

抄 録

2) 耐火材料並に燃料及び驗熱

耐火煉瓦界の新しい進歩 (Harders. E. St. u. E. 6. Oct. 1938, s. 1081/5) 本報告には交番加熱及び負荷軟化に耐えるマグネサイト煉瓦, 氣孔性マグネサイト煉瓦, 焼成及び非焼性マグネサイト煉瓦及び同クロムマグネサイト煉瓦の性質とその製造法, クロム珪石煉瓦, クロムアルミナ煉瓦, 耐火構造物としての珪酸マグネシウム及び特殊煉瓦に関する工場試験に就いて述べて居る。

マグネサイト煉瓦;— P. P. Budnikoff 及び B. J. Pines の研究によれば交番加熱に非常によく耐えるマグネサイト煉瓦の組成中にはペリクラス及びフォルステリットの外にモンチツェリット及びマグネシヤ, アルミナ系スピネルがある オーストリーの特許出願にはマグネサイト煉瓦の交番加熱に耐ゆるものとして 2~6% アルミナ乃至アルミナ含有物例へばボーキサイト, 粘土, シヤモット, アルミニウム粉を混合することも提案せられて居る。又マグネシヤの粒度を數種に分級し, 中間の粒度のものを排除し, 一定粒度のものを或る割合に混合すること, 或は鐵分含有量を分級することによつても目的が達せられる。大粒と小粒とを混合する場合には粉末の方が 2~4% 或はそれ以下の量だけ FeO が少くなければならない。又このために風化乃至コロイド状の焼結マグネサイト, 水酸化マグネシウム, 鋼玉又はクロム鑛を添加し尙この他に少量のアルカリ土金屬の珪酸鹽, 同水酸化珪酸鹽, 珪酸, 粘土をコロイド状で混合する。クロム鑛乃至クロム鋼玉の添加は製造業者より温度の變化に耐える性質を良好ならしむるものとして認められて居る。爐の温度高く且鑛滓作用を受ける場所に使用せられるものに非常に氣孔性に富むものがある。即ち平爐に使用するポロゼドン煉瓦の様なものである。普通は鑛滓の浸蝕を防ぐには出来るだけ緻密な煉瓦を作るのであるが斯様な緻密質のものは鑛滓, ガス, 蒸氣が徐々に浸蝕を續ける様な場所には利用出来ないが氣孔性のものならば流動滓は之を浸蝕せず煉瓦面に剝離せざる表皮を作りこのため煉瓦が更に浸蝕せられることが防止せられる。此の事實は凡ての氣孔性煉瓦に認められることである。

次に負荷軟化の抵抗であるが E. Ryschkewitsch によれば 40 モール%の ZrO_2 を添加すれば $1,550^\circ C$ のものが $1,800^\circ C$ となつたと云ふことである。その理由は ZrO_2 が焼成の時に一部はペリクラス中に溶解し, これが再びペリクラスの表面に分離して來るからである。

近年米國に於ては非焼成マグネサイト煉瓦の製造に於て著しい進歩を見た。是は安價に早く製造し得ると共に交番加熱に對する抵抗性が大である。従來非焼性マグネサイト煉瓦は不良なものとして居たが A. E. Fitzgerald が始めて之の製造に成功した。それは製型壓を $700 kg/cm^2$ にしたことに依るのと, 粒度の分級による選粒及び注意深き混合と尙粘結劑を添加する事に基因して居る。此の粘結劑は乾燥時には煉瓦をかたまらせる役を爲し, 又造形の時コロイド状なるため滑劑の役をつとめその結果緻密なものが得られる。獨逸に於ても F. Badenheuer が平爐に使用し焼成品と同様の成績が得られたと發表して居る。

クロム鑛マグネサイト煉瓦;— 非焼成マグネサイト煉瓦は二三の變化をしてクロム鑛マグネサイト煉瓦に移り變て來た。この變化は粘結劑の選擇, 乾燥法及び壓縮を送風しながら行ふことである。最初に Ritex と云ふ方法で作られたクロマイト煉瓦は焼成マグネサイトの多量を加へることに依て交番加熱に耐える性質が改善せられた。R. P. Heuer の比較試験結果は次表の如し。

焼成及び非焼成クロム鑛マグネサイト煉瓦の比較

		非 燒 成 Ritex 煉瓦	燒 成 品
灼 熱 減 量	%	2'80	0'06
SiO ₂	"	5'10	8'86
FeO	"	12'20	13'85
Al ₂ O ₃	"	18'13	26'00
CaO	"	tr.	tr.
MgO	"	31'80	15'46
Cr ₂ O ₃	"	29'88	35'77
ゼーゲル 錐	番	> 41	> 41
比 重	g/cm ³	3'18	2'95
氣 孔	%	8'58	23'17
耐 壓 力	kg/cm ²	318	302
耐壓耐熱 (2kg/cm ²)	t _a °C	> 1625	1405
	t _e	> 1625	1505
線 收 縮	%	-0'3	2'05
通 氣 性	※	0'0018	0'30

※ E. E. Pressler 法 (J. Ceram. Soc. 1927, p. 154) による。

Ritex 煉瓦は 1935 年には 1931~1932 年頃の 6 倍の生産高を示し Baltimore の General Refractory Company では 40,000~50,000 個を一日に生産して居る。焼結マグネサイトはオースタリヤ, チェッコ, ギリシヤより來る。クロム鑛は主としてキューバより輸送せられ Cr₂O₃ として 33~35% を有す。

Ritex 煉瓦は選鑛, 混合, 成形後 $66^\circ C$ で乾燥せられ, 粘結劑としては亞硫酸灰の他に J. P. Sullivan によつて粘土及び重硫酸ソーダが使用せられる。粘土は最高 5% である。又珪酸ソーダ, 及び硼酸或は硼酸鹽が之に付加せられる。硼酸により中位乃至高温に於て煉瓦の強度が増加せられる。乾燥せるのみにて固く且優秀なるものとなる。

Ritex の他に非焼成品として Magnex 煉瓦がある。又 Magnechrome 煉瓦と云ふのがあり Ritex に類似の性質を有す。

含クロム鑛珪石煉瓦;— 従來の此の種煉瓦の研究は酸化クロムが鑛物學的に石英の變移點に影響すると云ふ方面の事であつてクロマイトの混合量も最高 4% に限られてゐた。しかるに T. R. Lynam u. W. J. Rees は兩成分の全部の混合割合に就て研究を行つた。珪酸 20%, クロマイト 80% では共晶成分にて最高の熱收縮を示し, 一部分は硝子状を呈す。而して此の成分にては石英トリヂマイト變態が完全に認められる。50~20% クロマイトと 50~80% 珪酸の通常煉瓦は $3.5 kg/cm^2$ の壓下に於て軟化する温度は $1,400\sim 1,560^\circ C$ で急激に崩れる温度は $1,460\sim 1,585^\circ C$ である。純クロマイト煉瓦は $1,370^\circ C$ で軟化し $1,380^\circ C$ で崩れる。鐵分の多い鑛滓に對して強く石灰の多い鑛滓に對しては弱い。之はキューボラの出湯口, 加熱爐の側壁, 平爐の後壁に使用するべきものである。高價なクロマ

イト煉瓦に代用するために Rees & Lynam は更に進んで酸化クロムと粘土から耐火煉瓦を作る研究を行った。焙焼せる粘土、ボーキサイト及びクロマイトを原料として研究を行ったが負荷軟化試験成績は凡て不良であつた。従て之は低温にて荷重のかゝらない部分に使用出来るがクロム煉瓦の代用に供することは出来ない。

マグネシア珪酸煉瓦;— $MgO-SiO_2$ 系ではフォルステライトのみが $1,562^{\circ}C$ 以上で安定である。故にマグネシア珪酸煉瓦を作るには出来るだけ多くフォルステライトの出来る様にするのである。此の礦物は熔融點は $1,910^{\circ}C$ であるが少量のフェライト ($2FeOSiO_2$) が交ざると熔融點は非常に低くなる。15% 入ると $1,730^{\circ}C$ に下る。その他此の系に屬するものゝ研究が澤山行はれて居る。

耐火煉瓦の工場試験;—最近工場的な研究が A. Heger, A. Sonntag, M. Leineweber (St. u. E. 1935, s. 265/76) (F. W. Morawa (St. u. E. 1935, s. 201/6) H. Kral (St. u. E. 1935, s. 1000/02) によつて發表せられ又 E. Greiner (Rev. Univ. Mines, 8, Sér. II, 1935, s. 502/6) がジメーンジット煉瓦を紹介し S. A. Cockerill 社は 1928 年以來之が研究を續けて居る。焼成ドロマイトにタールを添加し高壓にて造形し更にタール浴に浸漬して之を紙にて包装せる煉瓦の試験が J. Sittard (St. u. E. 1937, 1305/06) によつて發表せられて居る。上記 Morawa は平爐に關する試験を Kral は電氣爐に關する試験を行ったものである。(F. K)

3) 鉄鐵及び鐵合金の製造

米國産低品位鐵よりフェロマンガンの製造 (Loefquist, H, Metal Progress, Jan. 1938, p. 68) 米國に多量に埋藏する低品位マンガン鐵よりマンガンを採取する方法の重要性に就ては既に屢々論ぜられた所であるが, T. L. Joseph 及び S. P. Kinney の研究 (Bulletin of the University of Minnesota, No. 12, 1927, "Minnesota Manganiferous Iron Ore in Relation to the Iron and Steel Industry") によれば, Mn 8~12%, P 0.2~0.3% 範圍の貧鐵處理には未だ問題が残つてゐることが解る。更に E. Newton はむしろ天然のままのものを工業的に利用した方がよいことを指摘してゐる。然るに著者の方法は經濟的に相當見込みあるものと考へる。即ち Cuyuna 産の褐色鐵, 例へば Fe 40%, Mn 10%, P 0.3% のものを熔鐵爐で熔かし Mn 14%, P 0.5% 組成のものを作る。これは未だ鐵工業には何等價値なきものであるが, これにある種の酸化物及び硫化物を添加すれば $2,200\sim 2,350^{\circ}F$ に於て僅かに 1~2 分間で熔解するスラグ, Mn 60%, Fe 1~2%, P 0.02% のものを作る。殘餘の熔解物は大部分鐵を含有する貴重な副産物となる。此のフェロマンガンスラグは他に SiO_2 及び Al_2O_3 の少量を含有してゐるが重要でない。これを Mn に就て更に精撰すれば Mn 80% 以上 P 0.1% 以下のものが確實に製造される。而して此方法は實驗室的にも, 又工業的にも作業の高能率が保證されてゐる。原料組成中 Fe, Mn, P の含有量は如何程でも差支へないが, 熔鐵爐内の容積の關係上 SO_2 の含有は少い方がよい。生産費も工業的に採算のとれる範圍にある。(I. K.)

4) 鋼及び鍊鐵の製造

製鋼用電弧爐に於ける炭素電極と黒鉛電極の比較研究 (Helmut Weitzer, Stahl und Eisen, Mai, 1938) 總ての製鋼用電弧爐に於ける裝入材料及び造滓材料の熔解, 冶金的吸熱化學反應及び所要の鑄込温度迄の加熱等は二極間に發生する電弧により電氣

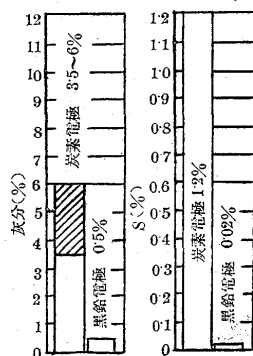
的エネルギーが熱に變化する事によつて行はれるものであり 1879 年に Wilhelm v. Siemens 氏が炭素電極を問題にしてから炭素が鋼浴中の諸成分に無害である上に電氣傳導度が大なる點等から考へて今日でも尙この炭素電極は認められて居るのである。今世紀の始めに電弧爐が工業的に應用されるに當り無定形炭素の電極が先づ使用され其後十年半許りに後に電極に炭素の外に黒鉛が使用される様になつた。

