

## 論 文

UDC 543.065 : 65.011.56 : 669.14-194

## 分析溶液試料自動調製装置の開発と鉄鋼分析への適用\*

川村 和郎\*\*・渡辺 俊雄\*\*・森田 矩夫\*\*

## The Development of an Automatic Apparatus for Dissolving Samples and Its Applications to the Analysis of Steels

Kazuo KAWAMURA, Toshio WATANABE, and Norio MORITA

## Synopsis:

To rationalize the analytical procedures, an automatic apparatus for dissolving steel samples was developed and applied to prepare the solutions for the instruments of solution analysis.

The developed apparatus is composed of the devices for supplying chipped steel samples, adding the reagent solutions, dissolving by heating the solution, filtrating the prepared solution and storing the filtrates and precipitates.

When weighted chipped steel samples are placed on the sample feeder, the apparatus prepares 74 solutions automatically in one night. This apparatus is able to be applied to many dissolving methods with acids such as HCl, HNO<sub>3</sub>, HClO<sub>4</sub> and capable of judging the dissolving conditions.

The analysis of the solutions prepared by the apparatus were then carried out using the atomic absorption spectrophotometer, emission spectrometer and automatic solution analyzer. The results agreed with those obtained by the handwork.

The application of the newly developed apparatus to the routine analytical work has shown a remarkable improvement in work.

(Received Feb. 8, 1974)

## 1. 緒 言

鉄鋼分析はこれまで発光分光分析法あるいはけい光分光分析法など機器分析法を中心に自動化省力化が押し進められてきたが、最近、化学分析の分野でも原子吸光分析装置<sup>1)</sup>、溶液発光分光分析装置<sup>2)</sup>あるいは溶液自動化学分析装置<sup>3)</sup>を活用し、人手を要し複雑な化学処理操作や定量操作を省力化し、作業性を向上させる方策が積極的に採用されている。これらの装置はいずれも処理能力が大きく化学分析の合理化に貢献しているが、溶液試料を必要とし現在その溶液化を人手でおこなっている関係上、分析試料溶液調製の操作が作業能率の律速段階となり、この自動化が重要な課題となつている。また、最近の化学分析は公害関係の分析、状態別分析あるいは特殊微量成分の分析のように高度の技術を要するものが増え、限られた要員で処理するためには、鉄鋼試料の溶液化など単純作業は機械化することが必要となつてきている。

自動溶液化装置は医薬品など簡単に水に溶解するものについてはすでに実用化されているが、鉄鋼試料の溶液化は、塩酸や硝酸などの強酸を使用し、熱盤加熱などの

比較的強い加熱をおこなうことが多く、また、通常分解液には不溶性残渣が存在しているため、定量操作を妨害するような場合汚過が必要で、場合によつて汚液と残渣の両方の部分について定量が要求される時には、不溶性残渣を定量的に回収しなければならないなど多くの問題があり自動化が遅れ、現在、主として塩酸分解用に使用される装置について開発されているのみである<sup>4)</sup>。

そこで著者らは鉄鋼化学分析の総合的な省力化を進めるため、1台で各種溶解法が適用でき、現在使用中の原子吸光分析装置をはじめ色々な溶液分析装置に使用できる鉄鋼試料用分析溶液自動調製装置の実用機を開発したので報告する。

## 2. 開発した装置

## 2.1 開発目標

本装置を開発するに際し次の点を目標とした。

(1) 処理能力が大きいこと。

\* 昭和48年7月日本分析化学会分析化学討論会にて発表

昭和49年2月8日受付

\*\* 新日本製鉄(株)製品技術研究所

本装置と組合せて使用する溶液分析装置はいずれも処理能力が大きいため、それと見合った数を一度に調製できる能力にする。

(2) 各種の試料分解法が適用できること。

溶液自動分析装置により、また同一装置でも鋼種や分析成分により、試料溶液の調製法は色々ある。塩酸、硝酸、過塩素酸など一般的によく用いられる酸について、従来人手でやってきた操作にできるだけ近似した動作で自動化する。

(3) 溶液と残渣の両方の試料が得られること。

アルミニウムやチタンなどの元素は酸可溶性成分と酸不溶性成分が鋼材の性質と密接に関係するため、それぞれ定量することが要求される。そこで溶液の部分のみならず残渣の部分も定量的に分離し酸不溶性成分用試料として使用したい。

(4) 分解不完全時のチェックができること。

試料によつてその条件で完全に分解できないものがある。人手による場合加熱分解時に見つけ他の分解法に変更するなど適当な処置が取れるが、機械の場合分解不完全のまま処理し巨大誤差を生じる恐れがある。そこで、調製後の溶液について分析性のチェックができるように考慮する。

