

耐蝕性マグネ合金(CZM)の研究(第3報)

(第4編 冷間加工性良きマグネ合金板の製法)

所 員 麻 田 宏
技 手 菊 池 博 丈

目 次

緒 言.....	232
第 I 章 壓延條件の機械的性質に及ぶ影響	232
I-1 熱間壓延.....	232
(1) 熱間壓延温度の相違に依る材質の差.....	232
(2) 前項の材質差を起す原因の推測.....	237
(2)-i 熱間壓延中に生じた微細な空隙.....	237
(2)-ii 加工歪の残量.....	237
(2)-iii 結晶粒度の不揃と大小	238
(2)-iv 方向差.....	238
(2)-v 組織上の變化.....	238
(3) 前項の推測を裏付ける實驗.....	239
(3)-i 粘性の試験.....	239
a. 高温硬度及鍛壓試験.....	239
b. 高温抗張試験.....	240
(3)-ii 高温變形の時の歪の残量.....	241
(3)-iii 結晶粒の不揃.....	244
I-2 伸の値を優秀ならしめる冷間壓延條件.....	247
(1) 伸と結晶粒との關係.....	247
(2) 冷間壓延を繰返す時の影響と中間焼鈍温度の撰擇.....	248
(2)-i 冷間壓延を繰返す時の影響.....	248
(2)-ii 中間焼鈍温度の選擇.....	251
(2)-iii 軟化曲線	251
(3) 歪の残量に對する X 線的測定.....	253
(4) 加工度の撰擇	256
(5) 加工方向の撰擇	256
I-3. 結 論.....	259
第 II 章 成型加工性と機械的性質	259
II-1 成型加工性の試験法.....	259
(1) 折曲試験法	259
(2) 繰返屈曲試験法	260
(3) 折曲試験, 及繰返屈曲試験法の比較.....	260
II-2 折曲加工性と機械的性質に及ぶ成分の影響	263
(1) 高純 Mg の影響.....	263
(2) Cd, Zn の影響.....	265

(3) Mn の影響.....	266
II-3 折曲加工性と板厚.....	268
II-4 折曲加工性と焼鈍程度.....	268
II-5 伸優秀板の折曲加工に対する確性.....	270
第 III 章 CZM 板の耐蝕性.....	271
III-1 仕上酸洗法と重クロム酸防錆法.....	271
III-2 腐蝕による機械的性質の低下.....	271
(1) 浸漬試験.....	271
(2) 下半浸漬試験.....	271
(3) 乾潤試験.....	276
第 IV 章 他のマグネ合金板 (AM 537) との比較試験.....	276
總 括.....	277

第 4 編 冷間加工性良きマグネ合金板の製法

緒 言

本編は第 1 編～第 3 編に前後して行はれた実験である。

マグネ合金板の使用上の困難は、耐蝕性の餘り良くない點と、常温に於ける加工性が悪いと云ふ點とである。

耐蝕性に関しては、主として鑄物に就てあるが、第 1 編～第 3 編に於て、報告した如く、標準として Cd3%, Zn1%, Mn1%, Si<0.1% を含むマグネ合金 (CZM) を固溶處理した場合には、優秀な性質を持つのである。この CZM の成分範囲は、固溶體範囲であるから、板としても、耐蝕性は大した變化はないと考へた。然らば、この合金を以て加工性の良い板を作り得るとすれば、上叙の困難を、或程度、緩和し得られマグネ合金板の一進歩を行ひ得るに違ひない。

本編に於ては CZM 合金の製板上の諸條件を觀察し、如何なる壓延條件を採れば、伸の大きい加工性の優良なる板を作り得るか、その壓延條件は如何なる基礎的根據と結び付けて考へ得るやを考察しつゝ研究したのである。その結果、伸が 28～30% を示す板を作り得たが、かゝる伸の大きい板は未だ文獻中には見當らない。この板に就て、成型加工性の検査に対する試験法及之の試験に対する成分の影響、伸の値及、焼鈍範囲の關係を測定した結果、CZM 標準成分のものを使用すれば、折曲半径が板厚の 2.5 倍の優秀性を得られる。最後に耐蝕性に就ての確性試験を行つた。

尙現在では、この種の板としては、獨逸に於て發明せられた AM 537 合金板が一番優秀と認められてゐる様に思はれるが、この板と本研究による CZM 板との比較を行ひ、CZM 板が AM 537 に劣らず極めて優秀なる性能を示した事を報告する。

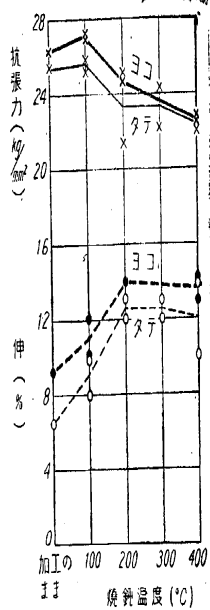
本研究に對しては、中村熙、故中部弘、村松亘、川村照登の諸君、並に専ら壓延に従事した吉野勝政、森本三郎兩君等の勞を多とする。

第 I 章 壓延條件の機械的性質に及す影響

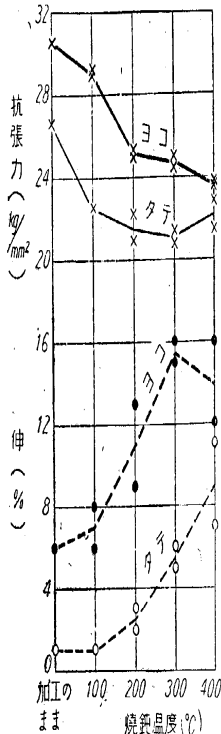
I-1 熱間壓延

(1) 熱間壓延温度の相違に依る材質の差

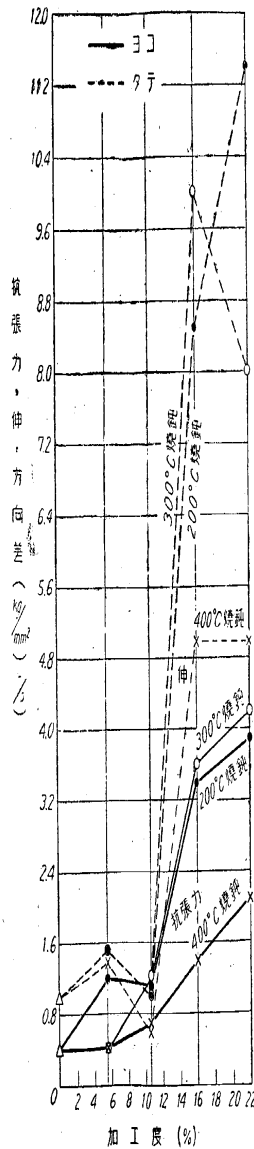
熱間壓延温度を 300°C と 400°C とに採つた板 (熱間壓延中の壓延率は第 1 圖に示す。)の



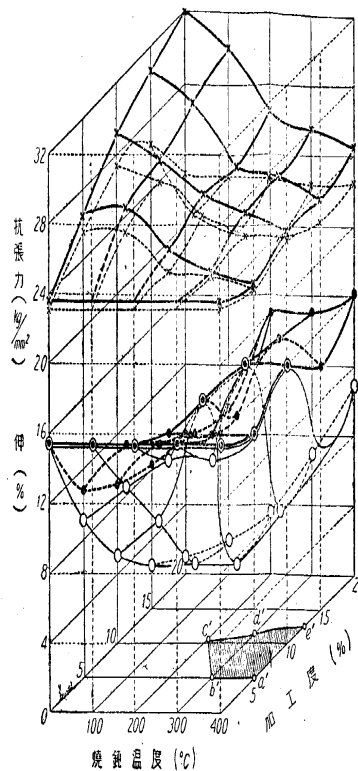
第3圖 (熱間圧延 400°C)
冷間加工 5.6% せる
板に対する焼鈍温度
の影響



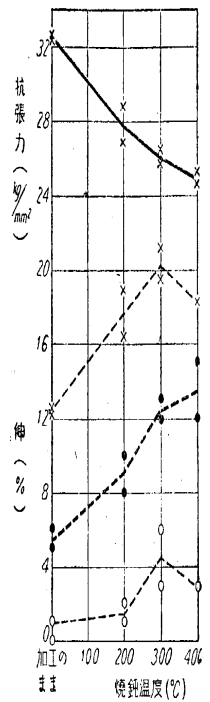
第5圖 (熱間圧延 400°C) 冷間
加工 16% せる板に対す
る焼鈍温度の影響



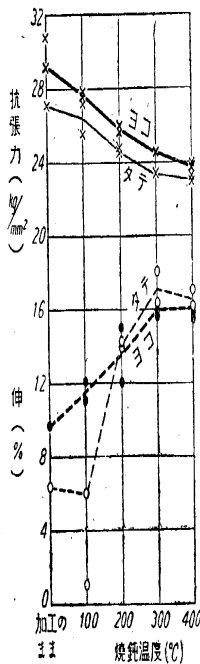
第7圖 熱間圧延 400°C 板の加
工度と方向性



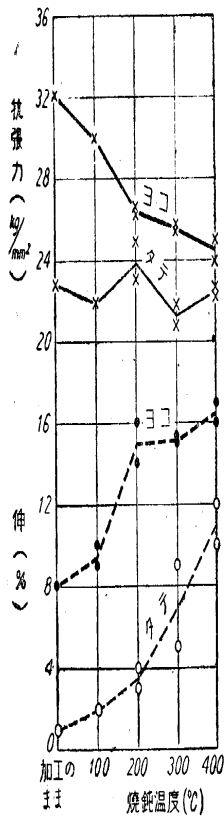
第8圖 加工度と焼鈍温度と機械的性質の關係
(ハツチの部分はタテ、ヨコ共に伸 16% 以上)



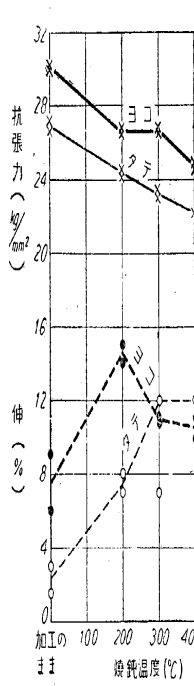
第11圖 (熱間圧延 300°C)
冷間加工 15% せる板の
焼鈍温度の影響



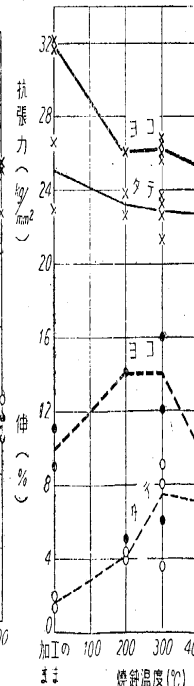
第4圖 (熱間圧延 400°C)
冷間加工 10.6% せ
る板に対する焼鈍温
度の影響



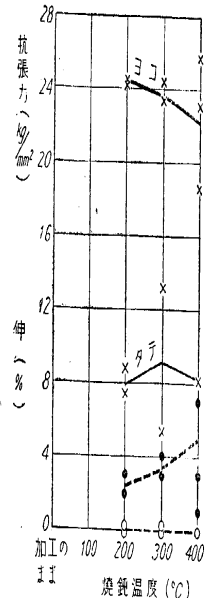
第6圖 (熱間圧延 400°C) 冷間加
工 21.5% せる板に対す
る焼鈍温度の影響



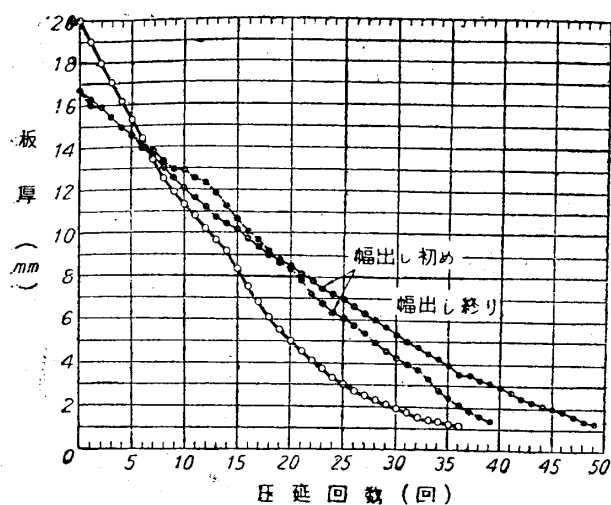
第9圖 (熱間圧延 300°C) 冷
間加工 7% せる板の
焼鈍温度の影響



第10圖 (熱間圧延 300°C)
冷間加工 10% せる
板の焼鈍温度の影響



第12圖 (熱間圧延 300°C)
冷間加工 20% せる板の
焼鈍温度の影響



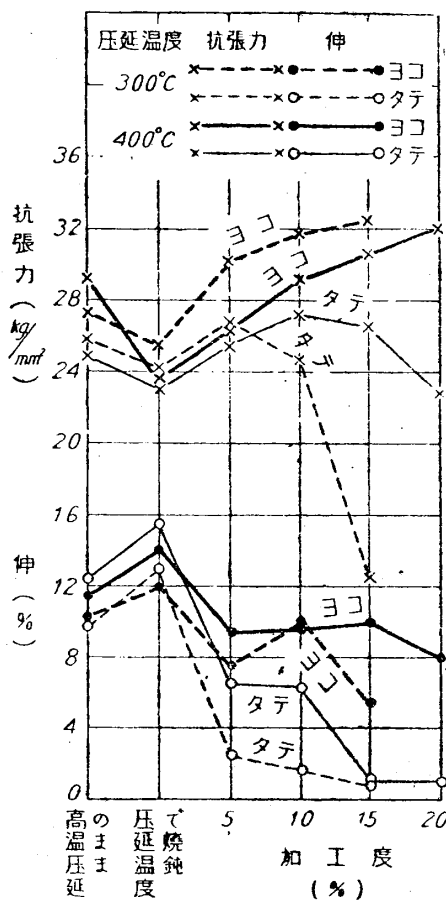
第1圖 熱間圧延に於ける壓延率

性質を示せば第1表及び第2圖の如くなる。熱間圧延 400°C の板は、同温度に於ける焼鈍に依つて、抗張力のタテ、ヨコの差（方向差）は 0.4 kg/mm²、伸の方向差は 1.5 % の僅小値を示す。この焼鈍板に冷間圧延を加へると（圧延方向は最後の熱間圧延方向と等しい）加工度と共に、抗張力の増加、伸の減少を來たし方向差も亦増加する。併しながらタテ方向の抗張力は加工度 15 % 近くで限界を示し、以下過加工の現象を現し低下して來る。

一方熱間圧延 300°C の場合は、焼鈍状態に於て抗張力、伸の値は 400°C 圧延の場合より高く、又その方向性は抗張力に於て 1.2 kg/mm²、伸に於て 1 % を有する。又その後、加へる冷間圧延に由つてタテの抗張力が最高となる限界加工度は 5 % 附近であつて、400°C 圧延の場合より早く過加工現象を示す。次に之等の冷間圧延された板を焼鈍した時の機械的性質を測定する。第1に熱間圧延 400°C を經た板に對する焼鈍温度の影響を、加工度別に第3圖～第6圖に示す。此の結果から冷間加工度 10 % 以下の場合、焼鈍によつて抗張力及伸はタテ、ヨコ共に殆ど一致した値に迄回復する。加工度 15 % 以上の場合には抗張力の方向差は比較的消滅して來るが、タテ方向の伸の回復が少く、伸の方向差は相等存在する。

焼鈍による方向差の消滅と加工度との關係は第7圖に示す。又、加工度と、焼鈍温度とに依る機械的性質の變化を第8圖に示す。曲線 a' b' c' d' e' が圍む範圍は、方向差少く、伸の回復も良い條件である。

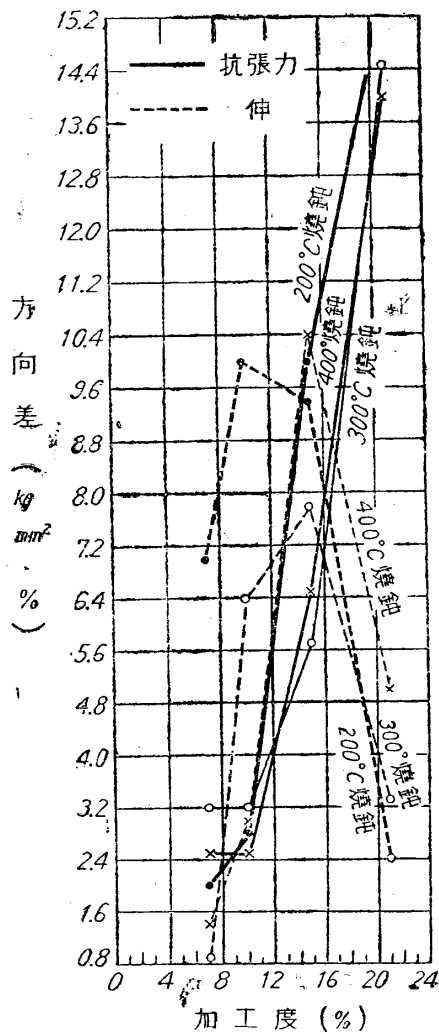
第2に熱間圧延 300°C を經た板に對する焼鈍温度の影響を、加工度別に第9圖～第12圖に示す。加工度 10 % のものは丁度、熱間加工 400°C の板に加工度 20 % を加へたものに相當する數値を有し、焼鈍温度による機械的性質の變化も殆ど同様である。（第10圖と第6圖比較）。従つて、焼鈍による方向差の減少と加工度との關係も第13圖の如く、焼鈍に



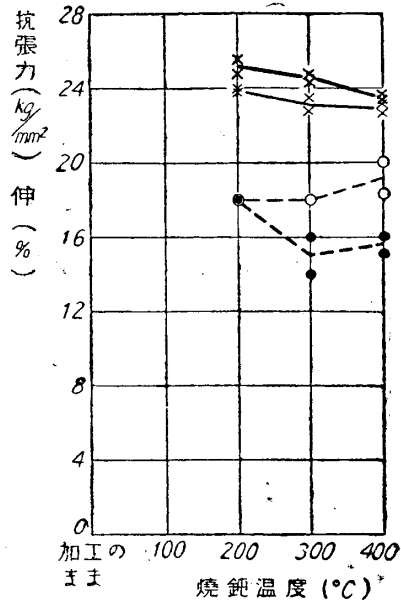
第2圖 熱間圧延 300°C と 400°C の板の性質比較

よつて性質を回復出来る冷間加工度の限界は7%以下になる。

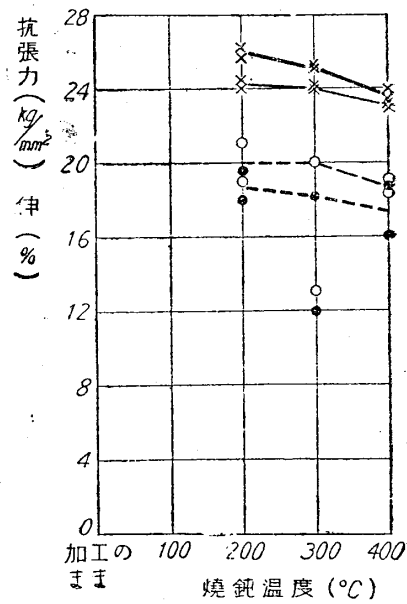
第3に熱間圧延 350°C を経た板に対する焼鈍温度の影響を、加工度別に第14圖～第17圖に示す。之等は要するに第18圖の示す如く殆ど、熱間圧延 400°C の場合に近い結果を示す。



