

アルミニウムの深絞り性に及ぼす添加金属の影響

Effect of the Additional Elements on the Deep Drawing of Aluminium

川 西 六 郎*
Rokurô Kawanishi

内 容 梗 概

板材を深絞りしたときに発生する耳は、素材の異方性に基づくことはよく知られていることである。この異方性による耳発生現象が、添加金属によりどのように変化するかを知るためにアルミニウムにつき、鉄、マンガン、マグネシウムおよびケイ素をそれぞれ0.5~1.5%の範囲添加し、深絞り試験により異方度にあぼす添加金属の影響を調べた。

一般に第2金属を添加することにより、45度方向の異方度の優先方位は、何も添加しないアルミニウムと比較すると焼鈍処理によっても急激に変化しないことがわかった。また添加金属としては、ケイ素が最も良好であり、加工条件は最終加工度が低いほうが異方度は低い値を示している。

1. 緒 言

アルミニウム圧延板を深絞りするとその方向性により圧延方向に対し45度方向または90度方向などに耳が発生することはしばしば認められる現象である。このためアルミニウム板材を深絞りする場合の異方性をできるだけ低くする方法については数多くの研究^{(1)~(8)}が行なわれている。これらの従来の結果を総括すると以下のとおりである。

- (1) 加工材または再結晶していない軟化材は圧延方向に対して45度の方向に耳が発生する。
 - (2) 再結晶完了材は一般に圧延方向に対して0、90度方向に耳が発生する。
 - (3) 特に強加工後焼鈍すると再結晶後も圧延方向に対し45度方向に耳が発生する。
- したがって、耳の発生をできるだけ押えるためには圧延集合組織、再結晶集合組織の強さを低くしランダムな集合組織にしたほうがよい。

耳の発生は材料の異方性によることは明らかであるが、この耳の発生に関係するおもな因子としては次のものが考えられる。

- (1) 添加金属（材料の組成）
- (2) 鑄造方法
- (3) 中間加熱処理条件
- (4) 圧延条件
- (5) 焼鈍処理条件

これら、諸因子の中で圧延条件、焼鈍処理条件が材料の異方性にあたえる影響については詳細に報告されているが⁽³⁾⁽⁷⁾、添加金属の影響についてはその研究は割合に少ない。森永氏、高橋氏⁽¹⁾らは通常使用されている器器材としての2Sアルミニウムに、スズ、マンガン、マグネシウムおよびチタニウムをそれぞれ単独に添加した場合の効果を検討し、添加金属としては、スズ、マグネシウムが効果があると報告している。

本報告は通常アルミニウム中に含有されている、鉄、ケイ素、マンガンおよび添加金属として効果的であるといわれているマグネシウムの4種の添加金属を99.95% Alにそれぞれ単独に0.5~1.5%の範囲添加し、加工条件、中間焼鈍条件を変えた場合について異方性がどのように変化するか検討したものである。

2. 供試材および実験方法

2.1 試料の溶製および加工方法

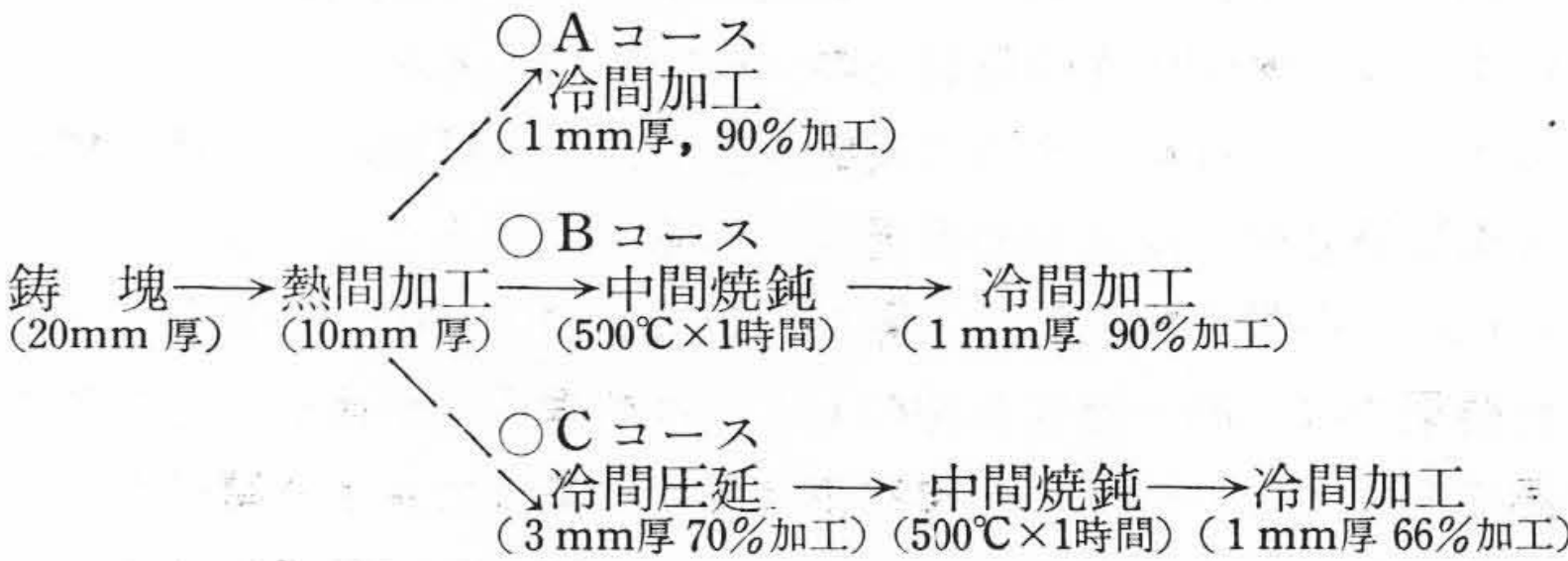
* 日立電線株式会社電線工場

第1表 供試材の化学組成

試 番	分 析 値 (%)				備 考
	Fe	Si	Mn	Mg	
1	0.02	0.01	—	—	99.97% Al
2	0.13	0.08	—	—	99.79% Al
3	a	0.64	—	—	—
	b	0.98	—	—	—
	c	1.65	—	—	—
4	a	—	0.51	—	—
	b	—	0.93	—	—
	c	—	1.30	—	—
5	a	—	—	0.65	—
	b	—	—	1.03	—
	c	—	—	1.45	—
6	a	—	—	0.44	—
	b	—	—	1.16	—
	c	—	—	1.47	—

実験に使用した試料は添加金属の効果をみるために、99.95% A (Fe: 0.02%, Si: 0.01%) にそれぞれ所定の添加金属を加え、厚さ20 mmの鑄塊を溶製した。

第1表は供試材の化学組成を示す。また加工条件、中間焼鈍条件は次の3種類につき行なった。

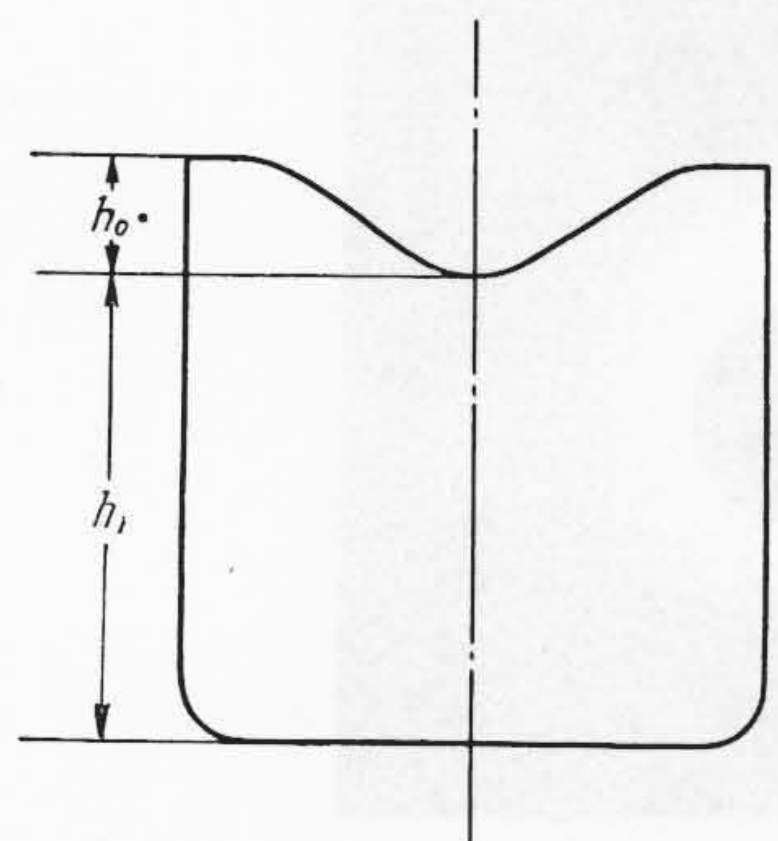


以上のA、BおよびCコースの各加工条件のものについて常温より500℃までの温度範囲で100℃ごとに1時間最終焼鈍処理を行ない供試材とした。

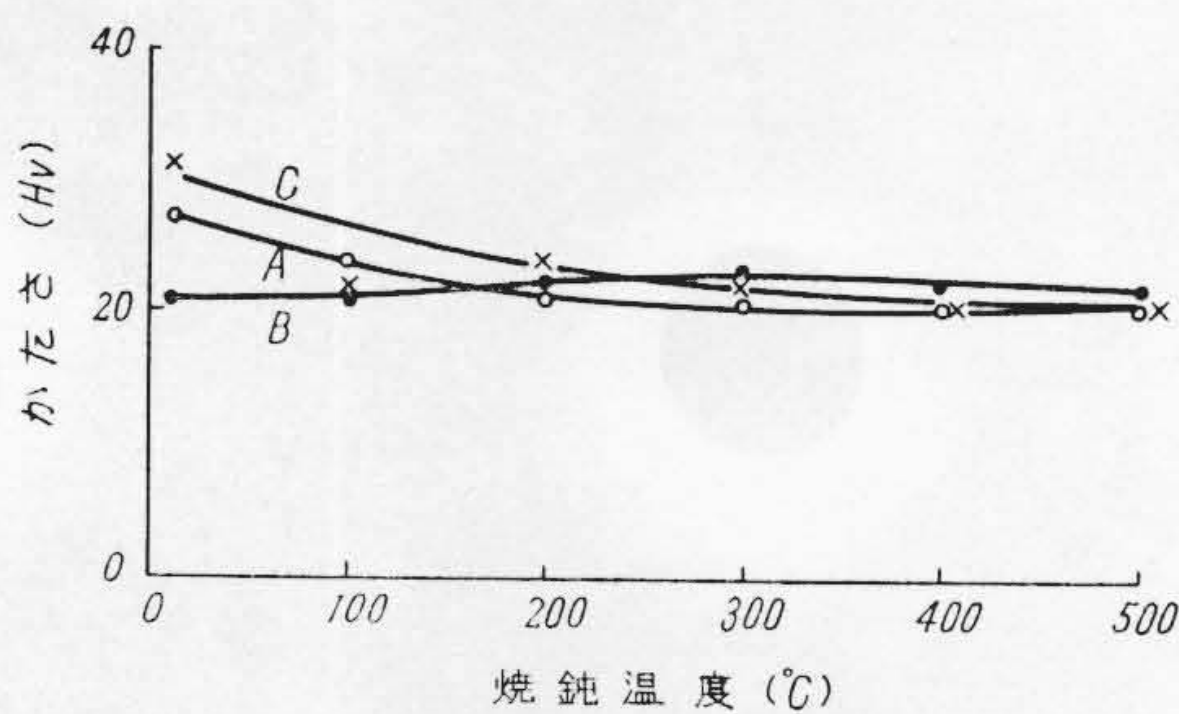
2.2 試 験 方 法

異方性の程度を測定する方法には、圧延方向に対しいろいろな方向に採取した試料の引張り強さ、伸びまたはヌーブかたさの測定、あるいはX線回折によるPole-Figureの製作から優先方位を調べるなど多くの方法が行なわれているが、本実験においては直接に深絞り試験を行なって耳の発生程度が、添加金属、加工条件および最終焼鈍温度によりどのように変化するかを調べた。

