

# 鑄鐵に及ぼす硫黄の影響

(日本鐵鋼協會第 27 回講演大會講演 昭 17. 4. 東京)

黒田正夫<sup>\*</sup>・矢島善夫<sup>\*\*</sup>・森川泰汎<sup>\*\*</sup>

## EFFECT OF SULPHUR ON CAST IRON

Masao Kuroda, Kōgakuhakushi, Yosio Yazima and Yasuhiro Morikawa

**SYNOPSIS:**—Sulphur is said to be detrimental to pig iron. The author studied what amount of the sulphur would develop detrimental properties in practice. The result of the experiment was summarized as follows:

- (1) The running property of the melt becomes worse with increase of the sulphur, and especially worse when the sulphur is more than 0.282%.
- (2) When the sulphur reaches 0.282%, there appears a chill phenomenon, the shrinkage becomes maximum, and blow holes are found.
- (3) The combined carbon increases abruptly at 0.282% sulphur.
- (4) The graphitic carbon becomes somewhat refined and the cementite more distinct at 0.282% sulphur. The grain size of manganese sulphide is maximum at 0.282% sulphur.
- (5) The tensile strength is enhanced with increase of the sulphur, but tends to be lower at around 0.282% sulphur.
- (6) The transverse load and the deflection shows a tendency similar to that of the tensile strength.
- (7) The hardness sharply rises at 0.282% sulphur.
- (8) The tensile strength sharply rises at 0.282% sulphur.
- (9) The reduction of area becomes lower at 0.282% sulphur.
- (10) The impact value becomes abruptly to decrease at 0.282% sulphur.
- (11) The fatigue limit gradually rises with increase of the sulphur.
- (12) The wear amount becomes conspicuous at above 0.282% sulphur.
- (13) The tensile strength at elevated temperatures is lower by about 2 kg/mm<sup>2</sup> at 400°C than that at the normal temperature. The tendency of the strength-sulphur curve is similar to that observed at room temperature. At 800°C, the strength somewhat decreases at the sulphur content lower than 0.282%, but becomes somewhat higher at above 0.282%, the increase being about 4~5 kg/mm<sup>2</sup>.
- (14) In the growth test, the volume somewhat increases at the sulphur content below 0.186%, but tends to decrease at 0.282% sulphur. Decarburization at elevated temperatures is checked with increase of the sulphur.
- (15) In the corrosion test, the effect of sulphur is not perceived excepting for sulphuric and nitric acid.
- (16) Distribution and amount of the sulphur in cast iron is roughly observed with the sulphur print.

In conclusion, the greatest effect of the sulphur is hot brittleness at elevated temperatures. Although an impact test at elevated temperatures was not made, it was presumed from the tendency curves of the impact strength at room temperatures and the tensile strength at high temperatures, that the sulphur content lower than 0.186% confers no harmful effect. Even in case such amount of the sulphur should happen to exert a very harmful effect, it would be presumed that it was not due to the sulphur per se, but rather to the oxygen (as the element congenial to sulphur) as well as to the cooling rate.

## I. 緒 言

鑄鐵に於ては硫黄が有害なりと謂はれて居るが、果して實際にそれ程有害なるものか、その影響を研究した。其の結果當試験に使用した電氣爐鑄鐵では硫黄量 0.186% 以下の場合ならば、實際問題として悪影響を及ぼさぬものと考へられる。

我々が硫黄分の少い鑄物を得る方法として、先づ第 1 に考へられる事は、

a) 硫黄分の少い銑鐵及びコークスを使用する事である。然し現在は入手困難で、材料はそれと逆行するやうな傾向にある。

b) 熔劑石灰石の使用量を増加して、硫化カルシウム (CaS) として熔滓中に除去するか、高温操業で酸化物 (SO, SO<sub>2</sub>) として、酸化蒸發させて居る。然し之にも一定の制限があり多量の石灰石を使用すると、爐床の損傷が起り、又地金の熔融速度も減る。

c) フェロマンガ (FeMn) を使用するが、之は本實驗

\* 理化學研究所 \* 三菱重工業株式会社横濱船渠

の試料 S-5 の如くマンガン (Mn) 成分の減少から考へても、熔解の際マンガンがあると硫化マンガン (MnS) として熔滓除去されるので良結果を得るが、之も經濟上や配合地金のマンガン量の制限に依つて際限なく出来るものではない。

d) 出銑口又は取鍋の中で、珪化カルシウム (CaSi)、炭酸ソーダ (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) のやうな脱硫剤を使用する法であつて之は積極的な脱硫法として鑄物場で手軽に行はれるのであるけれど、一般的な缺陷として熔銑の溫度降下を來たし湯足が減少したり、白銑化されたり、巢が出来たりする。又此等の脱硫剤を使用してもキューボラ熔滓が混入すると脱硫作用を阻止すると云ふやうな問題が起る。

e) “Deschesne” の湯溜振蕩法 之は最初三井玉造船所その他で行はれたもので、(b) でも述べたものである。即ち酸化蒸發させる方法で、相當良結果を得られて居るやうであるが、特別な装置が必要である。

f) キューボラでコークスの使用量を減らす方法 之は低炭素の高級鑄鐵製造では鋼板屑を使用する關係上コークス量は増加はするが減少することはできない状態である。又コークス使用の低下は發熱量の不足を來すから、熱風でその不足熱量を補つてやるより方法がないと考へられる。そのためには “Griffin” 型の熱風爐が最良ではないかと考へる。

g) 鹽基性電氣爐で製鍊するのが最も有效なる脱硫法と考へるが、電氣爐と云ふ高價な設備を必要とするし、經濟的な方法とは云はれない。又電氣爐鑄鐵の方がキューボラ吹きのものより成績は概して悪い\*。兎に角簡単な脱硫法では比較的效果が薄く適確な方法では設備、操業及び經濟的な問題が起る。一方 JES 規格に依る鑄鐵品の硫黄量に対する制限は第3種2號 0.10%，第4種1號 0.08%，第4種2號 0.07% となつて居り、獨乙 MAN 社では 0.14% 迄の硫黄は無害であると云つて居り、JES 規格は此等外國のものに比較して少しく嚴格すぎる感じがする。

## II. 試験材の熔解及び採取法

原材銑鐵は全部旋盤切粉を鹽基性5噸電氣爐で熔解し床に流し生子とした物である、この操業法は第1表に示す通りである。尙原材はピストン輪程度の地金で、その化學

第 1 表

再製銑		E 3264		爐使用回数2~5	
裝入量 3,800kg				爐蓋使用回数2~5	
時間	調 整	記 事		No.	爐中分析
	V	A			C Mn Si
8~30'	120	6,000	通 電	1	
9~6			A 材投入	2	
36			B	3	
10~45			C		
58			試料採取及び Pushing		全操業時間2h-5mn
11~10			D 材投入		使用電力 kWh
20			試料採取 II		
21			電流斷		
			出湯		熔解期 kWh
					計 2,750
					1t 當 724
					電極消費量

