

AJIIS

日 本 計 装 工 業 会 標 準

Association of Japan Instrumentation Industries Standard
(AJIIS)

計 装 工 事 設 計

(建築物編)

AJIIS—B—21—2022

2022 年 4 月 改 定

一 般 社 団 法 人 日 本 計 装 工 業 会

日本計装工業会標準共通事項

1. 目的 計装工事を実施する際の監理，設計，施工などの業務の標準的な方法を提供する。これらの標準を採用することによって顧客に信頼される計装設備を供給することを期すものである。

2. 計装工事 本標準における“計装工事”はプラントに関しては“AJIIS-P-11-20** 計装工事の範囲（プラント編）”に，建築物に関しては“AJIIS-B-11-20** 計装工事の範囲（建築物編）”に規定するものとする。

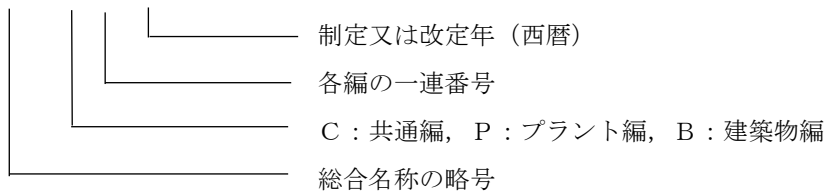
3. 構成 本標準は共通編，プラント編及び建築物編よりなる。プラント編は主として工場，研究所等の計装工事に適用する標準であり，建築物編は工場以外の主として建築物の計装工事に適用する標準である。共通編は両者に共通して適用する標準である。

標準の全体構成と個別の標準の位置付け，概略内容は巻末の日本計装工業会標準体系表に示す。なお，従来使用されてきた旧要領（AJIIS-CM-02-88 などの番号の付いたもの）の内容は本標準の体系内に吸収される。

4. 総合名称 日本計装工業会標準 Association of Japan Instrumentation Industries Standards
（略号 AJIIS 呼び方：エイジス）

5. 番号の読み方 日本語標準名の他，整理のための番号を付する。番号の意味を下に例示する。

例 AJIIS-P-62-2000



技 術 委 員 会
(建築物班)

委 員 長	村田 敏哉	千代田システムテクノロジーズ (株)
副委員長	三谷 昭	千代田システムテクノロジーズ (株)
副委員長	根本 糧佐	(株) 三興
委 員	上野 孝之	(株) 朝日工業社
委 員	宮崎 文男	アズビル (株)
委 員	坂本 拓	(株) 関電工
委 員	渡辺 敏昭	三機工業 (株)
委 員	板井 一広	(株) 大気社
委 員	川尻 泰之	太平電業 (株)
委 員	菊谷 良	高砂熱学工業 (株)

目 次

	ページ
目的及び適用範囲	1
1. 建築物計装の概要	1
1.1 対象となる主な設備	1
1.2 対象となる他設備	1
2. 共通	2
2.1 計装信号	2
2.2 計装用電源	4
2.3 空気源装置	6
2.4 配線材料	9
2.5 空気配管	12
2.6 導圧配管	14
2.7 計装図面	14
3. 空気調和設備	15
3.1 空気調和設備の概要	15
3.1.1 空気調和の目的と設備構成	15
3.1.2 各種空調方式	15
3.1.3 熱源方式	19
3.1.4 空気調和設備の設計条件	23
3.2 空調プロセス	23
3.2.1 空気線図	23
3.2.2 空気調和プロセス	24
3.2.3 配管系の圧力線図	26
3.3 自動制御方式	27
3.3.1 制御方式の分類	27
3.3.2 制御動作の分類と選定	27
3.3.3 PID パラメータの調整方法	30
3.4 計器・機器の特徴と選定方法	30
3.4.1 検出器	30
3.4.2 調節器	31
3.4.3 操作器	35
3.5 冷熱源系の計装設計	43
3.5.1 冷熱源系の計装項目	43
3.5.2 密閉式熱源	46
3.5.3 蓄熱式熱源	50
3.5.4 その他の設備	54

3.6 温熱源系の計装設計	59
3.6.1 温熱源系の計装項目	59
3.6.2 蒸気ボイラ	59
3.6.3 給油設備	61
3.6.4 蒸気-温水熱交換器	61
3.7 地域熱源受入建物の計装設計	61
3.7.1 受入設備	61
3.7.2 受入建物の熱源設備	64
3.8 空気調和系の計装設計	68
3.8.1 空気調和系の計装項目	68
3.8.2 定風量空調機	73
3.8.3 変風量空調機	79
3.8.4 パッケージ空調機	83
3.8.5 ファンコイルユニット	83
3.8.6 放射(輻射)パネル	84
3.9 外気調和系の計装設計	85
3.9.1 外気調和系の計装項目	85
3.9.2 全熱交換器	85
3.9.3 外気処理空調機	86
3.9.4 デシカント外気処理空調機	89
3.10 換気系の計装設計	90
3.10.1 換気系の計装項目	90
3.10.2 ボイラ室・発電機室の換気	90
3.10.3 電気室・エレベータ室の換気	91
3.11 バリデーション	91
4. 給排水衛生・給湯・中水設備	92
4.1 概要	92
4.2 給水設備（高置タンク方式）	92
4.3 排水設備	94
4.4 給湯設備	95
4.5 中水設備	96
5. 電力設備	97
5.1 概要	97
5.2 電力設備の監視	98
5.3 電力設備の制御	99
5.4 機器の種類と構成例	100
6. 照明設備	102
6.1 基本事項	102

6.2 点灯方式	102
6.3 照明制御システム	102
7. 情報通信設備	104
7.1 LAN 設備	104
7.1.1 基本事項	104
7.1.2 規格・標準の適用	104
7.1.3 設計	105
7.1.4 機器の選定	109
7.2 拡声設備	109
7.2.1 基本事項	109
7.2.2 機器	110
7.2.3 配線	112
7.3 映像設備	112
7.3.1 基本事項	112
7.3.2 機器	112
7.3.3 配線	113
7.4 インターホン設備	113
7.4.1 基本事項	113
7.4.2 機器	113
7.4.3 配線	115
7.5 テレビ共同受信設備	115
7.5.1 基本事項	115
7.5.2 機器	117
7.5.3 配線	118
7.6 監視カメラ設備 (CCTV : Closed Circuit Television System)	119
7.6.1 基本事項	119
7.6.2 システムの選定	120
7.6.3 機器	121
7.6.4 配線	121
7.7 電気時計設備	121
7.7.1 基本事項	121
7.7.2 システムの選定	122
7.7.3 機器	122
7.7.4 配線	123
7.8 駐車場管制設備	123
7.8.1 基本事項	123
7.8.2 機器	123
7.8.3 配線	125

8. 防災設備	126
8.1 基本事項	126
8.2 防災設備の種類	126
8.3 警報設備	128
8.3.1 基本事項	131
8.3.2 自動火災報知設備	131
8.3.3 非常警報設備	140
8.3.4 ガス漏れ火災警報設備	142
8.4 防火・排煙設備	143
8.4.1 基本事項	143
8.4.2 設置対象物に対する基準	143
8.4.3 防火設備	147
8.5 消火設備	156
8.5.1 基本事項	156
8.5.2 消火設備の種類	156
8.6 防災センタ	163
8.6.1 基本事項	163
8.6.2 防災センタの位置・構造・機能	164
8.6.3 各種設備との連動・制御	165
9. 防犯設備	166
9.1 基本事項	166
9.2 システムの選定	167
9.3 機器	167
9.4 配線	167
10. ビル管理システム	167
10.1 中央監視システムの役割	167
10.1.1 概要	167
10.1.2 ビル管理と法規	168
10.1.3 システム概要	168
10.2 中央監視装置	169
10.2.1 基本事項	169
10.2.2 システム構成	170
10.2.3 システム機能	170
10.2.4 ビル設備の管理項目	173
10.3 伝送配線	193
10.3.1 伝送方式	193
10.3.2 伝送線	194
10.3.3 端末伝送装置 (RS, DDC)	197

10.4 中央監視装置の電源	199
10.4.1 基本事項	199
10.4.2 無停電電源装置 (UPS)	199

日本計装工業会標準 AJIIS

計装工事設計（建築物編）B-21-2022

目的及び適用範囲 本標準は建築物各設備の標準的計装システムの設計方法と各設備を総合的に運営管理する標準的計装システムの設計方法を示し、計測・制御システムの設計、計測・制御機器の仕様選定、施工設計に適用する。

1. 建築物計装の概要 計装の目的は、建築物内の各種要素を計測・制御し、環境を適切に維持管理、改善することにある。

また、計装の対象は、設備・装置類（空気調和設備、給排水衛生・中水設備、電力設備、照明設備、情報通信設備、防災設備、ビル管理システム）である。計装技術には、設備・装置類の目的を具現化する計測器、制御器、操作器を計画し、選定して、装備する技術と設備の運転条件の最適化を図り、設備全体でのエネルギーの経済的な利用、快適性（知的生産性）、維持管理の容易性及び機能等のソフトウェアの技術がある。

1.1 対象となる主な設備 計装の対象となる主な設備は、空気調和設備、給排水衛生・中水設備、ビル管理システムである。

a) 空気調和設備

空調機・熱源の計測制御、遠方監視制御、最適運転制御、他設備との連動制御、計量システム、空気源装置等がある。

b) 給排水衛生・中水設備

給水設備、排水設備、給湯設備、中水設備の計測制御等がある。

c) ビル管理システム

監視・制御、計測・記録・分析、群管理、設備診断、ビルマネジメントシステム等がある。

1.2 対象となる他設備 電力設備、照明設備、情報通信設備、防災設備、防犯設備において設備間で信号や情報のやり取りに必要な配線工事は計装の対象となる場合がある。

a) 電力設備

各種計測器の設置・表示、計量システム、遠方監視制御、デマンド監視制御、力率改善制御、負荷配分制御、発電機台数制御、停復電制御等がある。

b) 照明設備

遠方監視制御、自動点灯制御、自動調光制御、他設備との連動制御等がある。

c) 情報通信設備

1) ローカル・エリア・ネットワーク装置、設備機器のテレコントロールシステム等有る。

2) 無線電話、放送・電話交換機制御等がある。

d) 防災設備

警報設備、自動火災報知設備、防火設備、排煙設備、消火設備、他設備との連動制御等がある。

e) 防犯設備

侵入防止システム、侵入発見システム、他設備との連動制御等がある。

2. 共通

2.1 計装信号

a) 電気信号方式

計装工事にて用いる電気配線は a) 電源配線, b) 制御配線, c) 信号配線, d) 通信・伝送配線 e) 接地線がある。b) 制御配線及び c) 信号配線は電気の量を信号として扱っている。電気信号は空気信号に比べて応答が速いので伝送遅れが小さく、また、コンピュータ等電子機器の入力として直接使用できる利点がある。電気信号方式の長所と短所を以下に示す。

【長所】

- ① 長距離伝送が可能で信号伝達も速い。
- ② 演算機構を容易に構築でき、精度が高い。
- ③ 多点記録ができる。
- ④ 計器の小型化が可能であり、集中管理に適する。
- ⑤ 可動部がほとんど存在せず、長時間の連続使用に耐え、性能が安定している。

【短所】

- ① 停電時使用できず無停電電源装置を必要とする。
- ② 信号レベルが、計器メーカーにより異なる機種がある。
- ③ 電磁的ノイズを受けやすい。
- ④ 石油、化学工場のように可燃物を扱う工場では防爆構造にする必要がある。

電気信号には熱電対のように電圧として測定できるもの、サーミスタ、測温抵抗体のように電気抵抗の変化として取り出すもの、また流量、圧力等を機械的に検出し、それを電気信号に変換して取出すもの等がある。

信号は、4～20 mA DC が国際的な統一信号(標準信号)として使用されている。一般に使用されている信号の種類を計器別に示すと表 2.1 の通りである。

表 2.1 電気信号の種類

検知器または伝送方式	信号の種類	備考
圧力計, レベル計, 流量計	4～20mA DC	機種により 0～10V DC もある
温度計 (熱電対)	mV	
温度計 (測温抵抗体)	Ω	
デジタル計器, 積算計, 工業テレビ	パルスまたは高周波	
ガス検知器, 分析計	0～10mV DC	
温度, 圧力, レベル等のスイッチ類	無電圧接点 (ON-OFF 信号)	警報, 電動機駆動の指令信号等に使用される

b) 空気信号方式

空気信号には 20～100kPa の空気圧が用いられ、国際的に多用されている。

空気信号は、主に以下の箇所に使用されている。

- ① 伝送器からの出力信号を調節計及び指示計に伝送
- ② 調節計出力信号を空/空ポジションに伝送

空気信号方式の長所と短所を以下に示す。

【長所】

- ① 部品：電子式計器に比べ構造（部品）が簡単で、また検出方法が異なっても伝送機構等は基本的に共通で共通部品が多く、保守が容易である。
- ② 障害：電子式計器は外部の電氣的要因により、ノイズ、誘導等の障害を受けやすいが、空気信号は影響を受けることがない。
- ③ 防爆性：空気を使用するので防爆構造の必要がなく本質的に安全であり、危険ガス等の発生する所では空気式計器が適している。

【短所】

- ① 伝送遅れ：検出計器から受信計器までは銅管（外径 6mm，内径 4mm）を一般的に使用し、検出側で空気圧が変化しても、受信側の圧力が変化するまでに時間がかかり伝送に遅れがある。
- ② 故障：故障等の原因の 1 つに、使用する空気の状態が含まれる。従って、つねに乾燥した清浄な空気が必要である。
- ③ 空気源：停電等によりエアーコンプレッサが停止した場合、計器が作動しなくなる。電子式計器はバッテリー等でカバーすることが可能であるが、空気式計器では圧縮空気の貯槽が必要である。
- ④ 電子機器との組合せ：電子式計器は電子機器への入力が容易であるが、空気式計器の場合は空電変換器等が必要となる。

c) 光ファイバ通信システム

伝送の高速大容量化，多重化，高信頼性化が要求される場合の伝送手段として光を利用した光ファイバ通信システムがある。

1) 光ファイバ通信システムの特徴

- ① 低損失：10km以上の無中継伝送が可能。
- ② 広帯域：100MHz・km～数 GHz・kmの広帯域で高速，多重化伝送が可能。
- ③ 無誘導性：電磁波による電磁誘導，静電誘導の障害がなく，電気雑音や雷の影響を受けることがないので接地電位の異常や爆発雰囲気下での使用が可能。
- ④ 細径・軽量：同軸ケーブルに比べ，断面積比，重量比が 1/10 程度であるが，外的障害に対する考慮が必要。

