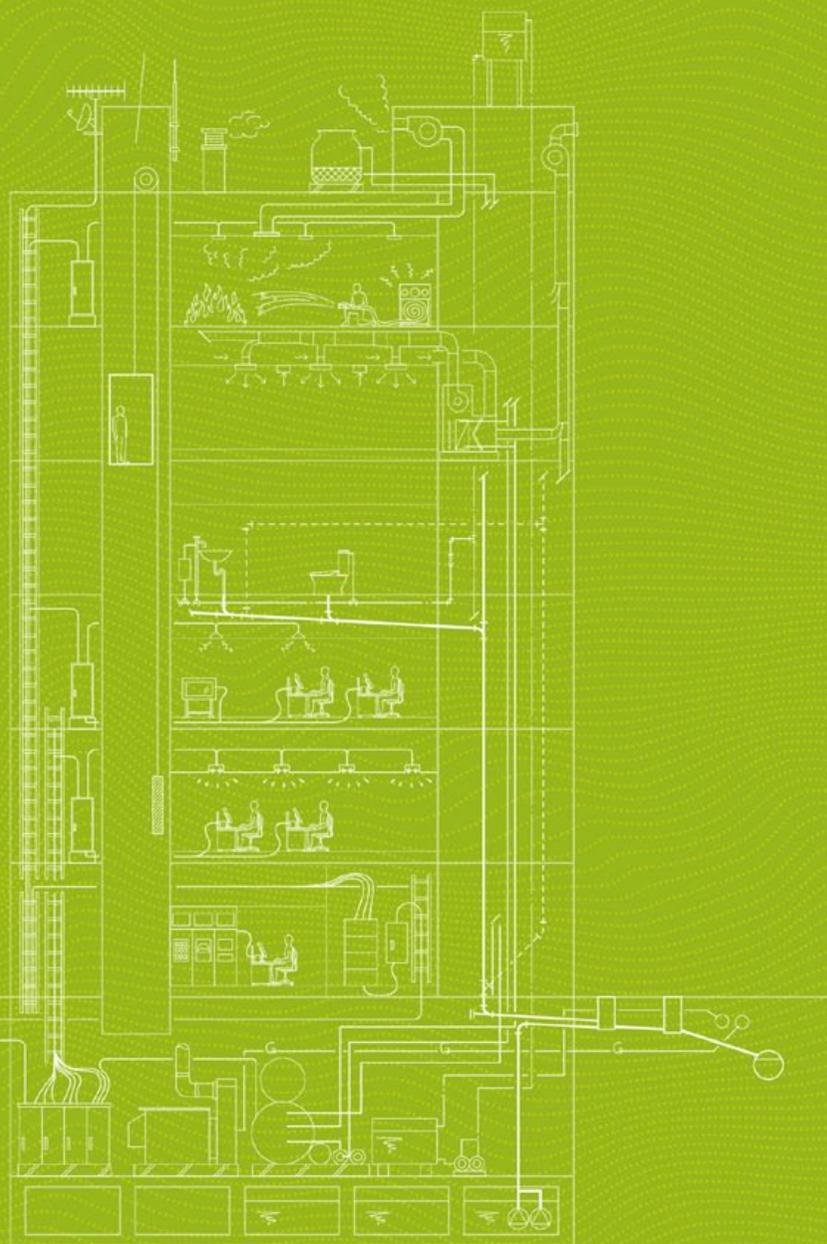


つながりで学ぶ 建築設備

近藤武士
田中英紀
原 英嗣
関根雅文
原 耕一郎
鈴木利幸
中村祐介
森山修治



つながりで学ぶ 建築設備

近藤武士

田中英紀

原 英嗣

関根雅文

原 耕一郎

鈴木利幸

中村祐介

森山修治

はじめに

本書は、これから建築設備を学ぶ者のための入門書であり、大学、高等専門学校、専修学校、職業高等学校で、建築学や住居環境学を学ぶ者、建築業にかかわる者で建築設備の概略を知ろうとする者あるいは、これからくわしく知ろうとする者などの教科書・参考書・専門書としての活用を想定した書である。

本書の特徴は、①戸建て住宅、②事務所ビル、③集合住宅という代表的な3つの建物種別を事例に取り上げて、住宅系と非住宅系の建物で必要となる建築設備のつながりや建築的な納まりについて、具体的に解説をしている点である。

私たちが生活の中で日々接する身近な機器が、どのような役割を担い、各建物の壁や天井・床の裏側で、どのように、何とつながっているかを感覚的に理解できるよう工夫をほどこしている。本書を読み進めることによって、日ごろは目にするのが少ない建物の裏側と、建築設備を含む建物の機能について理解を深めることができるであろう。

また、①戸建て住宅、②事務所ビル、③集合住宅の3つの建物種別に分類して章立てされているため、知識を得たい建物の設備について、直接的にアクセスできる点も本書の利点である。

