カントバックによる鑄鉄の連続分析*

塚 本 昭**・玉 理 博**・奥 山 敬**

The Continuous Analysis of Cast Iron by the Quantovac

Akira TSUKAMOTO, Hiroshi TAMARI and Kei OKUYAMA

(Toyo Kogyo Co., Ltd., Hiroshima)

A study on the excitation conditions and the analytical precision with use of the Shimadzu Vacuum Quantorecorder (or the Quantovac) was made for continuous, rapid and accurate analysis of cast iron, whose Carbon concentration was from 2.80 to 4.20%. It was found that Multisource gave the least variation at 50 μ H, 6 μ F, 5 Ω , and the reproducibility was 1.00% or less in terms of C.O.V. for each element. Further more, the Ag counter electrode could be continuously used for more than 750 analyses. Especially, under this condition, the excellent accuracy is easily attained in the routine analytical works which require successive disposal within 2 minutes.

1. 緒 言

カントバックによる鑄鉄の分析は近年徐々に実用化されている。しかし日常分析においてカントバック本来の特徴である連続迅速分析の点ではまだ完全なものではなかった。当社ではキューボラによる鑄鉄の溶解が行なわれているため試料を連続的にしかも迅速、正確に分析する

必要がある。そこでこれらの条件を満たすために発光条件、分析精度等種々検討を加えて所期の目的を達したので報告する。

2. 装置と分析線

装置と分析線を Table 1 に示す。

Table 1. Apparatus and analytical lines

Apparatus	Shimadzu Vacuum Quantorecorder							
Analytical lines (Å)	Fe	2714.4	internal standard		P	1774.9	Cr	2677.2
	Mg	2802.7	Si	2516.1	S	1807.4	Mo	2775.4
	C	1930.9	Mn	2933.1	Cu	3274.0	Ni	2316.0

3. 実験方法および実験結果

3.1 分析試料

迅速分析を前提としていることから金型急冷試料を採用しなければならない。そこで種々の金型を考案作製して実験¹⁾し最良の分析精度を与えるものを求めた。その

* 昭和 40 年 10 月 日本分光学会秋季講演会において発表

** 東洋工業株式会社 広島市外府中町

1) 昭和 41 年 5 月 日本分光学会講演会において発表

Photo. 1. Sample mould

Table 2. Composition of the analytical samples

Elements	Mg	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Mo	Ni
Ranges (%)	0.020 ~ 0.070	2.80 ~ 4.20	1.00 ~ 3.30	0.20 ~ 1.20	0.020 ~ 0.100	0.010 ~ 0.150	0.20 ~ 1.00	0.10 ~ 1.00	0.10 ~ 0.60	0.10 ~ 0.40

金型を Photo. 1 に示す。金型の材質は FC 25 相当である。

分析試料の成分範囲を Table 2 に示す。

3. 2 分析条件

3. 2. 1 発光条件

キューボラの炉前分析をするため 1 日 200~300 個の試料を分析しなければならない。

Multisource 50 μ H, 8 μ F, 3 Ω で実験したが、この条件はある短時間では良い精度が得られるが長時間での分析値の再現精度が悪い。この原因は主に分析回数と共に、対極の先端の幾何学的形状が変わるので、それにとりまなつて放電状態が変わるためと考えられる。約 300 回で対極を更新しなければならない。したがって対極を更新するために検量線の移動が生じ、再標準化の時間のロ

スが伴う。対極の先端の形状による影響は特にカントバックスでは重要な C について著しい。

対極を更新すると、放電を安定にするためのならし放電が 10 分、また全標準試料を放電し検量線を作成するために約 70 分かかり、合計 80 分全く分析がストップしてしまう。もし 80 分も分析がストップした場合、キューボラの溶湯を製品に鑄込むことを中止するか、鑄込んだにしてもその製品を別にまとめて後成分のチェックをしなければならないので、キューボラ操作に支障をきたしてくる。そこで対極の先端の状態が変わらなければ試料を連続的に、迅速、正確に分析できると考えて対極の先端が変わりにくい発光条件を探すため、発光装置の回路定数を種々変えて実験を行った。Table 3 に代表例を示す。

Table 3. Excitation conditions

Excitation conditions		L, (μ H)	C, (μ F)	R, (Ω)	Primary voltage	Secondary voltage
(A)	Multi Source	50	8	3	220	1000
(B)		50	8	2.5	220	1000
(C)		50	8	2	220	1000
(D)		50	6	5	220	1000
(E)		360	8	3	220	1000
(F)	H · V · S	820	0.007 $\times$ 2	Residual	150	—

