

抄 録

3) 鉄鋼及鉄合金の製造

鑄鐵用各種鑄解爐の比較 (T. R. Twigger. Fou. Tra. Jon Jan 2. 1936 p. 3) 鑄鐵鑄解爐の種類は(イ)特殊の材質或は高温鑄湯を必要とする場合(ロ)長時間鑄湯を連続的に供給する場合(ハ)成分の異なる種々の鑄湯を1爐で造る場合等に依り決定される。鑄解燃料には石炭から電気迄5種が有り第1表に示す通りで有るが熱經濟には尙爐の構造及能率を閉却しては成らない。一般に鑄解費は(1)動力(2)燃料(3)工賃(4)爐材料(5)減價消却(6)修理及び(7)鑄解減りに支配されるが、作業の種類並に地方色に依り條件が違ふから鑄解爐の比較は同一工場に於て行はねばならぬ。H. Hurst が數年前比較した例に依ると第2表の如くで有る。(表中地金を除く)

鑄解爐は熱効率が比較的低いにも係らず今日鑄解費が最も安く付き將來の研究改良に依り更に効率を増す可能性が有る。一例としてバランストキウボラは初め骸炭を40%回収して居る。鑄解爐の缺點は成分の異なる鑄湯を正確に區切り難い事で合金成分を増加する程其れが甚しく、又鋼屑を増すに従ひ出湯のムラを生じ易いが、之等とても爐構と操業を適當にすれば防止出来無き事は無い。

微粉炭廻轉爐にはブラツケルスベルヒ及びセスシ爐が有る微粉炭装置及び粉炭貯藏に廣い場所を要し建設費が高く附く處から小規模の鑄解には鑄解費の低下を餘り期待出来ないが大量生産では安い地金を使って高級鑄物を非常に安價に得られる鑄解減りも少く低炭素鑄鐵を吹くに適し鑄湯を永く保持して成分を調節するに良い。唯問題は裏附材料が高價に附く事で有るがセスシ爐に由ると佛國製材料を用れば10t爐で200~240ヒート又2t爐で100~140ヒート持てる。

坩堝は間接加熱に依り鑄解過熱に3~3½hr以上かかる爲に鑄解費が高價で有るが特殊の鑄鐵を鑄かすに頗る都合が良い。則ち酸化されず成分の調整が自由に行くからで有る。燃料には骸炭に比し重油の方が高熱を得られ調節も便利且容易で有る。

重油廻轉爐にはスタイン式が有る。其の構造は圓筒形爐體の一端に重油バーナーを付け他端は燃燒瓦斯の出口と成り、瓦斯は地下煙道を経て蓄熱室へ行く、蓄熱室にはU字形パイプを渡して之で通風機よりの風を300°C位迄豫熱してバーナーに送る、蓄熱室の下部が900°C以上に成るとパイプを損傷し易いから此時補助煙道口を開けて一部の熱を直接煙突に逃がす。難點は裏附材料で有るが英國製材料で120ヒート位持てる。蓄熱室パイプの壽命には14ヶ月の記録が有る。重油は比重0.92を使用し重油タンク及びバーナーの處で豫熱する、其の消費量は1日3ヒート以上の過熱鑄解に對して平均鑄湯應當り18~20%で有る。初回にC0.5%、Si0.4%減少し2回目からC0.3%、Si0.3%低下する。脱素の防止には瓦斯コークスを用ひ石油コークスも使用されるが前者程の効果は無い。装入には石灰石を地金應當り60lb添加する。本爐は熱効率が最も優秀で有るが1日3ヒート以上を連続しなくては安く成らぬ、かくて安價な材料を使用すれば其の鑄解費を鑄解爐程度に下げることが出来る。

電気爐には直接弧光爐及び動遙式間接弧光爐が廣く用ひられる。デトロイト動遙式間接弧光爐で冷材350lb鑄湯500lb能力の爐の實績に依ると消費電力が應當り650kWh又成分變化は第3表に示す如

第1表

燃料	發熱量	價額 d		
		100,000 ^{b.t.u.}	每d.b.t.u.	單價
電氣	3,413 <i>b.t.u./unit</i>	14.65	6,826	0.5 <i>d/unit</i>
都市ガス	500 <i>b.t.u./ft³</i>	4.80	20,833	2s/1,000 ^{ft³}
重油	19,000 <i>b.t.u./lb</i>	1.83	54,500	65s/ton
發生爐ガス	150 <i>b.t.u./ft³</i>	2.00	50,000	3d/1,000 ^{ft³}
骸炭爐ガス	500 <i>b.t.u./ft³</i>	1.80	55,500	9s "
骸炭	11,000 <i>b.t.u./lb</i>	1.46	68,400	30s/t
石炭	13,500 "	0.79	126,000	20s/t

第2表

爐別	坩堝	鑄鐵爐	重油爐	ブラツケルスベルヒ	電気爐
應當鑄解費 (£)	3.564	0.74	1.86	0.78	2.60

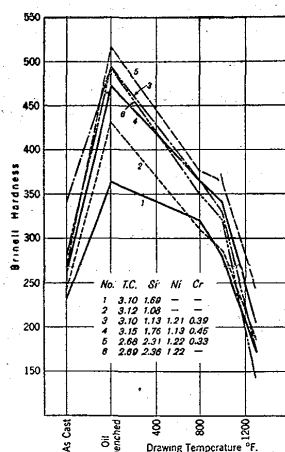
第3表

時間	破面	T.C.%	Si%	ロックウェル硬度
装入時	灰	3.38	2.03	c. 19
1hr後	灰	3.36	1.95	—
2hr後	灰	3.26	1.89	c. 20
3hr後	灰	3.34	1.81	—
4hr後	黝	3.20	1.72	c. 25

くで有る。Cを増すには粉碎石油コークスを用る。裏附材料は Al O₃ 又はシリマナイトが宜く前者は150~200回持てる。(N)

6) 鐵及び鋼の加工

鑄鐵の熱處理による硬化 (J. S. Vanick. Metal progress. January '36) 鑄鐵は鋼と同様熱處理により硬化する。約1,450~1,550°Fに熱して油中冷却を行ひ要求する靱性に應じて450~1,000°Fで焼戻す。殆ど凡ての鑄鐵は熱處理により硬化する。これは黒鉛化が中止されるから硬化の程度は鋼の場合には溶け込んであるC量及び特殊元素量によるが鑄鐵の場合には殆ど大部分は黒鉛として入つてゐるから熱處理效果に影響するものは少量のC.C.である。



C.C. は約0.1~0.9%位でこの炭素量により熱處理も異なる。0.1%の炭素鋼の焼入により求め得る最高硬度はB.H.N. 250で0.9%では500位である、焼入及焼戻による硬度の變化の一例を示せば次の如し。

この圖の中でNo. 1とNo. 2を比較して見ると低Siの方が硬化能が大で最初から組織が小さく緻密で黒鉛化が生じ難いからである。

又これ以外で硬化能の大なのはT.C.の少い高張力鑄鐵でT.C.2.80%位でSiも又少いものである。

Niは最も重要な元素で鋼の場合よりその影響が大である。Niは熱處理に適する様な善い組織を作り又炭化物の生成を妨げる。例へば組織を緻密にするために適當のNiを加へ又硬化層を大にするためMo, Cr等を加へた鑄鐵では游離セメンタイトを形成しないでその地は丁度C0.6~0.85%位の鋼の様な組織となる。地がパーライトにせよソレバイトにせよマルテンサイトにせよ炭化物及び游離フェライトの存在の有無に比べると大した問題でない。Si及Cの高い軟鐵では焼入焼戻及び焼鈍の加熱により黒鉛化する。加熱温度は

低炭素、珪素の場合でも出来る丈低く保持時間は短い方がよい。焼入は 1,400~1,550°F 以上からが必要で *Ni* 等は焼入温度を下げざるが *Si*, *Cr* 等は上げる。大體焼入温度は 1,450~1,550°F である。焼入用液としては油がよい。焼入後は未だ幾分熱い中に焼戻しするがよい。焼戻は大體 400~100°F に徐熱し爐中又は空中で徐冷する。時に硬度のみが重要な時には焼入の儘で焼戻しをせぬ。600~750°F の焼戻は硬度を下げることに少く靱性を持たせ焼入歪を取除く、充分な強さ及び靱性を必要とする時には 750~900°F で焼戻するがよい。

鑄鐵は熱處理に先だち前以て機械仕上が必要である。時によると切削速度等を増すために軟化焼鈍をする事があるが例へば鑄込の儘で B.H.N. 280 のもの 180 に焼鈍し加工し次に 500°F 位で焼入をなし要求に應じて焼戻をする。この際には容積の變化に注意せねばならぬ。焼鈍により僅か乍ら變形を來し焼入焼戻でも生ずるが最後のグラインダー仕上で取除ける程度である。今一例を示すと