本書は、建物用途ごとに章立てられた見開き頁により、その建物用途で広く用いられている設備の方式を示すとともに、例えば電気や給排水、空調などの設備種別に応じて、そのつながりが解説されている。また、そのあとには代表例として示された設備のほかに、どのような代替方式や機器があるのか、事例を示しながら解説している。

各頁に注釈の欄を設け、用語の詳細解説や設備機器のイラスト、実際の据え付け状況の写真などを挿入し、本文解説の理解をより深めるための工夫を凝らしている。

(1) 建築設備の役割

建築設備の役割を考える前に、まず人の暮らしと建築物の関係を考えてみよう。建物は、室内と屋外の環境的なフィルター役割を持っている。また、建物の屋根・壁・窓・床などの建築外皮が太陽光や風雨などの気象や外部騒音を妨げることで、屋外よりも良好な環境を与え、ときには地震・台風などの天災や犯罪などから身を守る、シェルターの役割を担う(図 1.1)。

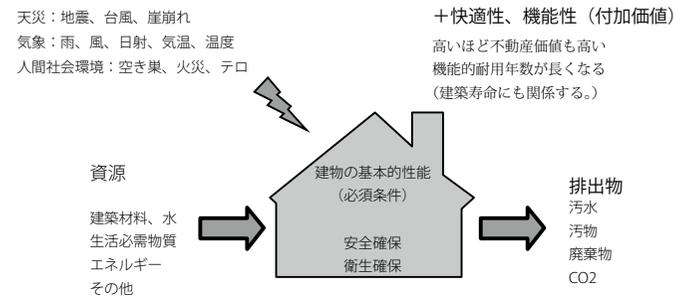


図 1.1 建物の求められる基本的性能

人が建築物を利用する際には、「安全」と「衛生」の確保が必須条件となる。よって、建物には、耐震性など人命を守るための建物強度に加え、室内での生活において人の健康を害さないために、空気質や温湿度の調整、汚物の速やかな排出などの機能が必要となる。この目的に対して設けられるのが、換気設備や空調設備、給排水設備である。また、特に多数の人が利用する建物で火災が生じた場合は、人命の確保と被害を最小化するために消火や排煙、避難誘導などに係わる防災設備が活躍する。

このように、建物内での日々の生活において人が快適に過ごし、職場では健康を維持しながら生産性を上げるために、さまざまな建築設備がかかわっており、その主なものは空調設備や照明設備、情報通信設備、給湯設備などである。また、これらの設備のほとんどは、駆動源として電源やガスなどを必要とするため、電気設備やガス設備も備える必要がある。

さて、人が建物を利用する際には、水やエネルギーの他、多様な生活必需物質を消費する。これらの消費の後に排出されるのは、汚水や二酸化炭素をはじめとしたさまざまな廃棄物であるので、地球環境保全のためには、この最小化が課題となる。

また、建築物の高機能化や快適性を向上させて付加価値を与え、建物の資産価値を高めることも建物の社会的価値を長く維持するため、つまり建物長寿命化のためには重要であり、この目的に対しても建築設備の担う役割は大きい。

(2) 建築設備の分類

建築設備は、健康で快適な生活を支えるうえで不可欠な存在である。例えば、炊事・洗濯、洗面・入浴などに必要な水を、必要な場所で必要な量を提供する“給水設備”、建物から汚物や生活排水を速やかに排出するための“排水設備”、室内空気の汚染や臭気の充満・停滞を防ぎ、良好な空気質環境を提供する“換気設備”、建物内での熱中症対策や寒さによる健康被害を防ぐため、あるいは室内で快適に過ごすため室内温熱環境を維持する“空調設備”、建物内での作業のしやすさや移動の安全性などを確保する“照明設備”、火災、地震などの際の早期知覚や迅速な避難を支援する“防災設備”、犯罪から財産や身を守るための“防犯設備”などがある。

建築設備は、給排水・衛生設備、空気調和設備、電気設備、防災設備に大別され、これらは例えば表 1.1 のようにさらに細かく分類することができる。

表 1.1 建築設備の分類表

建築設備の分類	建築設備の細分類
給排水・衛生設備	・給水設備 ・給湯設備 ・ガス設備 ・排水・通気設備 ・衛生設備
空気調和設備	・空調設備 ・熱源設備 ・換気設備
電気設備	・受変電設備 ・配電設備 ・照明・コンセント設備 ・通信・情報設備 ・防犯設備 ・搬送設備 など
防災設備	・消火設備 ・排煙設備 ・自動火災報知設備 など

(3) パッシブデザイン・アクティブデザイン

建築設備計画においては、まずは建築的な工夫を十分に凝らして機械設備への依存度を極力抑え(パッシブデザイン)、必要部分を機械設備(アクティブデザイン)に委ねて組み合わせ、両者を連携させることが重要である。

