

孔は一も無いが第五圖には澤山ある)

周壁の對流は益上方軸線の析出を増加する。洞穴の周壁に沈澱する固形分子の含有炭素量は其母溶鋼の夫と共に増加するから、含炭量に富める壁層を上昇せしむれば續ひて壁の上部に沈澱する分子の含炭量を増加するけれども、洞壁の下部では其溶鋼の含炭量を減じ、從て次に沈澱す可き固形分子の含炭量減ずる事になる。(20)

## ●腐蝕に對する抗力に關する新研究

鋼材に添加すべき最有利なる銅の分量並に他の諸要素及び冷鋼の添加に依る影響

(The Iron Age, March, 9, 1916. By D. M. Buck and J. O. Handy)

T K 生

曩に銅〇・二五%を添加せる鋼に就き腐蝕に對する銅の影響を實驗せしか尙進んで次の諸試料に就き試験を行へり即ち

- 一、銅の含有量が〇・〇四%乃至二・〇%の範圍のもの
- 二、磷、硅素、硫黃、アルミニウム及鏽皮(ミルスケール)を添加せるもの
- 三、同一熔鋼より鑄造せるものにて中頃に冷鋼を添加して造れる鋼塊は最初に鑄造せるものに比し、腐蝕に對する抗力を増大すへしとの提言に基き銅を添加すると全く同様に旋削せる冷鋼を添加せるもの是れなり。

尙常用熱度以上の諸熱度に於ける燒鈍の影響に就ても試験せり、而して試験材か爐内に裝填されたる時の位置及び加熱中に生せる酸化膜の状態等は悉く記録し置けり、之れ表面の庇護程度の差異か抗力に影響すへきか確めんか爲めなり。

## 試験に供せる熔鋼の性質

試験材は平爐及び「ベセマー」爐にて製せる諸種の鋼塊より造れり、第一表(二)乃至(十一)は同一熔鋼より造れる十個の鋼塊より造れるか單に添加せる銅分を異にせるのみなり、(十二)乃至(十四)は同一熔鋼なれと取瓶に移したる時に銅分が〇・二五%となる様に銅を投入したるもの及び殘餘の熔鋼を銅を添加せずして他の取瓶に移して後鋼塊を鑄造する際に銅を投入せるものと然らざるものとの三種なり、(十五)及び(十六)は硫黄分多き「ベセマー」鋼なるか其硫黄分は殊更に添加したるに非らずして總て殘留せるものなり、(十七)及び(十八)は普通の「ベセマー」鋼なり。

(十九)乃至(二十四)は其製造に際し努めて激しく酸化せしめたるものなり、即ち該鋼は非常に高く熟し含炭素量が〇・一二%に減少せる後に於ても尙ほ礫石を普通の場合よりも迅速に且つ連續して投入し苦灰石(ドロマイト)に代ふるに硅酸土を以てせり、されは此熔鋼は甚たしく荒立ち取瓶内に於ても烈しく沸騰せり、又取瓶には「ランニングストッパー」を備へ熔鋼の流出に際し之れを多數に分岐せしめ以て一層良く酸化せしめたり、此熔鋼より製したる試験鈹を分析せしに含有酸素量は平均僅に〇・〇三%にして普通の平爐鋼よりも多からず。

第二表の(二十五)及び(二十六)は作業中決して滿俺其他の還元劑を加入せざりしものなり、(二)乃至(十一)の化學成分は第一表の(一)乃至(十一)と全く同様なれと特に銅を添加せるものを除けば殘留銅量は總て略ぼ〇・〇四%なり、(十二)乃至(十四)は第一表の(十二)乃至(十四)に該當するものなるか唯殘留銅量〇・〇五%を含有せり。

## 試験鈹の製造法

鋼片の製作、薄鈹の壓延及び其他の作業は總て精確なる輪展法に依り行はれ余等親しく之れか監督をなせり、薄鈹は各鋼塊より試験に必要な數量以上多數に製作し鋼塊の頂部より底部に亘り良

く其各部を表示し得べきものを撰定せり、而して各材料は總て同一加工法を受けしめ最後に一回の冷間輪展を行へり、特に高熱に於て焼鈍せるものの外は總て同時に同一爐にて焼鈍せり。