T.C. C.C. Mn. P. S. Si. Cr. Ni.
 3.10~3.40 0.75~0.90 0.55~0.75 0.2 0.1 1.9~2.1 0.58~0.75 1.8~2.2
 これのガスシリンダーライナーとスリーブを今 1/8" 厚さ丈切削したら水壓 1,500 *lbs/in*² でこれを 1,550°F で 35 分熱し油中焼入した後の物理的諸性質を示せば次の如し。

Properties of Heat Treated Cylinder Liner Castings

Condition	Tensile Strength	Hardness	
		Vickers Brinell	Rockwell
As cast	37,000 to 41,000	217 to 248	B-96 to B-101
Aged	38,000 to 43,000	217 to 248	B-96 to B-101
Oil quenched from 1550°F.	28,000 to 36,000	570 to 650	C-52 to C-57
Drawn 2 hr. at 300°F.	33,000 to 39,000	530 to 610	C-50 to C-55
Drawn 2 hr. at 350°F.	36,000 to 40,000	500 to 530	C-48 to C-53
Drawn 2 hr. at 450°F.	39,000 to 43,000	470 to 530	C-46 to C-50
Drawn 2 hr. at 600°F.	45,000 to 56,000	450 to 500	C-44 to C-48

次に焼入による歪を出来る丈少くするために over-alloying の方法がある。Hurst は油焼入に必要な以上の特殊元素を入れて空中焼入をした。この方法では硬度低く B.H.N. 400~460 位迄である。Ballay は更に特殊元素を多くしてオーステナイトにしてから焼鈍し表面をマルテンサイトにした。Ni 4~6% Cr 1.0~1.5% 位に於て多量の Mn を入れ Mo は少くした。凡そ平衡してゐるから游離炭化物が出ないで Ballay の方法には良い。Delbart は Ni-Mn 鑄鐵で同様の結果を得てゐる。その例を示せば焼鈍前の性質は B.H.N. 160, T.S 28,720 *lbs/in*² 伸び 1.40% であり 1,110°F で 15 時間焼鈍した後は B.H.N. 418, T.S 46,310 伸び 0.65% になった。成分は T.C 2.65 Si 1.60, Ni 6.50 Mn 3.75 で P と S は甚だ少ない。表面硬化の方法に窒化がある Homerberg & Edlund によると NH₃ 氣中で 950~1,000°F に 60 時間保ち 0.010~0.015" の硬化層を得てゐる。窒化鑄鐵の大體の成分は次の如し。

T.C. Si Mn Al Cr Mo
 2.5~2.9 1.5~1.6 0.6 1.0~1.25 0.2~0.4 0.6~0.75
 生長の度は鋼の場合より 50% 位大である。

又青化法がある。一般の青化鑄鐵はバスに焼入れされるので硬化作用は青化か焼入かの疑を持つ。何れにせよこの方法により緻密な硬い面が得られる。Ni-Cr, Ni-Cr-Mo 系のもものでは特に良い結果が得られてゐる。この方法で行はれる物は小型の鑄物でナイフエツヂ。ミシン機械等の部分品である。

バック硬化法 この方法は主に工具に應用されてゐる。軟鐵を最後仕上後滲炭剤と一緒に器中に入れ密閉し高温で長時間熱し之を焼入硬化するものである。(及 川)

軸受用としての表面硬化法 (by C. H. Bierbaum Machinery; Vol. 42, No. 3 Nov. 1935) 高硬度の焼入青銅製軸受と組む軸材には表面硬化鋼が廣く使用されて居り、方法宜しきを得れば結果は悪くない。かゝる目的に對する表面硬化法は滲炭、青化、窒化及び鍍金法であるが、鍍金法以外の場合は何れも硬化層が硬化操作中に膨脹する爲に、均一な温度の下に於ても外層は壓縮力を受け、心部の表面には引張力が加はる、尙如何なる材料でも硬化層は心部に比して熱膨脹係數高く、且つ運轉状態では表面が常に熱せられる關係上屢々反りや割れを發生する。

一般に硬度が多少低くても、心部に向つて徐々に硬度が低下してゐるものが常に好結果を與へ、硬化層が薄く且つ心部に向ひ硬度が急激に減少してゐるものは龜裂を生じ易い。此の事實は軸受の目的に關する限り極めて大切な事項であるが、近代に於ける鋼の處理法ではむしろ看過されて居るのである。その理由は出来る限り安い費用でなるべく高硬度の表面を得やうとした爲である。

軸受面の龜裂は肉眼で識別出来ない程小さいものでも極めて有害であつて、丁度 milling cutter の如き作用をして面の磨滅を早める。硬化すべき表面の仕上は充分注意して行はねばならぬ。表面が平滑を缺き、不規則であると硬化層の深度も均一でないから磨耗を早める、表面を仕上げる研磨砥石も必ず clean wheel を使用し、gummed wheel を用ひてはならない。軸受用のみの見地から觀察すれば、今日の所謂進歩した硬化方法よりも、20 年以上も前の方法が優れてゐるとも言へる。滲炭法に於て特に左様である。これは前記の如く、硬化層の硬度は左程高くないが、表面から心殻部への硬度減少がゆるやかで、表面も脆弱でない故である。安價な材料を用ひ、不適當な熱處理を行ふと、内部組織が不均一な爲に磨耗が甚しく、原價は高くとも良質の合金鋼を使用した方が結局有利である。軸受用表面硬化法の一つに Cr 鍍金を施すものがある。Cr の鍍金層は硬度極めて高く磨耗少く良結果を與へるものであるが、層は非常に薄く且つ脆性なる爲龜裂を生じ易い缺點がある。従つて鍍金を施す金屬は組織が均一であり、變形量の少いものでなければならぬ、一般に回轉及び摺動接觸をなす面は研磨して使用せねば磨滅が甚しいのは周知の事實であるが Cr 鍍金の場合では層が薄い爲研磨出来ない故豫め充分平滑に磨かれた臺金を使用すべきであつて、鍍金層の厚さの不均一性は問題にならないのである。(Y. O.)

Austenite 鋼の窒化 (B. Jones, Metal Progress, Feb. 1936) C 0.15%, Mn 18.4% 鋼は 1,035°F に於て最大硬度 1,000 (Vickers Brinell) にて示す。以下同じ) のものが得られ其厚さ 0.001" であつた。然も Core は非磁性であつたにも拘らず窒化鋼は若干磁性を帯びて來た。之は境界層の austenite が α 鐵と窒化物に分解せるに因るものと思はれる。

Ni 34.7% 鋼は硬化し得なかつた。Ni 14.6%, Mn 4.9, C 0.49 鋼は 1,125°F 迄硬化されず僅かに硬度 465 となつたのみである。C 0.35, Cr 13.3% 鋼は 850~1,035°F で 48 hr の窒化に依り硬度 1,000 或は夫以上となる。最も良いのは 1,035°F で之以上に於ては表面硬度は低下す。C 0.14, Cr 17.8, Ni 1.7% 鋼は 950~1,200°F にて 48 hr の窒化にて硬度 900 或夫以上になる。此温度範圍では温度の昇る程硬化層の厚さを増す。二段階的即ち 950°F にて 24 hr, 1,125°F にて 24 hr の窒化にては表面硬度 1,150 となり層の厚さは 0.010" のものが得られた。何れの場合でも組織は同様で N₂ の擴散により不溶性の Cr の窒化物が澤山出来る。而して matrix に Cr の缺乏が窒化部の耐蝕性を損ずる。組織は恰も sorbite の如く carbide が微細

に散在して居る。

C 0.26, Cr 26.3% 鋼は表面に強い酸化膜を有し原子状窒素に抵抗する爲硬化するに困難で HCl にて洗滌するも直ちに局部的に再生する。窒化する部分は N_2 の擴散の爲に鈍い灰色を呈すが窒化されぬ所は輝きを失はずに残る。

18-8 鋼 (Cr 17.3, Ni 7.4, C 0.11%) には 1,035°F, 48 hr にて良好の結果を得。最大硬度 1,200 で深さ 0.002"。同じ結果は Al1% 含める 18-8 鋼にても得られた。低 Cr 高 Ni 鋼 (Cr 13~15, Ni 9~12, C 0.1%) にても上と同様で最大硬度 1,250 である。高 Cr 鋼 (Cr 23~26, Ni 10~13, C 0.13%) は非常に安定な austenite で窒化困難である。1,175°F の最良の結果で硬度 860 深さ 0.006" であつた。

瓦斯機關弁用の耐熱鋼をも窒化した。一つは Cr 14.2, Ni 13.8, W 2.1, C 0.3% 他は Cr 13.4, Ni 26.5, W 3.5, C 0.47% である。之等の最大硬度は 580~810 で 1,125°F 瓦斯壓 12" (水柱) の時得られた。然し場合に依る硬度差が大きい。