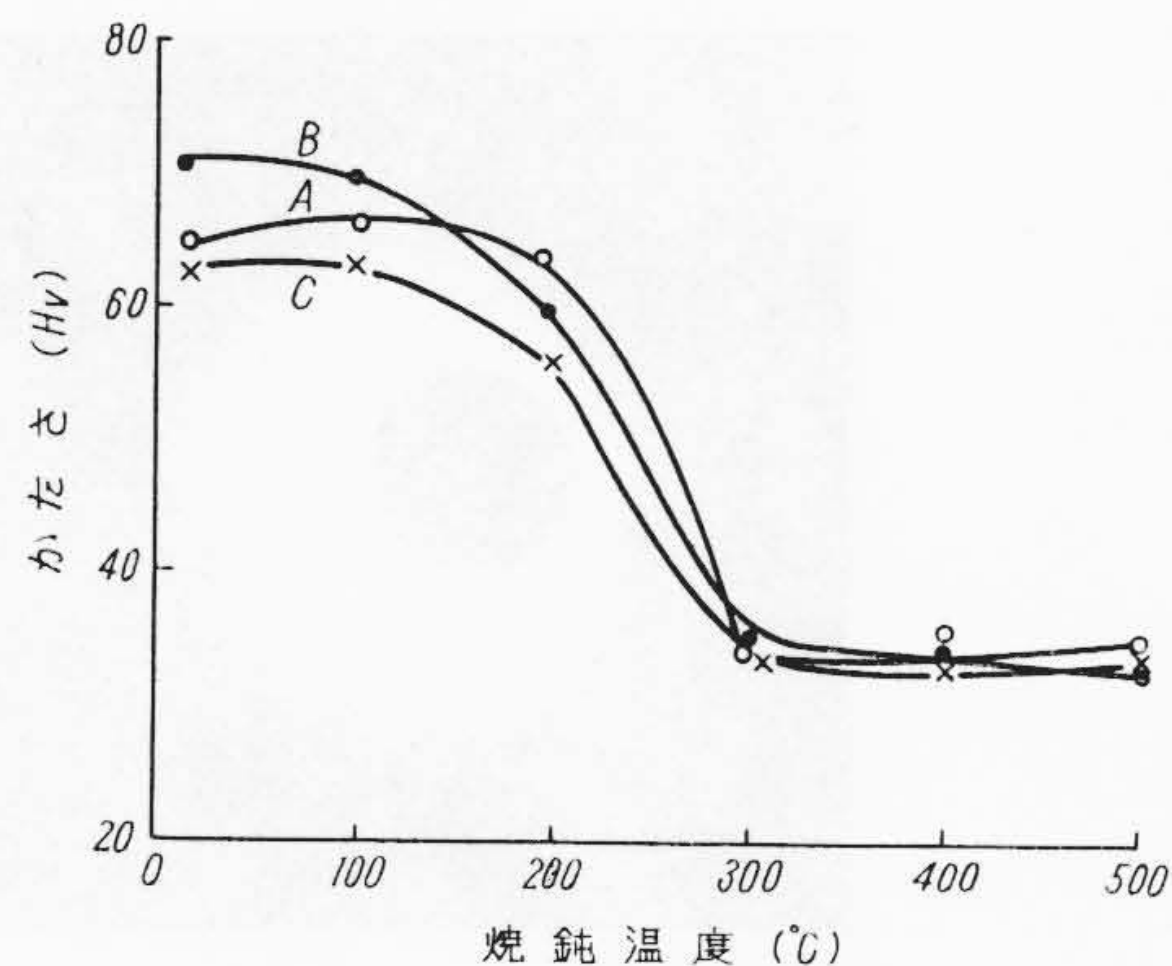
深絞り試験としては、島津製円すいダイス形深絞り試験機を使用した。試験条件は下記のとおりである。



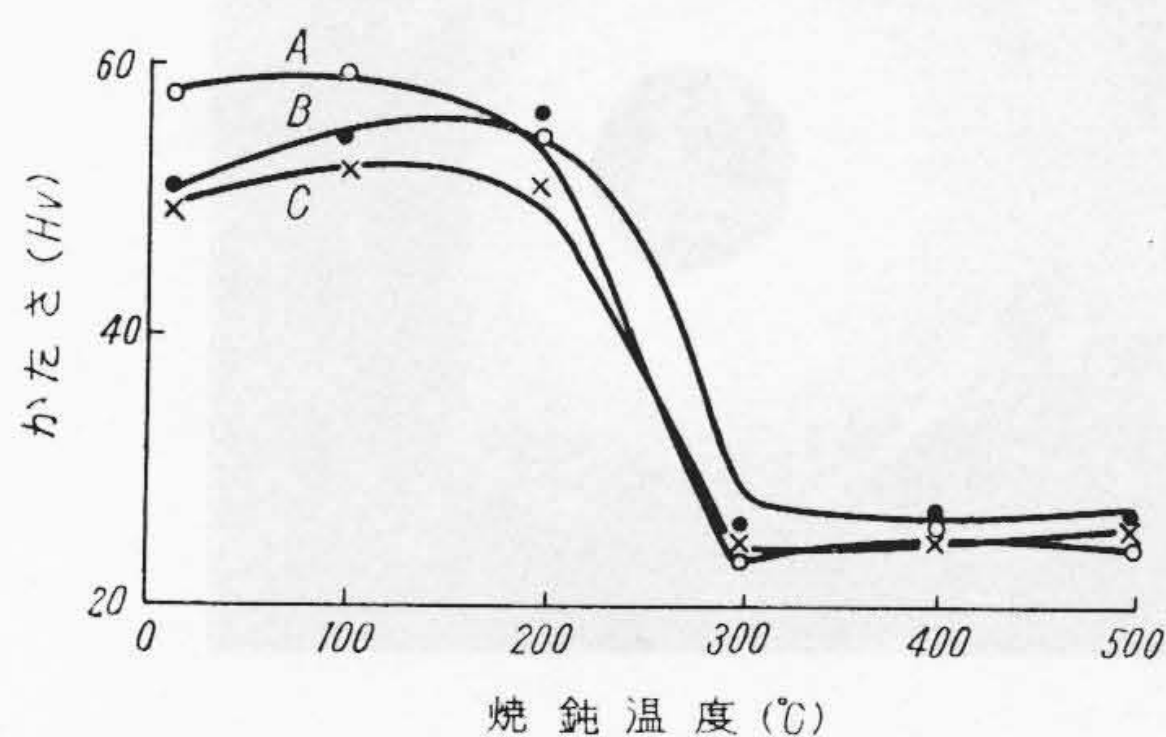
第1図 深絞り後の異方度測定寸法



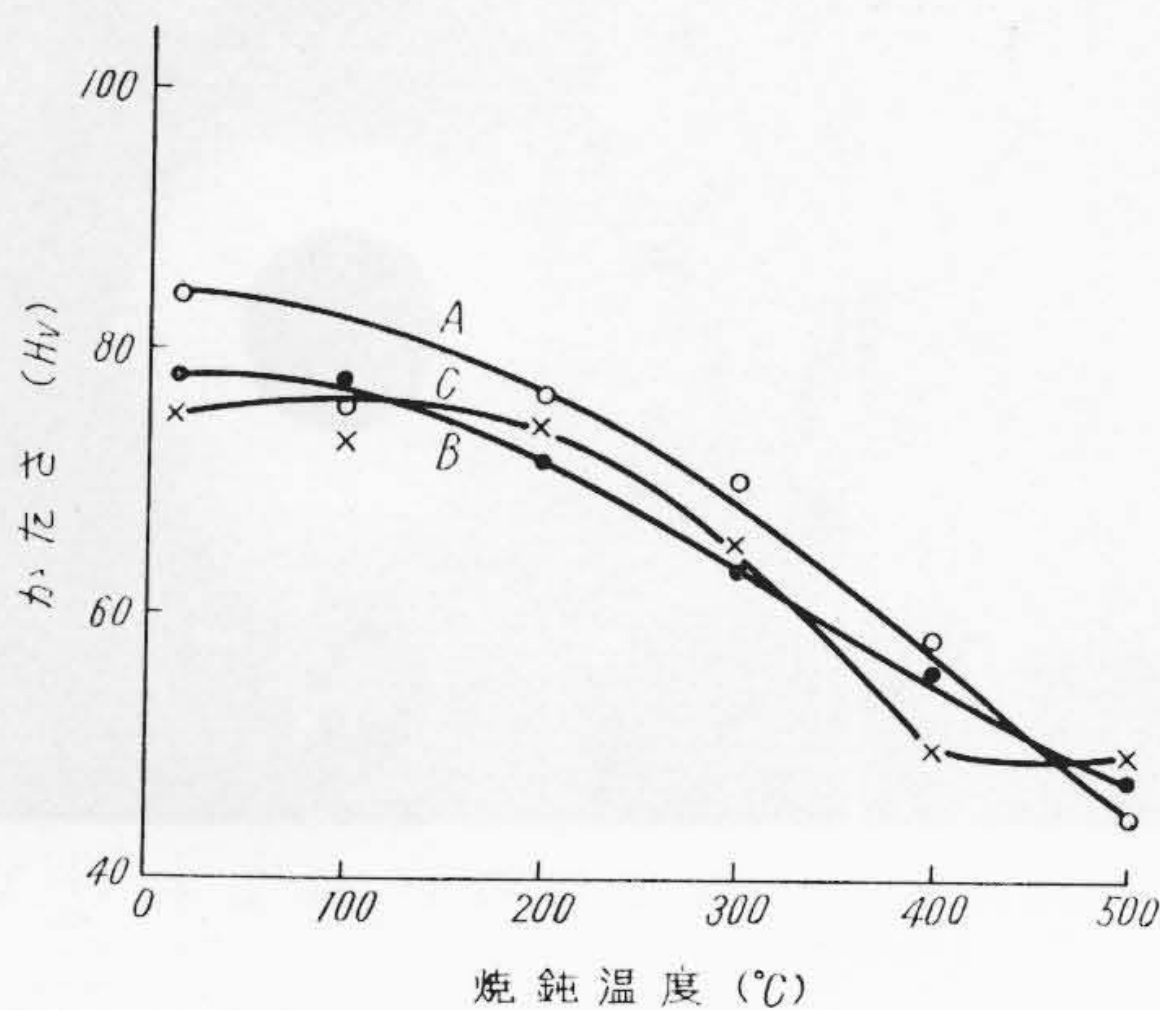
第2図 軟化曲線に与える加工条件の影響 (試番1)



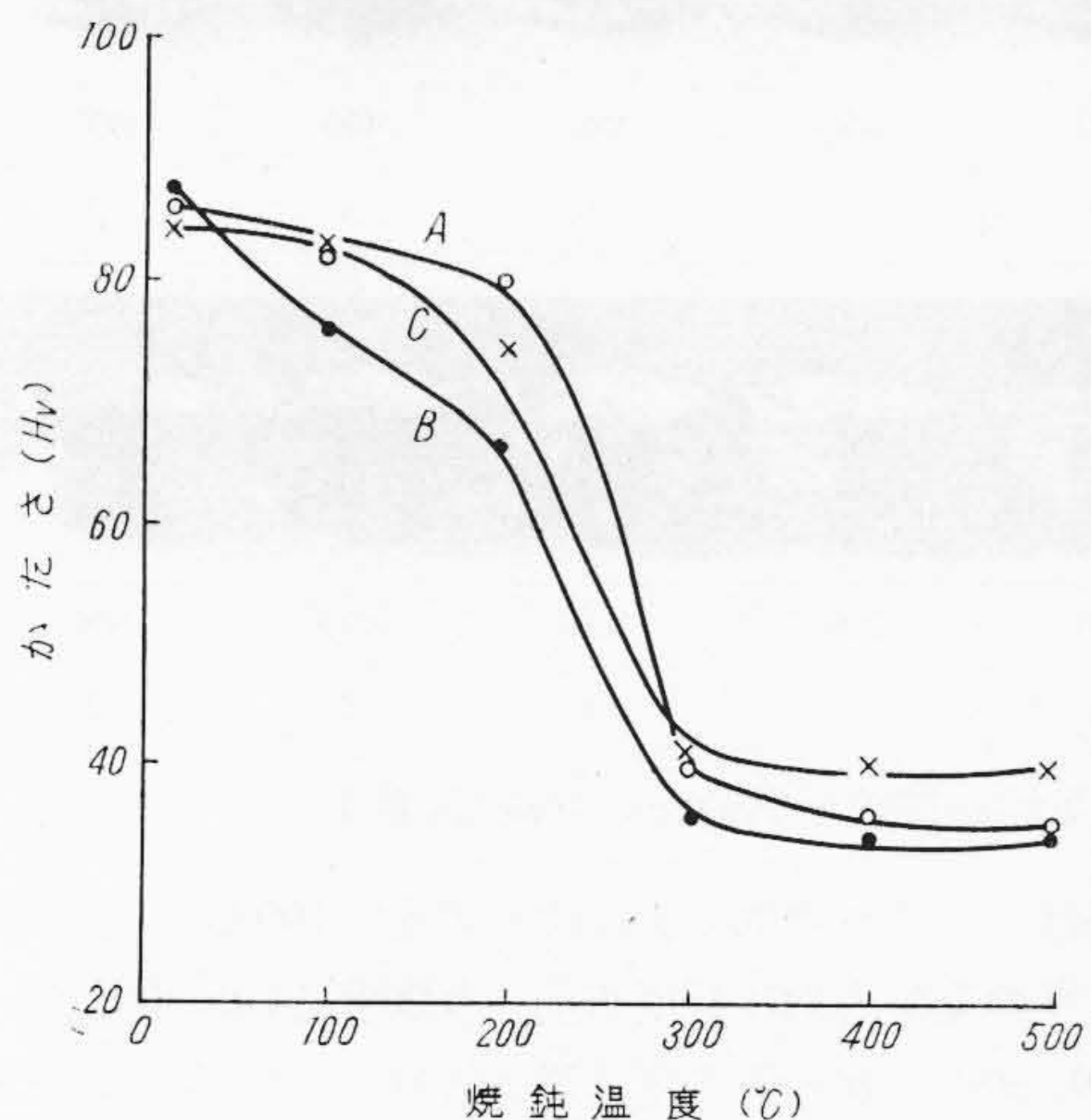
第3図 軟化曲線に与える加工条件の影響 (試番2)



