

鹽基性電氣爐鋼滓鹽基度迅速判定法

新 持 喜 一 郎*

Measuring Slag Basicity

By Kiichiro Shinji

Yasugi Work, Hitachi, Ltd.

Abstract

The writer investigated fast measuring methods for slag basicity and first used the reflex microscope method, whereby slag basicity can be measured within 5-10 minutes. However, this method could not be applied satisfactorily in some points to an electric furnace at melting operation.

Therefore, the writer sought a method better suited to the operating furnace than the first method.

The results gained were as follows:

The slag basicity can be measured through conditions of its surface, fracture of the slag pancake and color of the slag powder. The relations between lustre and crease of the surface, porosity of the fracture, color of the powder, the basicity and ΣFeO were ascertained.

Utilizing the results of the experiments, basicity and ΣFeO can be measured in only 3 minutes after the slag pancake was taken out. But this method is somewhat less accurate than the reflex microscope method.

[I] 緒 言

著者は嚮⁽¹⁾に鹽基性電氣爐鋼滓鹽基度迅速判定法として反射顯微鏡組織に依るものに就て研究した處を報告した。即ち鋼滓の薄片を採り、金屬試料の場合の如くこれをサンドペーパーにて研磨し、最後に辨柄水を使用して羽布仕上後 0.5% HCl 水溶液にて腐蝕し、組織を檢鏡して既知の標準組織と比較して鹽基度を判定する方法を確立した。しかし乍ら本法は判定値は正確であるが、試料の準備に時間を要し、且つ顯微鏡を使用しなければならぬ關係上熟練しても尙 5~10 分を要し、設備の點に於て現場作業に則しない憾みがあるので、より簡單でより短時間に判定し得る方法に就て研究を進めることにした。

著者は鋼滓の色、模様、破面の状態から判定する方法に就て追求せんとした。この種の方法に就ては既に平爐鋼滓に對して C. R. Funk⁽²⁾ 及び金森氏⁽³⁾ 等が發表して

いるが、電氣爐鋼滓に就て研究せられた報告に未だ接しない。

[II] 試 料

各鋼滓に就てその熔解各期の鋼滓をスプーンで汲み、これを 70mm ϕ × 20 mm h の金型に注入した。冷却、凝固した後取り出してパンケーキ状試料を得、これに就て表面の光澤、模様、破面の状態、粉末の色を調査した。總計 170 箇の試料を採取して實驗に供したが、その總てに就て化學分析結果を示すことは略し、必要に應じその一部を示すに止める。

[III] 鋼滓パンケーキ試料の外観及び破面状態と鹽基度及び ΣFeO との關係

統計的に調査した結果、次の結論を得た(第 1 表参照)。即ち傾向的な定性的表現しか可能でない。實例の一二に就て示せば第 2 表の如くである。

第 2 表から判る如くこの外観及び破面状態と鹽基度及

* 日立製作所安來工場

第 1 表 外觀及び破面状態と鹽基度及び ΣFeO との関係

Table 1 Relation between Condition of Surface and Fracture of Slag Pancake, Basicity and ΣFeO .

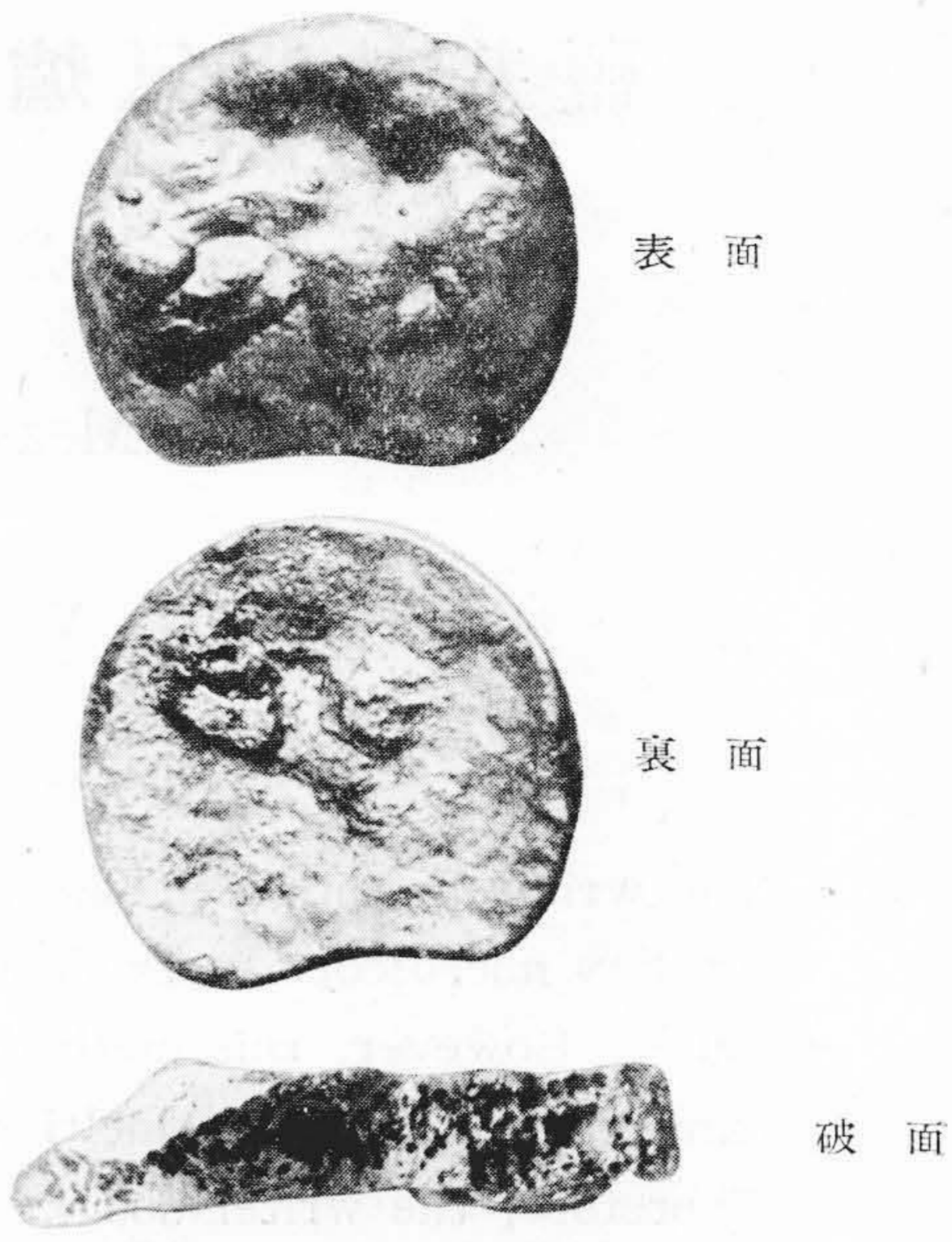
鹽基度	ΣFeO の増加に従て變化する傾向		
	光 澤	皺	破 面
1~3	増加する	次第に小さくちりめん状になる	氣孔増加
3~5	同 上	同 上	氣孔減少
5~6	同 上	同 上	氣孔増加