裝 入 材 料		鑄 込	
品 名	kg	品 名	kg
鑄鉄旋屑	3,500	燒石灰	150
鑄鉄屑	300	螢石	45
		炭粉	8
計	3,800		

分 析 成 績								備 考			
	T.C	C.C	Si	Mn	P	S	Cu				
E3264	3.14	0.88	1.48	0.22	0.20	0.008	0.19	裝入材料は全部前日に裝入せり。出銑時には完全なる白色滓とす。			

機 械 的 性 質											
	抗張力	横折荷重	撻量	硬度	抗壓力	衝擊位		A	B	C	D
	kg/mm <sup>2</sup>	kg	mm	H <sub>B</sub>	kg/mm <sup>2</sup>	シヤルピ					
E3264	2650	1760	50	212	100	0.225	鑄石炭 螢石 炭粉	50	60	20	20
								20	5	5	3

成分及び機械的性質は、第2及び第3表に示す。

第 2 表

T.C	C.C	G.C	Si	Mn	P	S	Cu
3.14	0.88	2.26	1.48	0.22	0.20	0.008	0.19

第 3 表

抗張力	2650 kg/mm <sup>2</sup>	抗壓力	100 kg/mm <sup>2</sup>
横折荷重	1764 kg	壓 縮	49mm
撻 量	50mm	衝 撃 値	0.280 kgm/cm <sup>2</sup>
硬 度	212(ブリネル)		

硫黄の添加法は上記の原材を 60kg 宛 80 番ルツボに入れ自然通風式のルツボ爐で熔解し、湯出しをする 1h 前に新聞紙に包んだ硫黄を熔銑中に投入して、良く攪拌した。硫黄の配合量及び試験材の鑄込條件は第4表の通りである。

第 4 表

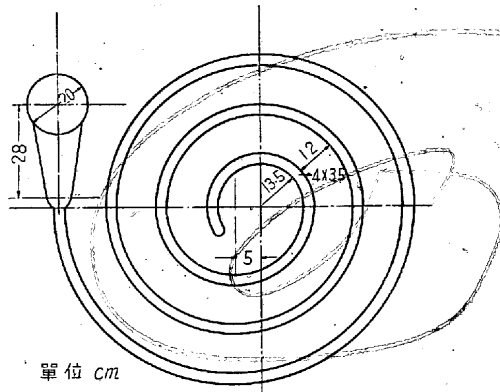
試料 番號	原 材 E3264 (kg)	配合量 (S) (g)	豫定量 (S) (%)	分析量 (S) (%)	分析量 豫定量	鑄込 溫度 °C	鑄型溫度		湯流 角度 °
							O型	K型	
S-1	60	—	0.008	0.012	1.5	1,380	97	55	650°
S-2	"	30	0.058	0.045	0.8	1,390	90	45	510
S-3	"	70	0.136	0.095	0.7	"	"	40	455
S-4	"	150	0.258	0.186	0.7	1,400	"	60	650
S-5	"	初 300 終 300	1.000	0.282	0.3	1,385	95	70	280

\* 鐵と鋼

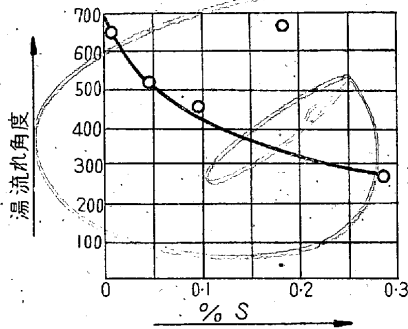
配合硫黄量が多い程加入率が悪いのは、焼失するものが多くなる爲と考へられる。

### III. 湯流し試験

第1圖のやうな壓型で渦巻試験片を作り、湯口より末端迄の角度を測定し、湯流れの程度を比較した。



第 1 圖



第 2 圖

その結果を第2圖に示す。即ち硫黄量の増加と共に、湯足は悪くなるのは、文獻に發表されて居るのと同様である。但試料 S-4 (0.186% S) で湯足が他に比較して特に良いのは、鑄込温度が高かつた爲と思はれる。このためにも熔銑の温度降下を伴ふやうな脱硫方法は考慮を要すると考へられる。

### IV. 化學分析及び顯微鏡組織

上記の化學分析表よりすれば、試料 S-1 から S-4 まで

第 5 表

成分%	T.C	C.C	G.C	Si	Mn	P	S
番號							
原材							
E 3264	3.14	0.88	2.26	1.48	0.72	0.20	0.008
S-1	3.17	0.82	2.35	1.35	0.63	"	0.012
S-2	3.12	0.80	2.32	"	0.67	"	0.045
S-3	3.15	0.75	2.40	1.37	0.64	"	0.095
S-4	3.18	0.79	2.39	1.41	0.65	"	0.186
S-5	3.15	1.32	1.83	1.35	0.48	"	0.282

は成分的變化はなく、試料 S-5 に於てマンガンの減少及び化合炭素の増加が認められる。マンガンが減少して居るのは、硫黄の添加方法が前者と違ひ、熔解前後に2回投入し、且多量の硫黄を使用したので比重の軽い硫化マンガンが浮いて、熔滓中に吸収除去されたためと考へられる。このやうにマンガンが減少したにも拘らず化合炭素の増加したのは、硫黄増加に依つて、白銑化されたものであらう。試料 S-5 では 0.48% のマンガンが全部硫化マンガンとして化合しても、夫以上に硫黄が、尙餘分に残るためにこの硫黄が地鉄に入つて白銑化を促したのではないかと考へられる。寫眞1及び寫眞2の顯微鏡寫眞に示すやうに試料 S-4 と試料 S-5 に於て明かに硫化マンガンが認められる。しかし試料 S-5 では、遊離セメントライトが大きく現はれて、黒鉛炭素が幾分小さくなつた程度で、硬度増加、その他の性質が特に著しく異つて居るやうな差異は組織からは特に認められない。寫眞2は、試料 S-4 及び S-5 に於ける硫化マンガンを擴大して撮影したものである。