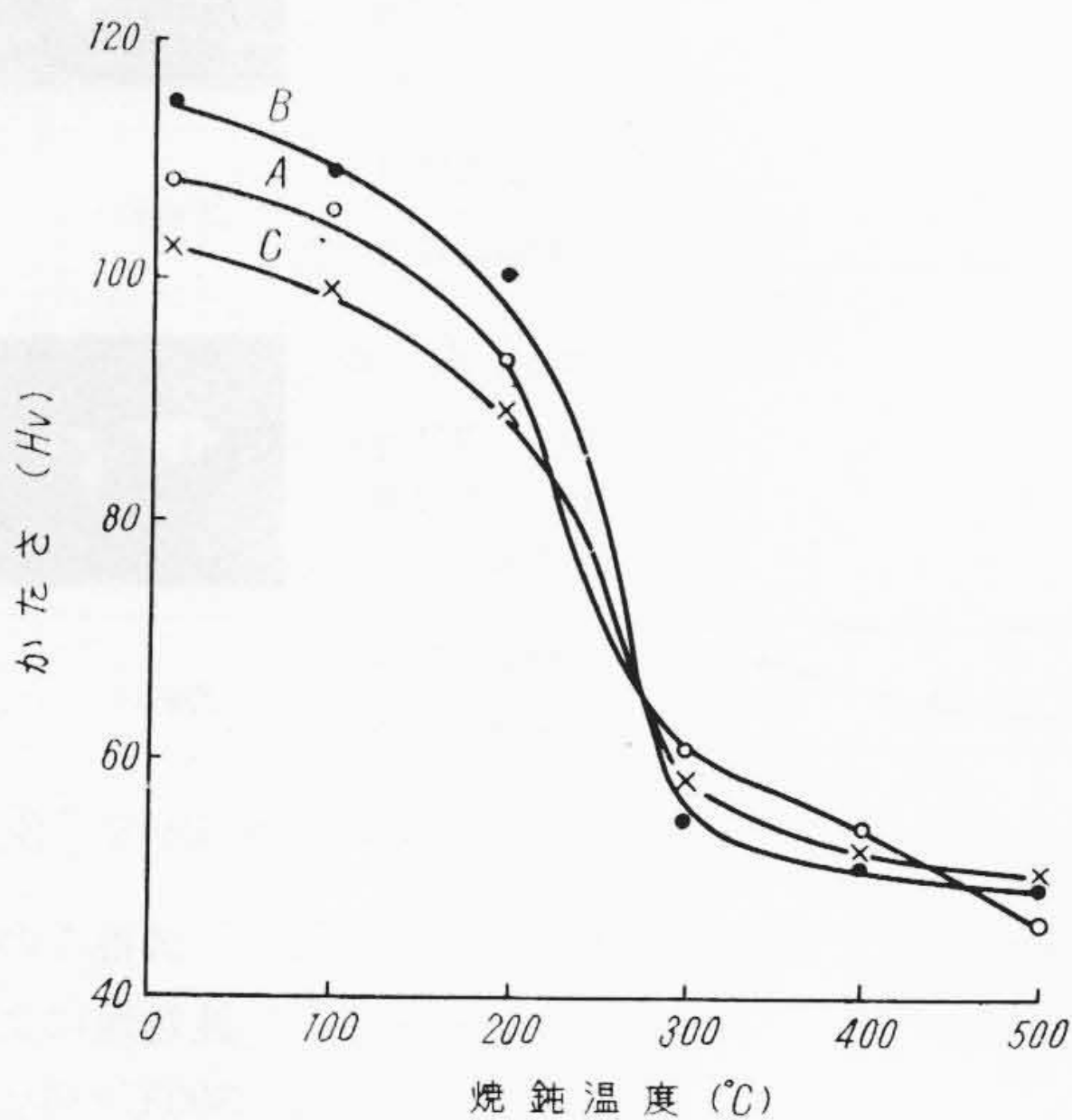
第4図 軟化曲線に与える加工条件の影響 (試番3b)



第6図 軟化曲線に与える加工条件の影響 (試番5b)



第5図 軟化曲線に与える加工条件の影響 (試番4b)



第7図 軟化曲線に与える加工条件の影響 (試番6b)

ダイス内径: 24.4 mmφ

ポンチ外径: 20.6 mmφ

ブランク径: 41.2 mmφ

絞り比: 2.0 (ブランク径/ポンチ外径)

絞り速度: 8~10 mm/min

なお、潤滑剤としては菜種油を使用した。

深絞り後の異方性の表示は発生する耳の高さをもって示した。この場合の表示方法は下記のとおりである。

$$\frac{h_0}{h_1} \times 100 = \text{異方度}(\%)$$

第1図は h_0, h_1 の測定位置を示す。また各試料の最終焼鈍材につ

き微少かたさ計(荷重 200 g)によりかたさを測定し、軟化曲線から加工条件の差異による軟化の割合を求め深絞り力の大小の判定基準とするとともに、再結晶状況を推定した。

3. 実験結果

3.1 軟化曲線

第2~7図は試番1から6までの各試料の軟化曲線を示したものである。なお、第4~7図はそれぞれの試番の添加金属含有量 1.0% のものを代表として示した。

これら各図を比較してみると、第2金属の添加によりかたさは上昇していることがわかる。その効果はマグネシウムが最も大きくなっている。したがって、絞り力は当然第2金属の添加によって大きくなることが推定される。

軟化曲線からみて、鉄、ケイ素、マグネシウムの添加は普通アルミニウム(第3図)とほぼ同じで 200℃ 前後より軟化開始し、300℃ ではほとんど軟化が終了していることがうかがわれる。これに対し試番1, 5の試料は若干異なっている。前者は焼鈍処理前後においてかたさにほとんど差異はない。後者は焼鈍処理によりかたさは低下

しているが、他の試料にみられるような明確な軟化開始点は認められない。

第8,9図は試番1および2の各加工条件の最終加工におけるX線回折写真を示す。この両者を比較してみると、試番1のものはいずれの加工条件の場合においても、再結晶スポットが認められる。これに対し試番2の試料にはすべて圧延集合組織が残っていることがわかる。したがって、試番1のものは焼鈍処理を行なってもかたさそのものには大きな変化がないことになる。

3.2 深絞り試験

3.2.1 アルミニウムの純度の影響

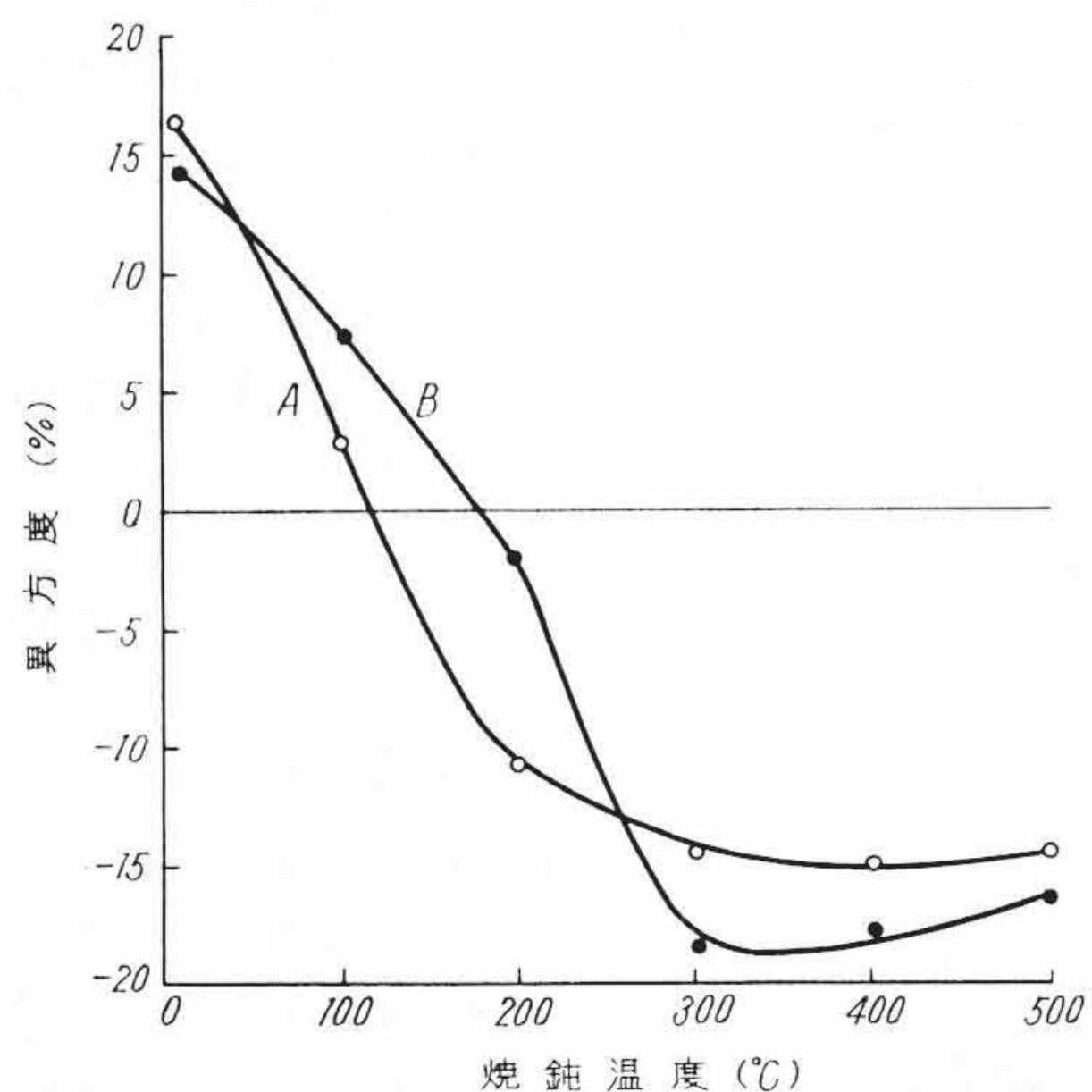
第10,11図は試番1および2の深絞り試験結果を示したもので



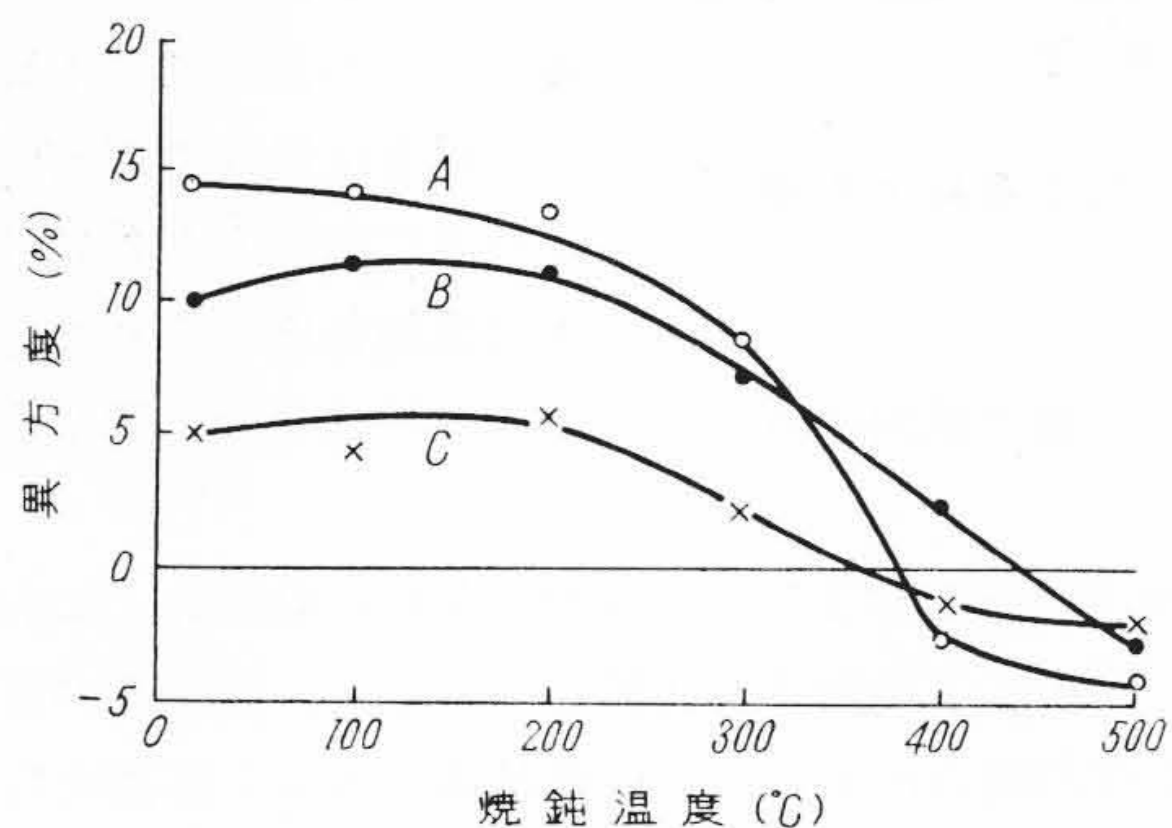
第8図 試番1の最終加工材のX線回折写真



第9図 試番2の最終加工材のX線回折写真



第10図 焼鈍温度が各加工条件の異方度を与える影響 (試番1)

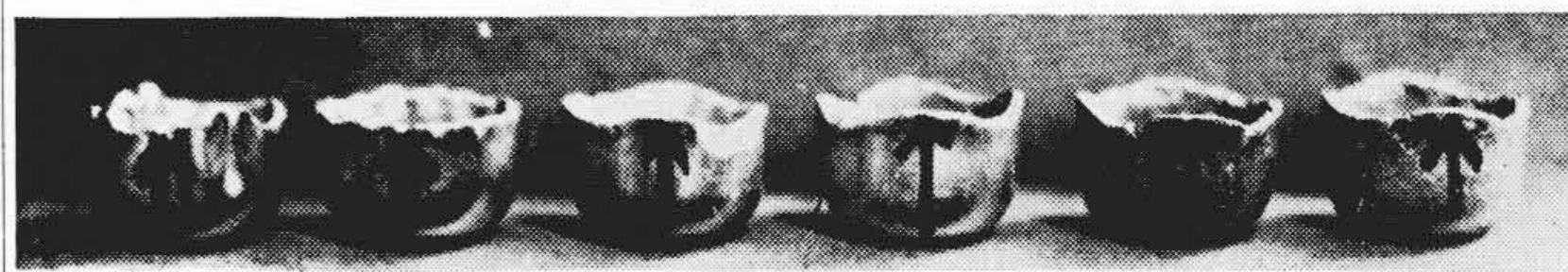


第11図 焼鈍温度が各加工条件の異方度を与える影響 (試番2)