び ΣFeO との関係は他の諸條件に依つて影響される故か相當のばらつきがある。

尙表面の光澤は鹽基度の増加に従て減少する。第 1~3 圖に示す如く、 ΣFeO の含有量に若干の差異があるが、鹽基度の増加に従て光澤が減少して行くことが認められる。

[IV] 鋼滓の色と鹽基度及び ΣFeO との関係

鋼滓はこれを粉碎して 100 メッシュに篩別して色調を肉眼で觀察した。塊状では同一の色調のものも粉末状態で觀察するとその間に差異を識別し得る。その結果を示すと第 4 圖の如くにして、これから判る様に色と鹽基度及び ΣFeO との間には或る關連性が認められる。即ち (1) ΣFeO 約 5% 以下に於ては (範圍 I) ΣFeO の増加に従て白→薄鼠となり、(2) 鹽基度約 2.7 以下に



第 1 圖 鹽基度 = 1.76 ΣFeO = 16.21%

Fig. 1 $\text{CaO}/\text{SiO}_2 = 1.76 \Sigma \text{FeO} = 16.21\%$

於ては (範圍 II) 薄鼠→鼠→黒鼠となり、(3) 鹽基度 2.7~4.5, $\Sigma \text{FeO}_s \sim 16$ に於ては (範圍 III) 灰色系統となり、(4) その他の範圍即ち IV に於ては黒褐色系統で ΣFeO の増加に従て色が濃くなる。各範圍を示す境界線附近はそれぞれの混合色を呈す。實際にはこれ等の試料を鹽基度及び ΣFeO に對應して分類し、標準試料として整理しておき、實際の鋼滓粉末と比較するのに便ならしめている。しかし乍ら色の肉眼判定はその時々諸條件に影響されることは當然であつて、天候、室内の位

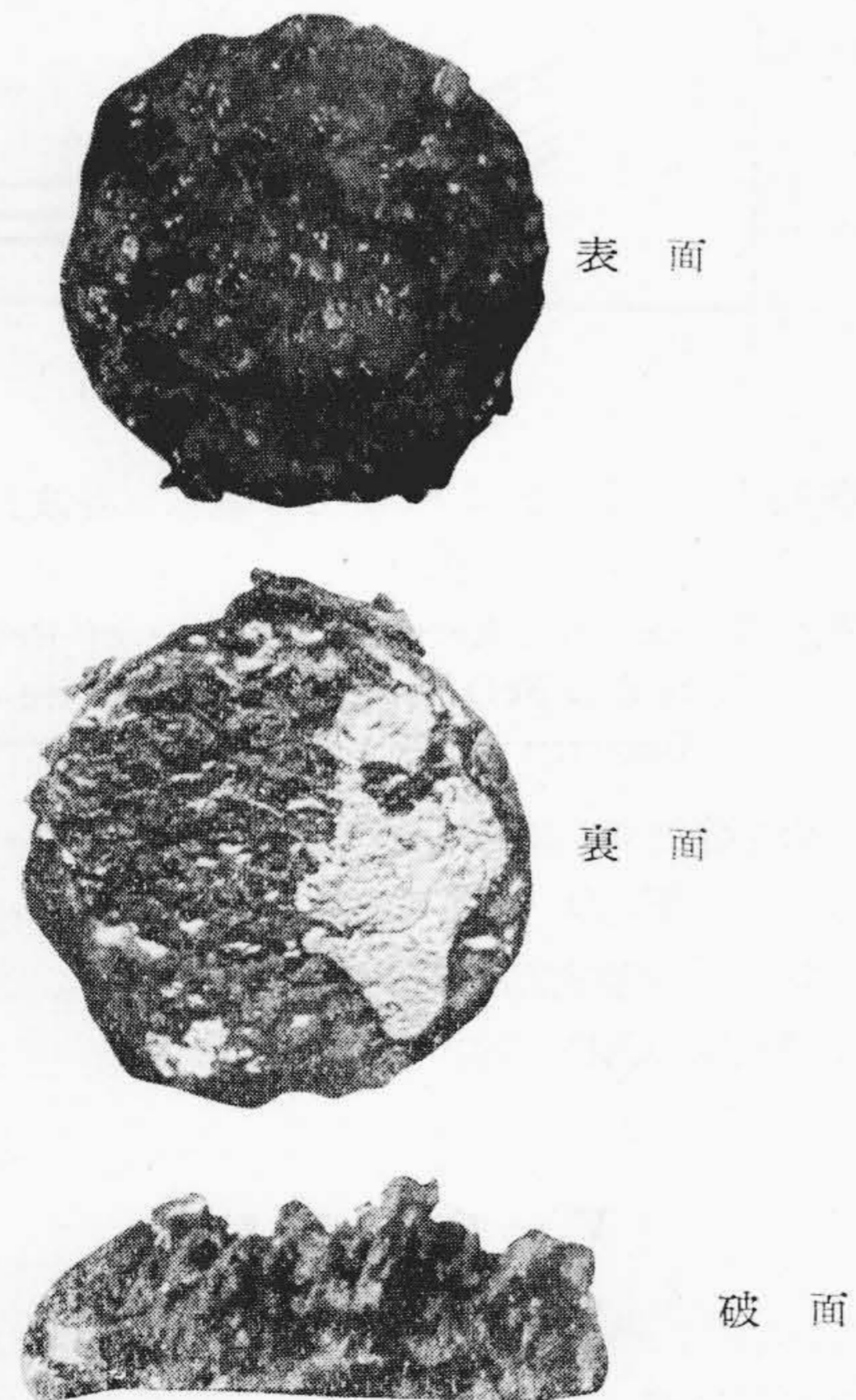
第 2 表 試料の化學組成 (%) と外觀及び破面状態

Table 2 Chemical Composition of Slag Pancake and Condition of its Surface and Frature.