伝送媒体の比較を表 2.2 に示す。

表 2.2 伝送媒体の比較

伝送媒体	長 所	短 所
光ケーブル	・高速データ通信ができる ・電磁誘導・静電誘導の影響を受けない ・損失が少ないため伝送距離が伸ばせ，軽量である	・分岐，結合が難しい ・素材がガラス等のため破損しやすい
同軸ケーブル	・対より線に比較して雑音に強く，伝送帯域も広い ・ベースバンド伝送，ブロードバンド伝送が可能である	
ツイストペアケーブル (対よりケーブル)	・柔らかく配線が容易 ・統一コネクタ (RJ-45) が有り，製作が容易	・伝送帯域が制限される ・雑音の影響を受けやすい

2) 光ファイバ通信システムの構成

光ファイバ通信システム構成の概要は図 2.1 の通りである。

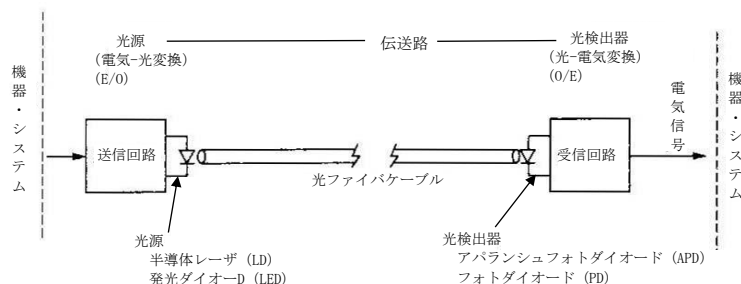


図 2.1 光ファイバ通信システムの概要

d) 無線通信システム

無線技術の発達により計装信号の分野に於いても無線方式が採用されるようになっている。

無線通信方式の長所と短所を以下に示す。

【長所】

- ① 信号ケーブルが不要となる。
- ② 障害物が無い限り場所の制約を受けない。

【短所】

- ① セキュリティに弱い。
- ② 周囲の環境による雑音に弱い。
- ③ 有線信号に比較して通信速度が遅い。
- ④ バッテリーが必要。

2.2 計装用電源

a) 計装用電源の定格

計装用電源は、各種の制御器具に供給される電源であるが、JEM1460「配電盤・制御盤の定格及び試験」の制御回路の定格使用電圧の標準値では以下のように規定されている。

- ・ 直流：24, 48, 100, 110, 220 [V]
- ・ 交流：24, (48), 50, 100, 110, 200, 220, (400), (440), (500), (550) [V]

() 内の値は極力使用しない。

1) 電圧降下

消費電力の大きな機器がある場合は、道中配線ケーブルの発熱量が許容できる範囲で高い電圧の方が有利。

2) 交流・直流の選定

直流は、無停電、誘導障害、突入電流による電圧降下の面ですぐれている。

交流の利点は、任意の電圧・容量が比較的容易に得られる。

b) 計装用電源の構成

計装用電源は、各装置に対して共通に設置されるが、母線を適切に分割して異常箇所の他への波及を少なくする。また、点検、改造時の部分的停電等を考慮する必要がある。

バックアップの電源が同時に喪失しないようにする等の考慮が必要である。

遮断器や電磁開閉器の動作に伴うサージの侵入を防止するため、必要に応じサージキラーの設置を考慮する。

c) 計装用電源の配線

配線を考えるうえで基本的な事項として、以下のものがある。

- 1) 電圧
- 2) 電線
- 3) 回路の絶縁と接地
- 4) 回路の保護
- 5) 特殊事項（塩害、雷、電磁波等）

計装用電源は、他の負荷と比較して、周波数や波形の質、極端な不平衡や電圧降下が問題になることが多く、十分な検討が必要である。

d) 配線設計（電圧降下）

内線規定（JEAC 8001-2011）に於いて許容電圧降下についての規定があり以下にて配線設計を行う。（電気事業者から低圧で電気の供給を受けている場合を除く）

- 1) 低圧配線中の電圧降下は、幹線及び分岐回路において、それぞれ標準電圧の 2%以下とする。但し、電気使用場所内の変圧器により供給される場合の幹線の電圧降下は、3%以下とすることができる。
- 2) 供給変圧器の二次側端子から、最遠端の負荷に至る電線のこう長が、60mを超える場合の電圧降下は、1)にかかわらず負荷電流により計算し、**表 2.3** によることができる。

表 2.3 こう長が 60mを超える場合の電圧降下

こう長 (m)	電圧降下 (%)
120 以下	5 以下
200 以下	6 以下
200 超過	7 以下

電圧降下の計算式（交流の場合）

$$e = K_1 I (R \cos \theta_r + X \sin \theta_r) L$$

e : 電圧降下 (V)

K_1 : 配電方式による係数 (**表 2.4** による)

I : 通電電流 (A)

R : 電線 1kmあたりの交流導体抵抗 (Ω / km)

L : 電線のこう長 (km)

X : 電線 1kmあたりのリアクタンス (Ω / km)

$\cos \theta_r$: 力率角

表 2.4 配電方式による係数

配電方式	K_1	備 考
単相 2 線式	2	線間
単相 3 線式	1	大地間
三相 3 線式	$\sqrt{3}$	線間
三相 4 線式	1	大地間

直流または力率が 1 に近くリアクタンス分が問題にならない交流の場合には、**表 2.5** を使用することができる。

表 2.5 電圧降下の簡略計算式

配電方式	電圧降下	対象電圧降下
単相 2 線式	$e = \frac{35.6 \times L \times I}{1,000 \times A}$	線間
三相 3 線式	$e = \frac{30.8 \times L \times I}{1,000 \times A}$	線間
単相 3 線式 三相 4 線式	$e' = \frac{17.8 \times L \times I}{1,000 \times A}$	大地間

注 商用軟銅線の周囲温度 20℃にて算出、また、各相電流が平衡している場合

e : 電圧降下 (V)

e' : 中性線との間の電圧降下 (V)

L : 電線のこう長 (m)

I : 負荷電流 (A)

A : 使用電線の断面積 (mm²)

2.3 空気源装置

a) 概要

おもに空気式操作器の駆動源として、一部の伝送器、調節器では信号伝達媒体として使用する圧縮空気
で、その品質を以下に標準として規定する。

計装用空気には可燃性ガス、毒性ガス、腐食性ガスなどの有害ガスが混入しないようにエアコンプレッ
サ吸入口の設置個所を十分に注意する。また、定期的に吸入空気の状態測定を行う。

空気の品質

計装機器の供給空気の仕様は、JIS B 8392-1 (ISO 8573-1)に規定されている粒子、湿度及び水分、オイ
ルの清浄等級を以下とする。

- 1) 粒子の清浄等級

3 等級	0.5 < 粒子径 ≤ 1.0 (μm) が 90,000 個以下
	1.0 < 粒子径 ≤ 5.0 (μm) が 1,000 個以下
- 2) 湿度及び水分の清浄等級

6 等級	圧力露点 10℃以下
------	------------
- 3) オイルの清浄等級

3 等級	総濃度 1 mg/m ³ 以下
------	----------------------------

図 2.2 に計装空気源例を示す。

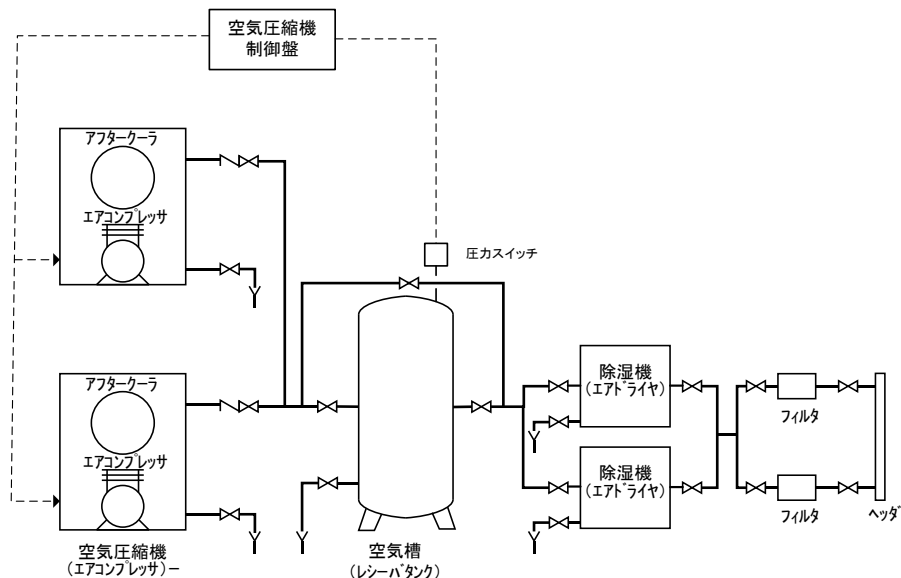


図 2.2 システム構成図

b) 空気圧縮機の選定

1) 選定要領

- イ) 空気圧縮機の容量は、空気式制御機器の空気消費量及び操作器の空気消費量を算出し、この値に対して 1.5 倍または負荷率 50～70%程度を目安として選定する。
- ロ) 圧力オン-オフ方式による運転を行う場合は電動機保護のため、オフ時間が 3～5 分以上とれるよう空気槽の容量と合わせて選定する。

2) 選定時留意事項

- イ) アンロード方式による運転の場合は負荷率を高く見込めるが、アンロード制御機構の消耗等を考慮し 70%程度にとどめるのが望ましい。
- ロ) 各メーカーのカタログ上の吐出空気量は、吸込状態の温度基準が 20℃～30℃となっているので消費空気量を 1 (norm)/min で算出した場合は温度補正をする必要がある。また JIS による吐出空気量の保証値は±5%となっているので注意が必要である。
- ハ) 空冷式空気圧縮機の場合発熱量はモータ消費電力分であり、設置場所の換気が重要である。

c) 空気槽の選定

1) 選定要領

- イ) 空気槽の主目的は、
 - ① 空気圧縮機の負荷率(オン/オフ時間、ロード/アンロード)の調整
 - ② 故障、停電時等非常時の圧力保持(バックアップシステム作動までの圧力保持)である。
- ロ) 空気槽の容量は以下の計算式を用いる。

$$V = \frac{(Q_1 \cdot T_1 + Q_2)P_0}{(P_1 - P_2)}$$

V: 空気槽の容量 (m³)

P₁: 空気槽の最初の空気圧力 (kPa)

(一般には 490～690kPa)

P₂: 空気放出後の空気槽内の低下した圧力 (kPa)

(一般には 400kPa)

Q₁: 装置の平常時の平均空気消費量 (m³(norm)/min)

Q₂: 瞬時空気消費量 (m³(norm))

(瞬時に空気を消費する切替弁等の機器の空気消費量 (m³(norm)/回) の 2 倍とする)

T₁: P₁ より Q₁ だけ放出して P₂ になるまでの時間 (min)

(一般的には 30 分とする)

P₀: 大気圧 (kPa)

d) 除湿機の選定

1) 選定要領

- イ) 計装用空気源装置の除湿機としては、次の 2 種類から選定する。
 - ① 冷却式除湿機 冷凍機を用いて空気を冷却・除湿させるもので、連続運転で自動運転が容易で、出口露点温度を一定に保持できること、運転動力費が吸着式に比して少ない等の特徴がある。得られる出口露点温度は、-20℃(大気圧換算)程度である。

- ② 吸着式除湿機 吸着剤として、シリカゲル、活性アルミナ、モレキュラーシーブス等を用い、これを2個の塔に納め、1塔を吸着(除湿)に使用中は、他の1塔は再生しつつ交互に運転する。冷却式除湿機に対し、再生に要する熱量(通常、電気ヒータを使用する)が大きいこと、吸着剤の機能低下等の問題がある。得られる出口露点温度は、 -40°C (大気圧換算)程度である。

ロ) 除湿機の処理空気量は、設置する位置により異なる。

- ① 空気圧縮機と空気槽の間に設置する場合

図 2.3 に示すように空気圧縮機の定格吐出量に合わせる。但し、除湿機の空気入口温度は 40°C 以下とする。

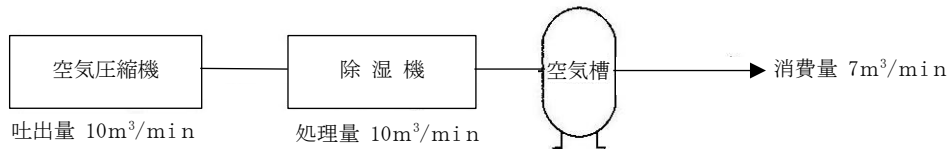


図 2.3 空気圧縮機と空気槽の間に設置する場合

- ② 空気槽の二次側に設置する場合

図 2.4 に示すように負荷側消費量に余裕率を加えた処理空気量で選定する。

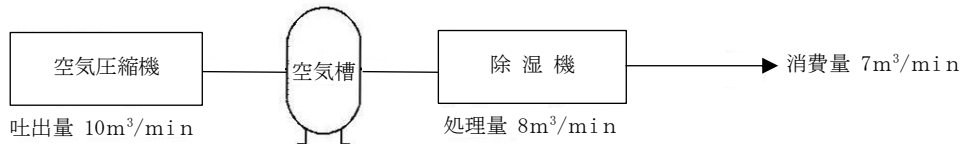


図 2.4 空気槽の二次側に設置する場合

e) 他の機器の選定

- 1) アフタークーラの選定

- イ) レシプロ型空気圧縮機等の吐出空気が高温の場合は、除湿機の空気入口温度条件の 40°C 以下までアフタークーラにて空気を冷却する。
- ロ) ベビコンにおいても動力の大きなものは、かなりの温度上昇があるのでアフタークーラの設置を検討する必要がある。
- ハ) 7.5kw 以上のオイルフリースクリー空気圧縮機にはアフタークーラが内蔵されている。
- ニ) 7.5kw 以上のレシプロ型空気圧縮機にはアフタークーラを設ける。

