

◎表面炭滲法に就て (二)

By Denison K. Bullens

小 川 生

表面焼入れの目的。表面焼入れ即ち局部硬化を施す目的は、低炭素鋼に對し硬質にして克く摩耗に堪ふる表面(外皮)を壓すると共に、鋼の中心部の有する韌性を保留し或は之を増加せんか爲にして、概ね此の方法を二期に別つを得へし。第一期は加工品の用途如何に據り、表面の硬度著しく大なる鋼たらしめむか爲、表面に炭滲或は飽和法を施すに在り。第二期は炭滲を行へる鋼の外皮及中心部の諸性質を發揮せしむる手段として、適當の加熱處理を與ふるものなれば頗る硬質の表面を得るのみならず、亦同時に中心部には獨有の機械的性能を保ち、就中特に脆弱ならざることを實現せされは作業の完全を得たりといふ能はず。簡言すれば表面炭滲を施す目的は最少限の碎脆性を有し表面の硬度最大の鋼片を求むるに在り。

表面炭滲に備ふる要件。含炭量多き表面を得んか爲には、多少複雑なる作用に依り、此の炭素を附與する能力ある一物體と鋼とを接觸せしめ、加熱し次に之を鋼に分解するに在り。而して最新方法に屬する瓦斯を用ふる場合には、壓力、容量、其の他の要件に關係ありと雖、一般の炭滲作業に於ても亦顧慮すへき主たる四要件あり。

一 溶體即ち鋼

二 分解せらるべき生成物、詳言すれば炭素を鋼に附與するの力ある合成物。

三 溫度。

四 鋼と給炭劑との接觸時間。

溶體たる鋼。始めて表面炭滲に使用する鋼の性質は此の方法を行ふ主眼の一たる「中心部に於ける脆性を除去するに在りて」事實と大なる關係あり、曾て吾人は經驗に據り若干炭素量増加すれば鋼は依然他の狀態に變化を生ぜざるも獨り脆性を増し、含炭量約〇・二五％以上に達するとき特に然る所以を知れり。加ふるに實際表面焼入れをも含む通例の炭滲法に在りては、之に次ぎ一回若くは其の以上焼入れ作業を續行せざることもなき故に、自然含炭量多き鋼を用ふるは亦急冷の爲脆性を増すに到るへし。是を以て炭滲すべき含炭量は全く低からしむる要あり、純炭素鋼に在りては〇・二五％以下なるを可とす。而して眞に最良の佛國式作業に在りては含炭量〇・一二％を越えざる鋼を要求し、尙規格に據り急冷度の中心部は平方時に對し約五四、〇〇〇封度以上八五、〇〇〇封度を越えざる抗張力及標點距離一〇〇耗(三・九四吋)とし、三〇％の延伸たるべきことを制限しあり。

然るに熱軟鋼を用ゐるときは炭滲作業前之に機械的加工を施すは困難なるのみならず、往々其の結果不良なるを注意せざるへからず。若炭素量著しく低ければ鋼は當然割裂を生し易く、且完全に平滑なる面を得んか爲には焼入れ後研磨に依り多く其の面を削らざるへからず。此の理に據り一般の米國式作業法に在りては、中間に位する炭素鋼を採用し炭素約〇・一六乃至〇・二二％と規定せり。而して尙之より含炭量多きものは亦中心部の硬度を増加すと雖、或場合には之を要することあり。

要するに炭滲作業を施す鋼の含炭量は少くとも〇・五〇％附近なれば、炭素侵徹の速度即ち一定時間加熱し爲に得らるべき炭滲の深さに影響せざることを一般に認めらる。又一方には始めて炭滲せらる鋼の含炭量は表面に求めらるべき最大含炭量に著しき關係あるを以て、初め炭素量多ければ表

