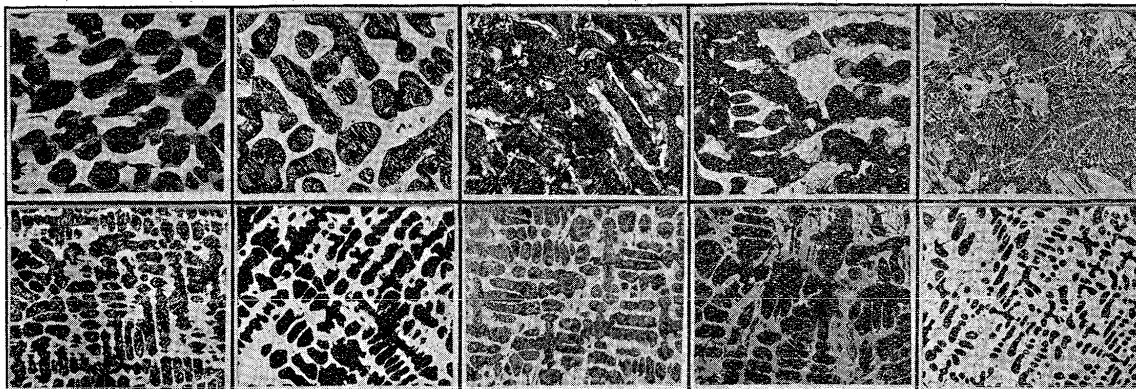


第180圖 W-7 砂型 第182圖 W-8 砂型 第184圖 W-9 砂型 第186圖 W-10 砂型 第188圖 W-11 砂型



第181圖 W-7 金型 第183圖 W-8 金型 第185圖 W-9 金型 第187圖 W-10 金型 第189圖 W-11 金型

鐵鋼の研究及び検査に對するスンプ法の應用

谷 口 光 平 *

上 田 哲 三 *

APPLICATION OF "SUMP" METHOD ON THE STUDY OF IRON AND STEEL

Kohei Taniguchi and Teuzo Uyeda

SYNOPSIS:—Recently a new testing method for an opaque body called "Sump" was invented by Mr. J. Suzuki, the spelling of which came from the capitals of Suzuki's Universal Micro Printing. In this method we require no test pieces cut from body as in ordinary microscopic examination, but only use celluloid, giving some plasticity with a solvent like amil acetate, and directly stick it tightly on any surface. Soon after we tear it off from the body and bring it under a common simple microscope getting a precise micro-structure very clearly.

The writers tried to apply this method to iron and steel and designed a small portable box which contained in good order various etching and cleaning reagents etc., and went out to many works with this box and with a small grinder to take various Sump printings.

In the first time we studied the technical skill of gaining clear micro-structures for steels of carbon 0.06 0.24 0.43 0.60 % to find that the polishing degree of test surface is almost the same with common microscope samples but requires some deeper etching to get clear structures of their ferrite and pearlite etc., and even for quenched steel we could see clearly in Sump printing those fine structures of martensite and troostite etc. in 500 magnification, and on the other hand various flaws of steel were also revealed distinctly by this printing. Next, for grey and white cast irons we could find their structure and small blow holes more easily, and especially in the former the difference of graphites and holes which has been very difficult to distinguish in ordinary metal microscope, appeared very clearly as graphites were white, holes were black, and is very interesting for cast iron investigators. Furthermore we succeeded to apply this method on the testing of defects, structures, or homogeneity of heavy materials e. g. chilled iron rolls etc.

Thus in this method we could prove the possibility of examining and studying the structure, cracks etc. very simply for iron and steel without any distinction of their size and form, with no fear of spoiling them.

Therefore the application of this new method will be very wide in all sides in future not only in iron and steel but also probably in all kinds of other metals.

目 次

I. 緒 言

I 緒 言

II スンプ法の原理及び一般印畫法

(1) 原 理 (2) 印 畫 法

III スンプ法に用ふる一般用具及び特に金屬研究用としての追加用具

IV 鋼製品に對する應用

(1) 各種炭素鋼の顯微鏡組織 (2) 薄鋼板表面疵の検査

V 鑄鐵品に對する應用

(1) 灰鑄鐵の顯微鏡組織 (2) 白鑄鐵の顯微鏡組織

(3) 氣泡其の他の検査

VI チルドロールに對する應用

(1) ロール表面疵の検査 (2) 各種ロールの組織

(3) ロール表面各部組織の均一性検査

VII 總 括

最近郡是製絲株式會社技師鈴木純一氏に依つてスンプ法と稱する不透明體の検査法が發明¹⁾せられて、動植物、礦物、金屬、織物、紙、木材、ゴム又は人體の皮膚等あらゆる物體の精細なる表面觀察に一大進歩を齎した。このスンプ法と言ふ名稱は鈴木式萬能顯微印畫法の英語 Suzuki's Universal Micro-Printing Method の頭文字を綴つて簡單の爲 SUMP Method とされたものであつて、その方法の特徴とする所は、從來の顯微鏡による検査法の如く殊更に試料片を採取する必要なく、薄いセルロイド板、或は或種のセルロイド溶液を直接可檢體の表面に附着せしめてその型をとるのみで、その操作は極めて簡單の上、可檢體を何等損することなく、而も印畫が正確に轉寫せられる

¹⁾ 特許第 88353 號(昭和 5 年 9 月 16 日)「物體の表面を觀察すべき透明薄膜又は薄版狀顯微鏡標本の製作法」。

と云ふのである。

而してこの方法は、その應用が科學の各方面に互つて頗る廣いものにも拘らず、發明後日も猶淺い爲、之れに關する文献²⁾もまだ比較的少なく、殊に發明の動機が製絲に關してゐた爲、吾々の關係する金屬、殊に鐵鋼方面に於ける應用がまだ餘り行はれず、只僅かに先年京大の河倉義安氏³⁾が初めて金屬顯微鏡組織に就いて二三の寫眞を示され、又西原、紀野、河倉三氏⁴⁾が金屬仕上面の粗さの檢定に應用され、又他に藥莢の検査に一寸應用された事が記さ⁵⁾れた程度である。

然るに筆者等がこの方法を親しく實習し之を平素從事する鐵鋼研究の方面に應用した所、研究材料の狀況及び研究目的の相違によつて、その遣り方に相當の工夫と技術とを要したが、併し一通り之等の技術を工夫習得した後は、各種の鐵鋼の組織の研究及び材質の檢定、或は疵の検査等に對し頗る便利で、殊に製鐵工場で最も必要を感じる大形の製品の實物研究及び検査に至つては、全く他の方法の企て及ばない非常な便利があり、可檢體を殆んど傷付けなくてその地金の組織、疵の狀況等が明瞭に判定され、現在の金屬組織學の實地應用上に一大貢獻を齎し得ることを認めたので、果して本法の實施が更にどの程度迄深く効果を收め得られるかを確かめる爲、過去半歳に互つてその研究を續け、此處にその結果の大要を述べることにした、勿論本報告に示す所はこの道のほんの手初めであり、不完全の誹は