(5) 作業機器としての耐久性と安全性を有すること。

本装置の最も有効的な利用は夜間無人運転し夜の間に翌日必要なだけの分析試料溶液を調製することである。そのために装置の信頼性を高めるよう努力するとともに万一故障した場合確実に停止し、事故を起さぬよう各種の安全装置を備えておく。

## 2.2 構成

本装置の外観を Photo. 1 に示す。本装置はあらかじめ秤り取った試料をたくわえておき1つずつ供給する削粉試料供給部、削粉試料を次々と酸分解し一定量に希釈して溶液をつくる溶解部、得られた溶液を濾過しながら貯蔵する濾過貯蔵部およびこれらの動作をコントロールする制御部から成り立っている。本装置の構成図を Fig. 1 に、操作フローチャートを Fig. 2 に示す。

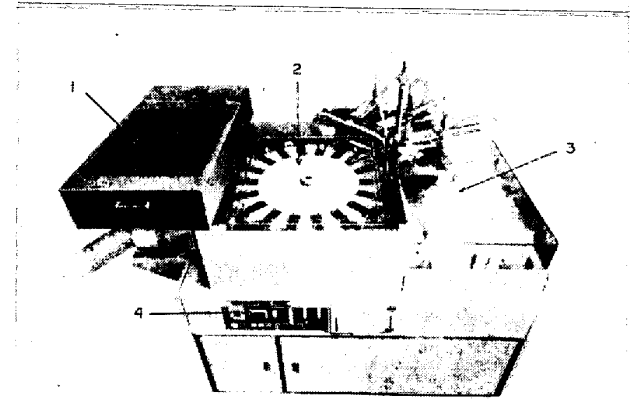
### 2.2.1 削粉試料供給部

構造が簡単で故障の少ないチェン駆動式を採用した。試料を載せる皿は非磁性の SUS 304 製で各チェンブロックに接続され、チェンが1ピッチ移動するごとにホッパー上で転倒し、下の溶解部の反応容器へ逐次削粉試料を供給する。ホッパー上部には圧さく空気吹出口があり、そのつど空気を吹きつけ付着残留を防止している。

### 2.2.2 溶解部

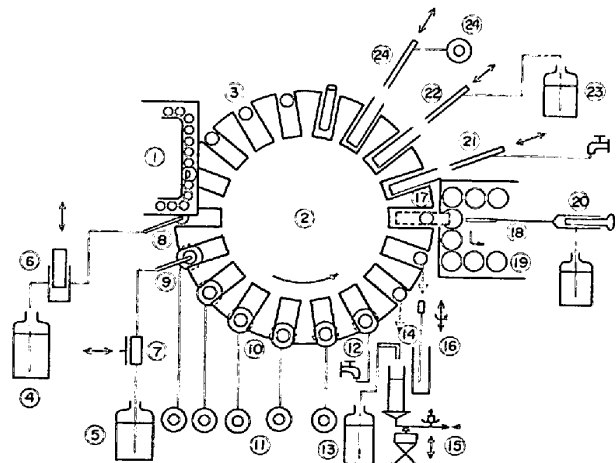
分解に要する時間は酸の種類、加熱状態あるいは鋼種により異にし長くかかるものがあり、自動操作では完全を見込んで処理時間を長目に設定する関係上、各種の化学処理が平行しておこなえる複バッチ方式を採用した。複バッチ方式には反応容器の配置に直進式と回転式とがあるが、分解時発生する酸蒸気および腐食性ガス対策の取りやすい後者の方式を取り、ターンテーブル上に配した反応容器を開けつ的に回転移動させながら溶解操作をおこなうことにした。

反応容器は内容積 150 ml の重量の等しいパイレック



1: Chipped steel sample feeder, 2: Dissolution device  
3: Filtering and storing device, 4: Controller

Photo. 1. Automatic dissolving apparatus for steel samples.



1: Chipped steel sample feeder, 2: Turn table, 3: Dissolution vessel, 4: Primary dissolving reagent, 5: Secondary dissolving reagent, 6: Primary pump, 7: Secondary pump, 8: Primary nozzle, 9: Secondary nozzle, 10: Heater, 11: Transformer, 12: Cooler, 13: Diluent, 14: Nozzle for diluent, 15: Balance, 16: Agitator, 17: Turnover device, 18: Filtering and storing device, 19: Filtering and storing vessel, 20: Pump for residue washing, 21: Primary washer (with city water), 22: Secondary washer, 23: Distilled water, 24: Hot air dryer

Fig. 1. Schematic diagram of the apparatus.

