拔萃

◉工業用金屬の選定性質及取扱法

(Revue de Mécanique, 30 Juin 1914. より)

Y. K. 生

本記事は Félix Robin 氏の草せる工場に於ける金屬の熱及機械的取扱法と題するもの丶一節にして、佛國の各工場に於ける製品の性質及用途をも詳密に記載せるも、其化學成分を缺くもの多きのみならす、本邦に於ては是等の製品に遭遇すること少なかるへきを以て譯者は同記事中、吾人の必要なりと認むる是等金屬の一般性質、用途及之れか例示として二三工場に於ける製品の性質及用途に就き摘譯を試みたるものとす。

本文中Eは彈性界(粍平方上瓩)Rは伸張の破斷界(粍平方上瓩)Aは標點距離一〇〇粍に對する延伸率(%)及ρは打撃に對するレヂリエンス(La résilience)(瓩米)を意味し温度は攝氏を示すものとす。

第一　鐵(Fers)

佛國に於ては商業上、鐵を第二號乃至第六號の五種に區分せり、是等は何れも小量の炭素を含有するものにして其化學成分には殊にS及Pを指示するを要し、又顯微鏡試驗に於ては鐵滓の含有量と其分布を明に知ることを得へし、今是等鐵屬の機械的性質及用途を掲くれは次の如し。

第二號鐵　R三二乃至三四瓩、A六乃至九%を有する最も普通の鐵にして構築材料に用ゐらる丶も多少不等質にして脆きの缺點あり。

第三號鐵　R三四乃至三七瓩、A九乃至一二%を有し鐵道用、海軍用、鎖及鐵工用の普通品とす。

第四號鐵　R三七乃至三八瓩、A一二乃至一五%を有し海軍用、鐵道用第三級及蹄鐵用とす。

第五號鐵　R三八乃至三九瓩、A一五乃至二〇%を有し最上級海軍用、鐵道用第二級及鍛工用とす。

第六號鐵　R三八乃至四〇瓩(粒狀)若くは三六乃至三八瓩(纖維狀)、A二〇乃至二五%を有し、最上級のものに屬し、鐵道用第一級、釘用瑞典鐵、發電機用鐵葉及汽鑵鈑等を用ゐらる。

今一例として Chehet d'Athis-mons 會社の製品につき其化學成分及機械的性質を表示すれば次の如し。

名稱	C%	Si%	Mn%	S%	P%	E瓩	R瓩	A%
鍊鐵(Fer Corroyé=Wronght iron)	〇・一	〇・一四	〇・四三	痕跡	痕跡	二六・四	三七・七	七
同右	〇・〇四	〇・一一	〇・一四	同右	同右	二四・〇	三六・〇	二四
Athis鋼	〇・一	〇・一三	〇・二四	同右	〇・〇〇九	二四・〇	三六・〇	二五
攪鍊鐵(Fer Puddlé)普通品	〇・一	〇・〇四	〇・四二	〇・〇三五	〇・一六	二七・〇	三九・〇	一五
同右上物	〇・一二	〇・〇四	〇・二二五	痕跡	〇・〇六七	二四・〇	三七・〇	二七
同右最上物	〇・二	〇・〇一四	〇・四二五	同右	〇・〇六五	二六・〇	四二・〇	二二

第二節　鋼(Aciers)

化學成分を基礎とし軟過せし鋼の破斷界を計算するに用ひらるゝ略近公式を示せは次の如し。

(式中C. Mn. Si等とあるは各成分の百分數を表はすものとす)

(一)五五乃至九〇瓩の破斷界を有する轉爐鋼(Acier Bessemer)に對しては

$$R=26+60C+23Mn+11Si+65P$$ (Osmond)

(二)三五乃至六五瓩の破斷界を有する平爐鋼(Acier Martin)に對しては

$R=26+46.5C+21Mn+11Si+65P.$ (Osmond),

$R=25+\frac{200}{3}C+\frac{200}{7}Si+\frac{100}{7}Mn.$

$R=30+18C+36C^2+18Mn+10Si+15P.$ (Deshayes),

$A=42-36C-5.8Mn-6Si.\quad E=\frac{R}{2}$ (Deshayes),

(三) 炭素鋼の健淬せしものに對しては

R(健淬後のもの)=R(軟過せしもの)+0.92〔R(軟過せしもの)−32)〕(Stansfield).

其一　極軟鋼(Aciers extra-doux)

各種情況の下に於ける一般性質次の如し。

熱取扱法	E 瓩	R 瓩	A %	ρ 瓩米	破面の景況
九〇〇度以上に軟過せるもの	一八	三二	三五	九	粒狀
九二五度にて健淬後二〇〇度に反淬	三四	四六	三五	二五以上	纖維狀
同　三〇〇度に反淬	三〇	四〇	同右	同右	同右
同　四〇〇度に反淬	二七	三六	三〇	同右	同右
同　五〇〇乃至六〇〇度に反淬	二五	三六乃至三四	三五	同右	同右
空中健淬	二二	三三	同右	一八	僅かに粒狀を交へたる纖維狀

今一例として Assailly 社製酸性平爐鋼につき其化學成分、機械的性質及用途を示せは次の如し。

(a) 含炭量〇・〇七乃至〇・一二%のものはR三〇乃至三五瓩、A三〇%なる抗力を有し鋼線、針、綴釘、鐵葉及釘等に用ゐらる。

(b) 含炭量〇・一二乃至〇・二%のものはR三五乃至四〇瓩、A二五%を有し機械、車軸、大釘、鐵葉及汽罐鈑等に用ゐらる。

又Micheville社製鹽基性平爐鋼につき述ふれは含炭量〇・〇七五%、Mn〇・二五乃至〇・三五%、Si〇・〇〇%、P〇・〇三%のものはR四〇瓩以下、A二六%以下を有し、汽罐鈑、鍛接管、釘及綴釘等に用ゐらる。

其二　軟鋼(Acier doux)(R約四〇瓩)

各種情況の下に於ける一般性質次の如し。

熱取扱法	E瓩	R瓩	A%	ρ瓩米	破面の景況
軟過せるもの	二四	四〇	三一	七	粒狀
健淬後二〇〇度に反淬	四五	六四	一八	二五以上	纖維狀
同三〇〇度に反淬	四四	六二	一九	同右	同右
同五〇〇度に反淬	三七	五六	二三	同右	同右
同六〇〇度に反淬	三三	五一	二四	同右	同右
同六五〇度に反淬	三一	四七	二七	同右	同右
空中健淬	二九	四三	三一	一五	小量の粒狀を有する纖維狀

今一例としてAssailly社製酸性平爐鋼に就き其化學成分、機械的性質及用途を示せは次の如し。

含炭量〇・二乃至〇・二五%のものはR四〇乃至五五瓩、A二五%を有し機械、鐵葉、汽罐鈑、鍛工及形鐵等に用ゐらる。

其三　半軟鋼(Aciers mi-doux)(R約五〇瓩)

一般性質の如し。

熱取扱法	E瓩	R瓩	A%	ρ瓩米	破面の景況
軟過せるもの	三〇	五〇	二六	六	粒狀

八五〇度に健淬二〇度に反淬	六四	八八	一〇	六	同右
同右　三〇〇度に反淬	六四	八六	一二	九	同右
同右　四〇〇度に反淬	六二	八〇	一四	一一	同右
同右　五〇〇度に反淬	五四	七四	一八	一四	粒狀及纖維狀
同右　六〇〇度に反淬	四五	六五	二〇	一八	纖維狀
同右　六五〇度に反淬	四二	六〇	二三	二一	纖維狀
空中健淬	三四	五四	二六	一二	粒狀及纖維狀

今一例として Assailly 社製酸性平爐鋼に就き其化學成分、機械的抗力及用途を示せは次の如し。

(a) 含炭量〇·二五乃至〇·三%のものは僅かに健淬の性質を有しR四五乃至五〇瓩、A二二%にして銃身、傳動軸、喞子軸、車軸、鍛工用及農具等に用ゐらる。

(b) 含炭量〇·三乃至〇·四のものは健淬の能力を有しR五〇乃至五五、A二〇%に達し(a)と同一の用途に供せらる。

又 Micheville 社製鹽基性平爐鋼に就きて述ふれは次の如し。

(a) C〇·一八乃至〇·二%、Mn〇·四乃至〇·六%、Si〇%、P〇·〇四%のものはR五〇乃至五五瓩、A一八乃至二二%を有す。

(b) C〇·〇九乃至〇·一一%、Mn〇·五乃至〇·七%、Si〇%、P〇·〇四%のものはR四五乃至五〇瓩A一八乃至二五瓩を有す。

(a)(b) 共に僅かに健淬の能力を有し、鍛工用、シャフト(Manivelles)、軌條の目板(éclisses)及鑛山用軌條等に用ゐらる。

其四　半硬鋼(Aciers Mi-durs)(R約六〇瓩)

一般性質次の如し。

熱取扱法	E瓩	R瓩	A%	ρ瓩米	破面の景況
軟過せるもの	三〇	五〇	二六	六	粒狀
八五〇度に健淬二〇度に反淬	六四	八八	一〇	九	同右
同右 三〇〇度に反淬	六四	八六	一二	一一	同右
八〇〇度に健率四〇〇度に反淬	八二	一〇九	一〇	五	同右
同右 五〇〇度に反淬	七六	九四	一五	一〇	粒狀及纖維狀
同右 六〇〇度に反淬	六三	八〇	一七	一四	纖維狀
同右 六五〇度に反淬	五六	七二	二〇	一六	同右
空中健淬	三九	六六	二三	九	粒狀及纖維狀

今一例としてAssailly社のものを上くれは含炭量〇·四乃至〇·五%のものは健淬の能力を有し、外輪(Bandage)、鎚、鐵鈑、庖丁、武器、木工具、螺桿(Verrous)及鑛山用穿孔鑿等に用ゐらる。

又Michevilleの鹽基性平爐鋼に就きて述ふれは

(a) C 〇·二四乃至〇·二六%、Mn 〇·六乃至〇·七%Si 〇·%P 〇·〇四五%のものはR五五乃至六〇瓩、A一二乃至二〇%を有す。

(b) C 〇·二七乃至〇·三一%、Mn 〇·六五乃至〇·八%Si 〇·%P 〇·〇五%のものはR六〇乃至六五瓩、A一二乃至一八%を有す。

(a)(b)二者共に發條、軌條、外輪、軸、鑪、圓匙(Pelle)鋤及鐵耙(fourche)等に用ゐらる。

其五　硬鋼(Aciers durs)(R約七〇瓩)

一般の性質次の如し。

熱取扱法	E瓩	R瓩	A%	ρ瓩米	破面の景況
九二五度に軟過	三六	七〇	一八	四	粒状
八〇〇度に健淬三〇〇度に反淬	一一〇	一七〇	六	—	—
同右　四〇〇度に反淬	一一〇	一五〇	七	三	粒状
同右　五〇〇度に反淬	一〇六	一二〇	一二	七	粒状及纖維状
同右　六〇〇度に反淬	七九	九三	一五	一〇	粒状及纖維状
同右　六五〇度に反淬	七〇	八五	一七	一二	纖維状
空中健淬	四四	七九	一八	五	粒状

今一例としてAssailly會社のものを上くれは含炭量〇・五乃至〇・六%のものは健淬能力を有し、R六〇乃至七〇瓩、A一五%にして上等外輪、鐵鎚、庖丁、木工具、武器及壓穿器等に使用せらる。

又Micheville社製鹽基性平爐鋼にありてはC〇・三六乃至〇・四六%、Mn〇・七乃至〇・九%、S〇・〇六%のものはR六五乃至七五瓩、A一〇乃至一五%を有し軌條、鋤、圓匙、十字鍬、鐵耙、發條及鑢等に用ゐらる。

其六　甚硬鋼(Aciers très durs)(R約七五乃至八〇瓩)

甚硬鋼なる名稱は各製鋼所に於て一定せさるも、茲にはR七五瓩を有するものゝ一般性質に就き述へんとす。

熱取扱法	E瓩	R米	A%	φ瓩米	破面の景況
九二五度に軟過	三七	七五	一四	二	粒状
水中に健淬四〇〇度に反淬	一二五	一五六	四	二	粒状
同右　五〇〇度に反淬	一一二	一二五	八	五	粒状及纖維状
同右　六〇〇度に反淬	八六	九八	一二	八	粒状及纖維状
同右　七〇〇度に反淬	七五	九〇	一四	一〇	纖維状

空中健淬	四六	八五	一六	四	粒狀	六一六

今一例として Assailly 社のものを上くれは含炭量〇·六乃至〇·七%のものはR七〇乃至八〇瓩、A一〇%を有し發條、軌條、庖丁、鋸、洋傘の柄、鉈、胸當及刻印等に用ゐらる。

又 Micheville 社製鹽基性平爐鋼に於てC〇·四乃至〇·五%、Mn〇·八乃至一·二%、Si〇·二%、P〇·〇六%のものはR七五瓩、A八乃至一〇%を有し釵、鎚、發條、編針、硬軌條及工具等に用ひらる。

其七　至硬鋼(Aciers extra-durs)(R八五乃至一〇〇瓩)

工業用鋼として含炭量の最も多きものに屬しC〇·九五乃至一·二%に達し、時としてはC一·四乃至一·六%に至る、而して其一般性質は各製造所の製法及取扱に因り其抗力殊に可鍛性に於て大に異なる處あり、而して工具用坩堝鋼は主として此種類に屬するものとす。

一例を擧くれは Assailly 社製酸性平爐鋼は〇·八乃至一·%の含炭量を有しR八〇乃至一〇〇瓩、A八%を有し鑢、紡績用針及發條等に用ゐられ、又工具用坩堝鋼は普通至硬鋼に比し等質にして靱性を有するものなれとも、各工場共其成分を發表すること少なし、但し炭素〇·八乃至一·四%を有するを普通とす。

第三節　銑(Fontes

鑄鐵(Fontes de moulage)は概してC三、乃至四·%(內〇·五乃至二%は黑鉛とす)Si〇·五乃至三%、Mn〇·二乃至一·五%、P〇·〇五乃至二·五%、S〇·〇〇一乃至〇·一%なる組成を有し、其伸張破斷界(R)六乃至二二瓩に達す(通常R九乃至一八瓩とす)又壓縮破斷界(以下Reを以て示す)は平均七〇瓩(Re三八乃至一一〇瓩)なりとす。

