

此が磁氣餘効として觀測される現象の一機構であると結論したい。個々の磁壁移動に時間を要する爲に磁氣餘効が起るとの考へよりも、磁壁の移動が始る時刻が遅れるのによつてとする方が無理のない考であらう。トルクの小さい時に、縦電流の強い方へ變化させた場合の方が、同じ範圍を逆に變化させて電流の強さを弱くした場合に較べて、變化が速に終結に近づく事實も前の場合には、最終状態では自發磁氣能率の方向が一義的に決るので、再配置の起る確率が少い爲であると解釋出来る。

縦電流を通した瞬間に衝撃的な波形が屢々觀測されるのを見れば、時間の遅れなくして移動を始める磁壁も多數ある事が知れる。此際に成長する磁區の磁氣能率の方向は最終の定常状態に達した時に占める方向と一致するとは限らない。一旦中間の準安定状態を経て後により安定な位置へ向直る事も可能である。此點に關しては第3報に於いても其可能性に觸れた。B.1, III の場合に磁化の變化對時間の曲線と磁化對縦電流の靜的測定曲線との對應が非常に悪い事實は其理由の一つを此處に求めなくてはならない。試料の履歴による變化の様相の相異は夫々の場合で磁壁の出來方が異つて居るのによるものと思ふ。縦電流が突然變化した時の磁化の變化は靜かに電流の強さを變化した時の値を遅れて追跡するのみではなく、早急に起つた變化の跡始末をも加味してすゝむのである。

特定の條件の下に特に顯著であつた様に、變化の符號が時間の経過に伴つて逆轉する場合がある。此際に一方向の變化で始つて、或時間の後に逆向きの變化が始るのか、最初より兩方の變化があるか、初めに大き

い方の變化が速に終結して、他の符號の變化のもののみが後に残るのか、曲線の形のみからは判定出来ない。又機構的に見て、2つの異なる位置にある磁氣能率が同じ最終位置方向へ移る場合、或は其の逆の場合に磁氣能率の軸方向の成分の値の差が逆であるのによつて、最初の位置より最後の位置へ移る中間にて他の位置を経由するのに起因するのかが明かでない。恐らく2つの機構は共に起る事であらう。外部條件によつて曲線の形が移り變る様相及材料の處理による現象の變り方を勘案すると、此等を併せ考へて始めて自然な解釋が出来るように思ふ。

圓形磁場の強さがどんな経過で定常状態に達するかに關しての精しい實驗は未了である。従つて、此處には所謂充分條件の一つを提示したに過ぎない。更に研究を進めて必要なデータを集め、必要條件を導いて、明確な結論を求めたい。

#### 文 献

- (1) 木村, 吉村: 理工研報告, 2 (1948), 158.
- (2) 長さ 50 cm, 外徑 2.5 cm, 肉厚 0.124 cm の軟鐵管
- (3) 5個の銅管を同軸層狀に重ね、此等を直列に結んで縦電流が同じ向きに試料の中を5回通る様にする
- (4) 木村, 吉村: 理工研報告, 2 (1948), 4.
- (5) 縦磁場の強さを表はすのに便宜上磁化ニールを通る電流の強さ (amp) を用いた。1 amp の電流が外部磁場の強さ 45.2 Oe に相當する
- (6) H. Schulze: *Probleme der technischen Magnetisierungskurve*, Berlin, 1938; J.L. Snoek: *Physica*, 6 (1939), 161.

## 金 屬 學

### 黃銅, 洋白, マンガン黃銅の

#### 壓延板のたわみの塑性 (第1報)

村 川 梨

(1948年12月4日受理)

#### 1. ま え が き

黃銅の壓延板については種々の問題が未解決のまま

で残されている。例えばこれに低温焼鈍を施せば、硬度が増大する現象及び低温焼鈍を受けてないものは時期割れを起し易いこと等、その原因は少しもわかつ

ていない。又、實用的方面から見て、バネ板としての黄銅板はどの程度の價值があるか、という問題も解決しておくことが望ましい。

黄銅に Ni 又は Mn を加えて得られる洋白又はマンガン黄銅の壓延板についても既に研究結果(1)が發表されているが、黄銅と關聯させてもう一度検討して見るのも無益なことではないと考えられる。