- 2) フィルタの選定

用途により、フィルタの種類や設置場所が異なる。フィルタの使用例を **表 2.6** に示す。

表 2.6 フィルタ使用例

フィルタの種類	用途または設置場所
スポンジフィルタ	除湿機の前処理用
セラミックフィルタ	冷却式除湿機の前処理、吸着式除湿機の後処理用
ジェットフィルタ	冷却式除湿機の後処理、吸着式除湿機の前処理用
総合フィルタ	除湿機の前処理用

f) システムとしての留意事項

- 1) 計装用及び重要度の高い空気源においては、空気圧縮機の予備機設置だけでなくシステムの二重化により非常時のバックアップにそなえる場合もある。
- 2) 空気圧縮機や除湿機等の発熱を考慮した換気設備を設置する。
- 3) 空気圧縮機、空気槽、除湿機等のドレンを排水するための排水設備を設ける。

2.4 配線材料

a) 選定の条件

ケーブル及び電線等材料が使用される環境に耐え、必要とされる電気的特性を満足することが求められる。

- 1) 周囲温度条件：耐寒性、耐熱性
- 2) 周囲雰囲気：耐油性、耐薬品性、耐水性、耐候性
- 3) 耐ノイズ性：静電・電磁遮へい
- 4) 電気特性：絶縁抵抗、導線抵抗
- 5) 機械的強度：振動、ケーブル曲り、引抜強度

重要な負荷に対しては、絶縁物やシース材料の耐火・難燃性を考慮する場合もある。

ケーブル及び電線の種類と特性比較を表 2.7 に、用途を表 2.8 に示す。

表 2.7 ケーブル及び電線の種類と特性比較

ケーブル記号	名 称	600V 以下の 回 路	耐 油 耐薬品性	耐ノイズ性
CVV	制御用ビニル絶縁ビニルシースケーブル	○	△	△
CEV	制御用ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル	○	△	△
CCV	制御用架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル	○	△	△
CCE	制御用架橋ポリエチレン絶縁ポリエチレンシースケーブル	○	○	△
CEE	制御用ポリエチレン絶縁ポリエチレンシースケーブル	○	○	△
JKVV	弱電計装用ビニル絶縁ビニルシースケーブル	×	△	○
JKEV	弱電計装用ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル	×	△	○
CCP	着色識別ポリエチレン絶縁ポリエチレンシースケーブル	×	○	○
CPEV	市内対ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル	×	△	○
CPEE	市内対ポリエチレン絶縁ポリエチレンシースケーブル	×	○	○
UPT	シールド無ツイストペアケーブル（イーサネット規格）	×	△	△
STP	シールド付ツイストペアケーブル（イーサネット規格）	×	△	○
AE	警報用ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル	×	×	○
HP	耐熱電線	○	×	×
FP:FP-C	耐火電線	○	×	×
CVVMAZV	制御用ビニル絶縁ビニルシース、コルゲート外装ケーブル	○	△	○
IV	600V ビニル絶縁電線	○	×	×
HIV	600V 二種ビニル絶縁電線	○	×	×
CV	600V 架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル	○	△	×

○：良い △：やや悪い ×：悪い

表 2.8 ケーブル及び電線の用途

呼 称	名 称	文字記号	使 用 例
ビニル電線	600V ビニル絶縁電線	IV	屋内一般
耐熱ビニル電線	600V 二種ビニル絶縁電線	HIV	防災
動力ケーブル	600V 架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル	CV	動力一般
耐熱ケーブル	耐熱電線	HP	防災
耐火ケーブル	耐火電線	FP:FP-C	防災
マイクロホンコード	マイクロホン用ビニルコード	MVVS	インターホン
制御用ケーブル	制御用ケーブル	CVV	制御一般
	制御用ケーブル（遮へい付）	CVVS	アナログ計測, デジタル計測
	制御用ケーブル（ポリエチレンシース）	CEE	制御一般 耐油・薬品性
同軸ケーブル	高周波同軸ケーブル（ポリエチレン絶縁編組形）	ECX	LAN, ITV
警報ケーブル	警報用ケーブル	AE	警報用
CPEV ケーブル	市内対ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル	CPEV	接点伝送 AC, DC48V 以下
UTP,STP ケーブル	イーサネット規格ツイストペアケーブル	UTP,STP	イーサネット通信用

b) 環境とリサイクル配慮の配線材

配線材のリサイクルで電線・ケーブルの銅やアルミ等は焼却回収ルートが確立されており、銅やアルミはほぼ 100%リサイクルされている。しかし、被覆材に多く使用されているゴムやプラスチック材料は導体が回収された後、種々の被覆材が混ざった状態で排出されるために分別・再利用が困難である。特に、被覆材として主に使用されている塩化ビニルは不適切な燃焼条件下で燃やすとダイオキシンの発生や他の被覆材による有害物質の流出に繋がり土壌・水質汚染が懸念される。国土交通省では、建築物における環境負荷低減の手法を検討した結果、環境に有害な物質を使用せず、リサイクルしやすい電線、EM ケーブル（エコマテリアルケーブル：通称エコ電線・ケーブル）の使用方針を決めた。平成 12 年～13 年には以下の JIS 規格の制定・改定があり、エコ電線が導入された。

1) JIS C 3612-2002「600V 耐燃性ポリエチレン絶縁電線」を制定。

エコ電線として IE/F が制定された。「/F」は耐燃性を表示している。

2) JIS C 3605-2002「600V ポリエチレンケーブル」にノンハロ難燃ケーブルを追加。

600V EE/F, 600V CE/F 他が追加された。

3) JIS C 3606-2003「高圧架橋ポリエチレンケーブル」にノンハロ難燃ケーブルを追加。

6600V CE/F, 6600V CET/F が追加された。

4) JIS C 3401-2002「制御用ケーブル」にノンハロ難燃ケーブルを追加。

CEE/F, CCE/F が追加された。

エコ電線と従来ビニル電線の特性比較を表 2.9 に、一般特性比較を表 2.10, 記号の対比を表 2.11 に示す。

表 2.9 ビニル電線とエコ電線の特性比較

項 目	ビニル電線		エコ電線
(1) ダイオキシシン発生	有 り		無 し
(2) ハロゲン	含 有		含まず
(3) 鉛等の重金属	含 有		含まず
(4) リン系添加物	無 し		無 し
(5) JIS 耐燃性	合 格		合 格
(6) ビニルとの比重分別	－ (比重≒1.4)		可 (比重≒1.1)
(7) 着色性	優		優 (ビニル相当)
(8) 耐候性	良		優
(9) 柔軟性	優		良
(10) 電気絶縁性	良		良
(11) 耐寒性	良		優
(12) 定格温度	IV : 60℃		EM-IE : 75℃

表 2.10 ビニル電線とエコ電線の一般特性比較

評価項目		評価目的	エコ材	一般ビニル
比 重		分別性	約 1.1	約 1.4
硬 度 (ショア D)		柔軟性	約 38	35～40
引張強度	引張強さ [N/mm ²]	機械特性	約 13	約 18
	伸び [%]		約 600	約 260
加熱老化	引張強さ残率 [%]	耐熱性	約 90	約 105
	伸び残率 [%]		約 98	約 90
脆化温度 [℃]		耐寒性	-50 ↓	-20～-27
体積抵抗率 [Ω・cm]		電気絶縁性	>10 ¹⁴	>10 ¹³
ハロゲンガス発生量 [mg/g]		ハロゲン含有・ ダイオキシン発生	検出されず	190～300
腐食性ガス発生量 (IEC60754-2)			pH 約 4	pH1～2
酸素指数 (O I)		耐(難)燃性	30 以上	24
発煙濃度 (ASTEM E 662)		燃焼時発煙性	70～80	200～250

表 2.11 ビニル電線とエコ電線の記号の対比表

ビニル電線		エコ電線	
記 号	名 称	記 号	名 称
IV	600V ビニル絶縁電線	EM-IE	600V 耐燃性ポリエチレン絶縁電線
VVR	600V ビニル絶縁ビニルシースケーブル丸形	EM-EE	600V ポリエチレン絶縁耐燃性ポリエチレンシースケーブル
VVF	600V ビニル絶縁ビニルシースケーブル平形	EM-EEF	600V ポリエチレン絶縁耐燃性ポリエチレンシースケーブル平形
600V CV	600V 架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル	600V EM-CE	600V 架橋ポリエチレン絶縁耐燃性ポリエチレンシースケーブル
600V CVT	600V トリプレックス形架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル	600V EM-CET	600V トリプレックス形架橋ポリエチレン絶縁耐燃性ポリエチレンシースケーブル
6.6KV CV	6,600V 架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル	6.6KV EM-CE	6,600V 架橋ポリエチレン絶縁耐燃性ポリエチレンシースケーブル
6.6KV CVT	6,600V トリプレックス形架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル	6.6KV EM-CET	6,600V トリプレックス形架橋ポリエチレン絶縁耐燃性ポリエチレンシースケーブル
CVV	制御用ビニル絶縁ビニルシースケーブル	EM-CEE	制御用ポリエチレン絶縁耐燃性ポリエチレンシースケーブル

c) 計装用配線種類と配線方式

配線方式、施設場所と配線種類を表 2.12 に示す。管内に収める条数は内線規程による。

表 2.12 配線方式、施設場所と配線種類

配線方式 施設場所	配 線								備 考
	IV,HIV 電線	CV ケーブル	耐火, 耐熱電線	CVV, CVVS ケーブル	通信 ケーブル	警報用 ケーブル	同軸 ケーブル	光ファイバ ケーブル	
金 属 電 線 管	○	○	○	○	○	○	○	○	
合 成 樹 脂 管	○	○	○	○	○	○	○	○	腐食場所等に使用
合成樹脂可とう管	○	○	○	○	○	○	○	×	コンクリート埋設部に使用
ケーブルラック	×	○	○	○	○	○	○	○	
ケーブルダクト	○	○	○	○	○	○	○	○	
フリーアクセス	×	○	○	○	○	○	○	○	床下隠ぺい
隠 ぺ い 場 所	×	○	○	○	○	○	○	○	天井内隠ぺい
露 出 場 所	×	○	○	○	○	○	○	○	手の触れない場所

配線に関しては、誘導源となる電源配線との離隔をとる等のノイズ対策に留意する必要がある。

AJIIS-B-31 2. 計装配線の分類を参照。

2.5 空気配管

a) 一般事項

計装用空気配管には2種類ある。1つは空気源装置を出た後 0.5～0.7MPa の元圧によるものであり、もう1つは機器、調節弁等への信号空気配管（信号 20～100kPa）である。

空気配管の施工に関しては、AJIIS-B-32 計装工事施工 空気配管を参照。

b) 供給空気配管

一般に空気源装置を出た後のエアーヘッダ配管から供給空気を必要とする現場各機器、調節弁等への配管である。但し、エアーヘッダ配管は機械設備工事の施工範囲となる場合もある。

一般的に使用される供給空気配管及び継手類の規格を表 2.13 に示す。

表 2.13 供給空気配管及び継手類の規格

呼 称		規 格		備 考
		番 号	名 称	
配 管	銅 管	JIS G 3452	配管用炭素鋼鋼管	白ガス管
		JIS G 3442	水配管用亜鉛めっき鋼管	
	銅 管	JIS H 3300	銅及銅合金の継目無管	C1020 または C1220
継 手	銅 管 継 手	JIS B 2301	ねじ込み式可鍛鉄製管継手	亜鉛めっきを施したもの
		JIS B 2302	ねじ込み式鋼管製管継手	同 上
		JIS B 2220	鋼製管フランジ	同 上
	銅 管 継 手	(JIS H 3401)	(銅及び銅合金の管継手)	
		(JCDA 0001)	(銅及び銅合金の管継手)	
弁 類	玉 形 弁	JIS B 2011	青銅弁	呼び径 50 以下
		JIS B 2031	ねずみ鉄弁	呼び径 65 以上 (10K フランジ形玉形弁)

c) 信号空気配管

一般的に使用される信号空気配管を表 2.14 に、付属品の種類を表 2.15 に示す。

表 2.14 信号空気配管

品 名	外 径 (mm)	内 径 (mm)	備考
ビニル被覆軟銅管	6	4	
軟 銅 管	6	4	
硬 銅 管	6	4	
ポリエチレンチューブ	6	4	
ビニル被覆軟銅管	8	6	
軟 銅 管	8	6	
硬 銅 管	8	6	
ポリエチレンチューブ	8	6	

表 2.15 信号空気配管付属品の種類

種 類		銅 管	樹脂製チューブ	備 考
項 目				
主 な 材 料	継手と型式	真鍮製（めっき付）	真鍮製（めっき付）または 管の材質と同一	
		圧着リング式 くい込み式 フレア式	圧着リング式 リップ式 ワンタッチ式	
	バ ル ブ	真鍮製ミニチュア型（ニードル）	真鍮製または管と同材質	

2.6 導圧配管

a) 配管の選定

材質は設備配管に準拠する。但し、流体の種類・性質及び計器取付けに関して考慮すること。一般的に多く使用される配管を表 2.16 に示す。分析計サンプリング配管は装置メーカーの仕様に基づき選定すること。

表 2.16 一般的に多く使用される配管

記号	規格番号	名称
SGP	JIS G 3452	配管用炭素鋼鋼管
STPG	JIS G 3454	圧力配管用炭素鋼鋼管
SUS	JIS G 3459	配管用ステンレス鋼鋼管
(チューブ)	(JIS G 3459-SUS304)	ステンレスチューブ (SUS304)
(チューブ)	(JIS G 3459-SUS316)	ステンレスチューブ (SUS316)
(チューブ)	JIS H 3300	銅及び銅合金継目なし管

b) 継手類, フランジ, ガasket, ボルト・ナット

材質は設備配管に準拠する。設備配管とはフランジ取合となることが多くサイズも設備配管に合わせる。

c) バルブ

形式, 材質等設備配管に準拠するが以下に留意点を示す。

1) バルブの形式選定

イ) 圧力取出し元弁及び機器元弁

導圧配管の詰まりを防止するため、圧力取出し元弁から機器導入口まで絞りのないものを選定する。一般的な流体ではゲートバルブが、流体条件によってプラグバルブまたはボールバルブを選定する。また、脈動がある場合は、脈動を和らげるためにグローブバルブまたはニードルバルブを脈動防止用絞機構として使用する。

ロ) ベントバルブとドレンバルブ

一般的な流体では閉止性のよいゲートバルブを用いるのが適切であるが、操作員の安全性や計器への過激な変動を与えないように徐々に脱圧できるグローブバルブ及びニードルバルブを使用する場合もある。

