

拔萃

◎ステライト及無錆鋼の成分

T O 生

(一九二〇年七月二十二日刊行
アメリカン・マシニスト所載)

本章は一九二〇年四月ボストン市に開催せし第三七回米國電氣協會總會の席上に於て、米國ステライト製造會社長エルツド、ハインス氏が講演の梗概にして、鐵或はコバルトとクロームとの合金に就き未だ嘗て行はれざる實驗なりと思惟せらるる二、三の事項竝にステライト及無錆鋼なるものの成分製造法又は其の使用法等に關する實際的要件を論ずるなり。

余は數年以前より切刃を附し得られ且大氣の侵蝕作用に對し抗力ある合金の現出は、工業界に於ける多年の渴望を滿たすに足るべきことあるを認め、斯の如き效力ある金屬の合成物或は化合物を製せんことを計畫せしが、偶々此の問題には幾多の難關の伴ふことを知りたり、何となれば銅を含む合金は必ず濕氣を帶ぶる空氣及硫化水素の侵蝕作用に服するを免れず、又ニッケル及銅を含むものは假令甚しからざるも同一の弊害あり、而して鋼及ニッケルを含むア

ルミニウム合金は硬度著しく且其の彈性界極めて高しと雖、濕氣を含める空氣特に硫化水素の存在に會すれば全く光澤を失ふが故なり。然るに化學者が鐵、ニッケル及コバルトの三金屬に對して鐵屬のものなりと稱し分類する所以は、夫等の固有性に全く相似點あるが爲にして、左の共通性を有す。

- 1 三金屬共に著しく可鍛性を帶ぶ。
 - 2 三金屬共に著しく磁性を保つ。
 - 3 三金屬共に引張る強さ大にして且彈性係數多し。
 - 4 純質のものに在りては、三金屬共に之を琢磨すれば容易に燦然たる金屬性の光澤を放つ。
- 又化學的性質に關し三金屬類似の點を擧ぐれば次の如し。
- イ 三金屬は各硝酸に溶解し易し。
 - ロ 三金屬は各酸素と結合して酸化鐵、酸化ニッケル及酸化コバルトの如き一酸化物を組成するのみならず、酸化第二鐵、酸化第二ニッケル及酸化第二コバルトの如き三二酸化物を組成す。

ハ 三金屬鹽化物の含水溶液を蒸發乾固せしむるときは酸化物に變形す。

ニ 三金屬の酸化物は一酸化炭素或は水素の孰れにも還元せられ易し。

ホ 三金屬の溶融點は全く一致せり。

ヘ 三金屬の原子量は互に一致し鐵は五六にしてコバル

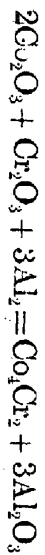
ト及ニッケルは約五九なり。

而してコバルト及ニッケルの二溶液を一旦混合するとき
は互に之を分離すること難しとす、之れ多くの生澱劑に對
する二金屬の性狀實際的同一なるを以てなり。

依て以上の事實を綜合し、余は一八九九年アルミニウム
を含むニッケル及クロームの混合酸化物を處理して純ニッ
ゲル及純クロームより成る合金を得たりしが、此の合金を
琢磨するに化學實驗室の雰圍氣中に在りても尙其の光澤を
保ち、特にクロームの成分一二乃至一五%の多きものは煮
沸硝酸中に投ずるも實際不溶解性なることを認め、加之冷
間に在りても鍛鍊を施し易く適度に軟過するときは加工し
て鍛及線を製し得ることを知りたり。

余は次で前記と同一要領の下にクロームとコバルトの合
金を製したるに、試製中に反作用を呈し若干量の遊離酸素
を生じたるを以て遂に坩堝より之を拋棄したり。而して斯
の如き現象發生の理由は前實驗に酸化ニッケルを採用せし
に反し、酸化物多きコバルト(Co_2O_3)を用ゐたる爲なり、
換言するにニッケル合金製造の際起りたる反作用は次の如
し。

$3\text{NiO} + \text{Cr}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} = \text{Ni}_2\text{Cr}_2 + 2\text{Al}_2\text{O}_3$
亦コバルトの場合に生じたる反作用は