図 1.2 に空調設備に見るパッシブ/アクティブデザイン手法の概念を示す。外気の変動に伴って、室内が冬期に寒く、夏期に暑くなることを、例えば、冬は建物南面の窓を大きくとって日射を取り入れるとともに高断熱化や建物躯体の蓄熱効果を利用して、その熱を大切に使う。夏は庇などによる日射遮蔽や窓配置の工夫によって自然通風を促進するなど、建築的工夫によって冷暖房依存度を抑制する計画がパッシブデザインの例である。

あるいは防災設備であれば、耐火構造の採用や避難バルコニーを計画するなどはパッシブデザイン、火災報知機やスプリンクラーの採用などはアクティブデザインである。

最近では、省エネルギーや災害時の観点から、パッシブデザインが見直されている。

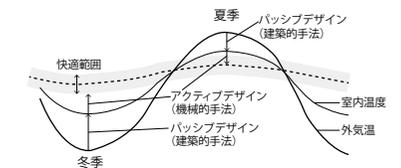


図 1.2 空調設備に見るパッシブ/アクティブデザインの役割

(1) 給排水の水の流れ

建物内の給水設備の蛇口をひねると水が出るが、これはどこから、どのような処理を経てたどり着くのだろうか。図 2.1 のように、山間部で降った雨をダムなどでせき止めた貯水池、あるいは河川等を水源として取水し、これを浄水所まで導水したあと浄水処理を行う。浄水処理を経た水は、送水設備（送水ポンプ等）で水道管を通じて配水され、各使用施設まで運ばれて、建物施設内の給水設備によって、使用者まで届けられる。

水道には、上水（雑用水）、下水の3種がある。住生活用水のほとんどが上水（飲用可能な水）を利用しており、水道事業により供給される。中水は、トイレ洗浄水、冷却・冷房用水、散水などの用途に利用され、水道水と比較して水質の低い水の総称である。

上水を供給するための水道施設には、上水を利用する建物が必要とする水量、適切な水圧、上水としての水質が求められる。そのため、浄水処理では、水源からの原水に対して浮遊物除去、沈砂、沈殿、ろ過、薬液注入（消毒）などを行って浄化する。

浄化された上水は、配水池で水の使用量に応じて水量を調整したうえで、配水ポンプにより適切な圧力で水道本管に送られる。配水する距離が長い場合、高低差が大きい場合などは、適正な圧力で配水するために、途中にポンプ場を設け、排水ポンプで水圧を上げる。

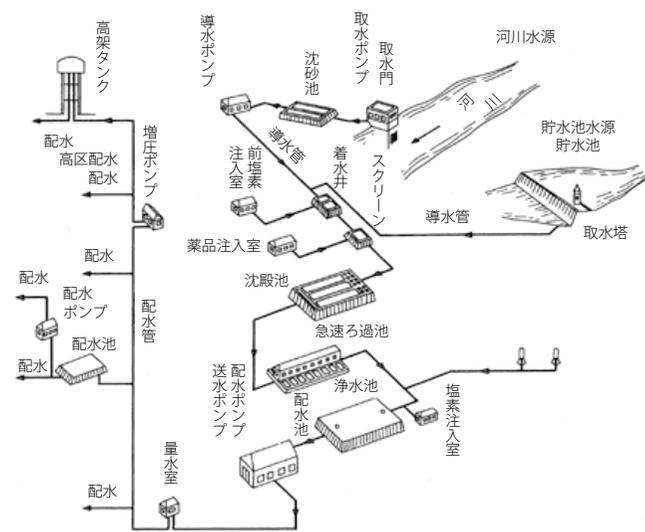


図 2.1 水が建物にたどり着くまで

建物から排水される汚水や雨水は、図 2.2 のように公共下水道等流れ込み水処理施設を経て河川などの公共水域に放流される。水処理施設では、下水処理施設においては一次処理（最初沈殿池で沈殿・浮上による汚濁物処理）、二次処理（エアレーションによる酸素供給を行いつつ、微生物を用いた有機物除去）を行い、最終沈殿池で微生物をともなう汚泥を沈殿させ、上層の水を放流する。

また、下水処理施設で排出される汚泥は、汚泥処理施設に送られ、濃縮・脱水されたあとに焼却される。

現在は、下水処理排水や汚泥のリサイクル活用が行われている。下水処理水を川などに放流せず、さらに高度な処理をして再生水とし、トイレ洗浄水や噴水の水として再利用している。また、下水汚泥を燃やした後に残る灰の中からリンを取り出して畑肥料の原料としたり、下水汚泥を低い温度で焼いて炭にし、燃料として活用したりしている。

