

にして此の面積上一時の雨の重量は六六四封度なり、若し此の十二噸の骸炭を乾燥するものとすれば一時の雨か落たる後に於ける骸炭水分の百分率は二四パーセントなる可し、骸炭運搬車は其の重量二八封度以内なるか故に普通の秤量機に依り秤量するを得べく、又天候の狀態に關係する事項は前述の如く有效なる物として採用すれば天候の結果の眞の測定を妨く可き實驗上の困難はなかる可し、A. Huserer (J. Iron and Steel Inst., 1895, i., 329) か二種類のコークスを比較せる所に依れば二・五一パーセントの水分を含む Huserer コークスは雨天二日間の後四五パーセントに増加せられ、又五・一三九パーセントの水分を含む otto-Hoffman コークスは同條件のもとに於て九五パーセントに増加せられたるを見たりと述べたり、然るに此の條件は他の場合に適用せんとする充分詳細なる數字を與へざるのみならず此の問題を解決する數字無きか如し。

鋼の炭滲及表面焼入れに就て (一)

Machinery. Vol. 26, No. 5. By S. P. Rockwell.

T O 生

自動車製造業の急劇なる進歩に伴ひ、鋼の炭滲及表面焼入れ作業は過去十年間に驚くべき程度に發達せしか、是等の徑路を知らむには現時に於ける斯業の狀況を詳細に述ふるを必要と認むるか故に、余は次章に於て鋼の炭滲及表面焼入れ作業に採用せらるゝ各種の炭滲劑、其の裝置並之か實施の方法を説かんとす。然れとも余か記述の目的は實際熱取扱に従事し、而も冶金の原理に精通せざる人々に理解せしむる趣旨に外ならされは、其用語は可成的平易なるを、専門語の使用を避けたり。

簡単に定義を下せば表面焼入れとは鋼の表面に含む炭素量を増加する法にして、斯く取扱はる鋼

は一般に炭素量低く、普通の焼入れ温度に加熱したる後冷却槽にて急冷し、爲に硬質に成り得る迄表面の含炭量を増加せしむるに在り。是を以て表面焼入れなる語は鋼より成る一部分の表面或は膚の硬化を意味す、換言すれば表面の含炭量を増す法は炭滲にして、實際の硬化法は即ち表面焼入れなりとす。一般に鋼は含炭量多き物質と接觸せしめ之を加熱すれば、後記の元素は鐵に對する親和力強きか故に、鋼の表面に在る鐵と結合する機會あるを以て自然其の量は増加するなり、而して鋼の炭滲に使用する材料と炭滲劑 (Carburizers) と稱す。

炭滲劑は普通に其の主成分たる一酸化炭素瓦斯を發する炭質物にして、他の發散瓦斯は全く不純物なり。木炭、骸炭若くは何物にても空氣の少量を通して燃燒すれば、木炭或は骸炭に焦け付く所の物質も亦一種の炭滲劑たるを失はず。然るに是等の物質は一酸化炭素瓦斯の如くに發散容量及其の強度を調整し得るか故に凡ての場合に應用せられず、是を以て炭滲劑即ち發生素 (Generator) の稱ある骸炭若くは木炭の製品に接觸作用を起す或種の藥品を加味するを常とし之を活力素 (Enginizer) と名づく。要するに活力素は發生素より放散する瓦斯の容量及其の強度を若干調整する用を爲すと雖、實際炭滲作業を行ふに當りて自らは一定の力を與へざるなり。

炭滲劑の種類

嚴密に論すれば炭滲劑には標準とすべき四種類あり、是等を物理的形狀より區分すれば次の如し。

- (1) 粉末狀にして發生素及活力素共に粉末とし互に混合せるもの。
- (2) 小粒狀にして發生素及活力素共に粉末を成せるも、互に兩者を混し一種の結合劑にて小粒とせしもの。

- (3) 小球狀にして發生素は實體の炭質物より成り、之に結合劑を用ゐ活力素を被包したるもの。
- (4) 小球と粉末劑とより成り、發生素は粒狀を成す實體の炭質物にして粉狀のものは活力素とす。

然れとも粉末狀活力素の若干量を一時に採用する時は亦發生素の作用を爲すことあり、而して坊間に鬻く所の炭滲劑は上記の四種類に對し、各其の配合を變し混合せしものに外ならされは、敢て作業上夫々偉大の價值ありとは保證せられず。

