
抄 録

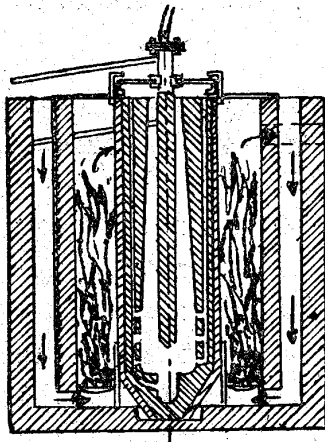
3. 銑鐵及鐵合金の製造

強度大なる鑄鐵の製造 (Giesserei Zeitung. 15, April. 1926) 鼠銑鐵の機械的性質をより良好ならしめんとする問題は近來喧く云はるゝ所なり。然し未だ十分なる研究を遂げられざれども種々の研究成績より判断すれば 40 kg/mm^2 以上の抗張力と 60 kg/mm^2 以上の屈撓力とを有するものは得らるべし。今日迄得られたる成績はルドロフ氏の研究による $32.7-43.2 \text{ kg/mm}^2$ の屈撓力と $16.5-23.4 \text{ kg/mm}^2$ の抗張力のものが優秀なりき。一般には平均 28 kg/mm^2 の屈撓力と 7 mm の撓みにして其最大値は 34 kg/mm^2 の屈撓力と 10 mm の撓みなり。又數年前に $18-24 \text{ kg/mm}^2$ の抗張力を有する圓筒を得しことあり。

其製法は銑銑爐なりしが良好なる製品を得る爲めに 20 年前より油熔解の銑銑爐が採用されしが十分なる効果なく又甚だ局部的に行はれたり、數年前 Wüst 氏が改良したる油使用銑銑爐を用ひて漸く良品を得るやうになれり。又反射爐は良製品を得らるゝこと確かなれども其建設費と燃料の消費量大なる故にロールの如き大なるものゝみに限らる。ケルペリー氏が電氣爐にて製造すれば強度大なる鑄鐵を得らると報告してより大に世人の注目を惹けり。然し電力高きため例へ銑銑爐との合併法によるも未だ直ちに實用に供すること困難なり。それ故に今日も尙ほ建設費少くして良好なる製品を得らるべき銑銑爐の改良に苦心されつゝあり、即ち Rein の鐵滓分離爐 Schürmann 爐の如きは其例なり。

實際的に鑄鐵の機械的性質の改善を企て、成功したるはデーフエンターレル及シップ兩氏なり。此法は鑄物の厚さに應じて適當なる配合をなし冷却を調整する爲めに鑄型を豫熱して鑄造するものなり。其製品は抗張力、屈撓力、衝撃及摩滅に對する抵抗は從來のシリンダー銑よりも良好なり。1916年にデーフエンターレル氏は遂に此法の特許を得たり。所が其特許請求範圍に對し世人の物議を醸せり。これより先きデューレ氏は 1875 年に彼の著書中に強度大なる鑄鐵を得る方法を次の如く述べたり。即ち鑄鐵の強度には漸冷が非常に影響するものにして 1847 年にボストンにて實驗したる作業は二つの 6 封度砲を同じ爐にて一つは普通の方法にて他の一つはピット中にて赤熱して鑄造し 4 日目の終りにピットより鑄型を出し 5 日目に鑄型より品物を出せり。又彼はロードマン法を述べたり、これは第一圖の如く心型の心棒を水冷却し同時に外部より熱して銑銑を注入せり。この製品は他の方法にて得られざる分子の變化を起し強度大なり。即ち冷却水によりて内部は微細なる硬き組織となり外部は赤熱によりて強靱なるものとなり。鑄物を漸冷すればパーライト組織となるものにして所謂パーライト鑄鐵と稱せらるゝなり。これは前述せるデーフエンターレル氏の特許にしてランツ商會が其權利を譲り受