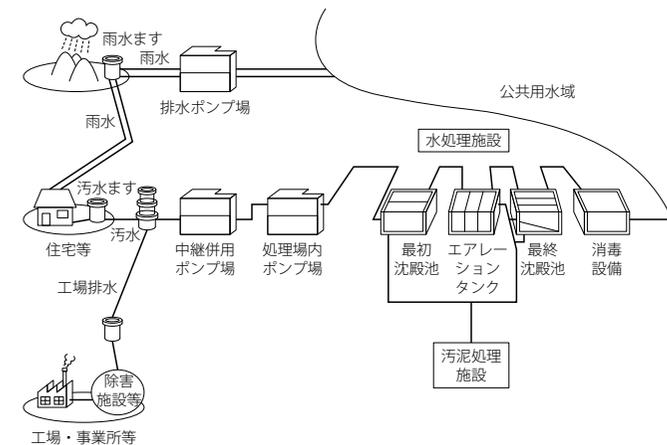


図 2.2 排水が公共水域に放流されるまで

このように、上水・下水の処理施設は都市設備、建物内の給水設備や水を使用する各機器は、建築設備となる。

(2) 電気の供給

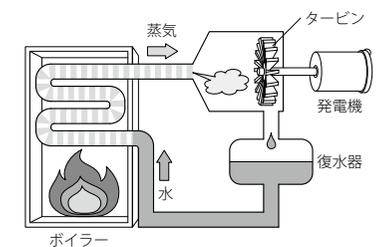
電気の源である電源は、火力発電、水力発電¹⁾、原子力発電、地熱発電などにより確保される。火力発電では、燃料を燃やして蒸気をつくり、蒸気タービンを回転させて電力を発生させる。発電に使用した蒸気は復水器²⁾で冷やして水に戻し、再加熱して蒸気にするをくり返す。この復水器の冷却には大量の冷却水が必要となるため、火力発電所は比較的海に近い場所に設置されている。また、火力発電の燃料には、石油、石炭、天然ガスなどが使用されており、天然ガスの依存度が高くなる。

1) 水力発電

貯水池式：河川の水流をダムでせき止め、ダムに溜まった水を利用する方式。
調整池式：河川水を調整池に溜めて発電する方式。短期的な発電調整に用いる。
揚水式：発電所の上部と下部に大きな調整池をつくり、電力供給に余裕のある夜間帯に水を汲み上げ、昼間帯にその水を利用して発電する方式。
流れ込み式（自流式）：河川の水流を利用する発電方式。水車のイメージ。

2) 復水器

ボイラーで蒸気を発生させるときに必要な水は、タービンを経由した蒸気を循環させて供給する。タービンを経由した蒸気を再び液化させるため、復水器で冷却が必要となる。



1.1 事務所ビルの設備の概要

事務所ビルの設備は、①給排水・衛生設備、②空調・換気設備、③電気設備、④搬送設備、⑤防災設備に分類できる。

①給排水・衛生設備

・給水設備

公共の水道本管から上水を引き込み、受水槽や高置水槽を経由して、建物内の各水栓に供給する設備である。

・排水・通気設備

汚水、雨水を下水道本管まで排出する設備である。各衛生器具に排水された排水は、勾配をつけた排水管内を自然落下によって、公共の下水道本管に排出される。通気設備は、排水管内の排水の流れをスムーズにするために、排水管内に空気を流入させる設備である。

・給湯設備

加熱装置を使用して、湯を各給湯栓等に供給する設備である。局所給湯方式の場合は、給湯室など湯を使う場所に、電気温水器などの加熱装置を設置して、給湯栓に湯を供給する。

②空調・換気設備

・熱源設備

電気や都市ガスを使用して、冷房または暖房、加湿または除湿し、室内の温熱環境をある一定の値に維持するために必要な熱を製造する設備である。冷凍機、ボイラー、ヒートポンプ、冷却塔などの機器がある。

・水(熱)搬送設備

熱源設備で製造した熱を空調機器まで搬送する設備であり、ポンプ、配管から構成される。熱を運ぶ媒体としては、一般に水が使用される。

・空調・換気設備

室内の温熱環境および空気質をある一定の値に維持するための空調設備と、トイレや洗面所の臭気や水蒸気の除去、機械室の熱の排除などを目的とした換気設備で構成される。

③電気設備

・電源設備(受変電設備)

電力会社から電力を受電し、建物内で使用する電圧に変換する設備である。電力会社が停電した際の予備電源として、発電機設備や直流電源設備がある。

・配電設備

受変電設備から建物内に電気エネルギーを供給する設備で、主要供給ルートの幹線設備、末端の機器(照明や空調など)へエネルギーを分配する分電盤などがある。

・照明設備・コンセント設備

室内を適切な視環境に保つための照明器具、OA機器等へ電気を供給する配線、コンセントなどの設備である。

・通信・情報設備

音声やデータなどの情報を伝達する設備で、電話、ネットワーク、放送、テレビ、防犯などに関連する設備がある。

・雷保護設備

落雷による被害を防ぐための設備で、建物を保護するものと情報通信機器を保護するための設備がある。

④搬送設備

エレベーター、エスカレーターなど人や物を搬送する設備である。

⑤防災設備

火災による煙が拡散することを防止する排煙設備、発生した火災を消火させるための消火設備、火災の発生を知らせる自動火災報知設備、室内の人を外部へ避難することを支援する避難誘導設備などである。