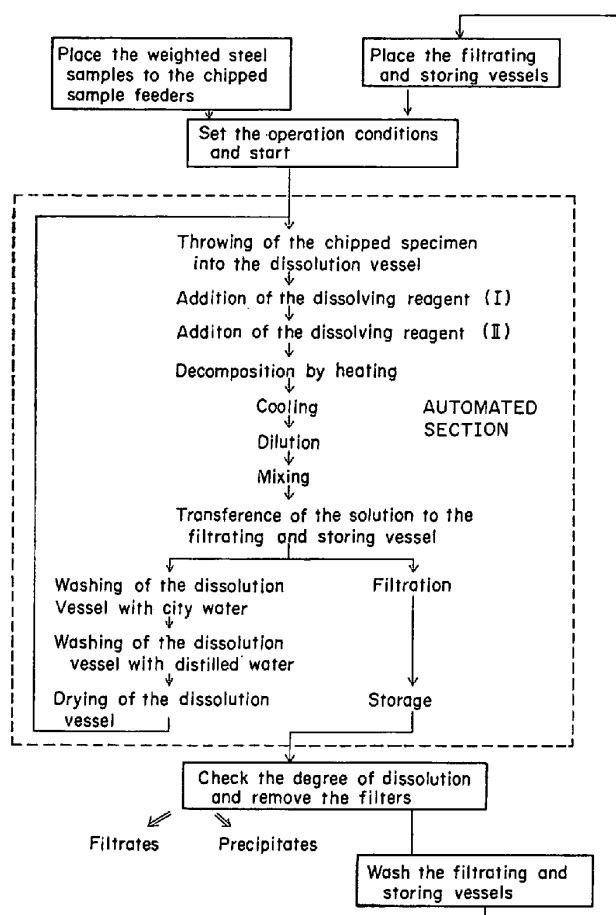


Fig. 2. Flow chart of the operations.

スガラス製円筒容器で、ターンテーブルの円周切込部分に18個設置してある。反応容器は側面に回転軸を有しターンテーブルのV字形軸受に載っていて、回転転倒および下から押し上げられると軸受からはずれ上昇することができる。試薬添加用定量ポンプは2台あり、第1ポンプは添加内標準法<sup>5)</sup>に適するように0.1 C.V.%以下の精度で添加できる高精度ポンプを、第2ポンプは過酸化水素水添加に便利のように0.5 ml ずつ断続的に加えられるものを採用した。これらのポンプによる添加は注入ノズル位置を変えることにより加熱中の任意の場所でおこなうことができる。人手で溶液化する場合の上手下手は加熱のしかたに現われる。本装置は熟練者の微妙な加熱操作を再現できるように熱盤を5個使用し、分解途中の加熱状況をきめこまかく設定できる。反応容器は上方が開いているため、加熱分解中酸の蒸発損失が心配されたが、容器が長いので還流がよくおこなわれ、強熱しない限り蒸発量は少なくまたその量も一定であるので実用上問題ないことがわかった。

希釈操作は従来容量法が用いられてきたが、本装置では液温の影響を受けず精度の高い重量法を採用した。分

溶解液の入った反応容器が希釈装置位置へ移動して来ると下から上皿天秤が上つて来て反応容器を秤量皿の上に載せ、さらに上昇を続けて反応容器はターンテーブルより離れ浮き上る。次に希釈液の注入が開始し、溶液の入った反応容器の全重量があらかじめ設定してある値の95%に達すると流速が小さくなり、設定値になると注入は停止し、天秤は下降して反応容器は再びターンテーブル上に保持され希釈操作は完了する。希釈率は天秤の分銅を加減しておこなうが、その設定値は本装置で分解した溶液をメスフラスコで希釈し、液重量を求めておき、それに反応容器重量を加えた値とする。しかし、通常溶液分析装置では本装置で調製した標準試料溶液で検量線を書くか、あるいは分析試料と一緒に調製した標準化試料で装置の標準化をおこなうため、従来希釈量を例えば100 ml にしていたものを100 g としても定量結果に影響しない。Table 1に希釈精度を示す。希釈液が添加された溶液は上部が薄く濃度変化があるため攪拌装置で均質にする。攪拌はテフロン棒を使用し、回転しながら液から引き上げるにより棒表面の液付着を防止し、溶液間の相互汚染を解決した。汚過貯蔵容器への溶液の排出は転倒装置で反応容器を転倒しておこなう。希釈量が100 ml 程度であれば反応容器内の付着残留は無視できるが、希釈量が少ない時は残渣洗浄ポンプで一定洗液を噴射し内部を洗浄する操作をおこなう。この時は洗液分だけ希釈量を減らしておく。

溶液を排出した反応容器は水道水で十分洗い、次いで蒸留水を圧さく空気で吹きつけ内部をゆすいだ後エヤーノズルを挿入して熱風乾燥して再生する。洗浄にはブラシは使用していないが、ケイ素鋼を溶解した反応容器で純鉄を溶解してもケイ素の定量値は変わらないことから、充分洗浄されていると判断した。

