

# 抄 録

## 7) 鐵及び鋼の性質

### 鑄鐵の各種應力に對する強さの相互關係に就て

(A. Leon, Dié Giesserei, Nr. 39/40, 1933, 434, 460) 鑄鐵の各種應力に對する強さの相互關係に就ては實驗的並に理論的に多數の研究がある。先づ第一に實驗的の結果の一部を擧げれば次の如くである。今  $\sigma_B$  を抗張力、 $\sigma_{-B}$  を抗壓力 (何れも  $kg/mm^2$ ) とすれば

$$\sigma_{-B} = 2.5 \sigma_B + 18 \dots \dots \dots \text{Portevin}$$

$$\sigma_{-B} = 4 \sigma_B \dots \dots \dots \text{Cira}$$

$$\left(\frac{\sigma_{-B}}{\sigma_B} - 1\right) \sigma_B^{0.57} = 5.01 \dots \dots \dots \text{E. Dübi } (t/cm^2)$$

ブリネル硬度  $H$  と抗張力との關係を表はす實驗式は次の如くである。

$$\sigma_B = 0.11 H \dots \dots \text{Baumann}$$

$$\sigma_B = 0.26 H - 26 \dots \dots \text{Rudeloff}$$

$$\sigma_B = 0.31 H - 31.5 \dots \dots \text{Rudeloff}$$

$$\sigma_B = 0.167 H - 6.7 \dots \dots \text{Schütz}$$

$$\sigma_B = 0.07 H + 5 \dots \dots \text{Hermann}$$

$$\sigma_B = 0.20 H + 13 \dots \dots \text{Portevin}$$

$$\sigma_B = 0.26 H - 31.9 \dots \dots \text{Pisek}$$

又ブリネル硬度と抗壓力との關係式としては次の如きものがある。

$$\sigma_{-B} = 0.5 H - 5 \dots \dots \dots \text{Portevin}$$

$$\sigma_{-B} = 0.6 H - 5.4 \dots \dots \dots \text{Le Thomas}$$

以上のやうに實驗式は數多く出てゐるが、此等が學術的に根據を持つためには式の據つて來る所は物理的の意義が明瞭で破壊の法則に適合するものでなくてはならない。然し種々の破壊の法則は何れも鑄鐵の如き脆い材料の破壊をうまく説明することは出來ない。只 Mohr の法則では引離破壊、 $\tau$  破壊の兩方を表はすことが出来る。今  $C = \sigma_{-B} : \sigma_B$  とすると  $C$  が 3 又はそれ以上なる時には引張試験では引離破壊が起り、 $C \geq 4.83$  とすると振りの場合に引離破壊が起り、振り強は引張強と等しくなる。而して  $\tau_{BD}$ ,  $\tau_{BS}$  を夫々振り強、剪斷強とすれば Mohr の法則から次の關係が得られる。

$$\left. \begin{aligned} \tau_{BD} &= 1/2 \sqrt{C \sigma_B} \\ \tau_{BS} &= 1/4 (C+1) \sigma_B \end{aligned} \right\} C \leq 3$$

$$\left. \begin{aligned} \tau_{BD} &= 1/2 \sqrt{C[4\sqrt{C+1} - (C+4)] \cdot \sigma_B} \\ \tau_{BS} &= [\sqrt{C+1} - 1] \cdot \sigma_B \end{aligned} \right\} 3 \leq C \leq 4.83$$

$$\left. \begin{aligned} \tau_{BD} &= \sigma_B \\ \tau_{BS} &= [\sqrt{C+1} - 1] \cdot \sigma_B \end{aligned} \right\} C \geq 4.83$$

此等の式は幾分小さい値を與へすぎるが、實際之を用ひる場合には安全の方であるからよい。又種々の實驗式に比較して抗張力と抗壓力の大きさを考慮に入れてゐる點が優れてゐる。(山田)

