

ベリリウムを含む銅合金の研究 (第1報)

(日本鐵鋼協會第16回講演大會講演 昭和11年10月)

稲村 賢三*
大橋 秀吉*

A STUDY ON BERYLLIUM-CONTAINING COPPER ALLOYS. I.

Kenzo Inamura and Hidekichi Ohashi.

SYNOPSIS:—The present work was undertaken with the purpose of finding the more excellent alloys than Beryllium-Bronze containing 2~3% of beryllium. In this paper, the experimental results on *Cu-Ni-Be* alloys are dealt with. Among the alloys in the ranges of contents of 2~10% *Ni* and 0.2~2% *Be*, the alloy containing 2% *Ni* and 0.5% *Be* was found to have a very high tensile strength and electric conductivity when suitably heat-treated. In order to improve the properties of this alloy, the effects of the addition of iron or chromium were investigated, and finally, a very excellent alloy "Berychrome No. 1" was obtained, which standard composition is 2% *Ni*, 0.5% *Be*, 0.5% *Cr*, other elements less than 0.5%, and the remainder *Cu*. The mechanical properties of this alloy are shown in the following table.

Mechanical Properties of "Berychrome No. 1."

Sample.	Treatment	Yield Point (0.2%) kg/mm ²	Tensile Strength kg/mm ²	Elongation %	Rockwell Hardness "B" (100/30).	Modulus of Elasticity, kg/mm ² .	Electric Conductivity, %
Plate (Thickness 15mm)	As received	41.9	45.0	8.5	73.5	—	—
	Annealed at 450°C.	78.2	89.4	16.5	103.2	13,530	—
	Quenched from 900°C.	12.2	32.8	36.0	23.7	11,150	—
	Quenched from 900°C. and tempered at 450°C.	62.3	83.1	22.0	100.2	12,650	—
Rod (diam. 15mm)	As received	38.7	42.8	17	77.2	—	—
	Annealed at 450°C.	33.5	43.0	25	—	—	—
	Quenched from 900°C.	12.4	34.7	40	54.6	—	—
	Quenched from 900°C. and tempered at 450°C.	61.4	84.4	21	102.1	13,100	—
Wire (diam. 4mm)	As received	—	51.9	20	150*	—	38
	Quenched from 950°C.	—	31.5	40	76*	—	22
	Quenched from 950°C. and tempered at 450°C.	—	92.4	7	306*	—	52

* Vickers Hardness.

This alloy has a slightly low tensile strength and hardness than those of Beryllium-Bronze, but the elongation and electric conductivity are higher than those of the latter.

I 緒 言

2~3% の *Be* を含む所謂ベリリウム青銅は極めて優秀なる合金であるが高價なる爲其の應用範圍が制限せられる事を免れない 著者等は *Be* の含量少くして而も性質之に劣らない良合金を見出さんとして數年前研究を始め既に其結果の一部を當社研究報告¹⁾で發表した 茲には *Cu-Ni-Be* 系及 *Cu-Ni-Be-Cr* 系合金に就ての研究結果を報告

* 住友金屬工業株式會社伸銅所

¹⁾ 稲村 大橋: 住友金屬研究報告 2, No. 7 (1936) 656.

しやうと思ふ

II *Cu-Ni-Be* 合金に就いて

此 3 元合金に就いては V.G.Masing u. W. Pocher²⁾ の詳細なる研究があるがそれは主に *Ni* の含量の高いものに就いてなされたものである 著者等は *Ni* の含量の比較的低い合金に就いて研究し次の如き結果を得た

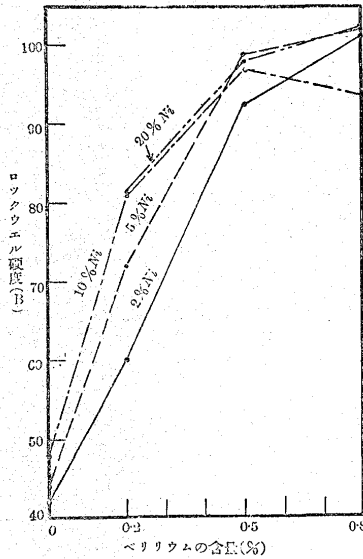
(1) 硬度 *Ni* を 2~20% 含む合金及夫等に *Be* を²⁾ Masing u. Pocher: Wiss. Veröff. Siemens Konz., XI Band (1932) II, 93.

