

# ウラン濃度のサンプリング測定

## Sampling Measurement of Uranium Concentration

加藤 洋明\* 金子 英二\* 片木 剣三郎\*  
Yōmei Katō Eiji Kaneko Kenzaburō Katagi

### 内 容 梗 概

原子燃料再処理プラントにおいては、廃液および精製液中のウラン濃度を測定することが必要であるので、われわれは回転バルブ方式のサンプリング装置を試作し、定電位ポーログラフと連動させて硝酸ウラニル水溶液中のウラン濃度のサンプリング測定を行なった。試作サンプリング装置はサンプリング周期 60 秒、測定時間 38 秒、測定時間遅れ 67 秒で、ウラン濃度  $5 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-2}$  M/L の範囲では  $\pm 1.7\%$  以下のばらつきで測定可能であり、実用プラントに十分使用できることを確認した。またかかる間欠信号を連続信号に変換するホールド回路として、サーボ形零次ホールドに最高値ホールドを併用し精度のよいホールド値を得た。

### 1. 緒 言

使用済み原子燃料からウラン、プルトニウムを回収する燃料再処理プラントでは装置の精製液または廃液中のウラン、プルトニウムの濃度を絶えず監視する必要がある。このような燃料再処理プラントのウラン濃度分析法としてポーログラフ法がすぐれていることはすでに報告<sup>(1)</sup>されている。

一般の化学プラントでも、従来実験室でのみ用いられていた多くの分析計がプロセス専用開発されつつあり、ポーログラフも含めて多くの分析計が、“イン・ライン化”の傾向をたどっている。これらの分析計で検出部を直接プラント配管中に設けることが困難な場合には、被測定液をある一定時間ごとにサンプリングして測定部に送り濃度を検出するという、いわゆるサンプリング測定方式がとられている。

従来、多くの分析計は実験室用としてはかなりの精度をもつものが開発されてきたが、これらの分析計を用いてプロセス中の溶液の濃度を精度よく測定するには、精度のよいサンプリング装置が必要となる。

今回試作したサンプリング装置は回転バルブ方式で、濃度検出部にはポーログラフを採用した。これは燃料再処理用抽出塔の自動制御を対象としたもので、抽出液中のウラン濃度を検出して抽料または抽剤の流量を制御しようとするためである。この場合の濃度はサンプリング信号となるが、このサンプリング周期をどこまで短縮できるかが、本装置を用いて抽出塔の自動制御を行なう場合のかぎとなり、この種装置を開発する場合の最も重要な点となる。

さらに、サンプリング装置とポーログラフ検出器を連動させ、サンプリング周期に影響する要因などの問題点および間欠的な信号を連続したアナログ信号に変換するデータホールド回路などに重点を置いて研究を行なった。

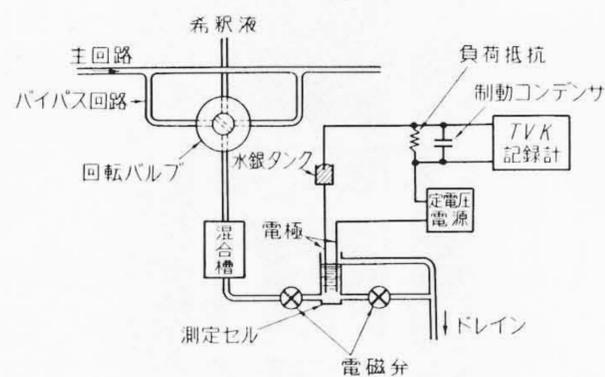
以下これらの結果について報告する。

### 2. 連続サンプリング装置の概要

抽出塔の濃度測定用サンプリング装置については、すでに二、三報告<sup>(2),(3)</sup>があるが、われわれはこれを一部改良したサンプリング系を採用し、このようなサンプリング装置の実用性について検討した。

採用したサンプリング装置の概要を第1図に示す。系の構成は回転バルブ、混合槽、電磁弁および測定セルなどからなり、検出部には電極間に一定電圧を印加したポーログラフ（以後これを定電位

\* 日立製作所日立研究所



第1図 サンプリング装置の概要

ポーログラフと称する)を用いた。

#### 2.1 回転バルブの概要

これは一定時間ごとに一定量の試料を取り出す装置で、試作したサンプリング装置の中心をなすものである。

本装置は固定子と回転子の両者からなり、回転子には一方向の貫通孔が、固定子には互に直角な二方向の貫通孔がつけられている。回転子は駆動モータにより一定速度で回転し、水平方向において両者の貫通孔が一致したときバイパス回路に被測定液が流れるが、回転子が回転し両者の孔の位置がずれると回転子貫通孔の中には一定量の溶液が抜き取られる。さらに回転子が回転により固定子の垂直貫通孔に一致すると、被測定液は上部タンクからの希釈液とともに下方にある混合槽の中に流れ落ちる。かくして一定量に希釈された被測定液が混合槽の中に取り出される。

