

1 空調設備の概要と種類

1 講義のねらい

今や空調設備は、建物の機能を維持していくためには、不可欠な装備・要素となっている。

- 5 適正な室内温熱環境及び空気環境を如何に、少ないエネルギーで実現させるかが大きな課題といえる。本講義では、前半では、空調の目的、室内温熱・空気環境の評価基準、空調負荷等の基本概要を概説する。後半は、空調設備を構成する代表的な機器・装置・システム/設計事例を紹介し、空調設備の全体像を把握、理解を深めることがねらいである。

- 10 特に、多様化する空調ニーズに対し、近年、様々な機器・装置が開発されており、本講義では最新のシステムを含め、幅広く紹介する。

2 講義の概要

第Ⅰ章 空調の考え方

- 15 1. 空調の目的・役割・背景
2. 室内温熱環境
3. 換気と空調
4. 空調品質の評価
5. 空調負荷
6. 空調ゾーニング
- 20 7. 空調と省エネルギー

第Ⅱ章 空調装置・システムの概要

1. 空調装置の基本構成
2. 空気線図の活用
- 25 3. 空調方式の分類
4. セントラル空調方式
5. 個別分散空調方式
6. 外気処理
7. 自動制御・BEMS

30

第Ⅲ章 設計事例の紹介

1. 事務所ビルの設計事例
2. ZEB 庁舎の設計事例

3 教材

(1) 講義用パワーポイント

【参考文献】

- 5 1) 空気調和・衛生工学会：第 14 版 空気調和衛生工学便覧， 空気調和衛生工学会，
2010. 02
- 2) 空気調和・衛生工学会：空気調和設備設計の実務の知識（改訂 4 版）， オーム社， 2017. 3
- 3) 建築設備技術者協会：最新 建築設備設計マニュアル 空気調和編， 井上書院，
2012. 08
- 10 4) ビル経営管理講座テキスト 管理/運営〈下巻〉、日本ビルヂング経営センター、2018

2 空調機と湿り空気線図の利用

1 講義のねらい

パッケージ型空調機を用いた空調設備の例が多くなっており、空気線図の利用の頻度は少なくなっているが、高精度の温湿度制御を要求される場合、高顕熱負荷があるデータセンター、デシカント空調などの計画や設計に際して、空調設備のエンジニアが高い技量を発揮する必要がある場合、その冷却・加熱・加湿などの空気の状態変化を可視化することにより、確認と問題点の気づきに役立つ。また、空調関連のクレームとして多い、結露の発生や加湿不足などの検討に際しても、空気線図を活用することができる。

この講義では、基礎から空気線図の仕組みを解説するとともに、空気線図を実際に描く演習も行う。

空気線図としては、空気調和・衛生工学会の便覧に掲載されている空気線図を用いることも多い。しかし、最近ではPCで計算書を作成することが多くなっているため、表計算ソフトを用いた簡易版の空気線図のプロットのソフト、及び、その際に必要となる近似式を参考に示す。

2 講義の概要

(1) 空調機の基本構成（冷却除湿コイル、加熱コイル、熱交換器）

(2) 空気線図の基礎知識

- ・ 空気線図の読み方
- ・ 潜熱・顕熱・比エンタルピーとは
- ・ 加熱、冷却+除湿、SHF（顕熱比）
- ・ 加湿方式による違い
- ・ 混合
- ・ BF（バイパスファクター）とは

(3) 空気線図の活用

- ・ 冷房の空気線図の描き方、冷房負荷の算定
- ・ 暖房の空気線図の描き方

★ ミニ課題1：手書きで冷房の空気線図を描いてみる

(4) 表計算ソフトを用いた簡易版空気線図(t-x)の紹介

★ ミニ課題2：PCで空気線図をプロットする

(5) 空気状態を求める近似式の紹介

3 教材

- (1) 空気線図 講義用パワーポイント
- (2) 空気線図 課題
- (3) 付録1 PCで描く空気線図 (Excel データファイルを配布)
- 5 (4) 付録2 空気線図のための近似式

4 注意事項

- ・ 配布する Excel データファイルは、OS: Windows 7, Microsoft Excel 2013 で作成しています。演習時にマクロが稼働できるようなセキュリティ設定にしてください。
- 10 ・ 上記のデータファイルは、他の動作環境では、テストしていないため正常に動作しない場合があります。
- ・ この講義で用いたデータファイルを使用することによって、ユーザーが受ける可能性がある全ての損害等について、配布元、開発者は賠償請求の責を免れるものとします。
- ・ このデータファイルは不許複製です。
- 15 ・ 間違い等に気が付いた場合には、日本建築センターにご連絡ください。