### 2.2.3 汚過貯蔵部

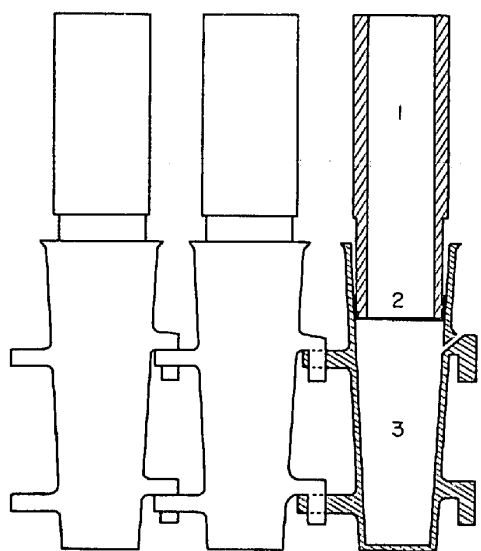
溶液の自動汚過はテープ状の汚紙で連続汚過する方法などがあるが、汚液の一部しか得られず残渣まで定量的

Table 1. Accuracy of the dilution.

Run	Weight of the diluted solution (g)	Run	Weight of the diluted solution (g)
1	100.816	8	100.758
2	100.725	9	100.776
3	100.795	10	100.760
4	100.755	11	100.812
5	100.790	12	100.804
6	100.781	13	100.794
7	100.795		
X=100.782		$\sqrt{V}=0.026$	
C.V. %=0.026			

Table 2. Safety device.

Source	Condition to be detected	Detector	Working condition
Electric power	Overload	Overload circuit breaker	30 A over
Compressed air	Leakage	Leakage circuit breaker	15 mA over
Water supply	Pressure down	Pressure switch	1.5 Kg/cm below
Temperature	Pressure down	Pressure switch	1.5 Kg/cm below
Control circuit	Leakage	Leakage detector of water	50 ml/m <sup>2</sup> below
	Overheat	Thermostat	120°C over
	Disorder of sequence	Logic circuit	



1: Cylindrical funnel 2: Filter paper 3: Storing vessel

Fig. 3. Filtrating and storing vessels.

に取れる方法はこれまでなかった。本装置は溶液試料の貯蔵時間の長いことに注目し、その間に濾過するよう考慮した。分解希釈が終り反応容器から排出された溶液は次々と Fig. 3 に示した濾過貯蔵容器に移される。濾過貯蔵容器は濾紙を介し流入した溶液を全量いつたためておくスチロール樹脂製円筒漏斗と濾過された濾液を保存しておくポリエチレン樹脂製貯蔵容器から構成され、貯蔵容器はそのまま溶液分析装置のオートサンプルフィーダーにかけられるよう相互連結方式になっている。濾過貯蔵容器は本装置の使用に際し、必要個数だけ濾紙を装着し濾過貯蔵装置にセットしておく。濾紙は市販品を用いるが、濾過有効面が直径 35 mm と小さいため No. 5C 濾紙で 100 ml を濾過するのに約 1 時間かかる。しかし、本装置は夜間無人運転を前提としており、運転終了後の放置時間が長い間その間に濾過されること、また、日中の操作では濾過貯蔵容器群は任意の所で切りはなせるためすでに濾過が完了した始めの方を取り出しその部分から溶液分析装置にかけられること、などの理由で濾過時間が長いことによる障害は使用上ほとんど感じられない。

#### 2.2.4 制御部

各操作装置はカムプログラマーを中心としたシーケンス回路であらかじめ設定したプログラム通り動作する。溶解法の変更に伴う操作条件の切換は、ターンテーブル移動周期タイマー、試薬添加量制御カウンター、試薬添加ノズル位置、熱盤ヒーター電圧および希釈装置の分銅など所定の値に設定することによつておこなう。

本装置は安全な無人運転ができるよう Table 2 の様な各種安全装置を内蔵し、異常時には直ちに停止するようになっている。

#### 2.3 動作

あらかじめ人手で秤り取つた試料を削粉試料供給装置に設置し、同数の濾過貯蔵容器を濾過貯蔵装置にセットした後、操作条件および試料数を操作盤に設定して準備が完了する。スタートボタンを押すと一定のウォーミングアップ時間後、削粉試料供給装置が動き最初の試料を反応容器に投入する。ステップ時間が経過するとターンテーブルは回転し、削粉試料の入つた反応容器は第1試薬注入口の直下に来て第1分解試薬が添加される。ステップ時間後ターンテーブルは再び回転し、さらに第2分解試薬が添加され加熱分解が開始する。反応容器は次々と熱板上を移動し削粉試料は分解溶液化する。溶液は冷却装置で冷され、希釈装置へ移動する。ここで一定量に希釈され、次いで攪拌装置で均質になつて転倒装置の位置にくると、反応容器は転倒し溶液は濾過貯蔵容器に移される。ステップ時間が来ると溶液を排出した反応容器は倒れたまま移動し水道水で十分洗われる。これと同時に濾過貯蔵容器も1単位分移動し、転倒装置の下には新しい容器が来る。水道水で洗われきれいになつた反応容器は蒸留水のすすぎを経て乾燥され、転倒復帰ガイドで垂直になり、再び削粉試料供給装置のホッパー直下に至る。このようにターンテーブルの間けつ的な動きに同期し次々と削粉試料は反応容器に投入され、溶液化され貯蔵される。そして、最後の試料の処理が終るとそれ以後の操作は順次止り、最後の反応容器が乾燥再生されると終了ブザーが鳴り、電源が落ち全機能を停止する。