### V. 白銑化及び鑄縮み

白銑化及び鑄縮みに及ぼす影響を第6表に示す。試料 S

第 6 表

No	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5
種類					
硫黄量%	0.008	0.045	0.095	0.186	0.282
化合炭素量%	0.82	0.80	0.75	0.79	1.32
ブリネル硬度數	223	218	218	218	252
ショアー硬度數	33	32	32	32	35
比重(水中法)	7.32	7.28	7.30	7.28	7.35
" (空中法)	7.32	7.28	7.30	7.28	7.35

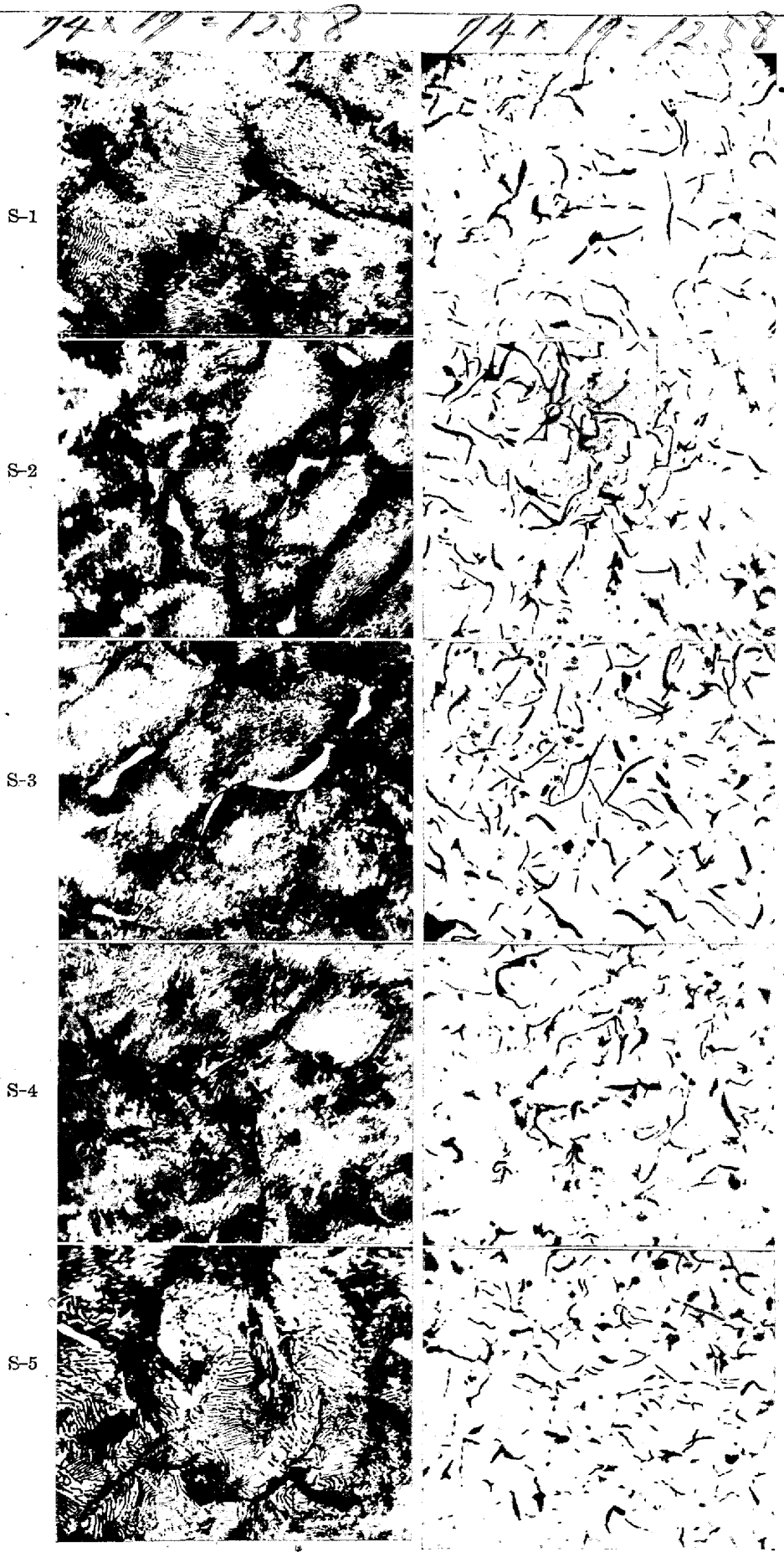
-1 より試料 S-4 迄は殆ど變化なく、試料 S-5 に於て急激に硬化する。巢の出現も、上と同様で、試料 S-5 に於て、相當發見された。

### VI. 機械的試験

試験棒の鑄込方案は、第3圖に示す通りで、前述の鑄込條件で押上式にして湯は吐かせなかつた。各種試験片の採取位置及び試験片寸法は第4圖に示す。

機械的試験の結果は第7表及び第5圖に示す。

1. 抗張力 抗張力は硫黄量が増加すると共に増加して試料 S-5 (0.282% S) 附近で減少するものと考へられる。
2. 横折荷重及び撓量 横折荷重も硫黄量と共に増加するが試料 S-4~S-5 の間で變化して、それ以後に於ては減



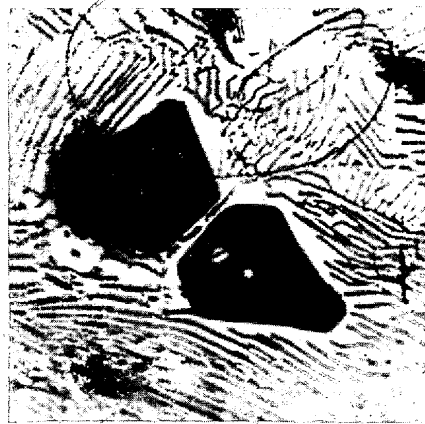
寫眞 1 常溫試驗片金屬組織



S-4 腐蝕 × 1000



S-4 腐蝕せず × 1000



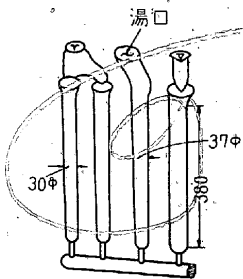
S-5 腐蝕 × 1000



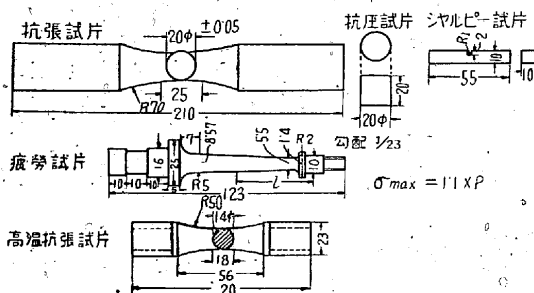
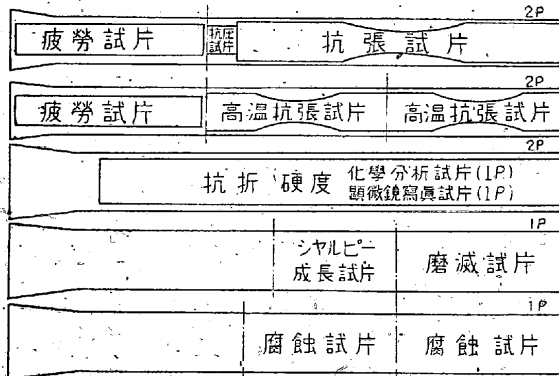
S-5 腐蝕 × 1000

