

# 抄 録

## 目 次

3. 銑鐵及び合金鐵の製造……………79	8. 非鐵金屬及び合金……………80
○スツェルツェルベルグ廻轉爐に依る高級鐵の生産	○二三の合金鋼に及ぼす銅の影響

### 3. 銑鐵及び合金鐵の製造

#### スツェルツェルベルグ(Stuerzelberg)廻轉爐による高級鐵の生産 (The Iron Age, Sep. 1, 1938/p. 29)

スツェルツェルベルグ法は紫鑛を用ひ、褐炭又は普通の石炭を燃料として、良好な鐵を製造する方法であつて、獨逸の特許で装置はデーマゲ(獨)社にて製作してゐる。本方法に關しては最初 1937年の S. u. Eis. 1 號に紹介されてゐる。此の方法による時は同種の鑛石を用ひて高爐で製銑する場合に比し生産費は少ないが、爐の生産單位が小さいため建設備の償還等の負擔の多い不利はある。然し鑛石の産出少ないか或は運搬關係にて大規模の高爐の建築の不可能の場合又は高爐用に適當な石炭の入手不可能ではあるが褐炭の如き劣等炭の多量入手の出来る様な地域では小規模の製鐵をなし得る利點がある此の操業様式の大略は次圖の如くである。

紫鑛(約 44% Fe), 0.02% P, 8.20% Zn, 0.02% Cu, 0.40% Pb, 59% S, 0.20% Mn, 10% SiO<sub>2</sub>) は該炭及石灰とを特殊な混合装置にて混合し、K なる豫熱装置にて乾燥 p なるバケツトで運搬され廻轉爐に裝入される。廻轉爐は徑 12.5ft, 長さ約 34ft で 45° 轉倒する事が出来る。兩端は圓錐形となり、二個の帶環は四個のローラーの上を廻轉する、裏積にはドロマイトを用ひる。燃料には微粉炭を用ひ、爐内裝入物は約 1500°C に加熱される。本方法では脱硫を

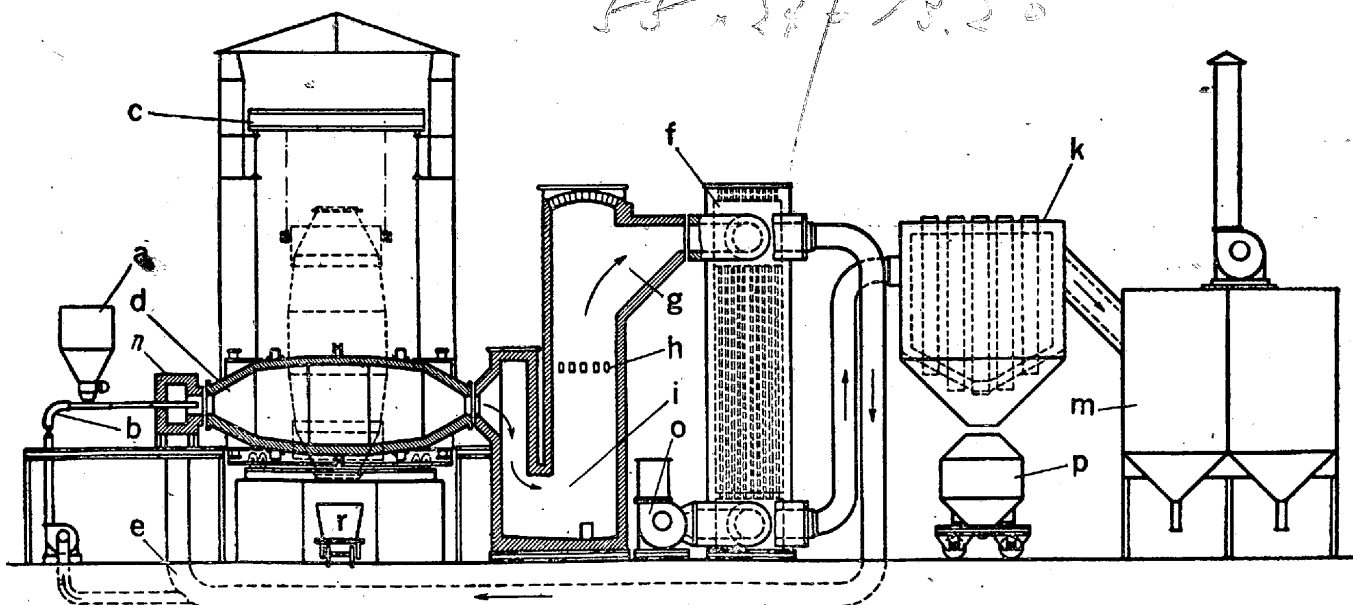
充分に行はしめるため鹽基度の高い鑛滓を作り或は炭素含有量を加炭劑の添加により加減する事の出来る特徴を有す。鑛滓の一例として、27% SiO<sub>2</sub>, 5% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 57% CaO, 3~5% MgO, 2~4% Fe の如きものがある。



空氣は蓄熱室(f)で 400~500°C に豫熱せられ微粉炭と共に廻轉爐に吹き込まれる。廢氣瓦斯は鑛滓函(i)を経て燃焼室にて燒し蓄熱室(f)に入る。更に豫熱室(k)を通過して除塵装置(m)に入り酸化亞鉛の回收が行はれる。

此の方法とレン法と比較するとレン法では製品に鋼

第 2 圖



a) 粉炭槽, b) 送炭送風管, c) 廻轉装置, d) 廻轉爐, e) 熱風管, f) 蓄熱室, g) 燃焼室, h) 第二次空氣入口  
i) 鑛滓函, k) 豫熱装置, m) 濾過装置, n) バーナー, o) 送風機, p) 鑛石, 石灰及石炭裝入バケツト, r) 取鍋。

第 1 圖 スツェルツェルベルグに於ける黃鐵鑛燃焼装置の操業様式

滓の混入する事及製品の硫黄の含有量が高くなる事が缺點とされてゐるが、此の方法では鉄滓と鐵とは良く分離し、又硫黄の含有量も少ないものが得られる點が異なる。又此の方法では、熔融状態で出鉄されるから、直に合金鐵を加へて、特殊合金鐵の鑄物を製造する事も出来る。更にレン法は連続操業をせねばならぬが此の方法では断続操業を自由になし得る點を特徴とする。(石原)