### 鑄鐵の成長に對するニッケルと珪素との影響

(O. Boruhofen u. E. Piwowalsky, Archiv für des Eisenhüttenwesen, Heft 4/Okt. 1933, 269) 鑄鐵の成長に對する  $Ni$  や  $Si$  の影響は之等の元素が多量含まれてゐる場合に就ては多くの研究があるが少量の場合の研究は割合少い。そこで此の研究が行はれたのである。實驗に供した鑄鐵は  $C$  量は大體 3%、 $Si$  量は 0.23~5.8%、 $Ni$  量は 0~5.63% である。湯は一旦 1,475°C 迄加熱し 1,300°C で注入した。鑄型は 100~150°C に豫熱した砂型又は生型で長さ 750 mm, 直徑 20, 33, 50 mm である。又 100~150°C に豫熱した金型も用ひた。金型では長さは 500 mm である。型の種類を上の様に変化

したのは黒鉛の状態を變化せしめるためである。成長の實驗としては先づ第一に  $1^{kg}/mm^2$  の引張應力を加へながら 650°C で 60 時間迄加熱した。その装置は前の通り (Arch. Eisenhüttenwesen 5, 1931/32, 163.) であるが不備の點があるため次には 8 本の試験片を同一圓周上に取付けて同時に加熱する方法を探つた。第二の實驗としては 650°C 及び 850°C に 300 時間加熱した。此場合に爐中には空氣は自由に出入する様にした。試験片は大略長さ 10 mm, 直徑 10 mm である。最後に 1 時間の間に 600~975°C の間を加熱、冷却を繰返した、この場合の試験片は長さ 60 mm, 直徑 6 mm である。實驗の結果によれば成長の最も多い加熱方法は引張應力を加へながら加熱する場合で、次は 300 時間 850°C 加熱、600~975°C を 30 回加熱冷却する場合、300 時間 650°C 加熱の順序で更に 600~975°C を 4 回又は 5 回加熱、冷却を行ふ場合が成長は最も少い。組織上から言へば金型鑄物が成長は最も少く、次は地鐵の多いもので最後はパーライト地のものである。尙此の際黒鉛の大きい組織は最も悪い。

$Si$  と  $Ni$  の影響に就て見るに、 $Ni$  を含まないで  $Si$  のみ存在する場合には  $Si$  量が増すと共に成長量は大となる。650°C の加熱では 300 時間で成長は略一定値に達し、それ以上時間をかけても餘り變化がない。850°C 加熱では仲々一定値に達し難い、これは鑄鐵の酸化が進行することに基因するものである。 $Si$  量が増すに伴ひ成長を始める温度は低くなる。即ち  $C$  3.03,  $Si$  0.91 の材料では之が 790°C であるが、 $C$  3.07,  $Si$  2.52 の材料では  $A_1$  點以下である。 $A_1$  點を挟んで加熱、冷却を繰返す時は成長は著しく起るもので、例へば 600~975°C を 30 回加熱、冷却すれば 850°C に 200 時間加熱したと同様の結果が得られる。

次は  $Ni$  量を次第に増加し、同時に  $Si$  量を減少したものに就て實驗を行つた。此等の材料は總て黒鉛量は殆んど等しいものである。その結果によれば、 $C$  3.07,  $Si$  2.52,  $Ni$  0 から  $C$  2.92,  $Si$  1.25,  $Ni$  1.85, 更に  $C$  3.09,  $Si$  0.32,  $Ni$  5.63 となるに従ひ成長量は減少する。即ちこの結果では  $Si$  量の成長に影響する所は  $Ni$  の場合よりも遙に著しいことが判る。

次は  $Si$  量を一定として  $Ni$  量を變化した場合に就ての結果によれば  $Ni$  を多く含有するものは概して成長し難いといふことが出来る。又鑄鐵の成長には化合炭素の分解が關聯ある故、化合炭素の分解速度を試験した。これによれば最初から化合炭素量の多いもの程分解速度は小である。

最後に鑄鐵の成長はセメントタイトの分解のみに依るのではなく酸化作用にも基因するものである。600~650°C に於ける成長は  $Si$  の酸化による所多く、著者は此點に關して計算と實驗の兩方面から論述してゐる。(山田)