要之耐錆の性を有する鋼は窒化すると sorbite の様な組織となり耐錆性を損ずる點が特に注目せられる。(Y)

7) 鐵及鋼の性質並に物理冶金

鼠鑄鐵に及ぼす Cr の影響 (John W. Bolton. The Foundry dec '35) Cr は硬い耐蝕性の金屬で原子量 52.0, m.p. 2,912~3,326°F 比重 6.92~7.1 で結晶格子は體心立方である。Fig 79 に Cr-Fe の平衡圖を示す。Cr と C は Cr_4C , Cr_7C_3 , Cr_3C_2 , CrC 等の炭化物を作る。Cr-C の平衡圖を Fig.80 に示す。

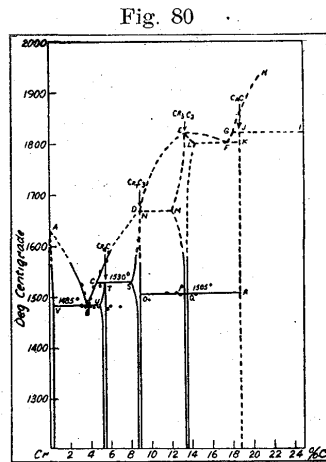
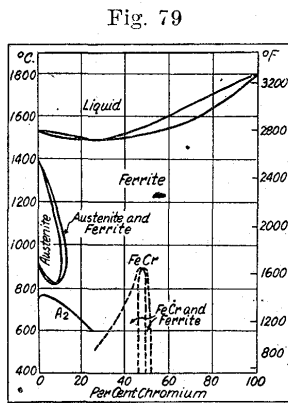


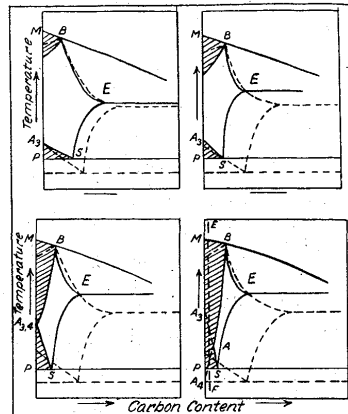
Fig.80 を見るに BA 線は 1,630 ではなく 1,930°F 邊に行くべきであらう。今 Fe-C 圖と比較して見るのにこの圖では C 4.3% でオーステナイト、セメンタイトの共晶を有する Cr-C 圖では C 3.7% で Cr-C 飽和液と Cr_4C の共晶がある。 Cr_4C は 5.05% C を含有し Fe_3C は 6.67% C を含有す、ある研究家は Cr_7C_3 は寧ろ Fe-C-Cr 合金でよく見られると稱してゐる。この炭化物は 9.0% C を含有す Fe の格子中の原子の一部は Cr で置換されて $(FeCr)_7C_3$ を作ると稱せられてゐる。Fe-Cr-C 平衡圖は未だ完全ではない。

Fe に Cr を加へて行くと約 13% Cr で γ 相がなくなり α, δ 相が明瞭に出て来るから Cr 13% の鐵は完全に α 鐵なりと稱してゐる。C はオーステナイト即ち γ 鐵と C の固溶體の生成を助ける。

この點から見ると C を加へると Cr と反對の作用をなす、即ち C は γ 相を保持する。Fe-C 及び Fe-Cr の平衡圖を Fig.83 に示す。Cr を 5~10~14~18% と増した場合の影響に就ては Fig.81 に示す。圖中點線は Fe-C 系を示す。Cr を加へると共晶體中の C の

量を下げる、この圖は Fig.84 に示す。

Fig. 81



Cr を加へると又共晶點及びパーライト又は共晶の變態點を上げる。又 Cr 量の増すにつれて共晶即ちレデ

ブライトの C 量が少くなる。Cr は eutectic の凝固點を上げ又 C 量を下げ

パーライト變態點を上げパー

ライトの結合炭素量を下げ

る。Cr の炭化物は Fe の炭化物よりはるかに安定である

Fe-C-Cr 合金では炭化物

は Cr を多分 Cr-Fe と C の複雑な炭化物として含む。Cr の炭化物

は Fe 炭化物より硬い。過量の Cr が加へられると合金の顯微鏡組

織はフェライト地に炭化物の

粒の存在せるものとなる。

特に低炭素の場合には約

14% (時に 16 又は 18%) の

Cr を含めるフェライト地は

大氣及水又は硝酸、醋酸等に

對して完全に耐蝕性を有す

る。高炭素では適量耐蝕性

を持たせるには理論上必要な

量よりはるかに多量の Cr が

必要である。他の要素例へば

Ni, Mo, Cu, 等を加へると自

ら Cr の影響も變る。Cr は大體二つの大きな目的で鑄鐵に加へら

れる。即ち炭化物を安定にし耐蝕性を増すにある。炭化物の安定の

ためには鼠鑄鐵の場合は Cr は少量でよ、多量の Cr は黒鉛化を妨

げ硬い炭化物の粒が出来る。Cr の影響に關しては種々の研究あり

例を示すと Hatfield 1892 Keep 1902,

Goerens, Stadel, Murakami, Campion,

Hurst, Smalley, Donaldson, Shipley 等

がある。最近の研究に C. O. Burgess,

Tran Ame. inst. Min. & Met 1933 がある、彼の結果を示すと第 4.5 表の如し、

第 4 表中の No. 1 は炭素抵抗爐で鑄物層

を鑄したものに Cr を加へて 2,282°F で鑄造した場合のものなり。

No. 2 は 42% 鋼層で鑄物層の場合で Cr は取瓶で入れたものなり第 5 表は高週波の場合なり。共に Cr の添加により CC 及び硬

度が増してゐる。

強きは No.1 では Cr 0.37% No. 2 では 0.52% で極大で更に

増せば共に強きは減じてゐる。

第 5 表によると Cr が 0 から 0.5% になると強きは著しく増

し 0.5 から 1.0% になつても左程増してゐない。Cr が鼠鑄鐵の組

織に及ぼす影響は一括すると次の様である。

Cr% 組織

0.0 フェライト、粗い黒鉛

0.3 フェライトは減じ微細な黒鉛及パーライト

0.60 微細な黒鉛及びパーライト

- 1.00 微細な黒鉛及パーライト及び小炭化物。
- 3.00 黒鉛は消失す。
- 5.00 多量の遊離炭化物
- 10~30 細かな炭化物

第4表 鼠鑄鐵の成分及物理的性質、試験片 1.25" φ × 12"

No.	T.C	C.C	Si	Mn	Cr	抗折力 lbs/in ²	撓み	T.S lbs/in ²	B.H.N
1-A	2.80	0.33	2.28	0.50	0.03	2,300	0.12	25,200	150
2-A	2.78	0.41	2.42	0.50	0.26	2,900	0.15	29,600	176
3-A	2.83	0.63	2.80	0.50	0.37	2,800	0.14	30,600	185
4-A	2.93	0.83	2.22	0.50	0.52	2,800	0.11	29,200	192
A	2.80	0.46	2.53	0.77	0.01	3,500	0.103	36,270	200
B	2.85	0.52	2.52	0.70	0.48	4,035	0.112	42,550	212
C	2.98	0.57	2.57	0.80	0.79	3,750	0.103	41,650	217

第5表 兩鑄解鉄に及ぼす Cr の影響

No.	Cr 装入量	T.C	C.C	Cr	Si	抗折力	撓み	T.S
1-C	—	2.48	0.40	—	2.35	2,550	0.083	28,975
10-C	0.50	2.38	0.46	0.46	2.60	3,350	0.095	40,050
2-C	1.00	2.56	1.58	1.01	2.39	3,700	0.090	41,925
1-D	—	2.77	—	2.25	—	2,200	0.12	—
2-D	0.64	2.67	—	0.63	2.25	2,675	0.11	—

Cr 0.1~0.25 では Si 2.75, C. 3.25 の鑄鉄爐鑄鐵の T.S を明らかに増し大體 25,000~30,000 lbs/in² であるが種々の他の條件にも支配されるから大體 22,000 lbs/in² の時もある。Cr は一般に Ni と同時に加へられることがある。遊離炭化物を作らぬ程度の Cr は機械加工性に及ぼす影響は少ない Cr は幾分湯の流れを悪くし

又生長に影響し焼入効果に対する影響は特に大である。Cr 量 3~15% 位のものは大した特徴を有しないが Cr 34% にもなると特殊な性質を有するに至り耐蝕性特に強く熱抵抗及び摩擦に對して強く組織はフェライト地に炭化物を含んでゐる。

硬度は B.H.N 250~350 で C を増せば更に硬度も増し T. S, 55,000~65,000 lbs/in² で撓みも相當あり普通の白鉄の様に脆くない然して Widia 等の工具で樂に加工が出来る。又 Cr の一部を Ni と Cu で代用し耐蝕性を保たしめる事が出来る。Ni-Cr の平衡圖は Fig. 82 に示す。(及 川)