又前記の炭滲劑以外に幾分炭滲の効果ありとし今日使用せらるゝもの二種あり、骨炭及革炭即ち之なり。骨炭は球狀劑の一種に屬し、炭化アンモニウムと成り活力素として骨炭中に含有せらるゝは此の例外なり、若し紅烙せる骨炭に注水する時極めて著しくアンモニア瓦斯を發す。革炭は粉碎し易きに因り粉末劑の一種に屬し、活力素としてはシャンと成り革炭中に包含せらる。

木炭、骸炭及石炭は發生素其のものに外ならされは、是等を炭滲劑の部類に列せしむるは妥當ならず、加之是等は鋼に侵入し其の表面を組成する炭素侵徹の程度並之か量を調整すること容易ならざるなり。市場に於て實用的炭滲劑として販賣するもの頗る多く、就中發生素として採用せらる物質は軟硬兩質の木炭、獸炭、骸炭、石炭、ビーンズ、ナッツ、骨若くは獸革或は是等の各種を配合せしものに過ぎず。又活力素としてはバリウム、シアン並にアンモニア化合物、各種鹽類、曹達灰或は石灰及ハイドロウカーボンオイル等なるへし。而して是等の化合物に關しては配合上何等秘密の存するなきも、炭滲劑を選定するには主として現に著手せんとする加工品に對し提供材料の適否、加工品を廢物たらしむるか如き不純物の有無並に之か製造會社の製造上經驗の有無等深く顧慮せざるへからず。然るときは常に均齊の製品を得るなり。

市場に販賣する化合物は使用者之を、自製するに差支なしと雖、次の事項に留意せされは經濟上却て有效ならざるへし。

一 炭滲劑製造者は専門なるに拘らず、之を自製せんとするは、劑を組成する各成分に對し要求大なるに因るや。

46.

二 自家製造の爲には混合機其の他萬般の設備を爲さるへからず、且工費を要す而も尙之を償

ひて餘ありや。

三 自家製造に供する原料は果して品質均齊なるを保證し得るや。

四 常に不變の混合劑を得るのみならず、製品に對する強度の均齊を期し得らるべきや。

炭滲劑の選定

炭滲劑の選定は加工品の所要仕上程度に重大の關係を保ち、高級の生産品を取扱ふに當りて炭滲劑に不純物を含むときは、之が完全なる結果に多少の影響あるを以て大に注意せざるへからず。元來硫黃及磷は共に炭滲作業中困難を惹起する不純物なるが故に、最大の障礙物なりと看做さる。然るに硫化水素の變形せるものを往々活力素として應用することありて、斯の如きものを加味せる炭滲劑に水を灑くときは必ず蒸氣を發散すへし。又基劑或は活力素として骸炭及石炭を含有する炭滲劑は硫黃並磷を含むこと多し。獸骨及革も前記の二元素を含むも、骨の殘渣は磷化カルシウムなるに反し、革を揉すには往々藥品を用ふるが故に是等の元素を含むは勿論なり、而も鋼に對し有害なるには、如何なる程度に二元素の含有を要するか未だ解決せられざるなり。然れども製鋼家は可成的硫黃及磷の成分を低量ならしむることに努力しつゝあるに際し、是等の不純物に鋼を委するは不得策なると明かなり、例令は鋼の表面に硫黃の侵入して滿俺と結合するとせば硫化滿俺を組成すへし、而して鋼の頗る脆弱なるは往々硫黃の注入に原因することあり。

炭素の侵徹を迅速ならしむ爲、時に炭滲劑中に藥品を混合することありと雖、藥品必しも不純物にあらず、要は鋼の内部に及ぼす影響如何に關係するのみ。是を以て若し表面の硬度を得んとを望み、之が強度並摩耗性に重きを措かざる部品を製する場合には、決して高價の劑を購ふに及ばざるなり、斯の如き加工品は恐らく不純物の爲に危險に陥るとなきを以て、若し他方面より其の利害を打算し經

濟的なれば、其の種類の何たるを問はず、發生素と活力素とより成る炭滲劑を用ゐて可なり。然れとも大抵炭滲を要する加工品は摩耗及衝擊に堪へんことを要するを以て、斯の如き場合は極めて稀なり。嘗て大型の壓螺子製造に従事する一工場に於て、球軸承部品の製造に用ゐる良好なりと推奨せられたる炭滲劑の實用せしに果して優秀の結果を收め得たるも之か爲、高價を拂ひたり、然るに此の壓螺子は一吋の數千分の一に當る深さ丈、表面の硬質なるを要し、其の深さと螺子の大きさとの比は、之か強度に何等影響せざる程極めて小なりしかば、其の後に到り前價格の約二分の一に當る廉價の炭滲劑を使用せしに、爲に獲る所の結果は悉く仕様書に適應せりといへり。

