

蓄熱技術基準マニュアル 運用ガイドブック

2016.3

一般財団法人 ヒートポンプ・蓄熱センター

序文

ヒートポンプ・蓄熱センターでは、平成 11 年(1999 年)に最初の蓄熱技術基準として「蓄熱システムの設計・制御マニュアル 3 分冊」「蓄熱システムの施工マニュアル」「蓄熱システムの試運転調整・検収マニュアル」を世に出し、広報・研修活動を開始して以来、2011 年には「蓄熱式空調システムにおける水質保全設計・管理マニュアル」「複合熱源式蓄熱システムの最適設計・運用マニュアル」を完成し、2012 年に「蓄熱システムの施工マニュアル」と「蓄熱システムの保全診断マニュアル 運用保全編」の改訂版を発行、そして 2015 年 3 月に「水蓄熱システムの制御シーケンスに基づく機能性能試験 (FPT) マニュアル」及び「蓄熱システムの最適化制御計画・設計マニュアル」を加え、15 年超に亘る蓄熱式空調システムに関する数多くのマニュアルとソフトを体系化し終えた。蓄熱技術の基本である水蓄熱のみで無く氷蓄熱技術を含め、また設計技術のみで無く施工・運用保全、さらにはコミッショニング、リニューアルを含めてマニュアル化された。またマニュアルを展開する中で、ヒートポンプ等の機器性能が向上し、電気料金制度が変動し、新しい事例の蓄積も増加するという状況の下に、当初のマニュアルが一部陳腐化することがあれば、それに対しては直ちに改訂作業を行う、あるいはより汎用的なツールに作り変えるなどの作業を行って対応してきた。

この間に世情は大きく変動するところがあり、蓄熱を要請する要因としては省エネルギーから負荷平準化へ、負荷平準化から温暖化物質削減へと移行し、2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災による電力供給事情の画期的変動事情により、省エネルギーとピーク負荷抑制の両面における全面的節電要請が緊急課題として浮上した。一方で、日本の社会経済状態や技術の先進性も必ずしも世界のトップレベルとは言えない時代になってきている。然しながら蓄熱技術は根本的にエネルギー有効利用技術であり、それは省エネルギーにも負荷平準化にも温暖化物質削減にも役立つのであり、その優位性が厳然と確立されているとともに、この技術基盤は世界に類例のないほど高度に発達した。近時、低温外気の季節に部分負荷 COP 特性が極大化するインバーター駆動のターボ冷凍機が出現して、これを採用するときの非蓄熱方式の効率性が大幅に上昇したけれども、最大出力全能力運転を基本とする蓄熱方式の優位性は決して犯されていないのである。このことは蓄熱システムの高効率化、経済性を高めるための技術開発そのものが蓄熱システムのみでなく非蓄熱システム、空調システム全般の省エネルギー性を高める牽引役となってきた、過去の道程と役割が永遠に続くことを示唆している。

さて、かくも充実してきた当センターの蓄熱技術基準マニュアル・ソフト・ツールであるが、ここまできると一般の方々はもちろん、当センター内部の担当者にとっても俄かにはその全貌と利用の仕方を理解するのが困難になってきたことも事実であり、そこで 2008 年にこの技術基準マニュアル運用ガイドブックを作成したのであるが、この度その後追加発行されたマニュアル類を付け加え再整理し改訂したものが本書である。本書は冊子として発行する以外に、一般の方々の便益に供するためにホームページにアップロードし無料でダウンロードできる。

本書は性能検証過程(コミッショニングプロセス)の企画・生産・維持管理の順序に従って記述するとともに全体像をその上にマッピングし、マニュアルの重点利用のフェーズ・段階が一目でわかるようにするとともに、その利用の仕方を記述し、次いで各マニュアル・ソフト・ツールについて概要を記述した。ここに設計者自身が主体的に設計作業をせねばならない水蓄熱

に関してはほぼ技術が集大成されたといえることが理解されるであろう。氷蓄熱に関しては製品の技術的特性や性能をメーカーに依存するところが多く、バリエーションも多いので標準化した集大成が困難なところがあるが、射場本主査を中心に可能な範囲で設計例を含めた氷蓄熱設計基準もまとめられてきた。

技術基準の中でソフトウェアとツールの開発は特異な特徴がある。氷蓄熱に関するシミュレーションプログラム **TESEP-W** や故障検知診断ツール **C/E** 表などは筆者が大学時代に作成したものを提供し委員会作業によって新しいコンピューター環境に適応させたものである。また学会標準のプログラムで、プログラム言語が最近の PC の OS に適合せず宝の持ち腐れとなっていたものも、**Windows** 上で操作可能とし、蓄熱式空調システム設計に適合するように機能と操作性・利用性を高めた、**MicroHASP/TES for Windows** のようなものもある。なお、わが国標準のシミュレーションプログラムとして開発されている **BEST** の中に、**TESEP-W** と同根の水及び氷蓄熱のアルゴリズムを移植するという支援作業も行った結果、本ガイドには含まれていないが、**BEST** 利用マニュアルとシミュレーションの中で展開されていることを付言しておく。

また蓄熱に関するプロジェクトとしての、国際委員会である **IEA/Annex25** 以来の研究作業、空気調和・衛生工学会で持たれた蓄熱最適化委員会の研究成果の活用など、国内国際を問わず関連機関の協力のもとにデータ活用が可能となり、有用なツールやマニュアルとして再生されたものも数多い。そういう意味でもこの運用マニュアルはグローバルな協力作業の結果生まれたグローバルなエネルギーシステム最適化ツールであると、自信を持って言うことができる。

本書に記述した各マニュアル、プログラム、ツールが有効に活用され、ますますエネルギーの有効利用、省エネルギー、二酸化炭素排出抑制に寄与することを願ってやまない。それぞれの策定作業に関与された委員の方々と歴代の事務局担当者のご努力に敬意を表し、感謝の意を新たにすものである。

2015年7月1日

ヒートポンプ蓄熱センター技術顧問
蓄熱技術基準策定グループ 主査
中原信生

追記

2015年度に設計用に「トータルシステムダイアグラム カスタマイズツール」と最適運用管理のための「位置型温度プロファイル動画ツール」を開発し、同時にコミショニング管理ツール **MQC** を完成させて本体系に追加し、運用マニュアルに追加した。そのほか、陳腐化した旧情報の残置、記述ミスなどを修正した。(2016.3.10)

ヒートポンプ・蓄熱センター
蓄熱技術基準マニュアル運用ガイドブック

目 次

第1章 蓄熱システムの生産・管理における各マニュアルの位置づけ	- 1 -
第2章 企画フェーズにおける運用	- 4 -
2.1 企画段階	- 4 -
2.2 計画段階	- 4 -
第3章 設計フェーズにおける運用	- 4 -
3.1 基本設計と実施設計	- 6 -
3.2 基本設計段階	- 6 -
3.3 実施設計段階	- 6 -
第4章 発注フェーズと施工フェーズにおける運用	- 7 -
4.1 発注フェーズ	- 7 -
4.2 施工段階	- 7 -
4.3 受け渡し段階	- 8 -
第5章 運転フェーズ	- 8 -
5.1 受け渡し後段階	- 8 -
5.2 定常運転段階	- 9 -
5.3 調査診断のプロセス	- 9 -
5.4 リニューアル	- 11 -
第6章 技術基準の概要	- 13 -
6.1 蓄熱システムの設計・制御【新版】	- 13 -
6.2 蓄熱式空調システムの設計基準	- 14 -
6.2.1 蓄熱式空調システム設計ハンドブック【東京版】	- 14 -
6.2.2 蓄熱式空調システム設計ハンドブック【仙台版】	- 15 -
6.2.3 複合熱源式蓄熱システムの最適設計・運用マニュアル	- 17 -
6.2.4 蓄熱式空調システムの2次側システム設計マニュアル	- 17 -
6.2.5 蓄熱式空調システムにおけるセンサの基礎と保守ガイド	- 19 -
6.2.6 蓄熱式空調システムの最適化制御計画・設計マニュアル	- 19 -
6.3 蓄熱システムの設計例集	- 20 -
6.3.1 蓄熱システムの設計例集1 老人保健施設の水蓄熱システム設計例	- 20 -
6.3.2 蓄熱システムの設計例集2 病院施設の水蓄熱システム設計例	- 21 -
6.3.3 蓄熱システムの設計例集3 高層オフィスビルの水蓄熱システム	- 22 -
6.3.4 蓄熱システムの設計例集4 大規模店舗ビルの水蓄熱システム設計例	- 23 -
6.3.5 蓄熱システムの設計例集5 官庁施設（寒冷地）の水蓄熱システム設計例	- 23 -
6.4 蓄熱システムの施工マニュアル【新版】	- 24 -
6.5 蓄熱システムの試運転調整・機能性能試験マニュアル	- 25 -
6.6 水蓄熱システムの制御シーケンスに基づく機能性能試験（FPT）マニュアル	- 26 -

6.7 蓄熱システムの保全・診断マニュアルと診断ツール	- 27 -
6.7.1 運用保全編【新版】	- 27 -
6.7.2 異常診断・性能評価編	- 27 -
6.7.3 リニューアル編	- 28 -
6.7.4 不具合検知・診断ツール	- 29 -
6.7.5 水蓄熱システムの異常検知・診断支援ツール 運用ガイド	- 30 -
6.8 水蓄熱システム設計用ソフトウェア	- 30 -
6.8.1 MicroHASP/TES for Windows (蓄熱式空調システム設計用動的負荷計算プログラム)	- 31 -
ム)	- 31 -
6.8.2 TESEP-W (水蓄熱槽最適設計プログラム)	- 31 -
6.8.3 BEST/TES (BEST 用水・氷蓄熱シミュレーションプログラム)	- 32 -
6.8.4 TES_ECO (水蓄熱経済性・省エネルギー性評価プログラム)	- 32 -
6.8.5 トータルシステムダイアグラム (TSD)	- 33 -
6.8.6 温度プロフィール動画	- 33 -
6.9 蓄熱式空調システムのコミッショニングガイドブック	- 34 -
6.9.1 新築建物の部	- 34 -
6.9.2 既設建物の部	- 39 -
6.9.3 プロセス管理ツール MQC 蓄熱版	- 42 -
6.10 氷蓄熱空調システムマニュアル等	- 42 -
6.10.1 計画・設計編	- 42 -
6.10.2 氷蓄熱式空調システムマニュアル 現場築造型設計編	- 43 -
6.10.3 蓄熱システムの設計例集 I 事務所ビル (新設) の氷蓄熱システム	- 43 -
6.10.4 蓄熱システムの設計例集 II 事務所ビル (リニューアル) の氷蓄熱システム	- 44 -
-	
6.10.5 事例図集	- 45 -
6.10.6 メーカー製品ラインアップ	- 45 -
6.11 氷蓄熱関連のソフト	- 45 -
6.12 低温送風空調システムマニュアル 設計編	- 45 -
6.13 蓄熱システムの熱源機器に対する騒音対策マニュアル	- 46 -
6.14 蓄熱式空調システムにおける水質保全設計・管理マニュアル	- 47 -
6.15 蓄熱技術研修会 初級テキスト	- 48 -
6.15.1 やさしい蓄熱式空調システムの計画法 (水蓄熱・初級コース)	- 48 -
6.15.2 やさしい氷蓄熱式空調システムの計画法 (氷蓄熱・初級コース)	- 49 -
6.16 「建築設備設計基準(茶本)」のうち	- 50 -
ヒートポンプ・蓄熱システム技術解説研修会テキスト	- 50 -
6.17 資料	- 50 -
6.17.1 蓄熱運転実態調査(第一期)	- 50 -
6.17.2 蓄熱運転実態調査(第二期)	- 51 -
6.17.3 異状診断データベース	- 51 -
6.17.4 用語集	- 52 -

第1章 蓄熱システムの生産・管理における各マニュアルの位置づけ

図 1.1 は本センター制定の蓄熱技術基準およびソフトウェアの、蓄熱システム生産・管理のコミッショニングプロセスフロー上に描いた体系と運用を示す。技術基準をその性格により分類すると以下ようになる。参考のために図 1.2 にコミッショニングプロセスに基づくフェーズ/イベント/主要文書とプロセス区分対応図を掲載する。

- 1) 全体に係るもの
 - ① 蓄熱技術基準マニュアル運用ガイドブック
 - ② 蓄熱式空調システムのコミッショニング（性能検証）ガイドブック及びMQC
 - ③ 蓄熱の初歩（水蓄熱・氷蓄熱）：研修会初級テキスト
 - ④ 氷蓄熱式空調システムマニュアル 計画設計編・低温送風空調システム設計編
 - ⑤ 氷蓄熱式空調システムマニュアル 現場築造型設計編
 - ⑥ 蓄熱システムの熱源機器に対する騒音対策マニュアル
 - ⑦ 蓄熱式空調システムにおける水質保全・管理マニュアル
 - ⑧ 蓄熱式空調システムにおけるセンサの基礎と保守ガイド
 - ⑨ 蓄熱システムの最適化制御計画設計マニュアル
 - ⑩ 蓄熱機器ウェブサイト
- 2) 生産（計画・設計・施工）に係るもの
 - ① 蓄熱システムの設計・制御マニュアル
 - ② 蓄熱式空調システムの設計ハンドブック
 - ③ 複合熱源式蓄熱システムの最適設計・運用マニュアル
 - ④ 蓄熱式空調システムの2次側システム設計マニュアル
 - ⑤ 設計例（水蓄熱・氷蓄熱とも）数種類
 - ⑥ 蓄熱システムの施工マニュアル（試運転調整を含む）
 - ⑦ 蓄熱システムの試運転調整・機能性能試験マニュアル
 - ⑧ 水蓄熱システムの制御シーケンスに基づく機能性能試験(FPT)マニュアル
- 3) 運転管理に係るもの
 - ① 蓄熱システムの保全診断マニュアル 運用保全編
 - ② " 異常診断・性能評価編
 - ③ " リニューアル編
 - ④ 氷蓄熱（ユニットセントラル）実態調査資料
 - ⑤ 異常診断データベース資料
- 4) ソフトウェア・ツール
 - ① 水蓄熱経済性・省エネルギー性評価プログラム（TES_ECO）
 - ② 水蓄熱槽最適設計プログラム（TESEP-W）
 - ③ 動的負荷計算プログラム（MicroHASP/TES for Windows）
 - ④ トータルシステムダイアグラム（TSD）カスタマイズツール
 - ⑤ 水蓄熱異常診断ツール（C/E表、マクロモデル）
 - ⑥ 水蓄熱システムの異常検知・診断支援ツール運用ガイド
 - ⑦ 温度プロフィール動画
 - ⑧ BEST水・氷蓄熱シミュレーション支援ソフト(BESTとして運用)
- 5) ウェブサイト

コ ミ ッ シ ョ ン グ サ イ ク ル ス	Stage	生産段階 (Production Stage)						運転保守管理段階(O&M Stage)		本 方 イ ド ワ ッ ク に お け る 活 用	
	Phase	企画フェーズ (Program Phase) (Pre-Design Phase)		設計フェーズ (Design Phase)		工事発注フェーズ (Elaboration Phase)	施工フェーズ (Construction Phase)		運転フェーズ (Operation Phase) (Occupancy and Operations Phase)		
	Step	企画段階 (Program Step)	計画段階 (Planning Step)	基本設計段階 (Preliminary Design Step)	実施設計段階 (Working Design Step)	工事発注段階 (Elaboration Step)	施工段階 (Construction Step)	受渡し段階 (Acceptance Step)	受渡し後段階 (Post-Acceptance Step)		定常運転段階 (Post Post-Acceptance Step)
	コミッシング区切り事象(Main Event)	CA発注	設計発注		設計図書	建設図書	工事発注	施工監理発注	機能性能試		竣工受渡 空調の場合一年間 (one year for HVAC)
蓄熱技術基準マニュアル運用ガイドブック											
コミッ シ ン グ(Cx)	新築建物の蓄熱Cxガイドブック										6.9.1
	既設建物の蓄熱Cxガイドブック										6.9.2
	プロセス管理ツール/MQC蓄熱版										6.9.3
設計・制御マニュアル											6.1
設計 ハンドブック	東京版										6.2.1
	軸合版										6.2.2
蓄熱2次側空調システム設計マニュアル											
センサーの基礎と保守ガイド											
蓄熱最適制御設計マニュアル											
設計例	複合熱蓄熱最適設計運用マニュアル										6.2.3
	①老健施設、②中小規模病院、③高層オフィス、④大規模店舗、⑤寒冷地庁舎										6.3
施工	施工マニュアル										6.4
	試験調整(IAS)マニュアル										6.5
機能性能 試験(FPT)	試験マニュアル(IASマニュアルを含む)										(6.5)
	制御シーケンスに基いたFPTマニュアル プロセスマニュアル(Cxを含む)										6.6 (6.9.1)
保全 診断	運用保全マニュアル										6.7.1
	異常診断・性能評価マニュアル リニューアルマニュアル										6.7.2 6.7.3
不具合検知 診断ツール	C/E表(中原モデル)										6.7.4(1)
	不具合原因検索ツール(マクロモデル) 診断ツール運用ガイド										6.7.4(2) 6.7.5
計算ソフト	MicroIASP/IES/Wm(負荷計算)										6.8.1
	IESP-W(水蓄熱最適設計)										6.8.2
	BEST/IES(水・氷) IES.FCO(3E性能評価ツール)										6.8.3 6.8.4
システムツール	トータルシステムダイアグラム(TSD)										6.8.5
	温度プロフィール動画										6.8.6
氷蓄熱設計 マニュアル等	計画・設計編										6.10.1
	現場実習型設計編										6.10.2
	設計例編										6.10.3
	事務所ビル(新設・リニューアル)										6.10.4
	データ集 (事例図集、メーカーラインナップ) ソフト(BEST組込み)										6.10.5 6.10.6
低温送風空調システム											
騒音対策マニュアル											
水質対策マニュアル											
初級蓄熱研修会	初級マニュアル(氷蓄熱)										6.15.1
	テキスト										6.15.2
「建築設備設計基準(基本)」蓄熱技術セミナーテキスト											
ウェブサイト	蓄熱機器カタログ										
	蓄熱技術WEB講座 Q&A										
資料	氷蓄熱運転実態調査(第一期)										6.17.1
	氷蓄熱運転実態調査(第二期)										6.17.2
	異常診断データベース 用語集										6.17.3 6.17.4

