

SEMI E80-0299 (Reapproved 1104) マスフローコントローラの姿勢感度(取付位置)決定の試験方法

本テスト方法は、Global Gases Committee で技術的に承認されたもので、North American Gases Committee が直接責任を負うものである。現版は 2004 年 7 月 11 日に North American Regional Standards Committee にて承認された。2004 年 9 月にまず www.semi.org で入手可能になり、2004 年 11 月発行に至る。初版は 1991 年に発行された。

1 目的

1.1 本試験方法の目的は、MFCに関わる取付姿勢の影響を定量化する標準方法を提供することである。

1.2 本文書は、MFCの取付けの影響を試験し、記述することに関し、メーカーとユーザ間のコミュニケーションに共通のベースを提供するものである。

2 範囲

2.1 本手順は、流量スパンとゼロにおけるMFCの姿勢(取付位置)の影響を決定する方法について述べるものである。

2.2 本文書の意図する所は、特定の試験プログラムを示唆するのではなく、本方法でカバーするパラメータを求める場合に使用する試験方法を規定することである。参考動作条件とは、「最良の」性能が期待できる環境条件のことである。

2.3 本文書に記述する最低限の試験は、1 台の MFCについて 5 つの取付位置で、135.8 kPa (19.7 psia)と 308 kPa (44.7 psia)の窒素ガスを使用して、行なう試験である。

注意:このスタンダードはその使用に関連した全ての安全問題を取り扱うことを意図していない。このスタンダードの使用者は、その責任において、適切な安全および健康上実施すべき事柄を確立し、また使用前に法規制やその他の制限への適用性を判断するものである。

3 制限

3.1 動作条件を可能な限り組み合わせ、そのもとで性能を評価するのは現実的でない。そこで、本試験手順は、実験室(参考)の条件下での試験に適用する。すなわち、その目的は被試験MFCのフィールドにおける性能を判断するに十分なデータを収集することである。

3.2 本試験の結果は、特定被試験器具(すなわち、製造、モデル、最大流量、動作条件)の性能を表す。その結果は、異なるメーカー、モデル、最大流量あるいは異なった動作条件のもとにある器具に適用してはならない。

3.3 製造に違いがあるため、姿勢感度は同一モデルのMFCについても変わることがある。特定のMFCに対して姿勢感度を統計的に定量化するには、多くのサンプルを試験する必要がある。