0.2~0.8% 添加せる鑄物を造り其の儘及之を種々に熱處理して硬度を測定した 焼入は 950°C に 1 時間加熱後水中に急冷し 焼戻は 350~600°C の各温度に 2 時間加熱後空冷した 結果は第 1 表及第 1~2 圖の如くである

第 1 表 Cu-Ni-Be 合金の硬度に及す熱處理の影響

試料番號	組成(配合)%			ロックウェル硬度 "B" (60/30)						
	Ni	Be	Cu	鑄造状態	焼入状態	焼戻温度 °C				
						350	400	450	500	600
1	2	0	殘部	42.1	—	—	—	—	—	—
5	2	0.2	"	60.0	37.4	98.0	101.6	—	101.3	98.0
6	2	0.5	"	92.5	64.2	108.0	112.2	—	112.5	108.4
7	2	0.8	"	101.2	72.5	111.9	113.0	—	110.3	103.8
2	5	0	"	44.3	—	—	—	—	—	—
8	5	0.2	"	71.7	47.0	78.0	103.6	—	106.2	96.2
9	5	0.5	"	99.8	69.0	88.8	110.3	—	109.4	100.6
10	5	0.8	"	101.8	74.7	93.5	112.8	—	112.9	105.1
3	10	0	"	47.8	—	—	—	—	—	—
11	10	0.2	"	81.0	58.7	—	101.5	101.0	106.8	98.1
12	10	0.5	"	96.9	73.5	—	102.7	105.8	107.3	100.0
13	10	0.8	"	93.5	78.7	—	104.1	103.5	108.2	100.0
4	20	0	"	—	—	—	—	—	—	—
14	20	0.2	"	81.3	67.4	—	95.5	99.7	105.2	101.5
15	20	0.5	"	97.8	82.1	—	105.2	106.5	109.6	106.0
16	20	0.8	"	102.0	87.1	—	105.1	107.2	110.2	106.0

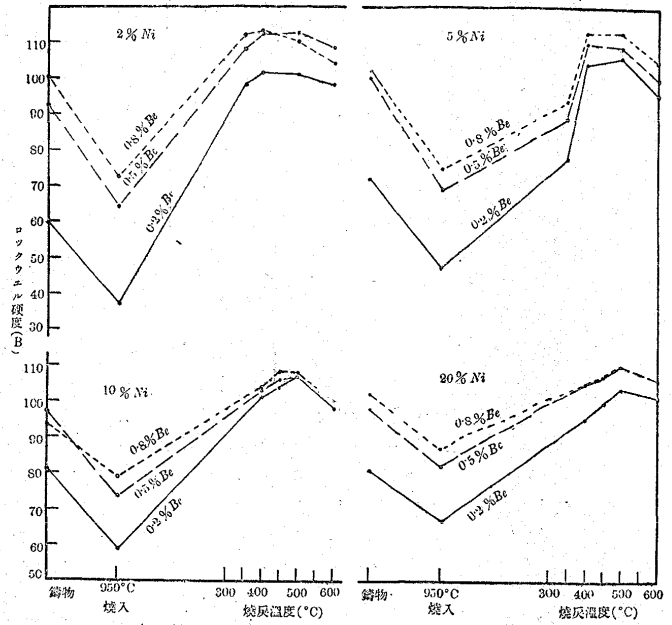
第 1 圖 ベリリウムの含量と硬度との關係



第 1 圖より明なる如く鑄物の硬度は何れも Be の含量の大なるもの程大である 而して Be 0.8% の合金では Ni の含量は 2% でも 20% でも硬度には大差がない 第 2 圖は熱處理に依る硬度の變化を示したものであって 950°C より焼入すれば何れも硬度が減少するが Ni の含量相等的き合金では Be の含量の大なるものはやはり硬度も大である 焼戻温度約 500°C までは何れも硬度を増加するが 600°C に焼戻すれば硬度低下す 而して Ni 2% のものは焼戻硬化最も著しく 5% のもの之に次ぎ Ni の含量多いもの程焼戻硬化の程度が少ない

次に更に Be の含量を 2% まで増加した合金の鑄造及焼入状態 (加熱 1 時間投水) に於ける硬度は第 2 表及第 3 圖の如くである 即ち Ni 2% の合金の鑄造状態に於ける硬度は Be の含量が多い程高い 之を 850~950°C の

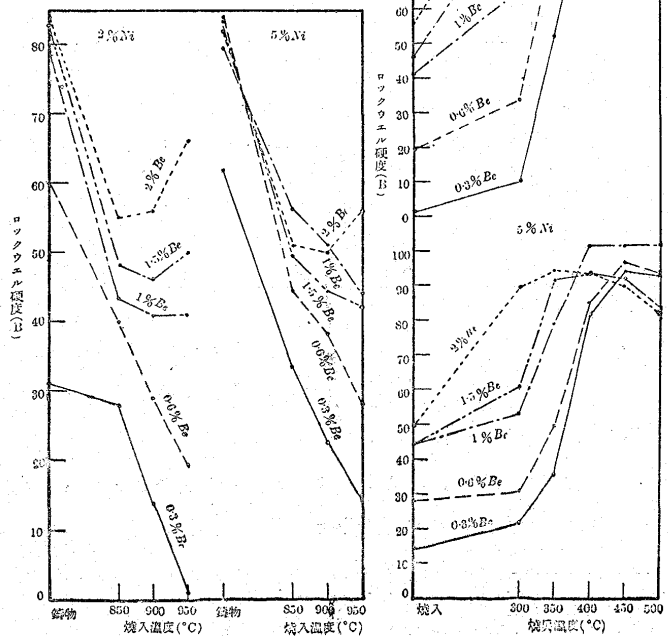
第 2 圖 熱處理と硬度との關係



種々の温度から焼入すれば Be を 0.5% 以下含むものは 950°C まで焼入温度の高い程硬度は低下する 然るに Be を 1% 以上含むものは約 900°C 焼入に於て最も軟く 950°C より焼入すれば却て硬度が高くなる

