

拔萃

◎鐵及鋼に於ける窒素の現出竝に其影響

(承前)

(Engineering Vol. CI—No. 2618)

臨江生

五 鐵及窒素の化合物に及ぼす硅素の影響

硅素は一、四〇〇度(此温度に於ては Sheiss 及 Engelhardt 二氏の圖表に據るに窒素の多量を含む硅素の化合物を得らるといふ)の如き高温度に在りて、瓦斯狀の窒素と反應を起す事實より推究するに、硅素は鐵及鋼に窒素の現出する原因をなすものなりと判定するを得へし、之れ大に重要な事項たり。而も硅素の窒素に對し反應する温度は、通例製鋼熔解に適用するものに近し。現今に在りては硅素の窒素と化合する optimum 温度は、果して一、四〇〇度なりや或は其以上に於て尙簡易に化合するものなるか、又是等化合物の分離を開始する温度は何度なりや未だ不明なりと雖、二元素極めて高温度に於て作用し、且曲線圖表に據れば其關係は恰も鐵と滿俺とに類似するか如し。然れとも實驗狀態に在りては之を闡明し難きを以て、余は他の方法を用ゐる本題たる鐵と窒素との化合物に及ぼす硅素の影響を研究せんと決心したりしか、之か著手前次の問題を氷解する要あり。即ち窒素に飽和したる硅素は鐵に分解するや否や、若し分解せざるものとせば製鋼作業中に得たる窒化硅素は、通例熔渣と成るへしか故に假令金屬中に其微量を混入することあるも、鋼の機械的性質に對し影響する所極めて少なかるへし。之に反し窒化硅素は鐵と共に熔態に化し、固熔態と成りて依然鐵中に殘存するものとせ

は、其機械的性質に及ぼす影響蓋し尠少ならず。依て之を探究する爲窒化硅素と純鐵との合金を製したり。若し窒化硅素は鐵に對し可溶性のものたるときは、分析に依り其合金中に含有する窒素量を確知し、且窒化硅素としての熔融度を一定するを得へし。

余は窒化硅素を製する爲次の成分を有し、殆ど純質に近き硅素を採用せり。

硅素	九七・一二%	鐵	〇・四一%
アルミニウム	〇・〇六%	銅	〇・〇三%
無水硅素	〇・六三%		

此實驗には鐵、アルミニウム、滿俺銅及酸化硅素の痕跡に等しき微量を含有することあるも、何等の支障を生ぜざること明かなり。然れども窒化硅素を製するには、一、四〇〇度の高熱に達せしむるか故に、Herrens 式の爐は假令之に堪ふることあるも暫時にして廢物に歸する虞あるを以つて、換ふるに Tammann 式の爐を以てし、之を水平に据付け微細なる粉末硅素四・五瓦を容れたるチタン製の硝子管を同爐の炭素管に挿入して加熱し、装置内の空氣は悉く窒素と代謝したるとき、強く窒素を送りて約二〇分を費し一、五〇〇度に進め、次て此温度を一時間繼續したる後更に一、五五〇度の上騰せしむること一〇分間にして、爐内より管を抽出し窒素の通流に衝て冷却せしめたる後、試料を硝子管より取り出し之を検せしに、灰色を帯ひ稍々密度を増したるか如し。而も硅素は管側より剝離し易くして、六面體の結晶を組成し且脆質と成りたることを認め、管は僅かに一回の使用に堪ふる而已なり。斯の如く作業を反覆すること八回にして、窒化硅素五・三、三瓦を製したりしか、尙窒素と化合せざりし硅素及装置内より空氣を排除するに努めたるに拘らず、毎回發生するを目撃せし無水硅素を除去し試料を純質ならしむるを要せり。依て之か精製には二〇%の苛性加里にて處理したる後水弗素酸を用ゐたり。

前述の如く處理したる後殘留せし精製窒化硅素の量は、一七・二瓦即ち粗製原料の三二・三％に當る白色の粉末にして、之にクロム酸鉛、四酸化鉛及酸化鉛を混して *Herrens* 式の爐を用ゐ、加熱熔融せしめて窒素含有量測定の試験を行ひたり。而して處理中に生したる窒素を二酸化炭素にて換置し瓦斯分析法に依り窒素を定量せしに三五・一一％に當り、精製試料は Si_3N_4 の化學式に極めて近似するを認めたり。要するに窒化硅素は頗る安定性に富み、普通の温度に於て試薬を適用するに纔に其作用を及ぼす而已にして、沃化弗素水を除き他の稀釋酸類も之を分解する能はず、強度の過硫酸にて煮沸すれば一部の分解を惹起し硫酸アンモニアを生するなり。

熔融鐵に對する窒化硅素の可熔限度を測定する爲、種々二者の配合を異にし前記原料の一部を探り水素還元鐵と共に熔融したり、即ち鐵の試料は重量一五瓦にして、之に分析上窒素〇・三五一一瓦を含む粉末窒化硅素一瓦を混したりしか、若し窒化硅素悉く分解するときは此合金は窒素約二・二％を含むものたるへし。

詳言すれば水素還元鐵と粉末窒化硅素とを苦土製の管に容れ、其上端を同しく苦土製の栓にて閉塞し、*Tammann* 式の爐を用ゐ急速に一、七〇〇度に加熱し熔融せしめたるに、若し此際鐵の酸化することありとせば、それは頗る輕微なりとす、例令は粉狀軟鐵二五瓦を前記と同質なる苦土製に容れ熔融して之を鑄型に注流せしに冷間脆性を起さずして大に鍛鍊し易き銑を得たり。之に由り觀れば若し加熱中に若干酸化鐵の組成することありとなさは、窒化硅素は多少酸化し其結果合金は極少量の窒素を失ふへしと雖、試料たる窒化硅素の完全に熔融したる場合に在りては、其合金鐵に含む窒素量は約二・二％ならざるへからず。