寫眞 2 硫化マンガン

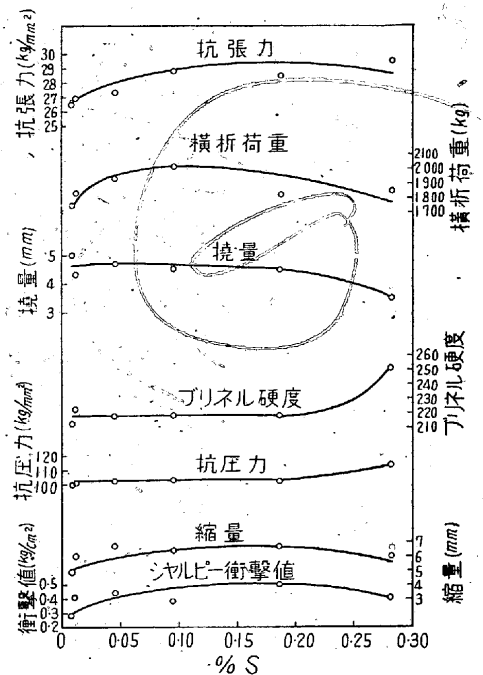
23 x 27 = 6.21



第 3 圖



第 4 圖 各種試験片採取位置



第 5 圖 機械の性質



少するものと想像される。撓量は変化少く試料 S-5 に於て急激に減少する。

3. 硬度 ブリネル及びビョアー硬度は共に試料 S-4 迄は変化なく試料 S-5 に於て相当硬化して居る。

4. 抗圧力及び壓縮量 抗圧力及び壓縮量は共に試料 S-4 迄は変化なく試料 S-5 に於て抗圧力は増加し壓縮量は減少して居る。

5. シヤルビー衝撃値(常温) 試料 S-4 迄は硫黄量と共に増加の傾向にあり。試料 S-5 以後は減少するものと考へられる。

第 7 表

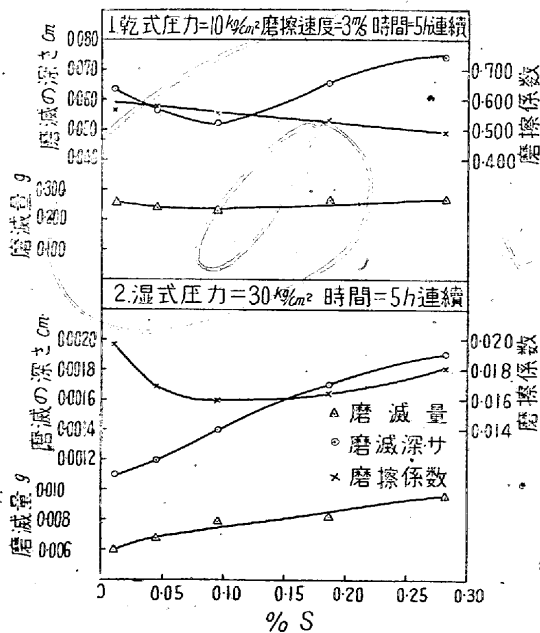
番 號	原材	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	備 考
種類							
硫黄分%	0.008	0.012	0.045	0.095	0.186	0.282	
S/Mn	0.011	0.019	0.067	0.148	0.286	0.590	
抗張力 kg/mm <sup>2</sup>	26.50	26.90	27.30	28.80	28.76	29.50	2個の平均値
横折荷重 kg	1,764	1,836	1,937	2,013	1,826	1,846	"
撓 量	5.0	4.3	4.7	4.5	4.5	3.5	"
ブリネル硬度	212	223	218	218	218	251	"
ショアー "	—	33	32	32	32	35	"
抗圧力 kg/mm <sup>2</sup>	100	101	103	103	102	114	"
壓縮量 mm	4.9	6.0	6.7	6.4	6.7	6.0	"
衝撃値 kgm/cm <sup>2</sup>	0.28	0.41	0.44	0.38	0.50	0.41	室温 20.5°C

VII. 疲 勞 試 験

疲労試験はアムスラー式繰返曲げ試験機を使用して、兩

第 8 表

番 號	硫黄量 %	疲労限界 kg/mm <sup>2</sup>	繰返數
S-1	0.012	14.0	10,049,800
S-2	0.045	14.5	10,834,600
S-3	0.095	14.5	10,247,300
S-4	0.186	14.7	13,751,800
S-5	0.282	16.0	10,947,600



第 6 圖 磨滅に及ぼす硫黄の影響

振り曲げ疲労をやらせた。試験片を多く採取出来なかつたので限界曲線を描く事が出来なかつたのは、非常に残念であつたが、比較試験として、その結果を第 8 表に示す。即ち疲労に対しては S の含有量増加と共に疲労限界は上昇する傾向を認めた。試料 S-4 と試料 S-5 との差は大きい値を示して居る。

VIII. 磨 滅 試 験

磨滅試験は Y. D 式磨滅試験機を使用した。その結果は第 9 表及び第 6 圖に示す。

第 9 表

番 號	(i) 乾式 圧力=10kg/mm <sup>2</sup> 5h 連続 磨擦速度 3m/s			備 考
	磨滅量 g	磨滅深度 cm	摩擦係数	
S-1	0.2553	0.063	0.562	3 個の平均値
S-2	0.2439	0.056	0.578	"
S-3	0.2352	0.052	0.556	2 個の平均値
S-4	0.2628	0.065	0.538	3 個の平均値
S-5	0.2676	0.074	0.491	2 個の平均値
番 號	(ii) 湿式 圧力=30kg/mm <sup>2</sup> 5h 連続 潤滑油 1.4l/h			備 考
	磨滅量 g	磨滅深度 cm	摩擦係数	
S-1	0.0059	0.001	0.019	2 個の平均値
S-2	0.0068	"	0.016	"
S-3	0.0079	"	"	"
S-4	0.0082	"	"	"
S-5	0.0096	"	0.018	"

