技術のページ

コミッショニング事始め（10）
自動制御管理文書（2）
･･･実例による記述の仕方の範例　その１

中原信生(NESTEC)

Yビルの例･･･最初の試み

以下の紹介するYビルの実例は、梗概論文として以下の空気調和･衛生工学会大会論文として紹介されているのでプロジェクトの全体像はそちらを参照願いたい。

･空気調和設備の当初性能検証(コミッショニング)の実践研究、1～8 報、2001 年
･空気調和設備の継続性能検証の実践研究、1～2 報、2004 年

本プロジェクトは当初コミッショニングで施工フェーズからの Cx チームの参入ではあるが、コミッショニングとしても自動制御管理文書のプロトタイプ化の例としても日本で最初のものである。

(1) コミッショニング組織

第三者概念は堅持するものとして、CA を含め CxPE に相当する人材は、CA(名古屋在住)及び ACA(東京在住)は第三者を、それ以外は設計･施工・制御請負業者からプロジェクト消化チームとは関係の無い技術管理分野の人材を第三者性を堅持するとの申し合わせの下に参加を頂いた。

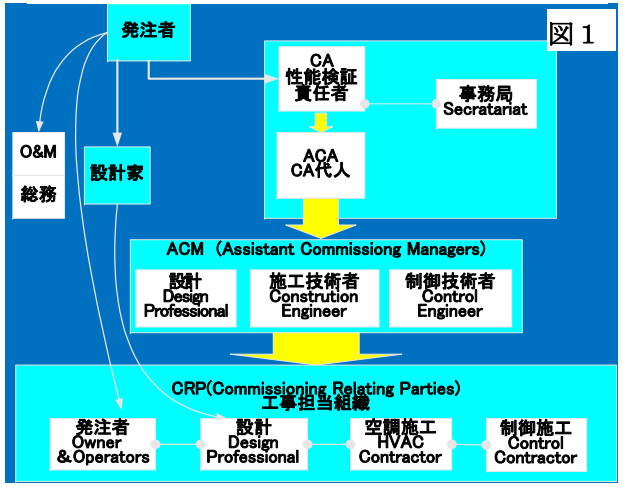

図１

既に論文で所属も明らかであるので会社名も明記すれば、発注者は空調自動制御業の山武(当時)、設計請負は日建設計、工事請負は大林組(ゼネコン)と三晃空調(サブコン)であるがCxPE としては大林から、制御工事請負は言うまでも無く山武であるが CxPE としては本社組織から参加、そして CMT(コミッショニング管理チーム)の事務局も山武の協力に依った。コミッショニングチームの組織は**図1**に示す通りである。

(2) 自動制御管理文書作成の担当

コミッショニングの初回会議において、最初の業務の一つとして設計のレビューとそれに基づき必要な修正が有ればそれを加味した自動制御管理文書を作成すること、その考え方は前回に紹介した学会図書に記述した内容に基づくこととし筆者の考え方を紹介した。これに関しては実質的に担当する前記組織図における ACM の制御技術者が作成を担当することとなった。同じ会社とは言え CRP 内の制御施工担当者は設計図による制御設計図(それ自体も同社の詳細設計によるが)による見積もりに制約され、その時点ではこの文書作成は要件とはなっていないから施工チームの負担とする訳にはいかないからである。ついでに付言すると、コミッショニングの参入によって設計･施工チームに見積外の余分な仕事が降りかかるので不条理であるという評判が無きにしも非ずであるが、それは Cx 要件の提示が不十分であったり、仕様書に無責任に一言「コミッショニングをすること」などと書き加えられたものが災いするのであって、設計者及び施工者に賦課されるコミッショニング業務は発注段階でコミッショニング仕様書によって明確に定義されていなければならない。ここで Cx 組織内の過重な業務としてでもこの文書を作成することとしたのは、この文書作成によって年間に亘る空調システムの運転制御の在り方、システムと制御の妥当性が明確になるからで、工事費の制約の下ででも、最大限のシステムの負荷変動への適合性を求め、検証可能性を高めるためである。それと同時にこれを機会に空調制御設計図の改革を求めたかったことが有る。