ゾーダーバーグの連續電極は合金及び化學工業に用ひて其優秀性は絶対に製鋼用電弧爐でも特に高級鋼の熔解に於て各方面から良い成績を報ぜられて居る。

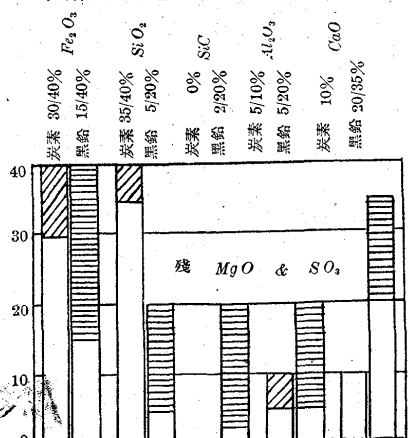
黒鉛電極は無定形炭素電極と比較して高價ではあるが物理的及び電氣的諸性質は認められて居る。現在ではこの兩種共使用されて居り何れを如何に用ふ可きかと云ふ事を決定する必要がある。電弧爐に於ける熔解費といふものは電極の消耗量に大に影響するものである。無定形炭素電極は良質の骸炭及び無煙炭を原料として製造するこれ等の原料は粗碎し空氣を絶て高温に加熱し然る後一定の大きに碎いた後これを細粉にする。加熱により無煙炭中に含まれて居る水素及び他の揮發性の物質を追ひ出すと同時に常温で安定なものとなるわけである。細粉にしたものは粘結劑としてコールターと混合し所要の徑のものにし高壓の水壓機に掛け電極の形に壓縮する。壓縮成形後空氣を絶た圓型の爐に入れて焼き粘結劑を骸炭化し揮發性のものは外部へ追ひ出す。次に爐より取出し表面を仕上接合してネズを切る。電極の接合用には圓筒狀のニツプル或は圓錐狀のピボットを用ふ。この圓錐狀の方は多くの場合具合が悪いが只兩極の接觸面が廣くなり部分的に荷重がかゝる事が無くなる利益がある。

次に黒鉛電極の製造であるがこれは今日最も重要な問題で天然黒鉛は灰分が少くオーム抵抗も極めて小さい。人造黒鉛の原料は良質の骸炭でこれに適當の粘結劑を加へる。この中に多少の金屬の酸化物が含有されるこれを炭素電極の場合と同様に高壓で壓縮成形し成形後先づ焼鈍し次に電氣抵抗爐の中で適當の温度で加熱し金屬酸化

第 1 圖 炭素及黒鉛電極の灰分及硫黃分の比較

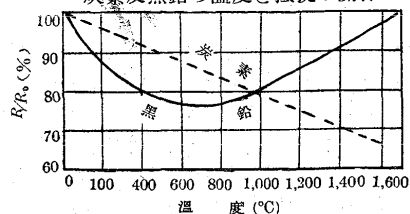


第 2 圖 炭素及黒鉛電極の灰分の化學成分



第 3 圖

炭素及黒鉛の温度と抵抗の關係



物の觸媒作用を利用し無定形炭素を結晶性炭素即ち黒鉛に變化せしめる、この際原料の骸炭は全部黒鉛化するが粘結剤は黒鉛中に尙殘留する。従て組織は天然黒鉛とは異てくる。次に炭素電極と同様兩端にネヂを切る。炭素電極も黒鉛電極も原料の成分が異れば勿論材質及び物理的性質が變てくる。炭素電極と黒鉛電極の灰分とS含有量の比較を第1圖に炭素及び黒鉛電極の灰分中の化學組成を第2圖に示す。

黒鉛電極中には黒鉛化中に發生した炭化珪素が約2%含有され炭素電極に比べて觸媒中より入るCaO非常に多い。

炭素及び黒鉛電極の物理的性質についてはSt. Kriz, W. Bliemeister, H. Nathusius, Acheson, Siemen氏等の發表がある。第1表に1937年に初めてSiemens-Planina工場で規定された炭素及び黒鉛電極の物理的性質を示す。表に示す如く炭素と黒鉛とでは比抵抗が約5倍前者が大で従て同じ電流に對して炭素の方は相當ジュール熱によつて失はれてしまふ事がわかる。酸化の程度も黒鉛より大である。

第1表 炭素及び黒鉛電極の物理的性質

	炭素電極	黒鉛電極
見掛比重	1.50~1.60 g/cm ³	1.55~1.70 g/cm ³
眞比重	1.85~2.05 g/cm ³	2.21~2.23 g/cm ³
比抵抗	40~60 オーム・mm ² /m	7~12 オーム・mm ² /m
20°と1,000°C間の線膨脹	0.0000043 ~0.0000055 m/m°C	0.0000035 ~0.0000055 m/m°C
100°Cに於ける比熱	0.20 kcal/kg°C	0.30 kcal/kg°C
壓縮強度	300~450 kg/cm ²	200~300 kg/cm ²
曲げ強度	50~80 kg/cm ²	50~170 kg/cm ²
酸化開始溫度	300°C	500°C
熱傳導度(1,400°C)	50 kcal/h°C.m	120 kcal/h°C.m

St. Krizによると電流密度は炭素は4~8 amp/cm² 黒鉛は15~30 amp/cm² W. Bliemeisterによると炭素は5~10 amp/cm² 黒鉛は15~25 amp/cm² である。A. Clergeotは黒鉛電極は炭素電極の電流密度の3倍であると云て居る。電流のskin effectは断面全體に互て均一ではなく周邊に於て顯著であり電流密度が断面全體に均一なる時は電極の徑が大になる程周邊の負荷が一層大になる。周邊の負荷の特に大なるを避ける爲には電極断面全體の電流密度を低下せしめねばならぬ。第3圖に黒鉛電極と炭素電極の電氣抵抗と溫度との關係を示す。

即ち黒鉛の方は溫度上昇と共に一度低下し再び上昇し従てジュール熱による損失も増加し溫度が更に上昇してくる。然し黒鉛電極の熱傳導率は1,400°Cで120 kcal/h°C/m非常に高く炭素電極に比してこの點不利益であり爐の外部に傳導で相當の熱が失はれるわけである。炭素電極に於ては溫度の上昇と共に電氣抵抗が一定に下る爲内部の溫度の比較的高い部分は外部より抵抗小となる又炭素電極の中の部分の溫度は熱傳導が悪く黒鉛電極の1/3位である爲外部より高くなる。斯くの如く内部と外部の傳導率が異なる爲skin effectは重要視せずともよい事になる。炭素電極に於て比電流密度が電極の徑が増す程減少を來す理由は熱傳導率が悪い爲で内部と外部の溫度の爲に不均一な容積の變化を來し膨脹によつて屢々割れる事がある。

Siemens-Planinaは1937年に電極の徑と電流密度の關係をしらべた電極が極度に過負荷になると電極全體が加熱され酸化溫度以上になり電極の消耗を來す。酸化開始溫度は炭素電極では約300°C 黒鉛では500°Cである。過負荷で危險になるのは電極の接目の部分である。従てニツプルによる連結は出来るだけ完全にせねばならず多

少電流が過度に通過してよい様にする事を要す。

黒鉛電極では機械的に平滑な面に仕上るからこの危險は炭素電極より多少大で材質により表面を多少粗くする必要があるわけである。(K)

5) 鐵及び鋼の鑄造

鑄物工場に於ける通風 (Edwin Bremer: Foundry, Oct. 1938) 鑄物工場に於ける2つの作業即ち熔解と注入は煙及び塵埃の發生を促がし、(米國に於て) 春秋の2期に於ては大氣の條件が悪くなるので普通の通風法は不可ない。従て此頃の鑄物工場の衛生状態は宜しくない。

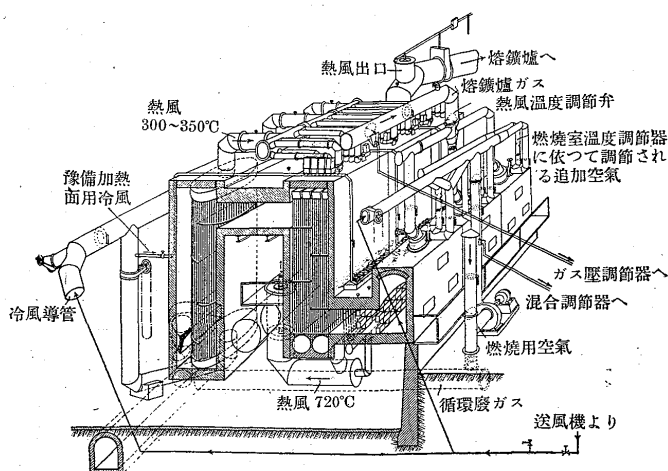
夏期は窓や扉が全部開放されるので通風に關しては大した困難を感じない。然し夏期以外の他の季節には工場内で作業する人に多少の快適さを与える爲に工場内を暖めねばならぬ。故に、作業場の窓や扉からの隙間風は避ける要がある。

最近に至て通風法が改善され、其が實際の鑄鋼工場に應用されて居るから次に略述する。此の通風法は『air curtain method』と言はれるもので通風さるべき空間の周圍は文字通り空氣のカーテンによつて圍まれる如き方法である。空氣は僅かな傾きを以て天井から吹き込まれ、此によつて或る一定の場所以外からの風の侵入を防止し、従て、殘部の建物内の空間に擾亂空氣流を除くやうにする。

此の空氣カーテンで圍繞された場所の空氣は其中央に位したポンプにより排氣される。入て來た風と出て行く風とは平衡を保つ様にしてあるので附近の空氣條件は變化しないと言へる。此れは寒氣散しい時に特に重要で、此の平衡により附近の場所から熱を奪ふ様な事は無い。

實例を挙げれば、或る鑄物工場の主建造物に接する側翼に2基の電氣爐があるとす。此の側翼が30ft位の長さで爐は此の略中央に位置する。爐の天井が7ftもあるのに、煙や塵埃は主建造物の方へ流れる事がよくある。

此を防止する爲に空氣カーテン法がとられた。その成績は良好で、著者は圖を以て此れを説明して居る。



此に用ひられた空氣カーテン又は空氣導入設備は、カーテンを形成する如き形の2個の導入管より成り、中央に排氣管を置く。此の2本の導入管は、電氣爐の操業状態により適當に1本づゝ又は2本同時に働くものであつて、此の設備は爐の前部に位し、U型の配列をなして居る。



導入管は断面が卵形で、その先端は小さくつぼまつて居る。此の導入管の端に沿った穴は連続であるが sliding corer によつて噴出量は加減され且空氣流を適當な方向に向ける様になつて居る此の穴は空氣流を 20° の角度で内側に吹き込む様に設計されてある。導入管の入れる空氣は、屋根上 5ft の所に出た直徑 36" の入氣管からとられる。36" の航空機用プロペラ型の fan がその爲に用ひられる。排氣は、屋根上 40ft の高さに出て居る直徑 5ft の煙道による。(S. O.)

自動車用鋼鑄物の發達 (McCarrol R. H: Foundry, Oct. 1938) 現在 I 臺の自動車には 149 lbs 以上の鋼鑄物が使用されて居る。其部分は次の如くである。

辨、曲軸軸、辨座、車輪體、ピストン。猶鋼鑄物以外に Push rod と傳導軸は合金鋼で作られ、此の合金鋼の使用に依て性質の改善と費用の輕減に成功した。

以上の材料の分析と物理的性質を挙げれば次表の如くである。著者は便宜上此を 7 つに類別し其他に辨座とバルブ・インサートを別にした。表には類別番號、代表的の部分、熱處理法を示す。

試驗棒の物理的性質

類別	彈性限 lb/in ²	抗張力 lb/in ²	延伸率(2")	ブリネル硬度
1	53'800	71'100	18.5%	163
2	56'500	78'000	16.5	170
3	62'000	86'000	16.0	184
4	65'120	90'750	15.2	187
4 硬化	108'150	128'620	10.0	277
7	84'000	103'000	9.0	207
8	95'080	120'250	6.5	255
9	85'000	104'710	7.5	229
普通マレアブル	38'000	52'000	15.7	119
フォード・マレアブル	43'000	60'500	14.0	140
0.30%C 鍛鋼	60'000	89'000	27.0	165
0.40%C 鍛鋼	80'000	110'000	20.0	225

Russel は既に『析出硬化せる Cu-鋼及び Cu-マレアブルの過應力に依る損傷に對する抵抗』なる論文を發表し、此の中で Russel が名づけたパーライト・マレアブルなる語は不適當て此は鋼として

取扱ふべきを提唱した著者の意見を載せて居るが、此は重要な問題なので再録すれば次の如くである。

1... Fe-C 状態圖よりして、Russel のパーライト・マレアブルは完全に鋼として定義せられた範圍内に在る事。

2... 此の材料の彈性率は 28,000,000~30,000,000 で普通の鋼の範圍内に在り決して鼠銑中マレアブルの範圍内にはない。

3... パーライト・マレアブルに關する A. F. A. の討論によつて、炭素含量高き炭素鋼はパーライト・マレアブルと區別される。何故ならば、此の鋼は鑄放しの儘で強く且つ單一相より成るものである。著者の crankshaft 材は丁度此の A. F. A. の高炭素鋼に相當すると考へられる。

4... Ford 自動車會社では、故意にパーライトの部分を残した所謂 Quick Malleable なるものを作た。U. S. 特許 No. 1,871,545

5... 此の Crankshaft 材は Bornstein 等が A. S. M. Handbook に於て鑄鐵に與へた定義にあてはまらない。

一般に世人は鑄物と言ふものは脆弱なものであると信じて居る。然し今日の技術に於ては然らず。却て鍛造品よりも良好な結果を與へるもののある事は表に示す如くである。又、鑄鋼の方が輕量である場合もある。