Ni 5% の合金の鑄造状態に於ける硬度も大體に於て Be の含量の大なる方が硬度高きも必ずしも之と一致しないものもあつた Be 2% の合金は焼入温度 900°C の時最低硬度であつたが其他のものも

第 3 圖 焼入温度と硬度との關係



第 4 圖 焼戻温度と硬度との關係

のは 950°C まで焼入温度の高い程硬度が低くなる

第 2 表 鑄造及焼入状態に於ける硬度

試料 番 號	組成(配合) %			ロックウエル硬度 "B" (100/30)			
	Ni	Be	Cu	鑄造 状態	焼入温度 °C		
					850	900	950
17	2	0.3	残部	30.7	27.7	13.9	0.8
18	"	0.6	"	59.9	40.0	28.8	19.4
19	"	1.0	"	79.2	43.3	41.1	41.1
20	"	1.5	"	83.2	48.1	46.2	50.0
21	"	2.0	"	83.9	51.0	56.3	65.9
22	5	0.3	"	61.8	33.5	22.5	14.3
23	"	0.6	"	83.9	44.5	38.4	28.0
24	"	1.0	"	79.5	56.2	51.4	44.4
25	"	1.5	"	83.4	49.4	44.6	41.9
26	"	2.0	"	81.8	51.1	49.8	55.8

是等の合金を最低硬度となる温度から焼入した後 300~500°C の各温度に 1 時間加熱焼戻して硬度を測定し第 3 表及第 4 圖の如き結果を得た

第 3 表 焼入焼戻に依る硬度の變化

試料 番 號	組成(配合) %			ロックウエル硬度 "B" (100/30)					
	Ni	Be	Cu	焼入 状態	焼戻温度 °C				
					300	350	400	450	500
17	2	0.3	残部	0.8	10.5	52.1	97.7	100.3	102.0
18	"	0.6	"	19.4	33.8	79.8	99.0	98.7	98.4
19	"	1.0	"	41.1	65.9	97.7	99.0	97.0	89.7
20	"	1.5	"	46.2	90.7	96.8	93.6	89.8	81.2
21	"	2.0	"	56.3	104.0	107.4	107.6	102.0	92.3
22	5	0.3	"	14.3	21.4	35.6	81.9	94.3	93.0
23	"	0.6	"	28.0	30.5	49.4	84.7	96.9	94.2
24	"	1.0	"	44.4	53.0	79.0	101.6	101.6	101.5
25	"	1.5	"	44.6	61.0	92.1	93.3	91.8	83.5
26	"	2.0	"	49.8	90.0	94.6	93.5	90.0	82.0

括弧内の數値はブリネル硬度

第 4 圖より明らかなる様に Ni 2% の合金中 Be を 1% 以上を含有するものは 400°C 焼戻にて最高硬度となり之より高温度にて焼戻すれば硬度減少す 然るに Be 0.6% 以下の合金は焼戻温度 500°C まで漸次硬度が増加する Ni 5% の合金でも大體之と同様の結果である 而

して熱処理効果の著しいものは Ni 2% の合金であつて Be 2% 以下の合金では Be の少い方が却て高い硬度を示した

以上の結果から Cu-Ni-Be 合金中少量の Be を含む合金にて高い硬度を示すものは Ni 2% Be 約 0.5% のものなることを知た 即ち此合金は適當なる熱処理に依てロックウエル硬度 "B" 約 100 ブリネル硬度 200 以上のものとなる

(2) 機械的性質 2% の Ni 及 0.5% の Be を含む銅合金にて板及棒を製造し 更に之を種々熱処理した後夫等の機械的性質を測定し第 4 表の如き結果を得た 但し焼入の際に於ける加熱時間は 1 時間 焼戻の際に於ける加熱時間は 2 時間であつて以下の試験に於ても同様である 尚第 4 表には棒材にて測定した導電率をも併記した

第 4 表 機械的性質

板 厚さ 1.5mm 棒 徑 15mm	熱處理法	降伏點 (0.2%) kg/mm ²	抗張力 kg/mm ²	伸 %	ロックウ エル硬度 "B"	導電率 %
Cu = 97.47% Ni = 2.04 Be = 0.42 Fe = 0.05 Si = 0.02	製造の儘	41.9	43.6	10.5	74.7	—
	950°C 焼入	11.2	31.9	30.0	26.6	—
	950°C 焼入 400°C 焼戻	60.1	81.4	14.0	99.5	—
Cu = 97.40% Ni = 2.02 Be = 0.52 Fe = 0.06	製造の儘	37.6	43.2	24.0	72.9	—
	950°C 焼入	—	48.4	43.0	53.8	35
	950°C 焼入 450°C 焼戻	64.2	93.0	14.0	102.0	53