第13圖 熱間圧延 300°C 板の加工度と方向性



第14圖 (熱間圧延 350°C) 冷間加工 7% せる板の焼鈍温度の影響



第15圖 (熱間圧延 350°C) 冷間加工 10% せる板の焼鈍温度の影響

第 1 表 熱間圧延 300°C と 400°C の板の性質比較

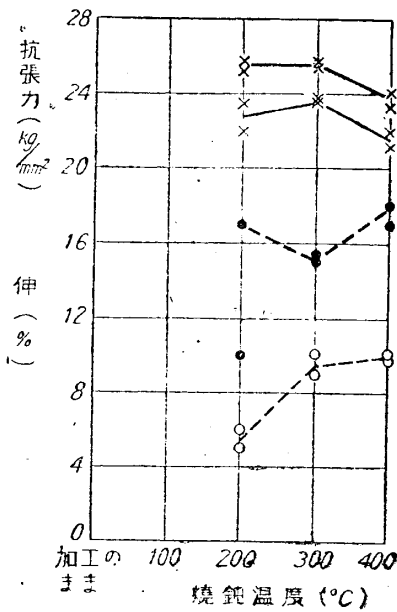
状 態	400°C 熱 間 圧 延 板				300°C 熱 間 圧 延 板					
	記號方向	抗 張 力 (kg/mm ²)	伸 (%)		記號方向	抗 張 力 (kg/mm ²)	伸 (%)			
熱 間 圧 延 の ま た	98 タテ	24.8	平均	12	109 タテ	26.1	平均	12		
		25.2		13		25.2		10		
						28.6		11		
	98 ヨコ				100 "	24.8	(キズ)	0		
						24.8		6		
		25.0		12.5		25.9		9.8		
98 ヨコ	29.3		10	109 ヨコ	29.8		14			
	29.3		13		29.6		14			
					25.2		5			
		29.3	11.5	100 "	25.0	27.4	7.8	10.2		
熱 間 圧 延 温 度 で 1 時 間 焼 鈍	98 タテ	23.1		16	109 タテ	24.5		16		
		23.0		15		24.8		17		
						23.8		10		
	98 ヨコ				100 "	23.6	24.2	9	13	
		23.7		16						
		23.4		12		25.5		16		
		23.6	14	109 ヨコ	25.6		16			
					25.0		9			
				100 "	24.8	25.5	7	12		
5 % 冷 間 加 工	タテ		25.5		6.5	タテ		26.9		2.5
	ヨコ		26.4		9.3	ヨコ		30.2		7.5
10 % 冷 間 加 工	タテ		27.3		6.3	タテ		24.8		1.7
	ヨコ		29.2		9.7	ヨコ		31.8		10
15 % 冷 間 加 工	タテ		26.6		2.5	タテ		12.5		1
	ヨコ		30.6		10	ヨコ		32.5		5.5
20 % 冷 間 加 工	タテ		22.9		1					
	ヨコ		32.1		8					

以上の実験は要するに、熱間圧延温度 300°C~350°C を境として、低温或は高温を撰んだ板(焼鈍状態)はその後の冷間加工の限界(冷間圧延によりタテ方向の抗張力が最高となる加工度)が僅少に止まるか或は大になるかの相違を來たす事を示すのである。

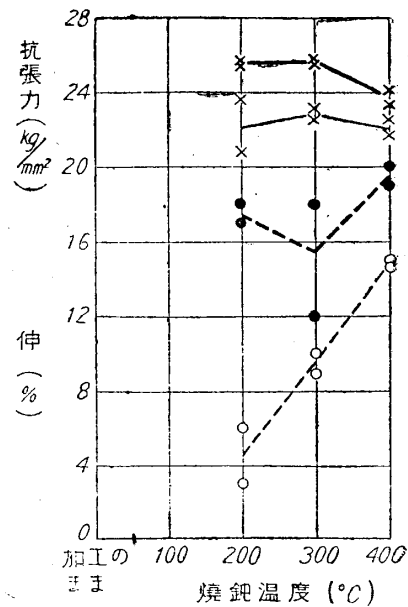
焼鈍時間の影響

前節に於て行つた熱間圧延は中途に於ける焼鈍時間を1時間としてゐるから本節に於ては焼鈍時間の影響を測定してをく。

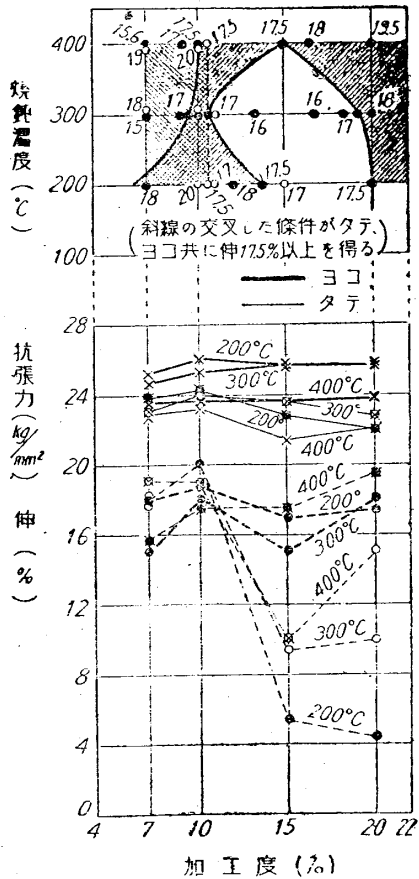
冷間圧延 10 % の CZM 板を 300°C 及び 400°C に於て、各々1時間と5時間焼鈍し、その機械的性質を示せば第 2 表或は第 19 圖となる。冷間圧延 10 % の場合は、焼鈍時間1時



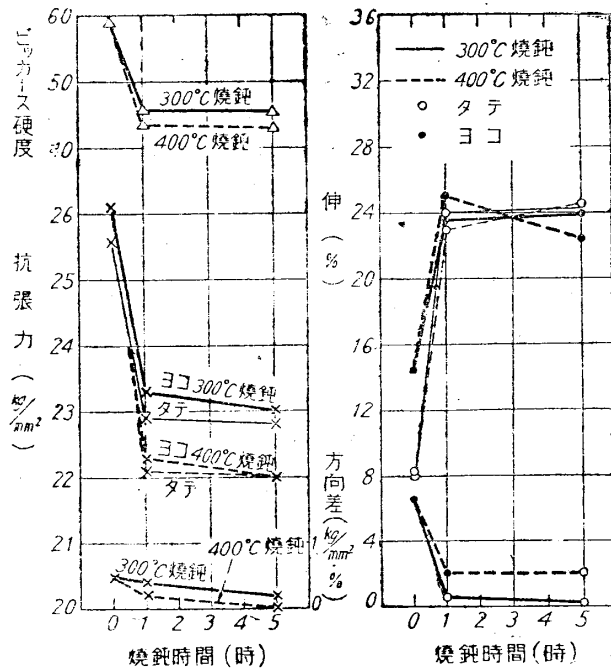
第 16 圖 (熱間圧延 350°C) 冷間加工 15% せる板の焼鈍温度の影響



第 17 圖 (熱間圧延 350°C) 冷間加工 20% せる板の焼鈍温度の影響



第 18 圖 冷間加工度と焼鈍温度の関係(熱間圧延 350°C)



第 19 圖 冷間加工度 10% の板に対する焼鈍時間の影響

第2表 焼鈍時間の影響

No.	板厚 (1.04 mm)	10 % 加工	300°C		400°C	
			1 時間	5 時間	1 時間	5 時間
120	抗張力 (タテ)	25.6	22.9	22.8	22.1	22.0
	(kg/mm ²)(ヨコ)	26.1	23.3	23.0	22.3	22.0
	方向性	0.5	0.4	0.2	0.2	0
	伸 (タテ)	8	24	24.2	23	24.5
	(%) (ヨコ)	14.5	23.5	24	25	22.5
	方向性	6.5	- 0.5	- 0.2	2	- 2.0
	硬 (V.H.N)	59.1	45.6	45.4	43.4	42.9

間に於ける、焼鈍板の性質の方向差は5時間に於ても、尚それぞれそのまま持続される。即ち 300°C 及び 400°C の焼鈍の影響は1時間で殆ど飽和すると考へられるから、前節の^(註)実験に於て、300°C 熱間圧延中の焼鈍時間を延長しても、400°C 熱間圧延のものと一致しない。

(2) 前項の材質差を起す原因の推測

以上の実験からして、熱間圧延を 300°C で行つたものは、その後の冷間加工に於て過加工現象を 400°C の場合より早く起して来るのである。この原因について、種々の推定を行ひつゝ究明する。

(2)-i. 熱間圧延中に生じた微細な空隙

熱間圧延中に双晶或は部分的に過度の⁽¹⁾じりを起して板内に、極く微細な空隙が発生するとすれば、その後の冷間圧延で過加工を早く起す原因となる事は推測される。この空隙の存在を^(註)実証する事は行つてゐないが、傍證を以てこの推測を裏付け様としたのである。即ち空隙は粘性の大なる程出来憎いと考へても良いであらうから、高温-硬度、鍛圧試験、抗張試験〔I(3)-i 参照〕を行ひ、300°C 及 400°C に於ける粘性を比較した。その結果、明瞭に 400°C の方が粘性が大である。又次項の加工歪の残量の點から見ても、300°C 熱間圧延の方が空隙がより出来易い状態の様である。

(2)-ii. 加工歪の残量

熱間加工に於ける粘性變形は、マグネの結晶の底面のじり抵抗の減少や、じり面の種類の増加等があつて、冷間加工の場合と全く同一ではないと思れるが、じりによる冷間加工と同程度の硬化と、熱間に依る軟化現象とが、極く短時間に交互に行はれるものと考へる。然らば、単位時間に於ける冷間加工と同意味の加工歪量から焼鈍によつて除去される加工歪量を差引いた残量を考へ得る。この量が零であれば、加工硬化は起らず、その温度に於ける變形は、何時迄も連続出来るが、残量が多ければ、變形を重ねるうちに、残量は次第に蓄積して部分的な破壊、即ち疵の発生を起す強さに迄、歪が増加して行く事になるであらう。

壓延加工の時は、板に對して引張と壓縮の兩種の力が働くが、高温抗張試験に依り、引張のみの場合に就て、温度並に荷重速度を變へ、高温變形量とその硬化状態とを測定した。

(註) 焼鈍時間の影響は尙第1章 2-(3) を参照

(1) 後藤正治合金學 386 頁、冷間加工に従ひ比重の減少することに對するタンマンの説

[(3)-ii 参照]. この硬度は大體加工歪の殘量と關係してゐるものと思はれる.

この結果から, 300°C 以下の熱間加工の方が 400°C の時より加工歪の殘量は大となり, 疵發生に充分な歪硬化を起し易い傾向の多い事が推察される. かゝる傾向の多い事は一面から云へば, 粘性が少いと云ふ事に歸着するかも知れないが, 粘性と云ふ如き漠然たる性質から離れて, 加工歪の殘量と云ふ點を考へたのである. この考から見ても熱間壓延溫度としては, 300°C より 400°C の方がより良い事が解る.

熱間壓延後, 冷間壓延に移る前には焼鈍を爲すが, この焼鈍板に就ても, 焼鈍後尙存在する加工歪の殘量の大きさは, 過加工を起す一原因として取上げてよい. この種の殘量の測定は, 前記の硬度測定を行つたものを焼鈍した時の硬度から推測せらる可きで, その結果は 300°C 焼鈍の方が 400°C の時よりやゝ硬度が高い板となる様である. 然し, この硬度數の差が何れ丈, 歪の殘量を示してゐるか危ぶまれるし, 同時に熱間壓延直後の板内の歪の殘量は, 部分的に取上げて行けば, 恐らく, 極めて廣い範圍を有するであらうから, 焼鈍後の歪の殘量と云ふ事は餘り重要視しない方が穩當であらう. この事はむしろ, 後述の冷間壓延の中間焼鈍溫度に關して重要性があると思はれる.

(2)-iii. 結晶粒度の不揃と大小

結晶粒度の不揃の程度及平均粒度の大小も, 過加工限度に影響する因子となる事は推測し得る. [I-(2) 参照].

結晶粒度が不揃になるのは, 板間の加工歪の不揃⁽¹⁾な分布並に焼鈍溫度で決定されるが, 熱間壓延に於ては, 壓延塊の表面溫度の低下のみを考へても, 表面と中心部とでは相違した加工の影響を受ける. 特にマグネ合金は加工率を大に爲し得ないから, 歪の分布は一層不揃一となり, 熱間壓延を終り焼鈍したものの粒度は甚しく不揃になり易いであらう. 熱間加工中に生じた加工歪の殘量の不揃等は加工歪の殘量に對する測定 [(3)-ii 参照] から 300°C の場合の方が甚しくなり得る事も考へられる. 従つて粒度の不揃も多くなり得る.

平均粒度の大小が及す影響に對しては, 伸と結晶粒の關係 [I-2 参照] の實驗結果から結晶粒の大なる方が過加工限度が低くなる. 然し, 上述の如く, 熱間壓延板は粒度が甚しく不揃となるであらうから, 平均粒度をとつても, この試験の結果を當倣める事は割引かねばならない.

結晶粒度に關しては, 要するに 300°C 熱間壓延板の方が平均粒度は細かくとも, 不揃程度が大きい缺陷を持ち得ると思はれる.

(2)-(iv) 方向差

焼鈍後に尙殘存する方向差の大小が, 過加工限度に影響すると推測してみたが, 之れは伸と結晶粒の關係の實驗 (I-3 参照) に於ける様な場合⁽²⁾には問題にならない.

方向差に就ては, 今後尙考察をする豫定である.

(2)-(v) 組織上の變化

CZM は第 2 編で報告した如く單相合金であるから, 組織上の變化が粘性に影響する事は考へる必要がない.

(1) 板を冷間壓延した時の斷面の硬度分布を測定した結果 (未發表) から實證される.

(2) 未發表研究

以上の各因子を総合して考へれば、300°C に於て熱間圧延せられた板は、平均結晶粒度が小であつて過加工限界が大きくなり相であるが、同温度に於ては熱間加工に於ける歪の残量がより多くなり易く、粘性が 400°C より少い爲に、従つて微細な内部的疵や空隙が発生する機會の多い事更に、結晶粒度も不揃となり得る事等の爲に、400°C の場合に比して、過加工限度が小になつて来るのであらう。

(3) 前項の推測を裏付ける實驗

(3)-i 粘性の試験

圧延中に過度の歪り又は双晶によつて、極く微細な内部的疵を発生するものとすれば、この疵は粘性と關聯する。従つて、CZM の高温硬度、高温鍛壓試験を行ひ、又、板材の高温伸を測定して、粘性と温度との關係をみた。

(a) 高温硬度及鍛壓試験

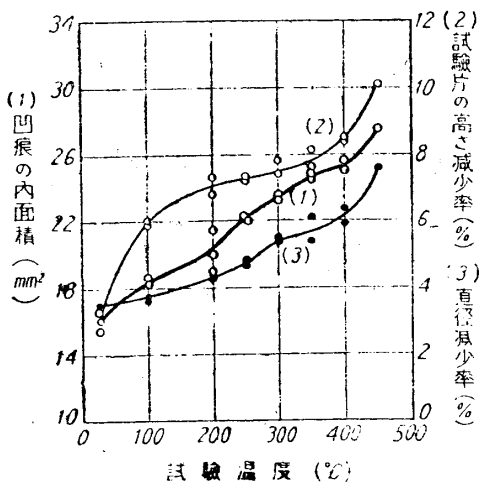
CZM の金型鑄物から試料 (20 mmφ×18 mm) を削出し、先端に徑 10 mm の鋼球を有する重錐 (重量 4700 gr) を高さ 750 mm から落下せしめ、高温硬度を測定する。

温度は熱電對を試料の側面にうがつた穴の中に挿入し測定した。測定温度に 1 時間保持した後試験す。又同様な試料に對して上記の硬度計の先端を平面なものに取かへて鍛壓試験を行つた。落下の高さは 100 cm とし、測定温度に 30 分保持して後試験する。

以上二つの試験結果を第 3 表或は第 20 圖に示す。温度上昇と共に急激に軟化を示すが、350°C 以上では更に一層軟化するのを知る。

第 3 表 高温硬度及鍛壓試験
(落下距離 750 mm)

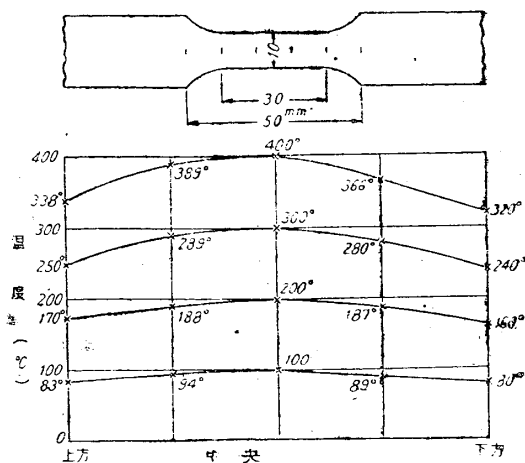
試料番 番 號	試 驗 温 度 °C	高 温 硬 度		鍛 壓 試 験	
		凹痕の直徑 D (mm)	凹痕の内面積 mm ²	試験片の 高さ減率 $\left(\frac{h_0-h_1}{h_0} \times 100\right)$	試験片の 直徑減率 $\left(\frac{d_1-d_0}{d_1} \times 100\right)$
1	常溫	4.32	15.4	—	—
2	"	4.38	16.6	2.97 %	3.49 %
3	100	4.71	18.5	5.87	3.62
4	"	4.67	18.2	6.02	3.74
5	200	4.93	18.9	6.80	4.34
6	"	5.03	21.4	7.27	4.99
7	250	5.14	22.3	7.33	4.84
8	"	5.13	22.2	7.24	4.74
9	300	5.23	23.3	7.43	5.36
10	"	5.24	23.4	7.85	5.49
11	350	5.30	24.7	8.18	6.09
12	"	5.35	24.8	7.59	5.41
13	400	5.46	25.6	8.39	6.43
14	"	5.47	25.1	8.53	5.93
15	450	5.64	27.5	10.17	7.58



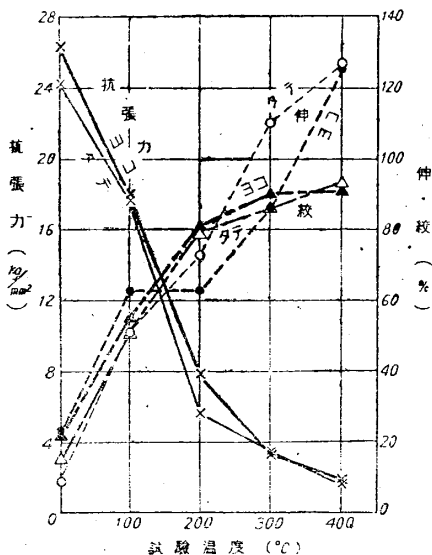
第 20 圖 高温硬度及鍛壓試験

(b) 高温抗張試験

試験片の寸法及爐を一定とした時の試験片中の温度分布は第 21 圖の如くである。平行部分の温度差は高温になる程大になるが、試験片が 100% 伸びた時でもその温度範囲は 400°C~360°C, 300°C~280°C, 200°C~190°C,



第 21 圖 高温抗張試験片と温度分布

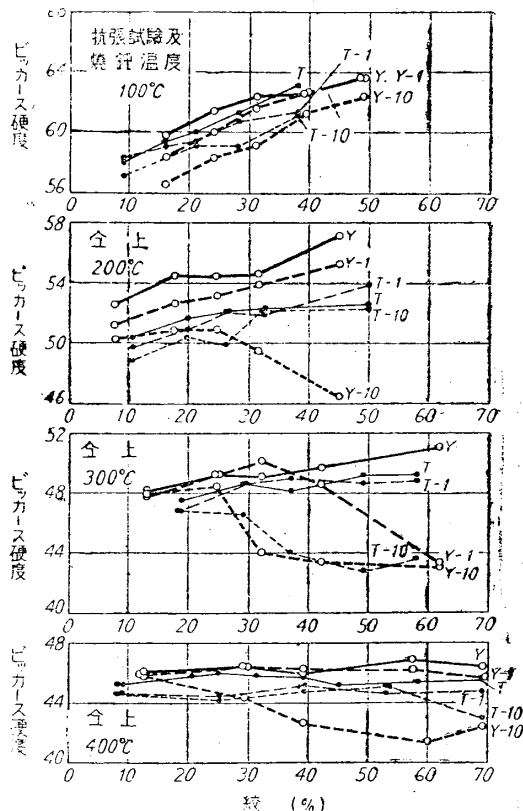


第 22 圖 CZM の高温抗張試験

100°C~92°C である。

試験片は 10% 冷間圧延材 (板厚 1.8 mm) を使用して、試験機に取付けた爐が、試験温度になつて 30 分保持後荷重した。その荷重速度は毎分 0.28 cm である。