佛國に於ては其破面を檢し、黑鉛の多少に因り第一號乃至第五號に區分す、今其內の二三を例示すれは次の如し。

第一號銑　最も黒鉛に富みたるものにしてSi 二·八二%、P 二·五%、Mn 〇·四四%、S 〇·〇三%を有しR 一一瓩Re四七瓩なる抗力を表せり。

第三號銑　Si 二·六%、P 二·三%、Mn 〇·四九%、S 〇·〇四%を有しR 一二瓩Re五三瓩を表せり。

第五號銑　白斑銑(Truitée blanche)にしてSi 二·三%、P 二·六%、Mn 〇·五%S 〇·〇一六%)を有しR 一〇瓩Re五一瓩を表はせり。

第四節　炭素鋼の熱取扱に關する一般注意

上記金屬の熱取扱に關し若干記述するところあらんとす。

(a)加熱(Chauffage)は緩徐に且つ漸次に行ふを要す、其温度は炭素量の減少と共に之を高むへく、尚ほ酸化、過熱及燃料に觸るゝことを避くるを要す。

(b)鍛錬(Forgeage)は適當なる温度に於てし通常一〇〇〇度附近とす、尚ほ健淬すへき部分には小打擊を加ふるを要す、又健淬前には完全に冷却し然る後再熱するを要す。

(c)鍛錬後の軟過(Recuit)は初めは極めて緩徐にし(材料は之を冷却せる爐に装するを通常とす)且等齊に加熱すへく、成し得れは包圍せられたる容器中に於てするを可とす。

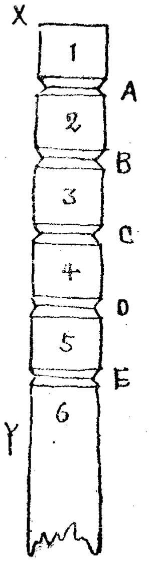
(d)健淬(Trempe)の爲め材料は包圍せられたる容器又は鐵管中に加熱し、其精密に所望温度に達するを見て之を行ひ、尚ほ適當なる温度を有する水中に於て之を動搖すへし、而して成形後の材料は通常油中に於て健淬を行ふへきものとす。

(e)反淬(Revenu)は赤熱せられたる金屬に接するか又は尖端のみ健淬せし場合には其材料の有する餘熱にて之を行ふものとす。

上記加熱に際し金屬又は鹽類の溶液を使用するは更に良好なる手段とす。

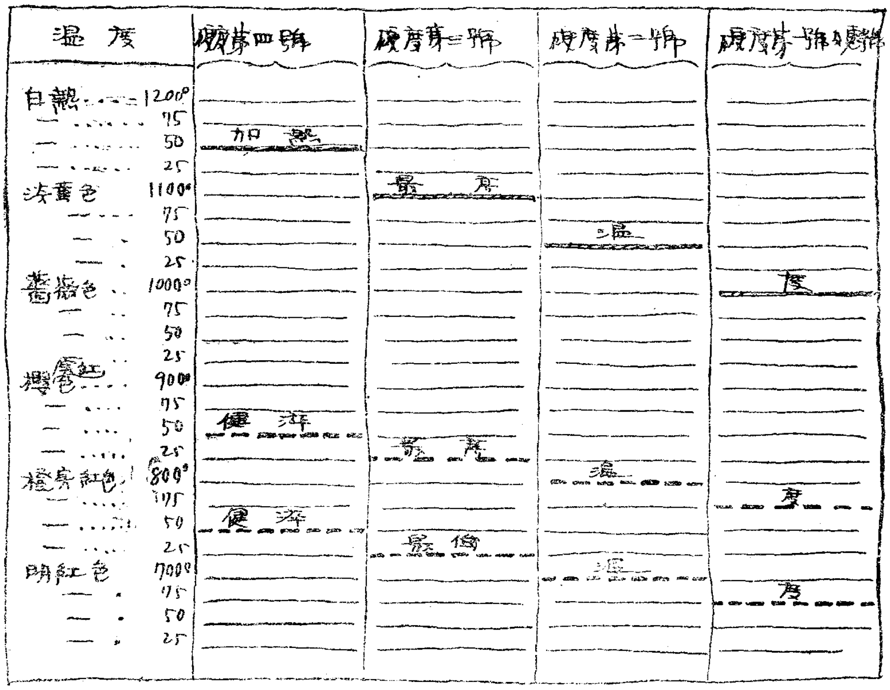
熱取扱に際し適當なる温度の判定は附圖第一に示す如くＡＢＣＤＥに於て區分せられたるＸＹ

附圖第一



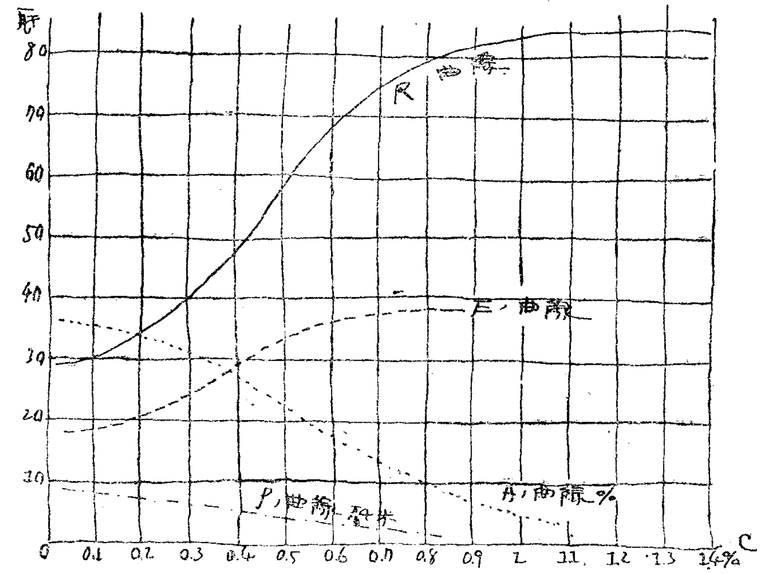
なる試料に於て1乃至6を異なりたる温度に熱することにより知ることを得、則ち第一の部分は七〇〇度に加熱せらるゝも第六の部分は六〇〇度に加熱せらるゝか如くし、以て各部を同時に健淬し各部の破面により其效果を比較すれば可なり。

附圖第二　普通寸度に於ける工具用炭素鋼の加熱及健淬温度表



附圖第二に掲けたる表は Firminy 製鋼所の經驗になれるものとす。

附圖第三　正當に軟過せられたる炭素鋼の抗力曲線圖

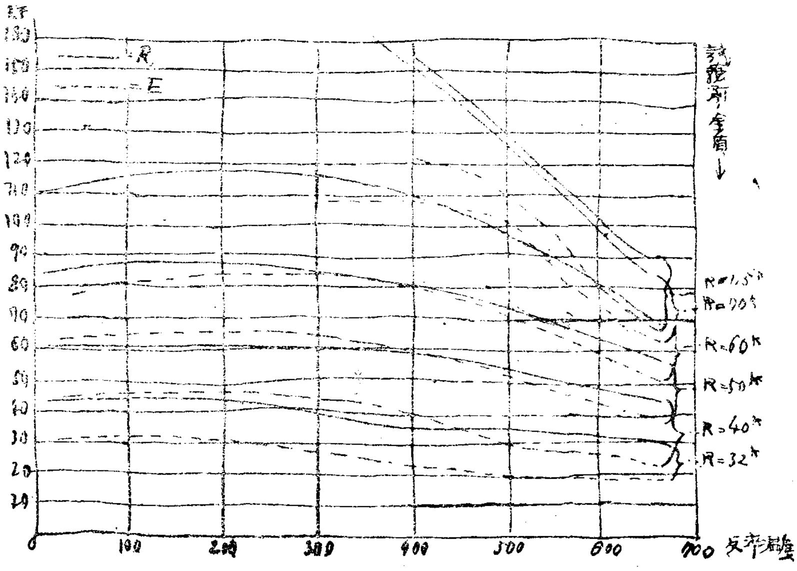


注意　鹽化バリユームの熔融點は九五〇度に相當し、炭酸曹達のものは八五〇度に、鹽化ゾヂユムのものは八〇〇度に相當するものとす。

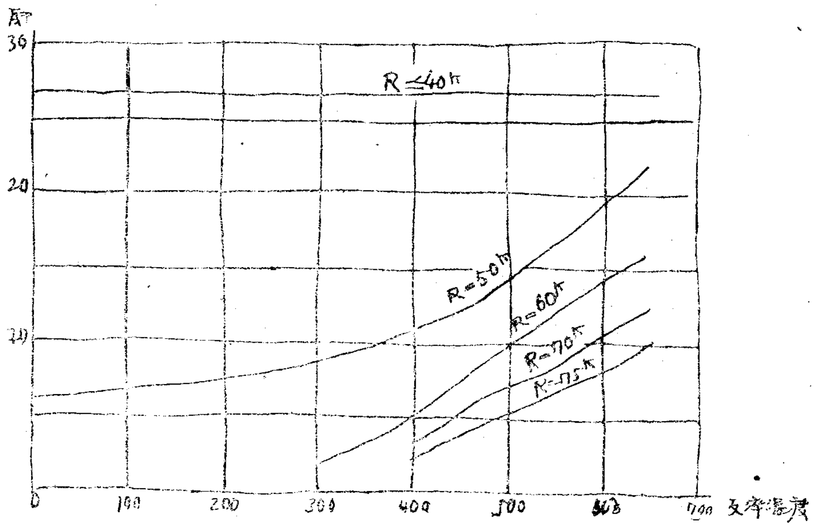
附圖第三乃至第五は某炭素鋼の抗力及脆性を示すものにして附圖第三は軟過せる鋼の含炭量に基く抗力の變化を示し、附圖

第四第五は Grenet 氏の實驗値により水中にて健淬せし鋼の反淬温度に因りE、R及ρの變化を表はすものとす。

附圖第四　水中に健淬せし後反淬したる炭素鋼のR及Eを表はす曲線圖



附圖第五　水中健淬及反淬せし鋼のRを表はす曲線圖



第五節　特種鋼
(Aciers spéciaux)

特種鋼とはニッケル、クローム等の特種なる金屬を含有せる鋼の總稱なりと雖も、工業者は屢々純粋にして而もMn及Siの量を嚴重に規定するため精密に化學成分を既知せる原料を用ゐて製したる鋼は、上記金屬を含有せさるも、倘ほ是を特種鋼と呼ふことあり、著者も此定義の下に記載を試みんとす。

其一　炭滲法に用ふる特種鋼(Aciers spéciaux de Cémentation)

是等の特種鋼に就きては化學成分を明記しあらさるを以て、二會社の製品に就き一例を示すに止めんとす。

Assailly社のCAD鋼はC及Mnの量を精密に規定しあり、其抗力R三九瓩、A三〇%なりとす又Châtillon-Comentry社のBFM鋼は二種に分れ、其一は軟鋼にしてR三九乃至四三瓩を有し、他は極軟鋼

にしてR三四乃至三八瓩を有し、共に約一〇〇〇度に於て炭滲作業に附し、其與炭せられし部分の抗力はE三二瓩、R五〇瓩、A二八%、ρ二五瓩米に達するものとす。

其二　ニッケル鋼(Aciers au Nickel)

(甲)Ni約二%を有する軟鋼に屬するもの

一般性質次の如し。

化學成分C〇・一%Si痕跡、Mn〇・二五%、Ni二%P及S痕跡

健淬温度　八五〇度乃至九〇〇度

健淬後の最高反淬温度　六五〇度

熱取扱法	E瓩	R瓩	A%	ρ瓩米	破面の景況
九二五度に軟過	二三	四〇	三三	一六	粒狀及纖維狀
八五〇度にて水中に健淬	三四	五五	一八	二〇	纖維狀
同沸騰鹽水中に於ける健淬	三一	四四	二六	二五以上	纖維狀

今一例としてAssailly社製Ni二%の鋼に就き其性質を示せは次の如し。

八五〇度に軟過し緩淬に冷却せしものはE三〇瓩、R四二瓩、A三二瓩を有し、炭滲法を施し且つ健淬(八五〇度)せしものはE四〇瓩、R六〇瓩、A二〇%ρ四二瓩米を有せり。

又Paul Girod社製Ni二%を有する電氣鋼は九〇〇度に軟過せし場合にはE三四瓩、R四五瓩A二七%、ρ四二瓩米を有し、Ni三%を有するものは之を八〇〇度に健淬し、六〇〇度に反淬すれは其抗力E七六瓩、R八三瓩、A一四・五%、一ρ七・五瓩米に達す。

(乙)Ni約五乃至七%を有するもの

一般性質次の如し。

化學成分 C〇・一三%Si痕跡、Mn〇・二五%Ni五・三%P及S痕跡

熱取扱法	E瓩	R瓩	A%	ρ瓩米	破面の景況
九二五度に軟過	三八	五九	二五	二〇	纖維狀
八五〇度にて冷水中に健淬	七〇	一一〇	一〇	二〇	同右
八五〇度にて沸騰鹽水中に健淬	五〇	七五	一八	二五以上	同右
空中健淬	四四	五六	二〇	二五以上	同右

軟過は八〇〇度乃至九〇〇度に於て行ふを要す。

今一例として Assailly 社製 Ni 五%を有する軟鋼に就き其性質を示せは次の如し。

八五〇度に軟過せしものはE三八瓩、R五五瓩、A二四%、ρ四〇瓩米を有し、八五〇度にて水中健淬せしものはE八〇瓩、R一一〇瓩、A一八%、ρ二〇瓩米を有し、一〇〇〇度附近に於て鍛錬すへく炭滲作業は九五〇度乃至一〇〇〇度に於て行ふものとす、又其硬度は油中、水中又は空氣中に於ける健淬により附加することを得へし。

又 Paul Girod 社製 Ni 五%を有する機械用鋼は九〇〇度に軟過すれはE七四瓩、R七七・五瓩、A一五・五%、ρ一〇瓩米を有し、八〇〇度に健淬し六〇〇度に軟過すれはE九四瓩、R一〇四瓩、A九%、ρ一三・五瓩米を有す。

(丙)其他のニッケル鋼

此項に於て述へんとする鋼は前者とは其性質を異にし、一般に三%以上一七%以下のNiを含有し、尙ほ前者の用途は主として炭滲鋼として用ゐられ且特に自動車の構築に用ゐらるゝに反し、各種機械殊に脆性を伴ふことなく大なる堅硬性(健淬を省くも)を要する部分に用ゐらるゝものとす、然れとも其化學成分は各工場共秘密に附しあるを以て、茲には只 Imphy 社の製品に就き其各種類を例示す

るに止めんとす。

NA鋼 九〇〇度に軟過せしものはE三五乃至四三瓩、R五三乃至六五瓩、A二六乃至二〇%、ρ一〇瓩米を有し、其健反淬せるものはE五五乃至八〇瓩、R七五乃至一〇〇瓩、A一四乃至一一%、ρ一二瓩米を有す。

NB鋼 九〇〇度に軟過せしものはE三七乃至四五瓩、R五五乃至六七瓩、A二五乃至二〇%、ρ一一瓩米を有し、其健反淬せるものはE六〇乃至一〇〇瓩、R八〇乃至一一〇瓩、A一四乃至一〇%、ρ一三瓩米を有す。

ND鋼 九〇〇度に軟過せしものはE三八乃至四八瓩、R五七乃至六七瓩、A二五乃至二〇%、ρ一〇瓩米を有し、其健反淬せるものはE八〇乃至一五〇瓩、R九〇乃至一二五瓩、A一五乃至一〇%、ρ一一瓩米を有す。

是等の鋼は其取扱法、極めて緩徐を要するの外、普通の鋼と同一にして健淬は九〇〇度に於て油中又は水中に之を行ひ、反淬は四〇〇乃至六〇〇度に於て行ふものとす、而して其用途は鍛工用、鑽、傳動軸及機械の各部に用ゐられ殊に最後のものは大なる疲勞を受くへき部分に用ゐらるへきものとす。

其三 クローム、ニッケル鑛(Aciers au Chrome-nickel.)

