

遮風について

1. 遮風技術について

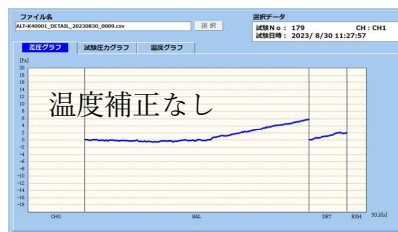
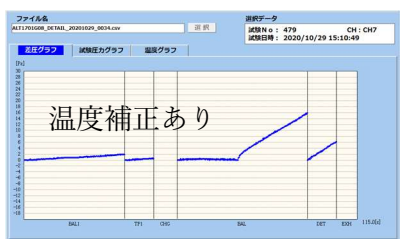
遮風は有効かつ重要な技術

データ採集中、冷暖房などで風が発生した場合、測定結果にバラつきが生じる場合があります。その対策技術をご紹介します。

(1)目的

差圧式リークテスターは、マスターとワークに同じ圧を充填して、内圧の差を漏れ量として算出します。このエアリークテスター各社共通の漏れ計算における共通の弱点を解決することが遮風の目的です

- ・漏れ量は計測時間における差圧変化率[Pa/s]を測定して計算します。
- ・差圧変化率は、差圧計測値の時間平均値を用います。
- ・そのため計測時間の最中は、差圧が直線的に変化することが望ましいのです。
- ・計測時間中に風が当たると、マスター、ワークの熱移動が促進されるため、変化率が高くなります。
- ・温度補正式計測器とはいえ、差圧測定中に変化率が曲線を描いたり、上下に乱れたりすると、正しい漏れ量が計測できません。
- ・このことは温度補正式エアリークテスターも、通常のエアリークテスターも同じです。



(2)効果

- ・遮風を適切に行うと、誤判定やリトライの精度が上がります。
- ・遮風を行わないと、差圧変化率が曲がっていたりすると、漏れ無し品同士で検査しているにも関わらず、どちらかが漏れ有と判定されたり、結果が逆転したり、不可解な測定結果を招くことがあります。それらの改善ができます。

2. サーミスターによる風の影響を可視化

- ・ASP2310 は本体に3個のサーミスター接続端子があり、外気温温度や、ワーク、マスターの内部温度、表面温度などを計測できます。
- ・その温度は、差圧データなどと同期していますので簡単に温度影響を把握することができます。

注意：このサーミスターは温度補正に用いるわけではありません。

- ・お客様の検査環境を把握し、適切な検査環境を作り出すための温度データです。
- ・検査台製作時に遮風処置をどの程度やればよいか判ります。

- ・検査環境温度を常時監視しておき、イレギュラーが起きた時の原因究明することが出来ます。
- ・判定閾値の見直しの時の条件出しに用いる事が出来ます。

(1) 実際に弊社工場にて風の影響を測定しました。



二重エアシャッター

エアリークテスターでの漏れ量測定中に風が当たると、室内外温度差がある場合には、漏れ量の測定に影響が出ます。左図は建物の出入り口に取り付けてあるシートシャッターの開閉影響を、測定対象タンク内にサーミスターを入れて可視化したものです。測定に当たって下記対策を行なっても、エアシャッターの開閉で測定が乱れる状況が測定されました。