この結果を第 22 圖に示す。この結果からして、300°C より遙かに、400°C の方が伸びが大である。



第 23 圖 高温抗張試験に於ける硬化と焼鈍 (温度及時間) による軟化

以上二つの試験の結果から、粘性の大きな温度を撰ぶとすれば 300°C より 400°C をとる可
きである。

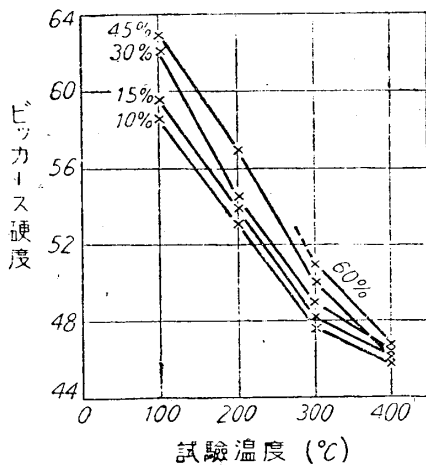
3-ii 高温変形の時の歪の残量

高温抗張試験に於ては、試験片の各部は、その点の絞に應じた變形量を受けてゐる。試験
後、各点の硬度を測定すれば、試験温度に於て、試験時間中に焼鈍し得られないで残留した
歪（加工の影響）の程度を見る事が出来るであらう。更に試験温度で焼鈍すれば、残留した

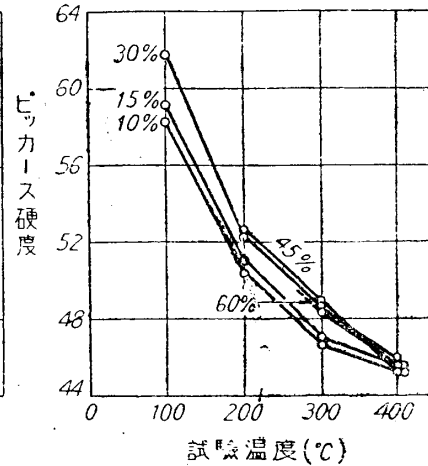
第 4 表 高温試験に於ける残留歪

試料	試験温度及焼鈍温度	加工度(絞%)及硬度(ピツカース)				
		加工度	28%	21%	16%	90%
13 TA	加工度	38%	28%	21%	16%	90%
	100°C 加工状態	62.9	61.3	60.0	59.4	58.0
	100°C 1 時間	61.3	60.7	59.4	59.1	58.3
	100°C 10 時間	61.3	59.1	59.1	58.3	57.1
13 YB	加工度	48%	39%	31%	24%	16%
	100°C 加工状態	63.6	62.6	62.3	61.3	58.8
	100°C 1 時間	63.6	62.6	61.6	60.0	58.3
	100°C 10 時間	62.3	61.3	59.1	58.3	56.5
13 TA	加工度	50%	32%	26%	20%	11%
	200°C 加工状態	52.6	52.3	52.1	51.6	50.4
	200°C 1 時間	53.9	51.8	52.1	50.9	49.7
	200°C 10 時間	52.3	52.1	49.9	50.4	48.8
13 YB	加工度	45%	31%	24%	17%	8%
	200°C 加工状態	57.1	54.6	54.4	54.4	52.6
	200°C 1 時間	55.2	53.9	53.1	52.6	51.1
	200°C 10 時間	46.4	49.5	50.9	50.9	50.2
13 TA	加工度	58%	44%	37%	29%	19%
	300°C 加工状態	49.2	49.2	48.1	48.6	47.5
	300°C 1 時間	48.8	48.6	49.0	48.8	46.8
	300°C 10 時間	43.6	42.7	44.0	46.6	46.8
13 Y	加工度	62%	42%	32%	25%	13%
	300°C 加工状態	51.1	49.7	49.0	49.2	48.1
	300°C 1 時間	43.3	48.6	50.2	49.2	47.7
	300°C 10 時間	43.1	43.3	44.0	48.3	47.9
13 TA	加工度	58%	45%	31%	21%	9%
	400°C 加工状態	45.4	45.2	45.8	45.8	45.2
13 TB	加工度	69%	53%	39%	25%	8%
	400°C 加工状態	45.6	45.2	45.8	46.0	45.2
	400°C 1 時間	44.8	44.6	45.2	44.4	44.6
	400°C 10 時間	42.9	45.2	44.8	44.2	44.6
13 YA	加工度	69%	58%	39%	29%	12%
	400°C 加工状態	46.4	46.8	46.0	47.0	46.0
	400°C 1 時間	45.6	46.2	46.2	46.4	45.8
	400°C 10 時間	42.3	41.3	42.5	44.0	46.0

歪のために結晶粒が粗大化する事を知り得る。第4表或は第23圖、第24圖及第25圖に絞と硬度との関係及試験温度に於ける焼鈍により結晶粒の粗大化するのを示す。



第24圖 高温試験に於ける絞曲線の符標と硬化状態(ヨコ板)



第25圖 同前(タテ板)

以上の結果によれば、タテ板とヨコ板とで多少相違するが、400°Cの試験(試験片の温度範囲 360~400°C)では絞の如何に不拘、硬度変化は僅少で最高最低硬度の開きは約 0.8 である。又その温度に於ける1時間の焼鈍に依つても硬度低下が殆どなく、結晶粒の粗大化が見られない。10時間の焼鈍で変形量の多い先端部(同圖 T-10)、並にヨコ板の試料(同圖 Y-10)に於て漸く結晶粒の粗大化が現はれ、最高最低硬度の開きは約 2.1 或は 4.6 である。

この理由は、此の温度では軟化速度が相當大なる爲、變形により発生した加工硬化は直ちに殆ど消失する爲、絞の大きな部分で、僅かに歪の残量が生じるのであらう。

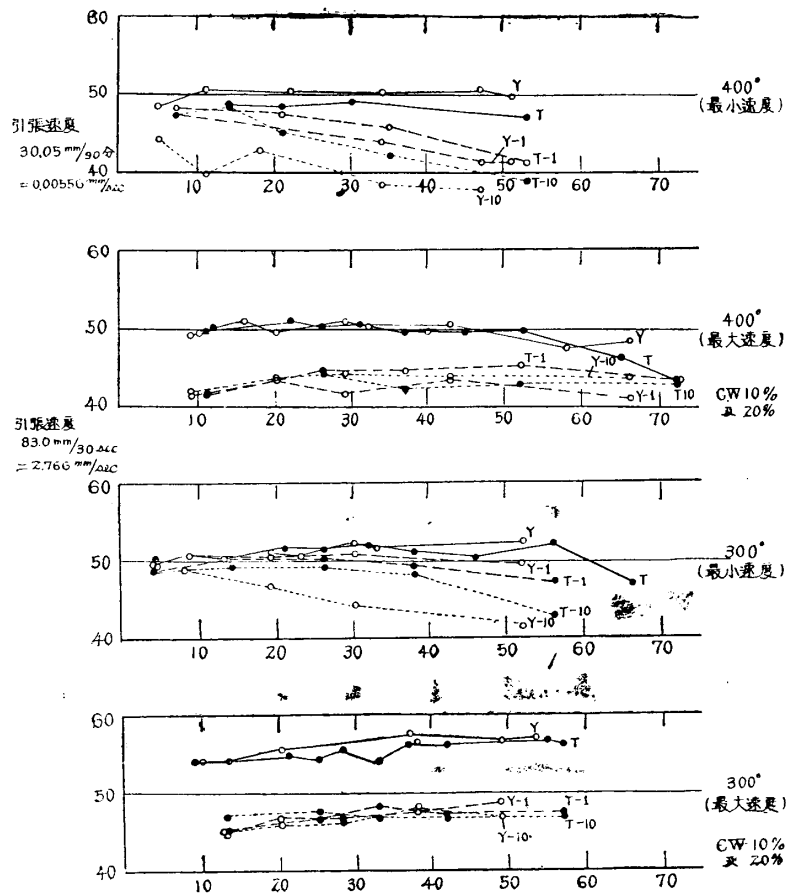
然るに試験温度 300°C(試験片の温度範囲 280~300°C)では、軟化速度が 400°C の時より遅くなる爲、加工歪が幾分多く残量して硬度の開きは約 3 と増加する。従つて1時間の焼鈍でも既に結晶粒の粗大化を來し、その最高最低の硬度の開きが約 6.8 となるものもある。(同圖 Y-1)。10時間の焼鈍では更に粗大化の部分は増加し、その硬度の開きは約 5.3 となる。

参考の爲、より低温に於て見れば、試験温度 200°C(試験片の温度範囲 196~200°C)及 100°C(試験片の温度範囲 99~100°C)の場合は、前述の場合より勿論、軟化速度が遅いから、その加工歪の残量も大きく硬度も高くなる。以上の實驗からして 300°C 以下の熱間壓延温度に於ては、400°C の場合よりも残留する歪量も大きくなる様である。

變形速度を變化した場合に就ては、次の如くである。

試験片の厚さが 25% 程薄い板で行つたが、荷重速度を毎秒 27.7 cm 及 0.056 cm の如く大小2種に變化し、試験温度を 300°C と 400°C とに採つた。切斷後は可及的速かに冷却される様にしてゐる。

この場合を比較すれば、第26圖の如く變形速度の遅い場合は、300°Cの方が、400°Cに於けるよりやゝ硬度が高く、歪の残量がやゝ大きい事を示す。X線的考察からも寫眞第1(a)



第 26 圖

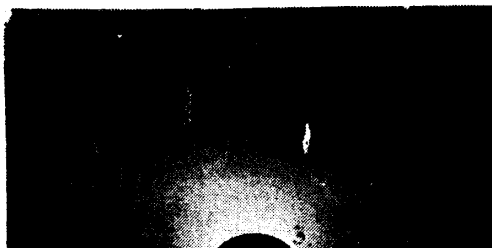
寫真第 1 高温變形に於ける残留歪(温度と變形速度との比較)



(a) 300°C 最小速度 (M59)



(b) 400°C 最小速度 (M58)



(c) 300°C 最大速度 (M51)



(d) 400°C 最大速度 (M52)

(b)に示される如く、400°Cの方が、300°Cのものより、 Ka_1 と Ka_2 との分離が明瞭に行はれて、結晶粒に歪の少い事が判定せられる。

變形速度の速い場合は、300°Cの方が、400°Cの方より遙に、硬度が高いから歪の残量が多いのであらうと推察する。X線の考察からは寫眞第1(c)、(d)の如く餘り明瞭に差異を指摘出来ないが Ka_1 と Ka_2 との分離は行はれてない。然し、この實驗の示す硬度が、歪の影響を多分に示してゐると推察してゐるのは、その後の焼鈍によつて極めて、軟化して結晶粒の發達を示す點からである。

か様に高温で變形されたものを、同温度で焼鈍した時には、荷重速度の遅い場合は、速い場合よりも、變形量(絞)の多寡に依つて軟化程度が甚しく相違する。(之の焼鈍時には、試験中の時間が加へてないが、10時間焼鈍のものに對しては無視出来る)即ち、荷重速度が之の程度遅い時には、歪の残量が、試験片の絞の少い部分では殆どない爲、結晶の粗大化をも與へないが、絞の多い個處になる程、歪量が蓄積し(絞の多い個處はやゝ變形速度對時間的な断面變化は増加するが)粗大化を起す程度迄歪の残量が増加して來るのであらう。

荷重速度が速い場合には、歪の残量が試片の全般に亘り、異狀發達を起す程度を超える爲、焼鈍後の硬度は絞の相違する部分でも大した開きが見られないのであらう。

以上の結果を、熱間壓延と結び付けて考へれば、本研究に使用した壓延機は徑265mm、回転數毎分16回であるから、ロールの表面速度は毎分1336cmであり、一回の通しで、壓縮が、2~3%程度の場合であつたとしても、變形速度は壓延の方が、上の實驗の場合より遙に大である。従つて、上の實驗の場合より、壓延後は板内に一層大きな歪の残量があるはずである。特に300°C壓延の場合は甚しい事が推察出来る。この爲に300°C壓延の場合は400°Cの壓延の時より歪の残量が多くなり、内部的破斷(空隙)を起すに充分な大きさに達し易いであらう。

更に、ロールに接した部分の温度低下を考へれば、一層この憂は多くなる。

(註)第23圖の荷重速度は第26圖に示す遅速の荷重速度の中間に在り、従つて試片の硬度も亦、中間を行く可きであるが、試験片の厚さ及、破斷後の冷却法の相違の爲、兩者の結果を同列にはなし得ない。

(3)-iii. 結晶粒の不揃

300°Cの熱間壓延板と400°C板との結晶粒の不揃程度の比較を目的とするが、歪の残量測定の時と同意味で高温抗張試験を利用した。

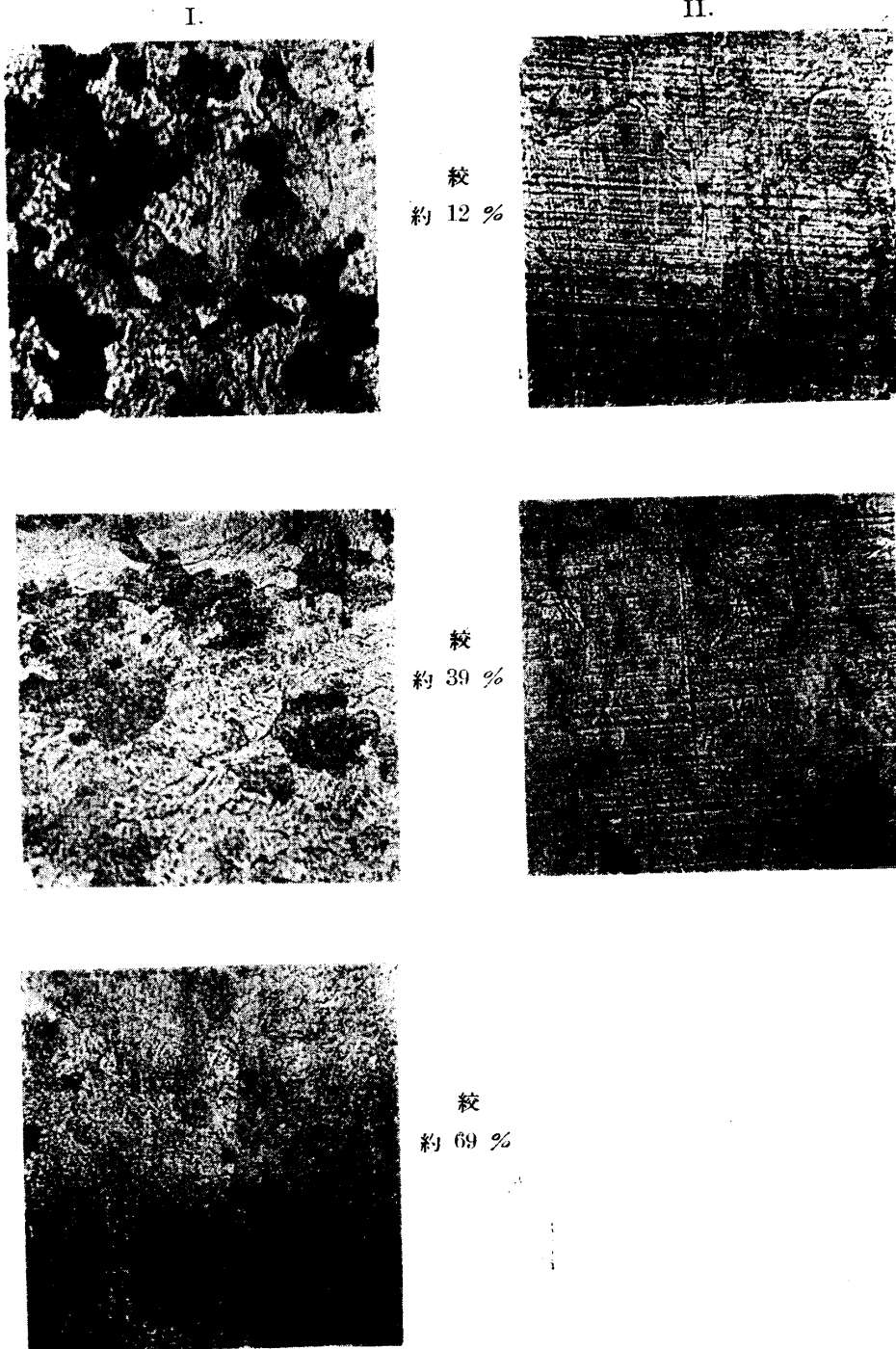
前述の如く、高温の變形に於て残留した歪量は、變形速度と變形量とによつて左右され、之の残留した歪量はその後の焼鈍に於て、前項の第26圖に就て證した如く、變形速度や變形量の關係で300°Cの焼鈍でも、400°Cの焼鈍と同様先端と基部とで甚しい硬度差を示し結晶粒度の不揃を現はす。又寫眞第2、第3、及第4、からも、その不揃を見る事が出来る。

又寫眞第2及第3は高温試験後の試験片の各部の組織及10時間焼鈍後の組織を示し、寫眞第4は焼鈍後のマクロ組織を示す。焼鈍前には見られなかつた結晶粒の粗大化が明瞭に見える。

(1) 微細な空隙の項の推測にも役立つ。

写真第 2 I. 400°C 高温試験後(Y), II. 同前 10 時間焼鈍(Y-10)

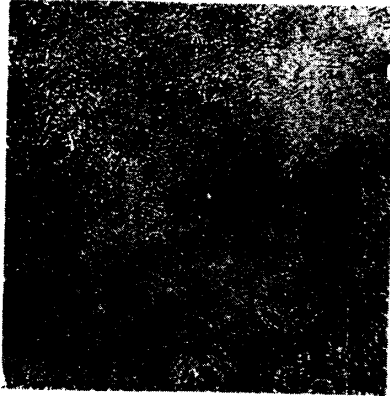
× 200



寫真第 3 I. 300°C 高溫試驗後(Y), II. 同前 10 時間燒鈍(Y-10)

× 200

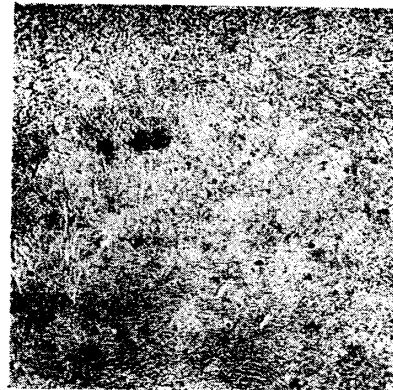
I.



II.