此種の鋼にありては其種類多く、炭滲法に用ゐらるゝものと然らさるものとあり、其抗力は甚た大にして、然も脆性を伴ふこと少なく通常健淬して用ゐらるゝものとす、又其化學成分は各工場共に發表することを好まさるを以て、茲には先つGrenet氏のクローム、ニッケル鋼なる題下に發表せられし精密なる數値を掲け以て其化學成分と抗力との關係を示し、次に二三工場の製品に付き其用途を例示せんとす。

軟鋼＝C〇・一三%、Si痕跡、Mn〇・三%、Cr〇・六%、Ni二・六%、P及S痕跡

熱取扱法	E瓩	R瓩	A%	ρ瓩米	備考
九二五度に軟過	三五	四八	二七	一二	健淬温度は八〇〇度乃至九〇〇度にして反淬は之を行はす、用途は炭滲法又は然らさるものにも用ゐらる。
水中にて健淬	七〇	九八	一二	一六	
沸騰せる鹽水中に健淬	四〇	六二	一四	一八	
空中にて健淬	三八	五四	一六	一八	

半硬鋼＝C〇・二％、Si〇・三％、Mn〇・五八％、Cr〇・五四％、Ni二・〇八％、P及S痕跡

熱取扱法	E瓩	R瓩	A%	ρ瓩米	備考
九二五度に軟過	三三	五三	二七	八	熱取扱法は軟鋼のものと同様とす。
水中にて健率	九三	一三九	九	二	
同右　三〇〇度に反淬	一〇五	一三五	八	八	
同右　五〇〇度に反淬	七七	九三	一四	一六	
同右　六五〇度に反淬	五七	七〇	二二	二二	
沸騰せる鹽水中に健淬	四五	八五	一四	一二	
空中にて健淬	三九	五九	二七	一五	

半硬鋼第二號＝C〇・二九％、Si〇・一三％、Mn〇・四二％、Cr〇・八％、Ni二・七五％、P及S痕跡

性質は略々前者に同しくRをして最大一八〇瓩に達せしむることを得へし。

半硬鋼第三號＝C〇・三七％、Si〇・二七％、Mn〇・六％、Cr〇・八七％、Ni二・五八％、P及S痕跡

性質は前者と大差なくRをして最大一九四瓩に達せしむることを得、熱取扱法は軟鋼のものと略々同様なりとす。

硬鋼＝C〇・五八％、Si〇・三％、Mn〇・四八％、Cr一・三％、Ni二・六二％、S及P痕跡

熱取扱法	E瓩	R瓩	A%	ρ瓩米	備考
七五〇度に軟過	七六、八	九一・三	七・五	二	使用に當りての健淬は七七五度乃至八五〇度にて水中又は空中にて行ふへきものとす。
九二五度に軟過	九〇	一一七	一・五(?)		
沸騰鹽水中にて健淬四〇〇度にて反淬	一三〇	一七〇	五	二	
同　右　六〇〇度にて反淬	八一	九〇・七	八	一三	

今一例としてAssailly社のものに就き性質及用途を述ふれは次の如し。

CH4M鋼　此鋼は取扱及鍛錬共に容易にして、加熱は四〇〇度に到る迄、緩徐に之を行ひ九五〇度乃至一〇〇〇度に於て鍛錬を行ひ、八五〇度にて軟過し灰中に冷却し、次に六五〇に軟過し油中に健淬すへきものにして、其健淬温度は八五〇度を採用し六〇〇度に反淬すへきものとす、而して八五〇度に軟過せしものゝ抗力は、E四五瓩、R六五瓩、A一五%、健反淬せしものはE六五瓩、R八〇瓩、A一四%、ρ二五瓩米の抗力を有す。

CN4鋼　牽引、屈撓に對する抗力大にして安全を要する場合、即ち飛行機材料等に用ひられ、其八五〇度に軟過せられしものゝ抗力はE四八瓩、R七〇瓩、A一六乃至二〇%なりとす。

又Firminy社のものは。

NC3硬鋼　鍛錬後八〇〇度にて軟過せしものゝ抗力はE四五瓩、R六五瓩、A二〇%、ρ四瓩米又七八〇度にて水中健淬を行ひ、六〇〇度に反淬せしものはE七五瓩、R八五瓩、A一五%、ρ一六瓩米なる抗力を有し、特に穿孔機の軸に適するものとす。

NC2硬鋼　鍛錬後八〇〇度にて軟過せしものゝ抗力はE五〇瓩、R八〇瓩、A一五%、ρ六瓩米、又七八〇度にて油中健淬を行ひ、四五〇度にて反淬せしものはE一三七瓩、R一四〇瓩、A五%、ρ五瓩米なる抗力を有し、歯輪の製造に用ゐらるゝものとす。(未完)

●土壤中に於ける金屬の腐蝕

(電氣分解作用に依る腐蝕は電氣鐵道の漏洩電流のみに依るものにあらさる實驗的證明)

Electric Railway Journal Nov. 1914

市街地に於て土壤中に埋設したる鋼鐵、鍛鐵、鑄鐵及鉛管類は腐蝕作用を受くるものなるか此作用に二種あり。其一は表面に一樣に鏽を生する事、即ち酸化作用にして今一つは所々凹所を生することなり。前者は單純なる化學作用に依るものにして其作用輕微なれは致命傷的損害を與ふることなし、後者は電氣分解作用に依るものにして管類に損害を與ふること大なるか、其近傍に電氣鐵道あるときは歸線より漏洩する電流の作用と認めらるゝを常とす。

然るに漏洩電流の通することなき地方にありても、第一圖第二圖及第七圖に示すか如く致命傷的損害を與ふる腐蝕作用を發生したる數多の實例を發見したるを以て、此種腐蝕作用の眞因に就き研究を行ひたり、第一圖は電氣鐵道及漏洩電流の存在せさる地方の土壤中より發掘したる四吋鑄鐵水道鐵管の見本にして、管の外殼は數個所に於て全く腐蝕せられ又所々深き穴あり、第二圖も亦漏洩電流の通することなき地方にて粘土壤の腐蝕作用著しき土中より發掘したる一吋軟鋼鐵管なり、第七圖は燼滓其他の不純物を含有せる混合黒色土壤中より發掘したる鉛管の一部を示すものにして是亦漏洩電流の影響を受けさるものなり。

本論説の目的は是等腐蝕作用の眞因を窮め、作用の性質及之に依て生すへき損害の程度を知らんとするにあり、而して研究の結果次の二現象あるを見出せり、第一は鐵(鍛又は鑄)及鋼鐵の成分に於ける不純物の影響、第二は内部の不純物に關係なき作用(特殊の化學的性質より土壤中に於て腐蝕せさるものと認めらるゝ鉛に於けるか如し)なり、以下此二現象に就き順次に述へんとす。

(a) 金屬中の不純物に基因する腐蝕

金屬中に不純物の存在する事又は其組織の一樣ならさることか電氣的狀態に變化を及ほす事實夥多あり、又斯の如き金屬を電解液中に浸して其作用を恣にせしむるとき電流を發生することを實驗的に證明するを得へし、而も是等の事實は一般に空氣中に曝露せられたる金屬の受くる損害として說明せられ、土壤中にありて之と接觸せる金屬に於て類似の結果を生することには殆んと注意を拂ふものなし。實驗に於ては約一平方吋の白金板にて二個の同樣なるターミナルを作り(銅板を使用するも差支なからん)各板の中心に把手及接續線を目釘にて取附け、接續線を十五ヴォルト、ヴォルト計のターミナルに接續せり、板はモスリン片又は吸取紙を以て蔽ひ依て金屬板の直接に接觸するを防き、且電解液の少量を之に保有せしむ、電解液は其種類と組成物の量とに依り、化學的活動力即ち鐵との化合力に差異あり、實驗に於ては簡單なる標準的電解液として稀硫酸を用ひ之を布片に浸したり、而して電解液として泥炭に富める黑色土壤及粘土を使用し行ひたる實驗に於ても硫酸を用ひたるときと同樣の電位差を得たり、但硫酸を含有せるターミナル布片を相互に接觸せしめたるのみにては電壓は少しも生せさるも、種々の鐵の表面の異なれる個所に布片を置きたるとき起電力を發生すること次の如し、板鐵〇—〇、五ヴォルト、鋼鐵管〇—〇・五ヴォルト、鑄鐵管〇—〇・三ヴォルト、穴ある鑄鐵〇—〇・七ヴォルト、清淨なる鑄鐵〇—〇・一五ヴォルト、而して何れの場合に於ても起電力は電流か鐵の清淨なる點を出てゝ外部電路を通し不純物の個所に歸り來るか如き方向に發生せり、是に依り清淨なる鐵は陽性にして不純物は陰性なることを知る。

電位差の生する原因は純粹なる鐵のイオンか電解液中の酸イオンと結合せんとするの傾向にあるものゝ如し、此傾向を一般に金屬の熔解張力とも名くへく鐵の場合には比較的大なる値を有す。

次に如上の電池作用は一時的なりや否やを試驗したり、勿論電路の導電率減せされは電流も亦減せさるへきか、化學的活動力を有する土壤中に埋設したる鐵の場合には導電率は反て次第に增加す

るの傾向あり、唯成極作用即ち負極上に導電力なき水素の薄層を生するの作用あることか之に反するのみ、而も理論上土壤內に遊離せる醫素及水は水素と化合し作用をして連續的ならしむへき筈なり、總へての實驗及腐蝕の實際の場合に徴するも其然るを知る、實驗の一電瓶は特別に約四平方吋の鑄鐵の二片を六吋鐵管より破碎して作りたるか、既に腐蝕せられたる方の一片を清淨なる內部を有する他片と相對せしめファイバー管に依り相互約一吋半の距離を保持せしむ、其間には濕潤にして泥炭に富める土壤を充たし接續部分は濕氣の餘り早く脫し去らさる樣パラフイン蠟を以て封緘す、而して二枚の鐵板はミリアンメーターに依り接續し又ターミナルに亘りヴォルト計を接續せり、測定の結果に依れは開電路電壓は〇・七ヴォルトにして外部計器に表はれたる電流は〇・〇〇四アンペアなりき、此電流は二日後に〇・〇〇一アンペアに降り其後は一定せり、斯くて短絡狀態に於て四ケ月間放置したる後純粹なる蒸溜水を加へたるに、導電力增加の結果電流は再ひ〇・〇〇四アンペアに增加したるか、又短絡した儘放置したるに二ケ月後之を開きたるとき、土壤は乾燥し清淨なる內部面を有したりし鐵板は鐵銹と土壤との厚き混淆物を以て覆はれ、約十六分一吋の深さを有する穴の下には炭素狀堆積物の充たさるゝを見たり。

又電極を炭素棒及鑄鐵片にて作り之を種々の土壤中に置きたるに、土壤の種類と濕氣の多少とにより電壓〇・一乃至〇・九ヴォルト、外部に通する電流一乃至十ミリアンペアの間に變化せり。

第三圖中左圖は上述の電瓶の鐵板に用ひたる鐵管片の見本にして、土壤の作用を受けたる表面は作用を受けさる元の表面に比し鋭く尖り其穴の深さ十六分の一吋なり、右圖は土壤を電解液とし電瓶を作る爲め炭素棒と共に用ひたる鑄鐵板なり。

實際の場合に於ける地中埋設の鐵に就き考ふるに、是等の自然發生の電流の破壞作用に必要なる有らゆる條件を具備せり、土中の水は地中通過の際遭遇する化學物料を溶解して保有せる一の電解

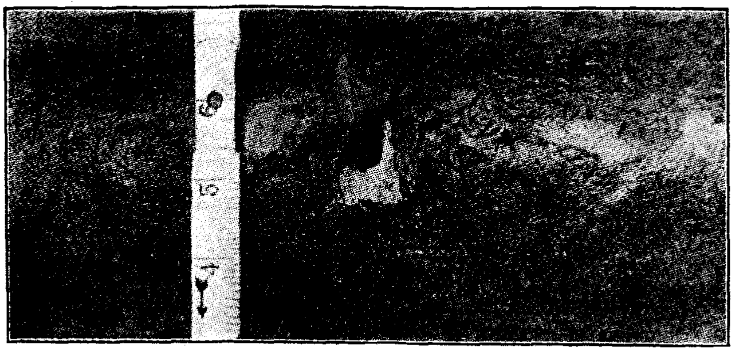
液なれは金屬と結合すへき酸イオンを供給す、是等イオンの作用は一回のみに止らす循環的復至的なれはアルカリ性又は中性反應の酸性含有物を有する土壤は金屬と自然的化學結合を行ひ依て腐蝕作用を生すへきなり、此際多量に存在せる酸素は減極物として作用す、然れとも實驗室に於ては實際土中に埋設したる鐵製建造物其他に及ほす腐蝕作用と同樣なる狀況を實現せしむることは困難なり。

