

## コミッショニングが判らない？

### 第二回 試運転調整とコミッショニング或いは機能性能試験 その2

BSCA 理事長 中原信生

前号で、TAB(試験調整)からコミッショニングプロセスの FPT(機能性能試験)へ展開してきたきっかけ事象として以下のように述べた。

「**TAB** をいかに完全に行っても不具合は尽きない。その不具合は施工段階、さらには設計の不具合、そしてオーナーの要件が不明確であることに因を発するとされ・・・」

「その頃の主たる問題は流量や圧力バランスに不具合が中心であった(これは制御の不具合は制御メーカー・工事業者が責任を負っていたことにもよる)ためにそこに限定した業種として固定化し、労働組合の制約もあって **TAB** は極めて専門的な職域に限定されたために、本来の空調・熱源の総合的な動きや機能の調整、エネルギー性能などを保証する部分が全く抜け落ちてしまった、一方、設備工事業者は機器やシステムの始動を、制御業者は制御シーケンスのみに、別々に視点を置くが故に、空調設備の機種やシステム、制御内容の高度化によりシステムの動きを総合試験し保証するすべが無くなった・・・」

当協会の松田理事の見解では、昔は水も空気も定流量であったから流量調整のみが必要かつ十分な調整事項であったので、変流量システムが現れたことが **TAB** の限界を示しコミッショニングを指向するようになったきっかけであろう。試験調整の問題と当初コミッショニングにおける企画・設計要件 (OPR) の実現管理とは次元が異なることは正しく認識せねばならないが、後者の必要性に気付かせた要因の一つに省エネルギーシステムとしての VAV/VWV が有り、その制御と調整の不完全ないし困難さ、それに適した設計手法が確立されていない(*diversity* を組み入れた搬送系の最適設計法のこと、少なくとも日本では筆者らの提案は有るが実務には利用されていないのではないかと考える)こと、そして目標とする省エネルギー性が十分実現していない、などの理由が確かに大きな要因であろう。VWV が世に現れたのは 1970 年前後であるが、VWV と共に大々的に採用され始めるのは 1980 年頃以降であり、まさに米国で **TAB** の限界が認識されてとコミッショニング論議が立ち上がった時期である。

### 基本 TAB の業務内容

ところで前号に述べたとおり、米国の **TAB** 団体には NEBB (National Environmental Balancing Bureau)と AABC(Associated Air Balance Council)とが有る。NEBB の **TAB** マニュアル(Procedural Standards for Testing, Adjusting and Balancing of Environmental Systems)によって基本的な **TAB** 業務とは何かを見てみよう。まずは用語の定義から。

*Testing(試験)* : *Testing* とは、空気と水の流れの状態を評価するための、温度・圧力・回転数・電気特性・速度・流量の測定に、特別な、校正済みの計測器を用いることである。(普通なら、…を評価するために…計測器を用いて測定することである、と言うべきところだが、原文に忠実に訳すと主述が逆転する)。

**Adjusting : Adjusting** とは、設計(design)と施工(installation)の(質の・・・筆者注)制約の中で、ダンパーや弁のようなバランス装置を部分閉止してシステムの流れを変化させたり、最適なシステム運転状況を実現するためにファンの速度を変えることである。

**Balancing : Balancing** とは、testing(試験)と設計(design)の(質の・・・筆者注)制約の中で、指定された風量と水量を達成するために、受容できる手続き(acceptable procedure)を通して、システムの主管、分岐管及び端末装置を流れる空気や水の流量を、秩序立てた釣り合いをとらせること(methodical proportioning)ことである。

**TAB (Testing, Adjusting and Balancing) : TAB** とは、暖房換気空調システム(HVAC)またはその他の環境システムに適用して、空気及び水の流量を達成(確保、achieve)するための系統的なプロセス或いはサービスである。

とある。前号にも述べたように、相変わらず adjusting と balancing の区別は不明であるが、流量調整が主目的であることと、免責のために設計と施工の責任を強調していることである。温度その他の状態値の測定も含まれているが、それらの設定値の適正化といったような内容は一切含まれていない。それは制御の役割であり、また空調装置の能力の問題で TAB の関与するところではないことも類推できる。従ってチラーやボイラ、冷却等、空調機などの機器の試運転調整は含まれない(これは工事請負業者の役割である)。すなわち TAB 会社の責務を下記のように入っている。(カッコ内は筆者の類推)