図 1.1 各技術基準の体系と運用

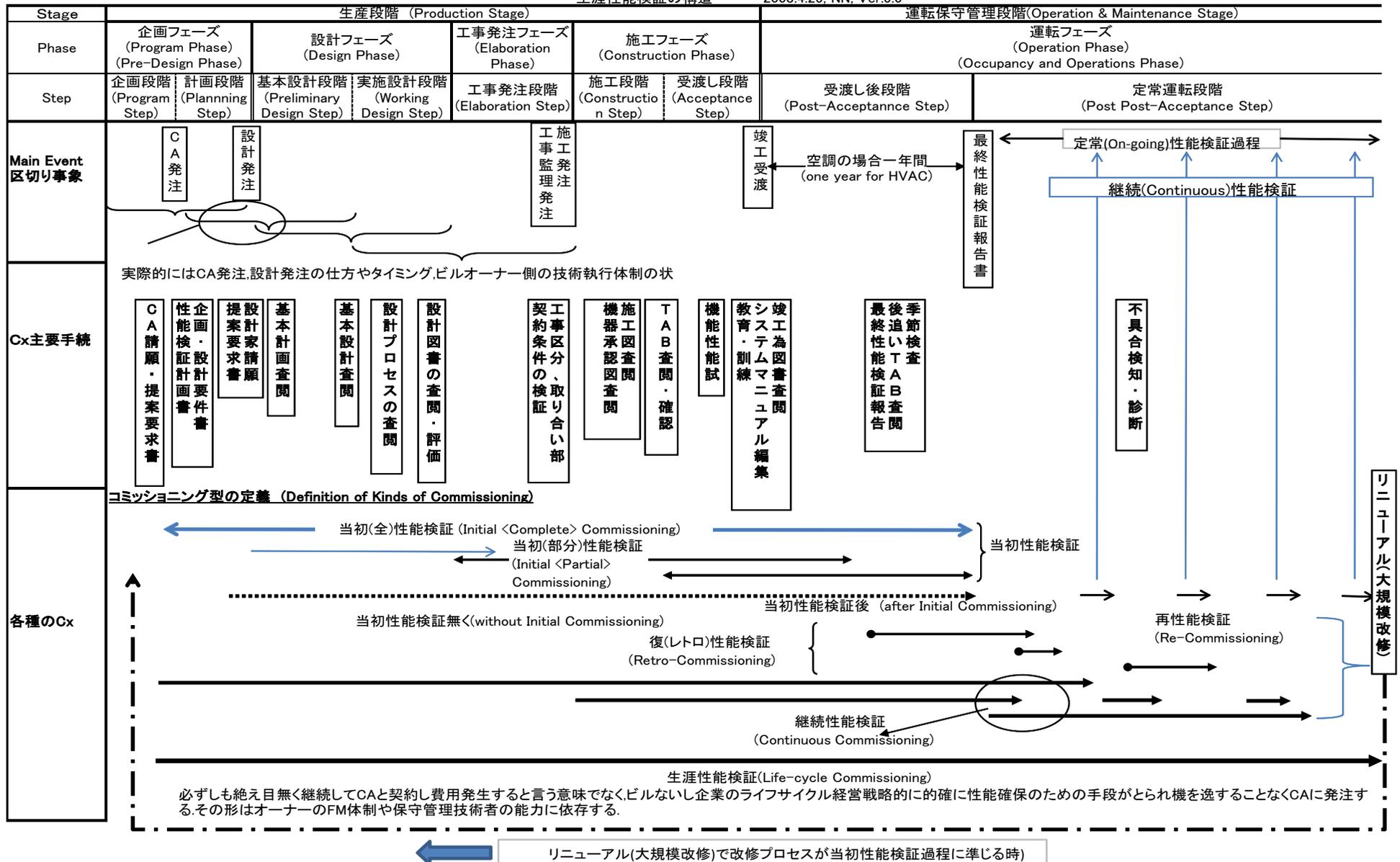


図 1.2 生涯性能検証過程の構造、各種のコミッションング、主要事象と文書化

第2章 企画フェーズにおける運用

企画フェーズは次の2段階から構成される。

2.1 企画段階

企画段階は、発注者が建築に関する構想を練る段階で、建築設備やエネルギーシステムに関しては、環境の品質とエネルギー・地球環境への思いを固めるときであり、専門知識は各種コンサルタントやコミショニング技術者（CA など）に意見を聞く段階である。概略の企画書はこの段階で作成される。また、この段階でコミショニング過程を実施するか否かの意思決定をなし、CA の請願を行うことになる。発注者側の技術スタッフが整っているときはその人達が蓄熱の知識を涵養するときであり、そうでないときは CA その他のコンサルタントに意見を聞く。知識が不十分の時は **初級マニュアル** によって基礎知識を学び、より専門的には **設計・制御マニュアル** によってより深い基礎知識が得られる。

既設建物の診断・改修にかかる場合は、進め方について **保全診断マニュアル リニューアル編** や **既設建物のコミショニングガイド** を参考にする。

2.2 計画段階

計画段階は、具体的な企画書と企画・設計要件書、そして設計家の請願を行う段階である。コミショニングプロセスによれば CA が企画・設計要件書（OPR）をまとめるのが最も重要な段階であり、必要に応じて概略計画、シミュレーションを行う。これは施主との契約による依頼事項に明記される。プロセスそのものの実行と利用文書に関しては **新築建物、及び既設建物のコミショニングガイド** を、文書作成のためのより深い熱源システム・蓄熱システムに関する知識を得るためには、**設計・制御マニュアル** や環境影響の関係では **騒音対策マニュアル** が、詳細な予備計算を求められる場合は求められる情報の多少に応じて **TESEP-W**、**TES_ECO**、そして建物がある程度計画されている場合や既設建物の場合は負荷計算が可能であり、シミュレーションの入力条件としての負荷を同定するために **MicroHASP/TES** や別途に存在する **MicroPeak** などを活用する。そして設計家を請願するための設計提案要求書を作成して設計提案を求める。これらのフォーマットは **新築建物のコミショニングガイド** に含まれているし、計算の手続きについては **設計・制御マニュアル**、**設計ハンドブック** を参照して手続きを知ることができる。

第3章 設計フェーズにおける運用

設計フェーズは基本設計段階と実施設計段階とに分かれるが、その前に設計提案に基づいて提案評価をすることが必要である。提案評価のためには蓄熱システムの特徴に関する深い知識が必要であり、そのために事前検討とヒアリングを的確に実施して提案設計者の蓄熱への正しい理解の有無をよく判定せねばならない。従って水蓄熱に関しては **設計・制御マニュアル**、氷蓄熱の場合も **氷蓄熱マニュアル 計画・設計編** の内容は理解していなければならない。設計作業とその周辺の各種資料の活用に関するフローを図 3.1 に示す。

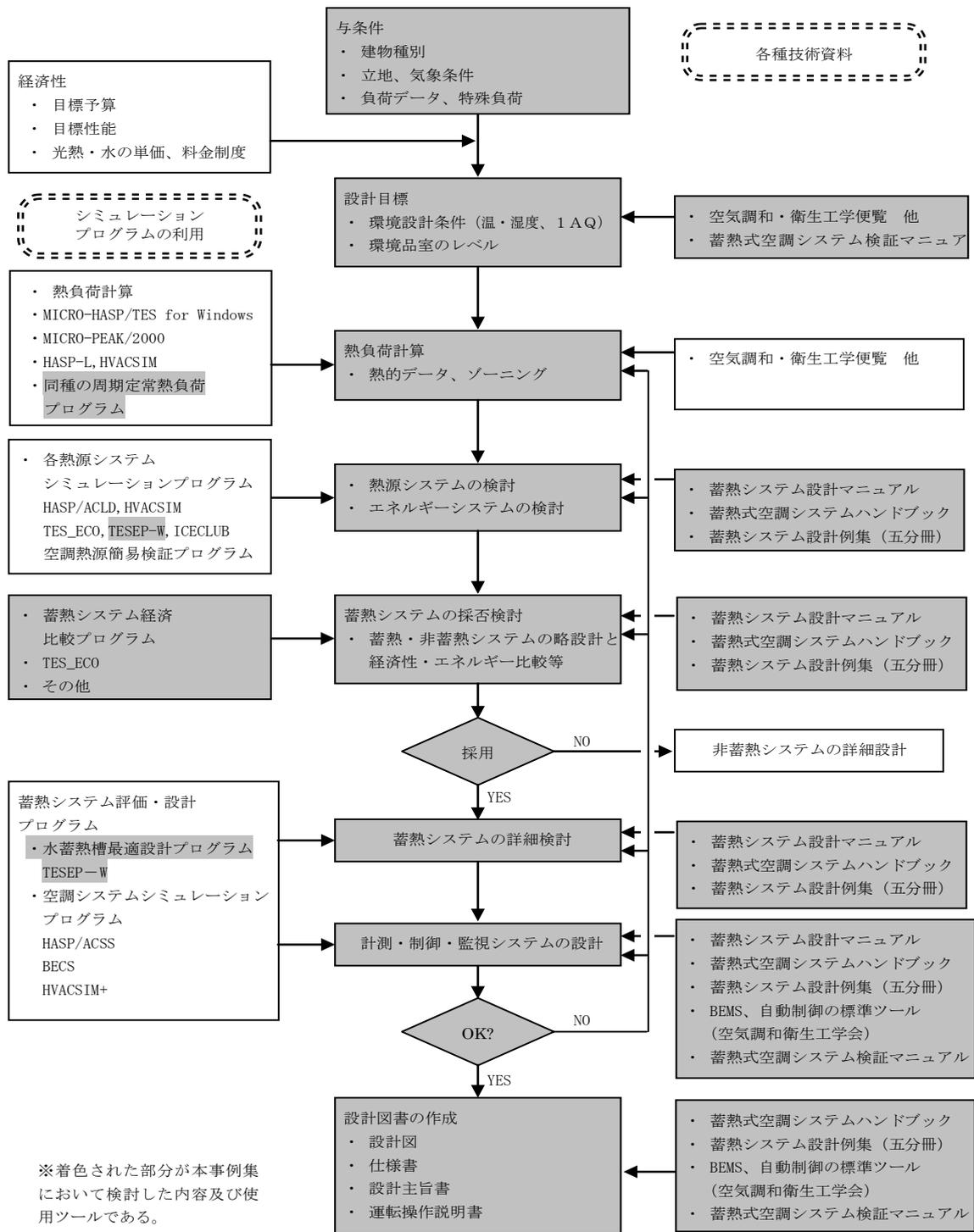


図 3.1 蓄熱システムの設計大略フロー

(注: 「蓄熱式空調システム検証マニュアル」は図 1.1 における「コミッショニングガイドブック」を言う。)

図 3.1 において、中央は設計のメインフローであり、左側に活用ソフト、右側に活用マニュアルを示す。

3.1 基本設計と実施設計

設計プロセスにおいては、基本計画あるいは設計提案 (design proposal または Schematic design)、基本設計 (schematic design または preliminary design)、実施設計 (design development または working design) という三段階の設計展開がなされるとされている。ここに英語の対応語として二つを「または」と並べて書いたように、その性格は国により、また、設計家または発注者の慣習、或いは設計料の多少によって簡略化、省略化されることがある。コミッショニング過程に対応させると、設計提案が基本計画に流用され、基本計画を工事費概算ができる程度に詳細化したもの(ただしエネルギーシステムや空調システムの基本は OPR を満足するものとして確定。なお、本書では蓄熱システムが採用される場合を想定している)が基本設計書である。しかしながら、昨今の多くの情勢を眺めると、基本設計図書がしっかりとまとめられるケースは、官公庁建築やエネルギー会社などの公共団体の建築に限られることが多い。性能検証過程の視点からは、この設計図書のまとめ方と品質(質・量ともに)水準については当初の OPR に明記しておかねばならない。

3.2 基本設計段階

上記のような曖昧な部分があるにせよ、図 1.1 から明らかなように、基本設計段階はすでに蓄熱方式が採用されることが決定し、熱源の組み合わせもほぼ決まっているが、詳細な容量や機器選定を、建築のディテールが確定するに応じて改めて確定負荷計算を行い、最適容量選定、機器選定を行い、図面化していく段階である。従ってこの段階は、計画・設計用のプログラムである **MicroHASP/TES、TESEP-W、TES_ECO** が再度確認のために利用されるべきであり、その利用に当たってはそれぞれの **利用マニュアル(理論編並びに操作編)**、**設計・制御マニュアル**、**設計ハンドブック**、類似の建物用途に対する **蓄熱設計例** を活用する。蓄熱システム構築に当たっては、標準化された高効率蓄熱を実現するために、**トータルシステムダイアグラム**を用いてプロジェクトにカスタマイズする。また、建築デザインと打ち合わせしつつ、周辺への騒音被害を与えないように **騒音対策マニュアル** を活用し、氷蓄熱・水蓄熱にかかわらず大温度差設計が望ましいので、**氷蓄熱式空調システムマニュアル 低温送風空調編** を利用しつつ、**設計・制御マニュアル** によって蓄熱槽効率を高めるための正しい制御を適用しなければならない。

3.3 実施設計段階

実施設計は、基本設計における詳細設計をさらに煮詰めるとともに、設計図書化としてまとめあげる段階である。従って、利用すべき技術基準は基本設計段階で述べたマニュアル類を、詳細設計と仕様書記述の参考とする。さらに機器選定の段階では **蓄熱機器カタログウェブサイト** の情報を活用する。最終段階で自動制御に関する図面は自ら確認し、制御内容が明らかなようにダイアグラムと制御スケジュール、そして文章による記述が絶対必要である。蓄熱運転状況を確認して性能検証するためには、CA により与えられる性能検証仕様書 (**新築建物のコミッショニングガイド**) の内容を設計図書に含めておかねばならない。これに関連して **BEMS 機能と計測範囲**については、工事請負のための見積もりに落ちが生じないように、確実な記述がなされるべきである。これらの内容については、**設計・制御マニュアル**、**設計ハンドブック**と**設計例**、**保全診断マニュアル 運用保全編** などから、制御の重要性和不具合の実

際を知っておくことは有益であり、また、BEMS仕様を確定するための参考には**保全診断マニュアル 異常診断・性能評価編**も熟読すべきである。

実施設計の仕上げとしては、設計趣旨文書、システム制御・操作説明書を設計者自らの手で書くことが肝要である。これは蓄熱システムにかかわらず、空調システム、エネルギーシステムの設計においては欠くべからざるもので、従来これが書かれていないために設計者の意図が運転管理者に伝わらず、また設計者自身もシステムの動きをよく理解していないことが多い。これらの文書例は同じく上述の各種文書に記載されているし、センターで開催している蓄熱技術研修会の各コースで配布されるテキストも有用であるから参加されることをお勧めする。

第4章 発注フェーズと施工フェーズにおける運用

発注フェーズは、技術基準運用の視点からは重要性が少ないので、ここでは施工フェーズに含めて記述する。

4.1 発注フェーズ

発注フェーズは、コミッショニングプロセスの観点からは重要な意味を持つが、蓄熱システムの設計施工という意味では格別のことはない。ただし、多くの場合、設計図書が完成したといっても細部設計が入札・発注フェーズでも継続していることがあるので、そういう意味では設計フェーズの延長としての技術基準の活用になる。また、コミッショニングの推奨するところは遅くとも発注フェーズあたりから、運転管理チームの参入が勧められており、その場合は、運転管理チームが蓄熱システムの知識を獲得するという意味では**初級マニュアル**、**設計・制御マニュアル**、そして**保全診断マニュアル 運用保全編**を読み進めることにより、施工段階より希望意見を述べられるようにすることが望ましい。

4.2 施工段階

施工段階は、工事着工より試運転調整を終えるまでの期間をいう。施工とは設計図書に示されたシステムを作り上げることであり、その中で工程管理と品質管理が施工者自身によって行われるとともに、設計図書通りに作りこまれているか否かのチェックに工事監理者が充てられる。工事監理者は設計・施工チームとは独立第三者であることが望ましいが、多くの場合設計者がその任を負う。

近年、建物を1日も早く用に供したいがために、また工事獲得とコスト競争の狭間で安値受注が頻繁に行われ、黒字回復のための工期厳守、設計内容の不完全を動因として、VEといいながら施工設計ないし施工図作成の段階で、合理化の名のもとに品質低下が起りかねない状況にある。さらに、工期厳守のために試運転調整が不十分なまま受け渡されるケースが多いので、品質確保のための施工フェーズの役割は大きい。前述のように設計が不完全であり、蓄熱システムの構造と機器仕様、制御仕様の記述が不完全であると、施工段階での機能回復が極めて重要になる。このような点について注意事項を記述し、施工の不具合の事例をも詳述した**施工マニュアル**を入念に参照するとともに、蓄熱の理論やシステムの特徴については**設計・制御マニュアル**を活用する。機器の承認や検収に当たっての注意事項はこれらの情報が役立つ。コミッショニングが行われるか否かにかかわらず、性能確認の手続きについては**新築建物のコミッショニングガイド**を、また試運転調整(TAS)の手法と項目については**試運転調整（・**

機能性能試験) マニュアル を活用して入念な調整を行う。

4.3 受け渡し段階

受け渡し段階とは、当初コミッショニング過程が実行されるときに存在する特有の段階で、試運転調整が終わり、個々の機器やサブシステムの動作は正常であり設計図書通りに動くことを前提に、企画フェーズで設定された設計要件（OPR）を満足し得るか否かを検証する機能性能試験（FPT）を主とする過程である。空調のように季節によって性能が変動するものについては、竣工後1年間の（受け渡し後）コミッショニングの中で総体として行われるので、受け渡し時点ではその時点で検証可能な試験のみが行われる。

機能性能試験は、工事請負者の実施する試運転調整結果の確認と機能性能試験のための事前チェックリストの確認から始まる。従って、試運転調整内容のチェックを事前に行うことが重要であり、**試運転調整(・機能性能試験)関係のマニュアル**の内容を熟知している必要がある。事前チェックリストについては**新築建物のコミッショニングガイド**に含まれている。機能性能試験については蓄放熱時の温度プロファイルの確認、1次側、2次側の制御状態（設定値、安定性、最適制御性の確認など）の確認を行う。これは、**(試運転調整・)制御シーケンスに基づく機能性能試験マニュアル**、その理論的根拠や不具合現象の知識の涵養には**設計・制御マニュアル**、**保全診断マニュアル 異常診断・性能評価編**、**異常検知診断ツール（中原モデル）C/E表**などを活用されたい。

第5章 運転フェーズ

運転フェーズは、当初コミッショニング過程に含まれる竣工後1年間の受け渡し後段階と、それ以降の定常運転段階とに分かれる。勿論、この区分は当初コミッショニング過程が適用される場合の話で、そうでないときはこの区分はなく、施工段階終期の試運転調整の状態を引き渡されて、以降運転管理者の手に委ねられる。コミッショニングの適用により受け渡し後段階まで適用されれば、当初OPRの実現のための試験調整と運転管理者への助言、繰り延べ試運転調整の確実な実行とシステム性能の同定、定常運転管理段階のための助言と問題点の把握、継続コミッショニングへの戦略の提言などが行われるであろう。

5.1 受け渡し後段階

従って、この受け渡し後段階は、受け渡し段階の延長でもあるから、上記の受け渡し段階に活用する技術基準文書がそのまま継続することになるが、実運転の結果が計測され、データとして排出され、各種の評価基準による性能評価指数や、動的な運転状態把握が可能になるから、コミッショニングや異常検知の立場からは**保全診断マニュアル 異常診断・性能評価編**、**異常検知診断ツール（中原モデル）C/E表**が大いに役立つであろう。一方、運転管理者にとっては定常運転保守のあり方が整理され、典型的な不具合現象について整理されている**保全診断マニュアル 運用保全編**を熟読して保守に当たることが肝要である。蓄熱システムの運転状態の正常・異常については位置型温度プロファイルの観測が大きな手がかりになるので、**温度プロファイル動画ツール**を活用する。また、その施設に特有の情報は設計図書から工事請負者に引き継がれて、竣工文書の一部として提供されるシステム制御・運転操作説明書(同様のものが各**設計事例集**に掲載されている)を熟読せねばならない。

5.2 定常運転段階

定常運転段階は、文字通り運転保守管理者の手に委ねられた段階であるから、運転保守の手続きと、不具合検知、診断の知識の活用が重要である。従って、保全診断に係る技術基準や診断ツールである **保全診断マニュアル 運用保全編／異常診断・性能評価編**、**異常検知診断ツール (中原モデル) C/E 表**、**マクロモデル診断ツール**、それに基本知識を調べ直すときのための **設計・制御マニュアル**、さらに年数が経過してリニューアルを考慮すべき状態になったときには **保全診断マニュアル リニューアル編** が、そしてそれをレトロコミッシングとして行うときは、**既設建物のコミッシングガイド (レトロコミッシング)** を活用するのである。

当初性能検証が行われて、検証報告書の助言に従って再検証 (リコミッシング) が行われ、さらにそれが継続して継続コミッシングに接続する場合、また、既設建物の蓄熱システムを初めて検証するときの復性能検証過程に引き続いて、継続性能検証過程を実行する場合などを含め、既存システムとなった対象物件に対する対応の仕方については**既設建物のコミッシングガイド**を窓口として各種技術基準あるいはソフトウェアを活用することができよう。