水素還元鐵と窒化硅素との混合物を熔融せしむるに當り、多量の瓦斯發生を認めたりしか、暫時にして合金は靜平に復せしを以て、之を鑄型に注ぎ重量一四・一瓦の地金を得、殘餘は苦土製の管内側に

附著殘留せり。而して此地金は表面に光澤を放ち、其上部に少しく收縮したる痕跡を存し、之を兩斷したる後深さ約三耗の中空體を現はせり。

此地金には鐵と融合せさりし他の物質を含有するや否やを測定する爲、顯鏡試料を採取し八〇〇倍に廓大し之を検したるに腐蝕前既に美なる表面を有して外物を含まざるを示し、ピツクリン酸にて腐蝕したる後に在りても外物含有の徵候を認めさりしと雖、結晶間に判然たる境界あるを知り、且其質頗る硬く鑢削するに極めて困難なりき。又之を鐵礎上に載せ數片に破碎せしに悉く纖維組織を形成せり、依て是等を鹽酸に溶解せしめたるに其大部分は溶解せずして、殘留したるを以て、其溶液を濾過し滴定法に依り窒素量を分析し、亦不溶解物に對しては鹽酸の痕跡を悉く除去したる後、窒化硅素の分析と同一の要領に據り之か窒素量を求めたり。然るに滴定法に依る窒素含有量は〇・〇一八六%に等しかりき。是を以て窒化硅素〇・五瓦と鐵一〇瓦との合金を製したりしか、學理上此合金は窒素一・七五%を含むべきに、實際は之に反して滴定上得たる窒素量は〇・〇二六四%なり。又窒化硅素窒素三・五一%を含むべきもの一瓦と鐵一〇瓦とより成る第三次の合金に對し滴定法に依る分析の結果窒素量は〇・〇二〇二%に等しきことを示せり、而して酸類に對する窒化硅素の溶解度は緩徐例令は強硫酸の如き暫時煮沸したる後にても僅かに其全量の二分の一を溶解するのみ窒素は水素と化合物としてアンモニアを形成すなるを以て從て次の問題を生ず、即ち窒化硅素は同熔態と成りて鋼中に存するとき、酸類に對し如何なる反應を生ずるや、若し此場合に於て遊離狀態をなすものと同しく酸類に對し強き抵抗を爲すものとせば、鋼或は銑鐵の鹽酸若くは稀釋過硫酸(普通窒素の定量に用ふるもの)に溶解するに當り、アンモニアを生じて分解せざるか或は完全に溶解せざることあるへし。

此問題を解決する爲余は次の實驗を施したり、詳言すれば曩に滴定法に依り窒素を定量したる軟鐵と窒化硅素の合金殘部たる不溶解物を濾過し其液に對して窒化硅素分析の要領即ち之にクロロ

ム酸化鉛、四酸化鉛及酸化鉛を添加して二、〇〇〇度に加熱し分析を行ひたりしに、第一次合金の不溶解物(約〇・三瓦)より窒素〇・一立方糎を得たるを以て、此不溶解物中に含む窒素全量は其重量に對して〇・〇四二%に當り全體の合金には〇・〇〇〇八三五%なるへし。

硅素の痕跡以上〇・二乃至〇・三%迄を含む鐵或は鋼をTitrometric即ち比色法に依り測定するに、硅素の含有量増加するに伴ひ益々誤差を生ず。

而して硅素〇・三%を含む鋼の窒素定量狀況に在りては、〇・〇〇〇一三%に當る窒素は合金の不溶解部分に残留すと雖、此量は他の普通方法に依りては確知する能はず。此理を以て推せは硅素〇・一を含む鋼は、全量の〇・〇〇〇四%に當る窒素を不溶解部分に残留するものとす。

余は普通の鋼に比較せは稍々多量の窒素を含む鐵と窒化鐵との合金に對し實驗を行ひたりしか、若し滿俺の存在する場合に在りては當然此窒素量は硅素と滿俺とに分割せらるべきものたるを期し、僅かに此元素即ち滿俺の微量を含む鐵に對する窒素の定量上硅素の及ぼす影響の程度如何を研究するは頗る有益の事項なりと思惟せり。然れども此影響たるや鋼に現存する諸元素の配合量に關係する所多くして、恐らく鐵に含む窒素の定量には深く抵觸することなかるへし。依て此點を究むる爲に硅素〇・一四%滿俺〇・四七%を含むものと、硅素〇・三五%滿俺〇・八四%を含む各重量五〇瓦の鋼を探り、是等を鹽酸に溶解せしめたり。然るに第一試料の残渣は窒素の含量輕微にして痕跡に過ぎざりし爲之を定量する能はさりしか、第二の試料より得たる残渣は分析の後窒素量約〇・〇五%立方糎なるを示したるを以て、鋼の全量に對照し此窒素量を計算せしに約〇・〇〇〇一二五%に當ることを知れり。

又滴定分析の結果は窒素〇・〇〇四一七%たるを明示せしに依り、不溶解物質中に含有する窒素量をも計算せされは誤差を生ずる基にして、硅素含有量の増加するに従ひ誤差益々大なるへし。