<b>PROCEDURAL STANDARDS for TESTING ADJUSTING AND BALANCING of ENVIRONMENTAL SYSTEMS</b>	▶ Table of Contents ▶ Foreword ▶ NEBB Testing and Balancing Committee ▶ Part 1 - Standards ▶ Part 2 - Procedures ▶ Appendices ▶ Index ▶ Search ▶ Help
2005 - SEVENTH EDITION	
NATIONAL ENVIRONMENTAL BALANCING BUREAU	<b>NEBB</b>

- TAB 業務は NEEB の基準と手続きによって行うこと(勿論、AABC の場合は AABC のマニュアルに沿うことが規定されているであろう)
- NEEB により認証された会社が TAB 業務を本基準に沿って遂行し完了するのを妨げるような、設計・施工(設置)或いは機能に関する事項があれば、適切なチャンネルを通して定期的に情報交流すること。(チャンネルとは PM や CM、CA を指すのであろう)
- 指定されたコミッショニング支援業務が有れば行うこと(FPTなどを指すのであろう)。
- HVAC システムの空気・水の流れの最終の状態を正確に反映する、TAB 最終状態報告書を NEBB 認証 TAB 報告書で発行すること。

そしてマニュアルは計測と校正の規準、報告書と報告フォームの基準、各状態値の計測・手順・評価法について述べている。具体的な TAB の手順書の目次に含まれるのは以下の項目システムである。

- 定義、2. NEEB プログラム、3. 責務、4. 計測と校正の基準、5. 報告形式の基準、6. TAB 計測の基準、7. TAB 手順準備
- 空気システム(CAV 給気、マルチゾーン、誘引ユニット、VAV、デュアルダクト、床給気、還気、排気、実験室フード)

9. 水システム(冷却水、冷水、熱交換器・ボイラ周り配管を含む)

10.換気(外気)

### 総合システム調整 (TSB) への展開

AABC 側にも「AABC Test and Balance Procedures」という空気・水システムに対する最低の実施基準書が有る(内容は確認していないが多分上記の NEBB と同等の内容と推察される)が、AABC はむしろそれより一段上の業種或いは職能を目指しているようであり、これを Total System Balance(総合システム調整、珍しく略称を用いていないが

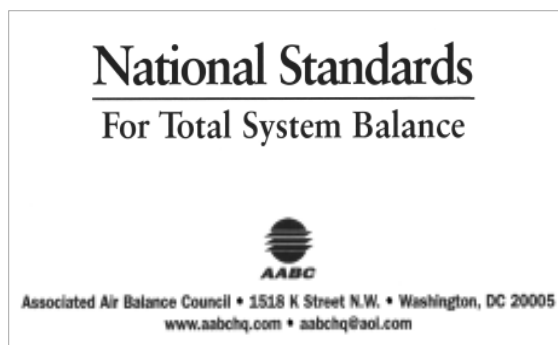
TSB と呼んでもよからうと思う。但しこの略号は用いられていないが筆者は以下に用いる)と呼び、「National Standard」を標榜している。これは上述の単純な TAB とコミッショニングにおける FPT(機能性能試験)を統合したような内容に見受けられる。従ってこの場合は TAB に含まれないチラーその他の機器が含まれる。

*Total System Balancing : Total System Balancing* とは、設計意図(*design intent*)を成就し、最適水準で運転するように、暖房換気空調システム(HVAC)及びそのサブシステムの試験と調整を行うプロセスである。*Total System Balancing* は、調整可能性の視点より行う設計図書の査閲、施工の監視、並びにシステム全体を試験調整(*testing and balancing*)し、その確認可能な試験結果によって全システムを最適性能に保つための組織的な手法(*methodical approach*)である。

そして、TSB 業務を実施する TAB 業者(Agency)は設計フェーズからプロセスに参画して調整可能性をチェックする。試験調整段階では制御システムも含めて調整し、さらに居住フェーズにあっても設計通りシステム運転がなされるように運転保守係員を支援するものとしている。