壓延板の代表的な機械的性質としてたわみの塑性及び硬度を擧げることができる。たわみの塑性は以前の報告で詳しく述べた方法(2)により測定した。即ち短冊形の薄い試料にカンチ・レバー式にたわみの荷重を40秒間與えてからこれを取り去つたときに自由端にあらわれる永久變形的たわみ角  $\Delta\theta$  を測る。特に最大應力  $\sigma_m$  が  $30 \text{ kg/mm}^2$  の場合に對する  $\Delta\theta$  を  $\Delta\theta_{30}$  と書き、これを以つて永久變形的たわみ角を代表させることにする。

壓延板のたわみの塑性の他にビッカース硬度をも測定して參考資料とした。硬度測定法についても以前の報告(3)で述べたから、ここでは詳細を述べない。今度の測定では荷重が極めて徐々にかゝる型の硬度計(硬度計A)だけを用いた。

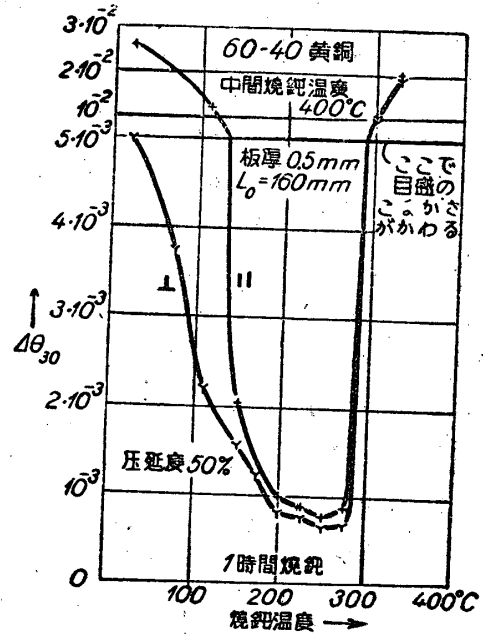
## 2. 黄銅板のたわみの塑性

以前の報告(2)で述べたように、黄銅板を壓延する際に、中間焼鈍温度を約  $400^\circ\text{C}$  にすると、壓延板の結晶粒はこまかくなつて、バネ板としての利用價值が得られる。

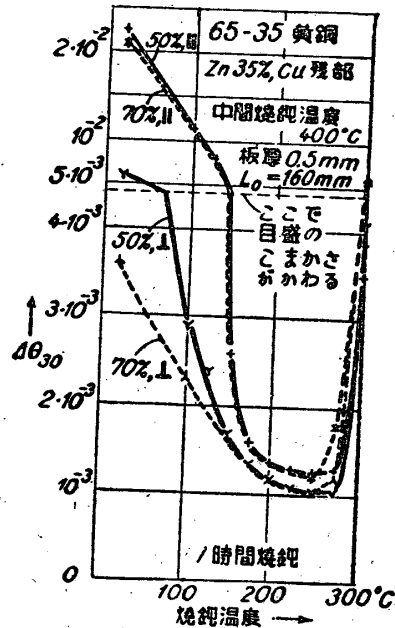
60-40 黄銅板を焼鈍してからそのたわみの塑性を測定し、焼鈍温度の関數として  $\Delta\theta_{30}$  をあらわせば、第1圖が得られる。この曲線はりん青銅の場合のような著しい凸凹を示さないが、 $200^\circ\text{C}$  の兩側で極めて僅かなりねりを持つてゐるようである。又、壓延したまゝのものと比較して、 $250^\circ\text{C}$  で焼鈍した板のたわみ應力に對してへたらない効果は極めて顯著である。

65-35 黄銅板について第1圖に對應するものを書けば第2圖の通りである。この場合にも  $250^\circ\text{C}$  で焼鈍することは顯著な効果がある。