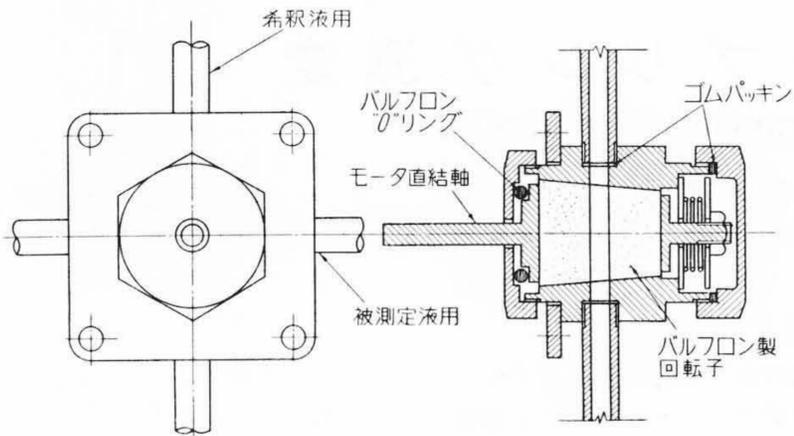
#### 2.2 連続サンプリング系の動作

アメリカで開発された装置<sup>(4)</sup>は、ポーログラフの印加電圧を走査する方式のもので、サンプリング周期は 5.1 分である。

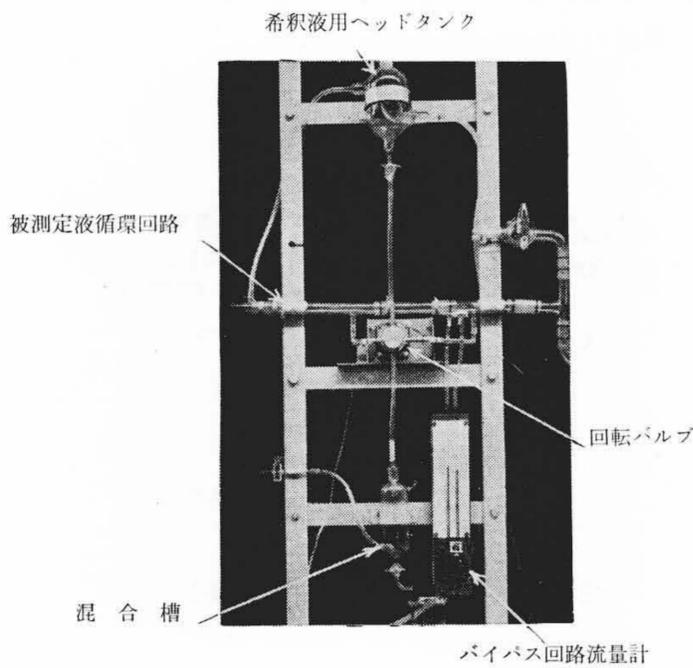
このようなサンプリング測定装置を制御系に“イン・ライン”する場合問題になるのはサンプリング周期で、これをかなり短縮しないと“イン・ライン”化は困難である。よってわれわれは、抽出塔の自動制御を行なうにあたって、このサンプリング周期をどこまで短縮することができるかを主眼として実験したが目標値としてはサンプリング周期 1~2 分を採用し、ポーログラフと連動させる場合の問題点などを検討した。

#### 2.3 濃度検出部

濃度検出用ポーログラフには、電極電圧の印加ならびに測定データの形などにより短形波、交流、微分および電圧走査形など多くの方式があるが、本実験では電極電圧を  $-0.4V$  一定とした定電位ポーログラフを用いた。これは被測定物をウラン溶液のみとしたことと、サンプリング周期をできるだけ短縮するためである。



第2図 第1次試作回転バルブの構造



第3図 回転バルブ実験回路

### 3. 回転バルブの試作とその特性

#### 3.1 第1次試作回転バルブの構造とその特性

##### 3.1.1 構造

第1次試作の回転バルブの構造を第2図に示す。固定子ならびに管系はステンレス鋼で作った。回転子はバルフロン製で、液の漏えいは回転子と固定子の接触面で防ぐ構造とした。両接触面はテーパになっており、回転子端部のナットを締めることにより両面の接触圧を増し、被測定液の漏えいを防止する。

このような構造の回転バルブは1回転する間に2回のサンプリングを行ない、一定回転数においてはサンプリング周期を短くすることができるが、固定子、回転子とも貫通孔の両端が同じように工作されていることが必要で、両端が少しでも違っていると1回転中の2回のサンプリング量にばらつきがでる。

##### 3.1.2 回転バルブの特性

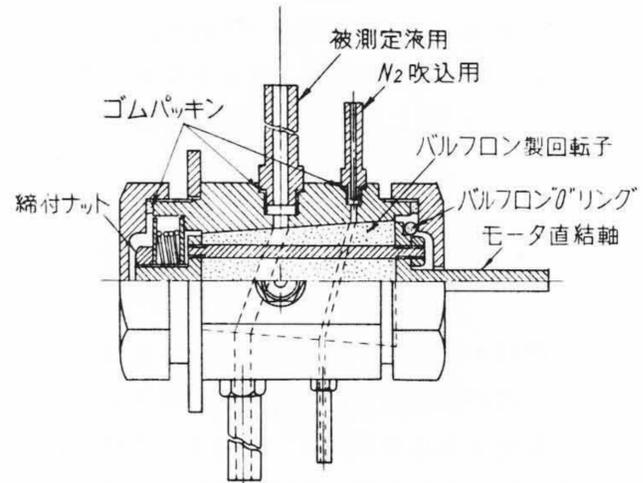
回転バルブの特性としては、回転バルブの貫通孔が開いている間の流量特性、水平方向、垂直方向のサンプリング特性などが考えられるが、上述のように1回転中の2回のサンプリング量のばらつきを確かめるため垂直方向のサンプリング特性を測定した。

回転バルブは主回路にバイパスして取り付けた。実験回路の概観を第3図に示す。中央が回転バルブ上部は一定の希釈量を与えるためのヘッドタンクで、水道水が絶えず循環している。下部は混合槽で、回転バルブでサンプリングした液を一定量に希釈してこの中に取り出す。

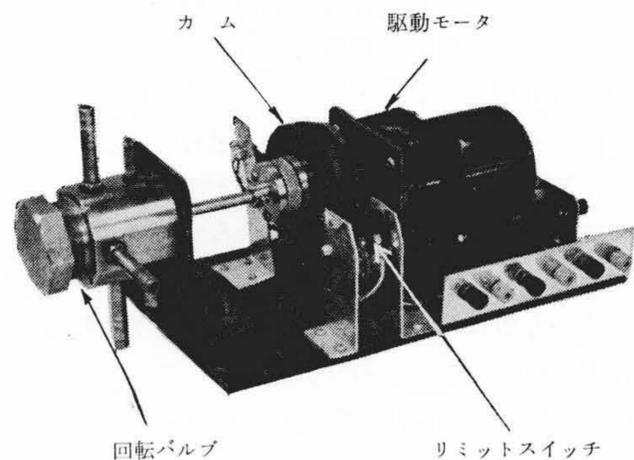
この実験回路を用いて、上部タンクに水道水を流し、バルブの回転により一定時間ごとに流出する量をメスシリンダで測定した。測定結果を第1表に示す。表中A、Bとあるのは、回転バル

第1表 垂直方向のサンプリング特性 (1次試作品)

回数	サンプリング量(1)		サンプリング量(2)		サンプリング量(3)	
	A (cc)	B (cc)	A (cc)	B (cc)	A (cc)	B (cc)
1	99	93	138	128	181	169.5
2	99	92.5	138	127.5	181	170
3	98	92.5	137	128	179	169.5
4	98	92	137	128	179	167
5	97.5	92.5	136.5	128	179	167
平均	98.3	92.5	137.3	127.9	179.8	168.6
最大偏差 (%)	+0.71	+0.54	+0.51	+0.08	+0.67	+0.83
	-0.81	-0.54	-0.58	-0.31	-0.45	-0.95



第4図 改良形回転バルブの構造



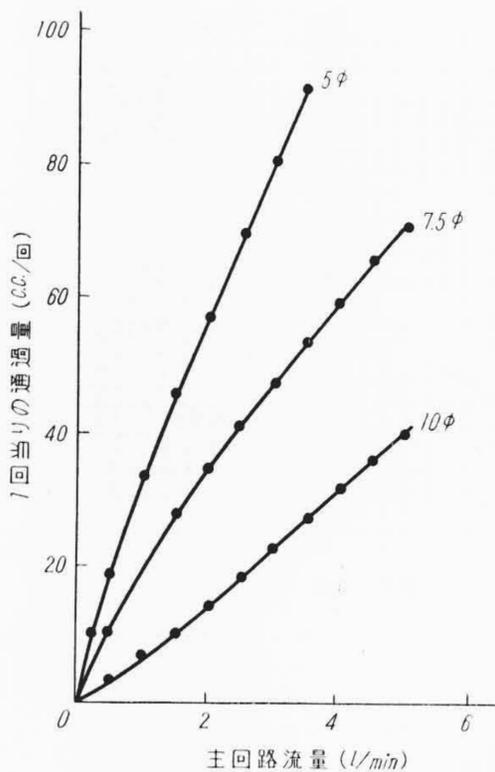
第5図 回転バルブ取付概観

ブ回転子貫通孔内を同一方向に流れる場合のデータを集めたもので、1回おきのデータである。この表から1回ごとのデータ間には約6%の差がみられるが、A、B各グループ内ではデータのばらつきは約±0.7%で相当よい均一性を有していることがわかる。A、Bで異なるのは貫通孔の工作が両端で異なるためである。