5.3 調査診断のプロセス

定常運転から次のリニューアルに至る間、いわゆる定常運転フェーズにおいては日常の不具合検知・診断が必要であり、大方は前記のツールやマニュアルを用いれば解決の糸口を得られる。しかし現象がより専門の知識を必要としたり、制御パラメータの非最適、さらには、徐々に進行する劣化についてはなかなか検知が困難であったり、原因追求、修復が困難であったりする。この場合には調査診断というプロセスを経て必要に応じて専門家の判断を仰いで一次診断を行う。それで大体の方向性が得られ、なお性能回復が得られないときは、より核心に迫るために二次診断を専門家に依頼することになる。専門家は固有のノウハウの持ち合わせ、あるいはここに示した各技術ツール、マニュアルをより高度に適用して解決法を見出すのである。図 5.1 は**保全診断マニュアル 異常診断・性能評価編** に掲載された調査診断のフローである。

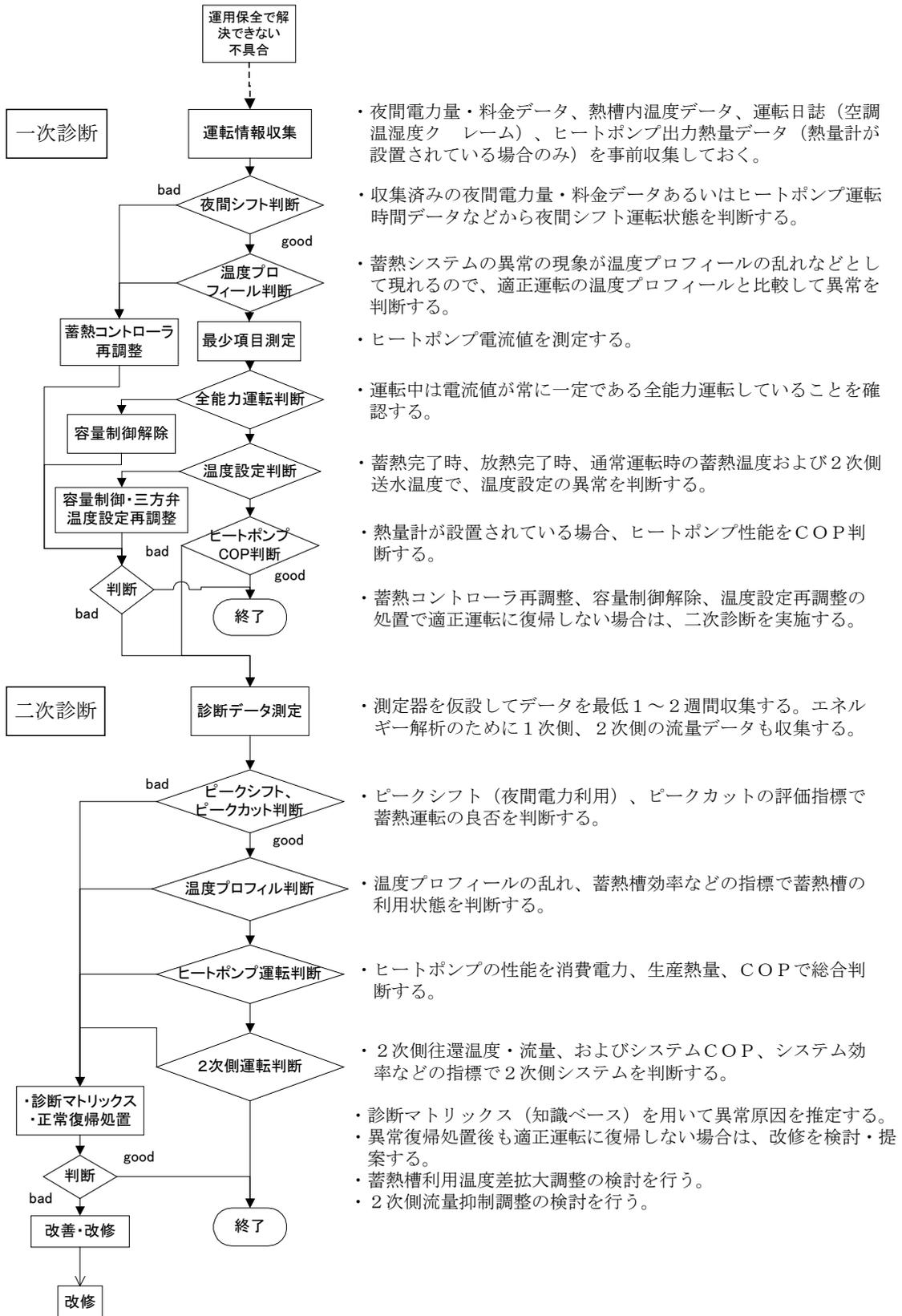


図 5.1 調査診断のフロー

5.4 リニューアル

リニューアルには、

- ① 空調環境の不具合
- ② エネルギーコストの増大
- ③ 熱源機器の能力低下
- ④ 既存蓄熱システムの不具合
- ⑤ 負荷の増大

などが動因となり、リニューアルの対象としては、

- ① 非蓄熱システムを蓄熱システムに
- ② 蓄熱システムを改良
 - (ア) 水蓄熱システムの高効率化
 - (イ) 水蓄熱システムを氷蓄熱システムに変更
 - (ウ) 氷蓄熱システムを水蓄熱システムに変更
- ③ 蓄熱及び二次側空調システムの制御の改良
- ④ 低効率化した熱源機器の取り換え

などがある。ほかに、蓄熱システムを非蓄熱に、というケースもあるが、蓄熱槽に欠陥がない限り、あるいは、あっても修復可能であれば、蓄熱システムのほうが省エネルギー、CO₂ 排出量並びに経済的にも有利であるという前提に立っているので、ここではそれは対象としない。

リニューアルを進めるに当たっては本技術基準シリーズの**保全診断マニュアル** **リニューアル編** を参照するほか、診断結果によって改修設計に至る場合は、これまでに述べた新築工事の計画・設計・施工等の蓄熱技術基準が参考にできる。図 5.2 は蓄熱リニューアルプロセスフローにおいて活用される対応蓄熱技術マニュアルを示したものである。

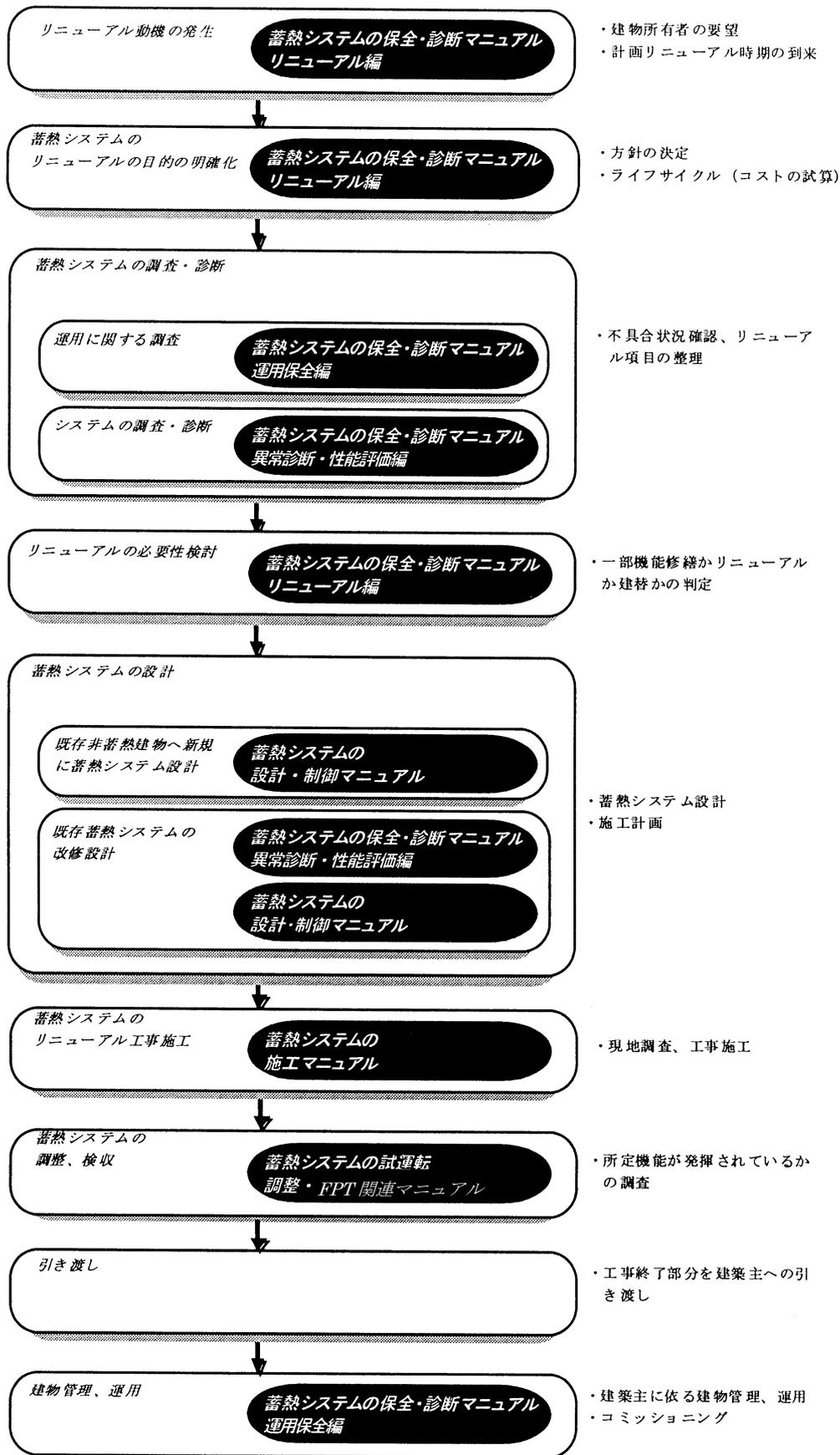


図 5.2 蓄熱リニューアルプロセスフローと対応蓄熱システムマニュアル

第6章 技術基準の概要

ここでは、水蓄熱の一連の基準策定作業の下に行われた水蓄熱の技術基準を、設計よりリニューアルへ、そしてソフトウェアに次いで性能検証過程について述べ、次いで水蓄熱関係を、大温度差空調・騒音対策といった共通のテーマについて順に述べる。

6.1 蓄熱システムの設計・制御【新版】

本「蓄熱システムの設計・制御【新版】」は、初めて蓄熱システムについて勉強をしようとする技術者から、現実に蓄熱システムの設計・施工管理、メンテナンス等の経験を有する技術者に至るまでの幅広い建築設備技術者のためのマニュアルとして取りまとめたものである。初版は、1999年に当センターより発刊した。発刊以来、7年が経過し、マニュアル全体的の見直しを行い、手計算による蓄熱システム設計手法に加え、コンピュータシミュレーションによる蓄熱槽の設計 (TESEP-W)、経済性計算 (TES_ECO)による設計法を含めた改定を行なった。

◆第1章：蓄熱システムの基礎

本章は、蓄熱システム全般についての基礎知識、蓄熱システムを採用検討の初期計画段階での建築計画との関わりについても記述している。

◆第2章：蓄熱槽の特性と蓄熱槽効率

本章では、蓄熱槽効率の考え方、蓄熱槽効率の定義、温度プロファイルからパソコンによるシミュレーション (TESEP-W) に至るまでについて記述している。

◆第3章：蓄熱式空調システムにおける性能検証

近年、空調システムにおける高度な性能が求められてきており、性能検証システムの確立が不可欠な状況となってきており、本章では、計画・設計時の蓄熱システムの性能検証過程の概要と、その要点について記述している。

◆第4章：蓄熱システムの計画・設計の手順とツール

本章では、蓄熱システムの計画・設計を中心に負荷計算から蓄熱槽容量、熱源機器容量、補機類選定及び空調機にいたる計算手法、蓄熱槽関連設備の設計手法、更にシミュレーションソフトの TESEP-W、TES_ECO の利用法などについても記述している。

◆第5章：モデルビルによる蓄熱システムの計画・設計

本章では、モデルビルを設定して第4章の計画・設計の手順に基づいて、蓄熱システムの経済性評価、蓄熱槽の設計、関連機器類の設計について手計算の場合と、TES_ECO、TESEP-W を用いた解析について記述している。

◆第6章：高効率化のための制御システム

本章では、蓄熱システムの最適制御システムの機能としての一次側、二次側システムの基本的な考え方、制御システム、蓄熱槽の大温度差化による高効率蓄熱システム、さらには制御機器類選定上の留意事項および負荷予測制御について記述している。

◆第7章：BEMSと検証計画

本章では、計測の目的、設計上の留意事項、計測グレード、さらに監視システムのグレード設定、最新の監視システム事例および保全情報管理について記述している。

◆第8章：断熱・防水設計と水質管理

本章では、断熱・防水の目的、性能、種類、施工範囲、各種断熱・防水工法、水質管理の必要性、水質管理基準値、設計上の留意事項などについて記述している。

◆第9章：設計図書と設計チェックリスト

本章では、設計図を作成する上で機器類選定上の留意事項、設計図へ反映すべき記述内容、設計図書に反映すべき設計主旨書、システム制御・操作説明書、性能検証計画書などの記述事項、蓄熱システム設計上のチェックリストについて記述している。

【付録】

1. 蓄熱システム設計のQ&A
2. 用語集
3. 負荷予測の事例
4. 各種助成制度
5. 電力料金表（参考）

6.2 蓄熱式空調システムの設計基準

6.2.1 蓄熱式空調システム設計ハンドブック【東京版】

本「蓄熱式空調システム設計ハンドブック【東京版】」は、空調熱源省エネルギー化の決定版である高効率な水蓄熱式空調システムを正しく設計するための、設計手順と設計ツールの実際の活用法を詳細に記述したものである。本書は、全設計例を通じて活用できるように、一つの設計例としての記述を本文に、他への応用ないし注意書き・補足的説明や注釈を枠囲いの記事として下方に配置している。また、ソフトウェアについても大幅にバージョンアップを行い、検討に用いた最適水蓄熱槽設計プログラム（TESEP-W）、蓄熱式空調システム経済性評価プログラム（TES_ECO）を付録として添付している。

◆第1章：建物条件と熱負荷

モデル建物の設定条件から熱負荷計算を行い、建物の負荷パターンの整理と採用システムの条件整理を行なう。

◆第2章：熱源システムの検討と各機器の選定

熱源機システムの設計についてまとめている。TESEP-Wを利用して温度プロファイルなどをシミュレーションし、初期想定した送水温度条件、利用温度差、蓄熱槽効率、概算水槽容量などの仕様や容量の確認を行なう。

◆第3章：蓄熱システムの採否検討

水蓄熱システムと非蓄熱システムのイニシャルコスト、ランニングコストの比較計算例を付録のTES_ECOを用いて解説している。

◆第4章：空調機器の再選定

空調機器の実際に用いる機器による再選定を行なう。

◆第5章：制御システムの設計

空調システムの効率化を図るために、最適な制御システムの構成について記述している。

◆第6章：設計主旨書

運用管理者に引き渡すときに必要な設計主旨書の例について記述している。

◆第7章：システム制御・操作説明書

運用管理者に引き渡すときに必要な操作説明書の例について記述している。

【添付資料】

1. 性能検証フロー図

2. 本書の記述内容と相当する設計フェーズでの性能検証文書
3. 動的負荷計算プログラムと気象データの体系
4. 負荷計算資料壁部材表
5. 負荷集計出力データ
 - 5.1 各ゾーン負荷集計表
 - 5.2 空調機系統ごとの負荷集計
6. 空気線図 (ET*補正)
7. バリエーション機器の仕様
8. イニシャルコスト算定表
9. 蓄熱システム設計例集の検討システム一覧
10. 空調機の TESEP-W 条件選定
11. 空調機の選定条件
12. ファンコイルユニットの選定
13. 部分負荷運転時の COP が高くなる熱源機を水蓄熱システムに採用したときの運転試算
14. 空気熱源ヒートポンプチラーの部分負荷率の向上による比較検討

【添付図面等】

図面－建築図	A-01 地下 1 階・1 階平面図
	A-01 地下 A-02 2・3 階平面図 1 階・1 階平面図
	A-02 2・3A-03 4・屋上平面図階平面図
	A-03 4・屋 A-04 建物立面図上平面図
	A-04 建物 A-05 建物断面図立面図
	A-05 建物断面図
図面－設備図	M-01 空調設備 機器表
	M-02 空調設備 系統図
	M-03 空調設備 機械室平面・断面詳細図
	M-04 空調設備 地下 1 階倉庫(蓄熱槽)平面・断面詳細図
	M-05 自動制御 熱源・二次側関連制御
	M-06 自動制御 蓄熱運転フロー図
	M-07 自動制御 二次側空調機関連制御
	M-08 自動制御 機器表
	M-09 自動制御 中央監視設備仕様
	M-10 自動制御 中央監視システム機能表

6.2.2 蓄熱式空調システム設計ハンドブック【仙台版】

本「蓄熱式空調システム設計ハンドブック【仙台版】」は、前書【東京版】の立地場所を暖房主体となる寒冷地としたときの水蓄熱式空調システムを正しく設計するための、設計手順と設計ツールの実際の活用法を詳細に記述したものである。

本書は、【東京版】と同じ構成となっており、全設計例を通じて活用できるように、一つの設計例としての記述を本文に、他への応用ないし注意書き・補足的説明や注釈を枠囲いの記事として下方に配置している。また、検討に用いた最適水蓄熱槽設計プログラム (TESEP-W)、

蓄熱式空調システム経済性評価プログラム (TES_ECO) 及び検討データを付録として添付している。(各章の内容は【東京版】と同じため省略)

- ◆第1章：建物条件と熱負荷
- ◆第2章：熱源システムの検討と各機器の選定
- ◆第3章：蓄熱システムの採否検討
- ◆第4章：空調機器の再選定
- ◆第5章：制御システムの設計
- ◆第6章：設計主旨書
- ◆第7章：システム制御・操作説明書

【添付資料】

1. 動的負荷計算プログラムと気象データの体系
2. 負荷計算資料壁部材表
3. 負荷集計出力データ
 - 3.1 各ゾーンごとの負荷集計表
 - 3.2 空調機系統ごとの負荷集計
4. 空気線図 (ET*補正)
5. イニシャルコスト算定表
6. バリエーション機器の仕様
7. 蓄熱システム設計例集の検討システム一覧
8. TESEP-W 用・選定用各空調機の coils 計算条件
9. 空気調和機の選定
10. ファン coils ユニットの選定
11. 部分負荷運転時の COP が高くなる熱源機を水蓄熱システムに採用したときの運転試算

【添付図面等】

- 図面－建築図 A-01 地下1階・1階平面図
A-01 地下 A-02 2・3階平面図 1階・1階平面図
A-02 2・3A-03 4・屋上平面図階平面図
A-03 4・屋 A-04 建物立面図上平面図
A-04 建物 A-05 建物断面図立面図
A-05 建物断面図
- 図面－設備図 M-01 空調設備 機器表
M-02 空調設備 系統図
M-03 空調設備 機械室平面・断面詳細図
M-04 空調設備 地下1階倉庫(蓄熱槽)平面・断面詳細図
M-05 自動制御 熱源・二次側関連制御
M-06 自動制御 蓄熱運転フロー図
M-07 自動制御 二次側空調機関連制御
M-08 自動制御 機器表
M-09 自動制御 中央監視設備仕様
M-10 自動制御 中央監視システム機能表

6.2.3 複合熱源式蓄熱システムの最適設計・運用マニュアル

蓄熱式空調システム設計ハンドブックを基礎編とすれば、これはその応用編である。蓄熱システムが非蓄熱システムとの組み合わせで在ることも多く、また蓄熱システムは電気式ヒートポンプ対応に限られたものではなく、コジェネレーションなど排熱利用システムなどにおいても有効に活用されるべきである。特に蓄熱システムと非蓄熱システムとが結合される時に接続の仕方が悪いと蓄熱システムのメリットを相殺してしまうようなことが有る。

本マニュアルでは、蓄熱と非蓄熱との結合、電力方式と非電力方式との組合せ、高効率インバーター制御式冷凍機(ヒートポンプ)の蓄熱運転に対する影響、冷却水系統(ポンプ・冷却塔)の最適運転法の効果などについて、理論と試算を含めて運用の方法を解説した。なお、このマニュアルに書かれた内容は後述する TES_ECO プログラムの最新版には反映されている。なお、検討に用いた蓄熱式空調システム経済性評価プログラム (TES_ECO) を付録として添付している。