今、小規模に製造されるものを 2 つに分ける。即ち普通の砂型に鑄造されるものと、金型に遠心鑄造されるものが此れである。此の砂型鑄鋼の一例として著者は貨物自動車後部車軸の housing を舉げて居る。以前は此の housing の 2 本を組合せてマレアブル製の bell housing に銑附けたのであつたが、技術發達により鑄鋼を以て一度に鑄造してしまつた。鑄物の場合は壁の厚みも加減出來て非常に具合がよくなつた。と著者は言て居る。此の housing 鑄物は Cu-Si No. 7 の成分で、焼鈍、空中放冷でブリネル硬度 170~228 である。

次いで、Ford 會社で實施した小型商車の遠心鑄造につき述べて居る。

比較的小型のものゝ遠心鑄造は珍らしい。本法の主なる利點は次の 3 つである。(1) 組織が良好である事、(2) 歩留りが良い、(3)

鑄鋼分析表

類別	部 分	C	Cu	Si	Mn	Cr	P	S	熱處理及硬度
1	Clutch Pedals 及び Steering Wheel Hub	.15~.35	1.50~2.00	.60~.80	.40~.60		.80 max	.08 max	ブリネル硬度 163~207 に標準化
2	Truck Ring Gear 及び滲炭部分品	.28~.35	.50~1.50	.40 max	.30~.45	.90~1.20	.05 "	.05 "	標準後滲炭焼入又は再熱油焼入 Rockwell "C" 58~62
3	遠心鑄物 Differential Gear	.35~.40	.50~1.50	.40 "	.65~.80	.90~1.10	.10 "	.05 "	ブリネル硬度 170~196 に標準化
4	Rear Axle Shaft Housing Flange Connecting Rod	.35~.45	.50~1.50	.40 "	.70~.90		.10 "	.08 "	ブリネル 163~207 に標準化其他
7	Truck Rear Axle, Housing Tube	1.33~1.55		.90~1.10	.40~.60	.80 max	.10 "	.08 "	ブリネル 170~228 に標準化
8	Crankshaft Bearing Sleeve	1.35~1.60	1.50~2.00	.85~1.10	.70~.90	.40~.50	.10 "	.08 "	複雑なる熱處理
9	Piston	1.40~1.60	1.00~1.50	.90~1.10	.80~1.00	.08~.15		.08 "	"
	Valve Insert	1.20~1.40	1.50~2.00	.30~.60	.30~.50	2.5~3.5			W 14~17
	Valves	.95~1.20		2.0~3.5	.20~.30	15.0~16.0			N ₂ 14~15

流動性の餘り高くない金属を使用する爲、即ち注入温度が低い爲に鑄型を傷める事が少ない。且つ低炭素鋼の鑄造も容易となる。

著者は此の遠心鑄造機につき寫眞を以て説明し、結論として、鑄造技術の發達に伴ひ、鑄鋼は鍛鋼に代て使用され始めて居ると述べて居る。(S. O.)

6) 鐵及び鋼の加工

鋼鉄の冷間壓延に於ける幅の影響 (Horst Bohr: Iron & Steel Ind. Oct, 1938) 鋼鉄の冷間壓延に際し其の reduction は多數の因子に關係して居る。即ち加へられた壓力、被壓延材の成分及び其の機械的性質、鉄と接觸するロールの直徑及び鉄の幅がこれである。

此等の因子以外にロールと被壓延材との間の摩擦係數が大なる影響を與へる。加工中の温度上昇はストリップの場合と異なり大した意味は持たない。Ekelund は或る一定の材料に對する壓延の壓力を決定する公式を次の如く與へた。

$$P = \sigma \cdot b \cdot \sqrt{r \cdot (h_0 - h_1)} \dots\dots\dots (1)$$

P = 壓 延 壓 kg

σ = 單位面積内の比壓 kg/mm²

b = 鉄 の 幅 mm

r = ロール の 半徑 mm

h₀ = 壓延前の鉄の厚み mm

h₁ = 壓延後の鉄の厚み mm

此の式は半徑の等しい2本のロールが鉄と接觸して居る場合即ち two-high, four-high の場合のみ適用されるものであつて、three-high の如き異な直徑のロールが鉄と接觸する場合は

$$P = \sigma \cdot b \sqrt{2r_1 r_2 / (r_1 + r_2) \times (h_0 - h_1)} \dots\dots\dots (2)$$

となる。此處に r₁, r₂ はロール半徑である。

以上の(1)式では $b\sqrt{r_1(h_0 - h_1)}$ なるものはロールと被壓延材との接觸面の水平射影である。

ロールの圓形断面は壓延の間、常に其形を變へずとすれば、問題の面積は最初の接觸點からロールの中心線に至る部分である。實際にはロールの弾性に依て幾分變形し、接觸面は此の式よりも大となる。一定壓の下に於ける變形はロールの直徑に關係し、2つの圓筒が壓力の下に接觸する場合 Hertz に依れば

$$(b)^2 = 0.29 P \cdot r / E \cdot l \dots\dots\dots (3)$$

なる關係が成立する。

b = 壓力下の矩形面積の幅 cm

P = 壓 力 kg

r = 圓筒の半徑

l = 圓筒の長さ cm

E = 弾 性 率

變形した面積はロールの半徑の平方根に比例して變る。此の事實は(1)式とは別に2次的因子として考へねばならぬ。

然し最近の研究の結果、以上の Hertz 式は壓力が被壓延材の弾性率に比して極めて低い場合のみ成立する事が見出された。

Keller は或る一定の限界を越えれば、此れ以上幾ら壓延しても厚みは減せず、却て、ロールの變形が大なる爲に接觸面が大となり従て鉄は厚くさへなる事を發見した。此れは實際の工場で見られる事である。

第(1)式に依れば、他の因子を同一とすれば壓力は鉄の幅と比例せねばならぬ。又、(1)式を變形して

$$h_0 - h_1 = P^2 / \sigma^2 \cdot b^2 \cdot r = A / b^2$$

即ち厚みの減少は幅の二乗に逆比例する。即ち幅が 1/2 になれば、厚みの減少は4倍になるのである。然し、實際にはさう言ふ事はない。

此の關係を正確に決定する爲に著者は實驗を行た。用ひた試料は自動車用未焼鈍鋼で成分は次の如くである。

C 0.07%, Mn 0.40%, Si 0.80%

ロールは four-high で長さは 1,200 mm, 直徑 300 mm, 壓延速度は 32 r.p.m. である。壓延は dry で行たが、その結果は次の如くである。

以上より知られる如く、II のものの第1壓延の reduction は I のものの2倍よりも少し大きい程度である。全 draft の以上の2種の鉄の差は極めて少ない。最後の reduction の差は主として

試験鉄 I (幅 1,000 mm) 試験鉄 II (幅 500 mm)

	厚み mm	Total Reduction %	厚み mm	Total Reduction %
壓 延 前	1.50	—	1.50	—
第 1 壓延後	1.42	5.3	1.32	12.0
第 2 " "	1.37	8.7	1.20	20.0
第 3 " "	1.30	13.3	1.14	24.0
第 4 " "	1.26	16.0	1.10	26.7
第 5 " "	1.23	18.0	1.07	28.7
第 6 " "	1.19	20.7	1.03	31.4
第 7 " "	1.16	22.7	0.99	34.0

最初に生じたものである。

著者は同様の實驗を行ひ、18/8 不銹鋼其他二、三の鉄につき考察して次の如く結論して居る。

鋼鉄の冷間壓延の場合 Ekelund の式は成立しない。又不銹鋼につき行た結果は、壓を一定とした時、鋼板の幅によりその reduction は大して變はらない。(S. O.)

強力鋼のガス切斷面のガス焔軟化法 (Herbert H. Moss.

Metal Progress, August, 1938) 合金元素を含み低炭素鋼即ち普通構造用鋼や汽罐用鋼は酸素アセチレンガスで容易に經濟的に切斷されるが切斷面が急激なる加熱によつて性質が害されるといふ事については未だ決定的な發表はない様である。J. H. Zimmerman 氏はこの事について極めて廣く研究し 1934 年から 35 年にかけて國際アセチレン協會に報告して居る。氏は 1/2" の厚きの標準構造用鋼板を machining, shearing, friction sawing, hand torch, 及び machine flame の 5 種類の異な方法で切斷した面を比較した。其後更に厚い板や A.S.T.M 規格 A-7 の橋梁材や A-7 のフランジ用鋼等に對して同様な實驗を行た。この結果次の様に結論した。

試験せし構造用鋼板の硬度及び組織の變化は剪斷機や機械鋸で切斷したものよりガス焔切斷の方が大である。ガス焔切斷は切斷附近の靱性には殆んど影響を及ぼさず hand torch による切斷は寧ろこの鋼の靱性を増し剪斷機或は機械鋸は靱性を多少減少せしめる。延性は常溫屈曲試験によると剪斷機や鋸によるものより hand torch による切斷の方が害される程度大である。ガス焔切斷は延性を餘り害さぬ。Luken 工場の試験によると炭素 0.30% 程度の普通の構造用鋼は曲げ、加工等には殆んど困難を感じなかつたが高炭素鋼や合金鋼に於てはガス切斷後急熱によつて硬化された端を焼鈍又は機械仕上を必要とする。最近は強力な鋼を大規模の構造物や機械に使用される様になりガス切斷後の處理は中々重要な事となつて來たわけ

第 1 表 強力鋼のガス切斷及びガス焔軟化の影響

種類及び主成分	ガス切斷前		切斷後		ガス焔軟化後	
	硬度	曲げ	硬度	曲げ	硬度	曲げ
炭素鋼 C 0.25 Mn 0.45	137	180°	218 _{max}	170°—180° c.b	—	—
中炭素鋼 C 0.40 Mn 0.55	153—170	180°	370	—	—	—
高炭素鋼 C 0.70 Mn 0.75 Si 0.25	222—259	34°—43° (a.b)	532—639	0° (a.b)	235—325	3°—62° a.b
低 Mn 構造用鋼 C 0.30 Mn 0.75 Si 0.25	149—180	180° (c.b) 40—56% (f.b)	187—522	38°—180° c.b 8—10% f.b 10°—38° a.b	153—212	180° a.b
中 Mn 構造用鋼 C 0.30 Mn 1.25 Si 0.25	165—223	180° (c.b)	241—444	0°—56° c.b	179—228	180° c.b
中 Mn 鋼 C 0.30 Mn 1.50 Si 0.25	150—200	180° (c.b) 38—46% (f.b)	203—555	0°—72° a.b 8% f.b	179—285	180° a.b
Si Mn 鋼 C 0.40 Mn 1.50 Si 2.00	140 (焼鈍)	—	469	—	241	—
ニッケル鋼 C 0.30 Mn 0.70 Ni 3.25	214—240	180° (a.b)	430—539	5°—44° a.b	179—237	180° a.b
Ni Cr 鋼 C 0.30 Ni 3.25 Cr 1.25	196 (焼鈍)	—	455	—	262	—
コルテン C 0.10 Si 0.70 Cu 0.40 Cr 0.75 P 0.12	132—175	180° (a.b)	132—258	94°—180° a.b	145—200	180° a.b

である。然し現場で大型の材料をガス切斷後焼鈍する等といふ事は容易な事ではないが最近ガス切斷後直ちに焼鈍出来る携帯用の器械が發明されたのである。

硬度が判れば抗張力は大体見當がつくものでブリネル硬度 300 近くになると先づ切削は困難になり 375 附近になると表面に割が入る場合が多い。ガス切斷後の硬化層は浅いものであるから硬化層の硬度はロックウエル C で測り焼鈍後はロックウエル B で測定した。曲試験は長 12" の四角な棒でガス切斷面が外部に出る様にした。ASTM の規格によると常温で 180°C 曲げて割れの出ない事が必要でありこの常温の曲げを第 1 表に c. b で示し標準プレス装置により徐々に曲げ割れが入りはじめた時に引伸された。面の延伸率を測りこの曲げの角度を f. b で示した。筆者の考へでは試験棒を鐵床で止めて置いて 8lb のハンマーでたゞいて曲げる鐵床曲げ (a. b) がよいと思ふ。

以上の各種の方法で行た試験結果を第 1 表に示す。切斷の際の温度は 50—80°F である。ガス切斷する場合の温度は低い方が焼の入り方が大となる。板の厚さは 3/4—1 1/2" である。

表にみる如く低合金鋼は二三の場合を除いては硬度試験及び曲げ試験の結果からみて非常に弱い状態にありこれによつて硬化層を仕上るか又は研磨して除かねばならぬ事がうなづかれる。

このガス焔軟化器は数多くの焔がガス切斷機の後に出て居り適當の熱量を切斷面に與へてゆく様になつて居る。焔の数は 7—30 ケで上部は水冷式になつて居り焔は眞直ぐに又曲げてつけてある。切斷面の片側から加熱する際は厚さ 1 1/2—2" 迄は焔は 30 ケで充分であり両側から加熱を必要とする様な場合は両側から 30 ケの焔が出る様になつて居るものを用ふ。材料の厚さが増す程軟化は困難になりこの場合は両側から均熱する事を要す。

