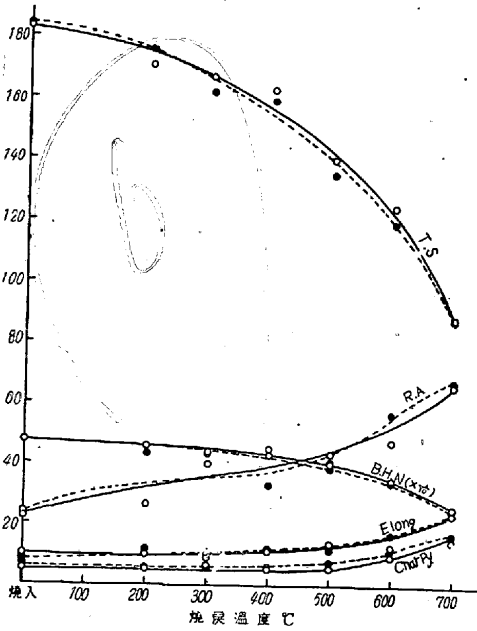
		C	Si	Mn	P	S	V	Cr	Mo		
試験片の成分：		0.32	0.30	1.12	0.009	0.005	0.36	1.72	0.22		
試験片の寸法：		d=25mm, l=200mm.									
番 號	燒準 温度 °C	燒入 (油) °C	燒戻 (油) °C	抗張 力 kg/mm ²	降伏 點 kg/mm ²	伸 %	絞 %	硬度 B.H.	硬度 R.C	硬度 S.H.	シャルピー kgm/cm ²
1	850	80	—	137.1	—	6.4	10.3	364	38.7	48	6.28
2	"	"	—	135.4	—	15.6	26.4	351	37.6	49	4.69
3	"	850	—	181.2	—	10.0	13.9	477	47.7	62	5.21
4	"	"	—	183.0	—	10.2	22.3	477	47.0	64	4.69
5	"	"	200	170.6	—	10.2	23.4	460	46.4	58	5.48
6	"	"	"	180.9	—	8.0	26.9	460	46.6	59	5.48
7	"	"	300	166.6	152.9?	9.0	28.4	444	47.7	57	3.93
8	"	"	"	165.9	—	8.4	40.1	444	45.2	58	6.83
9	"	"	400	163.7	—	10.2	40.1?	430	43.5	56	4.69
10	"	"	"	162.5	—	11.2	45.3?	430	44.2	56	5.21
11	"	"	500	139.0	136.6	11.2	34.9	402	41.8	53	6.55
12	"	"	"	139.7	136.7	14.0	43.7	402	40.2	51	6.00
13	"	"	550	131.5	128.7	14.0	47.8	378	38.6	52	6.28
14	"	"	"	131.9	128.8	15.0	47.6	378	39.7	51	6.28
15	"	"	600	124.6	120.8	12.6	44.3	351	36.4	47	10.39
16	"	"	"	122.7	119.1	15.2	43.7	351	36.9	47	9.75
17	"	"	650	101.9	98.6	15.0	42.6	302	31.9	43	16.59
18	"	"	"	104.3	99.6	19.8	57.5	311	33.1	43	16.05
19	"	"	700	88.2	84.0	23.8	66.3	262	25.8	37	14.03
20	"	"	"	88.3	83.6	25.0	67.3	269	25.9	37	9.44

(註：? は数字の後に付けてある。以下同じ)

第 2 表 焼戻温度と機械的性質との關係 (2)

試製鋼第 4 號 水焼入の場合

		C	Si	Mn	P	S	V	Cr	Mo		
試験片の成分：		0.32	0.30	1.12	0.009	0.005	0.36	1.72	0.22		
試験片の寸法：		d=25mm, l=200mm.									
番 號	燒準 温度 °C	燒入 (水) °C	燒戻 (油) °C	抗張 力 kg/mm ²	降伏 點 kg/mm ²	伸 %	絞 %	硬度 B.H.	硬度 R.C	硬度 S.H.	シャルピー kgm/cm ²
21	850	850	—	183.7	—	8.2	23.6	477	49.0	58	7.38
22	"	"	—	182.7	—	10.8	27.3?	495	52.5	62	5.21
23	"	"	200	172.5	—	9.0	22.3	460	49.2	59	5.74
24	"	"	"	175.9	—	12.0	43.5	460	47.5	61	6.28
25	"	"	300	159.5	147.4	11.0	42.3	430	44.5	55	4.69
26	"	"	"	161.8	—	10.2	39.9	430	45.5	56	5.74
27	"	"	400	158.8	145.9	11.8	33.1	430	44.5	60	6.00
28	"	"	"	158.9	—	7.0	19.7	430	45.5	57	6.00
29	"	"	500	133.3	—	8.6	10.3	387	39.5	53	8.83
30	"	"	"	135.0	133.5	12.2	41.0	387	40.5	52	7.65
31	"	"	550	128.2	124.3	17.0	46.0	378	39.0	50	6.83
32	"	"	"	128.6	—	14.8	54.5	378	38.5	52	6.83
33	"	"	600	118.8	114.6	16.2	54.6	340	36.3	48	12.08
34	"	"	"	119.1	—	17.0	56.6	340	37.0	48	12.08
35	"	"	650	99.4	95.4	19.8	61.0	293	29.5	40	17.09
36	"	"	"	98.4	92.3	20.2	64.8	293	29.0	43	17.79
38	"	"	700	87.2	80.0	24.0	68.7	255	23.0	40	15.04
37	"	"	"	87.6	85.1	25.2	67.2	255	24.0	38	17.09



試製鋼第4號

C	Si	Mn	P	S	Cr	V	Mo
0.32	0.30	1.12	0.009	0.005	1.72	0.36	0.22

實線 油焼入 點線 水焼入

第1圖 焼戻温度と機械的性質との關係 (1)

第4表 焼戻温度と機械的性質との關係 (4)

試製鋼第5號 水焼入の場合

C	Si	Mn	P	S	Cr	V
0.31	0.20	0.76	0.015	0.013	3.04	0.23

試験片の寸法: $d=25\text{mm}, l=200\text{mm}.$

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	シャル ピー kgm/cm ²
21	850	850	--	171.4	--	13.0	34.1	477	50.0	66	7.4
22	"	"	--	172.8	--	12.2	33.6	477	50.9	66	5.5
23	"	"	200	166.6	--	13.0	38.6	460	48.5	64	7.4
24	"	"	"	163.2	--	13.2	41.3	444	47.8	63	7.7
25	"	"	300	157.4	--	13.2	41.0	430	45.9	59	8.2
26	"	"	"	159.8	143.7	12.4	42.9	444	47.2	59	8.2
27	"	"	400	156.7	--	15.0	47.1	418	44.0	58	4.7
28	"	"	"	155.9	--	13.4	47.5	418	43.8	57	6.0
29	"	"	500	136.6	--	13.8	47.0	387	41.0	53	5.5
30	"	"	"	137.3	--	14.6	45.8	387 364	39.9	53	6.0
31	"	"	550	122.1	--	18.0	51.5	364	39.0	51	6.3
32	"	"	"	123.8	--	16.8	50.9	364	38.7	50	5.5
33	"	"	600	108.4	--	18.6	56.9	321	35.0	45	6.6
34	"	"	"	109.7	--	18.0	53.3	321	34.6	45	6.8
35	"	"	650	87.6	79.2	25.0	66.6	269	28.5	38	27.0
36	"	"	"	88.6	80.2	24.0	65.6	262	28.3	38	26.7
37	"	"	700	75.6	67.1	27.0	71.3	207	17.5	31	29.6
38	"	"	"	75.5	68.9	28.0	72.0	217	18.2	32	29.9

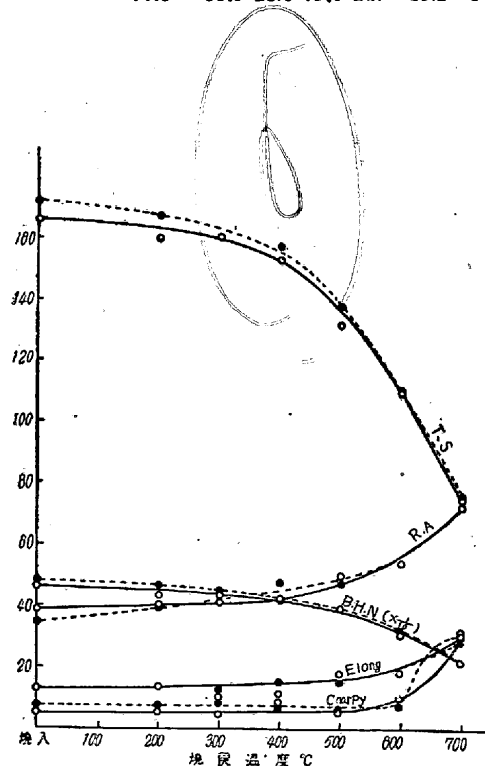
第3表 焼戻温度と機械的性質との關係 (3)

