

鐵 と 鋼 第十三年 第十號

昭和二年十月二十五日發行

論 說

酸性平爐鋼滓の色に就いて

谷 山 巖

On the Colour of Acid Open-Hearth furnace Slag. By I. Taniyama.

The colour of Acid Open-Hearth furnace slag changes according to the refining condition, so it is very important to judge the properties of molten metal and the condition of slag. Though Mr. Sisco and Mr. Hamilton published a deciding article to some extent, I was not satisfied with it and has gained a different result after some research.

The Colour of Slag changes according to the degree of Oxidation, amounts and kinds of Chemical Content. The stronger the Oxidation, the darker the Slag colour, and at length it becomes Black. FeO which is a light coloured low grade Oxide can be easily reduced; Fe_3O_4 and Fe_2O_3 which is a thick coloured high grade Oxide can be hardly reduced. For this reason, it must be avoided to act a strong Oxidising flame.

Next, the Color of Slag chiefly due to Iron Oxide (FeO) and as the percentage of Iron Oxide in the Slag decreases the Color of Slag becomes lighter. and the Color is changed by the amount of manganese Oxide (MnO). It is green as the amount is relatively low, but becomes to brown by increasing its amount, and again increasing its amount it becomes light yellowish green.

After all, on the Color of Slag, light yellowish green which is induced by the large amount of manganese Oxide is most desirable. But from the point of view of economy, brown is the best one.

1. 緒 論

酸性平爐鋼滓の色即ち試料を杓にて汲み之を冷却したるものの破面の色は精錬の状況によりて變化するものであるから鋼滓の状態及び鑄鋼の性質を判断するには非常に重大なるものである。普通淡き色の鋼滓を良好とし黒色のものを不良なりと稱してゐるが未だ判然と定量的に定めたる標準のないのである。只 Sisco 氏が彼の著書電氣製鋼法にて酸性電氣爐鋼滓の色は其中に含まるゝ FeO の量によ

りて異り其量多き時は色濃きも少くなれば次第に淡くなるものであつて鑄解當初の 25~30%の FeO を含むものは黒褐色なれども 22%となれば淡褐色、18~20%の時は淡黄褐色となる。若し此成分のものに MnO 多ければ黄綠色を呈する。そして尙ほ FeO 減じて 15%となれば灰色又は灰綠色となるものであると述べてゐる。然し此説は其一部は首肯され得るも酸性平爐鋼滓のすべてを解決することは不可能である。何故なれば實際酸性平爐鋼滓は FeO 及び MnO の量が同じ位のものにても褐色のものと綠色のものがあるのである。又 W. C. Hamilton 氏は Foundry Trade Journal (Oct. 24, 1926) 紙上にて酸性平爐鋼滓の色は未だ化學的にも顯微鏡的にも研究されてゐないがこれは化學成分によりて決定することは出來ず只其中に含まるゝ鐵の酸化の程度に基くものであると述べてゐる。然し筆者は此説も盲從することは出來ない。或程度までは化學成分と關係あるものと思はるゝのである。

大體酸性平爐鋼滓の色は單純なるものではなく漸進的に變化する極めて複雑なるものであるからこれを劃然と色別することは困難なることであつて到底満足なる解決を遂ぐることはむづかしいけれども大體次の 7 種に分類して研究を進めたのである。又此色の名稱も甚だ曖昧なるものであるが便宜上かく命名したのである。尙ほこれらの色を判然と區別する爲めに顔料に関する書籍 A. Desaint 氏の Three Hundred Shades によつたのである。然しこれも何れを標準としてよきかに迷ひしも最も多く遭遇するものを其標準としこれに類似の色を参考に掲げたのである。次の數字は其書籍中の色の番號でありそして此等の色は次の如き諸種の顔料を調合して得らるゝものである。

第一表 酸性平爐鋼滓の分類色

名 稱	標準色	類 似 色		備 考
1 暗 紫 色	なし			沃 度 色
2 黒 褐 色	53	143		焦 茶 色
3 濃 褐 色	147	144		茶 色
4 淡 褐 色	55	281		う す 茶
5 黒 緑 色	39	38		露 色
6 濃 緑 色	182	177	167	も よ ぎ 色
7 淡 緑 色	7	9		青 磁 色

39.. Emerald green
 Yellow Ochre
 White
 Burnt Umber
 Chrome yellow deep
 182.. Chrome yellow deep
 Chrome green deep
 White

7.. White
 Chrome green light
 Chrome yellow deep
 Yellow Ochre
 143.. Chrome green light
 Raw Sienna
 White
 144.. White

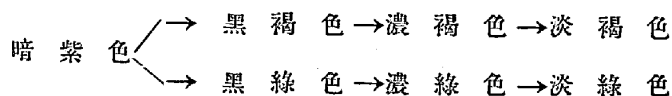
53.. Ivory Black
 Chrome yellow deep
 White
 147.. Yellow Ochre
 White
 Chrome yellow deep
 Chrome green light
 55.. White
 Cadmium light
 Ivory Black
 Veronese green