4 参照スタンダード

4.1 なし。

5 用語

5.1 頭字語と略語

5.1.1 %F.S. — パーセントフルスケール。

5.1.2 D.U.T. — 被試験器具。

5.1.3 HBD — 水平位置ベース下向き。図 1 に示す姿勢 1。

5.1.4 HED — 水平位置ベース片側下向き。図 1 に示す姿勢 1。

5.1.5 HUD — 水平位置ベース上下逆。図 1 に示す姿勢 5。

5.1.6 kPa — キロパスカル

5.1.7 MFC — マスフローコントローラ

5.1.8 psia — ポンド当り平方絶対値in

5.1.9 SAS_{max} — 二つの姿勢間の最大スパン姿勢感度。

5.1.10 SAS_{nm} — 姿勢nとmの間のスパン姿勢感度。

5.1.11 Sccm — 標準立方センチメートル/分

5.1.12 Slm — 標準リッター/分

5.1.13 VFD — 垂直下方流。図 1 に示す取付け姿勢 2。

5.1.14 VFU — 垂直上方流。図 1 に示す取付け姿勢 4。

5.1.15 VID — 垂直入口下向き。図 1 に示す取付け姿勢 4。

5.1.16 VIU — 垂直入口上向き。図 1 に示す取付け姿勢 2。

5.1.17 ZAS_{max} — 二つの姿勢間の最大ゼロ姿勢感度。

5.1.18 ZAS_{nm} — 姿勢_nと_mの間のゼロ姿勢感度。

5.2 定義

5.2.1 実流量(actual flow) — 試験手順で使用する流量標準器で決まる流量値。

5.2.2 姿勢(attitude) — 図 1 に示す地表に関連したMFCの取付位置。

5.2.3 指示流量(indicated flow) — D.U.T.の出力で決まる流量。

5.2.4 測定値(measured value) — D.U.T.を流れる実流量で, sccmかslmで表示される。

5.2.5 銘板記載ガス(nameplate gas) — 動作中のMFCで制御しようとしているガス。

5.2.6 設定点(setpoint) — 希望流量を得るため供給した入力信号で, sccm, slm, %最大流量で報告される。

5.2.7 スパン(span) — D.U.T.のフルスケール範囲。

5.2.8 ゼロオフセット(zero offset) — 「流量 0」状態で, 0から変動すること。sccm, slm, mVで表す。

5.2.9 ゼロドリフト(zero drift) — ある指定期間, 流量なし状態で電気出力(すなわち, 指示流量)が, 訳もなく変化することで, sccm, slmで表す。

6 試験方法のまとめ

6.1 ガス流, 指示流量と設定点データを, ひとつのMFCについて収集する。このデータを換算して, MFCの流量調節の関係と姿勢の関係を定量化する。

6.2 この方法を使用すると, ユーザはMFCゼロとスパンに対する取付姿勢の影響を決めることができる。

6.3 標準試験は, 窒素ガスを使って姿勢 1 と 2 の間で変えることの影響を決定する。他の代表的なMFC姿勢とガスについても試験できる(図 1 参照)。

7 干渉

7.1 測定器具の定格精度は, D.U.T.のそれよりも優れたものであること。測定器具は, D.U.T.精度の四倍の精度を持っていることが望ましい。校正用器具には, 有効な校正証明書があること。

7.2 フルスケールのパーセントで表した特定精度の試験器具を使用するときは注意すること。

7.3 インストールが流量に与える影響を最少にしなければならない。D.U.T.の圧力上昇をモニタして, 圧力による流量変化を最小に抑えること。

7.4 D.U.T.接続点で電気信号を直接確認し, D.U.T.と標準における信号がデータ記録計の信号と一致することを確認する。

7.5 すべての電気測定値は, 最低 4.5 けたの分解能をもつ器具で読むこと。その器具には, 有効な校正証明書が付いていること。

7.6 試験装置の計器はすべて被試験器具を除いて一定方向にしておかねばならない。

8 意義と用途

8.1 この方法で得たデータはMFCの性能に及ぼす取付姿勢の影響を推定するのに使用する。これは, 代表的にMFCを校正した姿勢以外の姿勢で使用するときに起こる流量誤差の推定に利用する。

9 器具(図 2 参照)

9.1 流量標準(Flow Standard) — 流量を正確に測定する器具またはシステムで, 実流量を測定する。

9.2 データ収集装置(Data Acquisition System) — 試験中の器具からの電気信号を測定する装置。また, データ採取装置は, 流量標準からの信号を読み取り, 試験データを記録し, 試験シーケンスを制御する。

9.3 絶縁弁(Isolation Valves) — ガスラインを正動作で遮断する弁。

9.4 圧力調整器(Pressure Regulator) — ガス圧をある設定値に調整する器具。

9.5 圧力トランスジューサ(Pressure Transducer) — ガス圧を測定し, それを電気信号として出力する計測器。

9.6 フレキシブルガス配管(Flexible Gas Line) — D.U.T.を色々な試験姿勢に移動できる曲げることのできるチューブで, 他の器具は固定位置のままとする。

10 材料

10.1 クリーン, ドライN₂(Clean, Dry N₂) — 最低純度 99.9%で, パージングに使用する。

10.2 必要なMFC校正試験用ガス

11 安全予防措置

11.1 出来る限り, インストールと操作については, メーカーの仕様書とインストラクションに従うこと。試験報告には何ら除外事項のないことに注意のこと。

12 試験試料

12.1 メーカー仕様書に従って, 試験装置のすべての構成部品をウォームアップすること。

12.2 ガスを切り替えるときには、試験を実行するときに試験用のガスだけがD.U.T.と流量標準に入っていることを確認する必要な手段を取る。

13 装置の準備

13.1 ウォームアップする前、温度を安定させる試験環境に 24 時間D.U.T.を置くこと。

13.2 基準動作条件は次のとおり。

13.2.1 周囲温度(Ambient temperature) – $21 \pm 4^{\circ}\text{C}$

13.2.2 周囲温度安定性(Ambient temperature Stability) – データ収集中は、周囲温度は $\pm 1^{\circ}\text{C}$ で一定であること。