8. 非鐵金屬及び合金

二三の合金鋼に及ぼす銅の影響

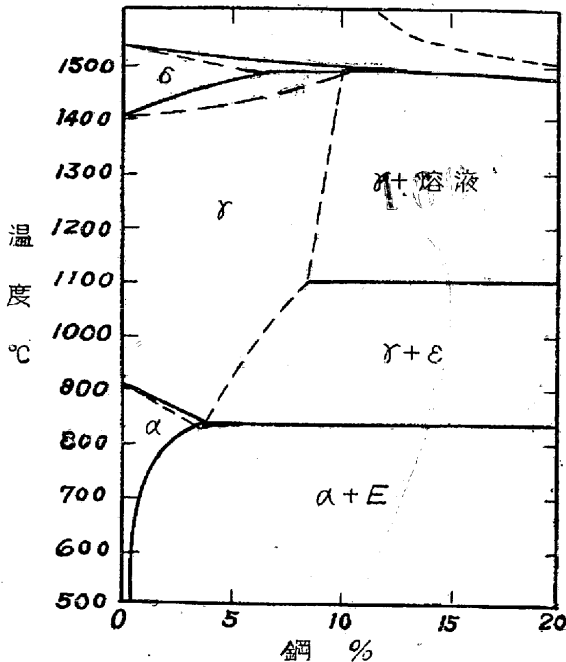
I. 概略

最近の研究によれば銅は焼入焼戻を施して使用する鋼に加へる合金成分としては、著しく有益な元素である事が判明してゐる。銅10%を含む中炭素鋼は1.4%ニッケル鋼よりも抗張力が遙かに高く、又銅3.4%、クロム0.9%を含む鋼は、ニッケル3.5%、クロム0.9%の鋼にも劣らぬ性質を有する。一般に銅鋼はこれを焼入、焼戻する時は焼戻硬化による抗張性の増加を見るのであるが、更に高い硬度を得んとして、銅量を増加せしめると、空気焼入する傾向を生じ、焼戻硬化の影響は漸次少くなり、焼戻により軟化するやうになる。こゝに銅鋼使用の難點があるのである。又銅含有量が多い為、壓延又は鍛造等の加工の際に加工温度範囲が狭く、此の爲にも多大の困難があるのであるが、これを解決して銅鋼を構造用鋼として實用に供せしめんとするのは、あながち無益ではあるまい。

現在では銅は通例構造用鋼に對し、極く少量0.2~0.5%加へられ、耐腐蝕性を増加するのに供せられてゐるが、更に多量の銅を含む合金鋼も種々の長所を持ち捨て難いものがあるのである。

II. 現在迄の研究成績

銅鋼についてはこれ迄種々の研究が爲されて來てゐる。キニアによつて、銅鋼を500°Cで焼戻すれば、硬化し抗張力を増加するといふ事は早くから知られてゐた。其後多くの學者により此の硬化は試べられてゐるが、1.0%クロム鋼に對し銅を添加する事は、抗張



第1圖 鐵側に於ける鐵-銅状態圖 (Hansen) の

ルトンによれば、固溶體限界は850°C 1.4%銅である

力を上昇せしめるのに大いに役立つといふ事は最も良く知られた事の一つである。又鐵中への銅の溶解限度に就ても、種々の實驗が爲

され議論されてゐるが、第1圖に示すものは其の最も一般的な状態圖である。

III. 現在の研究成績

現在使用されてゐる銅鋼の組成を第1表に示してある。又第2表に示してあるのはこれ等の鋼の製造法及び加工法で、かやうな試料を用ひて實驗を進めて行つたのである。

これ等の鋼の變態點を見るのに、銅はニッケルと比較すると、變態點を降下せしめる作用は殆んど無いので、22~23に示すやうなニ

第1表 使用された鋼の化學分析

番號	名稱	炭素 %	珪素 %	マンガン %	硫黄 %	磷 %	ニッケル %	クロム %	銅 %
1	MJD	0.048	0.21	0.28	<0.005	0.021	—	0.50	1.62
2	MJE	0.040	0.24	0.28	0.021	0.027	—	0.51	2.13
3	MJF	0.054	0.24	0.39	0.021	0.021	—	0.52	3.14
4	MJG	0.040	0.19	0.40	<0.005	0.022	—	0.51	4.02
5	NEC	0.040	0.15	0.28	0.011	0.020	—	0.49	5.20
6	MJH	0.29	0.26	0.40	0.009	0.026	—	0.51	1.54
7	MJJ	0.28	0.35	0.47	0.009	0.020	—	0.48	2.06
8	MJK	0.23	0.25	0.32	0.039	0.027	—	0.53	3.15
9	MJL	0.20	0.19	0.43	0.021	0.018	—	0.49	4.15
10	NEB	0.24	0.20	0.31	0.006	0.020	—	0.37	4.05
11	NED	0.24	0.19	0.36	0.008	0.022	—	0.88	4.00
12	NYX	0.25	0.18	0.24	0.008	0.023	—	1.47	2.14
13	NYX	0.32	0.18	0.23	0.009	0.023	—	1.42	2.12
14	CGM	0.32	0.17	0.55	0.015	0.028	2.24	—	1.19
15	CGH	0.35	0.17	0.46	0.016	0.025	2.17	—	2.10
16	OGJ	0.29	0.15	0.51	0.015	0.025	2.25	—	4.23
17	OGN	0.30	0.18	0.55	0.020	0.026	2.05	0.63	1.19
18	OGK	0.31	0.17	0.52	0.020	0.024	2.07	0.61	2.20
19	OGO	0.33	0.16	0.62	0.016	0.025	2.08	1.15	1.18
20	OGL	0.34	0.20	0.60	0.022	0.024	2.15	1.18	2.33
21	NYZ	0.28	0.13	0.18	<0.005	0.019	2.15	1.41	1.98
22	QZN	0.30	0.28	0.44	<0.005	0.025	3.50	0.90	—
23	QZO	0.27	0.21	0.38	<0.005	0.025	2.55	0.80	1.00
24	QZP	0.26	0.25	0.44	<0.005	0.025	1.55	0.85	2.03
25	QZQ	0.27	0.26	0.43	<0.005	0.030	—	0.85	3.40
26	OVO	0.30	0.24	0.45	0.037	0.037	—	—	—
27	OVK	0.27	0.24	0.60	0.035	0.040	—	—	1.06
28	OXP	0.26	0.23	0.62	0.034	0.039	1.40	—	—
29	OXW	0.26	0.23	0.72	0.036	0.040	1.49	—	1.00
30	PAB	0.27	0.23	0.66	0.036	0.039	1.54	0.61	—
31	OZU	0.31	0.22	0.70	0.037	0.038	1.36	0.48	1.02
32	OUV	0.30	0.24	1.21	0.034	0.043	—	—	—
33	PJW	0.27	0.21	1.48	0.037	0.040	—	—	1.05
34	OXH	0.29	0.21	1.90	0.036	0.041	—	—	1.00
A*	—	0.31	—	0.46	—	—	—	0.66	—
B*	—	0.29	—	0.46	—	—	—	0.67	0.50
C*	—	0.27	—	0.52	—	—	—	0.62	1.06