#### 3.2 改良形回転バルブの構造とその特性

##### 3.2.1 構造

前節に述べたように、第1次試作回転バルブでは垂直方向のサンプリング特性は1回ごとに大きな差を生ずる。これをなくするため、回転子1回転あたり1回のサンプリングを行なうような構造を考案<sup>5)</sup>した。これを改良形回転バルブと称したが、その構造を第4図に示す。この形の第1次試作品と異なる点は、第1次試作品では1回転に2回のサンプリングがなされたが、本方式では1回転に1回しかサンプリングしないということである。これは前者では回転子、固定子とも貫通孔が一直線上にあるため、回転子の貫通孔が180度回転するごとにサンプリングがなされるが、後者では第4図に示すように固定子の貫通孔が平面上で一直線上になく、回転子の貫通孔がバイパス回路と平行でないため360度回転しないと貫通孔は一致しないようになっている。このような構造にすると、溶液は貫通孔内を常に一定方向にしか流れず、し



第6図 主回路流量と1回あたりの通過量の関係 (改良形回転バルブ)

たがって方向の変化による誤差はなくなるものと考えられる。

また、後述するようにポーラログラフ法では被測定液中の溶存酸素を追い出すため窒素ガスを吹き込むことが必要であるが、これの開閉を自動的に行なうためのみぞを同一回転子に設けた。

試作した改良形回転バルブをモータに接続した写真を第5図に示すが、モータと回転バルブの中間に取り付けられているカムおよびリミットスイッチはサンプリング系の各部の動作を指令するスイッチである。

### 3.2.2 改良形回転バルブの特性

改良形回転バルブにおいても前節に述べたと同じ第3図の回路を用いて各種の特性を測定し性能を確かめた。

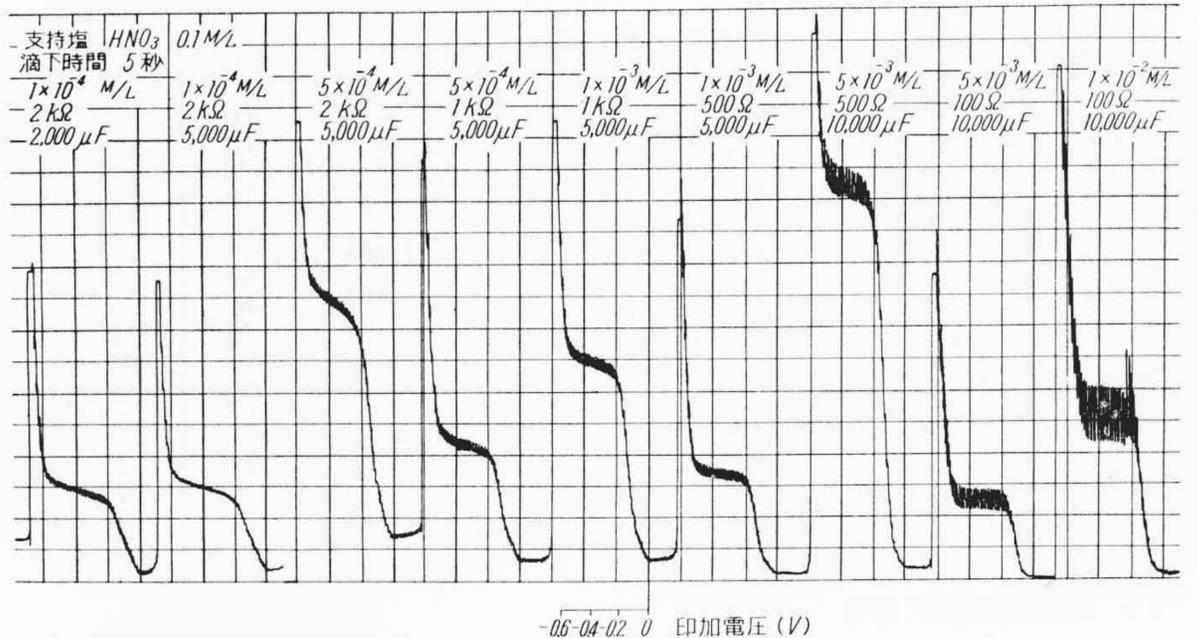
#### (1) バイパス回路の流出量特性

回転バルブがサンプリングを行なっている間はバイパス回路の流れは止まり、あるホールドアップができるが、次のサンプリングを行なうときこのホールドアップを取り去って新しい液をサンプリングしなければならない。この場合、バイパス回路の管径は主回路のそれに比べて小さいため、バイパス回路にある量を流すためには主回路の一部に流動抵抗体(絞り)を入れなければならない。この際、主回路の絞りの径を変えた場合の主回路流量と、回転バルブが開放している間の流出量との関係を知ることが必要である。改良形回転バルブを用いた場合の測定結果を第6図に示す。バイパス回路のホールドアップは、第3図において回転バルブの左側の部分で、バルブが開放している間に少なくともこれとバルブ内にある量が流れ出さねばならない。改良形回転バルブを用いた場合のバイパス回路の、ホールドアップは約11ccであるから、主回路の流量を2l/min(抽出塔の実験装置ではこの程度の流量である)とすれば、中間絞りの径は10φ以下にしなければならないことがわかる。

#### (2) 垂直方向のサンプリング特性

回転バルブ貫通孔が垂直になると上部タンクから一定量の希釈液が流出して一定希釈度の液が混合槽にたくわえられるが、この際希釈量の誤差がそのまま測定値の精度に影響するから、このばらつきを最小限におさねなければならない。

このため改良形回転バルブの垂直方向のサンプリング特性を測定した。測定結果を第2表に示す。この表から、測定値のばらつきは±0.6%以下になっており、当初目標にした性能が出ている



第7図 各種濃度におけるウランポーラログラム

第2表 垂直方向のサンプリング特性 (改良形)

回数	I (cc)	II (cc)	III (cc)	IV (cc)	V (cc)
1	109	70	46.7	39.0	24.4
2	109	70	46.6	39.2	24.5
3	110	69.5	46.7	39.1	24.4
4	110	70	46.6	39.2	24.4
5	110	70	46.7	39.1	24.5
平均	109.6	69.9	46.7	39.1	24.4
最大偏差 (%)	+0.36 -0.55	+0.14 -0.57	0 -0.21	+0.26 -0.26	+0.41 0

第3表 回転バルブサンプリング特性 (改良形)

