

機能性能試験

可変周波駆動 (VFD) VAV 送風機への応 (=利) 用

(一) 定静圧への応 (=利) 用

プロジェクト： _____ 日付： _____
所在地： _____

性能検証参加者：

性能検証責任者 (CA): 氏名 _____ 所属会社 _____
EMS 運転者： 氏名 _____ 所属会社 _____
VFD 技師： 氏名 _____ 所属会社 _____
HVAC 技師： 氏名 _____ 所属会社 _____
オーナー代表： 氏名 _____ 所属会社 _____

空調器 ID： _____ 給気送風機 (SF) kW： _____ CFM: _____ RPM _____ 静圧 _____
_____ 還気送風機 (RF) kW： _____ CFM: _____ RPM _____ 静圧 _____

VFDメーカー名、形式名： _____

以下の機能性能試験はダクト静圧 (SP) が一定になる変流量空気調和機を制御するVFDの試験である。チェックマークは受理あるいは適合を意味する。

I. 設計主旨と作成図書の検証確認

- ___ 設計図書および仕様書を確認する。
___ VFDの ___ 内容記述、 ___ 仕様 (書)、 ___ 技術および問題解決のガイドと設置 (について)、 ___ プログラミング記録 および ___ 調整記録が現場に備わっているか検証する。

設計図書の基づき決定する： _____ 静圧センサーの場所： _____

上流で一番近いダクト継手 (継ぎ手とそこまでの距離)： _____

下流で一番近いダクト継手： _____

還気送風機の制御方針： _____

II. VFD の設置

静圧センサー

直線での位置

送風機からターミナルボックスまでの距離の何%のところにセンサーがあるか：_____。通常、センサーは送風機から最も厳しい分岐ダクトにあるターミナルボックスまでの距離の2/3 から 3/4までの位置に設置される。

___ 適合か？

圧力の読みの精度

上流で一番近いダクト継手（継手とそこまでの距離）：_____

下流で一番近いダクト継手：_____

VFDを制御しているSPセンサーは、ダクトの継手からの悪影響を受けることなく、静圧を適切に感知するようダクトの中に設置されなければならない。理想的には、センサーは分岐・継手あるいはエルボから少なくとも下流側はダクトの直径の10倍、上流側は5倍の長さの距離をおいて設置することとする。

___ 適合か？

圧力オフセット (Po)

ファン制御用のダクト静圧設定値は _____ 水柱mm [A]。

設計条件でのファンの静圧は調整記録により：___水柱mm [B]

圧力オフセット Poは、 [A] / [B]： _____

VFDおよび送風機が小さな圧力変化に対応できるようPo は0.3 以下とすれば十分に省エネルギー効果がある。もし、Po が 0.4以上ならばダクトSPセンサーが送風機に近づきすぎているからであろう。

___ 適合か？

下限の圧力になるよう調整

HVAC の調整報告書を査閲し、それによればVFD が可能最低ダクト静圧まで制御すべく調整されている（すなわち能力試験が実行された）ということを確認せよ。調整レポートによる対応するVFD周波数すなわち(あるいは)ポンプ回転数は： 給気送風機 (SF)：_____、還気送風機 (RF)：_____。詳細についてはこのフォームの末端にある能力試験の詳細を参照されたい。

___最低静圧まで調整済みか？（これはセクションIVの#2にてさらに確認）

ターンダウン比率

VFDが送風機に仕向ける最小Hzは幾つか _____ 制限があるとしてそ

の理由は何か？ _____

一般事項

- ___ 仕様書で要求されている電力の有効な削減手法が実行されているか確認する。
- ___ 送風機に付加されている吸込みベーンあるいは吐出ダンパーが取り除かれているか恒久的に全開になっているか検証する。
- ___ VFDの加速および減速(傾斜)時間が1分から4分の間であることを口頭で確認する。実際の傾斜時間：最大 ____分 最小 ____分 (傾斜時間が短いと“ハンチング”とVFDによる過剰な調節を引き起こすことになる；通常のランプタイムは 1分から 4分である。
- ___ 説明がない限り、最低周波数がゼロであることを確認する。
- ___ 仕様書に準拠して各 VFD が EMS におりこまれているか確認する。
- ___ EMSがダクト静圧をモニターしていること、即ち、気流内に置かれた静圧チューブのティー(T)がVFDの近くまで伸ばされており、それによって試験中にマグネヘリック(magnehelic)静圧を読み取ることができることを確認する。

III. 機能性能試験

この試験はコイルのバルブが適切に機能しているかというよりもむしろ、VFDが適切に機能しているかということを確認するものである

1. **VAVボックス部分開度 (中間風量)** : 現状のシステム負荷が最大冷却でも最大加熱でも、最小風量でもないとき :
 - a. VFDの周波数出力を読み、そして表 1 の “ ボックス部分開度 ” の欄、給気送風機 (SF) および還気送風機 (RF) の両方、該当するならば、記録する。
 - b. ダクト静圧を読み、そして同じ欄に記録する。
 もし、状況が中間位置でない場合には、全ての室内温度セットポイントを室内の実際の温度を4度F(2.2)だけ下回るよう変更して設定値を満足させるためのサーモスタットの動きを模擬して、それらの数値を読むものとする。