試製鋼第5號 油焼入の場合

C	Si	Mn	P	S	Cr	V
0.31	0.20	0.76	0.015	0.013	3.04	0.23

試験片の寸法: $d=25\text{mm}, l=200\text{mm}.$

番 號	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	シャル ピー kgm/cm ²
1	850	--	--	143.6	--	34.0	22.8	418	38.5	50	6.3
2	"	--	--	144.4	--	32.4	29.0	402	39.2	50	6.3
3	"	850	--	164.1	--	9.0	32.9	460	47.5	64	6.3
4	"	"	--	165.7	--	12.8	38.4	460	48.0	64	5.2
5	"	"	200	169.6	--	13.2	39.4	460	47.6	62	11.0
6	"	"	"	159.3	--	13.2	40.2	430	47.4	61	5.0
7	"	"	300	159.7	--	10.0	40.6	430	45.0	60	3.4
8	"	"	"	162.2	--	12.2	38.1	444	45.1	59	4.2
9	"	"	400	152.4	--	1.0	41.9	418	44.0	57	8.5
10	"	"	"	162.0	--	1.4	38.1	444	43.7	57	5.5
11	"	"	500	130.9	--	17.6	49.6	387	40.6	53	5.0
12	"	"	"	126.3	--	15.0	49.8	387	40.8	53	6.6
13	"	"	550	123.3	--	17.0	47.1	364	40.0	50	4.7
14	"	"	"	121.7	--	15.4	49.0	364	39.5	49	4.7
15	"	"	600	109.0	--	18.0	53.7	302	33.4	42	9.4
16	"	"	"	106.3	--	18.2	56.6	302	32.7	40	8.5
17	"	"	650	85.7	76.6	24.4	68.5	255	26.4	36	15.4
18	"	"	"	88.7	--	24.4	65.7	255	26.3	36	14.7
19	"	"	700	73.7	64.6	30.0	72.1	217	20.5	32	31.0
20	"	"	"	74.0	--	30.0	71.5	212	19.6	30	31.2



試製鋼第5號

C	Si	Mn	P	S	Cr	V
0.31	0.20	0.76	0.015	0.013	3.04	0.23

實線 油焼入 點線 水焼入

第2圖 焼戻温度と機械的性質との關係 (2)

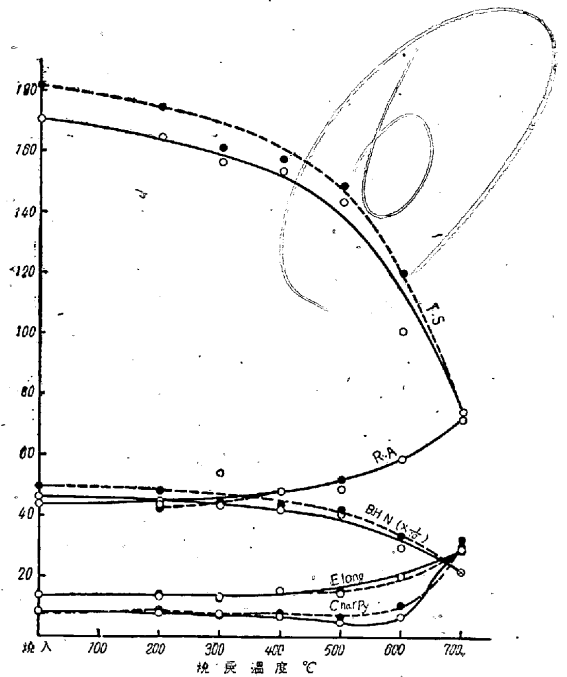
第5表 焼戻温度と機械的性質との関係 (5)

試製鋼第6号 油焼入の場合

試験片の成分 C Si Mn P S Cr V
0.27 0.26 0.79 0.021 0.018 4.69 0.40

試験片の寸法 d=25mm, l=200mm.

番 号	焼 準 °C	焼入 (油) °C	焼戻 (油) °C	抗張 力kg/ mm ²	降伏 点kg/ mm ²	伸 %	絞 %	硬度 B.H	シャル ピー kgm/cm ²
1	850	—	—	161.5	138.1	11.8	21.9	444	4.7
2	"	—	—	161.1	145.3	10.4	20.6	444	7.1
3	"	850	—	169.1	—	13.2	40.1	460	7.8
4	"	"	—	170.7	—	13.6	43.5	460	8.2
5	"	"	200	164.4	—	13.0	43.5	444	7.7
6	"	"	"	162.5	—	13.0	37.6	444	6.4
7	"	"	300	156.0	—	12.0	37.9	430	6.6
8	"	"	"	156.5	—	13.0	53.7	430	7.4
9	"	"	400	153.2	—	14.0	42.5	418?	7.1
10	"	"	"	153.6	147.1	15.0	47.6	418?	6.3
11	"	"	500	141.7	—	14.0	48.3	402	4.9
12	"	"	"	143.2	—	14.2	48.6	402	4.2
18	"	"	550	129.8	—	17.4	66.8	378	5.2
14	"	"	"	123.0	116.4	18.0	48.6	364	4.2
15	"	"	600	98.9	—	19.0	58.4	286	7.4
16	"	"	"	100.5	72.7	20.0	58.4	293	6.3
17	"	"	650	82.6	74.1	24.4	68.7	235	23.2
18	"	"	"	81.2	68.8	26.0	69.4	228	19.5
19	"	"	700	74.5	59.7	28.0	65.4	217	30.7
20	"	"	"	74.4	59.6	29.0	71.7	217	28.5



試製鋼第6号
C Si Mn P S Cr V
0.27 0.26 0.79 0.021 0.018 4.69 0.40

實線 油焼入 点線 水焼入

第3圖 焼戻温度と機械的性質との関係 (3)

第6表 焼戻温度と機械的性質との関係 (6)

試製鋼第6号 水焼入の場合

試験片の成分 C Si Mn P S Cr V
0.27 0.26 0.79 0.021 0.018 4.69 0.40

試験片の寸法 d=25mm, l=200mm.

番 号	焼 準 °C	焼入 (水) °C	焼戻 (油) °C	抗張 力kg/ mm ²	降伏 点kg/ mm ²	伸 %	絞 %	硬度 B.H	シャル ピー kgm/cm ²
21	850	850	—	181.7	—	標点外	—	495	7.4
22	"	"	—	186.7	—	"	"	495	6.3
23	"	"	200	174.6	—	14.0	42.0	477	8.8
24	"	"	"	167.5	—	14.4	43.3	460	8.5
25	"	"	300	160.2	—	11.0	39.8	444	6.8
26	"	"	"	160.9	—	12.6	43.3	444	"
27	"	"	400	145.6	99.9	標点外	—	402	7.1
28	"	"	"	157.2	—	15.0	48.5	430	7.4
29	"	"	500	148.4	73.5	15.4	51.5	418	6.6
30	"	"	"	134.3	89.5	18.0	48.5	387	4.2
31	"	"	550	134.0	—	16.0	46.6	387	7.0
32	"	"	"	123.1	83.9	17.2	51.6	364	6.3
33	"	"	600	119.9	95.8	20.0	58.4	332	"
34	"	"	"	109.0	—	16.6	55.6	311	11.0
35	"	"	650	90.3	80.5	23.0	65.4	255	14.4
36	"	"	"	87.8	71.7	24.0	67.1	248	10.4
37	"	"	700	74.1	63.5	30.0	71.9	217	32.9
38	"	"	"	76.9	—	27.0	62.9	223	31.2

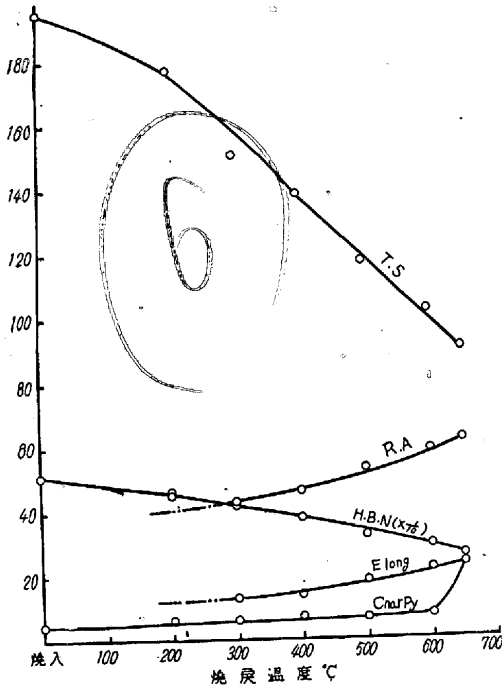
第7表 焼戻温度と機械的性質との関係 (7)

ニッケル・クロム鋼第4種乙 油焼入の場合

試験片成分 C Si Mn P S Cr Ni
0.32 0.12 0.59 0.16 0.17 1.22 4.32

試験片寸法 d=25mm.

番 号	焼 準 °C	焼入 (油) °C	焼戻 (油) °C	抗張 力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
1	850	—	—	188.0	11.0	25.7	460	49.2	65	6.6
2	"	—	—	185.9	10.0	24.6	477	50.7	66	6.0
3	"	850	—	195.2	—	—	512	52.0	70	5.7
4	"	"	—	141.4?	2.0	2.9	477	64.2	65	7.7
5	"	"	200	179.9	17.0	53.2	460	65.0	48	7.7
6	"	"	"	177.4	16.0	45.8	460	64.9	49	6.0
7	"	"	300	151.7	14.0	51.1	418	43.7	57	7.1
8	"	"	"	151.6	13.8	42.9	418	43.8	56	6.0
9	"	"	400	139.3	13.2	47.1	387	41.2	52	6.3
10	"	"	"	139.1	14.0	46.0	378	39.9	52	7.1
11	"	"	500	117.8	18.0	49.2	321	35.0	44	7.4
12	"	"	"	117.5	18.0	52.8	321	35.4	45	6.3
13	"	"	550	109.3	20.0	51.0	311	33.6	44	6.0
14	"	"	"	110.1	20.0	61.9	311	33.9	44	6.3
15	"	"	600	101.9	21.6	58.7	293	30.7	42	7.7
16	"	"	"	102.0	21.6	57.0	293	31.0	42	7.4
17	"	"	650	95.2	23.2	61.7	262	27.5	37	27.0
18	"	"	"	96.3	24.0	58.6	269	28.2	37	26.1



第4圖 焼戻温度と機械的性質との関係(4)

第8表 焼入温度と機械的性質との関係(1)
試製鋼第4號

試験片の成分:	C	Si	Mn	P	S	V	Cr	Mo
	0.32	0.12	0.59	0.016	0.017	1.22	4.32	

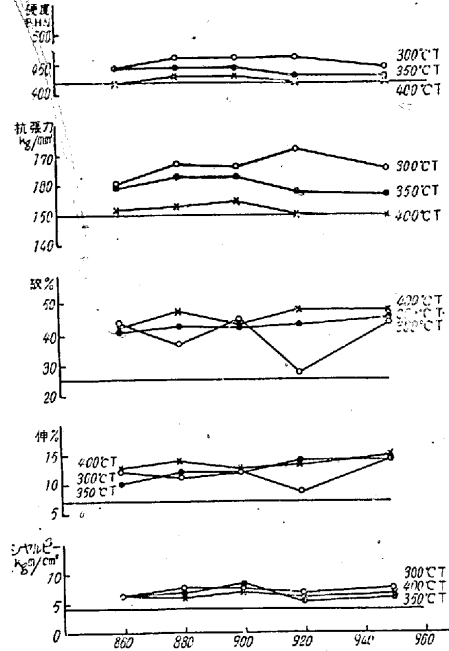
試験片の寸法: d=25mm, l=200mm.

