

鑄 鐵 の 腐 蝕 現 象 (第 2 報)

鑄 鐵 の 腐 蝕 と そ の 成 分 並 に 組 織 と の 關 係

(日本鐵鋼協會第 14 回講演大會講演 昭和 10 年 4 月)

多 賀 谷 正 義*

I. 緒 論

著者は先年鑄鐵の腐蝕と成分並に組織との關係に就て大略の研究をして既報の通り發表した(本誌 第 20 年 第 7 號)がその際使用した銑鐵は二三種類に過ぎなかったがその腐蝕現象を見るにその化學的成分のみでなく原料とすべき銑鐵の種類により相當の差異を認めたのである

前の實驗に於て腐蝕試驗方法に就て可成り考慮を拂た結果從來相當困難を感じてゐた鑄鐵の腐蝕試驗が或程度の正確度を以て行ひ得ることが明かとなつたのでこゝに本邦に於て今日使用されてゐる銑鐵中拾餘種を選びその各々に就て以前と同一の方法を以て腐蝕試驗を行た結果その種類により普通鑄鐵の化學成分として考慮せられてゐる *TC, GC, Si, Mn, P, S* 等の含有量とは無關係に腐蝕の程度に著しい差異あることを知た從て之等の成分と腐蝕との關係も銑鐵の種類により自ら趣を異にすることは容易に想像し得る所であつて數種の銑鐵に就て前と同様成分及び組織と腐蝕との關係を調べた。

尤も拾餘種のもの全部に就て一々同じ實驗を行ふことは非常なる時間と手数を要するのみでなく無駄な事と考へられる故先づ原銑に就て腐蝕試驗を行ひ甚しく腐蝕度の異なるもの數種を選んでその各に就て同一の實驗を行た又腐蝕試驗の方法は以前(本誌 第 20 年 第 7 號)と全く同じであるが水中腐蝕試験は以前に行た促進方法は可成りの不同を生じ易く又實際上から見て多少不自然である爲酸の場合と同様の方法をも合せて行ふこととした。

以上の實驗は坩堝中に於て配合調整した鑄鐵に就て行たのであるが尙實際鑄造工場に於て熔銑爐から製出された各種の鑄鐵に就て同じ方法で腐蝕試験を行ひその間の關係を明かにした。

II. 腐蝕試験方法及び装置

こゝに行た方法は以前(本誌 第 20 年 第 7 號)の方法と

同じである唯水中腐蝕試験の場合以前行た促進方法の外に酸液と同じ装置を用ひる試験方法をも合せて行た。

今日まで多數の人々によつて行はれて來た方法は鹽酸 硝酸 硫酸 水 食鹽水等を用ひ 靜止の状態で腐蝕せしめてその腐蝕減量を測る方法である。

この外に酸液の場合發生する水素瓦斯の容積を測る方法もあるが減量を測る方法が最も簡單であり又實際問題から考へてこれを以て腐蝕程度を表しても差支ないと考へられるからこの方法を採用した尤も水中腐蝕試験では表面に生じた銹が密着して除き得ないからこの方法は不正確であると云はれてゐるが本實驗に於て採用した腐蝕方法では銹は注意すれば容易に洗ひ落し得るから斯る心配は不要であつた。

今日の腐蝕理論から考へ鹽酸中に於ける金屬の溶解は腐蝕の最も簡單な場合であり又大切な基礎的現象を示すことは明かであるから先づこの試験を行たのである 硫酸殊に稀硫酸では鹽酸とその軌を一にするものであるからこの試験は行はなかつた。

硝酸は前二者と全く異りその作用は甚だ複雑であると考へられてゐるが強い酸化力を有してゐる爲鹽酸の場合とは異なる方面の鑄鐵の腐蝕現象を表し得る事が明かである 次に鑄鐵の實際使用上屢問題となることは所謂腐蝕即ち水及び酸素による銹蝕である この方面の試験は長年月を要するのであるがこゝでは促進方法或は短期間の試験を行ふこととした 又酸液の場合はこれ等の酸は劇しく鑄鐵に作用するため 0.5N と云ふ稀薄な液を用ひた。

既報の如く今日まで鑄鐵の腐蝕試験は多くの人々に依て行はれてゐるがその結果は不同であるこれは一つにはその腐蝕試験方法が不適當であるため常に一定の結果が得られない最も正確に行はれたと考へられる Haase¹⁾の結果を見ても *Si* の含有量と腐蝕の關係等は非常に變動があつて一定の關係を見出し得ないことを示してゐるこ

* 大阪帝國大學

¹⁾ Stahl u. Eisen, 47 (1927) 2112

れは腐蝕試験の時間 腐蝕液量 試料の表面の状態 腐蝕成生物の擴散等の事柄を考へねばならぬと思ふ 依て著者は既報の様な方法を試みて常に大體一定の値を得るに到たのである。

1. 腐蝕試験装置 本實驗に使用した装置(寫眞第1圖)は大體既報の通りであるが こゝに少しく詳細に述べて見ると直徑 15mm 高さ 40mm の圓柱形試料の上面に直徑約 1.5mm 深さ 10mm 位の小孔を穿ちこれに竹箸を刺し込んで容量約 12l の硝子器中に腐蝕液 11l を入れその周邊部に加熱コイルの入た磁製管を2本挿入し液を直接加熱して温度の調節を正確に行ふ様にした 同時に水銀及トリユエンを入れた蛇管形温度調節器 0.1°C の目盛を有する寒暖計を液中に浸漬して調節器と電流斷續器を連結し中央に備へた攪拌器の作用と相俟て液全體の温度の常に然も一様に 30°±0.1°C に保つことを得た。

又中央の攪拌器は腐蝕成生物の擴散 新しい腐蝕液の供給等を速に行はしめ一定の割合を以て腐蝕を進行せしめるためのものである。

試料は上述の寸法の圓柱形としこれに竹箸を刺し込んだものを攪拌器を中心としてその周りに 20~30 個を取り付けた 試料の支へ方をかくする時は試料の全面が液とよく接觸し又支へた點に於ても從來の試験方法の如く特殊の状態に置かれることがなく全面が一様に腐蝕される利益を有してゐる 本装置は一回に 20~30 個の試料について試験を行ひ得るのであるが多數の試料を處理する必要上同一装置を3個裝備して本實驗を行った この外 600cc の瓶中で水に空氣を吹込んで行た個々の試料に就いての腐蝕試験は既報の通りであるが多數の試料を同時に試験するため空氣の出口入口を夫々ゴム管を以て直列に連結し一端は窓外からゴム管を引入れてこれに連結し他端の瓶は水道水によるサクシヨンポンプにつなぎ空氣を順次氣泡として水中を通過せしめた 温度は室温であるが全體の結果を比較するため春及び秋の2回に分つて氣温 20°C 前後の時期に行た。

2. 腐蝕試験方法 一般に腐蝕はその表面の仕上状態の粗密によって影響せられる事はよく知られて居るが鑄鐵の場合特にこの影響が甚しいことを認めた 蓋し鑄鐵は多量の黑鉛を含みこれが多孔質で吸着性に富みその表面の状態によってその性質が容易に變化してくることは想像し得る處である 今こゝに Si 含有量を異にする既報

S 系の試料に就て表面仕上の状態と腐蝕との關係を調べた豫備實驗の結果を擧げて見ると 試料を佛國製 エメリー紙 00 まで磨くことゝし而も比較的短時間で稍不注意に研磨したものと同じく 000 まで入念に一様に仕上げた場合の比較をして見たのである その結果の腐蝕減量は第1表及び第1~2圖の如くである I は粗仕上 II は丁寧に磨いたものである この場合鹽酸試験と硝酸試験は別個の試料であるが共に一つの試験を行た後表面を削取り研磨して次の試験を行た 即ち同一試料を用ひて鹽酸或は硝酸試験を粗仕上げして2回精密仕上げして2回宛を行たのである 表面仕上の粗惡のものは腐蝕減量多く常に一定の結果を得ることが困難である 特に鹽酸の場合は然りである 000 で丁寧に仕上げた場合は大體に於て一定の結果が得られることがわかる 水を用ひた場合の表面状況の影響は見なかつたが矢張多少影響あるものと考えられる 腐蝕試験の試料は總て 000 まで一様に研磨することゝした。

次に水中腐蝕試験の場合 以前の空氣を送入する促進方法は短時日で多くの腐蝕減量を得られる利益があるが實際とは少し遠ざかった不自然の方法とも考へられ又その結果が不同を免れないため酸液の場合と同じ装置を用ひて同じく10日間腐蝕を行はしめる方法をも行た 元來水中に於ける鐵鋼の腐蝕は試料の全面に一様に起らない これは水中の溶解酸素の濃度が一樣でないため O_2 の濃度の大きい水に接觸した鐵面は陰極となり O_2 の淡い部分が陽極となつて腐蝕が部分的に進行する この事實は Aston²⁾ Evans³⁾ Seligman & William⁴⁾ その他の人々に依て實證せられている所である。

本實驗に於ても水中腐蝕試験後の試料の腐蝕状況を見ると陽極となつた部分は相當深く腐蝕され陰極となつたと考へられる部分は殆んど腐蝕されずに滑かで灰綠色の酸化膜で覆れてゐる 寫眞第2圖はS系の試料を空氣を送て腐蝕試験を行た後の状態を示すもので腐蝕された部分とされない部分が明かな凸凹となつて表れてゐる かゝる状態のものに對して單位面積の減量を算出することは困難であるが比較のため全面積で全減量を除した數字を出して置いたのである 尤も試料の寸法は略一定であるから比較上差支ないのである 然し上述の如く空氣を送込む方法では室温で行ふため長期に亙る實驗では氣温の變化のあるのみでなく試料面の腐蝕される面積とされない面積との比が場合によ

²⁾ Trans. Am. Electrochem. Soc. 29 (1916) 449

³⁾ Jour. Inst. Metals. 30 (1923) 257

⁴⁾ Jour. Inst. Metals. 23 (1920) 159

って變動があるため試験結果が相當不同を來すことがある
そこで酸液の場合と同じ装置を用ひて腐蝕試験を行て見ると
寫眞第3圖に示す様に腐蝕された部分とされない部分との
分布が比較的一様となり従て單位面積の腐蝕減量は同一
試料については大體一定な値が得られることを知た 然し
前の場合の様に空氣の供給を充分受けて腐蝕することも實
際使用上有り得ることであり又 短時日で腐蝕が進行する
利益もあるため水中腐蝕試験はこの二つの方法を併用する
こととした今S系の試料に就いてこの二つの方法で試験を
行た結果を擧げて見ると、

先づ以前の水中腐蝕試験を行た試料を各成分に就いて一
個宛取り以前と同じ方法で試験し次にこれを研磨して第二
の方法で腐蝕試験を二回に行て見た その結果の腐蝕減量
は第2表及び第3圖の様である 表中第一列の數値は既報
のものである 第二の方法は空氣を吹込む場合に比べて腐
蝕試量は $1/2 \sim 1/3$ であるが 前者の様な變動がなく二回
共大體同じ曲線を示し その誤差は酸液の場合より大であ
るが 最大 10% 以内である 一般に腐蝕試験は困難が多
く殊に水中腐蝕試験は變動が甚しいもので この程度の不
同は今日の處満足すべきものと考へられる。

3. 腐蝕液 腐蝕液として鹽酸 硝酸 水を選んだ理由は
上述の如くであるが 酸液は蒸溜水に比重 1.19 及び 1.40
の濃鹽酸 濃硝酸を 0.5N となる様に加へたものである
又水は大阪市の水道水で その成分は大體次の様なもので
ある PH の値は殆ど中性である。

	mg/l		mg/l
Cl	7	NH ₃ なし	
Fe	0.08	KMnO ₄ 消費量	2.3~2.2
SO ₄	8~12	アルカリ度	30~31°
NO ₃	6	固形物質	56
NO ₂	なし	遊離炭酸	5.5
		硬 度	1.37°
		PH	6.7~7

元來大阪市の水道水は他の都市に比して純良なものとせら
れてゐるものであるが 鑄鐵の腐蝕に對して蒸溜水と比較
して見るため T.C 3.20% Si 1.47% Mn 0.90% P
0.22% S 0.058% なる鑄鐵を用ひて空氣を送入する腐蝕
試験の結果は次の如く蒸溜水と比べて相當腐蝕力を有する
ものである。

	減量 g/cm ² /10 days			
	第1回	第2回	第3回	平 均
水 道 水	0.0350	0.0372	0.0366	0.0363
蒸 溜 水	0.0282	0.0264	0.0297	0.0281

4. 腐蝕試験時間その他 一般に腐蝕減量は時間に

比例して直線的に増加するものでないことは已知の事實で
あつて 腐蝕速度は腐蝕の初期は小さく次第に増加してあ
る時間の後に一定値に達する この期間が所謂 Induction
period である 最近 Polmer⁹⁾ は金屬の酸中の溶解速度
に就て詳細な研究を行てゐるが 鑄鐵の 0.5N 鹽酸中での
Induction period は 25°C で 100 分位であるこの時間
は酸の濃度 温度が増すと減少するものである 而してこ
の原因に就ては鑄鐵の鹽酸中の腐蝕は地金と黒鉛との局部
電池の作用によつて起るものである 従て腐蝕が進むと共
に次第に黒鉛が露出して來て局部電池の數が増し腐蝕速度
は増加してくる 或る程度金屬面が溶解すると電池の數が
最大値に達しその後は腐蝕速度が一定となるのであると述
べてゐる 二の實驗は靜止の狀態で行たものであるが本實
驗では液を攪拌するため 腐蝕速度はこれよりも大で In-
duction period も更に短縮されるものと思はれる が
鹽酸の場合は試験時間は5時間とした 硝酸の場合は腐蝕
量が非常に大きいため3時間とした 尙腐蝕時間は試料の
表面積と液量の關係をも考慮せねばならぬ 液量が餘り少
い時は腐蝕液の減衰によつて結果に不同を生じ易い然しこ
の場合液は非常に多量を用ひ試験の終に於ても尙多量の酸
が残る様にした。

次に腐蝕試験後試料の減量を測る方法では腐蝕成生物の
除去に注意を拂はねばならぬが 本實驗では針金刷子で充
分に洗ひ落し尙ナイフで試料の表面を削り 削り取れる部
分が残て居れば 更に力強く刷て全く健全な金屬面に達せ
しめる様に注意した 尙水中腐蝕試験では本實驗の方法を
行ふ時は銹は比較的軟かくその除去は容易であつた。

5. 試料の調製 以前の實驗に於ては重油坩堝爐を
用ひて鉄鐵 鋼 及びその他のものを配合して 熔解し1本
の丸棒として上 中 下部から各々2個宛合計6個の試料を
採取したのであるが 重油爐は時間を要するため 今回のも
のはクリプトール爐を用ひて1回に 3~4 kg を熔解し こ
れを生砂型に鑄入して直徑約 30 mm 長さ約 300 mm の丸棒
3本を作り その上 中下部から試料を1個宛合計9個を切
出し 上中下3個を同一試験に供してその平均を求めるこ
ととした 但し水中試験では腐蝕量は少いため 第1の方
法で試験したものを再び研磨し 第2方法で試験を行た。
本實驗に使用した鉄鐵は後に述べる如く 11 種類でこれに

⁹⁾ The Corrosion of Metals. Ingeniörs Vetenskaps
Akademien, Handlingar Nr. 93

配合すべき鋼は瑞典 Fegersta 會社製の直径 1" の丸棒でその成分は $C\ 0.22\%$ $Mn\ 0.49\%$ $P\ 0.015\%$ $Si\ 0.05\%$ $S\ 0.023\%$ である その他 Mn 鐵は 75% Mn , Si 鐵は 75% Si , P 鐵は 20% P 硫化鐵は Kahlbaum 製のものを使用した 次は實際鑄造工場から供給せられた試料は大體直径 30mm 長さ 400~500mm の丸棒に鑄造したもので夫々から 6 個宛 試料を採取して 2 個宛同一試験を行ひ その平均値を求めた。

III. 腐蝕試験結果

1. 本邦使用の各種鉄鐵の腐蝕試験 本邦鑄造工場に於て使用されてゐる各種の鉄鐵中次の數種を取てこれを熔解して上記の寸法の試料を作り上記の方法で腐蝕試験を行った 實際の鑄物としては之等の鉄鐵に鋼を加へてその C 及び Si 含有量を少くし或は數種の鉄鐵を適當に配合して製品とするのであるが 之等の原鉄が如何なる腐蝕現象を呈するかは甚だ興味ある事柄であるから 先づこの試験を行ふこととしたのである 尙夫々の鉄鐵に鋼を加へたものをも調製してその腐蝕試験を行った。

供試の鉄鐵は普通鑄造工場に於て使用されてゐる 3 號鉄を主として採用したのであるが 鞍山 1 號 2 號 3 號 釜石 3 號 兼二浦 1 號 輪西 3 號 本溪湖 3 號 バーン 2 號 3 號 タター 3 號 大暮木炭鉄の 11 種である これに配合した鋼は上記のものである 鋼の添加量は 1 號 2 號では 0, 20, 30% とし 3 號鉄では 0, 15, 25% とした 然し鉄の種類によつて 多量に加はつたものは白鉄となる場合があつた。かかる場合は更に添加量を減じて熔解を行った 之等の試料の配合及び成分は第 3 表の如くである 以上の試料に就て腐蝕試験を行った結果は第 4 表及び第 4, 5 圖の如くである。

先づ鹽酸の場合最も著しい事柄は釜石 3 號 輪西 3 號 本溪湖 3 號の三つが他の鉄鐵に比して非常に耐酸性であることである 即ちこゝに使用した 鉄鐵は耐酸性に關して大體二つの種類に分けることが出来る 今この三つを第 1 種他のものを第 2 種と稱するとこれ等の鉄鐵に鋼を加へた場合第 2 種のもの非常に耐酸性となるが 第 1 種のもはその影響が少い殊に釜石 3 號の如きは却て耐酸性を減ずる傾向を有する。

鋼を加へた場合一旦耐酸性を増すが更に鋼の量が増すと再び溶け易くなる これは Si や C 量が少くなり白鉄に近づくためである 従てこの傾向は 1 號鉄には少く 3 號鉄

では著しい 鉄鐵の種類により斯の如き差異ある以上本實驗を進めるに當て何種類かの鉄鐵に就て同様の實驗を行ふ必要のあることは明かである又一方今日實際上パーライト鑄鐵或は高級鑄鐵に屬するものと普通鑄鐵とがある。

この 2 種類に就て成分及び組織と腐蝕との關係を調べることにした 次に硝酸の場合は鹽酸に於ける様な著しい差異はなく腐蝕減量は何れも 0.18 乃至 0.23 g/cm^2 の間に入て来る 鹽酸に對して最も強かつた釜石 3 號鉄は最も腐蝕減量が多い一般から見て C 及び Si 量の多いものが良好である これに鋼を加へると何れの鉄鐵も腐蝕され易くなる 尙参考のため瑞典 Fagersta 會社製の 0.9% C 鋼をも同時に腐蝕試験を行った鹽酸には非常に侵され難いが 硝酸では何れの鉄鐵よりも腐蝕され易い。

2, 珪素の影響 前節で述べた如く何種類もの鉄鐵に就いて研究を要するのであるが 材料の都合及び鉄鐵の成分の關係上又實地に於て廣く使用されてゐる鉄鐵を選ぶ意味で前回發表(本誌 第 20 號 第 7 號)の釜石 3 號に大暮木炭鉄を配したものの外釜石 3 號 鞍山 3 號及び高炭素の試料として大暮木炭鉄を主體として試料を調製した 之等の配合及び各試料の分析結果は第 5 表の如くである。

腐蝕試験の結果は第 6 表及び第 6~9 圖に示す通りである OS' なる試料は OS 系の試料を腐蝕試験後 $900^\circ C$ で 3 時間焼鈍して爐中冷却し黒鉛化せしめたものである この試料は焼鈍後旋盤で その表面の脱炭層を充分除去して腐蝕試験を行った。

鹽酸に對しては低炭素の鑄鐵に於ては一般に既報の場合と同様である 即ち Si 含有量が或る値の所で腐蝕量は最大となり 更に Si が増すと下て来る 而して溶解量が最大となるべき Si の量は鉄鐵の種類に依り異なる様である 又釜石 3 號を主體としたものでは Si の影響は最も少い次に大暮木炭鉄を主體とした C 量の多いものでは前 3 者と異り 最初 $Si\ 1.3\%$ 附近までは次第に耐酸性となりそれより Si が増すと耐酸性を減ずる一方である 然るに之を焼鈍してパーライトを殆ど全部黒鉛化せしめた OS' 系の試料ではその全體の腐蝕量は非常に多いが Si の影響は他のものと同様 $Si\ 1.6\%$ 附近を最高として下て来る 然し OS 系で更に Si を増すと $Si\ 5\%$ 附近を最高として下てくる これ等各種の鉄鐵から作た試料の腐蝕減量を比較して見るとその成分に關せず その間に段階がある例へば $KAS3$ と $A3S4$ はその成分に於ては略同じであるに

も拘らず腐蝕量は非常に異てゐる又 OS₄ と KAS' もその例である 焼鈍して黒鉛化せしめたものは鹽酸に非常に侵され易いことを示してゐる。

硝酸に於ては Si は何れの鑄鐵でも腐蝕量を減少せしめる 而して或量までは餘り影響がなく それ以上加へると急に耐酸性を増す その Si の量は S, A₃S では約 1.5% であるが 釜石 3 號を主體としたものでは約 2.5% Si まで餘り影響がなく それ以上になると次第に耐酸性となる 又高炭素の OS, KAS' 等は低炭素のものよりも腐蝕量が少い OS を焼鈍した OS' はこの場合非常に耐酸性を有し遙に下位にある 然し Si の影響は他のものと同様である。

次に水道水中の腐蝕は空氣を送て攪拌し別々の容器で腐蝕せしめた場合 (以下これを水道水 I と稱する) は Si の増加は耐酸性を與へる 而して鑄鐵の種類による腐蝕量の差異は酸液の場合と同様である この關係は硝酸試験の場合と大體併行してゐる 即ち硝酸試験で良好な種類のものはこの場合も良好である 従て高炭素のものは低炭素のものよりも腐蝕量が少い 又焼鈍して黒鉛化せしめたものは最も耐蝕性を有する。

同じく水道水で酸液と同じ装置で同じ容器で攪拌しつゝ腐蝕試験を行ふ場合 (以下水道水 II と稱する) は大體に於て水道水 I の結果と同じであるが 最初の Si 量の増加は多少腐蝕を増すか 或はあまり影響がなく 1.5~2% Si の間で最も好影響を與へる 但しこの範圍は鑄鐵の種類により異なることは鹽酸の場合と同様である それ以上の Si は腐蝕量を減するが その程度は少い ある場合は腐蝕量を増すこともある これ等の關係は鹽酸試験の場合と多少似てゐる様である 水道水 I の場合に比べて鑄鐵の種類による差異は遙に少く各曲線は交叉して C 量や焼鈍の影響は餘り明瞭に表れない。