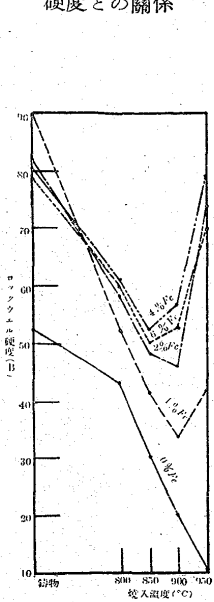
即ち本合金は Be 青銅より 抗張力及硬度は低いが伸は高硬度状態に於ても大きく且導電率も約其の 2 倍大であるから相當優秀なる合金であると考えられる

(3) Fe 及 Cr の影響 Cu(97.5%)-Ni(2%)-Be(0.5%) 合金の硬度を高める目的で之に 1~6% の鐵を添加した合金鑄物を造り 其儘にて又種々熱処理後測定した硬度は第 5 表及第 5 圖の如くである

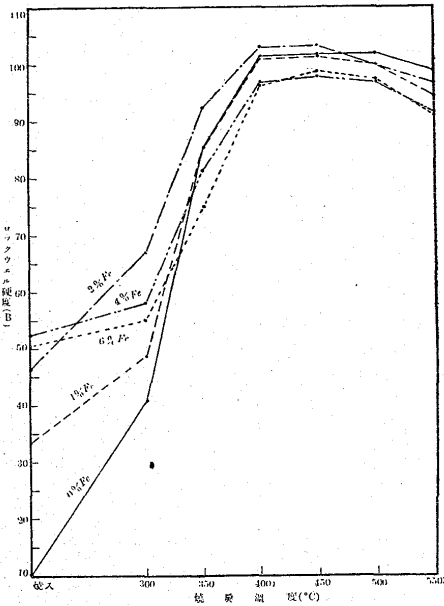
第 5 表 Cu-Ni-Be 合金の硬度に及す鐵の影響

試料 番 號	組成(配合) %				ロックウエル硬度 "B" (100/30)											
	Ni	Be	Fe	Cu	鑄造 状態	焼入温度 °C				焼入及焼戻温度 °C						
						800	850	900	950	焼入温度	300	350	400	450	500	550
27	2	0.5	0	残部	52.4	43.3	31.4	19.9	10.3	950	41.1	85.5	101.6	101.8	102.0	98.7
28	"	"	1	"	89.0	51.8	41.9	33.5	41.5	900	48.7	85.3	100.9	102.0	100.0	94.6
29	"	"	2	"	82.2	58.5	48.6	46.4	72.6	900	67.0	92.5	103.0	102.8	100.8	96.6
30	"	"	4	"	80.5	61.2	52.6	57.3	79.3	850	58.0	81.5	97.0	98.1	97.2	91.4
31	"	"	6	"	79.1	60.2	50.5	52.4	70.9	850	55.1	75.1	96.6	98.7	97.5	91.0

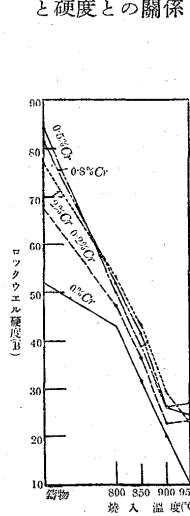
第5圖 焼入温度と硬度との關係



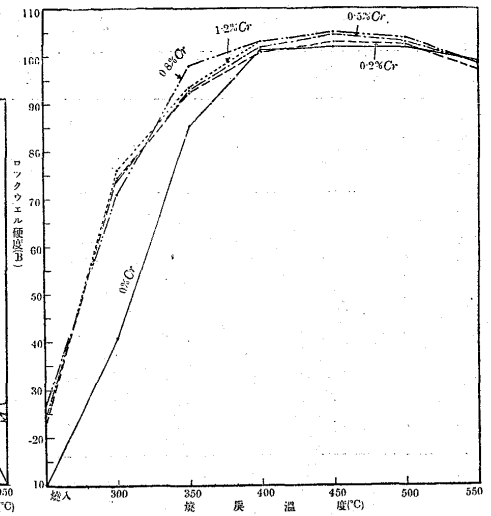
第6圖 焼戻温度と硬度との關係



第7圖 焼入温度と硬度との關係



第8圖 焼戻温度と硬度との關係



を造り又之を種々熱處理して硬度を測定した結果は第6表及第7圖の如くである

第7圖から明らかなる様に鑄物では0.5%のCrを含むものが最も硬く0.8%のもの之に次ぎ1.2%を含むものは却て軟である 硬度に及す焼入の影響を見るに何れの合金も950°Cまでは焼入温度が高くなるに従て硬度が低くなる 又焼入状態に於てCrの含量の多いもの程硬度が高くなって居るがCr1.2%の合金を950°Cから焼入したものが却て硬度が低かつた 次に是等の合金は一旦焼入後焼戻すれば硬度が高くなるが第8圖に示した様に何れも450°C焼戻にて最高の硬度を示した 又は是等の合金中Cr0.8%を含むものは硬度最大でロックウエル硬度“B”にて105(ブリネル硬度247)を示した 而してCr0.2%の合金の硬度も略之に近いものである

