

鑄鐵の腐蝕現象 (第1報)

(日本鐵鋼協會第 11 回講演大會講演)

多賀谷正義*

CORROSION OF CAST IRON. (Part. 1)

Masayoshi Tagaya.

SYNOPSIS:—In the first part he studied the relation between the chemical composition, structure and the corrosion of ordinary cast iron. The corrosion tests were carefully carried out in a specially designed apparatus and reliable results were obtained as compared with the preceding investigations.

Si increases the corrosion in dil. *HCl* to 1.6% of its content and then decreases while in dil. *HNO₃* & tap water gradually decreases to 2% *Si*.

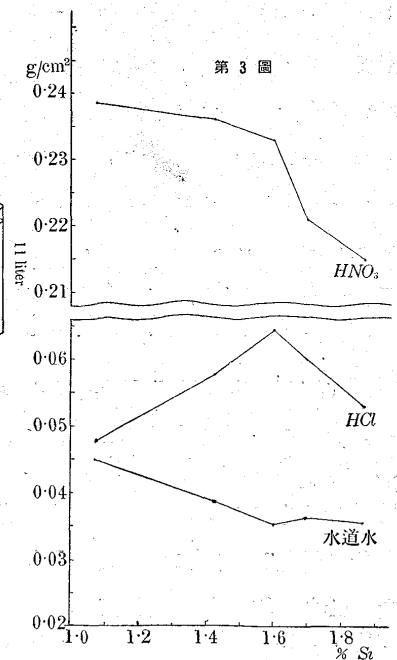
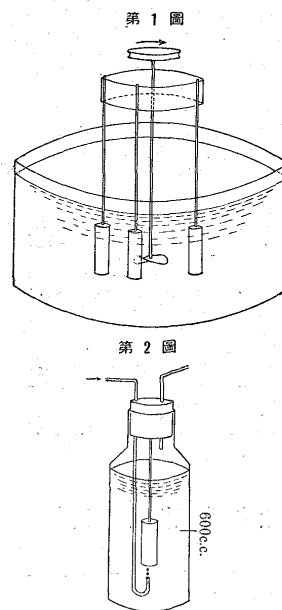
P rapidly raises the corrosion rate in dil. *HCl* to 1% *P* but slightly lowers in dil. *HNO₃* & tap water.

Mn, in dil. *HCl*, for pearlitic cast iron (low *C*, low *Si*) the corrosion rate has minimum at about 0.8% *Mn*, while for high *C*, high *Si* cast iron (containing free ferrite) the corrosion rate reaches maximum at about 1% *Mn*. In dil. *HNO₃* *Mn* decreases the corrosion for the both kinds of cast iron to about 1% *Mn* and slightly decreases in tap water.

I. 緒言 著者は先年耐酸鋼を探求する目的で低炭素鋼に種々の元素を添加しその腐蝕を調べたが、これに引續いて耐酸及び耐蝕性の鑄鐵に就いても研究して見たいと考へてゐるのであるが、普通鑄鐵の腐蝕そのものが未だ充分明かにされてゐない、即ち鑄鐵中の不純物の量がその腐蝕の上に如何なる影響を與へるかに就いては研究者に依つて區々で全然一致してゐないと云ふ現状である。但し硫黄に就いては悪影響を與へることは何人の結果も一致してゐるからこの際これを省いた他の諸元素を大體普通鑄鐵に含まれてゐる範囲内で變化してその腐蝕に對する影響を調べることとした。

II. 試料及び試験方法 試料の調製に使用した原料は大暮木炭鉄、鞍山一號鉄、スエーデン鋼でこれを適當に配合しその場合に應じて珪素鐵、マンガン鐵、磷鐵等を少量加へて 1 回の溶解量約 2kg とし重油坩堝爐中で溶解しこれを生砂型に鑄入して直径 30mm、長さ 400mm の丸棒とし、これから直径 15mm、高さ 40mm の圓筒形試料を上、中、下部の 3ヶ所から切出した。腐蝕試験に際しては鑄造丸棒の上中下 3ヶ所から切出したる 3個の試料について同一の試験を行つてその平均値を求めた。腐蝕試験液は 0.5N の鹽酸及び硝酸と水道水を用ひ試料を溶液中に支へるには試料の上面に直径 2mm、深さ 10mm の小孔を穿つてこれに竹箸を削つて刺込み吊すこととした。これに依つて試料の支へ方による結果の不同を除去することを得た。酸液の場合は第 1 圖に示す如く 1l の液を硝子器中に満

