

## 真空技術者資格試験への手引き (6)

中山 勝 矢\*

## Guidance for the Vacuum Engineer Examination (6)

Katsuya NAKAYAMA\*

\*Chair, The Qualification Committee of Vacuum Engineers

(Received September 9, 2011, Accepted October 13, 2011)

## 7. 判断問題

実験装置を作るとき、また顧客の求めに応じて真空装置の設計をするとき、さらに不具合の解決に頭を悩ましているとき、直面する具体的な課題に関しては教科書や参考書が直ちに適切な答えを与えてくれるとは限りません。

多くの場合、そういうときはグループのメンバーに意見を聞くとか、顧客も交えて議論をすることになります。そして出された意見のうちから真空技術的に正しい意見を見分け、速やかに判断する能力が期待されます。とくに1級技術者の場合、これは必要不可欠な能力だといえます。

今回は、そうした場面を想定して作られた例題を取り上げました。もちろん「どれが正しいか」とか「正しくないものはどれか」という形でも出題できますが、あえて多数の意見を聞くなかで判断をするという形に整えてあります。

## 7.1 不具合発生の原因はなぜか

真空システムでは所定の値まで圧力が低下しないという不具合が起きることがあります。これは明らかに不具合なので、何らかの処置を急がないとなりません。当然のことですが、「どうしたんだ」「何が起きたんだ」「どこが悪いんだ」といった言葉が発せられ、返事が返ってきます。そのときの問答を整理し、例題23として次に掲げます。これは2007年の2級に出題されました。

## 例題23 (2級)

真空容器内の圧力が目標値に達しないときに出了次の意見のうち、可能性がないものはどれか。

- 真空計に問題が起きて、圧力が正しく測れていないのではないか。
- 工場内の気温と湿度が高いため、真空ポンプが正常に動作していないのではないか。
- 真空ポンプが劣化して、所定の排気速度が得られていないのではないか。
- 真空容器の内壁が汚れて、予想以上に気体の放出が多くなったのではないか。
- 真空装置のどこかに漏れが生じたのではないか。

いずれももっともらしいところがあります。真空装置の圧

力については、まず真空計を疑うのは当然です。可能性が皆無ではないのでチェックする必要があります。

次に装置内の圧力が真空ポンプの排気速度と気体の放出量に依存していることを考えて、そのどちらかに疑いをかけていますが、これも妥当です。十分に可能性があります。

しかしそのなかで、真空ポンプの排気速度が工場内の気温や湿度によって影響を受け、低下しているという推論だけは殆ど可能性がありません。したがって(b)を選べば正解ということになります。常識的な内容なので2級に出題されたと考えられます。

## 7.2 どの真空ポンプを選ぶか

実用的な真空システムを計画するとき、いつでも問題になるのは排気系です。極めて現実的な課題の例として、真空包装を取り上げてみます。

いまや真空包装してある商品は、巷に溢れています。食品が多いのですが、常に乾燥品であるとは限りません。生の肉から燻製品、煮物までさまざまです。これらをポリ袋に入れて排気するための真空ポンプには、どのようなものが相応しいかという問題です。

## 例題24 (1級)

食品の真空包装に適した真空ポンプを選びたい。検討会では次のような意見が出たが、採用に値する意見はどれか。

- 低温面で水蒸気を凝縮除去できるから、クライオポンプが最適である。
- 高速で高真空まで排気できるから、ターボ分子ポンプが目的に合致している。
- 空気を除去する程度の話だから、油回転ポンプならどれでもよい。
- 水蒸気以外にもいろいろな液体や異物が飛び込むことが考えられるから、液(水)封ポンプが望ましい。
- 包装する量が多いから、中真空領域で排気速度のあるルーツポンプ型の機械ポンプが適している。

これは2004年の1級に出題され、一部手直ししてあります。ポンプは一般に知られているものばかりですが、利用する側から見ると別の判断が求められるということです。

この場合、ターボ分子ポンプやクライオポンプは高価であり、またこの目的には合致しません。検討会のリーダーはさらに踏み込んで、液体や異物が飛び込むことやオーバーホー

\* 真空技術者資格認定委員会委員長

ルまで考え、総合的な判断を下す必要があります。正解は(d)です。

### 7.3 アルゴンはどこから来たか

最近、高真空装置であれば残留気体分析計は標準仕様になってきています。それは大変に喜ばしいことですが、ただ質量電荷比  $M/Z$  のスペクトルや電子的に処理された図を見ているだけでは十分ではありません。