ある。横軸には試料の焼鈍温度、縦軸には異方度を示した。なお、異方度は圧延方向に45度方向に耳発生の場合には+、90,0度方向に対しては-記号をもって示した。

高品位アルミ板
板厚 1.0t
絞り比 2.0
加工条件 A

焼鈍温度(°C)	試験前	100	200	300	400	500
焼鈍時間(h)		1	1	1	1	1



高品位アルミ板
板厚 1.0t
絞り比 2.0
加工条件 B

焼鈍温度(°C)	試験前	100	200	300	400	500
焼鈍時間(h)		1	1	1	1	1



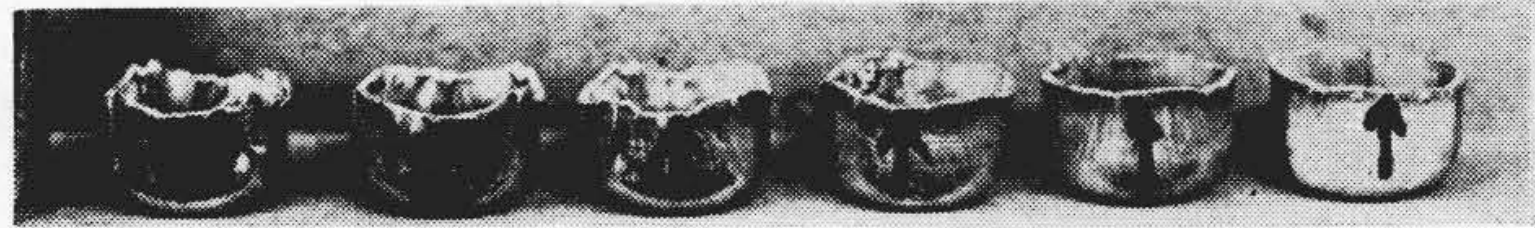
第12図 各加工条件の深絞り試験後の外観(試番1)

試番1の試料は、いずれの加工条件のものも、100°C以上の焼鈍処理により、耳の発生方向は45度方向より90度方向に変化し、300°Cの焼鈍で0, 90度方向の異方度は最大となっている。試番2では、異方度の変化はちょうど軟化曲線と類似した変化をみせている。いずれの加工条件のものも、軟化終了点の温度付近までは45度方向の異方度が優先しているが、400°C以上の焼鈍では、すべて、0, 90度方向に耳の発生方向が変化している。

加工条件としては、Cコースのものが、異方度が最も低く、逆にAコースのものが最も異方度が高い結果となっている。試番1, 2を比較してみると、前者は、焼鈍処理により異方度は45度方向より0, 90度方向に急激な変化を示していることがわかる。これは前者が加工上がりの試料において、すでに再結晶状態を示しており、焼鈍処理により当然再結晶集合組織が低温でも優先するためと考えられる。

第12, 13図は深絞り試験後の外観を示したものである。図中の↑印は圧延方向を示したものである。

これらの図よりわかるとおり、試番1は試番2に比較して耳の

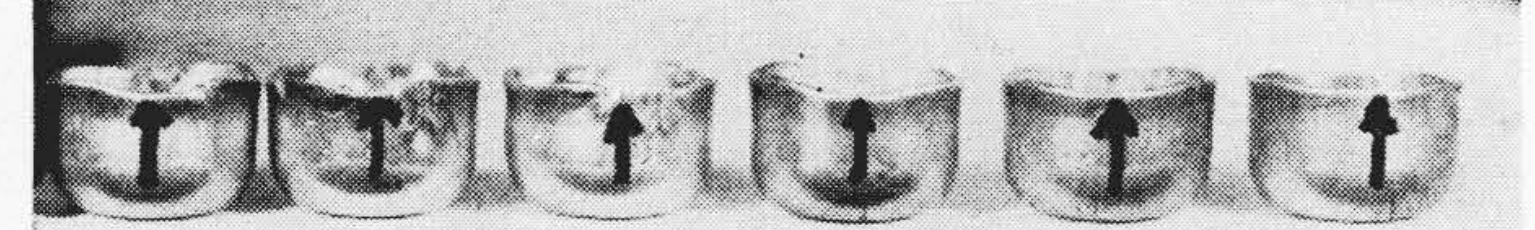
普通品位アルミ板 板厚 1.0 t 絞り比 2.0 加工条件 A						
焼鈍温度(°C)	試験前	100	200	300	400	500
焼鈍時間(h)		1	1	1	1	1

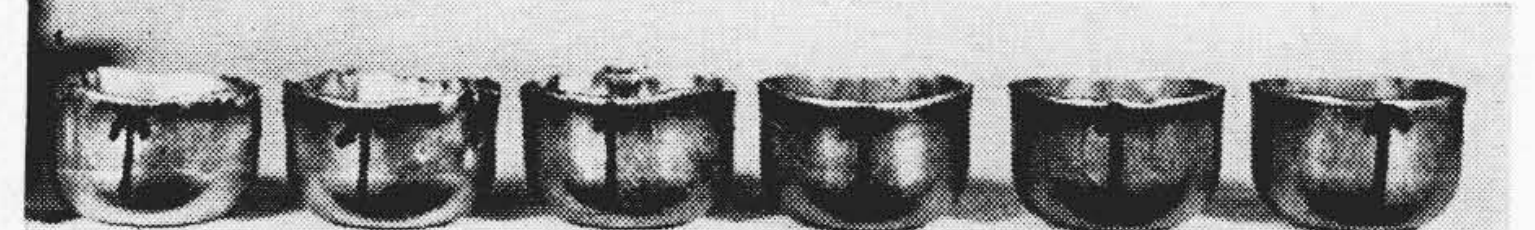
普通品位アルミ板 板厚 1.0 t 絞り比 2.0 加工条件 B						
焼鈍温度(°C)	試験前	100	200	300	400	500
焼鈍時間(h)		1	1	1	1	1

普通品位アルミ板 板厚 1.0 t 絞り比 2.0 加工条件 C						
焼鈍温度(°C)	試験前	100	200	300	400	500
焼鈍時間(h)		1	1	1	1	1

第13図 各加工条件の深絞り試験後の外観(試番2)

1.0%Feアルミ板 板厚 1.0 t 絞り比 2.0 加工条件 A						
焼鈍温度(°C)	試験前	100	200	300	400	500
焼鈍時間(h)		1	1	1	1	1

1.0%Feアルミ板 板厚 1.0 t 絞り比 2.0 加工条件 B						
焼鈍温度(°C)	試験前	100	200	300	400	500
焼鈍時間(h)		1	1	1	1	1

アルミ板1.0%Fe 板厚 1.0 t 絞り比 2.0 加工条件 C						
焼鈍温度(°C)	試験前	100	200	300	400	500
焼鈍時間(t)		1	1	1	1	1

第17図 各加工条件の深絞り試験後の外観(試番3b)

高さが高く、また深絞り後のはだの状況も劣化している。一方試番2では加工条件Cコースのものが、はだの状況も良好で耳の高さも低いことがわかる。

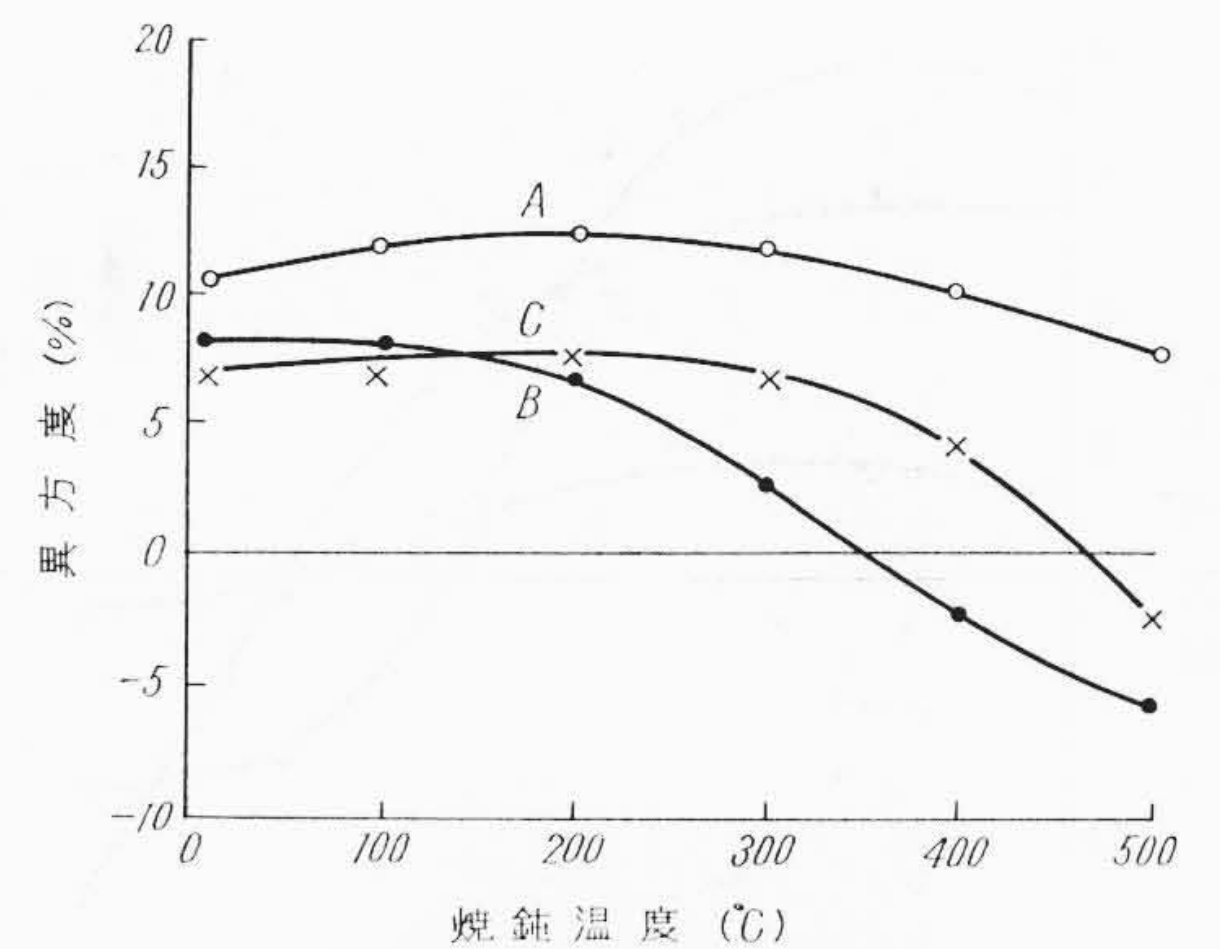
3.2.2 鉄の影響

第14～16図は試番3a, 3bおよび3cの各試料の焼鈍処理が異方向にあたえる影響を示したものである。

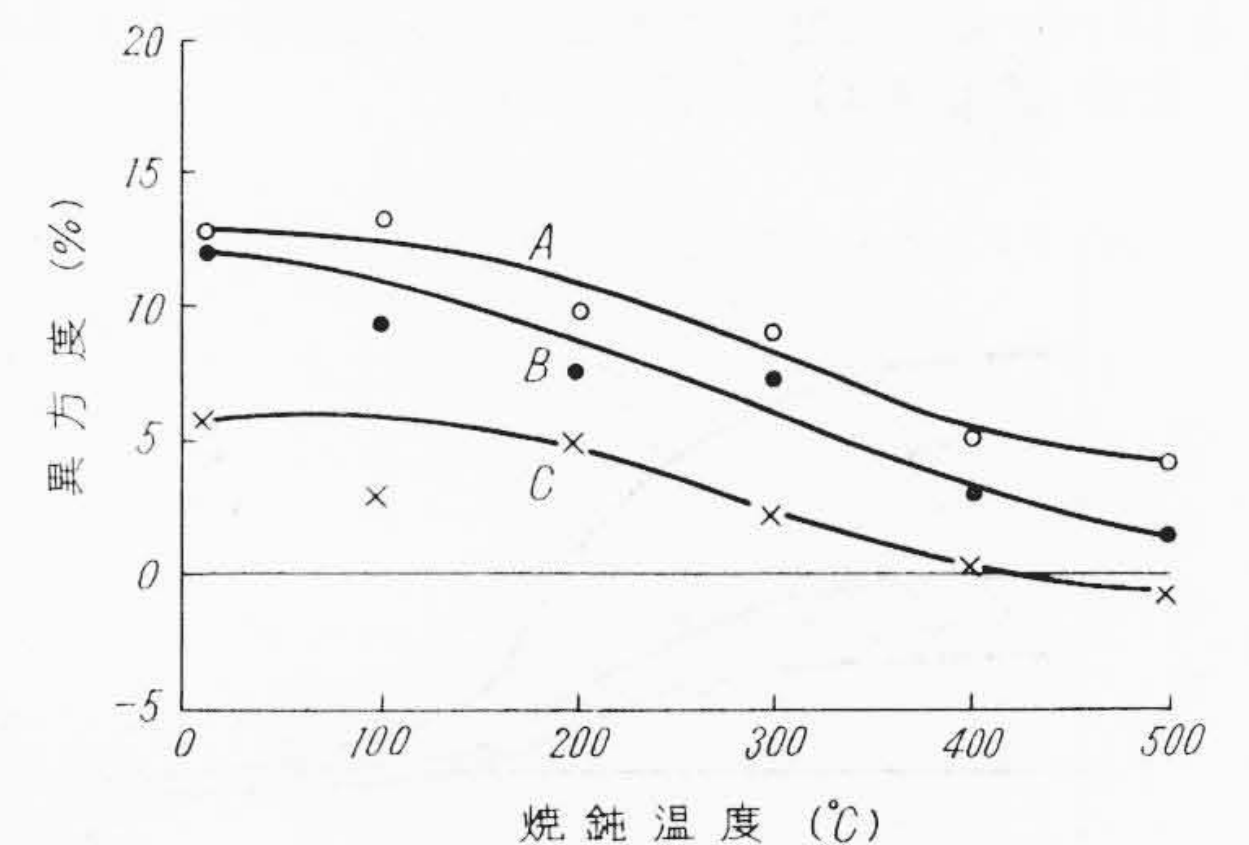
各図より鉄の影響を比較してみると、異方向は添加量により大きな差異はなく、一般に加工条件Cコースのものが異方向は低く、Aコースのものが高い。これは普通アルミニウム(試番2)と同じである。しかし、いずれの試番のものも、軟化終了点以上の焼鈍でも45度方向の異方向は明らかに認められる。この現象は、試番3cの場合には特に顕著であり、その異方向は焼鈍処理によりほとんど変化していない。ただし、加工条件Cコースのものはすべて約400°C以上の焼鈍で45度方向の異方向が0, 90度方向に変化している。