Chrome green light	Chrome yellow deep
Chrome yellow Orange	Burnt Umbre
38·Emerald green	White
Yellow Ochre	157·Chrome green light
281·White	White
Chrome green light	Chrome yellow Orange
Chrome yellow Orange	White
177·Chrome green deep	9·White
Chrome yellow Orange	Chrome green light
White	Chrome yellow deep
167·Chrome green light	

2. 精練中に於ける鋼滓變化の狀況

熔解當初の鋼滓は通常黒味を帯びたる沃度の劈開面に似たる光澤強き暗紫色であつて流動性良好で粘性甚だ弱く冷却せしものは其質非常に脆弱である。然し精練進むにつれ次第に其色淡く粘性強くなり遂に淡褐色又は淡綠色となるものである。若し黒味を帯びたる鋼滓に石灰石、螢石又は滿俺銑を加ふれば濃き色より淡き色となる。又淡き色のものに鑛石を加ふれば直ちに黒味を帯び來るも石灰石等にて再び淡き色となすことを得らる。然し淡き色の鋼滓に酸化力強き焔を働かしむれば黒色に變ずるも此場合は石灰石等を用ひても淡き色となすことは困難である。

上述の石灰石、螢石及び滿俺銑を同じ種類の鋼滓に加へし後の生成物は多少異なるものであつて石灰石及び螢石を加へたる時は其加入前に比し色淡くなり流動性良きも粘性は悪くなる。殊に石灰石は其力大である。次に滿俺銑を加へしものは黄味を帯び流動性は前よりは悪きも光澤強い。鎔解中に於ける狀況及び加へしものによりて多少異れども大體鋼滓は次の二系統をたどりて淡き色となるものと思はる。



3. 酸性鋼滓の化學的考察

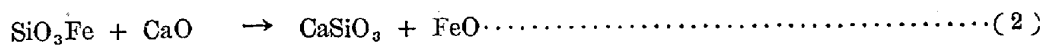
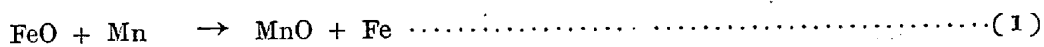
普通酸性鋼滓は主に鐵と滿俺との重硅酸鹽 $\text{Fe} \cdot \text{Mn}(\text{SiO}_3)_2$ であつて其酸化物及び硅酸鹽は酸性鋼滓中にては鹽基性として存在する。其化學成分は 50%の硅酸と 45%の鐵及滿俺の酸化物並に其他の不純物である。金屬が酸化して鋼滓中に入れば鋼滓は酸性度を減じ行く故に其平衡を保つ爲めに爐床より硅酸を採る。若し硅酸分多くして粘性大なる時は石灰石を加へて調節するが其程度は酸性分と鹽基性分とが中和する位より少し硅酸分多ければ適當なる流動性と粘性とを保つことが出来る。

次に酸性鋼滓は硝子と同じく硅酸を主成分とするものなれば其色も硝子と同じく其中に含まるゝ酸化金屬によるものと思はる。今硝子に色付ける酸化金屬の種類及び其色彩に就いて考へんに酸化鐵は普通青色を帯ばしめ酸化滿俺は其量少き時は黄色となるも其量多き時は紫色となる。又両者が同時に

存在する時は褐色となるものである。大體酸化滿俺は脱色劑の働きをなす傾向ありて酸化鐵の青味を消し兩者の割合が或量に達すれば酸化滿俺の色のみを表はすものである。ビール瓶其他の試薬瓶は滿俺鐵鑛を用ひて製造するといふ。又普通の硝子細工の青味を帯びたるはすべて酸化鐵を含む爲めである。此外酸化クロムは綠色螢石及び長石は乳白色コバルトは所謂コバルト色を帯びしめるものである。それ故に鋼滓が青味を帯びるは酸化鐵、黄味は酸化滿俺の爲めであり、褐色なるは此兩者の爲めである。即ち其割合によりて青味より黄味に變り行くものと思はる。

又 Hamilton 氏の説の如く鋼滓の色は酸化焔の作用によりて變ずるものであるがこれは鋼滓中の酸化鐵が高級なる酸化物に變ずる爲めである。即ち低級酸化物なる FeO よりも高級酸化物なる Fe₃O₄ 又は Fe₂O₃ は其色濃く安定なれば再び還元し難きものである。

普通強き酸化焔を働かさざる場合は鋼滓に石灰を加ふるも滿俺鉄を加ふるも其量少き時は殆んど同じ程度の淡き色となるものであるが然し其性質は甚しく異なるものであつて滿俺鉄を加ふれば鋼滓中の酸化鐵は還元されて鎔鋼中に入り鋼滓中には酸化鐵の量少くなるも (反應 1) 石灰分を加ふれば鋼滓中に鹽基性度大となる故に弱き鹽基性たる FeO は鋼滓より鎔鋼に移動するものである。即ち FeO と CaO とが置換せらるゝのである (反應 2)。