何よりも重要なのは解釈で、異状がないか、異状があれば何故なのかを追求しなければなりません。

#### 例題25 (1級)

薄膜作成装置がある。残留気体を四極子型質量分析計で調べていたら質量電荷比  $M/Z=40$  のところにピークがあり、アルゴンと見做された。このアルゴンピークの出現に関して次のような意見が出た。そのうちで、考えられないものはどれか。

- (a) スパッタイオンポンプでは取り込まれたアルゴンの再放出があり得る。
- (b) 装置を作ったときにアルゴン溶接を行ったので、そこで使ったアルゴンが金属中に残っている。
- (c) スパッタで薄膜を作ったときに導入したアルゴンが後々まで残っている。
- (d) ステンレス鋼に含まれているアルゴンが放出されている。
- (e) どこかに漏れが生じ、大気中に含まれるアルゴンが入ってきている。

これは2007年の1級に出題されたもので、少し手直ししてあります。(d)以外は可能性があるので、正解は(d)ということになります。

解答選択肢に述べられていることは稀な事象が多いので、教科書や講習会のテキストには殆ど記載がありません。しかし経験されないことではないのです。

ステンレス鋼に本来アルゴンが含まれているものとしたら、ステンレス鋼で作られた多くの真空装置では残留気体に常にアルゴンが見られるはずで、そうしたことが問題になったことはありません。

議論のリーダーはあらゆる知識と経験を踏まえ、総合的に考えて判断する必要があります。これはその判断力を確かめた問題の例で、かなりレベルが高いといえます。

### 7.4 いかに気体放出量を減らすか

高真空や超高真空を得たいと思う場合、真空容器の内壁や内部に装着された部材からの放出気体の量が大きな課題になります。これこそが真空技術としての基本であり、その量の低減方法が要となります。

次の例題26は、2006年の2級に出題されたものに少し手を加えてあります。

#### 例題26 (2級)

真空容器を超高真空まで排気したいとき、排気システムの排気速度を大きくし、また真空容器内壁からの気体放出速度を極力小さくすることが必要である。後者のテーマに関して

5人の真空技術者から、気体放出源と気体放出量の低減方法について意見が述べられた。意見(a)~(e)のうちで、正しくないと判断すべき意見はどれか。

- (a) 主な気体放出源が器壁上の吸着水分子である場合、吸着水分子にエネルギーを与えて器壁から追い出す励起脱離が有効で、よく用いられるベーキングでは熱励起を用いている。
- (b) 吸着水分子はスパッタ現象や化学反応によって追い出すことも可能で、イオンを用いる放電洗浄もこの一例である。
- (c) 放電洗浄は器壁上の吸着水分子の除去には有効であるが、他の表面吸着物の低減には効果がない。
- (d) 内部不純物としての溶存水素がある場合、あらかじめ高温でベーキングして水素の内部拡散を促進し、溶存量を減少させておくことは気体放出量の低減に有効である。
- (e) 電解研磨は器壁表面の平滑化だけでなく、表面変質層を取り除き、気体放出量の低減に有効である。

この問題の正解は(c)です。これは、日常的に真空を扱っている技術者にとっては常識に属する問題かもしれません。それで2級に出題されました。期待した通り、正答率は高く73%でした。

## 8. おわりに

今回の「真空技術者資格試験への手引」シリーズはこれで終わります。第9回目の2011年度1,2級資格試験はすでに10月1日に実施されましたが、2012年度も秋に従来通りの形で行われる予定です。

ぜひ講習会などに出席し、テキストや参考書を何度も繰り返し読んで自分のものにして下さい。そのときには、ここに掲げられた例題が役に立つと思います。

なお2008年度のJVSJ(真空)誌、ならびに真空ジャーナル誌に書いた「資格試験と例題による解説(1)~(11)」と、そこに取り上げられた47件の例題も参考にしてください。

例題はあくまで例題です。第9回(2011年度)までの試験でなんと1,2級それぞれ270問ずつ、合計540件の出題がありました。例題は今回の分も入れて71件が公表されたこととなりますが、出題総数からいけば13%に過ぎません。

例題の公表は、受験準備のためばかりではありません。資格認定試験のレベルを広く世に周知して、資格の社会的な評価を確かなものとしたいという願いが一方にあります。

またさらに、このような蓄積でわが国の真空技術の知的な裾野を豊かなものにし、素晴らしい人材が育つことを夢見ています。

受験の準備も辛いことですが、問題の作成はそれ以上に大変な作業なのです。個人的な感想をいえば、講義よりも、教科書執筆よりも遥かに細かく心配りをしなければならず、その苦勞は並大抵なものではありません。

試験委員の方々の努力により、毎年新しい問題が創造されていることには誇りを感じます。この場をお借りして厚くお礼を申し上げたいと思います。(完)