Multisource 50 μ H, 8 μ F, 3 Ω は Critical damping の条件故、Unidirectional な放電である上、Sample negative で分析を行なっているのではほとんど試料のみが蒸発して対極は蒸発しない。したがって対極の先端は Photo. 2 (A) のごとく堆積物ができる。しかし主として陰極側から蒸発が起こることが知られているから²⁾ 極性を少し変えてやればこの堆積物を適当に蒸発させて対極の先端が変化しないようにできる可能性があると考えて、放電をわずかに振動型にして実験した。放電波形は $R^2 \leq 4L/C$ によつて変化するが、島津の高性能発光装置の場合、一番簡単でかつ数多く回路定数を変える事ができるのは、R であるので、まずこれを 2.18 Ω ~ 3.0 Ω まで変えて実験を行なつた。

その代表例が (B), (C) である。(E) は (A) の L を大きくして振動型としたものであり、(F) は振動型放電の極端なものの代表として High voltage spark を取り上げ参考とした。(D) は Critical damping の条件であるが、容量を小さくして試料の蒸発量を抑え、対極の使用回数を増そうとしたものである。ただ放電が難しくかつ積分時間が長くなるおそれがある。

また分析間隙も堆積物に有効に働くので、これも 3~6 mm の間で変化させ、分析値の Drift の大きさを調べた。間隙は大きくなるほど同一発光条件では堆積量が少ないが放電がむずかしい。しかし我々の試料では Table 3 の条件ではいずれも放電そのものは安定であつたので、分析間隙 6 mm で実験を行なつた。

使用した試料の成分を Table 4 に示す。

2) 高橋 務: 分光研究, 12, 6 (1964).

Table 4. Composition of the test sample

Elements	Mg	C	Si	Mn	P	S
Concentration (%)	0.044	3.70	2.65	0.30	0.028	0.015

実験はつぎのようにして行なった。すなわち実験装置は約8時間安定化のためのならし運転を行なった後使用した。

Table 3 の発光条件の下で、新しい対極をセッティングした後は、全くこれに手を触れる事なく、同一試料を繰り返し分析し、その1回毎の記録計上のスペクトル強度比が分析回数によってどのように変化するかを調べた。

分析試料の放電面は、3回分析ごとに研磨をしておいた。研磨面が異なるための強度比の変化はみられなかった。なお測光装置の条件を適当に変えて、記録計上のスペクトル強度比の読みを各条件とも大体同じ程度になるようにした。対極の先端を毎回ルーペで観察したが、徐々に変化が大きくなるだけで途中で急激な変化はみられなかった。したがって Photo. 2 に各条件の最終分析回数における対極の先端の状態だけを示した。ただ (F) だけは最初4~6回までは先端が尖った状態にあったが、以後は写真のごとく丸くなりあまり変化しなかった。この条件だけ毎回分析間隙の調整を行なった。Fig. 1~2の曲線で (D) を除いては、時々急に強度比が変わっているところがあるが、この時の先端の状態もルーペでの

Photo. 2. Profiles of Ag electrodes after the discharges under the experimented excitation conditions.

観察では変化は特に認められなかった。しかし (E), (C) での最後の方のカーブのアパレでは対極の消耗が大きくなっていることが認められた。

Fig. 1. Carbon chart reading variations in case of successive analyses of the same sample.

Fig. 2. Magnesium chart reading variations in case of successive analyses of the same sample.

Table 5 は各条件での使用可能であつた最多分析回数での分析値の再現精度を変動係数で示す。

以上の実験から (D) が対極の先端の状態、再現精度において最もすぐれている事がわかった。

Table 5. Coefficients of variation acquired with the experimented excitation conditions

Excitation conditions	Elements Analytical number	Integral time %	Mg %	C %	Si %	Mn %	P %	S %
(A)	270	1.45	4.43	1.51	1.51	2.43	3.30	6.55
(B)	156	2.00	5.20	2.63	1.04	2.68	3.85	8.33
(C)	150	0.68	3.50	1.50	1.33	3.20	4.10	8.10
(D)	217	0.85	3.45	0.75	1.10	1.80	2.50	5.40
(E)	215	2.58	4.10	6.92	3.10	3.10	4.50	7.30
(F)	84	0.88	3.79	3.46	1.84	1.84	3.64	9.75

なお対極の1回のセッティング後の分析可能回数は現在900回を越えてなお安定である。

Photo. 3 にこの条件の放電波形を、Photo. 4 にこの条件の下で日常分析作業において750回分析した後の対極の先端の状態を示す。

Photo. 3. Oscillogram of Multisource Low voltage spark 50 μ H, 6 μ F, 5 Ω .
(Sweep time 1 μ sec/div)
(Deflection sens 5. Volt/div)

Photo. 4. Profile of Ag electrode tip after 750 analyses.