3. マンガンの影響 これに就ては既にパーライト鑄鐵 (M') 及び普通鑄鐵 (M) の二種類に就て報告した通りであるが (本誌 第 20 年 第 7 號) その他 2, 3 種の鉄鐵を用ひてマンガンの影響を調べた 試料の配合及び成分は第 7 表の如くである これ等の腐蝕試験の結果は第 8 表の如くである これを圖示すると第 10~13 圖の通りである 鹽酸の場合では何れの鑄鐵でも大體既報と同様である 即ち C 及び Si の少い鑄鐵は Mn の添加によつて耐酸性を帶び Mn が或量以上になると溶け易くなる この最低點

の Mn の量は 0.8~1.0% となつてゐる 大暮鉄を主體とした高炭素で Si も相當多いものでは Mn の添加は却て耐酸性を減じ Mn 0.8% 附近を最高として腐蝕量を減することは前の實驗に於ける M 系の場合と同様である 鞍山 1 號鉄を主體とした AM 系は C 量は少いが Si 含有量が多くこれに對する Mn の影響は大略前二者に似てゐる 全體に於て C 量の多いものは腐蝕され易い又鉄鐵の種類により腐蝕量が階段的に異なることは前節に於けると同様である。

硝酸試験では Mn の添加は何れの鑄鐵にあつても耐酸性を増す 高炭素或は高珪素の M, OM, AM 系の試料は Mn が多くなると共にその影響は少くなり更に Mn が増すと腐蝕量を増す傾向を示す 又高炭素のものは鹽酸の場合とは反對に腐蝕され難い。

水道水 I では Mn の影響は餘り明かに表れないが大體に於て腐蝕量を減少せしめる この場合矢張高炭素の OM 系が最も腐蝕量が少く低炭素でも Si 量の多い AM 系の試料は比較的腐蝕量が少い様である。

水道水 II では M 系の試料は Mn の影響は極僅で 最初少く腐蝕量を増しそれ以上 Mn を加へると少し下つて來る OM 系も同様である M' 系では最初少し下るが Mn の増加と共に腐蝕され易くなる KM 系 KM' 系では Mn の添加は耐蝕性を増す 又 C 量の多いものと少いものとの間に餘り差がない 水道水 I の場合は腐蝕量の變化は硝酸試験と平行してゐるが この場合は多少鹽酸中の腐蝕に似てゐることは前節に述べたと同様である 而してこの實驗の範圍では水道水 II に於て Mn の影響は極めて少く Mn 0.8~1.2% の間で少く耐蝕性を増す位である。

4. 燐の影響 既報の通り P 共晶は甚しく耐酸性を有するため却て地金の溶解を促進する作用を有するものである 試料は前回の P 系の外に本溪湖 3 號 釜石 3 號 及び鞍山 1 號鉄を主體としたものに P を加へその影響を調べた 各試料の成分及び腐蝕試験結果は 第 9, 10 表 第 14~17 圖の如くである 鹽酸に於ては P の増加は急に耐酸性を減する 特に P 0.5% 附近ではその影響が甚しい それ以上は緩である 又 AL 系の如く Si の多いものでは P の影響は稍少い 然るに釜石 3 號を主體とした試料にあつては P の悪影響は殆んどなく 多量の P を含むものは却て耐酸性を増すことを示してゐる 硝酸に對しては P の影響極めて少く 多量の P を含むものは多少耐酸性

を帯びてくる。

次に水道水中の腐蝕に於ても P の作用は餘り著しくない。

水道水 I にあつては 0.5% 以上の P は僅に耐蝕性を増す 然し水道水 II では多量の P は反對に腐蝕を増す傾向を示してゐる。

5. 硫黄の影響 試料は大暮木炭鉄 釜石 3 號 鞍山 1 號 同 3 號を主體として作た その配合及び成分は第 11 表の如くである 腐蝕試験の結果は第 12 表に示す通である SP' 系の試料は SP 系の試料を Si 系の試料と同様 900°C で 3 時間焼鈍して黒鉛化せしめたものである 第 18~21 圖はこれを圖示したものである。

鹽酸に對しては釜石 3 號及び鞍山 1 號の如く鹽酸中で腐蝕され難い鉄鐵を用ひた場合は S を加へると腐蝕量を増し 0.1% 附近を最高として それ以上 S を加へると下てくる。

然るに大暮或は鞍山 3 號の如き鹽酸中で腐蝕され易い鉄鐵では S を加へると共に 曲線は下り 0.08% 附近を最低としてそれ以上 S を増すと上昇してくる この影響は前二者の鉄よりも非常に大である。

尙 A1 系の試料では S の影響は極めて少い このものは Si 量が多く C 量が少いものである 又 KA の試料も C 量少く Si が比較的多い 然るに SP 及び A3 の方は Si が少いか 又は Si 量の割合に C 量の多いのである 即ち C 及び Si の量によって S の影響が異なることを示してゐる 焼鈍した試料は特に腐蝕され易いのは Si 系の試料に於けると同様である 次に硝酸中では鉄の種類に關せず S を増すと共に減量は少くなる 焼鈍したもの及び C 或は Si の多い試料は一般に腐蝕され難い。

水中腐蝕試験では I, II 共に 0.1% 附近までは腐蝕量を増すが それ以上では却て減少してくる 水道水 I に於ては Si 量の多い A1 系の試料は S の影響が殆んど現れない。

6. 炭素の影響 こゝでは C の影響と云ふよりも寧ろ鼠鑄鐵の黒鉛の量と腐蝕との關係を調べたものでこれに就ては既に I の各種鉄鐵に鋼を加へた場合及びその他以上に述べた實驗に於てその大體の影響を窺ひ得るものであるが こゝでは C 以外の成分を出来るだけ一定とした試料を作り その影響を調べることをした 試料としては鞍山 1 號 同 3 號 本溪湖 3 號 釜石 3 號鉄を主體とし これに鋼

を適當に加へて C 量を減じ 同時に Si , Mn , P , S 等の量を原鉄と略同量となる様適度に配合して調製したものである その配合及び成分は第 13 表の通りである 何れの試料も C の大部分を黒鉛として含む鼠鑄鐵である A1, A3, KA3, HO3 の炭素以外の成分は第 3 表に擧げた通りである これ等の腐蝕試験の結果は第 14 表 第 22, 23, 24 圖の如くである 鹽酸に對しては C 量の増加は一般に急激に腐蝕量を増す 然るに釜石 3 號鉄を用ひた場合だけは C 量の多いものが却て減量が少い結果となる 硝酸の場合は何れの試料にあつても腐蝕を少くする 水道水中の腐蝕では I の場合は C の増加は耐蝕性を増す様である 又 Si の多い C 系の試料は一般に腐蝕され難い 然し II では C 量は殆んど影響が現れない C 量の少い方が僅に減量が少い 尙この試験では KAC 系は I の場合と異り耐蝕性が大きい。

7. 組織の影響 前の實驗に於て (本誌 第 20 年 第 7 號) C 及び Si の多い鼠鑄鐵に就て組織の精密即ち黒鉛片の大小と腐蝕との關係を調べた結果鹽酸に對しては黒鉛片の大なるもの程腐蝕され難く 小片となるに従て腐蝕量を増す 然るに硝酸に對しては全く逆になる 又水道水 I の試験では大體硝酸の場合に似た傾向を示すことを知たが 更に釜石 3 號 鞍山 3 號及鋼を配合した C , 及び Si 量の稍低い鑄鐵に就いて殆んど黒鉛とフェライトから成る組織から白鉄に到る廣い範圍に亘て組織の變化と腐蝕との關係を調べた 試料の配合及成分は第 15 表の通りである H 系の試料は既報のものであるがこゝにその配合及成分を掲げたのである 何れも黒鉛及化合炭素の割合が略同じ様な鼠鑄鐵である K の方は H と同様大型タンマン爐を用ひて 250 gr 宛熔解し K3 は電流を切てその儘爐中冷却 K4 は坩堝を引出して空中冷却 K5 は乾燥砂型に鑄入 K6 は生砂型に鑄入 K7 は金型に鑄入した又 K1 及 K2 は夫々砂型に鑄込んだものを 900°C 及び 800°C で 3 時間宛焼鈍したものである この種の試料は同一のものを多數に作ることが困難なため腐蝕試験の試料は 2 個宛とし最初直徑 17 mm とし 1 回腐蝕試験後は旋盤或はグラインダーで表面を削取り次の試験を行ふことをした 然しその組織の變化が著しいために明瞭な結果を得ることが出来た 寫眞 No. 1~6 これ等の組織を示すもので K1 は殆んど完全に黒鉛化してゐる K2 は多少パーライトが残つてゐる K3 は大體普通鑄鐵の組織である こゝに使用した爐は水

冷を行つてゐるため電流を切た後の冷却速度は相當速いものと思はれる K4 では黒鉛が細くなり一部寫眞 No.4 の様な共晶黒鉛が出来てゐる K5 は大部分鼠銑であるが所々にレデブライトの出た斑銑で寫眞 No.4 はレデブライトの出てゐない部分を示す K6 は大部分白銑で所々が鼠銑となつてゐる 寫眞 No.5 はその境の所である K7 は全く白銑である 第 16 表及び第 25, 26 圖はこれ等の腐蝕試験の結果である 鹽酸に對しては普通のパーライト組織を持た K3 が腐蝕量が少くそれよりも黒鉛が多くなつてもセメントイトが多くなつても耐酸性を減じ黒鉛とセメントイトが或割合の斑銑に於て最大腐蝕量を示し それ以上セメントイトが増すと急に腐蝕量は少くなる 然るに硝酸試験では普通のパーライト鑄鐵組織のものが最も腐蝕され易く それよりも黒鉛が多くなつても セメントイトが多くなつても腐蝕量は減少する 次に水道水中の腐蝕では組織の變化の影響は少いが水道水 I では大體硝酸の場合に 水道水 II では鹽酸の場合に似てゐる 尚水道水 II では斑銑が特に腐蝕され易いことを示してゐる 又黒鉛化の影響は餘りない様である。

この系の試料は腐蝕試験後 K1~K5 は大體一樣に腐蝕されてゐるが K6 と K7 は白銑の部分は殆んど腐蝕されず 鼠銑の部分のみが深く腐蝕されてゐるが 全體の減量は少い 寫眞第 4 圖は鹽酸試験後の腐蝕状態を示すもので K1 は甚しく腐蝕されて面が粗鬆になつてゐるが K3 はかゝることがない K5 は K1 と同様で K6 は白銑部と鼠銑部が判然と現れてゐる K7 は殆んど腐蝕されてゐない

IV. 鑄鐵の腐蝕機構

以上の腐蝕試験の結果を考察する前に 以上の結果から見て鑄鐵の腐蝕機構を論じて見たいと思ふ 但しこゝでは概念的記述に止め これに關する詳細なる實驗數値は近く發表する豫定である。

今日金屬の腐蝕は一般に電氣化學的腐蝕と 化學的腐蝕に分けられると考へられてゐる 後者は乾燥瓦斯と金屬との作用の如く 水分のない場合で 普通の腐蝕現象は電氣化學的に起るものとせられてゐる 而してこの場合金屬は必ず一旦イオンとなるものであるが 鑄鐵に於ては多量の黒鉛を含むもので これがフェライトとの間に局部電池を作て 鐵のイオン化を促し腐蝕が速に起るものであることは

古くから云はれてゐる 著者等⁹⁾も亦先年大阪市に於て約 40 年間使用せられた上水道鑄鐵管に就いてこのことを認めた Bauer u. Vogel⁷⁾ は鐵と黒鉛との電位差を測り鐵と黒鉛を電解液中に浸すと 黒鉛は正電極 鐵は負電極となり これを外部に於て導線で繋ぐと 外では黒鉛から鐵の極に向て電流を生じ 液中では鐵から黒鉛の方に電流を生じる 即ち鐵は電解操作に於ける陽極に 黒鉛は陰極に相當し 鐵は速に溶解すると述べてゐる (以下腐蝕現象に就いて陰極 陽極なる語はこの意味に於て用ひることとする) 最近では Palmer⁵⁾ は金屬の酸に溶解する速度を 發生する水素瓦斯の容積を以て測り 金屬の溶解は一般にその中に含まれてゐる不純物と 金屬自身の間の局部電流によって行はれるものであると述べ 局部電池の電動力の計算式を與へ 多數の測定を行つてゐる 鑄鐵に就いても 黒鉛とフェライトの間の局部電池の作用であると云てゐる。

1. 鹽酸中の腐蝕 著者も亦鑄鐵が鹽酸の様な酸化能のない酸に溶解する場合は殆んど大部分局部電池の作用に依て起るものと考へるものである これは以上の各種の鑄鐵と 0.9% C 鋼との腐蝕量の差異 黒鉛量の影響等及び著者の別の實驗 (未發表) 測定結果から見ても明かである 今鑄鐵の面の顯微鏡組織を見る時と同様に研磨し 顯微鏡下に於て極めて稀薄な鹽酸を一滴落し これを観察すると 水素氣泡は黒鉛の面から盛んに發生して来る 即ち鑄鐵を酸液に浸した場合發生する H_2 は金屬面から出るものでなく 常に黒鉛から發生してくることが明かである 顯微鏡寫眞 No.7~12, No.14 等は黒鉛の上に生じて成長しつゝある水素氣泡を撮映したものである No.7~9 は鉄鐵のみを溶解した試料で夫々 バーン 3 號 鞍山 3 號 釜石 3 號である 釜石 3 號の様に鹽酸中で腐蝕減量の少いものは H_2 の發生が非常に困難である No.10 は可鍛鑄鐵で 黒鉛はその上に生じた水素氣泡のために覆はれて見えない。

これらの事實は地の金屬が陽極となつて溶解し 黒鉛が陰極となつて H_2 イオンがその面上に放電して瓦斯となることを示すものである かくて H_2 の發生が續く限り地の金屬は迅速に溶解してイオンとなる 溶解が進むと共に黒鉛の幅が次第に擴がつて来る 然し黒鉛から離れた部分の地は餘り侵されることがない (但しこれ等の寫眞は鹽酸滴下前に ピクリン酸に軽く腐蝕してある) 即ち黒鉛に接した部分の地金が先に溶解して行くことを示す これは黒鉛

⁹⁾ 鐵と鋼 19 (昭和 8 年) 656

⁷⁾ Mitt. Materialprüf.-amt. Bd. 36 114 (1918)

と地金とが局部電池を作て 酸液を電解液として電流が流れる場合 最も抵抗の小さい短絡を作るからであると考へられる 従て腐蝕は常に黒鉛に沿ふて起るものである 寫眞 No.16 は研磨した後 0.5N 鹽酸中に常溫で30分間浸しラシヤ磨きしたもので 黒鉛片に沿ふて腐蝕が進み P 共晶は少しも變化がない。

次に P 共晶は鑄鐵の鹽酸中の溶解を著しく進めること既報の如く それ自身の溶解率が極めて小さいこと及び著者の他の實驗(未發表)の測定結果から 黒鉛と同様地金に對して陰極となるものと考へられる P 共晶は以上の試験に於て全く侵されることなく 又その上に水素氣泡を發生することもない 然しこれは黒鉛に比べて電氣傳導度が悪いこと及びその電位差の小なるためであると推測される 寫眞 No.11 はこれを示す これは極めて薄い酸であるが 少し濃い鹽酸を用ひると寫眞 No.12 の様に P 共晶の周邊が腐蝕されてくる No.13 は稍長時間腐蝕せしめたもので 黒鉛の周圍が腐蝕される外 P 共晶の周りも溶解してゐる。

次に鑄鐵中には相當量の硫化マンガンが含まれてゐるが之は鐵に對し局部電池の陰極を構成すると云はれてゐる 今顯微鏡で稀鹽酸を滴下して見ると最初その周りが少し侵されるが MnS 自身も容易に侵されて 變色して来る 寫眞 No.14 は SP4 の試料に鹽酸を滴下し H_2 の發生が略終た頃撮たもので 黒點は MnS の侵されたものである この場合硫化水素を發生する筈であるが これが認められないのは硫化水素は直ちに鹽酸に溶解するのであると思はれる 寫眞 No.16 a 16 b は KU5 及び OS4 の試料を鹽酸腐蝕試験後その表面を相當深く削り取て見たもので大きな黒鉛片に沿ふて深く腐蝕の進行してゐることを示してゐる 此の様に黒鉛殊に大きな黒鉛片はこれに沿ふて酸液の侵入を容易にする作用もあると考へねばならぬ

2. 硝酸中の腐蝕 硝酸中の腐蝕は鹽酸の場合とは餘程異なるもので 最も著しいことは黒鉛量の増加は腐蝕を減少せしめる 又 P 共晶も鹽酸に於ける様な惡影響を與へず 却て多少腐蝕量を少くする。

0.5N の硝酸中で腐蝕試験を行ふ際 最初水素瓦斯を少し發生するが その後は H_2 の發生は止り 液は濃褐色となり 試料からは盛に鐵鹽が浸出して來るのが見られる この場合 腐蝕減量は鹽酸に比して時間が短いにも拘らず非常

に多いが 最初 H_2 が出てゐる間はその侵され方は緩慢であることが外部から目視出来る 大部分の腐蝕は H_2 がなくなつてから起るものである 今顯微鏡下に於て鹽酸の場合と同様 ラシヤ磨きを行ひ その上に稀硝酸を滴下して見ると少量であるが 鹽酸と同様黒鉛上に水素氣泡を生ずるが この氣泡は容易に黒鉛から分離することなく 極めて徐々に大きくなって來る 寫眞 No.17 は大暮木炭鉄のみを熔解した O の試料に就いて これを示す それと同時に地の金屬が全面的に侵されて その組織が現はれて來る 鹽酸ではかゝることがない No.18 は SP4 の試料について之を示す No.19 は同じもので酸を洗ひ落した所で 地金が侵されると同時に 黒鉛の周りも鹽酸の場合程甚だしくないが 多少侵されてゐる様である No.20 は研磨面を稍長時間腐蝕せしめたもので P 共晶と黒鉛を残し地金が溶解したものゝを示す 尚ほこの場合 MnS は硝酸には鹽酸よりも尙侵され易く 顯微鏡下で見られる 寫眞 No.15 は稀硝酸を滴下して暫くこれを觀察した後液を洗ひ落した場合で MnS は殆んど溶解して圓い孔を生じてゐる 以上結果及び著者の他の實驗(未發表)から見て 硝酸の場合には主として鐵と硝酸の直接反應に依て鐵が溶解して行く 即ち局部電流に依て陰極面上に水素イオンが放電し これが硝酸に依て酸化されて水となる反應によるものではない 即ち上記の化學的腐蝕ともいふべきものである この場合も硝酸溶液は電解質であつて多量の H_2 イオンを含む故 鹽酸の場合と同様 黒鉛或は P 共晶 セメントイトと地金の間に局部電池を形成して H_2 イオンの放電を起す筈であるが 硝酸は強酸化劑であるから 陽極となるべき地金は容易に anodic passivity を起し 電解作用は停止し又硝酸の直接作用に依る地金の腐蝕をも防止する結果となるであらうと考へられる 殊に黒鉛は地金に對し 非常に陰極性であるからかゝる作用も大きい譯である 即ちこの場合は H_2 イオンは餘り關係がなく 陰イオンをも考慮した 電離しない作用に依るものである 同一規定の鹽酸と硫酸に於てもその金屬に對する作用の異なることは著者⁹⁾も先年耐酸鋼の探究に際し知た所である これは陰イオンの作用によるものとせねばならぬのである 最近 Hedges¹⁰⁾もその著書に於て金屬が酸に溶解する場合 H_2 イオンは一つの因子に過ぎないものであつて 陰イオンの作用或は解離してゐない酸

⁹⁾ Korrosion u. Metallschutz. II. (1926) 183

⁹⁾ 鐵と鋼 18 (昭和7年) 131

¹⁰⁾ Protective Films on Metals. 1932

の作用を考へねばならぬと述べてゐる 又 Centnesszwer u. zablocki¹¹⁾ は Al の鹽酸中に於ける溶解を研究し 鹽酸に於ても鹽酸と金屬の直接作用を認めてゐる 後に述べる如く 硝酸腐蝕試験後の試料の表面の状況を見ると全面一様に侵されて滑らかな面を呈し 鹽酸の場合の如くに甚しい凸凹を生ずることがない この事實も硝酸と金屬の直接作用を裏書きするものである かゝる稀薄な硝酸中に於て黒鉛等の陰極性物質の介在に依て鐵が anodic passivity を起すことは未だ明かに發表した人はない様であるが 著者は本實驗及びその他の實驗(未發表)の結果からこれを信ずる 然しこの受働態は中濃度の硝酸中に於ける周知の受働態の様に永續的なものでなく 受働態と 鐵と硝酸の直接反應とが交互に周期的に行はれ 而もこの受働態は鑄鐵の組織及成分に依てその出現に難易の差がある 即ち多量の Si を含み地の一部或は殆んど全面にフェライトの出たもの或は焼鈍によってフェライト地となったもの等 地が均質なフェライトとなつてゐる程 又 S 含有量の多いもの程この現象を呈し易い 而して受働態となる前に多量の水素瓦斯を放出しこれが周期的に起る 然るに地がパーライトで S 含有量が普通の鑄鐵では水素瓦斯は殆んど外部に放出されない 従て水素瓦斯を多量に放出するもの程腐蝕減量は少く 逆に水素瓦斯の放出少い鑄鐵は減量が多い この受働態の出現に陰極の作用をするものは主として黒鉛で セメントイト P 共晶等は餘りこの作用がなく 寧ろ機械的に硝酸と鐵との直接反應を阻止するものであると考へてゐる これ等の詳細は近く發表の豫定である。

3. 水中の腐蝕 鐵が水中で腐蝕する場合先づ鐵がイオンとなり $Fe(OH)_2$ となり 次に水中の O_2 で酸化されて $Fe(OH)_3$ となり その溶解度が小さいため赤錆となつて沈澱するものである この際 O_2 の存在しなければ金屬附近の水は $Fe(OH)_2$ で飽和され腐蝕は停止する 又金屬中で局部電池を作り 鐵のイオン化を促進する様な場合には 陰極部に析出した水素膜のために分極が起て鐵のイオン化は停止するが O_2 が存在すれば水素膜を除去して腐蝕を進行せしめるものであることは 今日一般に認められてゐる所である かくの如く溶解酸素はこの場合重大な役目をするものである。