番號	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	シャルピー kgm/cm ²
B-1	850	860	300	160.2	—	12.0	43.7	444	6.0
B-2	"	"	350	159.1	—	10.0	41.3	444	6.0
B-3	"	"	400	151.8	—	12.4	42.8	418	6.0
B-4	"	880	300	166.9	—	11.0	37.0	460	7.4
B-5	"	"	350	162.5	—	12.0	42.7	444	6.8
B-6	"	"	400	153.0	—	14.0	47.8	430	6.0
B-7	"	900	300	165.8	—	12.0	44.7	460	7.7
B-8	"	"	350	162.2	—	12.0	42.4	444	8.2
B-9	"	"	400	154.8	—	12.6	43.4	430	6.8
B-10	"	920	300	171.7	147.3	8.6	27.2	460	6.6
B-11	"	"	350	157.7	—	14.0	43.2	430	5.5
B-12	"	"	400	150.4	—	13.6	48.8	418	6.0
B-13	"	950	300	165.0	—	14.0	43.7	444	7.4
B-14	"	"	350	156.7	—	14.0	45.8	430	6.0
B-15	"	"	400	149.3	—	15.0	48.8	418	6.3

2. 焼入温度を種々変化して、焼入温度と機械的性質との関係を求めた所、第8表乃至第10表又は第5圖乃至第7圖に示す如き結果を得た。これを見れば焼入温度は試製鋼第4號、第5號、第6號共に相等しい事が分る。従て細い鋼材は低い温度より、太い鋼材は高い温度より焼入すれば、可なる事が分る。これは鋼材処理の上に大變都合のよ

い事である。

又第11表又は第8圖は試製鋼第4,5,6號を空気焼入の場合の、焼入温度と機械的性質を示すものである。即ち試製鋼第6號は空気焼入のみによつて十分規格に合格する



試験片の成分:	C	Si	Mn	P	S	V	Cr	Mo
	0.32	0.30	1.12	0.009	0.005	0.6	1.72	0.22

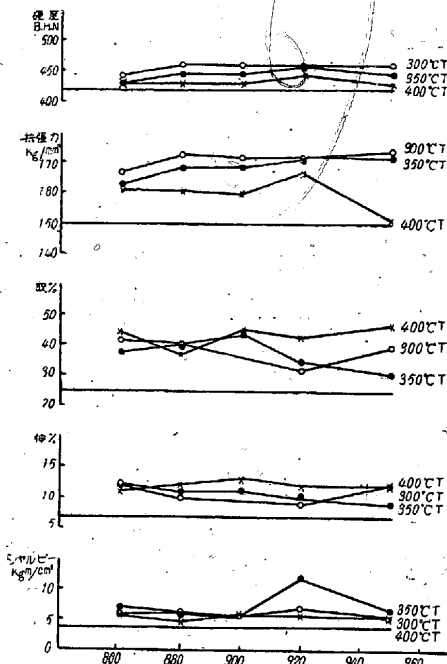
第5圖 焼入温度と機械的性質との関係(1)

第9表 焼入温度と機械的性質との関係(2)
試製鋼第5號

試験片の成分:	C	Si	Mn	P	S	Cr	V
	0.31	0.20	0.76	0.015	0.013	3.04	0.23

試験片の寸法: d=25mm, l=2000mm.

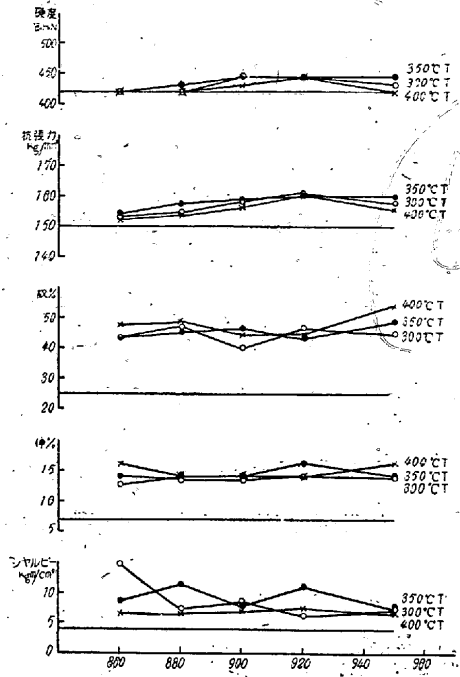
番號	焼準 °C	焼入 (油) °C	焼戻 (油) °C	抗張力 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	伸 %	絞 %	硬度 B.H	硬度 R.H	硬度 S.H	シャルピー kgm/cm ²
111	850	860	300	166.7	—	12.0	41.2	444	47.5	61	6.0
112	"	"	350	162.8	—	12.0	37.5	430	45.2	59	6.6
113	"	"	400	161.5	—	11.0	44.7	430	44.9	58	5.7
114	"	880	300	172.2	—	10.0	40.1	460	48.6	64	6.0
115	"	"	350	168.2	—	11.0	40.2	444	48.0	61	6.0
116	"	"	400	160.3	—	12.0	37.3	430	44.8	57	4.7
117	"	900	300	171.3	—	5.0	17.1	460	48.3	64	5.5
118	"	"	350	168.5	—	11.0	43.7	444	47.8	62	5.7
119	"	"	400	159.7	—	13.0	45.1	430	43.9	57	6.0
120	"	920	300	171.9	—	9.0	31.9	460	48.6	64	6.6
121	"	"	350	170.8	—	10.0	34.3	460	48.2	63	11.7
122	"	"	400	166.7	—	12.0	42.6	444	47.5	61	5.7
123	"	950	300	173.4	—	12.0	39.1	460	48.8	65	5.2
124	"	"	350	171.5	—	9.0	30.5	444	48.6	64	6.3
125	"	"	400	150.6	—	12.0	46.1	430	44.0	56	5.2



試製鋼第5號

C	Si	Mn	P	S	Cr	V
0.31	0.20	0.76	0.015	0.013	3.04	0.23

第6圖 焼入温度と機械的性質の関係 (2)



試製鋼第6號

C	Si	Mn	P	S	Cr	V
0.27	0.26	0.79	0.021	0.018	4.69	0.40

第7圖 焼入温度と機械的性質との関係 (3)

第10表 焼入温度と機械的性質との関係 (3)

試験鋼第6號

試験片の成分: C 0.27 Si 0.26 Mn 0.79 P 0.021 S 0.018 Cr 4.69 V 0.40
 試験片の寸法: $d=25\text{mm}$, $l=200\text{mm}$.

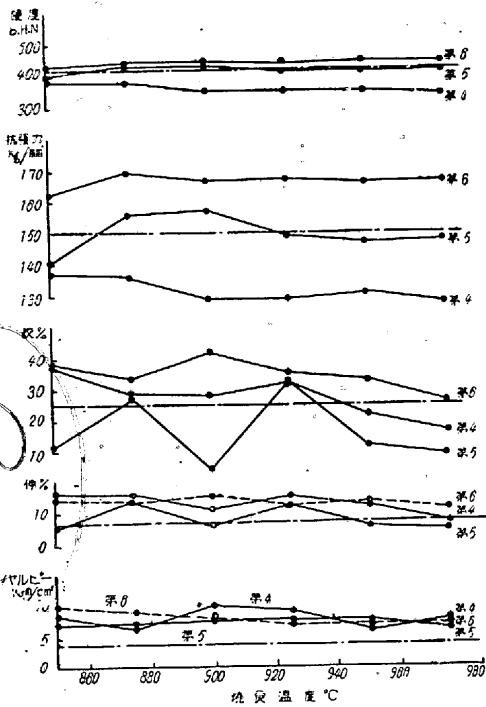
番號	焼準 °C	焼入 (油) °C	焼戻 (油) °C	抗張 力 kg/ mm ²	降伏 點 kg/ mm ²	伸 %	絞 %	硬度 B.H.	シャル ピー kgm/cm ²
39	850	860	300	153.1	—	14.0	43.3	418	14.7
40	"	"	350	153.4	—	12.6	43.5	418	8.5
41	"	"	400	152.7	—	16.0	47.5	418	6.6
42	"	880	300	154.5	—	13.6	46.5	418	7.4
43	"	"	350	157.4	—	13.8	45.3	430	11.4
44	"	"	400	154.1	144.8	14.0	48.3	418	6.6
45	"	900	300	158.2	133.6	13.6	39.9	444	8.5
49	"	"	350	158.7	—	14.0	46.0	444	7.9
47	"	"	400	156.2	—	13.6	44.3	430	7.1
48	"	920	300	160.9	—	14.0	46.3	444	6.3
49	"	"	350	160.3	—	16.0	43.3	444	11.0
50	"	"	400	160.2	—	14.0	44.3	444	7.4
51	"	950	300	157.9	—	14.0	41.4	430	7.4
52	"	"	350	159.3	—	14.2	48.5	444	7.7
53	"	"	400	155.6	—	16.0	53.5	418	6.8