鼠鑄鐵に及ぼす Mo, Al, As の影響 (John W. Balton, The Foundry Jan '36) Mo は原子量 96.0, mp 4,750°F 比重 10.2 B.H.N. 147. で、mp 及び比重の大なのが特に重要な性質である。

Fig. 86

Fig. 87

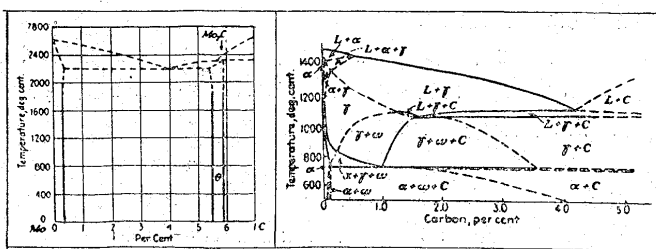
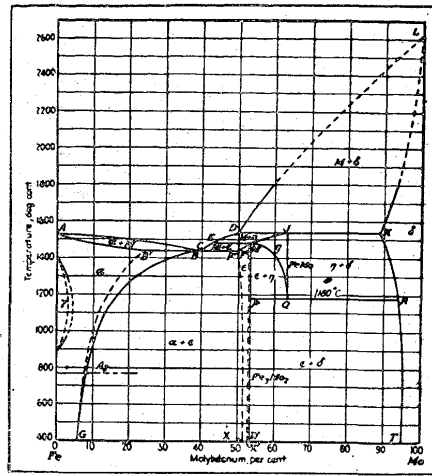


Fig. 86—Molybdenum-carbon diagram according to Takel. Fig. 87—Section of tertiary diagram at 2 per cent molybdenum

Fig. 85



Mo は C 5.88% を含む Mo₂C を作り Fe₄Mo₂C をも作る純鐵は常温で 6% の Mo を α 相に固溶體として含有する。Fe-Mo 平衡圖を Fig. 85 に示す。

1% 以下の Mo は純鐵の機械的性質に大した影響はない。Mo-C 平衡圖を Fig. 86 に示す Mo と固溶體を

作る C の量は少量で大體 0.3% である。

C 0.3~4.0% の間では合金は固溶體と Mo 及び炭化物 Mo₂C の eutectic からなる。4.0~5.5% C では炭化物及共晶が現れる。

5.5~5.9% では大體 Mo₂C の単相が現れる。5.9% C 以上では遊離黒鉛が出て来るのは注目し値する。これ等に關する研究に T. Takei 東北帝大理科報告 1932 がある。Fig. 87 に Mo 2% の所の斷面圖を示す。

α. α 鐵に C, Mo の溶けたもの。

C. Fe₃C (+C, Mo, Fe)

W. 複炭化物 Fe 及 Mo

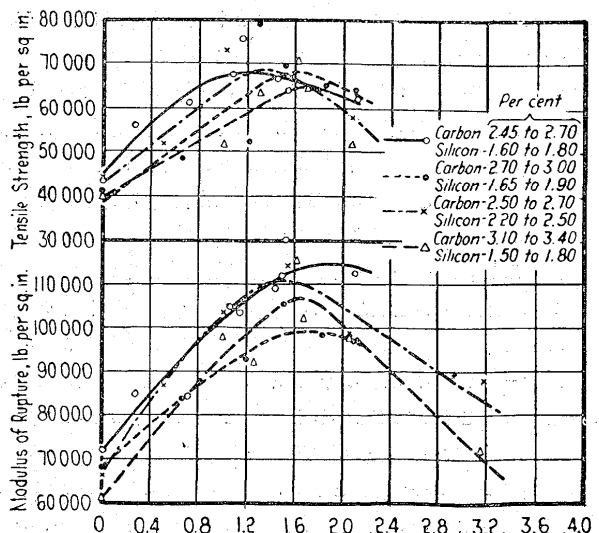
L. 溶融金屬。

今 Fe-C 平衡圖と比較して見る。

1. Fe-C 合金の共晶點は Mo の添加により變化せぬ。
2. 共晶に必要な C の量は Fe-C 合金のそれと略々同じなり。
3. 共晶點は Fe-C 合金の場合など略々同じなり。
4. 共晶體の C の量は Mo 1% に對し約 20% 下る。
5. 複炭化物が出来る。
6. C が共晶以下の處では Fe-Mo-C では黒鉛化はない。

Mo は炭化物を成生する元素であるが 2% 以上になると黒鉛化を明らかに妨げない。成分及斷面の大小によるが Mo 2% 以下でもチルが生ずる然し 2% Mo は高 Si 高 C 鐵に對してチルを生ぜしめない Mo は黒鉛を微細化し質を緻密にする Mo が機械的性質に及ぼす

Fig. 89



例を示せば第 7 表及び Fig 89 の如し。

第 7 表

Effect of Molybdenum Additions on Cast Irons

	Piwowarsky 0.5 per cent molybdenum	Smalley 1.5 per cent molybdenum cylinder iron	Smith & Aufderhaar 1.5 per cent molybdenum	Musatti and Cibiani 1.5 per cent molybdenum
Tensile	plus 60	plus 25	plus 67	plus 75
Transverse	plus 35	plus 9	plus 57	plus 75
Compression	plus 30	plus 22		plus 100

Mo は硬度を高め質を緻密にするので摩耗に耐える。

又 Mo は衝撃抵抗を増す。Mo は強さ及び硬度を増すので機械加工性を悪くする事は當然豫期される。Mo 鐵は普通の場合より加工の際の送りを大にせねばならない。又 Boegehold's によると Mo は僅かだが膨脹係数を大にする。Mo 0.25~1.50% では耐蝕性には大した事はないが断面の大なる鑄物でも強さ及び硬度を一樣にする

Mo 鑄鐵は高温に耐える性質あり Mo 0.83% で 700°F で常温と同様の荷重に耐えた。又生長を妨げる。Mussatti の研究によれば 15% Mo で 1,472°F 24 時間で何等生長しない。Mo の炭化物に關しては種々研究あり Moissan は Mo₂C を認めてゐる。

然し Westgren は X 線研究から Mo₂C を認めてゐない。Takei は之を認めてゐる。

鑄鐵に Al を加へると T.C の減少を示す。多量に Al を入れるとキッシンとして C は浮いて来る。即ち Al は共晶の C を減ずる。

Al 7~8% になると Fe₃C の安定性を減じ黒鉛化を促す、黒鉛化の度の最も激しい所は Al 2~4% である。Si と同様黒鉛化作用は鐵の C 量及び他の諸條件による。高炭素鋼の場合でパーライト組織は Al 13% では C.C. 131% で得られる。Al は共晶點を上昇させる。Al 8~18% になると硬い脆いものとなる。C は凡て C.C. として残る。18~25% になると再び黒鉛化をなす。Al は加へられた際幾分は Al₂O₃ として酸化され不純物として残る。Al の黒鉛化作用は二つの方法がある。即ち一つは脱酸であり、一つは溶け込むのである。窒化鑄鐵には 100~175% 含まれる。

Al は Fe に溶け込むと FeAl₃ となると稱されてゐる。量が多くなると種々の相が現れるが未だ明らかでない。多量の Al は C 量を減じ共晶中の C 量を増し共晶點を上げ黒鉛を微細化する。0.1~0.25% の範圍では Al は脱酸劑として作用し流れをよくし直接間接に黒鉛化を促す。

As は少量だが銑鐵中に含まれてゐる事がある。As は原子量 74.96 m.p. 1,562°F 比重 5.73 で大部分は熔解中に酸化し蒸發し率として出る。As は 0.1% まで何ら悪影響を認めない。0.25% になつても大した事はない。As は Fe-As で入れる場合と As で入れる場合で明らかに影響が異なる。金屬 As で 0.25% 入れ今 0.11% 残つた場合を見るに硬度上昇し剛性を増し抗折力、衝撃抗力を減ずる。之に反して Fe-As で 1% 入れても大した事はない。Piwowarsky は 2% 迄入れたが黒鉛化及び黒鉛の形状には何ら影響がなく 1% 迄は強さも變らないと稱してゐる。酸に對する抵抗は幾分増すが苛性液に對しては弱くなる。(及川)

9% Cr 鋼 (H. W. Newell, Metal Progress, Feb, 1936) 高周波電氣爐に依り第 1 表豫備試験系に示す如き試料を熔製す。

マグネサイト坩堝を使用し脱酸は Mn 及 Si に依る。單純 Cr 9% 鋼への添加元素の割合は 0.5V=1Mo=2W である。之等燒鈍材の室温に於ける機械的性質は第 2 表に示す如きものである。高温抗張