し中央に攪拌器を置いて毎分 250 回轉せしめその周圍に數個の試料を吊した又硝子器中には陶器管中にニクロム線のコイルを入れた加熱器をその側壁に沿ふて左右兩側に 2 本斜に挿入し又溫度調節器を挿入してこれ等を電流斷續器に連結して腐蝕液の溫度を $30^{\circ} \pm 0.1^{\circ} \text{C}$ に保つた。この装置によつて液の擴散を充分にし又液の溫度を一定様となし各試料を同一條件の下に置き又一試料についても腐蝕が一樣に起る様に努めた。尙試料の表面は 000 のエメリ



紙で完全に一樣に仕上げ油脂塵埃を注意して除去した腐蝕時間は鹽酸では 5 時間硝酸では 3 時間とした。次に水道水中の試験は第 2 圖に示す様に 600cc の瓶中に水道水を満し下部から空氣を送つて腐蝕を促進せしめ同時に攪拌

* 大阪帝國大學

を與へた温度は室温(約 20°C) 期間は 10 日間である、この際は一つの瓶に試料を 1 個宛とした。

III. 珪素の影響 試料の成分及び腐蝕減量第 1, 2 表及び第 3 圖の様である A. B. C. は夫々試料を鑄造棒の上、

第 1 表

	T.C.	Si	Mn	P	S
S 1	3.197%	1.072%	0.805%	0.176%	0.088%
S 2	3.210	1.419	0.700	0.167	0.083
S 3	3.215	1.600	0.730	0.189	0.072
S 4	3.233	1.702	0.730	0.189	0.080
S 5	3.228	1.857	0.871	0.174	0.076

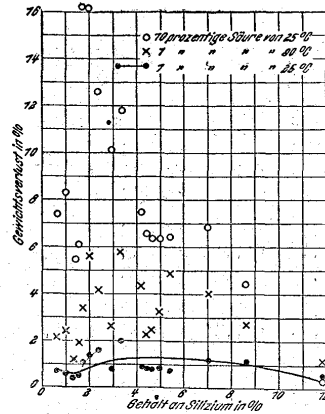
第 2 表

腐蝕 符 號	液	0.5N. HCl. 30°C, 5hrs.		0.5N. HNO ₃ 30°C 3hrs.		水道水、室温 10 日	
		g/cm ²	平均	g/cm ²	平均	g/cm ²	平均
S 1	A	0.0442	0.0477	0.2370	0.2380	0.0432	0.0452
	B	0.0457		0.2377		0.0448	
	C	0.0532		0.2393		0.0476	
S 2	A	0.0530	0.0580	0.2330	0.2360	0.0451	0.0395
	B	0.0608		0.2350		0.0383	
	C	0.0602		0.2395		0.0351	
S 3	A	0.0578	0.0645	0.2321	0.2333	0.0344	0.0355
	B	0.0683		0.2333		0.0421	
	C	0.0672		0.2345		0.0300	
S 4	A	0.0551	0.0606	0.2172	0.2214	0.0419	0.0364
	B	0.0673		0.2215		0.0348	
	C	0.0593		0.2255		0.0326	
S 5	A	0.0536	0.0532	0.2155	0.2155	0.0310	0.0356
	B	0.0518		0.2099		0.0403	
	C	0.0541		0.2211		0.0356	

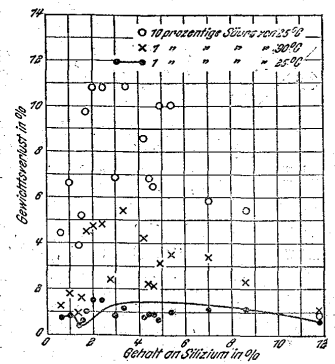
中、下部から取つたものを示す、鹽酸に對しては 1.6% Si で最大となり再び下つて來る硝酸及び水道水では共に下つて來る、この系の試料の顯微鏡組織は寫真 No. 1, 2, 3 に示す如くパーライト黒鉛及び 磷共晶より成つてゐる。Si の影響に就いては Friend & Marshall¹⁾ は Si 1.2~2.3% の間では酸中の溶解並に水中の腐蝕には大差がないと云つてゐる Girard²⁾ は食鹽水を用ひて空氣を吹込んだものと然らざるものとの中で鑄鐵の腐蝕試験を行つて 1.6~3.25% の Si は影響が殆んど現れなかつた、然るに Pollit³⁾ は以上の人々と異り 3% 以上の珪素は鑄鐵の腐蝕を減少せしめるが少量の Si は腐蝕を増すと述べてゐる。その後 Sipp & Poll⁴⁾ も大體同じ結果を得た、最近では Haase⁵⁾ が鑄鐵の腐蝕と成分との關係を詳細に研究してゐる同氏は Si 0.5~12%, C 3.0~3.7%, Mn 0.6~1.0%, P 0.13