面に於ける炭素最大集中量も從て多しと説くものあり。

満俺量。炭滲作業を施すへき鋼の満俺量は、最大限として約〇・三〇乃至〇・三五%を含むもの良好なりと一般に認めらる。然れとも満俺を含む鋼の炭滲作業間に組成する表面は、高速度工具用鋼若くは之に等しき特質を帶ふるものなり。斯の如く満俺は獨り表面のみならず亦其の中心部の硬度を増すものなるか故に、鋼の全體をして急冷に對し鋭敏性ならしむ。然るに之か缺點あるに拘らず中心部に於ける硬度を大ならしむる爲、往々〇・七〇%の満俺を含む鋼を用ゐる時に或は〇・九〇%の多きに達すること稀ならず。特に英國式作業法に於て然りとす。斯かる多量の満俺を含む鋼は炭滲するに當り、長時間の加熱に因り益々其の脆性を増進し、却て再生の力ある急冷の効果を減却せしむ。又鋼の硅素〇・三〇%以上を含む場合に在りても、後段に説くか如き状態に陷るものとす。

其の他の不純物。初めて炭滲作業を施すへき鋼に含む磷及硫黄の量は、可成的少きを要するは、既に明白の事實にして、溶滓、氣泡、分凝及其の他不純分並瑕疵は表面焼入れを施す鋼には絶無ならざるへからず。

給炭劑

炭素の直接作用。炭滲には其の本質上同體を成すか、或は瓦斯體なるとを問はず其の分解に依り遊離炭素を發生すへき給炭劑を要し、必ず一組成分中には遊離炭素を存在せざるへからず。然れとも遊離炭素の存在するありて唯鐵と接觸するのみにては、一般の炭滲法に備ふる要件を充實すといふを得ず。而して假令理學上より瓦斯の介在するなきも、頗る長時間に涉り最高溫度に於て炭素のみを鐵に接觸せしむれば、之か炭滲の效ある所以を説明せらるゝと雖、所謂此の直接作用を工業上の結果と看做す以上は敢て重要視するに足らず。詳言すれば、木炭、蔗糖炭の如き普通固體炭素の形式を備ふるものは、瓦斯の存在せざる場合には直接鐵に及ぼす炭滲作用は極めて輕微なればなり。

瓦斯の作用。前節は瓦斯の存在せざる場合に於ける炭素の直接作用に重きを置き論じたるに過ぎず、茲には直に瓦斯の作用とは如何なる意義を有するものたるやを明かにし、轉じて炭滲法其のものの裝置に論及せんとす。鋼を加熱すれば俗に其の細孔を開くに到るとは著名の事實にして、之が爲瓦斯は鋼の組織内に侵徹し易く、且之を圍繞せる瓦斯も鋼中に分布するものにして鋼を窒素及酸素より成る普通の大氣中に加熱するも、或は一酸化炭素、燈用瓦斯の如き特に準備せる氣體中に加熱するも等しく此の現象を呈するなり。依て瓦斯の炭滲效果如何は壓力、溫度及其の他の要件以外に之が組成分に關係する大なりと雖、主として探究すべき事實は果して瓦斯は鋼中に侵徹するや否かの問題たるへし。然るに炭素の直接作用即ち單に鐵と炭素と接觸するのみにて生ずる炭滲の效力は、普通瓦斯の存在せざる場合には極めて微弱なることを認識すれば、自然炭滲には瓦斯の存在と密接の關係あること明かなり、換言すれば瓦斯尙精確に言へば或る種類の瓦斯は炭素の運搬者たるべき任務を盡さされは良好の成績を收むる能はざるなり、而して此の運搬作用即ち炭素を瓦斯の運送する事實は輓近に至る迄確認せられずして、實際固體を成す給炭劑は悉く自己の分解し或は吸収したる空氣との交互作用の爲、已むを得ず瓦斯を發生するものとのみ思惟せしなり。然るに今日に在りては此の作用に就き深く且評論的に研究し、單に瓦斯を用ゐて表面炭滲を施す斬新の方法に關聯し之か探究の歩を進めたり。

酸素の作用。酸素の分解及其の効果を現はす模範的例證としては、木炭を基本給炭劑として用ゐたる從來の炭滲法に就き少しく述へんとす。蓋し此の法に在りては給炭物と炭滲すべき部品とを必ず加熱匣に收容するか故に、必ずや給炭劑の分子間には吸収せられたる多量の空氣存在し、熱の影響を受くれば其の吸収空氣中に存する酸素は、化學符號 O なる一酸化炭素瓦斯を組成せんとし炭素若くは木炭に反作用を呈すへし、其の時に當り匣及内容物の溫度は既に適當の炭滲溫度に進むを以