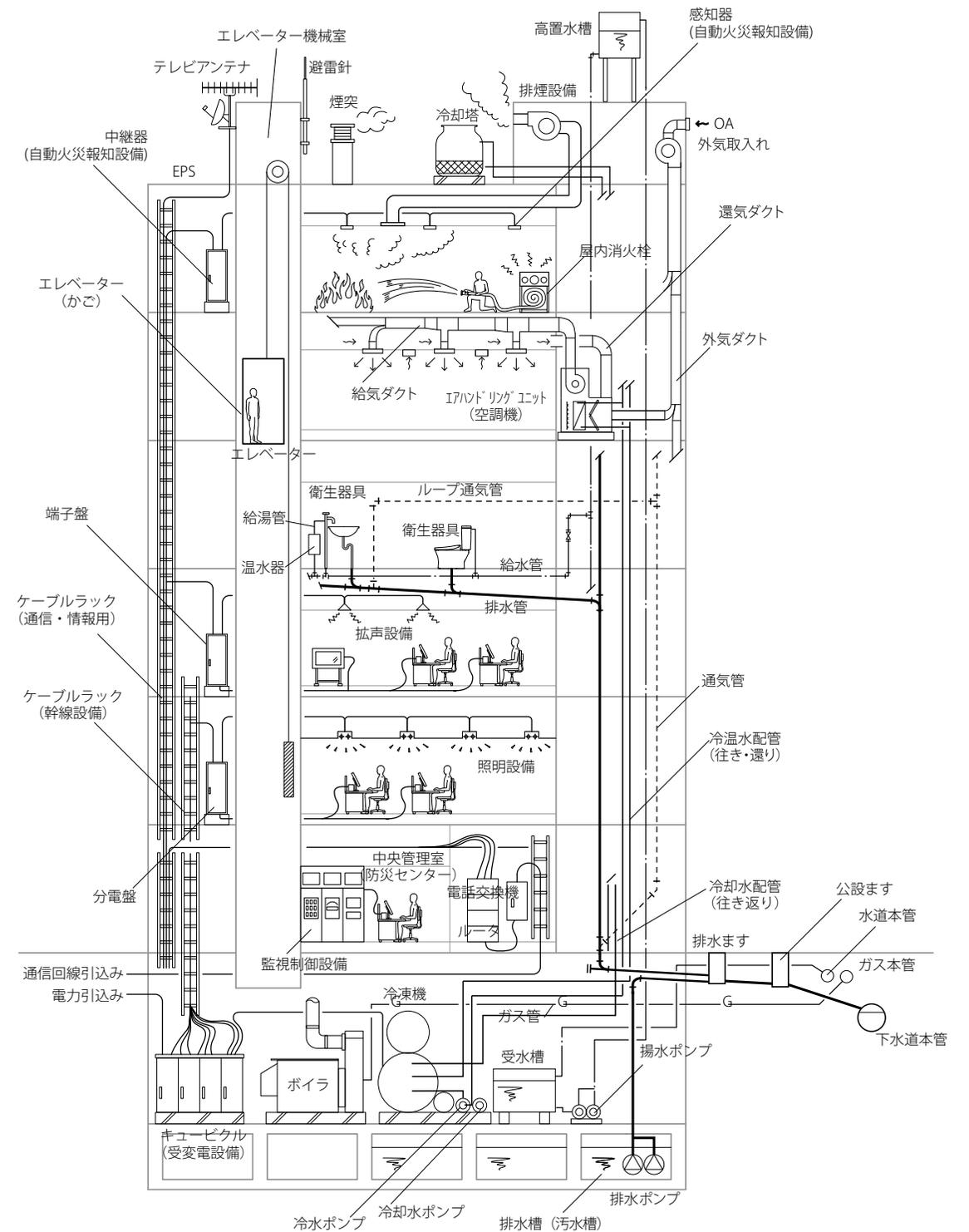


図 1.1 事務所ビルの建築設備の概要

2.1 給排水・衛生設備のつながりと構成

事務所ビルの給排水・衛生設備とは、公共の水道本管からの上水を、建物内の衛生器具に供給し、利用者が利用した排水を公共の下水道本管に排出するための設備である。給排水・衛生設備は、給水設備、給湯設備、排水・通気設備からなる。近年は、雨水や雑排水を再利用する中水設備も普及している。給排水・衛生設備の目的は、建物内で使用する水環境および排水後の水環境を、衛生的で、快適に保つことである。給排水・衛生設備には、さまざまな方式があるが、もっとも一般的な方式として、高置水槽方式を例に、給排水・衛生設備のつながりを説明する。