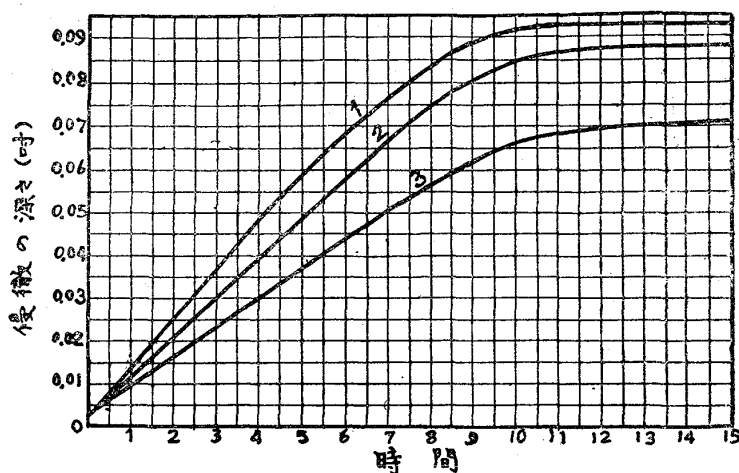
炭素侵徹の深さ及其の速度

頗る深く表面の硬質なるを要求する部品に對しては、必ず之に伴ふ永續性及持久力ある炭滲劑を用ゐざるへからず、詳言すれば稍々大なる寸度の球軸承部品の如き二分の一吋の深さに炭滲し、又ブラッグゲージの如き深く加工し置くときは、摩滅後之を研磨し稍々小型のものに變形し得るの便あり、而も斯の如き部品の炭滲は長時間を要するか故に、之に使用の炭滲劑は作業間充分多量の瓦斯を發生し得る性質のものたらざるへからず。若し此の種類の加工品に對し骨炭を使用する時は、直に其の炭滲性を失ひ却て鋼に脱炭を誘起するに到らん、然るに活力素としてハイドロカーボンオイルを加味したる細粒の炭滲劑は大に此の用途に適すること、バリウムを配合せる粗粒のものに勝るか如し。又深く炭滲を施せる加工品に對する實驗に徴すれば、炭素侵徹の量増加に伴ひ發生瓦斯は徐々に其の量を減せざるへからず、何となれば炭素侵徹の深さ大なるに従ひ其の作用益々緩徐なればなり。

第一圖表はバリウムを活力素として加味せる炭滲劑侵徹の深さと時間を示し、第二圖表はハイドロカーボンオイルを活力素として加へたるものゝ深さ及其の時間を示せるなり。今是等の圖表を比較するに、第一圖の三曲線は第二圖のものよりは侵徹の速なるを現はすと雖、却て後者は之か侵徹の

速度前者の如く急劇に衰へざるを觀る。而して曲線は同時に同型の炭化匣より抽出せし試料に對する炭素侵徹の速度を現はせるなり、換言すれば曲線1は冷間壓延桿を採り打撃に依り之を破碎し之

第一圖



か炭素侵徹の深さを檢し、曲線2は同一桿を琢磨し硝酸を用ゐて腐蝕したる後檢鏡せるものなり、曲線3は球軸承レース、ウェイの凹面を現はし1、2の兩曲線に比較すれば外見上侵徹の深さ遙に劣れるか如きも、後章に此の誤見の現象に就き説明せん。而してバリウムを活力素として加へたる炭滲劑を用ゐる取扱ひし部品は、十四時間三十分加熱し爐に保留すること實に十九時間なり、然るにオイルハイドロカーボンを活力素として配合せる劑にて處理せし部品は、十一時間炭滲に服し爐内に保留すること十三時四十五分にして、二者共に爐の溫度は華氏一、七〇〇度なり。

要するに炭素吸収作用は炭滲劑の炭素を含むこと多量なると、被層の厚さを増すとに因りて阻碍せらるるを以て、若し之を酌量せざる時は炭素は鋼の表面に堆積して周縁に斑點を呈し、遊離セメントタイト及熔體より投げ出されたる炭素を現はすことあるへし。