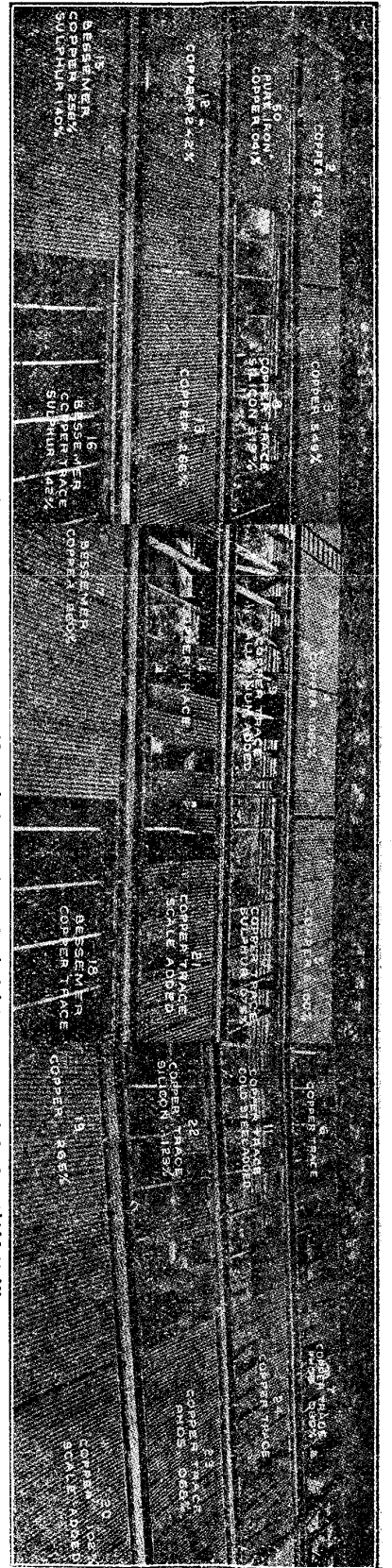
高熱せる焼鈍に於て起り得べき影響を檢せんか爲めに(二)乃至(十四)の試験鈹の各半部は普通の焼鈍温度にて殘の半數は夫れより華氏二百度高き温度にて焼鈍せり。

各鈹の厚さは二十六番にして幅二十六吋長さ九十六吋なり、各鈹より試料を採り精密なる分析を行へり。

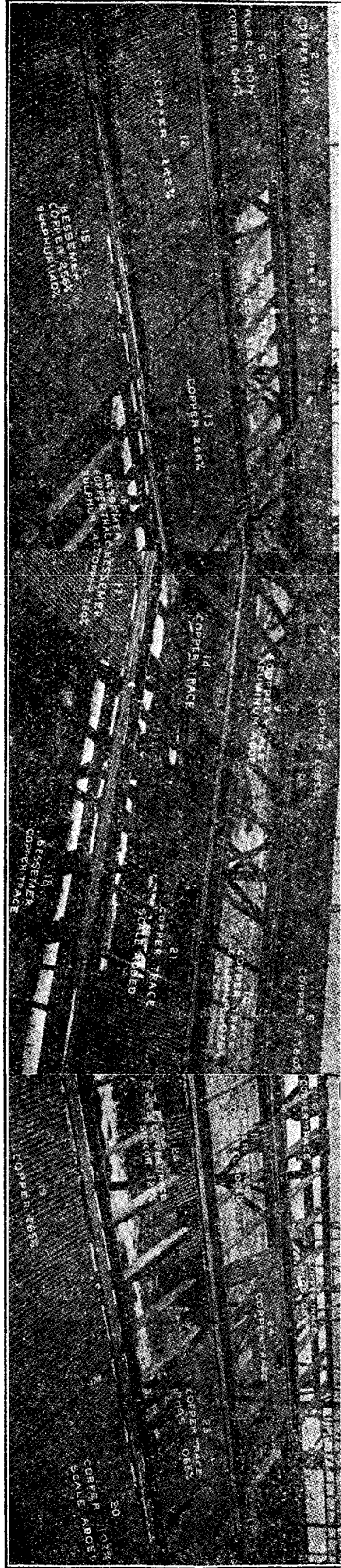
(二)乃至(二十四)の各試料よりは十二枚宛をペンシルバニア州のスコットデール(以下S市と呼ぶ)及「マクキースポルト」(以下M市と呼ぶ)の兩停車場へ又(×二)乃至(×十四)並に(二十五)(二十六)は一方のM停車場へ送れり、斯る中に市場にて銅分〇・〇四一%を含有せる三種の純鐵を得たれば共に試験に供せり之れ第一表の(五十)なり、而してM停車場へ送れるものは第一表の(五十)と共に一九一四年七月七日より又S停車場へ送れるものは同月九日より屋根板の如くに配置し其儘大氣中に曝露せしめたり。實驗の結果に依れば試験鈹が最初に有せし酸化膜の影響は極めて輕微なり、之れ該膜は曝露の初期に於て錆の發生すると共に消失するを以て最後の結果には殆んど影響せされはなり。

