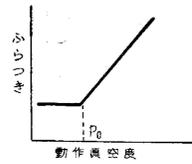


# 質量分析計型リーク・デテクターにおけるプローブ法の理論

唐 沢 孝・富 永 五 郎

近年真空技術において、種々の洩り探しが考案され、それにともない洩り探しの理論もプローブ法を中心として一応確立された<sup>1)</sup>。

プローブ法によるとある洩り探し器の“ふらつき”と動作真空度(洩り探し器のおかれているところの真空度)との間には第1図に示すような関係がある。図からわかるように、動作真空度が $P_0$ より大きい圧力の領域では、ふらつきは真空度に比例して大きくなり、 $p_0$ より小さい



第 1 図

い圧力の領域では、ふらつきは真空度に無関係に一定である。実際に洩り探しを行う場合には、検出可能最小流量と動作真空度の関係は、 $p_0$ より大きい圧力の領域では圧力に比例し、小さい圧力の領域では圧力に逆比例する。したが

って、ある洩り探し器を使って、最小の洩りまで検出できるためには、動作真空度を $p_0$ になるようにすればよいことが知られている<sup>2)</sup>。

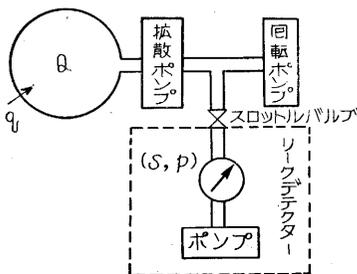
動作真空度を変化させるには、被試験体(洩り探しをされる容器)の主排気ポンプの排気速度、被試験体と洩り探し器を接続しているスロットル・バルブのコンダクタンス、および洩り探し器自蔵のポンプの排気速度の3つを変化させる方法がある。

$p_0$ の値は、洩り探し器の種類によってことなるが、ピラー真空計型では約 $0.1 \mu\text{Hg}$ であり、電離真空計型では $0.001 \mu\text{Hg}$ 程度である<sup>3)</sup>。質量分析計型の場合には、質量分析計を適当に設計し、それをリーク・デテクターの真空系に上手にとりつけた場合には、 $p_0$ を $0.1 \mu\text{Hg}$ 以上の高い圧力にすることは容易である。実際、われわれが試作した質量分析計型リーク・デテクターにおいては、 $p_0 > 0.2 \mu\text{Hg}$ である。

これまで、各種洩り探し器の中で、電離真空計型およびピラー真空計型については、理論と実験の一致がたしかめられている。しかし、質量分析計型については、小容積被試験体を直結した場合の、検出可能最小流量が実測されている程度で、プローブ法の理論による検討は

なされていない。

質量分析計型リーク・デテクターを大容積被試験体の洩り探しに使う場合は、backing法と呼ばれる第2図のような方法



第 2 図 backing 法

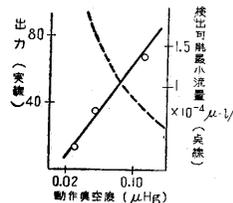
で接続される。この場合、プローブ法の理論から、検出可能量については次式が与えられる。

$$q = (Q/p) \cdot (k/s) \cdot q_m$$

ここに、 $q (\mu\text{l/s})$ は検出可能最小流量、 $Q (\mu\text{l/s})$ は被試験体の全洩漏量(out-gasを含む)、 $p (\mu\text{Hg})$ は動作真空度、 $s (\text{l/s})$ はプローブガスに対する排気速度、 $q_m (\mu\text{l/s})$ は動作真空度が $p_0$ のとき、被試験体を洩り探し器に直結した場合の検出可能最小流量である。 $k$ は、プローブ・ガスと全洩漏ガスの粘性流・分子流におけるコンダクタンスや排気速度の相異と、これによる含有率の変化から生ずる係数で、Heをプローブ・ガスとした場合には $1 \sim 1/2.7$ の値をとる。

この式によれば、被試験体を洩り探し器に直結した場合は $Q/p = s/k$ で $q = q_m$ となり、これはすでに確かめられているが、さらに大型被試験体をbacking法で洩り探しを行うときには、全漏洩量 $Q$ の一部分がリーク・デテクター中に入るから、 $Q/q > s/k$ で $q > q_m$ となる。従って、 $Q/p$ の値をできるだけ小にすることによって小さい洩りまで検出可能になるはずである。

大阪大学菊池研究室で設計中の12 MeVサイクロトロン<sup>4)</sup>の洩り探しにおいて、島津製質量分析計型リーク・デテクターを使用した際、このことが実測された。この実測において、被試験体の容積は $2000 \text{l}$ であり、リーク・デテクターは、 $5000 \text{l/s}$ 油拡散ポンプと、 $600 \text{l/m}$ キーン型回転ポンプの間のbacking spaceに接続された。上式における $Q, k, s$ を一定にし、スロットル・バルブを調節し動作真空度を変えたときの、標準リークからのプローブガスの出力を測定した。第3図にそれを示す。このとき、被試験体の全漏洩量は $15 \mu\text{l/s}$ であり、



第 3 図

使用した標準リークは $5 \mu\text{l/s}$ のものである。

検出可能最小流量は、出力をふらつきで割ったものから求められる。この場合にもふらつきは動作真空度に無関係に一定であったから、動作真空度の圧力増加による出力増加に逆比例して、検出可能最小量は小さくなっていくことが、第3図に示されており、backing法の場合も上の理論式が妥当であることが確かめられた。

### 文 献

- 1) 富永五郎, プローブ法の理論 真空技術 Vol III (1952) No. 3 p. 23~39.