3. 鋼材の質量効果に関する研究 種々の直径の鋼棒を焼入、焼戻を行ひ、その機械的性質を検討した。即ち第12表乃至第17表は試製鋼第4,5,6號を900°C又は950°Cより油焼入、又は水焼入を行つた場合の結果であり、これを圖示したものは第9圖乃至第14圖である。これを見る

第11表 焼入温度と機械的性質との関係 (4)

空気焼入の場合

番號	焼準 °C	焼入 (空気) °C	抗張力 kg/mm ²	伸 %	絞 %	硬度 H.B.	シャル ピー kgm/cm ²
試験片の成分: C 0.27 Si 0.26 Mn 0.79 P 0.021 S 0.018 Cr 4.69 V 0.40							
試験片の寸法: $d=25\text{mm}$, $l=200\text{mm}$.							
2 2688							
4~1	850	—	136.9	16.0	37.0	387	8.5
4~2	"	875	135.3	15.0	28.6	378	6.3
4~3	"	900	128.5	11.0	27.6	351	9.6
4~4	"	925	128.3	15.0	31.2	351	7.8
4~5	"	950	130.5	12.0	21.4	351	6.0
4~6	"	975	127.5	7.0	15.7	340	7.4
2 4007							
5~1	850	—	140.6	5.0	10.9	402	7.1
5~2	"	875	155.5	13.0	26.4	430	6.8
5~3	"	900	156.8	6.0	4.0	430	7.7
5~4	"	925	148.8	12.0	31.3	418	7.4
5~5	"	950	146.7	5.2	11.6	418	7.4
5~6	"	975	147.5	4.0	8.1	418	6.5
2 4248							
6~1	850	—	162.1	14.0	38.2	430	9.8
6~2	"	875	169.4	13.0	32.6	444	8.8
6~3	"	900	166.4	15.0	41.6	444	7.7
6~4	"	995	168.9	12.0	34.9	444	7.1
6~5	"	950	166.1	13.0	32.5	444	7.0
6~6	"	975	166.7	11.0	25.3	444	6.8



第8圖 焼入温度と機械的性質との關係(4)
空氣焼入の場合

と試製鋼第4號は油焼入の場合は直径が100mm以上になると、抗張力及び硬度が規格に外れて来る。水焼入の場合でも900°C焼入の場合は外れて来る。即ち質量効果を有する事を示して居る。

併し絞、伸、シャルピーは規格より遙に上に位するから、この鋼は第4種乙代用鋼としてよりも、第3種乙に用ふる方が適當かも知れない。試製鋼第5號の場合(第11圖、第12圖)は125mm位のものと規格に合格する。これ以上の径の大なるものゝ試験は未了であるが、950°C位より水焼入せねば、規格に入らないと思はれる。第6號の場合(第13圖、第14圖)は一番質量効果が少い様である。

第18表乃至第20表は鋼材内部の硬度表であり、約10mmおきに外より中心に向つて測定し、反対の外側迄を行つたものである。而してその950°C水焼入の結果のみを圖示したものが、第15圖乃至第17圖である。この測定は50mmの細いものより、200mmの太いもの迄行つた。

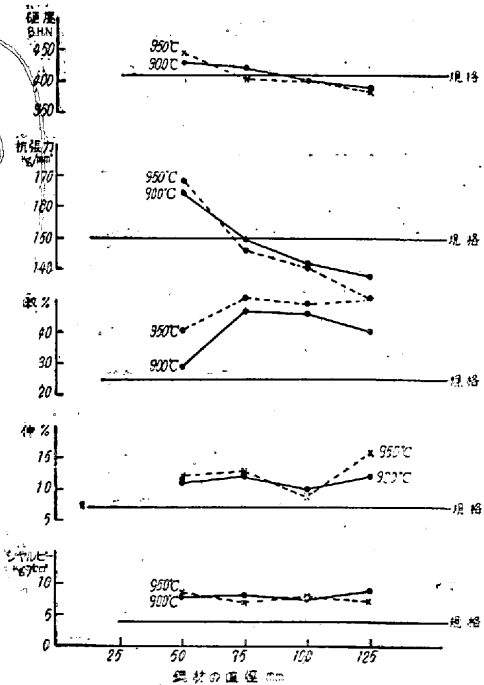
この測定値を見ても、試製鋼第4號が一番硬度の差が内外にて大きく第6號が一番少い様に思はれる。即ちクロム比較的高きクロム-ワナヂウム鋼は質量効果比較的小く、十分ニツケル-クロム第4種乙代用鋼として使用出来る事が分る。

第12表 鋼材の質量効果に関する研究(1)

試製鋼第4號油焼入の場合

試験片の成分	C	Si	Mn	P	S	V	Cr	Mo
試験片の成分	0.32	0.30	1.12	0.009	0.005	0.36	1.7	0.25
試験片の寸法	(a) $d=50\text{mm}, l=250\text{mm}$							
	(b) $d=75\text{mm}, l=275\text{mm}$							
	(c) $d=100\text{mm}, l=300\text{mm}$							
	(d) $d=125\text{mm}, l=325\text{mm}$							

番號	焼入温度°C	焼入温度°C	焼戻温度°C	直径mm	抗張力kg/mm²	伸%	絞%	硬度H.B	シャルピーkgm/cm²	備考
(a)-1	850	900	200	50	164.3	11.0	28.9	430	—	7.9
(a)-3	"	950	"	"	167.4	12.0	40.4	444	—	8.5
(b)-1-1	"	900	"	75	170.4	14.0	43.7	444	—	7.4 外圍
(b)-1-2	"	"	"	"	149.6	12.0	46.7	418	—	8.2 中心
(b)-3-1	"	950	"	"	172.0	12.0	45.6	460	—	6.3 外
(b)-3-2	"	"	"	"	146.2	13.0	50.8	402	—	7.1 中心
(c)-2-1	"	900	"	100	149.0	14.4	46.8	418	7.4	7.9 外
(c)-2-2	"	"	"	"	141.6	10.0	45.8	402	8.2	7.1 中心
(c)-4-1	"	950	"	"	168.0	14.9	42.7	444	6.3	7.9 外
(c)-4-2	"	"	"	"	141.8	9.0	48.9	402	8.2	7.7 中心
(d)-6-1	"	900	"	125	142.5	標點外切斷		387	9.1	8.8 外
(d)-6-2	"	"	"	"	138.2	12.0	40.3	378	7.9	9.4 中心
(d)-7-1	"	950	"	"	169.2	22.4	44.8	444	6.3	6.6 外
(d)-7-2	"	"	"	"	130.6	16.0	50.9	364	7.7	7.1 中心



試製鋼第4號

C	Si	Mn	P	S	Cr	V	Mo
0.32	0.30	1.12	0.009	0.005	1.72	0.36	0.22

油焼入後 200°C 焼戻

第9圖 鋼材の質量効果に関する研究(1)

第 13 表 鋼材の質量効果に関する研究 (2)

試製鋼第 4 號 水焼入の場合

試験片の成分	C	Si	Mn	P	S	V	Cr	Mo
	0.32	0.30	1.12	0.009	0.005	0.36	1.72	0.22
試験片の寸法	(a) $d=50\text{mm}$, $l=250\text{mm}$							
	(b) $d=75\text{mm}$, $l=275\text{mm}$							
	(c) $d=100\text{mm}$, $l=300\text{mm}$							
	(d) $d=125\text{mm}$, $l=325\text{mm}$							

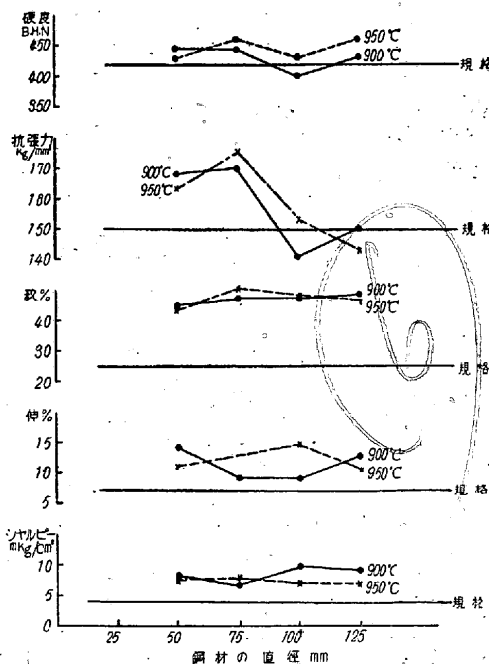
番號	焼準 °C	焼入 °C	焼戻 °C	直徑 mm	抗張力 kg/mm ²	伸 %	絞 %	硬度 H.B	シャル ピー kgm/cm ²	備考
(a)-2	850	900	250	50	167.9	14.0	44.7	444	7.9	—
(a)-4	"	950	"	"	162.9	11.8	43.6	430	7.7	—
(b)-2-1	"	900	200	75	165.8	12.0	48.8	430	7.1	— 外圍
(b)-2-2	"	"	"	"	170.3	9.0	46.9	444	6.3	— 中心
(b)-4-1	"	950	"	"	168.8	13.0	48.7	430	7.1	— 外圍
(b)-4-2	"	"	"	"	175.3	標點外	49.9	460	7.4	— 中心
(c)-1-1	"	900	"	100	174.7	10.4	41.0	460	7.4	9.8 外圍
(c)-1-2	"	"	"	"	140.5	9.0	46.8	402	9.8	9.1 中心
(c)-3-1	"	950	"	"	175.0	13.8	44.7	460	6.6	7.1 外圍
(c)-3-2	"	"	"	"	152.8	14.4	47.8	430	6.6	6.8 中心
(d)-5-1	"	900	"	125	172.0	11.6	48.9	460	8.5	10.1 外圍
(d)-5-2	"	"	"	"	149.2	12.4	47.7	430	9.1	8.8 中心
(d)-8-1	"	950	"	"	174.9	12.4	50.1	460	7.7	6.0 外圍
(d)-8-2	"	"	"	"	143.2	10.6	46.8	418	6.8	7.4 中心