毎二ヶ月に一回宛周密なる検査を行ひしに大氣の腐蝕作用は色澤に於て著しき變化を惹起せり即ち銅分〇・二五%以上を含有するものは其微量なるものに比し甚しく濃褐色を呈し其表面他より滑かなり而して其錆は稠密にして且つ粘着性を帶ふ、斯の如き現象は前回の實驗に於て既に知られるるか此種含銅鋼の腐蝕に對する抗力大なるは此試験の初期に於てさへ明白なりき銅以外の成分例へは硫黄アルミニウム等を添加せし試験鈹の多くは何物をも添加せざるものに比し腐蝕の進行迅速なることを認め得たり。

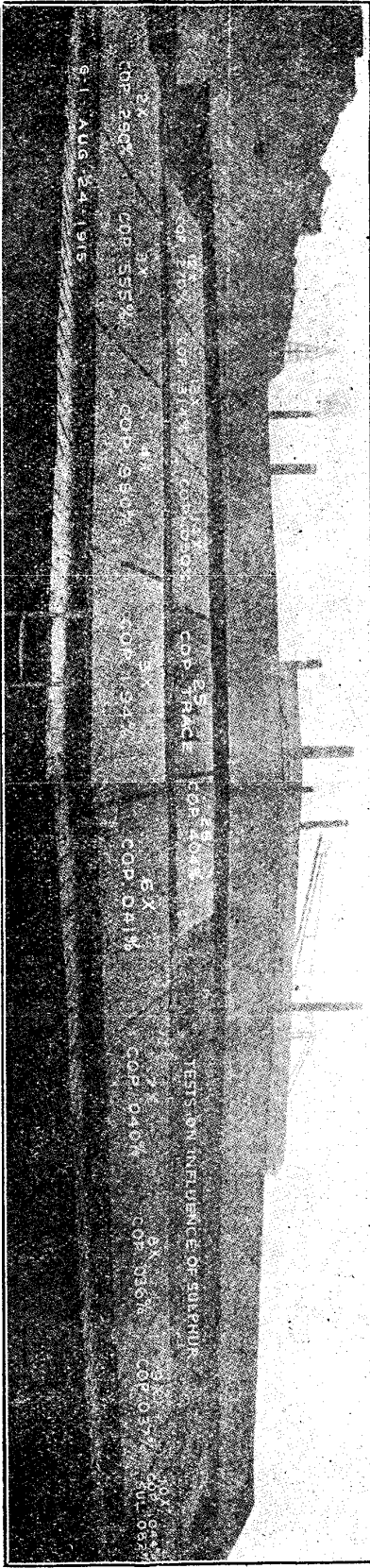
各種試験鈹の腐蝕程度に對する觀念は寫眞により得らるへし而してM停車場に於ける腐蝕はS



第一圖 「ワキキースボート」に於て試験せる第二表試験鉄の十三ヶ月後の腐蝕状態



第二圖 第一表に示せる試験鉄の内「スコットデール」に於て試験せるもの十四ヶ月後の腐蝕状態



第三圖 第一表に示せる試験鉄の内「ワキキースボート」に於て試験せるもの十七ヶ月後の腐蝕状態

停車場に於けるよりも幾分弛緩なるか然し成績表及び寫眞に依り各試験鋼相互の腐蝕程度を比較するに其割合は兩地共略相似たり。

#### 各試験鋼に就き腐蝕程度の比較

第一表の等級欄に示す數字は華氏千四百度にて焼鈍せるものみに就き腐蝕に對する抗力を比較して附したる順位を示せり之れを見るに銅分の含有量か〇・二五%乃至二・〇%なる十種は其抗力強大にして何れも上位を占む而して其内にて減量の最大なるは〇・一三〇七最少なるは〇・一一三八にして略相似たるは大に注目すべき事なり。

又最劣等なるは硫黄を添加せる(十)及び残留硫黄分多き(十六)にして後者にありては含銅鋼の略三倍の減量を示せり。

(十九)乃至(二十四)は可及的酸化作用を受けしめたる熔鋼より製せるものなるか其減量は比較的僅少なり之れ硫黄分の僅少なるに因るものなるへし。(六)及び(十四)と(二十四)とを比較せよ)