免れ難い所であるが、只之に依つて鐵鋼界に於ける應用の可能で頗る有望なことが認められ、他日何人が之を完成してその効果を充分擧げ得る様になれば、筆者等の望はそれで充分足りるのである。

II. スンプ法の原理及び一般的印畫法

之に就いては既に脚註²⁾に掲げた文献で發明者鈴木氏が親しく説明されてゐるので、今更改めて此處に之を繰返す必要もないが、唯斯界に之を紹介する意味で、鐵鋼の研究に對し特に筆者等の氣付いた點をも加へて極く簡単に記すことにする。

(1) 原理 スンプ法はセルロイドに適當な溶劑、例へば醋酸アミール等を用ひて適度の可塑性を與へて觀察せんとする物體の表面に附着させ、乾燥凝固後之を剥ぎ取つて普通の顯微鏡を用ひて透過光線で覗くので、之により實物の表面の凸凹と全く同一のものが頗る鮮明に擴大觀察されるが、その原理はセルロイドが無色透明且非晶質で何等自身自身の組織を示さず、又前記の溶劑によつて常溫で容易に半流動體となり可塑性が與へられ、之を他の品の表面に壓し着け乾燥凝固する際收縮や膨張の殆んど無いこと、又大概の品の表面に附着しないで良く剝離すること、及び光線の屈折率(筆者等測定1.52~1.53)が空氣と都合良く違ふこと等に基くものである。

(2) 印畫法 このスンプの印畫手法には大體二つの方法がある、

第1法 導板法又は壓着法:一直徑20mm、厚さ0.1mmの圓形の無色透明のセルロイド薄板を用ひ、(後の第2圖(b)の(4)参照)一方の面に醋酸アミールを主成分として調製した特殊溶劑(薄板法溶液)を筆で塗布し、この面を直ちに目的とする物體面に指頭で壓し着け、その儘乾燥を待つた後(數分間)靜かに薄板を剥ぎ取ればよいので、この薄板上に可檢面の凸凹と反對の凸凹が寫し撮られるのである。而してこの印畫した薄板の取扱ひを便利にする爲、別の中央を圓形に打ち抜いた乳白色のセルロイド臺板(後の第2圖(b)の(1)参照)の圓形孔の上に、印畫面を下に向けその周縁に接着溶液を着けて固定させ、之を透過光線による普通の顯微鏡で覗けば、微細な表面の構造が明瞭に觀察されるので、特に金屬の様な不透明體で普通のプレパラートに成らず、之迄特に高價な反射顯微鏡を用ひて來た様なものでも、本法に依れば何等之を要せず、普通の安價

²⁾ 島津製作所パンフレット ラボラトリー第7號(昭和6年12月)p.109「鈴木式萬能顯微印畫法に就いて」。

島津製作所パンフレット「鈴木式萬能顯微印畫セット説明書」。

湯淺八郎 日本學術協會報告 第7卷第1號(昭和7年3月)「博物教育と鈴木式顯微印畫法の利用に就いて」。

石神順三 京都帝國大學皮膚科紀要 第19卷第3號(昭和7年3月)「皮膚科領域に於ける鈴木式萬能顯微印畫法(簡易組織觀察法)の應用に就いて」。

鈴木純一 パンフレット(昭和7年5月15日)「顯微鏡的觀察法に於ける新方式「スンプ」(Sump Method)に就いて」。

スンプ同好會 パンフレット(昭和7年5月)「鈴木式萬能顯微印畫法」。

岡村梅香、平松電子「纖維の顯微鏡的新鑑識法」。

スンプ同好會 パンフレット(昭和7年10月)「顯微鏡検査法の一新方式「スンプメソッド」に就いて」。

小原龜太郎「スンプと商品鑑定」。

小野虎之助「齒科醫學上に於けるスンプの利用價值」。

³⁾ 河倉義安 機械學會誌 第34卷第165號(昭和6年1月)「金屬顯微鏡組織のセルロイド印畫法に就いて」。

⁴⁾ 西原利夫、紀野久次郎、河倉義安 機械學會誌 第35卷第186號(昭和7年10月)「金屬仕上面の粗さと機械的性質との關係に就いて」。

⁵⁾ 造兵彙報 第11卷第3號(昭和8年3月)p.96「スンプの應用の一例」。

な顯微鏡で充分間に合ひ、若し萬一金屬顯微鏡専門の所がかへつて普通の透過光線によつて見る顯微鏡を持たない所では、このプレパレートの下に平滑な鏡面を置けば、之又普通の金屬試料と同様反射光線で立派に見えるのである。又筆者等の経験に據れば、保存の際前記の乳白色のセルロイド臺板を用ふると、假令用具に附屬した臺板挾正器(後の第2圖(b)の(3)参照)を用ひても、接着液の乾燥時及びそれ以後に於てセルロイド薄板及び臺板が多少反り返る傾向があり、後日顯微鏡寫眞を擴大撮影する際、その全面の平滑で明瞭な寫眞を得難くなるから、之に對しては通常のプレパレート用硝子板を用ひ、この硝子板に初め接着溶液を一面に塗つて置き、之に前記のセルロイド薄板の裏面を附着せしめるが良い。而も斯くすると更に次の様な利益がある。即ち現在スンプ法用品として賣出されてゐる前記の圓形透明のセルロイド薄板には、之を良く検査して見るとその両面に屢々多少の極めて浅い疵のあることがあり、而もそれはこの板の製造上止むを得ないであらうが、吾々の研究の如き極めて精密な實驗の目的に對してはやはり妨げとなり、何とか之を除く様工夫を要するが、前記のセルロイド臺板の代りに硝子板を用ふる方法に依れば、先づ薄板の印畫面の疵は溶剤を塗布することによつて消滅し、次に裏面の疵は硝子板に接着する際用ふる溶剤によつて大部分消失するから、結局両面の疵は殆んど除かれてこの憂が全く無くなるに至るのである、但しこの際下手をすると、硝子板に塗つた溶剤により氣泡の出来る懼があるから、手早く旨くやる熟練が要る。而してこの薄板を用ふる第1法は、表面が殆んど平面に近く而も餘り粗雑でないものに適し、操作時間も早いので頗るその應用範圍が廣い。

第2法 溶液法:一之には被膜法又は塗布法と稱するもの及び更に進んで滴下法と稱するものが屬してゐるが、説明に紛らはしいので筆者等は便宜上之等を總括して溶液法と稱した、而してこの方法は第1法の様に固體のセルロイド薄板を用ふる代りに、之では醋酸アミール等の溶剤に溶かしたセルロイドの濃厚な溶液を用ふるので、之を筆等で丁寧可檢體の表面に塗布するか、又は品物によつてはこの溶液を可檢體の表面に滴下して乾燥凝固を待ち、之を剥ぎ取つて標本とする手法で、その儘では後の取扱ひに困る際には、之を第1法の際に用ひたセルロイドの薄板に軽く附着させるか、或はプレパレート用硝子板に挾むのである。この第2法は第1法の及ばない種々の曲面、又は凸

