

目次

第1章 建築設備機器のサービス・メンテナンス総論 [高草木 明] 1

1.1 サービス・メンテナンスの定義	2
1.1.1 背景	2
1.1.2 「サービス・メンテナンス」の語義の明確化	2
1.1.3 「サービス・メンテナンス」の役割と課題	2
1.2 建物のメンテナンス	3
1.2.1 ビル管理とビルメンテナンス	3
1.2.2 ビルメンテナンス業務の実態	4
1.3 情報提供と提案による顧客満足度向上	9
1.4 サービス・メンテナンスの業容拡大	9
1.4.1 メーカー技術主導型の空調設備における業容拡大	9
1.4.2 拡張サービス・メンテナンス・アト・リスク契約	9

第2章 熱源機器

2.1 遠心冷凍機	[市岡丈彦] 14
2.1.1 遠心冷凍機の動作原理と構造	14
2.1.2 据付・試運転における注意事項	17
2.1.3 保守管理	18
2.1.4 保守契約と遠隔監視システム	24
2.1.5 関連法規	25
2.2 吸収式冷凍機	[染矢耕一] 27
2.2.1 概要	27
2.2.2 吸収式冷凍機の原理	27
2.2.3 保守管理項目	29
2.2.4 保守点検	31
2.2.5 省エネルギー運転	32
2.2.6 耐久性と信頼性	33
2.2.7 リサイクルと廃棄時の取扱い	33
2.2.8 関係する法規や規格	33
2.2.9 ガス吸収冷凍水機講習会と参考資料	33
2.3 チリングユニット	[菊地昭治] 35
2.3.1 種類と特長	35
2.3.2 構造	36
2.3.3 運転制御	38
2.3.4 容量制御	39
2.3.5 選定・使用上の注意事項	39
2.3.6 据付時の注意点	41
2.3.7 保守・点検	42
2.3.8 トラブルシューティング	42
2.3.9 遠隔監視保守	42
2.4 炉筒煙管ボイラ	[林 義夫] 47
2.4.1 据付と現地試運転開始までの保存	47
2.4.2 取扱責任者の責務と日常点検	48

2.4.3 ボイラに異常が認められたときの対応と処置	49
2.4.4 ボイラの省エネルギー運転	50
2.4.5 関係法規と規格	50
2.5 小形貫流ボイラ	[原 修二] 52
2.5.1 概要	52
2.5.2 点検	53
2.5.3 メンテナンス	53
2.5.4 廃棄時の取扱い	56
2.5.5 おわりに	56
2.6 ヒートポンプ給湯機	[赤星 信次郎] 57
2.6.1 動作原理	57
2.6.2 機器要目表	57
2.6.3 据付・設置時の留意点	57
2.6.4 警報と運転管理	60
2.6.5 定期点検	60

第3章 空気調和機器

3.1 エアハンドリングユニット	[吉川信二] 64
3.1.1 ユニットの分類	64
3.1.2 ユニットの構造	64
3.1.3 機器の据付け	67
3.1.4 保守点検	67
3.2 VAVユニット	[吉川信二] 71
3.2.1 ユニットの分類	71
3.2.2 ユニットの構造	71
3.2.3 保守点検	71
3.3 ファンコイルユニット	[吉川信二] 72
3.3.1 ユニットの分類	72
3.3.2 ユニットの構造	72
3.3.3 機器の据付け	73
3.3.4 保守点検	73
3.4 パッケージエアコンディショナ	[菅 真己] 75
3.4.1 パッケージ形空調機の点検・整備効果について	75
3.4.2 パッケージ形空調機について	76
3.4.3 定期点検	77
3.4.4 空調機の整備（オーバーホール）	81
3.4.5 保守契約	83
3.4.6 空調設備遠隔監視システム	83
3.4.7 おわりに	83
3.5 ガスエンジンヒートポンプ	[佐治 武] 84
3.5.1 据付・施工	84
3.5.2 定期点検	84
3.5.3 標準使用期間	86
3.5.4 トラブルシューティング	87
3.5.5 保守契約	87