◆給水設備

公共の水道本管より引き込んだ上水を、利用者が水を使用する衛生器具の水栓まで運ぶ設備である。水道本管から引き込まれた上水が、給水管を通り、建物内の受水槽に蓄えられる。次に、揚水ポンプによって、受水槽から揚水管を通り屋上の高置水槽に運ばれる。高置水槽に蓄えられた上水は、利用者が水栓を開けると、給水管を通して、重力によって各水栓に供給される。

◆給湯設備

電気温水器、ガス給湯機等の加熱装置を使用して、上水を加熱し、衛生器具の水栓の給湯栓に湯を供給する設備である。給湯室や便所の手洗いなどでは、給湯栓の近くに加熱装置を設置する局所給湯方式が採用される場合が多い。

◆排水・通気設備

利用者が使った後の排水（汚水、雑排水）や雨水を下水道本管まで排出するための設備である。排水は、基本的には排水管に勾配をつけ、排水の自然落下によって排出する。通気設備は、排水管内の排水の流れをスムーズにするために、排水管の上流側に、大気に開放された通気管を接続し、排水管内に空気を流入させる設備である。排水を下水道本管に直接排出せず、一時的に建物内の排水槽に蓄え、排水ポンプで下水道本管に排出させる場合もある。

表 2.1 給水・給湯・排水・通気設備の概要

構成要素	概要
1. 給水設備	
a. 給水引込管	公共の水道本管から上水を引き込み、受水槽に給水する配管
b. 受水槽	水道本管から、敷地内に引き込んだ上水をいったん貯水するためのタンク
c. 揚水ポンプ	受水槽の上水を、屋上などの高置水槽に移動させるためのポンプ。給水ポンプとも呼ぶ
d. 揚水管	受水槽の上水を、屋上などの高置水槽に移動させるための配管
e. 高置水槽	水栓よりも高い位置に設置し、重力式給水によって、各水栓に上水を供給するためのタンク
f. 給水管	高置水槽からの上水を、各水栓に移動させるための配管
g. 衛生器具	給湯室や便所の水栓などの上水を吐水・止水し、使用する器具
2. 給湯設備	
a. 加熱装置	上水を電気、ガスなどを使用して、加熱し、湯をつくる設備。電気式加熱装置には、電気温水器、ヒートポンプ給湯機などガス加熱装置には、ガス給湯機などがある。
b. 貯湯槽装置	つくった湯を、蓄えておく水槽。電気温水器では、貯湯槽が一体となったものが多い。
c. 給湯管	加熱装置や貯湯槽の湯を給湯栓などの衛生器具に送るための配管
d. 衛生器具	具給湯室や便所の給湯栓など、湯を吐水・止水し、使用する器具。水と湯を同時に使用する混合水栓が多い。
3. 排水・通気設備	
a. 排水器具	洗面器具、便所など水受けを持ち、排水管に排水を流す器具
b. トラップ	排水管内の空気が室内へ侵入するのを防ぐための水封部を持つ装置
c. 排水管	排水を排水本管まで、流すための配管
d. 通気管	排水管内の排水をスムーズに流すために、排水管内に空気を流入させる配管
e. 排水槽	下水道本管への排水量を調整、または排水を再利用するために、一時的に蓄えておく水槽
f. 排水ポンプ	排水槽の排水を下水道本管へ排水するためのポンプ