即ち乾式では硫黄量増加と共に磨滅量は一時減少するが試料 S-4 及び試料 S-5 で再び増加する。湿式に於ては硫黄量増加と共に磨滅量も増加する。試料 S-5 の様に幾分亜共析晶の地のものは一般的に磨滅量は少いと考へられて居るが本実験では必ずしもその様な結果を得られなかつた。

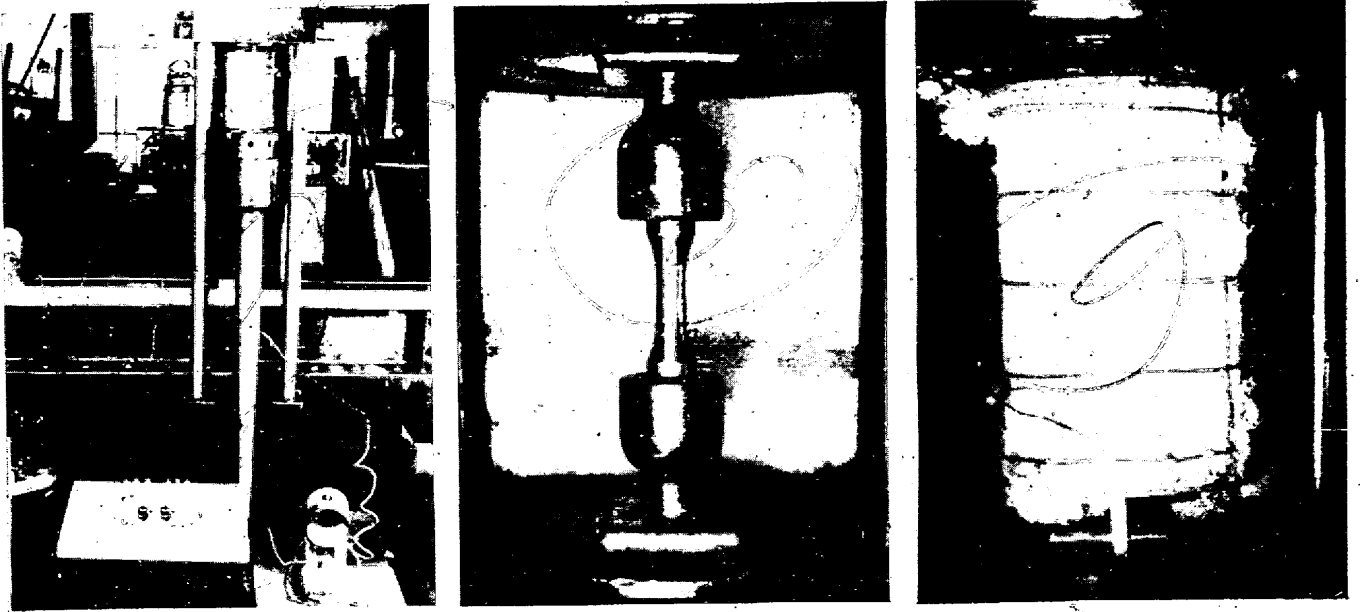
IX. 高 温 抗 張 力 試 験

普通鑄鐵に於ては、大體 400°C 迄は、殆ど強さが變化せず、中には 300°~400°C で常温よりも却つて強いものがあると謂はれて居るが、夫等が硫黄量と如何なる関係があるかを知るために高温抗張力試験を施行した。試験温度は 400°, 800°C で夫々 1h 加熱、バクトン試験機を使用し

第 10 表

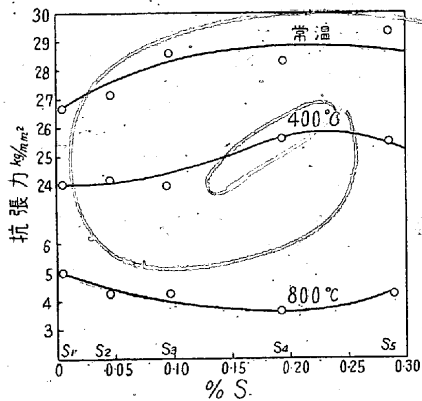
番 號	硫黄量 %	400°C 抗張力		800°C 抗張力	
		kg/mm <sup>2</sup>	平均値	kg/mm <sup>2</sup>	平均値
S-1	0.012	22.50	24.10	5.09 ×	5.09
S-2	0.045	22.40	24.50	4.44	4.33
S-3	0.095	26.60	24.05	4.23 ×	4.30
S-4	0.186	25.80	25.75	4.56	3.71
S-5	0.282	22.30	25.65	3.91 ×	3.71
		25.40	27.90	4.24 ×	

×印のものは顕微鏡寫眞を撮影せるもの。



寫眞 3

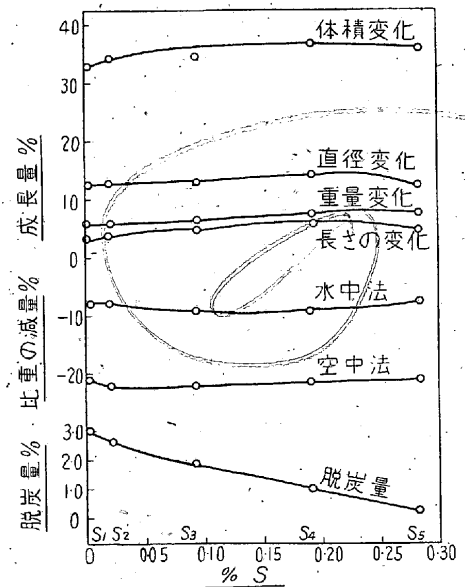
た。寫眞3に示すやうに電気爐にて試験片を包み、爐中の温度は、白金-白金ロジウム熱電對を使用して測定した。第10表及び第7圖にその成績を示してある。



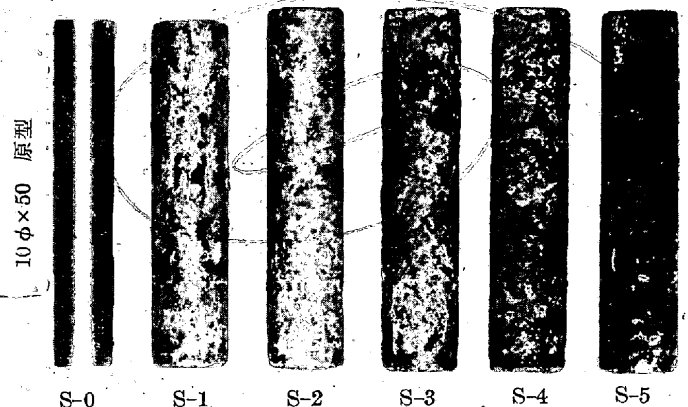
第7圖 鑄鐵高温抗張試驗

400°Cに於ては、抗張力は常温のそれより平均 $2\text{ kg/mm}^2$ 程度弱くその傾向は常温と同様で硫黄量の増加と共に、初めの内に幾分値を増すが、試料S-4~S-5の間で低下する。