(十五)乃至(十八)ベセマー鋼は硫黄分の増加に従ひ減量激増することを示せり而し同一の鋼に銅分〇・二五%を加へたるものは普通の含銅鋼に比し遜色なきに至れることをも示せり。

第二表(×二)乃至(十四)は第一表の(二)乃至(十四)と夫れ夫れ同様に銅分を添加せるものなるか(但し前者は残留銅分約〇・〇四%を含有せり)含有銅分〇・〇四%以下のものは銅量少なき程腐蝕度少なきことを示せり。(×六)と(六)(×十)と(十)及び(×十四)と(十四)等を比較せよ)後者に依り銅分〇・〇四%は硫黄分〇・八二%に因る影響を略打破し得ることを確めたり。

試験鋼(二十五)は還元劑を用ひざる熔鋼より製せるものにして且つ滿俺量比較的少なきものなるか普通の鹽基性平爐鋼に比し腐蝕度甚し之れ還元作用を施さざりし爲めに滿俺少量なるに係らず腐蝕に對し何等の效果なきを證するものなり。(二十六)は(二十五)と同一熔鋼より製せるものなるか只

76 銅分を添加せる爲めに其腐蝕程度は他の含銅鋼と全く同様となれり。

普通の鋼鈹にありてはS市の如き骸炭製造地は普通の機械工場地なるM市に比し腐蝕程度殆んど二倍に達すれと含銅鋼にありては其差左程甚しからず、今其割合を示さは左の如し。

「キースポート」に於けるもの

「スコットデール」に於けるもの

|           |     |     |
|-----------|-----|-----|
| 一般鋼材      | 一〇〇 | 一七三 |
| 含銅鋼鈹(試験鈹) | 一〇〇 | 一三三 |
| 普通の鋼鈹     | 一〇〇 | 一九〇 |

普通の鋼鈹を高熱度にて焼鈍せは抗力約十二%を増加すれと含銅鋼にありては其影響殆んど無し。

純鐵に就ての試験

前記の諸試験と共に貧銅純鐵に就きても同様なる試験を行ひ大氣中に於ける腐蝕の進行に關し調査せり。

製造家より純鐵波形鈹の供給を受けM市に於て大氣中に曝露せしめたり、波形鈹の厚さはA型第一種は〇・〇二二吋にして他は皆〇・〇一八五吋なり、是等は一九一四年七月十六日、同年八月五日及び同年九月七日の三回に分ち試験を開始せり。

是等の試験鈹の化學成分は次の如し。

|       | A型第一種(貧銅) | A型第二種(貧銅) | B型(銅分〇・〇四%乃至〇・〇五%) |
|-------|-----------|-----------|--------------------|
| 炭素(%) | 〇・〇一三     | 〇・〇二〇     | 〇・〇一四              |
| 滿(%)  | 〇・〇四〇     | 〇・〇九四     | 〇・〇四九              |
| 燐(%)  | 〇・〇〇四     | 〇・〇〇五     | 〇・〇〇三              |
| 硫(%)  | 〇・〇三〇     | 〇・〇一八     | 〇・〇〇三              |
| 珪素(%) | 〇・〇〇二     | 〇・〇〇二     | 〇・〇〇三              |

| 銅 (%) | 酸 素 (%) | アルミニウム (%) |
|-------|---------|------------|
| 0.027 | 0.031   | 0.005      |
| 0.020 | —       | —          |
| 0.045 | —       | —          |

試験の経過を見るにA型第一種は一箇月にして甚しく錆を生じたり而して其錆は淡褐色を呈し腐蝕の進行迅速なるへき性状を有せり、二箇月にして甚しく粗鬆となり恰も硫黄及珪素の添加に因り腐蝕激進せる鋼鉄の如き狀況を呈せり、九箇月を経たるに其縁端は紙の如く減耗し十二箇月にして益甚しくなり下部に損傷を生せるか之れを壓せしも横に龜裂を生せざりき、十五箇月には下部に近く破損を生じたるか上端部附近は尙損傷を生せず、十八箇月にして遂に下部一平方呎位は腐朽し半は裂損せり又上部に於ても軽く壓せは横に龜裂を生ずるに至れり。

