

7. 水理計算例

実務上おおよその口径を見出す方法として、給水管の最長部分の長さや配水管の計画最小動水圧から、給水用具の立上り高さを差し引いた水頭（有効水頭）より動水勾配を求め、この値と同時使用率を考慮した計画使用水量を用いてウエストン公式流量図により求める方法がある。

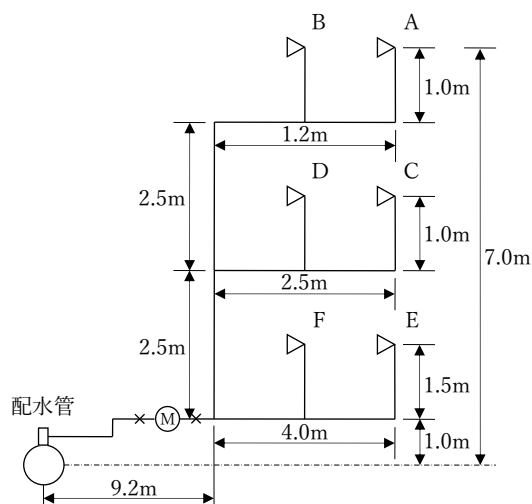
7-1 直結直圧式

（例題1）直結式（一般住宅3階建て）の口径決定

（1）設計条件

- ・ 配水管の水圧 0.2Mpa
- ・ 給水栓数 6
- ・ 給水する高さ 7.0m

給水用具名	
A	大便器（洗浄タンク）
B	手洗器
C	台所流し
D	洗面器
E	浴槽（和式）
F	大便器（洗浄タンク）



（2）設計手順

- （ア）計画使用水量を算出する。
- （イ）それぞれの区間の口径を仮定する。
- （ウ）給水装置の末端から水理計算を行い、各分岐点での所要水頭を求める。
- （エ）同じ分岐点からの分岐管路において、それぞれの分岐点での所要水頭を求める。その最大値が、その分岐点での所要水頭になる。
- （オ）最終的に、その給水装置が配水管から分岐する箇所での所要水頭が、配水管の計画最小動水圧の水頭以下となるよう仮定口径を修正して口径を決定する。

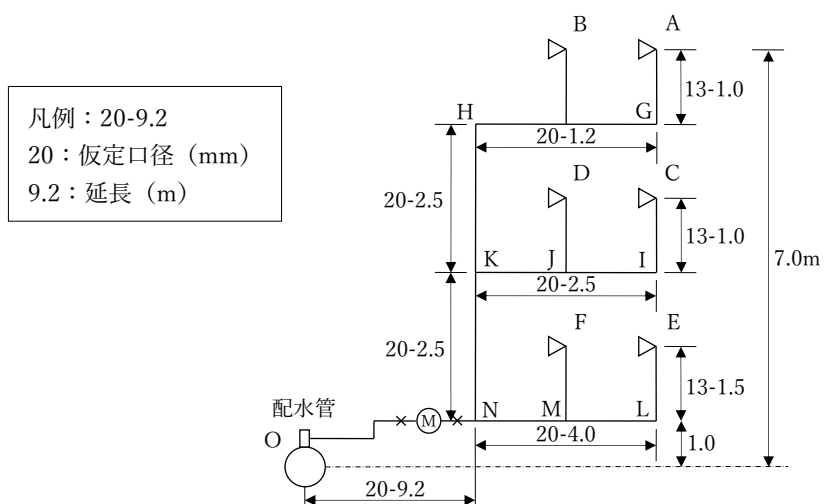
(3) 計画使用水量の算出

計画使用水量は、「表3-9」と「表3-10」より算出する。

給水用具名	給水栓呼び径	同時使用の有無	計画使用水量
A 大便器 (洗浄タンク)	13mm	使用	12 (L/min)
B 手洗器	13mm	—	—
C 台所流し	13mm	使用	12 (L/min)
D 洗面器	13mm	—	—
E 洗濯流し	13mm	使用	12 (L/min)
F 浴槽 (和式)	13mm	—	—
—	—	計	36 (L/min)

(4) 口径の決定

各区間の口径を以下の図のように仮定する。



(5) 口径決定計算

区間	流量 L/min	仮定 口径	動水勾配 0/00 ①	延長 m ②	損失水頭 M ③=①×②/1000	立上げ 高さ m ④	所要水頭 ⑤=③+④	備考
給水栓 A	12	13	給水用具の 損失水頭		0.80	—	0.80	図3-6 により
給水管 A~G間	12	13	230	1.0	0.23	1.0	1.23	図3-4 により
給水管 G~H間	12	20	33	1.2	0.04	—	0.04	
給水管 H~K間	12	20	33	2.5	0.08	2.5	2.58	
計							4.65	