是等の結果に依りCu-Ni-Be合金の硬度を高めるに鐵よりもCrの方が少量にて効果のあることが知られる 而も其量は0.5~0.8%が適當の如く思考せられる

此の結果に依れば鑄物の硬度は鐵の添加に依て少し高くなるが鐵の含量多くなるに従ひ却て低くなる傾向がある 是等の合金を焼入するに焼入温度850~900°Cまでは漸次硬度が低下するが950°Cから焼入すれば少し高くなる 是等の合金の焼入後種々の温度で焼戻したものの硬度は第6圖で示される様に何れの合金も400~450°Cから焼戻したものが最高硬度である 而して鐵2%含有の合金は最も高い硬度を示しロックウエル硬度“B”で103ブリネル硬度229であつた 鐵の含量が之れより大であつても又小であつても硬度が低くなる 即ちCu(97.5%) - Ni(2%) - Be(0.5%)合金に約2%の鐵を添加すれば少しく硬度を高める事が出来るが其の多量は却て有害である

次に上記Cu-Ni-Be合金の硬度に對するCrの影響を試験する爲に0.2~1.2%のCrを添加した合金鑄物

第6表 Cu-Ni-Be合金の硬度に及すCrの影響

試料番號	組成(配合) %				鑄造状態	ロックウエル硬度 “B” (100/30)									
	Ni	Be	Cr	Cu		焼入温度 °C				焼戻温度 °C (焼入温度=950°C)					
						800	850	900	950	300	350	400	450	500	550
27	2	0.5	0	殘部	52.4	43.3	31.4	19.9	10.3	41.1	85.5	101.6	101.8	102.0	98.7
32	”	”	0.2	”	67.8	48.1	36.5	23.1	23.1	74.4	92.6	101.1	103.0	102.6	97.0
33	”	”	0.5	”	85.2	50.5	39.1	26.1	24.1	73.9	92.7	101.7	104.5	103.3	98.7
34	”	”	0.8	”	81.4	51.4	41.5	26.3	27.1	71.3	98.3	103.1	105.1	104.0	99.2
35	”	”	1.2	”	77.0	53.0	42.8	29.5	22.8	76.1	93.6	102.7	104.7	103.8	98.6

III. Cu-Ni-Be-Cr 合金 (ベリクロム系) に就て

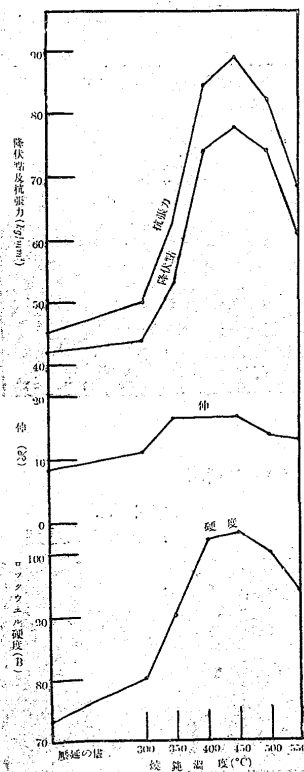
以上の豫備実験に於て得られた成果よりこゝに我等は新合金ベリクロム No. 1 を得たのである。其標準組成は 2% Ni, 0.5% Be, 0.5% Cr, 其他 0.5% 以下残部銅より成り板線棒其他各種の形状に製作容易なる強硬にして導電率極めて高い優秀なる合金である。以下に其性能を概述し更に詳細は次報に譲ることとする。

(1) ベリクロム No. 1 板の機械的性質 1.5mm 圧延板を採り 300~550°C の各温度に2時間加熱後空冷したるものの機械的性質は第7表及第9圖の如くである。

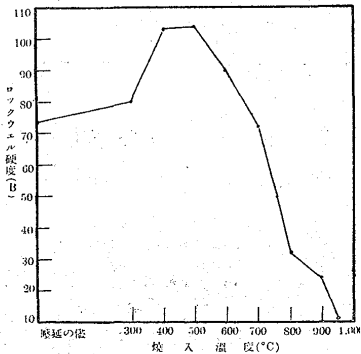
第7表 ベリクロム No.1 板 (1.5mm) の焼鈍試験

焼鈍温度 °C	降伏点 (0.2%) kg/mm ²	抗張力 kg/mm ²	伸 (50mm) %	ロックウェル硬度 "B" 100/30	弾性係数 kg/mm ²	比重
1 圧延の儘	41.9	45.0	8.5	73.5	—	8.798
2 300	44.2	50.2	11.5	79.8	—	—
3 350	53.4	62.7	16.5	90.0	—	—
4 400	73.8	85.1	16.5	102.0	—	—
5 450	78.2	89.4	16.5	103.2	13,530	—
6 500	73.9	82.2	14.0	100.5	—	—
7 550	59.5	68.2	13.0	93.8	—	—

第9圖 板の機械的性質に及ぶ焼鈍温度の影響



第10圖 板の焼入温度と硬度との関係



圧延板を 300~950°C の種々の温度に1時間加熱後水焼入し硬度を測定した結果は第8表及第10圖に示すが如くで焼入温度 500°C まで次第に硬度増加するがそれ以上では次第に軟化し 950°C から焼入すれば極めて軟いものとなる。