【参考文献】

- 1) 空気調和・衛生工学会：第 14 版 空気調和衛生工学便覧， 空気調和衛生工学会，
2010.02
- 20 2) 空気調和・衛生工学会：地球環境負荷削減パンフレット「環境と空気・水・熱」, <http://www.shasej.org/iinkai/air/air.html>, 2017.09 現在
- 3) 空気調和・衛生工学会：空気調和設備設計の実務の知識（改訂4版）， オーム社，
2017.03
- 4) 建築設備技術者協会：最新 建築設備設計マニュアル 空気調和編， 井上書院，
25 2012.08

3 空気搬送設備の設計

1 講義のねらい

空調設備の基本事項として、換気及び空調の空気搬送設備の計画・設計を概説する。

- 5 空気搬送設備は、室内温熱環境や音環境に密接に関連し、環境建物に占めるスペースが大きく、エネルギー消費量も大きいことから、適切な計画・設計が非常に重要となる。

ここでは、換気計画及び空調計画のうち空気搬送設備を中心として基礎的な知識を講義するとともに、換気・空調風量の算定、吹出し口の選定、丸ダクトと角ダクトの選定、空調機のダクトワークの圧力損失計算書の作成、送風機の選定という一連の手順を学ぶ。

- 10 なお、ダクトの選定や圧力損失計算に際して、実務にも役に立つ表計算ソフトの利用例を示す。

2 講義の概要

(1) 換気・空調計画の概要

- 15 ※ダクト系統図的なもので解説する。

(2) 換気計画

- ・ 1種、2種、3種、中央式と個別式
- ・ 換気風量の算定

★ミニ課題3 CO₂濃度を基準とした換気量算定

- 20 (3) 空調計画（主に中央熱源方式、個別熱源方式は別講義）

- ・ 吹出し口、吸込み口の配置計画
- ・ 吹出口の選定

★ミニ課題4 空調風量の算定と吹出し口の選定

(4) ダクトの計画と設計

- 25
- ・ ダクト計画の概要と注意点
 - ・ 空気搬送に関する基礎（ベルヌーイの定理、全圧・静圧・動圧）
 - ・ ダクトの選定

★ミニ課題5 丸ダクトの選定

★ミニ課題6 角ダクトの選定

- 30
- ・ ダクトの圧力損失の算定

★ミニ課題7 ダクトの圧力損失計算書の作成

(5) 送風機の選定

- ・ 送風機の種類
- ・ 送風機圧力と動力
- ・ 送風機の選定

5 ★ミニ課題 8 送風機の選定

(6) コラム：様々な空調方式（時間の余裕があれば解説）

3 教材

(1) 空気搬送設備の設計 課題

10 (2) 空気搬送設備の設計 講義用パワーポイント

(3) 付録 1 表計算ソフトによるダクト選定

(4) ダクト圧力損失計算書（未完成） (Excel データファイルを配布)

(5) ダクト圧力損失計算書 (Excel データファイルを配布)

(6) 表計算ソフトによるダクト選定 (Excel データファイルを配布)

15

4 注意事項

- ・ 配布する Excel データファイルは、OS: Windows 7, Microsoft Excel 2013 で作成しています。演習時にマクロが稼働できるようなセキュリティ設定にしてください。
- ・ 上記のデータファイルは、他の動作環境では、テストしていないため正常に動作しない場合があります。
- ・ この講義で用いたデータファイルを使用することによって、ユーザーが受ける可能性がある全ての損害等について、配布元、開発者は賠償請求の責を免れるものとします。
- ・ このデータファイルは不許複製です。
- ・ 間違い等に気が付いた場合には、日本建築センターにご連絡ください。

25

【参考文献】

5) 空気調和・衛生工学会：第 14 版 空気調和衛生工学便覧， 空気調和衛生工学会，2010.02

6) 空気調和・衛生工学会：空気調和設備設計の実務の知識（改訂 4 版）， オーム社，2017.03

30

建築設備技術者協会：最新 建築設備設計マニュアル 空気調和編， 井上書院，2012.08

4 水搬送設備の設計

1 講義のねらい

5 配管系統の設計は、流体の特性、圧力分布、管内流速を考慮し、建築計画において適切な配管経路を決定した上で、経路全体での圧力損失を求め、配管各部の流量から管径を求めることにある。

この講義では、流体の原理的な点を学んだ上で、水配管における配管系統の設計手順を示すとともに、配管系統（開放式、密閉式の違い）、配管経路やゾーニングの考え方、配管サイズの算定、圧力線図によるポンプ揚程と容量選定について解説と演習を行う。