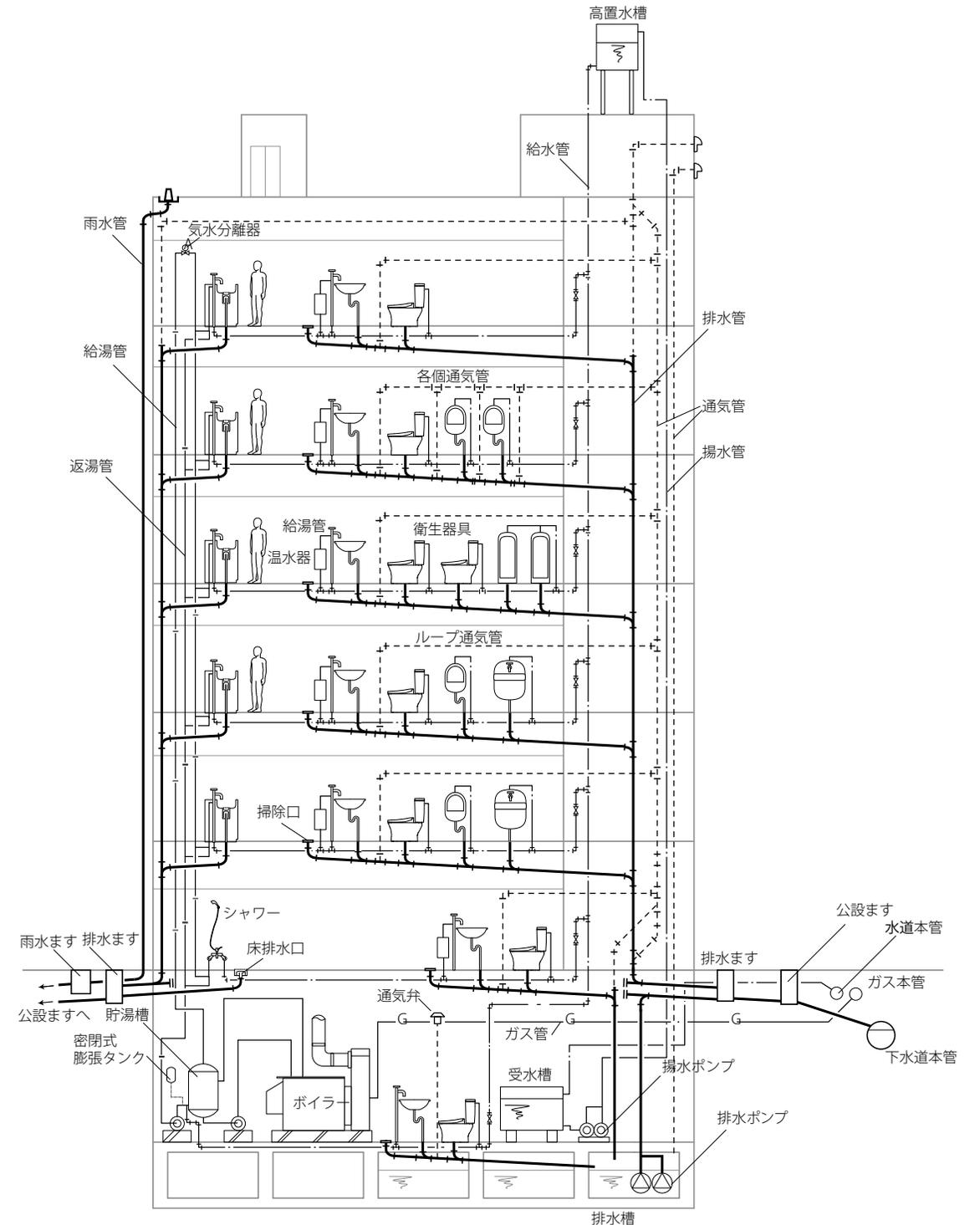


図 2.1 事務所ビルの給排水・衛生設備の概要

2.2 給排水・衛生設備の構成機器

(1) 給水設備

代表的な給水設備方式として、高置水槽方式の給水設備について解説する(図2.2、図2.3)。

敷地外の公共の水道本管から上水を受け入れ、建物内の衛生器具の水栓に上水を供給する高置水槽方式は、受水槽、揚水ポンプ、揚水管、高置水槽、給水管を通して、手洗いなどの水栓や、便所の洗浄弁などの衛生器具に、上水が供給される。

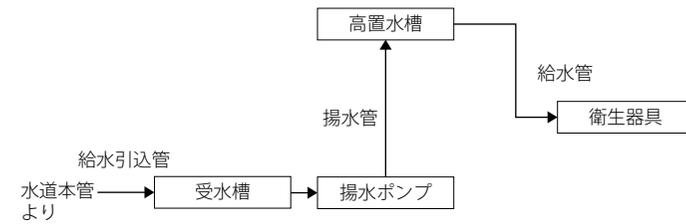


図2.2 給水設備のつながり

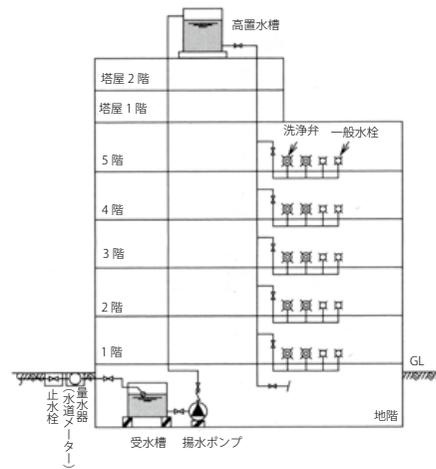


図2.3 高置水槽方式

a. 給水引込管

浄水場からの上水が供給される公共の水道本管より、敷地内に上水を受け入れる配管である。河川、貯水池などから取水された原水は、浄水施設で水道法により定められた水質基準に浄化され、上水管によって建物の敷地付近まで供給される。建物敷地付近の水道本管(配水管)につながった建物の給水引込管によって、止水栓、量水器を経て、建物内へ上水が供給される。

b. 受水槽

給水引込管より供給された上水を、いったん貯めておく水槽である。一般に、受水槽の容量は、建物での1日の使用水量の1/2程度とする場合が多い。定期点検や清掃時にも受水槽が使用でき

るように、複数の水槽を設置するか、1基の場合は内部を2槽以上に区切り、分割しておくことが望ましい。受水槽は、FRPパネルやステンレス製の水槽が使用され、汚染防止のために、地下ピットなど建築躯体を利用することはできない。また、受水槽の設置は、6面点検(周囲のすべての面を点検)できるように、水槽の上部に1.0m以上、側面と下部は0.6m以上の空間を確保して設置する必要がある(図2.4)。