炭滲劑粒の大小は加工品の寸度に據る

炭滲劑の粒の大小は専ら加工品各箇の大きさに據り支配さるべきものにして、決して粒は各箇の最大容積より大なるへからず、而も往々炭滲の徑路は接觸に基づき瓦斯の作用ならずとの推測より、大なる加工品に對し粉狀の炭滲劑を採用することあり之れ實に謬見なりとす。然れども粉劑にて加工品の小孔を塞ぎて空氣、或は瓦斯の停滯を防ぎ、熱に曝露したる全體面に瓦斯の循環を普ねからしむ

るは可なり。又粉狀劑の分子は粒狀に比し分子緻密なるを以て、概して收縮すること少なりと雖、分子の密なるに従ひ毎噸の容積小なるか爲、却て毎立方呎の價格大なるへし、加之粗きものゝ如く炭滲匣の中心部迄熱の傳導すること容易ならざるか故に、縱令炭滲匣、加工品及爐の狀態等しきも鋼の炭滲

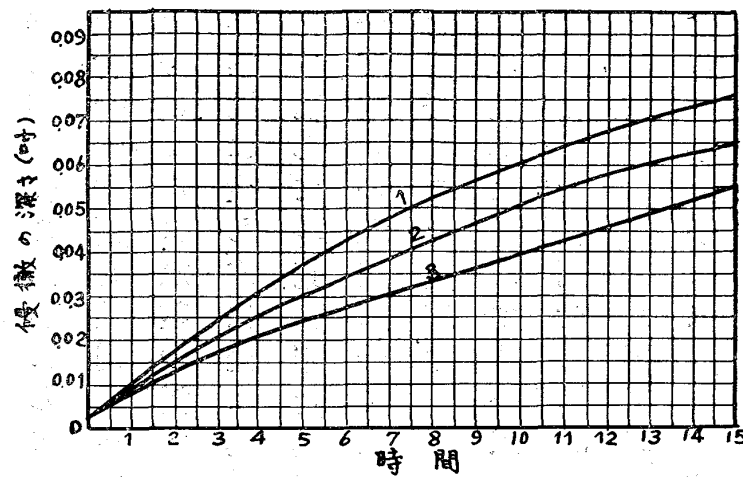
作業は直に開始せられず、今之を説明せんに、粗き劑を使用するとき熱は炭滲匣の外側を経て、先づ匣に接觸せる炭滲劑に傳はり之を熱して瓦斯を發散せしむれば、此等の瓦斯は熱サイホン作用に依り、自熱を匣中心部の上下方に移動せしむるを以て、遂には均齊に其の全體を加熱するに到る、而も粉劑より生ずる瓦斯は多く匣中心部の上方に移動する傾向あり。

多量の藥品を含む炭滲劑の使用を避くへし

局部炭滲を行ふか爲、加工品に銅鍍金を施したるときは、多量の藥品を含む炭滲劑の使用は避けざるへからず、何となれば如何に良好に鍍金したる加工品なりとも、使用に適する劑は極めて稀にしてバリウム、アンモニウム及類似品を活力素として配合せる炭滲劑は銅を敗りて炭素の侵徹に委すること、明かなり。然れとも骨炭は此の普通規則の例外に屬し骨炭、木炭を基劑とし、活力素として炭は此の普通規則の例外に屬し骨炭、木炭を基劑とし、活力素として炭好の成績を收むることを得へし。

嘗て球軸承構造用部品にして銅鍍金を施せる加工品に對し、適當の炭滲劑を製する爲、實驗を行ふに當り、木炭及蔗糖炭を基劑に採用せしか、元來此の種加工品に對する仕様書は炭素侵徹の深さ六十

第 二 圖



四分の三吋乃至八分の一時にして、表面の厚さ〇、〇〇五吋に相當する部分を分析し炭素含量〇、九乃至一％たることを要求せるものなりき。然るに前記試験の劑は到底〇、八％以上の炭素量を與ふる效力なきものたるか故に、或種の活力素添加の要を認め鹽化アンモニア溶液を加へ、更に炭素量を増さんとし其の多量を加へたりしに、結局侵徹の速度を大ならしめ遂に銅鍍金屬を全く敗壞するに到れり。