それ故に硅酸量多くして鋼滓粘き時は石灰を加ふるは合理的にして精鍊作用を順調ならしむるも物理的原因即ち低温度なる時は SiO₂ 少きに係らず粘性あり又 FeO が除去されし時は一時流動性を失ふものであるから此際に石灰を加ふれば酸性分と中和する量以上の鹽基性分即ち FeO が遊離して鎔鋼中に入り製品中に介在することゝなる故に非常に注意すべきことである。又此誤膠の場合に加へし石灰は長く流動性を與ふことは出来ない。

4. 實 驗 結 果

A. 概 説

10 匁平爐に屑鐵 80% 及び鉄鐵 20% よりなる 11,000 kg の材料を装入して熔解せる場合に生ぜし鋼滓を 10×10×3 mm の大きさの鋼板製試料箱に注入し之を空中にて徐々に冷却せしめし後折斷して其破面を檢せしものである。装入材料の平均成分は 1.5% C; 0.3% Si; 0.5% Mn; 0.045% P 及び 0.045% S であり其熔解當初の平均成分は普通 0.9% C; 0.03% Si; 0.01% Mn; 0.045% P 及び 0.045% S であるが時には配合材料の都合により 0.6% C (其他の成分は同じ) の場合がある。前者を硬き熔けと稱し鑛石を用ひ後者を軟き熔けと稱し鉄鐵を加入して精鍊を進めるのである。次に最も普通なる場合の操業實例を示して見やう。

第二表 操業實例

番 號	試料採 取時間	銻鋼の成分			鋼滓の成分及び色					備 考
		C	Si	Mn	SiO ₂	FeO	MnO	CaO	色	
1	12-00 <small>A.M.</small>	1.40	0.45	0.55						装入材料
2	4-30 <small>P.M.</small>	0.80	0.05	0.15	54.19	31.70	9.82	2.02	暗紫色	銻解時
3	5-00	0.73	"	0.12	56.80	29.66	10.46	2.21	"	
4	5-30	0.63	"	0.09	58.66	26.50	10.54	3.47	黒褐色	螢石30kg加入後
5	6-00	0.50	"	0.08	60.54	24.80	10.88	3.51	"	
6	6-30	0.35	"	0.06	61.32	23.48	11.85	3.69	濃褐色	螢石 0kg 加入後
7	7-00	0.20	"	0.05	61.52	21.02	12.02	3.81	"	
8	7-30	0.15	"	"	62.25	20.44	11.64	5.66	淡褐色	石灰20kg加入後
9	8-00	0.20	0.25	0.54	60.32	17.42	15.02	1.63	黒褐色	差物加入後

かくの如き操業過程にて生ぜし種々の鋼滓を色彩によりて類別すれば次の如き結果を得らる。

第三表 各種鋼滓の成分

第一類 暗紫色

	SiO ₂	FeO	MnO	CaO
	54.40	29.09	9.44	2.24
	55.72	31.72	9.83	2.58
	56.82	29.66	10.46	2.02
	57.72	28.48	11.11	2.41
	55.78	31.38	10.02	2.80
	54.70	31.19	11.82	2.27
	54.37	32.13	11.63	1.86
	59.40	33.70	11.56	1.12
	55.80	32.23	8.46	3.52
	58.52	28.60	8.71	4.24
平均	55.78	30.81	10.30	2.50

第二類 黒褐色

色の番號	SiO ₂	FeO	MnO	CaO
53	59.38	27.75	9.94	2.91
"	57.58	26.84	10.26	2.35
"	56.68	27.69	10.80	3.32
"	57.82	27.37	10.88	4.02
"	57.14	26.87	11.02	4.48
"	58.66	26.50	10.54	3.47
"	59.46	24.80	11.74	3.59
143	59.19	23.47	9.58	4.82
"	55.90	30.31	10.37	2.35
"	53.32	24.91	11.43	3.52
平均	57.51	26.65	10.66	3.48

第三類 濃褐色

色の番號	SiO ₂	FeO	MnO	CaO
147	61.52	21.02	12.58	3.87
"	61.90	22.17	9.01	2.69
"	64.88	20.18	10.64	2.02
"	58.74	19.58	10.45	2.99
"	59.70	18.43	12.16	3.36
144	59.60	17.86	12.41	3.02
"	60.86	18.67	13.26	3.17

第四類 淡褐色

色の番號	SiO ₂	FeO	MnO	CaO
55	61.90	21.05	9.77	2.66
"	62.25	20.42	11.64	5.66
"	61.72	16.86	10.45	7.17
"	58.62	17.54	11.05	7.73
"	60.14	14.88	11.14	8.08
281	62.05	18.64	11.05	6.72
"	61.41	19.35	12.13	5.81

144	58.16	26.55	12.11	2.13
"	57.10	28.96	11.59	2.43
"	62.12	22.24	11.04	3.58
平均	60.92	21.57	11.03	2.93