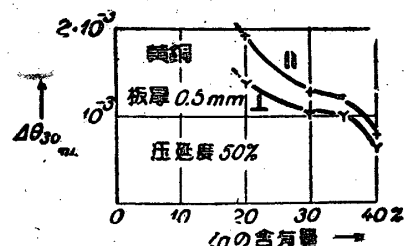
種々の%の Zn の黄銅板(中間焼鈍温度は  $400^\circ\text{C}$  で、最終壓延度は 50%) について  $\Delta\theta_{30}$  の最小値を示せば第3圖の通りである。これにより、バネ板としては 60-40 黄銅が適していることがわかる。60-40 黄銅は熱間壓延も可能であつて、便利な材料である。但しバネ板として仕上げる前には  $400^\circ\text{C}$  で中間焼鈍を行なつてから冷間壓延を行ない、壓延後に  $250^\circ\text{C}$  で1時間焼鈍すべきである。



第1圖 60-40 黄銅における焼鈍温度と  $\Delta\theta_{30}$  との關係  
|| は壓延方向と平行に切り取つた試料  
⊥ は壓延方向と直角をなす方向に切り取つた試料を意味する。



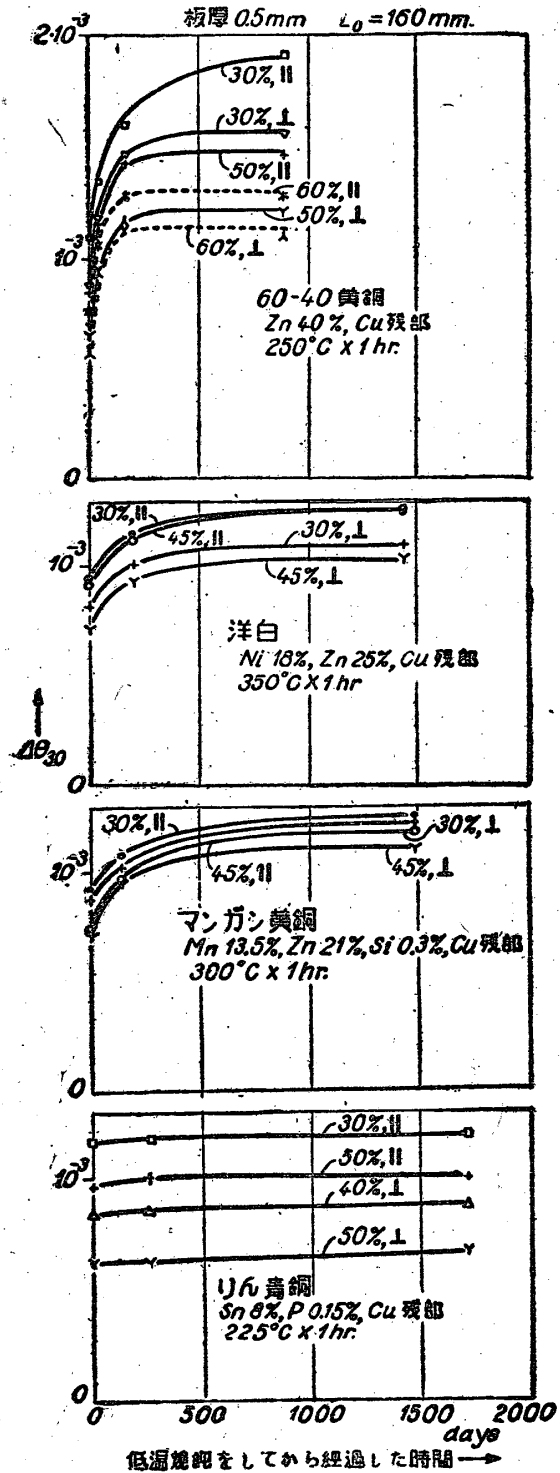
第2圖 65-35 黄銅における焼鈍温度と  $\Delta\theta_{30}$  との關係  
例えば 50%, || とは最終壓延度が 50% の板の壓延方向と平行に切り取つた試料を意味する。



第3圖 種々の Zn の含有量の黄銅板における  $\Delta\theta_{30}$  の最小値 ( $250^\circ\text{C}$  で1時間焼鈍してから直ぐ測定した値)