対策1：エアシャッターを二重にした対策2：出入り口の開閉での影響を避けるために、測定エリアと建物出入り口との距離を10m以上離しました。

対策3：遮風用のパーテーションを設けました。

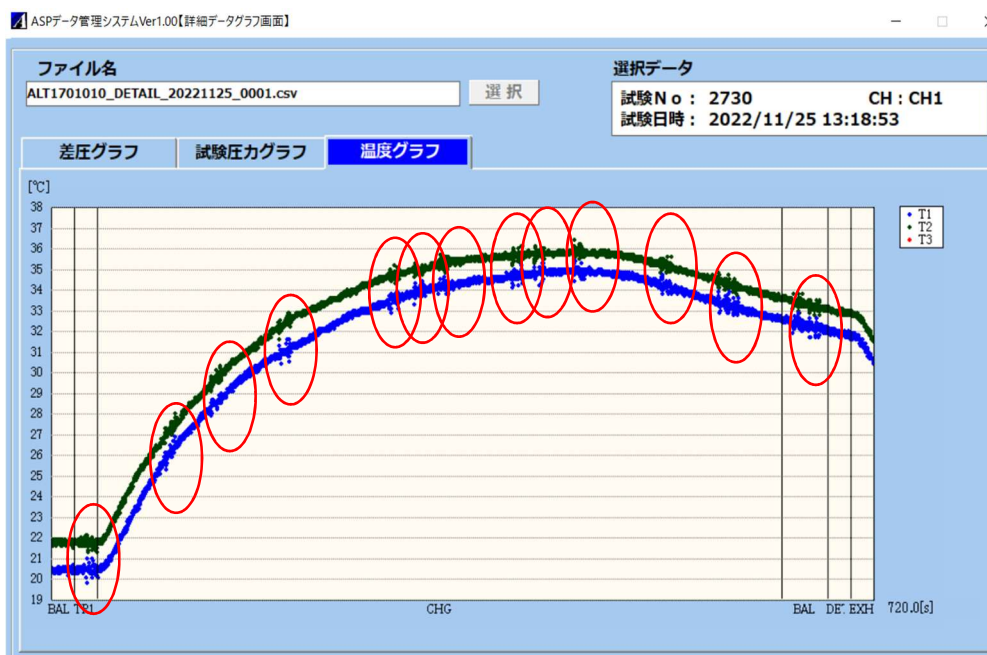
対策4：測定対象を発泡スチロールで包み、かつ、ブルーシートでも覆いました。

対策5：エアリークテスターへの配管に保温材をかぶせました。

(2) マスターとワークへの風の影響

対策1～5を行ってもエアシャッターの開閉毎（○で囲んだ部分）に測定が乱れます。

本データは、大型タンクに充填中、安定時間中のタンク内壁から50mmほどの位置に挿入したサーミスターによる内部温度です。内部温度を代表する温度ではありません。



上記のように、風による影響はエアリークテスターによる精度の良い計測にとっては無視できないことがお分かりいただけると思います。

3. エアリークテスターによる風の影響測定方法

- ・ 遮風 (=マスター・ワークの計測中の外気温との熱移動状態の安定化)
- ・ 風の影響 (=計測中の外気温との熱移動による差圧の変化)
- ・ 風の影響の種類は (対策すべき影響の種類)

室内外温度差がある場合のエアシャッター

エアコンの冷暖房風

漏れ測定中に近くを人が通る時の風の回り込み

これらの影響は通常見逃されています。

- ・ 対策する前に、影響の度合いを可視化しなければ、話が始まりません。

風の影響を測定するには、サーミスターや白金温度計では無理です。

一般的に、エアリークテスターでの漏れ量測定では、閾値として 30[Pa]以下での設定を行うことが多いです。

サーミスターの分解能は 0.01°C、白金温度計での分解能 0.001°Cですが、漏れ量の測定対象物内の平均温度を求めることはできません。

温度が0.03°C変化すると圧力は約31Pa変化します。
圧力：200kPa(G)、温度：20°C

**正しくリーク判定を行うには、
高精度な温度補正が必要です。**



温度補正機能付きエアリークテスター
ASP-2310

平均温度を高精度で求める為には、エアリークテスターを用い、ワーク側のみを風の影響を受けるとして内圧変化[Pa]を測定します。

内圧変化[Pa]、測定時の周囲温度が判れば、ボイルシャルルの法則から差圧変化量を温度変化量に換算することができます。(注：周囲温度=マスター側の温度、絶対温度 [K]=ケルビンを使用、絶対圧力[Pa] abs = 検査圧[Pa]G + 大気圧[Pa]G を使用)。

(人が通る時の風の回り現象については、筑波大学「科学の芽」に収録されています)。

https://www.tsukuba.ac.jp/community/students-kagakuonome/shyo_list/2015/jrhs3.pdf