回数	(1)				(2)			
	試料全量 (cc)	試料濃度 (N)	希釈度 (%)	サンプル量 (cc)	試料全量 (cc)	試料濃度 (N)	希釈度 (%)	サンプル量 (cc)
1	76.3	0.148	95.6	0.798	28.8	0.391	36.05	0.798
2	76.3	0.147	95.9	0.796	29.0	0.389	36.25	0.800
3	75.8	0.148	95.3	0.795	29.0	0.387	36.4	0.797
4	76.2	0.150	94.0	0.810	29.1	0.384	36.7	0.793
5	75.6	0.151	93.8	0.806	29.0	0.388	36.35	0.798
平均	75.95	0.1488	94.92	0.801	28.98	0.3878	36.36	0.797
最大偏差 (%)	+0.474 -0.185	+1.48 -1.21	+1.03 -1.18	+1.12 -0.75	+0.415 -0.62	+0.825 -0.98	+0.935 -0.853	+0.377 -0.502

主回路原液濃度: 14.1N  
0.1NのNaOHにて滴定  
サンプル量平均: 0.799cc

ことがわかる。

#### (3) 希釈特性とサンプル量

実験回路において回転バルブを運転し、主回路に酢酸、希釈回路に水を用いて回転バルブのサンプル量を測定した。回転バルブから混合槽に取り出された一定希釈度の溶液を取り出し、過性ソーダで滴定して酢酸の濃度を測定し、これより試料の希釈度を求め回転子貫通孔によるサンプル量を計算した。測定結果は第3表のとおりで、この表から改良形回転バルブのサンプル量は0.799cc、混合槽における希釈度のばらつきは±1%以下であることがわかる。

以上、第1次試作および改良形回転バルブの構造ならびに種々の特性の実測結果を報告したが、上述したことを総合すれば、今回われわれが試作した回転バルブはすぐれた特性をもち、分析計を用いてプロセスの濃度を測定する場合のサンプリング装置として十分使用しうることを確認した。このため以後の実験には全部改良形回転バルブを用いた。

#### 4. 濃度検出用定電位ポーログラフの諸特性

ポーログラフ法によるウラン濃度の測定については、すでに詳細な研究がなされているが、ポーログラフをサンプリング装置と連動させ、プロセス系に“イン・ライン”として用いる場合にはまた異なった問題点が生ずると考えられるため、二、三の基本的な特性について検討した。ここでは一例として硝酸ウラニル水溶液を対象として実験を進め、サンプリング装置と連動させる場合の問題点について考察した。特に問題となるのは溶存酸素の除去に要する時間で、これがサンプリング周期に大きな影響を及ぼすものと考えられる。このほか検討しなければならないのは、ポーログラフの水銀滴下時間、支持塩濃度、制動コンデンサの容量などの影響である。

##### 4.1 水銀滴下時間の影響

ポーログラムに及ぼす水銀滴下時間の影響を知るため、水銀滴下時間を3秒から8秒に変えた場合のポーログラム波高値の変化を測定した。測定結果より、滴下時間が長くなると波高値が減少することがわかったが、この傾向は理論的にも説明されている。この測定結果より、以後の実験では滴下時間を5~6秒にとることにした。

##### 4.2 支持塩濃度の影響

滴下極において適正な分極を行なわせるため被測定物以外の電解液を加えなければならない。これが支持塩で、この濃度は少なすぎても多すぎてもいけない。したがって被測定液に対しどの程度の濃度の支持塩を用いてよいかを調べておかなければならない。硝酸ウラニルの水溶液を被測定物とし、支持塩に硝酸を用いる場合、外部から加える硝酸濃度に対するウランのポーログラムの影響についての実験を行なった。実験結果より、硝酸濃度0.05 M/L以上では波高値は飽和していることがわかり、したがって実験ではこれ以上の濃度(0.1 M/L程度が妥当)を用いることにした。

##### 4.3 窒素吹込量の影響

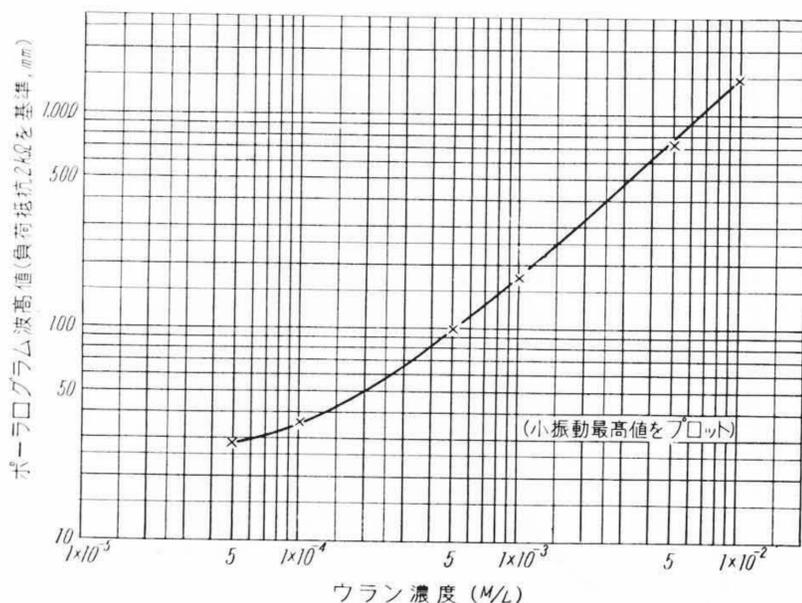
溶存酸素が存在する液のポーログラムには極大値を有する酸素波が現われ、これがウラン波に重畳して測定を困難にする。これを除くために種々の方法が考えられているが、本実験では被測定液中に窒素を吹き込む方法を採用したが、サンプリング装置と連動させる場合、これをどの程度吹き込んだらよいかを知ることは、サンプリング周期にも影響するので重要である。ここではある一定量を吹き込む場合、吹込時間をどの程度にしたらよいかを検討した。吹込量をほぼ一定にして吹込時間を0, 20, 40, 60, 120 および 300 秒と変えた場合のポーログラム波高値の変化を実験で求めた結果、吹込時間を40秒以上にすれば窒素吹込量の影響は飽和することがわかった。