硅素一四・一一%を含む硅素鐵に對し前記と同一の研究を行はんとし、粉末硅素鐵五瓦を強度の鹽酸に數日間浸漬し置き溶解せしめ、其不溶解部分を秤量したるに二〇五二八瓦にして灰色を帯ひたり。學理上より論すれば斯の如き物質若し硅素の全量酸化するときは無水硅素を生するもの(の)重量は一・五一瓦なるへきか故に、溶解せざる部分の重量は當然〇・五四瓦ならざるへからず、然るに鹽酸溶液の滴定分析に據れば、硅素〇・〇一三六%を含むことを示せり。又硅素鐵の不溶解部分を窒化硅素と同一方法にて分析したるに、硅素〇・〇五一%を含めり、由て硅素鐵に含む窒素の全量は〇・〇三四四%なりとす。要するに鐵及鋼の分析上若しアンモニアを組成せざる時は、其含有する窒素量は不溶解なる部分と化學上結合して存在するか故に之を斟酌せざるも僅かに輕微の誤差を招くに過ぎず。然れとも硅素の多量を含む銑鐵に對して之か窒素含有量を試験するには、此誤差は大に重要なること明かなり。故に硅素鐵に含む窒素量極めて多き場合に當り、熔融したる鋼に硅素鐵を添加するには最も注意せざるへからず、否らされは窒素は鐵と共に熔融液に侵入し、大に製品の良否に影響するに至るへし。

六 窒素を含有する鋼に及ぼすアルミニウムの影響

製鋼上アルミニウムを使用するは熔融金屬を脫酸する目的を以て鋼に添加するを普通とし、金屬アルミニウム少量の添加は氣泡なき密質の地金を製する一助なりと認めらる。而して之を添加し瓦斯發生量を減退する所以は、鋼中に現存し且冷却の際發展せんとする窒素とアルミニウムとの結合を生するか爲なり。多數専門家の説に由れば發生瓦斯の全量に對する窒素の比は一四%にして、時に或は其以上なることありといふ。余の研究に徴すればアルミニウムは瓦斯態の窒素と結合すれば極めて安定性大なる化合物を組成するものにして、約四〇〇度に於て反應を起し其速度は漸次増加して一、三五〇度に及ぶことを證せり。

詳言すれば金屬アルミニウムと窒素と化合するときは二種の生成物を生ず、即ち第一種は灰色の粉末之を代表し、第二種は黄色の粉末にして分析上 Al_2N_3 の化學式に相當するものなるを證せらる。且此化合物は Tamman 式の爐を用ゐ試験するに、一七五〇度に達するも熱分解を起さざるのみならず酸化なし難く、 $\text{KNaO}_2 + \text{KCO}_2$ と共に坩堝中に熔融せしむるに頗る困難にして、亦鹽酸及過硫酸にも溶解せず、之に反し窒化硅素の分析に用ふる酸化鉛と過酸化鉛との混合液に容れ一、一〇〇〇度に加熱するときは分解するなり。而して普通のアルミニウムは熔鐵中に投すれば窒素と化合すと雖、必ずや其熔鐵中に分解すること明かなり、是を以て窒化アルミニウムは鐵に熔解するや否や、若し熔解するとせば其程度如何てふ問題を生ずへし、依て余は本問を解決する爲次に述ふる實驗を行へり、即ち一、一〇〇〇度に於て窒素に飽和せしめたる窒化アルミニウム(酸類に溶解せざる)八五%以上を含有するアルミニウムを探り、水素還元純鐵と共に苦土製の管に容れ Tamman 式の爐にて加熱したるに、第一回には水素還元鐵二〇瓦と窒化アルミニウム四瓦とを混して一、七五〇度に上騰したる後管の内容物を鐵板上に明けたるに黑色の粉末(窒化アルミニウム)と數顆の金屬小球とより成り、其中に含む窒素量を分析せしに〇・〇一六五%なりき。

第二回には水素還元鐵一六瓦と窒化アルミニウム〇・六瓦とに對して實驗を施したるに、熔解温度約一、六〇九度にして分析上窒素〇・〇二八を含むことを示せり。而して尙管中には微細なる粉末狀の黑色物窒化アルミニウムを多量に存したるを以て、之を再加熱し後分析せしに窒素〇・〇一七%を含み、檢鏡上他の夾雜物を發見せざりしかば、窒化アルミニウムは固熔態を呈したるものならざるへからず。是等の實驗に據ればアルミニウムを熔融鋼に添加するときには窒素と化合し、且窒素瓦斯を發生せすして窒化アルミニウムの固熔態を組成することを證し得へし。