試番	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	MnO	Cr ₂ O ₃	WO ₃	CaO/SiO ₂	ΣFeO	外 觀		破 面
												表 面	裏 面	
1	3.96	7.71	17.14	53.49	6.97	4.64	0.47	1.24	5.40	3.12	10.90	光澤僅 皺(大)あり	光澤僅	中央部 空洞
2	11.21	5.73	15.20	48.84	4.42	2.70	6.39	3.69	—	3.21	16.36	光澤稍あり 皺(小)あり	光澤あり	中央部 小空洞
3	14.88	5.36	16.30	48.50	3.48	7.18	3.28	1.23	—	2.97	19.69	光澤あり 皺(大)あり	光澤稍 あり	氣孔あり 中央部 空洞
4	8.82	2.44	12.80	53.58	10.96	8.06	1.84	3.08	—	4.18	11.01	光澤なし 皺(大小)あり	光澤稍 あり	氣孔多し
5	8.52	7.89	13.82	59.24	5.07	1.50	0.54	4.42	—	4.28	15.61	光澤稍あり 皺(小)あり	光澤僅	同 上
6	20.40	6.94	11.88	46.46	3.36	6.62	3.65	0.80	—	3.91	26.63	光澤稍あり 皺なし	光澤稍 あり	中央部 小空洞