第17図は試番3bの深絞り試験後の外観を示したものである。

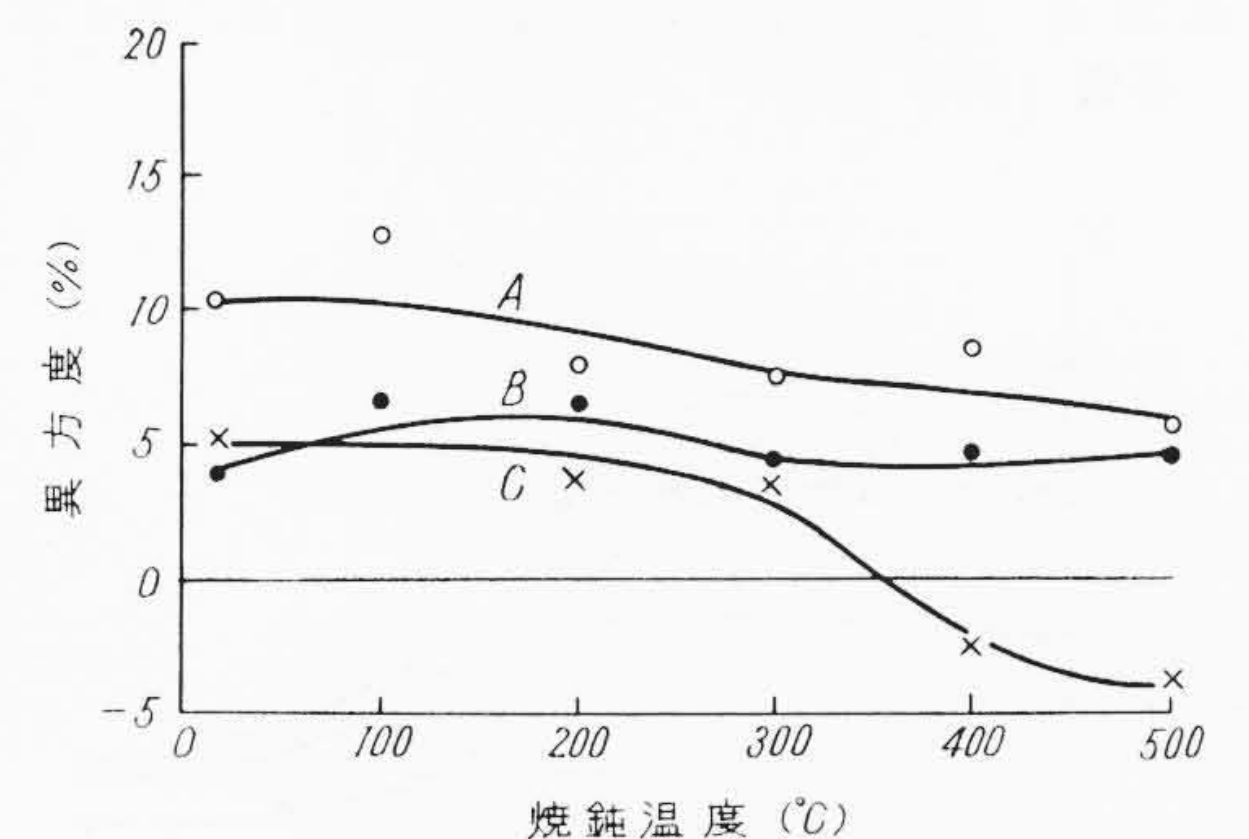
写真にみられるとおり、焼鈍条件が200°C以下の場合には、耳の高さが顕著であり、一部に挫屈(ざくつ)現象が認められるが、



第14図 焼鈍温度が各加工条件の異方向に与える影響(試番3a)



第15図 焼鈍温度が各加工条件の異方向に与える影響(試番3b)



第16図 焼鈍温度が各加工条件の異方向に与える影響(試番3c)

300°C以上の焼鈍により耳の高さがしだいに低下し、良好な外観を示していることがわかる。

以上の結果から鉄添加の影響をみると、加工材にみられる45度方向の異方向は加工条件により高温で焼鈍しても0, 90度方向に変化せず、その傾向は添加量が多いほうが顕著である。しかし、最終加工度が低い場合には0, 90度方向に異方向が変化するのが認められる。

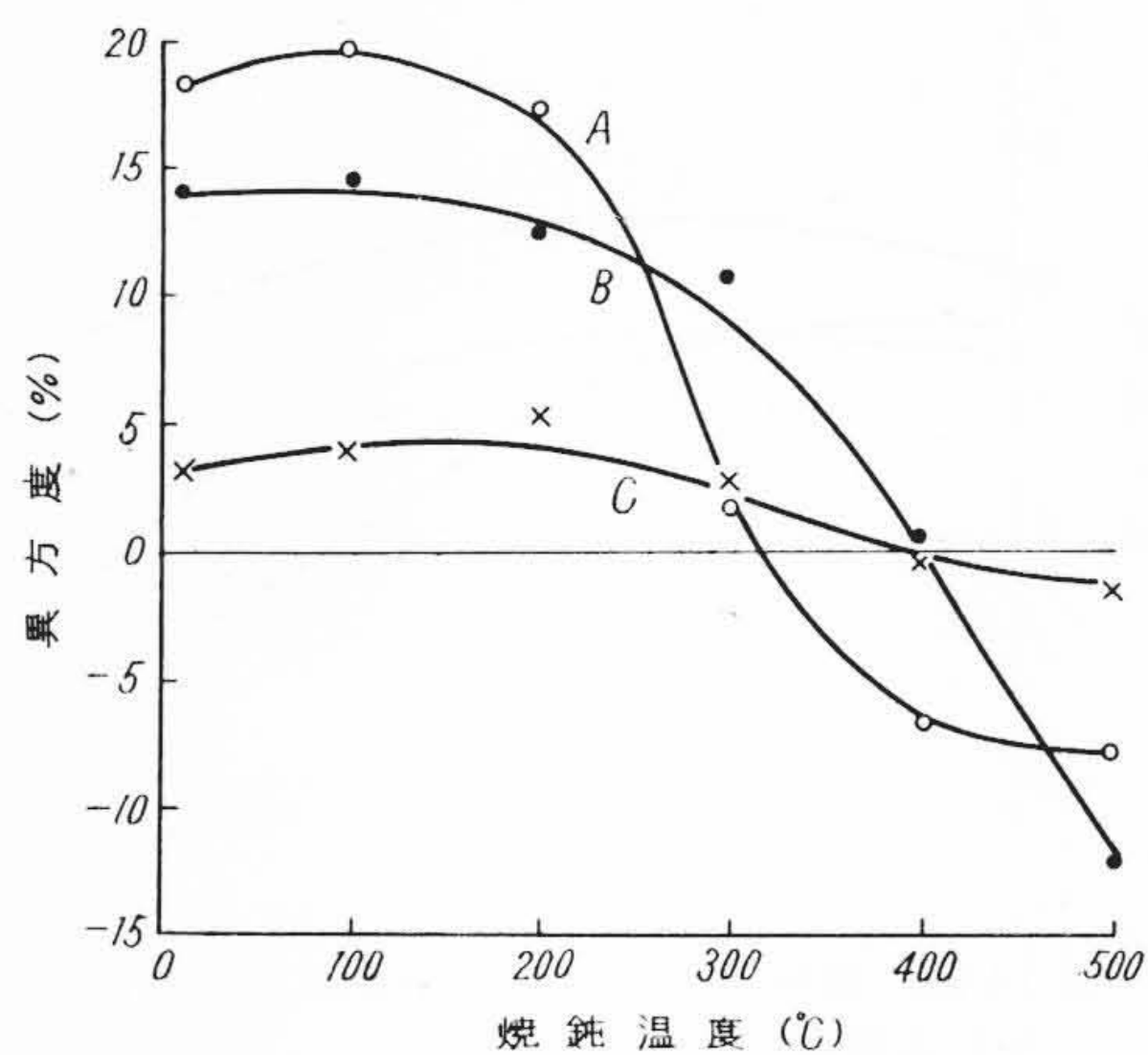
異方向と焼鈍処理の関係曲線は普通アルミニウムと同じ傾向を示しており、特に効果的添加金属とは考えられない。

3.2.3 ケイ素の影響

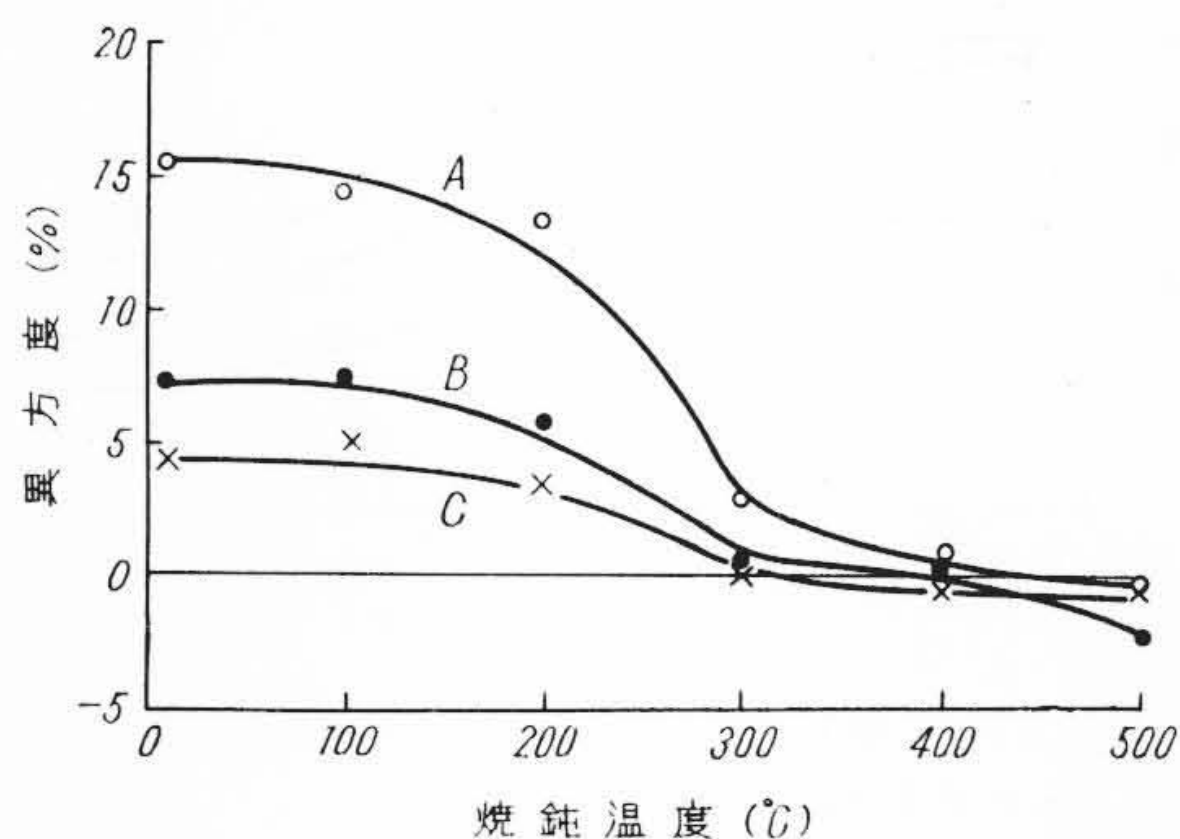
第18～20図は試番4a, 4bおよび4cの各試料の焼鈍処理と異方向の関係を示したものである。