本實驗に於ても 水道水 I と II では II の方がその温度が高いにも拘らず 腐蝕減量は約 $1/2$ で O_2 の作用が非常

に大きいことを示してゐる 鐵が水中で腐蝕する場合既に述べた様に全面に一樣に起ることなく 相當廣い面積をもつて陽極面積と陰極面積に分れ 部分的腐蝕が劇しく起る 今水中腐蝕試験を行た後の試料の底部を削り取て陽極となつて劇しく腐蝕された部分と陰極部とを顯微鏡で見ると これは金屬の組織とは何等關係がない様で 全く前に述べた如く溶解酸素の濃度の差異に依て起るものと考へる外ない。

然らば水素イオンは陰極部に析出し 陽極部の金屬は溶解することとなるが I の場合の如く O_2 が充分供給されれば析出した H_2 は 直ちに酸化除去せられて分極を起すことがなく 従て腐蝕が盛んに行はれる 而して陽極面積内に存在する黒鉛 P 共晶 セメントイト等は地金に對して陰極を形成するが 比較的豊富に供給される O_2 の作用に依り容易に anodic passivity を起し 電解腐蝕を起すことなく陽極面積が全體として溶解して行く かくして之等不溶性物質の存在は腐蝕量を減する結果となるのであらうと考へられる 然るに II の場合は I と比較して O_2 の供給が不充分のため 陰極面積上に生じた水素膜は除去され難いから鐵の溶解は少く その代りに陽極面積内に於て黒鉛及び P 共晶或はセメントイトと地金との局部電池の作用に依て腐蝕が進行する 又この場合は O_2 が充分存在しないため 上記の如き anodic passivity を起し難く 従てこれら陰極性物質の存在は全體の腐蝕量を増すのであらうと思はれる。

V. 腐蝕試験結果の考察

1. 各種鉄鐵の腐蝕 寫眞第 5, 6 圖は鹽酸腐蝕試験後の試料の状態を示すもので KE1 が最も粗鬆面を呈しこれに次いで O, B3, T3, A2, A3 等も同様である HO_3 は減量は少いが所々に深い穴を生じてゐる 然るに KA3 及び W3 は餘り侵された跡がない 殊に KA3 は非常に滑らかな面を呈してゐる これ等に鋼を加へたものも略々同様である 一方腐蝕量の多い種類の鉄鐵に鋼を加へたものは寫眞第 6 圖に見る如く 甚しく面が滑かになる 又寫眞第 7 圖は硝酸試験後の状態で 腐蝕量の少いものほど粗面を呈してゐる 例へば KE1 O 等はこれである 即ち不溶性物質が残留して腐蝕を防止するためである 然るに KA3 の様に面の滑かなものは腐蝕量が多い。

¹¹⁾ Zeit. physikal. Chem. 123 (1926) 455

¹²⁾ Hochwertiger Grauguss. 1929

先づ鹽酸試験に於て KA3, HO3, W3 等が特に他のものに比べて腐蝕量が少い理由に就て考へて見るに この場合腐蝕は上述の様に主として黒鉛と地金との局部電池の作用によるものと考へられる 今 A3, B3, 及び KA3 の試料を磨き その表面に 0.01N の鹽酸を滴下し 顯微鏡下でこれを觀察すると A3 は滴下後約 10 秒で黒鉛から水素氣泡を發生する B3 も大體同じである 然るに KA3 では H_2 の發生は容易に起らず滴下後約 3 分で漸く視野内に 1~2 個の水素氣泡を黒鉛上に生じ始め 容易に大きくならない 顯微鏡寫眞 No. 7, 8 は鹽酸滴下後 30 秒で撮り No.9 は 10 分後撮たものを示す 然るに之等の顯微鏡組織は No.21~23 に示す様に何等の著しい差異がないのみならず KA3 の方が多量の P 共晶を含み 却て腐蝕され易い筈である 此の差異は黒鉛と地金の電位差の大小に依るものと考へられる この局部電池の起電力(有効起電力)は地金の酸液中での單極電位と黒鉛の水素過電壓との和を以て表されるものである故 その何れかの値の差異に依るものとせねばならぬ 而して黒鉛の水素過電壓に就いては Palmer⁵⁾ は -0.02 volt を得てゐる 然るにその後 Thiel u. Eckel¹³⁾ は +0.335 volt なる値を得た。

過電壓は勿論電流密度に依ても異なるもので これ等の人々の行た方法が同じでないから不同を來すものと思はれる 然し Palmer の實驗は黒鉛電極の處理に特別の注意を拂ひ 又測定法も電流密度を極めて少くし 電流を 30~60 秒の極短時間を通す様にして正確に行はれてゐるからこれを信頼してよいと考へる 然しこれらの人々の使用した黒鉛はその種類を異にし 従てその吸着性等の性質が異なるものと考へられるのみならず 實際鑄鐵中の黒鉛とこれ等の人造黒鉛は全く同じものでないと思はれるが 著者は以上の鑄鐵の鹽酸中の腐蝕試験に於て黒鉛の存在によつて 鐵の溶解が如何に激しくなるかといふ事實及び顯微鏡下の腐蝕の觀察に於て 黒鉛上に極めて容易に H_2 が發生して來る等の事柄から黒鉛の水素過電壓は極めて小さいものと考へる 次に地金の單極電位であるが これはフェライト中に他の物質が固溶體として入った場合その變化が起り得るものと考へられる故 KA3 に就いて C, P, Si, Mn, S の外 他の成分について分析を行た結果 多量の Cu の存在することを知た 依て他の鉄鐵に就いても同様 Cu の定量を行た 尙鉄鐵中には一般に Ti を含むが これも

比色法に依て定量した その結果は次の如くである。

釜石 3 號	輪西 3 號	兼二浦 1 號	本溪湖 3 號	鞍山 1 號	鞍山 3 號
Cu% 0.257	0.057	0.012	Trace	なし	なし
Ti% 0.070	0.120	0.090	0.065	0.020	0.045
鞍山 3 號	バーン 2 號	バーン 3 號	タター 3 號	大暮木炭鉄	
Cu% なし	なし	なし	なし	なし	
Ti% 0.061	0.080	0.050	0.040	0.220	

鐵中に Cu が少量固溶することに依てその電溶壓は相當小さくなることは別の實驗(未發表)で確め得た 従て KA3, W3 の耐酸性は固溶體としてフェライト中に溶解してゐる Cu に依る電溶壓の減少並に其の他の Cu に依て起る作用に歸因するものと考へる 本溪湖 3 號は P 添加の影響から見て明かなる如く その耐酸性は低磷によるものである寫眞 No.24 はその組織である寫眞 No.25~34 はその他の試料の組織を示す KE1 は Si 多く殆んど黒鉛とフェライトからなつてゐて 大きな黒鉛の外に微細な共晶黒鉛がフェライトのデンドライトの間に多量に出てゐる かかる部分は鹽酸に依て非常に腐蝕され易く 従て腐蝕試験後に於て甚しい凹凸を生ずるのである その他大暮 バーン 2 號及び 3 號 本溪湖 3 號等 Ti を多く含むものは一部樹枝狀組織を呈し 片狀黒鉛の外に細かい共晶黒鉛が出てゐる故に 一般に鹽酸に腐蝕され易く 面が粗雑となる その他の試料に於ては黒鉛は一樣な片狀を呈してゐる 鋼に少量の Ti を加へた場合 鹽酸に對しては餘り作用がないが硝酸には耐酸性を増す¹⁴⁾とせられてゐるが鑄鐵の場合は Ti 自身の作用の外に 組織の變化の影響をも考へねばならぬ。

硝酸試験の場合は鋼の添加に依て Si 及び C 量を減少するために腐蝕量を増す 又 KA3 は腐蝕量が多いのは主として黒鉛と フェライトの電位差が小さくなるために 上述の anodic passivity が起り難くなる結果と推定される 即ち硝酸に對しては Cu の存在は耐酸性を増すことなく却て多少悪影響を與へるものである 従てこの場合は鉄鐵の種類に依る大きな差異はない 又 Ti を含むものは硝酸に侵され難い様である これは Ti 自身の作用の外 一般に共晶黒鉛が現はれてゐて 硝酸に侵され難いのである 殊に B2 は C 量多く全體として黒鉛が細かいため耐硝酸性が大きいのであらう。

その他の差異は以上の實驗から見て Si, C, Mn 等の含有量の多少によるものとして説明することが出来ると思ふ

2. 珪素系試料の腐蝕 寫眞第 8a 圖は S 系試料の

¹³⁾ Zeit. Elektro. Chem. 33 (1927) 370

¹⁴⁾ 遠藤彦造; 鐵鋼の腐蝕と防錆の研究 1930

鹽酸腐蝕試験後の試料の状態は 何れも比較的滑かである S1 と S5 とは特に滑かで S3 と S4 は稍粗で腐蝕減量の多少とよく一致し 内部組織の變化を示してゐる 第8b圖は KAS' 系の試料で 何れも滑かである 寫眞第9圖は OS' 系の鹽酸試験後の状態で S 系に比べて非常に粗鬆で腐蝕減量の多いもの程甚しい 又寫眞第10圖は A3S 系試料の硝酸試験後を示す 腐蝕減量の多いもの程面が滑かである 減量の少い A3S5 は粗鬆面を呈してゐる これ等の事柄は他の試料に於ても同様である 今これ等の試料の表面を軽く削り 凸部の顯微鏡組織を見ると鹽酸の場合は主として P 共晶及び 黒鉛の少いフェライト或はパーライトである 顯微鏡寫眞 No. 35 はこれを示す 試料は OS'3 である これは焼鈍しない OS 系試料でも同じである 寫眞 No.36 は OS3 の試料でこの系の試料は一般に P が多く又 Ti が多いため C の偏析を起し 一部の黒鉛はデンドライトの間に非常に細片となって存在してゐる これを鹽酸中で腐蝕せしめると 先づ細かい黒鉛の存在する部分が最も劇しく侵される 寫眞 No.37 は研磨面を約 10 分間 0.5N 鹽酸中で腐蝕せしめたものである かくして凸凹を生ずるものである 硝酸試験後の凸部も同様 主として P 共晶である OS 系の試料では P 共晶と連續的に存在する少量の微細な共晶黒鉛を含む極めて緻密な組織の地金を伴ふことがある かくる場合は大きな黒鉛片の様に それに沿うて酸液が侵入し難いため 鹽酸の場合も硝酸の場合もこの部分が後に残る結果となるものと思はれる 然しこの様な緻密な組織は普通の鑄鐵には殆んど見られない。

次に各試料の顯微鏡組織を見ると 一般に Si を増すと共に黒鉛化が起つてフェライトを生ずることは勿論であるが 先づ A3S 系では寫眞 No.38, 39, 40 に示す様に A3S1, 3 はパーライトと黒鉛から成り A3S3 は黒鉛片が大きく多く A3S5 では相當量のフェライトが出てゐる KAS 及び KAS' も Si の少いものはパーライト地であるが Si の多いものは多量のフェライトを含む 寫眞 No.41 は KAS'3 である S 系は既報の如く全部パーライト地である 之等の試料に於て或 Si 量の所で腐蝕量が最大となるのは 鹽酸中の腐蝕の機構から考へて黒鉛の増加によるものと思はれる 然し著者が他の實驗(未發表)に於て純鐵及び炭素鋼に Si を加へて腐蝕試験を行つた所 Si 1~2% 附近の所で腐蝕量が最大となる この事實から

見て黒鉛の増加の外に 地鐵中に入つた Si 自身の作用に依るものとせねばならぬ 而して更に Si が増加すると地金中の C 量を減少せしめ フェライト中は固溶體となつて(第一報 Si の溶解率参照) その耐酸性を増すため全體の腐蝕量が減少するものと思はれる KAS 及び KAS' 系に於て 最初 Si の影響の小さいのは地金中に多量の Cu を含み その電溶壓が低く黒鉛との間の電位差が小さいため黒鉛化の影響が大きく表はれないのであると考へれば説明出来る 既報(本誌 第20號 第7號)に於て組織中にフェライトの存在は甚しく耐酸性を害することを述べたがこれは同一成分の鑄鐵に於て成立するが 以上の如くその成分が適當であれば フェライトがあつても耐酸性が大きいことが判る 次に OS 系の試料は C 量が多いためその腐蝕量は多いが その顯微鏡組織は一般に粗い黒鉛片の外に微細な共晶黒鉛を含んでゐる 寫眞 No. 42~46 は平均と思はれる部分の組織である 然し何れも No.45 の下部に見る様な細かい黒鉛が相當出てゐる 寫眞 No. 47~50 は焼鈍した OS' 系の組織で Si 量 OS'4 以上のものは殆んどパーライトが残つてゐない 尙 OS1, 2 の試料は一部レデブライトを含むもので Si の添加と共にこれがなくなり OS3 は最早や存在しない 從つて鑄鐵の腐蝕機構から考へて明かな如く 最初 曲線が下るのは冷却速度等の關係でレデブライトを生じ 黒鉛が減少したためと考へられる それ以上 Si を増すと昇て來るのは黒鉛化並に地鐵中に固溶した Si の作用によるものである 尙之れ以上 Si を加へれば他の系と同様腐蝕量は少くなる。

次に之れを焼鈍したものでは甚しく腐蝕量の多いのも黒鉛の影響である 而して低珪素の部分でも レデブライトが存在しないから OS 系の如くならない 然し Si の増加と共に次第に黒鉛化が完全に行はれるのと 固溶した Si の作用で曲線は上昇してくる OS'4 で黒鉛化は完了してそれ以上は Si の影響が現はれて來るのである 焼鈍しない試料に於て腐蝕量最大となるべき Si の量は 高炭素のものでは高いのは黒鉛増加の影響が何時までも續くためであると思ふ。

又銑鐵の種類による各曲線の高低は既に述べた如くである 次に硝酸中の腐蝕では 黒鉛の増加は何等害なく寧ろ腐蝕を減ずるものであり 又固溶珪素も同じ作用をする(後報) 故 Si の増加と共に次第に耐酸性を増す 尙ほ Si の増加は鋼及び純鐵に於ける如く單に硝酸に侵され難くなる

外地金中の遊離フェライトの量を増し 著者の実験(未発表)によれば稀硝酸中に於ける鼠鑄鐵特有の anodic passivity を起し易くする作用を有してゐる 更にこれを焼鈍した試料は黒鉛の増加及び地のパーライトは一層完全に分解して均一な フェライトから成るため anodic passivity を起し易く 一般に腐蝕量が少くなるものと思ふ。

水道水中の腐蝕では以上述べた所及び水中に於ける腐蝕の機構からこれを説明することが出来る 尙鑄鐵中の Si は著者等⁶⁾ の嘗ての実験で述べた如く 密着性の銹を生ずる作用を有し保護作用をなすものである。

3. マンガン系試料の腐蝕 鹽酸中の腐蝕に於て Si 及び C の多い鑄鐵と 然らざるものとに依て Mn の影響の異なることは既報の如くであるが今回の試験の結果に依るとこれは C 量よりも Si の量に依るものと考へられる 即ち OM 及び M 系の試料では勿論であるが AM 系の試料の如く低炭素でも Si の多いものでは Mn の影響は同傾向となる 寫眞第 11 圖は M 及び M' 系 試料の鹽酸腐蝕試験後の状態でその面の粗密度は腐蝕減量の多少並に組織の變化をよく示してゐる 寫眞 No.51 は OM3 の組織であるが OM1, OM2 もこれと大體同じである。

然しそれ以上 Mn を加へたものは次第にフェライトがなくなつて来る No. 52 は OM5 である 寫眞 No.53 ~55 は AM 系の組織で Si が多いためフェライトが出てゐる 而して AM1~3 は組織の變化はないが AM5 ではフェライトが殆んどない 従て以上の試料に於て最初 Mn の増加と共に腐蝕量が増すのは組織の變化によるのではなくフェライトの中に固溶體として入った Mn の影響 Mn 固溶純鐵の腐蝕及びその電溶壓の測定結果は近く發表の豫定で それ以上 Mn を加へると黒鉛の量が減るため曲線が下てくるものと考へられる 即ちこれ等の試料は高珪素のため或程度までは Mn の増加によつては組織を變化することがない故である 然るに M' 系では Si が少ないため 最初 Mn の増加は急に黒鉛量を減少せしめるため Mn の影響に打勝て曲線は下て来る 更に Mn が増すと腐蝕量を増すのは黒鉛の微細化 レデブライトの出現による局部電池の増加及び固溶 Mn の作用によるものと考へる。

KM' 及び KM 系の試料に於てもその傾向は同じである 寫眞 No.56~58 は KM' 系の組織で 最初 Mn の添加は黒鉛の量を減少せしめるが 更に Mn を増すと KM'5 の如く 黒鉛が微細化されるため局部電池の數を増

し 腐蝕は増加して來るのである 要するに Si 量の多いものでは Mn の添加が或る量までは組織の變化が少いため Mn 自身の影響が現れる 然し Mn が或る量以上になると組織の變化を來し その影響が現れて來る 然るに Si 量の少い試料では Mn の添加に依て組織の變化を起し易く 黒鉛の作用が非常に大きいためにその影響が現れて來るものである。

次に硝酸試験では Mn の増加は次第に耐酸性を増す これは著者の他の実験(未発表)から知られる様に Mn はフェライトの耐硝酸性を増すためである 又黒鉛の微細化乃至セメンタイトの存在は共に上述の如く鑄鐵の耐硝酸性を増すからである 而して AM, M, OM 系の如く Si の多い鑄鐵では Mn に依る組織の變化は比較的少く フェライト中に固溶體として入った Mn の影響が現れてゐるものと思はれる 従て遠藤博士¹⁴⁾ の実験に於ける鋼中の Mn の影響並に著者の実験(未発表)と一致するものである 故に Mn が多くなると曲線は多少上昇して來る 然しこの場合は黒鉛の減少の影響も同一傾向を示すからその作用も加はつてゐるかも知れない。

4. 磷系試料の腐蝕 寫眞第 12, 13 圖はこの系の試料の鹽酸腐蝕試験後の状態である P1~P4 は P の増すと共に腐蝕量が多くなると 不溶解性の P 共晶が増加するためその面は次第に粗鬆となる 然るに KAP の試料は何れも腐蝕試験後滑かで P の多いものと餘り變りがない HP 系の試料では HP2 HP3 は P の少いものよりも面が滑かである これは P のため黒鉛の分布が細くなるためであらう 然し更に P が増すと粗面を呈してゐる硝酸試験では P の少いものは極滑かな面を呈し P の増加と共に順次凸凹が甚しくなる P の増加は不溶解性地金に對し陰極性の P 共晶を多く生ずるため 局部電池を作て腐蝕を促進するものである外 P 共晶が現れると黒鉛が細かくなることが往々あるためその結果耐鹽酸性を減ずる作用もあると考へられる 寫眞 59~62 は HP 及び KAP 系の組織で HP では P の多いものは黒鉛が多少細かくなるが KAP では餘り變りがない 釜石 3 號鉄は P が多いため KAP1 でも相當量の P 共晶が出てゐる 鹽酸試験に於て鉄鐵の種類による P の影響の差異は次の如く考へられる A1P の試料では P 共晶が増してもフェライト中の Si 量が多いため電溶壓が少くなり(未発表)局部電池の作用が減少する結果 P 添加の影響が他の

試料程著しく現れないのである KAP 系の試料では P の影響が殆んど出て来ないのは地金中の Cu によってフェライトと P 共晶の電位差が少さくなること及び Cu 自身の作用によってこの両者は殆んど局部電池を構成してゐないに依るものと考へられる 更に P が増すと曲線が下て来るのは白鉄と同様不溶解性の Fe_3P のため腐蝕面積が少くなるためである 他の系の試料に於ても更に P を加へれば曲線は下て来るものと思ふ P 系の試料は釜石 3 號鉄を多量に配したものであるからこれ等各系の中間の腐蝕量を示すものである。

次に硝酸試験では P 共晶の増加はその不溶解性による腐蝕侵入の阻止と地金の anodic passivity とに依て多少腐蝕量を減するのであると考へられる。

5. 硫黄系試料の腐蝕 寫眞第 14~16 圖は鹽酸試験後の試料の状態を示す SP 系は何れも腐蝕量が多いため粗面を呈する これは多量の P 共晶の存在と多量の黒鉛が細かく共晶状態で含まれてゐるためである 然し S の多いものでは腐蝕量も少くその表面は稍密である SP' 系の試料も大體同じである 又 A3SP, A1SP では S を増すと共に表面の粗さは減じてくる KASP 系の試料では何れも極めて滑かな面で灰綠色の膜で覆はれてゐる 寫眞第 17 圖は KASP 及び A1SP 系の試料の硝酸試験後の状態でこの場合は上述の如く一般に鹽酸よりも稍平滑な面を呈し面の滑かなもの程腐蝕量が多い KASP 系は最も腐蝕され易く凸凹がないこれは地金の腐蝕が劇しいため多量に存在する P 共晶は脱落してしまふからである。

A1SP 系では S の少いものは矢張り滑かであるが S が増して腐蝕量の少いものでは P 共晶は残り凸凹を生ずる。

次に各試料の顯微鏡組織を見ると SP 系では No. 63~68 に示す如く黒鉛の一部或は大部分が細かい共晶状態を呈してゐる 而して S の増加と共に次第に黒鉛の量が減少するが SP 1~4 では次第に黒鉛片が大きくなる傾向を有してゐる それ以上 S を含むものは黒鉛が再び細かくなつて来ると同時に多量の MnS が見られる 寫眞 No. 69~71 は A3S 系の組織で S 量の増加に伴て矢張黒鉛片の数が減じ大きな黒鉛が現れて来る 更に S が増すと黒鉛は又細かくなつて来る 寫眞 No. 72~74 の A1S 系の組織に於ても同様である この様な事實は Piwowski¹²⁾ も實驗を行つてゐる これ等組織の變化は腐蝕量の

多少と一致するものである 次に KASP 系の試料の組織は寫眞 No. 75~80 に示す如く S 量の少いものでは餘り變化が認められないが S 量の多いものでは次第に黒鉛の量が減じて来る 寫眞 No. 81~86 は SP 系の試料を焼鈍したものゝ組織でパーライトは大部分黒鉛化してゐる SP'3, SP'4 等では P 共晶の周りにパーライトが残てゐる 既に一般に知られてゐる如く鑄鐵中の硫化物は純粋な MnS でなく FeS を固溶するものである 而してこの固溶體は鐵よりも貴性で局部電池を作つてその腐蝕を促進せしめる作用がある(後報参照) 然しそれ自身も酸に侵され易いものである 殊に硝酸中に於ては直ちに作用される 寫眞 No. 15 は研磨面に硝酸を短時間作用せしめその表面を軽くラシヤ磨きしたもので MnS は溶解し去て穴を生じてゐる。