##### 4.4 制動コンデンサ容量の影響

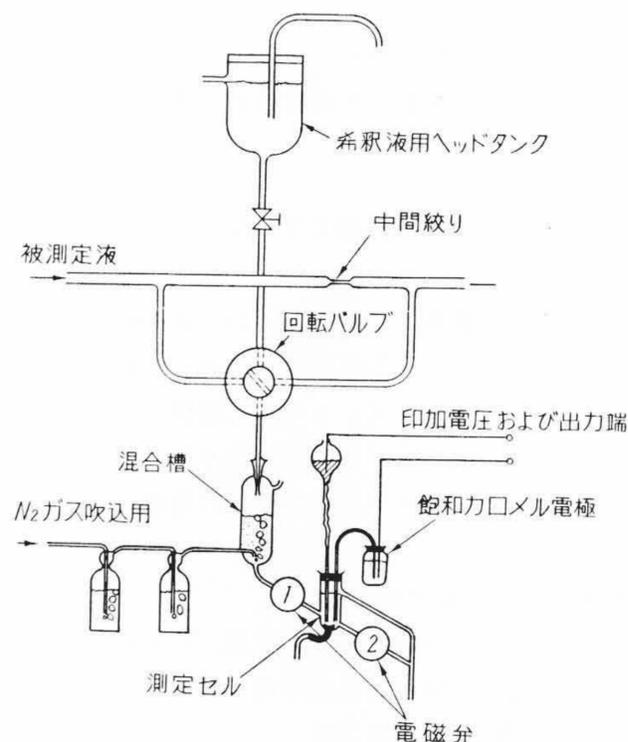
ポーログラムは水銀滴下の影響による小振動を伴い、結果を記録計に表わす場合、この振幅があまり大きくなると測定に困難を生ずるようになる。したがって第1図に示すように負荷抵抗と並列に制動コンデンサを入れてこの影響を少なくするようにしなければならない。このため、小振動の振幅に及ぼすコンデンサ容量の影響を測定した。この結果、容量を大きくすればするほど小振動の振幅は小さくなるが、一方回路の時定数も大きくなり濃度変化に対する応答がおそくなるため、負荷抵抗と容量による時定数が水銀滴下時間以下になるよう、両者の値を選択すればよいことがわかった。

##### 4.5 ウラン濃度と波高値の関係

ウラン波に及ぼす種々の要素の影響については以上に述べたが、この装置によってウラン濃度とポーログラム波高値との関係ならびに測定範囲などを検討した。実測結果の一例を第7図に示す。被



第8図 ウラン濃度とポーログラム波高値の関係



第9図 サンプリング装置フロー線図

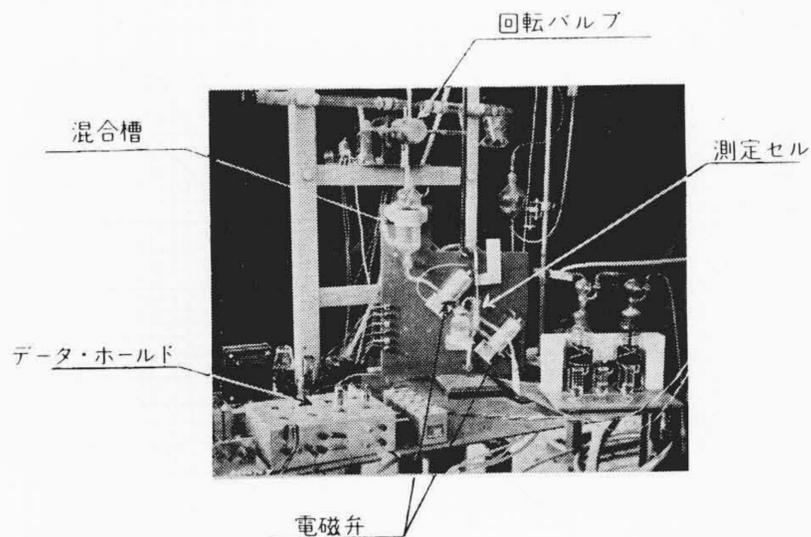
測定液としては、横沢化学株式会社より購入した試薬特級の硝酸ウラニル ( $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) を定量した蒸留水に溶かして用いた。支持塩濃度 0.1 M/L、滴下時間 5 秒で、制動コンデンサの容量は負荷抵抗と見合って時定数が 1~10 秒以下になるようにした。このポーログラムは印加電圧を 0~-0.6 V に走査した場合であるが、-0.4 V における最高値を濃度に対して表わせれば第8図のようになる。この図からウラン濃度が  $5 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-2}$  M/L の範囲では直線のこう配は45度近くなり、両者の関係はほぼ直線的であることがわかる。この測定結果より、試作装置の測定最小限は  $3 \sim 5 \times 10^{-4}$  M/L であることがわかる。

#### 5. 試作サンプリング装置の動作特性

前章までにサンプリング系を構成するおのおのの要素の構造および特性などについて述べたが、本章ではこれらを組み合わせて全系を動作させる場合の動作特性について報告する。

##### 5.1 試作サンプリング装置の概要

試作したサンプリング装置のフロー線図を第9図に示す。被測定液はバイパス回路を通して回転バルブでサンプリングされ、希釈液とともに混合槽にはいり混合される。混合槽には溶存酸素除去用の窒素ガスが吹き込まれるが、この開閉もまた回転バルブにて行なわれる。試料は電磁弁を通して測定セルにはいるが、一部はセルをフラッシュして最後の約 10 cc がセルに残りポーログラムが測定



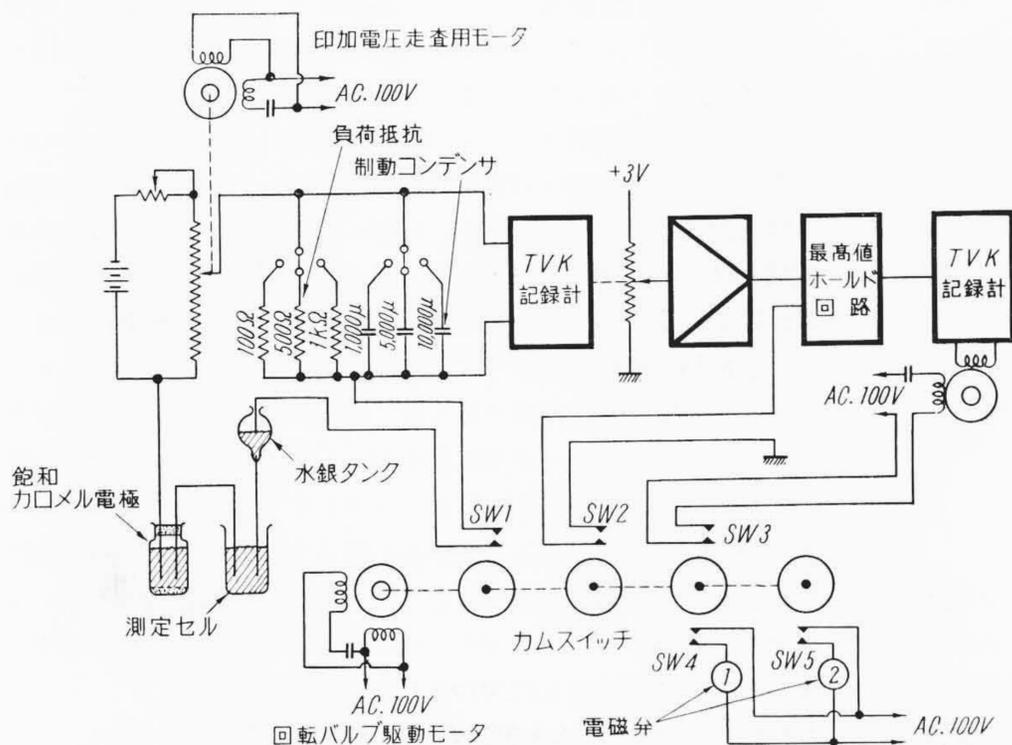
第10図 試作改良形回転バルブ式サンプリング装置の概観

される。電磁弁の操作は回転バルブ駆動モータに直結しているカムスイッチにて自動的に行なわれる。第10図は試作装置の概観で、中央部が回転バルブ、電磁弁、測定セルなどで左側に電極印加電圧走査回路および最高値ホールド回路などがみられる。

