

二 遊離酸化物を含む鍛鐵は、之を圍繞する酸化物或は燼滓に發生する炭素質なる酸化物の作用に因り、一部分解せられ易し。

三 前二項の條件に在りては初め酸化せざりし鋼と雖暫時にして炭酸化瓦斯の作用を受け、還元したる炭素は其表面に被覆するに到らむ。

◎鋼鑄物にチタニウムを使用する事

By W. A. Tanssen. (The Iron tradesreview. sep. 1916)

磷及び硫黄が鋼に有害なるは明かなれど、眞に鋼製造者を苦しむるものは酸化鐵(Fe_2O_3 , FeO)、遊離の酸素及び窒素、幽閉されたる熔滓にして之等夾雜物の除去方法につきては特に研究されつゝあり。少量の酸素及び酸化物は多量の磷及硫黄よりも一層有害なりと現今は推定され居れり、窒素に關しては研究不充分なれど之も亦殆んど同様なる可し。

一般に鋼中酸素含有量は分析上大約〇・〇五%にして他の有害物なる磷及硫黄の量と大差なきか如し、然れとも有害なるは發生酸素のみに非ずして寧ろ化合物となれる酸素なる事を忘る可からず。〇・〇五%の酸素と雖も鐵と化合せは〇・二二%の酸化鐵を生す可く鋼の性質に大影響を及ぼすや必ず。含有酸化物の量はベッセマー及び轉爐鋼に最大にして平爐鋼鹽基性爐を用ひしものは酸性爐を用ひしものに比し多量を含有す。坩堝鋼、電氣爐鋼順次に次ぎ、電氣爐鋼は殆んど酸化物を含有せず。理論は攪き、鋼中酸素の存在か鋼の腐蝕を著しく速かならしむるは明かなる事實なり、是れ鋼中の總ての不純物は鐵に比し陰電氣性なるに酸化鐵のみは陽電氣性なる故、濕氣或は弱酸の存在に依り

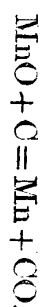
34 て此等兩者の間にポテンシャルの差を生し酸化鐵に接近せる鋼を速かに腐蝕せしむるか故なり。鋼鑄物に於ける龜裂の原因も亦論争の題目なれと、設計上肉の厚さに急激なる差異を與へし場合或は冷却の際收縮を過度に制限せし場合を除外せは龜裂の原因は熱脆レツトショールトユースに依るものなり、而して一般に硫黄を以て熱脆龜裂の原因なりと認め居れと、鑄物の設計宜しきを得、硫黄含有量〇・〇二五以下に製造されし場合にも屢々此龜裂を生し、含有硫黄量極小なるに關らず結晶狀の破面を發見す可し、斯る場合に爐を普通の操作狀態とし、幽閉せる酸化物を還元すれば之等の龜裂は再ひ消失す、之に依りて觀れば幽閉されたる酸化鐵も亦熱脆の一原因たる事明かなり。

加之過度に酸化せる鋼に於ては冷却の途中粘性狀態の時に龜裂か非常に増加する事も可能的なり、之等の龜裂か又一體に丈夫にして全く氣泡なき鑄物に起るは脱酸劑フェロシリコン及ひフェロマンガニースを普通に混入するのみにては酸化物を充分に除去し得ざる證なり、之等の酸化物か鋼に混入する主なる原因は爐の操作如何にして、ベッセマー法にては過度のブローに依り、平爐法にては火焰を烈しく使用し、燃焼に過剰の空氣を送入し、又は精煉に過剰の鑛石を使用するに依る。大氣中にて鋼を精煉すと想像され居る電氣爐と雖も、カルシウムカーバイド銜滓を充分に支持し得ざる爲め酸化物か鋼中に混入す、故に現今の爐操作に於てはフェロシリコン及ひフェロマンガニースの如き普通の脱酸劑に優る或る有力なる脱酸劑を使用せざる可からざるなり。脱酸劑として近來のフェロ合金は大體有効なれと其處に限度あり、閉塞されたる酸化物と化合し、上昇して銜滓と合す可きは之等脱酸劑の本能たる可きなるも、鋼の温度及ひ從つて生ずる流動性は必ずしも之等の脱酸劑か完全に循環し銜滓に上昇するを許さず、一部は夾雜物として幽閉され、鋼中の瓦斯も亦充分には還元されざる可し。