て、一酸化炭素瓦斯は鋼の表面及側面に侵徹し、同時に接觸作用に依り一酸化炭素瓦斯は鋼に接觸すれば、直に分解して、之か含有する炭素の一部を放散すへし。今此の分解を可逆反應式に據り示すときは次の如し。



一酸化炭素(瓦斯) ⇌ 二酸化炭素(瓦斯) + 炭素(固體)

斯の如く鋼塊に一酸化炭素瓦斯の普及するも、瓦斯は依然分解を繼續して新たに鋼中に炭素若干量を放ち適當の炭滲溫度に達すれば直に鋼の熔體に竄入し眞の鋼本體を形成するに到るなり。而して上述の反作用は式に示す如く反轉し得るを以て、相當狀態の下に木炭は一酸化炭素を無限に供給すへし。加之一酸化炭素は單獨に鐵に作用すると同時に之か表面に遊離炭素を堆積するは著名の事實にして、而も此の作用は從來普通の炭滲法に採用せる溫度より低き場合に生ずるものなり。換言するに作業上使用する木炭の侵徹作用は直接炭素の力に依るにあらず(他の瓦斯の存在或は供給劑の成分如何に據り多少斟酌すべきは勿論なるも)全く瓦斯に變したる一酸化炭素の特殊作用に歸するなり。

窒素。既に吸收したる空氣中に含める酸素の作用に就き述へたるを以て次に之か關係成分たる窒素の作用を説かんとす。嘗て炭滲作業に當り窒素の少量は鋼中に分布するや否やは稍々疑問に屬したりと雖今日に在りては純窒素の存在は遊離炭素の侵徹作用を助長するもそれは極めて輕微なるを認めたり而して今尙窒素は炭滲に必要缺くへからざる元素なりと信するもの多きも事實は全く之に反し爲に有害の結果を生ずることあり。ル、チャテリア氏は往々炭滲法を施せる鋼の一部に著しく脆性を増すことあるを知り如斯きは此の窒素を含むか爲未だ全く炭滲の域に達せざりしなりと假定せり。窒素の有害なるは他方面の實驗特に製鋼上チタニウムを添加したる場合に於て、窒素驅除

の方法を講ずるに徴して益々有力なり。又他の一般に及ぼす窒素瓦斯の影響は、炭滲の效ある瓦斯を稀薄ならしむるか爲、既述せる一酸化炭素の炭滲作用を減殺するに在り。然るに炭滲法の實際的用途より論すれば、遊離炭素の存在する場合に於ける窒素の作用は之を稀薄劑として現に瓦斯應用の炭滲法を行ふ場合に際し添加するにあらざれば、普通に一定の給炭劑を用ゐる生する結果に及ぼす影響は頗る輕少なりとす。

炭酸鹽類。炭質物より生する灰には亦亞爾加里或は之に屬する土質の金屬より生したる炭化物を含むことあるへし、否らされは炭酸バリウムの如き炭酸鹽類は直接給炭劑に添加するも差支なきなり。輒近に於ける最も信賴するに足るへき研究の結果に據るに、曩に公認せられたる事實に反し、是等鹽類の活動力あるは吸收せる空氣中に含む窒素の作用に依り、揮發性のシアン化物を組織するに基くことなく、専ら炭酸鹽類の熱分解の爲生する二酸化炭素に對し熱したる炭素の及ぼす作用に依り一酸化炭素の組成するに歸因するものの如し。是を以て斯の如き炭酸鹽類の鋼に及ぼす效果は、同一條件の下に在りては一酸化炭素に依り生するものと同様なり。