2) 保温・保冷が施設される導圧配管に使用するバルブ

パッキング押さえ部が保温または保冷材の厚みより露出するようロングボンネットバルブを使用する。

2.7 計装図面 計装システム設計に基づき選定された機器に整合する計装図, 自動制御機器及び工事に必要な図面の作成を行う。また、工事区分図を作成し工事対象を明確にする。建築物の計装工事の仕様書, 設計図, 施工図等に以下のものが用いられる。

計装工事の範囲	AJIIS-B-11	日本計装工業会標準
計装工事図面作成	AJIIS-B-22	日本計装工業会標準
電気用図記号第2部	JIS C 0617-2-2011	日本産業規格
構内電気設備の配線用図記号	JIS C 0303-2000	日本産業規格
制御器具番号	JEM1090-2008	日本電機工業会規格

3. 空気調和設備

3.1 空気調和設備の概要

3.1.1 空気調和の目的と設備構成

a) 空気調和とは

空気の温度、湿度、清浄度及び気流分布を対象空間の要求に合致するように同時に処理するプロセスをいい、一般には空調の略称と呼ばれ、エアコンディショニング(air Conditioning)と呼ばれることもある。空調は、その対象空間における空調の目的に従って、快適空調、作業空調、作業プロセス空調、あるいは保健空調、産業空調等に大別される。

b) 空気調和設備の構成

室内に供給する空気の温度、湿度、清浄度を調整する冷水コイル、温水コイル、加湿器、エアフィルタ、送風機等を一体のケーシング内に納めたものを空気調和機と呼ぶ。この空気調和機の他に冷凍機、温水ボイラ等の熱源設備と配管、ダクト、自動制御設備等を含む全体を空気調和設備という。図 3.1 に空気調和設備系統の一例を示す。

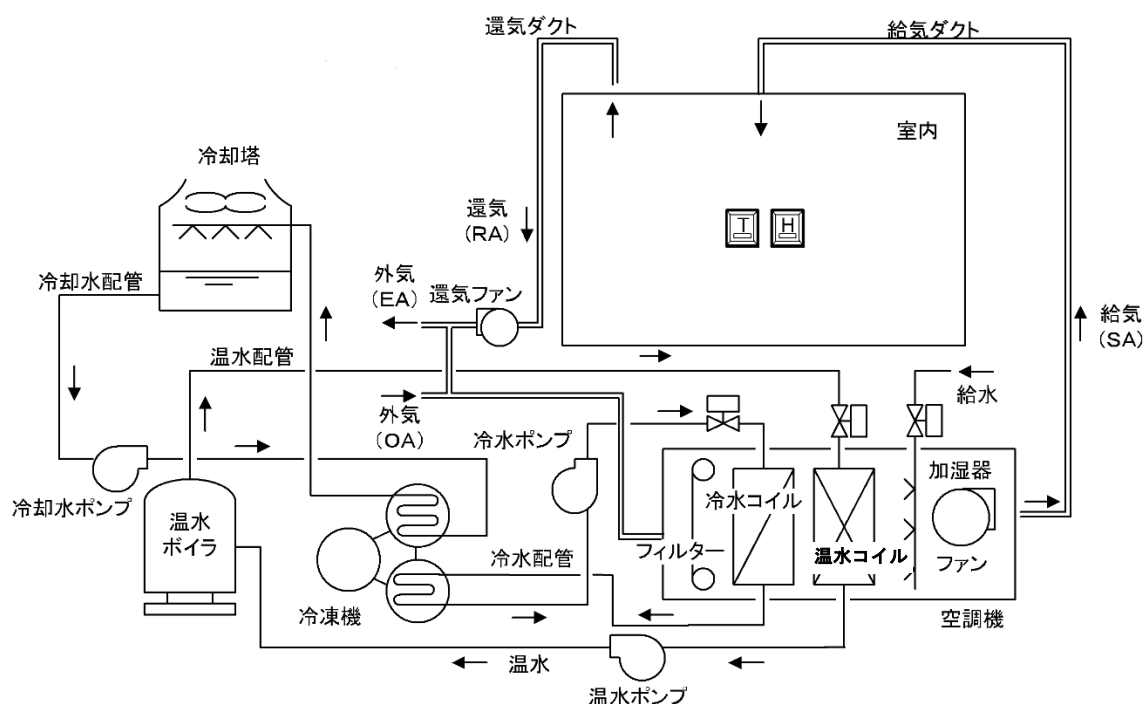


図 3.1 空気調和設備系統

3.1.2 各種空調方式 事務所ビルでは、用途、運用形態等により各種の空調方式が採用されている。表 3.1 に代表的な空調方式と空調ゾーンへの適用事例を示す。中大規模の事務所ビルではフロアの内部と外周部では空調負荷特性が異なるため、内部をインテリアゾーン、外周部をペリメータゾーンとしてゾーニングを行い、ゾーン別の空調方式を計画し対応している。近年ではペリメータ部の日射、外気温の影響をエアフローウインドウ方式、エアバリア方式、ダブルスキン方式等で軽減して、ペリメータゾーン専用の空調機を設けないペリメータレス方式も採用されている。

表 3.1 事務所ビルの代表的な空調方式と空調ゾーンへの適用事例

熱媒体による分類	空調方式名称	ゾーンへの適用		備考
		インテリア	ペリメータ	
全空気式	単一ダクト定風量方式	○	○	近年最も採用例多い
	単一ダクト変風量方式	○	○	
	二重ダクト変風量方式	○	○	
	ペアダクト空調方式	○	—	
	床下吹出し空調方式	○	—	
	外気処理空調機＋端末空調機方式	○	○	
水方式	ファンコイルユニット方式	○	○	近年採用例が増加
	放射(輻射)パネル方式	○	○	
冷媒方式	マルチユニット型ヒートポンプ方式	○	—	
	パッケージ空調機方式	○	—	

記号の説明 ○：適用例多い —：適用例少ない

a) 単一ダクト定風量方式

図 3.2 に構成例を示す。一定の風量を単一のダクトで室内へ給気する空調方式である。室内温度、または還気温度を検出して空調機の冷水弁、温水弁を調節し室内温度を一定にする。対象ゾーンの負荷の分布や時間的変動が場所によらずほぼ同一であることを前提として採用される方式である。事務所ビルの基準階、ホール、大会議室、食堂等に採用されている。室内の負荷が少ない時でも、常に一定の風量を給気するので空調機ファン動力の節減はできない。

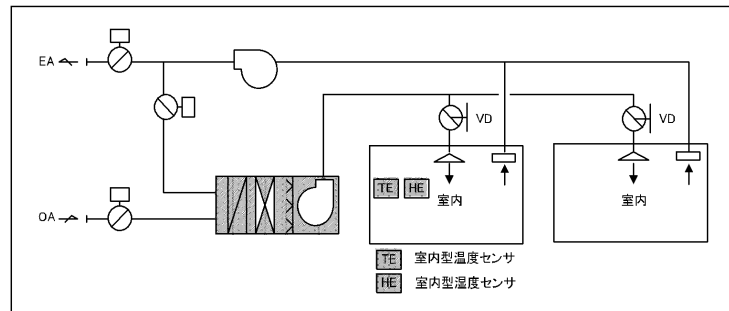


図 3.2 単一ダクト定風量方式

b) 単一ダクト変風量方式

図 3.3 に構成例を示す。単一給気ダクトの末端に変風量装置(VAV ユニット)

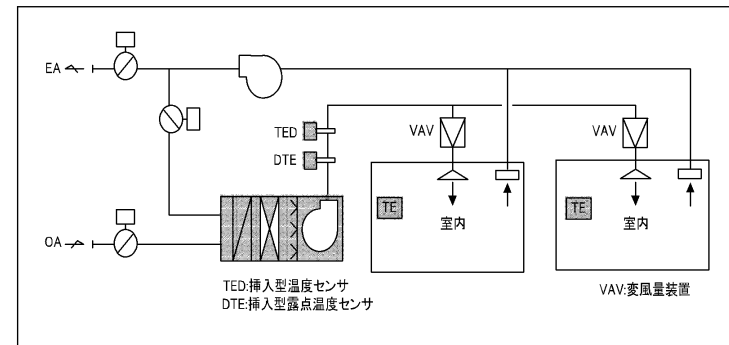


図 3.3 単一ダクト変風量方式

を設けて室内へ給気する空調方式である。空調機の給気温度を適切な温度に設定制御し、部屋ごとの VAV ユニットで風量を調節して室内温度を一定にする。単一ダクト定風量方式に比較し、給気風量を調節できるので部屋ごとの負荷変動に対応することができる。また低負荷時には風量が減少するので空調機ファン動力の節減が可能である。以上の利点から、中大規模の事務所ビルの基準階に広く採用されている。

c) 二重ダクト変風量方式

図 3.4 に構成例を示す。二重ダクトの末端に二重ダクト変風量装置(デュアル VAV ユニット)を設けて室内へ給気する空調方式である。空調機の冷風と温風の温度を適切な温度に調節し給気する。室内側ではデュアル VAV ユニットで、

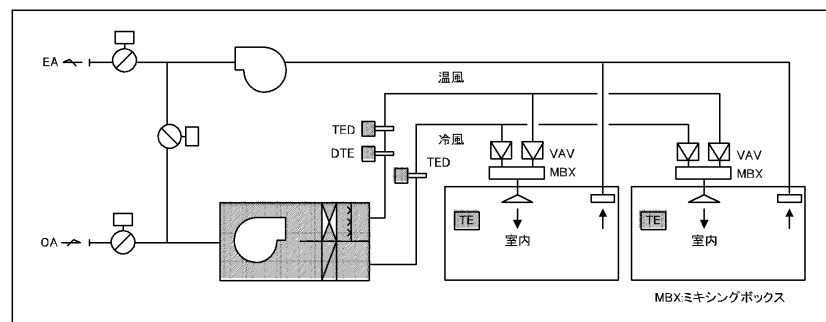


図 3.4 二重ダクト変風量方式

冷風と温風の風量を調節して室内温度を一定にする。冷風と温風の風量調節により、幅広い設定温度に対応できる空調方式であるが、冷風と温風がミキシングしてエネルギーロスとなる場合があるため、近年採用例は少ない。

d) ペアダクト空調方式

ペアダクト空調方式は、**図 3.5** に示すように主に外気負荷処理を目的とした単一ダクト定風量方式空調機と室内顕熱負荷処理を目的とした単一ダクト変風量方式空調機の二つの空調機を組合せたものである。

事務所ビル基準階等のインテリアゾーンの空調を対象とした空調方式で、単一ダクト変風量方式において部分負荷時に生じる換気不足を改善する方式として近年採用されるようになった。二つの空調機とも適切な温度に給気温度を制御し、定風量空調機からは定風量で部屋へ給気され、変風量空調機からは室内の負荷

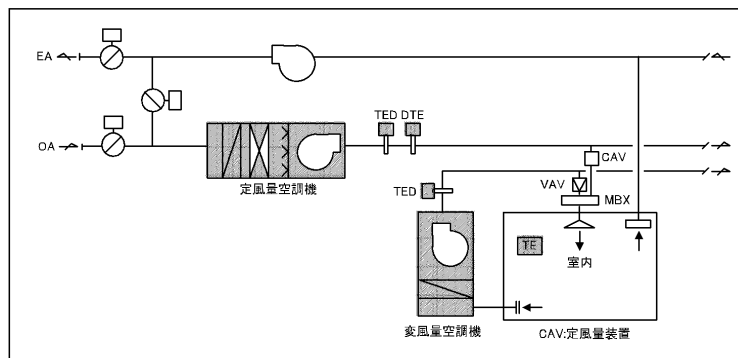


図 3.5 ペアダクト空調方式

に応じて VAV ユニットで風量を調節して室内に給気される。特徴は下記の通りである。

- 1) 定風量空調機により換気量が確保されているので、部分負荷時にも室内空気環境を悪化させることがない。
- 2) ダクトスペースが大きく設備費が高い。
- 3) 定風量空調機の風量を新鮮外気の必要量に設計した場合は外気冷房ができない。

e) 床吹き出し空調方式

床吹き出し空調方式は、**図 3.6** に示すように二重床を空気の搬送スペースとして利用し部屋へ送風する空調方式である。空調機の給気温度を適切な温度に制御し、床に設けられた吹き出し口の風量を調節して室内温度を一定に保つ方式である。床吹き出し空調方式の特徴は下記の通りである。

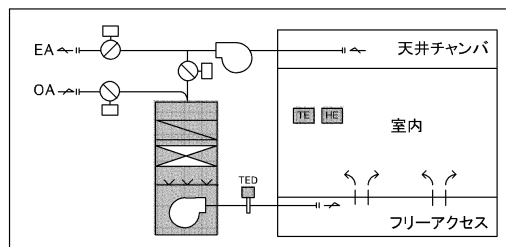


図 3.6 床吹き出し空調方式

- 1) 室内気流に適合した吹き出し気流である。（暖められた空気が上昇する室内気流に適合する）
- 2) 吹き出し口の移動や風量調整がしやすい。
- 3) 空調負荷の変化にフレキシブルな対応ができる。（OA 機器の増設等）
- 4) コールドドラフトが生じやすいので吹き出し温度差を小さくする必要がある。

f) 外気処理空調機＋端末空調機方式

図 3.7 に構成例を示す。外気処理空調機と部屋またはゾーンごとに設けられた小型の端末空調機（ターミナル空調機）で構成されており、外気処理空調機は外気負荷処理を分担し端末空調機は室内負荷処理を分担する。

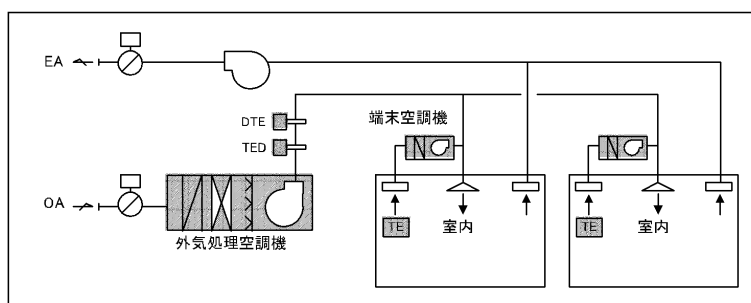


図 3.7 外気処理空調機＋端末空調機方式

外気処理空調機の給気温度を適切な温度に制御して端末空調機へ供給し、端末空調機で室内温度を一定にする。部屋またはゾーンごとの負荷偏重に比較的対応し易い空調方式である。

g) ファンコイルユニット方式

ファンコイルユニット (FCU) はペリメータゾーンの窓下部に設けられる事例が多い。事務所ビルではインテリアゾーン用の単一ダクト定風量方式や、変風量方式と組合せて、ペリメータゾーンの空調方式として最も多用されていたが、室内に水配管を敷設することにより、漏水のリスクがあるので近年は採用例が減少しつつある。ファンコイルユニットには、冷水温水を供給する配管方式との組合せにより 2 管式と 4 管式がある。2 管式はファンコイルユニットに 1 個のコイルを持ち、給水配管と還水配管の 2 管を使用して季節により冷水、温水を切替えて使用する。4 管式はファンコイルユニットに 2 個のコイルを持ち、常に冷水、温水を供給し随時冷房暖房を可能とする方式である。図 3.8 に 2 管式ファンコイルユニットと 4 管式ファンコイルユニットを示す。