凹甚しきものに用ひられ、更に筆者等の研究によれば、鋼の顯微鏡組織の如く極めて凸凹の少ない微細の状態を観るには特にこの方法を用ひ、溶液を極めて薄く(第1法の際使用する薄板の何分の一かの厚味)塗布すると、良くその組織を現はし得ることを認めた。

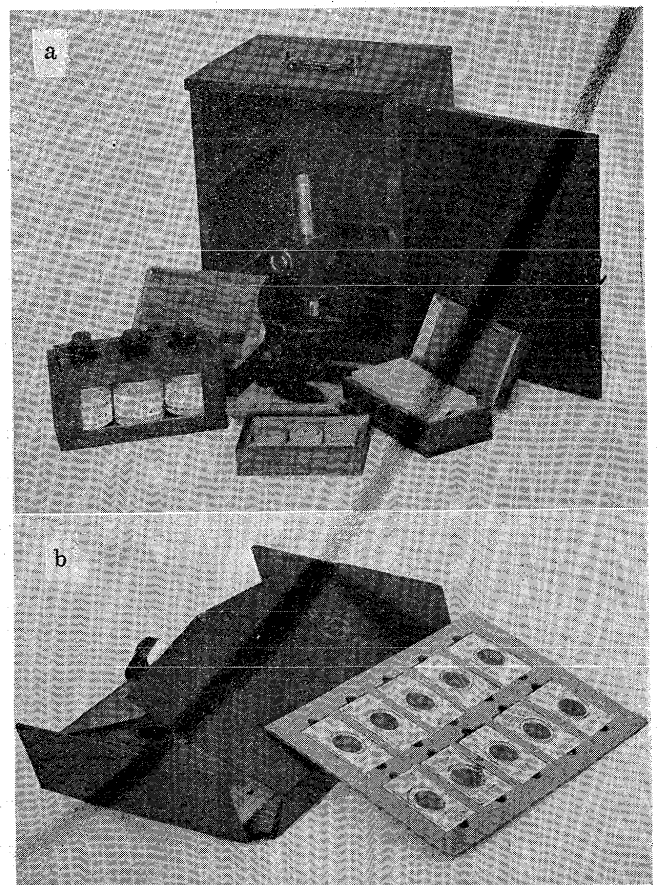
併し乍らこの第2法は前記の第1法に比し、溶液が乾燥凝固するのに大分時間がかゝり、液が少し厚い場合には2.3時間も要するので、塵埃の多い工場の作業現場等には不向であり、又遣り方が悪いと氣泡の出来る懼も多いので、成る可くは第1法に依るのが便利である。

III. スンプ法に用ふる一般用具及び特に金屬研究用としての追加用具

現在スンプ用具としては2種類あり、1はスンプ同好會から發賣してゐるもの、他は島津製作所から發賣してゐるものであるが、共に携帯式になつてゐて、その内容品は大體に於て同様である。只前者は第1圖(a)(b)寫眞の如く主として一般向に出来て中、小製、家庭等で直ちに應用され

第1圖 スンプセット(スンプ同好會製)

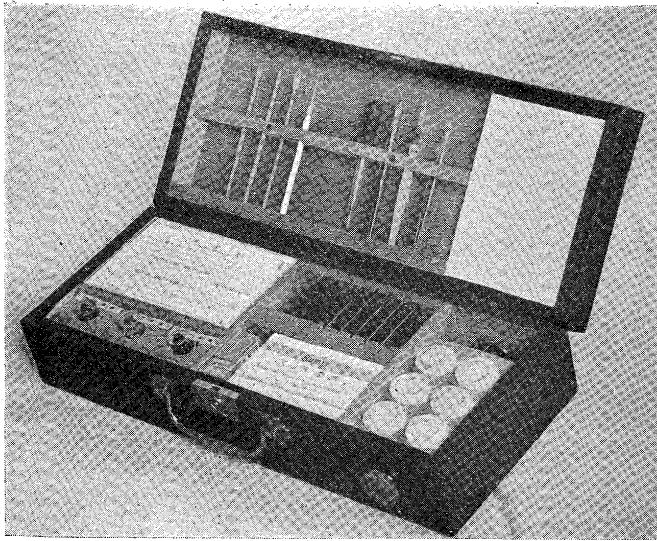
(a) 用具一式



(b) プレパレート保存容器

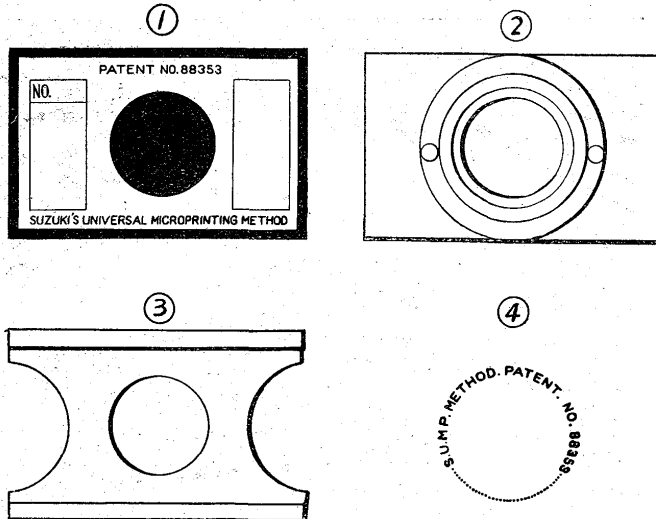
第2圖 スンプセット（島津製作所製）

(a) 用具一式



(b) スンプ薄板及び臺板挾正器

- (1) スンプ臺板 (2) スンプ薄板挾正器
(3) スンプ臺板挾正器 (4) スンプ薄板



る様小型の顯微鏡まで附屬してゐるが、後者は第2圖(a)の寫眞の如く、工場、學校等で既に顯微鏡を備へ附けてある所に用ふる様豫め顯微鏡は附帶せず、その代り他の品が色々多く充實し萬事都合良く、且携帯にも更に便なる様出來てゐて吾人にはこの方が適してゐるので、此處では之に就いて一通り説明しよう。

先づ蓋側には左方より毛筆3本、柄付針、スポイド、ピンセット(曲)解剖刀、ピンセット(直)各々1個と Memo 板が備へられ、身の方には左方より濃淡3種の溶液をガラス罐に容れ、その部の蓋に使用法を記入し、更にその上にガラス製の作業臺板を載せて使用に便ならしめ、次に中央部の手前にはスンプ臺板を多數容れた紙箱を置き、その奥には薄鐵板製のセルロイド薄板挾正器2個、同じくセルロイ