当然であるが、明らかに当初コミッショニングプロセスで CA の行う最初の重要な業務、すなわち企画・設計主旨作成の支援と性能検証計画書の作成は含まれていないから、コミッショニングとは明確な一線を隔しているが、またそれが故に AABC 自らが別にコミッショニングコースを持っているのであるが、ここまで来ると、日本の優秀な工事業者が誇りを持って過去に行ってきたいわゆる「総合試運転調整」の範囲は完全にカバーされるばかりか、システムティックな National Standard を持つ体系は範とするに足るものと言える。

AABC の TSB マニュアルの内容は、別途、福島興士男氏と筆者とで翻訳して BSCA ホームページのダウンロードサイトにアップロードしている PECEI の HVAC システムの機能性能試験(Functional Performance Testing, FPT)の構成を彷彿させ、その内容は前述の通りダクト・配管系のほかに機器類のサブシステムとその制御システムを含めている。以下に目次見出しを示す。下線部は基本的 TAB を超える TSB の水準のものである。また 21.コミ



コミッショニングは、TSB が技術的には ASHRAE 規定するコミッショニングの諸行為を満たすものとして、独立第三者として発注者より直接委任されて CA として役割を果たすための、プラスアルファの業務内容と手順を述べている。これについてはのちに触れる。

1. TSB(概念)、2. 計測、3. 風量管理、4. 計測の基礎、5. ダクト漏れ試験、
6. TSB の基礎、7. マルチゾーンシステム、8. エアバルブ付き単一ダクトシステム、
9. デュアルダクトシステム及び高圧システム、10. ファン(給気・還気・排気・逃し)、
11. 水配管システム、12. 温度制御システム、13. 冷却塔試験、14. チラー試験、
15. ボイラ試験、16. 実験室システム(CAV、VAV)、17. 厨房システム、18. 騒音、
19. 振動、20. 排煙制御試験、 [21. HVAC コミッショニング]、22. 仕様書、
23. 解析と確認の報告、付録(各種記録・報告フォーム、公式集等)

### 試運転調整と当初性能検証過程

この AABC の取り組み姿勢は、日本におけるコミッショニングと、試運転調整さらには設備工事の役割分担を体系化するための参考になる。決定的に異なる環境は、試験調整(TAB)にしる総合試験調整(TSB)にしる、設備工事契約と切り離れた独立の業務契約であり独立の技術・技能者であることである。勿論、その業務の発注者が工事発注者(ビルオーナー)であるか CM であるか、ゼネコン或いはサブコン(設備業者)であるかを問わない。上述の TSB 規格の中にある 21 章(HVAC コミッショニング)に書かれているところを見ると、

- 1) TSB の実施業務は ASHRAE で規定する FPT(機能性能試験)、Verification(確認)を完全に満たすばかりか、システムが設計趣旨に沿うかの確認から、システムの全範囲に亘る機能的運転を確認して引き渡すものである。
- 2) AABC 認証の TAB 機関はすべての要素機器、サブシステム及びシステムとインターフェースが契約図書に合致することをチェックする義務がある。

から、CA は TSB を完全にこなす AABC 認証の TAB 機関と契約してコミッショニングチームに加えて業務に当たらせれば、TAB や FPT、教育・訓練を含む、コミッショニングプロセスの中の技術的項目のほぼすべてをこなすことができる、と言いたいのであろう。

一方、AABC には別にコミッショニンググループ(AABC Commissioning Group、ACG)があって、ACG Commissioning Guideline を発行しており、CA の認証も行って CxA と呼んでいる(即ち CA として AABC の認証する CxA を推奨する、という立場であろう)。このガイドラインの中に TSB との関係を明記した場所が有るかを探してみたが流石に見当たらなかった。実際的には TAB→TSB→CxA というルートがイメージされている筈であるが、TSB 基準では TSB の内容はコミッショニングの技術的内容の大方を含む責務を与えていますよ、と書いてあるのみで、その責務の範囲内でコミッショニングをやりなさいとは書いていない。また、ACG ガイドラインでは、CA は FPT を指揮するが、TSB を実行する AABC の TAB 機関を活用しなさいとは書いていない。この点、ASHRAE Guideline の権威を十分に意識しているのは流石であるが、かといって自組織とその認証する技術者の守備範囲の拡大に精出しているのも当然のことながら敬服すべきである。

