技術のページ

コミッショニング事始め（11）

自動制御管理文書（3）・・・実例その2、名大地域環境棟(CKK)

中原信生(NESTEC)

CKKのコミッショニングプロセス

先ず地域環境棟(CKK)とは工事中のプロジェクト名と略称で完成後の名称は別であるが、以下に示す学会論文にこの名前で投稿しているのでそれを引き継ぐ。

・ライフサイクルビルコミッショニングの大学施設での実践、その1～4、2012年、AIJ大会
・大学施設のトータルビルコミッショニングの実践研究、1～3報、2012年、SHASE大会
・大学施設のトータルビルコミッショニングの実践研究、4～8報、2013年、同上

名大には施設の発注、プロジェクトと施設の管理を担当する本部施設部のほかに大局的な立場からキャンパス整備計画を推進する施設計画推進室があり、省エネ・環境負荷低減を目指すエコキャンパス計画が策定され大学の方針として規定されている。企画・設計要件書には先ずその理念が唱えられて省エネ化の定量化が示されている。しかしその実現には長期目標としてはインハウス体制で実現を目指すものの、取り掛かりとしては第三者のコミッショニング組織の支援を得るべしとして、名大教員のOBである筆者が理事長を務めるBSCAに支援依頼があり、空調のみではなく建築・設備全般に目を届かせるという要請の下に当初性能検証過程業務を請け負った。

(1) コミッショニング組織

行先にインハウス体制の確立が想定されているので、組織は両者の合同体として構築した。図1は施工フェーズにおけるCMT性能検証管理チームと性能検証全体チームの構成を示す。以下、トータルビルコミッショニングとしての実施概要については上記の学会論文を参照願いたい。

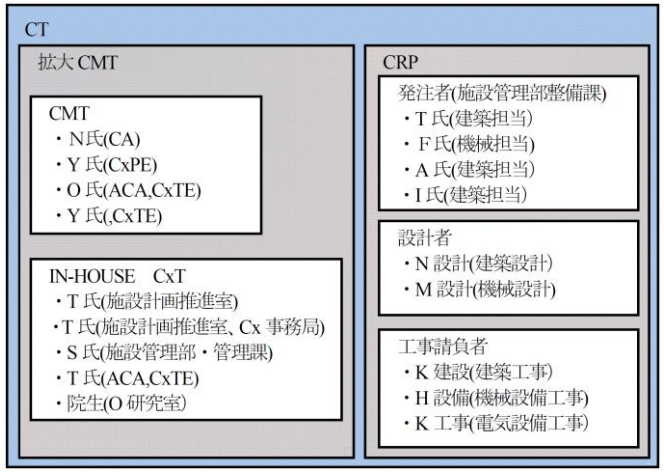

図1 コミッショニング組織(施工フェーズ)

(2) 設計フェーズのコミッショニング

設計者選定と基本設計が完了した後のCx参入であったため、進行中の設計内容の質をより高めるための助言を施設側及び設計チームに伝え、特に居室系には井水熱源ヒートポンプ蓄熱システムが採用され、二次側負荷処理はファンコイルユニット(FCU)のみであったので、蓄熱システム設計用に作られた負荷計算プログラムHASP/TES、蓄熱最適設計プログラムTESEP-Wを用いることを慫慂し、必要に応じてCA側で検討を手伝い合意点を探った。システム高効率化の要諦として、高効率ヒートポンプの選定と運転条件の設定、蓄熱槽効率の向上策として、従来蓄熱効率低下の元凶であることの多かったFCUの大温度差確保の制御に細心の注意を払うこと、それに伴ってすべての系統の自動制御を管理ドキュメント化することを宣言し、設計者、施工者に行き渡るようにコミッショニング会議を運営した。

(3) 施工フェーズへの橋渡し

そのために設計者には設計図のみではなく設計主旨文書とシステム制御・運転操作説明書の作成を実行していただいた。なお、性能検証仕様書はCAが作成し、発注者から別冊として発行し、質疑応答も含めて応札業者がコミッショニング業務の内容を知ることができるようにした。

設計者も施工者も初めての経験に近かったが、さすがに空衛学会コミッショニング委員会やBSCAの活動成果によりコミッショニング概念が一般に普及してきたこともあって、CAの要請に鋭意答えてくださる姿勢が強く感銘を受けた。公共工事では設計と施工は完全に分離するのが原則であるが、コミッショニングの視点から仕様書にそぐわない未完成物はフェーズを超えて自主的な協力を得た。そうすることで、性能検証計画書の橋渡しを含め、設計主旨関連書類と自動制御管理文書とが施工段階に必然的に継続し完成する段階で決定メーカーの仕様・性能を取り込むことができるというメリットも生かすことができ、まさにコミッショニングプロセスが採用されなければ享受できなかったであろうメリットが得られた。