第一圖



けたり。嘗て同商會がエスリンゲン工場及びタイセン商會を特許侵害の故を以て告訴せしことあり。

エムメル氏は 1925 年の Stahl und Eisen 紙上にて鑄鉄爐にて得たる低炭素鑄鐵と題する論文を發表せり。それは 40 kg/mm^2 の抗張力と 70 kg/mm^2 の屈撓力のものにして従來の記録を越えたるなり。又同雜誌にクリンゲンスタイン博士がウスト式油熔解の鑄鉄爐を用ひて製造したる作業報告をなせり。其抗張力は 33.4 kg/mm^2 屈撓力は 54.8 kg/mm^2 なり。此爐は高價なる電氣爐に代るべきものとして賞用せらる。熔解重量は 1 噸にして油消費量は 11~13% なり。其鑄鉄の溫度は 樋の所にて $1,500\sim 1,600^\circ \text{C}$ なり。石灰石は鐵

材料の 1% を用ひて良く熔解せり。其成品の成分は 2.7% C, 1.66% Si, 0.9% Mn, 0.42% P 及び 0.07% S なり。其裝入原料は 12% の炭素量少き Concordia 鐵、12% の Sieger lander 及び 66% の屑鐵を用ひたり。かくの如き高溫度を得ることは大なる強度を得るには甚だ必要なり。普通の鑄鉄爐に於ては 1.40°C 以上を得ること稀なり。

黒鉛の微細なる分布を作る條件として過熱することは最も新しき説なれどもシュッツ博士は硅素高き鑄鐵を急冷してチルセしめ黒鉛ユーテックを形成せしめ大なる強度を得たり。故に過熱は必ずしも唯一の良法にあらざるなり。長き間大なる強度を得るためには其厚さと成分との比が根本問題と考へたり。例へば厚さ 25mm に對しては 2.7~2.8% C, 2% Si, 0.6~0.8% Mn 及び出来るだけ少き磷と硫黄を有するもの最も強度大なり。然し高溫度を要すべきことには考へ及ばざりき。然らば如斯高溫度を得るには如何にして製造すべきやが問題なり。電氣爐は高價なる故にどうしても鑄鉄爐に依らざるべからず。鑄鉄爐は取扱上及び其他の點より多くの利益あれども低炭素と過熱とは是迄得られざりき。レーデブアー氏の研究によれば 90% の鋼屑を用ひても尙ほ 3% 以上の炭素を有する鉄鐵となれり。又クリンゲンスタインは 90% の鍊鐵を用ひて只部分的に成功せり。一般には 3.1~3.2% 以下の炭素には降らざるなり。

これまで強度大なる鑄鐵を製造するには鋼屑又はコンコルディア鐵の如き低炭素鐵を用ひて 3.2% C まで下げたり。コンコルディア鐵はヘンニング氏の發案にて鉄鐵に鑄鋼を添加したるものにして 2.6~2.8% の炭素を有す。鋼屑を用ふれば硅素と滿俺高きものを得られざる故に世人之を顧みざれどもエスリンゲン製硅素及滿俺の團塊を用ふれば十分其目的を達す。又コルサリー氏は骸炭より炭素を吸収することを防ぎて 2.5%~3% C の鑄鐵を得たり。鑄鉄爐にて高溫度を得る爲めに著書は骸炭を石灰水に浸して用ひしに 5 噸クリガル爐にて其流出口にて $1,500^\circ \text{C}$ 以上の溫度を得たり。而して硅素と滿俺の損失を防ぐ爲めに鑄鉄爐の廢棄瓦斯にて豫熱したる流動狀のものを鑄解層に外部より直接裝入せり。 $1,500^\circ \text{C}$ より $1,550$ 又は $1,600^\circ \text{C}$ の溫度に上昇せしむることは油熔解にては困難ならざれども