%, S 0.18% の鑄鐵に就いて實驗を行つた、その結果は第 4, 5 圖の様である。珪素含有量の低い範圍に於ての影響は餘り明瞭な結果を得てゐないが大體 Si 1.4% 附近まで

第 4 圖 (鹽 酸)



第 5 圖 (硝 酸)



は腐蝕量は減じこれを最低として上昇してゐる、これは著者の結果と逆の様であるが、同氏の試料には恐らく地鐵が組織中に出てゐたため腐蝕され易くなるのであると考へられる。然るに著者の用ひた試料は珪素最大のものでも地鐵は殆んど認められない、更に珪素量を増せば地鐵が現れるため再び上昇するものと考へられる、この事柄は後の Mn の影響の實驗によつても覗はれる所である。以上の如く Si の影響はそれ以外の他の不純物の量や製造方法をも考慮に入れなければならない、Haase の實驗の結果が斯くも不同を生じたことは試料の Si 以外の成分が一定でなかつたことは勿論であるが、その他の諸條件が吟味せられてゐなかつた結果と思ふ。これに就いては後で述べることにする。尚同氏は鹽酸、硫酸、硝酸中での腐蝕試験を行つたのであるが何れの場合でも珪素の影響が同じ様な傾向を示してゐる、これは著者の結果と異る、硝酸中での腐蝕は他の酸の場合と異るべきが當然で同じになることはないと思ふ。

IV. 磷の影響 試料の成分及び實驗の結果は第 3, 4 表及び第 6 圖の如くである試料の顯微鏡組織は No. 4~6 に示す様に P を増すと共に磷共晶を増し黒鉛は細片となる腐蝕試験で最も注目すべきことは P が増すと鹽酸に對して非常に溶け易くなることである、0.5% 附近までは特にその影響が甚しい、それ以上では上り方は緩かである。硝酸に對しては少しく下つて來る、水道水中では 0.5% 位まで少し下る傾向はあるが餘り影響はないと見てよい。P の影響に就いて Ledebur は P は鐵の耐酸性を増すと述べてゐるが他の人々は反對の結果を得てゐる。その後 Haase⁵⁾

1) Friend & Marshall; Influence of silicon on the Corrosion of Cast iron. J. Iron & Steel Inst. vol. 87. 1913, 382~387.

2) Girard; Etude sur la Corrosion de l'acier et fonte. Rev. Mét. 1926 361~367.

3) Pollit; Die Ursachen und die Bekämpfung der Korrosion. Verlag Vieweg 1926.

4) Sipp & Roll; Das Wachsen des Gusseisens; Giess. Zg. Bd 9. 1927. 231.

5) Haase; Säure und Alkalifestes Gusseisens. Stahl und Eisen. 47 1927 2112.

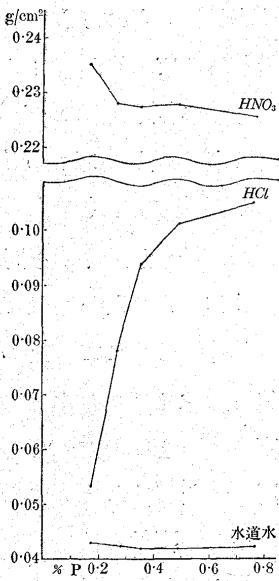
第 3 表

	T.C.	Si	Mn	P	S
P 1	3.203%	1.240%	0.763%	0.175%	0.085%
P 2	3.301	1.220	0.814	0.269	0.071
P 3	3.399	1.260	0.822	0.348	0.075
P 4	3.546	1.213	0.826	0.491	0.041
P 5	3.439	1.222	0.747	0.761	0.061