第8表 焼入温度と硬度との関係

焼入温度 °C	圧延の儘	300	400	500	600	700	800	900	950
ロックウェル硬度 "B" (100/30)	73.5	80.1	102.7	103.4	90.0	72.0	31.7	23.7	10.9

次に圧延板を 900°C 又は 950°C に1時間加熱 水焼入した後 300~500°C の種々の温度にて2時間焼戻した場合の機械的性質の變化は第9表及第11圖の如くである。即ち 900°C 焼入 450°C 焼戻したものは抗張力 83.1kg/mm² 伸 22% ロックウェル硬度 "B" 100.2 (ブリネル硬度 204) といふ數値であつた。

第9表 焼戻温度と機械的性質との関係

焼戻温度 °C	降伏点 (0.2%) kg/mm ²	抗張力 kg/mm ²	伸 (50mm) %	ロックウェル硬度 "B" (100/30)	弾性係数 kg/mm ²
900°C 焼入					
1 焼入の儘	12.2	32.8	36.0	23.7	11,150
2 300	16.8	38.5	31.0	44.5	—
3 350	22.8	44.2	28.5	61.2	—
4 400	54.8	75.6	22.0	96.5	—
5 450	62.3	83.1	22.0	100.2	12,650
6 500	64.5	81.6	17.0	99.4	—
7 550	56.2	64.6	14.0	92.3	—
950°C 焼入					
1 焼入の儘	8.6	27.5	39.0	10.9	—
2 300	20.8	36.9	25.5	62.6	—
3 350	30.7	44.3	20.0	80.5	—
4 400	51.3	62.5	10.5	100.4	—
5 450	62.5	70.1	8.5	105.5	—
6 500	65.8	69.2	2.5	105.9	—
7 550	58.1	63.2	7.5	99.2	—

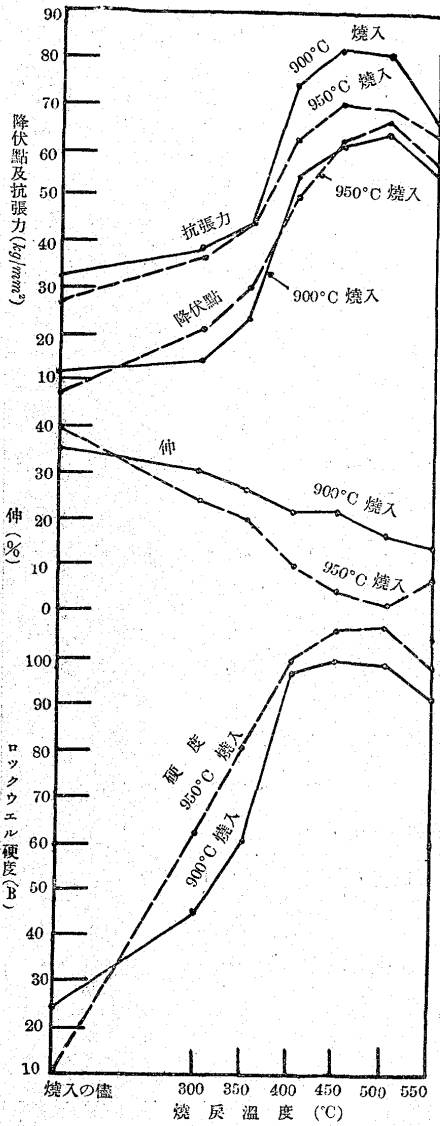
圧延板及之を種々熱処理せるものの顯微鏡組織は寫眞 1~6 に示す通りである。腐蝕液としては常に鹽化鐵溶液を使用した。

(2) 棒の機械的性質 徑 15mm の抽伸棒に就き前同様の試験を行ひ第10表及第12圖の成績を得た。板同様 900°C 焼入 450°C 焼戻のものが極めて優秀なる性能を具備する。