然るに各種酸化物の割合を變更するときは從つて成分異

なる合金を得ること明なるを以て、前記の失敗に鑑み一步

を進め、炭素の作用に依り成分となるべき金屬の酸化物を
同時に還元せしむることに着眼し、其の後に及び純ニッケ
ル及純コバルトをクロームと共に熔融し、實用的規模に於
て是等の合金を製し得るに到れり。而してコバルト・クロ
ーム合金は大なる硬度を保ち輝紅色熱を與ふれば加工し易
きが故に尙研究を進めんには前途有望の觀あるに似たり、
偶々一九〇〇年の初期加奈陀地方に於て豊富なるコバルト
鑛床發見せられ、比較的低价に酸化コバルトの供給を求む
ると可能なりしを以て、余は實用的規模の下に此の種合金
の製造に著手せんことを決意しコバルト・クローム合金の
性質を充分確知するに足るべき量を製し得たるは實に一九
〇六年の頃にして、一九〇九年に及び初めて此の合金にて
截斷鍛を製し、刃部の鋭鈍を反淬鋼製のものと比較するに
到れるなり。而して是等合金の發見を公然發表せしは、一
九一〇年桑港に於て開催せられたる米國化學協會の席上を
以て嚆矢とす。其の後余はコバルト・クローム合金にタン
グステン或はモリブデンを加ふるときは、假令此の合金に
前記二金屬の孰れかを稍々多量に加ふるとあるも冷間若く
は熱間に於ける作業容易にして極めて著しく其の硬度を増
すことを知り、且是等を鑄造して所要の形狀を與へ若くは
其の鑄桿を研磨して切刃を付け之を旋盤の刃具保持器に取
付くるときは、旋盤用刃具として從來使用の高速鋼を凌

駕すべき卓效あるを實證せしかば、此の事實に據り潜越にもコバルト・クローム・タングステン合金に對してステライトなる名稱を與へ、高速度刃具製造材料の部類に列した。此合金は専らスナイダー式の電氣爐を用ゐて製するものにして、普通の要領に従ひ合金組成材料を爐に收容し電流を通ずれば、合金と成るべき金屬は電弧の高熱を受け多く酸化せずして迅速に熔融すと雖、此の合金組成の金屬中最も酸化し易きはクロームにして、コバルト之に亞ぎ稍々發散の傾あるも獨りタングステンは毫も變化を蒙らず、之れ金屬を填充したる爐の上部は殆ど純一酸化炭素にて満たされ、現に爐内には遊離炭素を生ずることなきも、或事情の下に前記の瓦斯は極めて高温度に會し若干クロームを酸化せしむるなり。

電氣爐を用ゐる三金屬を熔融するに當り、余の艱苦を嘗めたるは爐内張の耐久力乏しきことなりしと雖、幾多實驗の結果遂にマグネサイトにて爐の内張を施すに到り作業上頗る良好の成績を收め得たり、詳言すれば内張の交換若くは修理を加へずして、意外にも一内張にて二千回乃至三千回の熔融作業に堪へ甚だしきは其の以上に及ぶことあり。電弧の温度は著しく高きが故に自然多く金屬の熔融中若干量の發散或は酸化を招くべきに、ステライトは大に是等の作用に堪へ一旦熔融したる後は特に然りとす。去れども屑金を再び熔融せしむるに當り細心の注意を拂はざるときは極

めて輕量の消耗なしとせず、要するにステライトを熔融するには有蓋式の坩堝爐を使用するを可とし、而も尙二%以下の消耗を免るる能はざるも時に或は一%に達せざることもあり。

近時の所謂ステライト合金とはコバルト・クローム及タングステン或はコバルト・クローム及モリブテンより成るものにして、次の三特性を有す即ち(1)如何なる状態の大氣に曝露するも決して光澤も失ふことなく且總ての化學的試薬に對して反應を呈することなし。(2)大なる硬度を有す。(3)輝紅色に加熱する迄は依然其の硬度を保つを以て、前述の如く旋盤用刃具として大に經濟上利益あること明かなり。

從來使用のステライト製部品の或るものは、唯コバルト・クローム合金(二素合金)にて製せしものにして、此の合金は食卓用のナイフ、匙其の他を製するに適し、懷中ナイフ外科手術用器具の如き刃部の硬質を要するものには尙大なる硬度を與ふる爲、コバルト・クローム合金に若干量のタングステンを添加したる合金を採用せざるべからず、亦一方に在りてはコバルト・クローム合金を稍々軟質たらしむる爲、之に鐵を加へて機械的作業を容易ならしむるあり、斯の如き合金に對し鐵の符號 Fe 及ステライトの初綴字を採り *Fe-stal-metal* と命名せり。此の美麗にして加工し易き合金は、ステライトと同じく食卓用ナイフの刃部、懷中ナイフの柄部其他二、三の齒科用器具の製作に適するのみな

らず、多く美術的戸の饌、拵り及浴室、化粧室等の高級衛生的裝飾品其の他に採用せらる。而して此の合金は輝紅色に加熱せざれば鍛造し難しと雖、若干のニッケルを之に添加するときは、旋盤に依り冷間に加工し若くは鑄削するを得、又適當の方法を講ずるときは臘銀に似たる美麗の點彩面を生じ、最良好に且永久其の光澤を維持すべし。