第 14 表 鋼材の質量効果に関する研究 (3)

試製鋼第 5 號 油焼入の場合

試験片の成分	C	Si	Mn	P	S	Cr	V
	0.31	0.20	0.76	0.015	0.013	3.04	0.23
試験片の寸法	(a) $d=50\text{mm}$, $l=250\text{mm}$						
	(b) $d=75\text{mm}$, $l=275\text{mm}$						
	(c) $d=100\text{mm}$, $l=300\text{mm}$						
	(d) $d=125\text{mm}$, $l=325\text{mm}$						

番號	焼準 °C	焼入 °C	焼戻 °C	直徑 mm	抗張力 kg/mm ²	伸 %	絞 %	硬度 H.B	シャル ピー kgm/cm ²	備考
(a)-1	850	900	250	50	176.4	9.0	22.7	477	6.3	—
(a)-3	"	950	"	"	181.3	12.0	28.5	495	8.5	—
(b)-1-1	"	900	"	75	176.0	11.8	36.9	460	5.0	— 外圍
(b)-1-2	"	"	"	"	184.8	10.0	30.1	495	6.0	— 中心
(b)-3-1	"	950	"	"	174.4	9.0	26.4	444	4.4	— 外圍
(b)-3-2	"	"	"	"	179.0	10.4	32.8	477	5.7	— 中心
(c)-2-1	"	900	"	100	152.4	13.0	44.6	418	6.8	7.9 外圍
(c)-2-2	"	"	"	"	162.5	13.0	43.5	430	5.7	6.0 中心
(c)-4-1	"	950	"	"	166.8	12.0	45.9	444	5.5	5.2 外圍
(c)-4-2	"	"	"	"	178.4	13.0	38.3	460	4.2	7.1 中心
(d)-2-1	"	900	"	125	166.6	11.8	40.4	444	7.7	6.6 外圍
(d)-2-2	"	"	"	"	150.8	9.8	26.1	418	7.9	7.4 中心
(d)-4-1	"	950	"	"	165.0	6.0	11.0	444	7.7	8.8 外圍
(d)-4-2	"	"	"	"	149.5	8.6	34.6	418	6.3	6.0 中心

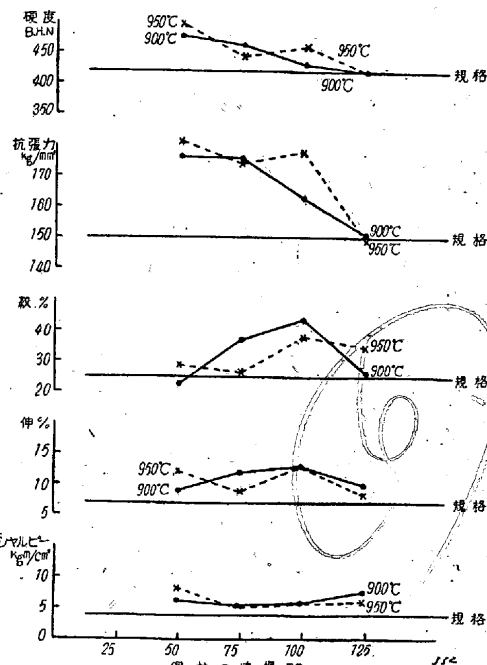


試製鋼第 4 號

C	Si	Mn	P	S	Cr	V	Mo
0.32	0.30	1.12	0.009	0.005	1.72	0.36	0.22

水焼入後 200°C 焼戻

第 10 圖 鋼材の質量効果に関する研究 (2)



試製鋼第 5 號

C	Si	Mn	P	S	Cr	V
0.31	0.20	0.76	0.015	0.013	3.04	0.23

油焼入後 250°C 焼戻

第 11 圖 鋼材の質量効果に関する研究 (3)

第15表 鋼材の質量效果に関する研究(4)

試製鋼第5號 水焼入の場合

試験片の成分	C	Si	Mn	P	S	Cr	V
	0.31	0.20	0.76	0.015	0.013	3.04	0.23
試験片の寸法							
(a)	d=50mm, l=250mm.						
(b)	d=75mm, l=275mm.						
(c)	d=100mm, l=300mm.						
(d)	d=125mm, l=325mm.						

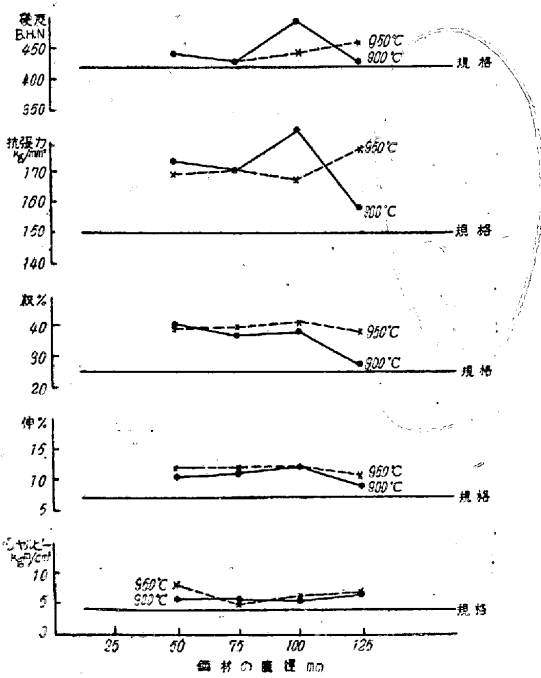
番號	焼準 °C	焼入 °C	焼戻 °C	直徑 mm	抗張力 kg/mm ²	伸 %	絞 %	硬度 H.B	シャル ビー kgm/cm ²	備考
(a)-2	850	900	250	50	173.6	10.4	40.3	444	5.5	—
(a)-3	"	950	"	"	169.1	12.0	39.2	444	7.9	—
(b)-2-1	"	900	"	75	170.5	11.0	36.9	430	5.7	外圍
(b)-2-2	"	"	"	"	176.7	10.0	32.4	460	5.4	中心
(b)-4-1	"	950	"	"	170.6	12.0	39.4	430	5.2	外圍
(b)-4-2	"	"	"	"	172.3	10.0	32.2	444	5.5	中心
(c)-1-1	"	900	"	100	184.7	11.2	36.9	495	3.9	5.0 外圍
(c)-1-2	"	"	"	"	183.8	12.0	38.1	495	3.7	6.6 中心
(c)-3-1	"	950	"	"	177.2	12.4	44.6	460	6.0	6.3 外圍
(c)-3-2	"	"	"	"	167.8	12.0	41.3	444	5.7	6.0 中心
(d)-1-1	"	900	"	125	179.8	9.6	35.8	477	5.2	5.7 外圍
(d)-1-2	"	"	"	"	158.3	8.8	27.6	430	6.3	6.3 中心
(d)-3-1	"	950	"	"	179.6	11.4	40.4	477	5.7	5.7 外圍
(d)-3-2	"	"	"	"	177.7	11.0	38.2	460	6.3	7.1 中心

第16表 鋼材の質量效果に関する研究(5)

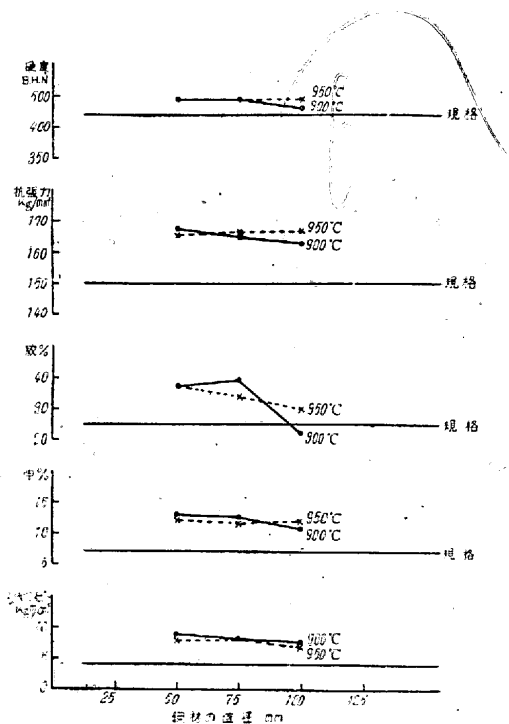
試製鋼第6號 油焼入の場合

試験片の成分	C	Si	Mn	P	S	Cr	V
	0.27	0.26	0.79	0.021	0.018	4.69	0.40
試験片の寸法							
(a)	d=50mm, l=250mm.						
(b)	d=75mm, l=275mm.						
(c)	d=100mm, l=300mm.						
(d)	d=125mm, l=325mm.						

