

パート II

付録 1

設計文書化¹フォーマット

¹ 訳注：Design Documentation(設計の文書化)を、本書全体を通して「設計文書化」と訳した。語意は「文書化された設計内容」で、専門家でなければ理解できないいわゆる設計図書(Design Documents、設計図と仕様書の組み合わせ)だけでは発注者やテナント・居住者に理解しやすいために作成する。実際には設計技術者自身にも、自ら、あるいは互いにその設計内容を明確に理解していないことも多いから、彼ら自身にとっても設計内容を正しく確認する意味で大変役に立つ。これは特に空調・エネルギー関係設計図書において然りである。そこで、設計と書の中にも含めるべき「設計趣旨書」と「システム制御・操作説明書」を作成すべく、空気調和・衛生工学会制定の「建築設備の性能検証過程指針」では定義した。

本PECI文書では、この種のものを含めたものを建設図書(Construction documents)として発注・契約・施工のベースとなる文書として意義付けている。そこで本書の和訳では、Design DocumentsでもConstruction Documents でもないDesign Documentation(設計趣旨書+設計根拠)を「設計文書化」と統一した。目的が同一とすれば、前記学会指針におけるシステム制御・操作説明書はこの場合はこの二つの文書のいずれかに分けて含まれることになる。いずれも文章による説明がきわめて重要だとしていることは同じである。

エネルギー及び快感関連システムの 設計主旨および設計根拠 作成指針

1 目標

この付録は、ビル設計者が設計意図および設計するビルシステムの基本的な運転法について文書化するに際して使うフォーマットを提供する。書かれた設計意図と明確な運転シーケンスの必要性についてはセクション0を、見本についてはセクション5を参照されたい。ここで求められている設計主旨の文書化は、基本的にビルシステムの、システムの目標は何か、その目標を如何にシステムが満たしているかについての記述的説明である。この文書は設計者、性能検証責任者、工事請負業者そして建物の運転者の利用のために書かれる。この文書そのものは元来求められている設計図書やシステムの運転マニュアルを構成しないが、運転・保守マニュアルの一部になる²。

*設計主旨*は企画と基本計画のフェーズから得られるアイディア、コンセプトそしてオーナーにとってとても大切であると考えられる基準を提供してくれる。*設計根拠*とは、設計意図を満たすためになされる設計上の決定事項を背景とした基本的な思考手順および仮定条件の文書化である。下に示すフォーマットを記述することにより、設計意図の重要な事柄と設計根拠とを合体させることができる。

次にあげるこれらの指針は、フォーマットおよび設計文書化の内容を形作るために使用されるフォームである。

この設計主旨書のフォーマットには次の事柄、機器、およびシステムの見本が示されている。

1. 一般的な建物設計と機能
 - 概要
 - 持続可能な建設と環境の両立
 - 室内環境品質—熱、空気の分布、音響、空気質、視環境質
 - 植栽
2. HVACシステム—一般
 - 概要
 - 設計条件と負荷推定
3. 冷凍機システム(チラー、冷却塔、ポンプ、配管)
4. ボイラーと温水システム
5. 関連構成機器を含めてのルーフトップパッケージシステム
6. VAVターミナルユニット (冷房専用)
7. VAVターミナルユニット (再熱式)
8. 熱回収ユニット
9. 電子計算機室エアコンユニット
10. 昼光制御

² 訳注：この意味は理解しにくい。訳者の考えでは、この文書は設計契約内の設計図書(一連のこのPECI文書では「建設図書」と呼ばれる)の一部を構成し、運転保守マニュアルの1部ともなるべきである。

11. 消灯制御
12. BEMS
13. スプリットエアコンまたはヒートポンプ
14. 非常用電源システム

上にあげられていない構成機器あるいはシステムについての設計図書は本資料の一般的フォームおよび内容に従って作成し、システム、その目的、他を措いて何故それが選ばれたか、どう機能するか、そしてこれが他の構成機器および運転の詳細シーケンスを含め運転と制御のためのパラメーターとどのように関連しているかを説明する。詳細は *ASHRAE Guidelines 1-1989R The HVAC Commissioning Process*, ASHRAE, 1996を参照されたい。

設計主旨文書は、出来るものは手で書き込み必要に応じて書類を添付するか、或いは電子ファイルのテンプレートを利用して全く新しい文書を作成することでもよい。

2 この建物の設計文書化

エネルギーと快感に関連するビルシステムについての適切な設計主旨書および設計根拠の記述は、入札図書にはほとんどと言っていいほどない。然しながら、設計意図ならびに運転シーケンスが適切に記述されていることがきわめて重要である。そのような記述が試験ならびに検証が達成しようとしている目標となるからである。さらに設計主旨文書は、建物が存在する長い期間にわたってビルシステムの運転、保守、問題発生の見解に係わる幾多の関係者に貴重な情報を提供してくれるのである。

