

Table 3. Weight decrease of the specimens annealed in the DX gas (L).

Temperature (°C)	No. of specimen	Heating hour (h)			
		1	3	5	
		mg/cm <sup>2</sup>	mg/cm <sup>2</sup>	mg/cm <sup>2</sup>	
700	A	0.943	3.000	4.300	
	B	1.161	2.313	4.137	
		2.920	5.290	4.850	
	C	0.763	2.237	3.152	
		1.690	2.250	3.610	
	D	1.194	2.730	3.824	
		1.040	2.030	3.080	
	800	A	1.114	1.483	3.834
		B	1.384	2.151	4.450
		C	0.867	1.284	2.644
		D	1.208	1.800	3.232
	900	A	1.625	4.241	4.962
B		1.786	3.824	4.369	
C		1.962	4.265	5.127	
D		1.577	4.199	5.388	

Table 4はNXガス(L)にRXガスを10~50%添加した場合における混合ガス組成およびこれを800°Cおよび900°Cの加熱炉に送入し、炉内にてガス組成が水性ガス反応により平衡に達した場合の各雰囲気ガスの浸炭能の計算値を示す。

IV. 結 言

実験結果を要約すると次のごとくである。

1) DXガス, NXガス(L)は800°C以上では脱炭性であり, 600°C以下では鋼表面にすす蓄積の傾向を有する。DXガス(L)は500°C以上では酸化性, 脱炭性であるが, 鋼表面における脱炭層は酸化膜の影響によりDXガス(R)より小である。

2) 鋼の熱処理において比較的低温処理を行なう場合, NXガス(L)にRXガスを添加することにより鋼表面の浸炭能を調節することができる。

文 献

- 1) 足立, 山田: プロパンガスによる鋼の光輝焼鈍, 日本金属学会誌, 19(1955), No. 1, 1.
- 2) 粉生, 原, 肥田, 足立, 山田: プロパンによるガス浸炭法について, 鉄と鋼, 41(1955), No. 2,

Table 4. Carbon potential of the atmosphere gas of NX gas (L)+RX gas.

Temperature (°C)	RX gas (%)	Gas composition (%)				Activity of carbon in austenite	Carbon potential of atmosphere gas (%C)
		CO <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O		
800	10	0.07	4.21	4.68	0.09	0.352	0.36
	20	0.10	6.40	7.88	0.14	0.553	0.54
	30	0.12	8.61	11.06	0.20	0.68	0.65
	40	0.17	10.78	14.28	0.23	0.869	0.79
	50	0.21	12.96	17.49	0.27	1.028	0.89
900	10	0.06	4.21	4.35	0.09	0.073	0.1
	20	0.08	6.42	7.86	0.16	0.135	0.23
	30	0.14	8.60	11.87	0.18	0.163	0.27
	40	0.15	10.80	14.26	0.26	0.206	0.32
	50	0.17	13.00	17.45	0.31	0.25	0.39

34. 0052/28
- 3) R. W. GURRY: Composition of Atmospheres Inert to Heated Carbon Steel, Trans. AIME., 188 (1950), 671.
- 4) J. D. ARMOUR: Continuous Carbon Restoration Furnace, Boosts Production, Iron Age, 169 (1952), 111.

621.785-53.062  
: 669.782: 620.198.4

(128) 無孔珪素処理鋼の耐食試験に関する研究 p.560~562

大阪府立大学工学部

工博 三谷 裕康・○大西 正巳

Study on Corrosion Test of the Poreless Siliconized Steel.

Dr. Hiroyasu MITANI and Masami ONISHI.

I. 結 言

鉄鋼の珪素処理によつて得られた Fe-Si 合金皮膜層は, 14~15% Si を含み Fe<sub>3</sub>Si に相当する。したがつてデュリロンなどで知られる耐酸鋳鉄とほぼ同組成で, 全濃度範囲の硫酸, および塩酸はもちろんのこと, 弗酸以外の全ての酸に対して良好な耐食性を有するものと考えられる。

しかるに普通の珪素処理では皮膜が多孔質となるために, 酸などの腐食性溶液が皮膜の孔から浸入し, 直接に内部の鉄芯を浸食する結果, 所期の目的を達し得なかつた。

筆者らは無孔珪素皮膜形成に成功し, さらに多孔性皮膜の生成原因を解明し, その結果はすでに報告した<sup>1)2)</sup>。以上の研究では試片に線材を使用したがつ, 今回は耐食試験を目的とするため, 板状試片を用い, 無孔珪素皮膜を形成せしめ, 主として塩酸および硫酸に対する耐食試験を行なつた。