4. エアコンの影響のグラフ化

エアコンによる風の影響を見る為に、測定対象（マスターとワーク）の6面を覆えるアクリルケースに入れ、ワークのみを30秒間手で加温した後の放熱を、条件を変えて測定しました。

マスター側とワーク側の両方共に風の影響を受けるようにして内圧変化[Pa]を測定しました。

測定対象は風の影響を受けやすい、熱交換器を使用しております。測定には弊社エアリークテスターで「温度補正有」モードで測定を用い、内圧変化[Pa]をボイルシャルルの法則で温度換算[deg]しています。

温度変化を見るだけでしたら、内圧変化[Pa]さえ判ればよいので、どのメーカーのエアリークテスターを使用しても測定できます。

グラフ化すれば、エアコンの影響が波形の乱れとして表されます。実験は下記3条件で行いました。

条件(a)

- ・エアコン停止
- ・完全遮風：周囲4面アクリル板（前面だけ上下スライド扉・閉）、上下板、などの隙間をテープで目止めした6面を完全シールした状態。

条件(b)

- ・エアコン運転あり
- ・アクリルケースの開閉扉を閉、扉周囲の隙間（1～2mm）から風が少量進入できる状態（測定対象を入れたケースの1面のシールが不完全な状態）。

条件(c)

- ・エアコン運転あり、
- ・アクリルケースの開閉扉を開放して、エアコンによる風の影響を“もろ”に受ける状態（測定対象を入れたケースの5面のみをシールし、前面開放状態）。

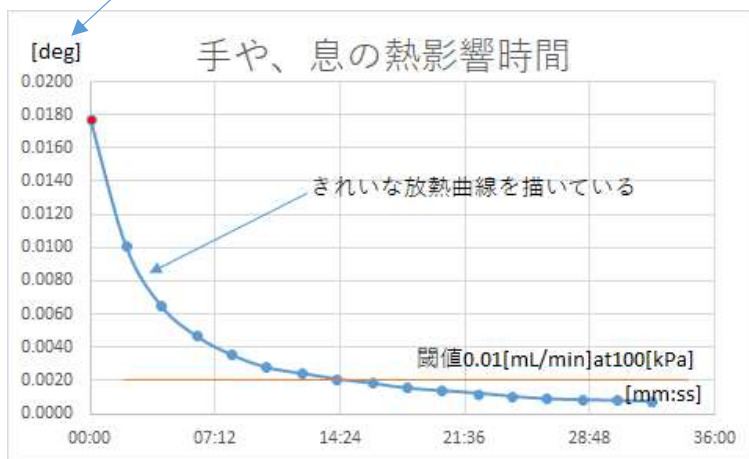
実験結果

- ・実験は当社温度補正式エアリークテスターASP2310にて、温度補正を使わない通常モードで計測しました。
- ・マスター、ワークは容積470mLのステンレス熱交換器
- ・30秒間手で加温した、漏れのないワークを使用しました。

実験 条件(a) : 完全遮風した状態



差圧から換算した温度変化値



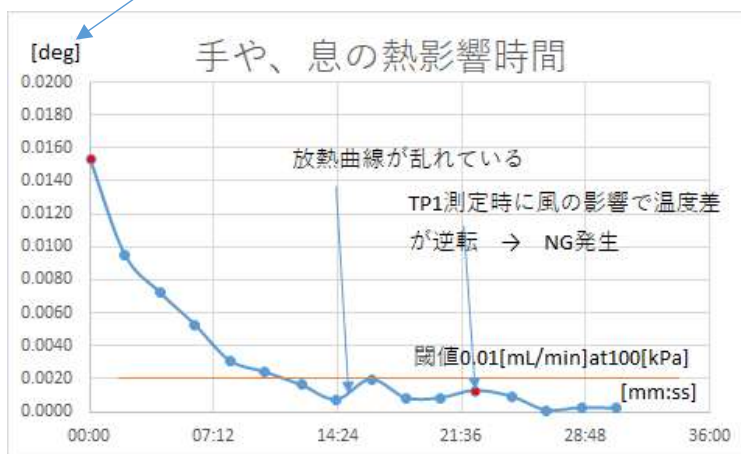
結果：ワーク・マスターに残熱などの温度変化要因があっても、温度補正機能を使えば誤判定なく漏れ検査できる理想的な遮風状態です。