鐵を腐蝕せしむる化學的活動力を比較せんか爲め代表的土壤の見本百二十種に就き試驗を行ひたり、各土壤中に含有せる水の分量を測定し實驗の際之れに相當する水を加へたり、斯くて右見本の約四〇〇グラム宛を取りて之を玻璃製瓶中に入れ、瓶は更に水を入れたる有蓋大瓶中に置きて土壤よりの水分の消失を防きたり、長さ二吋四分の一、幅一吋の軟鋼鐵板を同樣なる十六番板鐵より切り取りて之に番號を附し重量を測定して各瓶土壤中に一個宛置き、六十六日間此狀態に保持したる後鐵板を取出し良く洗ひて其重量を測定せり。

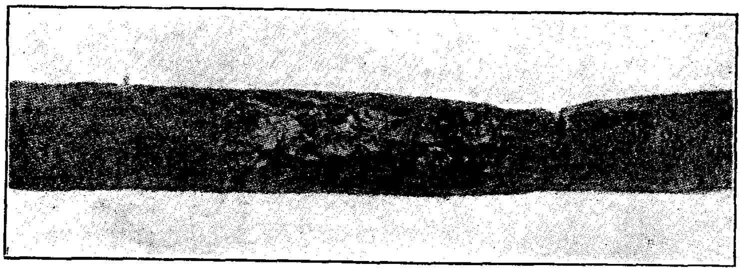
第四圖は此實驗に使用したる板鐵の見本を示す、其表面には局部腐蝕及深さ〇・〇一四吋の穴を認むることを得、土壤の腐蝕作用の比較標準は重量の減少を以てするを可とす、而して前記鐵板は總へて多少の減少を生したるか淸淨なる砂中に於ては減少最も少くして〇・〇四グラム、輕き含砂粘土、肥土及乾燥せる黑色土は〇・一五乃至〇・二〇グラム、一〇乃至一五パーセントの水分を含有せる重き粘土中に於ては〇・二〇乃至〇・四〇グラム、又濕潤にして泥炭に富める黑色土に於ては〇・六〇グラムの減少を示せり。

實驗の結果を綜合し六十六日間に於ける鐵の損失量の平均値を〇・二五グラム即一年間一・三九グラムとし(普通の黃色及ひ靑色粘土の場合に相當す、)土壤内に於ける鐵管の平均壽命を計算することを得、今鐵管に生する穴を圓錐狀のものとして、又鐵管表面に於ける面積を一平方吋、管の厚さを四分

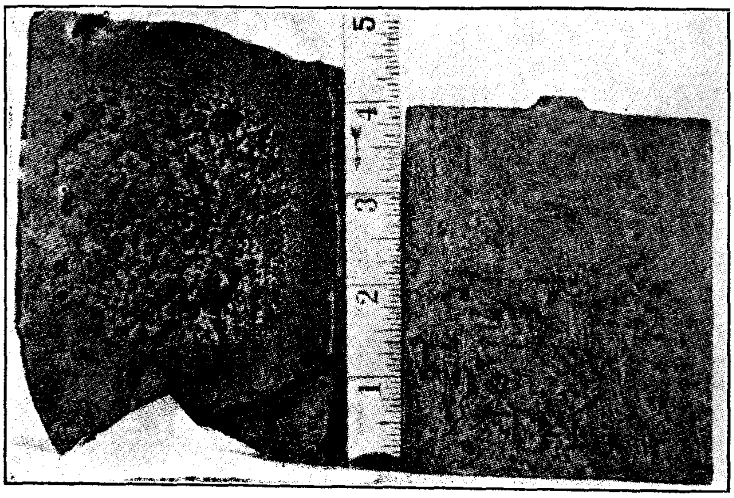
土壤中に於ける金屬の腐蝕　附圖



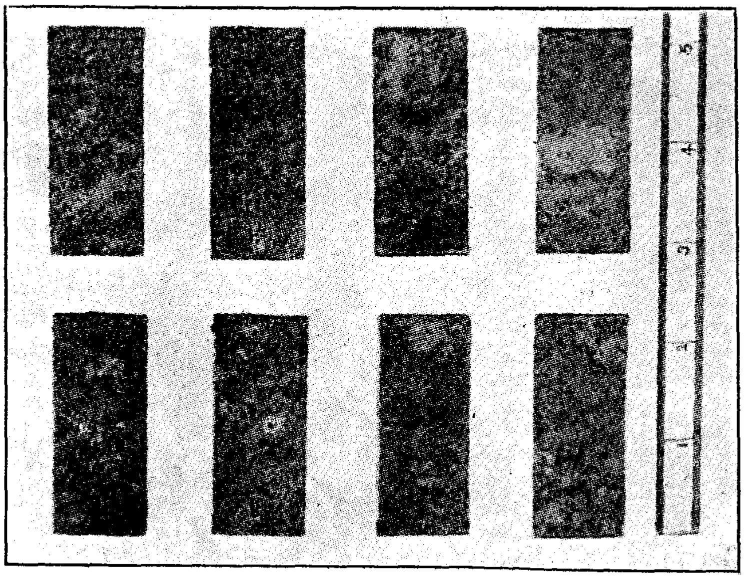
第一圖　鑄鐵製水道鐵管ノ自然腐蝕ノ狀況



第二圖　粘土中ニテ腐蝕セル軟鋼製鐵管



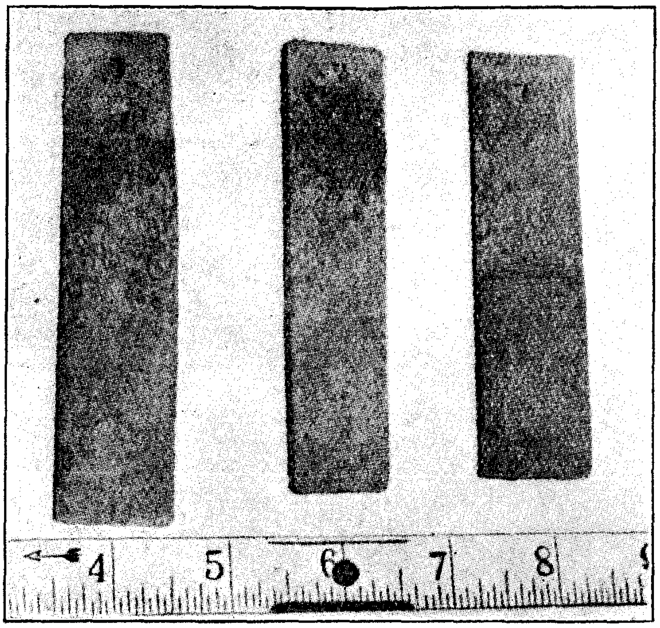
第三圖　土壤中ニテ腐蝕セル鐵管及鑄鐵鈑



第四圖　諸種ノ土壤中ニテ腐蝕セル軟鋼鈑

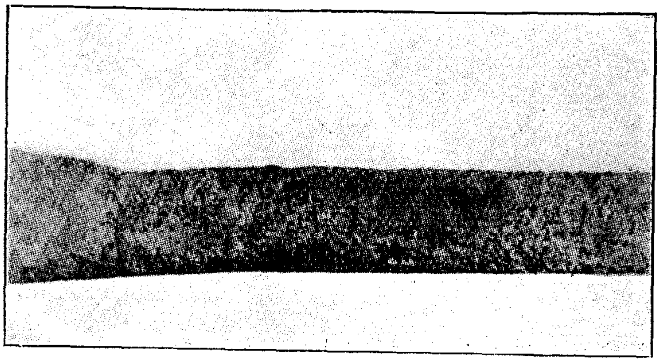
第五圖

二種ノ土壤ノ爲メニ生セル腐蝕狀態



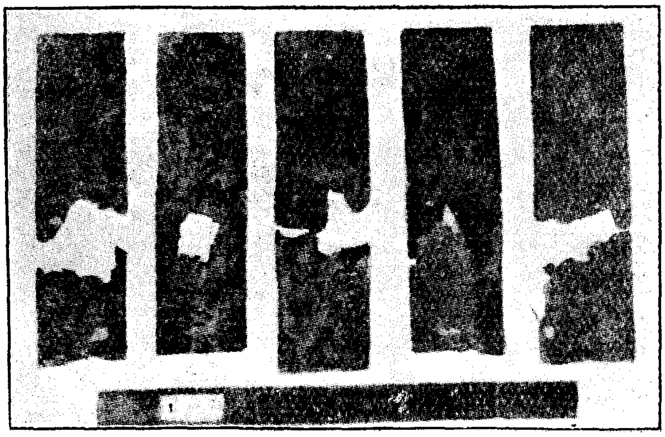
第七圖

混合黒色土壤中ヨリ掘出セル腐蝕鉛管



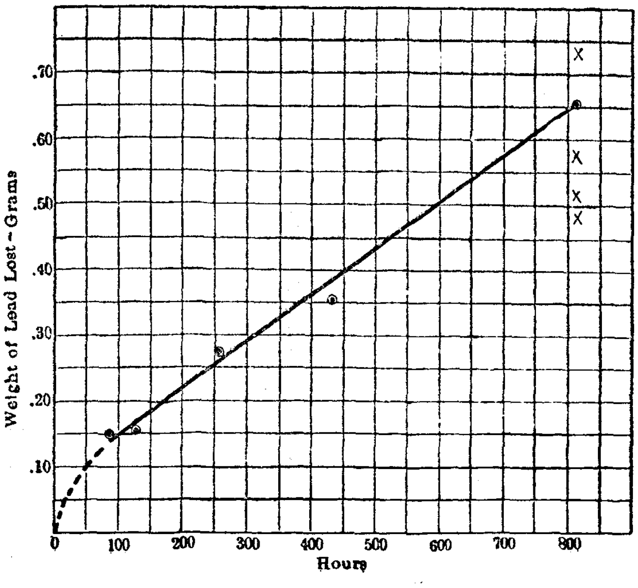
第六圖

二種ノ土壤中ニ於ケル純鉛鈑ノ腐蝕



第八圖

二種ノ土壤中ニ於ケル腐蝕ノ割合



の一吋と假定するときは、此穴に相當する鐵の重量は一〇・六グラムなり、之を一年間の減少率にて除するときは四分の一吋の厚さを有する黑色鐵管の此種粘土中に於ける壽命七・六年を得、而して之を實例に徵するに土壤の化學的活動力の外腐蝕の原因たるへきもののなき地方に於て亞鉛鍍不完全なる鐵管の粘土中に於ける壽命は三年、鍛鐵管及鋼鐵管の壽命は四乃至六年なり。

直徑三吋鑄鐵瓦斯管の一を漏洩電流存在の徵候なき地中より取出したるか、此鐵管は約二十七年間使用せられ肥土、黑色泥炭及粘土の混合中にありたるものなり、鐵管の現在の重量は二七・五封度なるか、當初の重量は其ダイメンションより推定し鑄鐵の比重を七・一として計算するときは三四・三封度なるを以て、腐蝕の爲に失はれたる重量は六・八封度即ち一平方吋に付八・二二グラムに相當す、今タールの被覆か五年間に崩解分離するものと假定するときは腐蝕作用の行はれたる期間は二十二年なり此鐵管の周圍の土壤を取り玻璃瓶内に於て鑄鐵板を自然の狀態にて土壤中に埋設し、六十六日を經たる後其重量により鐵の消失量を測定したり、該鐵板は長さ二吋四分の一、幅一・〇五吋、厚さ八分の一吋にして約五・五五平方吋の表面積を有す、板は急冷製法の爲め相當强硬なり埋設の際には之を附着せる砂其他の不純物を除く等機械的に淸淨するに止めたり、測定の結果は黑色泥炭中にて〇・八グラム、青色粘土中にて〇・六グラム、肥土中にて〇・五グラム、鐵管所在地より取りたる混合土中に於て〇・四グラムなるを認めたり。

腐蝕作用か常に同し割合にて生するものとし、上記の數字により計算を行ふときは、〇・八グラムの重量減少は二十二年間に於て一平方吋に就き一七・六グラムの損失に相當し、〇・四グラムは二十二年間八・八グラムに相當す、而して實際の場合に二十二年間に於て一平方吋に付き八・二グラムの損失なりしを以て、此鐵管に對する損害は自然土壤の爲に生したるものなることを確認するを得へし。

(b) 二つ以上の異りたる電解液の存在に基因する腐蝕

腐蝕作用の第二の原因は異りたる成分を有する二種の土壤と金屬との結合に依るものなり、此種の腐蝕作用の原理は化學實驗室に於て二種の異りたる化學物料の接觸に依り、電流を發生せしめ得ることに依り容易に證明するを得、今金屬と二種の土壤(其一は瓦斯又は有機體の種々の結合狀態に於ける炭素、窒素化合物又は硫黃の如き變化を生し得へき可熔物質を含むものとす)とを接觸せしむるときは電流の通するを見る、而して電流は二重電解液なる土壤の近傍に於て金屬を導體として出入し金屬を去るとき之を腐蝕せしむるものなり。

上述の原理を證明し實際の場合に適應せしむへく種々の金屬を電極とし試みたる結果に依れは鉛を以て最も適當とす、鐵は測定の結果を誤認せしむへき内部起電力を發生し、白金は成極作用大なり、今二種の土壤を接觸せしめて電瓶を作り各土壤中に一つ宛鉛電極を置き兩電極をヴォルト計に依り接續したる電位差發生するを認む土壤か一種のみなるときは此現象なし。

次に土壤、爐滓及砂等を種々の割合に混合して電瓶を作り實驗したるに、中には〇・一乃至〇・四ヴォルトの高きに上りたるものあり、但し此狀態の下に必すしも總ての土壤か腐蝕作用を生するものにあらす、清淨なる砂及粘土の場合には初め最も安定なる化學的狀態にありたるものなるか少しも影響なかりき。