3・5・6	法令関係	87	5・3	送風機	[山本正夫] 120
3・5・7	おわりに	87	5・3・1	分類、構造、動作原理	120
第4章 冷凍冷蔵機器		89	5・3・2	据付時の注意点	121
4・1	コンデンシングユニット		5・3・3	点検項目	122
	[澤田龍雄・井汲米造・西川 弘] 90		5・3・4	異常の現象、原因と対応策	123
4・1・1	凝縮器の形態と圧縮機による分類	90	5・3・5	省エネルギー運転手法	124
4・1・2	据付から始動前の運転準備	91	5・3・6	寿命と信頼性について	124
4・1・3	容量制御と保護制御	92	5・4	プレート式熱交換器	[平井美敏] 126
4・1・4	日常点検と保守管理	95	5・4・1	基本構造	126
4・1・5	あとがき	96	5・4・2	プレート式熱交換器の特長	126
4・2	ショーケース	[澤口龍雄・井汲米造・渡辺忠輝] 98	5・4・3	メンテナンスの必要性	128
4・2・1	ショーケースの分類	98	5・4・4	メンテナンスメニュー	129
4・2・2	ショーケースの構造	98	5・5	シェルアンドチューブ熱交換器	[村田邦夫] 132
4・2・3	運転制御とトラブルチェック	99	5・5・1	構造・形式	132
4・2・4	クレンリネスからのメンテナンス	100	5・5・2	使用材質	133
4・2・5	省エネルギー推進からのメンテナンス	100	5・5・3	選定方法	133
4・3	業務用冷蔵庫	[鈴木義康] 102	5・5・4	施工における留意点	133
4・3・1	分類、構造	102	5・5・5	保守管理の重要性	134
4・3・2	据付時の注意点	103	5・6	全熱交換器	[岡野浩志] 136
4・3・3	点検項目、メンテナンス	103	5・6・1	概要	136
4・3・4	故障診断	104	5・6・2	全熱交換器の構造と原理	136
4・3・5	保守契約、サービス体制	104	5・6・3	計画時の注意点	136
4・3・6	廃棄時の取り扱い	104	5・6・4	搬入時の注意点	138
4・3・7	省エネルギー運転手法	104	5・6・5	据付上の注意点	138
4・3・8	法規、規格	105	5・6・6	点検・保守	139
第5章 補機類		107	5・6・7	リサイクルと廃棄時の取り扱い	140
5・1	冷却塔	[高岡昭典] 108	5・7	加湿器	[平山靖久] 142
5・1・1	原理	108	5・7・1	加湿器の分類、構造	142
5・1・2	分類・特徴	108	5・7・2	細霧式加湿器	142
5・1・3	構造	108	5・7・3	気化式加湿器	143
5・1・4	冷却塔据付時の注意点・水平度	109	5・7・4	蒸気式加湿器	144
5・1・5	点検項目	109	5・7・5	省エネルギーの加湿法	145
5・1・6	定期点検	111	5・7・6	加湿器および加湿運転に関する法規	145
5・1・7	水質管理	111	第6章 診断・処理技術		147
5・1・8	異常現象への対処	112	6・1	水処理	[内田隆彦] 148
5・1・9	リサイクルと廃棄時の取り扱いについて	112	6・1・1	冷却水系	148
5・1・10	冷却塔の省エネルギー対応	112	6・1・2	冷温水系	154
5・1・11	寿命と信頼性	115	6・1・3	ボイラ水系	154
5・1・12	関係する法規	115	6・1・4	給水・給湯水系の障害と対策	157
5・2	ポンプ	[磯部英次] 116	6・1・5	化学洗浄	157
5・2・1	ポンプの構造や原理	116	6・1・6	おわりに	158
5・2・2	ポンプの性能	116	6・2	管洗浄	[奥村 学・市原和好] 159
5・2・3	ポンプの要項と選定	117	6・2・1	化学洗浄の流れとポイント	159
5・2・4	ポンプの省エネルギー運転	118	6・2・2	汚れと洗浄剤	162
5・2・5	ポンプのメンテナンス	119	6・2・3	主な洗浄法	163
5・2・6	おわりに	119	6・2・4	洗浄剤の選定方法	163
			6・2・5	洗浄剤による腐食	164
			6・2・6	中和防食剤	165
			6・2・7	おわりに	165