絞
約 13 %



絞
約 32 %



絞
約 62 %

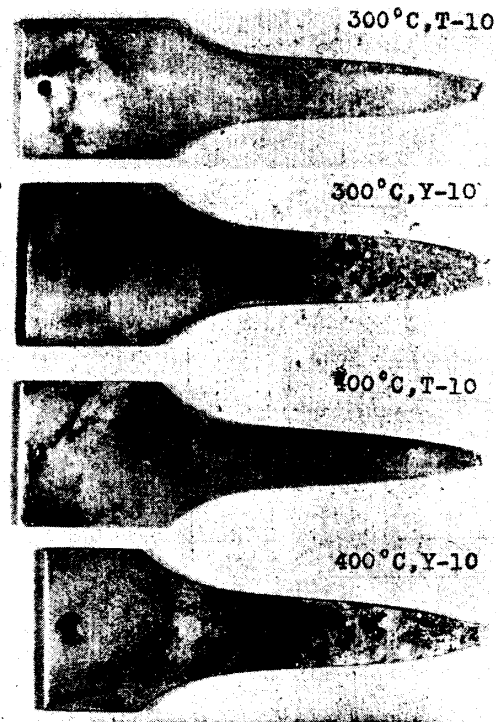
結晶粒の不揃に就ては、300°C の場合も、400°C の場合と同様、加工歪の残量の如何で甚しい結果を示す事が考へ得るであらう。

I-2 伸の値を優秀ならしめる冷間壓延の条件

(1) 伸と結晶粒との関係

伸の本質は未だ明確にはなつてゐないが、マグネシウムの結晶構造が稠密六方晶の爲に、送り面が底面のみであるから、變形能に對しては、(即ち、伸の値に關して)各個の方向を持つた結晶粒の数が極めて重要である事が想像される。

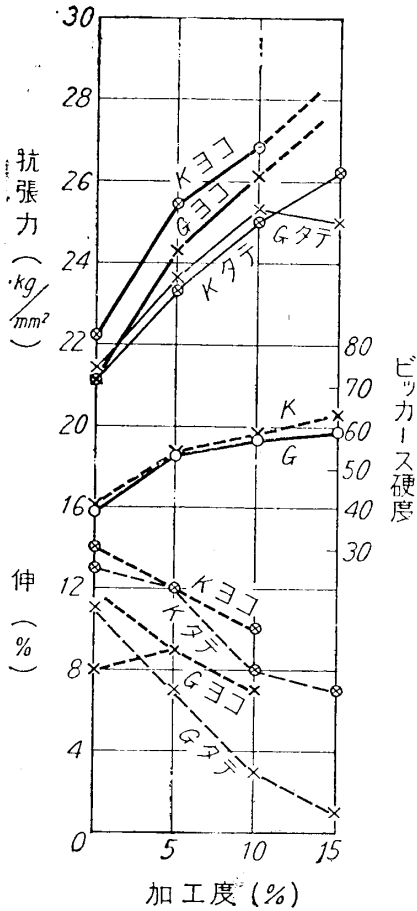
今、CZM の焼鈍板に4%と12%との2種の冷間加工を行つて後、400°C に2時間焼鈍すれば、前者の結晶粒は後者の約1.8倍(直線として)の大きになる。この結晶粒が大小2種の板の性質を調べると、第5表の如く、明らかに結晶粒の小なる方が、伸の値は大になる。又壓延による加工性に關して過加工を來す迄の加工度を比較すれば第5表或は第27圖の如く、結



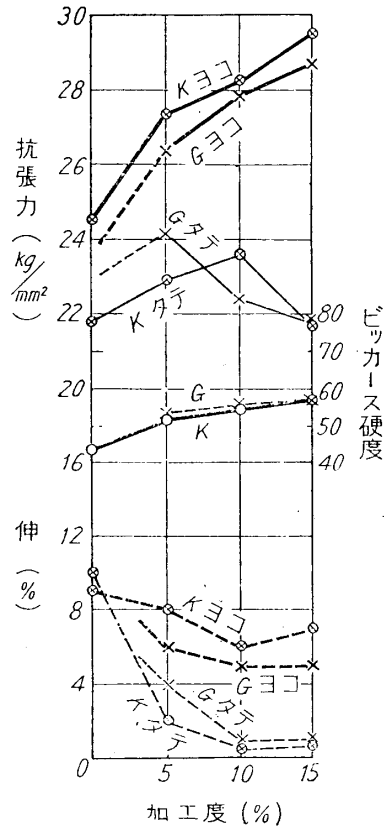
寫真第4 高温試験温度に10時間焼鈍

第5表 異なる大きさの結晶粒を持つ CZM 板 (No. 115) の性質比較

加工度	結晶粒	方向	抗張力 kg/mm ²	伸 (%)	硬度(ピツカース)	
0 % (焼鈍状態)	大	タテ	21.5	11	39.1	
		ヨコ	21.2	—(端切斷)		
		タテ	21.2	8		
		ヨコ	21.1	8		
	小	タテ	21.4	17		40.2
		ヨコ	20.8	9		
		タテ	22.3	12		
		ヨコ	22.0	15		
5 %	大	タテ	23.4	7.5	53.0	
		ヨコ	23.8	7		
		タテ	24.4	8		
		ヨコ	24.1	10		
	小	タテ	23.4	13		53.1
		ヨコ	23.2	11		
		タテ	25.5	8		
		ヨコ	25.2	12		
10 %	大	タテ	25.2	2.5	57.3	
		ヨコ	25.4	3		
		タテ	26.1	6.5		
		ヨコ	26.0	7		
	小	タテ	24.9	8		58.2
		ヨコ	25.0	8		
		タテ	26.8	10		
		ヨコ	26.8	10		
15 %	大	タテ	24.9	1	59.0	
		ヨコ	25.2	1		
	小	タテ	26.0	6		62.9
		ヨコ	26.4	7		



第 27 圖 結晶粒の大小と加工性(CZM)



第 28 圖 結晶粒の大小と加工性(AM 503)

晶粒の大なる方が、加工度 15% のタテ方向に於て、過加工の現象をやゝ示して来る。結晶粒の小なる方は 15% に於ては未だ過加工にはなつてゐない。

結晶粒の大小と過加工限度との関係は Mn-Mg 合金 (AM 503) に於ても第 6 表或は第 28 圖の如く前同様の結果となる。

尚、過加工になる加工度は、加工前の方向差が一つの因子となるやの危懼があるが、方向差は、結晶粒の大なる方に於て少いから、この危懼は問題にならない。

従つて、伸の値が優秀な板を製造するには、如何にして微細な結晶粒を持つ焼鈍板を得るかに歸する様に思はれる。

以下、伸に就て冷間圧延と中間焼鈍とを繰返す時の影響、焼鈍温度、冷間加工度及加工方向の撰擇による伸並に結晶粒の大いさに就ての影響を考察する。

(2) 冷間圧延を繰返す時の影響と中間焼鈍温度の撰擇

(2)-i 冷間圧延を繰返す時の影響

前掲第 8 圖に示す如く、CZM は、冷間圧延による加工度と焼鈍温度とによつて、仕上りの性質を異にする。加工度と焼鈍温度の範圍を a' b' c' d' e' 範圍にとれば、方向差少く、伸の大なる板を得られ、特に加工度を 10%、焼鈍温度を 300°C~400°C に撰定した時が良

第 6 表 異なる大きさの結晶粒を持つ AM 503 (No. 112 Mn-Mg 合金) 板の性質比較

加工度	結晶粒	方向	抗張力 kg/mm ²	伸 (%)	硬度(ピツカース)		
0 % (焼鈍状態)	大	タテ	—	—	—		
		ヨコ	—	—			
	小	タテ	21.8 21.8	10 9.5			
		ヨコ	24.6 24.4	10 8			
5 %	大	タテ	23.9 24.5	4 4	53.3		
		ヨコ	26.3 26.5	6 5			
		小	23.2 22.6	3 1.5			
	小	ヨコ	27.2 27.4	7 8	51.8		
		大	タテ	22.7 22.1		1(端部切斷) 1	55.4
			ヨコ	27.9 27.9		5 5	
小	23.4 23.7		0.6 0.4	54.9			
小	ヨコ	28.1 28.2	6 6				
	15 %	大	タテ		21.4 22.2	1 1	56.8
			ヨコ	28.7 28.7	5 5		
小			21.9 21.4	0.6 0.8	56.8		
小		ヨコ	29.5 29.4	6 7			

好である。同圖は冷間壓延中、焼鈍を行つてゐない。

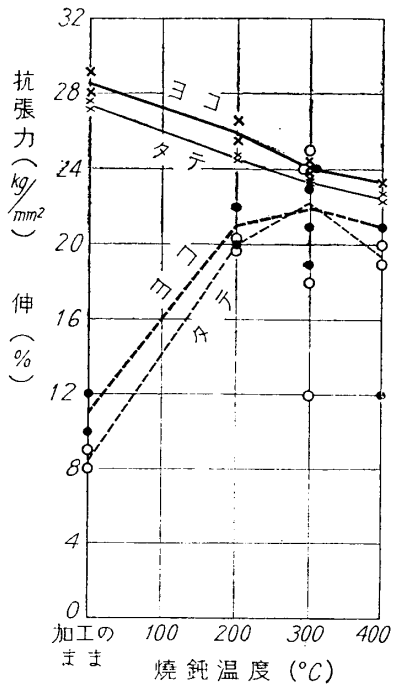
工業的には壓延機の性質上、熱間壓延を相當な板厚で打ち切り、以下冷間壓延を繰返して仕上げるのであるが、か様に何回かの冷間壓延を行つた場合の板の性質の變化を測定した。

熱間壓延溫度を 400°C とし、1.5 mm 厚で打ち切り、以下冷間壓延を 10% 宛とり、中間焼鈍溫度を 300°C、350°C、400°C とし 1 mm 板に仕上げ後、各溫度に焼鈍した板の性質を示せば、第 29 圖～第 31 圖の如くなる。之等の結果を全般的に見て、冷間壓延と焼鈍とを繰返す事に依つて伸は大となり、同時に抗張力の増加をも伴ふ。これはか様に冷間壓延を繰返す事によつて、結晶粒が細かくなり、他方粒の大きさが整つて來る結果であらう。

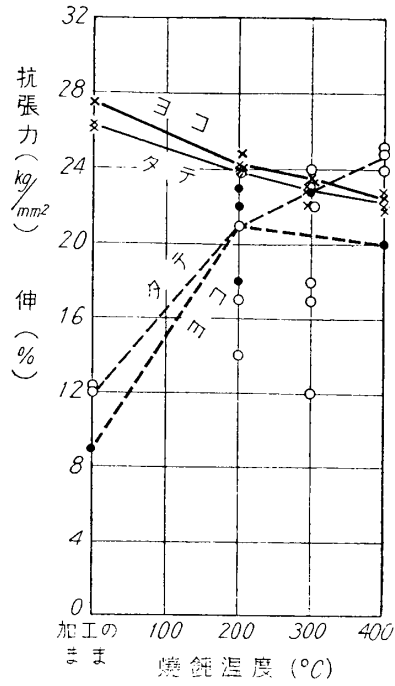
結晶粒が細かくても、その中に比較的大なる結晶を幾分含有する如く、結晶粒度が不揃なる板に對しては、伸の値は小になるであらう。即ち、抗張試験に於て、應力のかゝるに従ひ、結晶粒が不揃な部分には、歪分布も不均一となり、應力の集中が起り、伸の値を小ならしめると推測する。

次に繰返回数を増加する爲に、中間焼鈍溫度を 300°C とし、冷間壓延を繰返した場合につき 4 mm から行つて見たが、4 回目の壓延に於て遂に割れて終つた。この事は板の表面硬化⁽¹⁾或は中心硬化等の影響も加はると思ふから、板厚に適當して壓延機を變化し、何回でも冷間

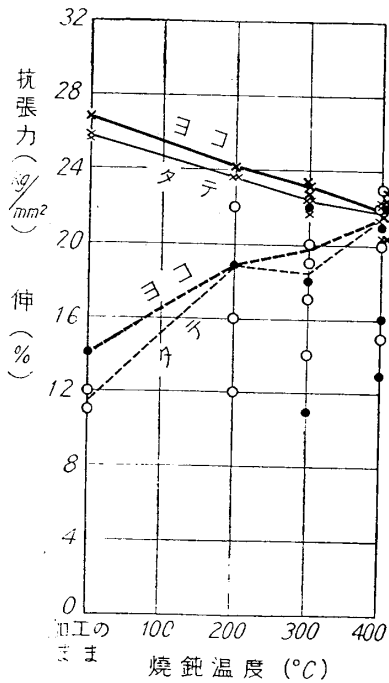
(1) 未發表研究



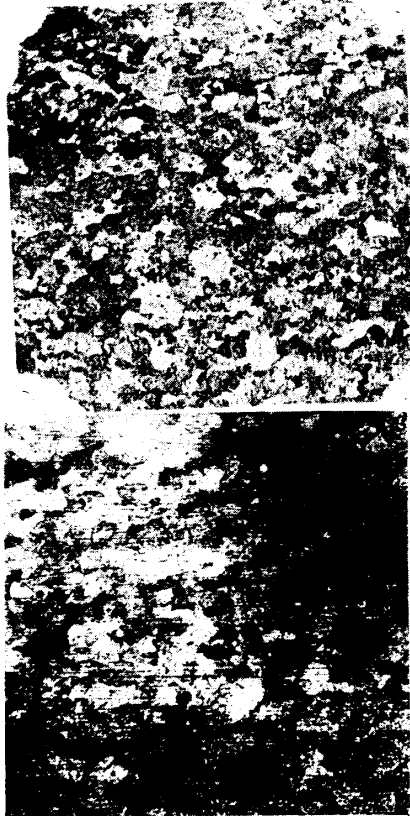
第 29 圖 中間焼鈍温度 300°C 板の焼鈍と機械的性質 (熱間圧延 400°C, 板厚 1 mm)



第 30 圖 中間焼鈍温度 350°C 板の焼鈍と機械的性質 (熱間圧延 400°C 板厚 1 mm)



第 31 圖 中間焼鈍温度 400°C 板の焼鈍と機械的性質 (熱間圧延 400°C 板厚 1 mm)



写真第 5
× 80

(a) 試料 No. 91.
中間焼鈍 300°C

(b) 試料 No. 96.
中間焼鈍 400°C

壓延を繰返した方がよりよい板が得られる様に思はれる。然し、焼鈍後にも尙加工歪の残量があり、之れが次第に蓄積されて、その爲の缺陷が何回目かに現はれるであらう事も考へねばならない。壓延機的能力に依つて、適当な繰返回数決定せらる可きであらう。

(2)-ii 中間焼鈍温度の撰擇

前實驗に於て、中間焼鈍温度を 400°C にした場合は、 $300\sim 350^{\circ}\text{C}$ の場合に比して、伸及抗張力が劣つて來る。之れは 400°C では恐らく、結晶粒の發達が大きい爲であらう。事實寫眞第 5 (a), (b) の如く 300°C の方が結晶粒が微細である。かゝる場合の結晶粒と中間焼鈍温度との關係は加工硬化が焼鈍温度によつて軟化する曲線を、基準として考へる可きものと思はれるから、次項に於て軟化曲線を測定した。

この軟化曲線に依つて見れば、 300°C は急激な軟化を起しつゝある線上にあり、 400°C は急激な軟化を終つた温度より以上に位置する事から考へて、 300°C を中間焼鈍温度にとつた時は結晶粒は微細であるが、加工歪の残量はより多く存在し、 400°C の場合はやゝ結晶粒は大きくなるが、加工歪の残量は殆どないと考へる。

300°C と 400°C との焼鈍の相違は後述の如く X 線の回析寫眞から明瞭である。

従つて、伸の値は加工歪の残量がないに越した事はないが、 $300\sim 350^{\circ}\text{C}$ の場合の如き程度の残量ならば、結晶粒の大きさの方がより重要になつて來る様に考へられる。故に、中間焼鈍温度としては急激な軟化を終る温度より少し低い温度を撰擇するのが伸を優秀ならしめる一つの條件となるであらう。

以上の如く冷間加工を 10% にとり、中間焼鈍温度を $300\sim 350^{\circ}\text{C}$ に於て繰返して、結晶粒を整粒した結果、CZM 板は抗張力、タテ 23.4 kg/mm^2 、ヨコ 24.1 kg/mm^2 、伸がタテ 22.3%、ヨコ 22% 程度の伸のやゝ優良なものを得る事が出来る。

然し更に、壓延率及壓延方向を吟味する事によつて一層伸の優れた板を作り得る事は以下各項の如くである。

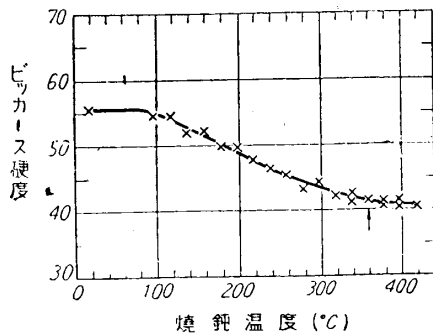
(2)-iii 軟化曲線

CZM の厚さ 1mm 板を 400°C で 2 時間焼鈍し、冷間加工を 10% 及 20% の 2 種行つて後、 100°C から 400°C 迄 20°C おきに 2 時間宛焼鈍し、ヴィツカース硬度を測定した。その結果を第 32 圖、第 33 圖に示す。

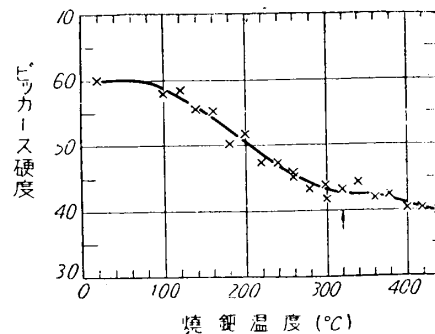
第 32 圖を見ると、 100°C 以下に於て既に結晶の回復によると思はれる軟化を開始してゐる。この軟化開始温度は直接必要でないで、精細には求めなかつたが、軟化曲線を延長して、最初の硬度に達する點とした。焼鈍温度が 100°C を超へれば急激に硬度の低下があり、 360°C 以上で殆ど低下を終り水平となる。

急激な硬度低下の途中の温度では、例へば 300°C の如き場合は、顯微鏡的には一應ポリゴンとなつてゐるが、X 線寫眞から推定すれば〔次項参照〕、 400°C の時に比して、尙相當量加工歪の残量がある。従つて温度をより高くすれば、硬度が大きく落ちるが、 400°C の如く、急激な軟化を終る温度以上で焼鈍された時は、加工に依る歪が一應除かれた組織になる爲、温度を更に上昇しても、大なる硬度變化が起らない。

か様に軟化曲線の示す硬度は結晶粒度の相違のみを示すのではなく、加工歪の残量をも合せて示してゐるに違ひない。唯この兩者が何の程度の割合であるかは鮮明しない。



第 32 圖 CZM(10%加工)の軟化曲線



第 33 圖 CZM(20%加工)の軟化曲線

更に水平部を超えて軟化が起るが、之は結晶の成長であつて、この成長に歪の残量が關與してゐるとしても、この程度の歪はこゝでは問題にしない。

要するに、工業的に取扱ふ時間以内では、焼鈍板はそれぞれの焼鈍温度で、加工歪を或量持った部分を残存しながら、その温度に應じ限定された粒度に止り、その時の硬度を示すものと考へるのである。従つて、300°C 焼鈍板の結晶粒は、400°C の焼鈍板より微細であるが、板全體に亘つて考れば加工歪の残量が多いと考へるのである。

又、最初加へられた加工度の影響に就ては、加工度が 10% の場合は急激な軟化を終る温度が 360°C で、20% の場合は 320°C と加工度の増加に伴つて、低下して來るから中間焼鈍温度の選擇も嚴密に考へれば、加工度に供つて變化すべきものである。

急激な軟化の終止温度と成分との關係を解析する爲に、純 Mg, Mn-Mg 合金, Cd-Zu-Mg 合金に對し、上記と同様な實驗を行つた。

その試料は、純 Mg, 1.5% Mn-Mg 合金、及 3% Cd-1% Zu-Mg 合金で、その結果を第 34 圖～第 39 圖に示す。之等の急激な軟化終止温度を第 7 表に一括した。

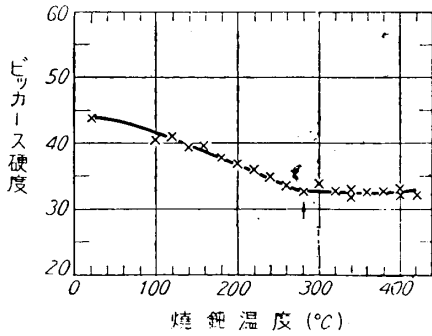
第 7 表 CZM, Mg, MM, CZ の軟化温度

No.	記 號	軟 化 温 度					
		冷 間 加 工 10 %			冷 間 加 工 20 %		
		開始温度	終 止 温 度 (再結晶終止)	ビツカー ス硬度	開始温度	終 止 温 度 (再結晶終止)	ビツカー ス硬度
88	CZM	90°C	360°C	41.3	80°C	320°C	43.2
102	Mg	50°C	280°C	32.6	70°C	260°C	33.5
105B	MM	70°C	320°C	45.5	60°C	300°C	45.8
105	CZ	50°C	260°C	40.0	70°C	260°C	40.2

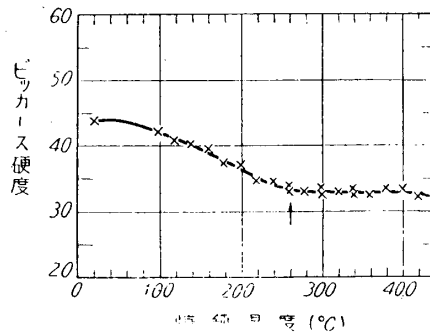
この結果から見れば、純 Mg の急激な軟化の終止温度は Cd と Zu とを含有しても殆ど變化はないと云ふ可きである。然るに Mn を添加すれば、終止温度が明かに上昇する。又加工度に伴ひ、終止温度の低下も同様に生じて來る。