猶ほ如上の狀態に於ける腐蝕作用を證明する爲め玻璃製電瓶中に電解液として二種の異りたる土壤を以て水平層を作らしめ、金屬導體として各土壤中に一個宛鉛片を浸し各一端を露はしたり、此中一六分の一吋の厚さの板鉛を金屬導體とし、黑色土壤及爐滓を電解液とする一電瓶は七十時間に於て腐蝕作用の爲め鉛〇・一四グラムを失ひたり、而して腐蝕は第五圖に示す如く總へて土壤端即ち板の下半に發生し他端は其面麗にして多少酸化又は炭化の爲め色を變したるか如きも腐蝕せられす、又黑色泥炭土及汚粘土を電解液として長四吋、幅一・二吋、厚さ〇・〇〇六吋の純鉛を金屬導體とした

る四個の同様なる電瓶に於て各電瓶の鉛片を順次に相當期間毎に取出し重量を測定したる後元に復し、引續き實驗を行ひたる結果に依り腐蝕の割合及ひ其連續の狀態に於ける資料を得たるか、其結果第八圖に示すか如し、圖中圓を以て表はせる點は各期間の終に於ける腐蝕を表はし、十字は八百時間の終に於ける各電瓶の全腐蝕を表はす、此曲線に依れは始めの百時間は腐蝕の割合大なるか其後は殆んと一定なり、又各電瓶の全腐蝕は殆んと同様なり、又鉛片の粘土端は腐蝕せられたるか泥炭端は僅か表面酸化を生せるのみ、第六圖に於ては此實驗に於ける鉛片の見本を示す、是等の見本は總計八一七時間放置せられたるものなり。

此最終の試驗は殊に有益なり、何となれば此狀態は實際の場合に於て鉛管が深さ三乃至六呎のトレンチ内に敷設せられトレンチを種々の混淆土壤にて充すときは同様なればなり、第七圖は土壤内に於ける此種鉛管の腐蝕の狀態を示す。

結論

前述の種々の實驗及ひ見本に依り一般に電氣鐵道の漏洩電流に基因すと認めらるゝ腐蝕作用の諸現象を説明することを得、鑄鐵の見本の腐蝕せられたる部分は赤色鏽及土壤の堅硬なる鏽皮にて覆はれ、又鑄鐵に於ける穴は炭素及ひ黑色酸化鐵を以て充たさる、而して穴の位置を精査したるに穴と穴との間較々腐蝕せるを認む、次に鉛の見本は灰色及褐色の酸化物を含有せることを示し、二種の土壤に金屬の曝露せらるゝ處に於て腐蝕の部分と腐蝕せさる部分との間には明瞭なる區劃あり、異種の金屬を或る土壤と接觸せしむるとき又は一樣なる金屬の二片を異種の土壤と接觸せしめたるとき電位差一ヴォルト以上に上ることなきにあらす。(米澤)

●耐火材料に就いて

（地質學雜誌第二百六十一號）

理學士　淺井郁太郎

近時製錢業を初め種々の冶金業大いに進み殊に亞鉛の製煉も漸く開け又鐵工業、陶磁器、硝子、瓦斯の製造業及ひ電氣化學の工業次第に進歩したる爲、其の原料を求むると共に其の工業に必要なる耐火煉瓦の研究に重きを措かさるへからさるに至れり。

定義　耐火物とは少くとも攝氏千五百八十度（便宜高熱の語を用ふ）以内の熱にては殆と其の形態を變化せさるものを云ひ其の原料を耐火材料と云ふ。

此の定義中殆と變化せさるものてふ意義につき聊か略解を與へんとす。

(一)　殆と熔けさるもの　耐火物を突然高熱に晒すも又長く高熱中に置くも殆と之に熔けさるものを良しとす、但し耐火物中に少量の混和物あり、稍熔融して全體を固結し其の質を堅固ならしむるは寧ろ歡迎すへきことに屬す。

(二)　體積の變化著しからさるもの　高熱に遇うて收縮するものは概して良質と云ふを得す、膨脹するものにありても其の度著しからさるものを良しとす、倘一言すれは第一回の熱にて膨脹し第二回以後の熱に遇ふも其の度甚た輕微なるを要す。

(三)　破壞作用に抗するもの　高熱の中にて礦石、燃料、煤熔劑等の投入に遭遇するも少しも傷つかさるもの。

(四)　侵蝕作用に抗するもの　爐中に發生する種々の瓦斯即ち CO CO_2 SO_2 等に侵されさるもの。

(五)　溫度の急變に遇ふも龜裂を生せさるもの。

(六) 熱に對して不良導體のもの。

耐火材料の分類　耐火材料は便宜上別つて左の三種とす。

(一) 酸性耐火材料　硅酸より成れるのも又は硅酸を著しく含有せるものを云ふ。何れも鹽基性に侵され易し。

耐火粘土(セールをも含む)　カオリン類　蠟石

硅石　粘土質砂岩又は粘土質砂

耐火粘土とカオリン類とは中性に入るゝ人あれども硅酸多きを以て此には酸性中に置くこととせり。

(二) 鹽基性耐火材料　硅酸を含まさるものを云ふ。硅酸に侵され易し。(但し不純物として硅酸を含むことあり。)

菱苦土鑛　白雲石　ボーキサイト

(三) 中性耐火材料　珪酸にも鹽基性にも侵されす。

クロム鐵鑛　石墨

以上の外に尚左の人造耐火材料あり。

カーボランダム　アランダム

酸性耐火材料

(一) 耐火粘土　耐火材料中最も普通のものにしてセールをも含み其の色種々あり灼熱すれば白色又は略々白色となる。

成分と熔融　主としてSiO_2とAl_2O_2とより成り他の成分即ちFe Ca Mg K Naの各酸化物は僅少に止る、工業上木節と稱するセールの一種は褐炭の細片を有すること多し。

試みに木節の分析表二三を掲けん。

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	灼熱減量
瀬戸(尾張)	48.90	35.57	1.30	0.46	0.06	0.15	0.40	13.62
内郷(磐城)	53.35	30.86	2.14	0.40	0.11	0.29	0.69	11.90
天城(伊豆)	77.43	14.56	0.73	0.25	0.45	0.68	0.95	4.54

表中Fe_2O_3 CaO MgO K_2O Na_2Oは何れも酸性耐火物に對して媒熔劑となるものなれは其量少きを良しとす、先つFe_2O_3は二%以内を適度とし多くも三%を普通の限度とす但し場合によりては四%に上るも妨なきことあり其の他のものは併せて二%以内を良しとす、但し場合によりては之を超ゆるも妨なきことありAl_2O_3三十%以上のものを良質とす

略三十%以上のAl_2O_3を含み媒熔劑を含むこと少き耐火粘土の產地數例を左に示さん。

尾張下信濃村(愛知郡)　美濃郡須毘川(土岐郡)　近江田代村(甲賀郡)　近江加加美山(蒲生郡)　山城高尾字童仙房(相樂郡)　備後堅敷村(雙三郡)　紀伊北牟婁郡の山地　薩摩鱸村(揖宿郡)　上野四方村(吾妻郡)

色● 一般に粘土は灼熱後其の色を變するものにして酸化鐵に富めるものは概ね赤色又は黑色となり、炭素分多く鐵分少きものは初め黑色なれとも屢白色に變す、又灼熱前に白色に見ゆるものにても黃鐵鑛の微粒を稍著しく含めるものは灼熱後亦赤色となる。

Al_2O_3	鐵分	CaO	灼熱後の色

耐火粘土は灼熱後白色又は殆と白色となることを要し灼熱前の色には重きを措くこと少し。

(イ)	多	少		白又は殆と白
(ロ)	多	中		淡黄又は淡淺黄
(ハ)	少	多		赤
(ニ)	少	多	多	黄

組織 耐火粘土の組織緻密なるものは化學作用速かに行はれて熔け易く粗粒のものは之に反するを常とす、又圓粒より成れるものは角粒より成れるものに比すれは其の結合力稍乏しきか如し。

可塑性 一般粘土の通有性たり、但し甚たしく可塑性に富めるものを原料とせる耐火煉瓦は龜裂を生し易しと云ふ、之を防くの方法は後に述ふることとす、可塑性の成因につきて左の數說あり。

(イ) 化合水說 (ロ) 成分說 (ハ) 粒子の組織說 (ニ) 粒子の抱合說 (ホ) コロイド說

等是なり。

耐火粘土の成因 耐火粘土は石炭層又は褐炭の層に伴なはれて產出すること多し、常磐炭田に於ける內鄕に產するもの、瀨戶及附近の木節を見るに概ね然らさるなし、外邦に於ても斯かる例少からす。斯かる地方に產する耐火粘土につきて其の成因を考ふるに石炭の材料となれる植物か尙生長せる時に當りて粘土中のアルカリーは一部分此の植物の養分として吸收せられ、他の一部は其の分泌液又はヒユマス酸の爲に鐵分、石灰分、苦土分と共に溶かされ斯くして粘土は媒熔劑の多量を失ひて耐火性を得たるものの如し、斯かる粘土又はセールか炭層に蔽はれ或は炭層中に介在するを見れは蓋し牽强附會の說にもあらさるへし。

歐洲にも斯かる例多し、且歐洲にては尙斯かる炭田に鐵鑛の產出する所少からさるを見れは粘土より溶け出てたる鐵分か後に沈澱して沼鐵となりたるにあらさるか、耐火粘土、石炭、鐵鑛三者露出の

關係亦偶然ならさるか如し。

耐火粘土製煉瓦 其の製法は耐火粘土を細破し之に灼熱したる耐火粘土即ち燒粉(豌豆大乃至蠶豆大)五割を加へ水を混し適當に捏ねて成形し後壓搾して其水分を除去し更に千三百三十乃至千三百七十度に熱して締燒をなすものとす。

燒粉を加へたる耐火煉瓦は其の熔融點を高め收縮の度を減し且温度の急變に遇ふも龜裂を生することとなし。

高熱に遇ひて收縮するものは體積の五乃至十二%を普通とす、第一回の熱に迫ふときは或る限度以内にて十分收縮し、第二回以後は收縮の度極めて少きことを要す。

商品には締燒したるものよりは却つて半燒したるものの方歡迎せらるることあり、是締燒品には過酸化鐵の生する爲黑色の汚點著しく現はれ其の外觀美ならさるによる。

斯くして製せるものは千五百八十度以上千七百五十度の熱に耐へ質の强弱によりて製鐵用の爐ガス窯陶磁器窯又は硝子窯等に用ひらる。

(二) カオリン類 カオリン及ひカオリンに富み白色をなせる岩石此の類に屬す、此類のものは多くは陶磁器の原料に供せらるるを以て耐火材料となすもの多からす、其の耐火煉瓦に使用せらるゝは多くは工業上蛙目と稱する一種の砂岩なりとす。

此の蛙目は後の粘土質砂岩の部に入るるを至當と考へたるもカオリンに富める點より此に置く事とせり。

又蛙目は從來分解せる花崗岩と稱し花崗岩の中に入れられたりしも其セールを蔽ひ第三紀層の一部を形成して露出するを見れは最早火成岩に屬すへきものにあらさるを以て砂岩の一種と見做すこととせり。

蛙目は尾張瀬戸及ひ其附近より美濃三河に亘りて諸所に產す。
或は又蛙目の中にて直接花崗岩を蔽うて現はるゝものあらは此の種の蛙目は分解花崗岩に屬せしむへきものならん。
蛙目の中にはAl_2O_3の量に乏しく却つて媒熔劑に富めるものあり、此の種のものは耐火材料には適せす、附言す蛙目は總へて陶磁器の主要原料たり蛙目にて耐火煉瓦を製するには多くは水簸を加へすと云ふ。

カオリン類耐火材料には又肥前五島中の福江島に產するパイロフィライト朝鮮慶尙南道淸河東地方に產するアノルソサイト岩の分解せるもの等あり。
前者は閃綠質花崗岩と中生紀砂岩との接觸の部に產する變質岩にして青色又は茶色を呈し俗に赤蠟石と稱せらる、後者は白色を呈し准片麻岩中に脈狀又は層狀をなしても產すと云ふ。

(三) 蠟石（アガルマトライト）　石英粗面岩の分解物にして亦主要なる耐火材料たり、主にSiO_2とAl_2O_3とより成れるを以てパイロフィライトの如く一種のカオリンと見做すを得へきか如きも兩成分の割合の見地より尙一種特別のものとなし置くを至當とせん。
蠟石の產地は備前三石を初め備後勝光山丹波大新屋(氷上郡)播磨龍野附近及ひ安藝松原(山縣郡)等にて產す就中三石最も著る。
三石蠟石の中に玉石なるものあり成分は含水酸化アルミニユウムにして之を鏡檢すれは單斜晶系に屬する微細の結晶より成れるを見る、ギブサイトの類ならんか。
煉瓦の製法につきては耐火粘土の部に述へたる方法と大差なきか如し。

(四) ダイナス
ダイナスなる名稱は元、砂岩(ウエールオブウエールスに石灰岩層を蔽うて露出する)に與へられ

たるものなるか今は一般に耐火煉瓦の原料たる珪石に用ふ。

ダイナス煉瓦の原料に供する珪石はSiO_2九十八%以上を有するものを良質とす其の普通のものにありても概ね九十三%以下に下らす。

本邦にては三河及ひ讃岐の珪石等大いに用ひらる。

ダイナス煉瓦を製するには原料を灼熱し急に之を水中に投し、其の崩壊するを待ちて更に粗碎し斯くして後CaOの少量(二乃至三%)を加へて成形するものとす。

ダイナス煉瓦は一七五〇度以上の高熱に遇ふも少しく膨脹するのみにて殆と其の容積を變せされとも(質不良のものには膨脹又は收縮の烈しきものあり)質粗にして稍脆く温度の急變に遇ふときは稍龜裂を生し、加ふるに鹽基性のものに侵され易き等の缺點あり、斯かる短所あるを以て其の用多からさるか如くなれとも其の用途宜しきを得れは大いに有効なり反射爐、陶磁器硝子窯等の天井其の他廣く煙道の内壁を造るに用ひらる。