此場合に於て若し鋼より發生する瓦斯量と地金の重量とを對比し計算するに、アルミニウム其も

のは必ず窒素の多量を含むか故に、氣泡の發生を減退するときは反つて金屬に惡影響を及ぼすことあり。

七 窒化鐵の金屬組織

釘狀と成れる瑞典産鐵を採り之に温度異なる乾燥アンモニアを流通せしめ、其金屬組織を検するに次の成分を有せり。

炭	素	〇・一%	硅	素	〇・〇一四%	滿	俺	〇・一四%
磷		〇・〇八%	硫	黄	〇・〇三二%			

Heraeus 式の爐に備ふる硅土管に若干の釘を容れ、高熱計の縁絶管端を試料の在る箇所接近せしめ、絶縁管内に装する電熱接合部を反對なる末端に移すときは、此管内の温度は實驗中不變なるを證せらるゝを以て、斯くしてアンモニアを硅土管に流通し悉く空氣を驅逐して、爐を窒化鐵の形成には optimum 温度たることを現はす四五〇度迄加熱し、五時間アンモニア瓦斯を流通したる後、電流を遮斷し爐を放置冷却せしめたるに、内容物たる釘の重量増加すること〇・〇五八%にして是等の面は鈍き白色を帯ひ之を鏽削せるに極めて硬質なりしか、其膚を除去すれば容易に鏽削するを得たり而して檢鏡試料は釘の頭部より採取し、其面を琢磨しピツクリン酸にて腐蝕したりしに、之か成績は恰も窒素に飽和せざる鐵と同一の外觀を有し、窒化鐵固有の薄膜を認めさりき、然れとも此膜は極めて薄く且脆さか爲に、檢鏡面準備の際毀損したること明かなり。

前述と同一要領に據り他に實驗し六〇〇度に於て八時間アンモニアを流通せしに、試料たる釘の重量増加は一・五一%にして、外觀は白く鈍色を帯ひ鈍打したるに厚さ一耗乃至二耗の熔滓を剝離せり、依て頭部より檢鏡試料を採取し其面を琢磨し、ピツクリン酸或はアミール、アルコールに三%の硝酸を加味したる溶液にて腐蝕せしめ檢鏡したるに頗る有益の結果を得たり、

顯微寫眞第八圖の上部は窒化鐵の極めて脆き薄膜を示し、此膜の下部に現はれたる黒き層は大に腐蝕なし易く、鐵分子の内側には層と同一の色を帶ふる饒多の結晶存在し、中央に到るに従ひ漸次其數を減し中央には全く之を認めざるを以て、窒化鐵は未だ此點に浸徹せざりしものとす。是等の現象に由り此温度に於て窒素は鐵の分子間に侵徹するを證するに足るへし。又腐蝕液の種類に依り爲に組成する薄膜及黒き結晶の化學的成分異なるものなれば、是等を判定せんとし幅一二耗長さ六〇耗及厚さ八耗の軟鐵桿を採り、攝氏六〇〇度に於て二五時間アンモニアの作用を受けしめたるに、其桿の上部に形成せし極めて脆き薄膜は大に鏝削し易く亦削屑は窒素一一%を含有せり、換言すればこは窒化第二鐵たることを示し、此薄膜の下部に存する黒層は硬く而も脆からざるなり、是を以て特種の調整装置を備へたる *Nippon* 顯微鏡を用ゐ、其厚さを測定せしに約〇・八耗なるを知れり、然るに此層の鏝削せられたるは唯其上層に過ぎずして、之か削屑を分析せるに窒素含有量は二〇・二%なりき。

窒素に飽和せしめたる釘より得し前者に類似の層を分析するに、稍々窒素含有量寡少(例令は六・三七に對し一・七二%)にして鐵の分子に接觸せされは、單に此層のみを到底鏝削する能はざるなり、然るに窒素二〇・二%を含む鐵は必ず窒素二〇・四%を含むへき化學式 Fe_2N_2 に相當し、亦其結晶組織も同一の成分ならざるへからず、何となれば兩者を腐蝕するや同一の黒き層を現はし且多くの試料に就き檢するに、散彈の如く窒素は分子間に侵徹すればなり、是等現象は特に第八圖に著し、即ち此圖に示したる試料は七〇〇度に加熱し窒素に飽和せしめたるものにして、此場合に於ける窒素侵徹の行程は六〇〇度に加熱するに比し迅速且簡易なるのみならず、窒化鐵の結晶は濃厚にして其數多し。又第九圖に示す如く結晶の量は漸次外方に赴くに從ひ増加し、其上部は密集せる黒團を現はせり、之れ是等の試料は窒素に飽和せしめたる後爐と共に放置冷却したる爲なり、然るに若し試料を急速に冷却すれば爲に生ずる窒化鐵の結晶はセメントタイトの組織に類似し少量なるへしと雖、而もフェライト

組織中に存する是等の分離結晶は熔融質たることを表はすものならず。第十圖は六〇〇度に飽和せしめたる後六三〇度に上騰し、更に二時間窒素を流通しHörner's式の爐より硅土管を抽出して、之を空氣に冷却せしめたる窒化鐵の断面を示せるなり。而して片狀を爲せるは前飽和の際組成せし窒化鐵の結晶にして特にフェライトの境界に多く存し、亦小なる針狀を爲すフェライト組織極めて多く現はれたるは、加熱の爲窒化鐵は鐵と固熔態を形成したること明かなり。此熔態は冷却時に分解してフェライト及窒化鐵の針狀結晶を組成す、是を以て斯の如き組織は熔融質として認むる能はさるのみならず、亦熔融は斯の如き状態の下に成立するものならざるなり。要するに此場合には窒化鐵は炭素鋼に比すれば一層容易に安定状態に達するものにして、後者に在りては相當温度に於て反覆再加熱すと雖、パーライト組織分解して粒狀パーライトと成り、且フェライト狀に似たるセメントタイトの組織を生ずること難し、之に反し窒素を含有する鐵を迅速に冷却せしむれば、熔融質の窒化鐵(Fe₃N)を現はす組織を組成するなり。