従つて CZM の急激な軟化の終止温度は、主として Mn の影響が現はれる様であるから

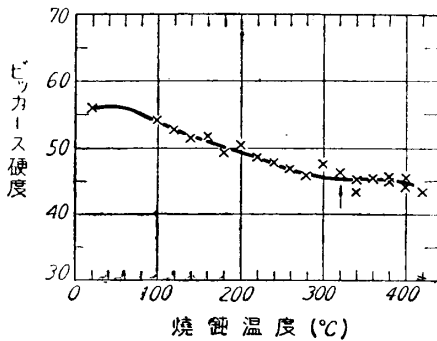
- (1) 加工歪の残存する状態に就ては、再結晶が尙完了しない個處があると考へて良い。其の他の考へ方もあると思はれるが、要するに歪んだ結晶格子が存在する事である。



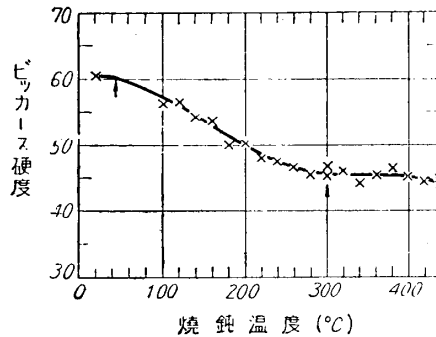
第34圖 Mg(10%加工)の軟化曲線



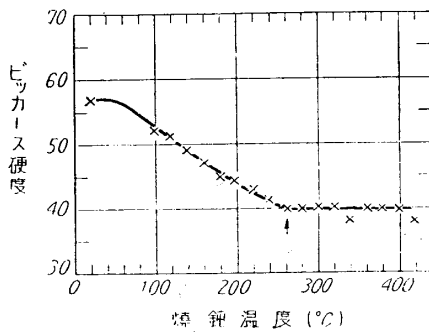
第35圖 Mg(20%加工)の軟化曲線



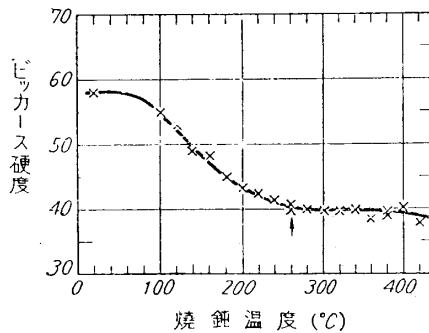
第36圖 MM(10%加工)の軟化曲線



第37圖 MM(20%加工)の軟化曲線



第38圖 CZ(10%加工)の軟化曲線



第39圖 CZ(20%加工)の軟化曲線

伸の良い板を製作する為には、合金の成分(特にMn量)によつて、その中間焼鈍温度を適當に撰擇せねばならない。

(3) 歪の残量に對する X 線的測定

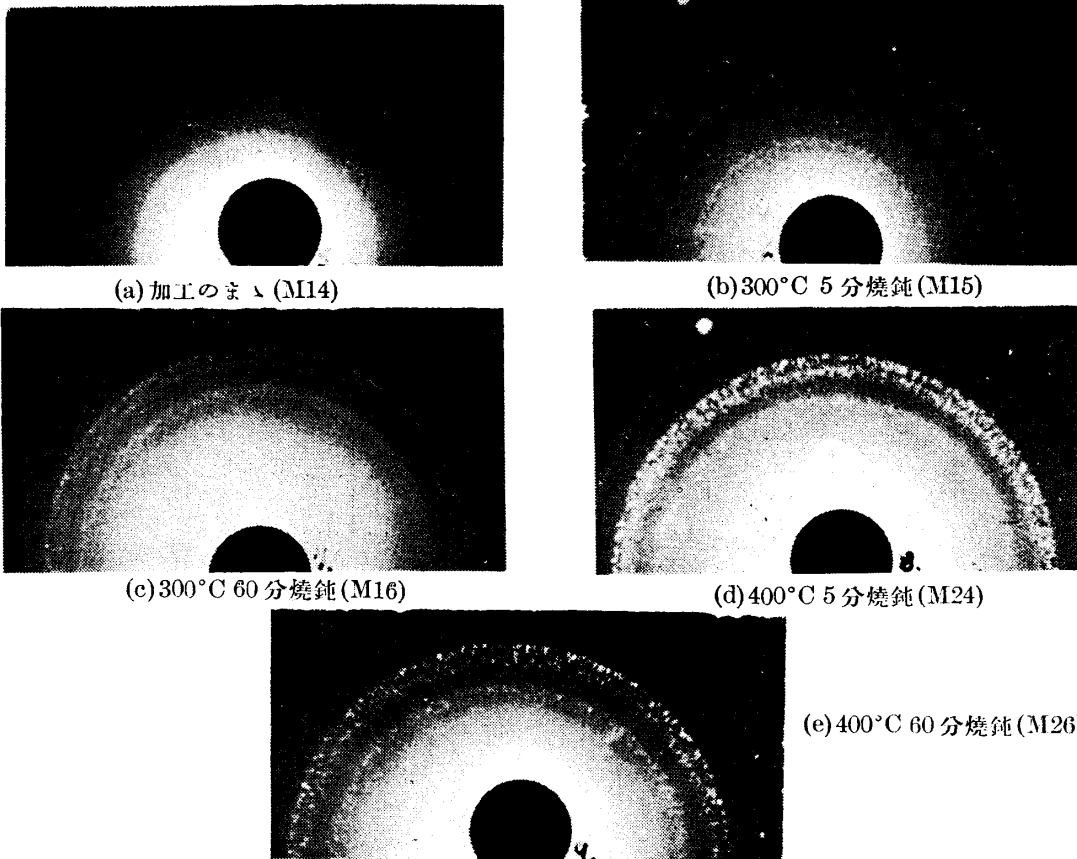
1 mm 厚の CZM 板を 10% 及 20% 冷間壓延し、300°C 及 400°C に於て焼鈍後、X 線廻折線の相違から歪の残量の多寡を推定する。

試料は、300°C 及 400°C に於て各 5 分、30 分及 60 分間焼鈍後、表面を砂紙で研磨し、更に、研磨影響を除く爲硝酸にて酸洗す。X 線は 1 mm 徑のピンホールを通し、板平面に直角に照射する。平面のフィルムと試料との距離は約 25 mm とし、後方反射撮影を行ふ。撮影には銅對陰極により實効値 40,000~45,000 V, 4 mA で 10~15 時間を要した。

廻析写真は写真第 6, 及第 7 に示す.

20 % 圧延のものは, 甚しく廻析線がぼやけて, 加工の影響を明示してゐる. 之れは, 歪による線幅の増加とマグネシウム特有の圧延組織(六方晶底面が板面に平行になり, X 線

写真第 6. 10 % 加工後焼鈍温度及時間の影響



の投射方向に對し, 廻析角を持たない結晶面が生じて來る)の現はれに起因する. 之れを焼鈍すれば, 再結晶を起した結果, 廻析線は班點の連続となつて, 線の位置は明瞭となる. 各廻析線の面指數は内側から $K\alpha$ の (2240), (2134), (1016), (2025) で, 最後の二線は極く接近してゐる. 各焼鈍温度に於ける焼鈍時間の影響は, 5 分でも 60 分でも大差がない. 10 時間になれば, 粒の粗大化から班點の数は減少してゐる.

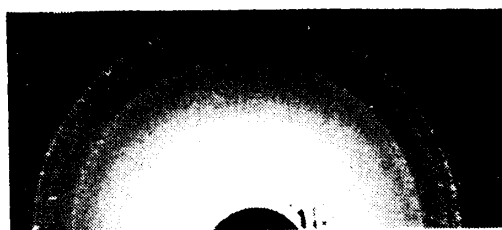
今, 写真第 6 及第 7 の焼鈍時間の等しいものを比較検討して, 400°C 及 300°C の焼鈍影響の相違を見る. 例へば, 廻析線 (1016) 或は (2025) に就て, 400°C 場合は, 班點の中心からその周邊に到る濃度變化が急激であるが, 300°C の場合は, 極めて緩慢である. この事は一番内側の (2240) を見れば, 一方は班點をみるが, 他方は連続線として現はれてゐる. 此事は, 撮影條件が等しいから, 結晶面間距離の不均齋に依ると考へてよいであらう. 即ち 300°C の焼鈍では, 再結晶が起つて後でも, 尚より多く (400°C に比して) 内部歪の残存を示してゐるのである. 再結晶した結晶粒の總てが, 何れも歪を残存してゐるのか, 残存してゐる結晶粒の数が比較的多いのか, この何れかに就ては解析し得ない.

又写真第 8 に長時間焼鈍の影響を示した. 板の斷面を撮影した爲, 廻析線の強度が前の寫

寫眞第7 20%加工後焼鈍温度及時間の影響



(a)加工のまま (M2)



(b)300°C 5分焼鈍 (M4)



(c)300°C 60分焼鈍 (M21)

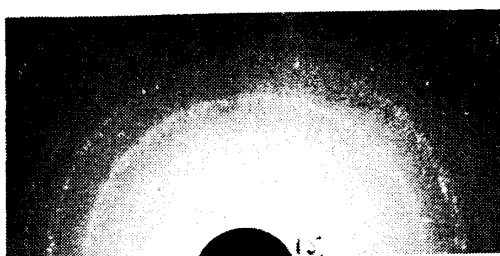


(d)400°C 5分焼鈍 (M28)



(e)400°C 60分焼鈍 (M30)

寫眞第8 長時間焼鈍の影響



(a)10%加工後 300°C 60分 (M17)



(b)10%加工後 300°C 10時間 (M7)



(c)10%加工後 400°C 60分 (M11)



(d)20%加工後 300°C 60分 (M22)



(e)20%加工後 300°C 10時間 (M8)



(f)20%加工後 400°C 60分 (M31)

真と相違してゐるが、 300°C 10時間焼鈍でも、 400°C 60分間焼鈍と比較し、上述の班點濃度の相違が見られ歪が尙存する。この事はI-1(2)に記した事をも裏付けてゐる。

冷間壓延 10%のものに對しても、20%と同様の結果を推定し得るのである。

要するに、X線寫眞からも、前項に論じた急激な軟化を終る前後の焼鈍温度の相違により歪の残量を異にしてゐるのを指摘出来る。

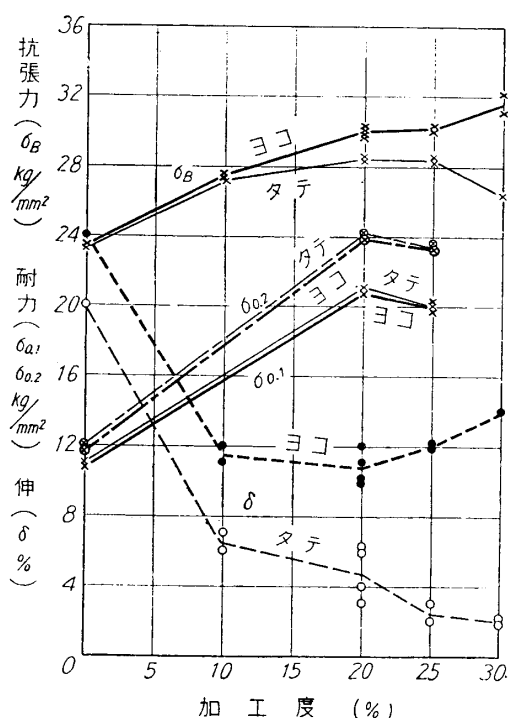
(4) 加工度の撰擇

(2)の實驗に於て採つた冷間加工度 10%と云ふ數値は、第8圖の結果から得たタテ方向が過加工になる僅か手前の加工度である。而して第8圖に示す加工前の板の性質は、伸がタテ 15.5%、ヨコ 14%である。従つて、若し、伸が更に大きい板(何回か冷間壓延と中間焼鈍とを繰返して得られた。伸がタテ、ヨコ共に 22%位の板)を基とする場合には、10%より大きい冷間加工度を採つても過加工に陥らず、結晶粒は一層微細化出來ると推測される。

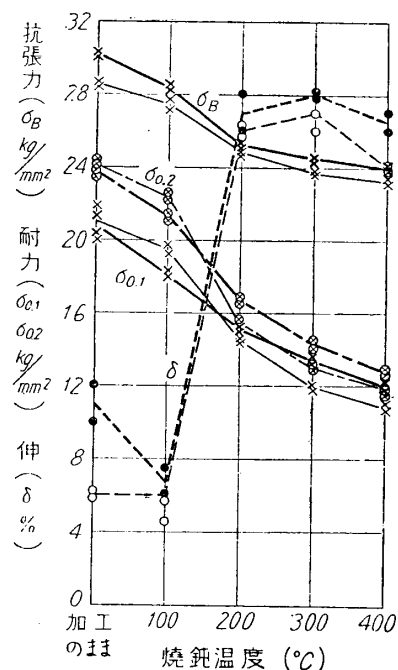
今、板厚 1mm で抗張力、タテ 23.2 kg/mm^2 、ヨコ 23.5 kg/mm^2 、伸タテ 20%、ヨコ 24%の性質を有する焼鈍板に冷間壓延を加へ、加工の影響と過加工の限界とを測定すると、第40圖如く、25%に到つてタテ方向が過加工の状態を示す。

か様な板に對して、壓延を 20% 行ひ、その焼鈍温度を變化した結果は第 41 圖に示す如く、 300°C 焼鈍に於て、伸タテ 26.5%、ヨコ 28% となり、伸を更に向上せしめる事が出来る。

25% 冷間壓延したものは、過加工の影響が多少現はれるのであらう。その後 300°C で焼鈍しても第 42 圖の如く良い結果を得られない。



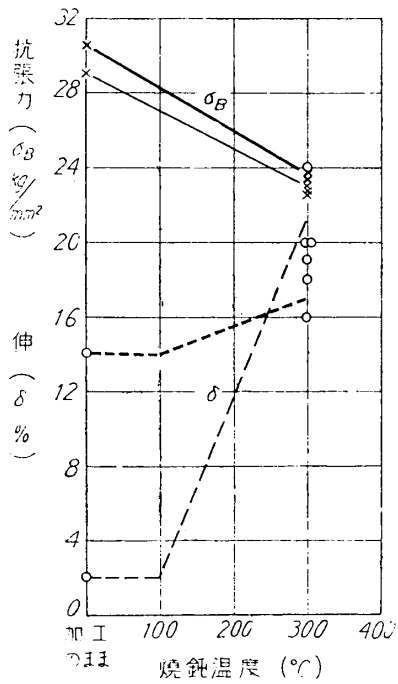
第 40 圖 仕上壓延方向と同方向へ與へた冷間加工の影響



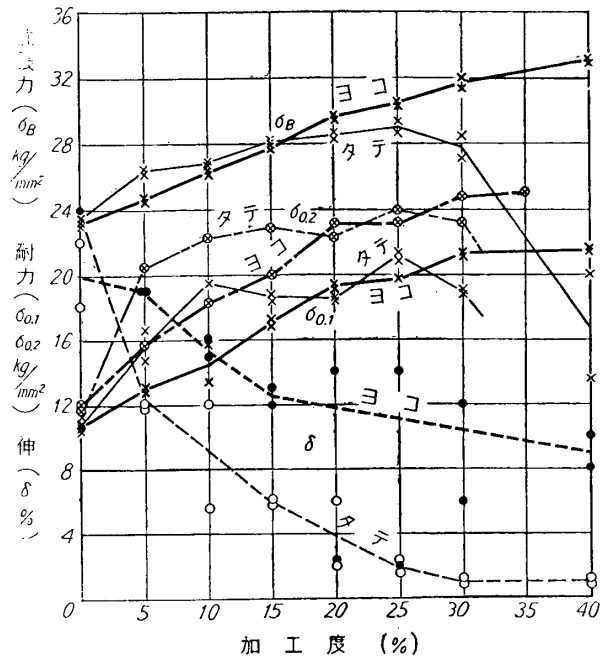
第 41 圖 仕上壓延と同方向に 20% 冷間加工した時の焼鈍温度の影響 (太線ヨコ、細線タテ)

(5) 加工方向の撰擇

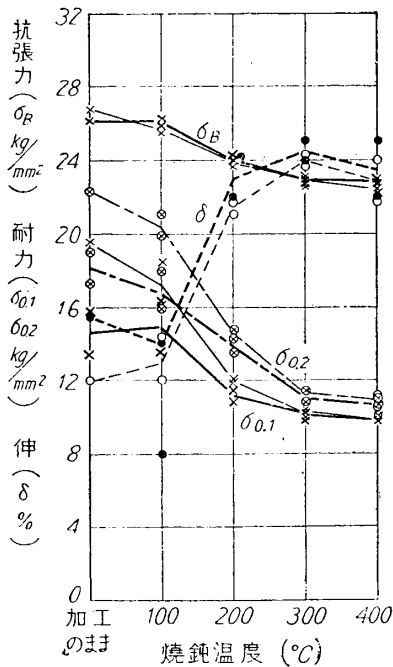
前項と同じ 1mm 厚の焼鈍板に冷間壓延を加へるに際して、焼鈍板のタテ方向がヨコにな



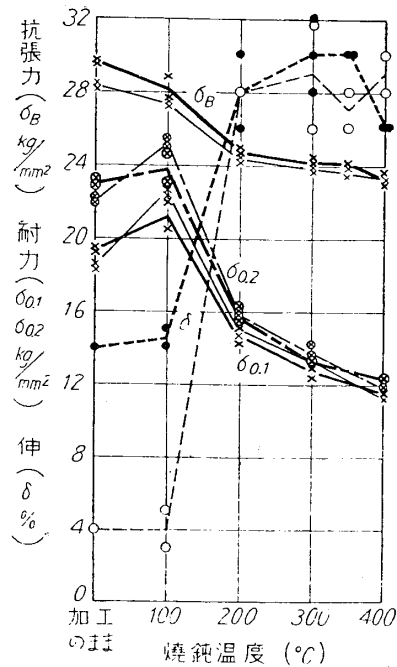
第42圖 仕上壓延と同方向に25%冷間壓延した時の焼鈍の影響 (太線ヨコ, 細線タテ)



第43圖 仕上壓延方向と直角方向へ與へた冷間加工の影響

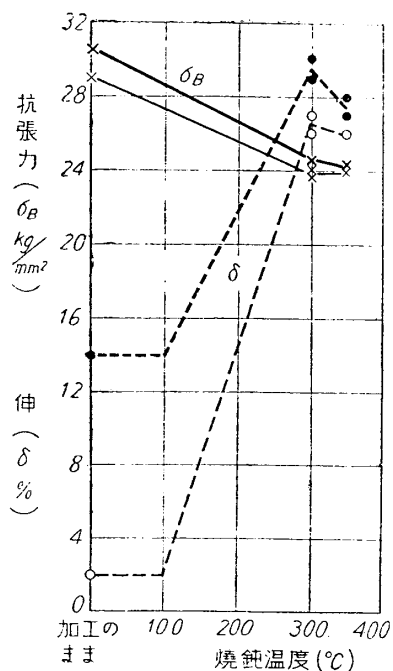


第44圖 仕上壓延と直角方向に10%冷間加工した時の焼鈍温度の影響 (太線ヨコ, 細線タテ)

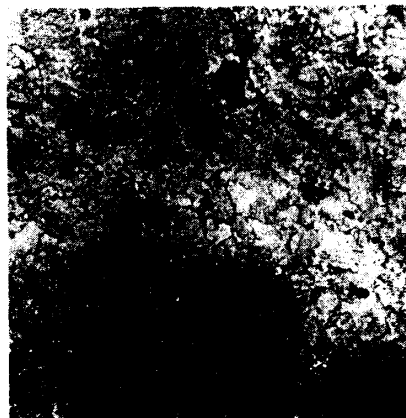


第45圖 仕上壓延と直角方向に20%冷間加工した時の焼鈍温度の影響 (太線ヨコ, 細線タテ)

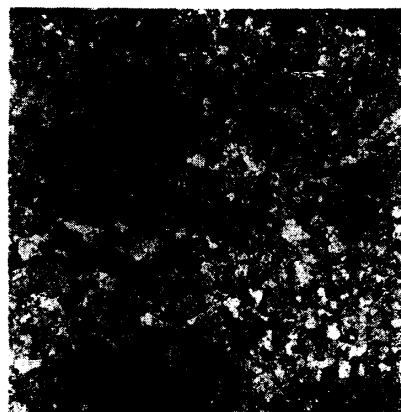
寫眞第 9
× 80



第 46 圖 仕上壓延と直角方向に 25 % 冷間加工した時焼鈍温度の影響 (太線 ヨコ, 細線 タテ)



(a) 試料 No 14, 結晶粒 36.6 個/mm. 伸タテ 20%, ヨコ 24%



(b) 上の板を直角に 20 % 壓延焼鈍す. 結晶粒 49.4 個/mm. 伸タテ 29%, ヨコ 30%

る如く直角壓延した時の機械的變化を測定すれば, 第 43 圖の如く, 25 % は未だ過加工になつて居ない,

か様な加工方向を 10 %, 20 %, 25 % 行つた板を, それぞれ各温度で焼鈍した時第 44 圖, 第 45 圖, 第 46 圖に示す. 之等の結果を比較すれば仕上壓延に對し直角方向に 20 % 壓延を行ひ, 之を 300°C ~ 350°C 焼鈍する事によつて, 伸をタテ 28 %, ヨコ 30 % に迄, 更に向上せしめる事が出来る.