第五類 黒綠色

色の番號	SiO ₂	FeO	MnO	CaO
39	61.20	27.36	6.55	2.36
"	59.00	26.21	7.99	2.98
"	55.46	27.36	6.83	2.28
"	54.47	25.46	10.13	3.56
"	57.82	28.12	9.88	4.17
"	58.57	23.89	8.94	2.89
"	56.34	26.58	7.67	3.86
38	53.98	24.19	10.96	4.93
"	55.32	27.27	8.75	4.16
"	59.34	23.04	11.99	5.38
平均	57.20	25.95	8.99	3.66

第七類 淡綠色

色の番號	SiO ₂	FeO	MnO	CaO
7	62.60	21.02	8.76	3.25
"	57.94	21.89	8.33	6.04
"	65.62	16.87	7.25	8.18
"	60.29	15.94	9.61	5.31
"	63.86	14.69	10.62	7.61
"	61.47	17.23	10.80	6.27
"	57.60	18.06	10.03	8.37
"	64.62	14.71	11.65	4.65
9	60.08	14.68	11.13	8.06
"	61.96	17.28	11.81	4.81
平均	61.60	17.18	10.00	6.25

231	62.83	18.56	11.43	7.33
"	66.78	14.98	8.07	5.82
"	65.66	15.80	10.14	8.18
平均	62.33	17.79	10.69	6.51

第六類 濃綠色

色の番號	SiO ₂	FeO	MnO	CaO
182	63.60	19.87	7.25	3.85
"	57.16	23.34	9.45	4.25
"	59.50	21.89	10.03	3.58
"	61.90	17.28	10.81	4.81
"	59.76	19.87	9.01	6.50
177	59.82	21.64	10.79	4.53
"	59.96	19.01	10.30	6.69
167	61.90	22.17	8.67	2.91
"	59.86	23.43	8.92	3.47
"	59.75	18.43	11.16	3.02
157	59.61	25.08	12.41	2.88
"	60.18	19.21	9.77	4.36
平均	60.23	20.55	9.89	4.28

以上の實驗結果より綜合すれば暗紫色のものは甚だ多量の FeO を含むも黒褐色又は黒綠色より淡褐色又は淡綠色になるにつれ FeO は次第に減じ行くことが知られる。然し褐色と綠色との區別は其化學成分によりては判然と類別することは困難なれども大體褐色を帶ぶものは MnO 多く CaO 少い。綠色を帶ぶものは比較的 MnO 少く CaO 多き傾向がある。これは前者はビール瓶の色と同じく MnO と FeO とが互に作用せし結果であり後者は MnO の作用鈍く FeO 強く作用せし結果

である。鋼滓が綠色なる時に滿俺銑を加ふれば褐色又は黒褐色となることより推量され得る (第 11 表参照) 又 Metal Industry (Oct 1, 1925) 紙上にも鎔銑爐の鎔滓の色が黄味を帯びるは滿俺の影響であると記載されてある。次に褐色にても綠色にても其淡きものは何れも CaO を多量に含んでゐることが特に目立つ。要するに鋼滓は大體次の如き成分に類別し得られる。第四表は平均成分であり第五表は其範圍を示すものである。

第四表 各種鋼滓の標準成分

種類	SiO ₂	FeO	MnO	CaO	備考
暗紫色	55.00	30.00	10.00	2.50	流動性良好なるも粘性なし
黒褐色	58.00	27.00	10.50	3.00	流動性粘性相當の程度なり
濃褐色	60.00	21.00	11.00	3.00	粘性強きと共に流動性も亦良好なり
淡褐色	62.00	18.00	10.50	6.50	流動性良好なるも粘性弱し
黒綠色	57.00	26.00	9.00	3.50	流動性良好なるも粘性なし
濃綠色	60.00	21.00	9.50	4.00	流動性良好なると共に粘性も可成存す
淡綠色	62.00	17.00	10.00	6.50	流動性良好なるも粘性弱し

第五表 各種鋼滓成分の範圍

種類	SiO ₂	FeO	MnO	CaO
暗紫色	50.00~57.00	28.00~33.00	9.00~12.00	2.00~4.00
黒褐色	55.00~60.00	24.00~30.00	10.00~13.00	2.00~4.00
濃褐色	58.00~62.00	18.00~25.00	10.00~13.00	2.00~4.00
淡褐色	60.00~65.00	14.00~21.00	7.00~12.00	3.00~8.00
黒綠色	54.00~60.00	24.00~28.00	6.00~12.00	2.00~6.00
濃綠色	57.00~62.00	17.00~25.00	7.00~12.00	3.00~8.00
淡綠色	60.00~65.00	14.00~21.00	8.00~12.00	3.00~8.00