(4) 熱源システム構成

研究室系に対する中央熱源システムの採用は分散方式の好まれる大学施設としては珍しく、その故にこそその省エネルギー性とBCPの視点からの有利性を立証せねばならない。省エネ性の視点から蓄熱槽とチラーの多角的活用、二期工事との熱の融通(いわゆる面的利用)などを可能にしておくことをコミッショニングの立場から図2のように提案した。省エネの要諦は熱源水としての井水利用、高効率ヒートポンプ設置、大温度差小流量の変水量システム、アースチューブによる外気処理土中蓄熱効果の利用、並列温度成層型蓄熱槽と最適蓄熱運転制御の採用、その前提としての建物断熱性の強化、LED照明の全面採用、などがある。

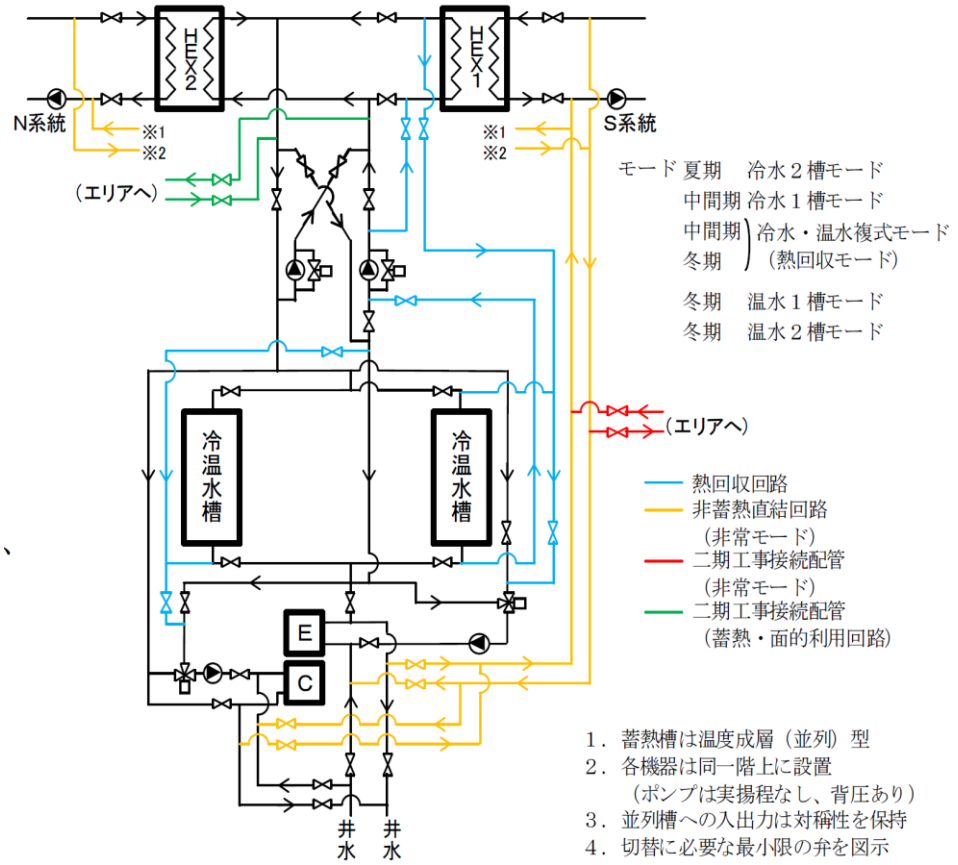

図２　熱源接続、運転パターンモデル図

表１　蓄熱槽と熱源運転モード分類

水槽モード		水槽1	水槽2		冷凍機運転パターン
①-1	夏季冷水蓄熱(井水排熱) 冷房低負荷モード	休止	冷水		井水排熱
①-2	夏季冷水蓄熱(井水排熱) 冷房高負荷モード	冷水	冷水		同上
②-1	冬季温水蓄熱(井水採熱) 暖房低負荷モード	温水	休止		井水採熱
②-2	冬季温水蓄熱(井水採熱) 暖房高負荷モード(稀に有り得る)	温水	温水		同上
③	冬季冷温水熱回収蓄熱 熱回収モード (負荷状況により決定)	温水	冷水	③-1	熱回収
				③-2	井水排熱　(冷房負荷過剰)
				③-3	井水採熱　(暖房負荷過剰)

(5) ファンコイルユニット制御仕様と自動制御管理文書

①　性能要求仕様

低温度差型従来仕様の FCU の運転温度差は 1～3℃、大温度差型二方弁制御を用いても 3～7℃、その最大の理由は風量制御による熱交換率不足である。さらに最近使われ始めた還水温度確保型二方弁を用いても、本来二方弁の持つ低負荷時に温度差が増大するという特性を活用できないからである。この二点を解決する仕様を図3にようにまとめメーカー二社の提案を求め性能比較を徹底的に行った。