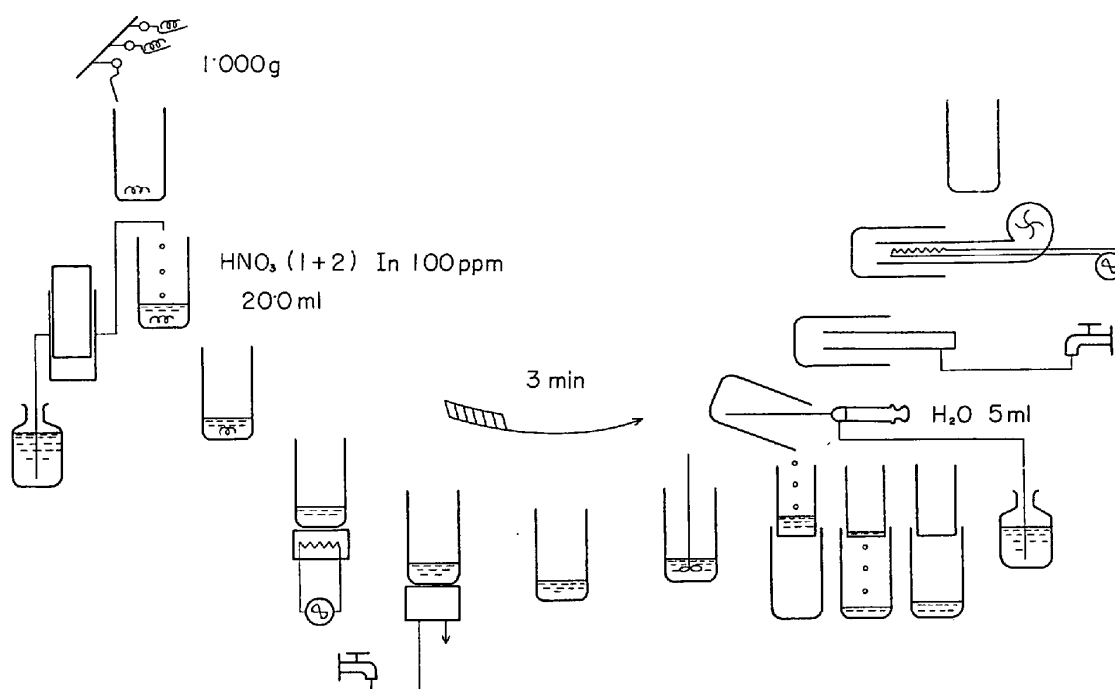


Fig. 4. Operating conditions of HNO<sub>3</sub> dissolution.

Table 3. Analytical results by the solution method of spectrochemical analysis.

Sample	Method	Si	Mn	Cu	Ni	Cr	Mo	V	sol. Al	sol. Ti	Co
JSS 150-1	Standard value	0.36	0.20	0.060	4.14	0.46	0.23	0.006			
	Automatic	0.37	0.21	0.06	—	0.46	0.24	0.007	0.001	0.001	0.08
	Handwork	0.36	0.20	0.06	—	0.45	0.23	0.006	0.001	0.001	0.07
JSS 151-1	Standard value	0.038	1.37	0.47	2.86	0.11	0.053	0.057			
	Automatic	0.04	1.36	0.48	—	0.11	0.05	0.055	0.001	0.001	0.05
	Handwork	0.04	1.36	0.49	—	0.11	0.05	0.055	0.001	0.001	0.05
JSS 152-1	Standard value	0.15	0.44	0.41	1.86	0.66	0.92	0.11			
	Automatic	0.16	0.44	0.42	—	0.67	0.91	0.11	0.004	<0.001	0.04
	Handwork	0.15	0.44	0.42	—	0.66	0.90	0.11	0.004	<0.001	0.04
JSS 153-1	Standard value	0.23	0.77	0.13	1.06	1.10	1.26	0.22			
	Automatic	0.23	0.76	0.13	—	—	—	0.22	0.006	<0.001	0.01
	Handwork	0.24	0.76	0.13	—	—	—	0.23	0.006	<0.001	0.01
JSS 510-1	Standard value	0.25	0.76	0.15	0.50	0.44	0.17				
	Automatic	0.26	0.75	0.15	0.50	0.44	0.17	0.003	0.036	0.001	<0.01
	Handwork	0.26	0.77	0.15	0.49	0.44	0.17	0.003	0.038	0.001	<0.01
NBS 19g	Standard value	0.186	0.554	0.093	0.066	0.374	0.013	0.012	0.031*	0.027*	0.012
	Automatic	0.19	0.56	0.09	0.06	0.37	0.01	0.011	0.024	0.014	0.01
	Handwork	0.18	0.56	0.09	0.06	0.36	0.01	0.010	0.023	0.015	0.01
NBS 362	Standard value	0.39	1.04	0.50	0.59	0.30	0.068	0.040	0.095	0.084*	0.30
	Automatic	0.40	1.06	—	0.57	0.29	0.07	0.043	0.088	0.018	0.30
	Handwork	0.40	1.05	—	0.58	0.29	0.07	0.045	0.089	0.018	0.30