前の試験に於けると同様 S の溶解率即ち腐蝕せられた部分に含まるべき S 量と實際溶液中加入した S の量との比を求めた結果は第 17 表の如くである 酸液の場合は前と同様 1N. とし常溫に於て試料毎に別々の容器内で腐蝕せしめた 鹽酸の場合は S の分析装置を用ひて硫化水素として發生した量を定量し 残りの液は酸化法によつて S を定量して二つを合した 酸液の場合は試料面に附着せる腐蝕成生物は捨てた 水道水 I の場合は腐蝕試験後に於て液中の S を定量したのである これは O_2 が充分供給されてゐるから S は完全に硫酸鹽となつてゐるものと考へられる。

次に水道水 II では上記の腐蝕後液及銹中の S を定量した この場合同一容器で腐蝕試料は SP 1~6, KASP 1~7, A 11, A1SP 1~6, A 32, A3SP 1~6 の 27 個である。

腐蝕せられた金屬中の S 含有量總和	0.0363 g... (A)
附着銹及び器底沈澱銹中の S (酸化法)	0.0078 g... (B)
腐蝕液中の S 量	0.0702 g... (C)
水道水中の S 量 (0.00036%) (水量 11 l)	0.0396 g... (D)
S 溶解量 B+C-D	0.0384 g
S 溶解率	$\frac{0.0384}{0.0363} \times 100 = 106\%$

A は各試料の腐蝕減量に夫々の S 含有率を剩したものと和である 腐蝕試験後に於て液を濾過しその銹と試料面に附着した銹とを合し發生法により S を定量した所硫化水素を發生しない 依て酸化法で定量した結果である C は濾液中の S 量で D はその際に用ひた水道水中の S 量である この結果 S の溶解率は 100% 以上となつてゐる

るが初めに使用した水の量は 11l であるが試験中に蒸発した量を補充するため液中の S 量が多くなつてゐるのであると思ふ。この結果によると MnS は鹽酸中では地金よりも稍溶解し難いが酸化剤が存在する時は溶解し易いものであることを示してゐる。又水中では全部硫酸鹽となつて溶解することが判る。

次に腐蝕試験の結果を考察して見ると SP 及び A3SP 系で最初曲線が下るのは上述の如く黒鉛の減少並にそれが大きくなるため、その後上昇するのは MnS による局部電池の作用による腐蝕の促進と黒鉛の微細化の影響によるものと考へられる。A1SP 系では Si 量が多いため S に依る黒鉛の減少が少く、又フェライト中に Si が固溶してゐるため MnS との電位差が小さい(未発表)ため MnS の作用も少ない。KASP 系の試料は Cu を含むためか S を加へても或る量までは組織の變化が餘りなく、最初の腐蝕量の増加は S の影響と見られる。然し著者の他の實驗(未発表)によれば、硫化物と地金との電位差は Cu を含む時は含まない場合よりも相當小さいことが知られる。従てこの場合は單に硫化物に依る局部電池の作用のみでなく S の存在によつて Cu の働きが害される様な現象が想像される。又 SP' 系では焼鈍を行つても、黒鉛の分布等は前と大體同じであり、又 SP' 3, 4 等はパーライトが残つてゐるためその影響が現れてゐるものと思はれる。

硝酸試験では著者の他の實驗(未発表)によると S 量の多い鑄鐵は稀硝酸中で特殊の現象を起すものである。即ち硫化物は容易に溶解して H_2S を生じ、これが鐵と硝酸の反應によつて生ずる亜硝酸を分解するため、硝酸の激しい作用を阻止する結果となる。故に S の増加と共に腐蝕量は減少する。この S の作用は非常に顯著なものであつて、硝酸に對する黒鉛量の多少の變化よりも大きく響く。従て何れの系に於ても同じ傾向を示すものである。唯水中腐蝕の場合多少腐蝕を増す様である。

次に水道水中では最初の S の増加は腐蝕を増すのは SO_4 イオンの増加によるものと考へられる。從來鋼中の S に就いては多くの研究があり S は甚しく惡影響を及ぼすと云はれてゐるが、鑄鐵中の S の影響については Haase¹⁾ の研究があるのみである。それによると鑄鐵の鹽酸、硫酸、硝酸中の腐蝕を増すことゝなつてゐるが、本實驗の結果は S の害は左程でなく、硝酸中では却て腐蝕量を減ずることを示してゐる。

6. 炭素系試料の腐蝕 鹽酸中の腐蝕に於て、黒鉛の増加は殆んど直線的に腐蝕を増すことはこの場合の腐蝕は大部分黒鉛と地金との局部電池の作用によることを裏書きするものである。唯 KAC 系の試料のみは例外であるが、これは釜石 3 號鉄は多量の Cu を含み、そのため非常に耐酸性であるが、これに鋼を加へれば C 量が少くなると同時に Cu の含有量が少くなる。然るに鹽酸に對しては Cu の作用が非常に大きい、ため黒鉛量の減少による腐蝕量の減少よりも Cu の減少による腐蝕量の増加が大きいのであると考へられる。尙この系の試料に鋼を最も多く加へたものでも地金中には他の系の試料に比べて尙ほ多量の Cu を含む結果、上述の如く黒鉛と地金との電位差は小さく、従て黒鉛の作用も、他の系の試料に於ける如き活潑な作用をなさないのであると考へる。尙ほ黒鉛量の減少と共に曲線が上昇してゐるのは Cu を外部から加へなかつたから鋼の添加に依て Cu 含有量が低下したことによるものと思はれる。硝酸に對しては電位差の減少は地金の anodic passivity を起し難くなるため、他の Cu を含まないものよりも却て腐蝕量が多くなり、又黒鉛の影響も他の種類の鉄鐵と同じになるのであると考へられる。

7. K 系の試料の腐蝕 鹽酸試験に於て普通パーライト組織から斑鉄となると共に腐蝕量が増すことはセメントイト即ちレデブライイトは P 共晶と同様不溶解性で地金に對して陰極性のものと考へられるから、その増加は腐蝕量を増すのは尤である。又一つには黒鉛の微細化をも伴ふべく、これも局部電池の數を増し、腐蝕量を増すものと思はれる。然し全炭素量の半分以上もがセメントイトとなる時は白鉄部は殆ど腐蝕されないため全體の減量は少くなる。然るに硝酸の場合は黒鉛セメントイト等不溶解性物質は腐蝕を阻止する作用を有するものと考へられる。

VI. 實地鑄造工場より採取せる 試料の腐蝕試験

以上の實驗は坩堝中で少量を熔解して試料を作つたものであるが、實地鑄物工場に於て熔鉄爐で多量に製出され各種の鑄物を作るべき湯から試料を採取し之について同様の方法により腐蝕試験を行つてこれを比較して見ることゝした試料の提供を受けた工場は久保田鐵工所(KU) 栗本鐵工所(KR) 汽車製造會社(KI) 新潟鐵工所(N) 大阪市内小鑄物工場(T) 國産工業繼手製造所(MA) の可鍛鑄鐵等

であるその成分は第 18 表の如くである 尙参考のため各々の抗張試験を行た。これ等の配合は大部分不明であるが判明したものは次の如くである。

KU1	釜石 3 號 80%	鋼 片 20%	Si 鐵 5.0%	Mn 鐵 0.3%
KU2	鞍山 3 號 40	バーン 3 號 40	鋼片 5	道具 15
KU3	鞍山 2 號 30	釜石 3 號 30	炭鉄 30	鋼片 10
	Si 鐵 1.8	Mn 鐵 1.0		
KU4	鞍山 2 號 30	釜石 3 號 20	炭鉄 50	
KU5	鞍山 3 號 30	マヤリ 20	鋼片 50	Si 鐵 2.0
	Mn 鐵 0.5			
KU6	鞍山 1 號 30	バーン 3 號 20	鋼片 50	Si 鐵 1.8
	Mn 鐵 0.5			
K1	鞍山 1 號 78	鋼片 14	Mn 鐵 0.35	Ni 0.32 Fe-Cr 0.35
	Si 鐵 1.6			
K2	鞍山 1 號 40	鋼片 55	Mn 鐵 2.0	Si 鐵 3
K6	鞍山 1 號 40	鑄物屑 40	鋼片 20	Si 鐵 1.8

又 T1, T2 は鑄物の削屑と鋼屑を原料としたもの MA1 MA2 は熔鉄爐のみで作たものは MA3. MA4 更に電気爐で精鍊したものである。

試験片は直径約 30mm 長さ約 400~500mm 位のものに鑄造しこれから数個の腐蝕試験片を作り 2 個宛同一の試験を行た 但し水道水 II の腐蝕試験は冬期に行たため平均温度は約 14°C であった 試験の結果は第 19 表の如くであるこれを抗張力の順に圖示すると第 27~30 圖の如くである 硝酸の場合は全般的に抗張力の増加と共に腐蝕量を増す これは抗張力の低いものは一般に C, Si が多いためである 鹽酸の場合には不規則である 寫眞第 18~21 圖及び 22, 23 圖は鹽酸及硝酸腐蝕試験後の状態を示すもので腐蝕量の多少及び内部組織の差異がよく現れてゐる。

腐蝕試験の結果から見てこれ等の試料は一般に多少の銅を含むためと組織が粗いため鹽酸試験では實驗室で作たものに比べて他の成分が同一であっても腐蝕量が少ない 硝酸試験では餘り差異がなく却て多少腐蝕量が多い顯微鏡寫眞 No. 87~93 は KU1~7 の組織を示すものである鹽酸試験に於て KU1 は C 量多く黒鉛は細かくて KU4 と同じ様な樹枝狀組織を呈してゐるが Cu 及び Si を多量に含むため腐蝕され難いのである KU2 は C 量非常に多いが大きな片狀黒鉛として存在し又 Cu を相當量含むため耐酸性は餘り悪くない KU3 は黒鉛は細かいが Cu を含むことが多いため減量は少ない KU4 は樹枝狀組織を呈し黒鉛は大半共晶黒鉛として現れてゐて Cu の量も少ないため非常に腐蝕され易いのである。

既に屢々述べた如く黒鉛の集合してゐる所から腐蝕され

黒鉛の少い部分が残る寫眞第 18 圖の様な粗面となるのである 又 Ti を多く含むものは一般に樹枝狀組織が出易い様であるがこの場合は Ti は殆ど含まれてゐないから過熱或は冷却速度等の關係によるものと思はれる。

KU5 は特種なものであるが矢張樹枝狀組織が部分的に現れてゐて腐蝕量が多い KU6, 7 は共に所謂パーライト鑄鐵であるが KU7 の方が一部樹枝狀組織を呈し黒鉛が細かく Si 量の低いため腐蝕量が多い。

寫眞 No. 94~98 は KR1~5 の組織である KR1 は KU2 と同じ理由により腐蝕量が少ないものと考へられる KR2 は銅が少く腐蝕量が多い KR3 は C 量は少ないが P が多いため腐蝕され易い KR4 は KR3 よりも C 量が多いが腐蝕量は同じ位である又特に S を多く含み大きな MnS が現れてゐる これから見ても S の害は大したものでない様である KR5 は黒鉛が粗いので Cu を多く含むため腐蝕量は少ない。

KI1~6 の組織は寫眞 No. 99~104 に示す如くである この系の試料は何れも多量の Si を含み低炭素であるため腐蝕量は少ない 然し組織中にはフェライトは出てゐない

KI 3, 4, 5 は一部或は大部分が樹枝狀組織を呈してゐるためと C 量が多いため鹽酸によつて腐蝕され易い No. 105~107 は N 系の組織である N1 は Ti を多く含み大半は樹枝狀組織を呈してゐるが Cu の含有量が多いため腐蝕量は少ない。

N2 は特種なものであるが P 共晶が多く従て腐蝕され易い。

T1, T2 は寫眞 No. 108, 109 に示す如く黒鉛が粗大で銅を多く含むため腐蝕され難い 多量の S は害を現さない。

MA 1~4 の可鍛鑄鐵でも C 量の少いものは腐蝕量が少ない。

既に述べた如く黒鉛が陰極となつて電解腐蝕が行はれるため腐蝕試験後に於ては黒鉛の周囲の地金は溶解して大きな穴となつてゐる。

寫眞 No. 110 は鹽酸試験後黒鉛の周囲が溶け去た跡を示すものである MA 系の試料の組織は寫眞 No. 111~113 の如くである。

MA4 は MA3 と同様である MA3 と MA4 は今日製造されてゐる普通のものである。

MA 1, 2 は黒鉛が細かく分布してゐる。かゝる組織のものは鹽酸に侵され易い筈であるが MA 3, 4 よりも却

て腐蝕量は少い。これはその黒鉛量が全體として少いのと Si 量が少いため(後報 純鐵及び鋼に珪素添加の影響参照)及び黒鉛が緻密なため液が侵入し難いため等の結果であると考へられる。

硝酸に対しては C, Si, Mn, Ti, P 等の多いもの、黒鉛の微細なもの特に樹枝状組織を呈し共晶黒鉛を有するものは一般に腐蝕され難い。

従て腐蝕試験後に於て写真第 22, 23 圖に示す様に鑄鐵では不溶解性の黒鉛 P 共晶等が表面に残留してゐて粗面を呈するもの程腐蝕量が少い。然し可鍛鑄鐵では腐蝕量の少いものは滑かな面を呈してゐる。

KI の試料は Si 量が多い割合に腐蝕量が多いのは C 量が少いためとその組織中にフェライトがなくパーライトのみであるため一層黒鉛の量が少くなつてゐるのと もう一つは多量の Mn を含むため本實驗の結果並に著者の他の實驗(未發表)から見て耐硝酸性を減するものと思はれる可鍛鑄鐵は前述の焼鈍した試料と同様で地金が均質なフェライトであるから一般に腐蝕量が少い。

尙 KR4, MA1, MA2 等は多量の MnS を含むものでこれ等が KR5 及び MA3, 4 に比べて硝酸に対する腐蝕量が少いのは前記の S の影響とよく一致し黒鉛の微細化による外 MnS の溶解によつて生ずる H_2S の還元作用によつて硝酸の劇しい作用が滅殺されると云ふ見解を證明するものである。

水中腐蝕試験では大きな差異は存在しないが水道水 I では C 或は Si 量の多いものが腐蝕量は少い。水道水 II では C 量の少いもの、 Si 量の多いもの、 Cu を含むもの等は良好である。

水中腐蝕では S は KR4 と KR5 に見る如く多少害はあるがその他の試料の結果から見ても餘り大した影響はない様である。

VII. 總 括

1. 腐蝕試験の方法及び装置に就いて注意を拂つた結果鑄鐵の腐蝕の程度を常に相當正確に知ることが出来る様になつた。腐蝕試験液は 0.5N の鹽酸及び硝酸、水道水で水道水では O_2 を充分供給した場合と普通の場合とに就て行つた。

2. 先づ本邦に於て使用されてゐる鉄鐵中鞍山 1 號 2 號 3 號、釜石 3 號、兼二浦 1 號、輪西 3 號、本溪湖 3 號、バーン

2 號 3 號、タター 3 號、大暮木炭鉄の 11 種に就てこれを坩堝中で熔解し同じ條件の下で鑄造して夫々の腐蝕試験を行った結果鹽酸中の腐蝕に於て甚しい差異あることを知た。即ち釜石 3 號、本溪湖 3 號、輪西 3 號は他の鉄鐵に比べて非常に侵され難い。硝酸に対しては鹽酸程ではないが多少の差異がある。而してこの差異は C, Si, Mn, P, S 等の含有量並に顯微鏡組織等には無關係でこれ等の條件が全く同じものに於て腐蝕の程度が甚しく異なる場合がある。而してこの原因は主として Cu の含有量の多少によることを知た。 Cu の影響は非常に大で Si, Mn, P, S 等に比べて極微量で遙に大なる作用を有する。

硝酸中の腐蝕に対しては Cu は却て耐酸性を減する。又この場合の差異は Ti の含有量の多少にもよることを知た。即ちその含有量の多いものは侵され難い。

3. これ等の鉄鐵に鋼を 5~30% 加へて腐蝕試験を行った結果鹽酸に対しては一般に鋼の添加と共に腐蝕量を減するが或量以上では却て腐蝕され易くなる。而してその顯微鏡組織の變化を見ると最初黒鉛量を減するが腐蝕量の多いものは黒鉛が極めて微細であるか或はセメントタイトが出てゐる。而して鋼の添加の影響は釜石 3 號、輪西 3 號、本溪湖 3 號鉄に於て極めて少い。硝酸に対しては鋼を加へると共に次第に侵され易くなる。

4. 以上の鉄鐵中數種宛を擇んでその各々に就て適當に鋼その他のものを加へて普通鑄鐵に近い成分のものを作りその内一成分のみを變化してその影響を調べた結果は次の如くである。

5. Si を約 1~3% の間に變化せしめると鹽酸中の腐蝕に於ては低炭素のパーライト鑄鐵では Si 1.5% 附近に高炭素の鑄鐵では Si 約 2% 或はそれ以上の所で腐蝕量は最大となりそれ以上 Si を加へると腐蝕され難くなる。

最初腐蝕され易くなるのは黒鉛の増加及び地鐵中に固溶體として入つた Si の影響で更に Si を増すと固溶 Si の影響が大きく利いてくるためと考へられる。硝酸に対しては Si が入ると共に次第に耐酸性を増して来る。水中腐蝕では Si の添加は相當耐蝕性を増すもので他の成分に比べてその作用が最も大きい。

6. Mn を 0.2~1.5% の間に變化して見ると鹽酸中の腐蝕では Si 及び C 含有量の少い鑄鐵は途中に於て腐蝕量が最小となる。然るに Si 及び C 量の多い鑄鐵では反對に最大點を生ずる。これ等の事柄は組織の變化及びフェラ

イト中に固溶體として入た Mn の影響の合成作用によるものと考へられる 然るに硝酸試験では Mn の増加と共に常に腐蝕され難くなる。

7. P の含有量を 0.1~1% に變化せしめた所 鹽酸試験では一般に P の増加と共に甚しく腐蝕され易くなる 然し Si 量の多い鑄鐵ではその影響は多少減ず又 Cu を含む釜石 3 號鉄を主體とした鑄鐵では P が増しても腐蝕量を増すことがない 硝酸に對しては P の増加は餘り影響がなく多少耐酸性を増す傾向を有してゐる。

8. S の含有量を 0.02~0.15% に變化せしめると鹽酸中の腐蝕では鑄鐵の種類によりその影響を異にしてゐるが一般に S の増加は却て腐蝕量を減ずることが多い 而して途中に最低點を有しそれ以上では腐蝕され易くなる 而してこれは主として黒鉛量の減少 化合炭素の増加等即ち組織の變化によるものと考へられる 従て Si 量の多い鑄鐵に於ては S 添加の影響は少い 又釜石 3 號鉄を主體とした鑄鐵では最初 S 量の増加は腐蝕量を増し或量以上になると腐蝕量は減少して来る 硝酸試験では何れの鑄鐵にあつても S の増加と共に腐蝕量を減ずる 水中腐蝕試験では一般にある量までは S の増加と共に腐蝕され易くなる然し一般に S の影響は從來考へられてゐる様な甚しい悪影響は認められなかつた。

9. 黒鉛量の多少と腐蝕との關係を調べるために全炭素 3~4% の鼠鑄鐵に就いて腐蝕試験を行つた結果は鹽酸中に於ては黒鉛量の増加は甚しく腐蝕量を増すが硝酸中では却て腐蝕され難くなる 水中腐蝕試験に於ても空氣を吹込んだ場合は その影響は少いが大體同様な傾向を有する 空氣を送らない場合はその影響は殆んど現れない。

10. 一定化學成分の鑄鐵の顯微鏡組織の變化即ち化合炭素と黒鉛量の割合並にその形狀等と腐蝕量との關係は鹽酸中での腐蝕では普通の砂型に鑄入した状態のものが比較的腐蝕され難くこれを焼鈍して黒鉛化せしめたものも冷却を速くした化合炭素の多いものも共に腐蝕され易い 而して黒鉛と化合炭素とが或割合の斑鑄鐵に於て腐蝕量は最大となりそれ以上化合炭素が増すと急に耐酸性を帯びて来る 硝酸に對しては普通の砂型に鑄入した状態のものは最も腐蝕され易くそれよりも黒鉛量が増しても化合炭素が増しても耐酸性となる 又同一黒鉛量のものに於ては黒鉛片の粗大なもの程鹽酸には侵され難く微細なものは侵され易い 硝酸に對しては全く反對である。

11. 以上の腐蝕試験に於て水中の腐蝕では O_2 の供給の多少が腐蝕量に非常な影響のあることを知た 而して一般に水中に多量の空氣を吹込んだ場合は腐蝕量の多少は硝酸腐蝕試験と相似し然らざる場合の水中腐蝕は鹽酸中の腐蝕試験と相似してゐることを認めた。

12. 腐蝕試験の外に各試料の顯微鏡組織を精細に調べ同時に夫々の腐蝕試験後に於ける試料の表面の腐蝕状態にも注意を拂た。

13. 顯微鏡下に於て鑄鐵が鹽酸並に硝酸中に溶解する状況を觀察すると鹽酸の場合は盛に發生する水素瓦斯は金屬全體から出るものでなく必ず黒鉛の表面から氣泡となつて發生する 同時に黒鉛の周りの地金が次第に溶解して黒鉛の幅が増大してくる 然し黒鉛から少し遠ざかつた地金の部分は餘り侵されない P 共晶及びセメンタイトは侵され難くその周囲の地金は他の部分よりも速に溶解する 硫化物は稍侵され難いが地金が侵されると同時に次第に溶解される硝酸中では黒鉛上に H_2 の發生することは殆んどなく P 共晶及びセメンタイトのみ残して地金は全面一樣に侵され硫化物も極めて迅速に溶し去られる。

14. 鑄鐵中の各成分の溶解率即ち腐蝕に際して溶液中に入た量と試料中に含まれる量との比を求めた結果 Si , Mn , P に就ては既報 (本誌 第 20 年 第 7 號) の如くであるが S は鹽酸腐蝕では 70~80% となり多少溶け難いことを示してゐる 然るに硝酸に對しては 100% 以上となり容易に溶解することを示してゐる又水中腐蝕では常に 100% 以上となつてゐる。

15. 以上の實驗及著者の他の實驗 (未發表) の結果から鑄鐵の腐蝕の機構は次の如く考へられる 鹽酸の様な酸化能のない酸中の腐蝕は主として黒鉛と地金との局部電池の作用によるものである 即ち黒鉛は陰極となつてその表面に水素イオンが放電し地金は陽極となつて溶解する 而して局部電流は抵抗の最も少い部分に主として流れるため黒鉛に接觸した地金が特に激しく溶解して行くものである P 共晶及びセメンタイトも多少黒鉛と同様の作用を有し地金の溶解を促進する 硫化物は鐵よりも貴性であるがそれ自身比較的侵され易くかかる作用は餘りない 然るに硝酸中の腐蝕ではその酸化作用と黒鉛の作用とに依て地金は容易に anodic passivity を起し電解的腐蝕は停止し次に地金の全面に於て硝酸との直接反應が起て侵されるのである 而して受働化と直接反應とは交互に週期的に繰返へされる