ガス切斷の際材料は融點近くから極めて急激に臨界温度以下に降下するが切斷焔が軟化焔と一所について居る場合は表面が約 1,000

F°即ち丁度臨界温度よりやゝ下に來た時に再び加熱する様な具合になる。

空氣焔の入る Ni, Si, Mn 構造用鋼等に於ては特に臨界温度を越さぬ内に再熱する事が必要である。低 Ni·Cr 鋼や Cr·Mo 鋼の如く焼戻が中々効かぬものは一度火焰が焼鈍し再び焼戻すといふ様な仕掛に出來て居る。厚さ 1 1/2" 迄の板は表面から加熱して効果大である。約 4" 迄の厚板は両面から軟化する装置が出來て居る。

費用は主として使用ガス量が問題でガス切斷と同時に使用するのであるから手間はかゝらぬ。3/4—1 1/4" の厚さの板を切斷と軟化を同時に行ふには酸素及びアセチレンを 2rd 必要とす

る。第 1 表に示す如くガス焔軟化後の硬度は切斷前の硬度と大差ない。焼の入る構造用鋼に於て軟化後切斷面に残留する延性は切斷前と殆んど同じで常温曲げ試験及びハンマー曲げ試験に於ても割れを生じない。或場合は軟化後硬度が切斷前より多少下る事もある。Union Carbide 及び Carbon Research Laboratory に於てガス切斷後及び軟化後顯微鏡組織をしらべた處によると内部の組織及び物理的性質が變化して居る。厚さは Ni, Si, Mn 構造用鋼の 1" の板で 0.04—0.08" でこの内 Si 鋼が最も深く Mn 鋼が中間で Ni 鋼が最も深く迄影響されて居た。

切斷後の硬化層の組織はパーライト及びフェライトからマルテンサイトになつて居り結晶粒は切斷前より微細化して居る。ガス焔により軟化すると焼戻によりマルテンが消失する。軟化は臨界温度以下で行ふから下部のフェライト及びパーライトの組織には何等影響を及ぼさぬ。

C. F. Goodrich 氏は高抗張力鋼のガス焔で軟化した部分は drift test を施すべきだと云て居る。試験はパンチ又はドリルで穿孔して行ふ。16" 角、厚さ 8/7" の構造用 Mn·Si·Ni 鋼の 3 種について行た。この四角な板の一端を剪斷機で切斷し一端を剪斷機切斷及び表面仕上し、他端をガス切斷し、他端をガス切斷及び軟化を施した。平滑にした端及びガス焔で軟化した端は 1 1/16" 迄の drifting に耐へ殆んど 100% 迄擴大して割れを生じなかつた。他の面は延性小で擴大率 40% で割れが入たのが最も悪かつた。氏は又 7/8" の板からとつた厚さ 7/8" 長さ 18" 巾 3 1/2" の平板引張試験片 C 0.29—0.38% の各鋼種についてガス切斷後、軟化後、機械仕上後の各々の場合の物理的性質をしらべた處切斷後軟化したものが最も優秀の結果を示した。これを第 2 表に示す。

第 2 表

伸、絞は機械仕上のもので殆んど四敵するがガス切斷儘のものは絞は極く小である。大型の試験材について曲げ試験、組織 drifting

	ガス切断後	ガス切断及び軟化後	機械仕上後	
Ni 鋼	降伏点	69,900	68,700	68,200
	極限強	87,800	99,000	100,700
	伸 in 18''	1.7%	13.0%	14.7%
Si 鋼	降伏点	45,000	52,300	45,400
	極限強	72,000	88,100	85,700
	伸 in 18''	3.8%	15.6%	17.1%
Mn 鋼	降伏点	52,600	58,300	52,500
	極限強	69,400	92,200	92,800
	伸 in 18''	1.5%	16.2%	18.0%

test 等を行た結果からみてガス焔軟化法は充分大工事の現場で使用出来る事が證明され、懸垂橋の支塔、長径間のアーチ、其他鐵道用の材料等の高強力鋼に應用出来る。この方法は又鑄鋼品のガス切断面にも應用し得るものである。(K)

Pilsudskihütte in Chorzow (舊名 Königshütte) に於ける鋼管製熱風爐 (Wladyslaw W. Kuczewski, St. u. E. 6, Oct. 1938, S. 1086/89) 1937 年 10 月 7 日に 350t の新高爐の作業を開始した。この爐には Schack 式の鋼管製熱交換器を熱風爐として附屬せしめ、風量 50,000 m³/h、熱風温度 720°C にて作業して居る。

熱風設備は一群に連結せられたる熱交換器 3 個より成りその中 2 器が作業し残り一個は豫備乃至擴張の準備として設けられたものである。當所のものは Völklingen の Röchling'schen Eisen-und Stahlwerke の型とは異り通氣管を 2 段にして居る。一つの通氣管束は普通の継目無し鋼管にて作り、今一つの通氣管束は耐熱鋼管より成る。加熱ガスと風は互に逆行し、常に一方より加熱せられ、各熱風爐(熱交換器)は毎時 2,500 m³ の通風能力を有し風温を 720°C に熱して居る。

冷風は卵狀に配列せられた第 2 通氣管束に下方より入り、700 本の管(長さ 7m)に分れて入り此の第二管束を出る時には 300~350°C に豫熱せられる。更に 8 個の取付管を通じて第二通氣管束に入る。これは高温耐熱性の特殊鋼管より成る。各管は 7m の長さにて 640 本より成り 2 ケの管束となつて居る。而して第一管束は下部は Cr-Ni オーステナイト鋼を用ひ上部はフェライト組織の Cr 鋼で出来て居る。この管束によりて 720°C まで熱せられる譯である。

熱交換器を加熱するには高爐の洗滌ガスを用ひて居る。此のガスは 950 kcal/m³ の熱量である。燃焼には各爐に Gafeu 式バーナーを使用し最高 7,000 m³/h の能力を有す。火焰は下方に向て進み、500 mm 隔た 2 個のチェッカーの間に水平に入る。此の煉瓦チェッカーの後方には 40 本の鋼管を配列し、中に冷風が導入せられ高温火焰が直接に第 2 管束に觸れることを防止し之を保護するに役立て居る。燃焼ガスはこの管列を通過してから、第 2 管束に設けられたる方向變更板に當り曲折しながら第 2 管束を経て第 1 管束を通り抜け煙道に逃れる。若し燃焼温度高過ぎる時は燃焼用空氣管中に廢ガスを導きて空氣の量を加減し得る様になつて温度の調節が行はれる。

此の設備にはガス管には補整設備あり、ガスと空氣の混合割合の調節にはアスカニア式調節機あり、其他指示式、記録式の計器を具へて居る。かくて自動調節が盛に行はれ熱風温度が 720°C に常に調節せられ、變化が少い。熱風と廢ガスとの温度關係は次の如し。

場 所	熱風温度(°C)	廢ガス温度(°C)
熱風の出口	720	1,080
第 1 と第 2 通氣管束間	305	609
冷風の入口	35	188

ガス使用の理論量が高爐ガス全體の 20% とすればこの熱風爐の

熱效率は 85% である。調査尙不充分なるも、熱風管短かく熱風損失少き故實際作業のガス使用量も上記と大差は無いと云ひ得られる。此の熱風爐に關し、高爐に特に重要な事項は常に均一温度の風を送ることが普通の熱風爐に比して如何なる効果があるかと云ふ問題である。今比較すべき適當なる爐を持たないが近き將來に決定的の答を得られるであらう。(F. K)

酸洗廢液の利用 (Iron Age, Sept. 22, 1938, p. 45) 製鋼工場から出る酸洗後の廢液所分は、永い間の問題になつてゐるもので、1880 年に處理法につき特許が取られたのに引續き、1920 年頃までの特許考案は、多く硫酸鐵、一名綠礬を採取する方法であつた最近 15 ケ年間では、特許は餘り出ぬ様だが、其のうちで進んだ考案と思はれるのは、極く僅か丈硫酸第一鐵として結晶させて、或る割合の廢液は、常に酸洗タンクに再循環をさせるものである。

數年前、水の處理法として、硫酸鐵を用ひる事が流行した時には、此の硫酸鐵採取の仕事も、どうやら引合てゐた。生産費は 1 吨に付 \$5 乃至 \$8 であつた。しかし、水の濾過設備には明礬其他各種の化學藥品が利用されるに至て、之等の工場は採取の原價は採算不能に陥た。

硫酸鐵からは硫酸も製造出来る譯であるが、之には二三の障害があり、其の最たるものは、硫黄から作るよりもコストが高くつくと云ふ事である。

茲に新しい處理法として、クリーヴランド市 Aliled Development Corp. の特許を獲た方法は、廢液を變じて絶縁性の建築材料とする方法である。之は Ferron と云ふ名を與へられてゐるが、水酸化鐵と硫酸カルシウムとの沈澱物である。

Sharon 製鋼會社では、ペンシルヴァニア州シャロンに此の種の廢液處理工場を建てつゝあるが、此の方法を採用した最初の工場である。此の法では、先づ、廢液を貯藏槽に集める。之を管で沈澱槽に送り、此の槽内に於て遊離酸と鐵鹽とは約 1 時間静置してから石灰又は他のアルカリ性カルシウム鹽類で中和され、沈澱する。作業温度は、蒸氣で加熱して 150°F 附近に近く保持する。

沈澱物は、管でフィルタープレスに送る。之から出る綺麗な水は其のまま河川に流すか、又は工場で再使用する。残留沈澱物は即ち Ferron で、可塑性を有するものであるが、プラグミルを通して空氣を迫出す。プラグミルから出たものは固塊であつて、之を乾燥室に送る。以上の工程は簡單で且安價である。Ferron は可塑状態ではどんな形にも型で作れるが、後には、乾燥と酸化とを同時に行ふと硬化する。之は均質で色は黄褐色である、火も燃附かず、白蟻の害も受けず、變形もせず、強さを失はずに高温に耐えるので、木材、漆喰、煉瓦等に優る。又、煉瓦よりも輕くて、鋸で引く事も、機械仕上も出来る。

外見は、目が密である様だが、内部は海綿質であるから、吸収性を除きたい時には、珪酸曹達で處理すると、表面は珪酸第一鐵となり、且、表面の多孔性は失はれる。

壁體、管の被覆、建築ブロックや粘土と混ざる事も出来るが、更に、ガスや液體から硫化水素や他の硫黄化合物を除去するのに使用される。

Sharon 製鋼會社では、貯藏槽、混合タンク、フィルタープレス及石灰貯藏場は二階に、洗滌槽、プラグミル及び乾燥爐は一階に据附ける豫定である。大體の見積で毎日約 10,000 ガロンの廢液を捨て居る製鋼工場では、約 25t の Ferron が出来ると云ふ。

(K. S.)

7) 鐵及び鋼の性質並に物理冶金

トルースタイトとソルバイト (Vilella J. R. and Cooper L. R., Metals and Alloys, Sept. 1938, pp. 223~229.) 鐵及び鋼の顯微鏡組織の名稱は、1912年の國際材料試験協會の委員會第53の報告が、標準になつてゐる。然るに、當時、一致を見た各名稱の定義は、其の後の顯微鏡の改良進歩、試料の研磨、腐蝕技術の發達、組織に関する智識の開拓に依て、改訂する必要を生じてゐる。

委員會の報告はオーステナイトからパーライトまでの變態は、連續的でなく段階的に起ると云ふ見方が根底になつてゐる。

此の見方に従て、次の如き鋼組織の定義が定められて居る。

マルテンサイト：オーステナイトより變移する最初の段階であつて、其特徴としては、針狀組織を有し、且硬度が甚だ高い。高炭素鋼に見得る。

トルースタイト：オーステナイトよりの變移中、マルテンサイトに次ぎ、ソルバイトの前にある段階。(若しオスモンダイトの段階が認め得る場合には、マルテンサイトとオスモンダイトとの中間)

ソルバイト：オーステナイトよりの變移中、トルースタイトとオスモンダイト(若し認め得れば)とに次ぎ、パーライトの前にある段階。

パーライト：鐵炭共晶で、フェライトとセメンタイトとが交互に重合して出來てゐる。

然るに、今日、高級な顯微鏡で検査してゐる者は、マルテンサイトを生ずるに要するよりも遅い速度で冷却すると、オーステナイトから出來る組織は、連續した層狀組織で、其細かさは、冷却速度が大きくなると共に微細化する。(組織寫眞例示)一方、マルテンサイトを再加熱して生ずるものは、粒狀組織であつて、炭化物分子の大きさは、加熱温度と熱處理時間と共に連續的に増大する及びオーステナイトの變態から直接に生ずる層狀組織系とマルテンサイトを再加熱して得られる粒狀組織系とは、何れも連續したもので例へば、トルースタイトが終て、ソルバイトが始まると云ふ様な境界點を發見する事が出來ない事を認めてゐる。