ド臺板挾正器5個を備へてゐるが、之等を取り出して示すと同圖(b)の如く、(1)は前記紙箱中のスンプ臺板で、解り易い爲下に黒紙を敷いて撮影したが、幅30mm、長さ50mm、厚味1mmの乳白色硬質セルロイド板の中央に直徑18mmの圓孔を穿つたもので、之に印畫したセルロイド薄板(4)を張り付けて永久に保存し得る様になつて居り、更に記入に便なる様圖の如く穴の左右に記入欄を設けてある。(2)はセルロイド薄板挾正器で、檢鏡時印畫後のセルロイド薄板(4)を臺板に張り付けずその儘檢鏡する際、その薄板が反り返るのを防ぐ爲直接この中に挟んで見る様に出來て居り、更に(3)は保有の爲印畫後のセルロイド薄板(4)を張り付けた(1)の臺板全體が、反り返るのを防ぐ爲之を挟む様になつてゐる。

次に再び(a)に戻つて、箱の身の右端の前方には白色セルロイド製の圓形容器が6個あり、この中には各々第2圖(b)(4)の透明なるセルロイド薄板(直徑25mm、厚味0.1~0.15mm)が50枚宛計300枚用意され、前掲第1法の薄板法の印畫標本となるのである。

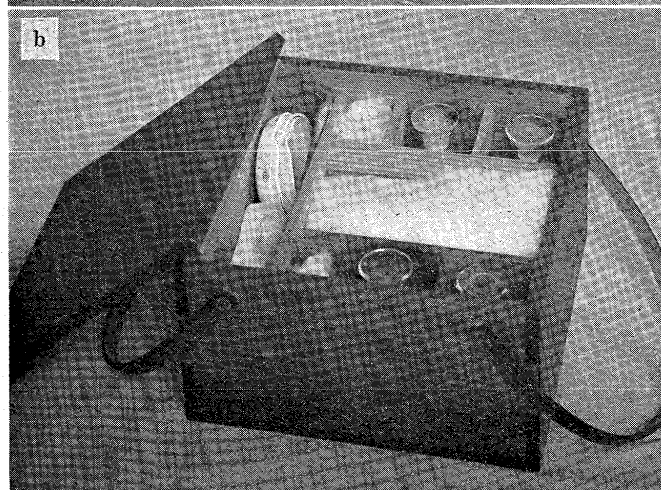
最後にこの部の奥には、寫眞では一寸解り難いが標本壓搾裝置が設けられ、箱の外部前面右側に付けられた把手を廻せば、壓搾螺子の作用で製作された許りの多數の印畫標本を此處で數日間壓搾し、以て臺板の不自然な反りを矯正することが出来る。

以上は一般用具の説明であるが、筆者等の行ふ金屬の研究では、工場内の各所に赴き検査する物體の可檢部を充分に研磨し、殊にその組織を調べて材質を云々する場合は、普通の金屬顯微鏡試料と同様その部を充分研磨し且適當に藥劑を以て腐蝕せねばならぬし、殊に鋼の様な微細な組織を検する際には、その研磨を充分行ふことが成功の第一條件であることを痛感したので、之に便なる様追加用具として第3圖(a)の様な携帯用グラインダーを準備し、その砥石の部分に鐵製の圓板を自由に取付け得る様改良し、之に粗より仕上に至る迄の各種のペーパーを貼り付けたものを多數用意し、最後は羅紗布と研磨液(酸化クロム溶液)まで備へて、丁度實驗室内で金屬顯微鏡試料を取扱ふ際と全く同様に出来る様準備した。又斯くして研磨した後は引續き之を適當に腐蝕せねばならぬので更に同圖(b)の様な木箱を作り、この中に必要な腐蝕液(例へば硝酸又はピクリン酸等)を納め、又揮發油、アルコール、蒸發皿、脫脂綿、トングス等の必要品を一切入れて何時でも携帯し得る様に

第3圖 金屬研究用追加用具(製鐵所研究所製)

(a) 携帯用研磨用具

モーター 1/8 HP 研磨板の大きさ直徑 70 mm



(b) 携帯用腐蝕道具

箱の大きさ 250×250×150 mm

した。従つて之等の用具を持参して行けば工場内の何處でも立所にその場で充分研磨且腐蝕しスンプの實施が出來、別にポケット用の頗る小型の氣の利いた顯微鏡を持参して、作業現場で撮つたスンプを直ちにその場で關係者に擴大して見せる様にしたので、之等の人々がその品物の検査等に當つて良く了解され、頗る都合の良い結果を得てゐる。

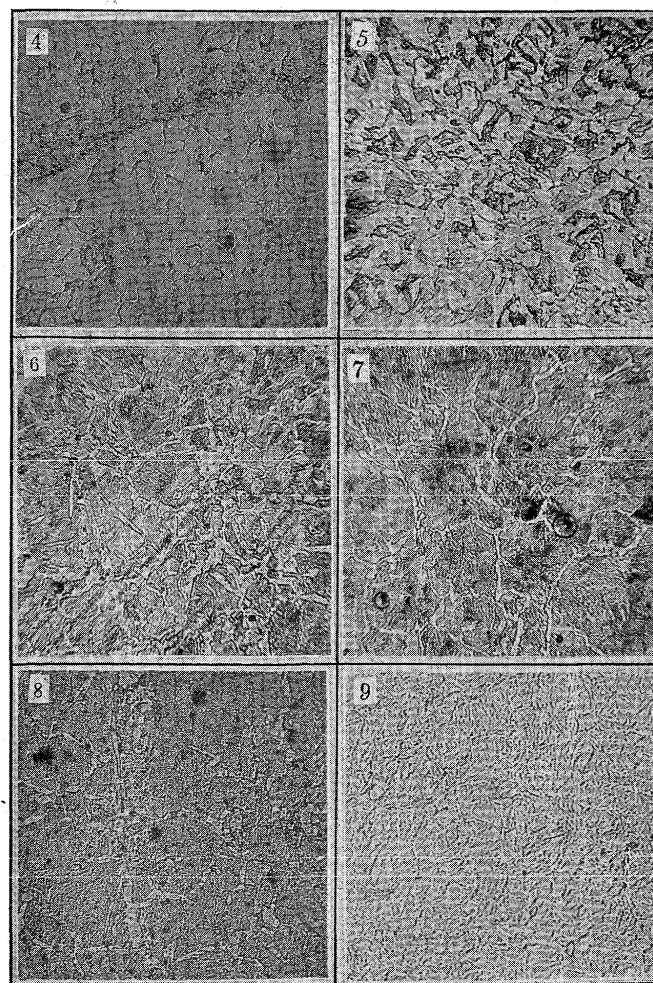
IV. 鋼製品に對する應用

(1) 各種炭素鋼の顯微鏡組織 先づ炭素鋼の顯微鏡組織をスンプして見ることにしたが、その組織が細かく検査面に現はれる凸凹が極めて少ないので、之を後の鑄鐵の組織に較べるに頗る遣り難い。そこで先づ大きな鋼製品に就いて直ちにスンプするに先立ち、之等に對するスンプ法實施の技術を收得する目的で、含炭量 0.06, 0.24, 0.43, 0.60 %の4種の條鋼を普通の顯微鏡試料の如く切斷し、その面を完全に研磨仕上し、腐蝕法及び印畫法に就いて研究を行