◆第1章：はじめに

◆第2章：モデル建物の概要と熱負荷計算

大規模超高層複合オフィスビルを想定し、後述する MicroHASP/TES による負荷計算の条件と計算結果を整理している。

◆第3章：複合熱源システムの基本構成

複合熱源システム、蓄熱・非蓄熱を併用する時のシステム構成、接続法について分類し、複合熱源の容量比率、熱交換器容量決定の考え方、蓄熱・非蓄熱併用時の負荷分担のパターン分けと運転パターンの特徴についても詳述した。3.10 では冷却塔の変風量時の能力特性を整理し、冷却系最適制御の効果検討の準備を行った。

◆第4章：複合熱源システムの検討

高効率機器の使用を前提として非蓄熱3種類、蓄熱2種類のシステム構成を決め、機器選定と能力特性の確定を行った。電力機器とガス機器との容量比を4~5段階に分けて最適組合せの検討を行えるようにした。設備費はオフラインで試算した。

◆第5章：シミュレーション結果

以上の準備に従ってデータを TES_ECO に入力し、各ケースの計算結果についてコスト(インシャルコスト、運転コスト、年間コスト)、エネルギー消費量・CO2発生量・水使用量について、蓄熱と非蓄熱、電力機器とガス機器の設置容量比率ごとの評価を行った。また夜間負荷パターンによる影響、水搬送系・冷却塔の制御の効果についても検討をした。

◆第6章：まとめ

6.2.4 蓄熱式空調システムの2次側システム設計マニュアル

蓄熱システムにおいては空調負荷の変動に対応して蓄熱槽より送られて来た冷温水が十分な温度差を得て蓄熱槽に還ることが蓄熱システムを効率よく運転するコツである。蓄熱と言えば熱源だから熱源と蓄熱槽周りだけが課題であると考えたら大間違いで、蓄熱槽効率推定表の要因水準表にも見られるように、二次側空調負荷の処理法との関係が効率を支配する大きな要因である。

このことはヒートポンプ・蓄熱センターが提供している技術基準、蓄熱式空調システムの設計・制御マニュアル、ハンドブック、各種設計例等の各所に記述されているが、二次側に焦点

を当てて記述されていないので見落とされる可能性が多い。そのほか、蓄熱の有無に関わらず空調システム設計における誤解や冷温水制御から見た特性の把握、正しい設計の考え方が理解されていない点もあり、それらは蓄熱システム採用に当たって性能影響因子として把握することにより、より良く理解されるものと思われる。そのような視点から本マニュアルは作成されている。

◆第1章 目的

◆第2章：空調とゾーニング

2.1 空調計画とゾーニングの要素

2.2 負荷計算のための空調諸元

2.3 二次側系統のゾーニングの例

2.4 空調機方式の計画

2.5 ファンコイルユニットの計画

2.6 中央蓄熱熱源システムと併用する個別熱源方式の計画と運転

◆第3章 負荷計算ツールとその活用

3.1 蓄熱システム設計のための負荷計算必須要件

3.2 負荷計算ツールの適用性

3.3 MicroHASP/TES による負荷計算

3.4 その他の負荷計算ツール

◆第4章 冷温水温度と利用温度差

4.1 空調機の空気側コイル条件

4.2 二次側送水温度

4.3 二次側利用温度差

4.4 蓄熱利用温度の設定

4.5 水蓄熱槽最適設計プログラム (TESEP-W)

◆第5章 配管システム計画

5.1 二次側システムの種類

5.2 大温度差確保のための留意点

5.3 蓄熱槽周りの二次側槽還水配管

5.4 水質保全、配管腐食保護対策

◆第6章 蓄熱式空調システムの自動制御

6.1 熱源機器廻りの制御

6.2 二次側ポンプ廻り制御 (インバーター制御、台数制御)

6.3 熱交換器廻りの自動制御

6.4 空調機の自動制御

6.5 室内末端器

6.6 計量計画

6.7 自動弁のコイル制御特性

◆第7章 蓄熱式空調システムでのトラブル事例と原因

7.1. 異状判断

7.2. 代表的なマクロ不具合現象

◆第8章 付録

- 8.1 付録1：その他の負荷計算プログラム
- 8.2 付録2：TESEP-Wの機能概要
- 8.3 付録3：複合熱源蓄熱システムにおける負荷の分担
- 8.4 付録4：熱源機器周りの自動制御
- 8.5 制御二方弁の特性とサイズ選定

6.2.5 蓄熱式空調システムにおけるセンサの基礎と保守ガイド

最近の設備には、省エネルギーや省力化のために、自動制御や自動運転・自動監視機能が組み込まれており、そこでは、人間の感覚に代わるものとして各種のセンサが組み込まれている。適切な設備の運転管理のほとんどの機能をセンサに依存しているといえる。現在では、自動制御や自動計測に用いられるセンサは、基本的に対象とする物理・化学量に直接反応する素材部分と変化を信号に変換する変換回路とそれを表示する表示回路とからなり、それ自身が、熱源機と同じく一つの機器であり、システムである。

こうしたセンサは、最近のIT技術の発展に伴い、その応用分野や採用数など急速に成長しつつあるが、その性能の経年変化や寿命・校正方法等についても多様化し、設備技術者やユーザーにとって理解しがたいものになりつつある。

しかし、設備の運転管理が、こうしたセンサの性能や信頼性に依存している現在、これらに対する基本的な知識が不可欠である。特に、車の車検制度のように、専門家による設備の性能のチェックが法的に義務付けられていない現状では、センサについても、設備の設計・施工・管理に係わる技術者の共通の認識を確立しておく必要がある。

本書は、このための考え方の枠組みと骨格を示したもので、これを基礎として関係者の議論が進み、より実務に即したマニュアル作成の出発点となることを意図している。この利用ガイドが、センサに関連する議論の出発点として役立てば幸いである。

6.2.6 蓄熱式空調システムの最適化制御計画・設計マニュアル

蓄熱システム最適化制御の必須要件は、①ローカル制御が確実かつ適正に採用され動作していること、②熱負荷予測と蓄熱量推定予測が精度良く行われること、③制約条件である室内環境影響因子を適格なパラメータを用いて導入すること、④高速処理の可能な処理装置を有すること、⑤センサ出力の精度が確保されていること、である。

これについて本マニュアル作成と並行して実施された実証プロジェクトで得られた追加知見を加えて対応策について記述すると、①に関しては既に十分認識されており本技術シリーズにおいて十分に記述されているほか、二次側制御の課題であったファンコイルユニットの大温度差確保制御に改良が加えられた。②については過去数多くのツールが開発されているにも拘らず、その割に活用されていないことに鑑み、そのレビューを行いモデルデータを用いて予測精度の再確認をしたほか、とくに蓄熱余量推定アルゴリズムを高効率温度成層式蓄熱槽に適合するように改められた。③については環境満足度を示すパラメータとして端末装置の稼働率が妥当であるとしてVAV、VWV最適制御等と噛み合わせたシステム構築を考えるべきである。④については最近の高性能・高速化・高信頼性化されてきた汎用PC(パーソナルコンピュータ)を用いて構築できる。⑤に関しては別のテーマ「蓄熱式空調システムにおけるセンサの基礎と

保守ガイド」として纏められている。

蓄熱システムの最適化制御は多くの場合、2次側空調システム、及び室内環境満足度との関係があり、これらを考慮に入れることこそが最適化制御の真髄である。1973年に稼働開始した大阪大林ビルの最適化制御に始まる系譜をたどり、蓄熱システムの標準制御システムとの関連付けを明確にし、最適化サブシステムのテーマと負荷予測、蓄熱余量推定、蓄熱温度最適化、ならびにヒートシンク/ヒートソースの最適選択運転制御に絞って、制御アルゴリズムをフローチャートと文章により記述し、ISO規格に基づく機能ブロック図(Function Block)を記述し、また機能リスト(Function List)として総括する手続きも示した。そして実施例としてのソフトウェアを付録に掲載した。但しソフトウェアに関しては適応対象に対してカスタマイズする必要があり、そのままの形で利用することはできないが、然るべき技術力のある設計者がマニュアル中に記された機能ブロック図と解説記事を読みこなすことによってカスタマイズすることが可能になろう。

この最適化制御システムを既存のシステムに付加的に導入する機会が多いことを踏まえ、既設ビル及び新設ビルへの導入実証を行うことを検討した。既存BEMSの採用する通信プロトコルの汎用性に依存するのでBACnetの全面的な採用がなされていることが好ましい条件となるが、二つの事例において導入の制約条件を確認した。そして上述のように新築物件においてはこれを実装し、その成果によって当該システムの汎用化を図る証左が得られた。この実証の顛末は本マニュアルの別冊としてまとめられているが本マニュアルと同時公開はされていないが、学会の論文発表等によって内容を知ることができるほか、「6.6 制御シーケンスに基づくFPTマニュアル」の第4章に機能性能試験の実施事例として若干の情報は載せられているので参照されたい。また内容によっては別冊を閲覧する便宜が得られる可能性もあるので、その場合は当センターに連絡されたい。

本マニュアルの完成により、これまで導入が困難であった蓄熱式空調システムの最適化制御の汎用化への道を開くこととなり、またユーザー(設計者)が蓄熱システム最適制御仕様書を作成するガイドとなるはずである。

6.3 蓄熱システムの設計例集

6.3.1 蓄熱システムの設計例集 1 老人保健施設の水蓄熱システム設計例

本マニュアルでは、設計・制御マニュアルの手順に沿った老人保健施設の水蓄熱の設計例を示しており、蓄熱システムを設計する際に手元に置いて手引きとなる書と考えている。また付録として蓄熱システムの経済比較プログラム「TES_ECO」を添付し、利用者の便を図っている。

◆第1章：蓄熱槽と熱源機器の選定

モデル建物の設定条件から熱負荷計算を行い、手計算による蓄熱槽と熱源機器の選定例を解説している。

◆第2章：空調機器の選定

蓄熱システムに関連する空調機器の選定例を示している。

◆第3章：蓄熱システムの経済性

非蓄熱方式とのイニシャルコスト、ランニングコストの比較計算例を付録の水蓄熱システム経済比較プログラムTES_ECOを用いて解説している。

◆第4章：制御システムの決定

蓄熱システムの高効率化をはかるために最適な制御システムの例について記述している。

◆第5章：設計趣旨書及び操作説明書

運用管理者に引き渡すときに必要な設計趣旨書および操作説明書の例について記述している。

【添付資料】

蓄熱システムに関連する機器リスト、系統図、平面図、制御図および建築平面図等を添付している。

1. 蓄熱システム関連設計図
2. 建築関連図

【付録】

1. SI 単位換算値
2. 蓄熱システムの設計・制御リスト
3. 用語集 (SI 版)
4. 蓄熱槽効率推定表に関する補足事項
5. 水蓄熱システム経済比較プログラム
「TES_ECO」 CD-ROM

6.3.2 蓄熱システムの設計例集 2 病院施設の水蓄熱システム設計例

本マニュアルでは、設計・制御マニュアルの手順に沿った病院施設の水蓄熱の設計例を示しており、蓄熱システムを設計する際に手元に置いて手引きとなる書と考えている。また、付録として蓄熱システムの経済比較プログラム「TES_ECO」を添付し、利用者の便を図っている。

◆第1章：蓄熱槽と熱源機器の選定

モデル建物の設定条件から熱負荷計算を行い、水蓄熱槽最適設計プログラム TESEP-W による蓄熱槽と熱源機器の選定例を解説している。

◆第2章：空調機器の選定

蓄熱システムに関連する空調機器の選定例を示している。

◆第3章：蓄熱システムの経済性

非蓄熱方式とのイニシャルコスト、ランニングコストの比較計算例を付録の水蓄熱システム経済比較プログラム TES_ECO を用いて解説している。

◆第4章：制御システムの決定

蓄熱システムの高効率化を図るために最適な制御システムの例について記述している。

◆第5章：設計趣旨書および操作説明書

【添付資料】

蓄熱システムに関連する機器リスト、系統図、平面図、制御図および建築平面図等を添付している。

1. 蓄熱システム関連設計図
2. 建築関連図

【付録】

1. SI 単位換算値
2. 蓄熱システムの設計・制御リスト
3. 用語集 (SI 版)
4. 蓄熱槽効率推定表に関する補足事項
5. 水蓄熱システム経済比較プログラム
「TES_ECO」CD-ROM

6.3.3 蓄熱システムの設計例集 3 高層オフィスビルの水蓄熱システム

本マニュアルは「蓄熱システムの設計・制御」に沿った、高層事務所のモデル建物における複合熱源の蓄熱式空調システムを採用した設計例を示している。蓄熱システムにはエネルギーの安定性、エネルギーコストの観点から電動駆動冷凍機とガス焚冷温水発生機の組み合わせによる複合熱源を採用し、省エネルギー性、経済性、環境性に関する有用性、複合熱源とした場合の運転の多様性や課題を挙げている。

また付録として機能を追加した蓄熱システムの経済比較プログラム「TES_ECO」を添付し、利用者の便を図っている。以下に概要を示す。

◆第1章：建物条件と熱負荷

モデル建物の設定条件から熱負荷計算を行い、建物の負荷パターンの整理と採用システムの条件整理を行っている。

◆第2章：熱源システム

蓄熱システムに関連する空調機器類の選定や、システム毎の機器運転パターンを示している。

◆第3章：蓄熱システムの採否検討

選定した蓄熱、非蓄熱システムのイニシャルコスト、ランニングコストの算出を TES_ECO を用いて行っている。

◆第4章：蓄熱システムの詳細検討

TESEP-W を用いて各熱源システムの温度プロファイルなどをシミュレーションし、初期設定した送水温度条件、利用温度差、蓄熱槽効率、水槽容量などの確認を行なう。

◆第5章：空調システムの概要および空調機の選定

空調機器の選定を行っている。

◆第6章：制御システムの設定

蓄熱システムの高効率化を図るために、最適な制御システムの例について記述している。

◆第7章：設計趣旨書および操作説明書

運用管理者に引き渡すときに必要な設計主旨書および操作説明書の例について記述している。

【添付資料】

1. 蓄熱システム関連設計図
2. 建築関連図

【付録】

6.3.4 蓄熱システムの設計例集 4 大規模店舗ビルの水蓄熱システム設計例

本マニュアルは「蓄熱システムの設計・制御」に沿った大規模(延床面積約 50,000m²)ショッピングセンターのモデル建物における複合熱源の蓄熱式空調システムを採用した設計例を示している。蓄熱システムにはエネルギーの安定性、エネルギーコストの観点から電動駆動冷凍機とガス焚冷温水発生機の組み合わせによる複合熱源を採用し、省エネルギー性、経済性、環境性に関する有用性、複合熱源とした場合の運転の多様性や課題を挙げている。

また、付録として機能を追加した蓄熱システムの経済比較プログラム「TES_ECO」を添付し、利用者の便を図っている。以下に概要を示す。

◆第1章：建物条件と熱負荷

モデル建物の設定条件から熱負荷計算を行い、建物の負荷パターンの整理と採用システムの条件整理を行っている。

◆第2章：熱源システム

蓄熱システムに関連する空調機器類の選定や、システム毎の機器運転パターンを示している。

◆第3章：蓄熱システムの採否検討

選定した蓄熱、非蓄熱システムのイニシャルコスト、ランニングコストの算出を TES_ECO を用いて行っている。

◆第4章：蓄熱システムの詳細検討

TESEP-W を用いて各熱源システムの温度プロファイルなどをシミュレーションし、初期設定した送水温度条件、利用温度差、蓄熱槽効率、水槽容量などの確認を行なう。

◆第5章：空調機の選定

空調機器の選定を行なう。

◆第6章：計測・制御・監視システムの決定

蓄熱システムの高効率化を図るために、最適な制御システムの例について記述している。

◆第7章：設計主旨書および操作説明書

運用管理者に引き渡すときに必要な設計主旨書および操作説明書の例について記述している。

【添付資料】

1. 蓄熱システム関連設計図
2. 建築関連図

【付録】

6.3.5 蓄熱システムの設計例集 5 官庁施設（寒冷地）の水蓄熱システム設計例

本マニュアルは建物規模約 5,000m² 官庁施設にて蓄熱システムを採用した場合のモデル設計例で、経済性、省エネルギー性を確認した。蓄熱システムの設計に携わる設計技術者の手本となるべく設計例（計算、設計の手順書）を作成している。

また付録として、蓄熱システムの経済比較プログラム「TES_ECO」を添付し、利用者の便を図っている。

◆第1章：建物条件と熱負荷

モデル建物の設定条件から熱負荷計算を行い、建物の負荷パターンの整理と採用システム

の条件整理を行なう。

◆第2章：熱源システムの検討と各機器の選定

熱源機システムの設計についてまとめている。TESEP-Wを利用して温度プロファイルなどをシミュレーションし、初期想定した送水温度条件、利用温度差、蓄熱槽効率、概算水槽容量などの仕様や容量の確認を行なう。

◆第3章：蓄熱システムの採否検討

蓄熱システムまたは非蓄熱のイニシャルコスト、ランニングコストの比較計算例を付録のTES_ECOを用いて解説している。

◆第4章：空調機器の再選定

空調機器の実際に用いる機器による再選定を行なう。

◆第5章：制御システムの設計

空調システムの効率化を図るために、最適な制御システムの構成について記述している。

◆第6章：設計主旨書

運用管理者に引き渡すときに必要な設計主旨書の例について記述している。

◆第7章：操作説明書

運用管理者に引き渡すときに必要な操作説明書の例について記述している。

【添付資料】

蓄熱システムに関連する機器リスト、系統図、平面図、制御図および建築平面図等を添付している。

1. 蓄熱システム関連設計図
2. 建築関連図

【付録】

A. 設計経過資料

一連の設計に関する豊富な詳細資料を添付している。詳細は目次を参照のこと。

B. 技術資料

1. SI単位換算値
2. 蓄熱システムの設計、制御チェックリスト
3. 用語集
4. 蓄熱槽効率推定表に関する補足事項
5. 水蓄熱システム経済比較プログラム「TES_ECO」

6.4 蓄熱システムの施工マニュアル【新版】

本施工マニュアルは工事発注から各種届け出・申請、施工計画、施工管理、安全対策等、蓄熱空調システムの施工に関する業務を標準化することを目的とする。本マニュアルの活用対象者は、設計者、工事監理者、施工者（建築工事担当者および設備工事担当者）、ビルオーナー・運転管理者とする。なお、試運転・調整、検収については、試運転調整・機能性能試験マニュアル、水質の管理詳細については、水質保全設計・管理マニュアルによることとする。

◆第1章：工事の流れと施工管理業務

蓄熱システムを含む建築設備を施工管理する場合に、建築工事の流れと、各行程の中で行うべき作業項目を示したものである。これにより、作業内容の全体を建築工程との関連にお

いて把握し工程管理を行うことを目的とする。

◆第2章：設計図書の確認

施工管理行程において、設計図書を受領した場合、蓄熱システムの品質確保の観点から、設計の仕様・内容を充分把握し、疑問点、品質上の問題点がある場合、設計者に対し質疑を行う、あるいは、設計内容の再検討依頼を行うことを目的とする。

◆第3章：施工計画

蓄熱システムの施工計画を作成する時に、設計意図を十分施工に反映し、性能確保を行うという品質管理上の点と安全管理上の点についてポイントを把握・確認する事を目的とする。

◆第4章 検査・試験計画の作成

蓄熱システムの品質・性能を確保するためには、検査・試験を適切に行う事が重要である。この観点からのポイントをまとめ、施工の節目・最終段階での検査・試験による品質・性能の確保を目的とする。

◆第5章 施工要領

蓄熱システムの施工計画を踏まえ、施工の詳細部について具現化するために施工要領を記述した。その観点から重要な点、誤りやすい点をまとめ、施工要領のポイントを把握・確認する事を目的とする。