6.3 非破壊検査 [柿崎文雄] 167	7.6 半導体工場 (冷熱源設備の省エネルギー化と性能維持) [杉山浩美・永岡真紀] 212
6.3.1 渦流探傷検査 167	7.6.1 省エネルギー指向の冷熱源設備 212
6.3.2 超音波探傷検査 169	7.6.2 省エネルギー指向の熱源設備の構築 212
6.3.3 回転子と固定子の劣化診断 171	7.6.3 継続的な検証と改善 213
6.3.4 おわりに 172	7.6.4 計測とエネルギー管理 214
6.4 冷媒回収 [河西詞朗] 176	7.6.5 おわりに 218
6.4.1 フロン冷媒と地球環境 176	7.7 冷凍冷蔵倉庫 [古田 修] 219
6.4.2 フロン回収・破壊法 176	7.7.1 冷凍冷蔵倉庫の設計 219
6.4.3 高圧ガス保安法 180	7.7.2 冷凍装置の運転管理 220
6.4.4 フロン回収とその他の関係法令 181	7.7.3 冷凍装置の異常と保護装置 221
6.4.5 安全な冷媒回収作業 181	7.7.4 冷凍装置の保守管理 221
6.4.6 効率的な回収作業 182	7.7.5 荷捌き室の温度と湿度管理 222
6.4.7 おわりに 184	7.8 地域冷暖房 [山本貴英] 223
第7章 冷凍空調システムのメンテナンス事例 ... 185	7.8.1 概要 223
7.1 サービス・メンテナンスと活用事例 [渡辺 健一郎] 186	7.8.2 ボイラ設備の保守管理事例 224
7.1.1 期待されるメンテナンス 186	7.8.3 冷凍機の保守管理事例 225
7.1.2 効果的なメンテナンス事例 186	7.8.4 CGSの保守管理 226
7.2 事務所ビル [市橋通訓] 188	7.8.5 冷却塔の保守管理 227
7.2.1 事務所ビル維持保全の目標 188	7.8.6 地域導管の保守管理 228
7.2.2 事務所ビルの維持管理の合理化を支援する BEMS の活用 188	7.8.7 省エネルギーを考慮した設備更新事例 228
7.2.3 予防保全による信頼性向上と故障発生削減 189	7.8.8 おわりに 229
7.2.4 事後保全と故障時対応の問題 192	7.9 研究所 [掛川敏正] 230
7.2.5 竣工から始まる設備機器の機能劣化への対応 192	7.9.1 建物概要 230
7.3 ホテル [渡辺俊博] 196	7.9.2 運用管理体制 230
7.3.1 設備の保守管理と運転管理 196	7.9.3 BEMS データの活用 230
7.3.2 宴会場空調機の冷房能力の向上 196	7.9.4 継続的な快適性の維持 230
7.3.3 客室空調機の全面改修による客室空調能力の向上 198	7.9.5 熱源システムの運転管理とその効果 230
7.3.4 輻射熱による室温上昇を散水装置により低減 198	7.9.6 空調システムの運転管理とその効果 232
7.3.5 高層熱源系統フリークーリングによるコスト削減 199	7.9.7 照明システムの運用調整とその効果 232
7.3.6 駐車場排気ファンの制御更新による電力エネルギーの削減 199	7.9.8 運転管理・保守管理・エネルギー管理 233
7.3.7 厨房空調機によるフリークーリング 200	7.9.9 まとめ 233
7.3.8 客室空調機の最適化制御導入 200	7.10 BEMSによるメンテナンス [宮崎友昭] 234
7.3.9 宴会場外調機の制御変更による蒸気使用量の削減 202	7.10.1 保全管理のための BEMS 情報活用プロセス 234
7.4 百貨店 [田中秀和] 204	7.10.2 BEMS 管理情報のあり方 235
7.4.1 建物と設備の概要 204	7.10.3 BEMS による性能管理 236
7.4.2 メンテナンスの進め方 204	7.10.4 BEMS によるエネルギー管理 238
7.4.3 省エネルギーへの取り組み 205	7.10.5 BEMS 活用のための課題 240
7.4.4 法規制への対応 207	7.11 遠隔監視によるメンテナンス [関根 勉] 241
7.5 総合図書館 [中村 聡] 208	7.11.1 遠隔収集データを活用したメンテナンス事例 241
7.5.1 建物と設備の概要 208	7.11.2 エネルギー管理への展開 243
7.5.2 熱源機械室のチューニング 208	7.11.3 合理的なエネルギー管理のしくみづくり 245
7.5.3 チューニングの成果 211	
7.5.4 省エネルギーの条件 211	
	コラム一覧
	コラム 1 MSDS 制度 11
	コラム 2 自然冷媒 (Natural Refrigerant) 12
	コラム 3 冷凍機油 (Refrigerating Machine Oil) 34
	コラム 4 冷凍トン (Refrigerating ton) 46
	コラム 5 リノベーション (Renovation) 51