試作装置の電気部分のブロック図を第11図に示す。カロメル電極は電池の正極に接続されており、水銀滴下極はカムスイッチ SW1、負荷抵抗を経て分圧用ポテンシオメータの midpoint に接続される。印加電圧走査用モータはこのポテンシオメータを回転させ、印加電圧を走査できるが、通常は一定電圧 (-0.4V) に設定されている。負荷抵抗には並列に制動コンデンサが接続され、この両端は TVK 記録計の入力端に接続されている。試料が測定セルにはいると SW1 がはたらき電圧が印加され還元電流が記録計にて記録される。

5.2 試作装置の動作シーケンス

上記に述べた試作装置の動作シーケンスを決定する最も重要なのはサンプリング周期であるが、これは主として溶存酸素除去用窒素吹込時間と、ポーラログラム測定時間に影響される。前者については、実験より 40 秒で十分であることがわかった。後者については、測定回路の時定数が大きな影響をもち、これが大きい場合は測定値が定常値に落ち着くまでに長くかかり、したがって測定時間が長くなる。この影響を実験的に求めるため、外部回路の時定数を 5 秒にし、測定時間を 10~60 秒に変えてポーラログラムが定常値に達するかどうかを測定した。測定時間が 10 秒の場合は最高値は十分定常値



第11図 サンプリング濃度測定ブロック線図

に達していないが、30 秒以上ではほぼ定常値に達していることがわかった。したがって試作装置では測定時間を 30~40 秒にとることにした。

以上の結果を考慮して決定したのが第12図の動作シーケンスである。同図で被測定液のサンプリングは 60 秒ごとに行なわれる。被測定液が回転バルブ回転子の貫通孔内に抜き取られてから 15 秒後 (90 度回転) 希釈液とともに混合槽に流れ、ただちに窒素ガスが吹き込まれる。この際、希釈液の量は測定セル内でのウラン濃度が測定に最も適した範囲になるようあらかじめ決定されている。窒素吹き込みの途中で電磁弁 No.2 が開き今まで測定セル内にあった液が排出される。電磁弁 No.2 が開いている間に No.1 が開き混合槽から新しい液が流入し、測定セルをフラッシュしたのち No.2 の閉鎖により一部の液が試料としてセル内に残されるが、溢流口により一定量に保たれる。電磁弁閉鎖後 1 秒たつと、電極に -0.4V の電圧が印加され濃度信号の記録が始められる。この時間は 38 秒で、この間濃度信号が記録される。

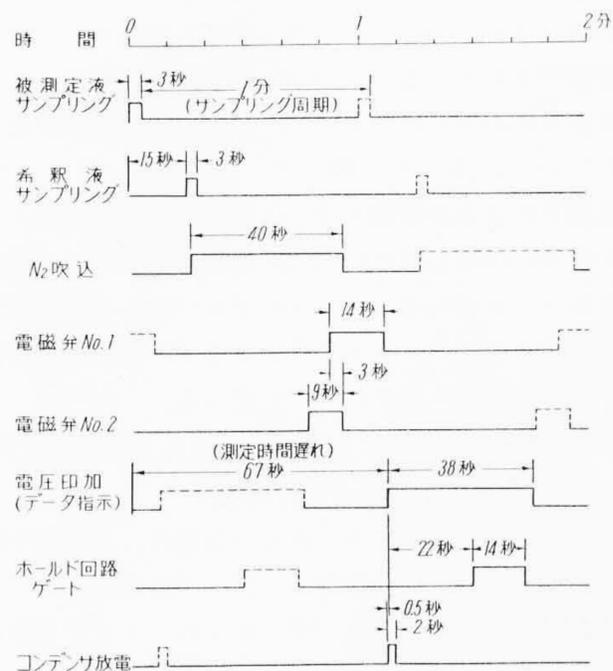
以上のシーケンスによれば、被測定液のサンプリングが開始されてから 67 秒後にそのときの濃度信号が記録されるが、その信号は持続時間 38 秒、周期 60 秒の間欠的な信号となる。

上記の動作シーケンスを、諸外国で発表されているものと比較すれば、サンプリング周期は 5.1 分から 1.0 分に、測定時間遅れは 4.8 分から 67 秒に短縮されている。