鑄鐵に對する砒素並にアンチモンの影響 (E. Pivowalsky, J. Vladescu, H. Nipper, Archiv für das Eisenhüttenwesen Heft 5/Nov. 1933, 323) 鑄鐵の組織、強さ、磨耗抵抗、成長或は腐蝕抵抗等に對する  $As$  並に  $Sb$  の影響を試験したものである。尙此の場合  $P$  と  $S$  を變化した。 $As$  は 2% 迄、 $Sb$  は 1.2% 迄入れた。鑄鐵地金としては 3.85%  $C$ , 2.2%  $Si$ , 0.85%  $Mn$ , 0.085%  $P$ , 0.025%  $S$  の成分のものにフェロシリコン、フェロフオ

スフォル等を加へ之に *As* 又は *Sb* 添加したものである。地金は豫め 1,450°C 迄加熱し、100°C に加熱せる砂型に 1,300~1,350°C に於て鑄造した。鑄造時の材料の大きさは直径 35mm, 長さ 700mm である。実験の結果によれば *As* は実験した位の量では地金の中に固溶する。而して曲げ及び引張強は大となるが *As* の量が多くなると却つて減少する。又ブリネル硬度、弾性率、磨耗抵抗等は *As* の量と共に大となる。特に注意すべきことは *As* の量の増すと共に腐蝕抵抗の増すことである。然しながら衝撃値や繰返打撃数は *As* を含有することによつて低下する。但しその作用は *P* や *S* 程には著しくない。而して *P* や *S* の作用は *As* の存在によつて強められることは確である。次に *Sb* は鑄鐵の黒鉛化を防ぎ又之はセメントタイトの中に溶込むものらしい。曲げや引張強、撓み或は靱性等は *Sb* の存在によつて低下する。而してブリネル硬度、弾性率、磨耗抵抗等は大になる。腐蝕抵抗は腐蝕液の種々によつてその作用は區々である。尙 *As* や *Sb* を含有する鑄石を還元する場合に幾何の量が銑鐵中に入るやを試験した所によれば鑄石中の *As* の 20~60%、*Sb* の 10~50% は鐵中に入る。然し之は溶解を重ねるにつれて減少して實際には何等害のないものとなる。(山田)

**特殊可鍛鑄鐵に就て** (Rebecca Hall, Iron Age, Dec. 21. 1933, p. 8) 鐵や鋼が特殊鑄鐵又は特殊鋼として發達して來たと同様に可鍛鑄鐵に種々の元素を合金せしめて特殊可鍛鑄鐵とすることも時代の新しい要求となつてゐる。例へば抗張力を更に大ならしめ、磨耗抵抗を附與し或は機械工作を容易にしたり又は腐蝕抵抗を増すには可鍛鑄鐵としては特殊元素を添加しなければならない。本文はこの可鍛鑄鐵に對する特殊元素の影響に就て輯録を試みたものである。特殊元素としては *Al*, *Sb*, *Bi*, *Co*, *Cr*, *Cu*, *Mo*, *Ni*, *Ti*, *W*, *V*, *Zn*, *Zr* 等 20 種が擧げられてゐる。この中主要なるものを擧げると次の如くである。*Al* は可鍛鑄鐵に合金せしめて用ひられる。この場合に他の元素と同時に添加せしめる。例へば可鍛鑄鐵を窒化するために之に *Al* 1.25%、*Cr* 0.9% を加へる。又 *Al* 1%、*V* 1% を加へることもある。之等は共に窒化層の硬度を充分高くすることが出来る。又 *C* と *Si* を少くして *Al* 1%、*Cr* 1% を含有するものは *C*, *Si* の多いものに比較して硬くもあり靱性にも富むものである。然しながら *Al* は單獨では餘り良い働きをしない。即ち極少量即ち 0.08% 迄添加したものは抗張力、延伸性を増すが、それ以上 *Al* を含有すれば抗張力、靱性が悪くなると共に湯の流れも悪くなる。大體 *Al* は脱酸作用も強いが黒鉛化を助ける。故に黒鉛が大きく折出する危険がある。之が 0.05% 位存在しても白銑を黝銑にすると言はれてゐる。此の黒鉛化作用のために *Al* を少しでも多く含むことはよくないのである。而して黒鉛化作用は低炭素銑では *Al* 1.5% が最大で、高炭素銑では 0.5% で最大である。*Cr* に就ては議論が區々である。0.03% 以上あれば脆くなつて割れを生ずるといふ者もあれば 0.5% 迄焼鈍の後割目が異常を呈するといふ。何れにしても *Cr* は黒鉛化を妨げる働きをするものである。それ故焼鈍に困難を伴ふ譯で、概して 0.08% 以上になると明に品物が固くなる。0.1% にもなればよろしくない。0.2~0.25% と多くなれば最早焼鈍の効果が無い。然し *Cr* は抗張力、硬度を大ならしめるが同時に延伸性が悪くなる。或る人によれば *Cr* の添加による炭化物の安定化は *Si* 量を増すか *Ni* を添加することによつて妨ぐことが出来る。又他の人によれば *Cr* を 0.34% とし *Ni* を 1.37% とすれば組織を微細化して抗張力、硬度を大ならしめ、同時に延伸性を餘り害しない。次に *Co* は僅に黒鉛化を助け結晶粒を微細化する。*Cu* に就ては古來黒鉛化を