次に鎔解當初及び添加物の種類によりて變化する狀況を示さう。

B. 鎔解當初の鋼滓

鎔解當初の鋼滓は殆んど暗紫色であり其成分は次の如きものである。

第六表

色彩	SiO ₂	FeO	MnO	CaO
暗紫色	54.40	29.09	9.44	2.24
"	55.80	32.23	8.46	3.52
"	54.37	32.13	11.63	1.81
"	54.70	31.19	11.82	2.27
"	56.82	29.56	10.86	2.15

C. 鑛石の影響

鑛石は大抵炭素高き時に加ふるものであり従つて精鍊の初めであるから鋼滓は暗紫色又は濃色である。それ故に鑛石を加へたる後は殆んど鎔解當初の色澤と全く同じきものとなる。

第七表

摘要	色彩	SiO ₂	FeO	MnO	CaO
鑛石加入前	黒褐色	58.86	24.02	10.58	3.81
鑛石 250 kg 加入後	暗紫色	56.80	29.66	10.40	2.02

鐵石加入前	濃 褐 色	60.00	21.02	12.58	3.48
鐵石 250 kg 加入後	暗 紫 色	55.72	31.72	9.83	2.58
鐵石加入前	黑 綠 色	59.06	26.87	8.92	4.00
鐵石 150 kg 加入後	暗 紫 色	54.37	32.13	11.63	1.86
鐵石加入前	濃 綠 色	59.80	23.43	8.77	3.47
鐵石 200 kg 加入後	暗 紫 色	54.40	29.09	9.44	2.04

D. 石灰石の影響

石灰石を加へたる時は其色淡くなり其成分は石灰分を増して FeO は減するも MnO には變化はない。

第 八 表

摘 要	色 彩	SiO ₂	FeO	MnO	CaO
石灰石加入前	暗 紫 色	56.36	29.68	10.56	2.13
石灰石 30 kg 加入後	黑 褐 色	58.80	26.66	10.45	3.86
石灰石 20 kg 加入後	濃 褐 色	61.52	21.02	10.54	4.05
石灰石加入前	黑 褐 色	53.62	26.54	10.16	3.42
石灰石 50 kg 加入後	淡 褐 色	61.72	17.86	9.64	7.73
石灰石加入前	黑 綠 色	57.90	28.64	8.33	3.87
石灰石 20 kg 加入後	濃 綠 色	59.32	23.04	8.56	4.38
石灰石加入前	黑 綠 色	58.79	27.45	6.56	3.81
石灰石 50 kg 加入後	淡 綠 色	68.08	15.80	7.14	8.18

E. 螢石の影響

螢石も石灰石と同じ影響なれども其力弱く極めて緩慢であつて粘性も相當に保たるゝ故に結果良好である。

第 九 表

摘 要	色 彩	SiO ₂	FeO	MnO	CaO
螢石加入前	暗 紫 色	56.80	29.66	10.46	2.02
螢石 30 kg 加入後	黑 褐 色	58.66	26.50	10.58	3.47
螢石 20 kg 加入後	濃 褐 色	61.32	23.48	10.85	3.69
螢石 70 kg 加入後	淡 褐 色	61.52	21.62	11.02	3.81
螢石加入前	暗 紫 色	55.78	30.56	8.55	2.37
螢石 30 kg 加入後	黑 綠 色	58.12	25.43	8.93	3.14
螢石 25 kg 加入後	濃 綠 色	59.32	23.04	9.78	5.38
螢石 50 kg 加入後	淡 綠 色	60.00	14.68	10.13	8.06

F. 滿 俺 の 影 響

MnO は FeO と相關聯して作用し其影響甚だ複雑なる故に概括的に述ぶることは困難であるが其量餘り多からざる時は褐色を帯ぶるも其量多き時は淡帶黃綠色となる。先づ暗紫色のものに 50 kg 位の滿俺銑を加ふれば FeO は減じて MnO は増加し、黒褐色より濃褐色となるも淡褐色とはならない。又淡褐色のものに上述位の滿俺銑を加ふれば濃褐色となる。次に綠色のものは其濃淡により黒褐色又は濃褐色となる。それ故に差物（滿俺銑 135 kg）を加へし後は殆んど濃褐色又は黒褐色となる。然し鎔解後直ちに多量の滿俺銑を加ふれば（800 kg位）初め黒褐色なるも精鍊進むに従ひ帶綠褐色より遂に淡帶黃綠色となりそして表面は漆狀の光澤を有するものとなる。これらの現象は FeO と MnO との影響であつて此兩者が共に作用を及ぼす時は褐色となるも FeO より MnO 多き時は FeO の影響を打ち消して MnO の影響強くなるからである。

a. 第十表 比較的少量なる場合

摘 要	色 彩	SiO ₂	FeO	MnO	CaO
鎔 解 後	暗 紫 色	55.20	29.69	9.84	2.84
滿俺銑 30 kg 加入後	黒 褐 色	57.58	26.84	10.26	2.35
同 上	濃 褐 色	64.83	20.10	10.64	2.02
同 上	同 上	66.56	17.54	11.60	1.79
滿俺銑加入前	淡 褐 色	62.43	20.42	10.35	6.70
滿俺銑 30 kg 加入後	濃 褐 色	58.74	21.84	11.38	3.47
滿俺銑加入前	淡 綠 色	57.60	18.06	10.03	8.37
滿俺銑 30 kg 加入後	濃 褐 色	59.75	21.57	11.21	5.42
同 上	黒 褐 色	58.63	23.43	11.87	3.13

b. 第十一表 差物を加へたる場合

(滿俺銑 135 kg、硅素銑 50 kg)