給水栓 C	12	13	給水用具の 損失水頭		0.80	—	0.80	図3-6 により
給水管 C~I間	12	13	230	1.0	0.23	1.0	1.23	図3-4 により
給水管 I~K間	12	20	33	2.5	0.08	—	0.08	
計							2.11	

A~K間の所要水頭 4.65m > C~K間の所要水頭 2.11m。

よってK点での所要水頭は 4.65m となる。

区間	流量 L/min	仮定 口径	動水勾配 0/00 ①	延長 m ②	損失水頭 M ③=①×②/1000	立上げ 高さ m ④	所要水頭 ⑤=③+④	備考
給水管 K~N間	24	20	108	2.5	0.27	2.5	2.77	図3-4 により

給水栓 E	12	13	給水用具の 損失水頭		0.8	—	0.8	図3-6 により
給水管 E~L間	12	13	230	1.5	0.35	1.5	1.85	図3-4 により
給水管 L~N間	12	20	33	4.0	0.13	—	0.13	
計							2.78	

A~N間の所要水頭 4.65m + 2.77m = 7.42m > E~N間の所要水頭 2.78m。

よってN点での所要水頭は 7.42m となる。

区間	流量 L/min	仮定 口径	動水勾配 0/00 ①	延長 m ②	損失水頭 M ③=①×②/1000	立上げ 高さ m ④	所要水頭 ⑤=③+④	備考
給水管 N~O 間	36	20	220	9.2	2.03	1.0	3.03	図3-4 により
	36	20	水道メーター		1.90	—	1.90	図3-5 により
	36	20	止水栓（甲形）		1.80	—	1.80	図3-6 により
	36	20	分水栓		0.60	—	0.60	
						計	7.33	

全所要水頭は、7.42m+7.33m=14.75m となる。

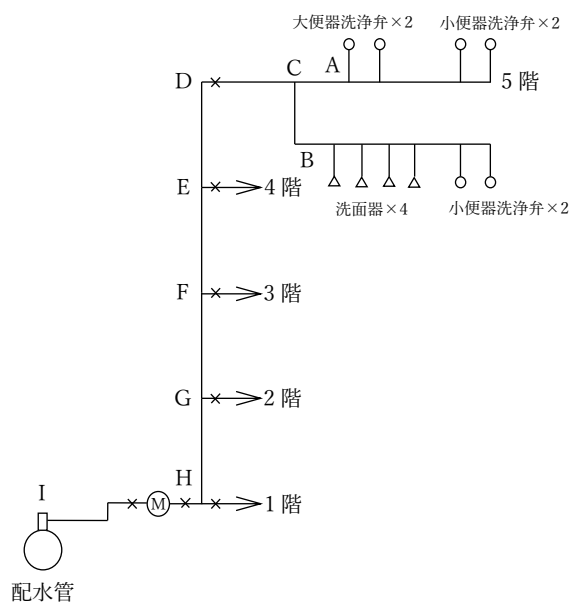
水頭から圧力に変換すると、 $14.75\text{m} \times 1,000\text{kg/m}^3 \times 9.8\text{m/s}^2 \times 10^{-6} = 0.15\text{Mpa} < 0.2\text{Mpa}$ であり、また、水道メーターの一時使用の許容通過流量 41.7 (L/min) > 36 (L/min) であるため、仮定どおりの口径で適当である。

(例題2) 5階建て事務所ビルの同時使用水量を求める

(1) 新給水負荷単位を用いた同時使用水量の求め方

(設計条件)

- ・ 1階～4階の給水器具は5階に同じ



「表3-15」と「図3-9」により同時使用水量を算出する。

区間	負荷単位	流量 (L/min)	備考
A-C	5 (大便器洗浄弁式) × 2 + 3 (小便器洗浄弁式) × 2 = 16	180	負荷曲線 C から流量を求める
B-C	3 (小便器洗浄弁式) × 2 + 1.5 (洗面器) × 4 = 12	60	負荷曲線 B から流量を求める
C-D	16 + 12 = 28	220	負荷曲線 C から流量を求める
D-E	28	220	負荷曲線 C から流量を求める
E-F	28 × 2 = 56	250	負荷曲線 C から流量を求める
F-G	28 × 3 = 84	280	負荷曲線 C から流量を求める
G-H	28 × 4 = 112	300	負荷曲線 C から流量を求める
H-I	28 × 5 = 140	320	負荷曲線 C から流量を求める