第 1 表

熔解 番號	C	Mn	Si	Cr	Mo	V	W
豫備試験系							
604	0.14	0.54	0.10	8.35	0.57	—	—
605	0.17	0.47	0.05	8.40	—	0.21	—
606	0.12	0.45	0.12	8.64	—	—	1.00
607	0.13	0.38	0.07	8.72	0.53	0.26	—
608	0.13	0.42	0.13	8.95	0.59	0.23	1.04
609	0.08	0.42	0.17	9.10	—	0.25	0.97
610	0.07	0.42	0.20	8.69	0.55	—	0.95
611	0.11	0.46	0.12	8.33	—	—	—

Mo 系

800	0.12	0.49	0.17	8.94	—	—	—
801	0.11	0.45	0.09	9.32	0.30	—	—
802	0.09	0.38	0.17	9.28	0.50	—	—
803	0.10	0.38	0.12	9.54	0.98	—	—
804	0.12	0.38	0.09	9.42	1.41	—	—
805	0.10	0.36	0.16	9.58	1.85	—	—
806	0.10	0.36	0.19	9.58	2.95	—	—

第 2 表

熔解 番號	添加元素	抗張力 Psi	降伏點 Psi	伸 %	断面 收縮 %	硬度 (ブリネル)	シャルピー 衝擊値 ft-lb
豫備試験系							
604	Mo	68,400	33,600	36.5	71.8	122	44.5
605	V	68,850	28,750	37.5	74.5	124	53.7
606	W	69,050	28,300	37.5	75.1	126	41.0
607	Mo, V	70,250	40,400	36.0	71.3	140	47.5
608	Mo, V, W	80,350	53,800	29.5	68.6	174	39.0
609	V, W	77,900	47,900	35.0	70.7	174	48.0
610	Mo, W	70,370	34,500	36.5	75.3	134	57.7
611	なし	60,850	29,400	39.0	77.5	111	58.0

Mo 系

800	なし	69,300	26,025	34.0	68.7	135	58.5
801	0.30 Mo	71,000	27,800	37.5	79.1	131	—
802	0.50 Mo	71,950	27,480	37.5	76.4	137	—
803	0.98 Mo	76,800	35,230	38.5	78.8	143	77.5
804	1.41 Mo	81,500	41,800	34.5	76.9	143	63.0
805	1.85 Mo	85,300	51,650	37.0	78.0	149	55.5
806	2.95 Mo	85,900	42,700	31.5	65.6	152	—

試験 (890~1,400°F, 短時間荷重) の結果に於て抗張力に對し最も効果あるものは Mo で少きは V である (圖略)。單純 8~10% Cr 鋼は Mo, V 及 W の三元素の何れを一つ加へても高温に於て抗張力を増すが特に三元素の總てを含む No. 608 が最も大なる抗張力を示してゐる。Mo は抗張力を増すに最も効果的であると述べたが 4~6% Cr 鋼に於て焼戻脆性を防ぐに最も効果ある事が證明せられて居る今日此 9% Cr 鋼に於ても同様であらうと豫想し得る。

依て第二段的の試験として第 1 表 Mo 系に示す如く Mo のみを順次高めた合金鋼を熔製した。其燒鈍材の抗張力、伸等の性質は第 2 表に示す如くである。更に高温の抗張力を見ると Mo の増加と共に抗張力は増し Mo 1.85% にて Max. となり夫以上では變化が少い。今 Mo 1.85% の No. 805 と Mo, V 及 W の三元素を含有する No. 608 とを比較すると前者の若干勝れる結果を認める。

次に耐酸化性であるが試験温度 1,200°F の結果は Mo の添加試料が單純 8~10% Cr 鋼よりも若干酸化せられ易き傾向を示した。此は赤熱状態に於ける Mo の蒸發に因るものと信ぜられる。C 0.10~0.15% を含む單純 Cr 8~10% 鋼の顯微鏡組織は Martensitic である。匍匐強度は 5% Cr-Mo, 18~8 鋼等と比較せるが第 3 表である

第 3 表

材 料	900°F	1,000°F	1,100°F	1,200°F
0.10% in 1,000 _{hr}				
5% Cr, 0.50% Mo	17,950	9,200	4,800	1,800
9% Cr, 1.50% Mo	33,250	11,650	6,950	2,300
18% Cr, 8% Ni	24,000	18,300	11,550	5,500
0.01% in 1,000 _{hr}				
5% Cr, 0.50% Mo	15,000	7,200	2,400	900
9% Cr, 1.50% Mo	24,750	5,800	3,775	1,600
18% Cr, 8% Ni	18,000	11,500	7,100	4,250

單位 psi

第 4 表

温度範圍 °F	平均膨脹係數
70~300°	6.28 × 10 ⁻⁶
70~600°	6.67
70~900°	7.00
70~1,000°	7.30

熱膨脹係數は第4表に示す如く炭素鋼よりも若干低い値である。以上研究の結果適當なる成分範圍としては C 0.15% 以下、Mn 0.50% 以下、Si 0.50% 以下、Cr 8~10%、Mo 1.25~1.75% を推奨する。因に本鋼の商品名は Croloy 9 である。 (Y)

白銑の耐摩耗性 (O. W. Ellis, J. R. Gorden, G. S. Farnham: Foundry Trade Journal, December 19, 1935) 本實驗は能力 1 U.S. ガロンの標準型 Greey 式磁器製 jar mill で行つた。jar は外徑 8.75" 高さ 9.60" で 1 分間に 60 回轉させた。著者はこの研磨媒質として數種類試みたが、炭化珪素粒を採用する事とした。之を用ふると摩耗度が大であつて測定に便利である。各 jar に直徑 1" のボール 9 個 (重量の合計 1 ¼ lb)、¼" の炭化珪素粒 4 lb、及び水 1 ¼ lb を用ひた。jar を閉ぢ mill 内に入れ之を 160,000 回轉させた。實驗後 mill より jar を取り外し、後裝入物を jar より取り出してボールを乾燥秤量し、後之に新たな炭化珪素粒と水とを入れ、更に摩耗實驗を繼續した。そしてボールが最初の重量の約 10% 減少する迄實驗を續けた。ボールを jar に裝入する前にボールの表面積を計算し、各ボールの摩耗度を表面積の cm² に就き重量損失を mgr で表はす事とした。

Rosenberg は研磨媒質として Ottawa の標準珪砂 (20-30 メッシュ) 及び Illinois のグラスサンドを用ひ Ball mill で鋼の摩耗試驗結果を述べてゐるが、之の結果は甚だ不定であつて、Ball mill は耐摩耗性の感度充分でなく又その結果が不正確な爲に摩耗試驗機としては見込がなく、且つ球狀試片を作るのは高價且つ困難であるとしてゐる。感度に就ては著者は炭化珪素粒を使用するのが良いとしてゐる。適當な研磨媒質を用ひ Ball mill 試驗の感度をしらべるには例へば 2.5% C の鐵 (118 mg/cm²/ 1,600,000 回轉) と 3.5% C の鐵 (175 mg/cm²/ 1,600,000 回轉) との重量損失を唯比較すればよい。連續試驗では結果を對照し得ぬ爲、之等を比較するには標準のものとして既知成分のボールを使用する必要がある。之は次の理由で解る。(1) 一鑄解より鑄造されたボールはどの試驗でも正確に對照出来る。(2) 類似成分のボールはどの試驗でも正確に對照出来るが異なる鑄解より鑄造せるボールでは出来ないボールの鑄造は費用も安く簡單な作業である故 Ball mill の使用も決して不可能ではない。

扱て裝入原料を注意して撰び試驗する合金の成分を出来るだけ廣範圍に變化させた。各鑄解の基本材料としては Swedish 鍊鐵、精銑鐵及び West Coast 赤鐵鍊銑鐵を用ひた。第 1 表に之等の代表成分を示すが之等は主として S, P は大變少量である。

第 1 表

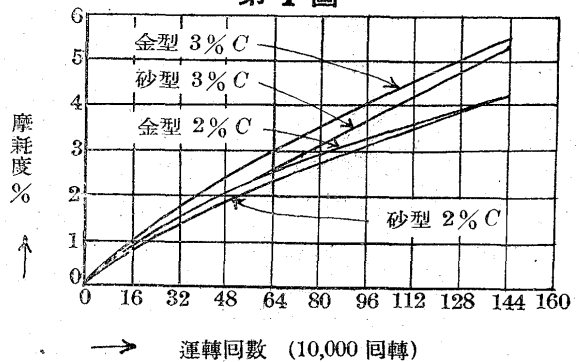
材 料	C %	Si %	Mn %	S %	P %
West Coast 赤鐵鍊銑鐵	3.66	3.54	0.13	0.008	0.015
精 銑 鐵	3.65	—	—	0.025	0.025