3. 2. 2 日常分析条件

最良の分析精度を得るために、予備放電時間を5秒、20秒、40秒、Ar流量を5 l/min, 20 l/min, 25 l/min, またAr置換時間を5秒、10秒、20秒と変えて実験した結果 Table 6 に示す結果が最良であった。

真空度は10 μ Hg 以下では分析値に影響をおよぼさ

Table 6. Analytical conditions for the routine work

Prespark	20 sec	Analytical gap	6 mm
Ar flush	10 sec	Vacuum	Below 10 μ Hg
Ar flow	20 l/min	Sample polarity	—

ないので1日約10分間真空ポンプを運転するだけでよい。

3. 3 標準試料と検量線

3. 3. 1 標準試料

標準試料は分析試料と同一の冶金履歴を持たねばならない。キューボラ溶湯より溶解炉毎に標準試料を作ることを検討した。生産工程中では、成分変化が少ないため、変化の大きい操業の初期と末期を主にねらって採取したが、溶湯の温度が低く、また、スラグ等が混入して不均一な試料となつた。たとえ均一な試料が採取できても濃度範囲が狭く、各元素とも濃度範囲をもたすためには標準試料の数が全部で約50個になつた。この50個を同時に放電するとCだけ溶解炉毎に検量線がわかれ、他元素はだいたい一致した。50個を標準試料とすると、検量線を作成するだけで約4時間以上かかり、実用上問題がある。

そこで高周波電気炉で配合溶解して作成した。標準試料の数は11個である。標準試料の数がなお多いのはMgが含まれているGroupと含まれていないGroupにわけたからである。MgとSは冶金学的に相関関係があり、Mg量を増すと脱硫作用のため残留S%は少なくなる。

標準試料を放電した結果CだけMg有無で検量線がわかれた。その2本の検量線は平行であり、常にその差は一定である。したがって検量線の読み違いをなくし、検量線の標準化が簡単になるため、Cの検量線はMgが含まれていない標準試料を使い、他元素は全標準試料を使っている。なお分析試料と同じ溶解炉の標準試料に近づけるため、チェック用試料、U、V、Wはキューボラ溶解試料を使っている。

この標準試料を使つて多数の試料を分析したところ、Cだけ溶解炉毎にバイアスがあった。そのバイアスをTable 7に示す。

Table 7. Correction constants for C analysis

Samples	S	Z	B	C
Correction constants%	0.17	0.03	0.17	0.11

S: Ductile cast iron (1) Z: Ductile cast iron (2)
B: Gray cast iron (1) C: Gray cast iron (2)

これは通常の分析範囲では一定であるので、簡単に補正することができる。

3. 3. 2 検量線

検量線の1例を Fig. 3, 4 に示す。

Fig. 3. Working curves.

3. 4 分析精度

3. 4. 1 再現精度

10回繰り返し分析の再現精度を Table 8 に示す。変動係数は含有量に対する値である。

3. 4. 2 正確度

キューボラ炉前分析時における C の化学分析とカントバック分析との平行分析の結果を Table 9 に示す。化

Fig. 4. Working curves.

学分析値はヴェストホッフ社製の電気伝導法による C, S, 同時定量装置によるものである。

つぎに Mg のカントバック値と常圧型カントレコー

Table 8. Reproducibility

Elements		Mg	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Mo	Ni
Samples	Concentration %	0.046	3.61	2.71	0.24	0.056	0.008	0.75	0.34	—	—
	COV %	1.78	0.97	0.69	1.96	1.18	0.00	1.53	1.38	—	—
W	Concentration %	—	4.00	1.99	0.31	0.067	0.025	0.81	0.40	0.48	0.26
	COV %	—	1.00	0.24	0.00	0.99	1.88	1.09	1.09	0.98	0.00