II. 実 験 方 法

(1) 実験装置ならびに試片

本実験に用いた珪素処理装置の概略を Fig. 1 に示す。四塩化珪素および窒素ガスは市販のものを用い, 四塩化珪素の窒素ガス中の含有量は 10vol%, 窒素ガスの

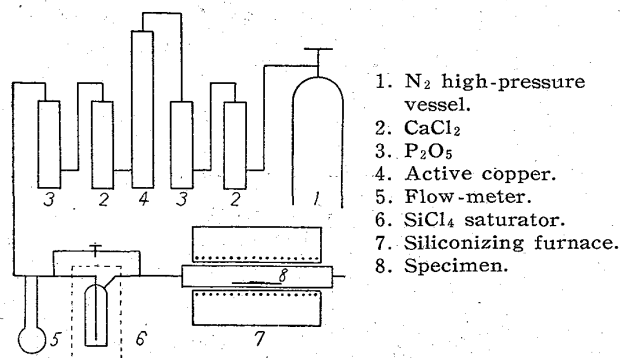


Fig. 1. Experimental apparatus.

流量は 100cc/mn を採用した。実験に供した試片の化学組成は全て一定で、0.068% C, 0.02% Si, 0.023% P, 0.05% S, 0.23% Mn, 0.056% Cu であつた。また試片の寸法は 20×15×1.8mm 一定とした。

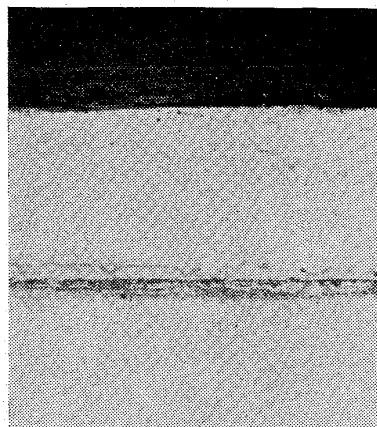


Photo. 1. Specimen siliconized at 1240°C for 30 mn, with coating layer of poreless ferrosilicon.

この試片を渗珪皮膜の溶融温度直下の 1240°C で 30mn 渗珪処理後、炉冷したものを耐食試験片に用いた。この場合の Fe-Si 合金皮膜層は約 0.3mm の厚さで無孔状態であり、その組織を Photo. 1 に示す。なお耐食試験には無孔試片以外に、素材の鋼試片、18-8 ステンレス、18Cr ステンレスおよび 1000°C で 1h 処理した多孔質皮膜を有する試片を用い比較した。

(2) 耐食試験の方法

塩酸 4, 10, 15, 20, 25% の各溶液と硫酸 5, 15, 30, 45, 60, 75% の各溶液とを耐食試験液に用いた。まず塩酸の場合には前記 5 種類の試片に共通して、酸に接する面積を 1cm<sup>2</sup> 一定とし、残りの部分をパラフィンで被覆した。次に硫酸による耐食試験の場合には、パラフィンと試片の間に硫酸溶液が浸入しやすいので、鉛で被覆し、酸に接する面積を 3cm<sup>2</sup> とした。試験温度は室温で、各々の試片をそれぞれ別にして、1カ月間浸漬し、毎日試片の重量を測定した。なお温度変化による誤差をなるべく少なくするため、全試片について同時に試験を開始した。

III. 実験結果

1) 塩酸に対する耐食試験

無孔渗珪素試験片は塩酸の全濃度範囲にわたって優秀な耐食性を示し、表面状況もほとんど変わらず、浸漬以前の金属光沢を保つた。ただし 4% 塩酸溶液の場合には表面が若干灰色となり、僅かながら重量が減少した。18-8 および 18Cr ステンレス鋼試片は塩酸に対してほとんど耐食性を示さずに、塩酸濃度の増大にともなつて、試片