シアン化物。給炭劑中の最有害なる成分はシアン屬にして、過去に在りては此の屬を誘導すれば炭滲法中重要な作用を現はすなりと信したりしか、ギオリチ氏は大に其の妄を辯し熱心に次の事實を説明せり。『シアン及多少揮發性を帶ふるシアン化物は強度に鐵を炭滲し得るは疑を容れず、加之熔解せるポツタシウム及ポツタシウム、フェロ、シアナイドの純狀のものを用ふれば、表面炭滲或はシアン化物應用焼入れの場合に於けるか如く、薄肉にして且強固なる硬化地帶を得るは著名の事實なり。然れとも工業的の作業を施す場合には、シアン化物は既に組成分として存在せざるも、使用せし炭素及之に含む灰の一部を成す亞爾加里の少量に對し、給炭劑の吸收したる空氣に含む窒素の作用に依り、極めて少量のシアン化物を形成することあるへし。是を以て炭素を主成分とせる給炭劑を採用

する以上は、工業的の炭滲作業に於て少量なる亞爾加里性炭化物の組成は全然避くる能はずと雖、痕跡に過ぎざる是等揮發性シアン化物の爲に生ずる作用は給炭劑として用ゐたる炭素に及ぼす大氣の作用に依り形成する一酸化炭素の効果と比較するときは大に微弱なり」と述べ、次て是等の説の謬らざるを確的ならしむる爲終局の證據を提出したり。

一酸化炭素瓦斯。單に一酸化炭素瓦斯を用ゐる炭滲を施すときは、緩和に漸次炭滲し其の炭素最大集中量比較的少なき結果を生じ、外面に在りても尙ユーテクトイドの比に達せざるを普通とし、炭滲鋼の外皮表面より之か内部に進むに従ひ均齊に且緩徐に炭素量を遞減す。而して此の類の硬化地帯は必ず純一酸化炭素を用ゐる炭滲を行ひたる場合にのみ生じ、之か炭素集中の深さを第一圖に示せり。

此の種類の瓦斯は其の化學的成分一定しありて單純の作用を爲すのみならず、之か一般の性狀頗る明白なると共に炭滲作用を調整し易き故に、普通使用の各種鋼に對し確實に所要の炭滲を施し得る便あり。

是を以て適當條件の下に作業すれば、單に一酸化炭素のみなると或は之か最大なる炭滲作用を生し得るものを混合するとを問はず、孰れも炭滲の速度大にして一定時間に其の深さは略硬化地帯に達すへし、而も之か炭滲の深さは一に加熱時間の長短に關係す。

他の條件悉く同一にして一酸化炭素を用ゐる之か加熱溫度を高からしむるときは、表面に於ける炭素最大量稍々寡少なり。又之と同じく一酸化炭素の壓力弱きに失すれば、從て其の最大炭素量も少なりとす。然るに炭滲すへき鋼表面の單位に接觸する純一酸化炭素量を大ならしむれば、炭素集中量益々多し。

一酸化炭素は適當條件の下に之を用ふれば、炭滲すへき鋼の表面に炭素の推積することなければ、

38 斯る場合には鋼の表面を研磨し光澤を保たしむるは敢て困難ならず。加之一酸化炭素を採用するときは炭滲を施すに因り生ずる鋼の變形並容積の變化を最小限たらしむる效あるのみならず、炭滲を欲せざる他部位をも保護し得る便あり。

炭化水素。實際炭滲作業に使用せらる炭素は固體を形成するもの多く、而も純質ならずして全く分解せざる有機質の殘基を含み、否らされは或る種類の炭酸鹽類に富む灰分を多量に含有することあるへし。然るに、骨炭、革炭及同種の有機的生成物を往々使用するが故に、是等は熱の作用を受けて炭化水素を生ず。而して是等の炭化水素は多少複雑なる反作用に依り、金屬の表面に微細なる粉末炭素を過剰に堆積し、次て此の堆積せし炭素は轉して高溫度に會し、完全に鋼と接觸して直接に炭滲作用を起すものとす。然るに鋼の表面に堆積したる炭素の此の直接作用より尙遙かに重要なるは、特に炭滲を行ふ要件の如何に關係すること勿論なりと雖、瓦斯其のものの特種作用に依り生ずる炭滲なりとす。詳言すれば炭化水素は一酸化炭素の鋼中に分解すると稍々異りたる狀態に於て直接鋼に炭素を附與し、又炭化水素瓦斯は鋼に分布して爲に炭素を生ずるか故に、炭化水素は恰も炭素の輸送者たる如き作用を爲し、瓦斯の特種作用に基き炭滲の效果を生ずるなり。