詳細は、4. 条件(a) (b) (c)の実験結果考察 参照。

実験 条件(b) 風が少量進入できる状態



差圧から換算した温度変化値

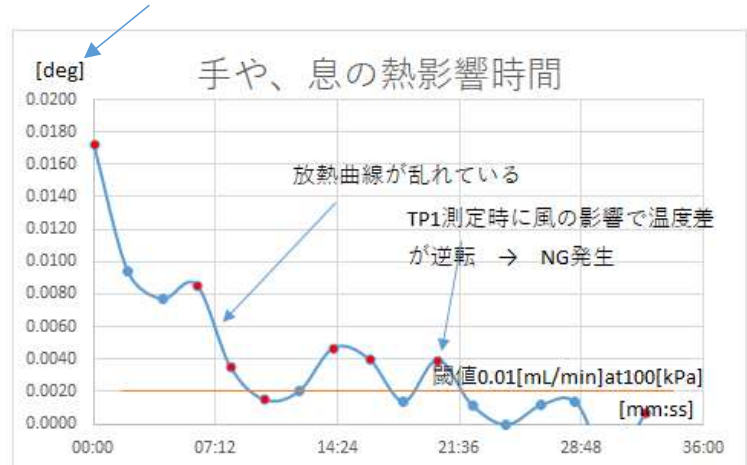
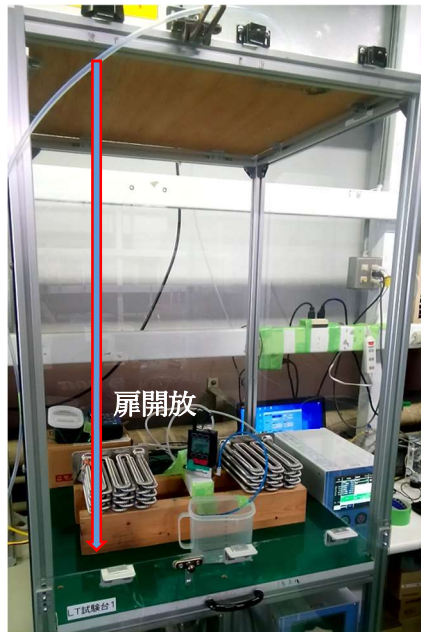


結果：ワーク・マスターに残熱などの温度変化要因がある場合は有効に、温度補正効いていますが、逆にマスター・ワークの温度差がほとんどない状態（一般的なエアリークテスター

で、マスター・ワークを温度安定化して測っている時に相当します) のほうが、条件(b)程度の遮風では、誤判定 NG が出る可能性があります。理由は、補正值の採取中に風が当たると、間違った補正值を記録してしまうからです。ただし、ワークの形状、熱容量の大きさなどによっては影響のないものもあります。

詳細は、4. 条件(a) (b) (c)の実験結果考察 参照。

条件(c) 風の影響を“もろ”に受ける状態 差圧から換算した温度変化値



一度温めたワークを連続して実験した経過時間

結果：扉オープンでの検査は、一般的な漏れ検査工程ではよくある風景です。

本実験では、意図的にエアコンの風が前面から吹き込んでいます。しかも自動ルーバーによる偏向、風の強弱変化もある状態です。

温めたワークは、実験を繰り返して時間が経過するに従い外気温との温度差はなくなります。

差圧は図のように大きく上下に乱れます。これはマスター・ワークの位置の違いや、加圧や、放出のタイミングと、風が当たるタイミングによって、マスター側が冷えたり、ワーク側が冷えたりすることがランダムに発生しています。