番號	焼準 °C	焼入 °C	焼戻 °C	直徑 mm	抗張力 kg/mm ²	伸 %	絞 %	硬度 H.B	シャル ビー kgm/cm ²	備考
(a)-1	850	900	200	50	167.4	13.6	37.1	444	8.8	—
(a)-3	—	950	"	"	165.4	12.0	38.3	444	8.0	—
(b)-1-1	"	900	"	75	168.1	15.0	43.2	460	8.5	外圍
(b)-1-2	"	"	"	"	165.0	12.6	39.3	444	9.1	7.1 中心
(b)-3-1	"	950	"	"	167.3	13.0	40.3	444	7.9	8.5 外圍
(b)-3-2	"	"	"	"	166.9	11.6	33.7	444	8.5	— 中心
(c)-2-1	"	900	"	100	167.3	9.2	39.3	444	7.9	7.7 外圍
(c)-2-2	"	"	"	"	163.0	10.8	22.6	430	7.4	7.9 中心
(c)-4-1	"	950	"	"	168.4	9.0	23.7	460	6.6	6.8 外圍
(c)-4-2	"	"	"	"	—	—	—	—	7.1	6.6 中心
(d)-2-1	"	900	"	125	—	—	—	—	—	—
(d)-2-2	"	"	"	"	—	—	—	—	—	—
(d)-4-1	"	950	"	"	—	—	—	—	—	—
(d)-4-2	"	"	"	"	—	—	—	—	—	—



第12圖 鋼材の質量效果に関する研究(4)



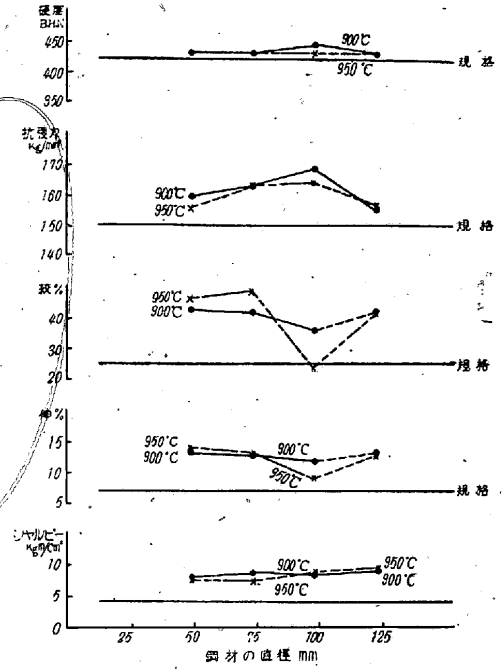
第13圖 鋼材の質量效果に関する研究(5)

第 17 表 鋼材の質量効果に関する研究 (6)

試製鋼第 6 号 水焼入の場合

試験片の成分	C	Si	Mn	P	S	Cr	V
試験片の寸法	(a) d=50mm, l=250mm.						
	(b) d=75mm, l=275mm.						
	(c) d=100mm, l=300mm.						
	(d) d=75mm, l=325mm.						

番 号	焼 準 °C	焼 入 °C	焼 戻 °C	直 径 mm	抗 張 力 kg/mm ²	伸 長 %	絞 率 %	硬 度 H.B	シヤル ビー kgm/cm ²	備 考
(a)-2	850	900	250	50	159.3	13.0	42.6	430	—	—
(a)-4	"	950	"	"	155.8	14.0	46.3	430	—	—
(b)-2-1	"	900	"	75	164.4	14.0	49.0	444	8.8	8.5 外圍
(b)-2-2	"	"	"	"	162.8	12.6	41.6	430	8.5	— 中心
(b)-4-1	"	950	"	"	160.8	14.0	45.8	430	7.1	7.7 外圍
(b)-4-2	"	"	"	"	162.4	13.0	48.9	430	7.1	— 中心
(c)-1-1	"	900	200	100	165.2	7.4	17.6	430	8.5	10.0 外圍
(c)-1-2	"	"	"	"	168.2	11.6	36.0	444	8.8	8.2 中心
(c)-3-1	"	950	"	"	165.6	13.6	39.0	430	9.1	7.9
(c)-3-2	"	"	"	"	163.9	9.0	24.1	430	8.8	8.5
(d)-1-1	"	900	"	125	166.3	11.0	37.8	444	8.2	7.9
(d)-1-2	"	"	"	"	155.5	2.0(標點外)		430	9.7	8.5
(d)-3-1	"	950	"	"	167.5	10.8	31.1	444	10.3	7.1
(d)-3-2	"	"	"	"	156.9	1.0(標點外)		430	10.4	8.5



試製鋼第 6 号	C	Si	Mn	P	S	Cr	V
水焼入後 250°C 焼戻	0.27	0.26	0.79	0.021	0.018	4.69	0.40

第 14 圖 鋼材の質量効果に関する研究 (6)

第 18 表 鋼材の質量効果に関する研究 (7)

試製鋼第 4 号 内部硬度表(ブリネル)

第 1 900°C 水焼入 200°C 焼戻 第 3 950°C 水焼入 200°C 焼戻
第 2 " 油 " " " " 第 4 " 油 " " "

φ 50mm												
外	中心					外						
1	460	460	444	444	444	444	444	460				
2	460	460	444	430	444	444	444	460				
3	460	460	460	444	460	460	460					
4	444	444	430	430	444	444	444					

φ 75mm												
外	中心					外						
1	460	460	460	444	444	460	460	460	460			
2	444	444	430	402	402	418	444	444	460			
3	444	444	418	418	402	418	444	444	460			
4	460	444	430	430	430	444	444	460	460			

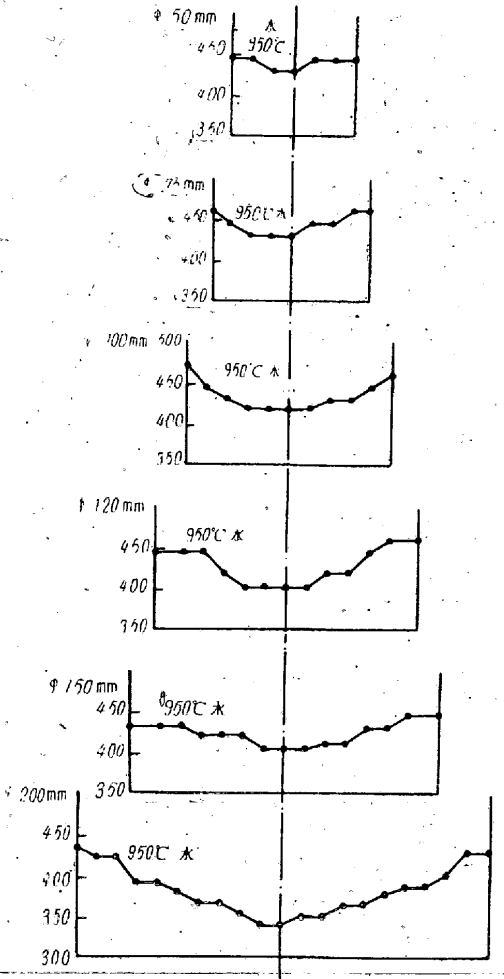
φ 100mm												
外	中心					外						
1	460	460	460	444	418	402	402	402	430	460	460	
2	430	430	402	402	402	402	402	418	418	418	430	
3	495	460	430	430	418	418	418	418	418	430	460	
4	477	444	430	418	418	418	418	430	430	444	460	

φ 125mm												
外	中心					外						
1	477	477	430	418	402	402	387	387	402	418	444	460
2	418	418	402	387	378	378	378	387	387	402	402	418
3	460	420	387	378	378	378	378	378	402	402	444	460
4	444	444	444	418	402	402	402	402	418	418	444	460

φ 150mm												
外	中心					外						
1	460	444	430	402	402	387	387	387	387	402	430	430
2	364	364	351	340	340	321	302	311	332	340	351	364
3	351	332	332	277	277	277	266	269	277	277	302	321
4	430	430	430	418	418	402	402	402	418	418	430	444

φ 200mm												
外	中心					外						
1	430	430	418	402	378	364	351	351	340	332	321	340
2	378	378	402	418	418	430						
3	402	387	387	387	378	378	364	364	364	351	364	364
4	378	387	387	402	402	402						

φ 150mm												
外	中心					外						
1	430	418	418	387	387	378	364	364	351	340	340	351
2	378	387	387	402	430	430						
3	387	387	378	378	364	364	351	351	340	340	351	364
4	378	378	387	387	387	387						



第 15 圖 鋼材の質量効果に関する研究 (7)
試製鋼第 4 号 内部硬度表(ブリネル)

0.0x40=20

第19表 鋼材の質量効果に関する研究(8)

試製鋼第5號内部硬度表(ブリネル)

第1 900°C 水焼入 200°C 焼戻 第3 950°C 水焼入 200°C 焼戻
第2 900°C 油焼入 300°C 焼戻 第4 950°C 油焼入 200°C 焼戻

φ 50mm

外	1	477	477	477	444	460	477	477	外
外	2	512	512	495	477	495	495	512	外
外	3	477	477	460	460	460	477	477	外
外	4	495	495	495	477	495	495	495	外

φ 175mm

外	1	512	512	495	495	495	512	512	512	外
外	2	532	532	532	512	495	532	532	532	外
外	3	512	512	495	495	477	495	495	512	外
外	4	460	460	477	477	477	477	477	460	外

φ 100mm

外	1	495	495	477	477	460	460	477	495	495	495	外
外	2	495	495	477	460	460	444	460	460	477	495	外
外	3	495	477	477	460	460	460	460	477	477	477	外
外	4	512	512	460	444	430	430	430	444	444	495	外