(Unit : %)

\* Total value

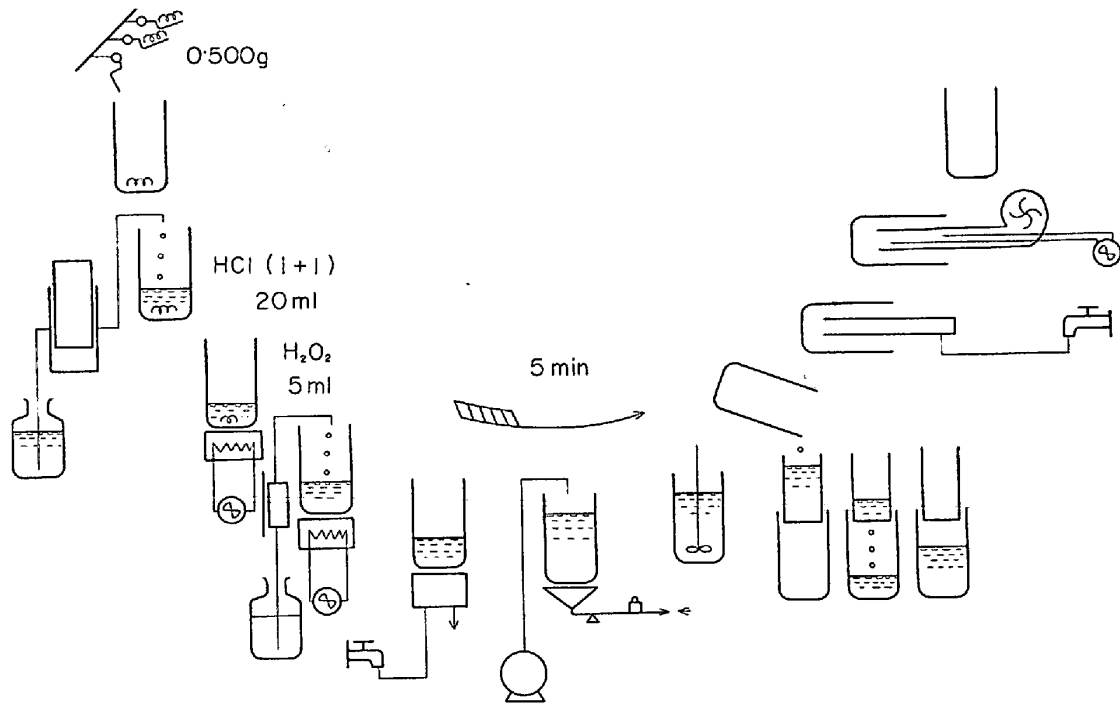


Fig. 5. Operating conditions of HCl dissolution.

Table 4. Analytical results with the atomic absorption spectrophotometer. (Determination of nickel)

Sample	Standard value	Handwork	Automatic
JSS 500-1	0.10	0.102	0.102
JSS 513-1	0.13	0.131	0.131
NBS 11 g	0.020	0.020	0.020
NBS 15 f	0.029	0.030	0.028
NBS 65 d	0.060	0.058	0.058
NBS 152	0.062	0.063	0.063
BCS 256/1	0.19	0.190	0.190
BCS 257/1	0.27	0.270	0.272

(Unit : %)

Table 5. Analytical results with the automatic solution analyzer. (Determination of phosphorus)

Sample	Standard value	Handwork	Automatic
JSS 230-1	0.011	0.014	0.012
JSS 231-1	0.021	0.022	0.022
JSS 232-1	0.037	0.037	0.038
NBS 8 i	0.080	0.077	0.077
NBS 10 g	0.086	0.089	0.086
NBS 15 f	0.006	0.007	0.006
NBS 19 g	0.046	0.045	0.046
NBS 20 f	0.028	0.028	0.028
NBS 55 e	0.003	0.003	0.003