前床の所に電氣を用ひ熱すれば 50-100°C を上げることは容易にして經濟的なり。

次に 60~70% の鋼屑又は鍊鐵屑と 30-40% の銑鐵よりなる裝入材料を用ひ色々な方法にて製造したる鑄鐵の化學成分及び物理的性質を示さん。

試料 番號	全 炭 素	黒 鉛	化 合 炭 素	硅 素 量	滿 俺 量	磷 量	硫 黄 量	30mm 直徑試験棒		20mm 直徑
								加工セザルモノ 屈撓力	撓ミ	加工セルモノ 抗張力
1 普通鼠銑鑄物	3.37	2.97	0.40	2.36	0.49	0.71	0.084	30.0	11.2	12.2
2 ランツパーライ ト鑄物	3.08	2.01	1.07	1.12	0.80	0.28	0.195	50.8	12.8	32.1
3 油熔解鑄物	2.74	1.84	0.90	2.25	0.99	0.33	0.074	46.3	10.2	29.4
4 コルサリー式 鑄物	2.98	2.06	0.92	1.62	0.86	0.29	0.138	53.9	12.4	34.2
5 "	2.95	2.00	0.95	1.57	0.78	0.23	0.132	56.1	10.0	36.1
6 "	2.90	1.98	0.92	1.53	0.83	0.29	0.134	54.9	10.0	38.0
7 "	2.94	1.98	0.96	2.09	1.07	0.22	0.111	53.5	10.4	34.8
8 "	2.77	1.94	0.83	2.00	0.89	0.25	0.137	56.1	10.4	38.8
9 "	3.00	1.86	1.14	2.03	1.19	2.27	0.146	62.5	10.0	39.5
10 "	2.88	1.96	0.92	2.29	0.75	0.21	0.195	56.5	11.8	35.6
11 "	2.77	1.95	0.82	2.06	0.74	0.25	0.165	52.4	9.4	37.1
12 "	2.90	2.01	0.89	2.09	0.99	0.26	0.107	52.6	9.8	34.8

第1は普通の鼠銑鐵鑄物の成績にして其黒鉛の量大にして而かも長き板狀に分布する故に強度を大ならしめること能はず。其腐蝕せるもの、顯微鏡組織は黒鉛の周圍に模範的フェライトの組織を示せり。第2はランツ、パーライチック鑄鐵なり。第1に比し黒鉛量が只 2.1% にして其組織は黒鉛適當に分布せり。腐蝕せしものは層狀パーライチックなり。第3はウスト式爐にて熔かしたるものにして銑銑は 1,550°C の流出溫度なり。ランツ鑄物とは異りたる方法にて得たるものにして其成分も異り黒鉛の分布良好なり。又層狀パーライチック組織はランツ鑄物と區別し難し。

第4乃至第12はコルサリー法にて銑銑爐を用ひて造りしものなり。全炭素量は殆んどすべての場合 3% 以下黒鉛は 2% 以下なり。顯微鏡組織は理想的の黒鉛分布とパーライチック組織を示す。コルサリー鑄鐵はランツよりも強度大にしてブリネルは 230-250 なり。この實驗は加工せずとも大なる強度を得らるゝことを證明するものなり。(谷山)

7. 鐵及鋼の性質

鑄鐵質に及ぼす磷の影響 (Foundry, May 15, Jun. 1, 1926.) 磷が鑄鐵の冶金及物理學的性質に及ぼす影響に就きて Bolton 氏は次の如く總括して述べたり。鑄鐵中に含まるゝ磷の量は其原料鑄石に大關係あるものにして銑鑄爐にて銑融する時は其大部分は磷化鐵として殘留するものなり。又銑鐵中の磷は鹽基性製鋼爐にては除去せらるゝも酸性製鋼爐及銑銑爐にては變化少く大部分殘存するものなり。鼠銑鐵にては 10.2% の磷と 89.8% の鐵及びそれより少き磷と鐵とは共晶を形成するものにして其磷の含有量多き結晶をコーテクチック、ステダイトと稱し磷少きものをステダイトと稱す。1% の磷はステダイトの 10% 以上の容積を増するものなり。ステダイトは硬くして脆し其比重は殆ん

ど鑄鐵と等しく熔融點は約 780°C なり。

磷は鼠鉄鐵の凝固し始むる點を低くす。鐵の結晶間に介在するステダイトはたとへ鐵炭素系の熔解區域は低くとも大なる流動性を與ふ。磷は炭素ユーテグチックを低くし又鐵が炭素を吸収する性質を減ぜしむ。然し此作用は普通の工業用鐵には著しからず。磷は臨界點又はパーライチック點には影響なし。工業用鐵に於てはステダイトは最後に凝固する成分なれば磷高きものは網目狀の組成を形成する傾向あり。これらの組織は抗張力を高くせず、撓みを低くす。チルド鑄物に於ては磷はチルを害するものなり。磷は硬度を増すものにして殊に磨滅に抵抗する性質を與ふ。それ故に單に硬き鉄には必要なれども力強き機械鑄物を造る場合には磷少きものを用ふべきなり。