◆第6章 設備機器発注と受入れ

蓄熱システムに関連した機器について、メーカー選定時（引き合い時）、機器発注時に明確にすべき項目を挙げている。特にシステムの性能確保上、重要な項目についてまとめ、仕様決定上誤りのない発注を行う事を目的とする。

◆第7章 受渡し

蓄熱システムを含む建物完成引き渡し時に、引き渡すべき書類、伝達すべき内容についてまとめたものである。運転管理者がシステムを十分理解し、適正な運転および管理・運用がなされるために確実な引き渡しが行われる事を目的としたものである。

【付録】

用語集

6.5 蓄熱システムの試運転調整・機能性能試験マニュアル

本マニュアルは当初「蓄熱システムの試運転調整・検収マニュアル」として空気調和・衛生工学会の蓄熱最適化委員会で作成されたものを原執筆者が導入加筆して作成した。その後、コミショニングプロセスの研究・調査が進展するに従い、今まで曖昧な定義であった試運転調整のプロセスは、性能が確定するまでに、施工業者による試運転調整と、CA(性能検証責任者)の指揮の下に行われる機能性能試験(Functional Performance Test, FPT)に分かれることとなった。そこでマニュアルを分けることを考えたが、蓄熱システムの場合は実負荷運転の中でその動特性が同定され、性能評価が可能となるという点で、分けて記述することが必ずしも便利かつ実務的とも考えられない。そこで改訂版では時系列的に分けて記述されるものの、試運転調整と機能性能試験が連続して行われ、最終的に性能検証が為されると言う、一連のプロセスとして再整備したのが本書である。

◆第1章：試運転調整・機能性能試験の位置づけ

試運転調整・機能性能試験の目的、重要性、試験・調整期間、関係者とその業務、対象と

手順の概要について示している。

◆第2章：蓄熱式空調システムにおける試運転調整・機能性能試験

蓄熱空調システムの試運転調整・機能性能試験における留意点を示している。

◆第3章：試運転調整・機能性能試験の項目

コンポーネントの調整・検収、サブシステムの調整・検収、全体システムの検収といった段階に分けた検収項目を示している。

◆第4章：蓄熱制御システムの試運転調整時の設定

計測対象と計測レベル、計測箇所、標準計測機器、計測機器の精度について示している。

◆第5章：試運転調整・機能性能試験のための計測方法

計測データのチェック、データ間隔の整理、積算熱量の算出、グラフ化による認識力の向上について示している。

◆第6章：機能性能試験における性能検証

蓄熱制御システムに必要とされる機能、熱源廻り制御温度の協調設定についてまとめている。

◆第7章：試運転調整チェックシート

付録に添付した検収チェックシートについて解説している。なお、付録のチェックシートは、試運転調整結果を検類として提出する際に、そのまま利用できるものとしている。

【付録】A. 計測機器概要シート

B. 計測機器衛付け要領図

C. 検収チェックシート例

6.6 水蓄熱システムの制御シーケンスに基づく機能性能試験（FPT）マニュアル

設計・制御マニュアルより設計例、運用保全、異常検知・診断に至る本蓄熱技術を通じて一貫して流れる蓄熱システム制御の考え方は、その意義と動作とを具体的なイメージの下に理解せねばならない。試運転調整や機能性能試験(コミッショニング過程の手続き)はその理解のもとに初めて効果的に達成される。

本書の前半第1部は「水蓄熱式空調システムの標準システム制御」に対し、システム制御の全体構成と、最適化制御への展開のブロック図を規範とし、その中の各制御ルーチンについて順を追ってその制御目的と制御動作につき解説を文章で綴った(narrative)ものである。文書の構成は制御ルーチンごとの分類番号に加えて、後半の機能性能試験手続き書に繋げるための一連の通しの番号をつけて両者の対応を明確にしている。

後半第2部の機能性能試験手続き書は今まで無かったもので、特に第3章「詳細試験手順」は蓄熱システムの各部の制御と、全体としての制御動作や設定値、制御パラメータなどが適切に作用し、機器の発停・台数制御・インバーター制御などが適切に動作することを検証するもので、必要に応じて試験中に調整動作が入る。手続き書の表は左右に分かれ、左側の欄に試験手続きを具体的に記述し、その試験結果を右側の欄に書き入れるようになっている。第4章には蓄熱最適制御実証事例に対して行われた機能性能試験実施例を載せた。

第3部付録には、本書に示す制御思想の設計・施工・維持管理チームが間違いなく適用するための文書化の具体例としての自動制御管理文書の事例を2件載せた。これは設計図書としての有るべき姿を指向しているが、本二事例ではコミッショニングプロセスの中で、設計・施工

チームを交えて作成された文書である。

6.7 蓄熱システムの保全・診断マニュアルと診断ツール

本マニュアルでは、蓄熱式空調システムの日常運用からリニューアルに至るまでの運用技術について詳述している。以下に概要を示すが、膨大となるため3分冊として発行している。

6.7.1 運用保全編【新版】

本書の対象は水蓄熱を主とし、これに氷蓄熱も含めて運用保全計画の立案、運転状態の判断手法、運転管理記録の作成方法等、蓄熱システムを長期間に亘り最適な状態で運転するための運用・保全面での技術基準について取りまとめたものである。

蓄熱システムの運用保全に当たっては蓄熱システムの概要と同システム的设计・制御に関連する基本的な知識も必要であり、必要最小限の基礎知識を含めて記述している。末尾には付録として、水蓄熱システムについての「蓄熱槽の実測と解析手法」、「水質の要素と腐食との関係」、運用中に現象として現れる異常・不具合の事例とそれに対する具体的な解決策について記述した「故障・不具合時の対処」、さらに蓄熱システムに関する用語集も掲載している。

◆第1章：蓄熱システム運用保全の基礎

運用保全を行うために、運用保全の取り組み方、システム理解のための基礎知識をまとめている。

◆第2章：蓄熱システムの運用保全計画

運用保全計画の全体、具体的内容についてまとめている。

◆第3章：蓄熱システムの運転状態の評価指標

システムの運用上、運転状態の判断に用いる指標をまとめている。

◆第4章：運転管理記録

システムの運転管理上の記録帳票についてまとめている。

◆第5章：運用保全体制の形態

運用保全の対応について、事例を示している。

【付録】1. 蓄熱システムの運転実測と解析手法

2. 水質の要素と腐食との関係
3. 故障、不具合時の対処
4. 蓄熱槽効率推定表
5. 用語集

6.7.2 異常診断・性能評価編

本書は、蓄熱システムの故障診断・性能評価に関わる技術基準を取りまとめたものである。本マニュアルは蓄熱システムのオーナー及び運用管理者を対象にして、蓄熱システム運用中に発生する適正運転を阻害する異常状態について、異常検知の手法、調査診断の手法、正常復帰の手法等について記述している。範囲は機器の故障のみならず、機器の性能劣化や各種パラメータの設定不備による不適正運転についても対象事象として取り上げ、簡易な一次診断、詳細調査に基づく2次診断の2段階に分けて手法を記述している。蓄熱システムの異常診断とこれ

に先立つ運用保全の技術マニュアルはこれまでに例を見ないもので高効率運転に大いに役立つものと思われる

蓄熱システムを長期間に亘り最適な状態で運転するためのマニュアルという点では6.7.1に述べた「運用保全編」も同様な目的であるが、それが定常監視データからの異常検知を主眼にしているのに対し、本書は運用保全で検知された異常をさらに確認・分析するための追加データの採取と解析、さらに、これに基づく必要対策の検討や正常復帰の手法まで記述範囲としている。

◆第1章：異常検知・診断の基礎

異常検知・診断とコミショニングの関係、異常検知・診断の構造として、トップダウン型、定常保守、調査診断、自動検知・診断の役割と関連を述べている。

◆第2章：実態から見た蓄熱システムの異常・対策統計

合計52ビルで実施された調査診断の結果を、不具合運転→適正運転へ改善、改善への調整箇所、改善の効果について述べている。

◆第3章：調査診断

運用保全の定常保守などで発見された異常を、確認、追加データの収集、分析、原因の推定、正常復帰させる調査診断の各作業について述べている。調査診断の手法として、通常の運転データから得られるマクロ的な評価指標で診断する一次診断と、一次診断では原因が特定できない異常に対し追加計測を実施して診断を行う二次診断に分けて記載した。

◆第4章：自動検知・診断

自動検知・診断の基礎知識と実用化研究の進んでいる自動検知・診断手法の現況について述べている。

- 【付録】
1. 蓄熱システムトータルダイアグラム
 2. 既設蓄熱システムの運転実態性能診断に関する研究
 3. 詳細運転評価手法と自動検知・診断手法
 4. 自動検知・診断手法

6.7.3 リニューアル編

本報告書は、既存建物に蓄熱システムを導入するリニューアルおよび導入済みの蓄熱システムを改修するリニューアルについて、リニューアル計画時の検討事項や蓄熱システム導入計画時のチェックポイント等をまとめたものである。リニューアルは個々のケースにより目的や制約条件が大きく異なるため、本マニュアルではリニューアルのための統一的な技術基準を示すことよりも、リニューアルの際検討すべき共通事項の整理及び様々な条件下でのリニューアル事例の紹介を中心に記述した。いざリニューアルに至った場合の蓄熱システムの計画・設計の手法については6.1の「設計・制御マニュアル」を参照すべきであり、本書では既設建物のリニューアルであるがために計画上・施工上特に配慮すべき制約条件などへの対処方策などを主眼に記述されている。

◆第1章：建築設備リニューアルの計画

蓄熱システムのリニューアルは、一般には建築設備のリニューアル工事の一部として行われることが多いため、建築設備をリニューアルする場合の一般的な流れを示している。

◆第2章：蓄熱システムのリニューアルのフロー

蓄熱システムのリニューアルの進め方について、本マニュアル並びに別冊のマニュアルの対応を含めてその流れを示している。

◆第3章：蓄熱システムのリニューアルの目的

蓄熱システムのリニューアルを行うに当たっては、目的の明確化が重要であるため、蓄熱システム導入のメリット・デメリット等を提示し、目的の明確化の方法を示している。

◆第4章：蓄熱システムの調査・診断

蓄熱システムのリニューアルについて、蓄熱システムを既存再利用する場合と新規導入する場合に分けて調査・診断の方法について記述している。

◆第5章：蓄熱システムリニューアルの設計・施工・運用

蓄熱システムのリニューアルにおける設計、施工、運用について、流れを示すと共にチェックポイント等を提示して記述している。

◆第6章：蓄熱システムのリニューアル事例の紹介

実際に行われたリニューアル事例を紹介し、その目的、手法、効果についてまとめている。

6.7.4 不具合検知・診断ツール

(1) C/E表(中原モデル)

C/E表は Cause/Effect 即ち原因結果表の意味である。水蓄熱システムの不具合はいろいろな原因が考えられるものの、最も多い不具合原因でそれが蓄熱運転性能に大きな影響を及ぼすものは典型的症状/原因として蓄熱技術の専門家は経験常識的に把握できている。本ツールはそのような重要フォルトを的確に抽出するための因果関係を整理したものである。このような重要フォルトは蓄熱システムの設計と制御の基本事項に関連するものが多い。例えば、熱源の定温設定制御(吸い込み三方弁制御)がないか故障している、空調機の制御が三方弁であるか二方弁でも故障している、ファンコイルユニットが多数設置されていて小温度差でしかも制御がないか三方弁である、熱源の出口温度による容量制御が生きていて、定温設定制御と干渉しあって部分負荷運転している、などであり、こういった原因の結果として夜間蓄熱量が不足したり昼間追従運転が多くなったり、槽全体の温度が上がったり、冷暖房不足に陥ったり、温度プロフィールが乱れたりするのである。本ツールを操作することによって、因果関係を追い、記入されたコメントや処置策を読みながら蓄熱システムの設計・制御・運転管理は如何にあるべきかを学ばせる、教育的効果をも持たせることも目的としている。複数の可能な不具合原因からそれぞれの状況確認を現地で行って原因を特定すべきである、としている。本ツールは作成者の設計、研究、実態調査、フォルトシミュレーションなどの長年の蓄積のノウハウを凝縮したものである。広くユーザーに開放したいので、ヒートポンプ・蓄熱センターのホームページより自由にダウンロードできる。

(2) マクロモデル

本ツールは Microsoft-Excel のマクロ機能を活用したものでこのように呼ばれる。この知識データベースは、本センターでの作業以前に前身があり、住宅・建築省エネルギー機構(現、建築環境・省エネルギー機構)における IEA/Annex25 対応 BEMS 委員会での作業の結果得られた成果をそのまま引き継いだもので、さらにその内容を大幅に充実させてマクロモデルが完成し

た。さらに、前記の C/E 表や、中原が中部電力からの委託研究としてまとめた氷蓄熱の故障診断フローの作業成果や、東京都市サービスにおける長年の調査データの蓄積や実務のノウハウ、東京電力が主催する蓄熱コンソーシアムにおける支援作業(氷蓄熱マクロモデル)などの成果が投入されている。

症状項目を行に、原因項目を列に並べて、互いに原因/結果の関連のあるものを記号により関連付け、症状項目を選んで原因項目をソートして絞り込んでいくものである。

6.7.5 水蓄熱システムの異常検知・診断支援ツール 運用ガイド

本ガイドは 6.7.4 の水蓄熱システムの診断ツールの利用法と、利用例に基づくツール利用性の検証を行ったものである。構成は 3 章と付録からなり、第 1 章ではコミショニングプロセスにおける異常診断支援ツールの位置づけと役割について考察した。第 2 章は、不具合対策とその要因・対策一覧(CE 表:中原モデル)について、ツールの概要と使用法を示すと共に、保全診断マニュアルで取り上げられた具体的な事例に対する活用例を示した。第 3 章では、不具合要因絞込み支援ツール(マクロモデル)について、ツールの概要と使用法を示すと共に、保全診断マニュアルで取り上げられた具体的な事例に対する活用例を示した。

付録には、「蓄熱システムの保全診断マニュアル 運用保全編(6.7.1)」の付録 2 で示された、実際の不具合事例とその対処法「3.故障・不具合時の対処」を収録し、故障や不具合に対する対処方法との関連の理解が進むように配慮した。

もともと同時期に作られた運用保全編、異常検知・性能評価編(6.7.2)とこれらの異常検知ツールは共通の知識・データベースの背景の下に書かれ、また作成されたものであるが故に、ここに改めてかなりの整合性が見られたものである。

◆第 1 章：コミショニングプロセスにおける異常診断支援ツールの位置付け

◆第 2 章：水蓄熱システムの異常検知・診断ツールその 1 「不具合事項とその要因・対策一覧(中原モデル)」

◆第 3 章：水蓄熱システムの異常検知・診断ツールその 2 「不具合要因絞込み支援ツール」

6.8 水蓄熱システム設計用ソフトウェア

蓄熱式空調システムは基本的知識をしっかりと持っていれば、非蓄熱システムに対して決して煩雑な設計過程を必要とするわけではない。然しながらエネルギーと環境問題が緊迫した時代になって、今まで以上に、蓄熱システムがこれらに対して有するメリットをしっかりと把握した上、ライフサイクルに亘ってその省エネルギー効果を維持させるには、入念な設計施工と維持管理が必要であり、そこに空調技術の本質的事項を数多く含む。水蓄熱式空調システムに関する一連の技術基準作成はこの根本理念に立ち、そこに必要なすべての技術とソフトウェアを整備するという姿勢をとった。それがために動的負荷計算の Windows プログラムとしての高機能化、汎用化するという、空調技術の最底辺にあるところまで掘り下げた。また水蓄熱槽最適設計のためには正しい蓄熱モデルに基づいた動的計算と制御モデルの組み込みが必要である。これら負荷計算と蓄熱槽モデルを組み込んだシミュレーションプログラムは、筆者(中原信生)が名古屋大学時代に研究成果として論文発表を行い N88Basic を用いて作り上げたものを提供し、これを委員会作業として VisualBasic により Windows 上で走らせることを可能とした。さらにこれは運転実績の評価用にも利用できるよう、機能拡張がなされた。

蓄熱システムの真のメリットを数値化し、また、ビジュアルに把握できるように、そしてまた、正しい運転制御方式がその効果を高めることを示すために、公平無私にシステム比較ができる経済・エネルギー・温暖化物質排出性能比較プログラム TES_ECO を作成し、数年間に亘ってその機能を拡張し続けた。その間に、インバーターターボ冷凍機のような、高効率かつ部分負荷時の性能向上が図られた機械の出現があり、その場合でも、なおかつ蓄熱式が有利であるかどうかについても公平な比較計算ができるようにした。

これらのソフトウェアは 6.3 に述べた各設計例集の中でその時点で利用可能な開発段階にあったものを活用して設計評価作業を行っている。6.2 に述べた蓄熱式空調システム設計ハンドブックはこれら設計例とソフトウェア利用の集大成を行ったものである。また、6.8.3 以外のプログラム類は、当センター主催の蓄熱技術研修会においても頒布している。

6.8.1 動的負荷計算プログラム (MicroHASP/TES for Windows)

本ソフトは、1982 年に N88BASIC で作成された MicroHASP を Windows 上で利用できるように計算・入出力の改良を行ったものであり、平成 15 年度よりインターフェースの開発とアルゴリズムの改良、機能の拡充を行ってきたものである。本ソフトはヒートポンプ・蓄熱センターにおいて整備してきた蓄熱技術基準の中で、水蓄熱システム設計の一連の技術マニュアル及び設計例の展開に沿って作成されたものである。入出力の形式など、これに便利のように構成されているが、いうまでもなく負荷計算は空調設計の出発点であり、空調・熱源システム設計のために、できるだけ正しい負荷特性をピーク負荷時と年間に亘って計算し、適正な装置設計と年間エネルギー消費推定に活用できるように配慮したので、空調システム設計全般に活用することができる。



図 6.1 MicroHASP/TES の表画面

6.8.2 水蓄熱槽最適設計プログラム (TESEP-W)

水蓄熱槽の温度プロフィール・蓄熱槽効率等をシミュレーションするプログラムで、水蓄熱システムのランニングメリットを最大限に引き出すために、設計段階において陥りやすい間違いを事前になくすことを目的として開発した。この目的以外にも、既存水蓄熱システムの問題点の把握や改善策の検討等の運転管理にも利用できる。また、入力条件による蓄熱槽内の温度プロフィールが確認できるため、若手技術者の教育・研修用としても有効に活用できる。



図 6.2 TESEP-W の表画面

6.8.3 BEST 用水・氷蓄熱シミュレーションプログラム (BEST/TES)

BEST コンソーシアムで開発・メンテナンスが行われている、BEST プログラムにも水・氷蓄熱システムのシミュレーション機能が搭載されている。水蓄熱については、前記の TESEP-W のアルゴリズムが採用されている。氷蓄熱システムについては、現場築造型とユニットタイプが選択可能となっている。但し、BEST プログラムでは、入力された条件に応じた運転シミュレーションを行うものであり、TESEP-W のように最適設計を目的としたものではない。当プログラムにはシステムシミュレーション用の「専門版」と、省エネルギー性能申請用に特化した「平成 25 年省エネ基準対応ツール」とがあり、後者は完成して一般公開されている。前者についてはトータル性能の視点からの検証を一部残している。

6.8.4 水蓄熱経済性・省エネルギー性評価プログラム (TES_ECO)

本プログラムは、蓄熱システムの設計・制御マニュアル【新版】で示されている経済性評価検討を容易に実行することを目的に開発した。一次エネルギー換算、CO2 発生量も表示されるので、環境面からの検討も可能となるようにした。特徴としては、①実際の熱源機器の能力を使用して計算。能力特性式を入力すれば、外界条件の変動に応じて、熱源能力を補正して計算。非蓄熱システムでは、部分負荷も考慮。②計算の途中経過も、蓄熱システムの設計・制御マニュアルに準拠して、各段階で表示。③非蓄熱に対する水蓄熱の単純回収年数を算出。本プログラムは、バージョンアップを繰り返しており、現在は、CGS の計算も可能となるなど、計算可能なシステム、制御方法が拡張されている。