(Unit : %)

調製が完了したら濾過貯蔵容器を取り出し円筒漏斗を取りはずし、貯蔵容器に入った濾液と濾紙上に捕集された残渣とを得、前者はそのままで後者は適当な化学処理で溶液化した後、溶液分析装置にかけ目的成分を定量する。また、円筒漏斗を取りはずす時に濾紙上の残渣の状態を観察することにより分解の様子をチェックし、分解に問題あるのは除外し、その試料については別の溶解法で処理する。

2.4 仕様

本装置の主な仕様を記す。

- (1) 外形寸法 1865(L) × 1280(W) × 1630(H) mm
- (2) 電源 AC 100V 2kVA
- (5) 空気 5 kg/cm<sup>2</sup> 100 l / min
- (4) 水 2 kg/cm<sup>2</sup> 10 l / min

(5) 処理方式 18バッチ・ターンテーブル式

(6) ユニット

① 削粉試料供給部

試料設定数 最大 74 個

試料量 最大 2g

② 溶解部

反応容器 パイレックスガラス製

定量ポンプ バルブレスポンプ

チューブラーポンプ

シリンジポンプ

希釈重量法 総量 最大 110g

③ 濾過貯蔵部

設定数 最大 74 個

- 用紙 45 mm φ  
 ⊖ 制御部  
   シーケンス カムプログラマー  
   方式 ローカルシーケンス  
 (7) 動作 自動または手動

### 3. 実施例

#### 3.1 溶液発光分光分析装置への適用

溶液発光分光分析装置は多数成分の同時定量ができるため、数成分の分析が要求されることが多い鉄鋼試料の溶液分析装置として最も優れている。著者たちは溶液発光分光分析装置を作業分析に広く活用しすでに化学分析の合理化に大きな成果を得ているが、さらに効果を大ならしめるため本装置との結合をはかった。著者らが採用している溶液発光分光分析装置用鉄鋼溶液試料調製法<sup>5)</sup>は、①分解酸として硝酸を使用すること、②添加内標準法のため分解酸中に内標準のインジウムを含み酸の正確な添加が必要なこと、③しかし希釈は不要なこと、④酸不溶性成分の定量が要求されるため残渣がいること等の特徴があり、これらの諸条件を全て満足しかつ従来法と同じ処理をする操作を設定した。Fig. 4にその操作を示す。このようにして得られた分析試料溶液と従来の人手で調製した分析試料溶液とを溶液発光分光分析装置（島津カントレット GQM-75）で定量した結果の一例をTable 3に示す。これより両者は良い一致をしているこ

とがわかる。

#### 3.2 原子吸光分析装置への適用

原子吸光分析装置は最も広く使用されている溶液分析装置である。この装置は短時間に多くの試料を定量できるため、本装置を夜間運転して得た多数の分析試料溶液を集中的に処理し、作業性を大幅に向上することができる。原子吸光分析法は分解酸として通常塩酸を使用する。Fig. 5にニッケル定量用の試料溶液調製操作を、Table 4にこのようにして得られた溶液と人手で得られた溶液とを原子吸光分析装置（パーキンエルマー社製403型）で定量した結果の一例を示す。

#### 3.3 溶液自動化学分析装置への適用

鉄鋼試料溶液の溶液自動化学分析装置には連続フロー方式<sup>3)</sup>とバッチ方式<sup>4)</sup>とが実用化されているが、後者の装置を用い本装置の適用性を調べた。分析対象にはリンを選んだ。鋼中リン分析用試料溶液の調製には過塩素酸分解を必要とするため、塩酸や硝酸分解に比べ時間がかかりまた操作も複雑で熟練を要し危険でもあるため、これを自動化することは困難とされてきたが本装置で可能となった。採用した調製操作をFig. 6に示す。Table 5に本装置と人手とでそれぞれ調製した溶液を溶液自動化学分析装置（国際電気製ホトマツP）で定量した結果の一例を示す。両者は良好に一致しており本装置は従来の人手による方法に取って代ることができる。