コラム6	ヒートアイランド (Heat Island)	56	コラム19	最近の気化式加湿器の動向とメンテナンス	146
コラム7	温度勾配 (Temperature Glide)	62	コラム20	IPF (Ice Packing Factor)	158
コラム8	フリークーリング (Free Cooling)	70	コラム21	CASBEE 建築物総合環境性能評価システム	166
コラム9	衝突噴流冷却	71	コラム22	浸食 (Inlet Attack)	174
コラム10	エアバリア方式	74	コラム23	LOHAS	187
コラム11	再熱除湿	88	コラム24	熱電素子 (Thermoelectric Element)	195
コラム12	レジオネラ菌	105	コラム25	銅メッキ現象 (Copper Plating)	203
コラム13	圧縮比 (Pressure Ratio, Compression Ratio)	106	コラム26	トランスヒートコンテナ	229
コラム14	屋上緑化	114	コラム27	エラストマー (ELASTOMER)	240
コラム15	バイオマスエネルギー	125	コラム28	講演会報告記：ライフサイクルマネジメントの視点 からみた冷凍空調・熱源設備のメンテナンスのあり方	247
コラム16	通年エネルギー消費効率 (APE)	131			
コラム17	応力腐蝕割れ (Stress Corrosion Cracking)	135			
コラム18	磁気冷凍	141			

第1章

建築設備機器のサービス・メンテナンス総論

1.1 サービス・メンテナンスの定義

1.1.1 背景

「サービス・メンテナンス」という用語は、製造業においては、一般に、工場における「設備保全」に対して、顧客に納入した機器を巡回点検する保全業務などに当てられている。比較的広く用いられている用語ではあるが、その定義は見当たらない。また、由来も不明である。

アメリカでも“Service Maintenance”という用語は用いられているが、日本の製造業で使用されている上記のような意味とは隔たりがある。例えば、ある求人広告では、Service worker と Maintenance worker の仕事の領域を Service Maintenance と呼んでおり、Maintenanceの種類を指してはいない。すなわち、サービス・メンテナンスは、日本国内の製造業界においてのみ通用する用語である。建築設備機器メーカーの業界でもこの用語は長年にわたり使用され、特定の技術領域を形成してきた。この点を尊重し、「サービス・メンテナンス」の語義をあらためて明確にしたうえで、本書の対象とする領域を指す用語とすることとした。このことは、本書の出版を企画し編集を担当する日本冷凍空調学会サービス・メンテナンス推進分科会の合意とした。更に、学会の出版物のタイトル等に使用する用語としての妥当性について、2008年度日本冷凍空調学会年次大会ワークショップWS-3「サービス・メンテナンスの推進」¹⁾において議論した²⁾。

サービス・メンテナンスとは、「サービスとして行うメンテナンス」という説もあるらしい。納品した責任上、仕方なく担う保全といった後ろ向きのニュアンスである。本分科会ではこのような捉え方を排し、今後の発展を意識した位置づけを与えることを旨とした。

1.1.2 「サービス・メンテナンス」の語義の明確化

「サービス」には様々な意味があるが、JISオペレーションズリサーチ用語では、「要求に応じること」と定義されている。自社の所有する機器ではなく、他社の所有機器を求めに応じてメンテナンスすることが、基本的なサービス・メンテナンスの意味といえよう。