設計意図が確立されなければならないエネルギーおよび快感に関連する主な分野を次に示す。各分野あるいはビルシステムの項に適切が質問の概要が置かれていて、何が設計主旨文書に含まれていなければならないか、どこが追加的に明確にされなければならないかを示す。概略を示した主要なシステムおよび構成機器の運転シーケンスは文書としてまとめられなければならない。メーカーのシーケンスを添付してもよいが、一般にはこれに補助的記述が求められる。例としてのシーケンスをセクション5に示した。

各セクションのタイトルの右側に、設計主旨作成に籍となる関連者を示し、同様に設計生産過程についても示しており、その過程の中で設計意図が確立される。例えば下記のような：

4.2 システム説明

機械設備技術者

設計展開

一例として示した上の見出しは、機械設備技術者あるいは設計者に読んで字の如く設計記述を作成する責務があること、そしてそれは設計展開段階で作成しなければならないことを示している。担当関係者ならびに設計フェーズは下の表にある略語で呼ばれることがある。設計生産過程のフェーズを次に示す³。

企画

設計チームとGSAプロジェクトマネジャーは入居機関あるいはクライアント（入居者）と会合を持ち、床面積と入居要件を決定する⁴。

(Programming)

³ 訳注：この設計生産過程の区分については日本の習慣との比較を含めて「性能検証業務提案書、脚注3」、「性能検証要件 設計フェーズ、脚注2」に記述したので参考にされたい。

⁴ 訳注：ここでは本書作成発注者がGSA(米国連邦調達庁)であり、テナントは連邦の政府機関や州機関などであることを念頭に置かねばならない。入居機関とは例えば商務省であるとか、某州であるとかを言い、Client(入居者)と書いたのは入居機関の中の部署の現実の入居予定者(部局)と言う意味でこう訳した。

コンセプト設計 (Conceptual Design)	建築家がブロックダイアグラム、建物の大きさ、間取りおよび外観を作成する。幾つかの選択肢が用意される。この時点では機械設備と電気設備の設計者は、一般的には寄与することはない。
設計展開 (Design Development)	ブロックダイアグラムおよび配置にさらなる詳細を織り込む。室内インテリア部とペリメータの形状や仕上げ、ならびにHVACシステムのタイプ決定し、おおまかな間取り図が承認される。
建設図書 (Construction Documents)	完全な建築図面が完成する。一般的にはGSAのマスター仕様書を使って仕様書を完成させる。入札図書が用意される。

項目	略語	意味すること
担当関係者	Arch	建築家
	Mech Engr	機械設備技術者
	Elec Engr	電気設備技術者
	Ltg Des	照明設計者
	Ctrls Cont	制御請負業者
設計フェーズ	Program	プログラミングフェーズ
	Concept Des	基本計画フェーズ
	Design Dev	設計展開フェーズ
	Const Doc	建設図書フェーズ
	Spec Dev	仕様書作成 (建設図書化フェーズの後半)

3 設計文書化記述の必要性

設計主旨書と設計根拠書 (設計文書化)の内容を作成することにより建物に関する担当者がビルシステムをよりよく理解できるようになるだけでなく設計、施工及び建物運転における責務を全うできることになる。

設計意図ならびに設計根拠を的確に言い当て作成する目的は、建物に関する担当者に、夫々の段階で、ビルシステムの理解を可能ならしめ、かくして設計、施工及び建物運転における夫々の責務を全うできるようになることである。

ここでいう設計文書化とはこれまでの仕様書とは異なり、システムやテーマについてより多くの文章による記述がなされるということ、そしてこのテーマやビル要素の枠組みを、その背景となる情報とともに、関係者全てに有用かつ理解しやすい形で提供するものである。然し多くの場合、設計文書化には仕様書が含まれている。一般的に、仕様書は構成部材レベルで何がなされるかを示しているが、この設計文書化は、何故これがなされるかを説明し、そして一般的には、設計および運転の目標がいかんして達成されるかについて説明している。設計文書化の各セクションは仕様書のような体裁をしており、それは特に従来方式が省エネルギー的な設計や施工とかけ離れているときに然りである。

設備設計技術者がシステムを設計したり仕様書を書いたりするために、設計文書化を建築家より渡される必要がある。施工者や技能者が適切な建築施工を全うするためには、設計

文書化が設備技術者と建築家よりもたらされる必要がある。建物のオペレーターおよび保守担当の業者が、長期にわたって当初意図通り適切にシステムを保守するためには、施工業者及び上記の関係者すべてから（もたらされる）最終の設計文書化が必要とされる。

設計文書化は、基本計画における極く一般的な記述から、実施設計においてさらに特化した記述内容に、そして仕様書作成の段階ではより深く掘り下げ、より一層特定された記述内容に展開する。この設計文書化は竣工図書段階において、細かく調整し、さらなる詳細を付加して完成に至る。