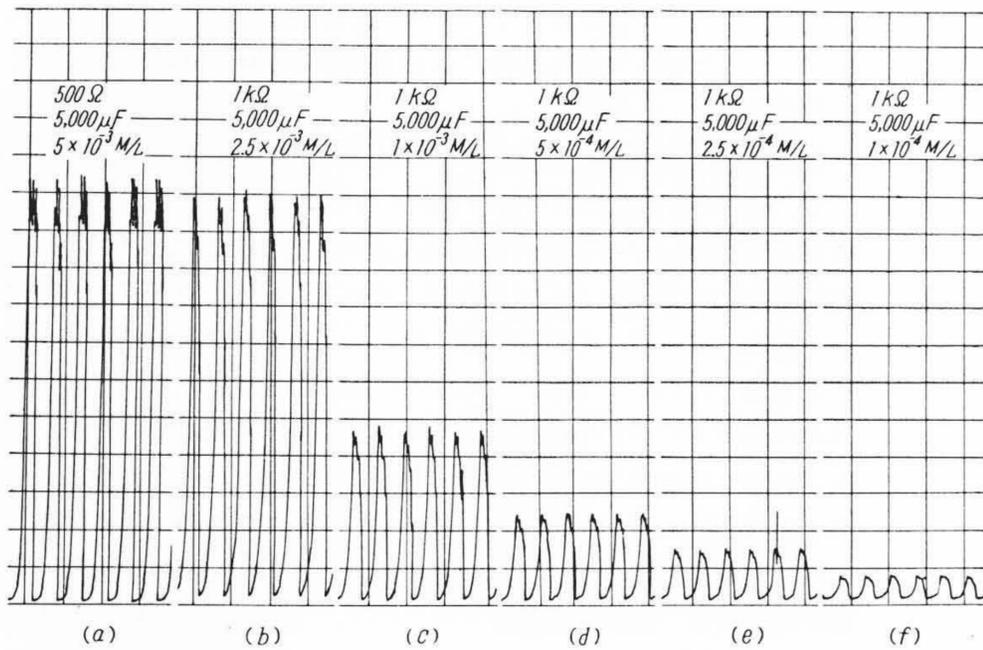
6. ウラン濃度のサンプリング測定

次に 5.2 で述べた試作サンプリング装置の動作シーケンスに従って硝酸ウラニル水溶液中のウラン濃度のサンプリング測定を行なった結果について述べる。

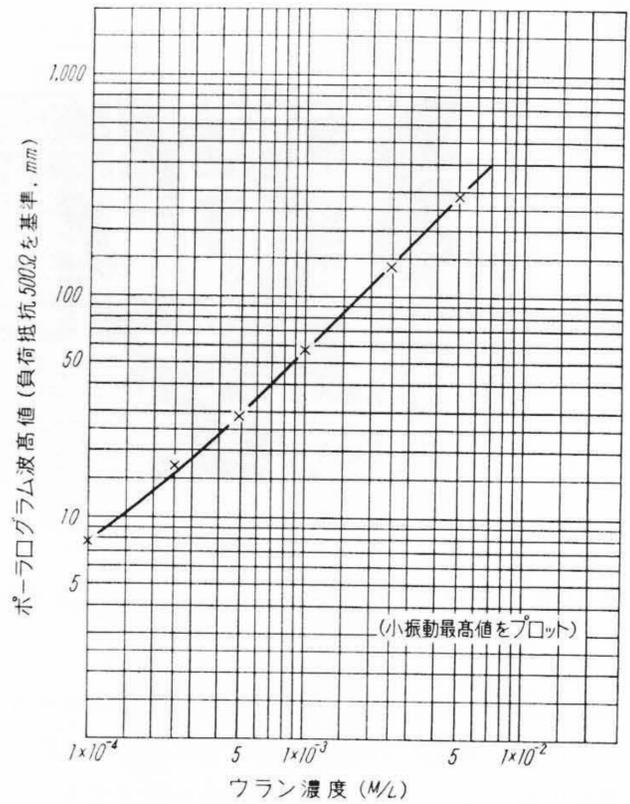
濃度範囲が  $1 \times 10^{-4} \text{M/L} \sim 5 \times 10^{-3} \text{M/L}$  の場合の実測結果の一例を第13図に示す。この測定は制動コンデンサの容量が  $5,000 \mu\text{F}$  で負荷抵抗は  $1 \times 10^{-4} \sim 2.5 \times 10^{-3} \text{M/L}$  までは  $1 \text{k}\Omega$ 、 $5 \times 10^{-3} \text{M/L}$  では  $500 \Omega$  である。ポーラログラムの最高値を濃度に対して示したのが第14図で、これは負荷抵抗  $500 \Omega$  を基準にしたものである。この図から、濃度が  $5 \times 10^{-4} \text{M/L}$  以上では波高値と濃度の関係はほぼ直線で、したがってこの範囲においては、標準濃度で一点だけ更正しておけばプロセス中のウラン濃度を十分に測定しうることがわかる。また波高値のばらつきを求めると  $\pm 1.7\%$  以下で、プロセス濃度計として十分な精度をもっていることがわかる。



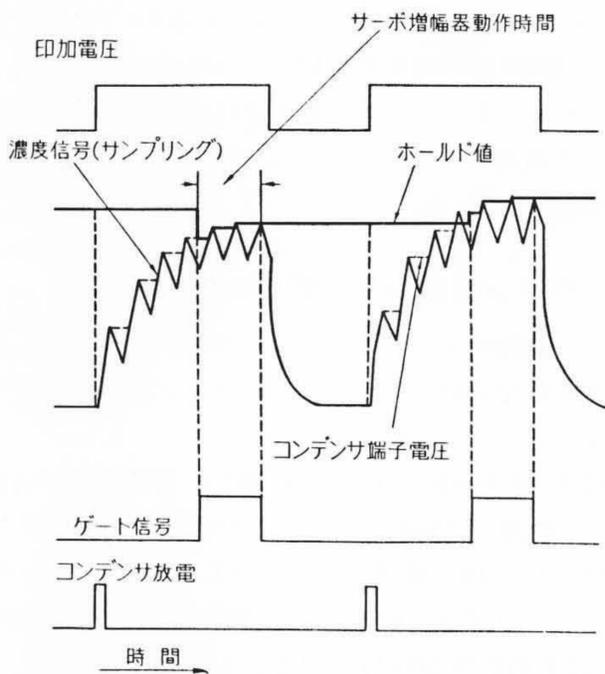
第12図 試作サンプリング装置動作シーケンス



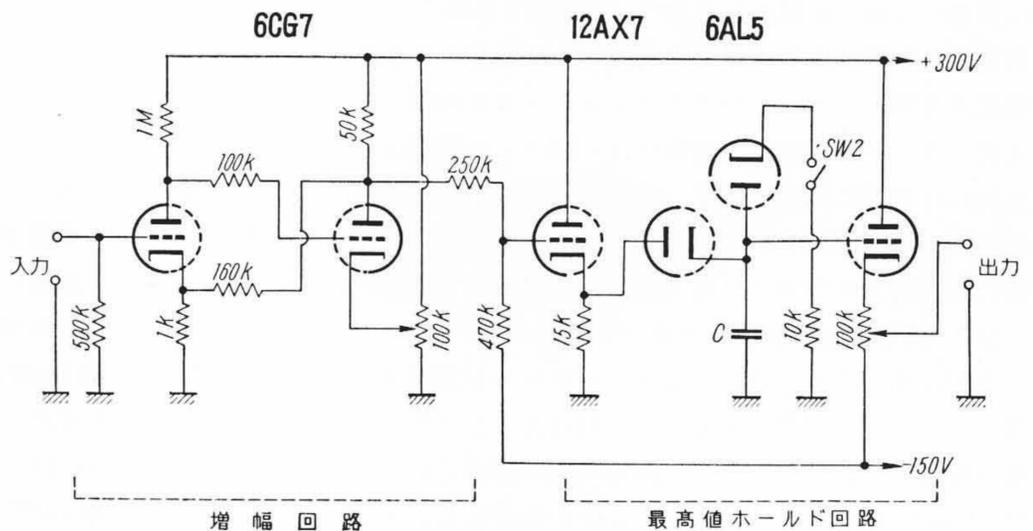
第 13 図 ウラン濃度のサンプリング測定実測結果



第 14 図 ウラン濃度とサンプリングポーログラム波高値の関係



第 15 図 最高値ホールド動作原理図



第 16 図 最高値ホールド回路

### 7. 最高値ホールド回路の試作

試作装置による濃度信号は第 13 図に示すように間欠的な信号となる。単に濃度を指示、記録させるのみならばこの信号で十分であるが、この信号によって流量、温度などを制御する場合には、この信号を連続したものに変換する必要がある。このような動作を行なうのがデータ・ホールドで、この一種せん頭値ホールドについてはすでに発表<sup>(6)</sup>されているが、これは三角波、矩形波などの出力をホールドするように設計されたもので、これに小振動が重畳する場合は考慮されていない。しかし一般のポーログラム法による濃度信号には、水銀滴下による小振動を伴い、しかもこの小振動とサンプリング周期が完全に同期しがたいので、従来方法でこの種小振動を伴う信号をホールドすれば、データにばらつきが生ずるおそれがある。本章では、サンプリングポーログラムの濃度信号を精度よくホールドする最高値ホールドについて述べる。

#### 7.1 最高値ホールドと最高値ホールド回路の試作

##### 7.1.1 最高値ホールド動作原理

ポーログラムにみられる小振動は、水銀滴下時間および外部の条件（負荷抵抗、制動コンデンサ容量など）が変らなければその振幅は変わらないから、データ・ホールドする際常に小振動の最高値でホールドすることを考えればよい。このような方式を採用すれば、ホールド値のばらつきはサンプリング測定値のばらつき