求められるメンテナンスには、予め計画された周期などによる予防保全的な点検、整備等があり、また、事後保全的な故障修復、予知保全的な欠陥の修復がある。

他社の所有機器とは、原則的に当該社が製造し納入したものであることは当然である。この場合、メンテナン

スに適用する技術は、製造のための技術に基づいたものとなり、製造会社がメンテナンスを担当する重要な利点である。製造会社にとっては、このようなメンテナンスを担当することにより自社のブランドを守り、また、製造技術のノウハウを守ることにもなる。客先訪問の機会対象機器の使用期間に対応し長期に及ぶ。客先を訪れて行う作業であるから、営業の役割も担うことができる。客先訪問の機会対象機器の使用期間に対応し長期に及ぶ。

以上、まとめると、「サービス・メンテナンス」とは、「製造・納品した設備機器について、製造メーカーあるいはその関連企業が、製造技術に基づいて当該機器に最も適した技術により、設置現場において（必要に応じて自社工場に運搬し）提供するメンテナンスである。設備機器に故障、欠陥などが生じた場合の対応（事後保全あるいは予知保全）と予め計画された周期等による点検や整備とがある。製造会社のブランドと製造技術のノウハウを守り、その担当者は客先との長期的接触により受注機会の増大（営業）も担う。」ということになる。

サービス・メンテナンスの基本的役割の活動を5W1Hで整理すると表1.1.1のようになる。

表1.1.1 サービス・メンテナンスの5W1H

5W1H:	基本的役割活動
When	: 設備機器に故障、欠陥などが生じた時、あるいは予め計画された周期などにより、
Where	: 設備機器が据え付けられた建物などの現場で、
Who	: 設備機器を製造・納品したメーカーあるいはその関連企業の技術者が、
What	: 製造・納品した設備機器を、
How	: 製造技術に基づき、当該機器に最も適した技術により故障、欠陥などを回復する、あるいは予防保全的な点検、整備等を行う。

1.1.3 「サービス・メンテナンス」の役割と課題

(a) 建築設備保全の任務とサービス・メンテナンス

「メンテナンス」は日本語の「保全」に該当する。JIS生産管理用語（設備管理）(Z8141:2001 番号 6201)において「設備保全」が、「設備性能を維持するために、設備の劣化防止、劣化測定及び劣化回復の諸機能を担う日常的又は定期的な計画、点検、検査、調整、整備、修理、取替えなどの諸活動の総称」

と定義されている²⁾。「設備保全」は一般に工場に据え付けられた生産設備の自社担当者による保全を意味す

ることが多いが、保全（メンテナンス）の意味としては「サービス・メンテナンス」とほとんど共通すると考えられる。ただし、「設備性能を維持する」という責任は、総括的には設備が設置された現場に常駐する建築設備保全（以降、ビルメンテナンス）の担当者に課せられる。

(b) 定期点検・整備

設備機器が新設された時点で、定期点検や定期整備などの保全が計画される。信頼性を維持し、物理的劣化の回復をはかることが主な目的であり、サービス・メンテナンスの基本的な業務の一つである。近年ビル管理において関心を集めている SLA/KPI (Service Level Agreement/Key Performance Indicator) は、建物所有者など発注者の求める性能を明確化して、保全、管理業務を性能発注とすることを指向しているものと考えられる。SLA/KPI の視点からは、点検、整備の周期の設定において、信頼性や寿命などの性能との関係性を明確にした建物保全側との合意形成が望まれる。

(c) 故障、欠陥への対応

現場に常駐する建築設備保全の担当者が、設備機器に偶発的に発生する故障、欠陥（故障の前兆）などを発見し、その回復にサービス・メンテナンスの技術が必要と判断したとき、サービス・メンテナンス会社に連絡がゆくことが多い。故障による機能停止が生じていない欠陥の段階であれば予知保全となるが、事後保全の場合も多い。