800°Cに於ける抗張力は非常に弱く $4\sim 5\text{ kg/mm}^2$ で常温の値の約 $1/6$ 位である。硫黄の少い物が最も強く試料S-4まで漸次弱くなり、試料S-5で再び強度を増加する。恰度常温及び400°Cの時と逆の傾向を示して居る。顯微鏡寫眞は400°Cのものは常温と殆ど差がなく、800°Cのものは寫眞4に示してある通りパーライトは幾分分解し全體として粗鬆になつて居り黒鉛炭素は幾分成長して大きくなつて居る如く認められた。硫化マンガンは變化なく残つて居る。



第8圖



寫眞 5

④

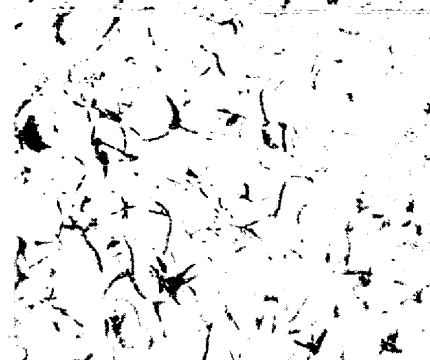
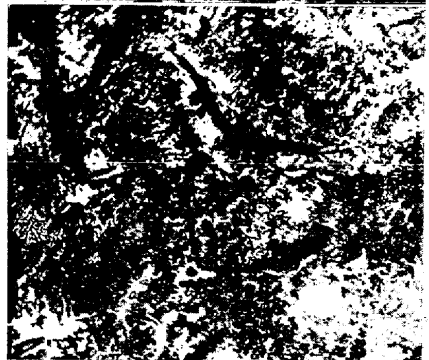
113 x 17 - 12.75

113 x 17 - 12.75

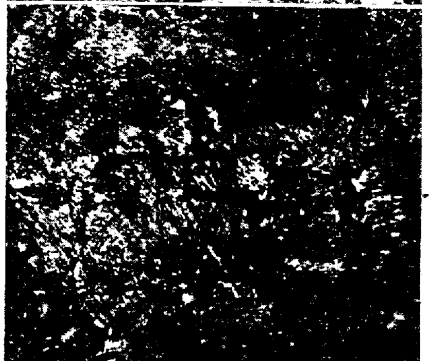
S-1



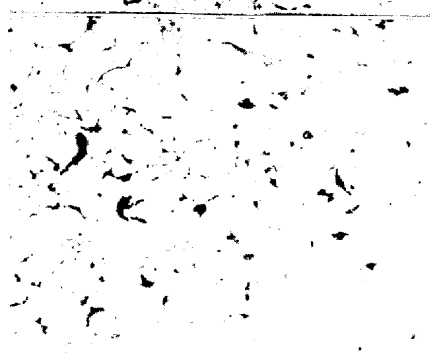
S-2



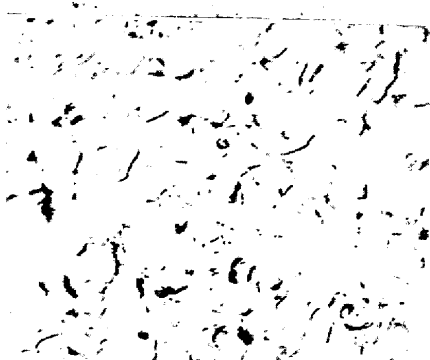
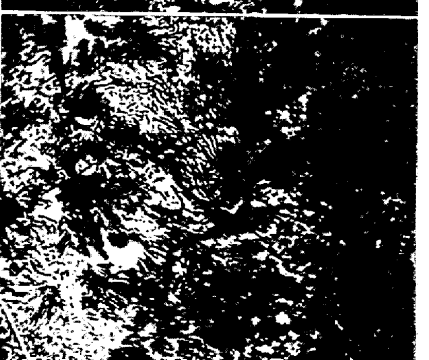
S-3