\*1930年鐵鋼協會誌第1卷209頁

ツケル・クロム鋼中のニッケルを銅で置換したやうな鋼は、最初銅1%の點でAc<sub>1</sub>點が例外的に降下するのを除けば、總ての點で著しく上昇する。然し1~9に示す0.5%クロム鋼又はマンガン鋼に對しては、反對に銅の添加は變態點を上昇せしめる結果となるのである。

第2表

鋼番號	爐の型式	鋼塊		鍛造寸法
		重量 kg	断面	
1-11	高周波	13.5	76 × 76mm	44 × 13mm*
12, 13, 21	"	27.0	114 × 114mm	83mm徑
14-20	"	5.5	51 × 51mm	29 × 13mm
22-25	"	18.0	83 × 83mm	38 × 19mm
26-34	トロパナス轉爐	45.5	114 × 114mm	83mm徑

\* 壓延せるもの

第3表(1) 臨界温度(銅の影響)

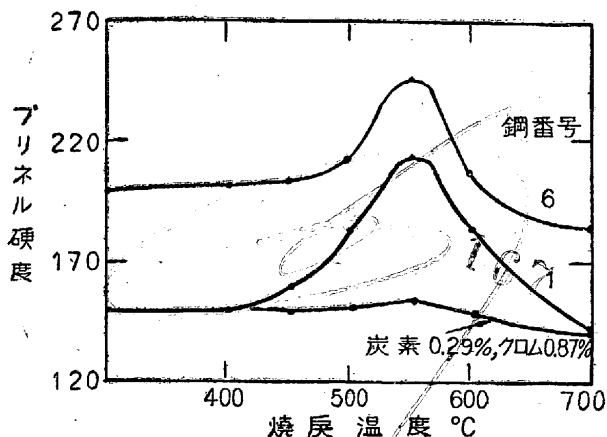
鋼番号	成分%					加熱		冷却		
	炭素	マンガン	ニッケル	クロム	銅	Ac <sub>1</sub> °C	Ac <sub>2</sub> °C	Ar <sub>2</sub> °C	Ar <sub>1</sub> °C	Ar <sub>2</sub> °C
1	0.048	0.28	—	0.50	1.62	752	880	{819}	746	
2	0.040	0.28	—	0.51	2.13	754	876	{812}	748	
3	0.054	0.39	—	0.52	3.14	758	876	{815}	748	
4	0.040	0.40	—	0.51	4.02	757	867	{810}	750	
						Ac <sub>1</sub> °C		Ac <sub>2</sub>	Ar <sub>1</sub>	Ar <sub>2</sub>
						初温	最高	°C	°C	°C
6	0.29	0.40	—	0.51	1.54	734	744	832	732	679
7	0.28	0.47	—	0.48	2.06	737	746	—	734	684
8	0.23	0.32	—	0.53	3.15	736	748	837	741	679
9	0.20	0.43	—	0.49	4.15	733	744	819	728	666
22	0.30	0.44	3.50	0.90	—	710	722	765	612	—
23	0.27	0.38	2.55	0.80	1.00	704	719	786	638	601
24	0.26	0.44	1.55	0.85	2.03	718	731	788	658	635
25	0.27	0.43	—	0.85	3.40	738	746	813	715	676
26	0.30	0.45	—	—	—	733	739	828	777	686
27	0.27	0.60	—	—	1.06	732	736	832	750	662
28	0.26	0.62	1.40	—	—	719	723	815	721	648
29	0.26	0.72	1.49	—	1.00	705	713	804	683	615
30	0.27	-0.66	1.54	0.61	—	722	731	792	683	651
31	0.31	0.70	1.36	0.48	1.02	717	724	792	671	640
32	0.30	1.21	—	—	—	721	728	820	723	651
33	0.27	1.48	—	—	1.05	716	721	812	689	623

次にこれ等の鋼の種々の性質につき、項目を分けて述べて見やう。

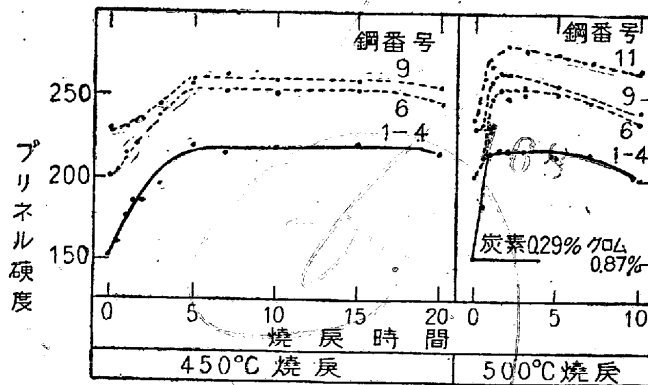
1. 焼戻硬化に就て

銅を含む合金鋼の焼戻は小断面のものと、大断面のものとは著しく異なる。第1表に示した如き組成の鋼につき、種々の温度及び時間、焼入、焼戻を行つた結果を第2圖乃至第9圖に示さう。

低炭素の鋼では0.5%クロムを含む鋼を800°Cより焼準すれば、最も高い硬度が得られる。小断面のものに就て述べるならば、如何なる鋼も焼戻温度を450~550°Cに変化するも、硬度には影響が無