### 3. 黄銅板の内部ひずみの経年変化

黄銅板を焼鈍してから室温で保存して、ときどきそのたわみの塑性を測定すると、 $\Delta\theta_{30}$ は次第に増加することは以前の報告<sup>(2)</sup>で述べた通りである。この経年変化を他のバネ用壓延板と比較すれば第4圖の通りである。但し経年変化といつても、測定するときだけたわみの荷重をかけるのであつて、常に荷重をかけて測定するクリープとは全然異なつたものであることは云う迄もない。



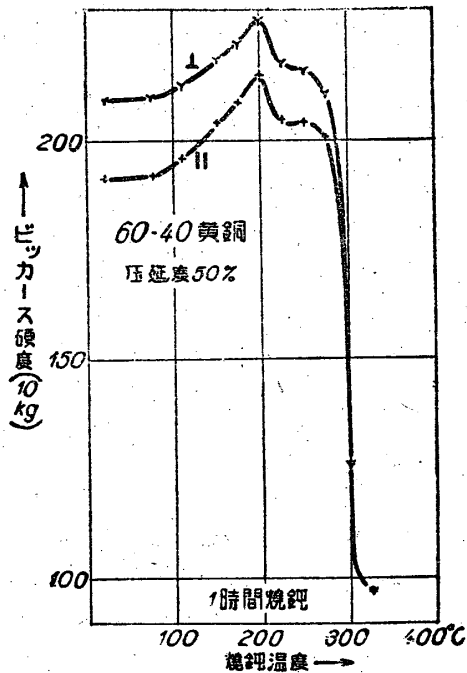
第4圖 種々の壓延板における  $\Delta\theta_{30}$  の経年変化。  
60-40 黄銅, 洋白, マンガン黄銅, リン青銅の中間焼鈍温度は夫々 400°C, 650°C, 600°C, 550°C であつた。

冷間加工した黄銅は、250°Cで焼鈍することによりその時期割れを防ぐことは可能であるが、それにも拘わらず何等かの内部構造の経年変化が起りつゝあることは第4圖から明らかである。年数の経過と共に  $\Delta\theta_{30}$  が増加することは黄銅板が最も著しく、この点において、実用的には黄銅板は第二流のバネ板であると云わざるを得ない。Ni 又は Mn を加えてこの缺點を軽減したものが洋白又はマンガン黄銅であると見なすこともできる。最後にりん青銅では第4圖の示すように、 $\Delta\theta_{30}$  の経年変化が極めて小さく、その変化は実験の誤差と同じ桁の數である。

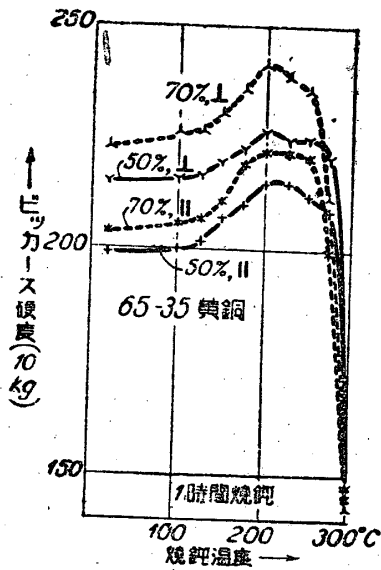
なお、第1, 2, 3圖は焼鈍の直後に測定した値にもとづいて書いたグラフである。

### 4. 黄銅板の硬度

冷間加工を施した黄銅を焼鈍するときの、硬度変化については既に種々の發表があるが、中間焼鈍温度を400°Cとした場合の黄銅の壓延板については今迄に研究がなされていないので、このような黄銅板の硬度に對する低温焼鈍の影響をしらべてみた。その測定結果は第5圖及び第6圖に示す通りで、特に第5圖は興



第5圖 60-40 黄銅板における焼鈍温度とピッカース硬度との關係。



第6圖 65-35 黄銅板における焼鈍温度とピッカース硬度との関係。

味ある特徴を持っていると考えられる。即ち 60-40 黄銅板・壓延度 50%) の焼鈍温度を種々變化させるときに硬度は 200°C で最大となり、225°C で硬度はかなり落ち、250°C で又少しく上昇の氣配を示し、それを越えると硬度は急激に小さくなつて再結晶が起ることを示している。250°C に小さな山があることは再結晶の準備過程を示して、200°C の山とは別の現象であることがわかる。従つて冷間加工を受けた黄銅が低温焼鈍により硬くなることは再結晶の準備過程とは関係のない現象である。この事實は  $\alpha+\beta$  の 60-40 黄銅についても、 $\alpha$  の 65-35 黄銅についても観測されることであるから、少くともそれに共通な  $\alpha$  相はこの性