純炭化水素を用ゐ炭滲するときは第二圖、第三圖及第四圖に相當する類の表面を生ず、就中第三圖に示す檢鏡組織に在りて(1)ハイパー、ユウテクトイド鋼の層即ち地帯は遊離したるセメントタイトとパーライトより成り、(2)ユウテクトイド鋼の層に在りては概して全く肉薄く、(3)ハイポ、ユウテクトイド鋼は内層を現はす等悉く緩徐に冷却したる特徴を有せり。而も表面は炭素〇九〇%以上を含む組織を示し、且強ひて之を斷言すれば往々炭素集中狀態著しく不均齊即ち中絶して漸次に減少するは大に著眼すべき重量點なり。此の類の地帯は炭化水素を用ゐ炭滲する場合に生ずるを常とし、又普通の作業に多く用ゐる固體炭素にても得らるへしと雖、炭化水素の作用は大に是等に勝り、就中シアン

化物存在の場合に在りては特に著し。

今瓦斯狀を成せる炭化水素の特殊作用を舉ぐれば、一酸化炭素と同しく加熱時間の長短に従ひ炭素侵徹の深さに厚薄あり。又エチレン及メタンを用ゐる炭滲する場合に溫度を昂上すれば、他に變化を及ぼすことなくして一酸化炭素と同しく其の厚さを増し一定時間に硬化地帯を得ると雖、而も三地帯に於ける炭素の集中及分布の狀態略同一なるは大に一酸化炭素と異なる所なり。然るに實際に當り炭化水素と前記の純瓦斯とを對照するに各異れる狀況を呈し、又之を一酸化炭素を用ゐる場合と比較するに其の差特に甚たし、即ち一酸化炭素に依る炭滲法に固有の反作用は必ず單純なるに反し、炭化水素を用ふれば其の作用大に複雑を極むるなり、何となれば斯る場合に於ける瓦斯は化學上一定の炭化水素より成立せず各種の混合物なるを以てなり、故に若上部臨界範圍に相當するか、稍々其の以下に位する比較的低温度に於て作業するときは、之か經過頗る緩徐にして均齊ならざるに反し、一般の例に倣ひ高温度に依り作業すれば、必ず含炭量極めて多き硬化地帯を生ずへし、要するに固體炭素の混合物を加熱匣に收容し、或は最新の方法に従ひ瓦斯を用ゐるを問はず、孰れも主成分として炭化水素を含める給炭劑を用ふるときは、同しく之か反作用複雑なるを以て三地帯分界の明瞭なる結果を收め難し、是を以て深く鋼を炭滲し爲に集中したる最大炭素量中に其の炭素の一定分布量と結合したる成分あるを要する場合には斯の如き炭化水素を使用するは有利ならず。

分裂。表面焼入れ作業及其の成產品に就き經驗ある人々は、薄片狀の瑕疵、白筋或は甚たしきは表面の一部鋼の本體より剝脱することあるを熟知すへし、而して是等の罅裂は均齊に多量の炭素を含む焼入れ鋼に生ずるものと全く其の趣を異にし後者には必ず固有の貝殻狀組織を存す、之に反し表面炭滲したる鋼の白筋即ち分裂は著しく異りたる組織或は粒を現はす三地帯の分界線に生ずるなり、依て檢鏡及化學的分析を施し是等を研究するに、此の線狀を成す瑕疵若くは缺點ある面はハイ

40 ポ、ユウテクトイド地帯よりハイパー、ユウテクトイド地帯の分離せるを標示し、其の地點に於ける含炭量は僅かに〇・九〇％に過ぎざることを明かにせり。加之是等の缺點ある面は前述の炭化水素式の硬化地帯に固有する炭素集中或は分布區域の炭素中絶部に相當するものなり。