第2圖 800°C 焼準後 30mn 焼戻によるブリネル硬度への影響

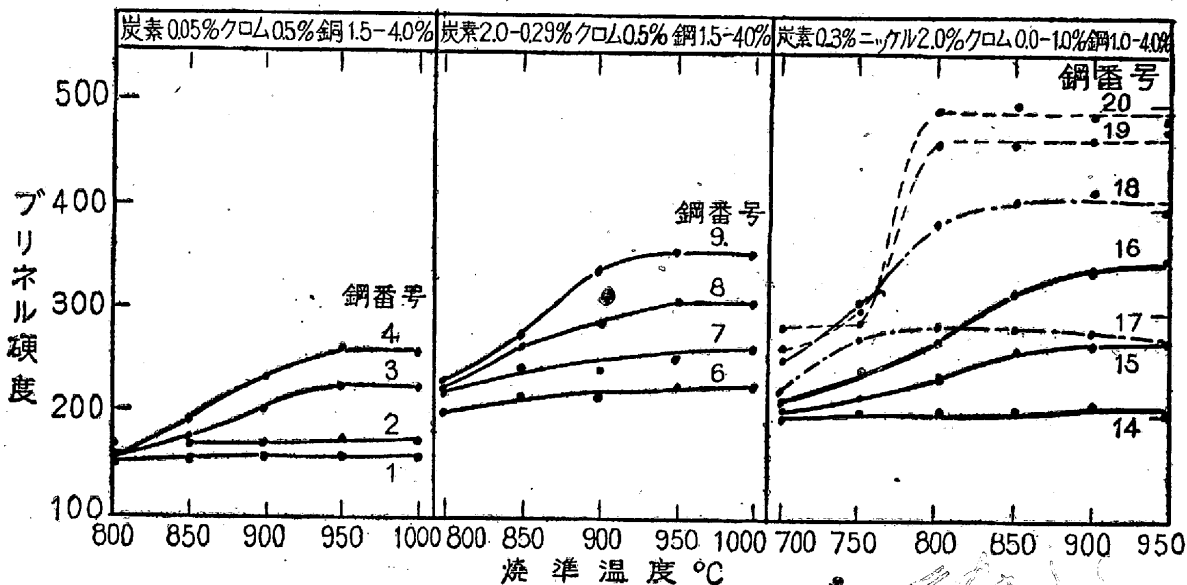


第3圖 800°C 焼準後焼戻温度及時間變化によるブリネル硬度の影響

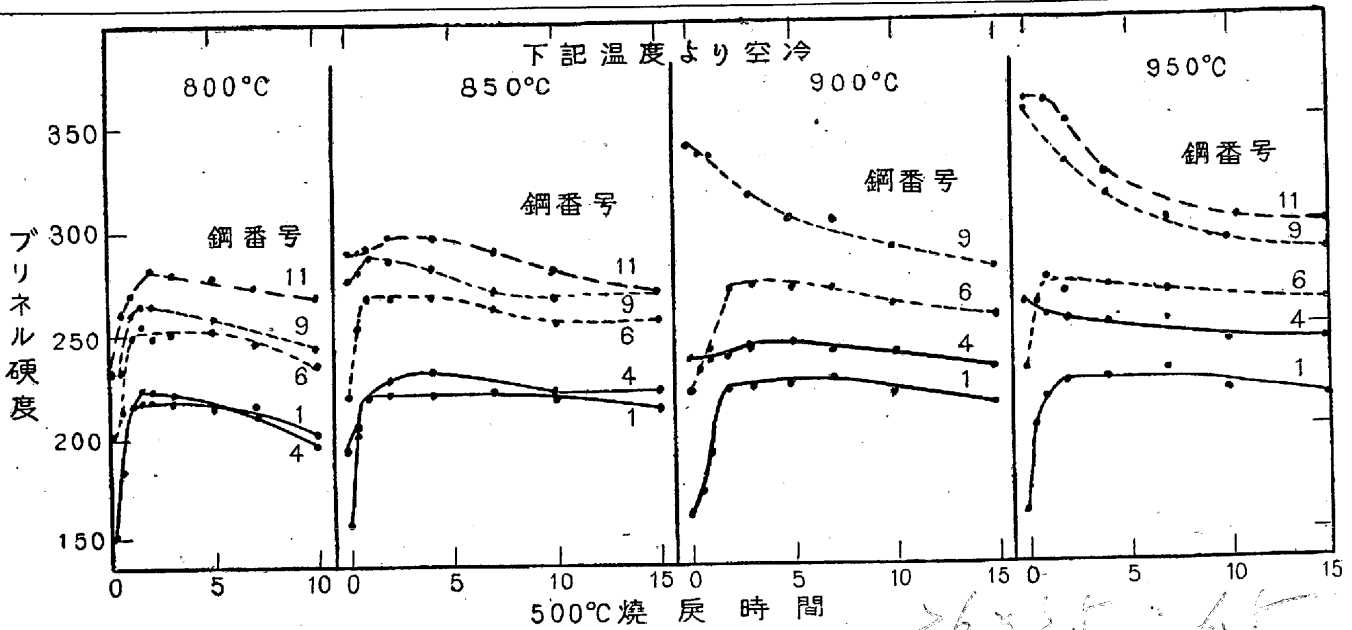
い。但し焼戻温度が上昇すれば、焼戻時間は短縮せられねばならぬ。

クロム銅鋼に於ては銅の含量を1.4%から4%迄増加しても、焼戻硬化の程度は變らぬが、第2圖及び第3圖に示すやうに、銅を含みぬクロム鋼では此のやうな焼戻硬化は起らぬのである。

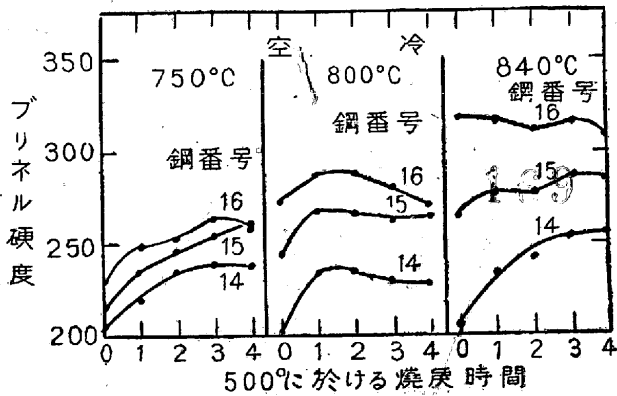
銅クロム鋼の内、銅3%以上を含むものを800°C以上で焼準す



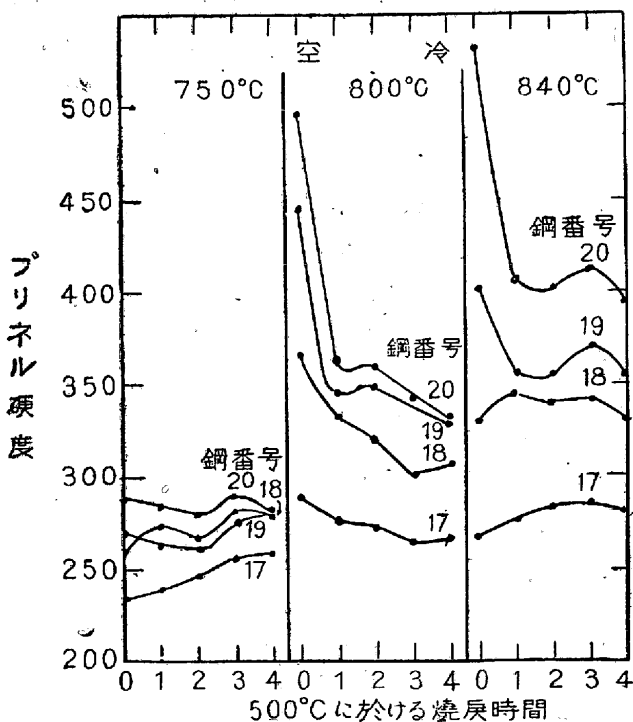
第4圖 焼準温度のブリネル硬度に及ぼす影響(試片 28.5×12.7×12.7mm)