伸が 30 % の Mg 合金板は恐らく, 本成分の合金と上記の壓延法による事によつて, 初めて到達し得るものではないであらうか.

伸の値がか様な壓延方法によつて上昇し得る理由に關し, 結晶が微細化されてゐる事實は寫眞第 9 の (a), (b) を比較する事によつて, 明らかである.

この様な仕上方向と直角の壓延が結晶に對し如何なる効果を及すかに就ては, 別報告に

(1) 未發表

於て検討する豫定である。

1-3 結 論

冷間加工性の良いマグネ合金板の製法を目的とし、伸の値の大きい CZM 板を得る爲には熱間壓延温度は 350~400°C を撰ぶのが良い。

この温度では粘性は多く、加工歪の残量も少ない爲に内部的な疵の發生の憂や、結晶粒の不揃の程度が甚しくならない作業となる。冷間壓延に移つてからも、加工度をより多く採り得る板が得られるのである。

冷間壓延の中間焼鈍温度は 300~350°C を撰び、適當回数冷間壓延を繰返せば再結晶せる結晶粒が細くなり、且つ加工歪が比較的少ない板となり、伸が大きい板が得られる。

以上二つの温度は、軟化曲線が示す急激な軟化の終る温度を基準とし、前者は之れより高く、後者は之れより極く僅か低い温度を目標として決定する。

冷間壓延中の加工度は、可能な範圍、即ちタテ方向が過加工現象を示さない程度で、大きく行ふのが良い。従つて、冷間壓延に移つた初期は大體 10% 位をとり、數回繰返して(繰返す回数は壓延機と板厚、板巾等の關係から決定される)、板の伸値を 20~24% 位に達せしめ得れば、この板の過加工現象は加工度 25% 位迄發生しなくなる。従つて、それ以後は加工度を 20% に採り、300~350°C で焼鈍すれば、伸 24~28% の板を作り得る。此の段階に於ても、繰返しを行ふ事がよいと思ふが、適當な繰返回数は前同様壓延機の種類と、板厚、板巾等の關係で決定される可きである。

更に、特殊な壓延方法となるが、冷間壓延の最後に於て、それ迄の壓延方向と直角に壓延する事は、伸の値を 26~30% と一層向上せしめ得るのである。

要するに、伸の値の大きいマグネ合金板は結晶粒が微細で揃つた板を作る事であるから合金の成分によつて、熱間壓延温度、冷間壓延の中間焼鈍温度の選擇を行ひ、更に冷間壓延率は壓延せらる可き板の、その時々性質を考慮して過加工限度に近くとる事が必要條件である。

特殊板であれば、最後の段階に於ける冷間壓延の方向を直角方向にとる事も條件として更に加へ得るのである。

第 II 章 成型加工性と機械的性質

伸の大なる板は、壓延による加工性が良い事は前章に於て知り得るが、成型加工性に就ても將して同様であるかは不明である。成型加工性は、90° 又は 180° 折曲、繰返屈曲、深絞、等各種の試験を行つて判定しなければならない。

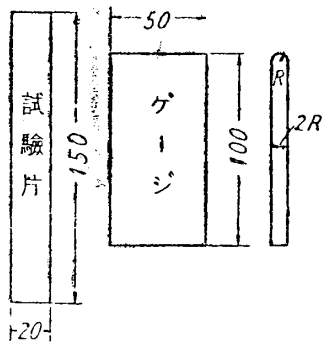
本章では、折曲、及繰返屈曲性に就て、比較觀察すると共に、後述する 180° 折曲試験法に依つて、前章で得られた板の確性試験を行つたのである。

11-1. 成型加工性の試験法

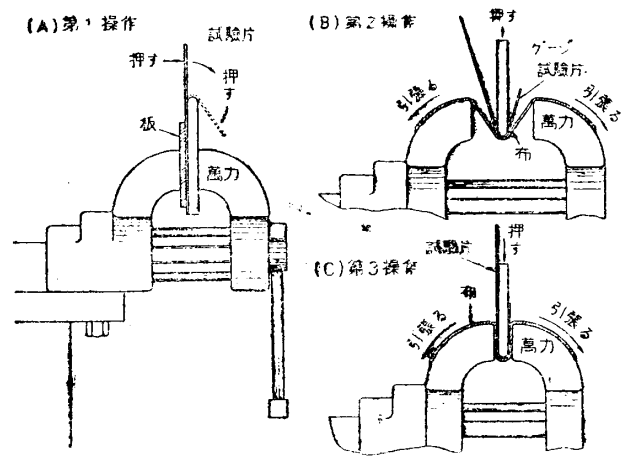
(1) 折曲試験法

本實驗に於ては第 47 圖の如き試験片及、ゲージに依つて第 48 圖の如き操作を経て 180° 折曲試験を行つた。

第 1 操作に於ては板とゲージの間に試験片を挿み萬力で軽く抑へ、而る後、可及的に試験



第 47 圖 180° 屈曲試験
片及ゲージ



第 48 圖

片がゲージに沿ふ様に指で曲げるのである。

試験片が大體、曲つたなら、第2操作を行ふ。第2操作は同じ萬力を用ひ第48圖(B)の如く、試験片とゲージが離れぬ様に、下から布を當て、布を左右に引張り、ゲージを上から押して、徐々に萬力を締め、同圖(C)の第3操作に到つて、萬力をゆるめ、試験片の曲り個處を検査する。曲げ半径が甚しく小に過ぎる時は、第1操作に於て既に折れる。又、やや小に過ぎる時は第2操作から第3操作迄の間で折れる。曲げ初めから、折れた位置迄の變位角を“オレ(α°)”と記す。又、第3操作を経て後検査を行つた際屈曲部分にヒビを認めるものがある。之れは“ヒビ”と記す。第3操作を経て後、屈曲部にヒビを生じないものを“良”と記す。

“良”なる場合の最小の R を最小屈曲半径とし、この半径の小なる材料程、加工性が優秀であると判断した。

(2) 繰返屈曲試験法

航研報告第148號に記載の如く、短冊形試験片を、所望の屈曲半径を有する鋼部品で垂直に挿み、90°左に折曲げ更に起し、次いで右に90°折曲げ、更に起し、次に左に折曲げる。斯くの如く繰返し左右に屈曲して、折斷までの回数が多いもの程加工性が良いとした。

(3) 折曲試験及繰返屈曲試験法の比較

CZM板(1.0mm厚)を10%冷間壓延し、之れを100°~400°Cに1時間及5時間焼鈍したもの及冷間壓延を5, 10, 15, 20%加へたものの各々より、20mm×100mmの試験片をタテ及ヨコ方向から採取した。

折曲試験は前記の方法により、最小屈曲半径の測定、及屈曲半径を板厚の2.2倍となし、折れる迄屈曲し得た角度を測定した。繰返屈曲試験は曲げ半径4mm及6mmを用ひ、90°の變位を以て1回とし、板にヒビの入つた時の回数及折斷した時の回数を測定した。

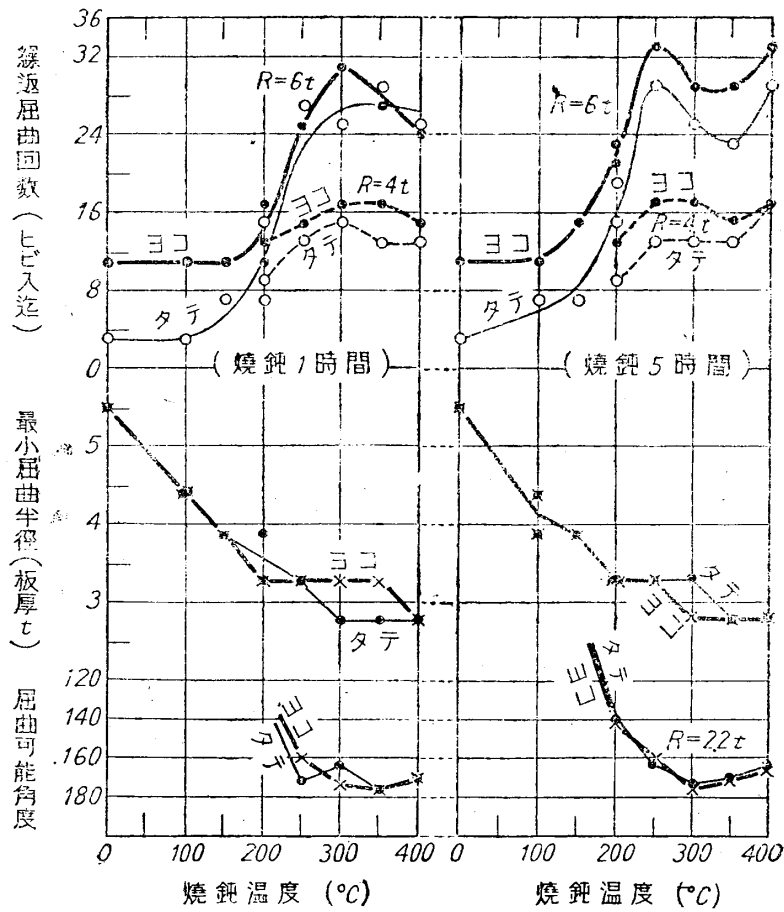
本試験の焼鈍板の結果を第8表及第9表或は第49圖に示す。この結果から見ると、180°折曲試験に於ては大體タテ、ヨコの方向による差異が僅少なる場合(例へば350°C-1時間、400°C-1時間、300°C-5時間、350°C-5時間等)でも、繰返屈曲試験に於ては2~4回以上の差を認める。繰返屈曲試験では、タテ方向の方が少い屈曲回数でヒビが入る事が明

第8表 180°折曲試験

焼鈍	時	間	折曲半径 mm, 板厚 (t = 0.91 mm)										
			1					5					
			時	間	時	間	時	間	時	間	時	間	
No.	焼鈍温度	方向	5.5'	4.4'	3.9'	3.3'	2.8'	2.2'	4.4'	3.9'	3.3'	2.8'	2.2'
142	焼鈍のまま	タテ ヨコ	良	オ (119°) オ (100°)									
"	100°C	タテ ヨコ	良	良	オ (166°) オ (165°)								
"	150°C	タテ ヨコ			良	良	オ (158°) オ (157°)						
"	200°C	タテ ヨコ			良	良	オ (162°) オ (166°)						
143	100°C	タテ ヨコ	良	良	オ (188°) オ (174°)								
10%冷間履歴板	200°C	タテ ヨコ			良	良	オ (145°) オ (168°)						
	250°C	タテ ヨコ			良	良	ヒ ヒ						
	300°C	タテ ヨコ					良	良	オ (171°) オ (159°)				
							良	良	オ (163°) オ (173°)				
	350°C	タテ ヨコ			良	良	ヒ ヒ						
							良	良	オ (170°) オ (170°)				
	400°C	タテ ヨコ					良	良	オ (163°) オ (169°)				
								オ (162°) オ (169°)					

第9表 繰返屈曲試験

屈 曲 半 徑			4 mm				6 mm			
焼 鈍 時 間			1 時 間		5 時 間		1 時 間		5 時 間	
No.	焼 鈍 温 度	方 向	ヒビ入	折 斷	ヒビ入	折 斷	ヒビ入	折 斷	ヒビ入	折 斷
143 10%冷間 壓延板	200°C	タ テ ヨ コ	9 回 13	11.6回 17.7	9 回 13	11.6回 16.4	15 回 17	22.1回 27.7	19 回 21	36.8回 41.1
	250°C	タ テ ヨ コ	13 15	17.1 19.8	13 17	14.8 20.9	27 25	33.4 35.4	29 33	44.0 43.6
	300°C	タ テ ヨ コ	15 17	20.4 23.6	13 17	17.8 22.8	25 31	34.6 42.3	25 29	39.6 38.1
	350°C	タ テ ヨ コ	13 17	20.3 23.7	13 15	17.6 20.9	29 27	36.0 35.5	23 29	31.6 38.1
	400°C	タ テ ヨ コ	13 15	16.9 23.7	17 17	22.6 21.7	25 24	34.4 29.5	29 33	38.3 39.7



第49圖 繰返屈曲試験と 180° 屈曲試験の比較

らかである。又、低温度の焼鈍による加工性の回復は 180° 折曲試験の方が明瞭に差を示して来る。又、冷間圧延加工を受けたものの結果は、第 10 表或は第 50 圖の如く、180° 折曲試験に於てはタテ方向の方が、加工性がよい。然し、圧延 15% 以上に於ては、ヨコ方向が良くなるが、これはタテ方向に於て、既に過加工の範囲に達する為である。

第 10 表 方向性と加工性

No. 136	厚サ	屈 曲 半 徑 (t=板厚 mm)							繰返屈曲半径 6 mm		
		5.6-5.9'	4.5-4.7'	3.9-4.2'	3.5-3.7'	2.8-3.2'	2.4-2.5'	1.9'	No. 145	ヒビ入	折斷
300°C — 1時間焼 鈍	タテ	1.06	—	—	—	良	ヒビ	オレ (171°)		回	回
	ヨコ	"	—	—	—	良	オレ (174°)		—	—	
5% 圧延	タテ	1.00	—	—	—	良	オレ (174°)		5	15.6	
	ヨコ	"	—	良	ヒビ	オレ (174°)		5	7.3		
10% 圧延	タテ	0.95	—	良	ヒビ	オレ (155°)		9	11.5		
	ヨコ	"	—	良	オレ (177°)		7	11.4			
15% 圧延	タテ	0.90	良	オレ (60°)	—	—	—	1	3.5		
	ヨコ	"	良	良	オレ (172°)	—	—	<1	5.5		
20% 圧延	タテ	0.85	オレ (44°)	—	—	—	—	9	9.5		
	ヨコ	"	オレ (115°)	—	—	—	—	7	11.5		

然るに繰返屈曲試験に於ては、加工度の進むに従つて、タテ方向は急激に低下し、ヨコ方向の方が明瞭に加工性が良い事がわかる。

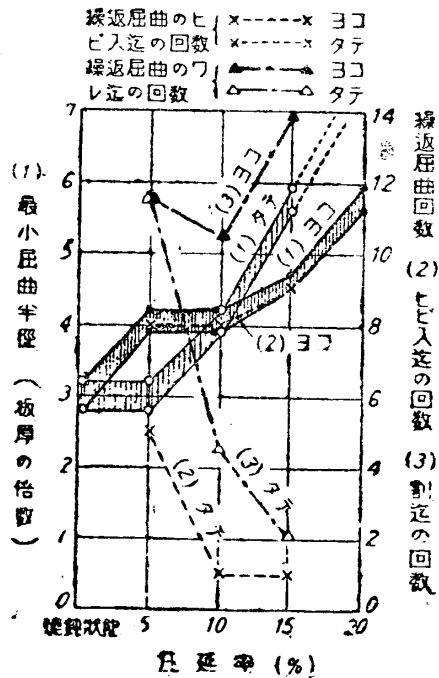
180° 折曲試験と繰返屈曲試験による結果とは反対の傾向である。これは両試験による破壊が全然別なものではなからうか。

板の方向性を吟味する試験方法としては、繰返屈曲試験の方が敏感の様であるが、然し 180° 折曲試験の方が實際的と思はれるので、以下の加工性に関する実験に對しては、180° 折曲試験を行ふ事とした。

II-2 折曲加工性と機械的性質に及ぶ成分の影響

(1) 高純 Mg の影響

高純 Mg は理研金属から入手したもので、その分析結果は第 11 表に示す。本地金は樹状晶の集合した塊で、電気爐で熔解する時は表面積の多い關係で甚しく酸化される。



第 50 圖 加工性に對する圧延率の影響

第 11 表 純 Mg 及高純 Mg 板の分析値と機械的性質

No.		不 純 物 Fe %	Si %	板 厚 mm	方 向	抗 張 力 kg/mm ²	伸 %	硬 度 ビツカース
	高純 Mg 地金	0.0024	0.0199	—	—	—	—	—
130	" 板	0.017	0.0203	1	タ テ ヨ コ	18.8 18.9 20.1 20.3	12 12 10 10	30.9
131	" "	0.014	(0.0368)	1	タ テ ヨ コ	20.4 20.6 20.3 20.4	10 10 9.4 9	29.7
平均		0.016	0.020 (0.033)		タ テ ヨ コ	19.7 20.3	11 9.5	30.3
	普通純 Mg 地金	0.0138	0.0477	—	—	—	—	—
132	" 板	0.014	0.0343	1	タ テ ヨ コ	20.4 20.5 20.6 20.2	12 10 12.4 10	31.6
133	" "	0.063	0.0372	1	タ テ ヨ コ	18.7 18.7 20.4 20.4	10 10 10.5 12	31.2
平均		0.039	0.036	1	タ テ ヨ コ	19.6 20.4	10.5 11.5	31.4

CZM に対する高純 Mg の影響を見るに先立つて、先づ同条件で圧延した高純 Mg 板と普通 Mg 板とを比較すれば、第 11 表の如く Fe 含有量の少い高純 Mg もルツボから来る Fe の影響が表はれてゐる。機械的性質に於ては抗張力は同等であるが、伸及硬度は普通 Mg 板の方がやゝ大である。不純物が結晶粒の微細化に役立つてゐるのであらう。

折曲加工性は第 12 表に掲げる如く、1 mm 厚板に對する最小屈曲半径は先づ 5 倍～ 4 倍

第 12 表 高純 Mg 及純 Mg 板の折曲げ試験

No.		板 厚 mm	方 向	屈 曲 半 径 (t=板厚)				
				5t	4t	3.5t	3t	2.5t
130	高 純 Mg 板	1	タ テ ヨ コ	良 良	良 良	— ヒ ビ	ヒ ビ オ (147°)	オ レ (131°)
131	"	1	タ テ ヨ コ	良 良	良 ヒ ビ	ヒ ビ オ (128°)	オ (150°)	
132	純 Mg 板	1	タ テ ヨ コ	良 良	良 ヒ ビ	ヒ ビ オ (130°)	オ (144°)	
133	"	1	タ テ ヨ コ	良 良	良 ヒ ビ	ヒ ビ オ (153°)	オ (143°)	

(1) 研究報告第 148 號

である。

No. 130 のタテ方向は 3.5 倍となり、優良であるが、高純 Mg と普通 Mg とを比較した場合は、その性質は同等と云ふ可きであらう。

CZM 板に高純 Mg を使用するには鹽化マンガン法によつて、Mn-Mg 母合金を製造し、然る後、CZM を熔製した。何れの場合も、全て軟鋼ルツボを使用してゐる。壓延法は、熱間壓延温度 400°C、冷間壓延率 10% 宛、中間焼鈍温度 300°C を採用した。斯くて得られた板の分析値、機械的性質及折曲加工性を第 13 表及第 14 表に示す。

第 13 表 CZM 板の機械的性質に対する高純 Mg の影響

No.	Mn %	Fe %	Si %	方 向	抗張力 (kg/mm ²)		伸 (%)		ビツカース 硬 度
					10 % 冷間壓延	300°C 焼 鈍	10 % 冷間壓延	300°C 焼 鈍	
135	0.69	0.017	0.019	タ テ	26.0	22.9	8.4	20	58.3
					25.9	22.8	8.4	24	
				ヨ コ	26.5	23.0	12	23	43.6
					26.4	23.2	14	21	
134	0.93	0.018	—	タ テ	26.2	23.2	7.2	20	59.8
					26.4	23.1	7	20	
				ヨ コ	27.1	23.3	10	18	44.8
					27.3	23.3	10	19	
136	1.02	0.041	0.018	タ テ	26.9	23.2	5	22	61.3
					27.0	23.3	8	22	
				ヨ コ	28.0	23.8	12	22	46.4
					28.1	23.8	12.5	22	