而してこの受働化の現象は從來考へられてゐる中濃度の硝酸中で見られるものと多少異なるもので鑄鐵特有のものである鑄鐵の成分及組織によって受働化の難易がある亦セメントタイト *P* 共晶も多少これを助長する これ等腐蝕機構の詳細は後報に譲る。

水中腐蝕に於ては O_2 の供給充分なる時は酸化作用を伴ふため硝酸の場合と相似した反應が起る。

即ち陰極面上に生じた水素膜は容易に除去されるため分極を起すことなく陽極面が全體として溶解して行く而して O_2 が充分であるため黒鉛に依て地金が anodic passivity を起し易くその間に局部電流は流れない 然るに O_2

が餘り多くない場合は局部電池の作用が起て黒鉛の存在は多少腐蝕を促進する結果となる。

16. 實地鑄物工場から提供せられた約 30 種の鑄鐵に就て同様の腐蝕試験を行て以上の結果とよく一致することを認めた 而して大體に於て抗張力の大なるものは鹽酸には侵され難く硝酸には侵され易い又一般に多少の *Cu* を含むため實驗室で調製したものよりも鹽酸に對して強い。

17. 鑄鐵の腐蝕傾向は *C*, *Si*, *Mn*, *P*, *S* の外に *Cu* 及び *Ti* の含有量及びその顯微鏡組織とに依て大體判定することが出来る又水中の腐蝕も稀鹽酸及び稀硝酸中の短時間の腐蝕試験の結果から略推定し得るものと考へる。

第 3 表

符號	配 合 %	<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	符號	配 合 %	<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>P</i>	<i>S</i>
A 1	鞍山 1 號鉄 100 鋼 0	3.65	2.55	0.66	0.16	0.031	W 3	輪西 3 號鉄 100 鋼 0	3.82	1.87	1.05	0.27	0.019
A 11	" 80 " 20	3.21	2.20	0.52	0.13	0.028	W 31	" 85 " 15	3.31	1.60	0.91	0.25	0.018
A 12	" 70 " 30	3.02	1.90	0.48	0.11	0.026	W 32	" 75 " 25	3.07	1.45	0.82	0.21	0.015
A 2	鞍山 2 號鉄 100 " 0	3.90	2.64	1.21	0.23	0.04	B 3	バーン 3 號鉄 100 " 0	4.10	1.52	1.14	0.23	0.041
A 21	" 80 " 20	3.21	2.23	0.95	0.19	0.037	B 31	" 85 " 15	3.57	1.33	0.97	0.20	0.037
A 22	" 70 " 30	2.96	1.95	0.87	0.17	0.030	B 32	" 75 " 25	3.24	1.18	0.86	0.18	0.032
A 3	鞍山 3 號鉄 100 " 0	3.95	1.45	1.12	0.28	0.037	T 3	タタ 3 號鉄 100 " 0	3.81	1.64	1.17	0.24	0.037
A 31	" 85 " 15	3.35	1.25	0.93	0.23	0.035	T 31	" 85 " 15	3.42	1.50	1.03	0.21	0.030
A 32	" 80 " 20	3.15	1.17	0.87	0.22	0.030	T 32	" 75 " 25	3.04	1.28	0.91	0.20	0.024
KA 3	釜石 3 號鉄 100 " 0	3.99	1.96	1.14	0.43	0.023	O	大暮 木炭鉄 100 " 0	4.30	0.83	0.16	0.41	0.020
KA 31	" 85 " 15	3.45	1.67	0.98	0.38	0.021	O 1	" 80 " 20	3.51	0.65	0.15	0.36	0.018
KA 32	" 70 " 30	3.03	1.43	0.84	0.32	0.020	O 2	" 70 " 30	3.12	0.57	0.10	0.32	0.015
KE 1	兼二浦 1 號鉄 100 " 0	3.75	3.06	1.03	0.28	0.039	HO 3	本溪湖 3 號鉄 100 " 0	4.18	1.78	0.93	0.073	0.034
KE 11	" 80 " 20	3.17	2.46	0.85	0.25	0.035	HO 31	" 85 " 15	3.63	1.46	0.77	0.068	0.031
KE 12	" 60 " 40	2.79	2.20	0.73	0.22	0.026	HO 32	" 75 " 25	3.23	1.31	0.69	0.061	0.025
							B. 2	バーン 2 號鉄 100 " 0	4.30	1.27	1.60	0.15	0.045

第 4 表

符號	0.5 N. <i>HCl</i> g/cm ²	0.5 N. <i>HNO</i> ₃ g/cm ²	符號	0.5 N. <i>HCl</i> g/cm ²	0.5 N. <i>HNO</i> ₃ g/cm ²	符號	0.5 N. <i>HCl</i> g/cm ²	0.5 N. <i>HNO</i> ₃ g/cm ²	符號	0.5 N. <i>HCl</i> g/cm ²	0.5 N. <i>HNO</i> ₃ g/cm ²
A 1	0.1508 平均 0.1587 0.1538 0.1549 0.2019	0.1929 平均 0.2037 0.1995 0.2019 0.2427	A 32	0.1548 平均 0.1502 0.1527 0.1520 0.2388	0.2307 平均 0.2403 0.2366 0.2388 0.2335	W 31	0.0352 平均 0.0395 0.0376 0.0380 0.2046	0.2101 平均 0.2039 0.2062 0.2046 0.2189	O	0.2100 平均 0.2085 0.2080 0.2056 0.2188	0.1889 平均 0.2070 0.1960 0.2988 0.2188
A 11	0.1020 0.0955 0.0990 0.0965 0.2405	0.2471 0.2405 0.2427 0.2405 0.2603	KA 3	0.0138 0.0120 0.0127 0.0113 0.2307	0.2335 0.2307 0.2310 0.2288 0.2310	W 32	0.0481 0.0426 0.0445 0.0428 0.2106	0.2189 0.2303 0.2221 0.2171 0.2183	O 1	0.1020 0.1133 0.1086 0.1105 0.2343	0.2188 0.2343 0.2261 0.2252 0.2690
A 12	0.1123 0.1105 0.1114 0.1113 0.2710	0.2603 0.2721 0.2678 0.2710 0.2030	KA 31	0.0230 0.0256 0.0241 0.0237 0.2358	0.2306 0.2358 0.2329 0.2317 0.2518	B 3	0.1783 0.1805 1.1792 0.1788 0.2252	0.2106 0.2215 0.2191 0.2252 0.0631	O 2	0.1813 0.1726 0.1779 0.1799 0.2689	0.2690 0.2638 0.2650 0.2622 0.2186
A 2	0.1900 0.2018 0.1971 0.1996 0.1952	0.2030 0.1934 0.1972 0.1952 0.2273	KA 32	0.0255 0.0267 0.0256 0.0245 0.1655	0.2464 0.2545 0.2518 0.2545 0.1921	B 31	0.1157 0.1106 0.1135 0.1142 0.2248	0.2197 0.2324 0.2263 0.2268 0.2355	HO	0.0631 0.0687 0.0689 0.0749 0.2101	0.2186 0.2103 0.2141 0.2144 0.2232
A 21	0.1502 0.1359 0.1404 0.1350 0.2270	0.2273 0.2360 0.2301 0.2270 0.2414	KE 1	0.1655 0.1700 0.1671 0.1659 0.0906	0.1921 0.1800 0.1847 0.1820 0.2122	B 32	0.1511 0.1483 0.1489 0.1473 0.2121	0.2248 0.2494 0.2355 0.2323 0.2190	HO 1	0.0367 0.0402 0.0370 0.0342 0.0411	0.2101 0.2232 0.2192 0.2243 0.2206
A 22	0.1482 0.1390 0.1430 0.1418 0.2006	0.2414 0.2503 0.2449 0.2424 0.2184	KE 11	0.0906 0.0949 0.0932 0.0941 0.0907	0.2122 0.2206 0.2170 0.2282 0.2318	T 3	0.1866 0.1880 0.1862 0.1841 0.1260	0.2121 0.2190 0.2128 0.2073 0.1245	HO 2	0.0430 0.0396 0.0411 0.0407 0.1863	0.2206 0.2311 0.2282 0.2329 0.1787
A 3	0.1893 0.1905 0.1878 0.1836 0.2068	0.2006 0.2181 0.2085 0.2068 0.0503	KE 12	0.0946 0.1006 0.0953 0.1006 0.0401	0.2366 0.2336 0.2224 0.1843 0.2004 0.2003	T 31	0.1233 0.1241 0.1245 0.1241 0.2355	0.2216 0.2196 0.2154 0.2196 0.2210	B 2	0.1800 0.1827 0.1818 0.1796 0.0062 0.2487	0.1892 0.1825 0.1796 0.2524 0.0060 0.2526
A 31	0.1105 0.1065 0.1069 0.1034 0.2224	0.2184 0.2224 0.2203 0.2201 0.0415	W 3	0.0401 0.0341 0.0415 0.0341 0.2004	0.1843 0.2003 0.1950 0.2004 0.2004	T 32	0.1288 0.1291 0.1295 0.1287 0.2357	0.2210 0.2210 0.2284 0.2287 0.2357	炭素鋼	0.0062 0.0059 0.0060 0.0060 0.2487	0.2487 0.2559 0.2524 0.2526 0.2526

第 1 表

符號	0.5 N. HCl 30°C 5 hrs				0.5 N. HNO ₃ 30°C 3 hrs			
	I g/cm ²		II g/cm ²		I g/cm ²		II g/cm ²	
S 1	0.0592	0.0423	0.0457	0.0458	0.2380	0.2406	0.2377	0.2360
S 2	0.0785	0.0831	0.0608	0.0630	0.2395	0.2381	0.2350	0.2343
S 3	0.0746	0.0811	0.0683	0.0697	0.2354	0.2434	0.2333	0.2321
S 4	0.0805	0.0792	0.0673	0.0651	0.2303	0.2359	0.2215	0.2232
S 5	0.0790	0.0848	0.0518	0.0520	0.2116	0.2330	0.2099	0.2069

第 2 表

符號	水道水室溫 空氣送入		水道水 30°C攪拌	
	第1回	第2回	第1回	第2回
S 1	0.0432	0.0567	0.0192	0.0176
S 2	0.0451	0.0432	0.0206	0.0194
S 3	0.0344	0.0409	0.0169	0.0171
S 4	0.0419	0.0355	0.0143	0.0145
S 5	0.0310	0.0298	0.0145	0.0154

第 5 表

符 號	配 合	C	Si	Mn	P	S
S 1	釜石 3 號 40% 大暮 35% 鋼 25% 硫化鐵 0.17% 珪素鐵 0%	3.197%	1.072%	0.805%	0.176%	0.088%
S 2		0.5	3.210	1.419	0.700	0.167
S 3		0.7	3.215	1.600	0.730	0.189
S 4		0.8	3.233	1.702	0.730	0.189
S 5		1.0	3.228	1.857	0.871	0.174
KAS 1	釜石 3 號 80% 鋼 20% 硫化鐵 0.12% 珪素鐵 0%	3.18	1.55	0.92	0.33	0.063
KAS 2		0.2	3.23	1.68	0.88	0.35
KAS 3		0.5	3.20	1.96	0.89	0.31
KAS 4		1.0	3.22	2.24	0.87	0.34
KAS 5		1.5	3.19	2.46	0.93	0.30
KAS 6		2.0	3.25	2.92	0.95	0.37
AS 1	鞍山 3 號 85% 鋼 15% 硫化鐵 0.1% 珪素鐵 0%	3.38	1.27	0.87	0.25	0.064
AS 2		0.4	3.36	1.51	0.91	0.24
AS 3		0.3	3.30	1.73	0.92	0.23
AS 4		1.2	3.32	2.08	0.86	0.27
AS 5		2.0	3.34	2.50	0.90	0.21
OS 1	大暮 85% 鋼 15% マンガン鐵 0.85% 硫化鐵 0.2% 珪素鐵 0.15%	3.70	0.83	0.78	0.37	0.098
OS 2		0.4	3.72	1.00	0.75	0.35
OS 3		0.7	3.65	1.35	0.76	0.36
OS 4		1.0	3.75	1.52	0.77	0.31
OS 5		1.5	3.68	1.90	0.68	0.32
OS 6		2.8	3.61	2.74	0.74	0.30
OS 7		6.0	3.60	5.27	0.82	0.36
OS 8		10.0	3.47	7.85	0.64	0.31
KAS 1'	釜石 3 號 92% 鋼 8% 硫化鐵 0.12% 珪素鐵 0%	3.65	1.90	1.03	0.38	0.073
KAS 2'		0.5	3.59	2.30	0.98	0.41
KAS 3'		1.5	3.62	2.76	1.08	0.40
KAS 4'		2.0	3.61	3.06	0.93	0.37

第 7 表

符 號	配 合	C	Si	Mn	P	S
M 1	大暮 85% 鋼 15% 珪素鐵 1.2% 硫化鐵 0.1%	3.65	1.66	0.21	0.17	0.05
M 2	鞍山 1 號 70% 大暮 23% 鋼 7% 磷鐵 0.3% 硫化鐵 0.1% Mn 鐵 0.1%	3.67	1.67	0.36	0.15	0.052
M 3		0.3%	3.73	1.70	0.55	0.17
M 4		0.67	3.73	1.69	0.86	0.19
M 5		10.5	3.75	1.69	1.12	0.21
M 6		1.3	3.71	1.85	1.22	0.17
M' 1	大暮 85% 鋼 25% 珪素鐵 0.85% 硫化鐵 0.1% Mn 鐵 0%	3.36	1.68	0.21	0.20	0.058
M' 2		0.32	3.26	1.44	0.41	0.19
M' 3		0.67	3.17	1.53	0.62	0.21
M' 4		1.0	3.24	1.48	0.80	0.21
M' 5		1.3	3.25	1.56	1.03	0.21
KM 1	釜石 3 號 70% 鋼 30% 硫化鐵 0.1% Mn 鐵 0.0%	3.08	1.53	0.87	0.16	0.056
KM 2		0.3	3.00	1.47	1.01	0.34
KM 3		0.55	3.06	1.54	1.19	0.37
KM 4		0.80	3.05	1.43	1.35	0.30
KM' 1	釜石 3 號 50% 大暮 25% 鋼 25% 珪素鐵 0.3% 硫化鐵 0.1% Mn 鐵 0%	3.21	1.47	0.61	0.32	0.055
KM' 2		0.3	3.26	1.40	0.78	0.29
KM' 3		0.55	3.19	1.51	1.03	0.33
KM' 4		0.80	3.27	1.49	1.18	0.30
KM' 5		1.10	3.30	1.55	1.36	0.27
OM 1	大暮 85% 鋼 15% 珪素鐵 1.3% 硫化鐵 0.1% Mn 鐵 0.3%	3.68	1.73	0.42	0.37	0.051
OM 2		0.55	3.70	1.81	0.63	0.32
OM 3		0.80	3.66	1.75	0.79	0.31
OM 4		1.1	3.72	1.78	1.04	0.29
OM 5		1.3	3.64	1.82	1.18	0.33
OM 6		1.6	3.65	1.83	1.34	0.36
AM 1	鞍山 1 號 70% 鋼 30% 硫化鐵 0.1% 磷鐵 3% Mn 鐵 0%	3.05	1.93	0.50	0.21	0.058
AM 2		0.3	3.11	1.98	0.67	0.18
AM 3		0.55	3.06	1.88	0.92	0.22
AM 4		0.80	3.12	1.96	1.13	0.19
AM 5		1.10	3.03	2.03	1.36	0.23

第 6 第

符 號	0.5 N. HCl g/cm ²	0.5 N. HNO ₃ g/cm ²	水道水 I g/cm ²	水道水 II g/cm ²	符 號	0.5 N. HCl g/cm ²	0.5 N. HNO ₃ g/cm ²	水道水 I g/cm ²	水道水 II g/cm ²
KAS 1	0.0291 平均 0.0372 0.0348 0.0381	0.2451 平均 0.2446 0.2437 0.2415	0.0379 平均 0.0402 0.0398 0.0406	0.0137 平均 0.0126 0.0130 0.0128	S 3	0.0578 均平 0.0683 0.0645 0.0672	0.2321 平均 0.2333 0.2333 0.2345	0.0344 平均 0.0421 0.0355 0.0300	0.0169 平均 0.0169 0.0171 0.0184
KAS 2	0.0433 0.0376 0.0393 0.0371	0.2438 0.2459 0.2446 0.2440	0.0411 0.0382 0.0390 0.0377	0.0139 0.0124 0.0132 —	S 4	0.0551 0.0673 0.0606 0.0593	0.2172 0.2215 0.2214 0.2255	0.0419 0.0348 0.0364 0.0326	0.0143 0.0139 0.0144 0.0149
KAS 3	0.0359 0.0410 0.0379 0.0361	0.2435 0.2470 0.2451 0.2448	0.0396 0.0379 0.0387 0.0385	0.0126 0.0128 0.0129 0.0133	S 5	0.0536 0.0518 0.0532 0.0541	0.2155 0.2099 0.2155 0.2211	0.0310 0.0403 0.0356 0.0356	0.0145 0.0139 0.0146 0.0152
KAS 4	0.0329 0.0336 0.0345 0.0369	0.2466 0.2443 0.2455 0.2455	0.0374 0.0391 0.0380 0.0375	0.0110 0.0096 0.0103 0.0102	OS 1	0.1295 0.1330 0.1325 0.1351	0.2296 0.2219 0.2237 0.2213	0.0419 0.0387 0.0428 0.0478	0.0251 0.0233 0.0247 0.0257
KAS 5	0.0253 0.0221 0.0241 0.0250	0.2436 0.2411 0.2420 0.2412	0.0360 0.0358 0.0369 0.0389	0.0094 0.0098 0.0097 0.0099	OS 2	0.1290 0.1307 0.1294 0.1285	0.2023 0.2104 0.2051 0.2025	0.0395 0.0387 0.0416 0.0465	0.0238 0.0254 0.0243 0.0236
KAS 6	0.0121 0.0106 0.0112 0.0109	0.2157 0.2196 0.2181 0.2190	0.0370 0.0325 0.0334 0.0306	0.0073 0.0069 0.0068 0.0069	OS 3	0.1210 0.1193 0.1203 0.1206	0.2039 0.2072 0.2048 0.2035	0.0419 0.0362 0.0383 0.0367	0.0217 0.0189 0.0192 0.0180
AS 1	0.1136 0.089 0.1029 0.0963	0.2288 0.2306 0.2292 0.2282	0.0443 0.0397 0.0416 0.0409	0.0202 0.0188 0.0192 0.0184	OS 4	0.1355 0.1329 0.1342 0.1342	0.2006 0.2024 0.2014 0.2013	0.0397 0.0386 0.0380 0.0358	0.0182 0.0166 0.0174 0.0173
AS 2	0.1150 0.1125 0.1138 0.1138	0.2317 0.2346 0.2323 0.2305	0.0399 0.0404 0.0395 0.0381	0.0203 0.0192 0.0198 0.0198	OS 5	0.1351 0.1366 0.1355 0.1347	0.1902 0.1966 0.1938 0.1945	0.0307 0.0351 0.0332 0.0337	0.0127 0.0134 0.0132 0.0135
AS 3	0.1208 0.1188 0.1190 0.1180	0.2212 0.2249 0.2230 0.2305	0.0414 0.0372 0.0359 0.0409	0.0172 0.0176 0.0173 0.0171	OS 6	0.1600 0.1523 0.1556 0.1545	0.1748 0.1719 0.1727 0.1715	0.0286 0.0342 0.0314 0.0313	0.0146 0.0136 0.0145 0.0153
AS 4	0.1152 0.1100 0.1124 0.1121	0.2037 0.2086 0.2058 0.2052	0.0326 0.0388 0.0359 0.0362	0.0163 0.0154 0.0156 0.0150	OS 7	0.1524 0.1706 0.1657 0.1742	0.1053 0.1187 0.1103 0.1069		
AS 5	0.0931 0.1063 0.0952 0.0922	0.1730 0.1907 0.1875 0.1988	0.0304 0.0381 0.0357 0.0385	0.0166 0.0157 0.0160 0.0156	OS 8	0.0934 0.0798 0.0871 0.0908	0.0979 0.1141 0.1096 0.1168		
KAS' 1	0.0240 0.0226 0.0231 0.0228	0.2263 0.2281 0.2276 0.2283	0.0398 0.0370 0.0362 0.0328	0.0113 0.0098 0.0104 0.0101	OS' 1	0.1950 0.1981 0.1968 0.1972	0.1756 0.1770 0.1761 0.1755	0.0361 0.0400 0.0395 0.0424	0.0230 0.0218 0.0221 0.0215
KAS' 2	0.0239 0.0248 0.0252 0.0270	0.2271 0.2289 0.2280 0.2279	0.0325 0.0393 0.0364 0.0374	0.0127 0.0106 0.0110 0.0097	OS' 2	0.2111 0.2098 0.2110 0.2122	0.1527 0.1563 0.1542 0.1533	0.0422 0.0379 0.0406 0.0417	0.0219 0.0238 0.0226 0.0221
KAS' 3	0.0255 0.0283 0.0278 0.0298	0.2302 0.2288 0.2291 0.2282	0.0314 0.0370 0.0350 0.0366	0.0105 0.0090 0.0092 0.0081	OS' 3	0.2129 0.2100 0.2127 0.2153	0.1442 0.1495 0.1464 0.1456	0.0378 0.0316 0.0334 0.0307	0.0233 0.0212 0.0221 0.0217
KAS' 4	0.0136 0.0147 0.0138 0.0132	0.2210 0.2254 0.2218 0.2191	0.0377 0.0320 0.0331 0.0285	0.0076 0.0070 0.0081 0.0097	OS' 4	0.2225 0.2283 0.2239 0.2210	0.1400 0.1358 0.1369 0.1348	0.0355 0.0294 0.0317 0.0300	0.0173 0.0158 0.0163 0.0155
S 1	0.0442 0.0457 0.0477 0.0532	0.2370 0.2377 0.2380 0.2393	0.0432 0.0448 0.0452 0.0476	0.0192 0.0179 0.0182 0.0176	OS' 5	0.1937 0.2011 0.2000 0.2053	0.1291 0.1323 0.1308 0.1310	0.0358 0.0316 0.0314 0.0267	0.0124 0.0111 0.0115 0.0110
S 2	0.0530 0.0608 0.0580 0.0612	0.2330 0.2350 0.2360 0.2395	0.0451 0.0383 0.0395 0.0351	0.0206 0.0222 0.0212 0.0207	OS' 6	0.1862 0.1847 0.1848 0.1896	0.1282 0.1303 0.1265 0.1211	0.0303 0.0244 0.0261 0.0235	0.0105 0.0092 0.0097 0.0093