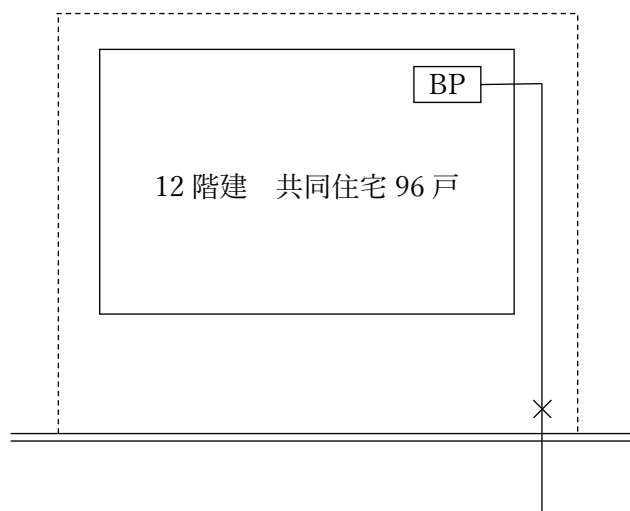
(2) 給水用具給水負荷単位を用いた同時使用水量の求め方

「表 3-14」と「図 3-8」により同時使用水量を算出する。

区間	負荷単位	流量 (L/min)	備考
A-C	10 (大便器洗浄弁式) × 2 + 5 (小便器洗浄弁式) × 2 = 30	150	A-C区間は曲線①
B-C	5 (小便器洗浄弁式) × 2 + 2 (洗面器) × 4 = 18	40	B-Cは曲線②
C-D	30 + 18 = 48	180	C-Dは大便器が多いとし曲線①
D-E	48	180	
E-F	48 × 2 = 96	250	
F-G	48 × 3 = 144	300	
G-H	48 × 4 = 192	340	
H-I	48 × 5 = 240	380	

7-2 直結増圧式

(例題 3) 12 階建て 96 戸の共同住宅（単身者向け共同住宅を除く）を建設する場合の増圧装置及び給水管口径を求める。



(1) 同時使用水量の算定

同時使用水量は、「優良住宅部品認定基準(BL 認定基準)による計算」により算出する。

- ・ 10 戸未満 $Q = 42N^{0.33}$
- ・ 10 戸以上 600 戸未満 $Q = 19N^{0.67}$

ここで、

Q：同時使用水量 (L/min)

N：戸数

全体の同時使用水量は、

$$Q = 19 \times 96^{0.67} = 404 \text{ (L/min)}$$

となる。

(2) 給水管口径の決定

許容同時使用水量表より、同時使用水量 404 (L/min) の給水管口径は 75 mm となる。

(3) 直結加圧型ポンプユニットの設定

(ア) 減圧式逆流防止装置の設置位置の決定

増圧装置の吸込側に逆流防止装置を設置するものとして計算を行う。

区 間	流 量 (L/min)	仮定管径 (mm)	動水勾配 (0/00)	長 さ (m)	器具損失 合計	損失水頭	立上り高さ	区間水頭	所要水頭
⑱～㉔	404	75	50	27.80		1.340	1.80	3.140	3.140
仕切弁 ソフトシル弁	404	75			0.6			0.600	3.740
仕切弁 ソフトシル弁	404	75			0.6			0.600	4.340
減圧式逆流 防止装置	404	75			6.9			6.900	11.240

上記の表より、404 (L/min) の同時使用水量が流れた場合、増圧装置の吸込側における圧力損失は、11.24m であるので

$$\begin{aligned}
 P_0 - (P_1 + P_2 + P_X) &= 20.0\text{m} - 11.24\text{m} \\
 &= 8.76\text{m} \\
 &= 0.086\text{MPa} > 0
 \end{aligned}$$

よって、減圧式逆流防止装置は増圧装置の吸込側に設置する。

$P_0 - (P_1 + P_2 + P_X) > 0$ の場合

逆流防止装置を増圧装置の「吸込側」に設置する

$P_0 - (P_1 + P_2 + P_X) \leq 0$ の場合

逆流防止装置を増圧装置の「吐出側」に設置する

P_0 : 設計水圧 (MPa)