一鑄解量は 10-12 lb でシリマナイトでライニングせる黒鉛坩堝で鑄解し、高 Mn の鑄解の際にはシリマナイトは MnO の爲に速かに腐蝕される故マグネシアライニングのものを使用した。鑄込温度は一定にして 1,500°C にし、必要な Mn 量はマンガン鐵で補ひ 0.1% Al を加へて氣泡の出来るのを防止した。

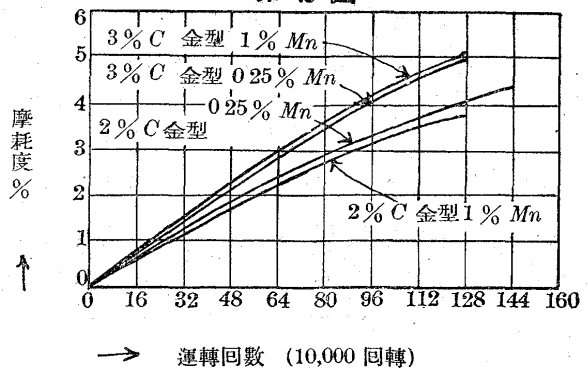
先づ最初はシリンダーで實驗したが、この成分は C 2% 及び 3% のもので Mn 0.25-1.00%, Si 0.75-1.25% で直徑 ¾" の砂型及び金型鑄物棒より長さ ¾" に切り採つたシリンダーで行つた。此の結果の一部を第 1 第 2 第 3 圖に示す。之によると次の結論になる。(a) 砂型ものは若し黒鉛を含まなければ金型のものより耐摩耗性は大である。(b) C 2% のものは 3% のものより耐摩耗性は大である。(c) C 2-3% の範圍内では Mn (0.25-1.5%) の影響はない。(d) C 2-3% の範圍内では鑄物に黒鉛を含まなければ Si (0.75-1.25%) の影響もない。

次に直徑 ¾" の砂型ボールを鑄造し、C, Si, Mn の影響を實驗し

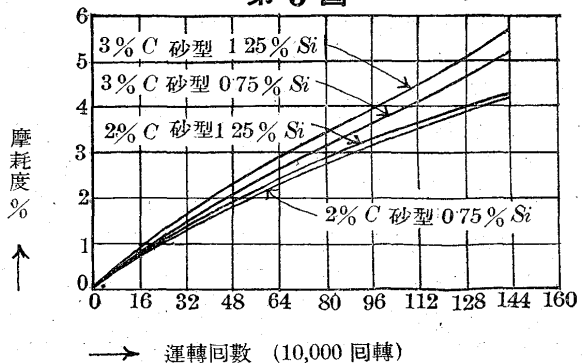
第 1 圖



第 2 圖



第 3 圖



た。第2表にこの試料の成分を示す。表中の摩耗番號は

第 2 表

試料 番號	T.C %	G.C* %	Si %	Mn %	平均 ビツカース 硬度	摩耗番號
1)	2.58	0.02	1.14	0.23	434	54 118
2)	2.51	0.03	1.13	0.47	458	57 120
3)	2.64	0.04	1.28	0.93	458	53 122
4)	2.50	N.D†	0.65	0.18	412	58 120
5)	2.47	0.01	0.66	0.47	438	56 118
6)	2.63	0.01	0.66	1.09	458	54 118
7)	3.43	2.70	1.14	0.23	202	64 175
8)	3.42	2.76	1.13	0.50	210	66 174
9)	3.54	2.71	1.13	1.10	227	68 173
10)	3.67	1.42	0.82	0.24	198	86 203
11)	3.53	1.70	0.73	0.52	244	91 206
12)	3.53	N.D†	0.75	1.02	226	81 191

* 3/4" 棒 † 未決定

160,000 回轉を5回及び10回標準運轉して生じた重量損失 (mg/cm²) の合計である。之では 3.5% C のボールは黒鉛を可なり含んでゐた爲に總體に摩耗度は 2.5% C のものより大で、各ボール間の相違も相當甚しい事が解る。Mn, Si の影響に就ては 2.5% C のものでは耐摩耗性には影響を認めなかつたが、3.5% C のものでは Si の多い方が耐摩耗性は大であつた。この變則現象は後述する。

第 3 表

試料 番號	T.C %	G.C† %	Si %	Mn %	Cu %	平均 ビツカース 硬度	摩耗番號
13	2.18	N.D‡	0.70	0.53	—	434	68 140
14	2.08	N.D‡	1.17	0.48	—	399	65 132
15	3.02	N.D‡	0.75	0.55	—	511	71 152
16*	3.00	1.40	1.28	0.51	—	446§	80 215
17	2.00	0.03	0.75	0.48	1.00	422	67 140
18	2.00	0.03	0.75	0.50	1.92	444	66 140
19	2.03	N.D‡	0.75	0.48	2.91	493	69 145
20	2.02	0.01	0.69	0.48	3.89	446	68 144
21*	2.08	0.44	0.90	0.48	5.25	427§	76 160
22*	3.03	0.43	0.74	0.50	0.95	519§	78 188
23*	2.97	1.84	0.74	0.51	1.96	486§	77 196

* 3/4" 棒での斑紋鉄 ‡ 未決定

† 3/4" 棒 § 白色部の硬度

次に第3表に示す如く白銑に Cu 1-5% を加へてその影響をしらべたが耐摩耗性には何等變化を認めなかつた。

次に P の影響を見るため第4表に示す成分のものを作つた。之を見るに低炭素のものでは P の影響は少であるが、P の増加と共に耐摩耗性は減ずる様である。P は白銑中の初析オーステナイトを減ずるもので、2.5% C、0.7% Si のものが P を 2% 含むと著しく耐摩耗性を減少した。此の原因は P が少ないと唯ステタイトの痕跡を含

第 4 表

試料 番號	T.C %	G.C %	Si %	Mn %	P %	Cu %	平均 ビツカース 硬度	摩耗番號
24)	2.04	N.D*	0.71	0.53	0.51	—	433	58 135
25)	2.02	N.D*	0.71	0.50	0.98	—	434	59 150
26)	2.02	N.D*	1.22	0.49	0.55	—	449	58 139
27)	1.96	N.D*	1.26	0.54	1.01	—	459	60 144
28)	2.55	N.D*	0.73	0.39	0.48	—	466	63 139
29)	2.58	N.D*	0.75	0.41	0.98	—	533	66 142
30)	2.51	0.02	0.71	0.61	2.12	—	560	91 185
31)	2.53	0.61†	1.21	0.51	0.50	—	430	77 150
32)	2.54	0.14†	1.22	0.50	1.01	—	499	77 152
33)	2.71	0.43†	1.28	0.48	1.89	—	564	63 140
34)	3.10	0.10	0.67	0.48	0.57	—	511	62 136
35)	3.08	0.99	1.15	0.50	0.43	—	424	74 153
36‡	3.49	N.D*	0.73	0.26	0.25	—	500	71 167

* 未決定 ‡ 標準ボール

むのみであるが、多いものでは大部分がこの基質である爲である。次に 2.5% C、1.2% Si のもの (No. 31-33) に於ても P の影響は著しく、P が 2% に増加すると却つて耐摩耗性が大になつたのである。No. 31-33 は皆黒鉛を含んでゐたが、No. 33 の灰色部の組織は No. 31、32 とは幾分異なり、未分解のレーデブアライトの痕跡を含んでゐたのである。即ちこの灰色部に存在する初析オーステナイトが例外的に耐摩耗性を有するのであつて、之は Si の如き硬化元素が初析オーステナイト中に固溶體として存在し得るのに依る。第2表の 3.5% C のうちで Si の多い方が比較的耐摩耗性の大であるのもこの爲であらう。

次に高 Mn 及び Mn+S の影響を見るため第5表に示す成分のものを作つたが Mn を増加しても耐摩耗性には影響はなかつた。即ち Mn を 2.75-6.25% まで増加したが、Mn の影響はなく C の増加と

第 5 表

試料 番號	T.C %	G.C %	Si %	Mn %	S %	Cu %	P %	平均 ビツカース 硬度	摩耗番號
37	1.96	0.24	1.16	0.51	—	—	—	363	69 141
38	2.45	N.D§	1.20	0.58	—	—	—	415	70 146
39)	2.04	0.05	1.22	2.71	—	—	—	444	70 143
40)	2.58	N.D§	1.27	2.50	—	—	—	466	75 160
41)	3.11	N.D§	1.30	2.79	—	—	—	548	99 195
42)	2.10	N.D§	1.28	6.20	—	—	—	569	77 168
43)	2.50	N.D§	1.28	6.13	—	—	—	555	75 160
44)	3.01	N.D§	1.27	6.56	—	—	—	639	84 177
45)	2.43	N.D§	1.23	0.98	0.14	—	—	432	77 159
46)	2.50	0.11	1.31	0.91	0.37	—	—	444	79 164
47)	2.50	N.D§	1.20	0.92	0.58	—	—	419	84 177
36‡	3.49	N.D§	0.73	0.26	—	—	0.25	500	90 203