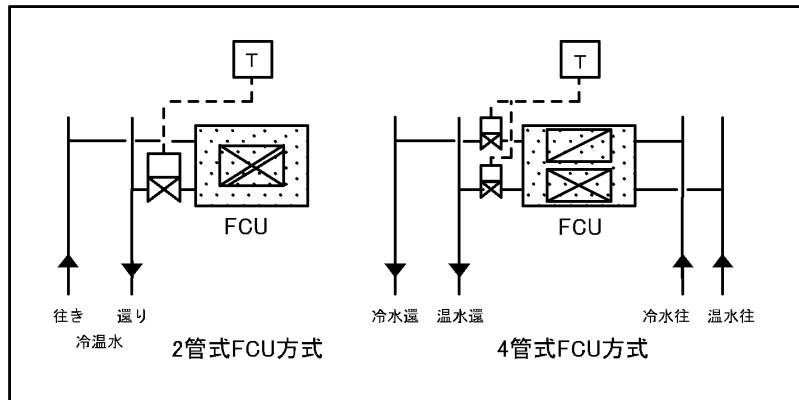


図 3.8 ファンコイルユニット方式

図 3.8 に示すように 1 台の室外機に数台の室内機が冷媒配管で結ばれた構成である。室外機側に圧縮機が設けられ、室内機は部屋ごとに分散設置されている。近年では一つの室外機につながる室内機のいくつかを冷房、残りを暖房運転することが可能な機種もある。この方式だけでは新鮮外気の取入れができないので、別に外気取入れファンが必要となるが、全熱交換器を備えたものが採用される例が多い。熱源システムが不要で個別運転が可能であり、テナントビルにおいてレントラブル比を大きくでき、課金システムが比較的容易に構築できるため、中小規模の事務所ビルに多用され、近年大規模ビルに採用例も多い。

h) マルチユニット型ヒートポンプ方式

図 3.9 に示すように 1 台の室外機に数台の室内機が冷媒配管で結ばれた構成である。室外機側に圧縮機が設けられ、室内機は部屋ごとに分散設置されている。近年では一つの室外機につながる室内機のいくつかを冷房、残りを暖房運転することが可能な機種もある。この方式だけでは新鮮外気の取入れができないので、別に外気取入れファンが必要となるが、全熱交換器を備えたものが採用される例が多い。熱源システムが不要で個別運転が可能であり、テナントビルにおいてレントラブル比を大きくでき、課金システムが比較的容易に構築できるため、中小規模の事務所ビルに多用され、近年大規模ビルに採用例も多い。

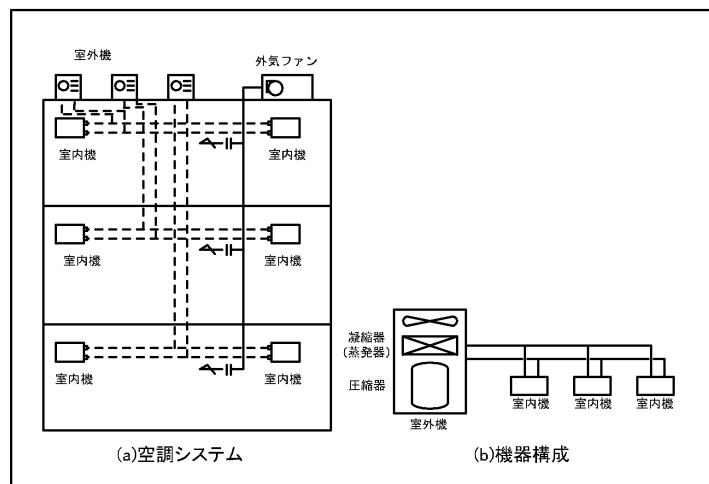


図 3.9 マルチユニット型ヒートポンプ方式

図 3.10 に示すように、ヒートポンプを構成する圧縮機、蒸発器を室内機に収納、室外機には凝縮器を備え冷媒配管で結ばれている。冷房時は圧縮した冷媒を室外機の凝縮器に送り凝縮させ、室内機の蒸発器に戻して蒸発させて冷房を行う。暖房時は冷媒配管を四方弁で切替えて、圧縮した高温高压の冷媒を先に室内機の蒸発器に送り、ここで凝縮させて暖房を

i) ヒートポンプパッケージ空調機方式

図 3.10 に示すように、ヒートポンプを構成する圧縮機、蒸発器を室内機に収納、室外機には凝縮器を備え冷媒配管で結ばれている。冷房時は圧縮した冷媒を室外機の凝縮器に送り凝縮させ、室内機の蒸発器に戻して蒸発させて冷房を行う。暖房時は冷媒配管を四方弁で切替えて、圧縮した高温高压の冷媒を先に室内機の蒸発器に送り、ここで凝縮させて暖房を

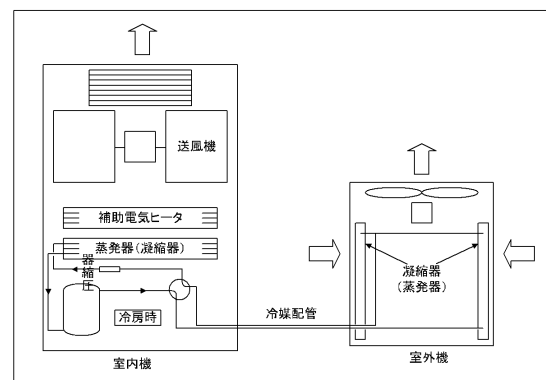


図 3.10 ヒートポンプパッケージ空調機方式

行う。その後室外機の凝縮器に送りここで蒸発させる。室内機には暖房用補助熱源として電気ヒータや加湿器が装備される場合もある。

熱源システムが不要で個別運転が可能ことから事務所ビルの局所的な冷暖房に採用される例がある。

j) 放射(輻射)パネル方式

全空気式(対流伝熱)と比較して、放射(輻射)パネル方式(放射伝熱)の特徴を以下に示す。

- 1) 高温冷水(12℃～15℃程度)や低温排熱(40℃程度)の利用が可能であり、熱源システムの高効率化が期待できる。
- 2) デシカント空調機による潜熱処理(除湿)と放射パネルによる顕熱処理を分離、処理する潜熱顕熱分離空調システムの構築し、省エネと快適性の実現が可能である。

3.1.3 熱源方式

a) 熱源機器の種類

空調用熱源には、温熱源として蒸気、温水、冷熱源として冷水が用いられている。それらを製造する熱源機器には一般に表 3.2 に示す熱源機器が使用されている。

表 3.2 空調用熱源機器の種類

空調熱源の媒体	熱源機器名称	原理・形式等	燃料または主動力源	備考
蒸気	蒸気ボイラ	燃焼	油・ガス	貫流式、炉筒鉛管式・水管式等
温水	温水ヒータ	燃焼	油・ガス	無圧開放式、真空式等
冷水	圧縮式冷凍機	往復動式 遠心式 回転式	電気	チラー ターボ スクリュウ式 スクロール式
	吸収式冷凍機	吸収式	油・ガス・蒸気	
冷水/温水	圧縮式ヒートポンプ	往復動式 遠心式 回転式	電気	空冷ヒートポンプ ダブルバンドルターボ スクリュウ式 スクロール式
	冷温水発生機	吸収式・燃焼	油・ガス	

1) 蒸気ボイラ

蒸気ボイラの種類には貫流式、炉筒煙管式、水管式がある。一般の事務所ビルでは温熱源として冷温水発生機、温水ヒータを使用する例が多く蒸気ボイラはあまり使用されない。給湯等温熱負荷の多い病院、ホテル等では貫流式、炉筒煙管式蒸気ボイラが使用される。地域熱源施設等の大規模の施設では炉筒煙管式、水管式ボイラが使用される。ボイラを採用する場合、近年では小型貫流ボイラ(最高使用圧力 1.0MPa 以下、伝熱面積 10m² 以下)で蒸発量が 1～2T/H のボイラを複数台設置して、台数制御して使用される例が多くなっている。小型貫流ボイラの複数台設置の利点は、蒸気の部分負荷に対応して効率的な運転が可能、負荷変動への応答が速い等である。小型貫流ボイラの蒸気圧力制御機構は本体に付属しており、台数制御装置もボイラメーカーで用意されている例が多い。発生した蒸気は約 200kPa に減圧して空調機の蒸気コイルに供給する場合と、蒸気/温水熱交換器で温水に熱交換して、空調機、ファンコイルユニットに供給する場合がある。

2) 温水ヒータ

温水ヒータに使用されている代表的な機種には真空式と無圧開放式がある。真空式は真空ポンプで蒸気室を減圧して水を蒸発させ、この蒸気で蒸気室内のコイルに流れる水を加熱して温水をつくる。無圧開放式は温水タンクが大気開放になっており、温水タンクの温水でコイルに流れる水を加熱し温水をつくる。いずれの機種もコイルを複数系統設けて暖房用温水、給湯用温水等異なる温度の温水を取出すことができる。また、ボイラの適用を受けないので取扱いが容易である。

3) 冷凍機

冷凍機には原理的に圧縮式と吸収式がある。圧縮式冷凍機には冷媒の圧縮機の種類により、遠心式(ターボ式)、往復動式(レシプロ式)、スクリーウ式がある。それぞれの冷凍機の原理、特性を表 3.3 に示す。遠心式、スクリーウ式、吸収式の容量制御性はほぼ同等である。往復動式は一般に行われる圧縮機の段数制御では冷水温度が大きく変化する場合があるので、精密な温度制御を要求される恒温恒湿の空調設備では採用できない。また、冷凍機を複数台使用して台数制御を行う場合、冷凍機の立上り時間を考慮した台数制御装置のパラメータ設定が重要となる。近年は圧縮機の主電動機にインバータ駆動による回転数制御を搭載した冷凍機の出荷台数が増加している。特にターボ式については、部分負荷効率の向上やその特性を活用する制御との連携により、システム効率が顕著に向上する。

表 3.3 冷凍機の種類と一般的な特性

冷凍機名称	原理	一般的な容量 kW(USRt)	容量制御方式	容量制御の幅 (%)	立上り 時間
遠心式冷凍機 (ターボ式)	冷媒を遠心式圧縮機で圧縮、凝縮させ、膨張時の蒸発潜熱で冷却する。	352～7040 (100～2000)	遠心圧縮機のサクショ ンペーン制御による。	30～100	約 5 分
遠心式冷凍機 (ターボ式、主電動機 インバータ駆動型)	冷媒を遠心式圧縮機で圧縮、凝縮させ、膨張時の蒸発潜熱で冷却する。	527～7033 (150～2000)	遠心圧縮機の主電動機 のインバータ回転数制 御による。	10～100	約 5 分
往復動式冷凍機 (レシプロ式)	往復動式圧縮機を用い る。	7～352 (2～100)	圧縮機段数制御、及び アンロード制御による。	圧縮機、アン ロード段数に よる	約 5 分
スクリーウ式 冷凍機	スクリーウ式圧縮機を用 いる。	106～1760 (30～500)	スライドペーンによる。	20～100	約 5 分
吸収式冷凍機 (二重効用式)	真空の容器内で冷媒(水) を蒸発させその潜熱で冷 却する。	176～7040 (50～2000)	加熱源(ガス、水蒸気、油) を制御弁により制御する。	20～100	約 30 分

4) 圧縮式ヒートポンプ

圧縮式ヒートポンプは圧縮式冷凍機の凝縮熱を温水として取出すものである。圧縮式ヒートポンプには、水熱源のヒートポンプと空気熱源のヒートポンプがあるが、空気熱源のヒートポンプがよく使用されている。その系統図を図 3.11 に示す。冷房期は冷凍機と同じサイクルで、蒸発器で冷水を取出し凝縮器は外気で冷却される。暖房期は冷媒配管を切換えて、冷房期の蒸発器を凝縮器として温水を取出す方式である。この方式は水蓄熱方式の熱源として良く利用されている。冬期に冷房負荷のあるデータセンター等のビルでは凝縮器を二つ持ったダブルバンドルターボ冷凍機を使用した熱回収システムが採用される例がある。このシステム構成を図 3.12 に示す。夏期はターボ冷凍機として冷水のみを取出し、凝縮熱は冷却塔から放出し、冬期に温水が必要な場合は、熱回収用凝縮器から温水を取出し蓄熱する方式である。

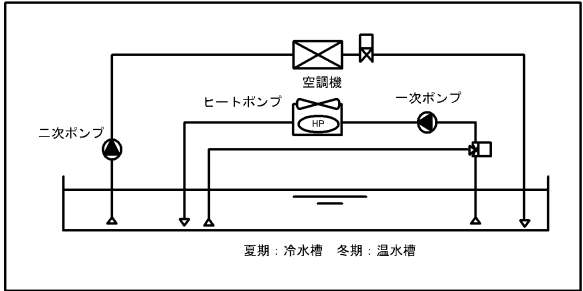


図 3.11 空気熱源ヒートポンプ方式

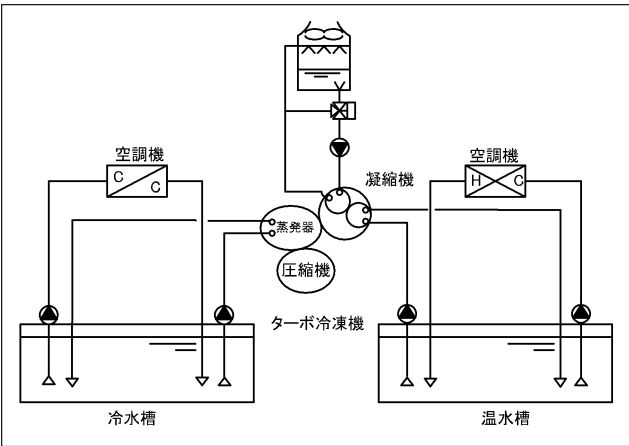


図 3.12 熱回収ダブルバンドルターボ冷凍機方式

5) 冷温水発生機

冷温水発生機には冷水または温水を切換えて取出す方式と、冷水温水を同時に取出しできる方式がある。吸収液を再生するための加熱源には主に都市ガス、蒸気が用いられている。圧縮式冷凍機に比較し大きな電力が不要で、冷水温水が取出せることから事務所ビルには多用されている。容量制御性、立上り時間特性は表 3.3 に示す吸収式冷凍機と同等である。

b) 熱源機器の組合せ例

表 3.4 に一般に採用されている冷熱源機と温熱源機の組合せ例を示す。ビルにはビル内に熱源機器を設けた自家熱源のビルと地域熱源施設から、冷水、温水、蒸気等の熱源を受入れるビルがある