炭滲し終はれる部品にして之を研磨するなく單に琢磨に附すべきものに對しては、決して多量の藥品を含む炭滲劑を使用すべからず、何となれば夫等の部品は仕上面を良好にし且小凹痕の存することを許さるに、或種の活力素は鋼面に多く小孔狀の痕跡を遺すことあればなり、斯の如き現象は炭滲作業間に生し、或は既に與熱前化學的炭滲劑に接觸せしのみなるに即ち發錆作用に依り生することあり。而して發錆作用を起すときは往々加熱間に酸化層を生ずることあるも、部品を冷却するか或は一定範圍の溫度に於て之を處理せば酸化層を除去し得へしと雖結局加工品の表面に亂雜なる斑點を附著するを免れず。

齒輪の炭滲に従事する一工場は、從來アンモニアとシアン化合物とを混合せる強烈の活力素を配合せる炭滲劑を使用せしに、炭滲後に齒輪は薄き柔軟なる純白色の外皮にて被覆せられ、之を琢磨し或は鐵線刷毛にて搔き落す時其の被覆の大半は除去せられ、齒輪の表面に光澤を發することを得るも、外皮の細小分子は依然鋼面に附著し鐵線刷毛も其の用を爲さざるのみならず、殘留したる分子は齒面より少しく盛り上り變色する缺點あるを以て、前記炭滲劑の使用を廢し他の種類に變更せしといふ。又或スケート製造工場にても前例に類する實驗を嘗めたりしか、基劑には木炭を採用し之に活力素として炭化ナトリウムを配合したる炭滲劑を使用せしに、仕上げたる製品に黒色の煤を附着するか故に琢磨に依り之を除去し或は亞爾加里若くは酸洗滌を施すか爲、大に作業の進捗を阻碍した

りといへり、依て余は指定の炭滲劑を用ゐる試験せしに、其の結果は果して實驗談と同一なりき、而して是等の部品に對し世に適當の劑と認むるもの種々あるへきも、就中木炭を基劑とし活力素には炭化バリウムを配合せしものを用ふれば、之か成績良好にして煤、凹痕或は薄膜を生ぜざる美麗の表面を得へしと信するなり。

炭滲劑の持久力

炭滲劑の持久力如何は、取扱ふ加工品の求むる炭素侵徹の深淺に關係あるを以て當然顧慮すべき重要事項なり、依て斯る場合には二種の炭滲劑を區分し使用するは經濟的なりとす、何となれば深く鋼面に炭滲する劑は淺きものに比し炭素の侵徹緩徐なるか爲なり、之を以て或製造工場にては四時間乃至十五時間平均十時間の加熱を要求するか如き加工品に對しては、普通活力素として炭化バリウムを配合し木炭を基劑とする炭滲劑を使用し、加熱毎に劑を篩分したる後新劑約八分の一乃至八分の七を添加し、約八〇時間の持久力を保たしむるを一般とす。又球軸承用の或部品を深く炭滲するに、上記の炭滲劑を採用せば二十五時間乃至三十時間を経るに、既に炭素侵徹作用は停止し却て加工品の脱炭することあり、而も炭滲劑に含む此の種活力素は與熱上一時其の效力を失ふも、若し高温度ならざる時大氣に曝露せば、之より一酸化炭素を吸取し尙永く再用に堪ふるは興味ある事實たり、要するに球軸承用部品を炭滲する場合に木炭を發生素とし、之にオイルハイドロカーボン若くはシアン化合物を活力素として配合せる中等粒のものを使用するときには作業頗る容易なり。又シアン化合物を活力素に配合せる炭滲劑に對し、之か使用前華氏約一、六〇〇度附近の溫度に於て短時間初熱を興ふれば、却て之か初度の收縮を防遏し一〇〇時間以上の加熱に堪ゆることを認められたり。