第 14 表 CZM 板の加工性に対する高純 Mg の影響

No.	状 態 1 mm 厚	方 向	4t	3.5t	3t	2.5t	2t
135	300°C 焼鈍	タ テ	良	良	良	ヒ ビ	—
		ヨ コ	良	良	良	オ (162°)	レ —
134	"	タ テ	良	良	良	ヒ ビ	—
		ヨ コ	良	良	ヒ ビ	オ (140°)	レ —
136	"	タ テ	良	良	良	ヒ ビ	オ (157°)
		ヨ コ	良	良	良	オ (159°)	レ —

本結果によれば、Fe は 0.017~0.041% とやゝ増加を來す場合もあるが、Si は平均 0.0186% で地金に對し増加はない。抗張力、伸、硬度は何れも、普通 Mg 地金を使用した場合よりも、やゝ低位である。折曲加工性に對しては、最小屈曲半径は 3 倍で、普通 Mg を使用した場合と大差がない。従つて CZM に對し、この程度の高純 Mg 地金を利用し、普通の熔解を行ふ事は別に折曲加工性を良好とするものではない。

(2) Cd, Zn の影響

CZM に對する Cd, Zn 量の變化と折曲加工性の影響は第 15 表に示す如く、Cd 1% ($C_1Z_1M_1$) の場合は最小屈曲半径が板厚の 5 倍であるが、Cd 3% ($C_3Z_1M_1$) の時は急激に 3~2.5 倍になつてゐる。

又 Zn 0% ($C_3Z_0M_1$) の場合は 5 倍であるのが、Zn 0.5% ($C_3Z_{0.5}M_1$) で 3.7~3.8 倍、Zn

第 15 表 CZM 板の成分變化とその折曲試験, (t =板厚)

No.	成分	方向	板厚 mm	4.9~ 5t	4.3~ 4.4t	3.7~ 3.8t	3.1~ 3.2t	2.5t	1.9t	抗張力 kg/mm ²	伸 %	分 析 値 %
51	C ₀ Z ₁ M ₁	タテ ヨコ	0.80	良 良	良 オレ (142°)	ヒ オレ (145°)	ビ オレ (118°)	ビ オレ (122°)		20.2	10	Cd Zn Mn 痕跡 0.911
52	C ₃ Z ₁ M ₁	タテ ヨコ	0.81					良 良	オレ (161°) オレ (161°)	23.0	20	
53	C ₅ Z ₁ M ₁	タテ ヨコ	0.81				良 良	ヒ 良	オレ (158°) オレ (154°)	23.1	18	
54	C ₇ Z ₁ M ₁	タテ ヨコ	0.79				良 良	ヒ オレ (154°)	オレ (152°)	22.0	21	
55	C ₃ Z ₀ M ₁	タテ ヨコ	0.82	良 良	良 ヒ	ヒ ヒ	ビ オレ (149°) オレ (135°)	オレ (130°)		21.1	12	Cd Zn Mn 2.76 痕跡 0.995
56	C ₃ Z _{0.5} M ₁	タテ ヨコ	0.80			良 良	ヒ ヒ	ビ オレ (137°) オレ (156°)		20.9	13	
57	C ₃ Z ₁ M ₁	タテ ヨコ	0.82				良 良	良 ヒ	オレ (152°) オレ (164°)	23.1 22.2	12 15	
58	C ₃ Z _{1.5} M ₁	タテ ヨコ	0.83 0.81				良 良	ヒ ヒ	オレ (159°) オレ (164°)	23.0 23.2	21 14	
59	C ₃ Z ₂ M ₁	タテ ヨコ	0.81				良 良	ヒ ヒ	オレ (155°) オレ (148°)	23.6	21	
60	C ₃ Z ₃ M ₁	タテ ヨコ					良 良	良 ヒ	オレ (164°) オレ (153°)	24.2	12	

註 成分に於て C=Cd, Z=Zn, M=Mn, 指数は各成分の % を意味する。

1% (C₅Z₁M₁) で 3~2.5 倍となつてゐる。如斯、少量の成分變化で急激に優秀となる理由に就ては結晶粒の微細化に關係するものと推測され、この微細化は何に由來するかは、次の 2 項と推測される。第 1 は成分による結晶粒の微細化と、第 2 は本試験に採用した壓延條件 (熱間 400°C で 1.1 mm 打切, 冷間 10% 宛, 中間焼鈍 1 時間 300°C) が, No. 51, No. 55, No. 56 等の急激な軟化を終る温度に無關心であつた事の二つであらう。

(3) Mn の影響

Mn の含有量が CZM 板の折曲工性及機械的性質に及ぶ影響を試験した。壓延條件は熱間壓延温度 400°C, 冷間壓延率 10% 宛中間焼鈍温度 300°C を採用した。

本試験の結果は第 16 表に示す如く, Mn 量が 1% 迄は最小屈曲半径は板厚の 3 倍で, 折曲加工性に變化はないが, 約 1.5% となると 3.5 倍, 2% 以上は 4 倍となつて, Mn 量の増

第16表 CZM板の折曲試験に対するMn%の影響

番 號	Mn %	方 向	屈曲半徑 (t=板厚=1 mm)						抗張力 kg/mm ²	伸 %
			5t	4t	3.5t	3t	2.5t	2t		
141	痕跡	タテ			良	良	ヒビ	オレ (174°)	20.7	14
"	"	ヨコ			良	良	ヒビ	オレ (172°)	20.9	11
165	"	タテ			良	良	オレ (167°)		21.2	13
"	"	ヨコ			良	ヒビ	オレ (118°)		21.5	11
161	0.45	タテ				良	ヒビ	オレ (170°)	22.9	16
"	"	ヨコ				良	ヒビ	オレ (173°)	23.1	18
154	0.62	タテ				良	ヒビ	オレ (160°)	23.0	14
"	"	ヨコ				良	ヒビ	オレ (167°)	22.8	11
155	0.63	タテ				良	オレ (170°)	—	22.5	11
"	"	ヨコ				良	ヒビ	オレ (167°)	22.8	12
142	1.06	タテ				良	ヒビ	オレ (167°)		
"	"	ヨコ				良	ヒビ	オレ (171°)		
143	1.05	タテ				良	ヒビ	オレ (170°)	23.3	16
"	"	ヨコ				良	ヒビ	オレ (167°)	24.0	17
158	1.04	タテ				良	オレ (169°)		23.4	14
"	"	ヨコ				良	オレ (165°)		23.9	12
153	1.26	タテ				良	ヒビ	オレ (169°)	23.5	11
"	"	ヨコ				良	ヒビ	オレ (164°)	24.1	10
145	1.39	タテ			良	ヒビ	オレ (170°)			
"	"	ヨコ			良	ヒビ	オレ (164°)			
144	1.49	タテ			良	良	ヒビ	オレ (167°)		
"	"	ヨコ			良	ヒビ	オレ (162°)			
151	1.51	タテ			良	ヒビ	オレ (169°)		23.7	10
"	"	ヨコ			良	良	ヒビ	オレ (165°)	24.2	11
137	1.99	タテ	良	良	ヒビ	オレ (173°)			23.2	17
"	"	ヨコ	良	ヒビ	オレ (167°)				24.6	17
138	2.19	タテ		良	良	良	オレ (169°)		23.5	19
"	"	ヨコ		良	ヒビ	オレ (163°)			24.5	21
139	2.45	タテ		良	ヒビ	オレ (154°)			24.5	17
"	"	ヨコ		良	オレ (160°)				25.4	16

加と共に加工性は悪くなる。又同時に抗張力、硬度の増加を示す。

但し、本試験に採用した圧延条件は Mn 1% 附近のものに適する条件であるから、Mn 0% 或は Mn 2% の板に対しては、必ずしも適してゐるとは思はれない。従つて、Mn 0% のもの、或は Mn 2% 等のものは圧延条件を變化する事によつて、より良い性質を示して來ると思はれるから、嚴密に云へば、この實驗丈では Mn の影響は不明である。この點は更に實驗を進める豫定である。

II-3 折曲加工性と板厚

半工業的に試作した CZM 板で機械的性質としては略ぼ同様であるが、板厚が異なる場合に、最小折曲半徑を比較した。その結果は第 17 表の如く板厚 2mm~1mm の間では大體、板厚の 3.3~3.5 倍を示すが、0.8mm~0.56mm の板厚の場合は板厚の 2.9~3.1 倍となる。即ち、薄板の方が折曲半徑はやゝ小となし得る。

第 17 表 CZM 板の加工性に対する板厚の影響 (t=板厚)

No.	板厚 mm	方 向	4t	3.3~3.5t	2.9~3.1t	2.5t	1.6~2.0t	抗張力 kg/mm ²	伸 %
13	2	タテ	良	良	—	オ ^レ (154°)		23.3	23
"	"	ヨコ	良	良	—	オ ^レ (160°)		23.5	25
31	1.2	ヨコ		良	ヒビ	オ ^レ (175°)		23.7	23.8
34	"			良	ヒビ	オ ^レ (146°)		24.4	23.8
20	1	タテ	良	ヒビ		オ ^レ (158°)		23.1	16
"	"	ヨコ	良	良		ヒビ		23.7	18
26	"	ヨコ	良	良	良 ^レ オ ^レ (157°)	ヒビ	オ ^レ (167°)	24.6	18.4
27	"	ヨコ	良	ヒビ		ヒビ	オ ^レ (167°)		
40	"	ヨコ	良	良	良	ヒビ	オ ^レ (167°)		
41	"	ヨコ	良	良	良	ヒビ	オ ^レ (167°)	24.7	21.8
29	"	ヨコ	良	良	ヒビ	オ ^レ (158°)	オ ^レ (173°)		
17	0.80	ヨコ	良	良	良	ヒビ	オ ^レ (165°)	24.0	23.2
19	"	ヨコ	良	良	良	ヒビ	オ ^レ (166°)	24.8	22.4
7B	0.62	タテ	良	良	—	ヒビ	オ ^レ (160°)	23.3	12
"		ヨコ	良	良	—	ヒビ	オ ^レ (152°)	23.4	13
25	0.60	ヨコ		良	—	ヒビ	オ ^レ (156°)	23.5	16
45	"	ヨコ		良	—	良	オ ^レ (167°)		
44	"	ヨコ		良	—	ヒビ	オ ^レ (167°)	24.8	23.8
7A	0.56	タテ		良	—	良	オ ^レ (161°)	23.5	23.8
"	"	ヨコ		良	—	ヒビ	オ ^レ (167°)	23.4	"

II-4 折曲加工性と焼鈍温度

CZM の 1mm 板を 10% 冷間壓延し、100~400°C に焼鈍して、その時の最小型屈曲半

径と抗張力、伸、硬度とを測定した。

既述の第9表或は第49圖に於ても見られる如く、加工状態では最小折曲半径は板厚の

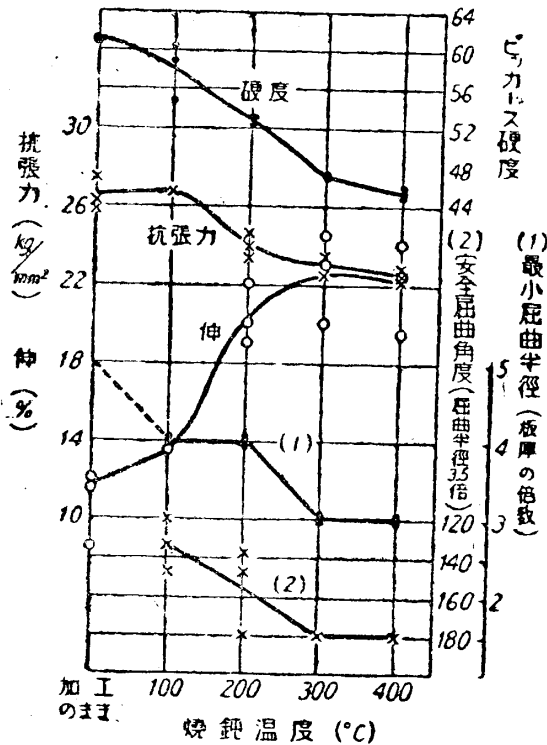
第18表 加工性に及ぶ焼鈍温度の影響

板番號	焼鈍温度	板厚	方向	(t=板厚) 屈曲半径				機械的性質		
				4t	3.5t	3t	2.5t	抗張力 kg/mm ²	伸 %	硬 度 ビツカース
91	加工状態	1mm	タテ	オレ (85°)				(No. 92) (27.4)	(8.5)	(61.0)
94	"	"	"	オレ (108°)				(No. 93) (26.2)	(12)	61.0
96	"	"	"	オレ (102°)				25.8	11.5	60.7
91	100°C 1時間	"	"	良	オレ (120°)	オレ (90°)		—	—	(60.3)
94	"	"	"	良	オレ (148°)	—		—	—	54.9 (No. 95)
96	"	"	"	良	オレ (134°)	オレ (100°)		26.7	13.5	(58.8)
91	200°C 1時間	"	"	良	ヒビ	—		24.6	20	52.3
94	"	"	"	良	オレ (148°)	—		23.9	19	53.1
96	"	"	"	良	オレ (138°)	—		23.4	22	53.1
91	300°C 1時間	"	"			良	—	23.4	24.5	47.0
94	"	"	"	良	ヒビ	オレ (142°)		23.0	23	47.3
96	"	"	"		良	ヒビ		22.4	20	46.8
91	400°C 1時間	"	"			良	ヒビ	22.5	19.5	44.8
94	"	"	"			良	ヒビ	22.7	24	45.4
96	"	"	"			良	ヒビ	22.2	22.5	46.0

() 内は同一成分で、同時に壓延した板であるが板番號が違ふもの

第19表 特殊加工法を施した板の折曲試験

No.	状 態	方 向	板 厚 mm	屈 曲 半 徑 (t=板厚)				抗張力 kg/mm ²	伸 %
				2.9t	2.3~ 2.4t	1.8~ 1.7t	1.25t		
14	20%上壓延後 300°C-1時間焼鈍	タテ	0.86	良	良	オレ (174°)	—	23.6	26
		ヨコ	0.87	良	良	オレ (176°)	—	24.4	28
"	同上後 350°C-1時間	タテ	0.86	良	良	オレ (168°)		23.6	27
		ヨコ	"	良	良	オレ (166°)		24.1	30
				3.1t	2.5t	1.9t	1.25t		
"	25%上壓延後 300°C-1時間焼鈍	タテ	0.80	良	良	ヒビ	オレ (158°)	23.9	26.5
		ヨコ	"	良	良	オレ (171°)	—	24.6	29.5
"	同上後 350°C-1時間焼鈍	タテ	"	良	良	ヒビ	オレ (173°)	24.0	26
		ヨコ	"	良	良	オレ (167°)	—	24.3	27.5



第 51 圖 焼鈍温度の變化に伴ふ、180° 屈曲試験及機械的性質の比較

5.5 倍であるが、100°C 1 時間の焼鈍に依り 4.4 倍と既に回復を示し、150°C では 3.9 倍、200°C では 3.3 倍、250°C 以上では 2.8 倍も可能となる。

又、機械的性質との變化を比較すれば、第 18 表或は第 51 圖の如く、300° 以上に於る充分なる伸の回復と平行して最小屈曲半径も最小値を示す。

焼鈍時間の影響は第 9 表或は第 49 圖に示す如く、100°C 焼鈍に於て 1 時間では 4.4 倍が、5 時間では 3.9 倍となり、150°C では 1 時間でも 5 時間でも 3.3 倍であるが 2.8 倍に對する折曲げ可能の角度は 10° 程 5 時間の方が餘分に折曲げ得る。200° 以上の焼鈍に於ては、最小屈曲半径は同じであるが、半径 2.2 倍の時の折曲可能角度は 5 時間の方が優れて来る。

要するに焼鈍時間の影響は 200°C 以下の場合は多少差異があるが、250°C 以上の

場合には殆どない。

II-5 伸優秀板の折曲加工に對する確性

前章に於て得られた伸 30% 程度を示す板に對する 180° 折曲試験の結果を第 19 表に示す。この結果からして、かかる板の最小屈曲半径は板厚の 2.5 倍にとり得て折曲加工性は頗る優秀である事が確められた。

然し、第 19 表によつても示される如く、伸の大なるものは優秀であると考へるが、必ずしもこれは一般的に斷定出來ない様である。

第 17 表、第 15 表等に於て見られる、伸 14~15% のものも、20% 以上のものも同程度の最小屈曲半径を有して來る場合もあるのである。

伸と折曲試験との關係は同一成分の合金に於ては、結晶粒度が細かく揃つてゐる場合は、伸の値が大であり（この推測は第 1 章で記した如くである）、同時に如斯場合は最小屈曲半径も小であつても良い。

然し、若し不揃の結晶粒が試験片中に散在して居る場合には、この部分の影響から伸の値が小となる機会が多いと云ふ事は考へられる。この考からすれば、伸の値は試験片中に不揃の結晶粒が含有される確立を示す事になる。折曲試験に關與する板面積は、伸測定に關與する板面積より甚しく狭いのであるから、不揃の結晶粒の含有される確立は極めて尠く、従つて折曲試験は伸測定の場合よりも、上述の確立を示す精確さが足りない。この結果伸は違つても最小屈曲半径には大差がないのであらう。

要するに結晶粒度が格別違ふ板を比較する時は伸も違ふが、同時に屈曲半径も明瞭に相違

する。粒度が大體等しく、その不揃ひ部分が多い様な板を比較する場合には、伸は違ふが屈曲半徑は餘り相違しないのであらう。

第 III 章 CZM 板の耐蝕性

III-1. 仕上酸洗法と重クロム酸防錆法

前報告に記した如く、何れの成分の Mg 合金板も、壓延のまゝの表面状況では甚しく、耐蝕性が阻害される。仕上方法としては金刷毛で磨くなり、酸洗を充分行はねばならない。

CZM 板の仕上酸洗液に一般の Mg 合金板の如く硝酸を使用すれば、表面が黒化するから、クロム酸及硝酸の混合液を撰ぶ必要がある。兩酸の濃度に依つては、イーゲー防蝕液と重なるから、第 52 圖の如き、酸洗良の範圍を撰擇する。

又、本合金に重クロム酸防蝕處理（イーゲー法）を行ふ場合は、施行方法によつて効果を異にする。處理液の濃度は、第 52 圖の如く、 HNO_3 13~18%，重クロム酸ソーダ 15~20% が適當の様である。

III-2. 腐蝕による機械的性質の低下

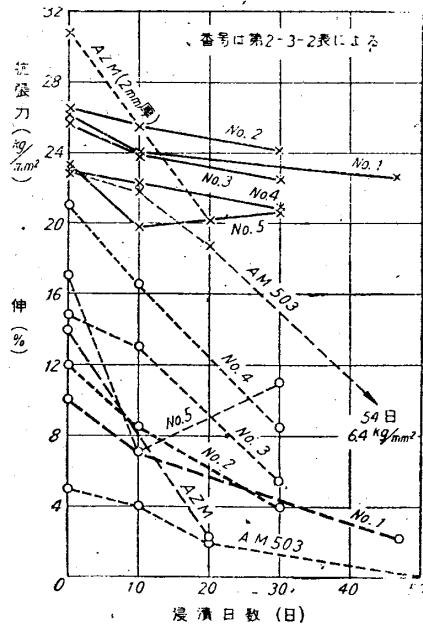
CZM 板の腐蝕による機械的性質の低下に就き各種の腐蝕試験方法に對する實驗結果をこゝに示す。