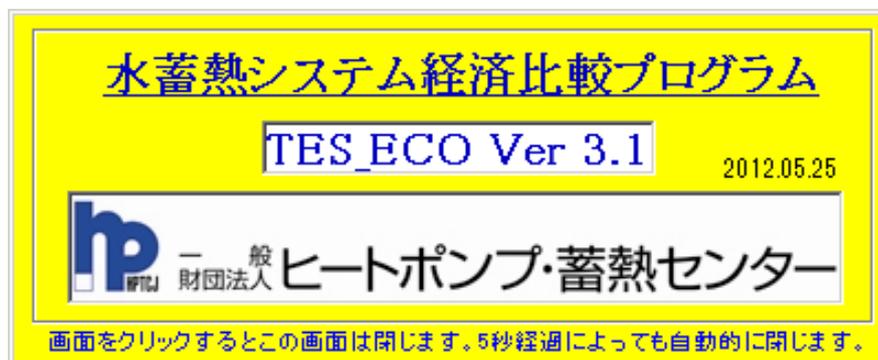


図 6.3 TES_ECO の表画面

6.8.5 トータルシステムダイアグラム (TSD) カスタマイズツール

トータルシステムダイアグラムは「原図」と「複式熱回収式水蓄熱システムカスタマイズ例」をベースとして、対象とする特定のプロジェクトのスケルトンシステムダイアグラムを作るツールである。「原図」は現場築造型氷蓄熱システムを含め、本技術基準体系が推奨する標準的なシステムのスケルトンが描かれるように、関連する要素が全て書き込まれたもので有り、図 6.4 は原図から作られた上記のカスタマイズ例である。原図を参考にしつつ、提示されるシステム構築要素のオプションを選択することによってカスタマイズが為される。

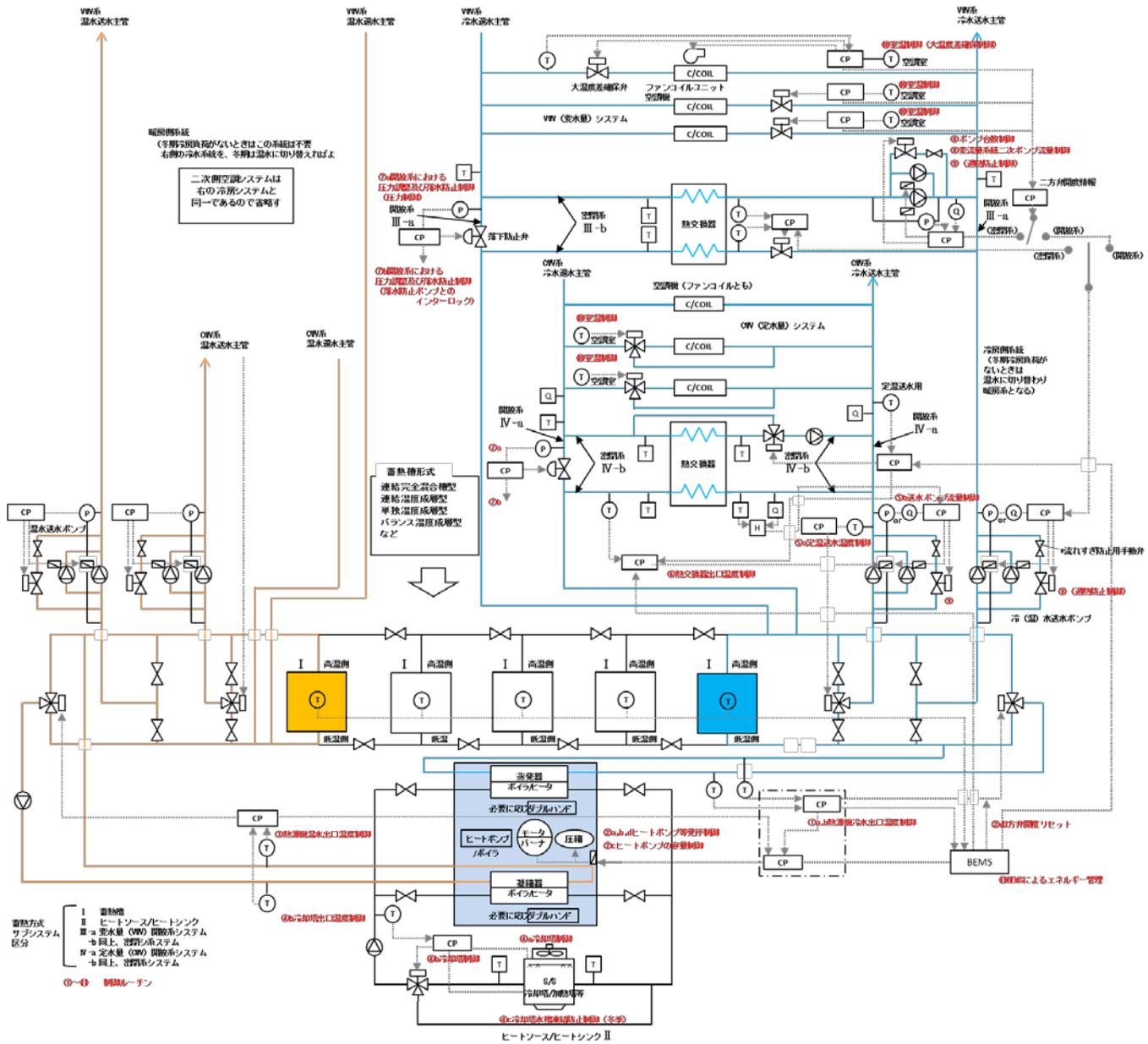


図 6.4 トータルシステムダイアグラムの熱回収方式へのカスタマイズ例

6.8.6 位置型温度プロファイル動画

位置型温度プロファイルは、冷温水の送還水温度を介して蓄熱システムの一次側(熱源側)と2次側(空調側)の運転状況を正確に伝えるもので有り、システム機器の運転情報と共に、その

時間変化を動的に把握すれば、蓄熱システムの不具合検知、診断と修復或いは適正化を迅速に行うことが出来る。準備されたツールはCKKと呼ばれる某大学研究棟の二槽の温度成層型蓄熱槽を備えた蓄熱式空調システムに対応するものであり、図 6.5 のような動的画面が表示される。データの読み込みをカスタマイズすれば任意の特定プロジェクトに対応させる事が出来る。

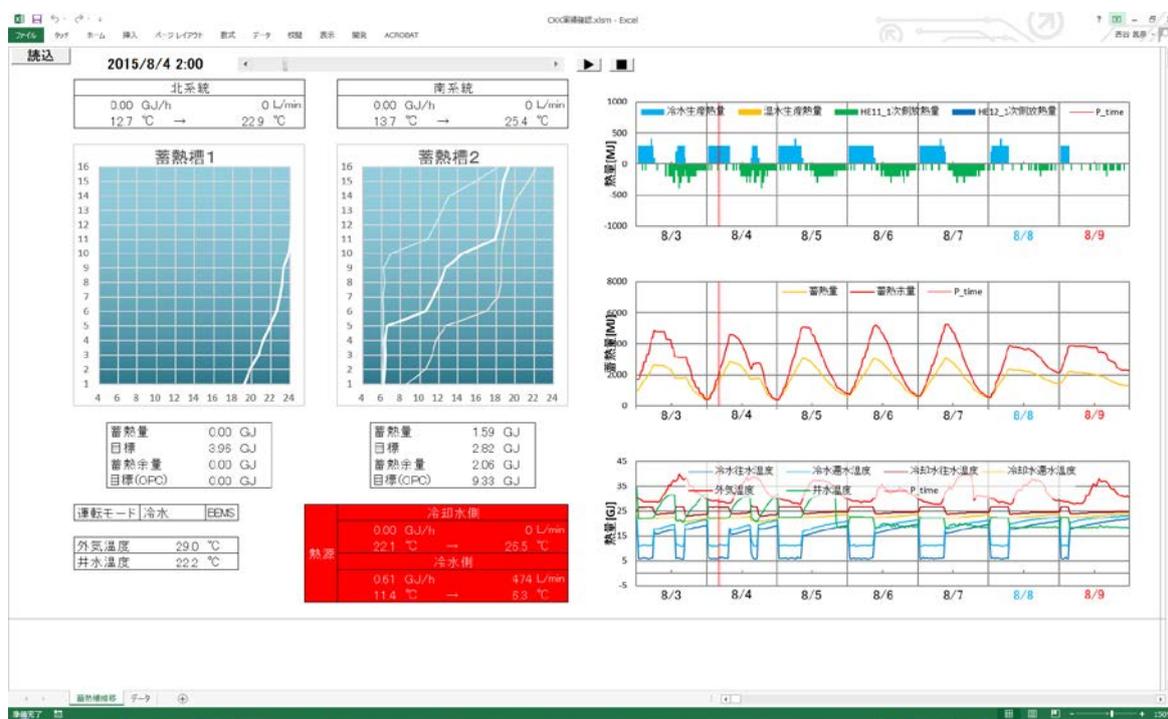


図 6.5 位置型温度プロフィール動画画面(CKK プロジェクト対応例)

6.9 蓄熱式空調システムのコミッショニングガイドブック

これは蓄熱システムの性能検証過程(コミッショニングプロセス)実践マニュアルとして数年に亘って整理してきた内容を、新築建物のコミッショニングと既設建物のコミッショニングに大分冊化して編集しなおしたものである。

蓄熱システムの実態を調べると、何らかの欠陥のあるものはその不具合の原因がシステムの生産過程と運転管理過程のあらゆる場面に存在することが明らかである。これは、ただに蓄熱システムのみならず、特にビル用エネルギーシステムのすべての分野に亘って共通の現象であることは明かにされており、気がついたときには後の祭り、ということの繰り返しにならないようにせねばならない。

省エネルギーと省コスト、電力負荷平準化の武器として登場した蓄熱システムの価値を真に高めるためには、蓄熱システムの生産過程からの性能検証が所期の目的を達成するためには不可欠である、との考えに到達する。この一連の書類は、新築・既設建物に関する性能検証過程実践のためのマニュアルとツールを提供すべく取り組んだものである。

6.9.1 新築建物の部

本書は基軸として当初性能検証過程マニュアルと機能性能試験マニュアルとから構成し、企画段階での設備性能の記述が機能性能試験で確認され、それが、運転管理に確実に引き継がれ

るようにする様子を明確にし、新築設備の性能検証過程の理解促進に役立てることを狙いとしており、過程を展開するために必要な、或いは参考となる実施例と文書化例を含め、次の4編から構成されている。

第Ⅰ編 新築建物の当初性能検証過程

第Ⅱ編 当初性能検証と蓄熱システムの機能性能試験

第Ⅲ編 蓄熱式空調システムの当初性能検証過程の実施例

第Ⅳ編 蓄熱式空調システムの当初性能検証過程と文書化

付録

当初性能検証過程については、空気調和・衛生工学会で「建築設備の性能検証過程指針」SHASE-G-0006-2004 が制定されたのち、これを補完する技術基準の試運転調整や機能性能試験の基準等は同委員会、並びに(NPO)建築設備コミッショニング協会の活動において制定の途上にある。本書は、蓄熱システムという限られた分野であるが、当初性能検証過程について実際に適用するための一貫した基準や情報を提供するもので、この種の実施マニュアルと文書化の集大成はわが国では初めてのものである。

[第Ⅰ編 新築建物の当初性能検証過程]

コミッショニングと呼ぶときの性能検証とは、システムの企画から完成に至るまでの、さらにはライフサイクルにいたる性能を目的に対して最適な状態に計画され、生産され、検証され、保守されることを管理するとともに技術的な助言とチェックとを行うことである。すなわち、今生産されようとするものを黙って見過ごして完成した暁にこの性能はこの通り、と検証するのではなく、生産の過程の各段階で、目的とする性能が最大限に（予算の範囲で、という制約が付く）発現するように、各過程における主たる活動者（オーナー、設計者、施工者、保守管理者）に専門的な助言を与えつつ、手続きが正しく行われていることをチェックして文書化し、受渡しの時点では自ら機能性能についての総合検証を行うことである。

また本マニュアルでは、蓄熱システムに対してこういう意味における性能検証の過程を詳細に記述するツールとしてMQCを採用した。これは国際エネルギー機関における国際共同研究の場である、ECBCS/Annex-40の国内委員会（委員長：中原信生、建築環境・省エネルギー機構）において開発されたものであり、了解を得て蓄熱システムにカスタマイズさせたものである。これは、性能検証を実践していく上で、実施或いは確認すべき必要事項並びに実践に役立つ内容をMQCという情報シートに整理しカスタマイズしていく作業を支援するために開発されたものであるが、一方、完成された、或いは特定物件ごとにカスタマイズされたMQCが蓄積されることによって情報データベース、閲覧・検索ツールとして活用することもその重要な役割である。

◆第1章 蓄熱式空調システムと当初性能検証

第1章には性能検証過程の概要について記し、建設産業関係者にとっての意義と関係者の役割を述べた。当初性能検証過程の適用範囲は基本的には企画フェーズより運転保守フェーズの受渡し後段階（竣工後1年間）であるが、各種のオプションもある。蓄熱式空調システムへの適用は空調・エネルギーシステムのコミッショニングの一部であり、性能検証ツールとしては当センターが作成してきた各種技術資料を利用することができることを述べた。

◆第2章 当初性能検証業務の概要

第2章では性能検証過程の概要として、性能検証の作業内容、性能検証組織の構成と運営、

プロセス管理ツールである MQC の概要と蓄熱システムのコミッショニングへの適用法について述べた。そして MQC の利用法について詳述した。

◆第3章 新築建物の蓄熱システムの性能検証過程

第3章は本報告書の本体である。当初性能検証過程は図1.2に示したように、企画フェーズより運転フェーズ受け渡し後段階まで継続するのが原則である。その間に性能検証計画提案書に始まって、受注後は性能検証計画書の作成ほか、各フェーズ・各段階における文書の作成、文書の展開、コミッショニングチームの構成、建設関連チームとの情報交換と確認の手続き、プロセス管理の在り方、試運転調整の確認と機能性能試験の指揮、システムマニュアルの作成と運転保守管理者の教育・訓練など、一連の文書化の内容と作業の進め方について記述した。

文書に在ってはその記載項目と記載要綱を、設計性能検証に関しては CA の役割と設計者との関係、性能検証計画書と性能検証仕様書の展開の仕方、そしてとくに、設計根拠書・設計主旨文書・システム制御・操作説明書などの新しく定義された文書作成の意義について強調した。

工事発注フェーズから施工フェーズの試運転調整行為の間に、必要に応じて施工開始前に行われるべき施工性能検証準備手続き、早めに作成すべき検査・試験計画書、なかんずく試運転調整計画書の内容について記述し、受け渡し段階に行われる機能性能試験が順調に実行される準備体制の重要性について記している。また従来うやむやとなってしまうことの多い、運転保守管理者への文書受け渡しの内容と手続き、それに基づいたシステム情報伝達のための教育・訓練コースの開講など、コミッショニングプロセスに基づいて性能検証されてきたシステムが正しく運転され、期待通りの運転性能を発揮するように実践される。運転フェーズの性能検証は外気条件の変動により、性能要件の季節ごとの確認を要する機器、サブシステムの性能検証、また、制御のチューニングの継続、運転最適化などが、CA の指揮の下に保守管理者の手で行われる、その時の活動内容と、CA その他の、特に工事請負業者の役割も明記される。

竣工後1年以降は当初性能検証から継続性能検証、さらに再性能検証へと連続する。これについては後の継続性能検証マニュアルに任せることになる。

付録1 性能検証に関する用語の解説

付録2 性能検証各フェーズ・段階の作業内容と相互関連

付録3 蓄熱システムの性能指標とグラフ化

[第II編 当初性能検証と蓄熱システムの機能性能試験]

本書は、実際に機能性能試験を行う人達のための指針となり、かつ特定のプロジェクトに対する適用情報も含む体系化されたマニュアルを作るべく、次の方針に基づいて本書を作成した。

- ・蓄熱式空調システムの二次側送水系と蓄熱槽を含む熱源システムを対象とするが、考え方は空調・熱源システム全般、或いは建築設備の各分野を含むコミッショニングプロセス適用対象全般に通じるものである。
- ・試運転調整事項はできるだけ省略し、システム機能と性能に焦点を当てる。このため、単体性能の具体的記述は蓄熱システム特有の蓄熱槽に焦点を当てる。
- ・運転モード・試験区分・試験項目を実際の工事条件を考慮して整理する。
- ・試験項目と評価指標の絞りこみを行う。

- ・判定方法と判定基準と調整法を明確にする。
- ・これまでの各位年度でまとめられた性能検証関連情報のうち、特定の対象に偏ったものでも試験の計画やまとめに参考となるものは付録として取り込む。
- ・本マニュアルに定型的に沿っていないものでも、応用編として、或いは本マニュアルの情報源として有用な実施例を付録として掲載する。

また、最近の IT 技術の急速な発展を考慮し、BEMS やデータロガーを介した計測データの処理やパソコンによるデータのグラフ表示などを取り入れた試験法の普及を想定して考えることにした。

本編は次の構成と内容になっている。第 1 章では機能性能試験の一般的な目的と役割と試験の概要についてまとめてあり、第 2 章では蓄熱システムの機能と性能の定義を明確にするとともに、それに基づき機能性能試験の役割や作業内容、蓄熱システムの特性と性能検証の基本的なあり方について整理した。機能性能試験は、システムの機能性能について行われる試験であるので、この部分が試験実施上の前提となる。第 3 章では空気調和・衛生工学会の「建築設備の性能検証過程指針」や「設備システムに関するエネルギー計測マニュアル」を蓄熱システムに具体的に適用して蓄熱システムの機能性能試験の内容、実施基準、計測基準などを提案した。第 4 章では蓄熱システムの機能性能試験の中での調整上のポイントとなる蓄熱槽の温度プロファイルの判定や熱源及び一次送水系と蓄熱槽、空調機及び二次送水系の最適設定や蓄熱コントローラーによる機器の発停制御等調整上のポイントについて解説した。5 章では機能性能試験を実施する場合の試験計画と試験手順と作業の進め方について解説し、第 6 章では、どのデータをどのようにまとめて判定し、その結果をどうまとめるかを各試験区分ごとに試験結果の具体的なまとめ方を示した。第 7 章では、試験報告書の作成とその内容の引き継ぎなど、継続性能検証に繋げる事項について解説した。

本編の特徴はまた付録にも存在する。付録 1 には新たに作成された、水蓄熱システムに対する制御シーケンスと機能性能試験手順書を掲載した。付録 3 は前述のようにコミッションングプロセスそのものの展開に貢献した具体的なプロジェクトや、蓄熱システムのリニューアル事例から、機能性能試験を具体化し、プロジェクトごとの特徴にいかに対応させるかを示すとともに、蓄熱システムに共通の課題であるチラー性能や熱交換器性能の実績からの同定など、試行錯誤の過程を含めて記述された部分もあるので大いに参考になるものとする。付録 2 と 4 とは、前述のように過去の委員会作業における成果物の再掲であり試験ツールとしての参考情報である。

機能性能試験の基本的な枠組みやその技術基準については、前述のごとく試運転調整業務との絡みで引き続き各所で議論が進められている途中であり、本編にも不十分な点も多いかもしれないが、具体的なプロジェクトに適用する場合の参考となり、蓄熱システムの最適化に役立つのが狙いである。

- ◆第 1 章 目的と概要
- ◆第 2 章 蓄熱システムの機能性能試験
- ◆第 3 章 機能性能試験の概要と実施基準
- ◆第 4 章 蓄熱槽の温度プロフィールとシステムの調整
- ◆第 5 章 試験計画と試験手順
- ◆第 6 章 試験結果のまとめと構成

◆第7章 試験結果の作成と引継ぎ

付録1 標準水蓄熱システムの制御シーケンス文書

付録2 機能性能試験作業手順書

[第Ⅲ編 蓄熱式空調システム当初性能検証過程の実施例]