φ 125mm

外	1	477	477	460	430	418	418	418	430	430	444	460	477	477	外
外	2	460	444	444	444	430	418	418	418	430	430	444	460	460	外
外	3	477	477	460	460	460	444	460	477	477	477	495	495	外	
外	4	460	460	444	418	418	402	402	418	418	444	444	460	外	

φ 150mm

外	1	512	512	495	444	444	430	402	430	402	418	430	460	477	477	477	外
外	2	444	444	418	418	418	418	418	418	418	418	418	430	495	495	外	
外	3	477	477	477	444	444	444	430	430	430	444	460	460	460	477	477	外
外	4	495	495	477	444	418	418	418	418	418	418	430	430	495	495	外	

φ 200mm

外	1	495	495	495	430	430	418	418	418	418	418	418	418	418	418	418	418	外
外	2	460	444	430	418	402	402	402	402	402	402	402	418	418	418	430	外	
外	3	512	512	460	460	444	430	430	430	430	418	418	418	418	430	外		
外	4	495	460	460	444	430	418	418	418	418	418	418	418	418	418	418	418	外

第20表 鋼材の質量効果に関する研究(9)

試製鋼第6號内部硬度表(ブリネル)

第1 900°C 水焼入 200°C 焼戻 第3 950°C 水焼入 200°C 焼戻
第2 900°C 油焼入 200°C 焼戻 第4 950°C 油焼入 200°C 焼戻

φ 50mm

外	1	477	460	444	444	444	444	460	外
外	2	477	460	460	460	460	460	477	外
外	3	460	444	444	444	444	460	460	外
外	4	477	477	477	460	477	477	477	外

φ 75mm

外	1	460	460	444	444	430	430	444	460	460	外
外	2	477	460	460	444	444	444	460	477	477	外
外	3	495	477	460	444	444	444	460	477	477	外
外	4	495	495	477	460	460	460	477	477	495	外

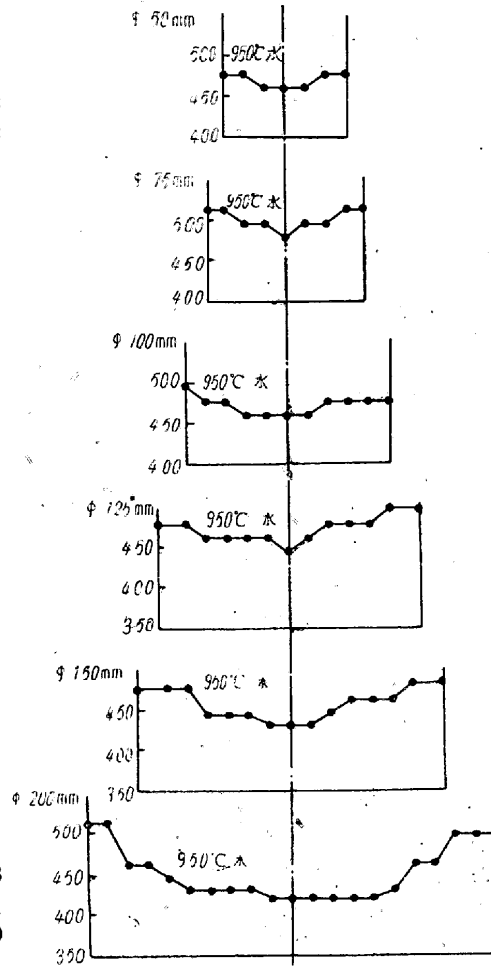
φ 100mm

外	1	460	460	460	460	444	444	444	444	460	460	460	外
外	2	477	460	460	460	460	444	444	460	460	460	460	外
外	3	477	477	477	460	460	444	444	460	477	477	477	外
外	4	460	460	460	460	460	444	460	460	460	460	477	外

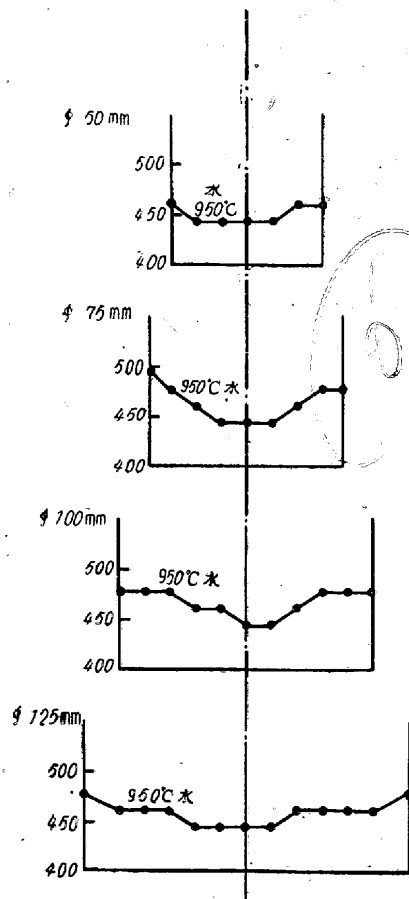
φ 125mm

外	1	477	477	477	477	460	460	444	460	477	477	477	477	477	外
外	2	460	460	460	460	444	444	430	430	444	460	460	460	477	外
外	3	477	460	460	460	444	444	444	444	460	460	460	460	477	外
外	4	460	460	444	444	444	430	430	444	444	444	460	460	460	外

備考 150mm 及 200mm は鍛鍊底多かりし爲、研究試料として採らず。従て實驗結果なし。



第16圖 鋼材の質量効果に関する研究(8) 試製鋼第5號 内部硬度表 (ブリネル)



第17圖 鋼材の質量効果に関する研究(9) 試製鋼第6號 内部硬度表 (ブリネル)

4. 焼戻脆性に関する研究 試製鋼第1號乃至第3號に於けると同様に、第4號、第5號とニッケル-クロム鋼第4種との第1焼戻脆性を檢した所、第21表乃至第23表に示す如くであり、これを比較圖示すれば、第18圖の如くである。即ちニッケル-クロム鋼に於ては、500°Cの焼戻の場合に時間の経過と共に衝撃値は減少を示して居るが、第4號及び第5號の場合に於ては、この現象はあらはれて居らない。

又第2焼戻脆性の點を檢した所、第24表乃至第26表に示す通りであり、これを比較的圖示すれば、第19圖の如くである。即ちニッケル-クロム鋼第4種乙が一番悪い成績を示して居り、試製鋼第4號及び第5號に於ては多少

600°C 爐冷の場合衝撃値が低くなつてをるが、たいした事はない。従てこの點に於てもニッケル-クロム鋼に優つて居るのである。

第23表 鋼材の第1焼戻脆性に関する研究(3)

ニッケル-クロム鋼第4種乙

試験片の成分:	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
	0.32	0.12	0.59	0.016	0.017	1.22	4.32

試験片の寸法: d=25mm

番號	燒準 °C	燒入 (油) °C	燒戻 °C	同上時間 h	シャルピー kgm/cm ²	平均數值
40	850	850	460	½	5.21	5.48
41	"	"	"	1	5.21	5.74
42	"	"	"	2	5.21	4.98
43	"	"	"	4	4.69	4.95
44	"	"	"	6	3.93	3.93
45	"	"	"	10	4.43	4.19
46	"	"	500	½	5.74	5.74
47	"	"	"	1	5.74	5.74
48	"	"	"	2	3.93	4.43
49	"	"	"	4	4.95	4.95
50	"	"	"	6	3.19	3.19
51	"	"	"	10	3.19	2.50

第21表 鋼材の第1焼戻脆性に関する研究(1)

試製鋼第4號

試験片の成分:	C	Si	Mn	P	S	V	Cr	Mo
	0.32	0.30	1.12	0.09	0.005	0.36	1.72	0.22

試験片の寸法: d=25mm

番號	燒準 °C	燒入 (油) °C	燒戻 (油) °C	同上時間 h	シャルピー kgm/cm ²	平均數值
39	850	820	460	½	5.48	6.28
40	"	"	"	1	6.28	6.28
41	"	"	"	2	6.00	5.74
42	"	"	"	4	4.95	4.95
43	"	"	"	6	5.21	5.48
44	"	"	"	10	5.21	6.00
45	"	"	500	½	6.83	6.00
46	"	"	"	1	6.55	6.28
47	"	"	"	2	6.55	6.28
48	"	"	"	4	5.48	5.21
49	"	"	"	6	6.00	6.28
50	"	"	"	10	5.48	6.00

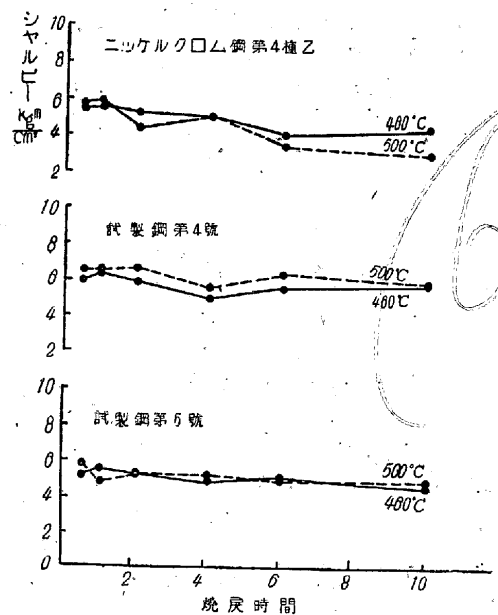
第22表 鋼材の第1焼戻脆性に関する研究(2)

試製鋼第5號

試験片の成分:	C	Si	Mn	P	S	Cr	V
	0.31	0.20	0.76	0.015	0.013	3.04	0.23

試験片の寸法: d=25mm, l=200mm.