故に此の分裂の發生及之か危険を豫防する爲には、(1)炭素の分布状態を漸次に且遞進的に變化せしむるを要す、然るときは中心の炭素最少部より表面に於ける最多部に移るに従ひ、炭素の分布状態多様に變化し決して中絶の現象を現はすことなかるべし。(2)炭素の最大集中量を〇・九〇％或は以下ならしむるときはハイパー、ユウテクトイド地帯に於て炭素の中絶することなし。(3)何れにするも、炭素を施し爲に生ずる組織は更に適當の加熱處理を行ふとき變化せしむるを得べし。

炭素最大集中量。前節の(2)項に於て分裂豫防の手段として、ユウテクトイド地帯の炭素量に關し勸告する所ありしと雖、分裂發生の直接原因は炭素最大集中量を〇・九〇％以上たらしむるに在りと速斷すべからず、假令其の量に達するも後に施すべき加熱處理適當なれば決して斯かる患を招くことなければなり。然れとも表面焼入れ法を採用する普通の工場に在りて鋼表面の炭素含有量〇・九〇％を超えたる場合に當り、施すべき方法を理解し或は之を實行する途を知らざるもの多きは慨嘆すべきことなり。從來如斯き含炭量多きものは之を處理する方法を秘密に附し公にせざりしかば、到底是等のものは使用する能はずと思惟せしか而も數多の實例に徴するに眞に有用の材料たるを失はす。要するに之を處理するに缺くべからざる冶金上の熟練及裝置を缺く工場に在りては、鋼の表面に於ける炭素最大集中量を約〇・九〇％とし、良好の成績を生ずる如き表面焼入れ法を採用するは確實なり。

中間に屬する硬化地帯。以上の狀況に據りてユウテクトイドの制限を超えざることを有效なる所以を認め、且最大含炭量の多寡に拘らす中心部と表面との間に炭素中絶部の發生を豫防するの有

利なるを知らは宜しく前述したる二大基型の中間に位する硬化地帯を求めざるへからず。換言すれば炭滲鋼の表面は炭化水素を多く含む模範給炭劑を用ふるか、或は他の適當なる方法に依りて尙之か炭素量を多からしめ變化するか如き一酸化炭素式固有の炭滲狀態を保たざるへからず。

一酸化炭素に炭化水素を加へたるもの。一酸化炭素に炭化水素の特量を加へたるものを用ゐ、實驗的に炭滲を施し爲に獲たる結果に就き、ギオリチイ氏か鈍一酸化炭素を用ゐて實施し得たるものとを比較し、氏の述べたる評論の概要を示せば次の如し。

『一酸化炭素に蒸發性の炭化水素少量を加ふるときは、硬化地帯の外層に集中する炭素量を増すと甚たしく恰も他の實驗條件を同一ならしめ純一酸化炭素を用ゐ爲に生する結果に優るか如し。而して此の配合たるや炭化水素の分解に依りて遊離炭素の組成すること却て速にして、此の炭素の一酸化炭素を經由し鐵に存する熔體に侵入する速度に超過するか如き成分に達せざる以上は、前記瓦斯狀の混合物に含有する炭化水素の配合量多きに従ひ、炭素集中量を増すこと益々大なり。而して此の制限あるか爲遊離炭素の過剰量は鋼に堆積するに到り、從つて硬化地帯の外層に於ける炭素の集中量は最大數値に達し、恰も固體の給炭劑或は之に類するものを用ゐて得たる結果に相當するなり。依て此の點より論すれば假令炭化水素の配合量を甚たしく増すと雖、既に硬化地帯に於ける炭素の集中並分布狀態に著しき變化を與ふることなし』

以上の説明に據り一酸化炭素と揮發性炭化水素瓦斯との混合物を用ふれば、外層に於ける炭素の最大集中量には純一酸化炭素を用ゐ一定條件の下に作業し、爲に當然得らるべきものに相應する最低量と單に炭化水素の瓦斯に依りて炭滲し爲に得る所の最大量との中間に位し、炭素の一定成分を保つ硬化地帯を得ること明かなり。然るに如斯き地帯を求むるに溫度、壓力、氣流の速度と炭滲すべき鋼面積との關係等の如き炭滲に影響を及ぼすべき諸元に應じて、配合量を適當に變したる