A型第二種は二箇月にして淡褐色の厚き錆を生じ四箇月にして厚き淡褐色の膜となり六箇月にして下部殊に減耗し可なり厚さを減せるか輕壓に對しては未だ裂傷を生ずるに到らず、九箇月に於て下部腐朽し或鉄は其下半部に無數の穴を生ぜり而して腐蝕の程度は第一種のもの此時期に於けるよりも遙に進行し居れり、十二箇月にして鉄は墜落し僅に手を觸るゝも容易に破壊する如き状態となれり、斯くの如く腐朽の迅速なるは銅分の少きに因るものと認めらる。

B型に屬するものの含銅量は0.043%、0.044%及ひ0.048%の三種にして前記本試験に於ける純鐵(第一表(五十)第二表の(×六)及ひ(×十四)と同級のものなるか是等はA型に比し含銅量約二倍なり而して六箇月に於ては七箇月を経過せる含銅鋼鉄と同様に於て八箇月に到るも含銅量約0.25%の鋼鉄と腐蝕程度相似たり、生成せる錆は全く粗にして恰も(×七)(×十四)及ひ前記の純鐵(五十)に於ける如し、十一箇月に於ては錆は粗にして稍厚くなれるも縁端の厚さは殆んど變化せず又弛緩せる箇所も生せず、十四箇月に到り輕き壓迫にて破損するものを生ぜり、十七箇月にして一試験鉄は

蝕孔及び龜裂を生し尙他の一鈹も裂傷を生し且つ小なる蝕孔を生せり然れ共第三鈹は全然破損せざりき。

「ピツツボロー」にて行ひたる試験に於て略同一期間に對する腐蝕減量は幾分時候の變化ありたるも大凡次の如き數字を示せり。即ち A 型第一種は六箇月に對し二七二「オンス」、A 型第二種は五箇半にして二三四「オンス」、B 型は五箇四分の三(十月より翌年四月に亘る)にして一六四「オンス」減少せり。

又各種より三個宛の試験片を採りて三箇月間大氣中に曝露せしめ枸橼酸「アンモニア」溶液にて洗滌したる後秤量せしに腐蝕減量は一平方呎に付き A 型第一種は一・二六「オンス」、A 型第二種は一・六六「オンス」、型は〇・九九「オンス」なりき。

之れに依り見るに含有銅量少なき鋼鈹を全く同一なる狀況にて大氣中に曝露せしむれば其腐蝕減量は銅分の僅少なる差異に反比例を有すを知るへし。

尙原材料の有する酸化膜より腐蝕の進行する状態は含銅鋼よりも普通の鋼鈹に於ける方迅速なり而して腐蝕減量に就ては純鐵は含銅鋼よりも多し、勿論茲に純鐵と稱するものは腐蝕に對する抵抗力か含銅鋼と略同等になる様に適量の銅分を添加したるものなり。

茲に最も注意すべきは含銅鋼は凡そ四箇月を經過せば鍍の皮膜の爲めに其表面庇護され却て腐蝕の進行を阻止する傾向あることなり。

### 結 論

銅分を含有せる鋼鈹或は鐵鈹は大氣中に於て大に腐蝕に對する抵抗力を増大す而して最も有利なるべき含銅量は〇・二五%なり。

含銅量か〇・〇四%の如き微量にても腐蝕に對し相當の效果を示せとも含銅量多きものか示す程



顯著ならず。

著者一人か管て行ひし實驗に依れば含銅量〇・一五%のものも〇・二五%のものも腐蝕に對しては略同等の抗力を有し含銅量を二〇%となるも殆んど抗力の増加を見すと云ふ。

純鐵に於ても其抗力を増加せしむる爲に銅分を必要とする事は普通の平爐鋼及び「ベセマー」鋼に於けると同様なり。

平爐鋼に磷を添加すれば幾分か腐蝕程度を輕減す。

硅素は普通に平爐鋼或は「ベセマー」鋼に含まるゝ如き分量にては概して影響なけれ共其量〇・一〇%乃至〇・三〇%に達せば腐蝕を促進せしむ。

「アルミニウム」は少量にては腐蝕に對し何等影響なきか如きも實驗の結果に依れば寧ろ危険性を帶ふ。

硫黃の添加は腐蝕を激進せしむ而して殘留硫黃量か過多なる時も亦腐蝕に對して概ね有害なり。熔鋼に冷鋼を添加するも腐蝕に對する抗力を増大せしめず寧ろ減退せしむる傾きあり。

種々の鋼板の腐蝕に對する抗力を比較せんとする時に小試験片の減量測定を以てせば精密にして且つ確實なり而して斯る試験片を洗滌するに枸橼酸「アンモニア」溶液を使用せば便利にして且つ確實なり。