妨げる働きをされるとされてゐるが、最近では却つて僅に之を助けるとされてゐる。*Cu* に就て興味ある事柄は之が 1% 以下含有される場合に腐蝕抵抗を附與することである。只大氣中又は煙の中のみでは *Cu* を 2% 含む可鍛鑄鐵は含まないものと較べて 25% その抵抗が大きかつたといふ。然し一般に *Cu* を含有する可鍛鑄鐵は酸中에서도腐蝕抵抗が大きいと言はれてゐる。*Mo* に就ては議論のある所で説は必ずしも一致してゐない。*Ni* は黒鉛化を助けるものである。之が多い程黒鉛化の温度は低くなる。只 *Ni* は組織を微細化して抵抗力、延伸性を少しく増大するに役立つ。*Ti* はよく黒鉛化を助けるものである。又結晶粒を微細化、均一化する。*Ti* を *V* と一緒に含有せしめる時は例へば *Ti* 0.5%、*V* 0.65% とすれば曲げ試験に於ける撓み、抵抗力を大ならしめ、機械工作性をよくし又結晶粒は微細化する。*V* だけでは脱酸作用と黒鉛化を防ぐ作用とがあり特に 0.25% 迄その影響が大きい、それで鑄物が硬く脆くなる。(山田)

**窒化用鑄鐵** (Hurst, Iron & Steel Industry Nov. 1933.) 窒化用鑄鐵としてセントラード (Centrad) の商名で市場に出て居るものはニトラロイ (Nitralloy) の如く *Cr* 及び *Al* を含むもので成分及び機械的性質は次表の如くである。

	遠心鑄物	砂型鑄物		遠心鑄物	砂型鑄物
T.C.	2.65%	2.62	S	0.07	0.075
G.C.	1.10	1.63	P	0.096	0.038
C.C.	1.55	0.99	Cr	1.69	1.53
Si	2.58	2.44	Al	1.43	1.37
Mn	0.61	0.60			

弾性係數 (單位百萬噸/平方吋)					
鑄造狀態	22.5	19.5	燒入、燒戻	23.0	19.2
燒鈍	23.7	19.7	窒化	23.5	20.1

抗張力 (t/in <sup>2</sup> )					
鑄造狀態	24.5	19.8	燒入、燒戻	29.5	28.6
燒鈍	29.8	22.9	窒化	29.8	23.9

永久變形 (%)					
鑄造狀態	2.5	6.1	窒化	4.75	9.7

硬度 (Firth Diamond Hardness)					
鑄造狀態	418	340	燒入、燒戻	302	300
燒鈍	302	269	窒化	98.3	90.4

尙セントラードの物理的性質は次の如し。

比熱	0.12~0.14			比重	7.4
膨脹係數					
30~100°C	100~200°C	200~300°C	300~400°C		
1.09 × 10 <sup>-5</sup>	1.17 × 10 <sup>-5</sup>	1.35 × 10 <sup>-5</sup>	1.5 × 10 <sup>-5</sup>		