第 4 表

腐蝕 符號	0.5N. HCl, 30°C, 5hrs		0.5N. HNO ₃ , 30°C, 3hrs.		水道水、室温 10日	
	g/cm ²	平均	g/cm ²	平均	g/cm ²	平均
P 1	A	0.0607	0.2236	0.0423	0.0430	
	B	0.0499	0.2453	0.0461		
	C	0.0490	0.2361	0.0406		
P 2	A	0.0736	0.2263	0.0448	0.0425	
	B	0.0698	0.2220	0.0422		
	C	0.0747	0.2291	0.0405		
P 3	A	0.0887	0.2275	0.0440	0.0420	
	B	0.0953	0.2293	0.0404		
	C	0.0965	0.2236	0.0416		
P 4	A	0.0987	0.2276	0.0407	0.0420	
	B	0.1120	0.2283	0.0439		
	C	0.0926	0.2287	0.0424		
P 5	A	0.1035	0.2273	0.0391	0.0425	
	B	0.1105	0.2255	0.0422		
	C	0.1022	0.2249	0.0462		

第 6 圖



は約 3.70% C、1.30% Si、0.14% P、0.08% S を含む鑄鐵に於て P を 0.134 乃至 1.6% の間に變化し 1% 及び 10% の鹽酸、硫酸、硝酸中に於ける溶解量を測定し P は何れの酸に對しても良い影響を與へると云つてゐる、その結果によると P が 0.6% 位までは急に耐酸性を増しそれ以上では餘り影響がない。これは著者の結果とは全く反對の傾向を示してゐるものであるがこの事に就いては後に

検討して見たいと思ふ。

V. マンガンの影響 この試験に於ては試料の成分が C 及び Si 量の比較的低いものを用ひると Mn が増すと白鉄に近づいて來るため III、IV の實驗に於けると同様の成分のもの、外に之よりも C 及び Si 量の多い鑄鐵を取つてその各々に就いて Mn の影響を調べた。試料の成分は第 5 表、腐蝕試験の結果は第 6 表及び第 7、8 圖の如くである。鹽酸に對しては C 及び Si を多く含む M 系と然らざる M' 系とは Mn の影響が非常に趣を異にしてゐる M 系に於ては最初 Mn を増すと共に溶け易くなり 0.8% 附近

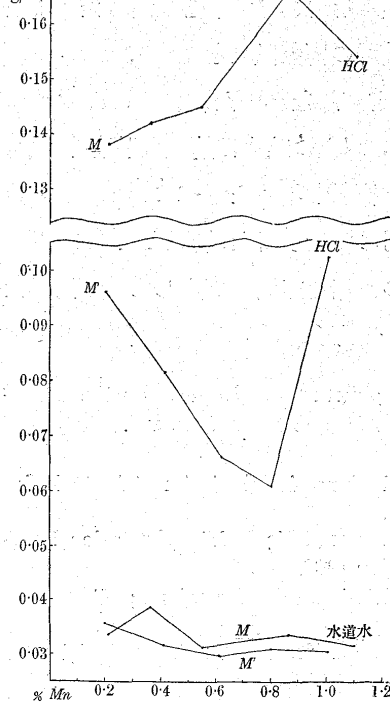
第 5 表

	T.C.	Si	Mn	P	S
M 1	3.650%	1.656%	0.210%	0.173%	0.050%
M 2	3.673	1.674	0.362	0.154	0.052
M 3	3.732	1.702	0.551	0.169	0.053
M 4	3.725	1.690	0.864	0.187	0.053
M 5	3.754	1.689	1.118	0.212	0.051
M 1'	3.362	1.683	0.208	0.202	0.058
M 2'	3.259	1.437	0.411	0.189	0.049
M 3'	3.173	1.532	0.620	0.214	0.050
M 4'	3.238	1.479	0.800	0.215	0.051
M 5'	3.250	1.558	1.025	0.211	0.055