其の後に到り製したるステライト合金の或ものは、化學的試薬に對し極めて著しき抗力を現はしたるものあり。今之が二、三を擧げんに、是等の一は全く多量のクロームを含みし爲なるべきも、恰も琢磨せし銀に類似の燦爛たる琢面を現はしたり、依て此の合金を煮沸したる王水中に投ずるに完全に其の光澤を保ち、更に十四日間の長期に亘り同じく王水中に浸漬したるに毫も之が影響を蒙らず、而も冷鹽酸には緩徐に侵蝕せらる傾ありたり、之に反し冷強硫酸並に稀釋狀態の同酸には全然免蝕性たるに近く、且強度の如何に關せず硝酸には絶對に侵さることなかりき。而して之と同一材料にて製作したる秤量機の方銅(鍾)は最も理想的の狀態に光澤を維持し、鹽酸、鹽化アンモニヤ、硝酸、硫化水素其の他大氣中に存する普通の有毒瓦斯のみならず、彼の水分を含む鹽素瓦斯に對しても侵蝕せられざる特性を帶び、其の光澤強きが爲常に美觀を呈し、且硬度大なるに依り秤量上數年間使用するに、恰も侵蝕せざるものと一般摩耗すること輕微なるを以て、何が故にステライト合金は

遙に之より多額にして常に標準度量衡に使用する白金イリヂウムと等しく採用の氣運に到らざるやを疑ふものなり。嘗て余は鐵若くは鋼にクロームを添加するとき著しく其の諸性に變化を與ふることを知りしかば、一九一一年十一月鐵—クローム合金の性質を知悉せんとして之が研究に着手し、現に次に示す各項に就き確定的智識を得んとし盡瘁しつつあるなり。

一 化學的及大氣の影響に對する鋼並に鐵の抗力に及ぼすクロームの効果。

二 鐵及鋼の硬度に及ぼすクロームの効果。

三 鐵及鋼の彈性に及ぼすクロームの効果。

四 鐵及鋼の截斷力に及ぼすクロームの効果。

既に此の方面に關し余の施せる豫備實驗の結果に依り、鐵及鋼に及ぼすクロームの影響は恰もコバルト對ニッケルの關係と同一なるを示せるを以て、余は鐵—クロームの合金を若干を準備し尙他に幾多の附加實驗を行へり其の詳細は次、如し。一九一二年四月二日粒狀鐵—〇〇瓦、クローム一七瓦、フェロチタニウム二瓦を熔融しクローム鐵の試験桿一本を製し、更に此の金屬の全く熔融して著しく流動狀態に化したるとき、即ち鑄流直前に滿庵約一瓦を添加して各重量一一八瓦の桿二本を得、其の内一六分の五吋角桿を鍛造して薄刃の刃具を製したるに、其の質硬く且彈性に富めり。一九一二年四月三日又鐵—〇〇瓦、クローム—

七瓦、フエロチタニウム二瓦、炭化カルシウム三瓦を有蓋式の坩堝に收容し、前記の要領に従ひ熔融して重量一一八瓦の桿を得、次で一六分の五吋角桿を鍛造して鐵及軟鋼切斷に供する冷間用鑿を製したるに、其の質極めて硬く鑢削するに困難なりき、之れ恐らく炭素約一%を含みたる爲なるべしと雖、其の硬度は敢てF₂號の試験桿と異ならざるも熔融に用ゐたる坩堝の内側著しく腐蝕したるは炭化カルシウムより發生せし石灰の作用に基づくこと明かなり。

又次の實驗H₂號には融和鐵一〇〇瓦クローム一七瓦、炭素二瓦及フエロチタニウム二瓦を採り、是等を有蓋式の耐火粘土製坩堝に容れて熔融せしめ、爲に得たる桿は別に秤量せざりしも其の鑄膚は美麗なりき、依て一六分の五吋角桿を鍛造して冷間用鑿を製したるに、其の質前記のものより硬く刃尖に極めて輕微の瑕疵を現はせしかば鍛造を終はる前之を研ぎ下したるに、切味頗る良好にして普通のステライトに對して尙克く切目を附するを得、而も其の刃尖に何等の影響を蒙らざりき。

是を以て此の鑿の刃尖を攝氏約八〇〇度に加熱し水急冷を施したるに、幾分之が硬度を増したるが如くに成りて、若し之に力を加ふれば硝子に搔痕を附することを得べかりき、依て更に之を精細に琢磨せしに其の面は寧ろ黒色を帯び、強性或は稀釋の熱れに對しても冷硝酸の作用を蒙らず、唯だ乾固蒸發せしむるに當り金屬面に微量の殘渣を現はせ