つた。其の結果に依れば、研磨の程度は全く普通の顯微鏡試料と同様で、又腐蝕液の種類も從來のものと何等變更することを要しないが、只その腐蝕程度を普通の金屬顯微鏡で觀る場合より少し深くせねばならぬことが知られ、又スンプの印畫法としては前述第 II 章第1法の薄板法でも出來るが、特に鮮明な印畫を得るためには第2法の溶液法で極めて薄い被膜(0.05 mm 位)を作らせるのが都合の良い様に思はれ、殊に炭素の少ないフェライトのみの組織のものに於てその必要を痛感し、炭素が増し次第にパーライトが殖えて來ると段々遣り易くなり、薄板法でも立派に出來るようになるのを認めた。第4圖乃至第7圖は斯くして得られたスンプを100倍に擴大して寫眞に撮つたので、第4圖は極軟鋼で普通の顯微鏡と同様フェライトの粒狀組織が明らかにわかり、5, 6, 7圖と炭素の増加と共に印畫は急に

炭素鋼の組織

1% 硝酸アルコール溶液で腐蝕した面をスンプす



第4圖 C 0.06% ×100

第5圖 C 0.21% ×100

第6圖 C 0.43% ×100

第7圖 C 0.60% ×100

第8圖 車軸 (C 0.36%) ×100

第9圖 燒入せしもの (C 0.70%) ×500

(但し寫眞は寸法縱横約 2/3 に縮寫のもの)

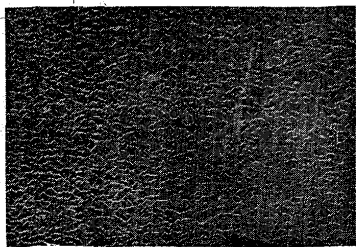
明瞭となり、殆んど普通の顯微鏡組織の寫眞に匹敵する位にパーライトの増加する状態が織別され、之なれば鋼材の検定及び研究に充分役に立ち得ることが實證された。而して之等の寫眞の中第4, 5, 7圖は第2法の溶液法、第6圖は第1法の薄板法を用ひたので、前者には所々に點々と少ししみがあつた、後者には斜にセルロイド薄板の條痕が残つてゐるが、之等は技術の向上と共に次第に消失するに至るであらう。

以上により炭素鋼の組織を見るに就いてのスンプ法の要領を究め得たので、愈々工場の作業現場で製造或は使用する巨大な鋼製品に對して應用することゝし、當所製の鍛鋼品滿鐵向 30 噸貨車用車軸（化學成分 $C\ 0.36$, $Si\ 0.15$, $Mn\ 0.67$, $P\ 0.028$, $S\ 0.019\%$ ）の頸部を手磨きで仕上げ、（本品は未だ仕上しないもので該部の直徑 $130\ mm$ ）1% 硝酸アルコール溶液を脱脂綿に含ませて研磨面を約1分間軽く拭つて腐蝕し、後清淨なアルコールで手早く酸を拭き去り、第2法の溶液法に依りその部にスンプ溶液を薄く塗布し、塵埃の附着しない様にその上を紙で軽く被ひ、約1時間放置して後乾燥成生した皮膜を剥ぎ取り、之を顯微鏡下で寫眞に撮影したものは第8圖の如くで、圖の如く前記の試験片について行つたものと何等差異なく組織が明瞭に現はれ、之に依り如何なる鋼製品でも良くその組織を検査し得ることを確かめた。

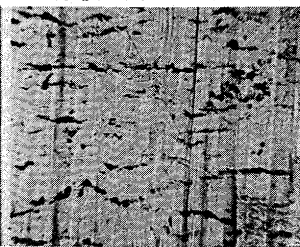
次に硬鋼を $850\ ^\circ C$ から水中に焼入したものに就いて行つたが、鋼の焼入組織は頗る細かいので100倍の擴大率では猶物足らず、500倍にして見たのが第9圖で、かゝる細かい組織でも良く現はれ、全面に互つて著しいマルテンサイトの針狀結晶が明らかに認められる。

（2）薄板表面疵の検査 次には鋼材の各種の疵の検査に應用して見たが、之等は前記の組織より餘程大きいので頗る容易である。その一例として第10圖は當所の鉄力原

第10圖 $\times 1$
鉄力原板表面疵



第11圖 $\times 55$
鉄力原板表面疵スンプ寫眞



（寸法 $\frac{1}{2}$ に縮寫のもの）

板で、その表面に一樣に網目狀の細かい凹疵を生じてゐるが、之はこの板を壓延する際用ひたロールの表面に無數の

焼けひび（Fire crack）が生じてゐて、それにスケールが充填して突出し、その形が鋼板に印畫されたので、之を第1法に依つてスンプし擴大して見ると第11圖の如く、前に肉眼で見た比較的大きな網目疵の中間に更に無數の細かい顯微鏡的網目疵の既に多數存在してゐることが明らかとなり、而も從來の反射光線による顯微鏡寫眞では、中々斯様に細かい疵を研磨することなくその儘で簡單明瞭に寫し難いので、之等は全くスンプ法の効果と言はねばなるまい。

V. 鑄鐵品に對する應用

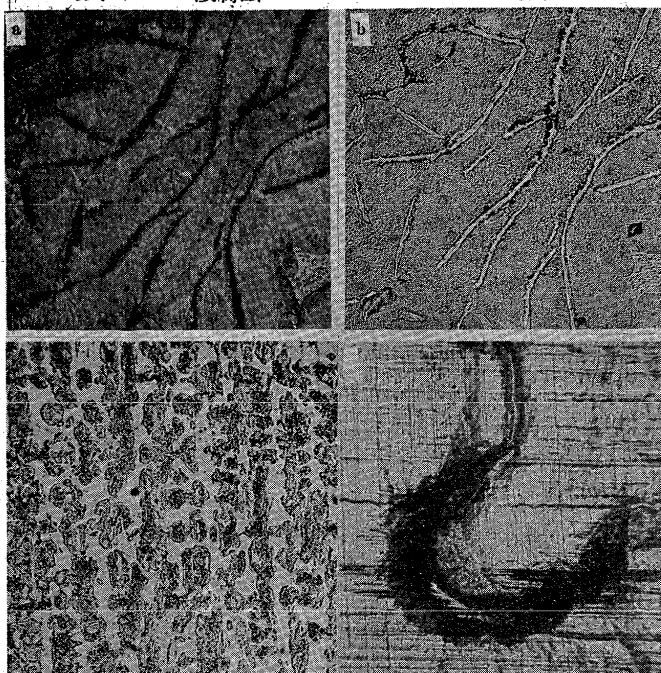
鑄鐵品に對する應用は鋼製品に比し更に容易且妙で、組織の凸凹が稍々著しい爲皆第1法の薄板法で簡單に行ふことが出来る。