質を持っていると見なすことができる。

これが如何なる内部構造の變化によるかは上述の實驗だけからは解決することは出来ない。このような微妙な變化はもつと他の方面からも研究を進める必要がある。

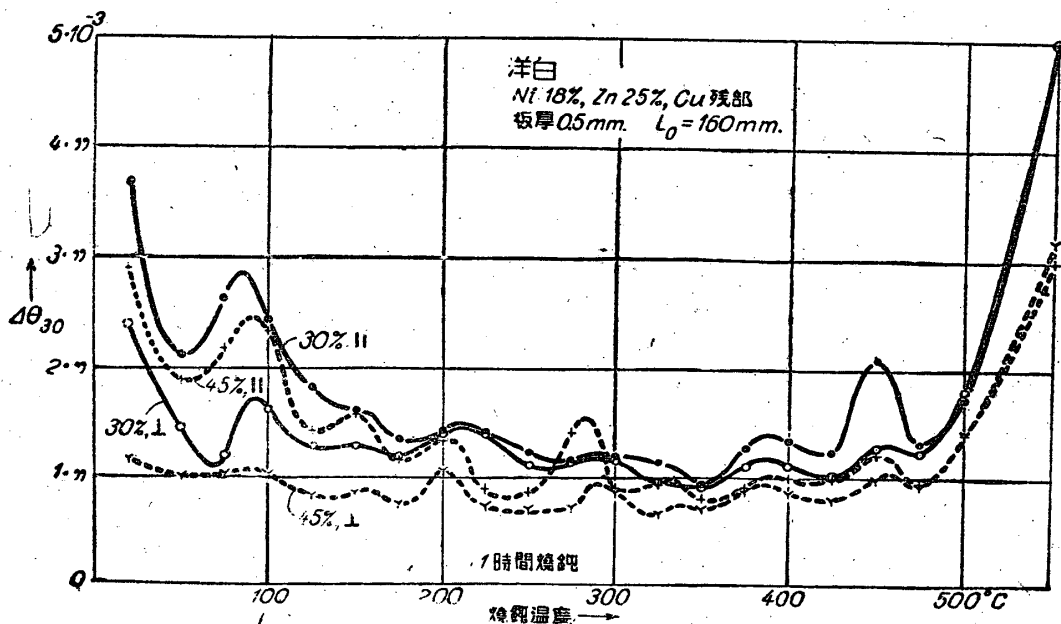
### 5. 洋白の壓延板

洋白(洋銀)の壓延板については既に種々の研究結果が發表されているが、實用的な方面、特にインゴットメーキングに関する事柄、中間焼鈍に関する研究は殆んど發表されていない。

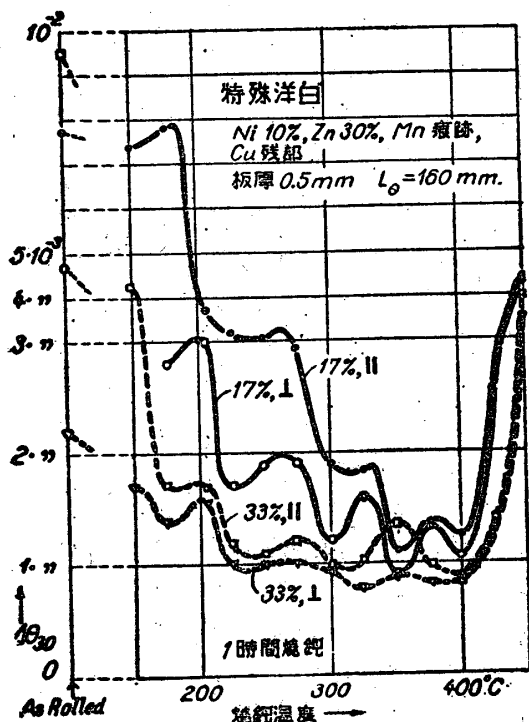
パネ用洋白を作る際に最も邪魔となるものは原料たるニッケルの不純物であつて、特に硫黄を含むものは使用を避ける必要がある。