COV: Coefficient of variation

Table 11. Accuracy of all elements

Elements		Mg	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Mo	Ni
S 31	CA or QR	0.047	3.75	2.56	0.33	0.028	0.013	0.80	—	—	—
	QV	0.047	3.70	2.59	0.33	0.031	0.012	0.80	—	—	—
R 2	CA or QR	—	3.44	1.97	0.69	0.065	0.104	—	0.45	—	—
	QV	—	3.45	1.96	0.71	0.064	0.105	—	0.43	—	—
D 90	CA or QR	—	3.71	2.57	0.69	0.031	0.031	0.23	0.94	0.40	0.23
	QV	—	3.74	2.60	0.70	0.030	0.029	0.23	0.95	0.40	0.23

CA: Chemical analysis (C, P, S)

QR: Quantorecorder analysis (Mg, Si, Mn, Cu, Cr, Mo, Ni)

QV: Quantovac analysis

Table 9. Accuracy of C

Sample No.	CA	Q V	Sample No.	CA	Q V	Sample No.	CA	Q V	Sample No.	CA	Q V	Sample No.	CA	Q V
S 1	3.80	3.87	S 19	3.57	3.62	Z 35	3.83	3.79	S 51	3.75	3.75	Z 68	3.69	3.72
S 5	3.80	3.81	Z 19	3.51	3.50	S 35	3.85	3.88	Z 53	3.78	3.86	S 68	3.76	3.78
Z 5	3.80	3.81	Z 20	3.58	3.55	Z 36	3.75	3.76	S 53	3.87	3.96	Z 69	3.66	3.68
Z 6	3.77	3.77	S 21	3.64	3.65	Z 37	3.74	3.73	Z 54	3.75	3.75	Z 70	3.70	3.69
S 7	3.77	3.81	Z 21	3.62	3.63	Z 38	3.74	3.71	Z 55	3.75	3.80	S 70	3.80	3.84
Z 7	3.75	3.68	Z 22	3.60	3.57	S 39	3.78	3.80	Z 56	3.75	3.78	Z 71	3.69	3.69
Z 8	3.70	3.68	Z 23	3.63	3.57	Z 39	3.71	3.75	S 56	3.80	3.88	S 72	3.70	3.77
Z 9	3.67	3.62	S 24	3.77	3.71	Z 40	3.80	3.82	Z 57	3.70	3.76	Z 72	3.61	3.59
S 10	3.70	3.70	Z 24	3.69	3.60	Z 41	3.77	3.76	Z 58	3.67	3.68	Z 73	3.65	3.63
Z 10	3.65	3.68	Z 25	3.70	3.66	Z 42	3.73	3.66	S 58	3.72	3.70	Z 74	3.66	3.69
Z 11	3.65	3.62	S 26	3.84	3.82	S 44	3.68	3.71	Z 59	3.67	3.69	S 75	3.84	3.85
S 12	3.68	3.69	Z 26	3.76	3.73	Z 44	3.61	3.59	Z 60	3.65	3.73	Z 75	3.76	3.80
Z 12	3.59	3.60	Z 27	3.81	3.73	Z 43	3.68	3.68	S 60	3.70	3.80	Z 76	3.75	3.70
Z 13	3.60	3.65	S 28	3.89	3.94	Z 45	3.73	3.65	Z 61	3.64	3.69	Z 77	3.71	3.70
S 13	3.65	3.68	Z 28	3.80	3.83	Z 46	3.71	3.64	Z 62	3.61	3.71	S 77	3.82	3.80
Z 14	3.61	3.59	Z 29	3.82	3.83	S 46	3.80	3.72	Z 63	3.63	3.69	Z 78	3.86	3.78
S 15	3.64	3.68	Z 30	3.79	3.82	Z 47	3.68	3.63	S 64	3.72	3.74	S 79	3.89	3.90
Z 15	3.61	3.55	Z 31	3.80	3.86	Z 48	3.64	3.63	Z 64	3.60	3.68	Z 79	3.79	3.83
Z 16	3.53	3.54	S 32	3.91	3.96	Z 49	3.62	3.62	Z 65	3.55	3.62	Z 80	3.79	3.79
S 17	3.52	3.57	Z 32	3.80	3.85	Z 50	3.73	3.67	S 66	3.66	3.74	S 85	4.00	4.04
Z 17	3.47	3.48	Z 33	3.91	3.84	Z 51	3.70	3.73	Z 66	3.57	3.66	Z 81	3.83	3.83
Z 18	3.49	3.45	Z 34	3.78	3.75	Z 52	3.74	3.80	Z 67	3.69	3.72	Z 82	3.84	3.83