比較的に云へはシリコンは強脱酸劑にあらず、鋼に使用すれば一部は合金となりて鋼中に殘留し

或は其の酸化生成物か夾雜物として残る。普通の分析にてはシリコンか如何なる状態にて鋼中に存在せりや、合金となりて、硫酸となりて或は硫酸鹽となりて存在せりやを明示せず、譬へ硅素合金たる事明かなりとするも鑄型に注ぐ際にアルミニウムセグレションの如き強脱酸劑を使用するの結果烈しき熱を生せんとす可し。滿俺と結合するや鐵と滿俺との複硅酸鹽を生し多量の析出セグレションを生ずる原因となる事多し。

脱酸劑としてフェロマンガニースを用ひし結果生成する滿俺の酸化物は比重小なるも上昇して鎔滓と合體せず、内部に残留し鋼中の炭素と反應して一酸化炭素を形成す、其反應式次の如し。



滿俺の分析も亦滿俺か如何なる状態にて鋼中に存せりや硫化物として、炭化物として或は酸化物として存在せりやを明示せず。硫化物或は炭化物として存在せは自から析出して弱面を現はす可く、酸化物として存在せは最も有害なる形となる可し。長楕圓形氣泡の存在は全く酸化滿俺の存在に基因し鋼が充分に脱酸されざりし結果なりと稱せらる。前述の如く酸化滿俺は鋼中の炭素と反應して一酸化炭素を生成し、一酸化炭素は膨脹して鑄物の表面に逐出され長楕圓形の氣泡を形成するなり。同型式の氣泡か鋼中の炭素と酸化鐵との反應に依りても出現す可し。氣泡は一般に球形或はレンズ形にして主として鑄型の不完全、氣拔不充分、鑄砂の濕氣過量、空氣或は熱鋼に依りて生ずる水蒸氣閉塞に依りて生ずるものなり。

窒素か鋼に如何なる影響を及ぼすやは未解決の問題なり。此問題に關する研究は比較的最近の事にして専ら歐洲冶金家の行ふ所、其結果も不完全にして未だ確固たる定論を得ず、分析の方法を異にせる故にも依る可し、或研究家は窒素を特に合成的に結合せしむるも猶分析上窒素の結合量か普通の鋼中の夫に劣る事を發見せり。鋼中窒素の影響は磷と同様にして、コールドシヨットネス冷脆コールドシヨットネス及ひ脆性の原因たりと

主張する者もあり。分析に依れば窒素の量はベッセマー鋼に最大にして平爐鋼之に亞き、坩堝鋼及電氣爐鋼には甚だ少く唯裝入す可き材料より混入するのみ。若し窒素の存在か確定され而も果して有害なりと認められしとせば夫を除去し還元するにはチタニウムを用ひ安定なる硝酸チタニウムの形とするの外吾人は採る可き道を有せず。フェロシリコン及ひフェロマンガニースは窒素と調和力を有せず、ゾアナヂニウムと雖も亦其能力を有せざるなり。

フェロシリコン及ひフェロマンガニースの脱酸力を補助せんか爲め多量にアルミニウムを使用する者あり。アルミニウムは勿論有力なる脱酸劑には相違なきも、依りて生ずる酸化生成物—礬土—は粘着性物質にして攝氏二〇—一〇度の溶解點を有し、熔鋼の温度に不溶解なるのみならず他の熔滓をも亦不溶解性となし、且つ上昇して表面の熔滓と合するを得ず球狀或は線狀をなして鋼中に殘留するの大缺點あり。

チタニウムは數年前迄は稀金屬の一として數へられしか、知られたる最有力なる脱酸劑脱窒素劑の一たる事疑を容れず。純粹なるものは硬質脆性にして灰銀色光澤を有し、熔融點攝氏約二三〇〇度、酸素中にて激烈に燃燒し窒素中にて亦燃燒す、蓋し窒素中にて燃燒するものはチタニウム以外には知られたるものなし。天然に廣く散在し、金紅石、ブルークォーツ、アナターズ及粘土中に過酸化物として存在し、チタン鐵礦中にフェラスチタネートとして存在す。能力の偉大なる事は早くより知られたりと雖高價なるの故を以て使用されず、現今は鐵合金の一として得らるゝなり。