(五) ガニスター

ガニスターなる名稱は元、セフィルド附近の石炭紀層中に露出し、細粒狀にして灰色又は灰褐色の粘土質砂岩に用ひられしも今は一般に粘土を含める砂岩を云ふ。

ガニスターは凡そ石英粒八十三%、粘土十三%、水四%より成れるものにして、其の中にSiO_2は約八十五乃至九十五%を占む、之を組織する粒は圓狀のものよりは角立ちたるものを良しとす。

其の製品の長所短所はダイナス煉瓦に等しきか如し、ダイナスとの對照につきて一言すればダイナスには結合劑としてCaOを用ふるも、ガニスターには已に粘土あるを以て其の用なし、又米國にては本文のダイナスをガニスターと稱し、獨逸にては本文のガニスターをダイナスと稱すと云ふ。

(六) 硅藻土と砂　硅藻土の中SiO_2に富み不純物少きものは亦一種の耐火材料と見るを得へし、地質調

査所報告第四十五號に其の試驗報告あり、方法宜しきを得は又以て良好の材料となるへし。

砂は種類によりては反射爐の床に用ふることあり、之を實地に用ふるには砂を幾回も爐床に塗附け、而かも其の都度之を熱して半熔體となすを要す、又此の目的に供する砂は少くとも八十六%以上のSiO_2を有し、媒熔劑は各一%以内たらさるへからすと云ふ。

紀伊田邊附近鉛山海濱の砂即ち紀州砂はSiO_2九十四%以上に及ひ媒熔劑は何れも少量に止るを以て成分上此の目的に合格すへし。

鹽基性耐火材料

(一) 菱苦土鑛

古は苦土を著しく有する鑛物岩石は皆耐火材料に加へられ、就中蛇紋石の如きは優良のものと見做されたり、今尙諸書に是に類する記事あり。

菱苦土鑛は世界に其の產額多からす、墺國、希臘、米國等に產す、本邦にては福原(肥後)町屋(常陸)荒川、倉谷、佐渡鑛山等に少量を產するのみ。

耐火材料に供するものは$MgCO_3$九十%以上に及ひ不純物としてSiO_2 Fe_2O_3各約三乃至五%を有するものを良質とす、是SiO_2 Fe_2O_3はMgOを半熔せしむるに必要なる爲なり、但しSiO_2十二%以上に及へるものは其の用に適せすと云ふ。

菱苦土鑛を用ひて煉瓦を造るには先つ原料に高熱を與へ後之をタール其の他の結合劑にて固むる方法及ひ灼熱せさる原料と灼熱したる原料とを混し、之を少量の結合劑にて固める方法等あり。

かくして製せるものは能く二千度の熱に耐へ質甚た丈夫なり、強ひて其の短所を擧くれは酸に耐へさること、熱の良導體なることとに止る。

(二) 白雲岩　菱苦土鑛は其の產出稀なるを以て白雲岩之に代用せらる、豐前の恒見に產するものは

八幡製鐵所に用ひらると云ふ、其の他町屋、院內及ひ土佐の吉野村に產すれとも何れも少量に止る。

是亦產額稀なるを以て經濟上止むを得す薄形の煉瓦に作りて酸性煉瓦の上に敷くを常とす、而して兩者を直接に接觸せしむれは化學反應相生するを以て、其の間に炭素煉瓦か又はクロム煉瓦の如き中性のものより成れる薄板を挾むを要す、白雲岩にて煉瓦を作る方法は菱苦土鑛に於けるか如し、其の製品は良質のものなれとも高熱に遇うて稍收縮し且少しく龜裂を生する虞ありと云ふ。

(三)　ボーキサイト　純粹のものは含水酸化アルミニウムにして Al_2O_3 の割合七十四%なれとも常に不純物を含むこと多く爲に往々其の割合四十六%に下ることあり、不純物の中には鐵分多量に存在するを常とし其割合二十二%を占むることあり、SiO_2 亦常に混在す Fe_2O_3 の量かく多量に上るとも酸化焔に晒らさるゝ間は害なし、されと若し還元焔に遭遇せは直ちにOの一部を失ひて Fe_2O_3 は FeO となり更に又 SiO_2 と化合して熔融し內壁は次第に毀損するに至る SiO_2 の割合は鐵分少き場合には十二%まては害なきか如し、之より SiO_2 增加せは其の原料は次第にカオリンに近つくへし。

本邦にては嘗て好摩驛附近に產出せりてふ風評高かりしも其の量少なきか如し。

三石蠟石中にギブサイト(?)の存するを見、且臺灣、小笠原島、新占領地のヤップ等にラテライトの如き赤き土の存在するを見れは、本邦に或はボーキサイトの發見も遠きにあらさるか、ボーキサイトは佛國にては中世層中に層をなして產し、アルカンサスにては第三紀層中に層狀又は塊狀をなして現はれ、アラバマにては古生層中に層をなし、ジョルジャにては白堊紀層と第三期層との間に層をなし存在すと云ふ。

製法　ボーキサイトは一千三百度內外に熱して締燒をなし、之に耐火粘土又は石灰を約三分の一乃至六分の一加へて煉瓦に製す、かくして製せるものは能く二〇〇〇度の高熱に耐へ菱苦土煉瓦に比して劣ることなしと云ふ。

中性耐火材料

(一) クロム鐵鑛　亦本邦に其産出多からす、伯耆の若松、備中の新見及ひ高瀬、豊前の篠栗、豊後の鷲谷、肥後の津森、膽振の鵡川。朝鮮咸鏡道清津等に産す、就中伯耆に産するものは八幡製鐵所及ひ釜石製鐵所の爐の内壁に用ひらると云ふ。

製品　クロム鐵鑛の粉末に粘土又は石灰、タール等を混してクロム煉瓦を製す、其の製品中四十%以上のCr_2O_3を有するものを良質とす。

製品は酸性煉瓦と鹽基性煉瓦の間に敷かれ、又は兩種の煉瓦を蔽ふ爲に用ひられ、其の他用途多し。製法宜しきを得たるものは二千度以上の高熱に耐へ破壞作用に抵抗し又能く酸性にも鹽基性にも侵されす實に良耐火物と云ふへし、されと劣等のものにありては千五百度にて龜裂を生し千八百度にて軟化すと云ふ。

(二) 黒鉛　飛驒、加賀、越中、薩摩に産し朝鮮にも産出す。

三千七百度の熱にて稍軟化し且少しく氣化す、其の炭素九十%以上を有し鐵分及ひSiO_2の少量のものを坩堝の材料に供す。

坩堝を作るには黒鉛を粉碎し粘土を多量に混し、後陶磁器の成形をなすか如き方法を用ふ。

製品は温度の急變に耐へ酸化金屬に侵されす、故に貴金屬の精製用に供せらる。

附　人造耐火材料

(一) カーボランダム　SiO_2と炭素とより成り六角板狀の結晶をなし紫黒色を呈し一見鏡鐵鑛に似たり。

石英砂と炭末とを加へ鋸屑を混し尙食鹽少量を用ひ電氣爐の中にて製す、ナイヤガラ瀑布附近にて多く製せらる。

かくして製せるものは二千二百二十度の熱に耐ふと云ふ、耐火物を作るには亦耐火粘土を混しタール又は其の他の結合劑をも用ふ。

カーボランダムに似て之より炭素分少きものありSiloxiconと稱しSi_2CO_2より成る。

(二) アランダム　ボーキサイトを原料とし、電氣爐中にて製したるものにして人造鋼玉石なり、是亦ナイヤガラにて製せらる、其の耐火度二千三百度に及ふと云ふ。

其の他の人造耐火物には炭を粘土にて固めたるもの、コークスをタールにて固めたるもの、コークスを粘土に固めたるもの等あり。(完)

●鐵合金類の電氣製煉法につき (Electric Smelting of Ferro-alloys. By. R. M. Keeney)

The Iron Trade Review April 15. 1915　　T. M.

滿俺鐵(Ferro-manganese)ニツケル鐵(Ferro-nickel)タングステン鐵(Ferro-tungsten)其他合金類の熔製法

滿俺鐵は鋼製造に於て他の鐵合金に比し其の需要大なり、完全なる鋼を製造するに强度の脱酸劑として用ひられ一八六六年「ベセマー」製鋼法の創立以來工業上重要のものとなれり、此滿俺鐵は一八六六年獨乙ボーン市のプリーゲル氏は坩堝にて滿俺七〇乃至八〇%を含むものを製造し、其後佛蘭西テル、ノアに於て平爐及ひ「坩堝」の結合法にて製造せり、而して熔鑛爐にて初めて之を製造せしは一八七三年瑞典にして、其滿俺三三%含有するものを熔製し、一八七五年テル、ノアに於てパーセル氏は熔鑛爐にて滿俺七五乃至八〇%含有するものを熔製せり、爾來數年前に至るまて總て熔鑛爐にて造られ現在比較的少量は電氣爐にて製造す、而して此等製作せる大部分は硅素滿俺鐵 (Ferro-manganese-Silicon) 或は滿俺硅素 (Silicon-manganese) の熔製に使用せらる、此滿俺鐵合金に於て其滿俺二五%以下なるとき之を鏡鐵(Spiegel eisen)と稱し、其量二五%以上なるときは滿俺鐵と稱せらる。

往時の實驗

スタスサノ氏は一九〇八年スタスサノ式製鋼爐型の七五キロワット電氣爐を以て滿俺鐵を熔製する實驗を行へり、其裝料の割合は一、〇〇〇分の滿俺鑛三〇〇分の木炭、六〇分の石灰とし此等混和物を二五%硅酸曹達八〇分にてブリッケットに結合せり、其鑛石の成分は四五・六五%の酸化滿俺(Mn_3O_4)一六・一%の酸化鐵(Fe_2O_3)三〇五%の礬土(Al_2O_3)三〇・一六%の硅酸(SiO_2)〇・一五%の重土(BaO)一・二%の石灰(CaO)〇・四三%の苦土(MgO)〇・八一七%の硫黃(S)及ひ〇・三四%の燐(P)を含有せり、而して其所要成品は約六〇%の滿俺、及ひ二〇%の硅素を含む滿俺硅素にして、其裝料の加熱にはスタスサノ爐に於ける如く電弧の放射熱に準據せり。

成品は一七・七六%の鐵一七・六〇%の硅素六二%の滿俺一・八%の炭素、〇・〇二八%の燐及ひ硫黃の痕跡を含有し、滿俺の損失に關しては不明なり、其消費エネルギーは封度毎に三・八六キロワット時或は米噸毎に七・五六キロワット時、〇・八六キロワットイーヤなりし。

滿俺鐵は猶殆んと熔鑛爐に於て製造す、電氣爐にて鐵合金類の製造を創始せしとき其の製造を企畫せりと雖も成功せさりき、之れ主として電氣爐作業に於て滿俺の大なる揮散を生起せしむる高溫を附與せるか爲めなりとす、然れとも現今電氣爐は抵抗のみにて加熱することを能く會得せるを以て自由に低溫度を得るに至れり。

滿俺鐵の基源

現在使用する多數の熔鑛爐製滿俺鐵は或る一大組合にて造らるゝものゝ外、英國に於て製造せらる、近來獨乙製滿俺鐵市場に現出す、露西亞及ひ土耳古は此合金を製造するに酸化滿俺鑛を使用す、多量の硅素を含む鑛石は熔滓中に滿俺の硅酸鹽を成生し、滿俺の大損失を來すを以て使用する能はす、而して普通滿俺の揮散或は粉末となりて損失する量は裝入せし滿俺總量の一五乃至三〇%範圍内にて變化し、其損失する平均總量は約三〇%にして其內一〇%は熔滓中に混入し、其二〇%は揮散及

ひ粉末となる、鑛石中の硫黄は熔滓化するに困難を感せさるも燐は合金中に混入せらる、從て該鑛石中滿俺の各一〇%につき燐〇・〇二%以上存在すへからす、普通此装料には石灰石を必要なりとす、而して其の熔製せる合金は燐分多量なり、英國製滿俺鐵の平均成分は八三・四%の滿俺九・〇四%の鐵、六・五%の炭素、〇・八%の硅素、〇・二五%の燐及ひ〇・〇一%の硫黄を含有す。

滿俺鐵を電氣爐に於て製造するには其電極及ひボルト數を調整して電弧となるを防止せり、三〇%の滿俺を含む鑛石八一三分、無煙炭(灰分四乃至五%)の一七八分及ひ螢石の九〇分より成る混和物を處理し、其混和物の噸毎に滿俺八五%を含有する製品約四五〇封度收得せり、而して装入せし滿俺總量の二六・八%は粉末、揮散或は熔滓中に損失せり、電氣爐製滿俺鐵は熔鑛爐製に比し其含炭量著しく少なし、鐵合金製造者は此熔融狀態にて滿俺硅素を製造するに使用す。

硅素滿俺鐵或は滿俺硅素は電氣爐にて鐵合金類を製造するに至りし以來發達せし合金なり、滿俺鐵は抵抗爐の如く働く電氣爐に於て滿俺鑛より製造し、硅素鐵は他の電弧電爐にて製造せる後、此兩者を温き間に取り鍋にて混和し以て所要量の滿俺及ひ硅素を含む合金を熔製す、而して其滿俺鐵は約八五%の滿俺を含むものを熔製せられ、其硅素鐵の含量は完成する滿俺硅素に於ける所要鐵量に據るものとす。

滿俺硅素の製造法

他の製造法は石炭石英、滿俺、酸化鑛石及ひ鐵屑を以て所要量の滿俺硅素を熔製するため適當の割合に混和せる後、硅酸を還元せしむる高温度に保持しある爐中にて全部熔融せしむ、此製造法は滿俺の揮散して大損失を來す不利益ありと雖、甚た迅速に唯一個の爐のみにて足り、僅かの勞力を要し趣味ある製法なるか如し、其滿俺硅素の價格は其硅素量に準據して增加するも滿俺量に影響せす、之れ硅酸を硅素に還元するには酸化滿俺を滿俺に還元するに比し最も大なるエネルギーを要するを以