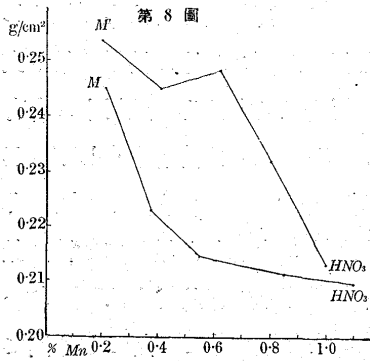
第 6 表

腐蝕 符號	0.5N. HCl, 30°C, 5hrs.		0.5N. HNO ₃ , 30°C, 3hrs.		水道水、室温 10日	
	g/cm ²	平均	g/cm ²	平均	g/cm ²	平均
M 1	A	0.1395	0.2403	0.0363	0.0336	
	B	0.1377	0.2478	0.0392		
	C	0.1365	0.2469	0.0253		
M 2	A	0.1411	0.2250	0.0371	0.0384	
	B	0.1430	0.2221	0.0401		
	C	0.1410	0.2219	0.0380		
M 3	A	0.1461	0.2177	0.0300	0.0312	
	B	0.1442	0.2095	0.0325		
	C	0.1441	0.2163	0.0311		
M 4	A	0.1593	0.2081	0.0340	0.0333	
	B	0.1682	0.2165	0.0300		
	C	0.1707	0.2093	0.0359		
M 5	A	0.1505	0.2123	0.0303	0.0317	
	B	0.1585	0.2108	0.0340		
	C	0.1523	0.2054	0.0308		
M 1'	A	0.1011	0.2493	0.0403	0.0355	
	B	0.0913	0.2562	0.0302		
	C	0.0962	0.2550	0.0360		
M 2'	A	0.0857	0.2408	0.0311	0.0312	
	B	0.0807	0.2511	0.0326		
	C	0.0784	0.2431	0.0299		
M 3'	A	0.0665	0.2523	0.0270	0.0296	
	B	0.0699	0.2440	0.0323		
	C	0.0611	0.2492	0.0295		
M 4'	A	0.0650	0.2338	0.0333	0.0309	
	B	0.0622	0.2288	0.0302		
	C	0.0558	0.2325	0.0292		
M 5'	A	0.0957	0.2176	0.0311	0.0305	
	B	0.1120	0.2093	0.0315		
	C	0.0995	0.2136	0.0289		

第 7 圖



を最大として溶け難くなる。一方 M' 系に於ては全く反對で 0.8% 附近を最底として凹形を呈する又 M 系と M' 系は同一 Mn 含有量でその腐蝕量が大いに異つてゐる、之はその化學成分のみでなく組織の差異によるものである寫眞 No.7 ~9 は M1、M4、M5、又 No.10~12 は M1'、M4'、M5' の顯微鏡組織を示す。



M系では C, Si が多いために黒鉛の周圍に地鐵が多量に存在してゐる、このために耐酸性が減じたものと思はれる、遠藤博士⁶⁾は炭素鋼に Mn を加へた場合鹽

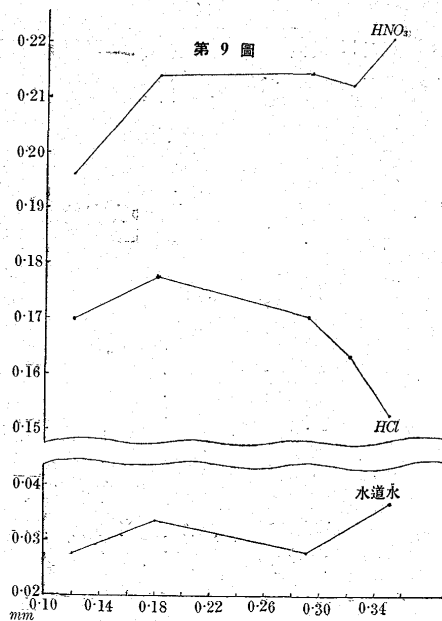
酸に對しては溶け易くなると云つてゐられる、この場合に於ても地は亞共析鋼であるから最初 Mn を増すと共に腐蝕量を増すことは博士の結果とよく一致するものである。鋼に於ては Mn を次第に増しても同じ傾向で経過して行くのであるが鑄鐵では複雑で Mn が増すとパーライトは次第に細くなり地鐵も減少して M5' では地鐵は全く無くなる、即ち M' 系と同じ組織を呈するのである、従つて再び溶け難くなるものと思はれる。M' 系の曲線は丁度 M 系の Mn 含有量 0.8% 以上の場合の影響を示すと考ふべきもので Mn を増すと次第に組織が緻密となり耐酸性を増すが M5' になると最早や黝鉄となり急に蝕され易くなる。次に硝酸に對しては M, M' 共に Mn の増加に伴つて耐酸性となる、又鹽酸の場合とは大分異り M の方が M' よりも却つて良好である、即ち地鐵が存在してゐてもこの場合は害はなく C や Si の増加は却つて硝酸に對する抵抗を増すと云ふ結論を與へてゐる。水道水に依る腐蝕では M も M' も大差はなく Mn を加へると共に少しく良くなる傾向を示してゐる。Haase⁵⁾は C 3.70%, Si 1.30%, P 0.14%, S 0.08% の鑄鐵に 0.4乃至 1.4% Mn を加へその耐酸性に及ぼす影響を研究し鹽酸、硫酸、硝酸何れの場合でも Mn 0.8% 附近までは急に耐酸性を帯びて來る、それ以上 1% 位までは再び腐蝕量を増しその後は餘り影響がないと述べてゐる。これは著者の得た結果とよく一致するものであるが、唯 M 系の如き場合は述べてゐないのは同氏の試料は地鐵を含まずパーライト地のものであつたのであらうと思はれる。以上の如く Mn の影響は甚だ複雑で鑄鐵の種類によつてその趣を異にすることが知られる。