表 3.4 熱源機器の組合せ例

自家/受入れ		冷熱源	温熱源	採用ビル
自家熱源	密閉式	冷温水発生機	冷温水発生機	一般の事務所ビル
		吸収式冷凍機	蒸気ボイラ	給湯負荷等の温熱負荷の多い ホテル、病院等
		吸収式冷凍機	温水ボイラ	事務所ビル
		圧縮式冷凍機	蒸気ボイラ	給湯負荷等の温熱負荷の多い ホテル、病院等
		圧縮式冷凍機	温水ボイラ	事務所ビル
		圧縮式ヒートポンプ	圧縮式ヒートポンプ	事務所ビル
	開放式	圧縮式ヒートポンプ(水蓄熱)	圧縮式ヒートポンプ(温水蓄熱)	中小規模事務所ビル
		圧縮式ブラインチラー(氷蓄熱)	圧縮式ヒートポンプ(温水蓄熱)	中小規模事務所ビル
地域熱源受入れ		冷水受入れ	温水受入れ	中大規模事務所ビル
		冷水受入れ	蒸気受入れ	中大規模事務所ビル

c) 冷温水配管の方式

表 3.5 自家熱源ビルの冷温水配管方式

表 3.5 に自家熱源ビルに採用されている代表的な冷温水配管の方式を示す。

1) 密閉配管方式

密閉配管方式は、冷温水が密閉された配管内を循環する方式である。密閉されている

冷温水の膨張収縮に対応するため、一般に配管の最上部より上部の位置に膨張タンクが設けられる。密閉配管方式には、一次ポンプ方式と二次ポンプ方式がある。

一次ポンプ方式は図 3.13 の(a)に示すように一次ポンプのみで冷温水を熱源機器から空調機まで循環させる配管方式である。二次ポンプ方式は図 3.13 の

(b)に示すように一次ポンプと二次ポンプを設ける方式である。一次ポンプは冷温水を熱源機器まわりに循環するために設け、空調機等負荷側に冷温水を循環するのに二次ポンプを使用する方式である。

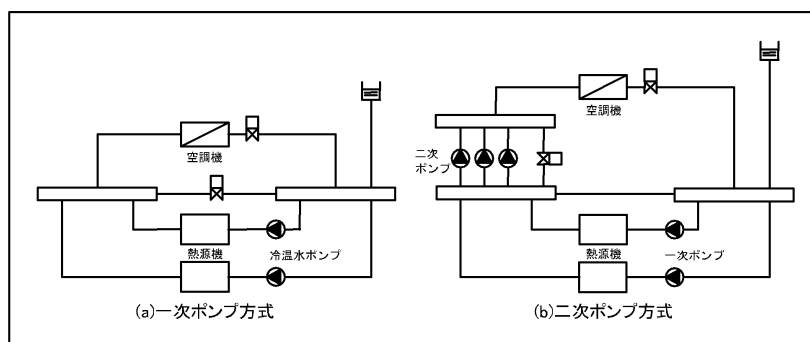


図 3.13 密閉配管方式

表 3.6 に一次ポンプ方式と二次ポンプ方式の特徴を示す。

表 3.6 密閉式一次ポンプ、二次ポンプ方式の特徴

配管方式	長 所	短 所
密閉式共通 (開放式との比較)	・ポンプ揚程は配管系の抵抗損失分のみで良いので搬送動力費が少ない。	・冷凍機の設備容量は、最大負荷時に対応できる容量が必要となる。
一次ポンプ方式	・システムがシンプルでイニシャルコストが安い。	・低負荷時も大容量ポンプを運転するのでランニングコストが高くなる。
二次ポンプ方式	・必要揚程によりポンプを系統で分割できる。 ・二次ポンプの台数制御、インバータによる回転数制御により動力の低減が可能。	・一次ポンプ方式に比較し、イニシャルコストが高く、設置スペースをより多く必要とする。

2) 開放配管方式

開放配管方式は大気開放された蓄熱水槽また氷蓄熱槽に夜間蓄熱を行い、昼間にその冷水をポンプで汲み上げて空調機器に供給する配管方式である。

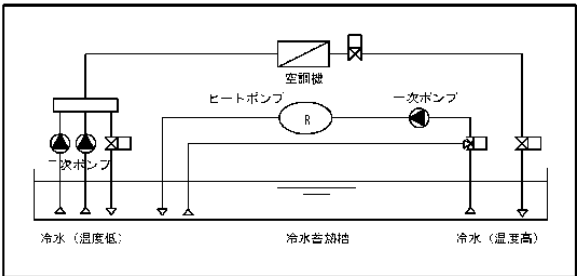


図 3.14 水蓄熱方式

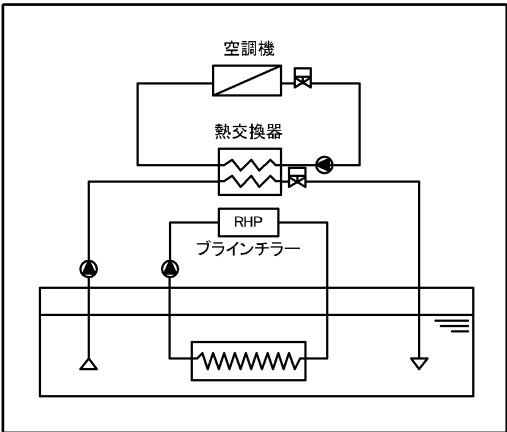


図 3.15 スタティック型氷蓄熱方式

開放式は水蓄熱方式と氷蓄熱方式に分けられる。水蓄熱方式を図 3.14 に、氷蓄熱方式の代表的なスタティック型氷蓄熱方式を図 3.15 に示す。開放式(蓄熱方式)の特徴を表 3.7 に示す。

表 3.7 開放式配管、水蓄熱槽、氷蓄熱槽の特徴

配管方式/蓄熱方式	長 所	短 所
開放式(蓄熱式) 共通(密閉式との比較)	・単価の安い夜間電力を使用できる。 ・冷凍機の設備容量を小さくできる。 ・停電時等定常外負荷に対応が容易である。	・静水頭分、二次ポンプの必要水頭が増加する。 ・溶存酸素により配管が腐食しやすい。 ・放熱ロスが生じる。 ・二次ポンプの配管の最高点の高さが 10m を超える場合は落水防止弁または落水防止圧力調整システムが必要になる。
水蓄熱方式	・熱回収運転がしやすい。 ・冷凍機の高効率運転ができる。	・水槽構築に費用がかかる。
氷蓄熱方式	・水蓄熱に比較し蓄熱層の容量を小さくできる。	・水蓄熱に比較し冷凍機の成績係数(COP)が悪くなる。

d) 冷却水配管の方式

1) 個別配管方式

個別配管方式は図 3.16(a)に示すように冷凍機と冷却塔が 1 対 1 の関係で冷凍機毎に個別の冷却水配管で冷却塔と接続されている。この方式では、冷凍機毎に異なる冷却水下限值に合せて、温度設定を可能な限り低い設定とすることができる。

2) 共通配管方式

共通配管方式は図 3.16(b)に示すように冷凍機と冷却塔が m 対 n の関係(m, n : 1 台以上)で冷凍機群と冷却塔群は共通の冷却水配管で接続されている。近年、採用が増えている。

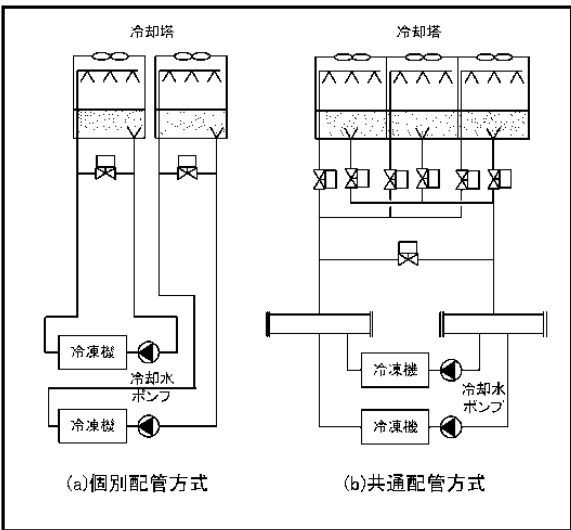


図 3.16 冷却水配管方式

特に既設熱源設備改修においては、個別配管方式と比較して、配管スペースの削減、配管抵抗の低減等により個別配管方式と比べてメリットが大きい。計装としては、冷凍機毎に停止時に冷凍機への冷却水の通過を閉止するための切替弁の設置が必要になる。また、共通配管方式では、多数の冷凍機が共通配管で一つの冷却水系統として統合されるため、冷却塔も複数台に分割され、必要に応じて台数制御を行うことが多い。

3.1.4 空気調和設備の設計条件

a) 法令による室内基準

「建築物における衛生的環境の確保に関する法律」(略称：ビル衛生管理法)及び建築基準法施行令(第129条2)に表3.8に示す基準が制定されている。この基準は延面積3000㎡以上の事務所、百貨店、興業場等に適用されており、これらの条件に対して定期測定が義務づけられている。

表 3.8 空気調和設備に関する建築物環境衛生管理基準

項目	基準値
浮遊粉じん量	空気1㎡につき0.15mg以下
CO含有率	10ppm以下
CO ₂ 含有率	1000ppm以下
温度	17℃以上、28℃以下 居室における温度を外気の温度より低くする場合は、その差を著しくしないこと。
相対湿度	40%以上、70%以下
気流	0.5m/s以下
ホルムアルデヒドの量	空気1㎡につき0.1mg以下

b) 室内温度湿度の設計条件

一般事務室の負荷計算用の室内温湿度条件を表3.9に示す。ビルの運用時点では次に述べるように表3.9とは異なる場合が多いので、システム構築時や試運転調整時には設定値の運用を確認する必要がある。大規模事務所ビルのインテリアゾーンでは冬期も冷房負荷の場合が多いことから、年間を通して25～26℃で運用している例や、冷房は26℃暖房は23℃と設定を分けて、その間の温度では、冷却弁、加熱弁は作動させないゼロエナジーバンド方式の運用をしている例がある。また、省エネルギーを優先している建物では冷房設定は28℃、暖房設定は20℃で運用している例もある。

表 3.9 一般事務室の室内温度、室内湿度

	温度(℃)	相対湿度(%)
夏期	26(25～27)	50(50～60)
冬期	22(20～22)	50(40～50)
中間期	夏期と冬期の中間の値とする	

3.2 空調プロセス

3.2.1 空気線図 地上付近の大気の水蒸気を除いた

成分組成は、ほぼ一定で表3.10にその値を示す。水蒸気は季節や天候によって大幅に変化するので、水蒸気を含んだ空気(湿り空気)を水蒸気を含まない空気(乾き空気)と水蒸気との混合物として取り扱う。湿り空気の状態は乾球温度(t)、湿球温度(t')、露点温度(t'')、絶対湿度(x)、相対湿度(ϕ)、比エンタルピ(h)、比容積(v)等によって表される。

空気線図は湿り空気の状態をあらわす線図で、比エンタルピ(h)と絶対湿度(x)を座標軸とする $h-x$ 線図が一般に良く用いられる。図3.17に $h-x$ 線図の概要図を示す。空調装置では各部で圧力が変わるが、一般に大気圧付近であるので実用的には大気圧の線図を用いている。

表 3.10 乾き空気的主要成分組成

成分	N ₂	O ₂	Ar	CO ₂
容積組成[%]	78.09	20.95	0.93	0.03
重量組成[%]	75.53	23.14	1.28	0.05

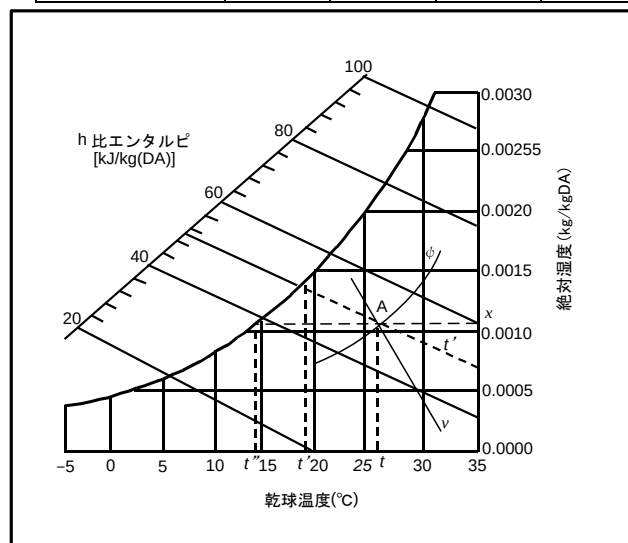


図 3.17 湿り空気線図による状態表示

ある状態の空気は図 3.17 のように線図上の 1 点(例えば A 点)で表される。この点は二つの状態値を与えれば定まり、その他の状態値も線図から求めることができる。