2. **VAVボックス最大開度 (最大冷却)** : EMSその他の方法で、現在の室温よりも少なくとも10度F(5.6)を下回るように、全ての室温のセットポイントを変え、その送風機から供給を受けるHVACシステム全体が、全てのゾーンにおいて最大冷却、そして全てのターミナルボックスが最大開度となるようにする。
 - a. VFDを制御しているダクト静圧を計測あるいは読み、そして表 1 の最大開度欄に記録する。
 - b. VFDの周波数出力を読み、そして表 1 に記録する。

3. **VAVボックス最小開度** 満足いく状態をシミュレーションするために、ボックスを最小開度にし、全ての室内温度セットポイントを実際の室温に等しくなるよう変更する。
 - a. 周波数と静圧を読み、そしてD欄に記録する。

IV. 分析

表 - 1

A	B	C	D
設計静圧_____	VAVボックス、 最大開度停止	同ボックス、 中間開度	同ボックス、 最小開度
設計周波数(Hz): SF _____ RF _____			
設計回転数 RPM: SF _____ RF _____	SF RF	SF RF	SF RF
制御されている現在のSP値 _____	SF RF	SF RF	SF RF
VFD 周波数あるいは RPM			
VFD 試験中の静圧			
能力試験中の静圧		(TAB 報告書データより)	

1. SFの設計周波数あるいは全開RPMのときとの差異、 $1-(B/A)$ ： _____もし全開時のSFの周波数あるいはRPMが設計値よりも5%を超えて少ない(ただし、静圧が設計と実際と同じとして)場合、全てのボックスが全開で運転されていないはずである。

___ 差異は5%未満か？

2. ボックス全開時のSP(B)は部分負荷時のSPに比べかなり小さくあるべきで、能力試験でのSPとの差は0.15インチ(3.75mm)以内でなければならない。もし、VFDのSPが能力試験でのSPより大きい場合は全てのボックスが全開ではないといえよう。これら二つのSPが近い値でない場合はTABデータは不正確なのであろう。基本的には能力試験は完了していることは確認されているとする。

___ 適合か？

3. ___ (C)と(D)のSPは(A)での制御された結果としての値(制御到達値)の10%以内か？

4. ___ 最小ターンダウン比率(セクションIIから)は(周波数 D/B)に近くなくてはならない。 はい/いいえ

5. ___ 還気送風機のRPMあるいは周波数は、外気取入れと排気量の変動を考慮して、給気送風機のRPMの変化に良く追隨している。

6. .最後二つの状態での静圧(SP)の読み値はお互いの値にとって夫々5%以内でなければならない。食い違いが5%を超えているときは、センサーがダクト継手に近すぎるなどのため、センサーが安定していない可能性がある。

___ 食い違い10%未満か？

___ 協調トレーニング：食い違いが5%を超えていてかつセクションIIIによる圧力計測信頼位置が準拠しない場合は、確証を得るために、静圧対ターミナルユニットダンパー位置、あるいは給気量のモニタリングデータのトレンド解析を行って安定性を確認する。ダンパー開度や流量に関係なくSPは一定(プラスマイナス5%)を保たなければならない。SPはトレンドされたか？ _____

___ 適合か？(センサーは安定している)

7. ___ 表 - 1の周波数、RPMの計測値は $B > C > D$ となっているか？

V. 訓練

____奨励付き設計契約に規定された訓練は既に終了している。

要求されている能力試験

エネルギー消費が最小であることを確実にするため、HVACシステムは可能な最低静圧において設計条件になるように調整されなければならない。そのために、最も条件の悪い位置にあるTUにおいて最大設計風量を与える、センサーの最低静圧を見出すことが必要である。得られたシステムの最小静圧がVFDの制御すべき値になる。これは全てのゾーンに対する温度設定を華氏55度に変えることにより、全てのターミナルユニット(TU)が最大冷却を求めることになり、達成することができる。そして各TUでの空気流量が測定して設計値と比較する。これにより、どのTUが設計を最も下回る流量であるかが判明する。制御センサーでの現在のSP値を記録し、計算によって最も不利なTUが設計値を確保するためのセンサー位置での必要静圧が求まる。その式は $SP_2 = SP_1 \times Q_2^2 / Q_1^2$ であり、ここに、 Q_1 は能力試験での実際の、すなわち設計から逸脱しているかも知れない流量、 Q_2 は設計流量、 SP_1 はセンサーにおけるSP、 SP_2 は制御値とすべき静圧値である。設計者が同時生起率を適用して送風機を小さく選んで居る時は、全てのボックスが同時に最大冷却を要求したときにはこの新しい SP_2 値を保つことができない事は注意すべきである。

VFDの現場での性能検証作業にあたっての参加者

性能検証責任者 : 作業を見とどけ試験内容を記録するため

EMS運転者 : セットポイントを変えVAVボックスの開閉をするなどのため

VFD技師 : ランプタイム(傾斜時間)確認のためにキーボードを使うため。(運転開始時の検証ができていないと。本来はそれが出来ていることが望ましい。

ランプタイムを表示するキーボードの配列は、VFD技術マニュアルを確認した後に性能検証責任者だけで行うものとする。

HVAC 技師 .EMSにて監視されていない時に、よるモニターでないとき、ダクト静圧を計測するためにマグネティックゲージ(magnehelic)を使用するため。