チタニウムの鐵合金を得るに二法あり。Auguste F. Rossi 氏の電氣爐法及ひ Dr. Hans Goldschmidt 氏の有名なる熱礬土法是なり。Rossi 法にて得たる鐵合金は角鐵を母體とし主として炭化チタニウムの微粒よりなり、Goldschmidt 氏のテルミット法にて得たるものはアルミニウムを含有し炭素を有せざるを特徴とす。分析次の如し。

チタニウム 炭素 硅素 滿俺 磷 硫黄 アルミニウム 鐵(百分比)

(Rossi法) 一五、七九 七、四六 一、四一 〇、一一 〇、〇五 〇、〇八 — 七四、三〇

(Goldschmidt法) 二〇、二二 〇、一〇以下 〇、七五 〇、五〇 〇、一〇 〇、〇二 五、一八、〇〇 七〇、三一—七三、三二

チタニウムの主なる價値は幽閉されたる酸化物、窒素及び溶滓を除去するの能力にあり(チタンの酸化物は熔融し易く、而も酸化鐵に比し甚だ安定なり)。加之、放熱反應なる故温度上昇し、流動性を増し、酸化生成物の移動を容易ならしむるの働を有せり。フェロチタニウムを使用せんには必ず先づフェロシリコン及びフェロマンガニースを加へ夫等固有の脫酸力を發揮せしめたる後にする事肝要にして且又右反應の後可成的急速に投入せされは溶滓中に入りて空しく溶滓を還元する事となる可し。取瓶中に、或は汲み取る前の爐中に投す可く、前者の場合には五分乃至一〇分間放置し反應をして完成せしむるの時間を與へざる可からざるも放熱反應を生ずるか故温度の降下を憂ふるに及はざるなり。坩堝、轉爐、平爐及電氣爐の製鋼に於て、並に鑄鐵、可鍛鐵工業に於て脫酸劑及び清淨劑として應用廣く、幽閉されたる瓦斯との親和力激烈にして夾雜物に對する清淨作用も亦有力なる爲め近來は普通の非鐵屬合金及稀金屬の冶金にも廣く使用さるゝに至れり。

チタニウムか酸素と結合して酸化チタニウムを形成する際には二一五、〇〇〇カロリーを放出するか故硅酸鹽類及他の溶滓に溶劑として働き、夫等に充分なる流動性を與へ自由に金屬内を移動して表面の溶滓に合體せしむ。

チタニウムは又攝氏約八〇〇度にて窒素と結合し安定なる硝酸チタニウムを生成して溶滓中に入る。檢鏡の際時として此の硝酸チタニウムの堅き、石竹色の小結晶か鋼の内部に幽閉され居るを發見する事あるも、こは窒素其物に比し害少なきものなり。

チタニウムの效力の偉大なる斯の如しと雖も過剰に使用せは無益と謂はんよりは寧ろ有害と

なる。不可思議にもチタニウムは硅素滿俺、ヴァナヂウム、の如き他の脱酸劑と異なり鋼と合金を形成せずチタニウムを使用せし鋼を分析するにチタニウムの量〇・〇二五%以上を示すもの無く、一〇乃至一五%以上のチタニウムを含有する合金を使用するも溶解の度極小なる爲め其結果著しからざるなり。或はフェロ炭素、チタニウムと炭素を含まざるフェロチタニウムと效力は炭素の有無に依りて溶解度を異にし效力に上下ありと論ずる者あり。前者に於て炭化チタニウムとして存する以外の炭素は主として黒鉛状態にあるか故に溶解度には影響を有せず。譬へ影響ありとするもチタニウムの含量多き合金の低溶解度の爲めに打消さる可し。後者は特に一定量の炭素を含有せる低炭素鋼に使用さる。

使用す可きフェロチタニウムの量は鋼の種類に依りて異なり軌道用鋼には一五%の合金を一噸に對し一三封度、即ち金屬チタニウムを〇・一〇%使用す。鋼鑄物用としては普通にフェロシリコン及びフェロマンガニースを加へ鋼を可なり充分に脱酸せる後装入金屬一噸に對し、一・五乃至二・〇封度のチタニウムを加ふ、然たとも使用す可きフェロチタニウムの量は除去さる可き不純物の多少及び製鋼の方法に従つて増減す可き事勿論なり。

硫黄及び磷を除去し、或は化合物に變して夫等の害を減少せしむるには脱酸劑として過剰のチタニウムを要すと主弱する者あり、而して硫黄は硫化物或はチタニウムのシヤン硫化物として除去し、磷はチタニウム磷酸鹽として熔滓に送ると説明せるも果して過剰のチタニウムを必要とするや否や未だ立證されたるものなし。