S-4



S-5

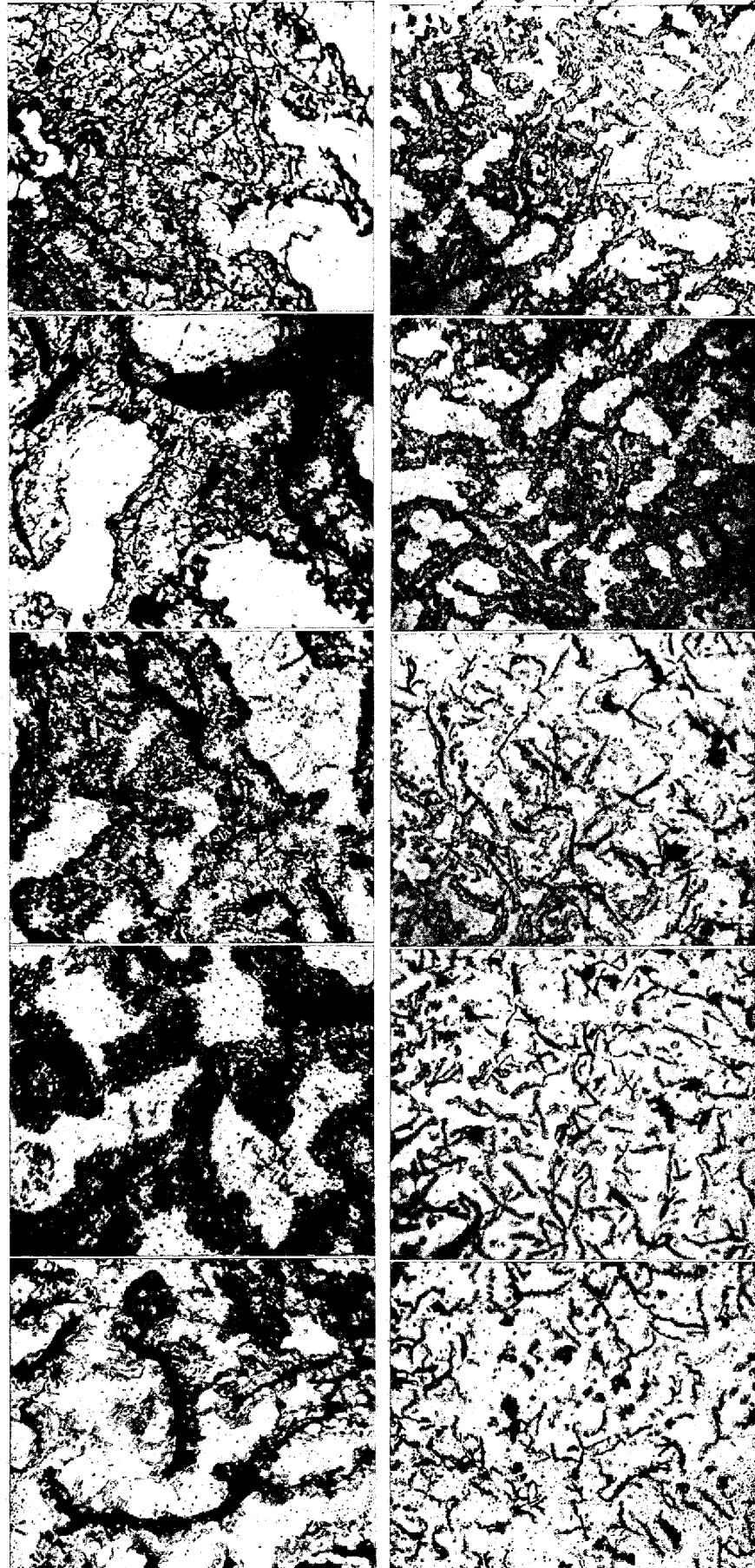


× 300

× 60

寫眞 4 800°C 高溫試驗片金屬組織





S-1

S-3

S-5

S-7

S-8

× 300

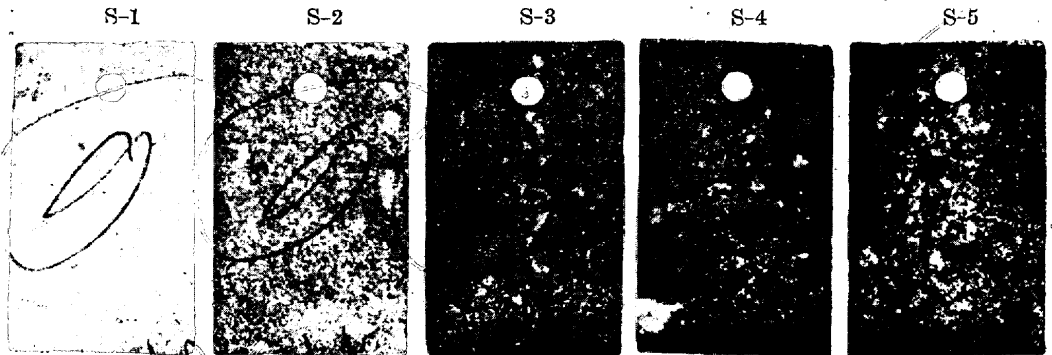
× 60

寫眞 6 800°C 成長試験片金屬組織

### X. 成長試験

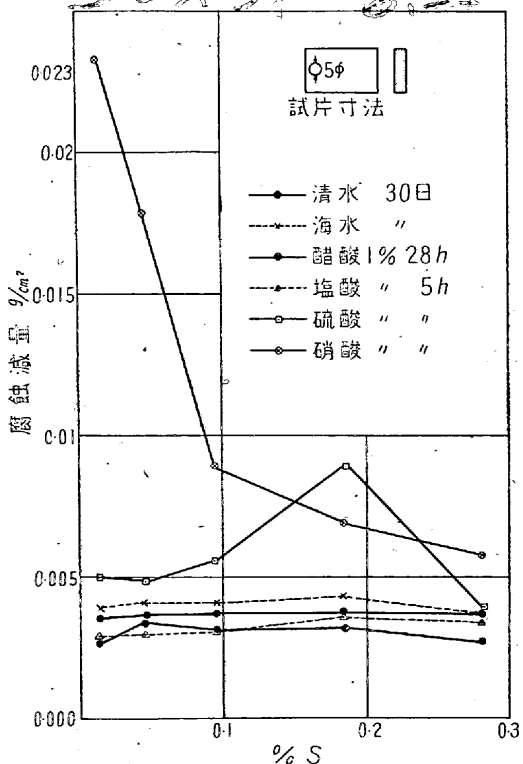
鑄鐵の成長試験に於ては加熱方法が色々と採用されて居るが、當試験に於ては 800°C 10h を 10 回繰返した。加熱前後に試験片の直径、長さ、體積、重量を測定した。それ等の量は硫黄の増加と共に試料 S-4 迄は幾分増加し、それ以上では減少の傾向にある。寫眞 5 は試験前後に於ける試験片の比較、寫眞 6 は成長試験後に於ける顯微鏡組織である。

寫眞 6 を觀るに、試料 S-1~S-4 迄はパーライトは全部分解し試料 S-5 は極く僅に残つて居る。試料 S-1 に於ては片狀黒鉛は殆ど認められず、試料 S-2 には少々乍ら現れ、試料 S-3~S-5 迄は併合して大きくなつた黒鉛炭素が酸化消失せずに残り硫化マンガンは全く影響を受けず初めの状態のままで散存して居り試験後に於ける全炭素量の分析結果は第 11 表に示す。



第 11 表

番 號	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5
成 分					
全炭素量(%)	0.10	0.40	1.22	2.27	3.06
脱炭量	3.07	2.72	1.93	0.91	0.09



第 9 圖

即ち硫黄は鑄鐵の脱炭作用を阻止する事が明かとなり、且 0.282% 以上では鑄鐵の成長をも阻止する。以上の事より可鍛鑄鐵のみは硫黄量の少い物程良いことが領かれる。

### XI. 腐蝕試験

腐蝕試験は第 9 圖中に示すやうな短冊型試験片にて清水、海水、1% 醋酸、鹽酸、硫酸、硝酸に浸漬して腐蝕減量を測定した。この結果は第 9 圖に示す。腐蝕液が、清水、海水、醋酸、鹽酸の場合は硫黄量は腐蝕性に對して影響せず。硫酸及び硝酸に對しては異なる曲線を示す。即ち硫酸に對しては S=0.186% に於て最大の腐蝕量を示し、それ以上の硫黄量に對しては減少する。硝酸に對しては硫黄量

寫眞 7

増加と共に腐蝕量を減少する。

### XII. 硫黄印畫に依る調査

臭素印畫紙を 2% の硫酸液に浸し、腐蝕試験片に貼付した。寫眞 7 に見る如く、同一操作に依つて得た硫黄印畫でありながら、硫黄量の多寡によつて着色の濃淡が顯著に認められる。