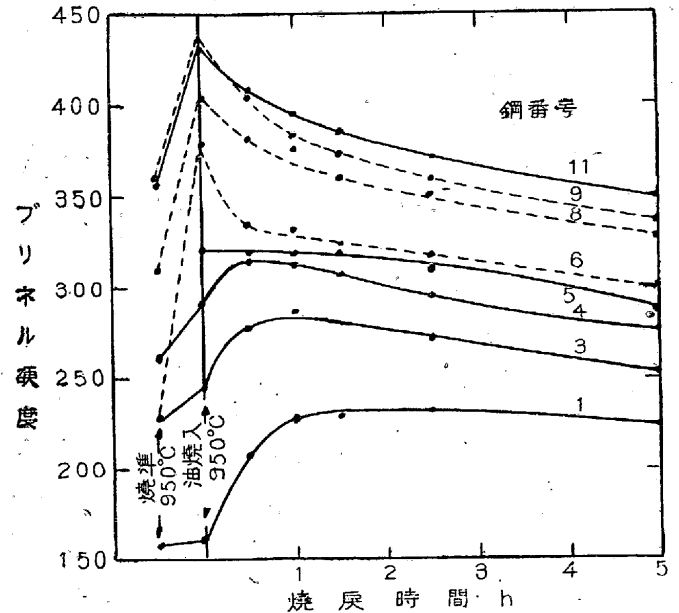
第5圖 500°C再熱時間と最初の焼準温度の影響によるブリネル硬度の變化(鋼番號1~11)



第6圖 鋼番號14~16に於ける500°C再熱時間及最初の焼準温度がブリネル硬度に及ぼす影響



第7圖 500°Cに於ける再熱時間による影響及最初の焼準温度のブリネル硬度に與へる影響(鋼番號17~20)



第8圖 950°C油焼入後500°C焼戻によるブリネル硬度への影響(鋼番號1~11)

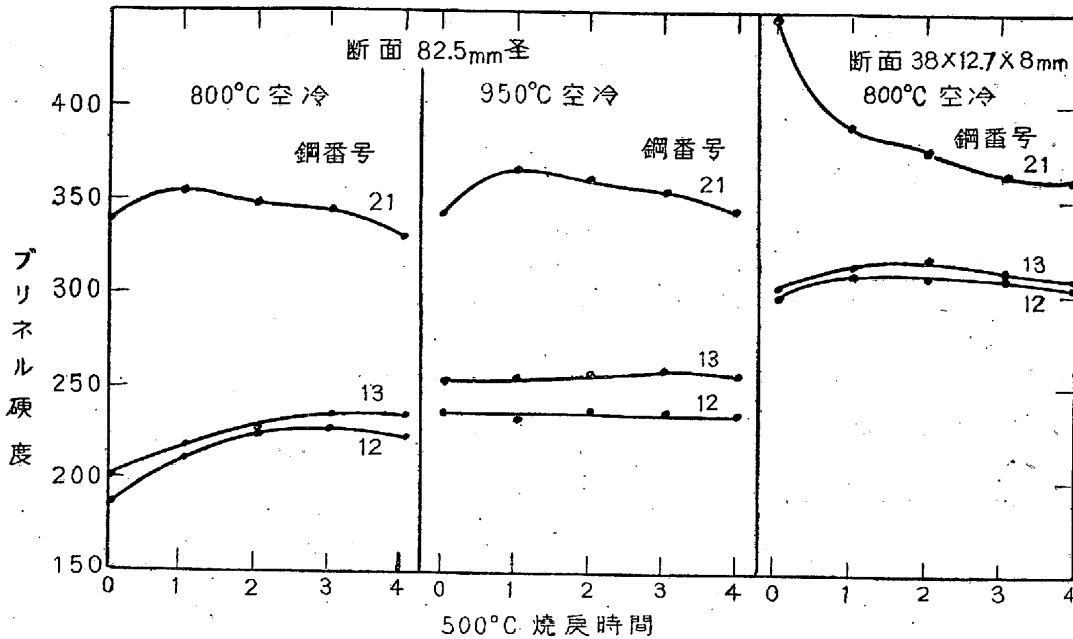
るときは、部分的に空氣焼入を惹起する。然し空氣焼入の影響は寧ろ銅-ニッケル-クロム鋼に於ける方が大である。

この様に焼準温度を上昇すれば、これを焼戻する時は、焼戻硬化は起らず軟化する傾向になる、即ち空氣焼入する傾向を生ずるのである(第4圖~第9圖参照)。

同様に銅-ニッケル鋼に於ても、稍空氣焼入の傾向を見せるが、他の銅クロム鋼又は銅-ニッケル-クロム鋼に比すれば、可成りに小さいものである。

このやうに銅を含む各特殊鋼では、銅量が2%となれば最早や焼戻硬化は其の最大限に達し、これ以上銅を増加すれば空氣焼入するやうになる。

それ故に銅を含む特殊鋼は、それが焼戻硬化を主とするものであるか、又は空氣焼入を主とするものであるかに依り、二つの群に分つのが當然であると思はれる。但しここに焼戻硬化及び空氣焼入につき述べるならば、例へば今1.6%銅の銅クロム鋼を取つて考へや



第9圖 最初 800°C 及 950°C より空冷せるものを 500°C に再熱せる場合再熱時間の変化によるブリネル硬度への影響(断面 89mm 径と 38×12.7×8mm 角, 鋼番號 12, 13, 21)

う。これを 950°C から油焼入した状態は、それを同温度から空気焼入した状態に似てゐる。然し銅 4% を含むときはこれを空気焼入したものよりは、油焼入したものが僅かに硬く、且つ之を焼戻すれば空気焼入せられたものは軟化するのに反し油焼入したものは一層硬度を増加する。即ちこれは焼戻硬化の影響が大きいのである。