13.2.3 ガス温度 (Gas temperature) – 周囲温度と同じ。

13.2.4 ガス圧, 出口(Gas pressure, Outlet) – 周囲圧力

13.3 準備期間(12.1 項)のあと、メーカー仕様にしたがって器具をウォームアップすること。

13.4 前のガスと大気湿度をシステムから除くため、適切なパージを行なう。

13.5 試験設備の漏洩試験を、システムが完全に漏洩しないことを確認できる方法で行なうこと。

13.6 電源は試験器具に対して十分な容量を持っていること。

14 手順

14.1 V1 と V2 を開く。流れを安定させる。入口圧力を 135.8 kPa (19.7 psia) に設定する。

14.2 下流の絶縁弁 (V2) を閉める。それから、上流の絶縁弁 (V1) を閉じる (図 2 参照)。

14.3 両方の絶縁弁を閉じ、100%設定にてMFCを通る流量が 0 となるのを確認し、MFCに掛かる圧力が散逸してしまうまで待機する。MFCに掛かる圧力の散逸は、表示流量が低下して 0 近くの安定状態まで低下したときに示される。

14.4 指示流量が安定した値をひとたび下がると、MFCの設定点を制御弁の動作能力がなくなる。ノーマリークローズバルブに対して、これは 0%であり、ノーマリーオープンバルブに対して、100%を意味する。

14.5 電気出力信号が最低 3 分間安定した後、表 1 にMFCの指示ゼロを記録する。

14.6 V1 と V2 を開いて、100%とする。

14.7 電気出力信号が最低 3 分間安定した後、表 1 に流量標準と指示流量としている実流量を記録する。

14.8 D.U.T.の姿勢をつぎの姿勢に変える。

14.9 下流の絶縁弁 (V2) を閉める。それから、上流の絶縁弁 (V1) を閉じる (図 2 参照)。

14.10 両方の絶縁弁を閉じ、100%設定点の状態でMFCを通る流量が 0 となるのを確認し、MFCに掛かる圧力が散逸してしまうまで待機する。MFCに掛かる圧力の散逸は、表示流量が低下して 0 近くの安定状態まで低下したときに表示される。

14.11 MFC設定点を決めた定常値までひとたび下がると、制御弁の動作能力がなくなる。ノーマリークローズバルブに対して、これは 0%であり、ノーマリーオープンバルブに対して、100%を意味する。

14.12 電気出力信号が最低 3 分間安定した後、表 1 にMFCの指示ゼロを記録する。

14.13 V1 と V2 を開いて、100%とする。

14.14 電気出力信号が最低 3 分間安定した後、表 1 に流量標準と指示流量としている実流量を記録する。

14.15 14.8 項から 14.14 項を各姿勢に対して繰り返す。

14.16 D.U.T.を姿勢 1 に戻す。

14.17 入口圧力を 308 kPa (44.7 psia) に調整する。

14.18 14.8 項から 14.14 項を繰り返す。

15 計算または結果の解釈

15.1 二つの取付け位置間姿勢感度は、次のようにして計算する:

$$ZAS_{nm} = Z_m - Z_n$$

ここで、

ZAS_{nm} = 姿勢 n と姿勢 m の間のゼロ姿勢感度

Z_n = 姿勢 m でのゼロ指示

Z_m = 姿勢 n でのゼロ指示

$$SAS_{nm} = S_n - S_m$$

ここで、

SAS_{nm} = 姿勢 n と姿勢 m の間のスパン姿勢感度

S_n = 姿勢 n での実流量

S_m = 姿勢 m での実流量

ZAS_{max} = 全姿勢に対する最大ゼロ姿勢感度

SAS_{max} = 全姿勢に対する最大スパン姿勢感度

15.2 解釈

15.2.1 表 2 はそのままのデータと換算したデータの例を示す。試験したMFCでは、最大ゼロシフトは 0.3% F.S.で、最大スパンシフトは 0.4%であった。