発見時点が、未だ欠陥の段階か、故障に至っているかは、現状では多くの場合建築設備保全の担当者の欠陥検知能力にかかっている。予知保全率を高めるための点検・診断にサービス・メンテナンスが寄与する方を検討することも今後の課題に挙げられる。

(d) 省エネルギーと寿命判定

従来、サービス・メンテナンスの役割は、定期点検・整備と個々の故障、欠陥などを回復するための技術の提供に限られていた。しかし、近年、地球温暖化問題への対応が焦眉の急となっている背景から、建築設備保全の一層の省エネルギー努力が迫られるに至り、サービス・メンテナンスの従来の枠を超えた省エネルギーへの貢献が期待されるようになってきている。

設備機器、設備システムは物理的劣化が進んだとき、あるいは技術の進展により陳腐化したとき、寿命を迎える。寿命判断は経済性に大きな影響があり重要である。これは建築設備保全の担当者がビル管理者(1.2.1参照)とともに担う。すなわち、ビルの保全の任務には、故障、欠陥などを回復する他に、調査診断による寿命判断があり、これにはサービス・メンテナンス側からの技術提供が不可欠である。

設備本来の機能を発揮し、運転、使用可能な状態に維持するとともに、故障、欠陥などを回復するための仕事は現場での即応性が求められる。一方、省エネルギーを図る、あるいは寿命を判定する仕事は計画的な調査診断による。いずれも、図 1.1.1 に示すように、建築設備保全の担当者とサービス・メンテナンス担当者とのコラ

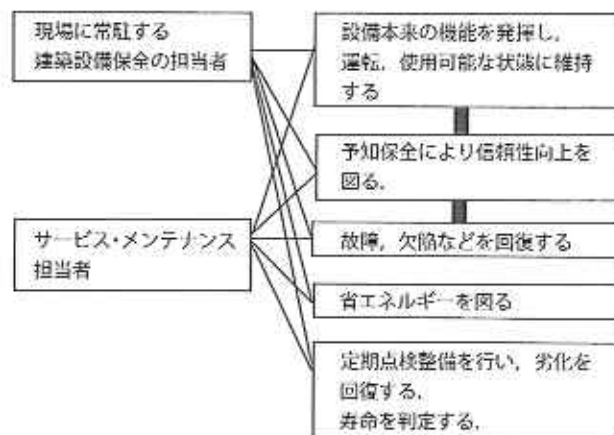


図 1.1.1 建築設備保全の担当者とサービス・メンテナンスとのコラボレーション

ボレーションが重要である。

(e) 欠陥検知の自動化

BEMS (Building and Energy Management System) の機能により、空調機器の運転データに基づき欠陥を自動的に検知すれば、緊急故障を防ぎ、また欠陥が引き起こすエネルギーの浪費を避けることができる。このような技術には空調システムの省エネルギー面の最適化をはかる BOFDD (後述、1.2.2 (d)) がある。建築設備保全技術とサービス・メンテナンスとの協同が必要な、今後の発展が期待される技術である。

1.2 建物のメンテナンス

1.2.1 ビル管理とビルメンテナンス

一般にそれぞれのビルに、ビル管理者が置かれている。ビル管理者はファシリティマネージャと呼ばれることもある。

JIS 生産管理用語では「設備管理」について、「設備の計画、設計、製作、調達から、運転、保全をへて廃却・再利用に至るまで、設備を効率的に活用するための管理」JIS 生産管理用語（設備管理）(Z8141:2001 番号 6102) と定義している²⁾。この定義の中の「管理」については、

「経営目的に沿って人、物、金、情報など様々な資源を最適に計画し、運用し、統制する手続き及びその活動」JIS 生産管理用語（基本）(Z8141:2001 番号 1104) と定義している²⁾。これらの定義で、生産設備を意味する「設備」をビルあるいは建築設備に置き換えることができる。

ビルの管理において、

- ①経営視点からビル運営に伴う経済性評価が重要な任務である。
- ②建物竣工後には、大規模な改修（リノベーション）の必要が発生し、改修投資の計画が経営意思決定のために求められる。
- ③一般に専門業者に外注されるビルメンテナンス業務の監理もビル管理の任務に挙げられる。