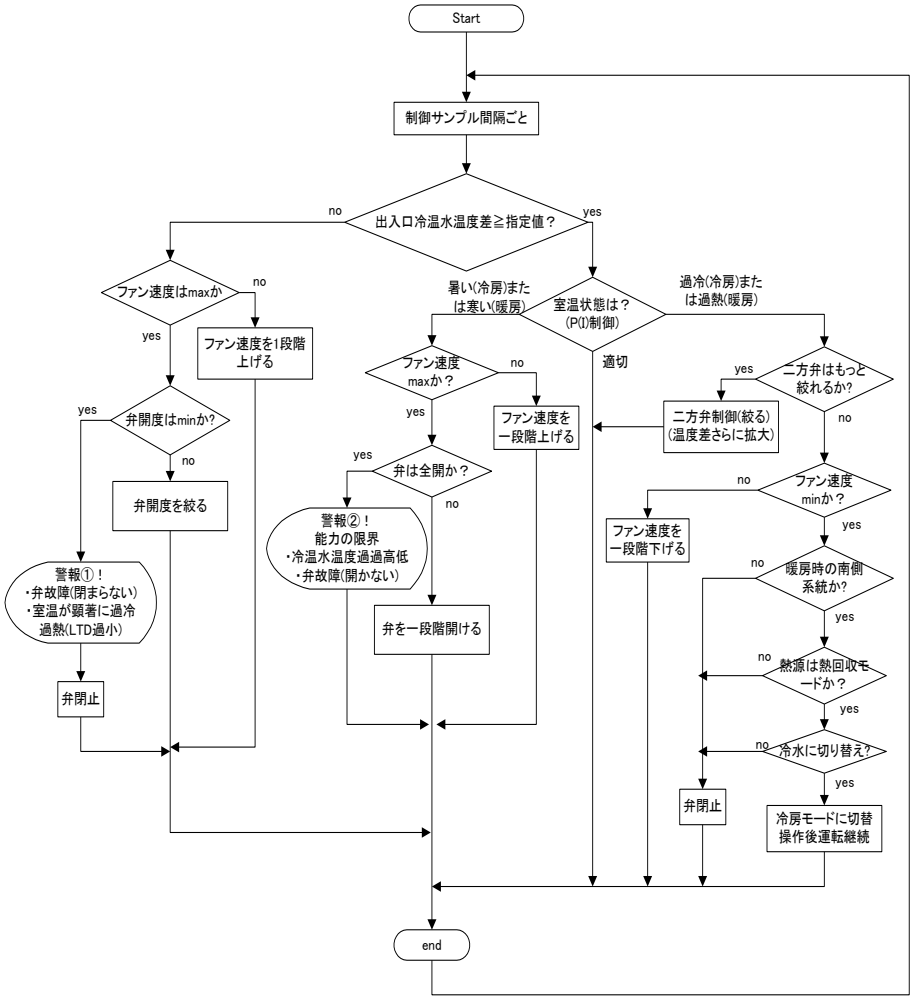

図３　大温度差確保二方弁制御仕様フロー（中原）

採用されたメーカー仕様は完全にはこの仕様には合致しないが、風量制御と大温度差2方弁制御特性を組み合わせ、設計温度差を超えた大温度差を実現した。これらが自動制御管理文書でどのように表現されたかを以下に示す。

② 管理文書への記述内容（詳細制御フロー図は省略）

1. 還温度制御:往還水温度差を確保するため、還水温度が出口温度設定となるようにPID 制御を行う。
2. 室内温度制御:リモコン内蔵センサー温度又は、室内温度センサーが室内温度設定となるように PID 制御を行う。PID 出力の要求に応じて、風量の 2 段階切替(M/H)を行う(熱交換力を保持するために、L 要求の時は自動的に M で出力させる)。
3. 比例弁制御:

1.還温度制御の PID 制御出力と 2.室内温度制御の PID 制御出力の Lo Select にて比例弁を制御する。

⇒風量 L(実は M)時には、1.還温度制御にて温度差が確保できなくなる PID 出力値を上限値(X%)として、2.室内温度制御の PID 制御出力にて室内要求を満足させるように動作する（0～X%で動作)。風量 L(実は M)時には X%で定格温度差、X%→0%に向けて温度差が確保しやすくなるため温度差を確保した状況で室内温度制御を行う。

⇒風量 M 時には、1.還温度制御にて温度差が確保できなくなる PID 出力値を上限値(Y%)として、2.室内温度制御の PID 制御出力にて室内要求を満足させるように動作する(0～Y%で動作)。風量 M 時には Y%で定格温度差、Y%→0%に向けて温度差が確保しやすくなるため温度差を確保した状況で室内温度制御を行う。