委員會の報告は、與へた名稱と其定義を下した各組織について、其作り方をも示してゐるが、其通りに著者等が行つた實驗結果は、トルースタイトに就ては、0.35% C鋼では、マルテンサイトとフェライト、0.58% C鋼では、層狀パーライトが得られただけである。ソルバイトを得る方法として示された方法のうち、焼入鋼を400と700°Cとの間で焼戻した場合のみソルバイトが得られ、他の方法では出來ない。

そこで、著者等は、適當な名稱として、(a) 觀察の事實と一致し (b) 如何なる假定にも依らず且將來の顯微鏡検査にも改訂されまいし (c) 現在のよりも論理的で簡單である、更に (d) 訂正が最小限度である等の條件に叶ふものとして、次の様に提案してゐる。

1. パーライトなる名稱は、オーステナイトから直接に出來た總ての層狀組織を包含すべきもので、層の細かさや、パーライトの單一區域の含炭量には無關係とする。

2. ソルバイトと云ふ名稱は、マルテンサイトと焼戻して得られる粒狀組織のみを表はすに用ひられるべきで、鋼の含炭量、單一の炭化物の粒の大きさ、腐蝕の速さには無關係とする。此の種の組織は多くの人が焼戻しマルテンサイトと呼んでゐるが此の呼び方もソルバイトと一所に存置してもいふと思ふ。今日、球狀セメンタイトと云ふ名稱が、焼戻しマルテンサイトから出來たのも、パーライトの

變態點以下の焼鈍、又は極めて徐冷したオーステナイトから出來たものでも構はずに、すべての荒い球形組織を表はすに用ひてゐるが、之は外見や性質から考へて合理的である。只、マルテンサイトから生じたものでないと云ふ意味を持つ名の方が便利であらう。

3. トルースタイトと云ふ名前が必要でない。黒く腐蝕する且小節のある細かい層狀のパーライトに過ぎぬ、此の名を保存して置くとしても、粒狀組織系の如何なる部分にも使用すべきではない。

4. 急冷して不完全に焼入れした鋼を注意深く、研磨と腐蝕とを行へば、新しい組織を見得る事がある。BainのDavenportの研究に成るもので Bainite と命名されてゐる。

組織の層狀系統中、或種の不定な種別を表はすためにソルバイトやトルースタイトの名を存続させる事は、金相顯微鏡的の證據なくして、鋼の組織中に、不連續性がある事を暗黙の裡に認容させる事である。又、此の二つの術語を粒狀組織にも層狀組織にも用ひる事は、眞の差異が事實上存在するのに、同一性を意味する事になる。

(K. S.)

加工様式の時効と再結晶に及ぼす影響に就て (Walter Larmarche Mitteilungen der Kohle und Eisenforschung October 1937) 一般に時効は室温で時間の経過により生ずる性質の變化であるが、特に鋼の低温加工後の機械的性質の變化を機械的時効と名づける。これは一般に變形抵抗の増大として表れる。機械的時効の作用は材質を低温加工後 200~300°C に熱する事により、短時間に得られる。これが人工の時効と呼ばれるものである。今日では機械的特に人工の時効は、低温加工により導かれ温度上昇により促進される一種の分離作用によつて生ずるものであると考へられる。この分離物質は詳には説明がついてゐない。W. Eilenderによると、時効性は含有窒素に大いに關係あり、加熱により得られる過飽和同溶液から低温加工によつて窒素が分離され時効を生ずるものである。G. Schmidtによると、併し、窒素のみが時効の原因でなく、酸素と硫黄の共存が機械的時効の原因として問題になるといふ。

再結晶は今日の考では、個々の結晶面に加工の結果を生ずる結晶滑り線に起る。強い加工によつて多くの結晶が平衡状態を亂され、應力を生じ、結晶格子部分の運動のエネルギーが一定の値に達するまで熱すると應力をなくし新しく結晶が出来る。應力が大である程新結晶の生成には低い温度で足る。これより加工度が高い程再結晶は低温で生ずる。

さて、Forschung-institut der Kohle und Eisenforschungの非公開の研究を基にして加工度が同じの場合に加工様式の相違が時効と再結晶に如何なる影響を與へるだらうかといふ問題が起きた。殊に壓縮・引張・引拔加工が問題になる。E. Rassowの壓縮及引張加工後のAlの再結晶圖によると、兩者の作用の相違は認められぬ。H. Hanemannの軟鐵についての實驗によると引張と壓縮の再結晶に對する作用の相違が無い。單結晶については彼及びその他の人の研究により引拔加工より引張加工後の再結晶能力の方が小である。H. Hanemann, W. Tabel, A. Schneiderの軟鐵による研究によると、高温壓延及び高温鍛造したものの再結晶圖を比較すると兩者一致しない。Grainの最大値は、壓延ではより高い加工度で始めて生じ而も鍛造のときより値が小さい。これは壓延では軸の方向に材質が流れることにより異た應力を生ずることによるものと説明されてゐる。最近の研究でH. Hanemannは、壓縮は引張より断面減少に相當するだけ結晶に對して強い影響を與へる事を指摘してゐる。引張5% C 0.06%の試験片は800°Cに熱しても再

結晶しないが、低温圧延で断面積減少3.25%加工の試験片は800°Cで再結晶した。圧延のことは圧縮にもあてはまる。即ち圧延による再結晶性は引張によるより大である。Forschung-Institut der Kohle und Eisenforschung の試験によると10%の引張の作用は5%の圧縮で得られる。

さて Forschung-Institut der K. u. Eisenforschung は 0.02% の Armco Eisen で種々の加工度の圧縮、引張、引抜加工の時効及再結晶に及ぼす影響を研究した。再結晶は再結晶加熱の前後に grain の大きさの測定により、時効を受けたる前後に於ける衝撃抵抗の變化によつて研究した。衝撃抵抗は DVM 試験片 (10mm×10mm×55m) で 10kg Charpy 試験機で試験し、grain の大きさは平均値をとつた。試験材料は直径 20mm 丸棒形で、Armco Eisen は C が最も少く grain 境界のセメントタイトが極めて少く、再結晶の際の核としてのセメントタイトの作用を避けるに最もよい。試験した加工度は、2, 4, 8, 12, 16, 20% である。圧縮加工度は高さの減少で、引張加工度及び引抜加工度は断面積の減少で表はす。尚試験片の製作には餘剰加工を避ける事に出来るだけ注意した。再結晶用試験片は 600, 700, 800, 880°C で 15 分間及び 2 時間熱して再結晶せしめた。

試験の結果は次の如くである。即ち、三加工様式の時効に及ぼす作用の相違は認められなかつた。これに反して加工度の時効に及ぼす影響は加工度の増加に伴て衝撃抵抗値が低下する事によつて確認された。衝撃抵抗の最高値は三加工様式に對して、2% 加工後のものは 13 mkg/cm² で、20% 加工のものは 6 mkg/cm² に下がる。再結晶し、時効を受けてないもの及び人工の時効を與へたものの衝撃抵抗は、圧縮、引張、引抜 2% 加工後 600, 700, 800, 880°C で 15 分間及び 2 時間加熱して再結晶せしめたものの衝撃抵抗曲線によると、再結晶し時効を受けてない材料は、最低 600°C、再結晶温度の場合を例外として、衝撃温度 0°C と 50°C との間に衝撃抵抗値の急減があり、其値は平均 15 mkg/cm² である。一方普通に熱した Armco Eisen は 0°C でその急減があり、18 mkg/cm² の衝撃抵抗値を示す。即ち急減温度は 35°C 下り、値は 3 mkg/cm² の相違がある。人工の時効を與へたものは 50 と 100°C との間に急減が移り、最大値は 6~8 mkg/cm² に下る。600°C に熱したものは例外で時効を受けないものにも對しても人工の時効を與へたものにも對しても更に高温 20~100°C 特に 100~200°C に衝撃抵抗急減が移る。これは低温では再結晶し居らぬためと思はれる。従て加工度の影響がきいてるないことによる。

機械的前處理の作用は再結晶後にも材質に認められないかといふ疑問が起きたが、衝撃抵抗の研究によつて認められなかつた。

加工様式の再結晶に及ぼす影響は表 1・2・3 の如くになつた。即ち grain の大きさの最大値は 8% 加工、再結晶温度 800°C にある。880°C の場合は却て grain の大きさが小となる。これはこの温度では材質が變態域に達して、一部 grain の變化が再結晶粒の生成を妨げるためである。加工様式の再結晶に及ぼす作用の相違は大粒の結晶の構成される範囲にのみ認められ、且圧縮加工によるものは再結晶粒の大きさが引張及び引抜加工によるものゝ 3 倍もある。再結晶材質と普通に加熱した材質との衝撃抵抗を比較すると、引張 12% 後 700°C で 15 分間加熱した再結晶材質は grain の大きさは 12,100 μ² で衝撃抵抗の急減は衝撃温度 0°C~50°C の間にあり、同じ grain の大きさの普通加熱の材質は急減が低温 (-50°C~0°C) に移てゐる。故衝撃抵抗温度曲線の形狀は再結晶或は普通加熱によつて同じ

第 1 表

加工度、再結晶温度及び加熱時間と粒の大きさとの關係
圧縮加工の場合 (粒の大きさの單位 μ² で示す)

加工度 %	單位 °C	加熱時間：15 分				2 時間			
		再結晶温度				再結晶温度			
		600	700	800	880	600	700	800	880
0	μ ²	12,000	12,000	12,000	7,800	12,000	12,000	12,000	7,800
2	"	13,100	12,700	11,640	8,830	14,760	13,100	15,300	14,160
4	"	14,390	13,280	14,670	14,480	14,980	15,790	19,270	12,780
8	"	13,520	13,970	14,400	28,950	13,615	14,350	17,100	10,560
12	"	10,900	11,830	11,080	7,360	11,970	12,950	17,950	7,550
16	"	9,000	8,200	8,860	12,250	11,130	11,630	10,250	12,310
20	"	7,500	5,575	8,180	7,720	7,690	6,130	8,750	8,380

第 2 表

加工度、再結晶温度及加熱時間と粒の大きさとの關係
引張加工の場合 (粒の大きさの單位は μ²)

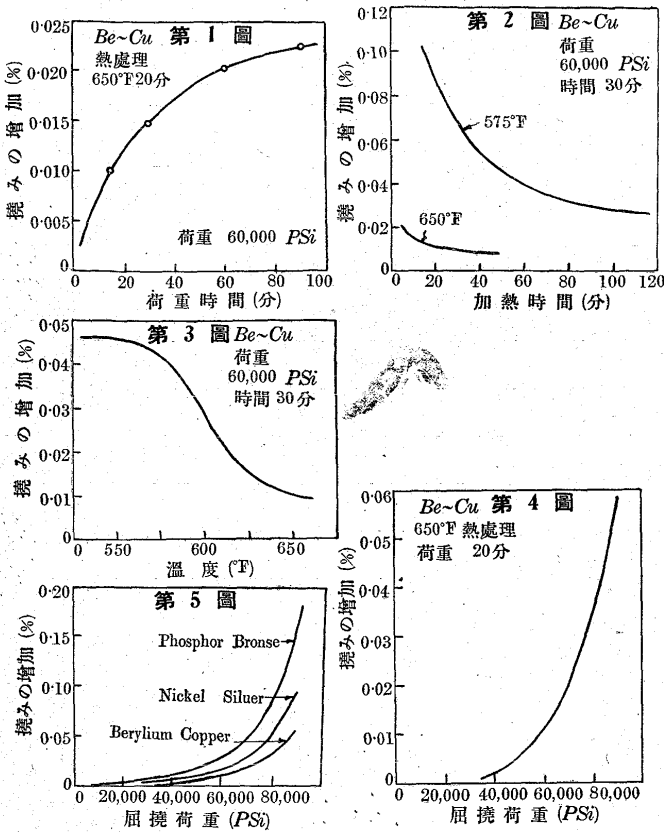
加工度 %	單位 °C	加熱時間：15 分				2 時間			
		再結晶温度				再結晶温度			
		600	700	800	880	600	700	800	880
0	μ ²	12,000	12,000	12,000	7,800	12,000	12,000	12,000	7,800
2	"	14,860	14,660	13,100	7,680	14,900	17,700	18,100	8,750
4	"	13,910	15,310	14,880	9,960	15,900	15,900	15,500	8,610
8	"	13,875	13,350	16,950	9,340	14,200	14,000	61,250	9,180
12	"	11,450	12,100	18,950	6,720	13,500	12,400	20,150	9,300
16	"	8,675	9,025	15,200	8,200	12,300	10,500	15,900	9,300
20	"	5,400	6,490	10,250	8,100	7,600	7,300	11,000	9,200

第 3 表

加工度、再結晶温度加熱時間と粒の大きさとの關係
引抜加工の場合 (粒の大きさの單位は μ²)