3.2.2 空気調和プロセス

a) 冷却プロセス

湿り空気を冷却コイルで冷却するとき、冷却コイルの表面温度が空気の露点温度より高い場合は空気中の水蒸気の凝縮が起こらないので、図 3.18 の 1→2 のように絶対湿度一定の線上を変化する。

b) 加熱プロセス

湿り空気を加熱コイルや電熱器で加熱すると、空気中の水蒸気量は変わらないので、図 3.19 の 1→2 のように絶対湿度一定の線上で変化する。

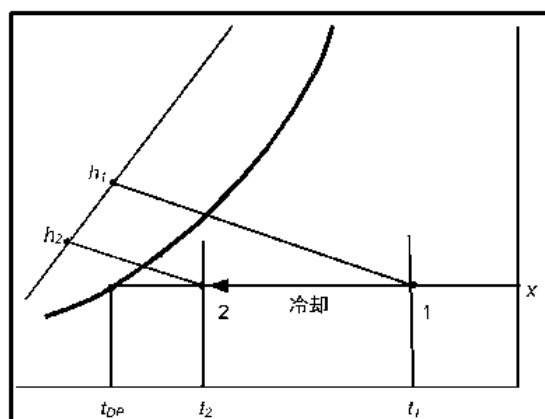


図 3.18 湿り空気の冷却

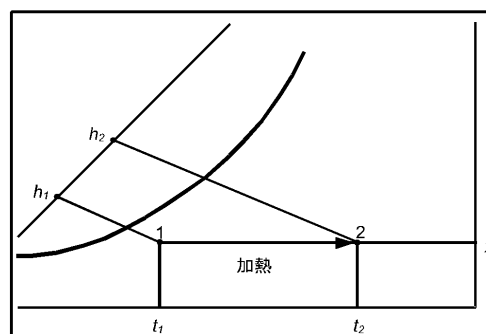


図 3.19 湿り空気の加熱

c) 冷却除湿プロセス

冷却コイルの表面温度が空気の露点温度より低い場合には、冷却コイルの表面で空気中の水蒸気の凝縮が起こり、空気は冷却除湿され、図 3.20 の 1→2 のように変化する。(直線 1-2 はコイル入口の状態 1 と出口の状態 2 とを結んだもので、コイル中間の状態はこの直線上の点となるものではない)なお、直線 1-2 と飽和曲線との交点 P の温度 t_p は装置露点温度と呼ばれる。

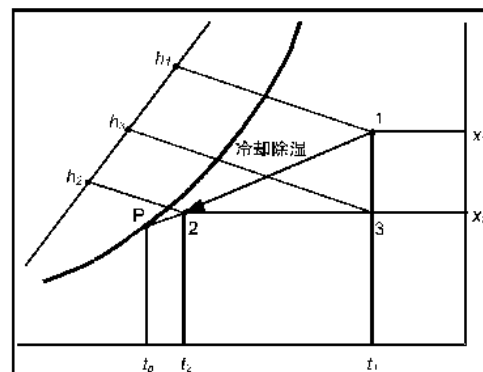


図 3.20 湿り空気の冷却除湿

d) 加湿プロセス

加湿には水加湿器、蒸気加湿器等が用いられる。水加湿器にはエアワッシャのように多量の水 droplet を噴霧循環させるもの、微水滴を蒸発させる水噴霧加湿器、蒸発面に滴下した水を気流で蒸発させる気化式加湿器等が用いられている。これらの加湿器の種類により空気線図上の状態変化が異なる。

1) 水噴霧加湿器及び気化式加湿器

加湿水の水温を t_w とすると、加湿空気は図 3.21 の 1→2 のように熱水分比 $u = t_w$ に平行な線上を変化する。これは近似的に湿球温度一定の線上とみなしてもよい。

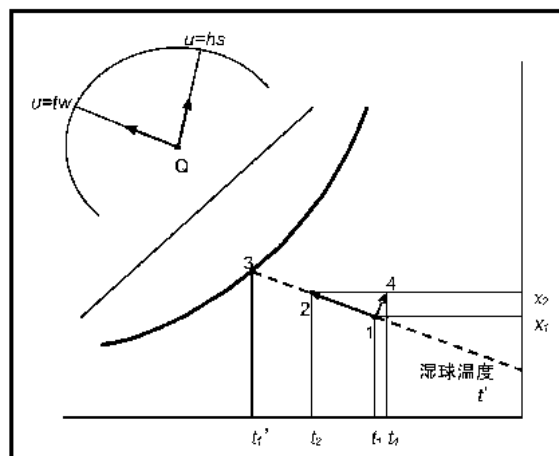


図 3.21 水噴霧による加湿と蒸気加湿

また、加湿は蒸気加湿の場合には $4 \rightarrow 5$ 、(熱水分比 $u=hs$)、水噴霧加の場合には $4' \rightarrow 5$ (熱水分比 $u=tw$) となり、加熱コイルでの加熱もそれぞれ $3 \rightarrow 4$ 、 $3 \rightarrow 4'$ 異なる

3.2.3 配管系の圧力線図

a) 配管系統図と圧力線図

配管系の圧力分布や制御弁にかかる差圧を確認するのに圧力線図が用いられる。圧力線図は配管系の水量が最大流量時の状態で書く。ここでは密閉式一次ポンプ方式の圧力線図で、書き方と利用方法を解説する。

図 3.27 は一次ポンプ方式の配管系統図を示す。圧力線図を書くにはまず、配管と機器の抵抗、ポンプ揚程、熱源機械室からの空調機、膨張タンクの高さを調べる。

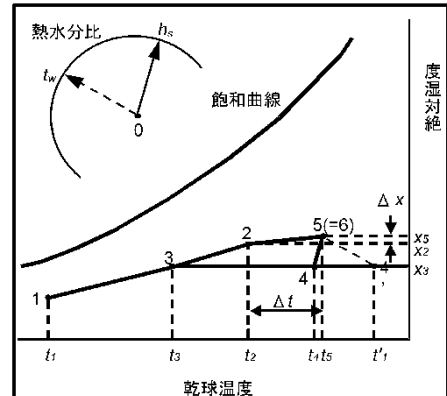


図 3.26 暖房時の状態変化

<圧力線図の書き方>

- ① 縦軸を熱源機械室(基準点)からの高さ(m)、横軸を圧力(kPa)とする。縦軸は静水頭を表すので、横軸の圧力と同一目盛り(10m $\approx$ 100kPa)としたほうが見やすい圧力線図となる。
- ② 配管系の流量が変わっても圧力の変わない点(基準点)を見つける 図 3.27 では膨張タンクの配管が接続されている①のポイントが基準点となる。

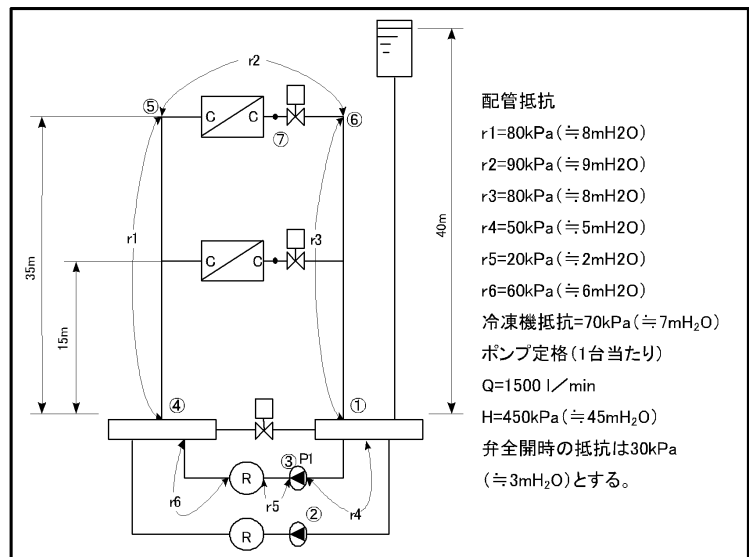


図 3.27 一次ポンプ方式の配管系統図

- ③ 基準点からスタートし、配管抵抗は圧力が下降する方向に、ポンプ揚程分は圧力が上昇する方向に、基準点からの静水頭分を加味して線図を順に作成して行き、基準点から基準点に戻れば完成する。
- ④ 作成した圧力線図は最大流量時の線図であるので、負荷流量がゼロの時(全空調機の制御弁が全閉となった時)の圧力線図を破線で記入する。

図 3.27 の一次ポンプ方式の圧力線図を図 3.28 に示す。

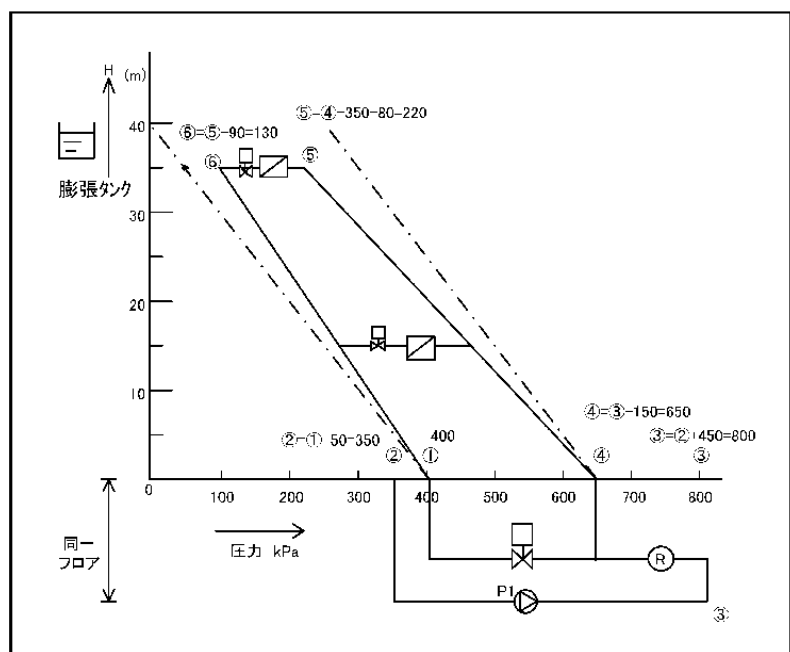


図 3.28 一次ポンプ方式の圧力線図

b) 圧力線図の見方

作成した圧力線図から次のことが判る。

- 1) ヘッダバイパス弁にかかる差圧がわかり、バイパス弁口径選定時の ΔP 、及び差圧発信器のレンジ、差圧調節計の制御目標値を決定できる。
 - ・ヘッダバイパス弁にかかる差圧＝④の圧力－①の圧力
- 2) 空調機制御弁に必要なクローズオフレイティング(全閉時最大許容差圧)がわかる。

すべての制御弁が全閉時には、上記のヘッダバイパス弁にかかる差圧が末端の制御弁までかかるので、制御弁のクローズオフレイティングは「④の圧力－①の圧力」以上の値が必要となる。
- 3) その他超高層ビルでは、配管、ヘッダ、制御弁の圧力定格チェック等に利用できる。

3.3 自動制御方式

3.3.1 制御方式の分類 空調設備の自動制御では、

ほとんどが図 3.29 に示すフィードバック制御により行われている。制御量(室内温度)を検出部(センサ)で検出し、調節部で目標値と比較し偏差に応じて操作部(制御弁)を作動させ、制御対象(室内)の制御量(室内温度)を目標値に等しくするようにする。制御対象に外乱(外気温度、日射量、室内人数の変化)が生じ、室内温度が変化した場合には設定された目標値にもどすように制御弁を作動させる。

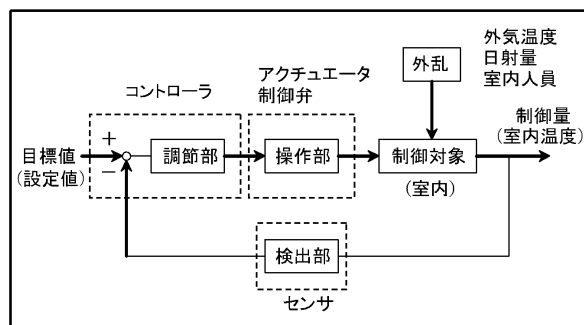


図 3.29 フィードバック制御のブロック線図

空調設備に採用されている制御動作と制御装置の構造・信号形態による分類を表 3.11 に示す。

3.3.2 制御動作の分類と選定

a) 制御動作の分類と特長

空調設備の自動制御に使用される基本的な制御動作を表 3.13、表 3.14 に示す。

b) 制御動作の選定

制御動作の選定に当たってはプロセスの応答特性を考慮する必要がある。

プロセスの応答特性と制御動作の特性を考慮した制御動作の適用例を表 3.12 に示す。

表 3.11 空調設備で使用される制御

カテゴリー	種類	備考
制御動作	2 位置	
	比例	
	比例+積分	
	比例+積分+微分	
制御装置の構造・信号形態	電気式	2 位置、比例のみ可能
	電子式	ほとんどの制御動作が可能
	デジタル式	ほとんどの制御動作が可能 DDC、PLC 等
	空気式	近年採用例僅少

表 3.12 プロセスの応答特性に適した制御動作

プロセス(制御項目) 制御動作	空調機系統			熱源系統	
	室内温度 室内湿度	給気温度 給気露点温度	還気温度 還気湿度	送水圧力	送水温度
2 位置	○	×※2	○	×※4	×※5
比例	○	×※3	○	×※3	×※3
比例+積分	○	○	○	○	○
比例+積分+微分	△※1	△	△※1	○	○

記号の説明 ○：適用できる △：適用できる例がある ×：適用できない

※1：微分動作はステップ状入力では瞬時的な修正信号が出力されるため、応答遅れが大きい温度、湿度制御系では乱調の原因となるが、比例+積分動作による制御遅れを改善できる可能性がある。

※2：系の応答が速く、短い周期で ON/OFF を繰り返す。

※3：比例帯を小さくするとハンチングを起し、大きくするとオフセットが大きくなるため積分動作が必要である。

※4：圧力制御系では 2 位置制御は使用できない。

※5：温度制御の幅が大きくなり実用的でない。

表 3.13 基本的な制御動作(その 1)

	2 位置動作 (ON/OFF 制御)	比例動作 (P 動作)
作動図		
理論式と説明図	記号の説明 SP : 設定値 Z : 偏差 K_P : 比例感度 K_I : 積分動作係数 T_I : 積分時間 K_D : 微分動作係数 T_D : 微分時間 Y_P : P 動作による操作量 Y_{PI} : PI 動作による操作量 Y_{PID} : PID 動作による操作量 Y_0 : 偏差 ($Z=0$) の時の操作量	$Y_P = K_P Z + Y_0$
応答特性		
説明	・ 制御量が目標値を超えた時に操作部を全開。(ON) または全閉 (OFF) する制御動作。 ・ 全開 (ON) と全閉 (OFF) の偏差を動作隙間と呼ぶ。 ・ 動作隙間が小さいと頻繁な全開 (ON) 全閉 (OFF) を繰り返すことになり、動作隙間が大きいと制御精度が悪くなる。	・ 比例動作は偏差に比例した操作量を出力する。 ・ 操作量が 0～100% 変化するのに要する制御量の変化幅を比例帯と呼ぶ。 ・ 比例帯が小さいと制御結果がハンチングし易く、大きいと、オフセット (定常偏差) が大きくなる。 ・ 比例制御では、偏差に比例した操作量を出力するだけで、偏差を修正する操作量は出力しないためオフセットが生じる。