本書では実施例として4プロジェクトを載せた。

第1章の地域冷暖房施設に関しては、未だコミッショニングプロセスの概念が日本に導入される以前であったが、発注者の最適システムを求める姿勢が、企画フェーズに相当するシステム選定と基本計画にあたって第三者への調査委託が行われ、実施設計及び施工フェーズには建設当事者の役割として行われたが、綿密な監理の下に公正かつ入念に行われたこれら生産過程の性能検証行為に加え、竣工後は学識経験者を含めた第三者委員会による性能検証が行われるなど、実質的にはコミッショニングプロセスそのものと称してもおかしくない方法が適用された。

第2章、第4章は新築建物のコミッショニングプロセスでいずれも施工フェーズから開始されたもの、空気調和・衛生工学会におけるコミッショニング指針策定の論議がかなり進捗しつつあった時点で発注された。この時期は資料としては米国の例しかなかったために、PECIのマニュアル等を参考にしつつ、試行錯誤的、またかなり研究的目論見を以て実行された。

第3章の既設ビルの復性能検証(レトロコミッショニング)過程に続く改修工事の事例は、プロセスとしては新築建物のそれに倣うためにここにも採用されたものである。これも学会ならびに当センターにおいて実際的要請の高いと思われる既設建物の継続コミッショニングや改修工事のコミッショニングの指針ないしマニュアルを作成するタイミングに合致したものである。

◆第1章 晴海アイランド熱供給施設における性能検証

◆第2章 株式会社山武環境技術センターにおける性能検証

◆第3章 中部電力岐阜ビルにおける蓄熱システムの性能検証

◆第4章 東電Tビルにおける熱源システムの性能検証

[第Ⅳ編 蓄熱式空調システム当初性能検証過程と文書化]

実際のプロジェクトの性能検証に関わるすべての文書を作成するとそれだけで何千ページにもものぼり、これ等を例題として作成することは、事実上不可能である。このため、性能検証に関わる文書の記述レベルを文書名だけのレベル1からすべての詳細記述のレベル7まで、7段階に区分し、性能検証に関わる文書の中でも、今までの日本の生産プロセスになじみの薄い文書を重点的に詳細記述し、その他のものは、内容が推定でき、他文書の関連が理解できる範囲に限定して記述することとし、性能検証を実際に行おうとする人が容易に利用できるように配慮した。本書の構成としては、まず第1章で、性能検証過程における文書化の意義と概要について述べるとともに、性能検証過程で、作成される様々に文書の種類・性格を分析しつつ、本書における文書例題の作成方針について述べ、第2章では、プロジェクトの運営管理で称される文書のテンプレートを紹介した。また、第3章から第6章までは、性能検証プロセスの各フェーズ、各段階毎に例題作成方針に基づいて、文書例題を紹介しており、末尾には、本書を作成するのに用いた参考文書を掲げた。

◆第1章 性能検証過程と文書化

◆第2章 プロジェクトの運営と文書化

- ◆第3章 企画フェーズ
- ◆第4章 設計フェーズ
- ◆第5章 施工フェーズ
- ◆第6章 運転フェーズ

6.9.2 既設建物の部

本書は、蓄熱システムの復性能検証過程マニュアル、継続性能検証マニュアルとこれ等に共通に使用できるものとしての蓄熱システムの異常診断支援ツールから構成し、それまでコミッショニングを実施されたことのない既設の建物に適用すべき復性能検証過程と、一度性能検証過程を経験した後に引き続いて行う継続性能検証過程の構造を明らかにし、設備の性能をライフサイクル亘って適切に維持する方法を明確にして、既設建物への性能検証過程の理解促進に役立てることを狙って三編構成とした。

[第I編 既設建物の復性能検証過程]

既設建物の復性能検証(レトロコミッショニング)の基本的な概念については、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」に触れられているが、その具体的な枠組み内容については本書によって初めて明確にされたものと言える。これまでの本センターにおける性能検証に関する研究、蓄熱システムの保全・診断に関わる調査研究の蓄積に、米国の事例と国内における空気調和・衛生学会やBSCAの研究活動内での議論をもとに、既存の蓄熱式空調システムへのより効果的な運用を目指して作成したものである。

本マニュアルは、3つの章から成り立ち、第1章では復性能検証過程の位置づけと概要、第2章では復性能検証過程の解説、第3章では復性能検証過程を既存の蓄熱式空調システムに適用するための具体的手法が、様々な様式例とともに示してある。また、付録として、復性能検証を進める上で参考となる資料を示した。

- ◆第1章 蓄熱式空調システムと復性能検証
- ◆第2章 復性能検証過程の作業内容
 - 付録1 復性能検証計画書(例)
 - 付録2 現地調査確認様式(例)
 - 付録3 機能性能チェックリスト(例)
 - 付録4 熱源運用調査診断(例)
 - 付録5 蓄熱式空調システム性能調査診断(例)
 - 付録6 蓄熱システム改修のための負荷検証(例)

[第II編 既設建物の継続性能検証]

建築設備の性能検証では、新築建物の当初性能検証や既設建物の復性能検証が重要であるばかりか、建物の使用条件や運転条件、設備の性能の経年変化や劣化に適切に対応し、生涯に亘って設備性能の維持と運転制御の適正化を図るため、一度性能検証を実施した設備のフォローを継続的に実施するとともに、必要に応じて、再び再度性能検証を行う等、継続性能検証の導入の必要性が指摘されている。この継続性能検証の基本概念やプロセスについては、国際的にもその枠組みや基本概念についての議論が進められつつある。

本書は、前記までの新築建物の当初性能検証および既設建物の復性能検証に関する研究と、蓄熱システムの保全・診断に関わる研究の蓄積に加え、米国の事例と国内における空気調和・

衛生学会コミッショニング委員会における議論や BSCA の研究活動内での議論をもとに、既存の蓄熱式空調システムのより効果的な運用を目指して作成したものである。

本マニュアルは、7つの章から成り立ち、第1章では、空調設備における継続性能検証の目的と定義、意義と役割、第2章では建物維持管理と性能検証作業体制のあり方、第3章では常設組織によって実施される定常性能検証業務のプロセスと作業内容、第4章では、当初性能検証や復性能検証の実施後に臨時組織によって行われる再性能検証のプロセスと作業内容について述べている。これら、ある時点より開始された性能検証プロセスが、検証チームの構成と関わり方の変化や繰り返しの中で、総体として継続的に実施されるところに継続性能検証の意義がある。

第5章は、蓄熱システムの継続性能検証についての性能評価項目と評価指標について、運転記録とそのデータの評価についてまとめており、第6章では、蓄熱システムの異常・故障診断と対策の考え方を整理して示し、第7章では、蓄熱槽の性能診断で常に問題となる蓄熱槽の測定の実際と解析手法を述べた。これにより、既存の蓄熱式空調システムを継続的に適切に運転するための具体的手法が、継続性能検証というライフサイクルに亘る観点から示してある。また、最後に付録として蓄熱槽と蓄熱システムに関する用語集を掲載したのはこれまでと同様である。

◆第1章 空調システムと継続性能検証

性能検証過程の種類の中における、継続性能検証の位置づけ、既設建物に対する性能検証過程としての復性能検証と再性能検証と継続性能検証の関係を明確にすることによって、設備の運転管理と継続性能検証の関連、継続性能検証の目的と区分を明確にした。

◆第2章 建物の維持管理業務と継続性能検証

継続性能検証過程の前段にある、建物維持管理業務と作業概要を明らかにすることを試みた。そしてその業務内容と課題、維持管理体制と性能検証組織への展開を示唆することとした。

◆第3章 定常性能検証業務

日常の運転管理を性能検証という目的を明確にすることによって、継続性能検証過程の一環としての定常性能検証過程と定義づけ、その目的と定義、維持管理体制と検証組織、定常性能検証プロセスの構成を明確にした。そして定常性能検証の業務概要、その中で行う設備の状態監視と性能評価について述べた。

定常性能検証においても、当初性能検証過程或いは復性能検証過程からの引き継ぎとしての定常性能検証過程の開始に当たっての計画段階を経ることになる。そこで、計画フェーズと、具体的な保守管理チームの検証行為となる実施フェーズの作業内容について明らかにした。

◆第4章 再性能検証業務

再性能検証を、定常性能検証でオーバーフローする検証行為を専門家（性能検証責任者 CA あるいは性能検証技術者）の委託として行う、定期的ないし不規則の検証過程を再性能検証過程と定義した。従って継続性能検証過程は、定常性能検証と再性能検証とから成る。そこで本章では、再性能検証の目的と定義、性能検証チームの概要と役割、再性能検証プロセスの構成、再性能検証の業務内容について記した。そののち、再性能検証過程内のステップ

としての、計画フェーズ、調査フェーズ、実施フェーズ、確認フェーズの業務内容を説明した。

◆第5章 蓄熱システムの評価と管理指標

本章では、一般的に設備の運用管理と性能検証、設備の性能監視と性能評価について述べたのち、蓄熱システムに焦点を当てて、運用保全と性能検証のための管理・評価指標を列記した。評価対象は、熱源能力、蓄熱能力、蓄熱槽有効利用率、ヒートバランスと熱損失、水質と氷蓄熱の指数その他の蓄熱関連指標に亘る。

◆第6章 蓄熱システムの異常・故障診断と対策

本章では、継続性能検証行為の核心である異常・故障の診断と改善プロセスについて述べている。診断のプロセスとして一次診断による異常の特定と改善について述べ、定常性能検証における蓄熱式空調システムの不具合・検知診断ツール(C/E表など)の利用に触れる。次いで、再性能検証過程に属する二次診断による原因の特定と改善に関して、二次診断の作業フロー、測定計画、測定データの分析と原因の特定並びにチェックリストによる原因の特定方法について述べた。

改善の対象となるのは多くの場合パターン化されており、蓄熱コントローラの再設定、熱源機の容量制御の解除、熱源システムの制御温度の協調設定、一次側水圧制御の改善と改修、二次側水圧・負荷制御の改善・改修、一次側・二次側の制御温度の協調設定などでありそれに関して詳述した。

◆第7章 蓄熱槽の性能測定と解析法

本章では、蓄熱槽実測の性能評価を対象とし、連結型蓄熱槽、温度成層型蓄熱槽のそれぞれについて簡易並びに詳細実測と解析の手法について記述した。

[第Ⅲ編 蓄熱システムの異常診断支援ツール]

異状診断支援ツールの開発は、2000年に発足したIEAの国際共同研究「空調システムにおける不具合検知と診断」の中で水蓄熱システムの異常診断データベースの調査と体系化を行い、2003年に「蓄熱診断システムの開発検討」報告書を提出してこの作業を締めくくったものを、改めて内容を精査し充実させて、二種類の不具合検知・診断ツール(通称、中原モデルとマクロモデル)の運用マニュアルと言う形でこれを整備し、蓄熱システムのコミッショニングのための応用ツールとして編纂したものである。

本マニュアルは、3章から成り、第1章ではコミッショニングプロセスの全体系における異状診断ツールの位置づけを述べている。第2、3章が本編の主体で、前述の同じデータベースに基礎をおいたものを、2章はC/E表と称する因果関係を明確にした症状と原因対策検索ツールとして中原の実務及び研究体験を可能な限り注入しバージョンアップしたもの、3章は元のデータベースにまとめられた因果関係を忠実にエクセルのマクロ機能を利用しソートして原因絞り込みをするものである。それぞれの章において運用保全系マニュアルに記述した異状検知診断例への適用によりその有効性を確認した。さらに付録として、運用保全マニュアルに記載された不具合事象のツールによる同定を試みた。

◆第1章 コミッショニングプロセスにおける異常診断支援ツールの位置づけ

◆第2章 水蓄熱システムの不具合事項とその要因対策一覧(中原モデル)

◆第3章 不具合要因絞り込み支援ツール

付録1 ケーススタディ対処事例

6.9.3 プロセス管理ツール MQC 蓄熱版

MQC とは Model Quality Control Matrix の略で、図 6.6 のように、横軸にコミッショニングプロセスのフェーズ、縦軸にアспект(関連要目)を配置しマトリックスの各升目に関連データを埋め込んだもので、基本的な用途としては、コミッショニングのためのデータベースとしての用途と、特定プロジェクトのコミッショニングプロセス管理文書のアーカイブ(保管庫)としての用途との二様の利用がなされる。MQC 蓄熱版は蓄熱関連マニュアルの主要な情報を埋め込んだものである。

このツールは、蓄熱システムに関する情報を含めてプロジェクトの推進と管理に関する情報データベースである「HPTC 版 MQC」、新しいプロジェクトのコミッショニングプロセス実行用の、コンテンツを含まない白紙状態の White-MQC、及びプロジェクト実施例である CKK/MQC の三つが用意されているが、CKK 版については公開制が明確になっていないので、そのまま頒布は出来ない事を断っておく。

Commissioning Matrix		生産段階(Production Stage)					運転保守管理段階 (Operation & Maintenance Stage)			
		企画フェーズ (Program Phase) (Pre-Design Phase)		設計フェーズ (Design Phase)		工事発注フェーズ (Elaboration Phase)	施工フェーズ (Construction Phase)		運転フェーズ (Operation Phase) (Occupancy and Operations Phase)	
蓄熱システム Non-Residential Building		企画段階 (Program Step)	計画段階 (Planning Step)	基本設計段階 (Preliminary Design Step)	実施設計段階 (Working Design Step)	工事発注段階 (Elaboration Step)	施工段階 (Construction Step)	受渡し段階 (Acceptance Step)	受渡し後段階 (Post-Acceptance Step)	定常運転段階 (Post-Post-Acceptance Step)
アспект (Aspect)	定義(Definition)	キーワード (Phase Keyword)								
		フェーズ定義 (Phase Definition)								
		ステップ定義 (Step Definition)								
		CAの役割 (CA's Role)								
		活動内容(Actions)								
		組織(Organization)								
		要求事項 (Requirements)	基準/法規 (Standards/Regulations)							
			性能/規範 (Performance/Criteria)							
		コミッショニングツール (Commissioning Tools)	文書化ツール (Documentation Tools)							
			技術ツール (Technical Tools)							
			情報伝達ツール (Communication Tools)							
		購買/財務 (Purchase/Finance)	購買(外注、雇用) (Purchase)							
			資金繰り(Funding)							
	成果/文書化資料 (Outcome/Documentation)									
	その他(Others)									

図 6.6 コミッショニングプロセスとアспект(MQC の待受け画面)

6.10 氷蓄熱空調システムマニュアル等

本マニュアルでは、氷蓄熱式空調システムについて概論から方式の分類、計画設計方法について、設計例を示して解説している。また低温送風空調システムの設計方法と留意点、事例、各メーカーの製品ラインナップをそれぞれ分冊にして解説している。以下に概要を示す。

なお、6.10.1、6.10.5、6.10.6、6.12 については、「氷蓄熱式空調システムマニュアル」として4冊セットで販売している。

6.10.1 計画・設計編

◆ 第1章：氷蓄熱式空調システム概論

本章では、原論として氷蓄熱システムに関する基本的事項、氷蓄熱空調システムの方式と利点・欠点、経済性等について記述している。さらに、氷蓄熱空調システムの理論面として、

蓄熱槽の熱的特性についてまとめている。

また、計画・設計として、基本的な設計の流れ、蓄熱パターンの把握、各方式における計画設計時の留意点、熱源まわりの制御方法、配管・施工について記述している。なお、第1章の最後には、特に、初めて氷蓄熱システムを設計する方に向け、設計時の条件整理と氷蓄熱メーカーへの検討依頼事項をまとめたものを添付している。

◆第2章：氷蓄熱式空調システムの分類と比較

本章では、氷蓄熱式空調システムの分類と比較を行うとともに、各メーカーの氷蓄熱システムの容量分布（マップ）をまとめ、記述している。なお、各メーカーの製品ラインアップについては別冊の付録としてまとめている。

◆第3章：氷蓄熱式空調システムの計画・設計例

本章では、まず氷蓄熱式空調システムの計画に際しての留意点とし、蓄熱線図の必要性と蓄熱線図に記載すべき基本情報について解説を行っている。

次に、具体的な設計例として同一条件に基づき、現場施工型のスタティック内融式とスタティック外融式において低温送風システム、通常システム、蓄熱時間の変更、冷凍機・蓄熱容量等の条件を変えた場合、氷蓄熱ユニット方式、個別分散型氷ビルマルチ方式の場合で、メーカー検討を行い、冷凍機、蓄熱槽の機器選定から蓄熱線図を用いた年間の運転状態、熱源効率、エネルギー消費量、エネルギーランニングコストについて各方式毎にまとめ記述をしている。

【付 録】

- A. 用語集
- B. 氷蓄熱に関する JIS 規格
- C. コンピューターによるシミュレーションの活用例

6.10.2 氷蓄熱式空調システムマニュアル 現場築造型設計編

本マニュアルでは、現場築造型と呼ばれる氷蓄熱槽やシステム制御を現場に合わせて構築する氷蓄熱式空調システムについて、計画・設計の基本的な流れ、留意点、および設計例をまとめている。

◆第1章 氷蓄熱システムの分類と比較

現場築造型氷蓄熱式空調システムの種類とその特性を解説している。

◆第2章 氷蓄熱式空調システムの計画

建物の条件から方式や容量の選定、省エネルギー性・経済性の検討など基本計画について解説している。

◆第3章 氷蓄熱式空調システムの設計

氷蓄熱槽・熱源機・二次側空調システム・制御など現場築造型氷蓄熱式空調システムの設計および運転評価方法について解説している。

◆第4章 氷蓄熱式空調システムの導入例

導入例として東京電力技術開発センターを取り上げて解説している。

6.10.3 蓄熱システムの設計例集 I 事務所ビル（新設）の氷蓄熱システム

本マニュアルは氷蓄熱システムの設計例として新築事務所建物をモデルとしてまとめたも

のであり、別途発行されている「氷蓄熱式空調システムマニュアル(計画・設計編)」で示す手順に準拠し氷蓄熱システムの計画・設計を行っている。

◆第1章：モデル建物の設定と設計条件

約 7,800m² の事務所建物をモデル建物として設定し、熱源設備の選定候補を種々ある氷蓄熱システムの中から中央熱源方式であり一般的な3種類の氷蓄熱システムの比較検討を行っている。

◆第2章：空調機の選定

氷蓄熱式空調システムの二次側空調システムとして低温送風大温度差空調対応とし、各系統の空調機の選定と外調機の選定を行っている。

◆第3章：氷蓄熱空調システムの経済性

第1章で検討を行った3種類の氷蓄熱システムのほか、非蓄熱システムとの経済性比較(イニシャルコスト、ランニングコスト、電力消費量)、システム効率比較を行い、経済性等、総合的な観点より本モデル建物における採用システムとして「現場築造型氷蓄熱システム」を選定している。

◆第4章：自動制御システムと運転の考え方

設計例における氷蓄熱システムの自動制御システムと運転の考え方についてまとめている。

◆第5章：設計主旨書および操作説明書

選定した「現場築造型氷蓄熱システム」に関する設計主旨説明書としてその概要、また、操作説明書として運転制御について記述している。

【添付資料】

- 1.建築一般図
- 2.設備設計図

【付録】

- SI 単位換算値
- 用語集

6.10.4 蓄熱システムの設計例集Ⅱ 事務所ビル（リニューアル）の氷蓄熱システム

本マニュアルは「氷蓄熱式空調システムマニュアル(計画・設計編)」「氷蓄熱式空調システムマニュアル(低温送風空調システム設計編)」に沿って、延床面積 3,000m² 程度の中小規模の事務所建物にて非蓄熱システムから蓄熱システムへと転換したリニューアルモデル例を示している。

OA化に伴う竣工時からの熱負荷の増加とその偏在へ対応するため、

- ・空調ゾーニングを中央式→各階方式へ変更
- ・各階スペース確保と既存ダクト流用の観点から低温送風空調システムを採用
- ・現場築造型氷蓄熱システムを採用

といった特徴がある。

以下にマニュアルの構成を示す。

○基本計画

リニューアル工事の設計概要、基本計画

○設計計画

既存システムと改修システムの概要、熱負荷計算、空調設備の設計、熱源設備の設計、制御系の設計、設計主旨および操作説明書

○参考文献

【添付資料】

蓄熱システム関連図面

【付録】

6.10.5 事例図集

導入、検討用ツールとして、既設 7 事例についてまとめている。

6.10.6 メーカー製品ラインアップ

各氷蓄熱メーカーの製品ラインアップを「システム特徴」「標準製品の蓄熱容量範囲」「主な製品仕様」「推奨システムフロー」「納入実績」「問い合わせ先」等を取りまとめており、システム選定時の参考となるようにしている。