これら異方向と焼鈍温度の関係曲線をみると、ケイ素含有量に関係なく、加工条件Cコースのものが異方向は最も低く、加工条件Aコースのものは常に高い異方向を示している。

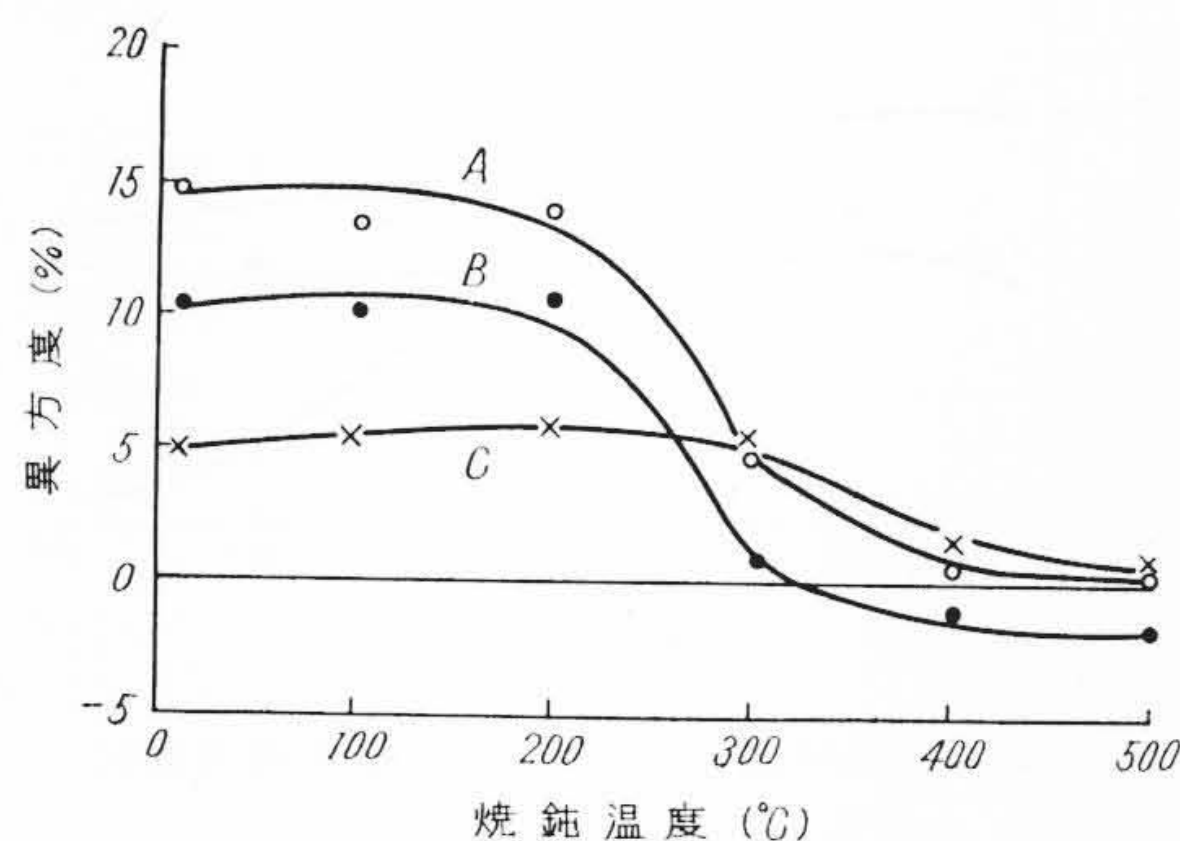
添加量の影響をみると、添加量が低い場合のほうが、異方向は高く、特にこのことは、最終加工度の高いAコースのものに認められる。また、含有量の低い試番4aは、焼鈍処理により異方向



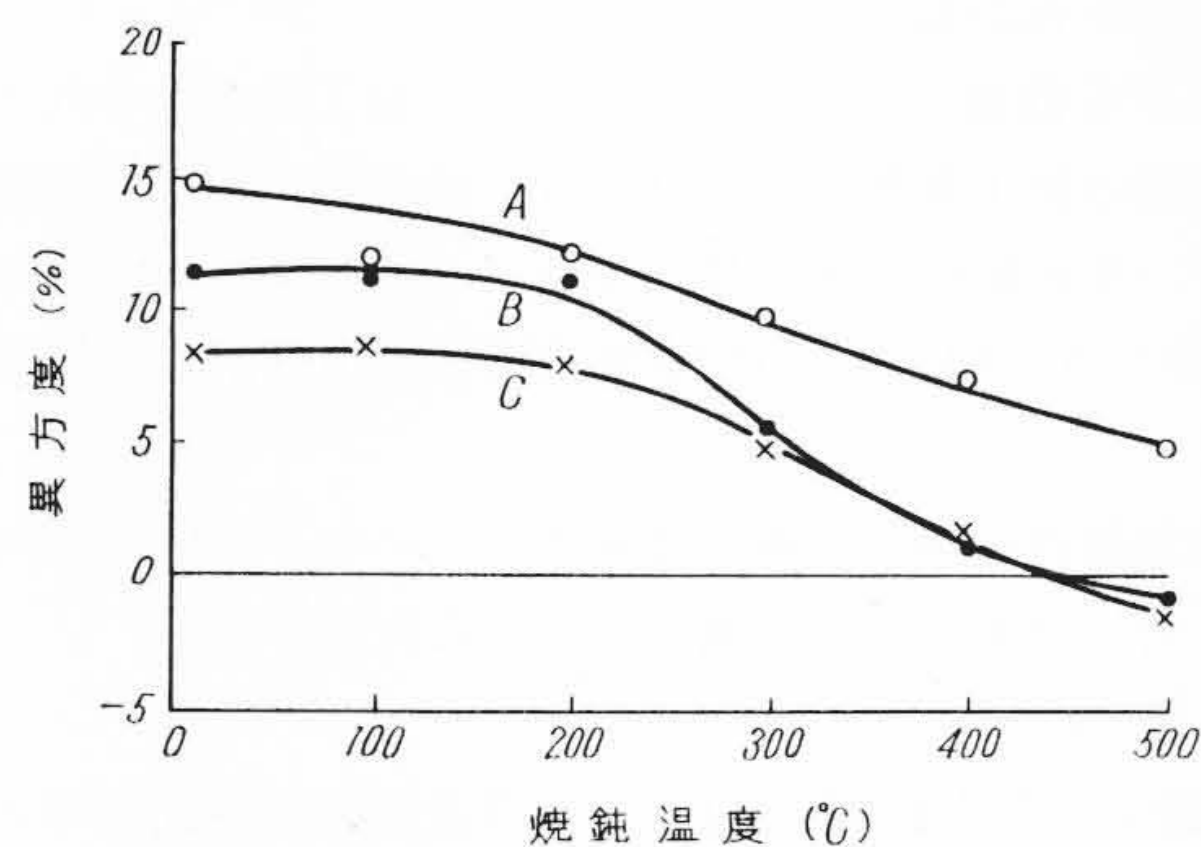
第18図 焼鈍温度が各加工条件の異方度を与える影響 (試番 4a)



第19図 焼鈍温度が各加工条件の異方度を与える影響 (試番 4b)



第20図 焼鈍温度が各加工条件の異方度を与える影響 (試番 4c)

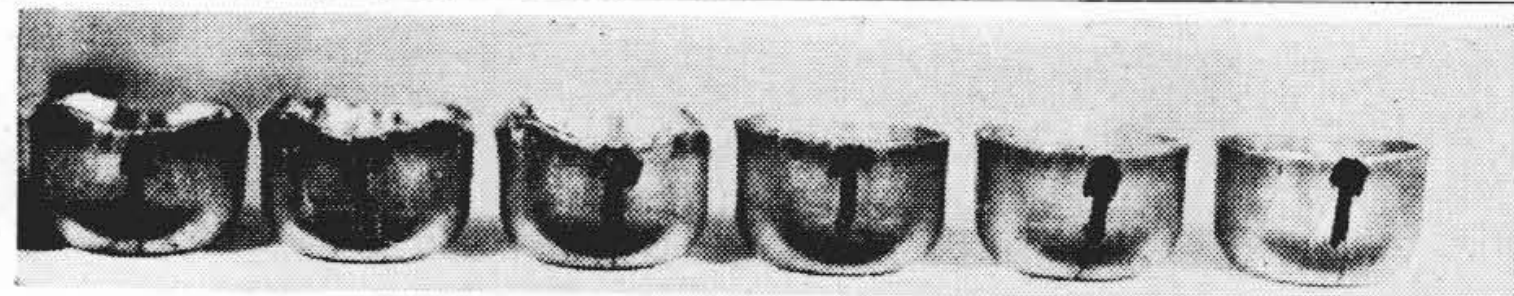


第22図 焼鈍温度が各加工条件の異方度を与える影響 (試番 5a)

が大きく変化し、この傾向は、試番1の純度の高いアルミニウムの異方度変化に似た様相を示している。

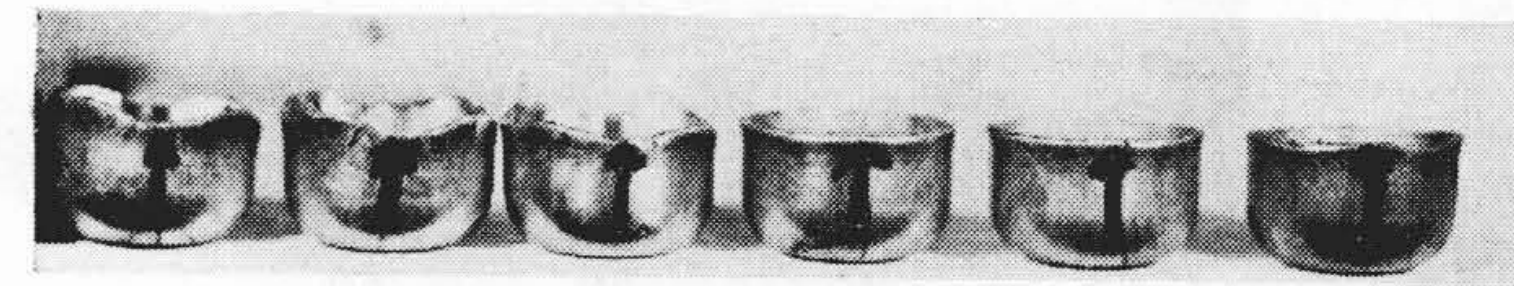
焼鈍温度が高くなるにつれて、加工材の45度方向の異方度はしだいに低下し、試番4bおよび4cでは軟化終了温度の300°Cで、

1.0% Si アルミ板
板厚 1.0 t
絞り比 2.0
加工条件 A



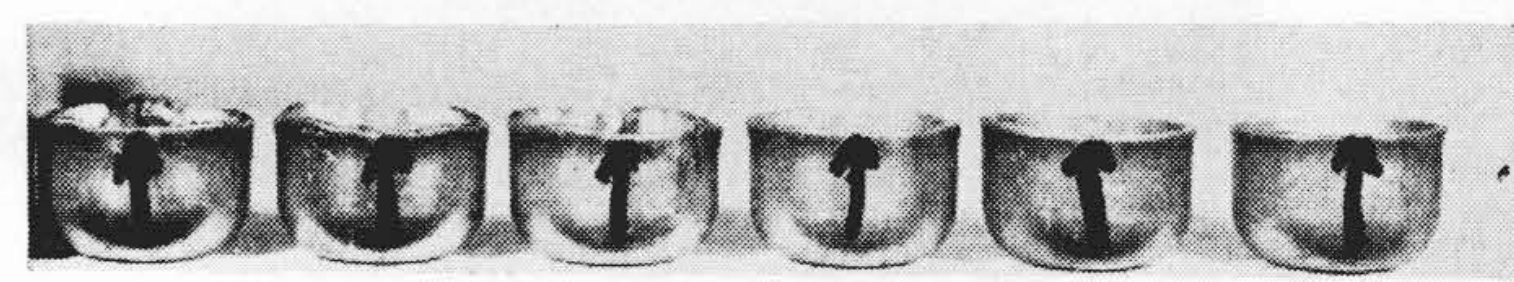
焼鈍温度(°C)	試験前	100	200	300	400	500
焼鈍時間(h)		1	1	1	1	1