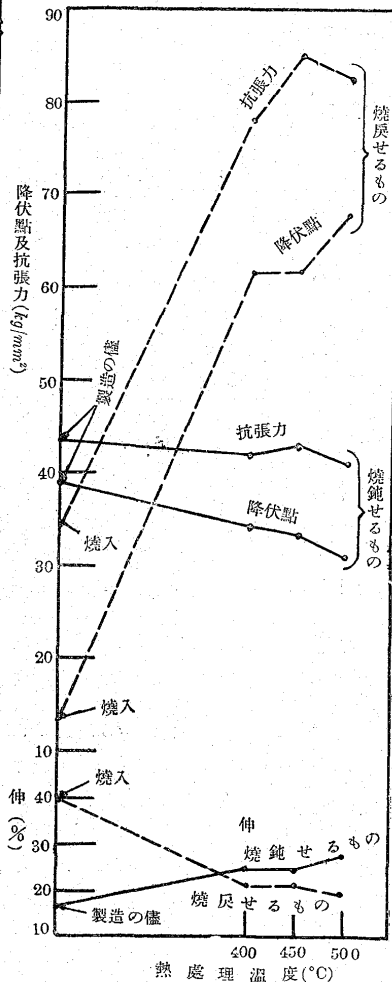
第10表 棒の熱処理と機械的性質との関係

熱処理	降伏点 (0.2%) kg/mm ²	抗張力 kg/mm ²	伸 (50mm) %	ロックウェル硬度 "B" (100/30)	弾性係数 kg/mm ²
1 抽伸の儘	38.7	42.8	17	77.2	—
2 400°C 焼鈍	34.4	42.5	26	—	—
3 450°C 焼鈍	33.5	43.0	25	—	—
4 500°C 焼鈍	32.3	42.1	27	—	—
5 900°C 焼入	12.4	34.7	40	54.6	—
6 900°C 焼入 / 400°C 焼戻	61.2	79.0	21	—	—
7 900°C 焼入 / 450°C 焼戻	61.4	84.4	21	102.1 (B.H.215)	13,100
8 900°C 焼入 / 500°C 焼戻	67.2	83.0	19	—	—

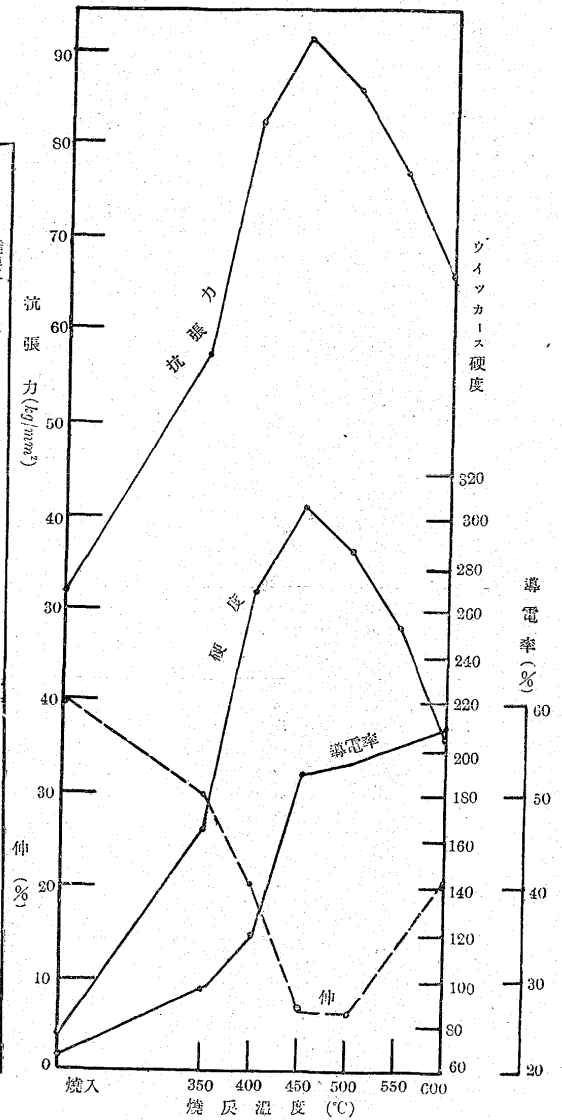
第 11 圖 板の焼戻温度と機械的性質との關係



第 12 圖 棒の熱處理と機械的性質との關係



第 13 圖 線の性質に及す焼戻の影響



板の顯微鏡組織 (×200を5/10に縮寫)

寫眞 1 壓延の儘

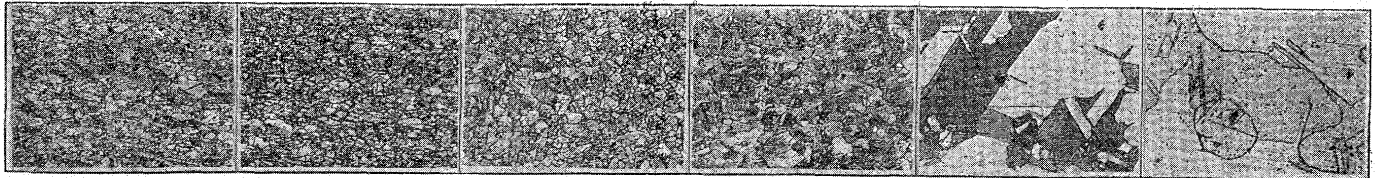
寫眞 2 壓延後450°C焼鈍

寫眞 3 900°C焼入 450°C焼戻

寫眞 4 900°C焼入

寫眞 5 950°C焼入

寫眞 6 950°C焼入 45°C焼戻



熱處理せる棒の顯微鏡組織を寫眞7及8に示す

棒の顯微鏡組織 (×200を6/10に縮寫)

線の顯微鏡組織 (×200を6/10に縮寫)