以上述べた事は主として小断面のものにつき述べたのであるが、

第3表 800°C 及 950°C より空冷せる 1.4% クロム, 2.0% ニッケル, 1.4% クロム, 銅鋼, 試片の寸法のブリネル硬度に與へる影響

鋼番號	断面寸法			
	152.5 × 82.5	152.5 × 19 × 19mm	152.5 × 12.5 × 12.5mm	38.0 × 12.5 × 12.5mm
800°C 焼準				
12	178	204	209~308	300
13	190	229	293~321	304
11	342	363	412~451	446
950°C 焼準				
12	216	300	304	314
13	233	312	328	329
21	343	394	430	449

第4表 冷却速度の変化によるブリネル硬度の影響(断面 12.7mm 角 950°C より冷却) (ブリネル硬度)

鋼番號	平均冷却速度			
	油冷	空冷	爐冷	
	每mm 16°C	每mm 4°C	每mm 1/6°C	每mm 1/200°C
12	414	304	233	148
13	464	328	260	162
21	444	430	344	232

大断面のものでは稍これと異なる。一般に小片では焼入焼戻の通常の処理の方が焼戻硬化処理よりも硬度の高い製品を與へるであらうといふ事は自明の事である。今小片

及び大断面の試片を比較する爲にクロム銅鋼を取り、これを 800°C より空冷すれば、其後の焼戻に於て硬化を示すが、焼準温度を 950°C にすると其の効果は稍減少する。又ニッケル-クロム-銅鋼をとるならば、小断面のものでは空気焼入の傾向を有し、800°C で空冷し、焼戻す時は軟化するが、大断面のものゝ時には 500°C で焼戻すと、殆んど同一硬度を保ち、焼戻硬化の傾向を示すのである。其の結果を第3表及び第4表に示す。

#### IV. 機械的性質

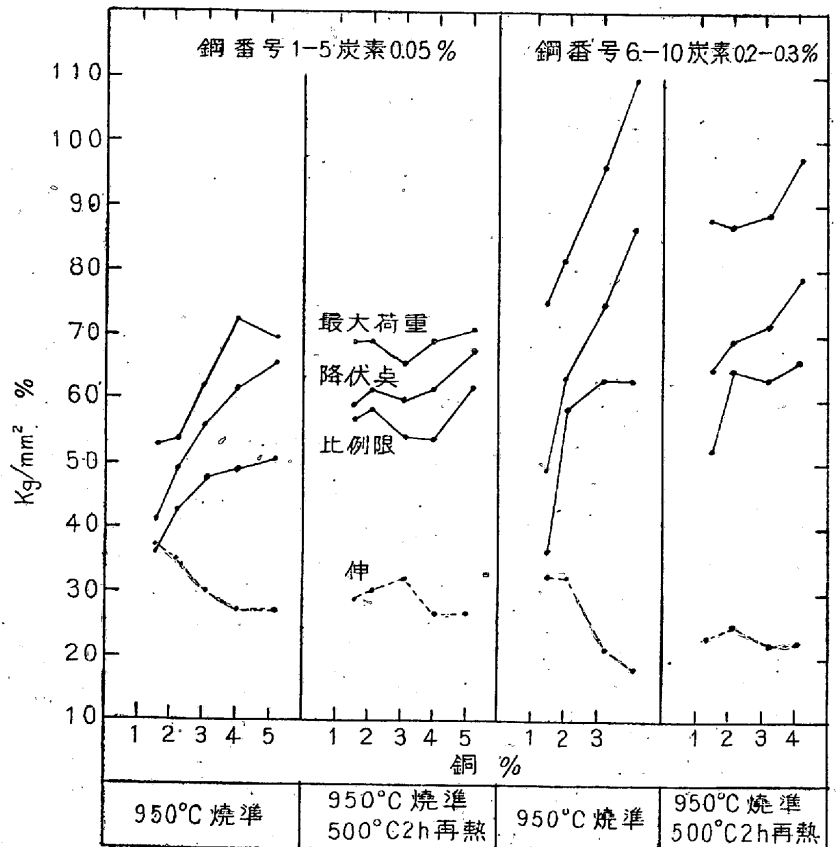
機械的性質は前に述べた如き試料より径 9.1mm, 平行部 57mm, の試験片を取

り抗張試験を行つてこれを定めた。伸は標點距離 32mm で計測し降伏點は 0.2% の永久伸を生ずる點で定めた。以下各試料を種々なる状態に於て試験した成績を示さう。

#### 1. クロム銅鋼の機械的性質

##### 1) 壓延状態に於ける低炭素クロム-銅鋼

前表の I~II に示す様な低炭素クロム・銅鋼は壓延状態に於て降伏點 50kg/mm<sup>2</sup>, アイゾト衝撃値 13kgm で、粘性あり、可成りの



第10圖 950°C 焼準せるものと焼準後 500°C 再熱せる鋼番號 1~10 の機械的性質

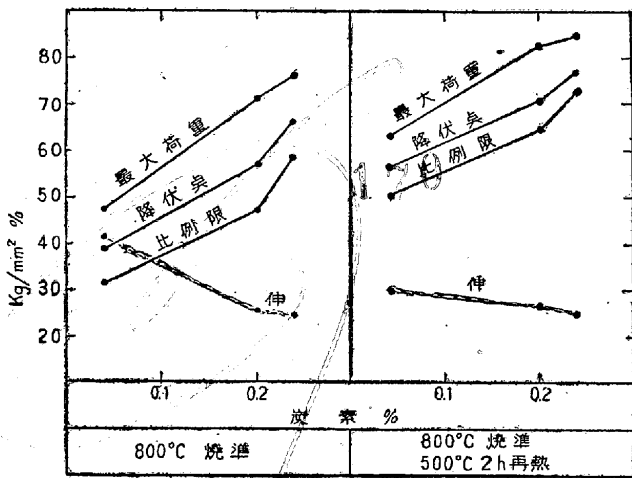
好成绩である。炭素量が少しく増せば銅を増加し 1.5% 以上となると共に抗張力は著しく増加するが、アイゾット衝撃値は非常に低下する。