‡ 標準ボール § 未決定

共に耐摩耗性は減少してゐる。次に 2.5% C のものに Mn 約 1% S 約 0.1-0.6% 含ませてその影響をしらべたが S の増加と共に耐摩耗性は減少した。即ち S は少ない方がよい。(山本)

炭化物腐蝕液の反應機構 (Roland Mitsche:—Archiv für das Eisenhüttenwesen, Dec. 1935.) 赤血鹽ビクリン酸又は過酸化水素等を含んだ苛性加里、苛性曹達液は炭化物腐蝕指薬として用ひられてゐるが未だその反應機構に就ては明になつてゐない、ルシヤテリ、ハーネマン等によればこれらの指薬による炭化物の黒褐色の着色は水酸化鐵の皮膜であるフライは鐵の窒化物も又同様に着色する點から、C の存在が必ずしも必要でないことを述べてゐる。又いづれも腐蝕には長時間を要することを認めてゐる。著者は炭化物の腐蝕には如何なる條件が必要でどのやうに反應するかを明にするために各種の鋼を使つて實驗した。着色は極めて遅く常溫で腐蝕することは困難で 100°C に加熱した液で約 1 時間を必要とすることを認めた。然し同じ試料を二つとり別々に同じ指薬の瓶に入れ一方には O₂ を送つた處試料は僅か 30 分で着色し O₂ を送らなかつた一方の試料は 21 時間かゝつても着色しないことを知つた故に指薬にはアルカリ以外に酸化性物質の存在が必要であることを認めた。最近の指薬でプロミン水又はボツタシウムパーマンガネートを加へた加里溶液が用ひられるやうになつて短時間で腐蝕を完了する。常溫でも 5-30 分で充分に効果のあるのはこのためである。

著者は絶対に酸化作用の起きない條件の下で事實上純粹な加里液を常溫で鋼に作用せしめた處フェライトが先づ溶けて Fe イオンとなりそれに相當した水素瓦斯がセメントタイトから發生した。鐵イオンは水酸化第一鐵となつてセメントタイトの面に覆はれたが明瞭に組織を表はさなかつた。然るに溶液に O₂ を吹き込んだ處水素イオンは水となり次で鐵イオンは水酸化第一鐵次で水酸化第二鐵に酸化され

てそれがセメントの面に沈澱し腐蝕時間に應じて色々の強さに着色されることを認めた。この點ハーネマン氏等と同様である。但しCは直接腐蝕に影響はない、故にフライ氏の言ふ窒化物の着色も同一機構として説明が出来る。以上の如くエレクトロポチテブのものが着色されるのであるから場合によつては以上の場合とは全く反対に炭化物、窒化物が腐蝕されないで地が着色されることがある譯である。特殊な元素が入つたために地の方がエレクトロポチテブになつたためパーライトが着色されて炭化物が着色されない例のあるのはこのためである。さればたゞ一つの指薬を用ひてその濃度をかへ腐蝕時間をかへることによつて炭化物の種類を明にすることが出来る。

(鈴木)

Ni, Cr 及 Mo を含む鋼 (A. C. Harris, Mechanical World, January, 1936)

(1) Ni 鋼 第1表に示す如きものにして單純なれども多く使用せらるゝが C 0.35~0.40, Ni 1% 鋼にして熱處理する時は C 0.4% 鋼に比し極めて勝れたる性質を有す (No. 1)。No. 2 及 3 は最も廣く使はれるもので熱處理に依り希望の儘になる。此處に示す數値は強さと伸の最も理想的なもので機械部品にして使用され、更に同じ伸に對し強さを上げるには C 及 Ni を増せばよい。此例は No. 4 である。滲炭鋼としての Ni 鋼は No. 5 及 6 の如く Ni 3% 5% の 2 つの型がある。何れの場合にも次の注意が肝要であらう。滲炭に次いで焼入は至の關係で油を用ひるが C 鋼の場合の様に 2 段焼入をせず 760°C よりの 1 段焼入が tough な組織を與へる。性質は其冷却液に依り加減し得る。然し Ni の存在の爲に均一な case を得られ且 case と core との境界も急でなく又甚だしい grain growth も起す事はない。

(2) Cr, Ni-Cr 鋼(第2表) No. 7 は Cr 1% の滲炭鋼で其衝擊値の大なる事が注目せらる。滲炭鋼には No. 5 と 7 の結合したものが良い。No. 8 も滲炭鋼である。No. 9 に示す Cr 1% に C 0.30~0.50% のものは高應力を受けるものによく自動車部品として用ひらる。然も値が Ni に比し安く熱處理に依り性質は調節し得。No. 10 の如く Cr 0.5~1.0, Ni 1~1.5, C 0.3~0.4% のものは焼入を變化して良質のものが得られ特に Gear に用ひらる。No 11 に示す 3% Ni-Cr 鋼は油焼入鋼として餘りにも有名であるが空氣焼入でも良い。高應力の部によく crankshaft に使用される。適當に熱處理せられたるものは良い耐疲労性を有す。

Ni 4, Cr 1-1.5, C 0.3% の No. 12 は空氣焼入鋼で 200°C にて焼入す性質は稍改善され完全に焼鈍せるものゝ約 2 倍の強さを示す。用途は高級 Gear や機械の第一動的部分である。

(3) 含 Mo 鋼(第3表) Mo は鋼の合金元素として其性質を改善する點多々あり他の元素と共に添加される。其結果常温及高温の強さ、匍匐及壓縮強度、延性、衝擊値、焼戻脆性、疲労抗力、磨耗、硬度及硬化度、熔接及切削性の向上を來す。簡單なものは C 及 Mo 各々 0.25~0.35% のもので耐磨耗性、熔接性のよくなる所より shovel としてよい。又餘り使はれては居らぬが C 0.5, Si 1%, Mo 0.5% を含む鋼は熱處理に脆性を示す事なく 60~100 ton/in² の強さを有す之は石切り工具に使用さる。No. 13 の如き Cu 及 Mo を含むものは腐蝕を受ける部の構造材として用ひられ又匍匐強度なども C 鋼に勝る。No. 14 鋼は 3% Ni 鋼に代り安價にして然も性質の劣らざる理由で自動車部品として多く使用される。No. 15 は No. 14 に Ni 1% を添加せるもので Gear 及高抗張力を要する Bolt, shaft 等

第 1 表

番 號	成 分		降伏點 ton/in ²	抗張力 ton/in ²	伸 %	斷面收縮 %	衝 擊 值 ft-lb	硬 度 ブリネル	熱 處 理	
	C	Ni							燒 入	燒 戻
1	0.37	0.81	32.0 40.8	47.2 50.2	26.0 23.0	59.3 54.6	47/50/50 73/75/75	217 241	800 油 850 水	600 水 600 水
2	0.27	2.97	26.0 38.8	38.8 50.0	30.0 24.5	54.6 61.5	58/57/57 60/62/64	156 217	850 標 準 化 850 油	550 空 氣
3	0.35	3.04	28.8 41.6	45.6 52.0	22.0 22.0	41.9 54.6	— 40/41/42	— 286	830 標 準 化 830 油	600 空 氣
4	0.38	3.25	28.8 42.0 38.0	45.6 55.0 56.8	25.0 22.0 20.0	52.2 57.0 51.2	36/39/36 58/58/60 50/53/51	196 255 269	830 標 準 化 830 油 830 油	550 空 氣 600 水
5	0.11	3.24	23.2 38.0	31.4 48.0	35.0 27.0	61.5 61.5	85/86/82 60/60/61	137 217	860 標 準 化 860 油	760 水
6	0.09	4.88	55.2 32.8 32.0	68.0 47.2 44.2	15.5 25.0 23.0	49.7 62.6 60.4	43/44/44 78/80/80 75/76/77	321 212 196	830 油 830 油 —	760 水 750 油 760 油