仮に室内温度制御にて Y%以上を要求する場合、室内要求によって風量が M→H に切り替わって室内負荷に追随させると同時に、弁絞りで水温の往還温度差も大きくなる。

4. ユーザ設定器による操作:ユーザ設定器によりファンコイル発停・三段速度(L*1/M/H)動作制御(風量手動時)、風量自動手動切替が行える。

*1:小風量時には温度差が付きにくくなるため、風量 L 時にも M の風量となるように設定する。

5. ファンコイル停止時のインターロック制御:ファン停止時にバルブを全閉とする。
6. 中央監視システムとの通信:中央監視システムと監視点情報の取合を行う。(発停・室内温度・室内温度設定・還温度、弁開度指令値)

(注)還り温度制御設定値:

基準値:冷水:(往)7℃、(還):17℃以上。 温水:(往)40℃、(還)30℃以下

リセット:熱源機出口温度設定値を基準値から変えたときは同じ値だけ自動スライド

③ 実現した温度差と蓄熱槽効率

図 5 は 7 月の冷水放熱時の温度プロフィルであり、低負荷時、温水運転時もほぼこれと同じ理想的な温度成層プロフィルが得られ、設計目標値である 100%に対して 150%の蓄熱奏効率、設計蓄熱温度差 10℃に対して 18℃を達成することができた。これは筆者が長年のあいだ課題としてきた蓄熱システムにおける FCU の大温度差制御を、本コミッショニングプロセスの適用により、合せて解決できたのであった。

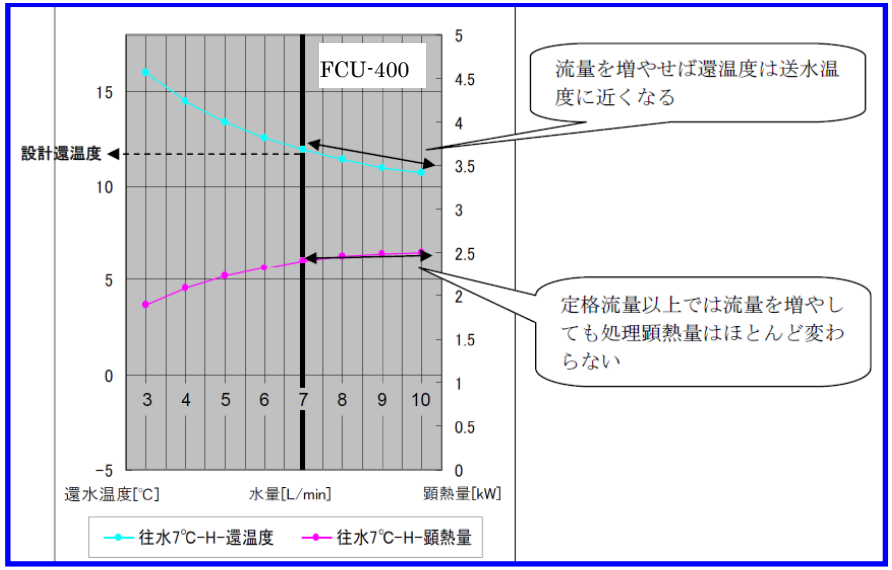

図4 FCU 制御弁温度差特性グラフ(A 社)

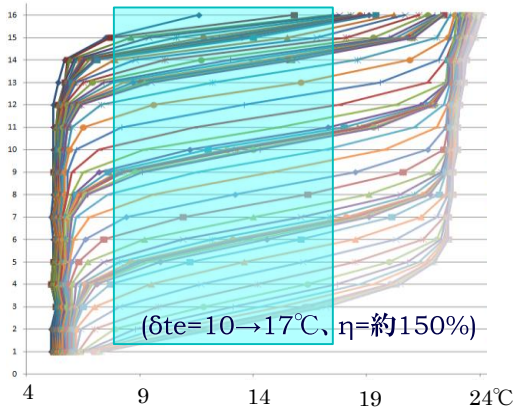

図5 実現温度プロフィルと蓄熱槽効率

CA の役割

さてこのように書くと、CA が設計者・施工者の役割を侵害していると思われるかもしれないがそうではない。そう言えるためにこそ一貫した Cx プロセスが望ましくその中でチーム内の信頼関係、良い物造りを目指すという共通の目標を描き、発注者・設計者・施工者との一貫した意思疎通の下での解決課題の提起と共同解決作業が行われるのである。このように設計主旨に合致すべき知見を CA が提供し、チーム全員の中に共感を醸成することこそ、コミッショニングプロセスの果実を産み出す CA の役割であり、醍醐味でもある。

次号に続く