表 3.14 基本的な制御動作(その2)

	比例+積分動作 (PI 動作)	比例+積分+微分動作 (PID 動作)
作動図	作動図: 比例+積分動作 (PI 動作) の動作図。偏差 Z が発生すると、比例動作による操作量と積分動作による操作量が出力される。積分動作は偏差を時間積分し、比例帯をシフトさせる。	作動図: 比例+積分+微分動作 (PID 動作) の動作図。偏差 Z が発生すると、比例動作、積分動作、および微分動作による操作量が出力される。微分動作は偏差の変化率に比例し、比例帯をシフトさせる。
理論式と説明図	$Y_{PI} = K_P Z + K_I \int Z dt + Y_0$ $= K_P Z + (K_P / T_I) \int Z dt + Y_0$ 理論式と説明図: PI 動作の理論式と説明図。偏差 Z が発生すると、比例動作と積分動作が出力される。積分動作は偏差を時間積分し、比例帯をシフトさせる。	$Y_{PID} = K_P Z + K_I \int Z dt + K_D (dZ / dt) + Y_0$ $= K_P Z + (K_P / T_I) \int Z dt + K_P T_D (dZ / dt) + Y_0$ 理論式と説明図: PID 動作の理論式と説明図。偏差 Z が発生すると、比例動作、積分動作、および微分動作が出力される。微分動作は偏差の変化率に比例し、比例帯をシフトさせる。
応答特性	応答特性: PI 動作の応答特性。積分時間 T_I が小さいほど、偏差の修正が速くなる。	応答特性: PID 動作の応答特性。微分時間 T_D が小さいほど、偏差の修正が速くなる。
説明	- 積分動作は偏差を時間積分した操作量を出力する。 - 比例+積分動作 (PI 動作) では偏差が続く限り操作量が偏差を修正する方向に増加するためオフセットをゼロにできる。 - 比例動作と積分動作の操作量が等しくなる時間を積分時間と言う。 - 積分時間を短くすると操作量が急に变化し、長く設定すると緩やかに变化する。	- 微分動作は偏差の変化率の大きさに比例した操作量を出力する。 - 微分動作は比例+積分+微分動作 (PID 動作) として使用される。 - 比例動作と微分動作の操作量が等しくなる時間を微分時間と言う。 - 微分時間を短くすると操作量が小さく变化し、長くすると大きく变化する。

3.3.3 PIDパラメータの調整方法 ジーグラ・ニコルスが提唱したPIDパラメータの最適調整法に過渡応答法と限界感度法がある。

a) 過渡応答法

あるプロセス特性が、ステップ応答で図 3.30 のように得られたとする。応答曲線の立上り勾配の最も大きい点で、この曲線に対し接線を引き、最初の定常値と最終的な定常値に交る点を得て、L、Tを知ることができる。Lは見かけの無駄時間、Tは見かけの時定数である。このLとTは、プロセス(部屋を含めた空調装置)について固有のものであり、それぞれのプロセスにより異なる。この固有値がそのプロセスの「動特性」で、その値から最適調整値を求める方法が過渡応答法である。表 3.15 に最適調整値を示す。

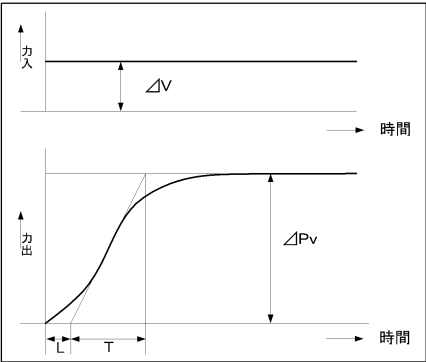


図 3.30 ステップ応答特性

b) 限界感度法

この方法はステップ入力への応答等によってプロセス特性を知る必要がなく最適調整値を知ることができ、現場等ではこの方法によることが多い。この方法は、プロセスに調節器を取付けて閉回路とした状態で行う。まず、制御動作をP動作だけにする。(積分時間を無限大、微分時間をゼロとする→I動作、D動作を無効にする)。比例帯を最大とし、徐々に比例帯をせばめていく(比例感度を上げていく)。閉回路系で比例感度をあげていくと、プロセスは一般にハンチングを生ずるようになる。そのときの比例帯(PBu)と、振動の周期(Pu)を求めれば、最適調整値は表 3.16 により与えられる。

表 3.15 過渡応答法による最適調整値

制御動作	比例帯 (%)	積分時間 (分)	微分時間 (分)
P 動作	$100 \frac{\Delta P_v L}{\Delta V T}$	—	—
PI 動作	$110 \frac{\Delta P_v L}{\Delta V T}$	3.3L	—
PID 動作	$83 \frac{\Delta P_v L}{\Delta V T}$	2L	0.5L

表 3.16 限界感度法による最適調整値

制御動作	比例帯 (%)	積分時間 (分)	微分時間 (分)
P 動作	2.0PBu	—	—
PI 動作	2.2PBu	3.3L	—
PID 動作	$83 \frac{\Delta P_v L}{\Delta V T}$	2L	0.5L

3.4 計器・機器の特徴と選定方法

3.4.1 検出器 空気調和の自動制御で使用する検出器には、温度センサ、湿度センサ、圧力検出器、差圧検出器、流量計等がある。

a) 温度センサ

空調設備の室内、ダクト内、配管内等の温度計測には、表 3.17 に示す JIS C 1604 に規定されている抵抗値 100Ω の白金測温抵抗体(図 3.31)が多用されている。計測原理は温度変化による測温体の抵抗変化をブリッジ回路で、電圧信号として取出す方法が採用されている。温度検出器はその取付位置により、室内型、ダクト取付け型、配管取付け型等がある。その外観を図 3.32 に示す。

表 3.17 Pt100 の抵抗特性 (JIS C 1604 2013)

温度(°C)	抵抗値(Ω)	温度(°C)	抵抗値(Ω)
0	100.00	60	123.24
10	103.90	70	127.08
20	107.79	80	130.90
30	111.67	90	134.71
40	115.54	100	138.51
50	119.40		

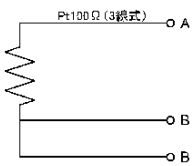


図 3.31 Pt100 の配線



1) 室内型



2) ダクト取付け型



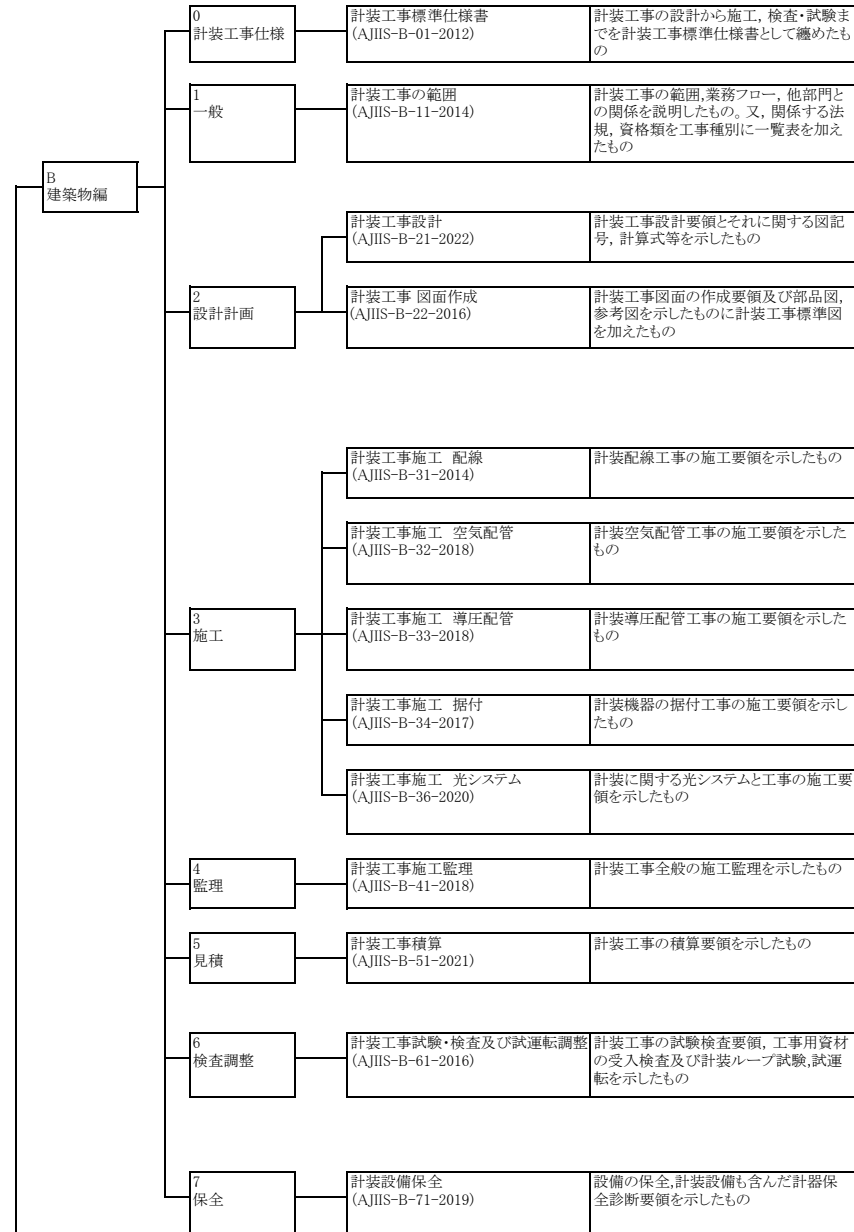
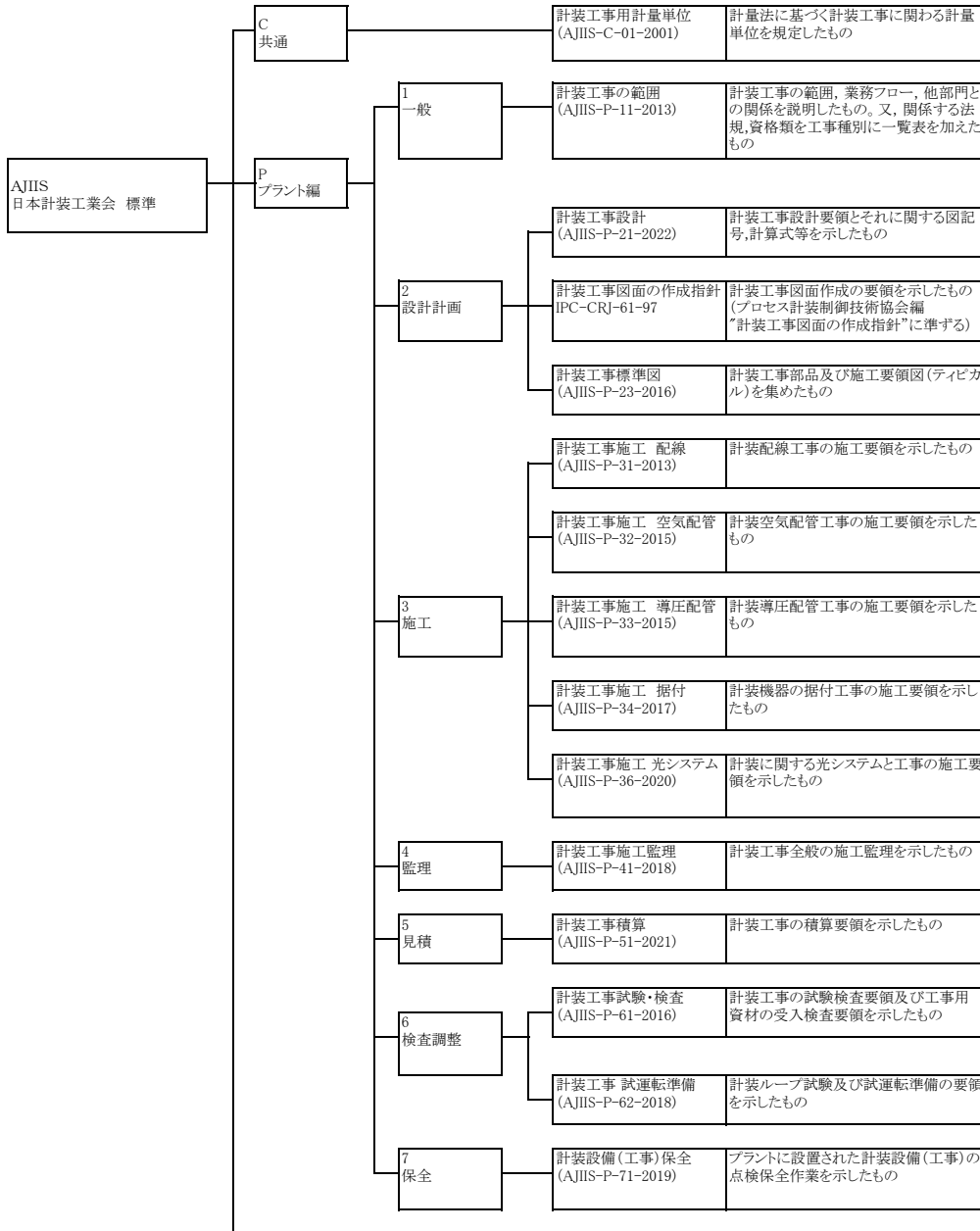
3) 配管取付け型

図 3.32 温度センサの外観

『これ以降は非公開となっております。ご覧になりたい方はご購入をお願い致します』

日本計装工業会標準体系表

日本計装工業会 技術委員会



AJIS-B-21-2022

日本計装工業会標準 計装工事設計 (建築物編)

AJIS-B-21-2022

平成 14 年 1 月 第 1 刷発行

平成 25 年 11 月 改定版発行

2022 年 4 月 改定版発行

編 集 一般社団法人 日本計装工業会 技術委員会

発 行 一般社団法人 日 本 計 装 工 業 会

〒101-0031 東京都千代田区東神田 2-4-5 東神田堀商ビル 4F

電話 (03) 5846-9165

FAX (03) 5846-9166

印 刷 東洋オフセット株式会社

(無断転載を禁ず)