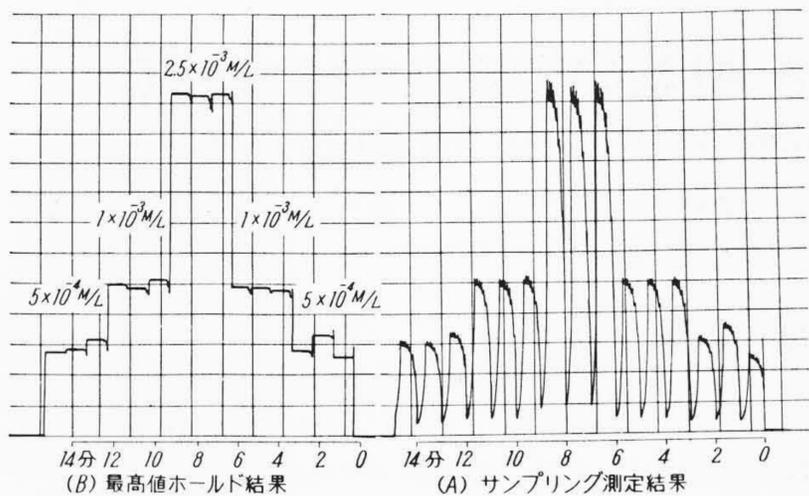
のみと考えてよく、ホールド値の精度は相当よくなると考えられる。

ある信号をホールドするには種々の方法が考えられるが、ポーログラム法を用いたサンプリング濃度測定値のデータ・ホールドにあたっては水銀滴下による小振動とサンプリング周期とを分け、前者にはコンデンサを用い後者の長い時間のホールドにはサーボ形零次ホールドを用いることにした<sup>(7)</sup>。

このような最高値ホールドの原理図を第 15 図に示す。この図で上部の信号は電極への電圧の印加信号で、これによって小振動を伴う濃度信号が現われるが、回路にはある時定数があるため濃度信号はステップ状に現われず、図のような信号となる。濃度信号が現われると同時に 2 極管を通してコンデンサの充電が始まるが、小振動の振幅が減少しても 2 極管でカットされるためコンデンサ端子電圧は常に振幅の最大値に保たれる。測定値がほぼ定常に達したところでサーボ増幅器のゲート回路を開けば、第 15 図に示したようにサーボ増幅器はコンデンサでホールドしている小振動の最高値を追従する。測定値が終る少し前でゲート回路を閉じればサーボ増幅器は動作しなくなりこれまでの最高値をホールドする。このホールド値は次のサンプリング信号が現われるまで保たれ、かくして間欠信号の連続化がなされる。

##### 7.1.2 最高値ホールド回路の試作と測定結果

以上に述べたような動作を行なうホールド回路のブロック線図



第17図 濃度信号最高値ホールド結果

を第11図に示したが、同図の最高値ホールド回路には第16図のような回路を用いた。同図で、入力信号は直流増幅器で増幅された後一段のカソードフォロワを介し2極管を経てコンデンサCに充電される。

これらのホールド回路を用いてデータ・ホールドした場合のウラン濃度の測定結果を第17図に示す。この図は、ウラン濃度が $2.5 \times 10^{-3}$ 、 $1 \times 10^{-3}$ および $5 \times 10^{-4}$ M/Lの場合で、同一濃度のものを3回連続して測定した結果である。

(A)がサンプリング測定、(B)がこの信号をデータ・ホールドした結果で、精度よくホールドされていることがわかる。

8. 結 言

回転バルブ方式の連続サンプリング装置の構成、特性およびサンプリング測定からみた定電位ポーログラフの基礎的な特性ならびに両者を連動させた場合の測定結果などについて報告した。本試作装置はサンプリング周期60秒、測定時間38秒、測定時間遅れ67秒で、実測結果はウラン濃度が $5 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-2}$ M/Lの範囲で波高値

と濃度はほぼ直線的で、測定値のばらつきは $\pm 1.7\%$ 以下であることがわかった。

サンプリング周期を決定するおもな要因は窒素ガス吹込時間と測定時間であるが、ほかの方法で溶存酸素の除去を考えれば、サンプリング周期はまだ短縮できる可能性がある。しかし抽出塔などの時定数が普通数分~十数分のことを考えれば、この程度の周期で実用に供しうると考えられる。

また、上記に測定したような間欠的な信号を用いて制御系をはたらかせるには、これを連続した信号に変換しなければならない。これがデータ・ホールドで、従来用いられているサーボ形零次ホールドに最高値ホールドを併用することにより、精度のよいデータ・ホールドを行なうことができた。

なお、試作装置を実用プラントに適用するにあたっては、回転バルブ工作上の精度、検出用ポーログラフおよび最高値ホールドなどに問題があり今後関係者のご教示を仰ぎ検討したいと考えている。

終わりに臨み、終始ご激励、ご指導を賜った日立研究所部長西堀博士をはじめ関係各位に厚くお礼申しあげるとともに、種々有意義なご討論をいただいた各位に深く感謝の意を表わす。

参 考 文 献

- (1) 村田：ウランのポーログラフ分析法 (1) 日本化学雑誌 81, 3 (S.35)
- (2) H.W. Bertram et al: Automatic Determination of Uranium in Process Streams, Analytical Chemistry 30, 3
- (3) G. J. Alkire et al: Plant-Type Polarographic System for Determining Uranium in Radioactive Waste Streams, Analytical Chemistry 30, 12
- (4) (2)と同じ
- (5) 加藤, 片木: 実用新案出願中
- (6) 金子, 片木: サーボ形零次データホールド 昭和35年電気四学会連合大会 No. 276
- (7) 加藤, 片木, 鈴木: 実用新案出願中



特 許 と 新 案



特許第292551号

大和和夫・水上徳五郎  
高橋長一郎

河川横断用圧力形電力ケーブル

この発明は、鋼管のようなパイプの中に、鉛被またはポリエチレン被覆を有するケーブル線心を引き入れ、パイプ内に加圧媒体を封入した河川横断用の圧力形電力ケーブルにおいて、パイプ内加圧油を着色した電力ケーブルに関するものである。

加圧媒体、たとえば、絶縁油がパイプの中に封入されているケーブルにおいて、パイプが損傷したとき、加圧媒体がそれ自身の内部圧力により大量に流出することがある。特に河川横断中のところでは、加圧媒体の補給が枯渇すると、比重の異なる水と絶縁油とが、自然に置換された状態となることがある。そしてパイプから流出した絶縁油は水面に浮遊しても、河川を通過する河船の排油と混同されるため、その見分けが容易でなく流出事故点の検出に、相当の労力を費していた。

この発明によれば、加圧媒体油はあらかじめ着色してあるから、パイプより加圧油の流出事故があるときは、たとえ水面に四散した状態であっても、ケーブル用絶縁油であることが一目で判明できる。

図はこの発明の一例を示し、1は導体、2は絶縁体、3はポリエチレン被覆、4はスキッドワイヤ、5は金属製パイプ、6は着色した加圧媒体油、7は外部保護被覆である。(斎藤)