軟鋼に於ける氣泡

軟鋼に於ける氣泡、瓦斯及熔滓の混在は鋼が長時間火焰又は壓風の酸化作用を受けし結果に依るか或は汲出を便にし經濟的ならしめん爲め鋼の温度を高むるか故なり。軟鋼は含有炭素量僅少なる

故凝固點に達するや否や急速に冷却して粘着狀となり瓦斯の遁出に充分の餘裕を與へざるか故なり。然れともチタニウムを適當に配合し、取扱宜しきを得は其鋼を清淨にするを得可し。高炭素鋼に使用すればパーライトか萬遍なく散布さるゝ爲め等量の炭素を含める普通の炭素鋼に比し甚だ軟靱なるものを得。

ニッケル、クローム、滿俺等の如き鋼の特種合金に於てもチタニウムの使用に依りてニッケル及クロームの酸化物を除去し其脆性を減す、滿俺鋼製造にはチタニウムを適度に使用せば甚だ好結果を得、滿俺は夫に依りて平等に分布され上等なる製品を得るなり。

過去二三年間、特別の場所に使用する鋼鑄物の仕様書にヴァナヂウム使用を要求せるも、ヴァナヂウムか普通の炭素鋼、殊に鋼鑄物に於ける如き炭素量に對して果して其能力を充分に發揮し得るや疑問に屬す。脱酸劑としてクローム及ニッケルと同時に使用して初めて其最大能力を發揮し得るものなればなり。チタニウムに比し能力七〇％に過ぎず、而も窒素には殆んど效力を有せず。

チタニウムを適度に使用し熱處理宜しきを得は鋼の性質は大に改善され密度、強さ、靱性及耐久性を甚しく増加す、是れチタニウムの直接影響或は鋼との合金影響に非ずして寧ろ鋼中の有害なる瓦斯及鎔滓を除去せし脱酸劑或は清淨劑としての價値に依るなり。然れとも原料不良なるもの或は爐の操作良好ならざるもの等に使用するは誤りにして、現代最良の脱酸劑及清淨劑を使用したる後、夫等の反應の不完全を補正し良鋼をして一層良鋼たらしめんか爲めに使用す可きものなく、内部に介在せる酸化物及鎔滓の除去に依りて鋼は著しく其物理的性質を改善し、二〇個の試験片に付て視して伸長力、收縮力を減せずして抗張力一五％を増加せり、Enrique Tonedá 氏の耐久試験に於て、分析上同成分の鋼が、チタニウムを使用せしものは然らざるものに比し約七倍の耐久力を示せり。

軌道は機械の部分につきて現るにチタニウムにて處理せるものは衝動に堪へ、齒車及軌道は五

40 %の生命を増加す。齒車の如き0.20%の炭素鋼にて機械用としては軟弱に過くると思はるゝものにて、同じ化學成分を有する他の炭素鋼に比し三倍の使用に堪ゆ。

鋼は平等なる化學的化合物に非ずして互に接合せる一定形結晶の雜多の機械的聚合なり。之等結晶接合の效力及び破損、疲れに對する鋼の結局強さは結晶の境界に析出せる析出不純物の多少に依りて異なり、チタニウムを用ひは之等析出不純物を除去し之等の結晶をして互に密接せしむる事となる可し、且つ其の酸化物は比重小なる故上昇し、燐、硫黄及び高炭素成分結晶の析出に通路を形成し析出を甚しく減少せしむ。

フェロマンガニースは高價にして供給も亦不充分なる故余は製品の性質の變せずニフェロマンガニースの使用を減少せんと勉めたり、鋼鑄物中の滿庵は強さを増加するに間接の能力あるのみなる故實驗に於ては滿庵量を0.75乃至0.50%に減せり、即ち同じ強さを得んか爲めフェロマンガニースを20噸に對し320乃至200噸に減少し附加す可きフェロチタニウムの量を60乃至一二0噸に増加せり、試験の結果、0.20%の炭素鋼に於て結局抗張力六八000噸、平均伸長三0%、面積の縮小四七%を得たり。

鋼鑄物製造にフェロチタニウムを使用する事勿論革新と云ふ程の事件には非されと現今操作の缺點を改良し良質の鋼をして一層良質ならしむるに有效なる事を讀者充分に了解されたりと信す。(ぶこ)