加工度 %	單位 °C	加熱時間：15 分				2 時間			
		再結晶温度				再結晶温度			
		600	700	800	880	600	700	800	880
0	μ ²	12,000	12,000	12,000	7,800	12,000	12,000	12,000	7,800
2	"	14,560	13,975	14,550	8,720	17,210	15,310	15,310	8,140
4	"	15,080	13,700	14,350	8,175	17,800	14,160	14,780	8,640
8	"	12,940	13,610	52,000	6,590	13,700	14,760	53,500	8,360
12	"	10,110	9,560	13,970	7,660	12,310	10,675	23,100	6,700
16	"	6,830	6,780	11,080	8,530	7,290	7,890	11,500	7,180
20	"	5,280	3,900	8,020	5,280	9,780	6,330	7,690	8,900

grain の大きさが得られても等しくはならぬ。同じ大きさの grain でも普通加熱の試験片は、再結晶された試験片より都合よき即ち高い衝



して最小値に達す。然し此温度では材料の軟化が起り抗張力を減ずる憂があらう。第3圖は更に熱處理の結果を示すもので最大の Stability 即ち最小の撓みの増加度を示す温度は可成高い事が分明する。

荷重を増せば當然撓みの増加度も増す事は明かで第4圖が之である。此曲線から Cu・Be 合金で Stability を有する範圍から其發條の作用應力を定めるならば 40,000~50,000 psi であらう。此曲線の形は總べての材料に同じ様に求められるもので次の様な式

$$\text{撓みの増加度} = \text{常数} \times \text{應力}^{0.3}$$

を以て現はされ此の常数が材料に依て異なるものである。荷重 30,000~90,000 psi の範圍では本試験に於て試験した 3 種の材料の曲線は第5圖に示す様なもので撓み増加の率は Cu・Be を 1 とすれば Ni-Silver 1.4, phosphor-Bronze 2.8 である。斯様にして各種の熱處理, 其の時間, 荷重等より發條用材料の最小撓みの點は捕捉すべきであらう。(M)

Jones & Laughlin の指導的研究所 (Iron Age, Sept. 8, 1938, p. 46) 從來の研究所の仕事を工場の仕事との間隙に橋を渡し、理論と營利的作業を融合せしめる使命の下に、米國のジョンズ・アンド・ラハリン製鋼會社では、最近、指導的研究所を建てた。

此の新研究所の主なる特徴としては、小規模の製鋼諸設備を有し更に、從來の試験室の設備を加へて、製鋼作業を完全に研究し、鋼製品の改善進歩に資する事である。

小さい平爐、電弧爐、誘導式電氣爐、蒸氣ハンマー、2 基の壓延機 (1 基はブルーミングロールの雛形にも成る) などを備へる外に標準試験機は勿論、最新の試験設備を網羅してゐる。研究所員は、製鋼、成型、試験を受持ち、最初の計畫に従て、各種の作業を整然と進めて行く。

研究掛が創始する諸種の考案發明は甚だ多い。之は營利工業的に應用出来るものかは、理論的方面のみならず、實際の見地からも充分検討する必要がある。今一つの計畫が立てられると、之を分割して、先づ冶金等の科學的方面を受持つ研究部、指導的工場、機械工場、試験部、圖書室及び特許部、營業又は奉仕部に割當てる。

研究所の建物は、外觀よりも便宜を考へて居り、必要があれば、増設出来る様にした。

1,500 lb. 實驗用平爐は、變たバーナーを用ひ、蓄熱式でなく、復熱式である。空氣温度、ガスの容積、爐内の壓力、爐頂温度及び煙突の通風などの調整裝置を備へてゐる。

375 lb. 電弧爐は、鋼滓や製鋼の特殊試験用であり、30 lb. 誘導電氣爐は、製鋼に關する精密な實驗に用ひる。18" 熔鋸爐は、後に作られる管のベセマー轉爐と連絡作業するものであり、小型インゴットの均熱爐として使はれるのは、ガス焚マフル爐である。指導用壓延機のインゴットは 185 lb.~90 lb. 後者の大きさは鋸用鋼塊になる大概、研究工場で作られるインゴットは、實地工場の方で中間加工を加へ、仕上壓延を、研究所の壓延機で行ふ。猶、實驗用インゴットを縮減するのに 500 lb. 蒸氣ハンマーを使ふ事もある。

研究工場で作た物は之を機械工場に送て試験準備加工を施す。機械工場では、適宜な試験片について常に研鑽を怠らない。

物理的試験室では、普通の抗張力、衝撃及び疲勞試験以外に、最近に發達した機械をも備へてゐる。薄板及び鋼帶用剛性試験機、挫性試験機 (damping capacity tester), 膨脹計、其他比較の新らしいものがある。又、時に依り新しい試験機を設計する事もある。

ツァイス顯微鏡と寫眞機、暗室、映寫室及び活動寫眞攝影機も備

撃抵抗値を示す。

更に、grain の大きさは衝撃抵抗に確かなる影響を與へぬ事が認められた。(増山辰夫)

發條用材料に就て (Scott L. L. & Carson R. W. Metals & Alloys, Sept, 1938) 發條用材料としては一定荷重の下に其撓みを一定に保つ事の安定性 (Stability) に在る。其安定性の缺除は連続的に撓みの増加を伴ふ。此撓みの増加は荷重と共に増し低荷重では荷重を取れば元に戻るが高荷重では塑性變形を起し永久的撓みを残す。著者は特に考案した測微裝置 (A. S. T. M. 所載) に依り發條用合金に就き其荷重下に於ける撓みの増加を時間と共に測定した。測定精度は 1"/1,000,000 である。試料は薄い板で片持梁式に支持し一端に荷重す。荷重は 30,000; 60,000; 90,000 psi の 3 種とし温度は全部 20°C である。

Be 2.25% を含む Cu・Be 合金に於て熱處理温度を 575°, 615, 650°F とし又處理時間の影響をも求めた。第1圖の實驗圖表から求めた Cu・Be 合金の 650°F 20 分, 荷重 60,000 psi の特性曲線で撓み増加の程度は荷重時間と共に減少するもので總ての材料に就て斯様な曲線が求められた。特に撓みの全量の變化を求むるより比較には撓みの増加の率を求むる方が有意義である故斯様にした。第1圖の曲線は荷重時間を更に延長すれば殆ど平になるが此曲線は時間の對數を取ると殆ど直線になる。即ち撓みの増加は決して止まないで唯長い時間の後には許容し得る程度に減少するものであらうと考へられる。此曲線の傾き及一定時間後の撓みの増加率こそは材料の特性で同時に材料の Stability を現はすものであつて正確に測定すれば 30 分以後の記録は不要であらう。

第2圖 Cu・Be の熱處理の影響を示すもので 575°F では最小の撓みの増加度に達すると熱處理時間を 2 hr とせねばならないにも拘らず 650°F では 5 分にして 575°F の最小値が得られ 30 分に

へる。

もう一つ、有要なものとして、研究図書室があるが、之には 600 冊の書籍と 50 専門雑誌、其他、純粹科學から仕上製品に關する専門に互る各種學會の報告もある。之等は獨り研究室のみならず他の方面にも利用される。此の研究發展部員は常に工場側の冶金試験室と協力して、研究計畫に伴ふ各種の仕事も、實地工場で行はれるものも少なくない。指導的研究工場は最初、炭素鋼の物理的性質を改善するために作られたもので、機械加工性の研究は今尙、繼續中であり、加工中の工具の作用は高速活動寫眞で撮影されてゐる。現在、時効硬化なしの鋼について研究中で、冷間加工に基づく鋼の物理的性質の變化の程度についても調査されて居る。別表は、此の研究所の設備を示す。(K. S.)

研究發展部設備

中央工場

設備	能力	備考
Lectromelt 電弧爐	375 lb	
Ajax-Northrup 誘導電氣爐	30 lb	
平爐	1,500 lb	復熱式、獨特設計
壓延機 (大型)	4'~1' 角	10" 3 段式
" (小型)	1 1/4'~1/2' 角	6" 2 段式
表面燃焼爐	3ft. x 6ft 爐床 最高 2,400°F	ピレット加熱用
蒸氣ハンマー	500 lb	
熔銑爐	18" 徑	
均熱爐	1,500 lb	
Hayes 熱處理用電氣爐	4' x 4' x 12' 爐床	
Hobart 熔接機	600 amp	

金屬及び鋼滓分析用の分析臺及び装置一式は中央工場内にある。鋼の炭素分析に燃焼装置として Burrell 高温度爐があるが、此の室の興味あるものの一つであらう。

機械工場

South Bend 旋盤	11" スウイング
"	16" "
Cincinnati ミリング盤	2-L ユニヴァーサル
Delta 木材用鋸及ジョイント	鋸 8", ジョイント 6"
Standard ペデスタル研磨機	10" 砥石車, 2 個
Laidlaw 金屬用帶鋸	9' x 9' ピレット迄
Marvel 高速ハックソー	9' x 12' ピレット迄
ポータブルグラインダー	6" 砥石車, 2 個

物理的試験室

Foepl-Pertz ダムピング性能試験機	試験片 5/8" 角, 長 12"	ダムピング性(塑性)即ち金屬内部摩擦を自由振動にて測定
ベークライト臺附け用プレス	臺の徑 1" 迄	小過ぎる顯微鏡試料に透明又は不透明の臺をつける
ベルトグラインダー	ベルト巾 4"	顯微鏡試料研磨用
Carpenter 捻扭衝撃機	試料の徑 1/4"	
Brinell 硬度試験機	3,000 kg 荷重	
Tinius Olsen 剛性試験機	30 in-lb	Four-Marshall 式
Rockwell 硬度試験機		
Hoskins 電氣爐	FD204 型 15~45 amp	小型マッフル爐

Hoskins 電氣爐	FD 104 型 5.46 amp 試料 1/2" 角 3" 長迄	小型坩堝爐
線返捻扭疲勞試験機	試料の徑 1/2" 迄	
Krouse 高速疲勞試験機 (3 臺)	徑 0.125" 迄	針金試験片用
腐蝕用附屬附疲勞試験機	試料徑 0.40" 迄	
疲勞試験機		
Losenhausen 抗張試験機	8,000~40,000 lb	
(ユニヴァーサル型) (範圍を調節するもの)		
Tinius Olsen 捻扭試験機	10,000 in-lb.	
Izod 及び Charpy	240 ftv. 最大	アイゾッド及シャルピーの結合式
金屬顯微鏡室		
Zeiss 金屬顯微鏡	2,250 倍 (カメラ 8" x 10") 乃至 4,000 倍	偏光線及暗視野附屬
Bausch & Lomb 顯微鏡	2,250 倍	
マイクロキヤラクター		
乾燥臺附け用プレス	11" x 14"	
Leica カメラ	組合せレンズ	35 mm ネガ
Eastman 活動用カメラ	"	
Eastman 肖像用カメラ	8" x 10"	
Bell & Howell 活動映寫機		
Spencer 描寫装置		
暗室設備	水洗装置乾燥器等	總ての型の乾板フィルムに適する
Fisher 金屬顯微鏡用研磨機	砥車 8" 徑, 變速装置附	
Eastman 職用燒附器	11" x 14"	
引伸機 (2 個)	4 倍 (5" x 7" ネガ) (32 mm ネガ)	Eastman 及 Leica 型

以上

5~15% Cr 鋼 (Newell H. D. Metal Progress, Oct. 1938) 中クロム鋼は經濟的にも低廉で耐蝕性大なる上高温に於ける酸化抵抗及び應力大である。Mo を 0.45~0.65% 含有する 4~6% クロム鋼は靱性及び強度大である W を 0.75~1.25% 含有する 5% クロム鋼は主としてバルブ用に使用される。此種の鋼は過去 8 年間に精油工場のパイプバルブ等に約 1,000 個使用されて居る。5% クロム鋼に Ti, Cb を入れたものは酸化抵抗が増加し焼入硬化程度減少する爲熔接に適する。Si 及び Si と Al を加へたものは酸化抵抗及び耐蝕性が增大する。

不銹鋼に近い高クロム鋼としては Mo, Si, を含有する 7% クロム鋼が現在使用されつゝある。Mo 1.25% 含有する 9% Cr 鋼は精油工場に數ヶ年使用されて居り現在は過熱機關用に應用されて居る。不銹鋼としては Cr 11% 以上のもので Mo を含有するもの及び含有せざる低炭素 12% Cr 鋼は大なる強度と大氣中大なる耐蝕性を必要とする。鐵道用に使用されて居り特に石炭車用に良い。Cu, Al を含む 12% Cr 鋼は焼入効果小で熔接によく Ti, Cb を含有するものも同様である。W 3% Cr 12% のものは石油の精製工場に腐蝕力の強い油送管によい。15~16% クロム鋼は高壓容器や吹出口に適す。この種の目的に 18% Cr 鋼が更に良く熔接性も優れ 800~1,000°F に長時間加熱後も脆化せぬ高温に使用するには Mo を入れたものは特にクリープ強度を高め靱性を増す。(M) 脱酸劑 (Good R. C. Metal Progress Oct. 1938) 脱酸劑により鋼の性質が支配される事は周知の事で種々の脱酸劑が日に日に發明されつゝある現状である。Si-Mn は爐中へ添加後 2Mn.O. SiO₂.