收縮は或場合には磷を高くして減ずることあれども一般には他の方法によりて積極的に防止するなり。ステダイトは腐蝕に耐ゆる性ある故に導管製造には 0.6-0.8% の磷を用ふれども又反對に耐酸鑄物の或物には磷の含有量少きものを必要とするなり。(谷山)

モリブデンを含有するニッケルクローム鋼の研究 (Dreibholz und Gnerler Gietzerei Zeitung, Vol. 21, 1924 p. 349; Stahl und Eisen, Dec. 24, 1925, p. 2119) 著者等は先づ Bull(Horton Norwegen)の研究結果を擧げて居る。夫に於ける鋼は次の成分のものである。

	C%	Si%	Mn%	P%	S%	Ni%	Cr%	Mo%
A.	0.3	0.2	0.6	0.03	0.03	3.5	0.65	0.65
B.	0.3	0.2	0.6	0.03	0.03	3.5	0.65	—

斯くの如く Mo 0.6 % を加へて彈性限及び抗張力は夫々約 21 % 及び 19 % 増加したが延伸率及び断面收縮率は變らなかつた。而して壓延したものに於て焼戻温度の上昇と共に彈性限及び抗張力は減少し延伸率、断面收縮率及び衝擊値は増加したが焼入温度を變へても焼戻温度が一定ならば此等機械的性質は變化しなかつた。

次にニッケル、クローム鋼の焼戻脆性に對する少量のモリブデン添加の影響に就いて述べてある。即ち一定の焼戻温度より徐冷して衝擊値が大に低下する様なニッケル、クローム鋼に 0.3-0.5 % のモリブデンを加へると此傾向が甚だ少くなる。此モリブデンの効果は H. Korschann や R.H. Greaves に依つても確められた所である。(室井)

合金鋼に對する金屬組織學用腐蝕劑 E. C. Groesbeck (Sci. Papers U. S. Bur. Standards, 1925, 20, 527-586.)

合金鋼或は鐵合金中にあらはるゝ成分は酸性腐蝕劑ではその識別は困難である。

アルカリを含む溶液中で普通の方法の如く試料を腐蝕するときは二つの明瞭なる腐蝕の効果が得られる則ちアルカリにより成分が化學變化を受けること及び溶液中に發生する酸素による成分の酸化作用である酸化したる化合物は一般に腐蝕せらるゝが鐵の地はアルカリ或は發生機の酸素によりて作用せられず輝きたる面となつて残る。

鐵のカーバイド鐵のタングスタイド高速度鋼の複雑なる成分はアルカリに依つて腐蝕せられ他の成

分は作用せられず黑色とならず残るしかれども一般に總べての成分は發生機の酸素によれば作用せられて黑色となる。

クロームカーバイド・タングステンカーバイド・ヴァナヂウムカーバイドは苛性曹達或は苛性加里の10%熱溶液又はアリカリ性ピクリン酸曹達或はアルカリ性銅シヤン化加里溶液で腐蝕すれば前述の三成分と區別することが出来る。

鐵のタングスタイド或は高速度鋼の成分は10%苛性曹達或は加里溶液又は10%苛性曹達と過酸化水素の混合液で處理すればカーバイドと區別することが出来る。

鐵のタングスタイドはピクリン酸曹達熱溶液によれば1分間で黑色となるが他の總べての成分は黑色に着色せらるゝには少くとも10分時を要す。

電氣的腐蝕法に於て弱解離酸類或はこれ等の酸のアルカリ或は金屬の鹽類の溶液を用ふれば鐵の地は腐蝕せられず残り他の成分は總べて腐蝕せらる腐蝕時間3分でクロームタングステン及びヴァナヂウムのカーバイドは作用せらるゝも鐵タングスタイド、鐵カーバイド高速度鋼の成分は腐蝕せられない酸素は腐蝕せらるべき試料則ち陽極に生ず、この酸素は電解の最初に生ずる酸と水との間の第三次的反應により又陽極に於ける水酸イオンの發生によつて生ず。