6.11 氷蓄熱関連のソフト

氷蓄熱関連のソフトは、下記の、企画フェーズの初期に活用できるように開発されたものとして、

(1) TES-FS (空調熱源簡易検討型プログラム)

(2) あいすクラブ (氷蓄熱システム計画・設計ツール)

の 2 種類があったが何れも内容が陳腐化、ないし最近の市況に合致していないので廃版となっている。ここではメモとして書き残して置くに留める。

氷蓄熱の本格的なシミュレーションプログラムとしては、6.7.2 の TESEP—W のオリジナルプログラムである TESP-ICE (中原) のアルゴリズムを組み込んだものとして、

(3) BEST-ICE(現場築造型アイスオンコイル型氷蓄熱槽最適設計ツール)

が有り(現在開発・検証中)これは当センターの WG の協力によって作成されたものであるが、本体は建築・環境省エネルギーセンターに所属しているため本技術基準の体系の中には含まれずこれもここに記述するだけに留める。

6.12 低温送風空調システムマニュアル 設計編

本書は氷蓄熱採用時の低温水を用いた大温度差低音送風空調について作られたものである。ただし、大温度差、低温空調の採用は氷蓄熱採用時に限らず、水蓄熱でも非蓄熱でも可能な場合は利用が推奨される技術であるので、共通テーマとして掲げた。

◆第 1 章：はじめに

◆第 2 章：低温送風空調システムのメリット

低温送風空調システムのメリットとして、経済的な空調システムの実現、ランニングコスト、省エネルギーの実現、低湿度環境の実現の観点から解説をしている。

◆第 3 章：低温送風空調システムのメリット

低温送風空調システムを設計する上でポイントとなる、建築計画、熱負荷計算、空調システム計画、搬送システム計画について留意点を解説している。また、低温送風に必要な、氷蓄熱槽の水温特性についても留意点を記述している。

【付録】

- 事例：東京電力技術開発センター（新築）
- カプコン研究開発ビル（新築）
- 東京電力豊島支社（リニューアル）

6.13 蓄熱システムの熱源機器に対する騒音対策マニュアル

蓄熱システムに限ったことではないが、特に夜間運転を主体とする蓄熱システムでは屋上に多く設置される空気熱源ヒートポンプの騒音伝播が敷地境界を越えて近所の騒音公害に発展することが少なくない。騒音防止条例に基づく敷地境界線における上限値を下回る値であっても、現実に近所の住宅等において苦情が出るようでは蓄熱システムの普及にも支障が出てくる。また、騒音対策手法のために熱的特性の低下を来たすこともあるから、当初から設計に織り込まねばならない。

本マニュアルは前後に基礎編と実務編を配置し、基礎編では音と振動の物理、防音防振の基礎並びに騒音規制と室内騒音基準について解説した。実務編においては広く営業的目的、設計者向けの両方の希望を満たすために簡易評価法と詳細計画法とを、それぞれマップ法、パターン法および詳細計算法として紹介した。マップ法は、敷地境界における規制値の大きさに応じた、機種の大きさや敷地境界線からの距離によるマップを作成し、大雑把に騒音対策の必要性の程度を判定できるようにしたもの、パターン法は機械の設置スタイルと受音点との幾何学的位置関係を分類してパターンを作り、パターンごとに適切な防音防振対策を図表にて示したものである。計算法は実施設計に当たって防音防振構造を数値的に計算するためのものである。

◆ 1. 本マニュアルの構成と使い方

基礎編

◆ 2. 音・振動の基礎事項

音と振動の物理特性、伝播と減衰の機構、並びに設計目標値について解説している。

◆ 3. 騒音・振動の低減方法

遮音と吸音、防振について原理と応用を記す。

実務編

◆ 4. 騒音・振動対策マニュアル

簡易対策法として、熱源機の冷房能力によって機器発生騒音を、また、機器より受音点に至るまでに必要な対策を、対策不要と対策不能を含めて7種類にパターン化し、地域規制値の厳しさごとに熱源能力と距離に対して対策種類を選ぶマップを作成した。その前提条件は付録に記述されている。

より精度の高い方法として、音源、振動源となる機器の位置と周囲の状況によってパターン化した防音構造から設計留意事項を選択するものがある。最も精度の高い方法として理論計算法を用いる「計算法」を最後に示した。

◆ 5. 具体例とその評価

マップ法、パターン法および計算法を用いて防音対策を判定した三つの事例を示した。

資料編

1. 主な室内騒音の評価指標
 2. 東京都「都民の健康と安全を確保する環境に関する条例」(抜粋)
 3. 騒音規制法に基づく規制基準の都道府県・指定都市別設定状況
 4. 騒音規制法の体系
 5. 遮音材料(塀の材料メーカーリスト)
 6. 消音器(消音器のメーカーリストと施工例)
- 付録1 マップ法で使用するマップ作成の前提条件
- 参考文献・引用文献リスト

6.14 蓄熱式空調システムにおける水質保全設計・管理マニュアル

蓄熱システムに特有のデメリット或いは注意事項として、何らかの要因によって、配管・機器に腐食やスケール等の進行を招く、水質保全対策の不完全による問題が生じることも少なからずあったことは事実であり、これら予測困難とされて来た水質問題への設計・施工・運転管理における見落としや放置が、蓄熱システムの評判を落とすこともあったことは否めない。

水を媒体とする蓄熱システムにおける水質の悪化に基づく腐食やスケール・スライムの発生による水搬送系統並びにそれに接続された機器類への悪影響は早くから現象として現れ、その都度対策が施され、それを防止する知見が局所的に散在する形で蓄積されてきた。不具合要因は設置場所の周辺環境(補給水原水の水質、周辺土壌汚染と地下水漏入など)、配管や機器材料の組合せと要素素材の利用(表面積)比率、蓄熱槽の構造(断熱防水材料、開放密閉の差、周囲雰囲気と空気浸入の大小など)に依存するところが多く、一見したところ再現性の不十分なことが多く、現象と対策を体系的に整理することが困難であったことから、過去に技術の集大成が十分には行われてこなかった。本技術マニュアル体系の中で一つ空いていた穴でもあり、ここに理論と実際を整理し、現象を説明し原因を特定できて予防手段を採用できるように共通の知識を集約することとしたものである。

本マニュアルは、二段階の作業を経て纏め挙げられた。第一段階では不具合とその対策事例の収集提示、それに対する理論的根拠を解明する研究論文の収集、実際の解決手段の提示・討論に基づく集大成、施工・運転管理技術の現状のレビューなどを行った。

第二段階ではその討議内容と資料により、一般の蓄熱システム設計・施工・保守管理技術者向けに再編成を行った。すなわちコミッシングプロセスに基づき、水質保全管理の必要性を設計時点より明らかにして、配管腐食等の不具合が起きないように、例えば配管種別の選択、断熱・防水剤と工法を選択、二次側水システムの酸素溶存要因の排除計画、運転保守への配慮など、その背後にある理論的背景を理解しつつ、実プロジェクトにて与えられた企画・設計要件書(OPR)に基づいて適正な水質保全のための予防手段を整えることを可能とするためのマニュアルとしてまとめ直したものである。

◆ 1. 蓄熱システムの水質保全設計・管理の意義と計画のプロセス

水質保全プロセスの概要を述べている。

◆ 2. 蓄熱システムの水質保全・腐食防止設計

水質保全・腐食防止設計のフローを示し、本書の章節との対応を図っている。

◆ 3. 金属配管の腐食理論と現象

腐食の物理化学的原理を示し、腐食の種類、水質要因との関係、水質管理基準値と腐食性判定法について述べている。

◆ 4. 断熱防水工法と水質汚染

水質汚染原因の一つである建築要素として断熱防水工法材料との関係を述べ、また、湧水処理の方法について詳述する。

◆ 5. 配管材料と耐食性

配管の腐食原理と様態、配管選定上の注意事項について述べている。

◆ 6. 酸素溶存とシステム要因

腐食環境要因として必須の溶存酸素の増加の要因である、開放水面の問題、2次側システム配管系からの空気侵入の問題について述べる。

◆ 7. 腐食要因の抑制対策

酸素溶存を防ぐ水面遮蔽法、酸素濃度測定法、水からの溶存酸素脱気法、ならびに腐食抑制材による配管保護法について述べる。

◆ 8. 水質保全の保守・管理

日常的な水質保全管理について述べている。

6.15 蓄熱技術研修会 初級テキスト

蓄熱式空調システムの普及啓発活動の一環として空調設備に従事されている技術者（設計者・運転管理者他）を対象として開催されている蓄熱技術研修会では、前述のマニュアルやプログラムを使用しているが、初級コースでは独自のテキストを用いているので、その概要を下記に示す。

6.15.1 やさしい蓄熱式空調システムの計画法（水蓄熱・初級コース）

「はじめての方でもすぐにつかえるやさしい蓄熱式空調システムの計画法」は、蓄熱の初心者を対象に蓄熱技術研修会のテキストとして、水蓄熱式空調システムの概要と計画にあたって最低限必要と思われる基本的な知識について解説したものである。

そういった観点から本書は、①日最大冷暖房負荷から「蓄熱バランス図」を作成することで熱源容量と蓄熱槽容量をバランスよく計画する手法と、②性能評価のために水蓄熱方式と対比する非蓄熱方式双方の年間消費エネルギー量とCO₂排出量の簡易算定手法について重点的に解説している。

◆ I. 蓄熱式空調システムのやさしい知識

1. 蓄熱式空調システムの計画・設計のポイント
2. 蓄熱式空調システムの原理と特長
3. 蓄熱式空調システムの高効率運転

◆ II. 蓄熱バランス図を用いた蓄熱式空調システムの計画

4. 蓄熱式空調システムの計画・設計フロー
5. 設計用日積算熱負荷の算定（冷房）
6. 設計用日積算熱負荷の算定（暖房）
7. 蓄熱バランス図を用いた蓄熱式空調システムの計画（冷房）

8. 蓄熱バランス図を用いた蓄熱式空調システムの計画（暖房）
9. 年間積算熱負荷の算定
10. 年間消費エネルギー量の算定
11. ランニングコスト・環境負荷の算定

◆III. 資料編

12. 蓄熱運転パターンの違いによる考察
13. 蓄熱バランス図【運転時間 17h（ピークカット）】
14. 蓄熱バランス図【運転時間 24h（蓄熱時間延長）】
15. 蓄熱バランス図【運転時間 10h（全蓄熱運転）】
16. 蓄熱式空調システムの概要
17. 蓄熱式空調システムの運転効率の考察
18. 年間降順ソート△モデルとシミュレーション
19. 年間積算熱負荷降順ソートの応用
20. 蓄熱バランス図【空気調和・衛生工学会版】との比較（冷房）
21. 蓄熱バランス図【空気調和・衛生工学会版】との比較（暖房）
22. 氷蓄熱式空調システムでの蓄熱バランス図

6.15.2 やさしい氷蓄熱式空調システムの計画法（氷蓄熱・初級コース）

「はじめての方でもすぐにつかえるやさしい氷蓄熱式空調システムの計画法」は、蓄熱の初心者を対象に蓄熱技術研修会のテキストとして、氷蓄熱式空調システムの概要と計画にあたって最低限必要と思われる基本的な知識について解説したものである。

そういった観点から本書は、①「蓄熱バランス図」を作成することで熱源容量と蓄熱槽容量をバランスよく計画する手法と、②性能評価のために氷蓄熱方式と対比する非蓄熱方式双方の年間消費エネルギー量とCO₂排出量の簡易算定手法について重点的に解説している。

同種のテキストである氷蓄熱方式の「はじめての方でもすぐにつかえるやさしい蓄熱式空調システムの計画法」（6.15.1）との違いは、氷蓄熱方式の場合が、設計者がまず運転時間を決定して蓄熱バランス計算を進めていくのに対し、本書では氷蓄熱ユニットを例に取り上げており、定格日量冷却能力から決定した氷ユニットが最大熱負荷日にどのように運転するかを検証して、年間消費エネルギーの計算へと展開している。

◆I. 氷蓄熱式空調システムのやさしい知識

1. 蓄熱式空調システムの導入に向けての基本的な考え方
2. 蓄熱式空調システムの特徴(1)
3. 蓄熱式空調システムの特徴(2)
4. 蓄熱式空調システムの基本計画(1)
5. 蓄熱式空調システムの基本計画(2)
6. テキストで対象とする氷蓄熱式空調システム

◆II. 蓄熱バランス図を用いた氷蓄熱ユニットシステムの計画

7. 氷蓄熱ユニットシステムの計画・設計フロー
8. 設計用日積算熱負荷の算定(冷房)

9. 設計用日積算熱負荷の算定(暖房)
10. 蓄熱バランス図を用いた氷蓄熱ユニットシステムの冷房計画
11. 蓄熱バランス図を用いた氷蓄熱ユニットシステムの暖房計画
12. 年間積算熱負荷の算定
13. 氷蓄熱ユニットシステムの年間消費エネルギー量の算定
14. 非蓄熱式システムの年間消費エネルギー量の算定
15. 二次側空調システムの年間消費エネルギー量の算定
16. 空調システム全体の年間消費エネルギー量の算定
17. ランニングコスト・環境負荷の算定

◆III. 資料編

18. 年間積算熱負荷の応用
19. ピークカットモードによる運転制御パターン
20. 氷蓄熱ユニットシステムのピークカットモードによる冷房計画
21. 個別分散型氷蓄熱空調システムの部分負荷日の運転
22. 個別分散型氷蓄熱空調システム運転モードと動作
23. 蓄熱バランス図を用いた個別分散型氷蓄熱システムの冷房計画
24. 蓄熱バランス図を用いた個別分散型氷蓄熱システムの暖房計画
25. 年間積算熱負荷の算定(個別分散型氷蓄熱システム)
26. 個別分散型氷蓄熱システムの年間消費エネルギー量の算定

6.16 「建築設備設計基準(茶本)」のうち

ヒートポンプ・蓄熱システム技術解説研修会テキスト

「建築設備設計基準」(いわゆる茶本)は設計者をはじめとした多くの技術者に活用されており平成21年度版ではヒートポンプ・蓄熱システムの設計資料が大幅に見直しされた。これに伴い、理解浸透を目的とした技術解説研修会を開催するため本テキストを作成した。

本テキストはヒートポンプ・蓄熱システムの設計マニュアルなどを元にして茶本を解説したものであり、写真や図を多用し、理解しやすいように構成している。さらに蓄熱システムに特有な技術用語は抜き出して解説するなど、本書で完結するように極力利便性に配慮している。

◆I. 地球温暖化防止対策の政策とヒートポンプ・蓄熱システム

◆II. 建築設備設計基準における蓄熱設計の解説

「第4編 第2章 第16節 水蓄熱システム」

「第4編 第2章 第17節 氷蓄熱システム」

「第7編 第2章 第5節 蓄熱槽の監視及び制御」

◆III. モデル施設(事務所)による設計例

設計例1 10,000 m²における水蓄熱方式+氷蓄熱方式(個別分散方式)

設計例2 3,000 m²における氷蓄熱(ユニット方式)

6.17 資料

6.17.1 蓄熱運転実態調査(第一期)

「氷蓄熱システム(セントラル方式)運転実態調査報告書」として平成15年に公開されたも

の1970年代竣工の水蓄熱を含み、1990年代の水蓄熱システムを中心に実績解析を行い、統一したフォーマットによって比較評価を行った。

これは国の補助金調査研究課題として実施されたもので、4年間に亘って現場築造型セントラル式及びユニットセントラル式の水蓄熱システムの運転実態、システムの成績係数、製氷・解氷・追従運転制御方式などに関する詳細評価を行った。そして最終年度には物件ごとに過年度計測・解析データを比較検討し、改善提案をとりまとめ、水蓄熱空調システム高効率化へ向けての方策の提言を行うと共に、社会啓発のための公開版を作製し公表したものが本書である。

- ◆第1章：調査概要
- ◆第2章：評価の方法
- ◆第3章：水蓄熱機器に関する評価
- ◆第4章：実態調査事例の概要
- ◆第5章：実態調査結果の評価
- ◆第6章：水蓄熱の最適化に向けて
- ◆終章：評価の統括と蓄熱最適化への将来展望

6.17.2 蓄熱運転実態調査(第二期)

「蓄熱実績調査(2009年度版)」として2010年9月に纏められた。上記の第一期の調査後、社会・経済情勢の変化、電力需給状況の変化、省エネルギー化・温暖化物質削減の強化に伴って、蓄熱システムのさらなる効率向上の傾向が進展し、センターによる蓄熱技術基準の整備と研修活動の活性化、熱源機器の効率向上、水蓄熱システム機器の淘汰が行われ、今後さらなる蓄熱システムの展開を策定するために改めて最近の物件の実績調査を行うことが望ましいと、平成20年度より新しい物件について再調査を実施し、新築物件と改修物件について書式を整えての集成を実施した。今回の調査の特徴は、大型の物件を含むこと、水蓄熱、氷蓄熱、新築、既設改修を含むバラエティーに富むこと、BEMSより通常の管理により得られるデータによる解析結果によること、などである。

前回の実態調査時に比すればシステムの企画や設計、運転管理における認識の高まり、当センターの技術基準や研修を通じての社会啓発の効果もあつてか、熱源機器の成績係数にしても予想性能を大幅に下回ると言う現象は見られなかったのは大きな進歩である。運転管理の最適化による性能向上という点に関しては今回特に焦点を当てていないが、当然その実態も踏まえての実績であると理解できる。本調査資料は、センターには資料としてのみ保管されている。

- ◆第1章：蓄熱実績調査の目的とまとめ
- ◆第2章：蓄熱実績調査(新築)
- ◆第3章：蓄熱実績調査(改修、非蓄熱→水蓄熱)
- ◆第4章：蓄熱実績調査(改修、非蓄熱→氷蓄熱)
- ◆第5章：蓄熱実績調査(改修、水蓄熱→水蓄熱)
- ◆第6章：蓄熱実績調査(改修、水蓄熱→氷蓄熱)

6.17.3 異状診断データベース

一連の異常検知・診断ツール作成の共通のデータベースである。特に6.7.4(2)のツールはこのデータベースをシステム化したものである。報告書としてはH13.3付けの「異常検知デー

データベースの作成」と H14.3 付けの「異状診断データベースのシステム化検討」が該当する。センターには資料としてのみ保管されている。

6.17.4 用語集

下記の分類に基づき、蓄熱の標準用語集を纏めた。最新版は 2015.7 日付のものである。

- ◆ 1. 蓄熱方式全般に関するもの
- ◆ 2. 蓄熱モードに関するもの
- ◆ 3. 蓄熱運転モードと運転サイクルに関するもの
- ◆ 4. 蓄熱量と蓄熱状態に関するもの
- ◆ 5. 蓄熱の効率性に関するもの
- ◆ 6. 蓄熱モデル・温度モデルに関するもの
- ◆ 7. 蓄熱槽の形態・形式・用途に関するもの
- ◆ 8. 氷蓄熱の方式に関するもの
- ◆ 9. 各種温度に関するもの
- ◆ 10. 制御に関するもの
- ◆ 11. 配管方式・配管システムに関するもの
- ◆ 12. 機器とその容量・動力に関するもの
- ◆ 13. 蓄熱槽構造物・内装品に関するもの
- ◆ 14. 負荷に関するもの
- ◆ 15. システムの評価指数に関するもの
- ◆ 16. 電力および電気料金に関するもの
- ◆ 17. その他

上記の分類別ごとに五十音順に並べているが、利用者の便のために、分類別を貴重としつつ関連テーマをまとめた「分類別・テーマ別」、及び分類を無視してすべての用語を五十音順に並べた「全五十音順」のシートを付してある。