摘 要	色 彩	SiO ₂	FeO	MnO	CaO
差物加入前	濃 褐 色	66.56	17.57	11.60	1.79
差物加入後	黒 褐 色	62.32	14.40	18.02	1.68
差物加入前	濃 綠 色	62.20	20.28	9.52	5.85
差物加入後	黒 褐 色	66.40	16.13	11.56	2.85
差物加入前	淡 褐 色	62.25	20.42	11.64	5.66
差物加入後	濃 褐 色	60.32	17.40	15.02	1.63
差物加入前	淡 綠 色	61.72	19.43	7.23	8.93
差物加入後	濃 褐 色	62.86	16.01	16.98	3.26

c. 第十二表 比較的多量なる場合

試料採取時間	摘 要	銻 銅 成 分			銻 滓 成 分				
		C	Si	Mn	SiO ₂	FeO	MnO	色 彩	番 號
10-30 ^{P.M.} 4-30 ^{A.M.}	裝 入 時 熔 解 時	1.54	0.64	0.98	(計 算)				
6-20	800 kg 滿俺銑加入	0.62	0.06	0.14	60.98	20.74	15.24	濃 褐 色	147
6-30		(0.85 %Mn)							
7-10		0.83	0.27	1.32	54.28	12.10	30.79	帶 綠 濃 褐 色	144
7-25		0.81	0.34	1.27	54.44	9.50	32.19	帶 綠 褐 色	184
7-40		0.81	0.34	1.08	59.86	9.21	28.09	"	"
7-55		0.79	0.34	0.99	54.32	8.67	33.45	帶 黃 綠 色	158
8-10		0.78	0.34	0.73	53.26	7.63	34.81	"	"
8-25		0.76	0.38	0.79	53.26	7.06	35.12	"	"
8-40		0.75	0.36	0.70	53.40	6.77	33.98	"	"
9-00		0.74	0.35	0.63	53.54	6.35	33.76	"	"
9-30		0.71	0.34	0.60	53.90	6.05	34.68	"	"
10-00		0.68	0.31	0.54	55.44	6.91	35.34	淡 帶 黃 綠 色	188
10-30		0.63	0.31	0.55	55.00	7.34	31.71	"	"
11-00		0.61	0.30	0.52	56.98	7.78	31.54	"	"
11-30		0.57	0.33	0.47	57.50	8.34	31.62	"	"
12-00		0.50	0.26	0.44	57.58	8.06	30.98	"	"
0-30 ^{P.M.}	0.46	0.28	0.44	57.56	8.92	31.15	"	"	
1-00	0.43	0.28	0.44	59.68	8.35	29.37	"	"	
1-30	0.41	0.26	0.41	59.54	8.06	29.02	"	"	
2-00	0.39	0.29	0.41	59.30	8.64	29.02	"	"	
2-30	0.37	0.26	0.38	59.68	8.06	28.34	"	"	
3-00	0.34	0.26	0.36	60.22	8.35	27.92	"	"	

c. 第十三表 比較的多量なる場合

(ニッケル、クロム鋼)

試料採取時間	摘 要	銻 銅 成 分			銻 滓 成 分				
		C	Si	Mn	SiO ₂	FeO	MnO	色 彩	番 號
10-30 ^{P.M.} 4-30 ^{A.M.}	裝 入 時 熔 解 時	1.30	0.54	0.64	(計 算)				
6-30	800 kg 滿俺銑加入	0.42	0.10	0.12	59.12	23.84	12.98	濃 褐 色	147
6-40									
7-10		0.67	0.27	1.32	58.50	12.98	26.91	帶 綠 濃 褐 色	144
7-40		0.62	0.28	0.73	55.00	8.98	30.52	帶 綠 褐 色	184
8-10		0.56	0.33	0.63	54.40	9.50	30.45	帶 黃 綠 色	158
8-40		0.54	0.31	0.57	56.80	8.05	32.68	"	"

9-10		0.53	0.34	0.51	55.56	6.95	32.56	"	"
10-00		0.52	0.27	0.42	56.90	8.34	31.54	"	"
11-00		0.50	0.25	0.44	57.10	8.35	31.49	淡帯黄緑色	188
12-00		0.49	0.22	0.41	57.04	8.06	30.85	"	"
1-00	P.M	0.46	0.22	0.40	58.12	8.36	30.64	"	"
2-00		0.44	0.20	0.31	56.96	8.06	29.84	"	"
3-00		0.38	0.21	0.34	56.68	9.22	27.85	"	"