加工を容易ならしめる爲めに 950°C に加熱し徐冷する。燒鈍後、荒削りしたる後 870°C にて油中燒入し 600~700°C で燒戻する時は球狀セメントタイト組織となり最も安定な窒化層を得る。内部應力を除く爲めに燒入せざる時も 550~650°C に 1 時間乃至 6 時間加熱する。

此の鑄鐵鑄物の窒素硬化せるものは遠心鑄物並に砂型鑄物共に使用され特に磨耗に耐ゆるを要する部分に使用される、各種機關のシリンダー・ライナーとして極めて優秀である。其他顯微鏡組織、窒化法等に就て記載あり。(田中)

11) 雜

**鐵管繼手のパッキングに就て** (W. Anderson. Machinery, July, 1933, p. 693) 鐵管繼手に用ひるパッキングの種類に付ては色々意見が有る様だが要するに其の目的とする處は螺旋部を充

填して漏洩を防ぐに在る。就中硬質パッキング及び燈心原料が廣く用ひられる。茲に注意すべきは洩りの根本原因を矯正しなければ唯にパッキングを多く用ひても安心出来ないのであつて、且螺旋さへ正確に出来て居ればパッキングの使用も非常に節約されるのである。

パッキング材料として必要の條件は繼手を鐵管に捻じ込む場合に一種の潤滑剤と成り又螺旋の間によく擴がつて薄膜を作る事である。此の薄膜は防錆作用を爲し、鐵管の取換へを容易ならしめる。新しい鉛丹、鉛白、鉛黑等が此の目的によく使用される。

密陀僧、グリセリン、燈心材を繼手に用ひるのは急に角螺旋の不正確を立證するものであるが燈心材を使用する事は嚴密に言へば餘り信頼し難いのである。然るに鉛粉と油を用れば鐵管と繼手との接合をよくして漏洩及び腐蝕を防ぐ。鐵管が振動及び熱變化を受ける場合には硬質パッキングでは龜裂を生じ易いから繼手を銑接するが安全である。又鐵管の敷設方法が悪いと歪を生じ之に膨脹及收縮力が加つて其の結果硬質パッキングの如何に良好なものを使用しても其の効果を収め得ない場合が屢々ある。(南波)

**鋼鉄のペンキ塗りに就て** (U. R. Evans, Iron Age, Oct. 5, 1933 p. 23) 塗料の効果を充分に揮す爲には最下面の塗料が化學的に腐蝕作用を防止するものでなければならぬ。一般に最下面の塗料は化學的性質より選り上面の塗料は機械的性質に依り選ぶ可きである。普通鉛丹を最下面に、酸化鐵を上面に用るが如きは其の一例であつて、鉛丹は防錆力が優秀であるが機械的性質が弱く酸化鐵は化學的に弱くて機械的に強いのである。

金屬面に施した塗料が次第に損傷される主要原因は光線等の外的影響に依る色劑の化學變化、風の爲に埃を吹き突ける機械的摩擦、雨水に依る色劑の溶解等である。併し急激に破損する特別の場合例へば塗料が部分的に剥落するが如きは塗料の下部に生じた錆に原因する場合が多い。

錆は二次的生成物であつて溶解性の一次生成物が酸素に會つて生じたものである。従て鐵鋼に塗料を施し水中に浸して置けば塗料の外面に錆を生じ此の錆は固着力が強くて次第に厚さを増して行くが、空氣中に放置すれば酸素の供給が多いに依て塗料の下面に錆を生ずる事が屢々ある。何等かの外力に依て塗料の破損する時には其の眞の原因が誤解され易い。例へば霜が塗料を傷めると言ふことをよく聞かぬが塗料破損の眞實の原因では無い。

塗装せる金屬の壽命は次の4項に依て定まる。(イ)金屬の性質、(ロ)金屬面と塗料との間の隔離物、例へばミルスケール、錆、水分、鹽類等の存否、(ハ)塗料の性質及び量、例へば色素油、稀釋劑、濃度、(ニ)塗装金屬と接觸する大氣、水、土壤等の性質。