(3) 文書構成内容

前回も述べたが、自動制御管理文書の記述内容を改めて整理すると;

① 詳細な制御ダイアグラム。制御のサブシステムとサブシステム同士の連携制御について明確になるようにキーワードを図中に書き加える。
② サブシステムの制御動作を言葉による説明(narrative)。
③ 言葉による記述を明確にするための制御スケジュールや論理フローチャート、最適制御を適用する場合は特にこのフローチャートの役割は大きい。
④ センサーや操作器、コントローラーの動作、制御パラメータの想定値、精度その他の制御機器仕様(期待値･･それによって機器選定ができるように)
⑤ 設計者の意図による制御設定値、季節ごとの。
⑥ 機器の運転制御、スケジュール、モード表など、①～⑤と関連付けて記述
⑦ 制御･監視のポイント表、ポイントの性格と用途、入出力対応関係を記述
⑧ 制御機器(センサー、弁等)選定表

(4) 文書例1(Yビルのコミッショニング文書より)

以下、本号ではYビルの2階空調系統(全空気･タスクアンビエント空調)の例を示す。この資料に関しては、空気調和･衛生工学会コミッショニング委員会の基準作成活動の中で、会社のご好意によって公開することの了解を得られたものからの

引用であることを記して同社のご好意に感謝するものである。当該階の空調は**図2**の通り。文書は A3 用紙になっても1系統ごとに 1 頁の文書に纏めるのが望ましい。

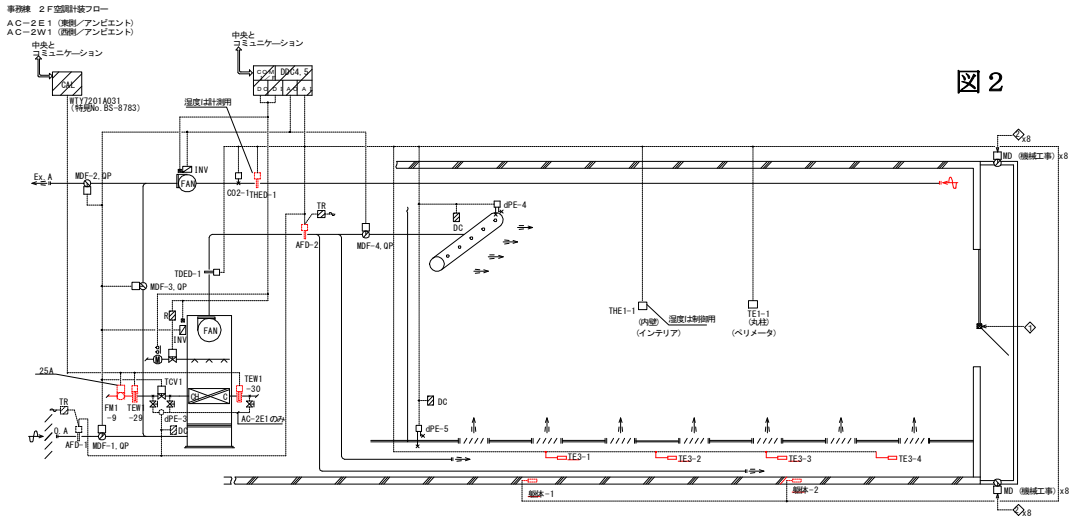

図２

室の奥行きが大きくないので設計者はペリメータ/インテリアの統括ゾーンを設定し、タスク空調空気の壁吹き出し付着噴流による到達方式を採用、作業用にはフリーアクセス二重床吹出しのタスク空調を採用した。それに対する自動制御管理文書の内容は以下の通りである。

① 制御ダイアグラム

図2の通り。

② 制御内容説明書(ナラティブ)