洋白の Ni の含有量は 10% から 30% まで、これに應じて Cu の含有量は約 63% から 57% まで(残餘は Zn) とする種々のものが製作されている。然し精密パネ板として最も代表的なものは Ni 18%, Zn 25%, Cu 残餘なるものである。第7圖及び第8圖の示すように、たわみの塑性だけから判断すれば、現用の Ni 18%, Zn 25% の洋白が他の組成の洋白よりも斷然優れているという理由を見出すことは出来ないが、低温焼鈍を施さないときの機械的性質とか白色美觀、對熱性、對蝕性等種々の實用的性能の點を考慮に入れて現用の組成の洋白に落ち付いたものと考えられる。

洋白の壓延行程に於ける中間焼鈍温度は 650°(±20°)C が最も適當である。黄銅の最適中間焼鈍温度が



第7圖 洋白における焼鈍温度と  $A_{30}$  との関係。



第8圖 特殊洋白における焼鈍温度と $\Delta\theta_{30}$ との関係。  
縦軸は  $3 \cdot 10^{-3}$  の所で目盛のこまかさがわかる。

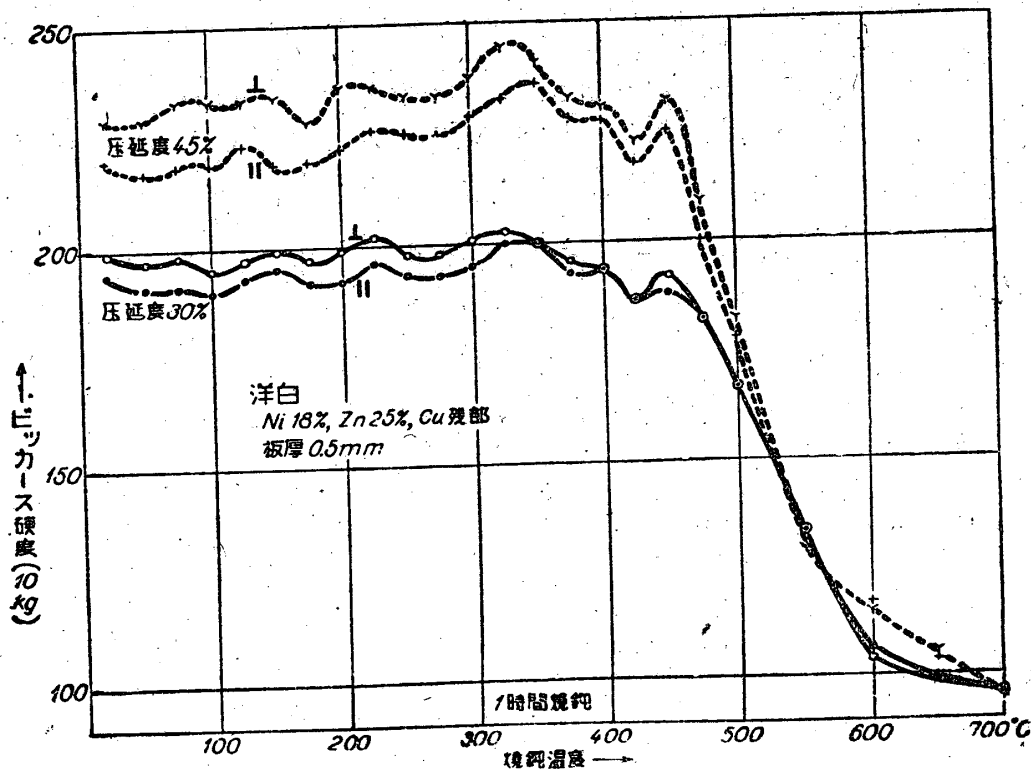
400°C であつたのに反し、洋白のそれがこれよりも250°C も高いのは再結晶温度の高い Ni が含まれてい