P_1 : 配水管と増圧装置との高低差による圧力損失 (MPa)

P_2 : 逆流防止装置吸込側の給水管及び器具の圧力損失 (MPa)

P_X : 逆流防止装置の圧力損失 (MPa)

(イ) ポンプ停止圧力設定値の算出

$$\begin{aligned}
 P_T &= 20.0\text{m} - (4.34\text{m} + 5.00\text{m}) \\
 &= 10.66\text{m} \\
 &= 0.104\text{MPa}
 \end{aligned}$$

よって、停止圧力設定値 P_T は 0.104MPa とする。

$$P_T = P_0 - (P_1 + P_2 + 0.05\text{MPa})$$

ただし、 $P_T \geq 0.01\text{MPa}$

P_T : 増圧装置停止圧力設定値 (MPa)・・・(0.01MPa 単位で設定)

P_0 : 設計水圧 (MPa)

P_1 : 配水管と増圧装置との高低差による圧力損失 (MPa)

P_2 : 減圧式逆流防止装置一次側の給水管及び器具の圧力損失 (MPa)

(減圧式逆流防止装置を増圧装置の二次側に設置する場合は、増圧装置に読み替える)

※ 再起動の設定圧力は、自動停止圧力に 0.03MPa を加えた値とする。

(ウ)吐水圧（圧力水頭）設定値の算出

区 間	流 量 (L/min)	仮定管径 (mm)	動水勾配 (0/00)	長 さ (m)	器具損失 合計	損失水頭	立上り高さ	区間水頭	所要水頭
①					7.00			7.00	7.000
①～②	12	13	228	2.00		0.456	0.70	1.156	8.156
②～③	24	20	108	2.00		0.216		0.216	8.372
③～④	33	20	188	2.00		0.376		0.376	8.748
ボール 止水栓	33	20	188		0.043			0.043	8.791
メーター	33	20	188		2.068			2.068	10.859
逆止弁付 止水栓	33	20	188		1.166			1.166	12.025
④～⑤	53	50	6	2.91		0.017	2.91	2.927	14.952
⑤～⑥	66	50	9	2.91		0.026	2.91	2.936	17.888
⑥～⑦	76	50	11	2.91		0.032	2.91	2.942	20.83
⑦～⑧	83	50	14	2.91		0.041	2.91	2.951	23.781
⑧～⑨	89	50	15	2.91		0.044	2.91	2.954	26.735
⑨～⑩	100	50	19	2.91		0.055	2.91	2.965	29.7
⑩～⑪	111	50	23	2.91		0.067	2.91	2.977	32.677
⑪～⑫	122	50	27	2.91		0.079	2.91	2.989	35.666
⑫～⑬	132	50	31	2.91		0.09	2.91	3.000	38.666
⑬～⑭	141	50	34	2.91		0.099	2.91	3.009	41.675
⑭～⑮	151	50	39	2.91		0.113	2.91	3.023	44.698
⑮～⑯	160	50	43	6.80		0.292	1.80	2.092	46.79
止水栓	160	50	43		1.00			1.00	47.79
⑯～⑰	254	75	21	5.00		0.105		0.105	47.895
⑰～⑱	334	75	38	5.00		0.190		0.190	48.085
⑱～⑲	404	75	50	4.60		0.230	-0.60	-0.37	47.715