$\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ % HNO_3 %	2	3	4	8	10	15	20	26
0.6	酸洗良	—	—	—	—	—	—	—
1.2	酸洗良	—	—	—	—	—	—	—
1.7	全上	酸洗良	酸洗良	—	—	—	—	—
2.3	酸洗不良	全上	—	—	—	—	—	—
2.9	IG. 良	IG. 良	酸洗良	酸洗良	—	—	—	—
3.5	IG. 良	IG. 良	—	—	—	—	—	—
4.1	IG. 良	IG. 良	—	—	—	—	—	—
4.7	IG. 良	IG. 良	IG. 良	酸洗良	酸洗良	酸洗良	—	—
5.2	—	IG. 良	IG. 良	全上	—	—	—	—
5.8	—	全上	全上	全上	酸洗良	酸洗良	酸洗良	—
6.4	—	—	IG. 良	IG. 良	—	—	—	—
6.9	—	—	IG. 良	全上	酸洗良	—	—	—
7.6	—	—	—	IG. 良	—	—	—	—
8.1	—	—	—	全上	酸洗良	酸洗良	酸洗良	酸洗良
8.7	—	—	—	全上	—	—	—	—
9.3	—	—	—	—	IG. 良	IG. 良	—	—
10.0	—	—	—	—	全上	—	—	—
10.5	—	—	—	—	全上	IG. 良	IG. 良	IG. 良
11.0	—	—	—	—	—	—	—	—
11.6	—	—	—	—	IG. 良	IG. 良	—	—
12.7	—	—	—	—	全上	全上	IG. 良	IG. 良
13.9	—	—	—	—	IG. 良	IG. 良	—	—
15.1	—	—	—	—	—	—	IG. 良	IG. 良
16.2	—	—	—	—	—	IG. 良	—	—
17.4	—	—	—	—	—	—	IG. 良	IG. 良
18.5	—	—	—	—	—	IG. 良	—	—
22.0	—	—	—	—	—	—	IG. 良	IG. 良

第 52 圖 CZM 板の酸洗液とイーゲー處理液

(1) 浸漬試験

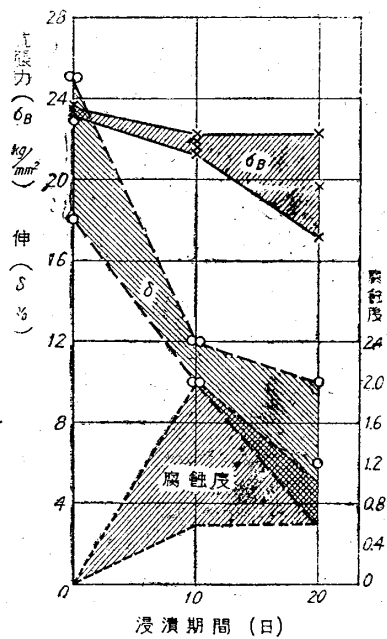
硬質、半硬質、軟質各種の CZM 板と他の Mg 合金板との腐蝕試験結果を第 20 表或は第 53 圖に示す。抗張試験片に仕上げ、イーゲー處理を行つ



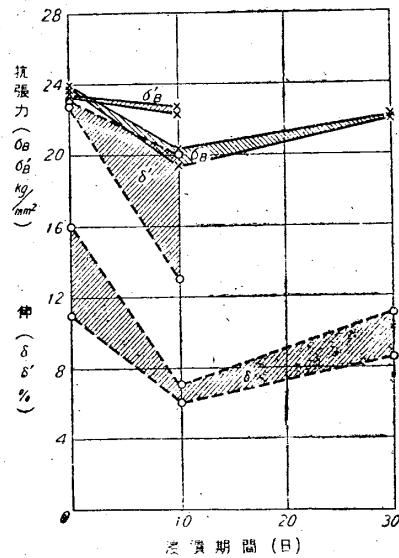
第 53 圖 3% 食鹽水中の浸漬による機械的性質の低下

第 20 表 CZM 板 (1 mm 厚タテ) の半硬質及各温度焼鈍板の腐蝕による機械的性質の低下

No.	状 態	機 械 的 性 質	3 % 食 鹽 水 中 浸 漬 日 數			低 下 率		
			0 日	10 日	30 日	10 日 後	30 日 後	
1	半 硬 質	抗張力 kg/mm^2	26.2	24.1	22.7	8%	6.9%	
		耐 力 "	—	—	—			
		伸 %	10	7	2.3			
2	100°C-1 時 焼鈍	抗張力 kg/mm^2	26.5	25.5	24.2	3.8%	8.7%	
		耐 力 "	19.3	—	—			
		伸 %	12	8.5	4			
3	200°C-1 時 焼鈍	抗張力 kg/mm^2	25.6	24.0	22.6	6.2%	11.7%	
		耐 力 "	15.5	—	—			
		伸 %	14.8	13	5			
4	300°C-2 時 焼鈍	抗張力 kg/mm^2	23.0	22.3	20.9	3.0%	9.1%	
		耐 力 "	11.2	—	—			
		伸 %	21	16.5	8.5			
5	400°C-2 時 焼鈍	抗張力 kg/mm^2	23.3	19.8	20.8	—	10.7%	
		耐 力 "	10.6	—	—			
		伸 %	17	7	11			
AM 503 (1 mm 板)		抗張力 kg/mm^2	23.0	22.3	(20日) 18.8	(54日) 6.4	3%	(20日後) 18 %
		伸 %	5	4	2	0		
AZM (2 mm 板)		抗張力 kg/mm^2	30.9		20.2			35 %
		伸 %	14		2.2			84 %
超デュラルミン (1mm 板)		抗張力 kg/mm^2	47.5		40.2	(45日) 44.1		7.2%
		伸 %	17.2		4.6	6		65 %



第 54 圖 同前 (板厚の影響)
CZM No. 157.0.7 mm 板



第 55 圖 No. 156. 1 mm 板 (σ_B, δ)
CZM No. YA. 1.5mm 板 (σ_B, δ')

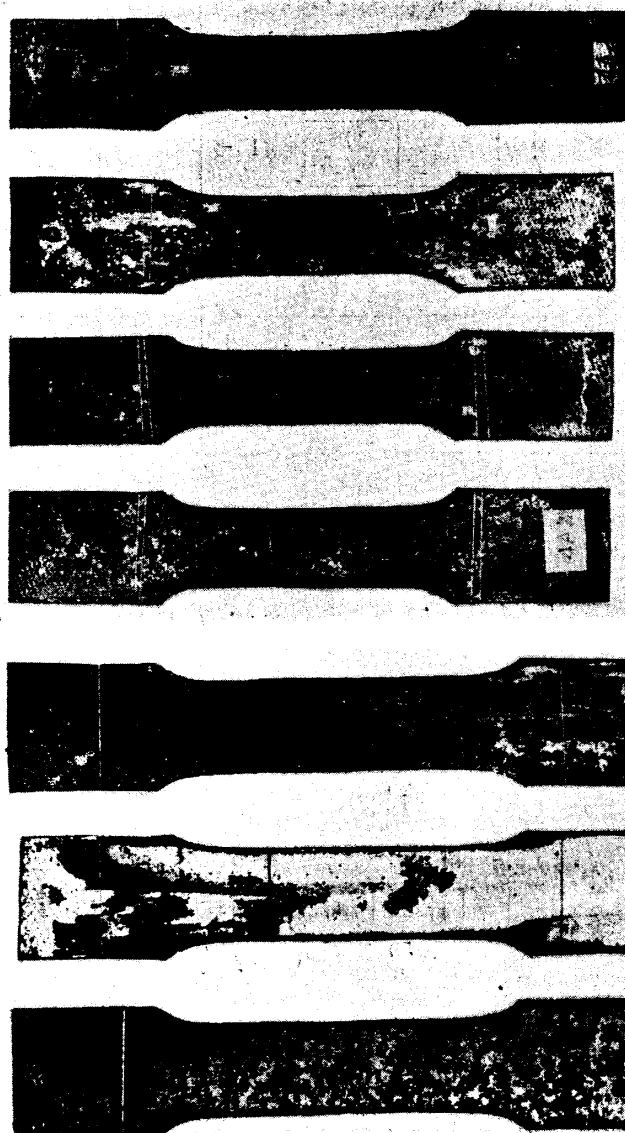
て後、3%食鹽水に浸漬する試験では、AM503、AZM、より低下率は少なく、超デュラルミンと同等である。但し、超デュラルミンの腐蝕は横側から深く穿孔腐蝕が行はれた。試験後の試験片を写真第 10~13 に掲ぐ。

CZM 板の腐蝕による抗張力の低下に比して、伸の低下が大であるから、板厚の影響を試験した。第 21 表或は第 54 圖及第 55 圖に示す如く、板厚の厚い方がやゝ低下率が少くなる。試験片は表面が多少おかされて後、腐蝕進行が停止するのであるから、この結果は當然である。

(2) 下半浸漬試験

空気と接觸する水平線上に於て、屢々特別な腐蝕が行はれるから試験した。抗張試験片(J.

写真 第 10 腐蝕試験後の CZM 板



(1) 4 mm 板

10 日後 $\left(\begin{array}{l} 25.8 \text{ kg/mm}^2 \\ 11.6 \% \end{array} \right)$

24 日後 $\left(\begin{array}{l} 25.8 \text{ kg/mm}^2 \\ 7 \% \end{array} \right)$

40 日後 $\left(\begin{array}{l} 25.9 \text{ kg/mm}^2 \\ 8 \% \end{array} \right)$

90 日後 $\left(\begin{array}{l} 25.5 \text{ kg/mm}^2 \\ 6 \% \end{array} \right)$

(2) 1 mm 板 $\left(\begin{array}{l} 29.1 \text{ kg/mm}^2 \\ 6 \% \end{array} \right)$

14 日後 $\left(\begin{array}{l} 27.9 \text{ kg/mm}^2 \\ 4 \% \end{array} \right)$

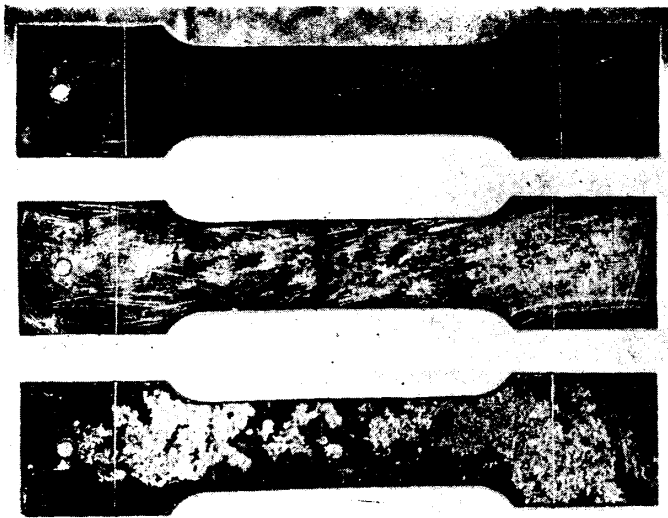
45 日後 $\left(\begin{array}{l} 27.9 \text{ kg/mm}^2 \\ 8 \% \end{array} \right)$

90 日後 $\left(\begin{array}{l} 23.4 \text{ kg/mm}^2 \\ 1 \% \end{array} \right)$

第 21 表 板厚の相違と耐蝕強度

No.	板厚 mm		浸 漬 期 間				低 下 率 %		
			0 日	10 日	20 日	30 日	10 日	20 日	30 日
157 A ₁ ~A ₅ B ₁ ~B ₅	0.7	抗張力 kg/mm ²	23.5	21.8	22.3		6.9	15.8	
			23.4	21.3	19.6				
			23.5	21.7	17.1				
			23.1	22.2	—				
		伸 %	23	10	10		52.2	70	
			18	10	6				
25	12		3						
25	12		—						
腐蝕度 mgr/cm ²	—	-1.2	-1.0						
		-1.1	-0.9						
		-2.0	-0.6						
		-0.6	—						
156	1.0	抗張力 kg/mm ²	23.9	19.4		22.2			7.1
			23.8	20.3		22.1			
		伸 %	11	6		11	16.8		27.4
					8.5				
		腐蝕度 mgr/cm ²		0.7		0.3	51.8		
				0.7		0			
Y A	1.5	抗張力 kg/cm ²	23.5	22.6					
				22.3					
		伸 %	23	13			43		
				20					
		蝕腐度 mgr/cm		0.29			28.3		
				0.10					

写真第 11 腐蝕試験後の AM 503 板

1 mm 板 (23.0 kg/mm²)
5 %10 日後 (22.3 kg/mm²)
4 %20 日後 (18.8 kg/mm²)
2 %59 日後 (12.2 kg/mm²)
0.7 %

寫眞第 12 腐蝕試験後の AZM



2 mm 板 (30.9 kg/mm²
14 %)

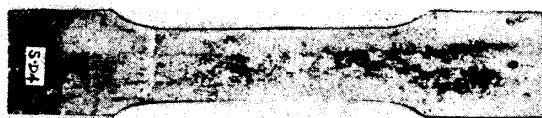
20 日後 (20.2 kg/mm²
2.2 %)

寫眞第 13 腐蝕試験後の SDH



1 mm 板 (47.5 kg/mm²
17.2 %)

20 日後 (40.2 kg/mm²
46 %)



45 日後 (44.1 kg/mm²
6 %)

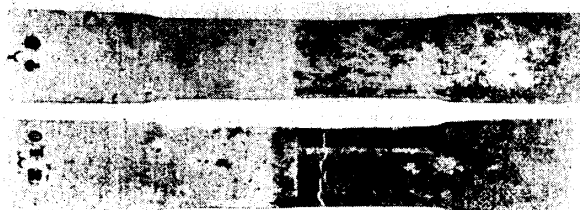
E. S. 5 號)をイーゲー法後, 3%食鹽水槽中に, 浮した木枠から吊したから, 常に水平線は試験片の中央に来る様にしてある. 試験結果は第 22 表或は第 56 圖の如く, 第 21 表 No. YA と比較して大差ない. 又観察によつても, 水平線のみが甚しく腐蝕せられる傾向はない.

寫眞第 14 に試験後の試料を示す.

第 22 表 下半浸漬試験及乾潤試験 (3%食鹽水)

板 番號	1.5 mm 厚 CZM (I. G. 處理)	試 驗 期 間			低 下 率 %	
		0 日	10 日	20 日	10 日	20 日
下半浸漬試験 Y A	抗 張 力 kg/mm ²	23.5 24.1	22.9 23.9	22.2 22.9	2.6 0.8	5.6 5.0
	伸 %	23 23.5	16 17	12 11	30 28	47 53
	腐 蝕 度 mgr/cm ²	—	-8.6 -7.6	0.4 0.3	—	—
乾潤試験 Y A	抗 張 力 kg/mm ²	23.5	20.6 22.4	15.7 21.7	12.4 4.7	31.9 7.7
	伸 %	23	7 13	0 6	68 22.6	100 72.3
	腐 蝕 度 mgr/cm ²	—	1.3 1.7	2.8 2.3	—	—

寫眞第 14. 下半浸漬試験後の CZM (上 10 日後, 下 20 日後)



(3) 乾潤試験

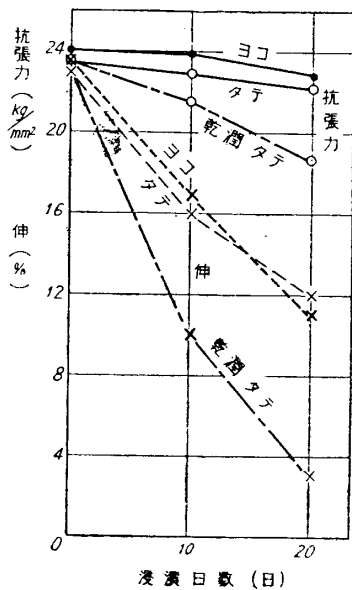
抗張試験片 (J. E. S. 5 號) をイーゲー防錆處理後, 乾潤試験を行つた結果を第 22 表或は第 56 圖に示す. 本試験に於ける腐蝕が他の試験に比して一番大である.

又, 腐蝕成生物の附着が多い爲, 腐蝕重量は増加を示してゐる.

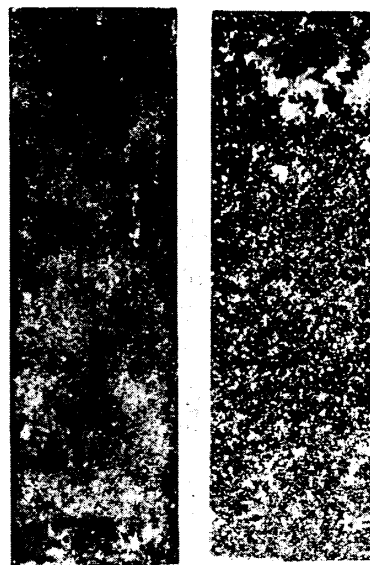
以上の腐蝕試験の結果, CZM 板の耐蝕性は鑄物の場合と遜色のない事を知つた.

第 IV 章 其他のマグネ合金板 (AM 537) との比較試験

獨逸に於て, 冷間加工性の良いマグネ合金板として, AM 537 が發明せられてゐるが, こ



第 56 圖 下半浸漬試験及乾潤試験による機械的性質の低下



寫眞第 15 耐蝕性比較後の CZM (左) と AM 537 (右)

の合金と, 本研究によつて得られた CZM 板との耐蝕性を比較すれば, 第 23 表及寫眞第 15 の如く, 3% 食鹽水の浸漬試験では 10 日間位迄は大差ないが, その後は, CZM 板の方が優れてゐる事が解つた.

尙, 冷間加工性に對しては, AM 537 を充分入手し得なかつたから, 参考とする程度の比較表を第 24 表に示すが, その性能は同等以上たり得ると思はれる.

之の比較試験の結果, CZM 板は充分所期の目的に適つた板たる事を示した.

第 23 表 CZM と AM 537 との耐蝕性比較 (3% 食鹽水)

	浸 漬 試 験		乾 潤 試 験		順位
	8 日後	18 日後	8 日後	18 日後	
AM 537 (イーゲー處理)	0 mgr/cm ²	-2.31 "	0 "	+0.48 "	可良
CZM (イーゲー處理)	-0.19 "	+0.39 "	0 "	+0.24 "	良

(腐蝕生成膜によつて重量の増加を認む. この膜による防蝕力甚だ大なり.)

第 24 表 CZM と AM 537 との機械的性質及加工性の比較

	耐 力 抗 張 力 伸 絞 硬 度					180° 折 曲 半 徑		
	(0.2%)	kg/mm ²	%	%	V.H.N.	3 mm	3.5 mm	4 mm
AM 537 (1.02 mm 厚)	—	—	—	—	49	折レ	折レ	良
納入状態	—	—	—	—	—	折レ	折レ	良
同 上	—	24.3	18	31	47	ヒビ	良	—
300° C1 時間焼鈍								
CZM 焼 鈍 板	13~14	23~25	23~30	23~30	40~47	180° 折曲最小屈曲半徑 板厚の 2.5~3.5 倍		
AM 537 (Beck: Mg.S. Legier.)	19~21	25~27	18~24		50~64	90° 曲げ最小屈曲半徑 板厚の 3 倍		

總 括

第 4 編は冷間に於て加工性良く、耐蝕性も優れたマグネ合金板の製法を目的として研究を行つた。

耐蝕性の優秀なものをしては既報の如く、CZM を用ふれば、かなり満足し得られるはずである。

製板条件としては

(1) 熱間圧延温度を 350~400°C に撰擇す可きである。この条件は、高温硬度及鍛壓性、高温に於る伸の測定から、粘性が大である事並に、高温變形の時の歪の残量及結晶粒の不揃の測定から、圧延中の疵の發生が起り難い事が考へられ、熱間圧延温度として妥當性が考へられた。

(2) 冷間圧延条件としては、中間焼鈍温度を 300~350°C にとり、圧延率は圧延せらる可き板の性質に應じて、次第に多く行ひ、之れによつて出来る丈、結晶を微細化せしめ、壓延と焼鈍とを繰返す事に依つて、結晶粒の大きさを細かく揃へる可きである事を主張した。勿も圧延率並に繰返しの數値は、圧延機の性能と板厚との關係によつて、適當に決定せらる可きである。

(3) 特殊寸法の板になるが、最後の冷間圧延方向をそれ迄の方向に對し直角に行へば、より結晶を微細化し得られる事を知り得た。

次にマグネ合金板の成型加工性に就て、折曲と繰返屈曲試験の相違を検し、確性試験として 180° 折曲試験法により、CZM 板の機械的性質との關係を觀察しつゝ成分、板厚、焼鈍程度の影響を測定した。

最後に、CZM 板の耐蝕性に關して、之れに適する酸洗法及防錆法を研究し、浸漬試験、水平線上に於る腐蝕、乾潤試験等に對する検査を行つた。

以上の研究に依つて、Cd 3%, Zn 1%, Mn 1% の標準成分の CZM 板で、抗張力 23~25 kg/mm²、伸 24~30%、180° 折曲最小半徑が板厚の 2.5~3.5 倍の如き、極めて加工性の良いものを製造し得る事に成功したのである。又この板の耐蝕性に關しては、AM 537 より優れてゐる事を示した。(終)