炭滲劑の收縮

或程度迄炭滲劑の收縮するは不可なしと雖、甚たしきときは匣内の加工品を大氣及爐より發生す

る瓦斯に曝露し、其の結果酸化せしめ易き弊あり。又之に反し收縮極めて少なるときは、過剰に填充するか或は瓦斯の發散を妨け、徒らに固體物を瓦斯狀に化せしむのみにて効果を收むる能はざるへし。良好の炭滲劑とは熔渣を残すことなく完全に瓦斯に變すると同時に、鋼の吸收する爲、成分不變の瓦斯を充分に放散するものなり、然れとも之れ理想にして、到底斯の如きものを求むる能はず。骨炭は著しく收縮せざる炭滲媒介物の一なるも、多量に無用の熔渣を残し且深く炭滲を要する加工品には適せざるなり。炭滲劑の收縮程度は大に炭滲匣密閉の方法及匣の形狀如何に依り調整せらるに拘らず、從來骨炭の使用者は多く匣を密閉せざるか故に、普通種類の炭滲劑と其の優劣を比較するに當り、匣を密閉せざる結果收縮甚しく爲に不合格となることあり、之れ炭滲匣の密閉不適當なると共に市井の炭滲劑には活力なき填充物を若干含むか爲なり。然るに若し品質良好の劑を填充し匣を一様に密閉して其の封緘を吹き脹らすか若くは破ることなき程度に瓦斯を發散するを以て足れりとせば、瓦斯に變形し得べき物質約六五%を含む炭滲劑の使用は頗る經濟的にして、後章に記述する換置式及ニッケルクローム製の炭滲匣を使用せは之れ敢て實施し難きにあらず。

從來骨炭製の炭滲劑を使用し來れる一工場に於て、市井販賣に係る多數のものに就き實驗せしに悉く失敗に終はれることありたり、依て之を調査せしに炭滲匣に對する密閉方法大に粗漏にして、僅に小鐵板にて之を蓋し四方に一時乃至二吋の空隙を存したる以て、爐内の瓦斯は自由に匣に竄入し劑の消耗を促すのみなりき、而も健滓工は匣の密閉法を改むるとに反對し約六五%の活力なき物質を含める特種の炭滲劑を補足せり、然るに斯く多量の活力なき物質を含むものは、骨炭製に比し著しく收縮の少なること明にして、立方呎に對する重量も輕きに拘らず、前者と等しく適度に炭素は侵徹し其の持久力も永かりしかは、全然健滓工は此の特種炭滲劑を信用し尙經濟たらしむる見込を以て粘土にて蓋を封することに同意せり、而して偶々此の要領を實施すると同時に、唯僅に無活力物質

を含む他の模範炭滲劑の提供せられしか爲、之を應用し佳良の成績を挙げたり。然るに其の當時施されし各種の實驗に於て匣密閉の爲に骨炭の持久力三〇の増加を認めたるは頗る注目すべき事項なりとす。

急速侵徹の影響

往々商賈は急速侵徹の語を妄用するは實に嘆すべきことにして、侵徹の速度は發生する瓦斯量と加熱溫度との割合に關係あるを以て、侵徹極めて迅速なりと主張する劑と普通なる炭滲劑七五%を含むものとを試験し、初回三二分の一時に對する侵徹の速度は兩者等しきことを現はせしか故に、急速なる語は敢て注意を喚起するに足らず、而も往々眞に侵徹速度の大なるものあり。又過度に侵徹の迅速なる炭滲劑は多量の藥品を含み、或は自己消耗の速なるに據り持久力を缺き小部品に對しては侵徹の深さを測り得ざる等の缺陷ありて、却て其の利點を減却することあり、或は炭滲匣に於ける内部燃焼の爲、迅速の侵徹を起すことあり、斯の如き場合には加工品の溫度は爐の溫度より稍々高かるへしか故に、其の結果の不良なるは明かなり。

合成的活力素を配合せし骸炭基劑の炭滲劑は極めて侵徹迅速なりと大に廣告せらるゝも、少くとも余の知れる三工場に於て之を採用して實驗せしに、炭滲匣の外側に何等過熱の徵候を示さるに、既に匣内の加工品は熔融せりといへり、而も其一工場に在りて余は終始加熱状態を目撃せしか故に、當時爐の溫度は決して華氏一、七五〇度を超へず、且バーナーより發する火焰は炭滲匣に接觸せざるを保證し得るなり。

炭滲劑の購求及其の比較

通常炭滲劑は噸單位にて購求し、立方呎單位にて使用するを以て、之か製造者は可成的輕量のもの を供給し、同時に收縮其の他持久力に關する要件を充實せんとす。然るに一噸當り六〇弗の骨炭は若

し他の條件悉く同一なりとせば、却て一噸の價格一〇〇弗に當り正味七五方呎を含む他の炭滲劑より遙に高價なり、何となれば炭滲劑一噸の容量は四〇乃至一〇〇立方呎にして、立方呎を價格の標準と爲す者なればなり、而して此の事實は本章に述ふる他の事項と共に閑却すへからざる參考資料と謂ふへし。