此の處理によつて黑色となる鐵カーバイドを除けば他の種々の成分は加熱着色法によりては相互にその組織を區別することは困難である。

以上の如く適當なる腐蝕液と腐蝕法を以てすれば種々の成分も識別することが出来る但し、タングステンカーバイド及びクロームカーバイドは相互に區別困難であるがしかしタングステンカーバイドの結晶形は常に三角形又矩形の粒として表はれるから識別の助けとなるであらう。(W.K.)

航空機用發動機排氣瓣材料の撰擇に際して使用溫度範圍の考慮 (Grard. Rev. de Mét. No. 6 Juin 1926 p. 317.) 發動機の排氣瓣は衝擊に對する抵抗、硬度、柔靱性の大きること酸化されないこと、熱傳導率大にして比重小なる材料を要求する。衝擊に依つて起る疲勞は回轉速度に比例するもので、加熱されることは氣筒の單位容積當りの馬力及力率に比例するもので殊に力率に多く左右される様である故に能率の良い發動機程瓣の熱される傾向は増す譯である。混合氣の濃度は濃厚なるもの程瓣を加熱すること少くガソリン消費量の少い發動機程瓣を熱することが激しい。次に冶金學的考察に於ては使用溫度範圍が廣く最高900度に達するから此の範圍に於て可逆的で酸化に耐え、高溫度にて一定以上の硬度を有し、柔靱で比重小、熱傳導大なる材料でなければならぬ。著者は酸化を防ぎ高溫度にて硬くする爲めに12%クローム鋼を撰び此に變態點を高め且比重を少くする考より硅クローム鋼に就て實驗したのである。炭素 0.3 乃至 0.4 硅素 2-3-4 %クローム 12 乃至 14 %の鋼 12 種を作り變態點、室溫 800°C 及 900°C に於ける抗張試験、硬度試験、繰返し衝擊試験、及び顯微鏡組織に依り排氣瓣材料の規格を作つた。即ち成分炭素 0.4, クローム約 12, 硅素 2.5 乃至 3; 比重最大 7.8. Ac 900°C 以上, 1,200°C より空氣焼入して 900°C に焼戻したる材料に就き、常溫破斷力 92kg/mm²

以上、硬度ブリネル 80 以上、延伸率 12 %以上、衝撃値 4 以上、繰返し衝撃数 18,000。

以上の化学成分のものでは高温度にて稍硬度少き懸念があるので炭素 0.4; クローム 11; 珪素 2.5 乃至 3; 炭素 0.5; クローム 10; 珪素 2.5; タングステン 1.5; 炭素 0.5; クローム 10; 珪素 2.6; 水鉛 1; の 3 種の材料にて排気瓣を作りローレン 400 馬力及び 450 馬力發動機にて試験した結果第一は瓣桿に多少焼付きて使用されなかつたが第二第三の鋼は 50 時間運轉の結果何等變化を受けず少しの疲労もなかつた。(武内)

8. 非鉄金属及び合金

熱処理されたデュラルミン鋳の機械的性質 (R. J. Anderson 36, 1926 Preprint of Am. Soc. for Testing Materials) デュラルミン鋳の機械的性質に及ぼす焼鈍、焼入及時效の影響を研究したものである。No 10 乃至 No 30 B. & S. gage の鋳に就いて抗張試験、硬度、壓入試験を行ったものである。使用された材質は銅 6.05 %と 4.03 %の 2 種である。抗張試験片 1,000 個を使用した程完全な研究であるが此報告には No 18 鋳に関する資料のみが掲げられて居るが 16 の線圖を含んでゐる。尙抗張試験に於て起る音及 Lüders lines に關して述べられてゐる。音は焼入れ直後のものに於て最も強く時效と共に少くなるが、爐中冷却せるものを除き焼鈍したものに於ても聞き得る。Lüders line 引張り力と 60° をなして現はれ破面の方向と密接な關係を示してゐる。機械試験の結果次の結論に達した。1; 冷間壓延したデュラルミンを 30 分 $300^\circ\text{C}\sim 550^\circ\text{C}$ に熱し空中冷却後時效せしめたるものに於て弾性比、弾性限、降伏點、抗張力及硬度は 350°C にて最小となり以後上昇して 500°C にて最大となる。故に空中冷却する場合には 350°C が最適當なる焼鈍温度である。延伸率は温度と共に増加するが鋳の厚さに依つて變る。斷面收縮率は最も軟い状態に於て最大にして壓入の凹みの深さと平行に變化する。 350°C 及 500°C より空中冷却して充分時效したものは抗張力 30,000 lb/in², 60,000 lb/in² ブリネル 70, 及 125 の如くである。