ここにおいて TAB と TSB とコミッショニングとのインターフェースがだいたい明瞭になってくる。事実、CA が機能性能試験を指揮せよ、と言っても自ら手を下すのは極めて困難で、特別に訓練された計測・試験実行部隊がいなければ大変に苦勞するであろう。このことは筆者が 2001 年に CA の役割を負って実施した施工フェーズ以降の当初コミッショニング過程での機能性能試験の体験(山武環境技術センター、参考資料として 2001 年の空気調和・衛生工学会学術講演会慷慨集に 8 報に亘って報告したものが有る)が物語っている。

### CIBSE and BSRIA Commissioning Code

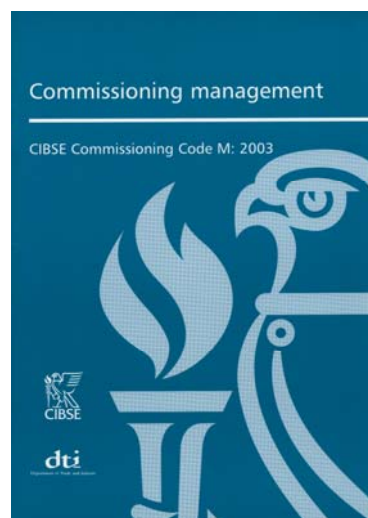
ここでもう一度、英国のコミッショニングマニュアル(コード)に戻ってみる。  
コード M (Commissioning Management) から下のような定義を拾ってみる(誤解の無いように直訳する)。

*Balancing* : 搬送システムにおいて流体の流量調整(*adjust*)をして、規定された許容範囲内に設計流量を確保することである。

*Commissioning* : 設備を静的な完成状態から、規定要件のフル稼働の秩序に前進させることである。それには設備の稼働状態への設定、システムの調整(*regulation*)及びシステムの細かいチューニングを含む。

*Commissionable system* : (システムが) 設計され、設置され、規定の要件に合致して十分にコミッショニング(上記の定義による)を実行できる状態にあるシステムのこと。

とあるように、前述の AABC における TSB にかなり近い内容であることは、流量調整のほかに各主要機器に関するコミッショニングマニュアルが分冊で発行されていることで判る。そして設計段階において *Commissionability* を意識した設計と仕様を作ることの責務を明記し、コミッショニング(上記の意味における)のスペシャリストと設計段階で相談することの必要性を記している(コード M の M3.1~3.4)。これもまた AABC の TSB において強調しているところである。この整合性を見ると、2002 年に改訂された AABC National Standard for Total System Balance は CIBSE のコードを相当に参考にしたのではないかと思わせる。



所で CIBSE Code で言うところの *Commissioning Specialist* とは誰であろうか。記述によれば、*Commissioning Specialists Association*(CSA、コミッショニング専門家協会)と言うのが有ってここでも種々のガイダンスを発行している。ただし CIBSE Code の中からはこの CSA の定めるコミッショニング資格認証に関する文言は見出されず、インターネットでも簡単には検索できなかった。

### 我が国の状況に照らし合わせて

試運転調整の段階に焦点を当てて、米国と英国の状況を探っていくうちに、前報に述べ

たような米国における TAB への認識が必ずしも正しくなく、その一歩先に TSB というフェーズが有り、当初コミッショニングプロセスにおける一つの大きなエポックである竣工時の試運転調整或いは TAS(Testing, Balancing and Start-up、空気調和・衛生工学会の性能検証過程指針で定義したわが国での TAB)と AABC の称する TSB、そして英国の慣習によるコミッショニングとの内容がかなり似通ってきたのであって、方法論は国際的に一つの方  
向に集約されてくる予感がする。ただし決定的な差として、それを受けて立つ技術者あるいは技能者団体があり、そのよって立つ基準なりマニュアル・ガイドラインが完成しかつ常に進化しており、さらに専門家の資格付け、認証システムが存在する(英国の場合未確証)ことである。

これによってわが国の進むべき方向性はからり明確になるのではなかろうか?

今回はより上流側、企画・設計のフェーズに焦点を当てたい。