10

2 講義の概要

- (1) 配管系の設計手順
- (2) ベルヌーイの定理と圧力、管内摩擦損失、水温と水の密度などの原理説明
- (3) 配管系統（一管式・循環式、開放式・密閉式、二管式・四管式、リバースリターン）
- 15 (4) 配管経路やゾーニングの考え方
- (5) 配管サイズ、配管抵抗の算定

★ミニ課題9：簡単な配管系統図の管内流量、摩擦損失、管径決定による計算
（表計算ソフトを利用した管径決定計算書作成）

- (6) 圧力線図の解説

20

★ミニ課題10：配管系統図から圧力線図を描いてみる

- (7) ポンプ揚程と容量選定、省エネルギー制御について

3 教材

- (1) 水搬送設備の設計 講義資料
- 25 (2) 水搬送設備の設計 講義用パワーポイント
- (3) ミニ課題の問題と解答例
- (4) ミニ課題に用いる、水配管流量線図、局部抵抗の相当長さ線図
- (5) 以下の電子データ
 - ・ 表計算シート（配管経路の計算シート）

30

4 注意事項

- ・ 配布する Excel データファイルは、OS : Windows 7, Microsoft Excel 2013 で作成しています。
- ・ 上記のデータファイルは、他の動作環境では、テストしていないため正常に動作しない場合があります。
- ・ この講義で用いたデータファイルを使用することによって、ユーザーが受ける可能性がある全ての損害等について、配布元、開発者は賠償請求の責を免れるものとします。
- ・ このデータファイルは不許複製です。
- ・ 間違い等に気が付いた場合には、日本建築センターにご連絡ください。

10

【参考文献】

- 1) 建築設備技術者協会：最新 建築設備設計マニュアル 空気調和編， 井上書院，
2012.08

5 空調負荷計算

1 講義のねらい

5 空調設備機器の容量を決定する際、夏期の酷暑日、あるいは冬期の酷寒日を想定した最大熱負荷計算は、欠かすことのできない設計プロセスの一つである。最大熱負荷計算にはその詳細の程度、利用できる計算環境によっていくつかの種類があるが、一般的には、対象となる室の外壁や開口部等の建築的条件、在室時間帯や内部発熱等の室使用条件をもとに、室への流入熱・室からの流出熱を算出する。

10 従来は、設計用の熱負荷計算といえば、最大熱負荷計算のことを指す場合が多かった。しかしながら、省エネ法の適用対象建物の拡大や義務化に伴って、現在ではほぼ全ての物件において一年間の空調エネルギー消費量を設計段階で推計する必要がある。従って、設計者が意識するかどうかは別として、最大熱負荷計算のみではなく、エネルギー消費量を算出するための年間の熱負荷計算についても欠かすことのできない設計行為の一つとなっている。

15 この講義では、熱負荷の発生機構や熱負荷の構成要素といった基本的事項について解説するとともに、熱負荷計算ツールを用いた演習を通じて、熱負荷計算の概略を理解するとともに、実際に最大熱負荷計算を実施できるようになることを目的とする。

2 講義の概要

(1) 熱負荷計算の基礎

- 20
- ・熱負荷とは
 - ・設計における熱負荷計算の位置付け
 - ・熱負荷の構成要素・分類

(2) 熱負荷計算ツールの利用

- 25
- ・熱負荷計算ツールのバリエーション
 - ・設計条件と入力データ

(3) 熱負荷計算ツール「HASPEE」を利用した演習

- 30
- ・ツールと入力方法の概要
 - ・例題建物（室）の概要
 - ・データ入力作業の実施
 - ・計算結果の確認と仕様変更の試行（窓、外壁の仕様変更、日除けの効果等の確認）

3 教材

- (1) 講義用パワーポイント
- (2) 最大熱負荷計算プログラム「HASPEE」(電子データにて事前配布)
- (3) 「HASPEE」の使用マニュアル(空気調和・衛生工学会編「試して学ぶ 熱負荷 HASPEE ～新最大熱負荷計算法～」から該当部分を抜粋して配布)

5

4 注意事項

- ・ 講義においてプログラム「HASPEE」を利用します。このため、Microsoft Excel 2013以降がインストールされたノートパソコンを用意してください。また、演習時にマクロが稼働できるようなセキュリティ設定にしてください。
- ・ プログラム「HASPEE」の実行環境として、パソコンのメモリは3GB以上を推奨いたします。
- ・ 事前に配布する「HASPEE」(Excel ファイル)を正常に開くことができるかどうか確認しておいてください。