ii) 950°C 焼準せる低炭素クロム鋼

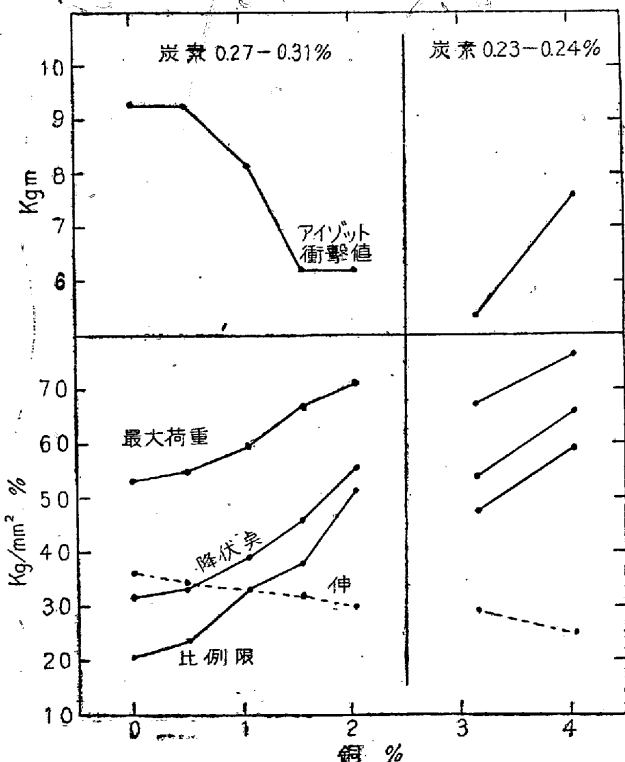
950°C にて 30mn 加熱し空冷した低炭素クロム鋼鋼には明らかに空気焼入を示してゐる。此の結果は第 10 圖に示す通りである。銅量が 3% を超えて増加すれば、アイゾット衝撃値は著しく低下する。又銅量の増加につれて比例限と降伏點の距離は大きくなる傾向がある。

iii) 950°C 焼準 500°C 焼戻せる同上鋼

銅の量の少いものは焼戻により硬化し、抗張力は上昇する。第 10 圖に示す如く、銅量が多くなると空気焼入をなし、焼戻により軟化する様になつてゐる。



第 11 圖 0.5% クロム 4.0% 銅鋼の炭素の含量による機械的性質の影響



第 12 圖 800°C にて焼準せる 0.2~0.3% 炭素 0.5% クロムを含む鋼の銅の含量による機械的性質の影響

iv) 800°C 焼戻せる同上鋼

低炭素クロム・銅鋼中炭素量の稍多いものは第 12 圖に示すやうに、銅量が増加するにつれ著しく其抗張性を増加する。又此の際炭素量 0.2~0.29% の間では銅を増加しても影響が無いが、其他では第 11 圖に示すやうに炭素量の増加と共に抗張力を上昇せしむるから、炭素量を必要に応じて調節すれば、最大荷重は銅量 4%迄の増加に伴ひ累進的に上昇する事が分る。

炭素量が更に低く 0.05% 程度になれば、上述の鋼程には銅量の變化による影響は無い。但しアイゾット衝撃値は非常に大で 13kgm 以上である。

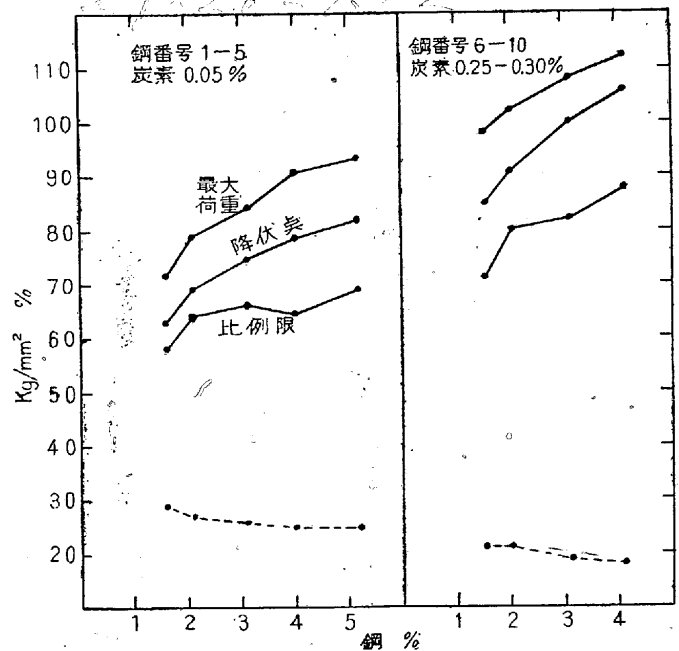
v) 800°C 焼準 500~600°C 焼戻せる同上鋼

かゝる焼戻をすれば、低炭素クロム鋼鋼は何れも著しく抗張性を増加する。但し衝撃値は低く、最大 3kgm に過ぎぬものとなる。故に焼戻温度を 550°C に上昇するか、又は焼戻時間を延長するかして衝撃値を改善せねばならぬ。最も釣合ひの取れた性質は第 7 の鋼 (2% 銅) を 800°C にて焼準し、550°C にて 2h 焼戻せるものにつき得られ最大抗張力 80 kg/mm<sup>2</sup>、降伏點 66 kg/mm<sup>2</sup>、比例限 62 kg/mm<sup>2</sup>、伸 27%、アイゾット衝撃値 37 kgm 程度である。

標題の如き處理をなせるクロム 0.88%、銅 4% の鋼を、十分焼戻硬化せる同様組成の高クロム鋼と比較するのに、後者はアイゾット衝撃値 2.5kgm に過ぎぬのに反し前者は 6kgm にもなる。

vi) 950°C 油焼入 500°C 焼戻せる同上鋼

斯る處理を受けたものは銅量の増加と共に抗張性を上昇せしめ、



第 13 圖 950°C より油焼入 500°C 焼戻せる鋼番号 1~10 の機械的性質

衝撃値は低下する傾向にあるが、比較的其低下の程度は小である。其數値は第 13 圖を参照せられ度い。

vii) 900°C 油焼入 500~600°C 焼戻せる中炭素クロム・銅鋼

斯る處理をせる中炭素クロム・銅鋼の機械的性質は第 5 表に示す如く良好で、通常のニッケル・クロム鋼に比するも劣らぬものである。

2. ニッケル鋼鋼の機械的性質

i) 750~950°C 焼準 500°C 焼戻せるニッケル・銅鋼

第5表 1.4%クロム, 2.0%銅鋼を900°C油焼入後下記温度に1h焼戻後空冷せしものの機械的性質  
試料寸法 19×19mm 角, 長さ152mm

鋼番 號	焼戻 温度 °C	比例 降伏 最大 限 點 荷重			降 伏 比	伸 %	絞 %	アイゾ ット衝 撃値	ブリネ ル硬度
		kg/mm <sup>2</sup>							
12	500	96.1	115.9	122.8	0.94	16	46	2.5	359
	550	80.3	95.4	104.3	0.92	16	41	5.1	308
	600	64.6	83.8	93.8	0.89	22	59	9.0	277
	650	55.1	71.8	82.0	0.87	26	66	12.0	251
13	500	99.2	120.0	129.0	0.93	16	41	2.1	378
	550	86.6	101.3	110.8	0.91	18	50	3.9	327
	600	69.3	84.2	99.5	0.89	19	55	6.9	295
	650	63.0	77.5	88.4	0.88	22	59	10.1	266