てなり。

第三の製造法は電氣爐に於て薔薇輝石(Rhodonite $MnSiO_3$)を炭素と共に還元するにあり、即ち石炭及ひ骸炭を以て滿俺三八%を含む薔薇輝石と混和するを要し、其割合骸炭一〇〇分につき鑛石六〇〇分とす、電極消費量は甚大にして製品の噸毎に約二〇〇封度、電力消費量は五、四〇〇キロワット時或は噸毎に〇・六二キロワット、イーヤなり、ケルレル氏は硅素鐵、石英、炭素、滿俺、鑛の熔融せる混和物に硅素鐵を附加し、其還元温度を低度に保持し爐俺の揮散するを防止せり。

此等方法にて三種の品位を有する硅素滿俺鐵を熔製せられ次の成分を有す、五〇乃至五五%の滿俺二三乃至二八%の硅素、六八乃至七五%の滿俺二〇乃至二五%の硅素、五〇乃至五五%の滿俺、三〇乃至三五%の硅素より成り其炭素は少量なり、之れ硅素の作用を蒙りて滿俺鐵中の化合炭素を分解し黒鉛炭素に分離せしめ、熔槽の表面に浮遊せるに基因す、而して其硅素の一六乃至一八%より少量なる場合には化合狀態にて殘留すれども、其以上に硅素を含有せは黒鉛狀態をなすものとす、代表的滿俺硅素の分析成分次の如し。

成分	一	二	三
硅素	二四・一%	二四・六%	二四・一%
滿俺	七四・二	七〇・三	五五・〇
鐵	〇・七七	三・八	一九・〇
礬素		〇・四	〇・四
カルシウム		〇・三	〇・三
マグネシウム		〇・二	〇・二
炭素	〇・三〇	〇・三五	〇・三五

硫黄	○・○一	○・○二	○・○二
燐	○・○二	○・○四	○・○四

以上一、二の分析成分に類似する合金類は鋼製造に於て滿俺及ひ硅素を結合するに用ふ、猶脫酸劑として使用すれとも斯る場合には一般に第三成分に類似するものを用ひらる、此滿俺硅素は滿俺鐵に比し炭素少量にして猶强度の脫酸力を保有す、其使用上高級の滿俺硅素鋼を製造するに特に有利なりとす、而して普通爐より熔湯を抽出前、爐中に加ふるか或は鑄物取り鍋中に熔湯を抽出しつゝある間に加ふるものとす。

モリヴデナム鐵の電氣精煉法

モリヴデナム鐵は普通電氣爐に於て生硫化モリヴデナム鑛、輝水鉛鑛(Molybdenite)より製造すれとも猶又坩堝及ひ電氣爐に於て炭素を以て焙燒、硫化物を還元して造らる、此合金は鑛石の供給不規則なるに基因し高價なるを以て廣く使用されす、今若し其供給宜しく連續之を得るに至れはモリヴデナム鐵は大抵タングステン鐵の代用となるへし電氣爐製造法の創始せさる以前に於ては坩堝にて焙燒鑛より製造せりと雖も一九〇〇年以來、電氣爐製造法の發達せしより工業的に硫化物より直接製造するに至れり。

モリヴデナム鐵を工業的に製するには抵抗爐の如く働く電極式の電氣爐或は抵抗式の坩堝爐を用ふ、然れとも比較的鑛石を收得するに困難なるを以て殆んと製造せられす、之れ輝水鉛鑛を撰鑛する完全なる方法の猶十分發達せさるに依る。

輝水鉛鑛の鑛層を有するは合衆國マイネ、オレゴン、コロラド、ネヴアダ及ひワシントンにして猶加奈多、獨逸、日本、墨西哥、ニユーサウスウエールス、ニウジーランド、諾威、ペル、及ひクインスランド等より產出すクインスランド、及ひニユーサウスウエールスは其產額大なり、購買者は輝水鉛鑛九〇乃至九

五%を含む鑛石或は精撰鑛を要し、其價格英噸毎に約四五〇志なり、工業的の製造には生或は焙燒輝水鉛鑛、鐵屑、石灰、骸炭或は石炭を以て所要配比のモリヴデナム鐵を得る爲め完全に混和し、電氣爐にて熔製す、該爐は繼續的に操作を行はれ他の裝入物を附加するに先たち完全に前裝科を抽出す、代表的電氣爐製モリヴデナム鐵の分析表は次の如し、モリヴデナム鐵は最初炭量三乃至四%を含有する高級炭素合金を造りたる後、石灰滓或は石灰滓及ひ酸化鐵を以て除炭せしむ、此場合に於て後者を使用せは合金中鐵の含量を増加す。

モリヴデナム	八五・八%	七五・%	八五・二%	五〇・三一%
鐵	一〇・九六三	一八・五	一四・〇四七	四八・九二
炭素	三・〇七	四・〇	〇・四五	〇・三五
硅素	〇・一一	〇・二	〇・二五二	〇・三〇
アルミニウム	—	〇・一		
カルシウム	—	〇・一五		
滿俺	—	〇・一五		
硫黄	〇・〇五	〇・〇三	〇・〇三一	〇・〇三
燐	〇・〇〇七	〇・〇三	〇・〇二	〇・二〇

モリヴデナム鐵は一定の割合に於て平爐、坩堝或は電氣爐中の熔鋼に加ふ、モリヴデナムを含有する鋼はタングステン鋼に類似の性質を附與し、其量三分の一乃至四分の一にて足るものとす、而して曲軸及ひ推進機軸の如き火造物、砲身、線、汽罐、鈑、裝甲彈、自働車用鋼、磁石鋼、及ひ高速度鋼等に使用せらる。

鋼中にニッケルを結合するには普通ニッケル鐵より金屬ニッケルを用ふ、現今往々使用するニッケル鐵は大抵石炭及ひ瓦斯にて加熱し得る坩堝爐にて製造す、之れ電氣爐にて製造するに比し適比のニッケル及ひ鐵を簡單に熔融して得らるゝか爲めなりとす、而して其金屬ニッケルは九九%のニッケルを含有し、其の供給さるゝニッケル鐵はニッケル二五%、三五%、五〇%、七五%、及八五%を含有し不純分は炭素〇・五乃至一%、硅素〇・二乃至〇・三%、硫黄〇・〇一乃至〇・〇二%及ひ燐〇・二乃至〇・三%より成る、此ニッケル鐵を用ひて製造せる鋼は普通の金屬ニッケルを用ひて得たるものに比しニッケルの最も等齊なる混和物を得ると云ふ、而して此合金は其質柔軟等齊にして容易にロール及ひ屈伸作業することを得、其ニッケル二五%含むものは實際に磁性を有せす。

一九〇七年サウルト、セント、マリーにて鑄鐵を電氣爐にて熔製する實驗に於て數回木炭を以て焙燒磁硫鐵鑛Pyrrhotiteを還元して熔製せられたり。

此電氣爐は其後ニッケル鐵熔製に使用せられ、其結果は爐を購買せし會社の冶金家に依り報告せらる、ブリッケットとなせる焙燒鑛の四〇〇封度、石灰石の一四〇乃至一五〇封度、木炭の一二〇封度の配合にて作業すること四ケ月間に、以上述へし成分類似のニッケル鐵一五四英噸製造せり、其電力消費量は噸毎に〇・三四キロワットイーヤにして電極消費量は合金の噸毎に無結晶炭素四〇封度なりとす、而して四%のニッケル二・七五%の硅素、〇・八%の銅、〇・〇一%の硫黄及ひ〇・〇三%の燐を含む成品を得るには、平均焙燒磁硫鐵鑛(二%の硫黄)二噸、石灰石一、五〇〇封度及ひ木炭一・二〇〇封度を使用せり。(未完)

◉諾威に於ける電氣鎔鑛爐銑鐵

(From The Iron Age, Vol. 95 No. 20 May, 20, 1915.)

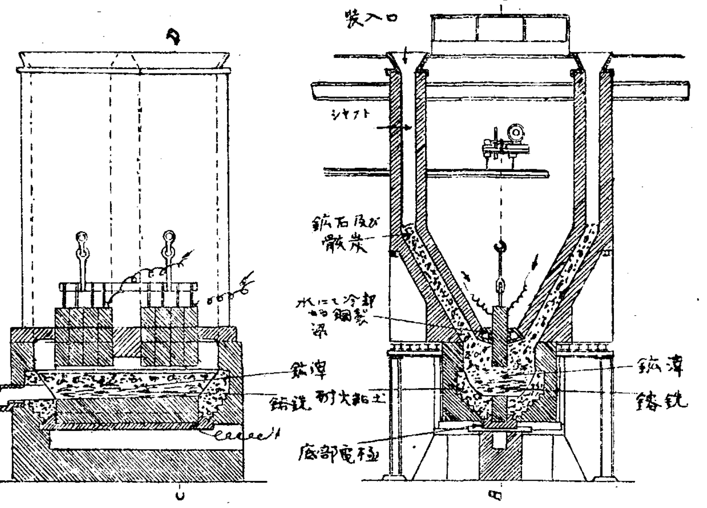
J、I、生

諸威に於て電力は一般に瑞典に於けるよりも廉價なるに、電氣熔鑛爐の發達は、目下其流行を來せ

る瑞典に比し、甚た緩慢なりき。此二國に於ては還元に木炭を使用せるも、諸威にては木炭は甚た高價にして、骸炭を用ふるに非されは經濟的に精錬をなす能はす。

諸威ハルダンゲルに於ける骸炭試用の最初の企ては不成功に終れり、之に使用せる鑛石は鐵分に富み、且つ還元し易きものなりしも、遂に放棄せらるゝに至れり。ロンドン、エンヂニヤリング所載の最近の論文によれは、諸威に於ける新式の熔鑛爐に骸炭を試用せる状況左の如し。

諸威ノトデンのチンフォス製鐵所に於て、經濟的に且つ規則正しく電氣銑鐵製造を繼續せり、而して本年の産出額は一萬噸に上れり、使用鑛石はクロードベリグ、グレビンドウエデル、及ひフォンアンケル産の三種にして、之等の鑛石は他の點に於ては良好なるも、其含鐵量平均凡そ四五%の磁鐵鑛にして寧ろ貧鑛なるに、上記の如き滿足なる結果を得たるは、一層注目に値すへきなり。



諾威ノートーデンのチンフォス製鐵所に於ける
電氣熔鑛爐斷面圖

上圖は最初に使用したるチンフォス電氣爐を示す、此爐はトロールヘッタンにて使用せる、瑞典式の熔鑛爐と異りて、兩側にシャフトを有し、鑛石は二個の四角形の電極の上に落下す。

上部電極は各々三個又は四個の小部分よりなり、電流は此電極より裝入物、鑛滓及ひ熔銑を通して下方の電極に傳はる、故に此爐は瑞典式のものと異りて、底部の電極を有するのみならす、瓦斯の循環をなさす、又冷却用水も甚た僅かなり、第四の爐は他の三基とは接續器を供ふる、三個の重き圓形の電極を有する點に於て異る。

裝入物は鐵鑛、骸炭及ひ場合により石灰石よりなる、此石灰石

の量は、鑛石の種類と其配合割合、骸炭の性質及ひ造らんとする銑鐵の品質により加減せらる。但し木炭は使用せす。

二ヶ年間の忍耐なる經驗と、種々の苦心の結果、品質良好にして强く、且つ比較的强靭なる銑鐵を製出せり。使用鑛石の性質良好なるを以て、實驗の初期に於てすら、已に製品の頗る良質なるを示せり。

骸炭を使用する時は、爐のシャフトを餘り高くする必要なく、概して裝入物は、シャフトの曲り目の少し上部に達するのみ。故にシャフトの上部は煙突の役目をなし、爐内に必要なるドラフトを生す、鑛石中に亞鉛を含有する時は、シャフトの上部を鑛石にて滿す事は好ましからす。

チンフォス電氣銑鐵は空氣を爐内に吹き入れさるを以て、其質緻密なり、故に此銑鐵は種々の强度を必要とする鑄物、例へは汽筒、壓搾機、喞筒推進機等に用ひて利あり、又廉價にして强度劣れる普通鑄物銑に硅素銑と共に又は單獨に混和して有效なり。

チンフォス銑鐵は、其化學性分を變し、或は加減するを得、又各種電氣鋼或は軟鋼鑄物を作る目的に、平爐に用ひて有利なり、種々のチンフォス銑鐵中の二三の分析を擧くれは次の如し。

チンフォス電氣銑鐵分析表

硅素	滿俺	硫黄	燐
〇・三 %	〇・一—一・〇%	〇・〇三—〇・一 %	〇・〇二—〇・〇四%
〇・四—〇・八	〇・一—一・〇	痕跡—〇・〇四	〇・〇四
一・〇—一・五	〇・一—一・〇	痕跡—〇・〇二	〇・〇四
一・〇—一・五	一・五—二・〇	痕跡—〇・〇二	〇・〇四
二・〇—二・五 }	……〇・一%	痕跡—〇・〇二	〇・〇六五
一・五—二・〇 }			

從來の經驗によれは、三基の熔鑛爐か操業せる時、銑鐵一噸の生產費は、七三志―七五志六片(一七・七六―一八・三七弗)に止まる(蓋し骸炭の價は現今の時價よりも廉價に見積りしならん)此中には鑛石、骸炭、石灰石、電極費其他勞力、粉碎、材料の秤量及ひ運搬、電極の取付、修繕、銑鐵の貯藏、分析、電力等の費用を含み、管理費、償却資金積立、稅金等は含ます。

本年の初めより全四爐中、一爐は常に豫備とし他の三爐は規則的に操業せり、各爐は一日約九噸を出すを以て、三爐にて二七噸、一ヶ年の總計一萬噸に上れり。

銑鐵の鑛石に對する割合は、鑛石の品位に從て四四%―四七%の間にあり、爐中を通する電流は一、二〇〇―一、四〇〇キロワットなり。

●粉鑛及ひ烟塵團結スコーリヤ法

(From Iron & Coal Trades Review Vol. XC. No. 2,458. April, 9, 1915.)