### XIII. 結 言

以上の諸試験の結果を總括すると、硫黄量 0.186% の試料までは、硫黄添加の影響を殆ど認めず、硫黄量 0.282% の試料より急激に悪影響を現はした。その各性質に對する夫々の現象は次の通りである。

- 1) 硫黄量の増加と共に地金の湯足は悪くなり 0.282% S になると殊に甚だしい。
- 2) 0.282% S になると「白銹化」現象を生じ、「鑄縮み」も最大となり、氣泡の出現を認める。
- 3) 化合炭素は 0.282% S になると、急激に増加する。
- 4) 0.282% S になると、黒鉛炭素は幾分微細化してセメントイトが大きくなる。又硫化マンガンの結晶も 0.282

% S で最大である。

5) 抗張力は S と共に増加し、0.282% S 前後から減少する傾向がある。

6) 横折荷重及び撓量も抗張力と同様の傾向を示す。

7) 硬度は 0.282% S になると急激に増加する。

8) 抗圧力は 0.282% S になると急激に増加する。

9) 圧縮量も 0.282% S になると減少する。

10) 衝撃値も 0.282% S になると急に減少する。

11) 疲労限は S の増加と共に次第に上昇する。

12) 磨減量は 0.282% S から増加する。

13) 高温抗張力は 400°C では、 $2\text{ kg/mm}^2$  位常温より低く、その傾向は常温の場合と同様である。800°C では 0.186% S 迄は幾分減少し 0.282% S では幾分高くなるが、4~5  $\text{kg/mm}^2$  程度である。

14) 成長試験に於ては 0.186% S 迄は幾分容積増加し、硫黄量 0.282% S では減少の傾向を認める。尙 S の増加と共に高温に於ける脱炭作用が阻止される。

15) 腐蝕試験は硫酸、硝酸以外のものに對しては S の影響は認められない。

16) 硫黄印畫により鑄鐵中の硫黄の分布状態及びその量を大凡知る事が出来る。

最後に硫黄の最大影響は高温に於ける赤脆性に對する問題である。この點は高温衝撃に對する試験が施行出来なかつたのは、甚だ残念であるが常温に於ける衝撃値及び高温抗張力試験の傾向からみると、試料 S-4 即ち 0.186% S 以下の場合ならば、悪影響を及ぼさぬものと考へる。若し實際問題として、この程度の硫黄量で著しく悪影響を認められると云ふならば、之は硫黄そのものの爲ではなく、むしろ S の同屬元素として存在する  $\text{O}_2$  及び冷却速度が大きく影響して居る事を知らねばならぬ。以上は硫黄以外の添加元素を、當工場作業程度に略一定したものであつて、それらを変化した研究も行ひたいとは希望するが、取敢へず、當工場の高級鑄鐵に及ぼす硫黄の影響だけを報告する次第である。尙本研究の發表を許可せられた三菱重工業株式会社本社並に同社横濱船渠の上司各位、種々有力なる助言を賜つた、石黒一彦氏、木原博氏、大西正次氏、熱心に實驗を擔當された、倉田賢明、村山八十次、白井昇三、中島梅二の各氏に厚く、御禮の意を表する。以上。

### アルミニウム・コバルト・鐵系の X 線の研究

(O. S. Edwards, Journal of the Institute of Metals, 67 卷, 1941 年 2 月, 67~77 頁) Al 50% (原子) 以下の Al-Co-Fe 合金を 80°C より急冷し、X 線的に研究し、組成圖を決定した。圖に於て (1) Co 側の面心立方の小界域、 $\alpha$  相、(2) Fe 側の體心立方界域  $\beta$  相及び (3) 2 相の共存する區域を示してある。ホトメータに依り X 線フィルムを測定し、 $\beta$  相中の主な超格子を検した結果、Al 50% (原子) 以下の三元合金に於ては、Co 原子は常に體心立方格子で Al 原子の障碍をなす如く作用するを認めた。又説明されてゐない 2 相域に第 2 相の  $\alpha'$  の 2 相界域へ生成する條件を検してある。此の界域の共軛線の決定も試みてある。(日鐵製鐵技總 2 (昭 17) No. 5, 522 (抄録))

### 熱膨脹法に依るモリブデン鑄鐵に於けるオーステナイト變態の研究

(D. B. Oakley, J. F. Oesterle, American Society for Metals, Preprint 11 號, 1940 年 10 月) C 2.9, Si 2.1% を含む鑄鐵と、之に Mo 0.5% を添加した鑄鐵の 2 つに就て、オーステナイト變態を研究した。試料は電氣爐中で 830°C に 15 分間加熱し、鹽浴に投入し、冷却時に熱膨脹計で測定した。鹽浴の温度は 538~204°C の間を 55.6°C 毎に種々變化し、變態速度は時間膨脹曲線よ

り決定した。Mo 0.5% の添加は最低試験温度即ち 204°C の場合の外、變態速度には殆ど影響がない。低温の場合には、曲線には第 1 次膨脹が認められた後何等の膨脹を示さない範圍がある。之は Davenport 及び Bain の測定した 2 段反應と考へられる。此の種の反應は Mo を含む鑄鐵では 500°F 以下に認められ、Mo を含まぬものでは 260°C 以下で認められる。尙膨脹後の各試料の顯微鏡寫眞を示してある。(日鐵製鐵技總 2 (昭 17) No. 523 (抄録))

### 鐵・コバルト系の固相に於ける平衡關係

(W. C. Ellis, E. S. Greiner, American Society for Metals, Preprint, 16 號, 1940 年 10 月) 熱分析及び X 線廻折法に依り Fe-Co 系の  $\alpha$ - $\gamma$  變態を研究し、此の結果を従来の研究結果と比較してある。Co 45% 迄は  $A_1$  點を上昇し、更に Co 量を増せば降下し、Co 80% 附近で殆ど室温に達する。Co 76.5~88.5% で 600°C に 2 相共存範圍が現れる。又規則-不規則の遷移は Co 50% の範圍の  $\alpha$ -相中に生ずる。規則配列の臨界温度は成分に依り左右されるが約 700°C である。規則配列は鹽化セシウムと同じ構造である。 $\alpha$ -相の格子常数は Co 量の一次函数より著しく偏倚し、Co の添加に依り單位格子の大きさは漸次増大し、Co 約 20% にて極大に達し、それ以後は減少して終に  $\alpha$ -相の大きさととなる。(日鐵製鐵技總 2 (昭 17) No. 5, 523 (抄録))