といふ化合物に近い熔融點の極く低いものが出來短時間に鋼浴面上に浮び上る。中及び低炭素のフェロマンガンは高炭素スビーゲルを添加後發生する CO ガスの除去に適す。Si を含む熔鋼に熔解して居る CO ガスは凝固の際放出される。Zr・Si 合金は屢々電氣爐に入れて酸化物の熔融點を下げる爲に用ひらる。Zr は S や N と結びつき鋼の旋削性、可鍛性に良影響を與へる。普通この合金は高 Mn のものと共に用ひ脱酸力大なる爲鋼の偏析も減少する。

Ca 合金即ち Ca-Si や Ca-Mn-Si 系のものは Si のみのものより脱酸力に於ては一層優れて居り脱酸生成物は決して鋼中に殘留しない特徴を有す。Ca は Si に對して非常に鹽基性大で非金属介在物を減じ鋼の流動性を大に増す。1t につき 2~6lb 取鋼中の熔鋼に加へればよい。

Si, V, Al, Zr 等は何れも結晶粒の微細化に效果ありこれ等を Silvaz と稱し取鋼中の熔鋼の脱酸用に添加するに適す。又これ等は非金属介在物の含有量を低下せしめる爲に鋼の衝擊値や弾性比を高める事になりこれ等の元素は一つ一つ用ひるより一所に用ひた方が安定で且效果的である。

(K)

合金鋼に及ぶ銅の影響 (Harrison R. Heat Treating & forging, June 1938.) 試験材の化學成分を第 1 表に示し鋼塊及び鍛造材の寸法を第 2 表に示す。壓延及び鍛造温度は 1,050°C としスケールの下に熔融せる金屬銅が出て結晶粒間に浸入する事を防止した。試験材は各種共熱間加工に於て何等困難を感じなかつたが、Cr 0.5% Cu 5% 以上を含む低炭素鋼及び Cu 4.0% 以上の中炭素鋼の鋼塊は 1 回の壓延で割疵を生じた Cu は Ni より臨界温度を低下せしめぬ。Ni・Cr・Cu 鋼の Ni を Cu で置換すると各變態點を上昇せしめる。但し 1% Cu の Ac_1 點の低下は除外する。0.5% Cr 鋼の Cu 含有量を増加せしめても Cu 4% 迄は何等變化なく Cu 4% になると A_2 點が降下する 1% Cu は鋼種 No. 28 即ち C 0.26% Ni 1.40% の Ni・Cr 鋼の Ac_2 點を 11°C、鋼種 No. 32 即ち C 0.30% Mn 1.21% の Mn 鋼を 8°C 降下せしめるがこの點 C 0.30% の炭素鋼或は鋼種 No. 30 の C 0.27% Ni 1.54% Cr 0.61% の Ni・Cr 鋼に於ては何等影響がない。これ等何れの鋼種共 Ar 點は Cu の添加により可成低下した。次に各鋼種に對し 700~955°C の温度範圍から空冷したものを 400~700°C に種々の時間焼戻し焼硬化の程度を試験した。0.5% Cr 鋼の内 800°C で焼準したものは低炭素系のものが最も硬度を増加し焼戻温度は 450~550°C では各鋼種共殆んど硬度に變化を認めなかつたが最高硬度を得る爲の加熱時間は加熱温度が高い程短かつた。Cu が 1.6% から 4% 迄増加しても硬度の點だけは焼戻硬化に何等變化なく Cu を含まぬ Cr 鋼と比べても硬度には差が認められぬ。

焼準温度が 800°C 以上になると Cu 3% 以上含む Cr・Cu 鋼は一部空冷硬化するが 0.5% Cu を含む Ni・Cr 鋼より遙に硬化程度小である。焼準温度が上昇すると焼戻により増々軟化程度大となる。

Ni・Cu 鋼の空冷硬化の影響は Cr・Cu 鋼と多少類似してゐるが最大焼戻硬化度は Ni・Cu 鋼は Cr・Cu 鋼及び Ni・Cr・Cu 鋼より小でありこの種の鋼に於ては Cu 2% 以下で焼戻硬化度最大となる。Ni・Cr・Cu 鋼の No. 20, 19, 18 等に於ては空冷硬化度大であるが焼戻により初め急激に硬度降下し其後は焼戻時間が長くなつても硬度は殆んど一定となる。

Cu 1.6% の低炭素 Cu・Cr 鋼は 950°C から油焼入したものと 950°C から空冷硬化したものと殆んど性質が等しい。然し Cu 4% のものは空冷したものより油焼入したものが硬度大で前者はブリー

ルで 260 後者は 280 で焼戻したものは更に高く 320 を示すが空冷のものは焼戻により次第に軟化を來す。

この油焼入焼戻により硬化する理由は共析變態の際の冷却速度が大なる程固溶體になる Cu の量が増加する爲である。

次に鋼種 No. 12, 13 及び 21 の径 3 $\frac{1}{4}$ " 長さ 6" の大型試験材より試験片を切探して性質をしらべた。Cr・Cu 鋼は 800°C から空冷後焼戻硬化を示したが焼準温度 950°C の場合の空冷硬化最も顯著であつた。小型試験材の場合では Ni・Cr・Cu 鋼は 800°C から一度空冷したものは 500°C で焼戻すと初め軟化したが大規模試験材の場合は 800°C 及び 950°C から空冷硬化せし何れのものも焼戻温度 500°C で 焼戻時間に無關係に硬度一定である。

次に C 0.05~0.20~0.29% Cr 0.5% Cu 1.5~5.0% の Cr・Cu 鋼の機械的性質について述べる。低炭素のものは壓延の状態で性質良好で Cu 1.5% で降伏點 32 t/in^2 アイゾート衝擊値は 95 ft/lb のものが得られた。更に Cu が増加すると最大荷重が不規則乍ら少量増加を示した。中炭素系のものでは Cu が増加するにつれ抗張力が著しく増大したがアイゾート衝擊値は次第に降下し Cu 4% では 3 ft/lb となつた。950°C で 1/2 時間焼準したものは空冷硬化の性質が引張試験で現れ低炭素及び中炭素の兩系共 Cu 2.0% 迄は Cu の増加と共に比例限界と降伏點の間隔が増した。Cu 3.0% の低炭素鋼は極めて高いアイゾート衝擊値を示したが更に高い Cu 含有量のものとは異なる性質を示した。中炭素系のものでは 35 ft/lb から Cu 4.0% で 5 ft/lb に迄低下した。950°C で焼準し 500°C で 2 時間再加熱したものは Cu 少きものは多少又は全く空冷硬化起らず焼戻硬化により比例限界、降伏點、最大荷重が増加し伸びが減少した。これ等の鋼は焼準で一度空冷硬化し再加熱で軟化するが焼戻硬化は中炭素系のものでは完全には起らぬ。800°C で焼準したものは中炭素系のもので C 0.20~0.29% 範圍のものは Cu の機械的性質に及ぶ影響顯著である。炭素を適當に調節すれば Cu 4.0% 迄は Cu の増加と共に最大荷重、降伏點、比例限界が増加する。アイゾート衝擊値は高炭素系では Cu 2.0% で 67 ft/lb から 45 ft/lb 迄低下する。

C 0.05% の鋼は Cu が増加するにつれ降伏點及び比例限界が高くなるが Cu の影響は中炭素鋼より小である。低炭素鋼では衝擊値は何れも 99 ft/lb 以上である。800°C にて焼準し 500~600°C で再加熱したものは 500°C で 2 時間焼戻したものが低炭素及び中炭素鋼で最も效果顯著で Cu 1.5% で比例限界はそれぞれ 18.0 及び 13.0 t/in^2 に降伏點は 14.5~11.5 t/in^2 に最大荷重は 13.2 及び 10.2 t/in^2 に増加した。然し衝擊値は低く中炭素鋼で最大値 22 ft/lb である。焼戻温度が 550°C に上昇するか又は 500°C の焼戻時間が 15 時間になると引張強さには影響なく低炭素鋼のアイゾート衝擊値を大に改良された。中炭素鋼では焼準後の引張強さと同じで大なる衝擊値を得るには焼戻温度を 600°C 迄上げねばならぬ。鋼種 No. 7 は Cu 2.0% で 800°C 焼準後 550°C で 2 時間焼戻したものは強度、靱性、共に優秀で最大荷重 51.6 t/in^2 降伏點 42.0 t/in^2 比例限界 39.0 t/in^2 伸 27% アイゾート衝擊値 27 ft/lb である。低炭素系に於ては 2.0% Cu 鋼で最大荷重 41.0 t/in^2 降伏點 36 t/in^2 衝擊値 91 ft/lb が得られる Cr 0.88% Cu 4.0% の Cr・Cu 鋼の焼戻後のアイゾート衝擊値は同じ Cu 量で Cr 0.47% のものより大である。更に Cr の多い鋼でも充分焼戻硬化した状態で衝擊値は 43 ft/lb に達する Cr 0.5% のもので 18 ft/lb しかない。950°C で油焼入し 500°C で 3 時間焼戻したものは中炭素及び低炭素系何れのものも最大荷重及び降伏點は Cu の増加と共に上昇する。

アイゾート衝撃値は Cu の増加と共に減少する C 0.25~0.32% Cr 1.4% Cu 2.0% の鋼種 No. 12, 13 の 900°C から油焼入し 500~650°C で 1 時間焼戻したものの機械的性質は良好で Ni-Cr 鋼に匹敵する Cr-Cu と Ni-Cr-Cu 鋼を比較するに C を 0.25 から 0.32% 位迄変化せしめれば Ni を 2.0% 位加へるより効果大である。次に C 0.30% Ni 2.2% Cu 1.2~4.2% 鋼を 750~950°C で焼準し 500°C に再加熱して試験した結果を述べる。750°C で焼準し 500°C に再加熱したものは Cu が 1.0% から 4.0% 位変化しても機械的性質には変化がないが 750°C 以上の高温で焼準すると空気焼が入り Cu の増加と共に引張強度が増加する。衝撃値は Cu が 1.0% から 2.0% 迄増加するにつれ低下し其後は一定する。850°C から油焼入し 500~600°C で焼戻したものは最大荷重、降伏点比限界何れも Cu 量と共に増加するが Cr 鋼と同様炭素量によつて非常に變化し 4.0% Cu 鋼で C 0.29% のものは C 0.35% Cu 2.0% のものに匹敵する。アイゾート衝撃値は Cu 1.0~2.0% 迄急激に減少し其後は Cu が増加しても影響少なし。

Cu 1.0~2.0% Ni 2.0% Cr 0.6~1.4% の Ni-Cr-Cu は Cu 1.0% Ni 2.0% Cr 0.6% のものを除いては何れも空気焼が入る。750~950°C から空気焼入し 500°C 3 時間加熱したものは最大荷重 55~85 t/in² が得られる衝撃値は低く 20 ft/lb となる。750°C から冷却したものは然らず 850°C から油焼入し 500~600°C から焼戻したものは Ni 2% Cr 0.6% Cu 1.2% 鋼の Cr 量をかへるより Cu 量をかへる方が良影響がある。

次に C 0.27% Ni 3.5~0.0% Cr 0.9% Cu 0.0~3.4% 鋼を 850°C から油焼入し 500~650°C で焼戻した。

Cu を含むものは Ni 鋼より徐々に焼戻す 500~550°C で焼戻したものは Cu 量と共に引張強度を増加する。焼戻温度が更に高くても比例限界と降伏点は低下せぬが最大荷重は何れの鋼も等しい。如何なる状態でも Cu を含まぬ Ni-Cr 鋼が最も延性大である。顕微鏡組織は少量のソルバイトを含んだ普通のソルビテックマルテンサイトで C 0.27% Cr 0.85% Cu 3.40% の Cu-Cr 鋼の結晶粒は Ni を含むものより小である。斯く Cu の結晶粒の微細化作用は他の總ての試験に於て確められた。次に径 3 1/4" の鍛造物の機械的性質について述べる。C 0.25~0.32% Ni 0.0~2.0% Cr 1.4% Cu 2.0% の Ni-Cr-Cu 鋼を 800°C で焼準し 500°C で再加熱した。この種の鋼は第 1 表に示す No. 12 及び No. 13 の Ni を含まぬものを除いては何れも空気焼が入り焼戻硬化はこの二鋼種のみで小さい試験材より硬化程度大である No. 12 及び No. 13 の小型試験材の場合は 800°C 焼準後空冷硬化程度區々で条件により色々に變る。