(イ)金屬の影響。腐蝕に對し鋼鋼は普通鋼よりも遙かに優秀である。鍊鐵も亦相當に成績がよい、之は鍊鐵は特に誘蝕を受け易い諸原因が尠い事、持ちがよい事、附着せるスケールが防錆に有效な事等に原因して居る。鍊鐵には實際に2種のスケールがある、其の一は容易に剥脱されるが他は固着力が強く其の儘塗装しても差支ない。電解鐵鋼と高級鋼鋼との比較に就いては、裸のままでは初めの

數日間鋼の方が多量に錆を生ずるが其の後は兩者とも厚い錆で蔽はれる。塗装したものは電解鐵でも大して優れてゐない。尤も貧弱な塗装を行へば鋼の方が稍々速かに錆びるが充分に塗装すれば何れも非常に壽命が長い。又之等兩者に鉛丹或は酸化鐵を一重塗りにし Cambridge の大氣中に2/2年間放置した結果に依れば塗料の下部が僅かに侵かされたのみであつたが塗装せぬ部分には0.24 mm 深さの穴を生じた。之より見れば鋼の耐蝕性を増加するためには塗装さへ充分に行へば C や Mn を悉く減ずるを要しない。併し鋼の物理的缺點や高硫黄等に對しては塗料の効果が疑しい。

(ロ)ミルスケールの影響。鋼面と塗層との間にミルスケールがあれば塗装の持ちが宜いが其の程度はスケールの種類に依て異なる。又鋼に附着せるスケールも鋼の壓延状態に依て異なる。一般にスケールを除去した鋼に良好な塗装を行つたものはスケールの附着せる儘塗装せるものに比して錆方が速い。然しスケールの儘塗装したものでも鋼鋼の切口或はスケールの切目から早晚塗装の破損を起し次第にスケールの下面に沿て進行し遂には塗料が剥落するに到る。斯く成つた上は表面を徹底的に削除しなければ其の上にも再び塗料を施しても駄目である。鋼鋼の全面を完全にスケールが蔽つて居れば害が無いばかりでなく却て防錆を助ける。併し普通の壓延鋼では運搬、築構作業中にスケールが幾分でも剥落するを免れない。

(ハ)錆の影響。鐵鋼に水又は酸を滴下し錆を生ぜしめても之を乾燥し直ちに塗装すれば大氣中に曝しても塗料の破環が起らないが、鐵板を數週間大氣中に曝し錆を生ぜしめて後塗装すれば速かに塗料が損傷する。而して此の場合未明に塗装を行へば錆に濕氣を持ち塗料の損傷が特に激しく成る。故に塗装前に必ず錆を充分落す事が肝要である。錆が塗装に對して有害であるのは其の固着が不完全で、濕氣を吸収し易く、且電解を有するからである。若し未明に表面の奇麗な鋼を塗装すれば眼に見えぬ薄い水氣の膜を生じ午後塗装せる乾燥したものに比して塗料の損傷が激しい。

鹽類は塗装の壽命を短かくする。併し海水試験に依れば同じ鹽類でも塗装の下面に在る場合には上面に在る場合に比して害が少い。

(ニ)顔料及び油の影響。鉛丹を下塗りに酸化鐵を上塗りに用れば防錆上有效である。クロメートは非常に良い様であるが酸性の雨滴に對して弱い、と言ふのは實驗室での成績に依るとクロメートは中性溶液に對して耐蝕性が強いが酸に會へば水素を發生して誘蝕されるからである。油は概して腐蝕を防ぐから顔料に油を多量混じても支障へ無い。

(ホ)稀釋液及乾劑の影響。テレピン油を種々の量に變じ顔料の微粒が凝集せぬ程度に薄く塗装すればテレピンの量に大差あつても防蝕作用が宜い。乾劑を多く含有する塗料は時後の變質變色が少いが塗装後乾燥を終へぬ中に雨にでも打たれると速かに損傷される。空氣が乾燥してゐる地方に於て一重塗りの塗装で3/2年間持つたものがロンドン市に於ては二重塗装を用ひねば同等の壽命に耐へ無かつた。又瓦斯工場で炭塵に蔽れたものは腐蝕が少かつた、恐らく炭塵が塗装を乾燥した結果であらう。(南波)