VI. 組織の影響 同一成分の鑄鐵に於てその顯微鏡組織と腐蝕の關係を調べるため C 3.51%, Si 2.05%, Mn

0.48%, P 0.35%, S 0.05% の鑄鐵をクリプトール電氣爐で熔解し、1,200乃至 1,500°C の溫度に過熱し又鑄造溫度を色々變へその顯微鏡組織を検し組織の異なるもの、5種を擇んで腐蝕試験を行つた。組織の差異は黒鉛片の大小を以つて表すこととした。第7表及び第9圖は試験の結果である、圖の横軸の數字は各試料を顯微鏡下で觀察し、最

第 7 表

腐蝕 符號 液	0.5N HCl, 36°C, 5hrs		0.5N HNO ₃ , 30°C, 3hrs.		水道水、室溫 10日	
	g/cm ²	平均	g/cm ²	平均	g/cm ²	平均
H 1	A	0.1720	0.1960	0.0306	0.0274	
	B	0.1688	0.1953	0.0239		
	C	0.1692	0.1973	0.0277		
H 2	A	0.1735	0.2050	0.0358	0.0336	
	B	0.1803	0.2118	0.0341		
	C	0.1787	0.2249	0.0309		
H 3	A	0.1690	0.2177	0.0315	0.0277	
	B	0.1733	0.2058	0.0266		
	C	0.1692	0.2212	0.0250		
H 4	A	0.1673	0.2137	0.0331	0.0328	
	B	0.1685	0.2095	0.0298		
	C	0.1631	0.2143	0.0355		
H 5	A	0.1600	0.2200	0.0391	0.0368	
	B	0.1527	0.2188	0.0312		
	C	0.1469	0.2272	0.0401		



大の黒鉛片の長さを取つたもので従つて右方のもの程組織が粗い譯である。この系の試料は何れも地鐵が出てゐる寫眞 No. 13.~17. は之を示す。鹽酸に對しては黒鉛の粗いものの方が腐蝕され難い、然し一方試料に

出てゐる地鐵の量を見ると H 1 と H 5 が少くこれに次で H 2, H 3, H 4 となつてゐる V で述べた如く地鐵の存在は鹽酸に對して弱くなるものであるから此方の影響も多少あると考ふべきである、次に硝酸及水道水中では組織が粗くなると耐酸性を減ずる。

VII. 炭素の影響 炭素量と腐蝕の關係は以上の實驗から大體判斷することが出来る、即ち炭素含有量の多い M 及 H 系のものと他の系の試料について比較すれば明かである炭素量の増加は鹽酸の腐蝕に對して非常に悪影響を與へ

6) 遠藤彦造：鐵鋼の腐蝕と防錆の研究 1930。

る、例へば S4 と M4 は炭素量は夫々 3.233%、3.725%、
 で他の成分は略同一であるがその腐蝕減量は M4 の方が
 約3倍にもなつてゐる。炭素量の増加は黒鉛が多くなり電
 解作用が盛になるためであることは勿論で、又一方地鐵が
 出易くなるためである。然し C の影響も他の元素の含有量
 に依つて異なるべきで M 系と M' 系を比較すればその Mn
 の量によつて二つの曲線の間隔が同一でないことはこの事
 實を示すものである。硝酸の場合は S4 と M4 は大差不
 い又 M 系と M' 系を比べて見ても寧ろ C の多い方が腐
 蝕量が少い水中の腐蝕に於ても略同様である。

VIII. 各成分の溶解率 以上の結果を少しく理論的に
 考察すべく Si、P、Mn の各々の腐蝕に際しての溶解率
 を檢した。即ち以上の腐蝕試験に用ひたと同じ形の試料で
 各試料別々の器中に於て夫々 1N 鹽酸及び硝酸中に靜止
 のまゝ浸漬しその減量及び酸液中に溶解した Si、Mn、P
 等を定量し次式で表されるべき各成分の溶解率なるものを
 求めた。

$$\text{溶解率} = \frac{\text{溶液中の該元素の量} \times 100}{\text{試料の減量} \times \text{試料中の該元素含有率}}$$