第 9 表

符 號	配	合	C	Si	Mn	P	S
P 1 P 2 P 3 P 4 P 5	釜石 3 號 40% 大暮銑 35% 鋼 25% 硫化鐵 0.17% 珪素鐵 0.3% 磷鐵 0%		3.203% 0.5 1.0 1.5 3.0	1.240% 1.220 1.260 1.213 1.222	0.763% 0.814 0.822 0.826 0.747	0.175% 0.269 0.348 0.491 0.761	0.085% 0.071 0.075 0.041 0.061
HP 1 HR 2 HP 3 HP 4 HP 5	本溪湖 80% 鋼 20% 磷鐵 0%		3.710 3.660 3.730 3.640 3.690	1.510 1.480 1.540 1.520 1.450	0.770 0.720 0.800 0.740 0.700	0.080 0.140 0.270 0.480 0.710	0.025 0.027 0.030 0.026 0.023
KAP 1 KAP 2 KAP 3 KAP 4	釜石 3 號 70% 鋼 30% 磷鐵 0.5%		3.050 2.970 3.030 3.000	1.410 1.500 1.470 1.520	0.800 0.860 0.790 0.810	0.450 0.520 0.750 0.960	0.031 0.022 0.023 0.025
AIP 1 AIP 2 AIP 3	鞍山 1 號 100% 磷鐵 0.5%		3.680 3.700 3.640	2.630 2.510 2.580	0.780 0.720 0.740	0.236 0.510 0.770	0.036 0.031 0.040

第 8 表

符 號	0.5 N. HCl g/cm ²	0.5 N. HNO ₃ g/cm ²	水 道 水 lg/cm ²	水道水 II g/cm ²	符 號	0.5 N. HCl g/cm ²	0.5 N. HNO ₃ g/cm ²	水 道 水 lg/cm ²	水道水 II g/cm ²
KM 1	0.0356 平均 0.0327 0.0338 0.0330	0.2438 平均 0.2491 0.2475 0.2496	0.0325 平均 0.0382 0.0368 0.0387	0.0138 平均 0.0149 0.0144 0.0145	AM 2	0.1203 平均 0.1106 0.1125 0.1065	0.2433 平均 0.2502 0.2484 0.2517	0.0315 平均 0.0356 0.0330 0.0319	0.0159 平均 0.0167 0.0161 0.0157
KM 2	0.0275 0.0294 0.0281 0.0273	0.2433 0.2418 0.2420 0.2408	0.0366 0.0342 0.0352 0.0348	0.0141 0.0130 0.0136 —	AM 3	0.1137 0.1103 0.1136 0.1118	0.2336 0.2388 0.2353 0.2334	0.0304 0.0369 0.0337 0.0346	0.0175 0.0154 0.0162 0.0156
KM 3	0.0237 0.0266 0.0252 0.0253	0.2406 0.2369 0.2372 0.2401	0.0382 0.0329 0.0346 0.0327	0.0126 0.0133 0.0124 0.0134	AM 4	0.1102 0.0989 0.1040 0.1028	0.2394 0.2304 0.2341 0.2325	0.0300 0.0337 0.0311 0.0292	0.0173 0.0159 0.0160 0.0148
KM 4	0.0290 0.0298 0.0278 0.0275	0.2367 0.2304 0.2338 0.2343	0.0328 0.0346 0.0339 0.0342	0.0152 0.0128 0.0137 0.0136	AM 5	0.1017 0.0944 0.0958 0.0913	0.2386 0.2312 0.2335 0.2307	0.0295 0.0321 0.0308 0.0308	0.0171 0.0143 0.0155 0.0150
KM' 1	0.0531 0.0493 0.0507 0.0497	0.2405 0.2411 0.2392 0.2360	0.0396 0.0328 0.0352 0.0332	0.0202 0.0188 0.0191 0.0182	M 1	0.1395 0.1377 0.1379 0.1365	0.2403 0.2478 0.2450 0.2469	0.0363 0.0392 0.0339 0.0253	0.0171 0.0156 0.0164 0.0164
KM' 2	0.0496 0.0442 0.0460 0.0441	0.2300 0.2387 0.2370 0.2483	0.0328 0.0381 0.0358 0.0365	0.0149 0.0154 0.0151 0.0150	M 2	0.1411 0.1430 0.1417 0.1410	0.2250 0.2221 0.2230 0.2219	0.0371 0.0401 0.0384 0.0380	0.0168 0.0152 0.0165 0.0174
KM' 3	0.0475 0.0397 0.0415 0.0343	0.2131 0.2295 0.2263 0.2362	0.0402 0.0324 0.0358 0.0341	0.0141 0.0156 0.0149 0.0149	M 3	0.1461 0.1443 0.1448 0.1441	0.2177 0.2095 0.2145 0.2163	0.0300 0.0325 0.0312 0.0311	0.0183 0.0162 0.0171 0.0168
KM' 4	0.0438 0.0404 0.0425 0.0434	0.2198 0.2304 0.2251 0.2250	0.0386 0.0321 0.0335 0.0297	0.0154 0.0126 0.0138 0.0123	M 4	0.1593 0.1682 0.1662 0.1707	0.2081 0.2165 0.2113 0.2093	0.0340 0.0300 0.0333 0.0359	0.0172 0.0163 0.0160 0.0143
KM' 5	0.0700 0.0615 0.0653 0.0643	0.2005 0.2231 0.2134 0.2166	0.0301 0.0346 0.0323 0.0322	0.0163 0.0127 0.0145 0.0145	M 5	0.1505 0.1585 0.1537 0.1523	0.2123 0.2108 0.2095 0.2054	0.0303 0.0340 0.0317 0.0308	0.0178 0.0141 0.0156 0.0148
OM 1	0.1414 0.1359 0.1390 0.1397	0.2183 0.2007 0.2101 0.2112	0.0305 0.0347 0.0326 0.0325	0.0152 0.0158 0.0154 0.0152	M 6	0.1515 0.1404 0.1442 0.1407	0.2112 0.2008 0.2095 0.2165	0.0276 0.0345 0.0312 0.0315	0.0169 0.0143 0.0152 0.0144
OM 2	0.1411 0.1399 0.1422 0.1455	0.1989 0.2103 0.2057 0.2079	0.0299 0.0311 0.0301 0.0293	0.0160 0.0149 0.0156 0.0158	M' 1	0.1011 0.0913 0.0962 0.0962	0.2493 0.2562 0.2535 0.2550	0.0403 0.0302 0.0355 0.0360	0.0185 0.0197 0.0192 0.0193
OM 3	0.1505 0.1545 0.1511 0.1482	0.1992 0.2102 0.2033 0.2004	0.0275 0.0303 0.0289 0.0288	0.0163 0.0143 0.0155 0.0158	M' 2	0.0857 0.0807 0.0816 0.0962	0.2408 0.2511 0.2450 0.2500	0.0311 0.0326 0.0312 0.0360	0.0173 0.0166 0.0161 0.0144
OM 4	0.1400 0.1293 0.1396 0.1464	0.2011 0.1973 0.1989 0.1983	0.0274 0.0308 0.0296 0.0305	0.0158 0.0132 0.0141 0.0133	M' 3	0.0665 0.0699 0.0658 0.0611	0.2523 0.2440 0.2485 0.2492	0.0720 0.0323 0.0296 0.0295	0.0178 0.0158 0.0166 0.0161
OM 5	0.1323 0.1370 0.1369 0.1414	0.1877 0.2013 0.1985 0.2064	0.0298 0.0262 0.0282 0.0285	0.0142 0.0110 0.0128 0.0132	M' 4	0.0650 0.0622 0.0610 0.0558	0.2338 0.2288 0.2317 0.2325	0.0333 0.0302 0.0309 0.0292	0.0179 0.0163 0.0170 0.0167
OM 6	0.1451 0.1393 0.1407 0.1377	0.1933 0.2082 0.2026 0.2013	0.0258 0.0304 0.0296 0.0326	0.0150 0.0121 0.0132 0.0124	M' 5	0.0957 0.1120 0.1204 0.0995	0.2176 0.2093 0.2135 0.2136	0.0311 0.0315 0.0305 0.0289	0.0212 0.0194 0.0201 0.0196
AM 1	0.1150 0.1012 0.1090 0.1108	0.2521 0.2573 0.2545 0.2540	0.0331 0.0327 0.0345 0.0326	0.0189 0.0182 0.0186 0.0187					

第 11 表

符 號	配 合	C	Si	Mn	P	S
SP 1	大暮鉄 85% 鋼 15% 珪素鉄 0.8% Mn鉄 0.7% 硫化鉄 0%	3.65%	1.46%	0.73%	0.31%	0.021%
SP 2		0.06	3.60	1.55	0.80	0.032
SP 3		0.17	3.69	1.43	0.76	0.053
SP 4		0.27	3.70	1.50	0.81	0.076
SP 5		0.37	3.66	1.62	0.75	0.102
SP 6		0.47	3.71	1.49	0.83	0.143
KASP 1	釜石 3 號 70% 鋼 30% 硫化鉄 0.07%	2.95	1.44	0.83	0.34	0.037
KASP 2		0.14	3.02	1.51	0.79	0.061
KASP 3		0.20	3.06	1.42	0.78	0.078
KASP 4		0.27	2.95	1.52	0.81	0.095
KASP 5		0.33	3.11	1.53	0.76	0.121
KASP 6		0.40	2.98	1.46	0.83	0.143
KASP 7		0.47	3.03	1.55	0.79	0.154
AISP 1	鞍山 1 號 80% 鋼 20% 硫化鉄 0.10%	3.19	2.16	0.61	0.13	0.051
AISP 2		0.20	3.22	2.23	0.53	0.083
AISP 3		0.27	3.18	2.26	0.58	0.105
AISP 4		0.33	3.25	2.33	0.54	0.118
AISP 5		0.40	3.20	2.25	0.58	0.135
AISP 6		0.50	3.26	2.18	0.62	0.157
AASP 1	鞍山 3 號 80% 鋼 20% 硫化鉄 0.07%	3.21	1.21	0.88	0.24	0.049
AASP 2		0.15	3.18	1.23	0.90	0.081
AASP 3		0.20	3.20	1.10	0.79	0.111
AASP 4		0.27	3.16	1.25	0.83	0.125
AASP 5		0.35	3.23	1.23	0.77	0.135
AASP 6		0.40	3.19	1.33	0.78	0.153

第 12 表

符 號	0.5 N. HCl g/cm ²	0.5 N. HNO ₃ g/cm ²	水道水 I g/cm ²	水道水 II g/cm ²	符 號	0.5 N. HCl g/cm ²	0.5 N. HNO ₃ g/cm ²	水道水 I g/cm ²	水道水 II g/cm ²
SP 1	0.1695 平均 0.1603 0.1655 0.1676	0.2503 平均 0.2563 0.2545 0.2569	0.0369 平均 0.0395 0.0382 0.0381	0.0151 平均 0.0172 0.0162 —	A1S P 4	0.1025 平均 0.0986 0.1004 0.1001	0.1898 平均 0.2082 0.1965 0.1914	0.0353 平均 0.0413 0.0382 0.0377	0.0131 平均 0.0126 0.0129 0.0129
SP 2	0.1588 0.1512 0.1547 0.1541	0.2396 0.2421 0.2402 0.2389	0.0381 0.0347 0.0384 0.0424	0.0179 0.0155 0.0160 0.0147	A1S P 5	0.0974 0.1013 0.1001 0.1015	0.1905 0.1989 0.1940 0.1927	0.0386 0.0425 0.0392 0.0366	0.0134 0.0120 0.0128 0.0130
SP 3	0.1368 0.1395 0.1378 0.1370	0.2318 0.2135 0.1378 0.2340	0.0411 0.0365 0.0386 0.0377	0.0154 0.0170 0.0166 0.0175	A1S P 6	0.1015 0.0921 0.0956 0.0932	0.1828 0.1906 0.1881 0.1910	0.0382 0.0395 0.0383 0.0371	0.0144 0.0128 0.0135 0.0133
SP 4	0.1184 0.1100 0.1115 0.1061	0.2118 0.2184 0.2138 0.2111	0.0403 0.0429 0.0412 0.0405	0.0181 0.0155 0.0168 —	A 32	前 掲	前 掲	0.0386 0.0456 0.0424 0.0430	0.0165 0.0159 0.0158 0.0150
SP 5	0.1232 0.1106 0.1199 0.1258	0.2089 0.2237 0.2159 0.2134	0.0353 0.0412 0.0388 0.0398	0.0162 0.0153 0.0159 0.0163	A3S P 1	0.1303 0.1127 0.1205 0.1185	0.2292 0.2348 0.2364 0.2451	0.0423 0.0475 0.0453 0.0461	0.0178 0.0163 0.0171 0.0172
SP 6	0.1283 0.1196 0.1233 0.1220	0.2100 0.2024 0.2066 0.2074	0.0338 0.0421 0.0383 0.0390	0.0158 0.0163 0.0160 —	A3S P 2	0.1113 0.0934 0.1068 0.1156	0.2305 0.2411 0.2333 —	0.0415 0.0451 0.0442 0.0460	0.0186 0.0174 0.0180 0.0180
KAS P 1	0.0321 0.0305 0.0310 0.0304	0.2424 0.2393 0.2447 0.2515	0.0403 0.0450 0.0433 0.0445	0.0132 0.0118 0.0123 0.0120	A3S P 3	0.1121 0.0936 0.1077 0.1173	0.2221 0.2102 0.2152 0.2284	0.0448 0.0483 0.0462 0.0454	0.0181 0.0170 0.0178 0.0183
KAS P 2	0.0382 0.0356 0.0365 0.0357	0.2373 0.2481 0.2445 0.2480	0.0420 0.0474 0.0455 0.0470	0.0138 0.0125 0.0131 —	A3S P 4	0.1135 0.1004 0.1111 0.1193	0.2216 0.2155 0.2128 0.2013	0.0456 0.0418 0.0433 0.0425	0.0175 0.0162 0.0168 0.0166
KAS P 3	0.0401 0.0384 0.0391 0.0388	0.2425 0.2439 0.2429 0.2415	0.0426 0.0472 0.0443 0.0432	0.0142 0.0133 0.0136 0.0132	A3S P 5	0.1202 0.1100 0.1142 0.1124	0.2138 0.2027 0.2098 0.2130	0.0443 0.0418 0.0428 0.0422	0.0174 0.0158 0.0167 0.0168
KAS P 4	0.0411 0.0423 0.0416 0.0413	0.2381 0.2336 0.2343 0.2311	0.0446 0.0481 0.0462 0.0460	0.0153 0.0136 0.0142 0.0138	A3S P 6	0.1295 0.1197 0.1225 0.1183	0.1927 0.2104 0.2096 0.2258	0.0396 0.0444 0.0425 0.0435	0.0175 0.0159 0.0168 0.0170
KAS P 5	0.0308 0.0319 0.0317 0.0323	0.2292 0.2218 0.2242 0.2216	0.0431 0.0455 0.0440 0.0434	0.0125 0.0130 0.0126 0.0122	SP' 1	0.2024 0.1923 0.1982 0.1999	0.2007 0.2126 0.2062 0.2052	0.0339 0.0375 0.0361 0.0370	0.0158 0.0146 0.0155 0.0161
KAS P 6	0.0266 0.0242 0.0255 0.0257	0.2141 0.2305 0.2243 0.2284	0.0432 0.0467 0.0451 0.0453	0.0129 0.0121 0.0125 0.0126	SP' 2	0.1987 0.1898 0.1969 0.2022	0.1894 0.2014 0.1924 0.1865	0.0355 0.0393 0.0383 0.0401	0.0160 0.0172 0.0165 0.0163
KAS P 7	0.0289 0.0264 0.0273 0.0265	0.2104 0.2211 0.2190 0.2255	0.0429 0.0482 0.0444 0.0420	0.0132 0.0122 0.0128 0.0129	SP' 3	0.2021 0.1905 0.1946 0.1911	0.1774 0.1936 0.1873 0.1909	0.0359 0.0380 0.0375 0.0385	0.0182 0.0168 0.0170 0.0160
A 11	前 掲	前 掲	0.0411 0.0375 0.0390 0.0384	0.0123 0.0111 0.0117 0.0118	SP' 4	0.1846 0.1795 0.1812 0.1794	0.1719 0.1717 0.1766 0.1786	0.0401 0.0369 0.0381 0.0374	0.0177 0.0169 0.0173 0.0172
A1S P 1	0.1108 0.0964 0.1010 0.0958	0.2290 0.2212 0.2220 0.2159	0.0352 0.0396 0.0388 0.0415	0.0135 0.0143 0.0138 0.0136	SP' 5	0.1920 0.1833 0.1871 0.1860	0.1696 0.1738 0.1715 0.1710	0.0412 0.0398 0.0407 0.0410	0.0190 0.0175 0.0182 0.0180
A1S P 2	0.1087 0.0912 0.1012 0.1037	0.2101 0.2154 0.2116 0.2092	0.0371 0.0407 0.0390 0.0393	0.0150 0.0137 0.0143 0.0142	SP' 6	0.2004 0.1921 0.1974 0.1998	0.1715 0.1692 0.1701 0.1695	0.0323 0.0386 0.0361 0.0375	0.0184 0.0166 0.0174 0.0173
A1S P 3	0.0989 0.1007 0.1013 0.1042	0.1909 0.2056 0.1988 0.1999	0.0363 0.0421 0.0391 0.0389	0.0130 0.0128 0.0133 0.0132					

第 13 表

符 號	配				合				T.C	G.C	C.C	Si	Mn	P	S
C 1	鞍山 1 號	70%	鋼	30%	珪素鐵	1.0%	その他	2.94%	2.53%	0.41%	2.47%	0.72%	0.063%	0.033%	
C 2		80		20		0.8		3.08	2.60	0.48	2.53	0.67	0.055	0.028	
C 3		90		10		0.4		3.37	2.91	0.46	2.57	0.70	0.061	0.025	
C 4		95		5		0.2		3.50	2.93	0.52	2.48	0.69	0.069	0.030	
A 1		100						3.65	3.20	0.45	前			掲	
C' 1	鞍山 3 號	75%	銅	25%	珪素鐵	0.4%	その他	3.07	2.50	0.57	1.52	1.06	0.31	0.041	
C' 2		85		15		0.3		3.36	2.76	0.60	1.48	1.13	0.33	0.035	
C' 3		90		10		0.2		3.65	3.00	0.65	1.54	1.20	0.27	0.042	
C' 4		95		5		0.1		3.80	3.17	0.63	1.50	1.10	0.25	0.034	
A 3		100						3.95	3.35	0.60	前			掲	
KAC 1	釜石 3 號	70%	鋼	30%	珪素鐵	1.0%	その他	3.05	2.62	0.43	1.92	1.15	0.42	0.020	
KAC 2		85		15		0.7		3.56	3.08	0.48	2.02	1.21	0.38	0.023	
KAC 3		95		5		0.4		3.82	3.31	0.51	1.98	1.10	0.41	0.025	
KA 3		100						3.99	3.44	0.55	前			掲	
HC 1	本溪湖 3 號	70%	鋼	30%	珪素鐵	0.7%	その他	3.13	2.65	0.47	1.81	0.89	0.082	0.040	
HC 2		80		20		0.5		3.51	3.05	0.46	1.76	0.95	0.073	0.037	
HC 3		90		10		0.25		3.97	3.45	0.42	1.83	0.94	0.089	0.031	
HO 3		100						4.18	3.73	0.45	前			掲	

第 10 表

符 號	0.5 N. HCl g/cm ²		0.5 N. HNO ₃ g/cm ²		水道水 I g/cm ²		水道水 II g/cm ²		符 號	0.5 N. HCl g/cm ²		0.5 N. HNO ₃ g/cm ²		水道水 I g/cm ²		水道水 II g/cm ²	
HP 1	0.0657 0.0699 0.0687	平均 0.0681	0.2150 0.2107 0.2156	平均 0.2138	0.0401 0.0385 0.0424	平均 0.0403	0.0170 0.0158 0.0157	平均 0.0162	A I	前	平均 掲	前	平均 掲	0.0404 0.0374 0.0591	平均 0.0390	0.0128 0.0117 0.0118	平均 0.0121
HP 2	0.0841 0.0819 0.0806		0.2163 0.2120 0.2148	0.2144	0.0379 0.0413 0.0410	0.0401	0.0166 0.0153 0.0165	0.0161	A I P 1	0.1673 0.1710 0.1715	0.1699	0.2069 0.2024 0.2057	0.2050	0.0392 0.0354 0.0406	0.0384	0.0118 0.0125 0.0114	0.0129
HP 3	0.1182 0.1095 0.1112	0.1160	0.2133 0.2180 0.2181	0.2165	0.0401 0.0376 0.0409	0.0395	0.0157 0.0165 0.0158	0.0160	A I I 2	0.1737 0.1818 0.1815	0.1790	0.1993 0.2011 0.2003	0.2002	0.0376 0.0383 0.0380	0.0380	0.0109 0.0123 0.0119	0.0126
HP 4	0.1505 0.1436 0.1486	0.1476	0.2191 0.2166 0.2196	0.2184	0.0435 0.0392 0.0403	0.0410	0.0171 0.0159 0.0160	0.0160	A I P 3	0.1845 0.1806 0.1832	0.1828	0.1986 0.1969 0.1975	0.1977	0.0365 0.0378 0.0373	0.0372	0.0124 0.0129 0.0125	0.0121
HP 5	0.1562 0.1509 0.1542	0.1538	0.2127 0.2138 0.2161	0.2142	0.0412 0.0377 0.0376	0.0389	0.0168 0.0175 0.0172	0.0172	P 1	0.0607 0.0499 0.0490	0.0532	0.2236 0.2453 0.2361	0.2500	0.0423 0.0461 0.0406	0.0530	0.0135 0.0151 0.0139	0.0142
K A 32	前	掲	前	掲	0.0431 0.0472 0.0440	0.0448	0.0125 0.0128 0.0125	0.0126	P 2	0.0739 0.0698 0.0747	0.0727	0.2263 0.2220 0.2291	0.2258	0.0448 0.0422 0.0405	0.0425	0.0158 0.0141 0.0139	0.0146
K A P 1	0.0281 0.0247 0.0258	0.0262	0.2531 0.2510 0.2507	0.2516	0.0448 0.0404 0.0441	0.0431	0.0117 0.0129 0.0138	0.0128	P 3	0.0887 0.0953 0.0965	0.0935	0.2275 0.2293 0.2236		0.0440 0.0404 0.0416	0.0420	0.0153 0.0139 0.0148	0.0147
K A P 2	0.0272 0.0260 0.0265	0.0266	0.2550 0.2536 0.2540	0.2542	0.0416 0.0472 0.0438	0.0442	0.0131 0.0125 0.0130	0.0129	P 4	0.0987 0.1120 0.0926	0.1011	0.2276 0.2283 0.2287	0.2282	0.0407 0.0439 0.0424	0.0420	0.0142 0.0156 0.0152	0.0150
K A P 3	0.0269 0.0280 0.0270	0.0273	0.2531 0.2562 0.2527	0.2540	0.0451 0.0418 0.0420	0.0430	0.0120 0.0134 0.0130	0.0128	P 5	0.1035 0.1105 0.1022	0.1054	0.2273 0.2255 0.2249	0.2259	0.0391 0.0422 0.0462	0.0425	0.0164 0.0146 0.0158	0.0157
K A P 4	0.0219 0.0232 0.0240	0.0225	0.2406 0.2410 0.2418	0.2411	0.0419 0.0443 0.0422	0.0428	0.0151 0.0142 0.0141	0.0145									