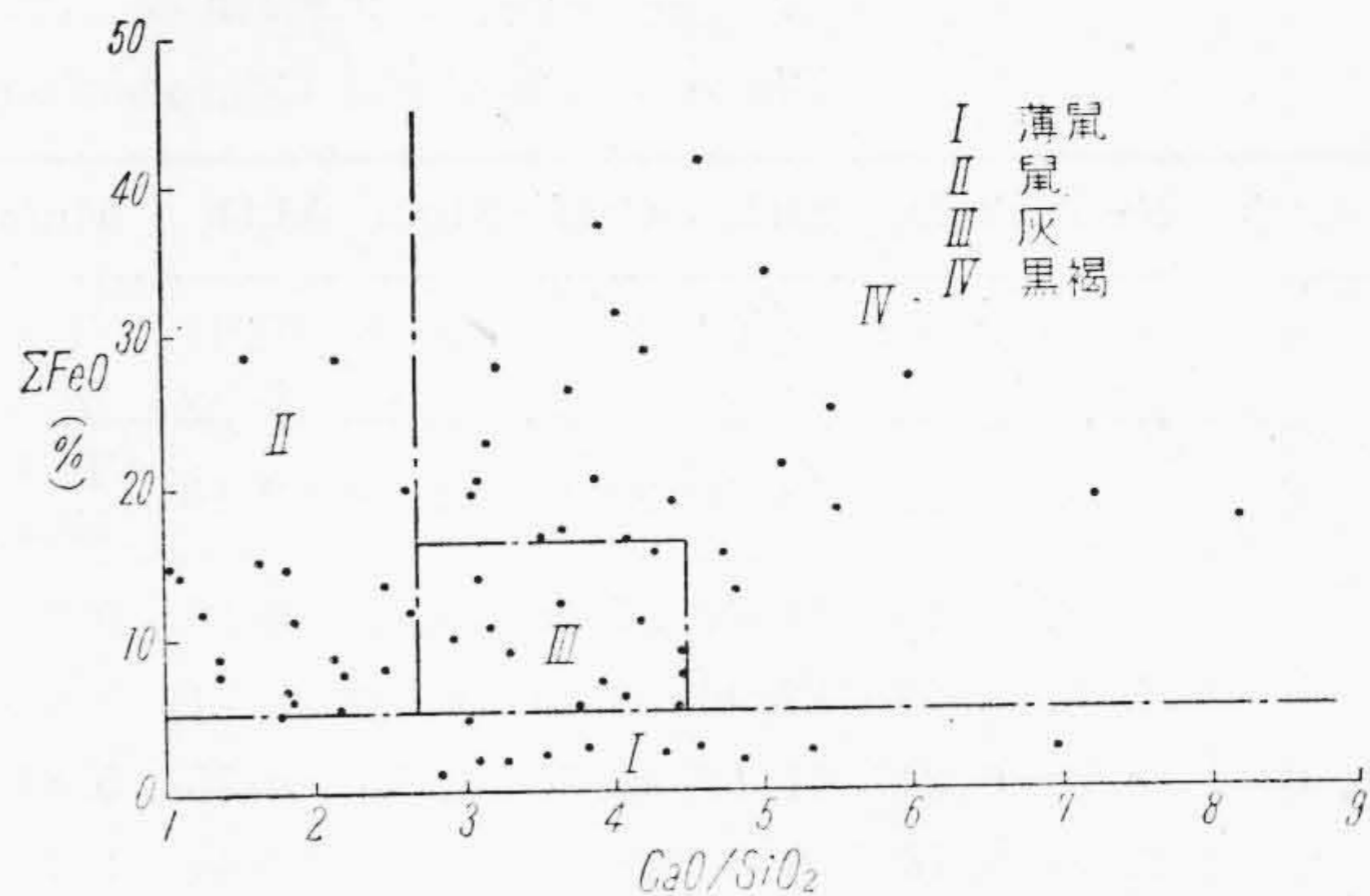


第2圖 鹽基度=27.9 Σ FeO=18.70%
Fig. 2 CaO/SiO₂=27.9 Σ FeO=18.70%



第3圖 鹽基度=5.41 Σ FeO=22.88%
Fig. 3 CaO/SiO₂=5.41 Σ FeO=22.88%

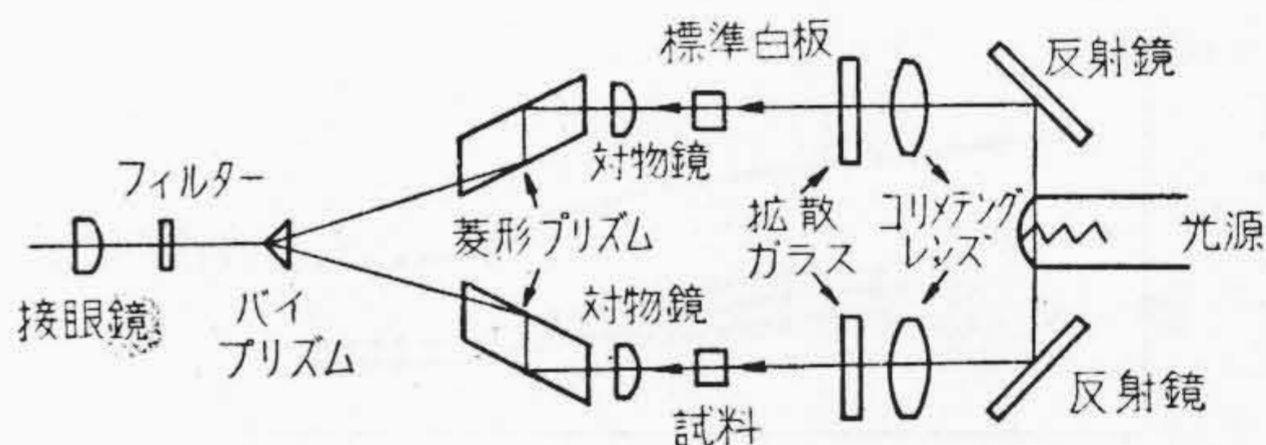
置、生理的條件等種々ある。又色の表現は概念的にして微妙な處はかゝる表現に従て正確に把握することは不可能である。従て色を科學的に測定し、その結果から鹽基



第4圖 鹽基度及び Σ FeO と色との關係
Fig. 4 Relation between Basicity, Σ FeO and Colour.

度及び Σ FeO の値を判定すべく二三の實驗を行つた。即ちプルフリッヒ式光度計に依つて色を定量的に測定した結果を迅速判定法に導入せんと試みた。

物體の色は種々の波長に對する反射の程度の差異から生じて來る現象であり、従て種々の波長に對する反射の程度を決定することに依り物體の色を定量的に表現することが可能である。この目的のために使用したプルフリッヒ式日立萬能光度計の説明圖は第5圖に示す如くであ



第5圖 プルフリッヒ式光度計説明圖
Fig. 5 View of Pulfrich Type Photometer.

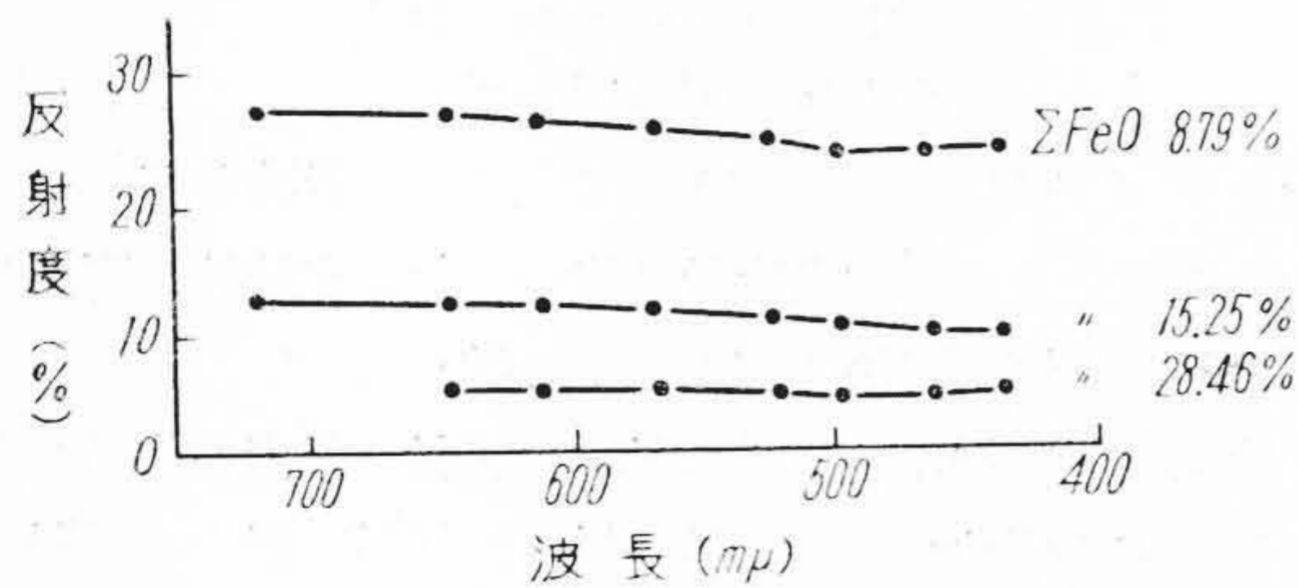
る。試料として100メッシュの粉末を使用した。試料の粉末粒度が色に及ぼす影響は當然考えられるので、これを一定にする必要があるが本研究に於ては100メッシュに限定した。種々の波長に對する反射力の測定には色フィルターを使用した。この色フィルターを光路に挿入し白色板及び試料より反射して來る各波長の量を前者を100%として比較定量した。鹽基度1.5~5.5に亘つて實驗したが、茲にその一部を述べる。第3表に試料の化學分析結果を示す。

第6及び7圖はそれぞれ鹽基度1.5及び4の鋼滓の反射度と波長との關係を各Σ FeO含有量に就て測定した結果である。又Σ FeOと反射度との關係を各波長に就て示すと第8及び9圖の如くである。即ちΣ FeOの増加に従て反射度は減少しているが、その程度はΣ FeOの増加に従て次第に小になることが認められる。従てΣ FeOの増加につれて次第に黒味がかつて來るこ

第3表 試料の化學組成 (%)