水道水の場合は腐蝕試験後の液に就いて分析を行つた。何

れの場合も試料の表面に附着せる腐蝕成生物はその儘にし
 て溶液のみに就いて分析を行つた。これ等の結果は第8表
 の如くである、先づ鹽酸の場合は Si はその試料中の含有
 量に拘らず 100% 以上である。Mn は溶解率少し下るが
 之もその含有量に關せず略一定である。然るに P は非
 常に低いのみならずその試料中の含有量が増しても溶解量
 は増加しない従つて溶解率は少くなる、此場合は P の一
 部は PH₃ として逃れ去るので密閉器中で溶解せしめ出て
 来る瓦斯を臭素水中に通じ P を吸収し之と酸液中の量
 を合した。瓦斯として逃れる量と酸液中に入れる量とは略
 半ばしてゐる。硝酸に於ては Si の溶解量は鹽酸の場合よ
 りも少い Mn は大差なく P は少し増してゐる。次に水道
 水の場合は一般に溶解量は低い、之は腐蝕試験後の試料
 の表面には多量の銹が附着してゐるが之は捨てるためその
 中に含まれてゐる各成分が計算に入つて來ないからであ
 る。以上の結果に對して考察を試みて見ると鹽酸に溶解す
 る場合 Si の溶解率が高いのは地鐵中に固溶體として存在
 し鐵と共によく溶解することを示すもので Si の存在は此
 場合悪影響を及ぼすことなく或は耐酸性を増すかも知れな
 いことが豫想される。Mn は試料中の S 及び Mn の含有

第 8 表

1N. HCl 5hrs. 22°C									
試料成分	減量			溶液中の含有量			溶解率%		
	Si	Mn	P	Si	Mn	P	Si	Mn	P
S1	1.072%			1.2721	0.136g		112.4		
S3	1.600			1.3793	0.221		109.3		
S5	1.857			1.2536	0.251		107.9		
M1'		0.20%		2.6001	0.041g			76.0	
M3'		0.62		2.4537	0.117			77.2	
M4'		0.80		2.3116	0.144			77.7	
P1			0.211%	1.5811		0.000359g Br.			20.9
						0.000305 Solution.			
P4			0.660	1.6060		0.000337 Br.			6.4
						0.000446 Solution.			
1N. HNO ₃ 3hrs. 22°C									
試料成分	減量			溶液中の含有量			溶解率%		
	Si	Mn	P	Si	Mn	P	Si	Mn	P
S1	1.072%			3.9142	0.307g		72.9		
S3	1.600			4.0940	0.419		64.1		
S5	1.857			4.0122	0.566		76.1		
M1		0.20%		4.5175	0.060g			63.2	
M5		1.11		4.1611	0.333			71.7	
P1			0.211%	4.6314		0.0028g			28.4
P4			0.660	4.7145		0.0050			16.1
Tap water 22°C 10 days.									
試料成分	減量			溶液中の含有量			溶解率%		
	Si	Mn	P	Si	Mn	P	Si	Mn	P
S1	1.072%			1.0385	0.0415g		37.4		
S3	1.600			0.9321	0.0670		44.9		
S5	1.857			0.8229	0.0712		46.7		
M1		0.20%		0.9056	0.0064g			35.4	
M3		0.62		0.8835	0.0213			38.9	
M4		0.80		0.8033	0.0275			42.3	
P1			0.211%	0.8500		0.00305g			17.8
P4			0.660	0.8526		0.00649			7.6

量から見て Mn の一部は MnS として存在
 し大部分は固溶體となつてゐるべきである。
 MnS は溶解し難いものであるが固溶體とな
 つてゐる Mn は Fe と共によく溶解すると
 考へられる。従つて試料中の Mn 量が増し
 ても溶解率は一定である。次に硝酸の場合は
 Si は鹽酸に於けるよりも溶解し難いが概し
 て溶け易い方である Mn はその含有量増す
 と共に溶解量は多くなつてゐる。又 P は鹽
 酸の場合よりも溶け易くなり P の含有量の
 増加に伴ふ溶解率の減少も比較的少い。水
 道水にあつては溶解率は一般に低いのは試料
 の表面は附着してゐる銹中に含まれてゐる量
 を入れず水中に溶解した各元素のみを定量し
 たためである。Si は試料中のその含有量増
 すと共に溶解率も増してゐる Mn も又同様
 である。P に於ても鹽酸硝酸の場合に比べて
 他の元素に於ける程溶解率は下つてゐない。
 以上の溶解率の大小は鐵と該元素との電溶壓
 の高低を示すもので溶解率の小さいものはそ