第1表の14~16に示す如き炭素0.3%, ニッケル2.2%銅1.2~4.2%の鋼を750°Cにて焼準し, 焼戻したものは銅量の變化により機械的性質には影響を受けぬが, 第15圖に示す如く焼準温度が高く950°C位となると, 銅量の増加と共に抗張性を増加する。又衝撃値は銅量が1%から2%に増加すると著しく降下し, 後は略一定となる。

ii) 850°C油焼入500~600°C焼戻せるニッケル・銅鋼

かゝる処理をせるニッケル・銅鋼は銅量の増加と共にその抗張力を増大するが, 又クロム・銅鋼と同様に炭素量の變化に依つても

抗張力は左右せられる。又衝撃値は銅量が1%から2%に増加すると低下する事は同様である。

2%銅を含むニッケル銅鋼を550°Cで焼戻せる性質は最大抗張力87kg/mm<sup>2</sup>, 降伏點80kg/mm<sup>2</sup>, アイゾット衝撃値5kgmの均衡の取れたものである。

3. ニッケル・クロム鋼鋼の機械的性質

(1) 焼準後500°Cに焼戻せるニッケル・クロム・銅鋼

第7圖に示す様に銅1~2%, ニッケル2%, クロム0.6~1.4%の鋼は例外として銅1%, ニッケル2%, クロム0.6%の鋼を除けば全部空焼入型である。それ故これ等の鋼を焼準し, 500°Cにて焼戻すれば, 軟化及び硬化が結合して起る。焼準後焼戻せるものの機械的性質は非常によく, 87kg/mm<sup>2</sup>以上で最大135kg/mm<sup>2</sup>の抗張力をも有する。然しアイゾット衝撃値は低く2.7kgm以下である。

(2) 850°C油焼入500~650°C焼戻せるニッケル・クロム・銅鋼

第6表に示す様に, かゝる熱処理を行つたこの種の鋼に於てはクロム量を増加するよりも銅量を増加した方が抗張性を上昇せしむるのに役立つ。一般に銅を含む鋼の焼戻速度は遅いやうであるが之は恐らく焼戻硬化の影響によるものであらう。500~550°Cといふ比較的低い温度で焼戻すれば抗張性は銅量の増加につれ上昇する焼戻

第6表 油焼入焼戻せる2%ニッケル・クロム鋼鋼の機械的性質(試料寸法 28.6×12.7mm 角, 長さ127mm, 第21, 19.1×19.1×127mm)

熱 處 理	850°C油焼入後下記温度2h焼戻												900°C油焼入下記温度1h焼戻			
	500°C				550°C				600°C				500°C	550°C	600°C	650°C
	鋼 番 號	17	18	19	20	17	18	19	20	17	18	19	20	21		
ク ロ ム %	0.6	0.2	1.2	1.2	0.6	0.6	1.2	1.2	0.6	0.6	1.2	1.2	1.4			
銅 %	1.2	2.2	1.2	2.3	1.2	2.2	1.2	2.3	1.2	2.2	1.2	2.3	2.0			
比例限 kg/mm <sup>2</sup>	86.6	104	94.5	97.6	80.3	88.2	81.5	86.6	70.1	74.8	74.0	77.2	97.6	77.2	69.3	59.8
降 伏 點	104.8	110.9	113.0	120.0	94.5	99.2	100.0	104.0	78.3	84.0	83.5	87.4	115.6	97.0	85.9	76.2
最 大 荷 重	112.6	120.5	122.4	128.8	102.3	107.3	109.8	112.2	89.5	94.2	95.6	97.8	124.8	107.6	97.9	89.0
降 伏 比	0.93	0.93	0.92	0.93	0.92	0.92	0.91	0.93	0.87	0.89	0.87	0.89	0.92	0.90	0.88	0.86
伸	20	21	19	19	24	23	22	22	24	23	21	22	13	19	20	22
絞	51	49	47	47	55	49	54	51	62	58	57	53	34	55	57	62
アイゾット衝撃値	2.9	1.8	1.8	1.5	4.2	3.2	2.1	1.8	6.9	6.0	4.0	3.6	2.4	4.8	7.9	10.0
ブリネル硬度	350	366	372	356	324	329	334	350	274	291	294	296	371	319	298	266

第7表 鍛造後850°C油焼入600°C2h焼戻後空冷せる82.5φ丸棒の銅の含量による機械的性質の影響

鋼番 號	成 分 %					鍛造せるもの中心部						鍛造せるもの外部							
	炭 素	マン ガン	銅	ニ ツ ケ ル	ク ロ ム	比 例 限	降 伏 點	最 大 荷 重	降 伏 比	伸	絞	アイ ゾ ット 衝 撃 値	比 例 限	降 伏 點	最 大 荷 重	降 伏 比	伸	絞	アイ ゾ ット 衝 撃 値
kg/mm <sup>2</sup>																			
26	0.30	0.45	—	—	—	26.8	33.1	51.7	0.64	34	62	8.2	34.7	36.2	47.3	0.67	36	65	7.1
27	0.27	0.60	1.06	—	—	47.3	50.4	66.2	0.76	25	51	4.0	47.3	49.9	59.5	0.74	21	55	5.3
28	0.26	0.62	—	1.40	—	36.2	37.8	57.3	0.66	32	64	9.0	39.4	41.0	58.8	0.70	35	54	9.0
29	0.26	0.72	1.0	1.49	—	52.8	55.1	69.1	0.80	31	58	5.5	55.1	57.2	70.2	0.81	30	57	5.5
30	0.27	0.66	—	1.54	0.61	48.8	52.0	71.4	0.73	24	55	5.5	52.0	57.5	74.1	0.78	27	55	6.6
31	0.31	0.70	1.02	1.36	0.48	60.6	65.4	81.8	0.80	22	49	4.8	67.7	70.1	82.9	0.84	22	53	4.2
32	0.30	1.21	—	—	—	37.8	40.2	59.4	0.68	34	62	6.4	42.7	43.5	60.7	0.71	34	60	6.2
33	0.27	1.48	1.05	—	—	52.8	54.4	70.1	0.78	25	49	4.0	53.6	56.7	71.4	0.79	21	55	4.3
34	0.29	1.90	1.0	—	—	60.6	67.5	83.8	0.80	18	43	2.1	67.7	72.5	86.1	0.84	24	45	2.8