188..White

Cadmium light

Emerald Green

184..White

Chrome Yellow light

Chrome Green light

158..White

Chrome Green light

Yellow Ochre

實際は是より少し濃きも他に適當なる色なき故に之を採つた（此色は石版刷にある）。

又 B. E. L. De Maré 氏は優良なる鋼を製造する爲めに多量の滿俺を含まして操業せしに、鑛石を用ひしも初めより終りまで青黄色の鋼滓を得たりといふ。其の作業成績は次の如きものである（Chem. & Met. Eng. Jun. 9. 1927）。

第十四表

試料採取時間	銻鋼成分			鋼滓成分							備考
	C	Si	Mn	SiO ₂	MnO	FeO	Fe ₂ O ₃	CaO	Cr ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	
2-50	1.72	0.67	1.74								装入材料 熔解時
3-05	1.17	0.08	0.22	55.00	28.00	11.10	1.40	2.60	0.30	1.40	400封度石灰石投入
3-50	0.93	0.10	0.22	57.00	25.00	10.30	0.60	3.90	0.30	1.40	1,000封度鑛石投入
5-30	0.72	0.15	0.22	58.00	22.70	11.00	0.70	3.90	0.20	1.90	攪拌
6-37	0.60	0.20	0.25	60.70	21.30	10.50	0.90	3.30	0.20	1.50	"
8-10	0.48	0.22	0.26	62.20	18.70	12.70	1.00	2.50	0.20	1.50	"
9-11	0.45	0.22	0.28	63.00	16.50	13.90	0.90	2.50	0.20	1.50	"
9-40	0.45	0.29	0.28	58.50	18.00	15.50	2.10	2.40	0.20	1.60	1,015封度滿俺銑加入
10-00	0.49	0.30	0.75	58.50	18.80	15.00	0.40	2.40	0.20	1.50	出鋼前

装入量 140,000 封度（銑鐵 35% 屑鐵 65%）

それ故に滿俺多き場合の鋼滓は結局次の如き成分となるものであつて其代表的色彩は淡帯黄緑色である。

第十五表

色彩	番 號	SiO ₂	FeO	MnO	CaO
淡 帶 黄 緑 色	188.				
帶 黄 緑 色	158	55.00~60.00	10.00 以下	20.00 以下	3.00 以下
帶 緑 褐 色	184				

G. 其他の場合

多くの試料の内には上述せる諸項の何れにも屬せざるものがある。即ち次の如き成分のもので FeO 甚だしく CaO を多く含み灰綠色を呈するものである。Sisco 氏の所謂 15% 以下の FeO を含むものは灰綠色なりとはこれに屬するものであらう。然しかゝる成分のものは石灰石を用ひて床流しせし時か又は取鍋の裏付に熔融せし部分に生ずるものであつて普通の作業状態にては殆んど生じないから一般のものとは項を改めて述ぶることとした。かゝる状態のものは製鋼作業上には好ましからざることは勿論である。

第十六表








摘 要	SiO ₂	FeO	MnO	CaO	色 彩
床流し後爐床に在りしもの	57.60	8.06	10.03	18.37	淡 灰 綠 色
餘湯溜中に在りしもの	60.20	10.94	9.61	10.31	"
取鍋中に在りしもの	64.20	12.67	13.09	6.83	濃 灰 綠 色
取鍋の裏付に熔着せしもの	59.96	19.01	11.30	6.16	"

5. 結 論

以上述べたることを綜合すれば鋼滓の色は一つは酸化の程度により一つは含有成分の量及び種類によりて變化するものである。即ち酸化の度強き時は其色濃く遂に黒色となる。其色淡き低級酸化物なる FeO は還元され易きも其色濃き高級酸化物なる Fe₃O₄ 及び Fe₂O₃ は還元され難き故に甚だ有害である。それ故に強き酸化焔を働かしむることは避けねばならぬ。又其含有成分は主に酸化鐵の量によるものであつて其量多き時は濃く其量少き時は淡くなるものであるが色彩は酸化滿俺の量によりて非常に異り其量比較的少き時は綠色を呈するも其量稍々多くなれば褐色となる。然し更に多くなれば淡帶黃綠色となるものである。