構成機器によっては、建物の細かい調整が終わるまで、設計文書化は完成しないが、だからといって着工前の設計文書化が、特化性の少ない一般的なものであったり、不完全であってもいいということにはならない。設計文書化はできるだけ早い時点で可能な限り確実に完全なものでなければならない。次の表はこのような趣旨で描かれており、担当関係者の設計文書化への責務を示している。

段階	内要	責任を負う 関係者
企画	発注者とテナントのニーズを詳細にわたって明らかにする。企画書の該当するところは当初の設計意図となる。	発注者 建築家
基本計画と 設計展開	設計意図が明確になる。設計根拠作成開始：システム全体の説明、システムの目標、目標達成のための一般的な方法。	発注者 建築家
建設図書作成 と仕様書作成	上に同じ、ただし、さらなる詳細、完全な設計根拠を含む：完全なシステムと構成機器の説明、システムの目標達成のための特定された方法、設計および負荷算出のための仮定条件、従うべき条例と基準、完全な運転シーケンスと制御方針	建築家 設備設計者
竣工図作成	上に同じ、ただし、以下を加える：最終制御パラメーターでの調整されたシーケンス	設備設計者 据付請負業者 ビル運転管理者 建築家

4 運転シーケンス

主な機器に対して次の事柄について明確にそして完全に記述され、詳細に書き込まれた運転シーケンスが作成する：

- システムの全体概要（1行か2行での文章）により目的、構成機器と機能について一般的に説明する。
- 他のシステムとの全ての関連とインターロック
- BEMSがどのポイントモニターのみをし、どれがが制御ポイントで調整可能なのかをリストにし、パッケージ制御とビルオートメーションシステムとの間の制御についての詳細な記述

- パッケージ制御機器に対する制御のシーケンスを書く（機器メーカーの標準のシーケンスが含まれてもよいが、一般には補助説明が必要である。）
- 運転開始のシーケンス
- 予熱モードのシーケンス
- 通常運転モードのシーケンス
- 非在室者モードシーケンス
- 停止シーケンス
- 能力制御シーケンスと機器の段階運転
- 温度と圧力制御：セットバック、セットアップ、リセットなど
- すべての制御法に対する詳細なシーケンス、すなわちエコノマイザー制御、最適起動/停止、段階運転、最適化、デマンドリミットなど
- 停電あるいは機器故障の全てのスタンバイ構成機器の機能への影響
- 全ての警報のシーケンスと緊急停止
- 各季節運転の違いと推奨事項
- 調整可能な設定値の初期値と推奨値、運転者により設定或いは調整された典型的なパラメーター設定；そして機器の試験および運転に際して知っているとは有益な他の制御設定値や固定値、遅れなど
- もし、分かっていたら計画されたスケジュール
- 全てのシーケンスは参照のため夫々の番号を付して短く記述すべきである。一つのシステムに対して、システムセクションに番号がふられていなければ、別のシーケンスのセクションへの番号付けは繰り返さない。

5 例としての 設計記述と運転シーケンス

設計文書化の一部は文章記述形式でのシステムについての短い概要説明である。これは運転シーケンスの初期の段階でよく適している。以下はビルオートメーションシステム (BAS) 下にある単純なパッケージボイラーシステムの例である。ガイド仕様書には別の例を示している。

パッケージボイラー制御シーケンス — 例

システムの概要

温水ボイラーシステムは建物全体の暖房の目的に供する。暖房はターミナルボックス内に設けた再熱コイルを介して行われる。大気に開放された二台のパッケージボイラーを使用し、一台が主、他がスタンバイである：すなわち外気温度が65F未満のときは一台が稼働し、45F (調整可) 未満のとき二台が同時に稼働する。いずれのボイラーも出力は一定の温度（通常は170F）で、混合三方弁に送られそこで還りの水と混ぜられ、温水回路設定温度になる。各ボイラーは二つのバーナーを持ち、バーナーは夫々二段である。能力は三水準1) である：1) バーナーベッド (Burner Bed、炉床) は二つとも低燃焼、2) 一つのベッドが高燃焼、他は低燃焼、3) 二炉床とも高燃焼。

温水は、ボイラー一台に対して夫々一台、合計二台の定速ポンプで送水される。主たるボイラーあるいはポンプが故障すると、待機していたボイラーとポンプが起動する。殆どのコイルは二方弁の組み合わせである。定速ポンプに対応するという事で三方弁が使わ

れているものもある。各ボイラーには小型のポンプが内蔵されておりボイラーが稼動している間ボイラー本体内で水を循環させている。

ボイラーはパッケージ制御され、これにより温水温度が調節され、混合前に三方弁に送られる。これらのシーケンスは下のパート I に示した。建物オートメーションシステム (BAS) がボイラーを稼動させ、三方弁を介して供給回路の温度を制御し、ボイラーの主あるいはスタンバイを決め、温水温度のリセットをする。これらのシーケンスは下のパート II に示した。