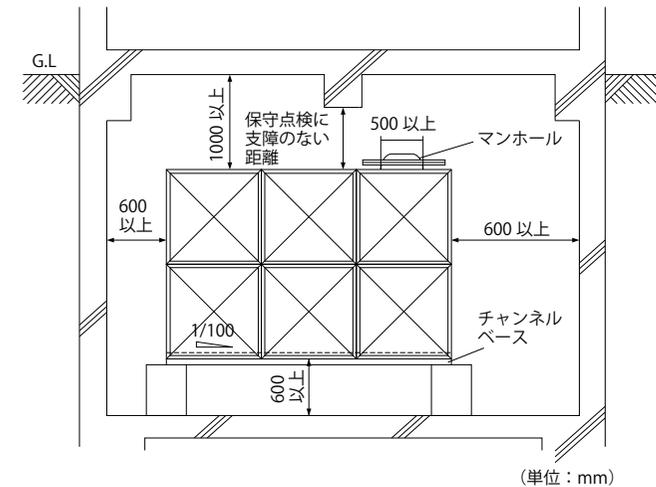


図2.4 受水槽の設置

c. 給水ポンプ

受水槽の上水を、高置水槽へ揚げるためのポンプである。高置水槽への揚水量と受水槽から高置水槽までの全揚程¹⁾より、設備容量(ポンプの能力)が決定される。主なポンプとしては、渦巻きポンプ、ラインポンプ、水中ポンプなどがある。揚水量は、時間最大予想給水量やピーク時最大予想給水量を用いることが多い。時間最大予想給水量は、1日のうちもっとも水が使用される1時間に使用される水量である。ピーク時最大予想給水量とは、15分程度継続する最大給水量である。給水ポンプの形式の例を図2.5に示す。

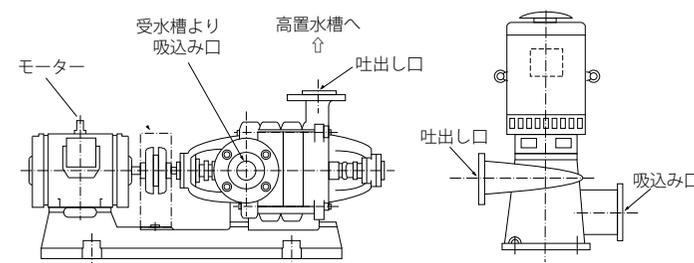


図2.5 給水ポンプの例

1) 全揚程

ポンプが水を汲み上げる高さ。吸込み水面から、吐出し水面までの高さ(実揚程)に、配管などの摩擦損失水頭を加えたものを全揚程という。

【参考】給水設備の設備容量の算定 予想給水量

- ・1日の水使用量 Vd [L/日]
- $Vd = 60 \sim 100$ [L/人・日] (事務所ビルの場合)
- ・1日の使用時間 T [h]
- $T = 9$ [h] (事務所ビルの場合)
- ・時間平均予想給水量 $Qh = Vd/T$ [L/h]
- ・時間最大予想給水量 $Qm = k_1 \cdot Qh$ [L/h]
- k_1 は 1.5 ~ 2.0 程度とする場合が多い。
- ・ピーク時予想給水量 $Qp = k_2 \cdot Qh/60$ [L/min]
- k_2 は 3.0 ~ 4.0 程度の値とすることが多い。

受水槽容量の算定

- ・ $Vs \geq Vd - Qs \cdot T$
- ・ $Qs \cdot (24 - T) \geq Vs$

ここで、

- 受水槽の有効容量 Vs [m³]
- 1日の水使用量 Vd [m³/日]
- 配水管などの水源からの給水能力 Qs [m³/h]
- 1日の使用時間 T [h]

高置水槽容量、揚水ポンプの算定

- ・ $Ve \geq (Qp - Qpu) \cdot T_1 + Qpu \cdot T_2$

ここで、

- 高置水槽の有効容量 Ve [L]
- ピーク時予想給水量 Qp [L/min]
- 揚水ポンプの揚水量 Qpu [L/min]
- ピークの継続時間 T_1 [min]
- 揚水ポンプの最短運転時間 T_2 [min]

一般的には、 Qpu を時間最大予想給水量程度、 T_1 を 30min 程度、 T_2 を 10 ~ 15min 程度にしている。

配管径の算定

配管径の算定には、ダルシー・ワイズバッハの式、またはヘーゼン・ウィリアムスの式による配管の流量線図が使われている。直管以外の継手、弁類などによる摩擦損失圧力は、一般に、これらと等しい摩擦損失圧力を生ずる同径の直管の長さに変換した相当管長として、直管の長さに加算して算出する。

【出典】『給排水衛生設備計画設計の実務の知識』(空気調和・衛生工学会)