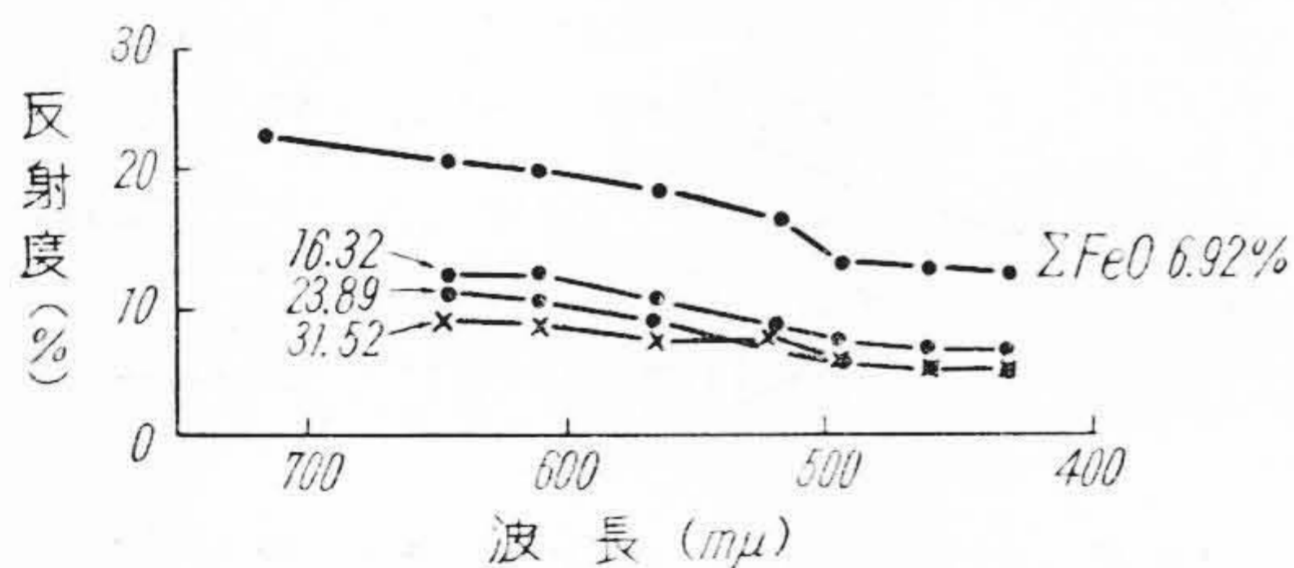
Table 3 Chemical Composition.

試番	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	MnO	Cr ₂ O ₃	Σ FeO	CaO/SiO ₂
1	6.39	2.68	3.60	42.40	9.68	10.91	1.98	0.95	8.79	1.38
2	13.39	2.08	21.02	34.84	17.14	3.34	10.25	0.60	15.25	1.65
3	24.76	4.12	18.50	29.10	12.12	3.10	(TiO ₂) 12.10		28.46	1.57
4	6.52	0.45	14.60	57.56	10.12	6.20	0.95	0.89	6.92	3.94
5	11.43	5.44	12.96	53.09	6.46	5.71	1.62	0.55	16.32	4.09
6	18.29	6.24	11.16	44.36	4.70	6.70	5.87	0.68	23.89	3.97
7	22.75	9.76	9.56	38.52	6.39	16.41	2.18	0.45	31.52	4.02



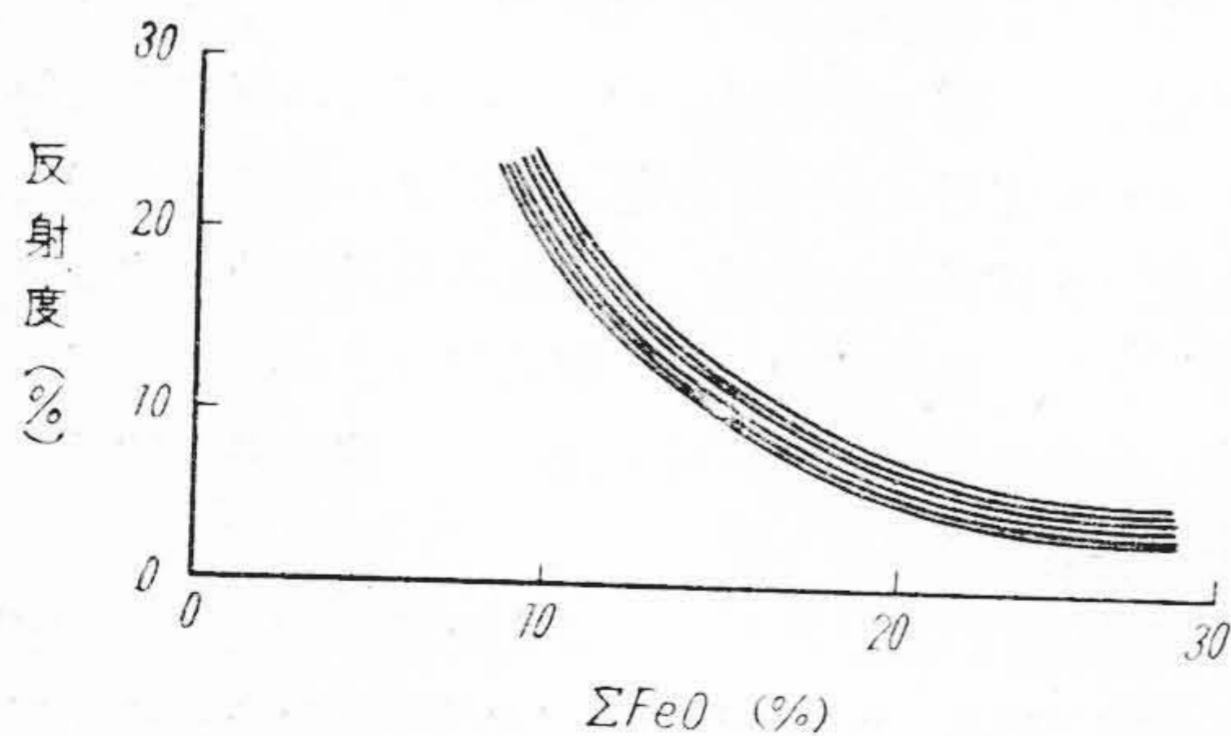
第6圖 反射度、波長及び Σ FeO との関係 鹽基度 1.5

Fig. 6 Relation between Degree of Reflexion, Wave-length and Σ FeO Basicity 1.5.