2, $300^\circ\text{C}\sim 550^\circ\text{C}$ に 30 分加熱して爐中冷却したものに於て、弾性比、弾性限、降伏點、抗張力、及硬度は 350°C にて最小にしてその後再び上昇するが常に空中冷却したものより軟く且弱い。爐中冷却は收縮率を大にし 400°C にて最大 45 %に達する、空中冷却したものは 25 %である。壓入の深さも爐中冷却したものは大きい。爐中冷却したものは空中冷却したものより弾性限が非常に下る。 350°C 及 500°C より爐中冷却したものは抗張力 25,000 lb/in², 33,000 lb/in², ブリネル數 53 及 63 である。

3. $300^\circ\text{C}\sim 550^\circ\text{C}$ に熱して空中冷却する場合加熱時間の影響は複雑である。加熱の最初の効果は硬化と強くすることである例えば冷間壓延したものを 350°C にて 1 分間熱したものに於ては抗張力 3,000 lb/in² ブリネル數 15 を増加した。 300°C に於て加熱時間が増すと弾性比、弾性限、降伏點、抗張力及硬度は漸次減少し、收縮率、延伸率、壓入破斷力、壓入深さは増加する、高温度にても或時間迄は上の如く或性質は上り或ものは降下するがそれ以下になると反對の効果が起る。 350°C に加熱

する時抗張力は 180 分迄減少しそれ以上になると増加する。此等は Cu Al_2 の溶解析出に依るもので、一般に一定時間加熱する場合には温度高き程丈夫で且硬い。尤も 400°C 以下に於ては或時間迄は軟化される。即ち冷間壓延したデコラルミンを加熱する時には 2 つの効果がある 1 は軟化、1 は固溶體中 Cu Al_2 の溶解度に依る硬化作用である。

4. 水中焼入して室温時効せしめる時には抗張力及硬度は Cu Al_2 -Al 共融晶の熔融點近くに至る迄焼入温度高きもの程大である。延伸率、收縮率、壓入深さは減少する然し壓入破斷力は増加する。

512°C にて水中焼入し充分時効せしめたものゝ性質は次の如くである。弾性比 $0.48\sim 0.50$ 、弾性限 $29,000\sim 33,000$ $\text{lb}/\text{sq.}$ 、降伏點 $36,000\sim 39,000$ $\text{lb}/\text{sq.}$ 、抗張力 $61,000\sim 68,000$ $\text{lb}/\text{sq.}$ 、收縮率 $22\sim 26$ 、%延伸率 $14.5\sim 17.5$ 、ブリネル硬度 $130\sim 145$ 。壓入試験結果は鋳の厚みに依つて可成變化する。

5. 或温度例えば 512°C より 20°C の水に焼入して室温にて時効せしめる時には強さ及び硬度は初め急激に後徐々に増加して 72 時間位で最大に達する。文獻には 4~10 日を要すと述べられてゐる。此の度の研究にては 72 時間迄は段々増加するが以後あまり影響がない。強さは 24 時間にて最大になるが弾性限は 72 時間を要する。收縮率及延伸率は初め減少する様であるが 2 時間にて殆んど一定になる。硬度は弾性限と平行し 72 時間にて最大となる。