10

15

【参考文献】

公益社団法人空気調和・衛生工学会編：「試して学ぶ 熱負荷 HASPEE ～新最大熱負荷計算法～」，2012

6 個別分散空調システムの設計

1 講義のねらい

ビル用マルチエアコンの誕生と共に大型ビル、商業施設、学校、病院、ホテルなど用途を
5 問わず採用される、個別空調システムの設計理解を深める内容とする。
一方、ヒートポンプの原理など冷媒を使用したエアコンの構造、各部の働きなどを学ぶ機会
がなく配管長制約や使用範囲など設計に重要な基礎知識が不足している点を習得できるカリ
キュラムとする。

10 2 講義の概要

(1) セントラル空調方式と個別空調方式の違い

- ・ 水配管と冷媒配管の相違点

(2) ヒートポンプの原理

- ・ 各部の役割、モリエル線図、COP

15 (3) 設計・施工時の注意ポイント

- ・ 設置場所、各種制約の意味、吹出し口の結露

(4) 機種選定演習

- ・ 能力補正の考え方、機種選定時の注意点

★ ミニ課題 1：簡単な配管系統図の管内流量、摩擦損失、管径決定による計算

20 (能力計算ソフトを利用した)

3 教材

(1) 個別分散空調システムの設計 講義資料

(2) 個別分散空調システムの設計 講義用パワーポイント

25 (3) ビル用マルチ技術資料抜粋

- ・ 仕様書、外形図、性能特性、配管長補正、冷媒分岐管サイズ選定

(4) 以下の電子データ

- ・ ビル用マルチ能力計算ソフト

30

4 注意事項

- ・ビル用マルチ能力計算ソフトは、OS：Windows 7/8/10、メモリ：256MB 以上で動作
 - ・上記のソフトは、他の動作環境では、テストしていないため正常に動作しない場合があります。
- 5
- ・この講義で用いたプログラムを使用することによって、ユーザーが受ける可能性がある全ての損害等について、配布元、開発者は賠償請求の責を免れるものとします。
 - ・このプログラムは不許複製です。
 - ・間違い等に気が付いた場合には、日本建築センターにご連絡ください。

7 エネルギー消費性能の評価

1 講義のねらい

- ・省エネルギー化の必要性を理解する。
- 5 ・省エネルギー基準の目的、規制内容、評価方法を理解する。
- ・省エネルギー基準への適合性を判定するためのプログラムの使用方法を理解する。
- ・プログラムを利用して、エネルギー消費性能の定量的な評価ができるようになる。

2 講義の概要

- 10 (1) 省エネルギー基準の概要
 - ・我が国の最終エネルギー消費の動向
 - ・省エネ法から建築物省エネ法へ
 - ・省エネルギー基準の適合義務化
- (2) エネルギー消費性能計算プログラムの使い方
- 15 (3) 個別分散空調システムの計算演習
 - ・容量選定や外気処理システムの違いにより、一次エネルギー消費量にどの程度の差がでるかを実際に計算
- (4) 中央式空調システムの計算演習
 - ・熱源の高効率化や各種制御の導入により、一次エネルギー消費量にどの程度の差
 - 20 がでるかを実際に計算

3 教材

- (1) エネルギー消費性能の評価 講義資料
- (2) IBEC、システムパターン別 入力演習（空気調和設備・入門編）
- 25 (3) エネルギー消費性能計算プログラム 入力シート（Excel）

4 注意事項

- ・講義において、「エネルギー消費性能計算プログラム（非住宅版）」を利用します。
- ・このプログラムは、Web プログラムですので、講義当日、ブラウザでアクセスして
- 30 使用します。このため、使用するブラウザには以下の制約があります。事前にアクセスできるか確認されることをお勧めします。
 - ・Internet Explorer(IE)バージョン9以降のもの（H28.10.01 変更）
 - ・Firefox 最新バージョンのもの

・Chrome 最新バージョンのもの

・プログラムの入力シートは Excel で提供されますが、このシートについて全ての機能を使うためには Excel2013 以上が必要です。(Excel2010 でも一応は動きますが、Excel2007 はサポート外です。)

- 5
- ・オンラインのプログラムですので、講義当日、インターネットに接続できるパソコンが必須となります。つきましては、外部の WiFi に可能なパソコンをご持参ください。(企業のパソコンでは、Free の WiFi に接続できないように制限をかけている場合がありますので、事前に確認しておいてください。)

10 **【参考文献】**

- 1) 宮田征門：特集 建築物の省エネ設計の可能性を拓く，省エネ建築物でエネルギー削減効果が得られる手法 一次エネルギー消費量による評価，建築技術，No. 800，p112-118，2016.9
- 2) 国土技術政策総合研究所，建築研究所監修：平成 28 年省エネルギー基準に準拠した算定・判断の方法及び解説，2017.3
- 15 3) 建築環境・省エネルギー機構：平成 29 年度モデル建物法における計算演習講習会，空調設備のための外皮編，2017.10