瓦斯狀の混合物を用ゐ始めて之か目的を達し得るなり。』

炭素集中の深さを圖表せる第五圖は此の一例を示すものにして一酸化炭素に三・一〇%エチレンを混し、〇・二六%炭素鋼製の圓筒を華氏一、八三〇度に於て四時間實驗的に炭滲したる結果なり。之に據るに炭素は緩徐に且均齊に遞減せりと雖、炭化水素を加へしか爲殆とユウテクトイドの比に近く最大炭素量を増加したることを知るへし。此の場合に在りては分裂の發生を豫防するか爲、既説したる要件に従ひ中間に屬する硬化地帯を生せしめたるなり。

炭素に一酸化炭素を加へたるもの。全く瓦斯の存在せる場合には、固體炭素の炭滲作用は微弱にして顧るに足らざることを述べしか、之に酸素を誘導すれば瓦斯狀の媒合物(一酸化炭素)を組成し、或は直接一酸化炭素を加ふれば固體炭素の現存する爲大に炭滲作用を強烈ならしむるなり。是を以て固體炭素の存する場合に一酸化炭素を加ふるときは、恰も一酸化炭素に炭化水素を加へたる定量混合物と同じく所要に依り中間に屬する硬化地帯を得へし。

前述の如く混合せる給炭劑を用ゐ加熱時間、溫度、瓦斯壓、其の他の條件を種々變更するときは、頗る廣き範圍に涉りて炭滲狀態を生じ、若要すればハイパー、ユウテクトイド地帯をも生ずることを得るなり。就中著しく幅濶き地帯を得んことを欲する場合には、固體炭素に一酸化炭素を加へたる給炭劑を用ふるを實效ありとす。又之と同理に依り一酸化炭素のみを用ふるも可なり。詳言すれば先づ混合給炭劑を用ゐ普通の方法に依り炭滲を施すときは、極めて炭素集中量を高からしむるか故に、次て單に一酸化炭素粒狀炭素を含ますのみを用ゐて作業を繼續するに在り。是の法に依れば始め得たる炭素最大集中量は一酸化炭素の分布作用に依り所要に適する如き最大集中量に低減すへし。第六圖にはギオリチイ氏の實驗せし結果を圖示せり。