るからである。洋白板の最適低温焼鈍温度は 350°(±20°)C である。

洋白は、通常、 $\alpha$ 相なる単相から成る(4)と考えられているが、第7圖及び第8圖の示すように、この考えが果して正しいかどうかは大いに疑問としなければならない。(5)又、第9圖に掲げた硬度と焼鈍温度との関係を示すグラフも決して簡単なものではなく、洋白の状態圖の複雑さを物語っている。更に、マンガン黄銅における洋白の第7圖及び第9圖に對應する曲線が洋白の場合と定性的によく似ていることも注目すべき事實である。

洋白も亦低温焼鈍 (350° × 1 hr.) により硬くなることは第9圖の示す通りで、その原因の少くとも一部分は黄銅から受けついで性質であると考えられる。その硬度上昇を最近の各社の製品について列記すれば第1表の通りである。但し V はピッカース硬度 (荷重 10 kg),  $R_B$  はロックウェル B スケール硬度である。

この研究の遂行に要した費用の一部は文部省科學研究費から支辨した。第1表で M, K, S, N なる刻印をつけた洋白は夫々三菱電機株式會社世田ヶ谷工場 清峯伸銅所、齋藤工業株式會社、中野伸銅所から寄附して頂いたものであつて、深く感謝の意を表する次第である。



第9圖 洋白の硬度に對する焼鈍温度の影響。

第1表 洋白板の低温焼鈍による硬化

刻印	最終 壓延 度 %	中間 焼鈍 溫度 C	板厚 mm	壓延のまゝ				350°C×1hr.				650°C×1hr.			
				V <sub>  </sub>	V <sub>⊥</sub>	V <sub>平均</sub>	R <sub>B</sub>	V <sub>  </sub>	V <sub>⊥</sub>	V <sub>平均</sub>	R <sub>B</sub>	V <sub>  </sub>	V <sub>⊥</sub>	V <sub>平均</sub>	R <sub>B</sub>
M125	55	620	1	224	235	230	99	244	250	247	102	127	127	127	68
M 90	47	//	1	215	226	221	96	233	236	235	99				
M 60	37	//	1	207	212	210	93	218	220	219	95				
M 30	23	//	1	186	191	189	88	188	189	189	89				
K 75	55~650		1	221	235	228	98	240	248	244	101	123	124	124	66
K 70	45	//	1	211	219	215	96	226	233	230	99				
K 65	35	//	1	202	206	204	92	214	218	216	96				
K 60	~25	//	1	192	193	193	90	200	203	202	92				
SA	50~550		1	229	237	233	100	257	263	260	103	123	123	123	65
SB	40	//	1	222	229	226	98	236	243	240	100				
SC	30	//	1	219	225	222	96	222	227	225	98				
SD	~23	//	1	213	216	215	95	217	219	218	96				
N 80	45~650		0.5	220	229	225		236	241	239		104	106	105	
N 40	30	//	0.5	194	199	197		200	200	200					
M	50	650	0.5	215	226	221									
K	50	650	0.5	196	209	203									
S	50	650	0.5	203	216	211									

文献及び註

- (1) 龜井: 航空研究所彙報 (1945), 181
- (2) 村川: 理工學研究所報告 1 (1947), 6, 17
- (3) 村川: 同上 2 (1948), 115, 165

(4) J. O. Fitchcock: Metal Ind. 57 (1944), 382

(5) 但しこれらの曲線を解釋する際に、洋白は痕跡程度ではあるが n を含有していることを考慮に入れなければならないかも知れない。

應用力學

潤滑油の油性に関する研究

(第1報) 種々の溫度に於ける潤滑油の摩擦係數

永井雄三郎・長谷川 浩

(1948年11月8日受理)

油性は潤滑油の重要な性質であるに拘らず、未だ不明の點が多々ある。吾々は之を化學的方面から研究を進めて見たいと思う。本報は種々の溫度に於ける炭化

水素油の摩擦係數の變化並に摩擦面の振動が摩擦係數に如何なる影響を與えるかを研究したものであつて、昭和22年11月15日日本所研究發表會に於て講演し