（1）鼠鑄鐵の顯微鏡組織 鼠鑄鐵のスンプ印畫は特に變つた面白味がある。即ちスンプ法は既に述べた如く可檢物の表面の凸凹を複寫するものであるから、黒鉛の如く普通の金屬顯微鏡寫眞では黒く見えるものでも、スンプ法では腐蝕液に浸されないものは凸部となつて白色に現はれ全く反對となる。而も鑄物に多く見られる小穴は凹部の爲スンプ法では黒く現はれるので、從來鼠鑄鐵の顯微鏡寫眞に於て、黒鉛と穴との區別に苦しみ兩者相並んで存在した場合には容易にその區別が着かず、又細長い黒鉛の周圍には常に相當の空窩が存在しその外見を大きくしてゐる様に解するものもあり、學者間にも問題となつてゐたのであるが、本法に依ればこの兩者が明瞭に區別され、いとも見事にこの問題を解決し、この點丈でもこの方面に關係ある者の興味を呼ぶに充分である。第12圖（a）は鼠鑄鐵を普通の金屬顯微鏡で撮つた寫眞で、黑色の蟲狀のものは黒鉛、地はパーライト、右下の多角形中に斑點を交へた組織は磷化物であるが、この寫眞撮影後更に全く同一箇所をスンプに撮り之を寫眞にして見ると同圖（b）の如くで、地のパーライト及び磷化物は前者と全く同様に現はれてゐるが、獨り黒鉛のみは白色に現はれて、而もその周圍に所々小さい空窩の存在することを明瞭にして、黒鉛と空窩との區別を判然と現はしてゐる。

（2）白鑄鐵の顯微鏡組織 鼠鑄鐵の場合と殆んど同様にして、白鑄鐵も之を腐蝕しその寫眞を撮ると第13圖の如く立派にパーライトとセメンタイトが現はれ、普通の金屬顯微鏡寫眞と何等差異がない。

第 12 圖 鼠鑄鐵の組織に對する金屬顯微鏡
寫眞及びスンプ寫眞の比較

(a) 反射光線による金屬顯微鏡
寫眞ビクリン酸腐蝕 $\times 100$ (b) 透過光線による
スンプ寫眞 $\times 100$



第 13 圖 白鑄鐵の組織

1% 硝酸アルコール溶液で腐蝕した面をスンプす $\times 100$

第 14 圖 白鑄鐵に現はれた
氣泡のスンプ寫眞

$\times 100$

(寸法 $\frac{3}{8}$ に縮寫のもの)

(3) 氣泡其の他の検査 一寸肉眼では識別し難い氣泡其の他の小疵の検査に際しても、本法に依れば頗る容易に之を識別し得るので第 14 圖には白鑄鐵中の極く小さい氣泡をその儘スンプして擴大して示した。

VI. チルドロールに對する應用

(1) ロール表面疵の検査 鋳力板壓延用チルドロールの上ロールには既に第 10, 11 圖で説明した様な一面の網目狀の焼けヒビを生ずることがあるが、又下ロールには屢々第 15 圖(a)に示す様な著しい鎖線狀の疵を生ずることがある。そして之は下ロールが直接動力を傳へて非常に大きな力が働き、その上又この種のロールの回轉速度が相當早いので、その形は寫眞で示された様に凹んで出来るものもあり又之にスケールが詰つて突き出てゐるものもあるので、今この前者に就いてその部を酸で洗つて清淨にし、薄板法でスンプして擴大して示すと同圖(b)の如く、常にこの鎖線疵の一斑點内にも亦數條の細い焼けヒビを見出し、結局この鎖線狀疵も焼けヒビの發生と直接關係のあることが明らかとなつた。

次に同じく當所使用の鋳力熱板ロールで、外國製の代表品として使用後研究の爲その胴部を輪切りにしたものがあ

第 15 圖 鋳力熱板ロール表面疵

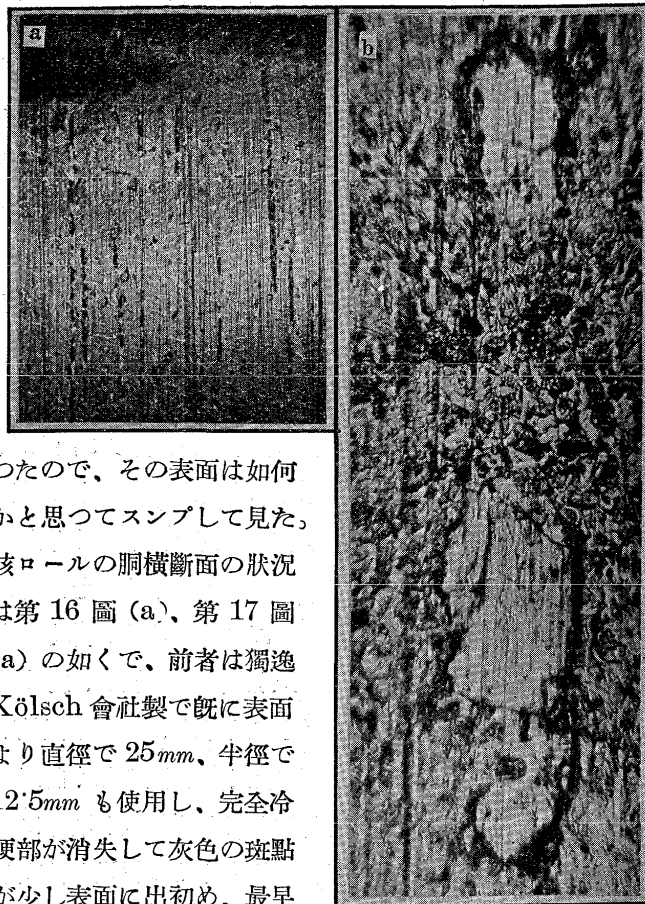
(a) 普通寫眞

(b) スンプ寫眞

(寸法 $\frac{1}{2}$ に縮寫のもの)

$\times 1$

1% 硝酸アルコール溶液で腐蝕した面をスンプす $\times 55$



つたので、その表面は如何かと思つてスンプして見た。該ロールの胴横斷面の狀況は第 16 圖(a)、第 17 圖(a)の如くで、前者は獨逸 Kölsch 會社製で既に表面より直徑で 25mm、半徑で 12.5mm も使用し、完全冷硬部が消失して灰色の斑點が少し表面に出初め、最早チルドロールとしての壽命の盡きたものであり、後者は米國 Mesta 會社製で表面より直徑で 9mm、半徑で 4.5mm