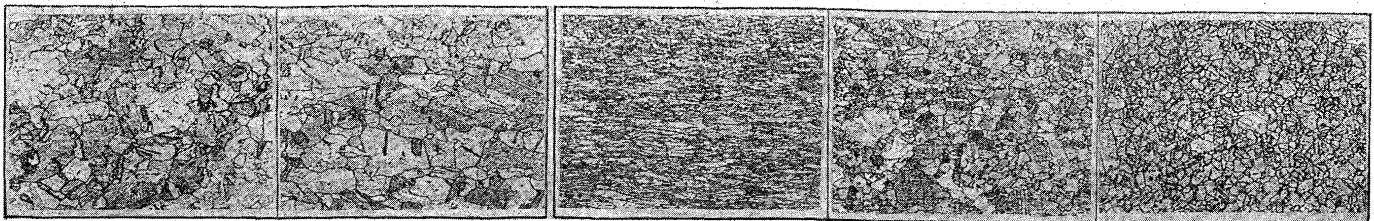
寫眞 7 950°C焼入 450°C焼戻

寫眞 8 900°C焼入 450°C焼戻

寫眞 9 抽伸の儘

寫眞 10 900°C焼入

寫眞 11 900°C焼入 500°C焼戻



(3) ベリクロム No.1 線の機械的性質 前述せる径 15mm の合金棒を抽伸して径 4mm の線を造り 其の儘及種々熱処理後の機械的性質並に導電率を測定した 其の結果を第 11 表及第 13 圖に示す 熱処理に依て極めて優秀なる性質のものとなす事が出来る 寫眞 9~11 は線の顯微鏡組織である

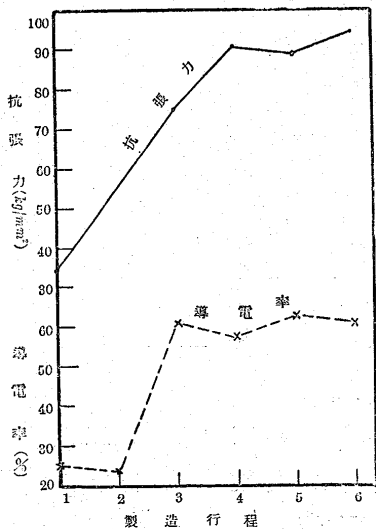
第 11 表 線の性質に及す焼戻の影響

	焼戻温度°C (焼入温度 = 950°C)	抗張力 kg/mm ²	伸 (15mm) %	ヴィツカ ース硬度 (10kg)	導電率 %
1	抽伸の儘	51.9	20	150	38
2	焼入の儘	31.5	40	76	22
3	350	58.2	30	165	29
4	400	84.2	20	268	35
5	450	92.4	7	306	52
6	500	86.6	7	285	53
7	550	77.1	13	252	55
8	600	65.4	20	202	57

次に径 4mm 線を住友電線製造所研究部に送附し適當の熱処理と線引を行ひ径 1.2mm となし 其性能を試験して貰た 其の成果は第 14 圖の如く抗張力 90~95 kg/mm², 導電率 60% 内外を得られた 今之を摘録するに當り同部清

第 14 圖

ベリクロム No.1 線の熱処理と其の性能の變化 (根岸氏 1937)



水部長並に根岸技師に深甚の感謝を表す

米國 G.E 社では最近 Trodaloy No. 1³⁾なるものを發表した 其組成は 2.6% Co, 0.4% Be, 殘部銅で抗張力 95 kg/mm² 導電率 50% と稱す 價格に於て將又導電率に於て我等のベリクロム No.1 と比較し何れが勝るか問はずして明らかであらう

³⁾ Metallurgia, 15 (1936), 42.

(4) 化學的性質 ベリクロム No.1 板(壓延の儘)の鹽酸 硫酸 硝酸及アムモニア水中に於ける腐蝕試験を行ひ 第 12 表の結果を得た 尙本表には比較の爲磷青銅及電氣銅板に就いての結果をも併記した

第 12 表 腐蝕減量 (室溫 48 時間)

試料	腐蝕減量 mg/dm ²			
	N HCl	N H ₂ SO ₄	N/2 HNO ₃	N NH ₄ OH
ベリクロム No.1	119.8	51.5	435.3	286.6
磷青銅 (Sn 4.8%, P 0.2%)	102.1	46.6	414.1	239.1
電氣銅	137.6	54.8	115.8	301.3

即ち本合金板は鹽酸 硫酸及アンモニア水に對しては電氣銅よりも耐蝕性稍良好であるが磷青銅には劣る 硝酸に對しては電氣銅及磷青銅に比較して甚だしく侵蝕され易い様である

IV 總 括

以上の試験結果を總括すれば次の如くである

(1) 2~10% Ni, 0.2~2% Be の範圍内に於て Cu-Ni-Be 3 元系合金を攻究し結局 2% Ni, 0.5% Be を含む合金が焼入焼戻に依り強靱にして高導電率を有せしめ得る事を發見した

(2) 上記合金の性能改善の爲に Fe 及 Cr の添加影響を検し遂に新優秀合金ベリクロム No. 1 を得るに至た

(3) 本合金はベリクロム青銅に比較し抗張力及硬度は少く劣るものも伸は甚だしく優り 且つ導電率は適當の熱処理と線引とに依り 60% 内外を保有せしめ得る 即ちベリクロム No. 1 線は強度こそ 2~3% Be-Cu 線に劣るが導電率の高き事稀に見る優秀さで彼の Ni-Si-Cu 線の如きも抗張力を 90~95 kg/mm² にすれば導電率は 45% に過ぎない