番號	燒準 °C	燒入 (油) °C	燒戻 (油) °C	同上時間 h	シャルピー kgm/cm ²	平均數值
84	850	850	460	½	5.0	5.2
85	"	"	"	1	5.2	5.5
86	"	"	"	2	5.7	4.7
87	"	"	"	4	14.0	4.7
88	"	"	"	6	5.2	4.4
89	"	"	"	10	4.4	4.4
90	"	"	500	½	5.7	5.7
91	"	"	"	1	5.0	4.4
92	"	"	"	2	4.4	5.7
93	"	"	"	4	4.7	5.0
94	"	"	"	6	5.2	4.2
95	"	"	"	10	4.4	5.0



	C	Si	Mn	P	S	Cr	V	Mo	Ni
ニッケル-クロム鋼第4號	0.32	0.12	0.59	0.016	0.017	1.22	—	—	4.32
試製鋼第4號	0.32	0.30	1.12	0.009	0.005	1.72	0.36	0.22	—
同 第5號	0.31	0.20	0.76	0.015	0.013	3.04	0.24	—	—

第18圖 第1焼戻脆性に関する試験研究 燒戻時間と衝撃抗力との關係

第24表 鋼材の第2焼戻脆性に關する研究(1)

試製鋼第4號

試験片の成分:		C	Si	Mn	P	S	V	Cr	Mo
試験片の寸法:		0.32	0.30	1.12	0.009	0.005	0.36	1.72	0.22
		d=25mm.							
番號	燒準 °C	燒入 (油) °C	燒戻 °C	同上時間 h	シャルピー kgm/cm ²	平均數值			
51	850	820	530(水)	1	7.38	7.94	7.66		
52	"	"	"(油)	"	7.10	7.94	7.52		
53	"	"	"(空)	"	7.38	7.65	7.52		
54	"	"	"(爐)	"	6.55	5.74	6.15		
55	"	"	560(水)	"	8.53	7.94	8.24		
56	"	"	"(油)	"	7.10	6.83	6.92		
57	"	"	"(空)	"	6.83	6.55	6.69		
58	"	"	"(爐)	"	6.55	6.28	6.42		
59	"	"	600(水)	"	12.08	12.08	12.08		
60	"	"	"(油)	"	11.36	11.04	11.20		
61	"	"	"(空)	"	13.69	12.68	13.19		
62	"	"	"(爐)	"	7.65	6.83	7.24		

第25表 鋼材の第2焼戻脆性に關する研究(2)

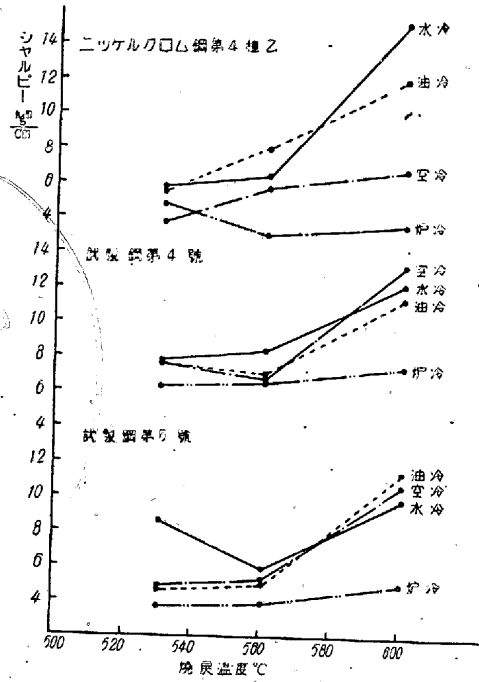
試製鋼第5號

試験片の成分:		C	Si	Mn	P	S	Cr	V
試験片の寸法:		0.31	0.20	0.76	0.015	0.013	3.04	0.23
		d=25mm. l=200mm.						
番號	燒準 °C	燒入 (油) °C	燒戻 °C	同上時間 h	シャルピー kgm/cm ²	平均數值		
96	850	850	530(水)	1	11.7	5.2	8.5	
97	"	"	"(油)	"	4.2	4.7	4.5	
98	"	"	"(空)	"	4.4	5.2	4.8	
99	"	"	"(爐)	"	4.2	3.0	3.6	
100	"	"	560(水)	"	5.5	6.0	5.8	
101	"	"	"(油)	"	5.2	4.7	4.9	
102	"	"	"(空)	"	5.2	5.2	5.2	
103	"	"	"(爐)	"	3.9	3.7	3.8	
104	"	"	600(水)	"	10.1	9.4	9.8	
105	"	"	"(油)	"	9.4	13.4	11.4	
106	"	"	"(空)	"	11.7	9.4	10.6	
107	"	"	"(爐)	"	4.7	5.0	4.9	

第26表 鋼材の第2焼戻脆性に關する研究(3)

ニッケル-クロム鋼第4種乙

試験片の成分:		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
試験片の寸法:		0.31	0.12	0.59	0.016	0.017	1.22	4.32
		d=25mm.						
番號	燒準 °C	燒入 (油) °C	燒戻 °C	同上時間 h	シャルピー kgm/cm ²	平均數值		
52	850	850	530(水)	1	5.74	5.74	5.74	
53	"	"	"(油)	"	5.21	5.74	5.48	
54	"	"	"(空)	"	5.21	2.08	3.65	
55	"	"	"(爐)	"	3.19	6.28	4.74	
56	"	"	560(水)	"	6.00	6.83	6.42	
57	"	"	"(油)	"	6.83	9.13	7.98	
58	"	"	"(空)	"	6.28	5.21	5.75	
59	"	"	"(爐)	"	3.19	2.50	2.85	
60	"	"	600(水)	"	16.05	14.03	15.04	
61	"	"	"(油)	"	12.08	11.69	11.89	
62	"	"	"(空)	"	6.83	6.55	6.69	
63	"	"	"(爐)	"	3.19	3.43	3.37	



	C	Si	Mn	P	S	Cr	V	Mo	Ni
ニッケル-クロム鋼第4種乙	0.32	0.12	0.59	0.016	0.017	1.22	—	—	4.32
試製鋼第4號	0.32	0.30	1.12	0.009	0.005	1.72	0.36	0.22	—
同 第5號	0.31	0.30	0.76	0.015	0.013	3.04	0.24	—	—

第19圖 第2焼戻脆性に關する研究
焼戻温度と衝撃抗力との關係

VI. ニッケル-クロム鋼第4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

ニッケル-クロム鋼第4種乙代用鋼として、試製鋼第4號乃至第6號の機械的性質を檢討したが、3種共に十分良好なる性質を示して居る。然るに第4號はモリブデンを含有する點と、質量効果の點に於て多少難色がある。従て第5號又は第6號の何れかを選択すべきである。第5號と第6號とを比較して見ると、第6號の方が少しく優良であるが、第5號と雖も決して悪い成績ではない。著者は第4種乙代用鋼としては、この第5號と第6號の中間位のクロムを持つもの、即ち4%附近のクロム-ワナヂウム鋼が最良であらうと考へる。

即ちその規格は次のものが良くはないかと考へる。

C	Si	Mn	P	S	Cr	V
0.25~0.40	<0.35	0.5~1.0	<0.035	<0.035	3.0~5.0	0.20~0.40

VII. 結 論

著者等はニッケル-クロム第4種乙代用鋼として用ふべき、クロム-ワナヂウム鋼を見出すべく、數種の成分の試

鋼を試製し、その機械的性質を研究し、次の事実を明らかにした。

1. クロム比較的高きクロム-バナジウム鋼は極めて優秀なる焼入、焼戻曲線を示し、約 400°C 以下の焼戻により、ニッケル-クロム鋼第 4 種乙代用鋼として、十分使用し得るものである。従て試製鋼第 4 號の如く、モリブデンとバナジウムとを共存せしめる必要は無く、バナジウムのみにて十分である。

2. クロム比較的高きクロム-バナジウム鋼は、又焼入の温度範囲極めて大であり、従て熱処理作業上取扱い極めて容易である。

3. クロム比較的高きクロム-バナジウム鋼は、質量効果が低クロム-バナジウム鋼より更に少く、相當大なる形状のもの迄も焼入焼戻により優秀なる性質を示す。

4. クロム比較的高きクロム-バナジウム鋼は、ニッケル・クロム鋼に存在する如き焼戻脆性無く、従て此の點より見ても熱処理作業上取扱い容易である。

5. ニッケル-クロム鋼第 4 種乙代用鋼としては、次の如き成分のクロム-バナジウム鋼が最も適當と考へられ

る。

C	Si	Mn	Cr	V
0.25~0.40	<0.35	0.50~1.00	3.0~5.0	0.20~0.40
抗張力 kg/mm ²	伸 %	絞 %	シャルピー kgm/cm ²	硬 度 H.B.
>150	>7	25	>4	>420

6. 本研究第 I 報に於てニッケル-クロム鋼第 3 種乙代用鋼は小形のものには、C 0.25~0.40, Mn 0.50~0.80, Cr 0.8~1.2, V 0.15~0.25 の成分のもの、大形のものには Cr を少しく増して 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ると記述した。然るにクロム比較的高きクロム-バナジウム鋼の試験結果より見れば、第 3 種乙代用鋼としては今少しく Cr を増加した方がより良好の様に考へられる。即ち下記成分のものが良いと考へられる。

C	Mn	Cr	V
0.25~0.40	0.50~0.80	1.7~3.0	0.15~0.30

附記 第 I 報の附記に於てクロム・バナジウム鋼の疲勞試験、顯微鏡組織等を第 II 報に於て報告すべしと記載したがこれは都合により、次報にゆづる事とする。