CA: Chemical Analysis

QV: Quantovac Analysis

Table 10. Accuracy of Mg

Sample No.	Q R	Q V	Sample No.	Q R	Q V	Sample No.	Q R	Q V	Sample No.	Q R	Q V	Sample No.	Q R	Q V
S- 1	0.043	0.043	S-18	0.046	0.045	S-35	0.042	0.044	S-58	0.044	0.044	Z-31	0.046	0.046
S- 2	0.043	0.045	S-19	0.048	0.047	S-36	0.043	0.044	S-60	0.046	0.048	Z-33	0.044	0.046
S- 3	0.045	0.047	S-20	0.046	0.046	S-37	0.045	0.045	S-61	0.047	0.048	Z-37	0.045	0.047
S- 4	0.045	0.047	S-21	0.044	0.045	S-38	0.046	0.045	Z- 3	0.046	0.048	Z-39	0.046	0.046
S- 5	0.047	0.048	S-22	0.049	0.050	S-39	0.041	0.042	Z- 6	0.049	0.051	Z-42	0.027	0.027
S- 6	0.048	0.049	S-23	0.046	0.047	S-40	0.045	0.046	Z- 7	0.045	0.048	Z-45	0.028	0.027
S- 7	0.047	0.049	S-24	0.045	0.044	S-41	0.042	0.041	Z-11	0.045	0.046	Z-46	0.027	0.026
S- 8	0.048	0.047	S-25	0.044	0.044	S-42	0.043	0.042	Z-13	0.042	0.043	Z-47	0.034	0.033
S- 9	0.047	0.050	S-26	0.045	0.044	S-43	0.044	0.045	Z-15	0.043	0.045	Z-49	0.035	0.036
S-10	0.046	0.047	S-27	0.047	0.047	S-45	0.046	0.047	Z-19	0.043	0.041	Z-51	0.036	0.034
S-11	0.042	0.043	S-28	0.048	0.048	S-47	0.045	0.045	Z-20	0.043	0.044	Z-53	0.035	0.035
S-12	0.042	0.044	S-29	0.042	0.045	S-49	0.045	0.047	Z-21	0.041	0.039	Z-55	0.036	0.034
S-13	0.045	0.046	S-30	0.043	0.044	S-50	0.043	0.043	Z-23	0.045	0.043	Z-56	0.037	0.037
S-14	0.044	0.046	S-31	0.044	0.043	S-51	0.043	0.046	Z-25	0.045	0.043	Z-57	0.036	0.035
S-15	0.045	0.046	S-32	0.044	0.044	S-54	0.045	0.044	Z-27	0.044	0.044	Z-59	0.034	0.033
S-17	0.045	0.048	S-33	0.044	0.042	S-57	0.046	0.046	Z-29	0.046	0.046	Z-61	0.033	0.033

QR: Quantorecorder Analysis

QV: Quantovac Analysis

ダー値との比較を Table 10 に示す。鑄鉄中の Mg はカントバックによる分析の場合、特異な性質を示す。当社では C, P, S, 以外の分析はすでにカントレコーダーでの実績があるのでカントレコーダー値と比較した。

また全元素のカントバック値と化学分析値カントレコーダー値との比較の 1 例を Table 11 に示す。

3.5 検量線の管理

3.5.1 管理図

検量線の時間的な移動を的確につかむために一点管理図を採用した。Check 用試料を 2 時間毎に繰り返し分

析し、その平均値 $\bar{X}$ に関する一点管理図を作り、これによつて検量線の Drift を検出する。また同時に繰り返し 3 回の Range から通常の R 管理図を作り、これによつてその時点における分析状態、また Sample の良否を判定している。この 2 つの管理図を併用することにより、カントバック分析自体の正確度（化学分析との比較ではない。）と再現精度の管理を行なっている。管理限界は 2σ である。C の管理図の 1 例を Fig. 5 に示す。

また 1 月間の管理限界を Table 12 に示す。

Fig. 5. An example of $\bar{X}$ and R control chart for C

Table 12. Control limits.