第十一圖に示したるは次の要領に據り準備したる試料の断面なり、即ち六〇〇度に於て窒素に飽和せしめたる鐵を鐵線に繋ぎて硅土製の管に容れ更に窒素を流通して一時間八〇〇度に加熱したる後、直に爐より抽出して管の冷却部に移し放置したるものとす。而して圖の右側には既に著しく分解を起したるも、前飽和の際形成せし窒化鐵の薄膜現はれ、且其左側及中部にはフェライトの結晶組織中に黑色面を混在し、恰も熔融質に類似したる組織を示せり。若し斯の如き試料を六〇〇度に加熱し緩徐に冷却せしむれば、必ず第九圖に示したると同一の外観を有すべし、換言すれば窒化鐵は再び針狀の結晶を組成せん、此事實は前述せし安定組織は組成し易きものなりとの意見に一致するなり、従て茲に窒化鐵は炭素鋼の如く反淬し得るや否やの問題を生ずと雖、此方面の實驗には一種の鐵を試料とし六〇〇度に於て窒素に飽和せしめ、再び窒素を流通して七五〇度に加熱しHörner's式の爐よ

り抽出して極冷なる水中に投入せしに、試料は纔に鑢削し得る程度に反淬したり、然るに檢鏡試料を準備するには、先づ三角形の金剛砂鑢にて窒素の侵徹せざりし箇所を鑢削するの已むなきに出てたり。(第十二圖参照)

是に據り觀れば窒素を含有する鐵も亦炭素鋼の如く反淬することを得へし、然れども窒素を含み且斯の如く反淬したる試料は、極めて脆くして撓曲せず破碎し易く、破面は光澤を帯ひて細粒組織を現はせり。然るに之を反淬せざるものに較ぶれば其脆性大なるか故に、反淬を施すへき鋼に及ぼす窒素の悪影響は、却て其之を要せざるものに對するより寧大なりといふへし。

緩徐に冷却せしめたる窒化鐵を組成する結晶中に混在したる鐵の成分は、果して純鐵なりや或は窒素の若干量を含有するものなりやを知るは有益なる研究なりと思惟せしか、而も本題を精確ならしむるには亦大に苦心せしものとす、即ち余は此實驗には七五〇度に於て窒素に飽和せしめたる鐵を横方向に截斷して檢鏡試料を採り、先づ鐵の硬質なる上皮の薄膜を削去し、又結晶狀を爲す窒化鐵の存する部分をも悉く削去したり、斯の如く準備せる試料は恐らく窒素を含む鐵の存することあるへしと雖、必ずや既に結晶狀の窒化鐵を含むことなかるへし、若し之を含有せば緩徐に冷却を施すに當り、或は鐵の結晶中に分解したる窒素を保有したる場合に限るものたり。依て單に窒素を含有する鐵を得んか爲に前記試料の極めて薄き層を鑢削し、其粉末を分析したるに窒素の存在するを示せり、且幾多の實驗に據り此薄層に含む窒素量は〇・〇五乃至〇・一%なることを知れり。而して既述したる〇・五なる計算は果して精確なるものとせば、後者は事實に因り普通製鋼所に於て採用する原料には、窒素〇・〇二以下を含むことを證明するに足れり、而も斯の如き微量の窒素は克く顯微鏡下に發見する能はざるなり。

八 鋼の機械的性質に及ぼす窒素の影響

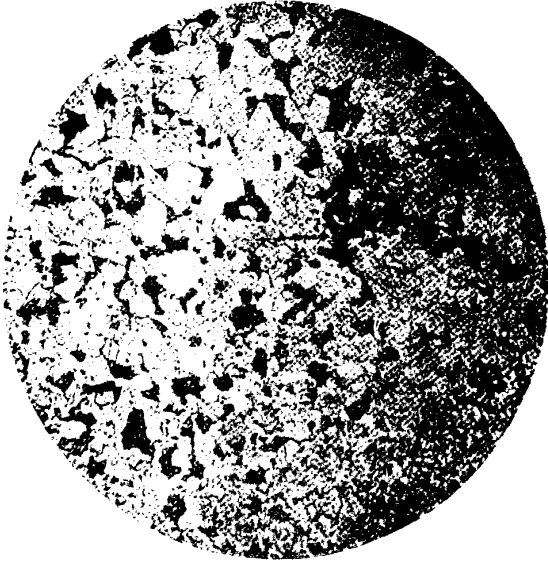


FIG. 11. MAGNIFIED 300 DIAMETERS.

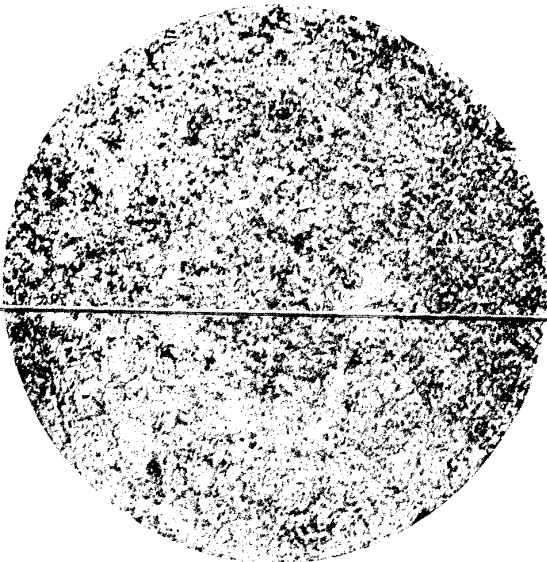


FIG. 12. MAGNIFIED 500 DIAMETERS.



FIG. 8. MAGNIFIED 300 DIAMETERS.