第 14 表

符 號	0.5 N. HCl g/cm ²		0.5 N. HNO ₃ g/cm ²		水道水 I 15°C g/cm ²		水道水 II g/cm ²		符 號	0.5 N. HCl g/cm ²		0.5 N. HNO ₃ g/cm ²		水道水 I g/cm ²		水道水 II g/cm ²	
C 1	0.0837 0.0805 0.0791	平均 0.0811	0.2434 0.2461 0.2457	平均 0.2434	0.0350 0.0395 0.0367	平均 0.0371	0.0110 0.0104 0.0103	平均 0.0109	A 3	前	平均 掲	前	平均 掲	0.0360 0.0382 0.0358	平均 0.0367	0.0161 0.0148 0.0163	平均 0.0157
C 2	0.0866 0.0891 0.0903	0.0887	0.2305 0.2212 0.2255	0.2257	0.0412 0.0334 0.0375	0.0374	0.0111 0.0114 0.0113	0.0113	K A C 1	0.0168 0.0153 0.0167	0.0163	0.2505 0.2481 0.2508	0.2498	0.0376 0.0405 0.0396	0.0392	0.0131 0.0121 0.0115	0.0122
C 3	0.1212 0.1089 0.1074	0.1125	0.2113 0.2176 0.2138	0.2142	0.0338 0.0386 0.0365	0.0333	0.0106 0.0121 0.0124	0.0117	K A C 2	0.0122 0.0108 0.0121	0.0117	0.2359 0.2402 0.2394	0.2385	0.0395 0.0377 0.0396	0.0389	0.0131 0.0118 0.0124	0.0124
C 4	0.1303 0.1282 0.1295	0.1293	0.2058 0.2004 0.2015	0.2026	0.0372 0.0359 0.0363	0.0365	0.0121 0.0115 0.0120	0.0119	K A C 3	0.0115 0.0126 0.0118	0.0120	0.2311 0.2315 —	0.2321	0.0376 0.0364 0.0405	0.0382	0.0120 0.0128 0.0122	0.0123
A 1	前	掲	前	掲	0.0329 0.0382 0.0358	0.0358	前	掲	K A 3	前	掲	前	掲	0.0404 0.0352 0.0357	0.0371	0.0127 0.0119 0.0120	0.0122
C 1'	0.1100 0.0995 0.0999	0.1029	0.2279 0.2321 0.2310	0.2303	0.0379 0.0423 0.0405	0.0402	0.0152 0.0136 0.0150	0.0146	K C 1	0.0220 0.0208 0.0204	0.0211						
C 2'	0.1193 0.1146 0.1192	0.1177	0.2255 0.2218 0.2220	0.2231	0.0377 0.0414 0.0382	0.0391	0.0169 0.0143 0.0149	0.0154	K C 2	0.0313 0.0300 0.0310	0.0308						
C 3'	0.1621 0.1523 0.1603	0.1582	0.2087 0.2164 0.2162	0.2138	0.0382 0.0365 0.0392	0.0380	0.0160 0.0151 0.0155	0.0155	K C 3	0.0482 0.0439 0.0475	0.0465						
C 4'	0.1778 0.1724 0.1745	0.1749	0.2075 0.2124 0.2101	0.2100	0.0347 0.0394 0.0350	0.0364	0.0158 0.0149 0.0153	0.0157									

第 15 表

符 號	配 合	T.C	G.C	C.C	Si	Mn	P	S
H 1	鞍山1號 85% 大暮 10% 鋼 5% 磷鐵 1% 硫化鐵 0.05%	3.51%	2.98%	0.53%	2.05%	0.48%	0.35%	0.051%
H 2		3.57	3.06	0.51	2.11	0.50	0.32	0.055
H 3		3.50	3.03	0.47	2.07	0.43	0.29	0.056
H 4		3.53	3.05	0.48	2.00	0.46	0.31	0.042
H 5		3.60	3.11	0.49	2.13	0.51	0.27	0.049
K 1	釜石3號40% 鞍山2號40% 鋼20% 硫化鐵 0.2% 900°C燒鈍	3.26	3.20	0.06	1.51	0.92	0.28	0.080
K 2	800°C	3.21	2.83	0.38	1.42	0.88	0.31	0.083
K 3	爐 冷	3.27	2.51	0.76	1.46	0.85	0.32	0.087
K 4	空 冷	3.30	2.15	1.15	1.45	0.93	0.29	0.085
K 5	乾燥砂型	3.23	1.55	1.68	1.52	0.83	0.26	0.089
K 6	生 砂 型	3.27	0.94	2.33	1.44	0.90	0.23	0.081
K 7	金 型	3.31	0.33	2.98	1.40	0.89	0.30	0.088

第 16 表

符 號	0.5 N. HCl g/cm ²	0.5 N. HNO ₃ g/cm ²	水道水 I g/cm ²	水道水 II g/cm ²	符 號	0.5 N. HCl g/cm ²	0.5 N. HNO ₃ g/cm ²	水道水 I g/cm ²	水道水 II g/cm ²
K 1	0.0921 平均 0.0843 0.0882	0.1972 平均 0.1904 0.1938	0.0381 平均 0.0260 0.0370	0.0182 平均 0.0196 0.0189	K 5	0.0701 平均 0.0629 0.0665	0.2006 平均 0.2048 0.2027	0.0397 平均 0.0423 0.0410	0.0264 平均 0.0290 0.0277
K 2	0.0611 平均 0.0650 0.0631	0.2306 平均 0.2177 0.2241	0.0377 平均 0.0401 0.0389	0.0208 平均 0.0193 0.0200	K 6	0.0228 平均 0.0329 0.0279	0.1440 平均 0.1302 0.1371	0.0318 平均 0.0383 0.0351	0.0174 平均 0.0201 0.0188
K 3	0.0509 平均 0.0544 0.0529	0.2421 平均 0.2544 0.2483	0.0412 平均 0.0404 0.0408	0.0204 平均 0.0192 0.0198	K 7	0.0115 平均 0.0089 0.0102	0.1145 平均 0.1273 0.1209	0.0310 平均 0.0279 0.0295	0.0116 平均 0.0154 0.0135
K 4	0.0598 平均 0.0547 0.0573	0.2405 平均 0.2430 0.2418	0.0420 平均 0.0395 0.0407	0.0202 平均 0.0221 0.0212					

第 17 表 酸液 1 N. 15°C HCl 5 hrs HNO₃ 3 hrs

試 料		減 量 瓦			硫 黄 溶 解 量 瓦				硫 黄 溶 解 率 %		
符 號	S%	HCl	HNO ₃	水道水 I	HCl		HNO ₃	水道水 I	HCl	HNO ₃	水道水 I
SP 1	0.021	2.3725	4.5131	0.8317	0.00027	0.00019	0.00102	0.00021	92	107	123
SP 3	0.053	2.0036	4.3988	0.9242	0.00055	0.00020	0.00214	0.00051	72	92	110
SP 5	0.102	1.5671	3.1899	0.7955	0.00083	0.00036	0.00315	0.00102	75	97	126
SP 6	0.143	1.6377	2.7045	0.7611	0.00112	0.00039	0.00350	0.00116	66	91	107

a: 硫化水素として発生した硫黄 b: 腐蝕液中に残った硫黄

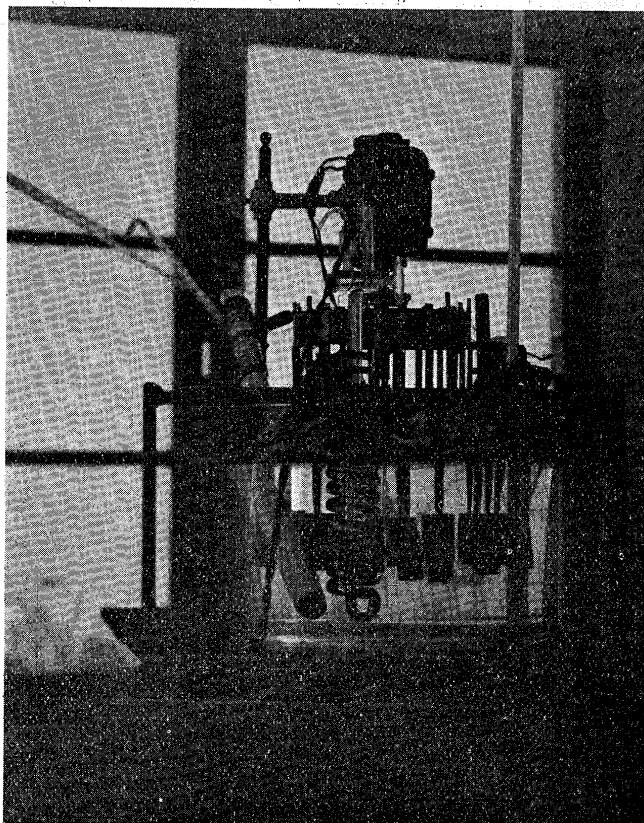
第 18 表

符 號	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ti	その他	抗張力	符 號	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ti	その他	抗張力
KU 1	3.50%	3.35%	0.8%	0.32%	0.083%	0.174%	0.05%		13.0	KI 1	2.98%	2.49%	0.59%	0.27%	0.057%	痕跡	0.01%	Ni 3.01 Cr 0.20	16.7
KU 2	3.8%	1.41%	0.65%	0.29%	0.090%	0.020%	0.03%		16.1	KI 2	3.21%	3.30%	0.57%	0.24%	0.049%	0.019%	痕跡	0.02%	17.2
KU 3	3.61%	1.66%	0.88%	0.41%	0.089%	0.092%	0.04%		21.5	KI 3	3.30%	3.05%	1.60%	0.23%	0.075%	痕跡	0.02%		19.5
KU 4	3.51%	1.50%	1.02%	0.32%	0.097%	痕跡	0.02%		23.5	KI 4	3.16%	2.87%	1.63%	0.23%	0.060%	0.003%	0.01%		25.0
KU 5	3.49%	1.62%	0.72%	0.34%	0.115%	0.004%	0.05%	Ni, Cr, V 等少量	24.4	KI 5	3.12%	3.03%	1.85%	0.19%	0.069%	0.005%	0.02%		28.0
KU 6	3.48%	1.42%	0.61%	0.30%	0.115%	0.013%	0.01%		25.4	KI 6	2.79%	2.40%	1.48%	0.15%	0.080%	0.007%	0.01%		31.0
KU 7	3.24%	1.17%	0.68%	0.32%	0.095%	0.009%	0.02%		29.2	T 1	3.65%	1.68%	0.40%	0.32%	0.170%	0.038%	痕跡		13.8
KR 1	3.71%	1.56%	0.84%	0.41%	0.111%	0.023%	痕跡		12.5	T 2	3.40%	1.90%	0.40%	0.33%	0.154%	0.036%			14.0
KR 2	3.61%	1.58%	0.63%	0.20%	0.082%	0.006%	"		13.7	MA 1	1.75%	0.92%	0.32%	0.136%	0.110%	0.015%	—	伸び 1%	20.5
KR 3	3.05%	1.23%	0.52%	0.41%	0.102%	0.005%	"		20.1	MA 2	2.02%	0.2%	0.26%	0.12%	0.115%	0.014%	—	4.5	33.4
KR 4	3.25%	1.06%	0.58%	0.36%	0.179%	0.006%	0.01%		27.7	MA 3	2.33%	1.10%	0.36%	0.18%	0.08%	0.025%	—	"	33.9
KR 5	3.25%	1.07%	0.43%	0.28%	0.091%	0.009%	0.01%		29.5	MA 4	2.29%	1.02%	0.23%	0.17%	0.08%	0.019%	—	"	39.0
N 1	3.50%	1.70%	0.81%	0.31%	0.085%	0.019%	0.05%		20.8										
N 2	3.20%	1.60%	1.43%	0.35%	0.073%	0.005%	0.03%	Ni 1.10 Cr 0.18	26.7										
N 3	3.05%	1.58%	1.28%	0.20%	0.076%	0.008%	0.03%		33.4										

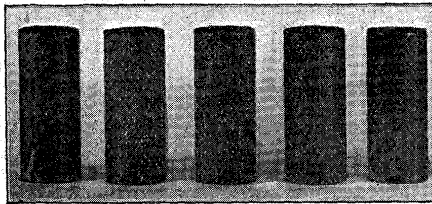
第 19 表

符 號	0.5 N. HCl g/cm ²		0.5 N. HNO ₃ g/cm ²		水道水 I 14°Cg/cm ²		水道水 II g/cm ²		符 號	0.5 N. HCl g/cm ²		0.5 N. HNO ₃ g/cm ²		水道水 I 14°Cg/cm ²		水道水 II g/cm ²	
KU 1	0.0168 0.0184	平均 0.0176	0.1793 0.1910	平均 0.1858	0.0307 0.0297	平均 0.0302	0.0098 0.0092	平均 0.0095	KI 3	0.0481 0.0468	平均 0.0475	0.2304 0.2212	平均 0.2253	0.0300 0.0316	平均 0.0308	0.0127 0.0134	平均 0.0131
KU 2	0.0722 0.0743	0.0733	0.1800 0.1854	0.1827	0.0320 0.0314	0.0317	0.0154 0.0142	0.0148	KI 4	0.0357 0.0337	0.0347	0.2304 0.2275	0.2290	0.0305 0.0317	0.0311	0.0120 0.0136	0.0128
KU 3	0.0390 0.0359	0.0375	0.2287 0.2313	0.2300	0.0349 0.0315	0.0330	0.0136 0.0144	0.0140	KI 5	0.0216 0.0240	0.0228	0.2355 0.2287	0.2321	0.0320 0.0305	0.0313	0.0123 0.0121	0.0122
KU 4	0.1289 0.1318	0.1304	0.1989 0.1921	0.1955	0.0309 0.0332	0.0322	0.0143 0.0159	0.0153	KI 6	0.0199 0.0181	0.0190	0.2548 0.2524	0.2536	0.0325 0.0314	0.0320	0.0116 0.0123	0.0120
KU 5	0.0988 0.0954	0.0971	0.1766 0.1713	0.1740	0.0348 0.0334	0.0341	0.0135 0.0143	0.0139	N 1	0.0395 0.0389	0.0392	0.2066 0.2120	0.2083	0.0330 0.0322	0.0326	0.0141 0.0135	0.0138
KU 6	0.0302 0.0275	0.0289	0.2221 0.2245	0.2233	0.0351 0.0337	0.0344	0.0138 0.0131	0.0135	N 2	0.0606 0.0594	0.0600	0.2216 0.2276	0.2246	0.0334 0.0342	0.0338	0.0128 0.0137	0.0133
KU 7	0.0603 0.0561	0.0582	0.2436 0.2466	0.2451	0.0340 0.0348	0.0344	0.0135 0.0136	0.0136	N 3	0.0302 0.0320	0.0311	0.2385 0.2347	0.2366	0.0340 0.0348	0.0344	0.0133 0.0125	0.0129
KR 1	0.0328 0.0353	0.0341	0.2112 0.2079	0.2096	0.0311 0.0297	0.0304	0.0153 0.0147	0.0150	T 1	0.0115 0.0124	0.0120	0.2101 0.2033	0.2067	0.0300 0.0305	0.0303	0.0127 0.0131	0.0129
KR 2	0.0952 0.0933	0.0943	0.2039 0.2045	0.2042	0.0301 0.0312	0.0306	0.0131 0.0141	0.0136	T 2	0.0071 0.0067	0.0069	0.2156 0.2116	0.2136	0.0311 0.0297	0.0304	0.0130 0.0122	0.0126
KR 3	0.0418 0.0426	0.0422	0.2465 0.2423	0.2444	0.0337 0.0347	0.0342	0.0139 0.0135	0.0137	MA 1	0.0369 0.0381	0.0375	0.1052 0.1291	0.1172	0.0289 0.0315	0.0302	0.0121 0.0115	0.0118
KR 4	0.0376 0.0402	0.0389	0.2274 0.2204	0.2339	0.0360 0.0334	0.0347	0.0137 0.0143	0.0140	MA 2	0.0380 0.0372	0.0376	0.1418 0.1388	0.1403	0.0286 0.0324	0.0305	0.0116 0.0124	0.0120
KR 5	0.0245 0.0254	0.0250	0.2582 0.2544	0.2563	0.0340 0.0353	0.0306	0.0122 0.0134	0.0128	MA 3	0.0122 0.0105	0.0114	0.2114 0.2084	0.2099	0.0310 0.0338	0.0324	0.0119 0.0127	0.0123
KI 1	0.0050 0.0032	0.0041	0.2302 0.2229	0.2266	0.0295 0.0316	0.0307	0.0112 0.0105	0.0109	MA 4	0.0151 0.0133	0.0142	0.2183 0.2061	0.2122	0.0345 0.0321	0.0333	0.0124 0.0111	0.0118
KI 2	0.0059 0.0077	0.0068	0.2177 0.2137	0.2157	0.0304 —	0.0299	0.0116 0.0111	0.0114									