季節ごとの設定

ボイラーは夏季には通常は運転されない。中間期にあつてボイラーを運転するときは燃焼量のセットは出来るだけ小さくする。ボイラーを供給したProctor Sales社によれば、燃焼量制御設定を160F未満にすると凝縮が起き、この凝縮が問題を引き起こす可能性があるとのことであった。冬季の制御設定が170Fを越えている場合には、春夏にはエネルギー消費を抑えるためにも、160Fまで下げるべきである。温水回路の温度 (BASにより) はできるだけ下げ、自動的に、リセット方針に沿って温度を変化させるべきである。

パート I. パッケージボイラーの制御

ボイラーが稼動し始めると、次のように、出力温度がボイラー運転制御設定により一定になるよう混合バルブ手前で制御される。

1. 温水システムが稼動し始めると、BASの戶外空気温度セットポイント (はじめは65F)により、主ボイラーが二つのバーナーによる高い燃焼量で起動する。
2. 水温が燃焼量制御(Firing Rate Control, FRC)の下限設定値まで上昇すると(はじめは150Fに)、一つのバーナー炉床は低燃焼に下がる (低いガス圧)。 下限設定値はローリミットダイアル上での主ドッグ (モニター) である。
3. もし温度が上昇し続けて継続してFRC制御の上限設定値(はじめは160F)まで上昇したら、他のバーナーベッドを低燃焼に下げる。
4. もし温度が上昇し続けて運転制御(Operating Control, OC)設定値 (はじめは170Fにセットする)まで上がったたら、ボイラーは停止する。
5. 冷却していくときは、温度がOC制御の設定値を動作隙間10F下まわると、ボイラーは二ベッドとも低燃焼量で起動する。
6. もし温度低下し続けて、FRC制御の上限設定値を10F下回ると、一つのバーナーベッドは高燃焼に移行する。
7. もし温度がさらに低下し続けてFRC制御設定値(動作隙間を経て)の低いセッティングまで下がったら、他のバーナーは高燃焼に移行する。

設定値への推奨： 1)運転制御OCセットポイントをセットする 2)燃焼量制御FRCの上限値をOC設定値より10～15F低温に設定する 3)FRCの下限値の主ドッグをFRC上限より10～15F 低く設定する 4)FRC下限の動作隙間ドッグをFRC下限より5～15F低く設定する 5) 上限安全設定をOC運転制御設定値の30F高温に設定する

ボイラーの安全

8. 停電によりバーナー停止。
9. 低水位を感知すると、水位下限制御経路で、バーナー停止（手動リセットが必要）。
10. 運転制御OCが故障またはセンサー誤動作があり、かつ水温が200Fになると安全上限が働きバーナーを停止。手動リセットが必要となる。
11. 上記三つの場合、BASが警報発令。
12. 電子着火によりパイロットを点火したが炎が検知されないとき、主ガスバルブは開かない。
13. **センサー** . 上限安全、運転制御OC及び燃焼量制御FRCのすべてが夫々のセンサーを具備する。

パートII. BEMSで制御されるボイラー シーケンス

14. 外気温度 (OSAT)が設定OSAT未満のとき、最初に65F (設定変更、調整可能)で、主ボイラーとその内蔵ブレンドポンプおよび連動する温水ポンプが起動する。ボイラーが稼働しているときはこれに連動している温水ポンプは常に運転され、待機ボイラーは自動弁により回路から切り離される。ボイラー群の運転は時間スケジュールにはよらない。
15. OSAT が45F (設定変更、調整可能)未満のとき、待機ボイラー切離し弁が開き、待機しボイラーと連動するポンプが起動する。
16. ポンプ状態監視経路で、ボイラーシステムが稼働した後、かつ主ポンプの運転ステータスが30秒以内に発動しない場合、主ポンプは停止、待機ポンプが起動し、警報が出される。
17. ボイラー状態監視経路で、ボイラーシステムが稼働した後、かつ主ボイラーの運転ステータスが30秒以内に発動されない場合、主ボイラーは停止し、主ボイラーの切り離し弁は閉まり、待機ボイラーの切離し弁が開き、待機ボイラーが起動し、警報が出される。
18. 非居住時間帯には、夜の下限運転の間、空調機側の夜の(室温)下限設定を保持するように、ボイラーがオン・オフのサイクル運転をする。

温水ミキシングバルブ制御

19. 温水供給系の混合三方弁は、次の比例リセットスケジュールに基づいて、供給温水温度(HWST)を一定に保つために、戻りとボイラーからの温水を調整する：

<u>外気温 (OSAT)</u>	<u>温水供給温度(HWST)</u>
23F	180F
70F	140F