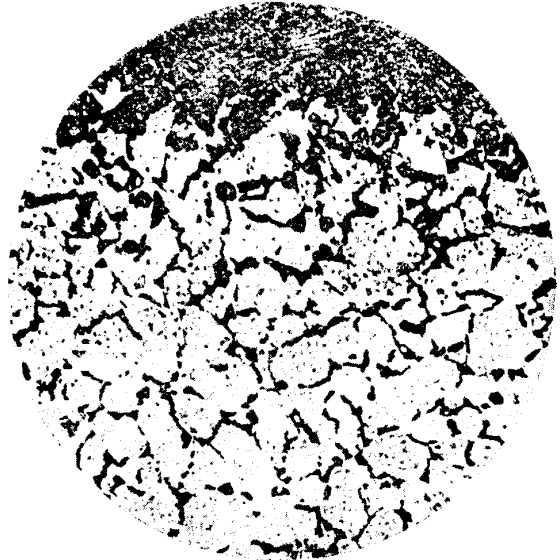


FIG. 9. MAGNIFIED 300 DIAMETERS.



FIG. 10. MAGNIFIED 250 DIAMETERS.

從來鋼の機械的性質に及ぼす窒素の影響を論じたるものは獨り Branne 氏を除き、他は悉く成分の異なりたる殊に其含有不純物に差ある普通材料を試料とし研究せしものなるか故に缺點あるを免れず、何となれば斯の如く成分異なる試料に對し窒素含有量に變更ある毎に、之か機械的性質に及ぼす變化を圖示するは何人も能く爲す所ならざればなり。

又鋼の機械的性質に及ぼす窒素の影響を探究するには、試料の顯微鏡組織を検し且同一の機械的及加熱處理を施すを要す、然るに示す所の結晶の大小は鋼の機械的性質に重大なる關係を及ぼすものならず、若し試料に存する他の不純物は同量にして窒素含有量にのみ多少の差あるときは、唯其組織異なるものなれば到底之を探究し能はざることあり。

Branne 氏の研究(五九〇六年刊行鐵鋼雜誌第二二卷乃至二四卷參照)に用ゐたる桿狀鐵は、其全體に亘り悉く窒素にて等齊に飽和せしめたるものとは認め難く、窒素〇・〇六%以上を含む桿狀鐵の中心部は著しく他部と異なる組織を有するものにして、Branne 氏自身も之か試験の結果を信憑せざりしか如き觀あり、而して顯微鏡の力を藉らざれば識別し難き程度に窒素の含有量輕微なる桿狀鐵には他部と同一組織の中心部を組成せざるものなりや否やの疑問を生ず、若し中心部の組織他部と同一なりしときは、機械的試験を行ひ中心部の影響如何を明白ならしめざるを得ず、然るに攪鍊鋼及平爐鋼を採りて是等に對し機械的試験を施したる結果、同氏の作製せし圖表に據れば互に徑庭する所多し、特に第二圖表の曲線は精確なるやを疑はざるを得ず、要するに此方面に轉し尙深く試験するは大に有益なるを失はず。

既に余は鐵及鋼片に對し硬化法を施すに當り、是等に炭素の侵徹するか如く亦鐵は窒素の爲に飽和せらる所以を述べたるを以て、鋼の機械的性質に及ぼす窒素の影響を探究する爲、余は徑〇・六三耗の鐵線を採用せり、其成分左の如し。

同 〇・七六二%
同 〇・〇二八八%

同 〇・〇七三%
同 〇・〇二五七%

前表の如き結果を示すを得たるは之か準備方法の良好なりしか爲にして、線を試験するには三〇
 疋の負荷の下に Schopper 氏の試験機を用ゐ、供試材料の長さは一八〇耗とし、其負荷は一〇分の一疋
 毎に分割したる目盛を標準に測定し、延伸率は直接延伸を表示し〇・二%に當る目盛を有するものに
 て之を測定するを以て、一〇分の一%毎に約其近似値を讀算するを得へし。又彈性界は精確に測定せ
 ざりしと雖之に及ぼす窒素の影響極めて著しく、彈性界と窒素含有量との比は茲に示せる線圖にて
 知るを得ん。而して各供試材に對しては等速度に試験機を運轉せしめたり、是等の結果は亦線圖に表
 はす如し。