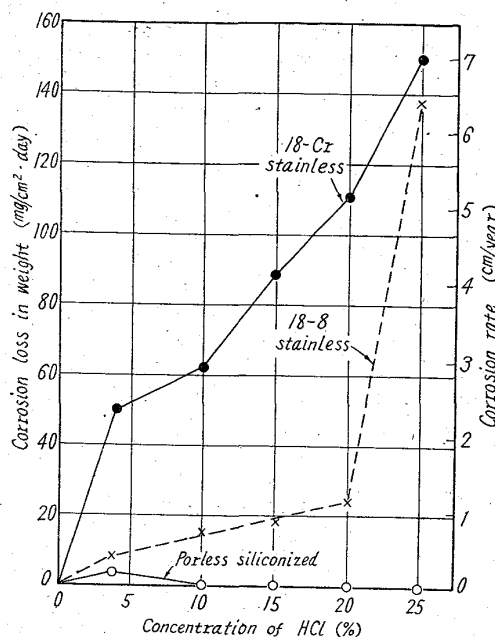


Fig. 2. Effect of HCl concentration on corrosion loss in weight and corrosion rate.

の溶出量も増加し、重量が減少した。Fig. 2 はこれらの結果を示したものである。なお素材鋼試片および多孔質皮膜試片はいずれも塩酸によつて簡単に浸食され、いちじるしく重量が減少する。とくに多孔質皮膜試片は 4% 塩酸においても、浸漬後 7 日にして皮膜が剝離する極端な現象が認められた。したがつてこれら 2 つの試片の腐食減量は Fig. 2 から省略した。Photo. 2 は多孔質皮膜試片を 4% の塩酸中に 5 日間浸漬後の腐食状況を示す。図中矢印で示された位置より右側は、パラフィンで保護被覆された部分に相当する。このように多孔質皮膜試片では、孔から酸の浸入することがわかる。

(2) 硫酸による耐食試験

硫酸の全濃度範囲における無孔皮膜試片、18-8, 18Cr ステンレスおよび素材鋼試片のそれぞれについての腐食

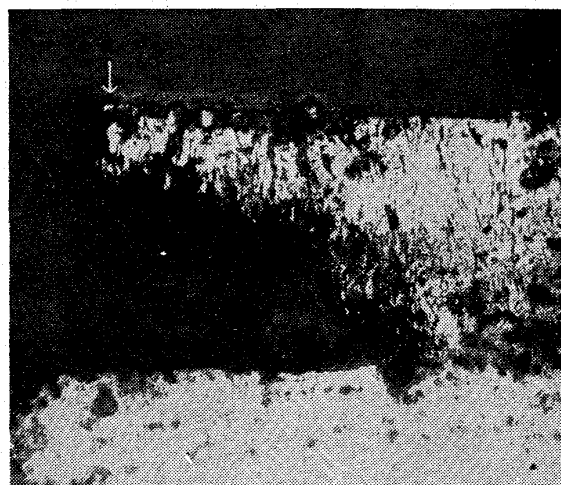


Photo. 2. Specimen siliconized at 1000°C for 1 h. After exposure to 4% HCl solution for 5 days.

10.62/29

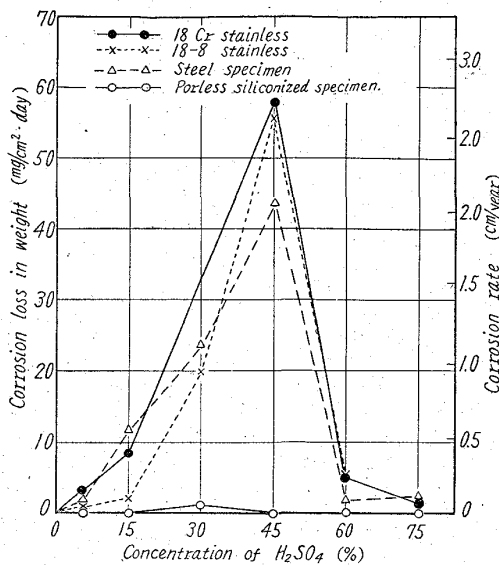


Fig. 3. Effect of H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentration on corrosion loss in weight and corrosion rate.

減量を Fig. 3 に示す。まず無孔皮膜試片は、30% 硫酸溶液の場合に浸漬4日後迄重量が僅かに減少する以外、他の硫酸濃度では重量はまったく一定で変化なく、優秀な耐食性を示した。

18-8, 18Cr ステンレスおよび素材鋼試片はともに同じ傾向の腐食曲線を描き、45% 硫酸溶液で最も腐食量が大であった。一方多孔質皮膜試片は、15% 硫酸溶液に浸漬後2日にして皮膜が剝離し、腐食量を求めることができなかつた。