第二表 ペンシルバニアのマクキースポルトにて行へる試験の各期間に於ける腐蝕減量  
(一ヶ月一平方呎に對する平均減量オンス)

| 試 験 記 號 | 試 驗 試 験 試 験 試 験 試 験 |      |       |       |       |       |                | 腐 蝕 減 量        |        | 類 種 の 物 加 添 |
|---------|---------------------|------|-------|-------|-------|-------|----------------|----------------|--------|-------------|
|         | 炭 素                 | 滿 倦  | 硫 黃   | 磷     | 硅 素   | 銅     | 八ヶ月二を<br>經過せる時 | 十ヶ月九を<br>經過せる時 | 平 均    |             |
| 二       | 〇・〇六                | 〇・四九 | 〇・〇三三 | 〇・〇二九 | 〇・〇〇四 | 〇・二九〇 | 〇・一〇三三         | 〇・一〇五七         | 〇・一〇四五 | 銅           |
| 三       | 〇・〇四                | 〇・四五 | 〇・〇三三 | 〇・〇三三 | 〇・〇〇四 | 〇・五五五 | 〇・一〇二一         | 〇・一〇三〇         | 〇・一〇二九 | 同           |
| 四       | 〇・〇五                | 〇・四六 | 〇・〇三三 | 〇・〇三一 | 〇・〇〇四 | 〇・九九〇 | 〇・一〇三八         | 〇・一〇二二         | 〇・一〇三〇 | 同           |
| 五       | 〇・〇五                | 〇・四六 | 〇・〇三一 | 〇・〇二五 | 〇・〇〇一 | 一・九四〇 | 〇・一〇〇一         | 〇・〇九七九         | 〇・〇九九〇 | 同           |
| 六       | 〇・〇六                | 〇・四八 | 〇・〇三四 | 〇・〇三二 | 〇・〇〇二 | 〇・〇四一 | 〇・一二九三         | 〇・一二九六         | 〇・一二九四 | な し         |
| 七       | 〇・〇六                | 〇・四六 | 〇・〇三九 | 〇・〇八五 | 〇・〇〇三 | 〇・〇四〇 | 〇・一一八七         | 〇・一二一〇         | 〇・一一九八 | 磷           |
| 八       | 〇・〇六                | 〇・四三 | 〇・〇二八 | 〇・〇三〇 | 〇・三三二 | 〇・〇三六 | 〇・一二五二         | 〇・一二六七         | 〇・一二三〇 | 硅 素         |
| 九       | 〇・〇六                | 〇・四七 | 〇・〇三二 | 〇・〇二九 | 〇・〇〇六 | 〇・〇三七 | 〇・一二四一         | 〇・一二三一         | 〇・一二七一 | アルミニウム      |
| 十       | 〇・〇六                | 〇・四六 | 〇・〇八二 | 〇・〇二八 | 〇・〇〇四 | 〇・〇四四 | 〇・一二四三         | 〇・一二八一         | 〇・一二六一 | 硫 黃         |
| 十一      | 〇・〇六                | 〇・四六 | 〇・〇三三 | 〇・〇三二 | 〇・〇〇一 | 〇・〇三七 | 〇・一二五七         | 〇・一二三四         | 〇・一二八五 | 冷 鋼         |
| 十二      | 〇・〇六                | 〇・五三 | 〇・〇三三 | 〇・〇三三 | 〇・〇〇四 | 〇・二七〇 | 〇・一〇四六         | 〇・一〇一二         | 〇・一〇二九 | 銅           |
| 十三      | 〇・〇六                | 〇・四一 | 〇・〇三一 | 〇・〇二二 | 〇・〇〇六 | 〇・三一四 | 〇・一〇七二         | 〇・一〇四七         | 〇・一〇五九 | 同           |
| 十四      | 〇・〇六                | 〇・四一 | 〇・〇三一 | 〇・〇二四 | 〇・〇〇六 | 〇・〇五〇 | 〇・一一七三         | 〇・一一六七         | 〇・一一七〇 | な し         |
| 十五      | 〇・〇六                | 〇・一五 | 〇・〇三二 | 〇・〇二二 | 〇・〇〇五 | 〇・〇一七 | 〇・一九二二         | 〇・二一九五         | 〇・二〇五八 | な し         |
| 十六      | 〇・〇六                | 〇・一六 | 〇・〇三〇 | 〇・〇二二 | 〇・〇〇四 | 〇・四〇四 | 〇・一〇九六         | 〇・一一五五         | 〇・一二七五 | 銅           |