Samples Elements		V		W		Samples Elements		V		W	
		X	R	X	R			X	R	X	R
Mg	UCL	0.048	0.004	—	—	S	UCL	0.009	0.001	0.027	0.002
	CL	0.046	0.002				CL	0.008	0.000	0.026	0.001
	LCL	0.044	—				LCL	0.007	—	0.025	—
C	UCL	3.73	0.10	4.06	0.13	Cu	UCL	0.78	0.04	0.84	0.03
	CL	3.64	0.06	3.96	0.06		CL	0.76	0.02	0.82	0.02
	LCL	3.55	—	3.86	—		LCL	0.74	—	0.80	—
Si	UCL	2.79	0.07	2.05	0.04	Cr	UCL	0.34	0.01	0.40	0.01
	CL	2.74	0.04	2.00	0.02		CL	0.33	0.01	0.39	0.01
	LCL	2.69	—	1.95	—		LCL	0.32	—	0.38	—
Mu	UCL	0.26	0.00	0.31	0.01	Mo	UCL	—	—	0.48	0.02
	CL	0.25	0.00	0.30	0.01		CL	—	—	0.47	0.01
	LCL	0.24	—	0.29	—		LCL	—	—	0.46	—
P	UCL	0.061	0.003	0.071	0.003	Ni	UCL	—	—	0.26	0.01
	CL	0.058	0.001	0.065	0.002		CL	—	—	0.26	0.00
	LCL	0.055	—	0.059	—		LCL	—	—	0.26	—

UCL: Upper control limit CL: Center line LCL: Lower control limit

3.5.2 標準化の方法

2時間毎にチェック用試料, V, W, をそれぞれ3回繰り返し分析し, Table 10 の管理限界内にあれば, そのまま分析を続ける. 管理限界外の場合はつぎのようにして, 標準化を行なう. C, P, の検量線は曲線である故, 試料 U を加えた3点で検量線を引きかえる. 他の元素の検量線は両対数方眼紙上で平行に移動するため, V, W, の2点で検量線を引きかえる. (Si は除く.)

一般に行なわれている. チャンネルの零点, 感度の調整をする方法は検量線上の2点のみのチェックであつて, しかもその各点は1回分析であり, 検量線管理のための分析回数は全部で2回である.

我々が採用している方法では1点3回分析であり, C, P, の分析回数は9回となり, 他元素でも6回となる. Fig. 1, D に示すごとく, C のドリフトはバラツキに比べて非常に小さい.

そこでバラツキを小さくする事が分析精度を向上させるためにより有効である. そのためには分析回数を増さなければならない. 以上のように検量線の管理の正確さをはかるため若干標準化の時間は長くなるが検量線を引きかえる方法を採用している.

3.6 分析工程と分析時間

3.6.1 試料研磨

試料研磨のため社製専用研磨機を使用している. この研磨機の特徴は試料を一度に平面に研磨するため, 巾広の砥石を使用していることである. また試料の研磨, 砥石のドレッサーをかける操作が簡単のため, 短時間に, 安全に研磨ができる. その研磨機を Photo. 5 に示す.

3.6.2 試料輸送法

現場よりエヤシュターで, 10 m/sec の速さで送られた試料は分析室の2階で研磨され, 1階の発光スタンドの

Photo. 5. Specially designed surface grinder for Quantovac Sample.

Photo. 6. The sample chute.

Fig. 6. Process and time for analysis. As the sample is analysed with three persons, it takes two minutes for the sample to be analysed in the continuous analysis.

近くまで Photo. 6 に示す落下筒を通して送られる。

この落下筒を使うことによって、試料が簡単に、短時間に送られる、また作業者が動かなくてよいので能率的である。

3.6.3 結果報告

分析結果を現場に報告するためにテレメールを使用している。これは分析値をペン書きするだけで、現場にある受信機にそのまま伝送されるので、誰でも直ぐ使え、誤りがなく、かつ分析結果が保存できる利点がある。

3.6.4 分析時間

分析工程と分析時間を Fig. 6 に示す。1 試料 2 回分析する時間は、試料到着から結果報告まで、3 分 50 秒である。連続的に試料を分析する場合は、各場所で並列に工程ができるので、各場所の一番長い時間によつて、試料を分析できる間隔が決まる。研磨時間は 30 秒、発光時間は 2 分である。工程中に試料セット、Ar 置換時間がないのは、チャートに記録中にこれらの操作ができるために、分析時間には含まれない。記録、報告時間は 1 分 15 秒である。したがって連続的に試料を分析する

場合は 2 分間隔でできる。

4. 結 言

カントバックによる鑄鉄の連続分析を行なうため、主に発光条件、分析精度について研究し満足な結果を得た。

- (1) 発光条件は Multisource 50 μ H, 6 μ F 5 Ω が最も良い。
- (2) 対極は 1 度セッティングした後、750 放電以上使用できる。
- (3) 再現精度は各元素とも変動係数で、1.0% 台またはそれ以下である。
- (4) 試料を連続的に分析しても、炭素はカントバック値と化学分析値とがよく一致する。
- (5) 試料を連続的に分析する場合、2 分間隔で試料を分析できる。

本報では試料採取方法については触れなかったが、次回に発表する予定である。