炭素

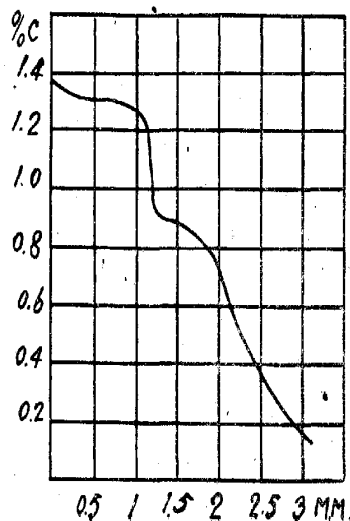
〇・一二%

硫黃

〇・〇二%

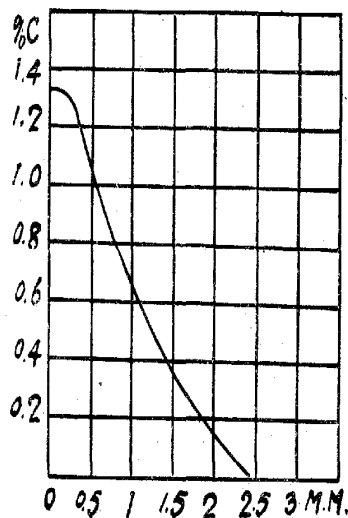
第四圖

エチレンを用ゐる4時間
華氏1920度に於ける炭滲



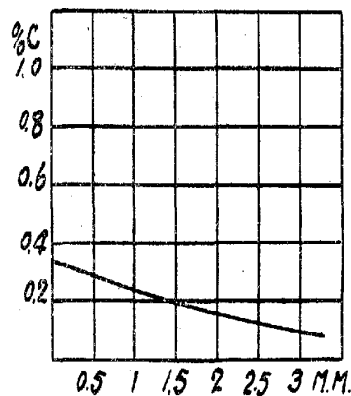
第二圖

エチレンを用ゐる5時間
華氏1830度に於ける炭滲



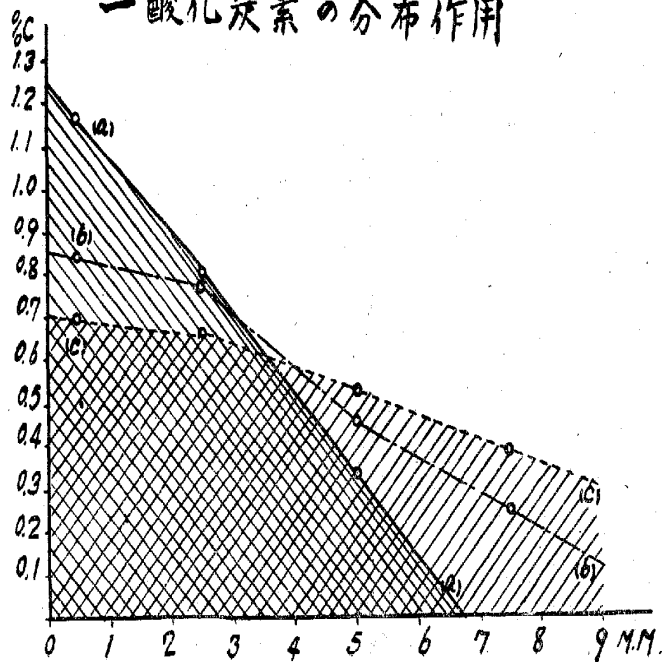
第一圖

一酸化炭素を用ゐる
10時間華氏2010度
に於ける炭滲



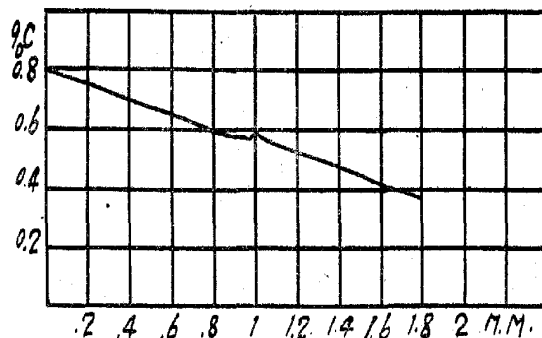
第六圖

一酸化炭素の分布作用



第五圖

一酸化炭素に3.1%エチレンを
加へて炭滲し中間に属する硬化
地帯に於ける炭素遞減状況



供試鋼の成分

滿 儉

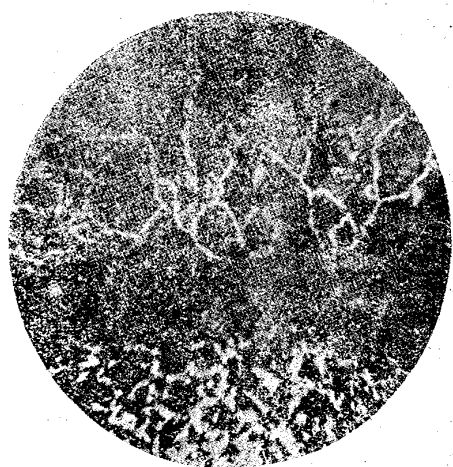
〇・四七%

〇・〇三%

硅 素

〇・〇六%

a 曲線は混合給炭劑を用ゐて、華氏二〇一〇度に於て一〇時間の炭滲作業後に集中せし炭素の深さを表はし、b 曲線は同一温度に於て遊離したる一酸化炭素中に、五時間前記の鋼を再加熱したる後の結果を示し、c 曲線は亦同一温度に於て遊離したる一酸化炭素中に、更に五時間加熱したる後の成績を現はすものなり。斯の如く三條の曲線は一酸化炭素の作用に基き漸次に其の形狀及位置を變したり、要するに是等の方法は危険多きハイパー、ユウテクトイド地帯の發生を防止し得るのみならず、亦同時に曩に示したる中間に屬する硬化地帯より悉く收め得べき利益をも與ふるものとす。

ハイパー、ユウ
テクトイド

ユウテクトイド

ハイパー、ユウテ
クトイド

第三圖

炭化水素にて炭滲せるもの