③ 制御スケジュール、フローチャート(本ケースでは該当無し)

1)概要:

・床吹出しはタスク域、天井吹出しはアンビエント域を対象として空調を行う。

・床吹出し口は冷風時と温風時の風量と吹出し角度の変更が手動で可能なものを用いるものとする。

2)室内温度制御:

・室内温度(THE-1,TE1-1)が室温設定値(冷:26℃、暖:22℃)より一定値以上離れた場合、室内温度を補償する方向に給気温度設定値を段階的に変更する(一定間隔毎に条件の成立・不成立を判断し、一定幅の変更を行う)。室内温度センサーは 2 台設置し、温度条件の悪い方を自動選択するものとする。

3)給気温度制御: ・給気温度(TDED-1)が室内温度選択値により算出された給気温度設定値となるように冷温水弁の比例(PI)制御を行う。

・給気温度設定値は上限 32℃、下限 19℃とする。起動時の給気温度設定は固定値とする。

・設定値は 冷暖で個別にもつものとする。

・なお、給気温度設定値の演算結果は中央監視可能とする。

4)室内湿度制御

・冬期、室内湿度(THE-1)が室内湿度設定値(冬期 40%RH)となるよう流下液膜式加湿器のオンオフ制御を行う。

5)外気冷房制御

(ⅰ)外気冷房制御

・下記の条件によって外気冷房有効判断を行い、給気温度(TDED-1)が室内温度選択値により算出された給気温度設定値となるよう外気取入れダンパ(MDF-1)、排気ダンパ MDF-2)、還気ダンパ(MDF-3)の比例積分(PI)制御を行う。

外気エンタルピ＜ 室内エンタルピ

外気露点温度 ≦ 外気露点温度上限値(15℃DP)

外気温度 ≦ 室内温度

外気温度 ≧ 外気温度下限値(2℃)(給気温度 19℃を補償するため。)

(ⅱ)暖房→外気冷房切替

・暖房から外気冷房への切り替えは、以下の条件が共に成立してから一定時間(制御パラメータで決定)経過後とする。

給気温度＞給気温度設定値

温水弁閉

(ⅲ)外気冷房中表示

外気冷房中は外冷中ポイントを ON とする。

6)CO_2補償制御

・本系統では最大外気取り入れ量が 4000CMH, 最小外気取り入れ量が 600CMH、局所排気量が300CMH

(ⅰ)CO_2制御

・還気CO_2濃度(CO2-1)が設定値以下(800PPM)となるよう、外気取入れダンパ、排気ダンパ、還気ダンパの比例積分(PI)制御を行う。

＊本系統では、局所排気が 600CMH、最小外気取り入れ量が 600CMH のため、CO_2濃度で制御を行う必要はないはずだが、補償制御として行う。

(ⅱ)CO_2制御中表示

・CO_2濃度でﾀﾞﾝﾊﾟの制御を行っている場合は、CO2 制御中モードを ON とする。

7)付着噴流系統 MD 制御(アンビエント)

・付着噴流系統の MD(MDF-4)は冷房動作時のみ空調機起動と連動し、室内への吹き出し風量を一定にするために、室内とダクトの差圧(dPE-5)が設定値(Pa)となるよう MD を制御する。暖房動作時は全閉とする。

＊暖房期の最小外気取入補償用床吹き出し口の対応を検討する必要がある。

8)フリーアクセス差圧制御

・フリーアクセス内・室内の差圧(dPE-4)が設定値(19.6Pa)となるよう、給気ファンインバータ

の比例積分(PI)制御を行う。
9)インターロック制御
・給気ファン停止時、冷温水二方弁、加湿弁、外気ダンパ、排気ダンパを全閉とし、還気ダンパを全開とする。
10)自然換気中動作
・自然換気中は空調停止とする。自然換気終了時、空調時間帯の場合は、再び空調を開始する。
＊ダブルスキン部、自然換気の詳細は自然換気制御で記述する。
④ 制御機器仕様
⑤設定値
⑥ 運転制御情報
表1～表3のとおり。