第十三圖 窒素に飽和せしめざる線を九五〇
 度に於て加熱したるものにして窒素〇・〇〇
 三八%を含む

第十六圖 分析上次の窒素量を含む

第十四圖 分析上次の窒素量を含む

試料 (1) 〇・〇二五五%

試料 (1) 〇・〇六四八%

同 (2) 〇・〇二八九%

同 (2) 〇・〇六六二%

同 (3) 〇・〇二七四%

同 (3) 〇・〇七六二%

第十五圖 分析上次の窒素量を含む

第十七圖 分析上次の窒素量を含む

試料 (1) 〇・〇三九三%

試料 (1) 〇・〇八〇一%

同 (2) 〇・〇三七二%

同 (2) 〇・〇七四三%

同 (3) 〇・〇三六五%

同 (3) 〇・〇八三〇%

第十八圖 分析上次の窒素量を含む

試料 (1) 〇・一二二%

試料 (2) O・一二六%

鐵と鋼 第貳年 第九號

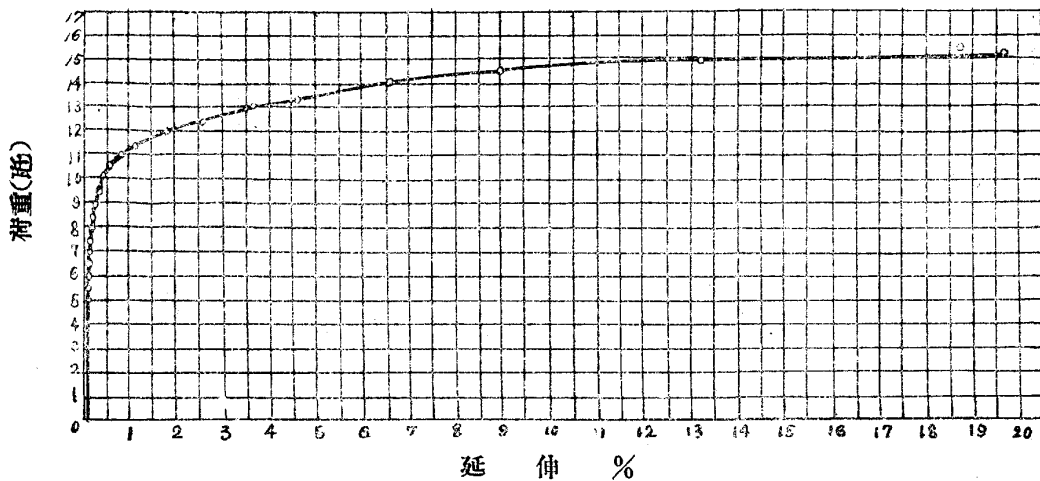
破壊荷重は線の全體に亘りて適用したるものなり。

同

(3) O・一三一%

九四〇

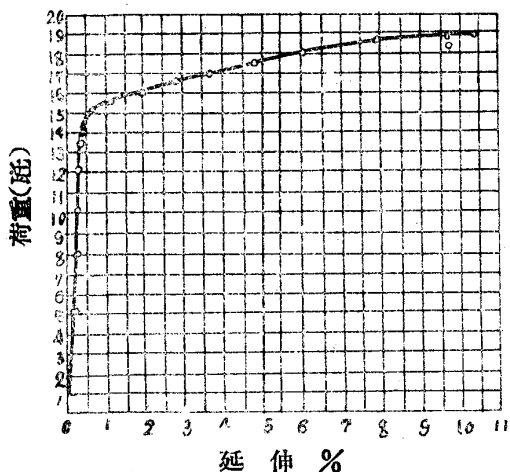
第十三圖



九五〇度に加熱したる後窒素に飽和せしめたる鐵線 (窒素0.0038%を含む)

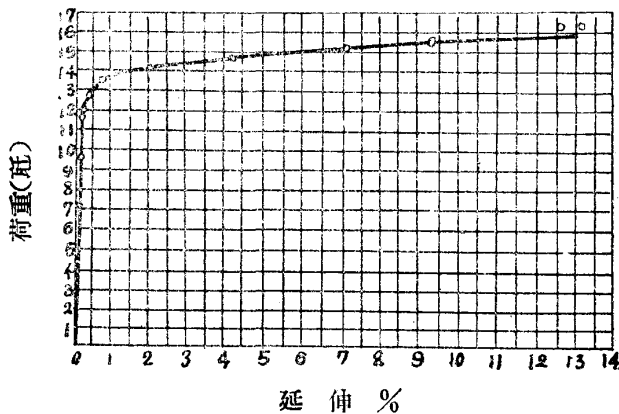
第十五圖

第十四圖



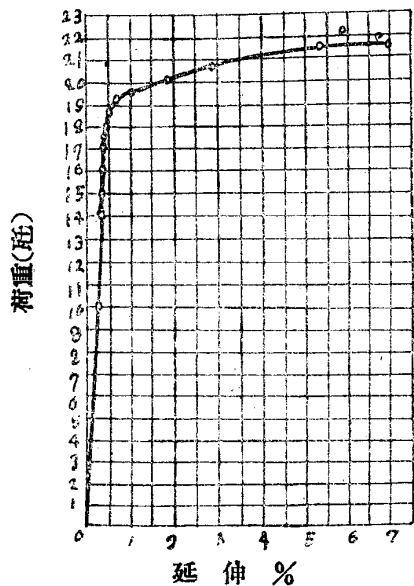
窒素0.036乃至0.039%を含む鐵線

第十七圖

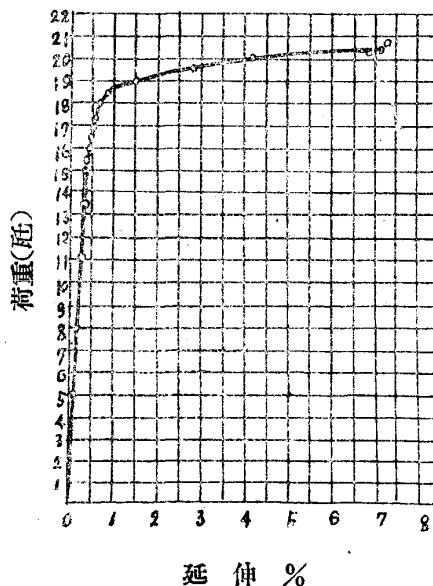


窒素0.025乃至0.027%を含む鐵線

第十六圖



窒素0.080乃至0.083%を含む鐵線



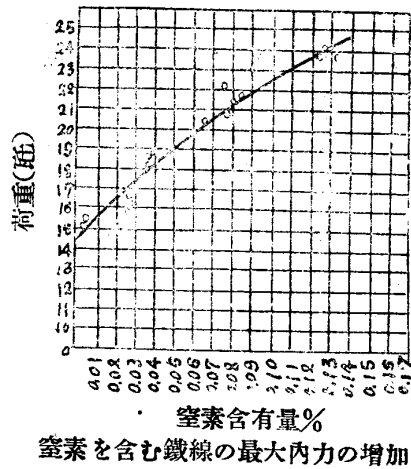
窒素0.0648乃至0.0687%を含む鐵線

機械的性質に及ぼす窒素の悪影響は極めて大なるものと結論するを得へし而も延伸に及ぼす影響特に甚だし、且最大延伸率は鋼の破壊前形状に一定の變化を生ずるに當り、必ず其有する性質を明示する重要な係數なるを以て深く研究せざるへからず。