炭滲劑の甲乙を互に比較すべき適當の方法如何は往々起る問題にして、第一表は前記三工場の一に在りて三種の炭滲劑比較の爲、採用せし方法なり。A、B及Cは其の種類を示し、是等の得失を比較せしなり。

炭滲劑は先づ其の價格、容量並收縮及持久力を比較し、最後に使用の回数に依り實驗上の價值に及ぼしたり、而して第一回は華氏一、六五〇度、第二回は一、六〇〇度とし各五時間繼續加熱したるに、第一回に於けるAの收縮は三七五%、第二回は一〇・四%及第三回目は七・五%なるは注意すへし。而して是等の收縮率は第一回加熱の前後に匣の全内容物の收縮を基礎とし、各引續き加熱の準備上添加したる新材料の收縮率は第一回と同値ならざることを示せり、之れ收縮は全匣を通して等齊ならすして其の上部に當る所を最大點とする事實あるか爲なり。又各回加熱前新劑と舊劑との混合適當なるとき、是等の收縮は第一回加熱後に於ける如く甚しからず。

嘗て著名なる二十二種の炭滲劑に就き施せる試験の結果に依り、實際炭滲劑の收縮率は第三回加熱以後不變なることを確知せしか故に、其の以上の試験は行はさりしも、此の成績に基づきAは九回、Bは七回及Cは六回使用に堪ふることを推知し得へし。而して小球狀或は粒狀と成れる各種の炭滲劑に適用すべき比較試験要領は少しく上記と異なるのみ。

第二表及第三表は第一回並第二回加熱後に於ける加工品の物理的性質を示せり、第二表に就き第一回に在りてはAの成績稍々良好にして、Bを最良としCの劣等なるを知らむ。又第二回以後に於け

る成績は各大同小異にして、唯C劑にて處理せし數箇の加工品は其の表面に曹達液に浸漬すれば除去し得らるか如き煤を附著したるのみ、要するに表面の美觀を主とし、或は第一回加熱に於ける侵徹の淺さを求め、若くは工費を顧慮する加工品に對してはBを最良とし、C及Aは之に亞く。然るにAは其の後の加熱に於て鋼の中心部を最強韌ならしめ且稍々經濟的に傾き、而も製品の面は等しく美觀を呈するに到れり。又BもCに比較するときは遙に經濟的なことを認め得たり。

第一表 數種炭滲劑の價格及其の繼續性比較

各種の比較

炭滲劑の種類
A B C

一噸に對する價格

(弗) 九〇・〇

九〇・〇

九〇・〇

一封度に對する價格

(仙) 四・五

三

三

二三一立方吋の重量

(封度) 五

四・二五

四・三七五

二三一立方吋に於ける單位容積の數

八

八

八

一噸に對する立方呎

五三・二

六二・八

六一・一

立方呎に對する價格

(弗) 一・六九

〇・九五五

〇・九八二

每匣單位容積の數

二四

二四

二四

第一回加熱後に於ける匣の單位容積の數

一五

一四

一四

第一回加熱に失ひたる單位容積の數

九

一〇

一〇

第一回加熱に於ける消費率

三七・五

四一・七

四一・七

第二回加熱の爲、匣に添加したる單位容積の數

九

一〇

一〇

第二回加熱後匣に存せし單位容積の數

二一・五

二一

二〇

拔鋼 鋼の炭滲及表面焼入れに就て

四九五

第二回加熱に失ひたる單位容積の數

第二回加熱に於ける消費率

第三回加熱に於ける消費率

炭滲劑の持久力(加熱回數)

劑の使用回數に基づき計算したる所要量の價格(弗)一〇

一匣に要する劑の立方呎

全加熱回數に對する一匣の價格

各回の加熱に對する一匣の價格

一匣に對する劑の消費價格(第一回)

同 右(第二回)

同 右(第三回)

第二表 第一回加熱後に於ける加工品の物理的性質比較

各種加工品の物理的性質

表面に於ける炭素侵徹の深さ

炭滲匣を急冷したるとき加工品の外觀

炭滲匣を冷却したるとき加工品の外觀

加工品琢磨の比較外觀

強韌度 (比較)

硬度 (比較)