1.0% Si アルミ板
板厚 1.0 t
絞り比 2.0
加工条件 B



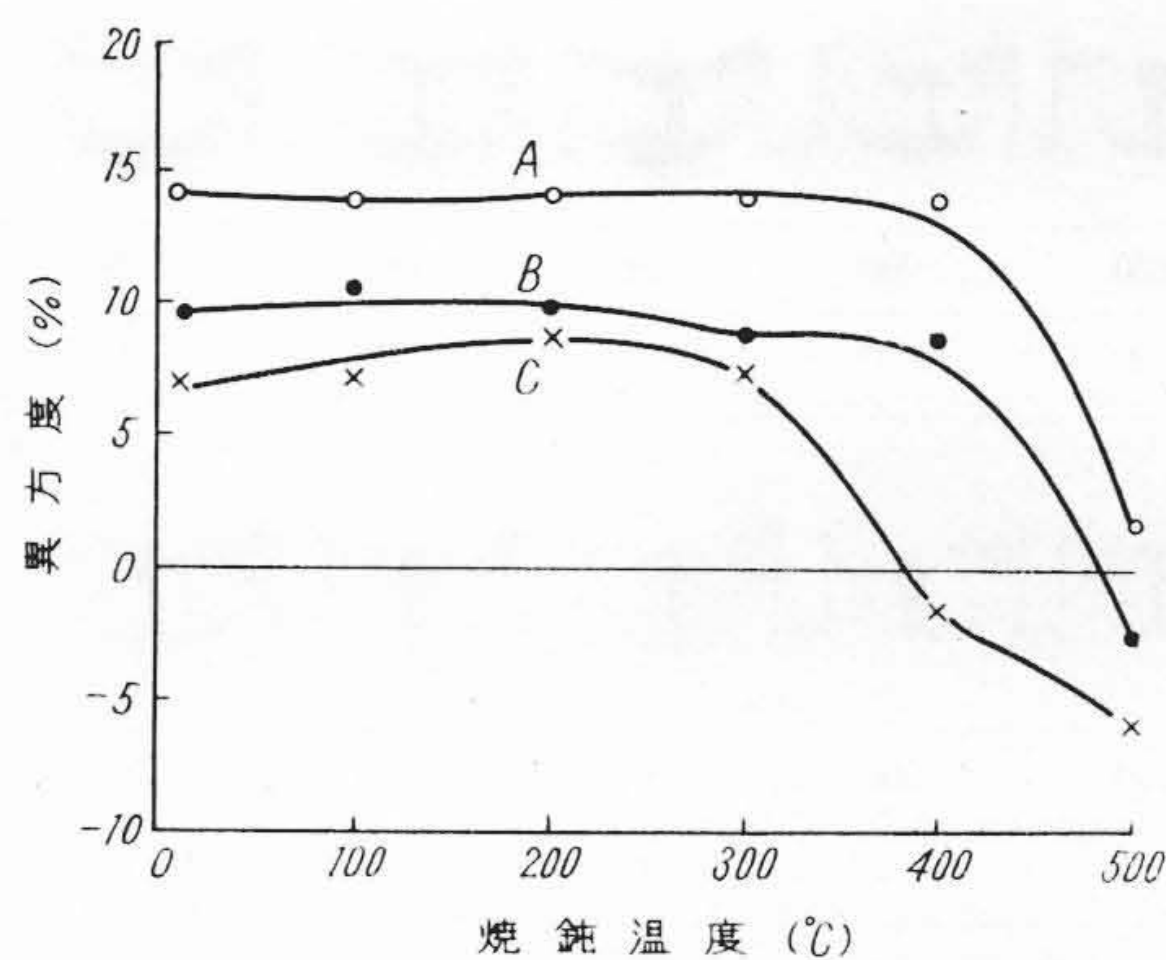
焼鈍温度(°C)	試験前	100	200	300	400	500
焼鈍時間(h)		1	1	1	1	1

1.0% Si アルミ板
板厚 1.0 t
絞り比 2.0
加工条件 C

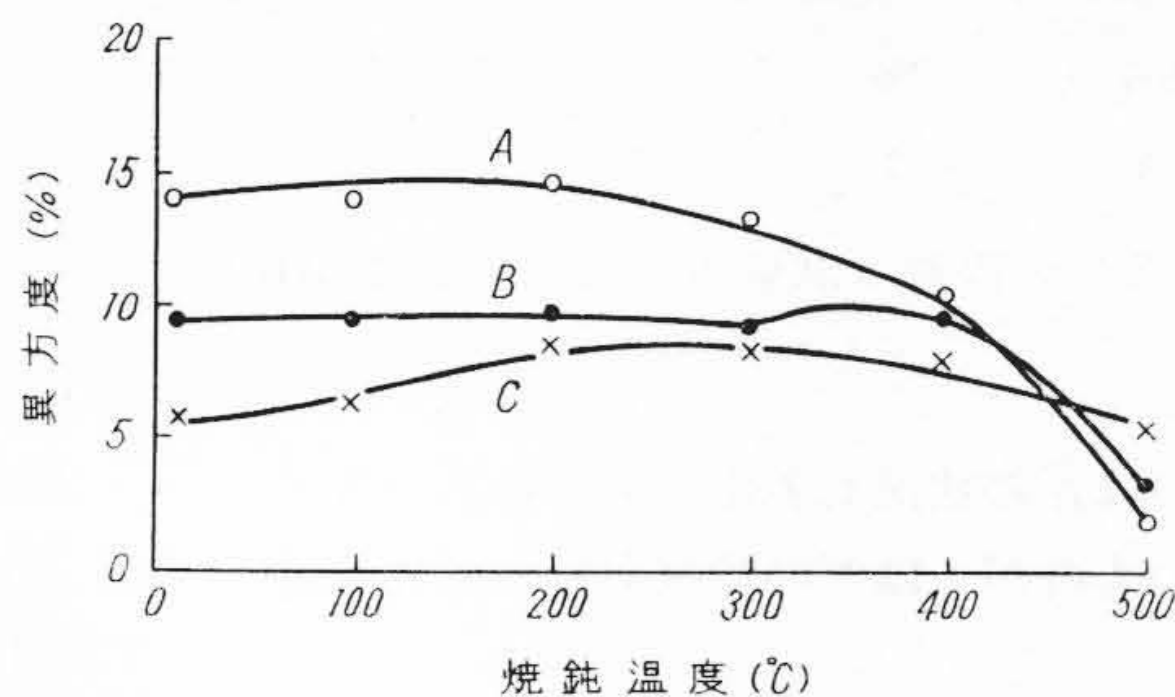


焼鈍温度(°C)	試験前	100	200	300	400	500
焼鈍時間(h)		1	1	1	1	1

第21図 各加工条件の深絞り試験後の外観 (試番 4b)



第23図 焼鈍温度が各加工条件の異方度を与える影響 (試番 5b)



第24図 焼鈍温度が各加工条件の異方度を与える影響 (試番 5c)

いずれの加工条件のものも異方度はほぼ0に近い値となっており、それ以上の焼鈍温度でも異方度に大きな変化はなく、その関係はちょうど軟化曲線と類似している。しかし、試番4aでは、加工条件AおよびBコースのものは300°C以上の焼鈍により異方度は0, 90度方向に変移しその値も大きくなっている。

第21図は試番4bの深絞り試験後の外観を示したものである。

200°C以下の焼鈍条件では若干挫屈現象の認められるものであるが、200°C以上の場合には表面状況は良好であり、一般に耳の発生も低いことがわかる。

以上の結果から、ケイ素を添加した影響は、その含有量が少ない場合には、焼鈍により異方度は急激に変化し、その傾向は高純度アルミの場合と類似しているが、添加量1.0%以上になると、焼鈍温度が軟化終了点以上では異方度がほとんど0に近い値であり、加工条件によっても、異方度には特に差異はない。

すなわちケイ素をある一定値以上添加することにより異方性を与える優先方位の焼鈍による変化は緩和できることになる。このことは添加金属として効果的であると考えられる。

3.2.4 マンガンの影響

第22～24図は試番5a, 5b および5cの各試料の焼鈍温度と異方度の関係を示したものである。

これら各図より異方度を与えるマンガン添加量の影響をみる

1.0% Mn アルミ板							
焼鈍温度(℃)	試験前	100	200	300	400	500	
焼鈍時間(h)		1	1	1	1	1	

1.0% Mn アルミ板							
焼鈍温度(℃)	試験前	100	200	300	400	500	
焼鈍時間(h)		1	1	1	1	1	

1.0% Mn アルミ板							
焼鈍温度(℃)	試験前	100	200	300	400	500	
焼鈍時間(h)		1	1	1	1	1	

第25図 各加工条件の深絞り試験後の外観(試番5b)

1.0% Mg アルミ板							
板厚 1.0 t 絞り比 2.0 加工条件 A							
焼鈍温度(℃)	試験前	100	200	300	400	500	
焼鈍時間(h)		1	1	1	1	1	

1.0% Mg アルミ板							
板厚 1.0 t 絞り比 2.0 加工条件 B							
焼鈍温度(℃)	試験前	100	200	300	400	500	
焼鈍時間(h)		1	1	1	1	1	

1.0% Mg アルミ板							
板厚 1.0 t 絞り比 2.0 加工条件 C							
焼鈍温度(℃)	試験前	100	200	300	400	500	
焼鈍時間(h)		1	1	1	1	1	

第29図 各加工条件の深絞り試験後の外観(試番6b)

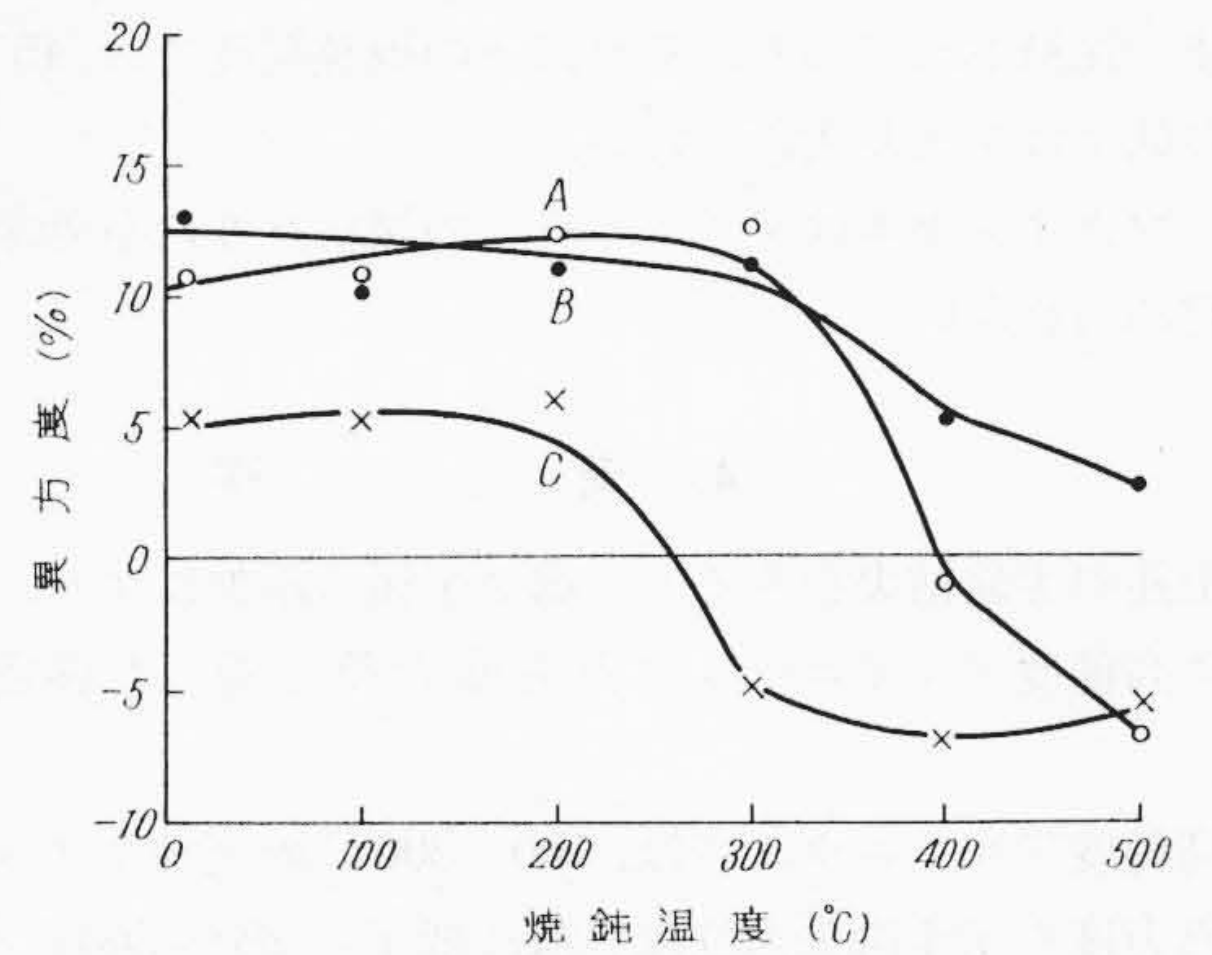
と、マンガン添加量の少ない試番5aは焼鈍処理により45度方向の異方向度はしだいに低下しているが、他の試番5bおよび5cのものは400°Cまでの焼鈍処理を行なっても45度方向の異方向度は最終加工材の場合に比較してあまり変化しないことである。この関係は軟化曲線において軟化の割合が低いことと類似している。ただ、添加量が多くても500°C処理の場合には45度方向の異方向度は相当に低くなっており、加工条件によっては0, 90度方向の異方向度に変移しているものもある。