第7圖 反射度、波長及び Σ FeO との関係鹽基度 4

Fig. 7 Relation between Degree of Reflexion, Wave-length and Σ FeO Basicity 4.

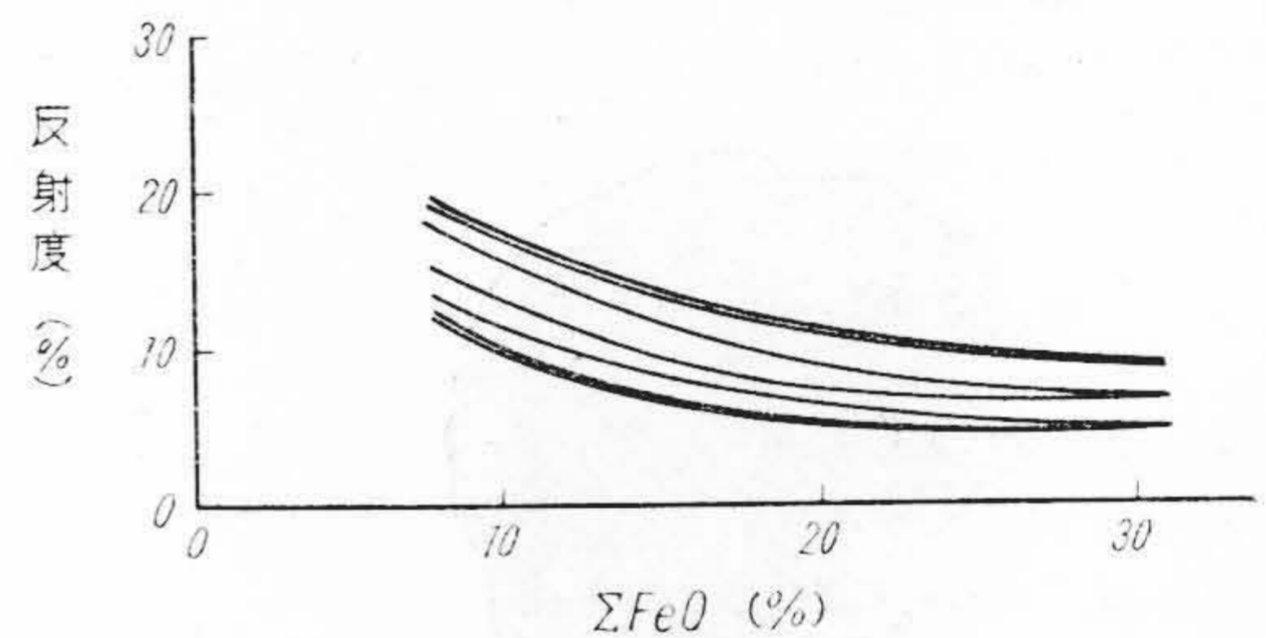


第8圖 反射度と Σ FeO との関係 (各波長に對する) 鹽基度 1.5

Fig. 8 Relation between Degree of Reflexion and Σ FeO Against Each Wave-length Basicity 1.5.

とが判る。しかして黒味がかつて來る程度は Σ FeO の増加に従て次第に飽和するから、肉眼判定する場合、Σ FeO が或る程度高くなると判定が困難になつて來ることが判る。又この反射度對波長曲線は鹽基度及び Σ FeO のみに依つて決定されるものでないことが實驗的に確められたので、從てこの曲線から鹽基度及び Σ FeO を判定することはできない。

次に鋼滓の色に及ぼす各種成分の影響に就て二三検討した處を述べる。基準鋼滓として鹽基度 3.4, Σ FeO 10% のものを實際鋼滓から選り、これに WO₃, Cr₂O₃, MnO₂, Fe₂O₃, TiO₂, 硼砂、CaF₂ 及び Al₂O₃ をそれぞれ單獨に 1~15% 添加熔融せしめた後、100 メッシュに粉碎してそれ等の成分の添加に依る色の變化を比較した。その結果を要約すると、Fe₂O₃, WO₃, Cr₂O₃ 及び MnO₂ は黒化せしめるが、就中 Fe₂O₃ が顯著である。



第9圖 反射度と Σ FeO との関係 (各波長に對する) 鹽基度 4

Fig. 9 Relation between Degree of Reflexion and Σ FeO Against Each Wave-length Basicity 4.

又その量を増加するに従て次第に黒化の程度を増加する。しかして Fe₂O₃ 以外の諸成分は比較的含有される程度が少いから實際的には餘り問題にならないと思う。Al₂O₃, MgO, CaF₂ 及び硼砂は認むべき變化を及ぼさない。

[V] 應用實驗例

上述の如く、パンケーキ試料の外観及び破面状態と鹽基度及び Σ FeO との関係、100 メッシュの粉末色と標準試料との比較から實際の鋼滓に就て判定した實例を第4表に示す。所要時間は約3分である。尙参考のために反射顯微鏡組織から判定した値を併記したが、正確度は後者の方が若干勝つてゐる。判定値の要求される正確度の點に就ては、鹽基度と熔鋼との相互關係を追求した後に

第4表 應用實驗例 Table 4 Example for Application.