鋼滓の成分は酸性度 (SiO₂) と鹽基性度 (主に FeO, MnO, CaO) とが互に飽和する位にあるが理想であるが鹽基性の内 FeO 多きことは熔鋼の酸化甚しく精鍊充分行はれざることを證明するものなれば好ましからず。かゝる鋼滓に差物を加へても其歩留り悪い。又 CaO は流動性を與ふる爲めには結果よきも FeO を其儘熔鋼に移動せしめる故に成る可く避けねばならぬ。色の極淡きものは必らず FeO 少きと同時に多量の CaO を含むことより考ふれば鋼滓中の FeO が熔鋼中に多量移動せしものと思はる。石灰分を與ふるものとしては石灰石の外に螢石があるがこれは石灰石に比して其力弱く餘り急激に反應せざる故に石灰石よりも寧ろ良好である。次に滿俺は FeO を還元して MnO となり鋼滓中に入り流動性をよくする故に甚だ良好である。MnO は其量非常に多き時は淡帶黃綠色なれども普通の場合に於ては褐色とならしむる故に鋼滓の色としては褐色が最も良好である。それ故に褐色にして粘性強き時は石灰分を加へて可なるも綠色なる時は石灰分を加へず寧ろ滿俺分を與ふべきである。何れにしても MnO 多きことは精鍊作用を良好ならしむるものであるが餘り多量の滿俺分を加ふれば不

酸性平爐操業中最も多く出會する鋼滓の類似色

<p>53. Ivory Black Chrome yellow Deep White</p>	
<p>147. Yellow Ochre White Chrome Yellow Deep Chrome Green Light</p>	
<p>55. White Cadmium Light Ivory Black Veronese Green</p>	
<p>39. Emerald Green Yellow Ochre White Bumt Umber Chrome Yellow Deep</p>	
<p>182. Chrome Yellow Deep Chrome Yellow Deep White</p>	
<p>7. White Chrome Green Light Chrome Yellow Deep Yellow Ochre</p>	
<p>188. White Cadmium Light Emerald Green</p>	

經濟なる故に普通の場合に於ては鋼滓が褐色となる程度即ち次の如き成分を有するやうに作業すれば良好である。

SiO ₂	FeO	MnO	CaO
55,00~60,00	25,00 以下	10,00 以上	3,00 以下

此實驗は只實地作業上より得たる數百種の試料を分類せしのみであつて學理的論證は甚だ薄弱であり且つ其正鵠を失せる所多からんと思はるゝ故に批判の勞を執り下さる諸賢あらば幸甚の至りである。此處に擱筆するに當り多大の御援助下されし小島豐榮及び岩橋榮治兩氏に深く感謝す。

(川崎造船所兵庫工場にて)

鋼塊に起る偏析の研究 (IV)

(大正十五年九月二十二日日本鐵鋼協會講演會講演)

蒔田宗次

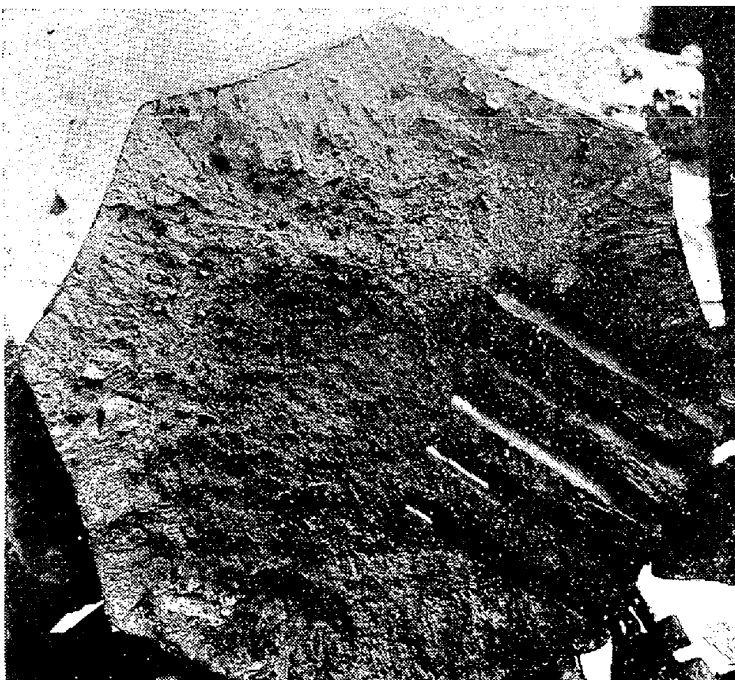
第七章 角隅幽痕の生因、挾込説

第四〇節 難 解

角隅幽痕は鋼塊の角隅に於ける偏析の現象なること、前章に記する所に依りて明なり。此の種の幽痕は未だ一噸以下の小鋼塊に存するを見ず、常に大鋼塊に發生するものなるを以て其の生因に就き實驗的に探究すること容易ならず。従來種々の臆説行はれ、或は原料に因るものとし、或は鑄解の法に

第四五圖

× 約 0.088



因るものとし、或は鋼の實質に因るものとし、或は鑄造の法に因るものとして其の歸する所なく、西歐諸國に於ても未だ確説の提示せられたるものなし。故に防禦の方針適確ならず、従て其の發生は製造上避くべからざる難解のものとして永く技術者をして懊惱せしめたり。茲に實驗の見地より其の生因を論證し、之に關する諸現象を解明し以て防禦方針の基礎を確定せんとす。

本章に於て先づ角隅幽痕發顯に關する主要なる事項を擧げ此等の現象は挾込説に依りて解し得るや否やを論ぜんとす。