の電圧低く鐵の溶解を促進する結果となるのである。この溶解率と腐蝕試験の結果とを對照して見ると次の如きことが判る。即ちそれ自身の溶解率の高い元素は鐵の腐蝕に對して悪影響を及ぼさないか、或は好影響を與へる殊に試料中の該元素の含有量増すと共に溶解度も増す場合はその元素の添加は次第に鐵の耐蝕性を増す、例へば硝酸中腐蝕試験に於ける *Mn* の影響、水道水中試験での *Si*、*Mn* 等然りである。これに反しそれ自身の溶解率の低い *P* の如き元素は鐵の腐蝕を促進する、殊にその鹽酸中腐蝕試験に於ける如く其含有量増すと共に溶解率が急に下る場合はその元素の添加は益々腐蝕を促進することが知られる。然し硝酸或は水道水に於ける如く *P* 含有量の増加による溶解率の低下稍少い場合はその悪影響は和いて來ることを示してゐる。Haase⁵⁾ は *P* の鹽酸中での腐蝕で *P* 含有量の増加は腐蝕量を減すと云ふ結果を得てゐるがこれは *P* 自身の溶解率から見ても不合理であると思ふ。

IX. 従來の研究との比較 以上の結果を通覽して見ると鹽酸中に於ける腐蝕は硝酸或は水中での腐蝕とその趣を異にしてゐる、一元素添加の影響が全く反對のことが多い *Mn* 及び *P* はこれである。然るに硝酸中での腐蝕は水中の場合と殆んど同一の傾向を示してゐる。鹽酸に於ては單なる溶解であるが硝酸或は水では酸化が伴ふためであると思ふ。従來の研究に於て一成分の増加の影響は人によつて異なる、又同一研究者の結果に於ても一定の傾向を示してゐないことが多い、その原因と考へられるものは種々あるが最も大切なことは試料の表面の條件即ち磨き方である。依つて著者は豫備實驗として S 系の試料につき普通の程度に 000 の研磨紙で研磨し腐蝕試験を行つた、その結果は第 3 圖に示す如き一定の傾向を表さず而も試験の都度異なる數字が出て來た。そこで本實驗に於ては特にこの點に留意し 000 研磨紙を以つて完全に磨上げることとしたのである。次に液の温度も従來の實驗では嚴格に一定でない場合が多い様であるが本實驗に於ては同一系の試料は同一液中

に浸しその中央に攪拌器を置き液全體の温度を常に 30° ± 0.1°C に保つたのである、尙試料の保持方法に就いても既に述べた様な方法によつて試料が液と完全に接觸する様に力めた。

X. 總 括

1. 鑄鐵の腐蝕と *Si*、*P*、*Mn* の含有量との關係を明かにするため之等の量を大體普通鑄鐵中に含まれてゐる程度で、色々に變化し 0.5N の鹽酸、硝酸及び水道水中で空氣を吹込みつゝ腐蝕試験を行つた。

2. 腐蝕試験に際しては試料表面の磨き方、液の温度、その他腐蝕に影響を與ふべき諸條件を充分一定に保つて従來の實驗よりも一層確實な結果を得た。

3. 鹽酸中での溶解に對しては *Si* は 1.6% 附近で溶解量最大となり再び下つて來る、*P* の増加は急に溶解を増進する *Mn* は組織中に地鐵の存在する場合と然らざる場合とによつて其影響を異にする。

4. 硝酸溶液中では *Si* 及び *Mn* は共に腐蝕量を減少せしめる *P* も多少この傾向を有する。

5. 水道水中では各元素の影響は硝酸液中でのそれと全く同じ傾向を示す。

6. 腐蝕液中の各元素の溶解率なるものを求め之に依つて腐蝕試験の結果の説明を試みた。この溶解率即ち該元素の試料中に含まれてゐる量と溶解した量との比は腐蝕液の種類により異なるが *Si* 及び *Mn* は 100% 乃至 70% であるが *P* は非常に少く 5% 乃至 30% である。

7. 溶解率の高い元素は腐蝕に對して悪影響を及ぼすことなきか、或は好影響を與へる、逆に溶解率の低い元素は鐵の腐蝕を促進する。

終に臨み本實驗の費用は谷口工業獎勵會の御補助によることを附記して厚く謝意を表す、又終始熱心に實驗を援助された谷口悟君に感謝する。

顯 微 鏡 寫 眞 No. 1—17