第 1 圖

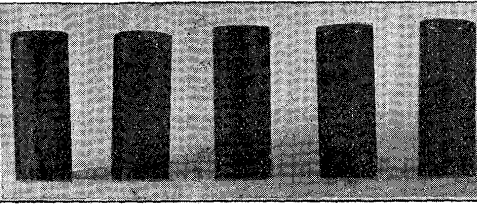


第 2 圖



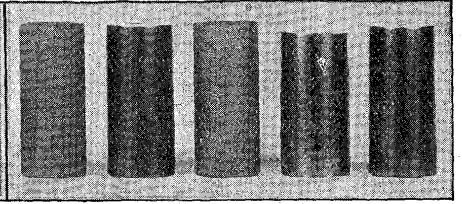
S1 S2 S3 S4 S5
水道水 I 10 日間

第 3 圖



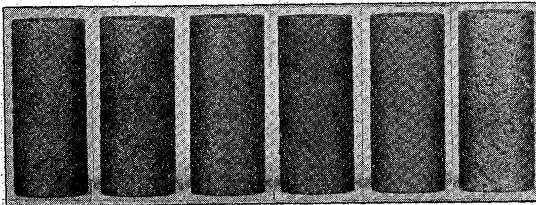
S1 S2 S3 S4 S5
水道水 II 10 日間 30°C

第 4 圖



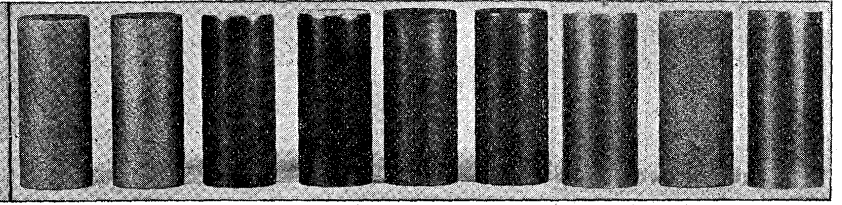
K1 K3 K5 K6 K7
HCl

第 5 圖



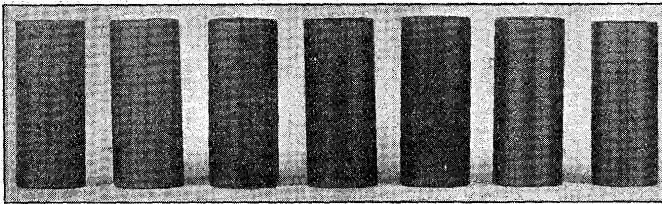
0 KE1 A2 B2 T3 HO3
HCl

第 6 圖



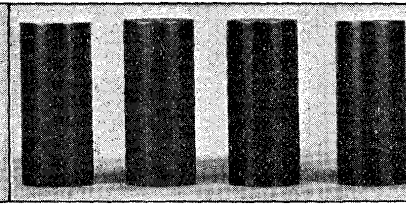
B3 A3 KA3 KA3 2 W3 W3 2 A1 A11 A12
HCl

第 7 圖



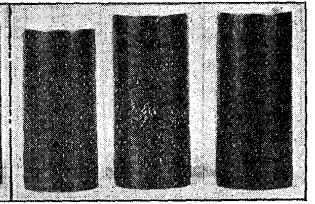
KE1 HO3 0 B2 A2 T3 KA3 1
HNO₃

第 8a 圖



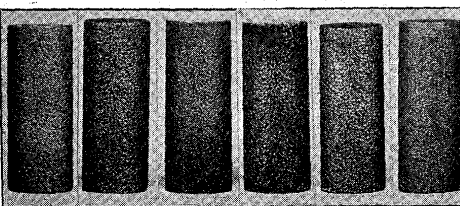
S1 S3 S4 S5
HCl

第 8b 圖



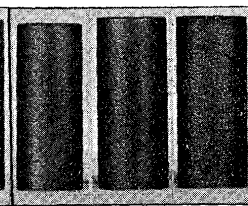
KAS1 SAS'3 KAS'4
HCl

第 9 圖



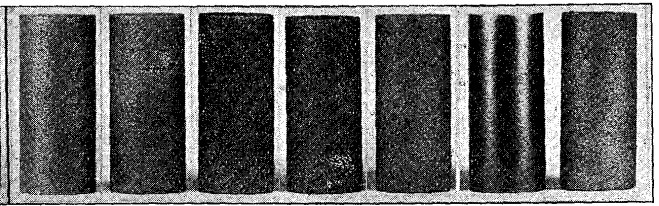
OS'1 OS'2 OS3 OS'4 OS'5 OS'6
HCl

第 10 圖



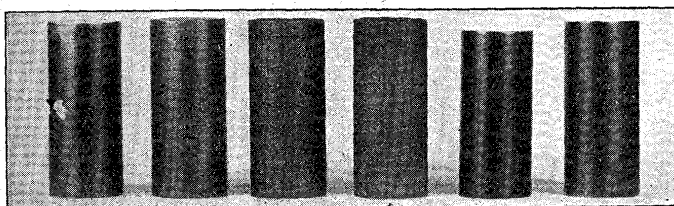
A3S1 A3S2 A3S5
HNO₃

第 11 圖



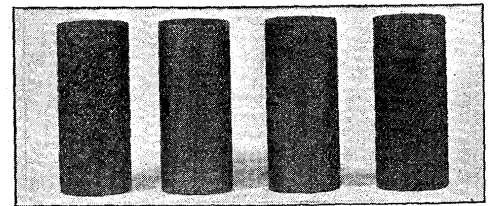
M1 M2 M4 M5 M'1 M'3 M'5
HCl

第 12 圖



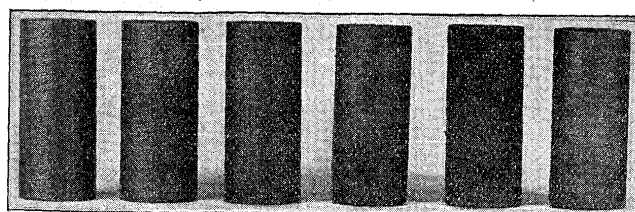
P1 P2 P3 P4 KAP1 KAP4
HCl

第 13 圖



HOP1 HOP2 HOP3 HOP4
HCl

第 14 圖



A1SP1

A1SP3

A1SP5

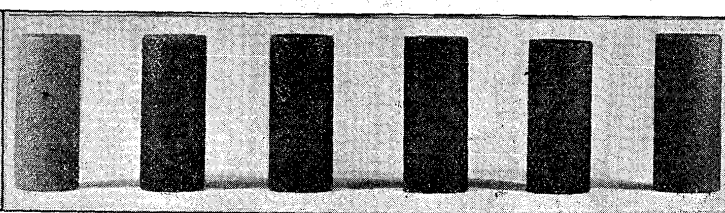
A3SP1

A3SP3

A3SP5

HCl

第 15 圖



SP1

SP2

SP3

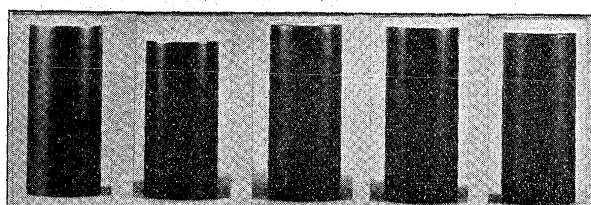
SP4

SP5

SP6

HCl

第 16 圖



KASP1

KASP3

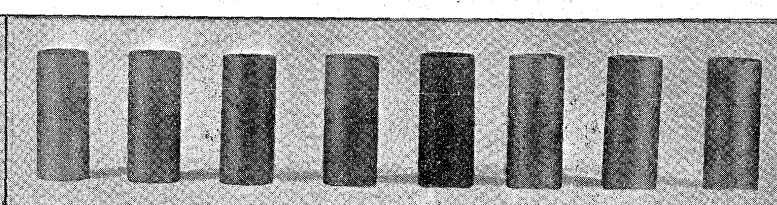
KASP4

KASP5

KASP6

HCl

第 17 圖



KASP1

KASP3

KASP5

KASP7

A1SP6

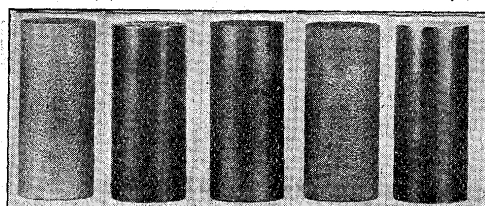
A1SP4

A1SP2

A1SP1

HNO₃

第 18 圖



KU5

KU6

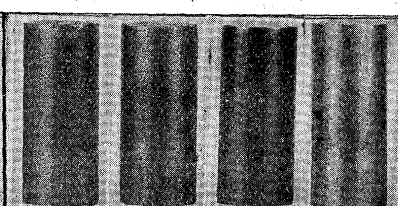
KU2

KU4

KU1

HCl

第 19 圖



MA3

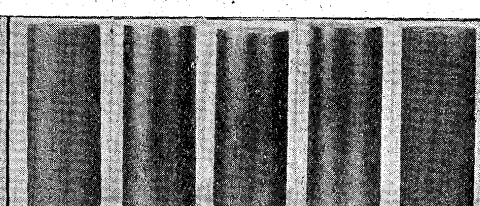
MA4

KR5

KR4

HCl

第 20 圖



KI3

KI4

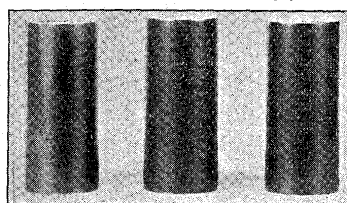
KI5

KR3

KR2

HCl

第 21 圖

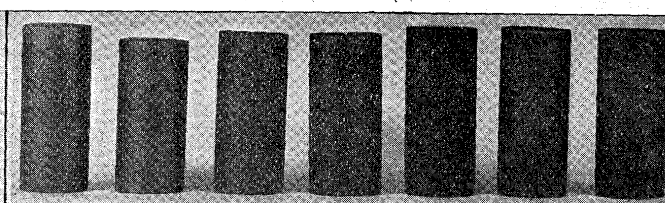


KI1

KI6

KI2

第 22 圖



KR4

KR5

KR1

MA1

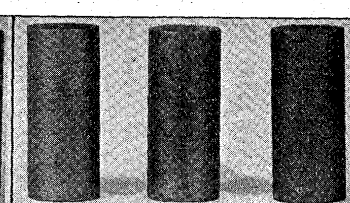
MA2

MA3

MA4

HNO₃

第 23 圖



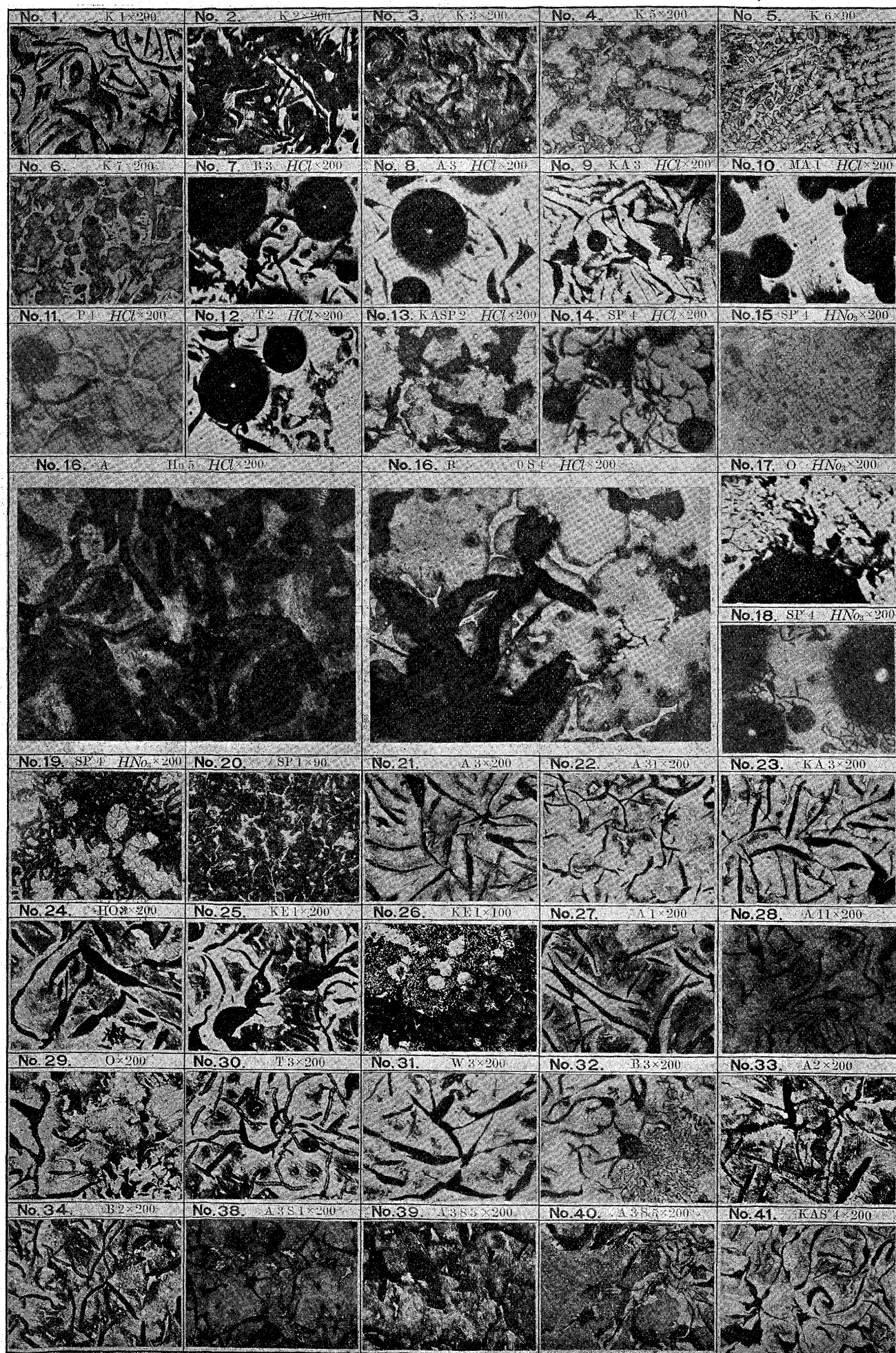
KI1

KI6

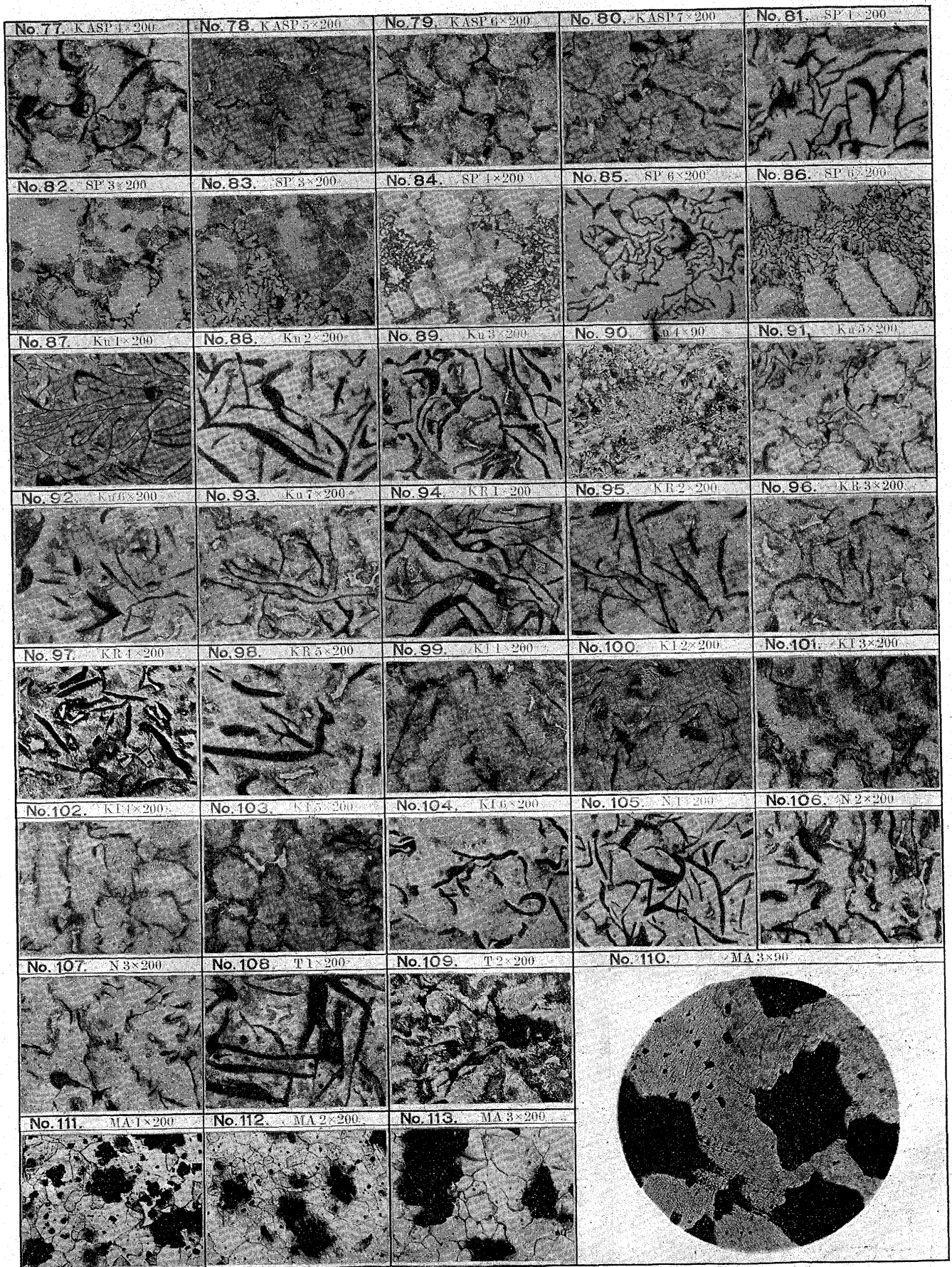
KI2

HNO₃

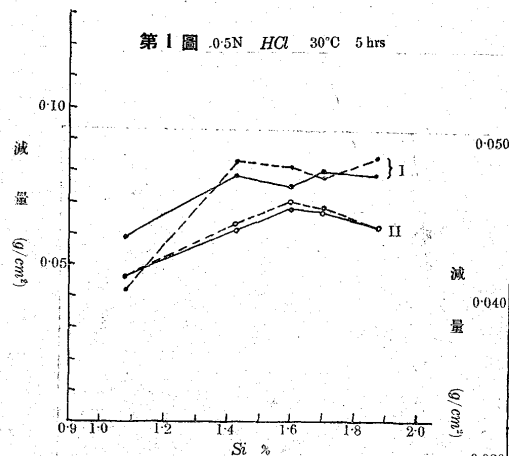
以下寫眞は記入倍率のものを約半に縮寫したものである



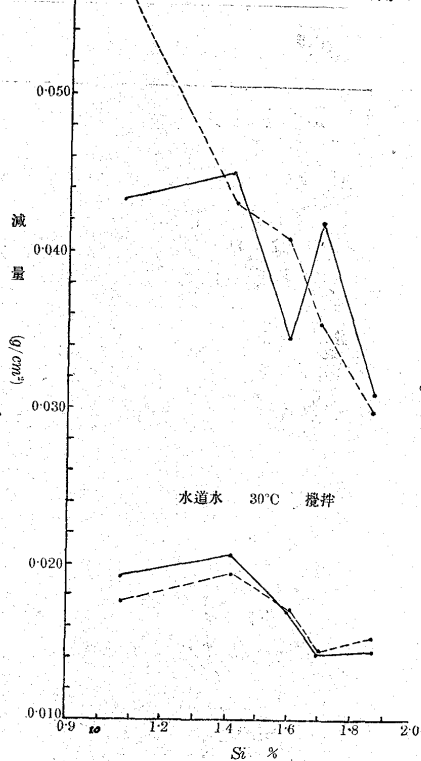




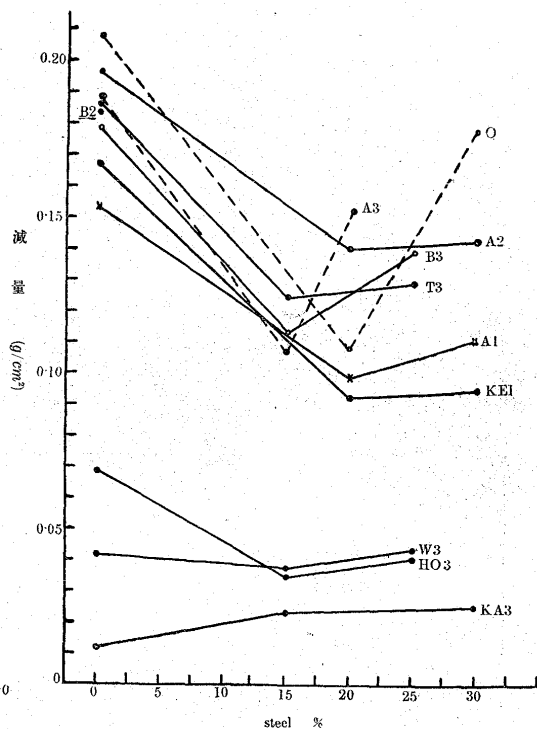
第1圖 0.5N HCl 30°C 5hrs



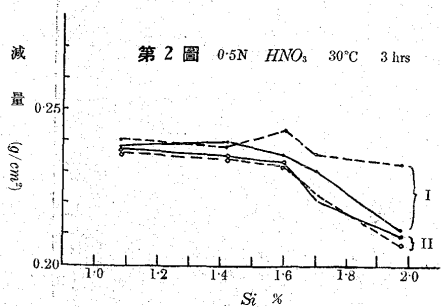
第3圖 水道水 室温 空氣導入



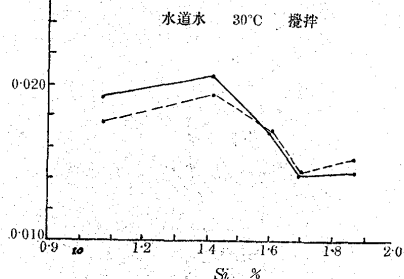
第4圖 0.5N HCl 30°C 5hrs



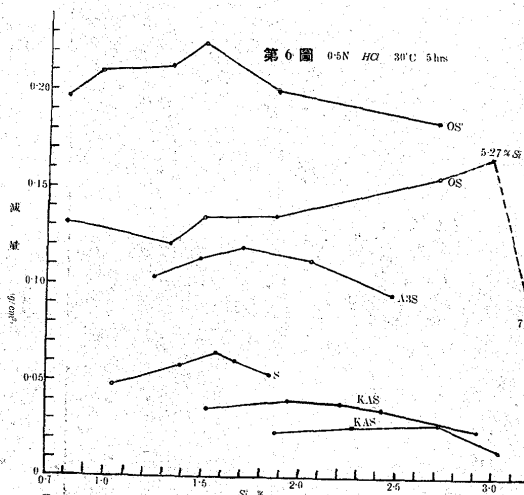
第2圖 0.5N HNO3 30°C 3hrs



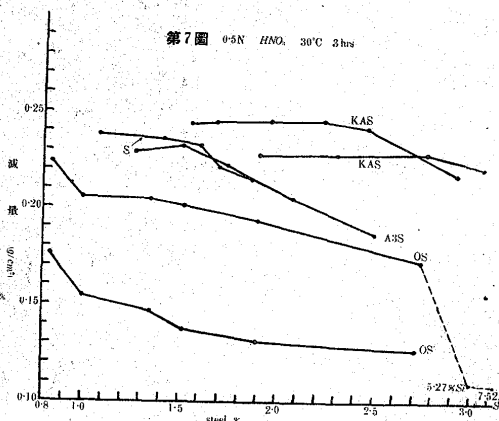
水道水 30°C 攪拌



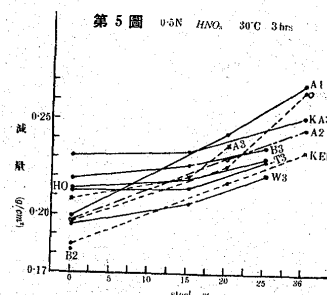
第6圖 0.5N HCl 30°C 5hrs



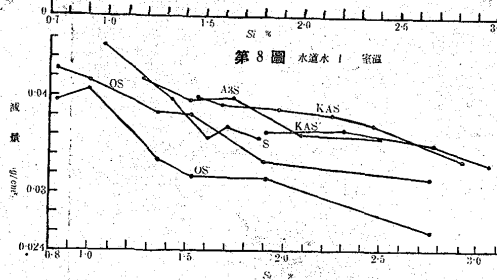
第7圖 0.5N HNO3 30°C 3hrs



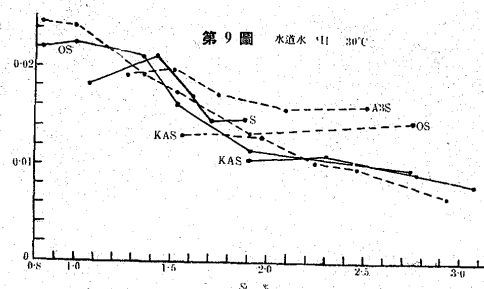
第5圖 0.5N HNO3 30°C 3hrs



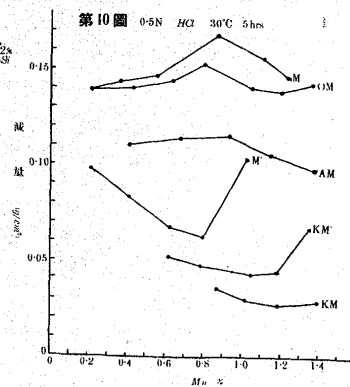
第8圖 水道水 I 室温



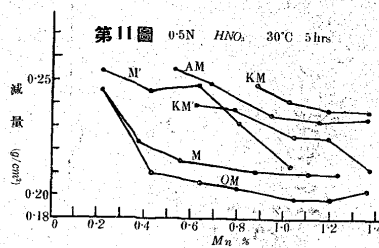
第9圖 水道水 II 30°C



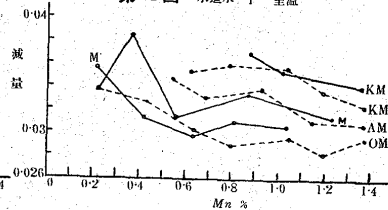
第10圖 0.5N HCl 30°C 5hrs



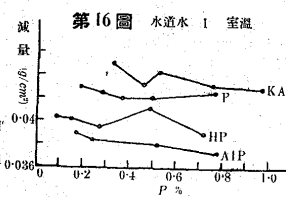
第11圖 0.5N HNO3 30°C 5hrs



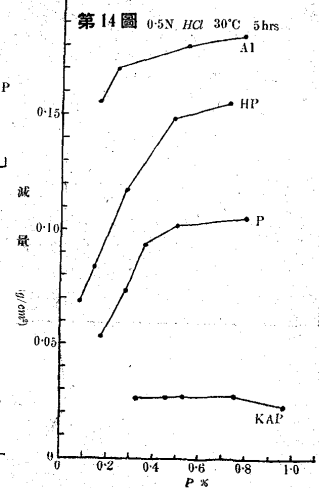
第12圖 水道水 I 室温



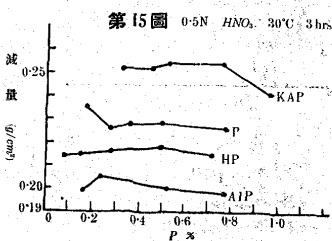
第16圖 水道水 I 室温



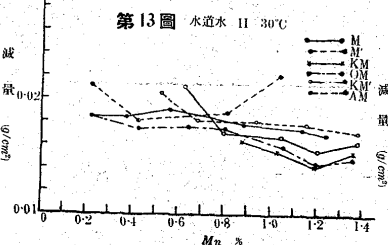
第14圖 0.5N HCl 30°C 5hrs



第15圖 0.5N HNO3 30°C 3hrs



第13圖 水道水 II 30°C



第17圖 水道水 II 30°C