り。

一九一二年四月四日の實驗には鐵八〇瓦、クローム一五瓦、モリブデン四瓦半、フエロチタニウム三瓦を採り、是等を有蓋式の坩堝に容れて熔融し、爲に得たる十六分の五吋角桿を鍛造して冷間用鑿を製したるに、其の切味良好にして鐵釘をも切斷すべく、尙之を橙色に加熱し水に急冷せば著しく硬度を増すべきに、後日之を木工用鑿に改造し刃尖を鋭くせしに極めて良好の切味を現はしたり。又同月八日にはF₂號及H₂號に示したる配合の鐵—クローム合金各一桿を採りて、厚さ半吋幅一一吋の角桿二本を鍛造し、是等をロックフォードのバイト製作會社に送りて各二本宛穿孔錐を製し使用せしめしに、H₂號配合のもの一本は折損し、F₂號配合のものは使用中に紛失したるも、是等の錐は徑半吋長さ約一〇吋にして仕上前熔鉛に浸漬し軟過したる爲鑢削を施し得る程度に軟かなりしかば更に是を再熱して大氣中に放冷したるに全く硬度を恢復し到底鑢削し得ざるに到れり、而して其の能率たるや從來のものに優らざるも、充分木工用錐として使用に堪へ且如何なる狀態の大氣に接觸するも依然其の光澤を存するなり。

其の當時前述したる如き合金の存在不明なりしかば之を確知せんが爲、北米合衆國の大製鋼會社に對し無銻質の鐵或は鋼合金の有無を漏なく照會せしに悉く否定的の回答に接せしかば、未だ世に斯の如き鋼の現存せざるを確めたり

而してニッケル—鐵合金は使用し得べきものたるを提議せしもの他にありしと雖、未だ其の當時クローム鐵若くは鋼に關しては何人も論議するものなかりしなり。而して上記の實驗に據りクローム鐵及鋼合金の腐蝕性を缺く事實は、各列舉せし當時に余の發見に係ると明かなるのみならず、其の物理的性質をも充分に理解するを得べし。然れども本問題に關する余の發見は、クローム鋼に他の元素を添加すれば多少其の侵蝕を免れ且其の加工をも簡易ならしむること可能なるべしと唱ふるにあらずして、進んで若しクローム鋼に八%以上のクロームを含有すれば絶対に侵蝕の虞なきを斷定するに在りとす。又或目的に供する爲上記の量以上六〇%の多きを含むことあり、斯の如き鋼は調質の有無に拘らず著しく加工容易にして利用の途多し、加之合金の腐蝕性に關係せずして炭素含有量を二%の多きに達せしむるを得べし、然るに概して斯の如き合金の炭素含有量一%以下なるとき遙に加工容易なり。無銹鋼に添加し得る金屬は數多ありと雖、或ものは其の効果微弱なるあり、又は稍と少しく有害なるあり、是等をニッケル、コバルト、ヴァナデウム、硅素、硼素、タングステン、モリブデン、チタニウム及タンタラム等とす。是を以て以上の金屬を彼此配合するとき無限の合金を得べきも、クロームの適當量を含むにあらざれば必しも無銹たる能はざるが故に、クロームは無銹鋼の製造上ニッケル、コバルト或は鐵に添加すべき

必要缺くべからざる元素なり。

無汚點或は無銹鋼の成分及製造法

無汚點或は無銹鋼は必ず〇・一乃至一%の炭素を含む鐵—クローム合金たるを要するも、炭素含量約二%に達する迄は鋼の加工性に著しき關係を及ぼすことなし。斯の如く無銹鋼はクロームの含有量多きを以て熔融點を達するときには假令炭素存在するも酸化の傾あるが故に、坩堝爐若くは電氣爐の孰れか一を使用するを有利とす。而して熔融後は普通の要領に従ひ之を鑄型に注ぎ、斯くして得たる鑄鋼塊を鍛造或は壓延し桿若くは薄板を製するなり。然るに鑄鋼塊の大きさ比較的小なるとき特に熱間に鑄型より抽出せられ急遽に大氣中に放冷せられしものは、鑄造後其の質極めて硬きを以て、斯の如きものより製せる小桿は實に鏢に似たる硬度を保つこと事實なり。依て斯かる無銹鋼の小片を普通鋼の小片と共にピーカーに容れ硝酸を満たすとき、在來の炭素鋼は頗る急劇に分解するに反し、クローム鋼は依然不變の状態を保つ、之れ其の腐蝕に抗する力あるは第一に鋼の成分如何に歸することを證するものにして、鋼の炭素含有量の多寡に關せず此の現象を呈するなり。鐵或は黑鉛製の鑄型を用ゐ鑄造せる無銹鋼にて製したる冷間用鑿は、反淬せざるも在來の鐵及鋼を切斷するに足るべき硬度を保ち、又其の鑄造桿を輝橙色に加熱すれば鍛造を施し易く種々の形狀を與へ得るを以て、鍛造を終はりたる後之を大氣