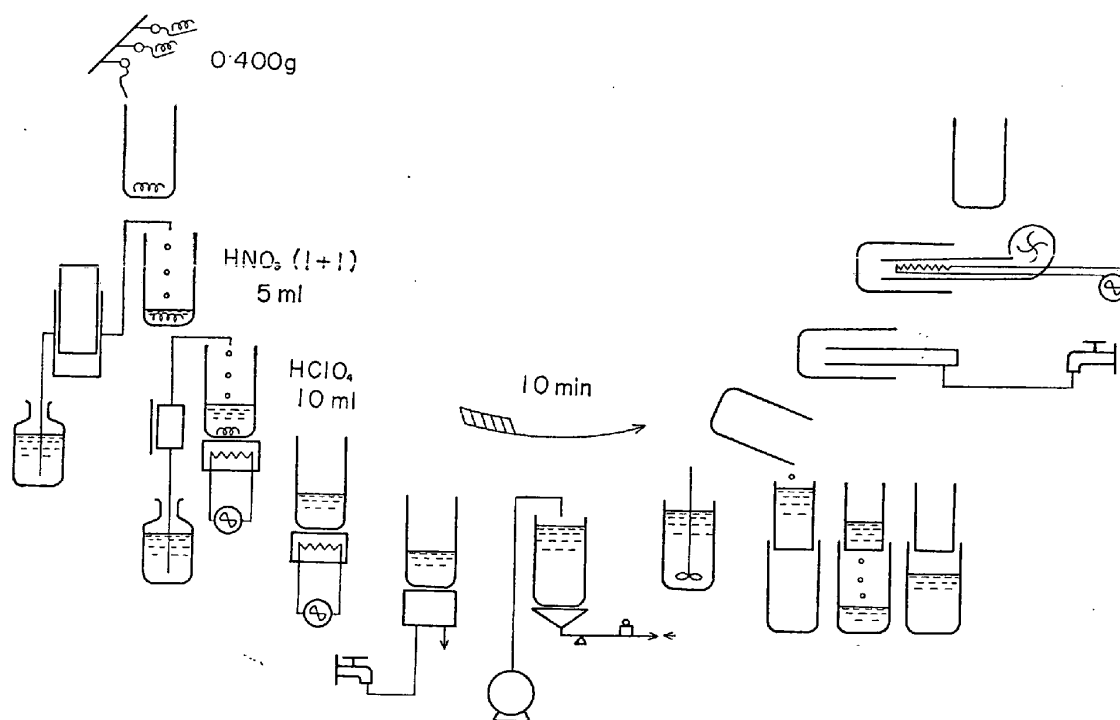


Fig. 6. Operating conditions of  $\text{HClO}_4$  dissolution.

Table 6. Comparison of the required time.

Dissolving reagent	Number of samples	Method	Required time (Time of the manual labor)	Operating conditions
HNO <sub>3</sub>	70	Handwork	4°30'	Fig. 4
		Automatic	4°30' (1°45')	
HCl H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	70	Handwork	5°	Fig. 5
		Automatic	7° (1°45')	
HNO <sub>3</sub> HClO <sub>4</sub>	70	Handwork	7°30'	Fig. 6
		Automatic	13°30' (1°45')	

### 3.4 効果

#### 3.4.1 省力化効果

本装置の使用にあたり人手を要する作業は、操作条件を設定し秤り取った試料を順番にセットすることと使用し終わった濾過貯蔵容器を洗浄し再びセットする手間のみとなり、その作業内容も極めて単純なため低級の労働力でよく省力化効果が大きい。Table 6に従来の人手によった場合と本装置を使用した場合の所要時間の比較を示す。本装置では試料を一つずつ溶液化するため、20個位を一度に処理する人手による方法にくらべ全操作時間はかなり長くなる。従つて、夜間無人運転により多数の分析試料溶液を調製するのが本装置の最も有効な使用方法である。本装置を昼と夜の2回運転すると人手の場合の2倍以上の作業性が得られる。

#### 3.4.2 経済効果

本装置は無人運転を前提とし信頼性に重点を置いて作製したためやや高価となつた。しかし、多能機であることおよび処理能力の大きいこと等のため、人手によるのとくらべ数年で償却することが可能である。

### 4. 結 言

各種の溶液分析装置で使用する鉄鋼分析試料溶液を自動的に調製する装置を開発した。本装置は複パッチターテーブル式を採用し、あらかじめ秤り取った削粉試料をセットすると、分解試薬添加、加熱分解、希釈および濾過をおこない、溶液と残渣とを自動的に得ることができる。この装置は(1)色々の溶解法が使用でき、(2)一度に74試料を、(3)夜間無人運転で調製できる特徴を有し、従来の人手による方法にくらべ2倍の作業性がある。本装置で調製した溶液を原子吸光分析装置、溶液発光分光分析装置および溶液自動化学分析装置で分析したところ、人手で調製した溶液の値とよい一致を得、作業分析機器として有用なことがわかつた。

#### 文 献

- 1) JIS G 1205<sup>1973</sup> 鉄および鋼の原子吸光分析方法
- 2) 遠藤, 畑, 中原: 分析機器, 6(1968), p. 298
- 3) P. H. SCHOLLES and C. THULBOURNE: Analyst, 89(1964), p. 466
- 4) 小野, 田口, 松本: 分析化学, 23(1974), p. 52
- 5) 川村, 渡辺, 森田, 小口: 日本金属学会講演概要集(昭和45年秋期)(1970), p. 176
- 6) 松本, 田口, 小野: 日本鉄鋼協会第82回講演大会講演概要集, (1971), p. 225