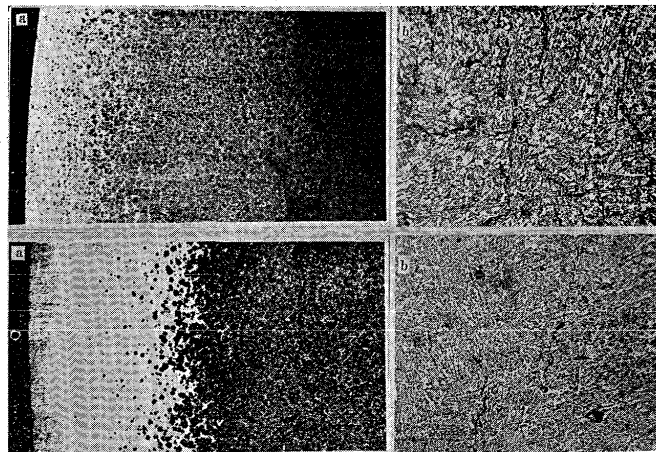
第 16 圖 獨逸製鋳力熱板ロール

(a) 破 面

(b) 表面疵

(寸法 0.55 に縮寫のもの) $\times 1$

1% 硝酸アルコール溶液で腐蝕した面をスンプす $\times 25$



第 17 圖 米國製鋳力熱板ロール

(a) 破 面

(b) 表面疵

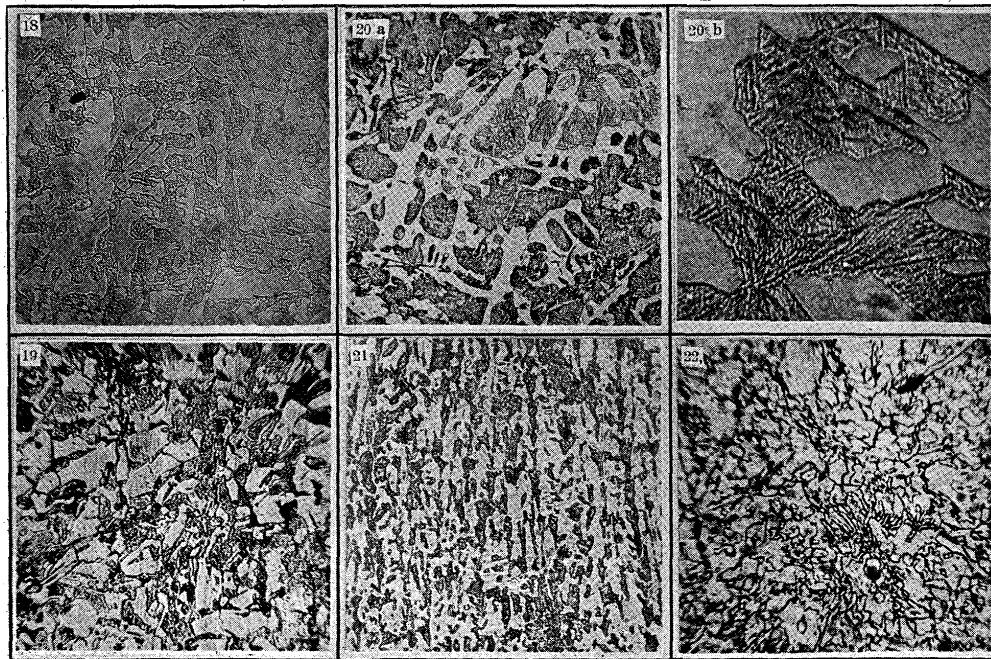
$\times 1$

1% 硝酸アルコール溶液で腐蝕した面をスンプす $\times 25$

しか使用せず、まだ完全冷硬部が相當残つてゐるものであるが、その冷硬表面を磨いてスケールの附着してゐるのを取り去り、少し腐蝕してスンプした結果は兩圖(b)の如く、何れも相當著しい焼けひびの存在を認め、殊に前者は使用期間の長い丈その疵も著しく、斯くして嘗つてその優秀を誇つた外國製の代表ロールも、熱板ロールとして激しく使ふとこの焼けひびの發生は免れ難い事實を示した。

(2) 各種ロールの組織 次に當所のチルドロールの各種のものに就いて、一通りその組織を調べて見る積りで前記第 III 章第 2 圖及び第 3 圖に掲げた道具一式を現場に運んでロールの表面を研磨し、揮發油とアルコールで脂肪分を拭き去り、1% 硝酸アルコール溶液で腐蝕し、後アルコールで乾かして直ちに薄板法でスンプ標本を作成し、之を顯微鏡寫眞に撮つて見ると第 18 圖乃至第 22 圖の如くで

第 18 圖 (寸法 % に縮寫のもの) 第 20 圖
良好のチルドロールの表面組織 ニッケル-クロム合金チルドロールの表面組織
1% 硝酸アルコール溶液で腐蝕した面をスンプす ×100 (a) ×100 (b) ×500



第 19 圖
不良のチルドロールの表面組織
1% 硝酸アルコール溶液で腐蝕した面をスンプす ×100

第 21 圖
滿 儼 珪 素 合 金
チルドロールの表面組織
1% 硝酸アルコール溶液で腐蝕した面をスンプす ×100

第 22 圖
アドラー鋼ロール表面組織
1% 硝酸アルコール溶液で腐蝕した面をスンプす ×100

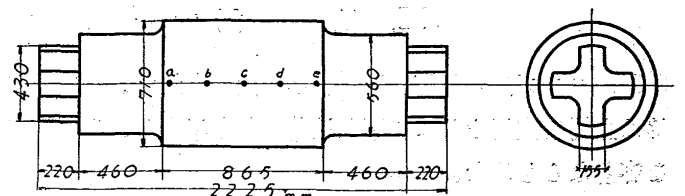
第 18 圖は成績の優良のもの、第 19 圖は反對に不良のもの、第 20 圖(a)は製鐵所で發明され今盛んに使用されてゐるニッケル-クロム入高級鉄力冷板ロールで、之れは既に何年となく長く使はれ表面より直徑で 55 mm、半径で 27.5 mm も旋削されたのにも拘らず、まだ頗る硬く今猶第

一線に立つて使用されてゐるもので、その組織はセメンタイトとマルテンサイトであり、マルテンサイトの針狀結晶が良く見える。同圖(b)では更に之を 500 倍に擴大して示した。第 21 圖は同じく當所で最近發明し使用され初めた高滿儼珪素チルドロールで、寫眞の如くその組織は非常に細かい。第 22 圖は先般當所で線材ロールとして試作したアドラー鋼ロールで(化學成分 C 2.26, Si 1.84, Mn 0.40, P 0.045, S 0.026, Cr 24.65, Ni 2.11, W 3.85%)高クロム特有の組織を示してゐる。

(3) ロール表面各部組織の均一性検査 チルドロールの胴表面は成る可く何處も均一の硬さを有することが必要で、殊に製板用ロールでその要求が甚しいが、實際には中々さう理想通りに行かない場合が多くて、使用時部分的に磨耗の不同を見たり、又は疵を生じて板の延び具合に差異