6. 焼入したデコラルミンを 300°C 迄の温度にて時効せしめる場合に、抗張力及それに關連した性質は 60°C 迄増加し以後少し減して後 150°C 迄は殆んど一定となりそれから目立つて降下する。加速時効に依つて得た最高は常に常時効のものより低い。

7. 焼入後 100°C に於て 1~600 分時効する場合には抗張力及其に關連する性質は 5 時間迄は増加し以後減少する。加速時効したものゝ最高は抗張力 $58,000$ $\text{lb}/\text{sq.}$ 、ブリネル硬度約 113 にして常時効したものは抗張力 $61,000$ $\text{lb}/\text{sq.}$ 、ブリネル硬度 130 である。

8. 水中焼入常時効せしめる場合焼入温度に保持する時間はあまり重要でない。鋳ならば 30 分で充分である。棒等の時は長く加熱する必要がある。長く加熱して置くことは爐中の瓦斯の爲め害されて 2 時間以上置いたものは弱らされた合金となり、諸性質は悪くなる。

9. 大體には焼入劑の影響はあまりない。激しい焼入程硬さ及び強さは大きく延伸率は降る。最も適當なものは油及び水である。

10. 此の研究に用ひた銅含有量低き合金は一般に用ひられるデコラルミンと同質であるが、此合金に對して最大の強さ及び硬度を得るには $500^\circ\text{C}\sim 512^\circ\text{C}$ より水中焼入して 3~4 日常時効せしめるのが最も適當なる熱處理である。

11. 以上の結論は一般に銅少きもの多きものに當てはめる事が出来るもので、特に添加した 2% の銅の影響はあまり大きくない。銅多き合金の弾性限は銅少きものより大である。殊に焼鈍したものに於て然りである。添加した銅は合金を丈夫にし又焼入時効せしめたものゝ中にて最大の抗張力を示したものは銅多き合金であつた。(武内)

低温加工せる金属の結晶の成長に就て W. Feitknecht. (Inst. Metals, Mar., 1926.) 低温加工せるアルミニウム板の結晶粒の成長に関してはその材料が再結晶するために與へられたる變形が大なる程迅速である急激なる加工を施した材料では結晶は中位の大きさを有するに過ぎないが變形が減ずるに従つて大きさは増加する傾向がある厚さに於て 30 % 減すれば非常に大なる結晶が得られる。

結晶の成長はある一定時間加熱した後には始まるものであつて、その加熱時間中には何等變化は認められないのである。材料が加工せらるゝ程度の小なる程これに要する時間は長くせねばならぬ大なる結晶は表面から發達し始むるものであつてその變化にはある一定限度ありてその極限以下では著しき變化は起らない、その極限以下では大なる結晶は温度 550°C では約 30 % 630°C では約 10 % の成長あるに過ぎない。

最小結晶形の大きさに就きては實際夫々材料の厚さは異つても同一である。又同一温度で加熱せられ粒の成長が完結する如き機械的處理によりても變化はない。

高温で短時間加熱處理したる時の粒の成長の速さは低温で焼鈍した時よりも遙かに遅い若し最初の焼鈍温度が充分高いならば低温では著しき成長は起らない。高温で短時間焼鈍するか或は低温で長時間焼鈍すれば變形の極限を高めることが出来る、この極限以下では大なる結晶は成長することは出来ない。

結晶の成長は大なる粒になることにのみ限らない、その過程は極めて不規則であると言つてよい、極く純粹のアルミニウムに於ては不純なるアルミニウムに比して完全に再結晶したる結晶粒の大きは一層大であつて且つその成長も迅速である、純アルミニウムに於けると同様に極く純銀に於ても急激なる加工を受くる程結晶の成長は速かである。しかし最後の粒の大きさは相當せる温度に加熱せられたるアルミニウムよりも非常に小であつた。

結晶成長の主要なる原因は結晶粒の有する内部エネルギーの差によるものと考へらる、不溶解性の不純物は結晶粒の成長を大いに妨害する性質がある結論として極く大なる結晶の成長を得るには内部に残留する歪力が餘り大ならざること及び長時間の加熱に依りて緩かに除去し得べき一定量の抵抗を有することが最も主要な條件である。(W.K.)