第 2 表

番 號	成 分			降伏點 ton/in ²	抗張力 ton/in ²	伸 %	斷面收縮 %	衝 擊 值 ft-lb	硬 度 ブリネル	熱 處 理	
	C	Cr	Ni							燒 入	燒 戻
7	0.14	1.20	—	18.6 29.0	31.6 41.2	35.5 26	65.6 69.8	92/90/88 100/97/100	156 215	850 標 準 化 850 水	600 水
8	0.12	0.90	3.02	23.6 42.4	39.2 61.2	28 16	53.4 36.2	71/70/72 32/30/31	159 321	860 燒 鈍 860 油	760 水
9	0.40	1.09	—	26.0 45.2	49.6 57.2	18 20	41.9 53.4	10/12/11 64/66/62	217 277	830 標 準 化 830 水	600 水
10	0.34	0.56	1.1	26.6 38.4 64.0	44.4 52.8 75.0	24.5 22 15	52.0 54.6 44.6	41/43/43 74/75/73 36/37/35	215 241 375	850 標 準 化 850 油 850 水	500 空 氣 400 水
11	0.36	0.72	3.50	40.0 42.8 48.4 60.8	68.0 57.6 57.6 74.8	10 14 22 12.5	17.0 32.1 59.3 36.2	8/ 9/ 7 15/16/14 65/65/64 27/28/27	311 302 285 375	830 標 準 化、空 冷 830 空 氣 830 油 830 油	450 空 氣 600 水 450 水
12	0.29	1.24	3.88	72.4 71.2 72.4 45.6 33.2	99.6 97.6 106.8 82.4 53.2	9 11.5 12 14.5 21.5	24.6 39.2 44.6 35.0 53.4	— 7/ 8/ 8 4/ 5/ 4 7/ 8/ 8 24/23/26	444 444 495 321 269	820 空 氣 820 空 氣 — 壓 延 後 徐 冷 680° 燒 鈍	— 250 空 氣 200 空 氣

第 3 表

番 號	成 分					降伏點 ton/in. ²	抗張力 ton/in. ²	伸 %	斷面收縮 %	衝 撃 値 ft-lb	硬 度 ブリネル	熱 處 理	
	C	Ni	Cr	Mn Cu	Mo							燒 入	燒 戻
13	0.13	—	—	0.42 (Cu)	0.23	14.9	27.8	25.5	43.7	—	—	880 標 準 化 鈍	—
						14.0	26.3	30.	64.0	—	—	880 燒	—
						—	27.7	30.	—	—	—	—	—
14	0.37	—	—	1.5	0.28	41.2	52.8	16.5	36.2	7/ 6/ 6	241	830 標 準 化 鈍	—
						60.4	67.2	16.	39.2	40/42/43	302	830 油 600 空	—
15	0.39	0.98	—	1.5	0.20	52.0	60.8	19.5	49.7	66/70/71	286	830 油 600 水	—
						53.6	64.0	19.	47.2	53/52/50	311	830 油 550 水	—
						59.8	73.2	12.5	24.6	30/25/27	367	830 油 500 水	—
16	0.40	—	1.02	—	0.29	44.0	55.2	14.	33.5	6/ 6/ 4	255	830 標 準 化 鈍	—
						60.4	67.2	16.5	49.7	50/48/46	302	830 油 620 水	—
17	0.30	2.50	0.72	—	0.59	48.4	83.0	12.	29.1	15/14/16	401	830標準化、空冷	—
						56.0	64.0	18.	59.3	55/58/52	302	830 油 530 空	—
						79.4	83.8	12.	41.9	32/35/34	387	830 油 530 空	—
						88.4	93.6	10.	36.2	15/14/15	444	830 油 400 空	—
18	0.41	1.36	1.08	—	0.26	48.0	62.8	15.	50.6	5/ 5/ 6	293	830標準化、空冷	—
						61.6	64.4	18.	54.6	53/52/52	311	830 油 600 空	—
						63.2	72.4	17.5	54.6	33/37/34	340	830 油 550 空	—
						63.6	81.2	16.5	52.2	24/23/31	387	830 油 500 空	—

に使用す。低炭素の Ni 2%、Mo 0.25% 鋼は滲炭用として使用されて来た。之は 1 段焼入ですむ利を有す。No. 16 の Cr-Mo 鋼は No. 9 に Mo を添加せるもので硬度及抗張力は増し伸は減ず。同様高抗力部品であつて No. 14 と殆ど同じ性質を有する事も興味ある事である。No. 17 及 18 は Ni-Cr-Mo 鋼で空気焼入する。飛行機、自動車の曲軸の如き特に高抗張力を要する所に用ひられる。高圧 gas ポンプには重量を軽減して利益あり。Everest 山の探検隊は使用せり。

(Y)

8) 非鐵金屬及合金

銅合金の銲接に於ける各種元素の影響 (J. T. Hook. The Metal Industry dec 13 1935) Mn. Mn は普通 Cu と固溶體を作り強さ及び靱性を少しく増す。Mn は銲接熱で熔けてある時に合金を Spit させ又 Swell させる。Mn の酸化物は固着して流れを悪くする然し耐火性はさう大きくないので Al, Be の酸化物の様に銲接作業の邪魔にはならぬ。普通 Cu 合金では 1.5% 以下の Mn で脱酸脱硫として最も良く働く。Mn は電氣及熱傳導を少しく悪くするが Si や P 程ではない。

Zn. Cu 合金では普通使用される元素で所謂眞鍮を作る。Zn は Cu の酸化を防ぎ強さを増し又靱性及び弾性を増す。眞鍮の m. p は Cu より低く fusion 銲接では表面に遊離する。眞鍮の一つの缺點は Zn の蒸發性の大なのによる。純 Zn の m. p は 786°F で 1,706° で蒸發する。Cu と合金すると蒸發の傾向は幾分なくなるが眞鍮を m. p 以上に熱すると急に増し蒸氣は熔融金屬の表面から遊離し ZnO の様に燃える Zn は Brass の電氣及熱傳導を幾分助ける。Zn の多いものは少ないものより Resistance Welding は容易である。

Zn は蒸發し易いので往々故障を起す。例へば極や板の間にスケールや塵があると直ちに高熱になり Zn が蒸發し板に穴を開ける。Zn のみの Cu 合金は Gas tight の部分に使用されることは殆ど無く Brass は Resistance Welding で銲接が一般に可能である。

Si. Si は Cu 合金の脱酸劑として使用され Cu-Si-Mn 即ち Everdur が發明されてから種々使用されるに至つた。96% Cu に Si

及 Mn の Everdur A は強き耐蝕性大で靱性に富み鍛造温度の範圍廣く殆ど如何なる方法でも銲接可能なり。Si は電氣及熱傳導を下げる。Si のみの Cu 合金を fusion 銲接する時には耐火性のスケールを生ずる。Mn の入つた Cu-Si や Zn の少ないものゝ場合には銲接熱で薄いガラスの様なスケールを生ずる。硬化すると非常に非電氣的になり銲接作業を妨げる。それで Si 合金の銲接は充分綺麗にせねばならぬ。

Ni. Ni も Si と同様の影響をなす。大體 Si は Ni の 6 倍 Zn の 10 倍 Cu 合金の銲接の性質を良くする。Ni は Cu に凡て溶け込む。Mn と反し強さに對する影響が大である。脱酸劑ではない O₂ 及 S から離れさす爲には Mn, Zn, Si 等を必要とする。Ni は電氣傳導度を甚しく悪くする。Cu 90, Ni 10 の合金の傳導度は純銅の 12% で Cu 70 Ni 30 では 5% に過ぎない。Cu-Zn 合金に Ni を加た所謂洋銀の様な合金は Ni-Si 合金の様な複雑な事なく強力、耐蝕性、銲接性共に良い。洋銀は銲接に至極容易である。Cu-Ni は fusion welding では Cu-Si 合金よりある點で難しい、銲接の際表面に耐火酸化物を生ずる。

Sn. Sn の Cu 合金 Bronze は銲接可能である。Resistance 法では Cu-Zn 合金より容易である。Zn の様に蒸發による困難はない。fusion 法では Cu-Sn 合金は輝かしい表面となり酸化物は容易に滓と共に取除かれる。多少高温脆性であるから銲接の作業を餘り長くせぬ様注意を要する。Cu-Sn 合金は脱酸劑を必要とする。往々 Zn が用ひられ P は更によく用ひられ所謂磷青銅である。

P. P は電氣傳導度を下げるので Resistance 法にはよい。P は普通 0.03~0.50% で幾分強さを増す。餘り多くなると靱性を害する。

Al. Al-青銅として知られる。靱性は高温、常温共に良く Resistance 法には良い。高温に於て普通の銅合金よりも高硬度を有する。熱すると Al が薄膜となり表面を包みそれ以上の酸化を防ぐ、それで長時間の高温保持で變らぬ。5%、8% の Al 青銅は銲接至極良い。電氣傳導は Si-Cu 合金より高い。Al 膜の銲接作業には青のない程薄い。oxy-acetylene 法では Al 8% 以上になると酸化膜が邪魔になる。

Be. Be 1.5~2.0% 加ると T. S. 硬度弾性、剛性共に甚だしく良くなる。T. S は約 70,000 lbs/□" で如何様にも冷間加工が出来る。725°C で熱すると強さを特に増し T. S. 190,000 lbs/□" にもなる。熱すると Al と同様薄膜を生ずることは耐火性大で殆ど flux に溶けない。flux で覆うて oxy-acetylene 法でやるとよい。一般に銀鍍付が行はれる。

(及 川)