異方向度は添加量により変化はないが、添加量に関係なく加工条件Cコースのものが一般に低い値を示し、Aコースのものが高い値となっている。

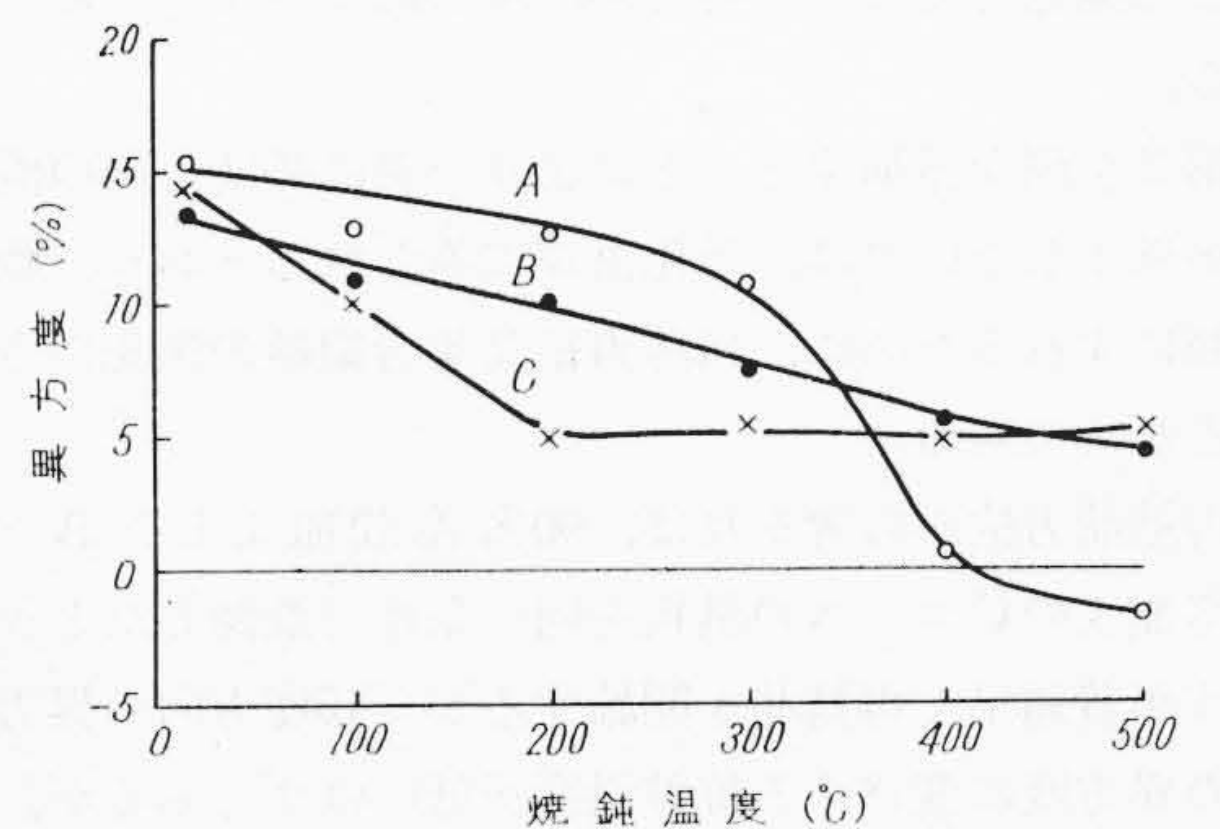
第25図は試番5bの深絞り試験後の外観を示したものである。

図にみられるように300~400°Cの焼鈍処理においても挫屈現象が一部認められる。また発生した耳の高さも大きいことがわかる。

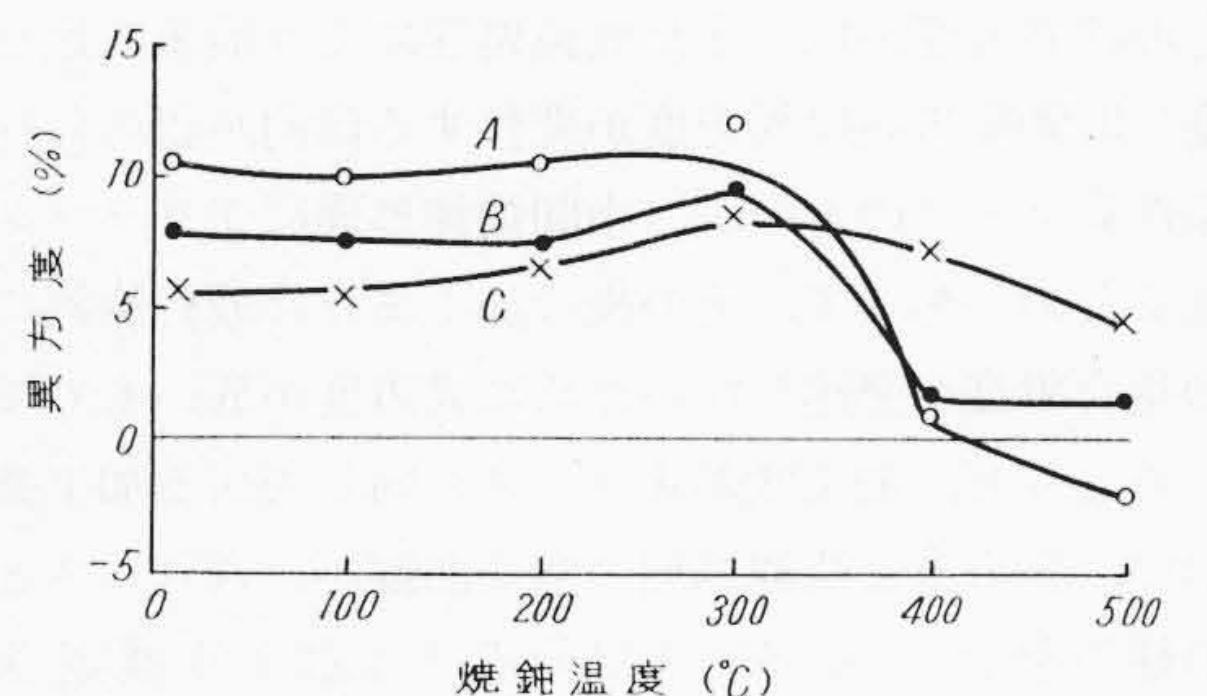
以上の結果からマンガンの影響について考えてみると、加工材に認められた45度方向の異方向度は、添加量が多い場合には特に顕著であるが、400°Cの高い温度の焼鈍によっても全然変化せず、また挫屈現象も前述の、鉄、ケイ素を添加した場合に比較して顕著であり、あまり効果的な添加金属とは認められない。



第26図 焼鈍温度が各加工条件の異方向度を与える影響(試番6a)



第27図 焼鈍温度が各加工条件の異方向度を与える影響(試番6b)



第28図 焼鈍温度が各加工条件の異方向度を与える影響(試番6c)

3.2.5 マグネシウムの影響

第26~28図は試番6a, 6b および6cの各試料の焼鈍温度と異方向度の関係を示したものである。

これらの図よりマグネシウムの異方向度を与える影響をみると、45度方向の異方向度は他の添加金属の場合と同様に約300°Cまでの焼鈍では、加工材の場合と比較してあまり変化していないことである。すなわち300°Cまでは45度方向の優先方位が加工材の場合とあまり差異がないと思われる。焼鈍温度が400°C以上になるとその傾向はなくなり、45度方向の異方向度はしだいに低下し、加工条件によっては0, 90度方向に異方向度に変移しているものもある。

加工条件の影響をみると添加量に関係なく、異方向度は前述の各添加金属の場合と同様に加工条件Cコースのものが低く、Aコースのものが高い値を示している。

第29図は試番6bの深絞り試験後の外観を示したものである。

図にみられるとおり、はだあれ、挫屈現象は200°C以下の焼鈍の場合に認められるが、200°C以上になると特に異常な状況は認められなかった。

以上の結果よりマグネシウムの影響をみると、他の添加金属と同様に45度方向の異方向度を示す優先方位はほぼ軟化終了点の温度

まで保持されており、それ以下の焼鈍温度では 45° 方向の異方度の低下はあまり大きくない。

マグネシウムはアルミニウムの深絞り性に有効な添加金属とは認められない。

4. 考 察

上述の実験結果をみると、第 2 金属の添加により、アルミニウム特に高純度アルミニウムの異方度の値と違った関係が発生している。

高純度アルミニウムでは、100~200°C の焼鈍により、45 度方向の異方度を示す優先方位は急激に低下し 200~300°C の焼鈍では 0°, 90 度方向の異方度を示す優先方位が顕著になる。この現象は 100~200°C までの焼鈍では、X 線回折により若干再結晶が認められるが、いまだ優先方位として明らかに現われていないためであると考えられる。

第 2 金属を添加することにより一般に 45 度方向の優先方位がなかなか低下しないのは、軟化曲線にみられるとおり、軟化開始点が高温側にずれるために、当然再結晶集合組織の優先がさらに高温側となるためである。

再結晶方位から考えれば、90% 冷間加工した A コース試料と、66% 加工の C コースの試料を同一条件で焼鈍したときには、前者のほうが普通早く再結晶を開始するから 45 度方向の異方度が 0, 90 度方向の異方度に変移する焼鈍温度が低いはずであるが、本実験においては一般に加工条件 A コースのものが、圧延集合組織によって示されると考えられる 45 度方向の異方度が高く、また高温の焼鈍においてもその異方度が保持される傾向が大きい。これに対し、C コースのものは異方度が低くまた焼鈍処理により前者に比して比較的低い温度で 0, 90 度方向に異方度に変移する傾向が認められる。これは加工条件 C コースのものが、中間焼鈍処理によりランダムな集合組織となるためであって、その後の加工または最終焼鈍によっても整方位の集合組織が発達しないために異方度が低いものであると思われる。ちょうど、加工度が A コースと同じである加工条件 B コースのものの、異方度と焼鈍処理の関係曲線が、A コースと C コースの中間の様相を示していることは前述の考察より推定されることである。

なお、深絞り用板材の加工条件としては、整方位の再結晶集合組

織を形成する加工を避けるために、最終加工度をできるだけ低くするという従来の報告⁽¹⁰⁾と、本実験の加工度の影響は一致していることがわかる。

5. 結 言

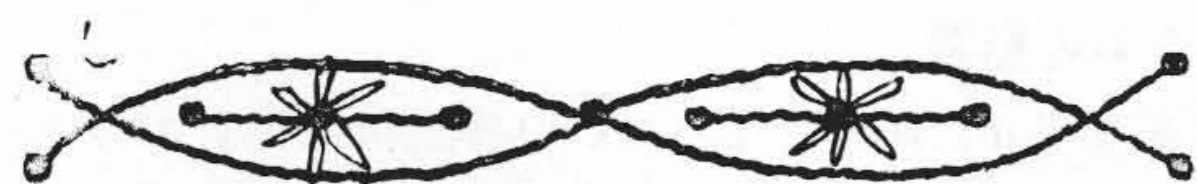
アルミニウム板を深絞りにより成形加工するときに、加工条件、中間焼鈍処理、または最終焼鈍条件により影響される集合組織の状態により、耳の発生状況が異なってくる。このような異方性による耳の発生が、添加金属の種類、量および加工条件によりどのようになるかを、アルミニウムに鉄、ケイ素、マグネシウムおよびマンガンそれぞれ単独に 0.5, 1.0 および 1.5% 添加した試料について直接深絞り試験を行ない比較検討した。実験結果を要約すると次のとおりである。

- (1) 第 2 金属の添加により 45 度方向の異方度は焼鈍処理によって急激な変移をみせず、比較的高温まで保持されている。
- (2) 添加量が 1.0% 以上になると、300~400°C の焼鈍処理によっても異方度に大きな変化はない。
- (3) 添加金属としてはケイ素の添加が効果的であり、1% 添加で、300~500°C 焼鈍温度ですべての加工条件のものが異方度はほとんど 0 に近い値を示しており、効果的な添加金属である。
- (4) 加工条件としては最終加工度の低い C コースのものが、いずれの添加金属の場合も異方度は低く、加工度が高く中間焼鈍のない A コースのものが異方度が高い値を示している。

本研究を行なうにあたり、種々ご激励いただいた日立電線株式会社久本部長、山本課長および実験に協力いただいた、厨川、大越、西山の諸氏に深く感謝の意を表する。

参 考 文 献

- (1) 森永, 高橋, 室町, 堀: 日本金属学会誌 18, 607 (1954)
- (2) 森永, 室町: 日本金属学会誌, 20, 202 (1956)
- (3) 室町, 多多: 軽金属 9 (1) 13 (1959)
- (4) 森永, 財満: 軽金属 11 (3) 29 (1961)
- (5) K. T. Aust, F. R. Morral: J. Inst. Metal, 5, 431 (1953)
- (6) 吉井: 塑性と加工 2, (8) 243 (1961)
- (7) 畑, 竹内: 日本金属学会誌 18, 371 (1954)
- (8) G. Wassermann (山崎十郎訳): Texture Metallischer Werkstoff (金属材料の集合組織)
- (9) 福井, 工藤: 東大理工研報告, 4 (1-2) 33 (1950)



登録新案 第 560379 号

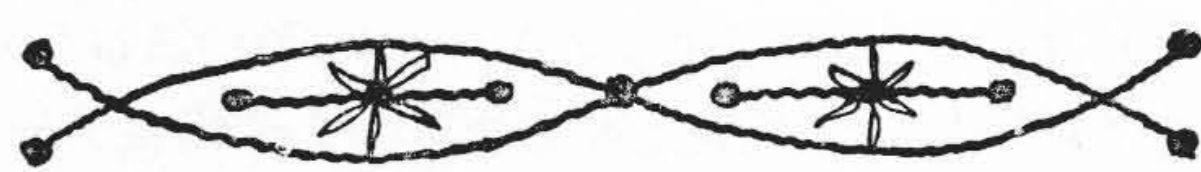
新 案 の 紹 介

変 圧 器 巻 線

たとえば電圧調整装置におけるタップ切換用限流リアクトルのように、比較的低電圧で大電流の流入する回路に供される巻線は、一般にヘリカルコイルに巻回構成することが有利である。

ところが、このヘリカルコイルは巻回の途中で順次に転位する必要がある、このために各コイル間には絶縁上および冷却上より必要以上に大なる間隔をとらねばならず、コイルの軸長が大となるきらいがある。

この考案においては、これを巻わくに対して二重とした二重ヘリカルコイル 14 および 24 に配置すると共に、これら各ヘリカルコイルはさらに巻線軸方向へ 1, 2, 3 と 4, 5, 6 のように二段に分割して巻回し、各コイルの転位を所定軸長において容易に行ないうるようにしたもので、これにより従来のように、コイルのみの転位に基づくコイル間の間隔の増大を行なう必要はなく、全体をコンパクトに構成でき、製作工数の低減にも顕著な効果がある。(須 田)



中 川 清