	炭 滲 劑 の 種 類		
	A	B	C
表面に於ける炭素侵徹の深さ	三	一	二
炭滲匣を急冷したるとき加工品の外觀	美なり	頗る美なり	清淨ならず
炭滲匣を冷却したるとき加工品の外觀	鈍白色を帶ふ	斑斕を現はす	煤にて汚れたり
加工品琢磨の比較外觀	二	一	三
強韌度 (比較)	一	一	二
硬度 (比較)	一	二	一
第二回加熱に失ひたる單位容積の數	二・五	三	四
第二回加熱に於ける消費率	一〇・四	一二・五	一六・六
第三回加熱に於ける消費率	七・五	九	一〇・七
炭滲劑の持久力(加熱回數)	九	七	六
劑の使用回數に基づき計算したる所要量の價格(弗)一〇	〇・四	〇・四	〇・四
一匣に要する劑の立方呎	(仙)六七・六	三八・二	三九・二
全加熱回數に對する一匣の價格	(仙)七・五	五・四五	六・五五
各回の加熱に對する一匣の價格	(仙)二五・三五	一五・九三	一六・三八
一匣に對する劑の消費價格(第一回)	(仙)七・〇三	四・七八	六・五二
同 右(第二回)	(仙)五・〇七	三・四四	四・二〇

第三表 第二回加熱後に於ける加工品の物理的性質比較

各種加工後の物理的性質		
炭 滲 劑 の 種 類		
A 炭	B 滲	C 類
表面に於ける炭素侵徹の深さ	一	一
炭滲匣を急冷したるとき加工品の外觀	頗る美なり	美なるも幾分媒にて汚れたり
加工品琢磨の比較外觀	一	一
強韌度 (比較)	一	二
硬度 (比較)	一	二

歐洲の石炭缺乏

前世紀の末頃迄英國は石炭の産額に於て世界最優を唱へ居たるも爾來米國之に代はり今日に至れり、併し一九一四年に至る迄英國は最大の石炭輸出國にして一九一三年には全世界に亘り七千七百萬噸を産出せり、英國鐵山視察官の談に依れば一九二〇年の産額は一九一三年に比し七千萬噸の低減を見るべく若し石炭使用に關する制限を撤廢する時は内地の使用額激増の結果輸出に對しては僅々七百萬噸位を残すのみに至るべしとの事なり、佛國は獨逸人の爲めに各鐵山の産出を損失せるのみならず熟練せる坑夫の多くを失へり、ザールの石炭地もアルサス、ローレンの歸還も此現状を救ふに由なるべし、新に採取されたる石炭の大部分は該地方の各工場に供給せらるゝを以てなり、而して結局佛國は二千萬噸の缺乏を見るに至るべし。獨人は自國に於ける炭坑を自家用に供給し來りしを以て同國は約一千三百萬噸の不足に過ぎざるべし。某専門家の言に依れば歐洲にて最も英國より石炭輸出額減少の打撃を受けるは伊國なるべしとの事なり、同國は一九一三年に於て英國より一千萬噸に及ぶ石炭コークス及び練炭を輸入せり。石炭輸出國として英國に次ぐは獨逸なれ共、最近非常に減退を示し年額五千萬噸の減少を示すべく豫期せらる、一九一四年以前に於て獨逸は約三千五百萬噸を輸出したるを以て將來多少の輸出を爲し得べしと思爲せらる。大勢斯の如き状態にて全歐洲は米國に向つて石炭の補助を得んとしつゝあり、而して合衆國全體の鐵區は約三十一萬平方哩と豫算せられ居るも同國も亦他と等しく勞働問題に障礙され居るを以て今年の産額は九萬乃至十萬噸の減産を來す可し、然れども近き將來に於て機械的新法に依り石炭の産額を急増せしめ得べく又米國へ向つて移民も次第に増加し坑鐵地方にも漸次新坑夫の補給を爲し得るに至るべし、米國運輸局に於ては米國は世界に對し八千百萬噸を輸出する必要ありと豫算し居るも戰前に於ては其輸出額は二千萬噸を出でざりき。次に考慮すべきは是等石炭運搬の方法にして米國運輸局石炭輸出部長セイント氏曰く今年冬期に於て全世界の要する石炭は一億八千萬噸にして其内九千八百萬噸は米國以外の國より供給され得べく米國より二千萬噸を供給し得るも尙世界は六千二百萬噸の不足を生ずべし、而も此石炭運搬たるや却々容易なるものに非ず、歐洲の各國民は他の目的より其汽船を割きて之を米國石炭業に供せざる可からずと。