これが検査現場の現実なのです。

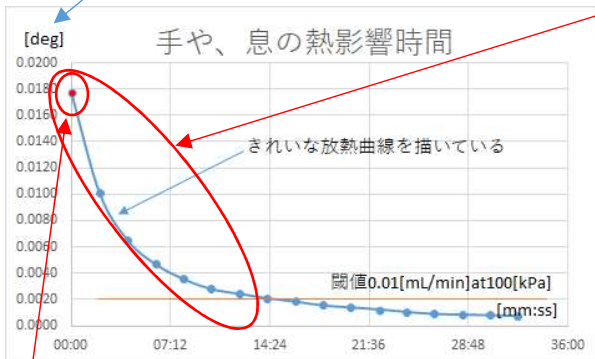
詳細は、4. 条件(a) (b) (c)の実験結果考察 参照。

4. 条件(a) (b) (c)の実験結果考察

弊社エアリークテスターの「温度補正なし」モードで、閾値 0.01[mL/min]at100[kPa]にて合格品の測定を行ないました。

条件(a) : 完全遮風した状態

差圧から換算した温度変化値



温度補正の有効性 :

30秒間手で加温した、漏れのないワークが受けた温度影響によって、発生差圧は閾値以上となっています。図の○印部分は温度補正なしではNG（不合格）判定となりますが、弊社エアリークテスターの「温度補正有り」モードを用いれば、正確に補正されて、OK（合格）判定となります。別途データをご紹介します。

温度補正の補正限界 :

- ・ワークに加えられた熱が、内部空気に伝わりきるには時間が必要です。
- ・その時間はワークの熱容量（肉厚の大小）、表面積の大小（フィン有・無）、などによって所要時間も変わります。
- ・熱の伝わり方はエアリークテスター内部にも起こります。
- ・今回のワークを30秒間手で加温した場合、まず測定対象の表面が加温され、内部空間に温度が伝わることで内圧変化[Pa]が生じます。
- ・内部空間に温度が伝わる前に測定を開始すると、正確な影響温度を把握できない状態で漏れ量を測定してしまう為に、本来OK（合格）判定でなければならないものがNG（不合格）判定となる場合があります。
- ・マスター・ワーク内の問題と別に、特にその日の初めの計測などで、誤判定が出やすい理由もここにあります。内部にコンプレッサーエアを通して、計測器内がコンプレッサーエア温度になじむと安定した計測に移行します。

条件(b) : 風が少量進入できる状態

差圧から換算した温度変化値



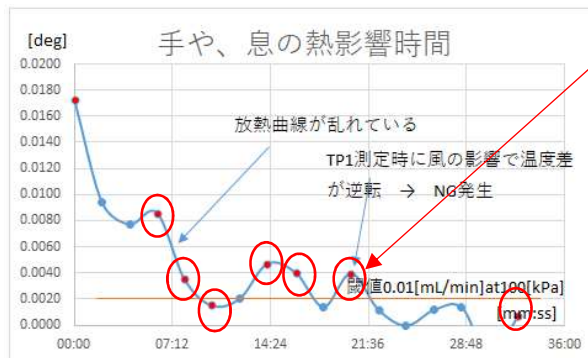
風の影響 :

前(a)よりも隙間がありますので、影響温度を把握している最中に風が吹き込み、影響温度を正しく把握できていません。従って、この状態で漏れ量を測定してしまうと、本来OK（合格）判定でなければならないものがNG（不合格）判定となる場合があります。

左図のように放熱曲線に乱れが有る場合には、遮風強化が必要です。

弊社のエアリークテスターを使用し、「温度補正有」モードで漏れ検査環境を計測すれば、NG（不合格）判定が出た原因が、漏れ起因なのか、風起因なのか、温度起因なのかの切り分けが出来ます。さらに、遮風対策の有効性も合わせて検証できます。

条件(c)：風の影響を“もろ”に受ける



測定対象と検査台の影響：

測定対象が風の影響を受けやすいにもかかわらず、検査効率重視で、検査台に必須の前扉を無くした場合は、検査結果は、左図のように7 / 16の割合で誤判定を生じます。

「閾値を見直せ」と指示が出そうですが、原因は風の影響なのです。

弊社 ASP 2 3 1 0 で温度影響の様子と、温度補正した後の改善を可視化すれば、問題は閾値ではない事が判ります。

適切な検査台仕様（例えば前面扉の必要性等）をデータで証明することができます。