試料	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	MnO	Cr ₂ O ₃	CaO/SiO ₂	Σ FeO	外觀破面及び粉末色による判定		顯微鏡組織による判定	
											CaO/SiO ₂	Σ FeO	CaO/SiO ₂	CaO/SiO ₂
特工7種、熔落	6.86	2.48	14.20	58.46	7.34	5.30	1.05	—	4.11	9.08	2.8	20	3.8	
特工7種、酸化末期	9.36	4.20	12.00	58.00	5.86	6.20	1.68	—	4.83	13.13	4	12	4.3	
特工7種、熔落	5.76	2.16	22.60	52.66	7.66	5.58	0.85	—	2.33	7.70	2.3	8	2.6	
特工7種、熔落	5.06	1.62	23.60	49.52	7.05	9.68	0.95	—	2.09	6.51	2.1	8	1.65	
特工7種、酸化末期	7.24	1.80	16.60	56.40	6.78	7.70	1.54	—	3.39	8.85	3.3	15	3.5	
特工7種、熔落	12.32	2.40	29.30	37.12	6.86	11.52	0.65	—	1.26	14.47	1.6	15	1.5	
特工7種、酸化末期	6.14	2.64	13.70	60.30	4.28	8.50	0.98	—	4.40	8.51	4	8	4.8	
肌焼2種、熔落	10.62	6.56	13.74	48.61	9.35	6.20	2.69	2.84	3.53	16.51	4	16	3.8	
肌焼2種、熔落	15.94	3.08	14.00	39.19	7.25	3.72	4.75	11.09	2.79	18.70	2.5	20	2.6	
肌焼3種、酸化末期	18.70	4.43	12.80	43.09	8.28	0.70	4.23	8.00	3.36	22.68	3.5	16	3.5	
肌焼3種、酸化末期	21.77	5.85	10.60	44.25	6.03	0.16	3.00	6.72	4.17	27.02	4.6	22	4	
肌焼3種、熔落	18.50	6.32	4.70	43.69	6.80	2.96	2.25	9.18	4.50	24.18	5.2	22	4.5	
肌焼3種、熔落	18.36	1.90	8.70	44.14	5.67	3.48	2.73	11.59	5.07	20.06	5	19	5.3	
安全剃刀替刃鋼熔落	14.30	0.66	31.90	32.27	4.71	10.22	5.07	1.75	1.01	14.89	2.6	19	1	
安全剃刀替刃鋼酸化末期	10.08	5.89	12.04	57.21	2.68	7.54	1.55	0.76	4.75	15.37	4	20	4.3	
安全剃刀替刃鋼熔落	13.15	4.32	13.88	50.88	5.94	7.02	2.22	1.45	3.66	17.03	3.5	10	3.8	
安全剃刀替刃鋼酸化末期	10.46	1.49	12.70	54.32	6.59	9.04	1.76	1.44	4.27	11.79	4	10	4.3	
安全剃刀替刃鋼熔落	10.46	1.33	29.90	38.26	5.53	8.86	5.50	1.20	1.27	11.65	1.8	15	1.5	
安全剃刀替刃鋼酸化末期	9.12	3.49	16.00	58.50	3.33	7.02	1.80	0.96	3.65	12.25	4.5	9	3.8	
安全剃刀替刃鋼熔落	4.16	1.25	24.36	52.90	6.30	6.72	2.75	0.69	2.17	5.28	3	12	1.8	
炭素工具1種酸化末期	15.20	8.55	10.00	54.19	2.64	5.00	3.41	0.75	5.41	22.88	5	35	5.5	
炭素工具1種熔落	10.31	4.82	19.46	46.17	6.52	1.88	4.85	5.24	2.37	14.64	2.2	5	2.3	
炭素工具1種酸化末期	14.09	8.22	10.18	50.90	4.28	3.70	3.39	2.91	5.00	21.47	4.4	19	5	
自動車用Cr-Mo 5種還元中期	5.23	0.95	15.40	62.85	6.43	3.04	1.55	0.50	4.08	6.08	3	8	3.8	
自動車用Cr-Mo 6種酸化末期	26.87	11.50	9.40	36.71	6.52	0.88	4.33	4.16	3.90	37.20	3.5	35	3.8	
強靱鋼Cr-Mo 1種還元中期	4.16	1.12	14.96	66.50	4.06	2.66	0.92	0.61	4.44	5.16	4	8	4.4	
Cr-Mo 1種、酸化末期	17.54	1.60	10.58	46.61	11.98	9.16	2.09	2.69	4.40	18.97	4	20	4.3	
Cr-Mo 1種、酸化中期	16.38	5.91	10.16	46.61	9.71	5.52	2.49	3.09	4.58	21.69	4.5	20	4	
W-Cr 磁石鋼熔落	3.96	7.72	17.14	53.49	6.97	4.64	0.47	1.24 WO ₃ 5.40	3.12	10.90	2.5	10	3.7	

決定されるべき問題であると思う。

[VI] 酸性鋼滓の迅速判定法

鹽基度1以下の鋼滓に就て反射顯微鏡組織と鹽基度との關係を求めた。第5表に試料の化學分析結果を示す。第10圖は試番1の顯微鏡組織にして、白色粒は酸化物の固溶體、基地はβ石英である。試番2~5は針狀或は板狀晶の出現をみるが、これはCaO·RO·SiO₂にして基