が出來て、よく苦情を聞くものである。而もその検査に當つても、現在の所では只僅かにショアの硬度計で各部の硬度を綿密に測りその不同を検するより仕方がないので、之れではどうしても僅少な差異を適確に示すわけには行かない。そこでスンプ法を應用し、直接各部の組織を検べることが出來れば大變面白いことと思ひ、先づ初めにその使用成績が良好で胴表面各部の性質が均等と認められたロールに就き、第 23 圖に示した 5 ケ所でスンプを撮つて見た結果は第 24 圖(a)(b)(c)(d)(e)の様で、之に依ればパーライトとセメンタイトの割合と結晶の大きさ等が何れも略々同様で、その組織の均

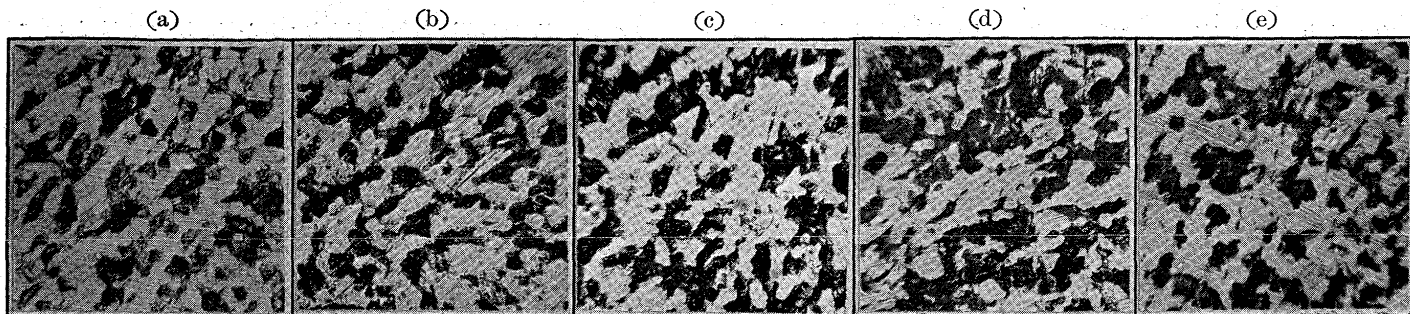
第 23 圖 鉄力板ロール胴表面検査箇所



第 24 圖 表面 性質均等なる鉄力熱板ロール各部の組織

(寸法 % に縮寫のもの)

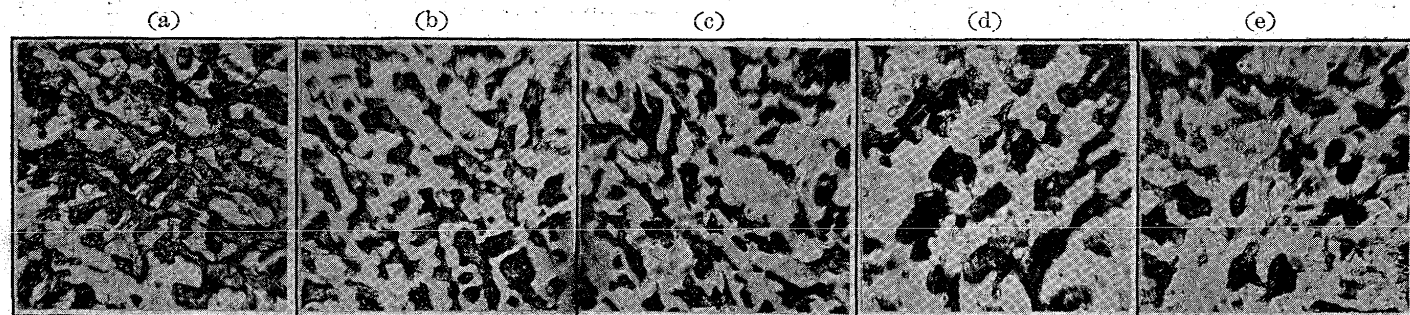
1% 硝酸アルコール溶液で腐蝕した面をスンプす



第 25 圖 表面の性質不均等なる鉄力熱板ロール各部の組織

(前圖 同)

1% 硝酸アルコール溶液で腐蝕した面をスンプす



等なことが解つた。尤もこの寫眞はセメンタイトとパーライトの割合の大きさが解れば良いのであるから、腐蝕を少し深くして黒白を明らかにし、研磨よりスンプ標本の出来るまで一ヶ所僅か 10 分で完結しその實用價值を確かめた。

次に同じ形状大きさの鉄力熱板ロールで、使用した結果表面不均一で各部の硬さに差異があり不良と斷定されたものに就いて前同様に試みた結果は第 25 圖(a)(b)(c)(d)(e)の如くで、寫眞に示された様に結晶の粗さ及びセメンタイトとパーライトの割合が相當著しく異なり、組織の上から材質不均等の事實を明らかにすることを得た。

斯くして本法は斯様な大きな實際のロールの檢定に使用して頗る有望で、而もその方法が至つて簡單なので、ロールの使用者或は製造者が時々之に依つて試験をすればその品質の向上に對し頗る有効と豫想され、又勿論獨りロールのみとは限らず如何なる種類の鐵鋼品でも、その形状の大小單複を問はず容易に檢查が出来、又鐵鋼以外の諸金屬に對しても略々同様に出来ることと思はれるので、その應用範圍は頗る廣汎のものがあらう。

VII. 總 括

1. スンプ法の起源、原理及び印畫法を述べ、特に筆者等は金屬研究用として必要な追加用具を工夫し、その應用を容易ならしめた。

2. 鋼製品に對する應用として、先づ極軟鋼より軟鋼、硬鋼、焼入鋼に至るまで一通りその顯微鏡組織の檢出を試みた結果その可能なることを確かめ、更に鋼材の疵の檢査に應用して益々有効なることを認めた。

3. 鑄鐵品に對しては鼠鑄鐵及び白鑄鐵の組織の檢出を試みて成功し、殊に前者の組織中黒鉛と空窩との區別には普通の金屬顯微鏡寫眞では到底企て及ばない妙味のあることを見出し、又鑄物中の小氣泡の檢出も容易であることを確かめた。

4. 又之をロールに應用し、その微細な表面疵の檢出、各種ロール使用面の顯微鏡組織及び同一ロールの表面各部に於ける組織の均一性の檢査等に試み何れも成功し、他の方法の到底及ばない妙味のあることを認めた。

5. 以上により鐵鋼の(恐らくは一般の金屬の)研究及び檢査に對してスンプ法を應用すると、從來の様な高價な金屬顯微鏡を要せず、又可檢體の形の大小、簡單、複雑等に関係のない爲、特に工場内の各種の成品の檢査等は至つて便利で、その應用範圍は蓋し頗る廣汎のものがあらう。

6. 筆者等は斯かる大發明が吾國に於て行はれたことを感謝すると共に、發明者に對し深甚の敬意を表し、合せて速かに本法の斯界に普及實施せられんことを希ふものである。

附言 本文は親しく本法發明者鈴木純一氏の御校閲を経たもので、之に對し厚く感謝の意を表する。