表１

季節条件						
季節モード	月	空調（一般）				
冷房期	5～9月	空調運転＋ナイトパージ＋ダブルスキン内換気				
中間期1	10～11月	空調運転＋自然換気＋外気冷房				
暖房期	12～3月	暖房運転＋外気冷房				
中間期2	4月	空調運転＋自然換気＋外気冷房				
設定条件・精度条件						
対象		設定条件			精度条件	備考
		季節				
		夏期	冬期			
空調機	室内温度	26℃	22℃		±1℃	
	室内湿度	なりゆき	40%RH		±5%	
	給気温度上限	ー	32℃		±1℃	
	給気温度下限	19℃	ー		±1℃	
	CO2濃度	800PPM			±100PPM	
	ﾌﾘｰｱｸｾｽ内差圧	19.6Pa(2mmAq)			±1.96Pa(0.2mmAq)	
	室内とダクトの差圧				±2.94Pa(0.3mmAq)	

表２

入口出口温度条件					
対象		入口温度条件		出口温度条件	
		夏期	冬期	夏期	冬期
AC-2E1,2W1	空気温度	26.7℃	19.8℃		
	コイル	7℃	45℃	14℃	38℃

起動停止条件	
対象機器	運転条件
AC-2E1,2W1	①空調時間帯に室内条件を満足するように空調機の起動停止を行う。 9:00　18:00　空調時間帯 ②空調時間帯終了後は遠方手動により残業時空調を行う。
還気ﾌｧﾝ	AC-2E1,2W1に連動

⑦ ポイント表・・・・・・・多数なのでここでは省略・・・・
⑧ 制御機器選定表)
以下⑨⑩に含む。
⑨ 施工フェーズの仕様決定に対する指示事項
①設定精度条件/運転条件一覧表
基本的な設定値・精度・運転条件等を一覧表に示す。これに基づいて制御設定値・動作の検討を行なうこと。
・添付資料1(ここでは省略)参照
・設計計算書は別途機械設備計算書を参照のこと。
②動作説明表
・設計図記載(空調フロー24～33)の動作説明を示す。これをマスターにして現場側動作説明を作成すること。
・添付資料2(ここでは省略)参照
③自動制御機器選定シート
・上記計装フローに対しての選定機器仕様一覧表をフォーマット(添付資料3・・・ここでは省略)に記入すること。
④中央監視ポイント一覧表
・基本的な考え方を項目4(ここでは省略)に記載する。これに基づき、中央監視一覧表フォーマット(添付資料 4・・・ここでは省略)に必要項目を記入すること。
⑩ 施工段階提出資料
①動作説明表(添付資料2・・・ここでは省略・・・のフォーマット)
②自動制御機器の詳細仕様(添付資料3・・・ここでは省略・・・のフォーマット)
③その他提出資料
・コントローラ入出力ポイント表
・DDC 制御ソフトウエア
④中央監視ﾎﾟｲﾝﾄ一覧表(添付資料 4・・・ここでは省略・・・のフォーマット)
⑤圧力線図(配管系)

次号に続く

表３

対象		設定条件		精度条件	備考	対象機器	運転条件
		季節					
		夏期	冬期				
空調機	室内温度	26℃	22℃	±1℃		AC-3E1,3	①空調時間帯に室内条件を満足するようにVAVの起動停止を行う。
	室内湿度	なりゆき	40%RH	±10%			9:00　18:00　空調時間帯
	給気温度上限	20℃	30℃	±0.5℃			②VAVに連動して空調機の起動停止を行う。
	給気温度下限	16℃	18℃	±0.5℃			③空調時間帯終了後は遠方手動により残業時空調を行
	CO2濃度	800PPM		±100PPM			
						還気ﾌｧﾝ	AC-2E1,2W1に連動