Ni 2.15% を含む No. 21 は小型、大型何れの試験材も空気焼が入り 500°C 焼戻硬化あり 800°C で再加熱処理したものは各種の試験共強度は著しく改良されアイゾート衝撃値は低下した Cu の 1.0% は Ni 鋼及び Ni-Cr 鋼の各鋼種に著しき影響あり焼準し再加熱した炭素鋼に於て特に影響大で比例限界が 19 t/in² 降伏点が 16 t/in² 最大荷重が 12 t/in² 増加し油焼入焼戻した Ni-Cr の場合最小で比例限界を 7.5 t/in² 降伏点 8.5 t/in² 最大荷重 7.0% 増加する程度である。

1.0% Cu 鋼の大型鍛造物の中心の引張強さは 1.5% Ni 鋼及び 1.5% Ni 0.6% Cr 鋼より大であるが衝撃値は小である。然しこれは Cu 量を増加し焼戻温度を高くするか又は少量の Cr を入れれば補へる。

比例限界、降伏点 伸 衝撃値は、鍛造し 500°C で再加熱したも

のは焼準し再加熱したものより低い。Cu を含む鋼の平均のアイゾート衝撃値は焼準の場合を除いて僅かに 10 ft/lb である。

850°C から油焼入し 600°C で 2 時間焼戻したものは各鋼種共 3/4" 角のものも径 3 1/4" の大型鍛造物も引張強度は等しい Ni-Cu 及び、Ni-Cr-Cu 鋼の二つの試片を 850°C から油焼入し 620°C 及び 650°C で 2 時間焼戻し一つの試験片を焼戻後水中に冷却し他方を 1 分間 0.3°C の割合で爐中で徐冷し焼戻脆性をしらべた。Cu は 4.0% 迄は 2% Ni 鋼に焼戻脆性を起させず Ni-Cr 鋼の Ni を Cu で置換へたものは焼戻脆化に何等影響なし、0.5% Cr 1.5~5.0% Cu の Cu-Cr 鋼を 800°C で焼準し 500°C で焼戻したのものについて短時間引張試験を行った處延延儘の炭素鋼より引張強度は遙に大であるが Cu 1.5~5.0% 迄は最大荷重には殆んど影響がない。次に径 0.48" 厚さ 0.25" の圓盤をよく研磨して 800~1,000°C の水分を含んだ空气中で酸化試験を行った。Cr 及び Cu を含んだ鋼は炭素鋼より酸化程度小であるが Cu は 1.5% から 5.0% 迄は酸化抵抗に變化がない。

(K)

第 1 表 試験鋼の化學成分

鋼番	C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr	Cu
1	0.048	0.21	0.28	0.005	0.021	—	0.50	1.62
2	0.040	0.24	0.28	0.021	0.027	—	0.51	2.13
3	0.054	0.24	0.39	0.021	0.021	—	0.52	3.14
4	0.040	0.19	0.40	0.005	0.022	—	0.51	4.02
5	0.040	0.15	0.28	0.011	0.020	—	0.49	5.20
6	0.29	0.26	0.40	0.009	0.026	—	0.51	1.54
7	0.28	0.35	0.47	0.009	0.020	—	0.48	2.06
8	0.23	0.25	0.32	0.039	0.027	—	0.53	3.15
9	0.20	0.19	0.43	0.021	0.018	—	0.49	4.15
10	0.24	0.20	0.31	0.006	0.020	—	0.47	4.05
11	0.24	0.19	0.36	0.008	0.022	—	0.88	4.00
12	0.25	0.18	0.24	0.008	0.023	—	1.47	2.14
13	0.32	0.18	0.23	0.009	0.023	—	1.42	2.12
14	0.32	0.17	0.55	0.015	0.028	2.24	—	1.19
15	0.35	0.17	0.46	0.016	0.025	2.17	—	2.10
16	0.29	0.15	0.51	0.015	0.025	2.25	—	4.23
17	0.30	0.18	0.55	0.020	0.026	2.05	0.63	1.19
18	0.31	0.17	0.52	0.020	0.024	2.07	0.61	2.20
19	0.33	0.16	0.62	0.016	0.025	2.08	1.15	1.18
20	0.34	0.20	0.60	0.022	0.024	2.15	1.18	2.33
21	0.28	0.13	0.18	0.005	0.019	2.15	1.41	1.98
22	0.30	0.28	0.44	0.005	0.025	3.50	0.90	—
23	0.27	0.21	0.38	0.005	0.025	2.55	0.80	1.00
24	0.26	0.25	0.44	0.005	0.025	1.55	0.85	2.03
25	0.27	0.26	0.43	0.005	0.030	—	0.85	3.40
26	0.30	0.24	0.45	0.037	0.037	—	—	—
27	0.27	0.24	0.60	0.035	0.040	—	—	1.06
28	0.26	0.23	0.62	0.034	0.039	1.40	—	—
29	0.26	0.22	0.72	0.036	0.040	1.49	—	1.00
30	0.27	0.23	0.66	0.036	0.039	1.54	0.61	—
31	0.31	0.22	0.70	0.037	0.038	1.36	0.48	1.02
32	0.30	0.24	1.21	0.034	0.043	—	—	—
33	0.27	0.21	1.48	0.037	0.040	—	—	1.05
34	0.29	0.21	1.90	0.036	0.041	—	—	1.00
A	0.31	—	0.46	—	—	—	0.66	—
B	0.29	—	0.46	—	—	—	0.67	0.50
C	0.27	—	0.52	—	—	—	0.62	1.06

第 2 表 鋼塊及び鍛造品の寸法

鋼番	爐の型	鋼塊		鍛造品 in
		重量 lb	断面 in	
1-11	高周波	30	3×3	1 3/4 × 1/2
12, 13, 21	"	60	4 1/2 × 4 1/2	徑 3 1/4

14-20	"	12	2×2	1½×½
22-25	"	40	¾×¾	1½×¾
26-34	轉 爐	100	4½×4½	徑 ¾

8) 非鐵金屬及び合金

眞鍮鑄物工場に於ける中子の製作 (Patch, N. K. B. Foundry, Oct. 1938) Cu 合金用の油砂中子は粘結剤としての中子油と中子砂より作られる。油砂中子は純砂と油を適當な割合で混じり焼成した後は、通氣度、強度共に最大である。勿論粘結剤を多量使に用すればする丈、中子の強度は大となる。然し粘結剤を過度に用ひ、此れが熔融金屬と接觸すれば多量のガスを發生して鑄物は吹く傾向がある。

それで、中子油と砂との割合は希望する使用温度にて所期の強度を得るに必要な最小量の油になる様にする。砂粒が粗大な中子の通氣度は宜しいが生砂強度は微粒子の場合に劣る。

鑄物工場に依ては或る一定割合で微細な砂と Sand blast 微粉とかを粗大粒の砂に混ずる。言ふ迄もなく、微粉の加はるに伴ひ粗粒子間の空隙が埋められ、通氣度は悪くなる。同時にかくする事に依り中子の強度は増加し且中子と接觸する鑄物表面を平滑ならしむる如き利點を有す。A. F. A. 40 番の砂は使用に最も手頃である。或る鑄物工場では此の砂に他の鑄物砂を加へる。新に鑄物砂を加へる所では少量の粘土をも加へる。此れは濕潤せる時、生砂中に對し更に強度を増加せしむる如き作用を爲す。此れに依り通氣度は減少する。且熔融金屬と接した時の温度で蒸發性の物質を含めばガスを出す虞がある。

中子製作問題を研究して居る人は、加熱に際しガスを發生するが如き有機性物質を含有するか否かを注意深く調べた上でなければ、新種の砂を使用する事は無い。故に中子用砂の最良なるものとして充分に風化した瀆砂や純砂を使用する事となつた。雲母などを含む物質は加熱に際し膨脹する傾向を有し、凝固中の鑄物に對し相當の歪を與へる故に用ふるべきではない。

複雑な形の中子が作製される場合中子乾燥機を用意して置く事が好ましい。生砂強度を高くしても其爲に缺陷鑄物が多くなつて、乾燥機を備へる方が經濟的になるのであるから生砂強度は重要ではないのである。

中子油と砂との割合は各鑄造工場に依り異なる。砂：油が 40:1 が大體眞鍮鑄物工場の最大油量である。然し條件により異なるも 60:1 ~ 80:1 位に砂を多くするのが好ましい。

合金が鑄型の表面に滲み込む傾向のある時は、良好な結果を得る爲には表面が充分に微細な砂を含んで居る様にしなければならぬ。中子表面も黒鉛又は滑石粉を以て平滑にする様にしなければならぬ。

粘結剤を砂と混ずる操作は極めて重要である。勿論砂粒の種々の大きさに依て粘結剤も適當に選ばねばならぬし、其の量も變る。つまり、各々の砂粒を通じて均等に存在する如く量も定まり、充分混和される事が必要なのである。然し工場に依ては單にシャベルに依て攪拌して足れりとして居る所もあるが、此は不可で、混合機を用ふる事を推奨する。

中子用砂に對し水を加へるのは油を加へるよりも前にしたら良いか後にしたら良いかは議論される所である。中子用砂には多少なりとも水を含有するものであつて 4% 位が最も好ましい値であらう。若し砂が混合剤に完全に乾燥されてあるならば先づ油を最初に加ふべきであると考へる。何故ならば乾燥した砂は濕潤せる砂よりも油

とよく混和するからである。

若し砂が既に濕潤して居るとせば、油性粘結剤の分布を實質的に變ずる事なく水を第一に加へるべきである。又若し砂に對し鑄砂が加へられれば少量の粘土を加へなければならぬ。油と粘土は相互に反應し合て相互の粘結性は減少する。それで、中子用砂中の粘土の増加に伴て粘土を含まない場合に得られる焼結中子強度を得る爲には中子油を少し増さねばならない。

熔融合金の温度が低く、從て粘結剤の焼成の影響の小さな時は中子用油の量は出来る丈小なるを要する。此等の場合に、砂：油が 80:1 位で宜しい。Zn 合金や Al 合金にはかくの如き成分の中子を用ふる。低温で用ふる中子の製作に關して或る工場では上述のものとは異なる種類の粘結剤を用ひて居る。粘結剤として穀類であるとか澱粉を用ひる。扱ふ合金の種類其他に依り採用すべき粘結剤は異なる。

然し最も大切な條件は、出来るだけガスを發生せぬ材料を用ふる事で、又、鑄物が凝固する間は其形を保持するに充分な強度を持ち且鑄物を冷却後取出す際に容易に破碎する如き適當なる粘結剤を使用する事である。

一定の組成を持た中子用砂も其焼成法に依り大なる影響を受ける。焼成法は 3 つの主要なる段階より成り、それは先づ第 1 に濕氣の蒸發がこれである。蒸發は餘り早くては不可ない。何故かと言へば温度が高きに過ぎれば水は急激に蒸氣に變じ其膨脹により中子に大なる歪を與へるからである。第 2 は油性粘結剤から蒸發性物質を除去するに在る。此れも濕氣と同様餘り急激な加熱は不可である。第 3 は殘った油の酸化に依り砂粒を結合せしむるに在る。然し酸化が過度になる如き焼成をすれば中子の強度が急激に降下するから注意すべきである。

若し濕氣と蒸發性物質が比較的早くすれば幾分か油もそれと共に中子の表面に附着し、かくして表面の焼成強度は増し中子内部の強度は減少する様になる。(S. O.)

Al-Cu 合金に於ける異常膨脹に就て (André Boutillier: C. R. 19, Sep. 1938) 著者は 7~16% Al を含む Al-Cu 合金に於て、普通の解釋を以ては説明する事の出来ない異常膨脹を觀察した。

12% Al の場合此の異常膨脹の有様は次の如くである。

(1) Chevenard の示差膨脹計を用ひ、試料を 580°C 以上に加熱して β 相となし、比較的急冷をする。焼入相の生成を示す收縮曲線の異常に續いて 365°C 頃に始まり 300~280°C で終る急速な膨脹が見られる。(Tr)₀ 450°C を越えず、且或る速度を以て行はれる第 2 次熱處理に於て、加熱する時は 400~450°C で急速な收縮を起す。(Tc)₀ 此れを此の儘冷却すれば 370~280°C で又 (Tr) なる膨脹を起す。加熱及び冷却を繰返へせば以上の現象も繰返へされるが、最初の加熱に於て 400~450°C で起る (Tc) なる收縮は段々と温度が降下する。焼入相は Tc 以上で徐々に分解するから此の加熱冷却は何時までも續ける事は出来ない。

(2) 同様な試料を 580°C 以上に加熱して β 相となし、比較的徐冷すれば (Tr) を見る事は (1) と同じではあるが、此の場合 (Tr) の符號が逆、即ち收縮する。450°C 以下の熱處理では (1) に於て見られたのとは符號が逆である異常を見る。

各試料に就ての異常の大小は不定で(大體は 1/1,000 程度)ある。

以上の膨脹收縮は、焼入相に特有なもので、或る現象に對應して起るがその外觀が極めて不規則で決定的な解釋を與へる事は不可能である。故に膨脹計以外の他の方法を以て測定せねばならない。

著者は單に以上の如く異常膨脹の存在を指摘したに止まりその膨脹の起る理由に就ては何も述べて居ない。(S. O.)