#### IV. 考 察

Si 含有量が 14% 以上の高珪素合金では、Si が無水珪酸 (SiO<sub>2</sub>) として合金表面を被覆し、腐食を阻止するものと考えられている<sup>4)</sup>。電気化学的性質については明かにされていないが、無孔珪素皮膜は Fe<sub>3</sub>Si 相当の 14~15% Si を含むが故に、高珪素鋳鉄と同様な作用によつて、硫酸、塩酸などに対して良好な耐食性を示すものと考えられる。一方多孔質皮膜を有する試片は非常に弱く、むしろ素材鋼試片よりも耐食性に劣る場合が多かつた。かかる現象は皮膜の孔に滲せられ、Si が低く腐食されやすい内部層が、酸によつて浸食されることによるものと思われる。

#### V. 結 言

期待通り無孔珪素皮膜は優れた耐食性を有することが明らかになつた。とくに 18-8, 18Cr ステンレスの欠点とされている塩酸および稀硫酸にも耐えることは特筆すべきである。なお実用に供する場合には、無孔皮膜を得る処理温度の高いことが一つの問題になると思われる。この点についてはすでに報告したごとく<sup>3)</sup>、珪素材に高炭素鋼を使用すれば、かなり低い温度の処理によつても無孔皮膜が得られる。

#### 文 献

- 1) 三谷, 大西: 日本金属学会誌, 23 (1959) 273.
- 2) 三谷, 大西: 日本金属学会誌, 投稿中.
- 3) 三谷, 大西: 日本金属学会誌, 投稿中.

4) The Corrosion Handbook: Wiley, London, 1953, 201.

669.1574/78/782-194  
669.14.018.295:669.24:669.292

### (129) Mn-Si 系 B 処理鋼におよぼす Ni および V の影響

(構造用高抗張力鋼の研究—IV)

東都製鋼技術部 1582~564

工博 浅野栄一郎・丹 秀夫・石田 徹  
Effect of Addition of Ni and V on Boron-Treated Mn-Si Steel.

(Study on high-strength structural steel—IV)

Dr. Eiichiro ASANO, Hideo TAN and Toru ISHIDA

#### I. 緒 言

さきに、第2報 (58 回講演会) および第3報 (62 回講演会) において、Mn-Si 系および Mn-Si-Cr 系高抗張力鋼におよぼす Mo, B, Ti などの影響について報告したが、今回は B 処理をした低炭素 Mn-Si-Cr-Mo 系鋼および Mn-Si-Mo 系鋼に対し、それぞれ Ni または V を添加した鋼について、機械的性質を調査した。

#### II. 試料および実験方法

供試材は 12 種類とし、高周波誘導炉にて溶製し、7 kg の鋼塊をつくり、30mm 径丸棒および 16mm 径丸棒に鍛伸したのち、調質をおこない、前者からは引張りおよび硬さ試験片を、また後者からは、ジョミニ一端焼入試験片をそれぞれ採取した。

試料の化学組成は、Table 1 に示すように、Series I, Series II, Series III と 3 系統に大別できる。

12 種類の試片は、960°C × 1h 加熱後、焼ならしをおこない、さらに、Series I の鋼に対しては、940°C × 30mn 加熱後、水中に焼入し、Series II の鋼に対しては 930°C × 30mn 加熱後に、また Series III の鋼に対しては、950°C × 30mn 加熱後に水中に焼入をした。焼戻しは、すべての鋼に対し、300~650°C の範囲で 1h おこなつた後、水冷した。このようにしてえられた丸棒を、引張りおよび硬さ試験に供した。また JIS に準拠したジョミニ一端焼入試験をおこなつて焼入性を調査した。

#### III. 実験結果

1) B 処理低炭素 Mn-Si-Cr-Mo 系鋼 (Series I) の機械的性質におよぼす Ni の影響。

この Mn-Si-Cr-Mo 系鋼は、溶接性、切欠靱性の向上を目的とし、C 量を 0.07% に低下せしめ、さらに Ni を添加し靱性が低下しないようにしたものである。

この系の鋼の熱処理による硬さの変化は、Fig. 1 に示すように、B 処理をしたものは、しないものに比較していちじるしく硬化しているが、Ni 量が 0.5% 程度では、Ni を全く含まない場合と硬さはほとんど変わらない。しかし Ni 量が、1.5% になれば、硬さは若干増加する。Ni 量 1% の場合は、550°C 以下の焼戻しでは、硬化は、ほとんど認められないが、600~650°C の範囲では二次硬化が認められる。試料 N-6 においても、試料