J. I. 生

熔鑛爐の裝入に、粉鑛を多く使用する場合に、其操業の際に生する、烟塵の量を減少して、鎔鑛爐の效率(エフイシエンシー)を增加する事は、近年大に資金家の注意を引くに至れり。

獨乙の一技師は、此問題に關する論說を集め、次の如く批評せり。

團鑛使用に伴ふ、主もなる利益を擧くれは、裝入物中に粉鑛を混する爲に生する各種の故障を除き且衝風壓力の增加を、大に減するを得、故に銑鐵一噸に對する送風量を減し出銑量を增加す。送風の壓力及ひ速度減少の結果、熱は一層有效に利用せられ排氣の溫度も低下すへし。又煙塵の減少すると、同時に之に伴はるゝ骸炭粉の量を減し、尙ほ作業を一層規則正しくす、爐の下部に於ける溫度高くなるを以て、製品の質を改良するを得。

製鐵業に於て、團鑛法は重要なる一ッとなり、現今にては一噸の團鑛費よりも、此團鑛使用によりて銑鐵一噸の生產費に及ほす影響如何か問題となるに至れり。

煙塵を處理し、再ひ熔鑛爐に裝入する爲めの、無用の經費を、生產的ならしめんとする方法數多あり、次表は之等の方法の特徴と其經費の比較とを示す。

各種團鑛及び燒結法の生產費比較表

（計算價格は各機械製造會社の提出に依る）

名稱	1. 材料	2. 一日及び一ヶ年產額	3. 建設費	4. 混和物 種類と其量	4. 混和物 製品一噸の價	5. 償却 A.	5. 償却 B. 製品一噸に就き	5. 償却 C.	5. 償却 D. 製品一噸に就き	6. 製品一噸に對する石炭費 A.	6. B.	6. C.	7. 勞力費（製品一噸當り） A.	7. B.	8. 動力汽蒸修繕費等	9. 生產費合計 A.	9. B.
ロニエー	烟塵	噸 100 30,000	磅 5,700	—	片 —	機械15% 建物10%	片 6¾	% 10	片 4¾	% —	片 —	片 —	片 5	片 5¾	片 9	片 20½	片 19
シューマッヘル（硅石石灰法）	烟塵及び粉鑛	200 60.000	10.000	石灰10% 硅石粉5%	13½	機械10% 建物2%	3¾	10	4½	—	—	—	7½	9	9	33½	36
シューマッヘル（鹽化マグネシウム法）	烟塵	100—200 30.000—36.000	3.200	鹽化マグネシウム	16¼	10%	2¼	10	2¼	—	—	—	8	8	4¼	20½	—
スコーリヤ	粉鑛及び烟塵	200 60.000	5.000	鑛滓4% 石灰4%	5	10	2	10	2	—	—	—	5	5½	4½	16	17
獨逸團鑛會社	粉鑛及び烟塵	160 48.000	5.200	石灰及びセメント10%	12½	10	1¼	10	1¼	—	—	—	2	6½	3¼	18½	27½
ダール	粉鑛及び烟塵	500 150.000	—	石灰8% 鑛滓1%	—	10	6¼	10	6¼	—	—	—	8¼		5¾	31½	—
グレンダール	磁鐵鑛	1臺にて43噸 12,900	3.500	—	—	10	6¾	10	6¾	3	21½	12½	15	20	12½	55	50
燒結法フェルナー及びチーグラー	粉鑛	150 45,000	7.600	—	—	10	4	10	4	9	13½	13½	3¼	3½	9	30	30¼
デルヴァイツクフライシエルヴァオーター瓦斯	粉鑛	100 30.000	7.200	—	—	10	3¾	10	3¾	10	14½	14½	8¼			26	26¼
轉爐燒結	硫酸滓（パーニーアルオアー）	1臺にて10—30 3.000-9.000	960	—	—	10	3¼	—	—	b c	3¾ 3¾	—	7½-11½ 7¾	8¼	+償却 −動力 5,6,7	15—25	—
ツェルペツヒ	烟酸及び鑛石	400 120.000	7.200	纖有結合劑4%	21½	10	1¼	10	1½	—	—	—	1¼	1¼	3¼	26½	—
グルーシュース	粉鑛及び烟塵	600 18.000	—	加工土瀝青4%	—	10	2½	10	2½	—	—	—	8¼		11½	19	—

但し　b. 燃料石炭6%　c. 粉骸炭6%　又は粗惡燃料10%

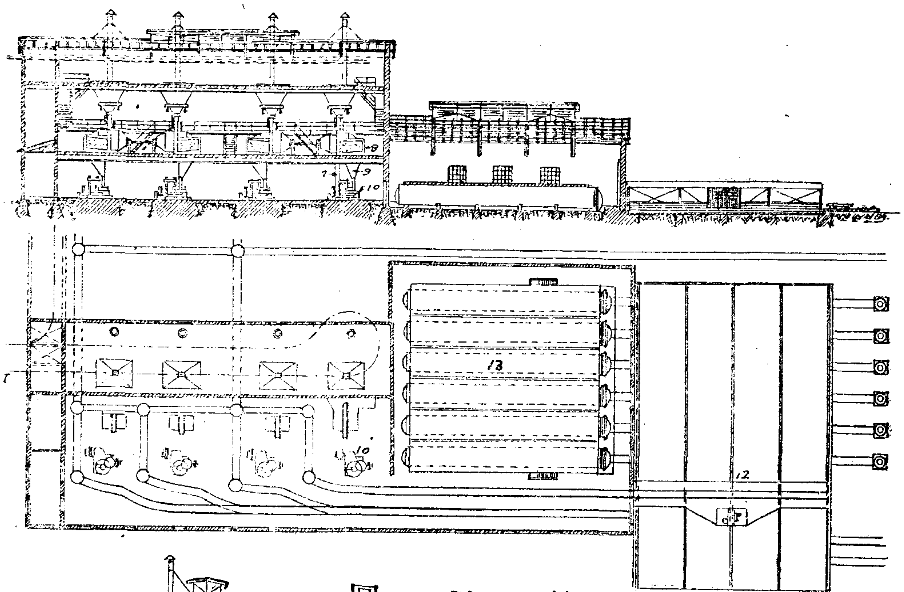
第二行中一ヶ年產額は作業日數を300日として計算す，以下之に倣ふ。第五行中A及びB行の償却費は製造會社の提出せる數字に因る，C及びD行は比較に便ならしむる爲め10%の平均標準により計算せり。第六行中石炭使用量は唯シンターー法にのみ關し蒸汽及び動力等の目的に對する石炭使用量は第八行中に含まる。C行中の數字は1噸11志9片の平均に換算せり。第七行勞力費中A行は製造會社の數字による。B行は勞働者一人の日給平均5志9片と假定す第九行生產費中A行は製造會社の數字による。B行は一般の標準に從て計算せる比較的數字なり。

拔萃

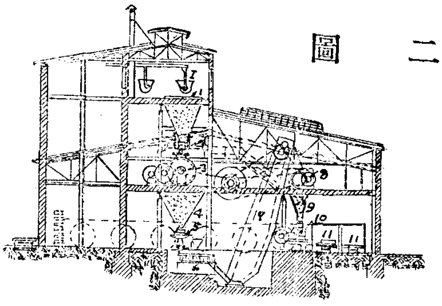
此スコリヤ法はハフリードリッヒクルップ會社のラインハウゼン工場に於て一晝夜の製品高二〇〇噸の規模にて二ケ年以上實際に行はれたり、現今にては其結果良好なるにより規模を二倍に擴張せり。

此方法は其名の示す如く鑛滓(スコリヤ)を結合劑として使用す、此結合劑は製造後熔鑛爐に裝入せらるゝ迄は水硬性のものにして、爐中に於ては自然に熔融性結合劑と變す、故に金屬酸化物は、爐頂部を通過する間には作用を受くる事なく、結合劑は上部裝入物の重量を支ふるに必要なる結合力を團鑛に與ふ、第一圖はスコリヤ法を用ふる團鑛工場の平面圖、及ひ縱斷面圖にして、第二圖は團鑛工場の横斷面圖なり。

第一圖



第二圖



圖解、

1、屋外の貯鑛場よりの運搬裝置。1、貯鑛箱。2、同漏斗。3、水硬性を與ふる爲めの低汽壓蒸し罐 4、貯鑛箱。5、粗粒を除く搔鑛器(スクレーパー)。6、碎鑛及ひ混合樋。7、バケット運搬機。8、圓筒形篩。9、壓搾團鑛機用貯鑛箱。10、壓搾團鑛機。11、は鑛車列にして、12、の轉轍臺にて。13、なる蒸し罐に運はる、此中にて、八乃至十時間一二〇—一五〇封度の高壓蒸汽に曝さる。

此工場は一臺にて、一時間に一、八〇〇乃至二、〇

○○個即ち一ケ年(一日二○時間三○○日)に一○、八○○、○○○乃至一二、○○○、○○○個の團鑛を作る團鑛機四臺を有す、團鑛一個の目方を八・八封度とすれは一日(二○時間)に一四四—一六○噸即ち一ケ年に四三、二○○乃至四八、○○○噸の團鑛を一臺にて製するを得、今次に此製法の概略を述へん。

粒滓及ひ石灰を粉鑛又は烟塵に混し、回轉蒸し罐中に入れ適度の蒸氣に曝して水硬性を與ふ、よく混合せられたる時に之を篩ひて後粉碎す、此粉末を壓搾團鑛機に掛けて煉瓦形に堅め、輕便軌道にて圓筒形の蒸し罐に運ひ此中にては八乃至十時間高壓蒸汽に曝して硬化す、此軌道は熔鑛爐迄延長して此團鑛を運ふに便す、熔鑛爐にて直ちに使用せさる場合には玆に貯鑛す。

前に圖解せる工場にて、特に注意を拂へるは、運搬臺を用ひて鑛車を連結したる儘轉轍し得る如く裝置せる點なり、注目すへきは此製造か殆と自働的にして若し必要重の蒸氣か供給せらるゝ時は、此方法に於ては何等監督を要せす、運搬は凡て機械的にして、實際唯た一度團鑛か未た硬化せられさる際に、團鑛機より鑛車に之を移すに人力を要するのみなり。

團鑛機二臺の工場に必要なる人數は、職工長一人と勞働者一四人として、此中には蒸し罐、粉碎機、運搬機、團鑛機、硬化蒸し罐、及ひ鑛車に要する勞力を含む、此工場の運轉には、何等特別の經濟又は技術を要せす、必要なる作業は殊更監督の要なく容易に行はる。

原料は常に工場に於て手近にありて外部よりの供給を要せす、而して團鑛の成績は、烟塵に特別の性質の必要なし。

次にスコリヤ法に賛成して、已に設立せる他の方法を廢し、クルップに於ける如き、良く組織せる工場を建つるを、慫慂する理由の二三につき研究せん。

スコリヤ法は其費用の少なるは勿論、前表に示せる如く、他の法に比して更に要求すへき點なく、管理上の利益に就きては已に述へたる如し。

若し此スコリヤ團鑛使用の結果、概して熔鑛爐操業に著しき利益を與へさる時は、以上二個の利益も何等著しき利益とはならさるへし、然れとも數日間の試驗的操業に於て、裝入物(鑛石及ひ石灰石)中の四三%はスコリヤ團爐を使用したりしか、高爐の規則的操業に、何等の障碍を起さゝりき。實際に此結合劑は最も小量を用ひて、團鑛に必要なる粘力を與へ、且つ水化硅酸は其性質として爐頂瓦斯に接して酸化物を遊離す。

スコリヤ結合劑を利用する時は、煉瓦の一側に大なる壓力を加へ、其組織中より瓦斯を追ひ出すの必要なし、此目的には人の肺臟の力位にて充分なり。

一方に於て水化硅酸の破壞に必要なる温度は、シンターを初むる温度よりも高きを以て中途此團鑛の粉碎する患ひなし。

此團鑛法に對する他の異論は、爐頂より飛散せる骸炭粉は他のシンタリング團鑛法の一二のものにては利用せらるゝも、此法にては無價値のものとなる點にあり、實際シンター法にては烟塵中に含まるる骸炭は所謂「豫め鑛石の消化」に利用せらる。

スコリヤ法は、烟塵と共に吹き飛ばされたる全部の骸炭を、少しも減する事なく、且つ最も同化作用に適當なる狀態にて回收す、故に此點に於ては、他の如何なる方法よりも最も經濟的なり。

依て此結合劑の使用は、シンター法に比し、不利益ならすとせは、殘れる唯一の非難は小量の鑛滓を爐內にて復ひ鎔解する事は無用の處置ならすやの問題なり。

若し然りとするも、團鑛の重量の約四乃至五%の鎔解費は、粉鑛により生する懸帶の傾向により浪費さるゝ骸炭の費用とは、比較にならさる程小額なり。

鹽基銑の滿俺含有量を增加する爲めに、滿俺銑の鑛滓を積極的に利用する如き多くの場合とは全く異る。

スコリヤ法應用の結果、實際に著しき骸炭の節約をなすを得へし。爐內に自然に且つ一樣に裝入して操業する時は、瓦斯は良く各所に行き渡り、一樣の壓力にて裝入物を通過し、燃燒は他の狀況に於けるよりも遙かに完全となり一酸化炭素の發生を少くす、實際の操業に於て、一五乃至二〇%の骸炭を節約するを得たり、此量は若し裝入物か一・二五吋以上の塊鑛と團鑛のみよりなる時は、一層增加せしならん、斯る狀態にて鎔鑛爐の操業は促進せられ、其生產額は著しく增加せん。

此方法の發明者は、鎔鑛爐內部の容積一立方米に就き、一日一噸の割合に銑鐵を出す如き、完全なる操業狀態を平均に保ち得る確信を有せり、尙ほ最後に述ふへきは、スコリヤ法は特に鑛滓の處理か重要なる問題となる如き、小規模の鎔鑛爐工場には、其利益最も大なるへし。

スコリヤ團鑛工場は優等なる鑛滓煉瓦製造に使用せらるへく、時々の要求に應して、粉鑛又は烟塵の團鑛製造に轉換するを得、此二種の作業は、殆と同樣にして、唯鑛滓煉瓦製造に於ては、粉鑛又は烟塵を加へさる點異なるのみ。

斯かる鑛滓煉瓦は、單に種々の實驗室內の試驗のみならす、幾年間も建築材として實際に使用せる結果、凡ての目的に對して、其強度の適當なるを示せり。

壓搾團鑛機二臺にて、一ヶ年二千四百萬個の煉瓦を供給し得る工場の生產費は、(勿論鑛滓の價格は計算に入れす)一千個に就き、約五志四片なり、斯る煉瓦は、水に浸し攝氏零度の霜に二十五度曝して試驗せるに、少しも其強度を減せりき。