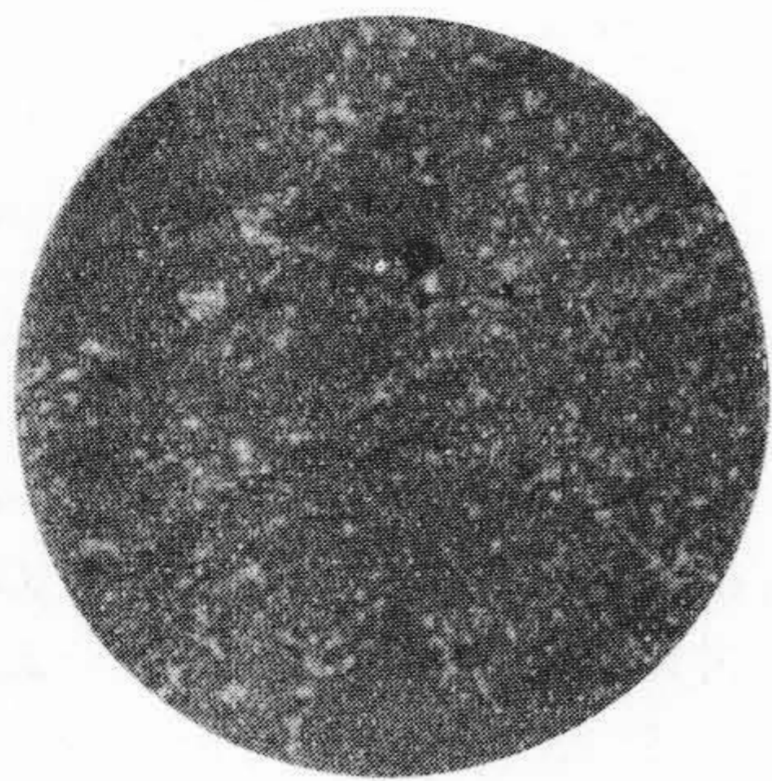
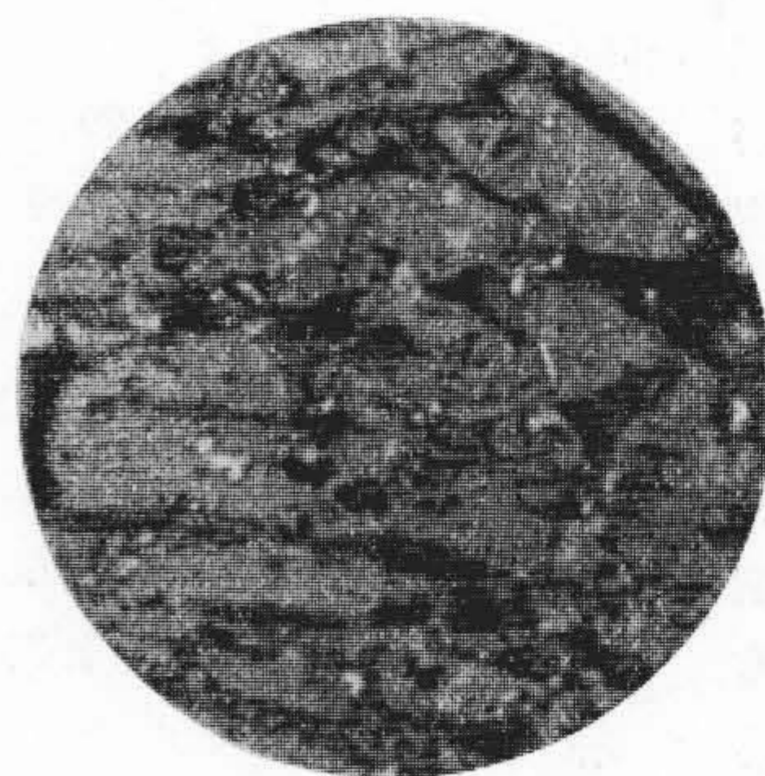
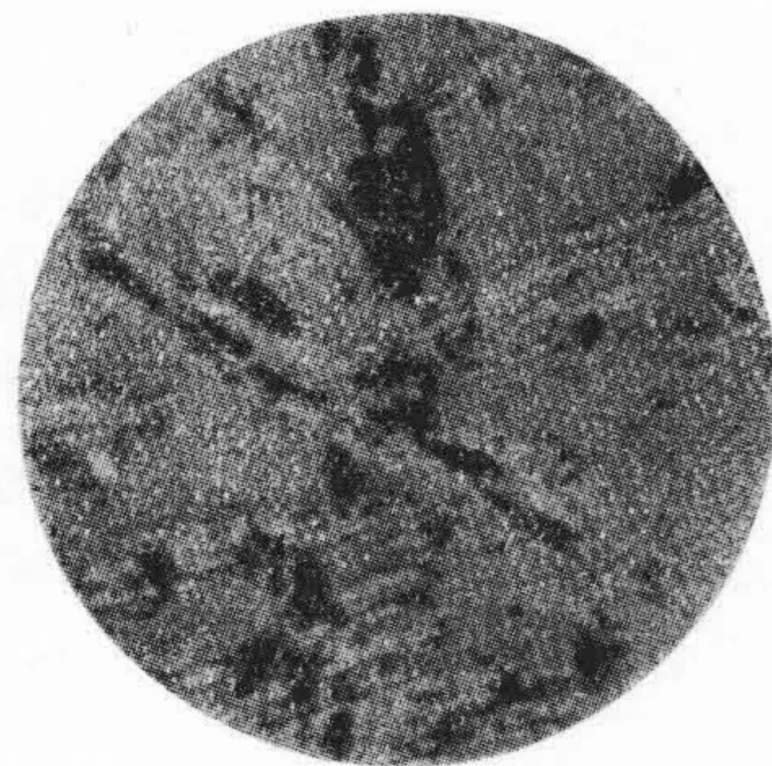
地はβ石英である。第11圖に試番2の組織を示す。尙CaO·RO·SiO₂のRはFe, Mg, Al, Mn等を代表している。第12圖は試番5の組織にして、大部分がCaO·RO·SiO₂晶かならつている。

酸性であるため粘性大にして、鹽基性の場合の如くペンケーキ試料を採取することが不可能であつたので、粉末の色と鹽基度及びΣFeOとの關係を追求した。その結果は鹽基性鋼滓の場合の如く明瞭に出ない。色は何れ

第5表 試料の化學組成(%)

Table 5 Chemical Composition.

試 番	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	MnO	Cr ₂ O ₃	CaO/SiO ₂
1	4.16	4.78	43.70	0.77	0.33	5.94	10.65	3.44	0.01
2	5.75	0.40	33.40	10.42	16.02	9.22	16.62	6.20	0.31
3	5.75	3.24	34.40	16.16	14.36	8.78	10.52	5.36	0.46
4	2.54	0.17	37.08	29.79	15.69	6.12	8.34	1.05	0.80
5	3.74	0.08	29.10	31.44	14.23	8.34	11.26	5.73	1.08

第10圖 試番 1 CaO/SiO₂=0.01 ×200Fig. 10 Sample CaO/SiO₂=0.01第12圖 試番 5 CaO/SiO₂=1.08 ×200Fig. 12 Sample 5 CaO/SiO₂=1.08第11圖 試番 2 CaO/SiO₂=0.31 ×200Fig. 11 Sample 2 CaO/SiO₂=0.31

も鼠系統である。

[VII] 結 言

鋼滓の鹽基度と Σ FeO をパンケーキ試料の外観及び

破面状態と粉末の色から迅速に判定する方法を確立した。所要時間約3分にして反射顯微鏡組織に依るものに比して正確度の點では稍劣るが、迅速と云う點では勝っている。酸性鋼滓に就て反射顯微鏡組織と鹽基度の關係を明かにした。

鹽基度と熔鋼との關係に就ては既に或る程度究明されているが、今後に残された問題も多々あるので、この面の研究を行い以て迅速判定法の應用價值を更に高め度いと考へている。

参 考 文 献

- (1) 新持：日評 32 第 11 號 46~52 (昭 25. 11)
- (2) C. R. Funk: Blast furnace & steel plant 539 ~549 (1948)
- (3) 金森：鐵と鋼、15~17 (昭 24.9)