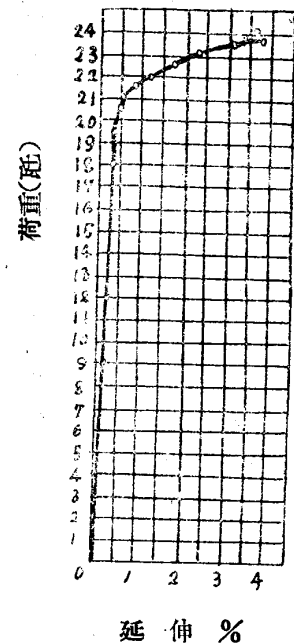
總て金屬は彈性界の範圍に於て其組織上に變形を受くること甚たく、爲に之か性質に破壊の危険接近したることを示すものなるか故に、窒素の現存は鋼の硬度を増すと雖反て彈性を害し、冷間脆性を惹起する惧あり。

普通販賣する鐵及鋼は余の實驗に供したる材料に比し、窒素含有量遙かに寡少なりと雖線圖に現

第十九圖

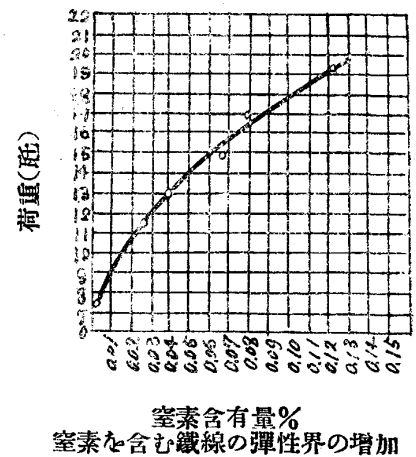


第十八圖



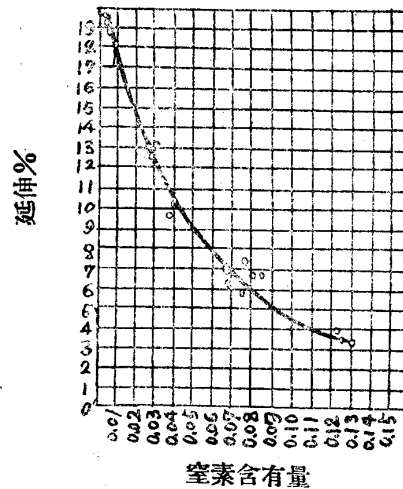
窒素0.12乃至0.13%を含む鐵線の最大内力の増加

第二十圖



窒素を含む鐵線の彈性界の増加

第二十一圖



窒素を含む鐵線の延伸率の減少

第十三圖乃至第十七圖を検するに窒素含有量増加するに従ひ線の最大内力は増加し、延伸率並に彈性界は減少するか如し。又機械的試験を施し爲に得たる成績に基き線圖を製作すれば、最大内力(第十九圖参照)及近似彈性界(第二十圖参照)を増し延伸率(第二十一圖参照)を減少するに似たり。

是等の線圖に據り鋼の

はれたる成績に據れば、窒素の微量は鋼の機械的性質に著しき影響を及ぼし、一般ベセマー製鋼は平爐製鋼に比較すれば約五倍の窒素を含有するものとす。(終)

◎工具鋼の硬度試験

(Engineering, Mar. 12, 1916)

シエフイールド大學のジエー、オー、アール、ノルド教授は本年五月五日鐵鋼協會の會合に於て工具鋼の切削効率と其ブリネル若くはスクレロスコープ硬度との關係に關する論文を公にせり。其説く所に依れば近年上記の鐵鋼協會に於て朗讀せられたる若干の論文に於て焼入鋼の表示するブリネル及ヒスクレロスコープ數を以て旋盤に於ける切削効率の大略の側定に供し得べきことを認めんとする傾向を示し、又旋盤に於て直接に高速工具鋼の効率を檢定するに當りて之を正式に行はんと欲せば其費用と時間とを消費すること莫大なるに反し、ブリネル試験を以て之に代ふる時は其弊を除き得べきことを提案せるものさへありたり。然るに此論文に於ては全く之に反しブリネル硬度と旋盤効率との間に何等の關係なきことを確證せり、即ち極めて高きブリネル硬度を有する炭素鋼製旋盤用工具が非常に低きブリネル硬度を有する他の工具に比して殆んど零度に近き効率を示し、又一割五分丈け低きブリネル硬度を有する工具が約十八分間完全に切削作用を爲し、而して切削試験の終に於て工具が破碎する前約五分間赤熱状態に於て美事なる切削をなせるを見たり。

適當に焼入したる工具のブリネル硬度は効率に對し殆ど影響なし、効率は焼入したる鋼中に在る單形又は複形ハードナイトの熱平衡に殆ど全部關係するものなりとす、炭素鋼の單形ハードナイト