上記表より、所要水頭は 47.715m であるため、吐水圧設定値は 0.47MPa となる。

増圧ポンプ吐水圧（圧力水頭）設定値《 $PP = P4 + P5 + P6$ 》

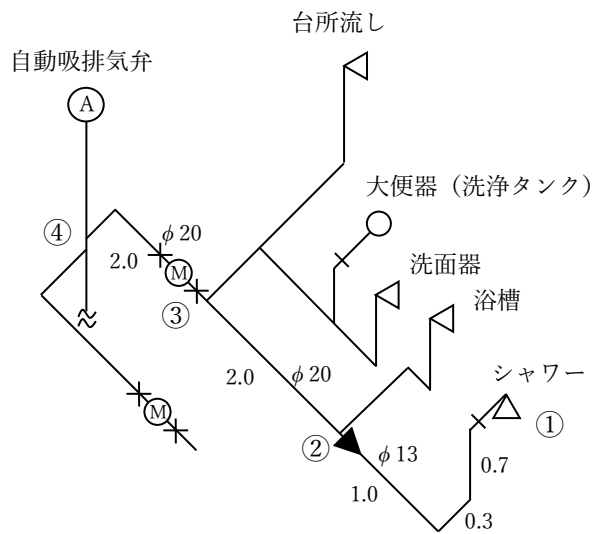
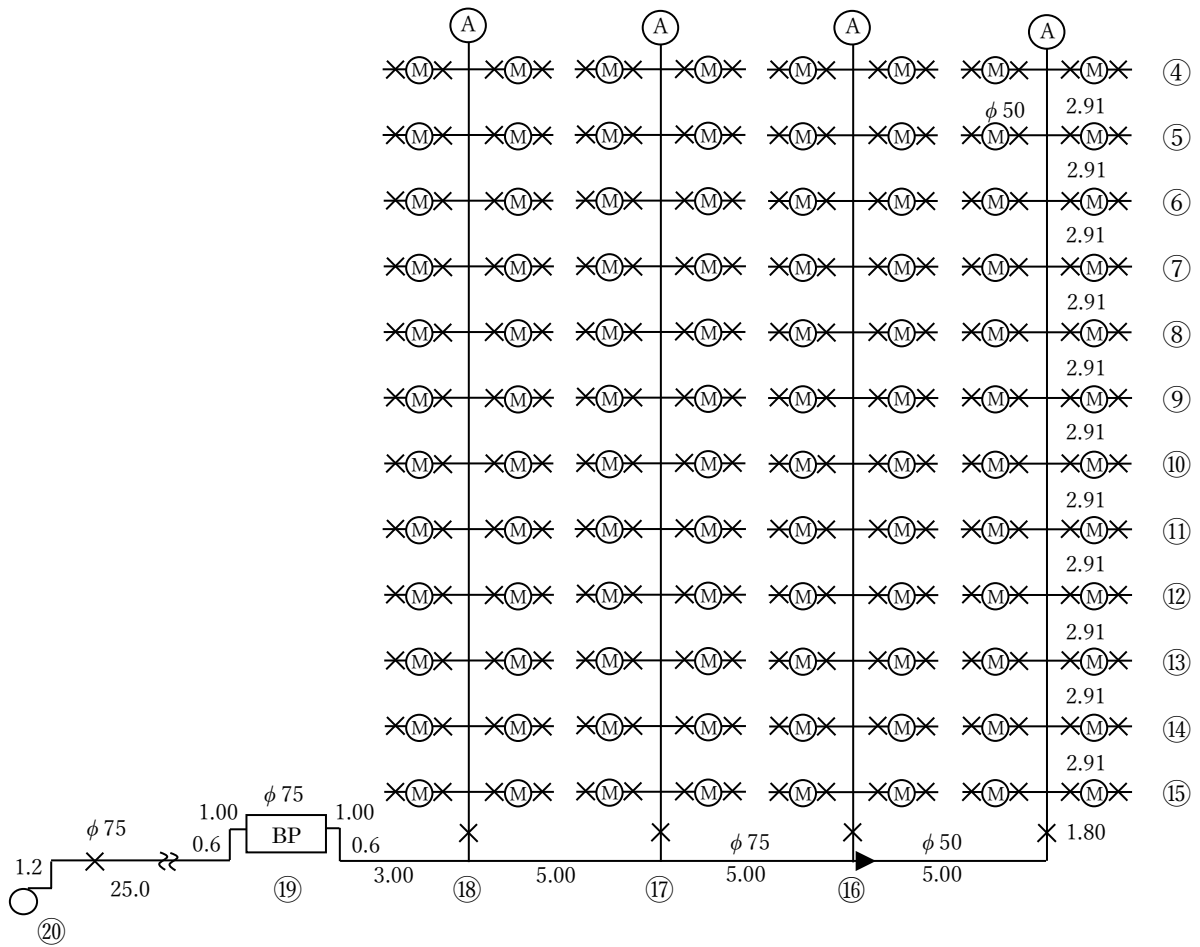
PP：吐水圧設定値（MPa）…（0.01MPa 単位で設定）

P4：増圧装置二次側の給水管及び器具の圧力損失（MPa）

P5：末端最高位の器具を使用するための必要最小動水圧（MPa）

P6：増圧装置と末端最高位の器具の高低差による圧力損失（MPa）

※給水器具の種類等により、吐水量や損失水頭（又は所要水頭）が異なるため、製造会社の資料等を参考にすること

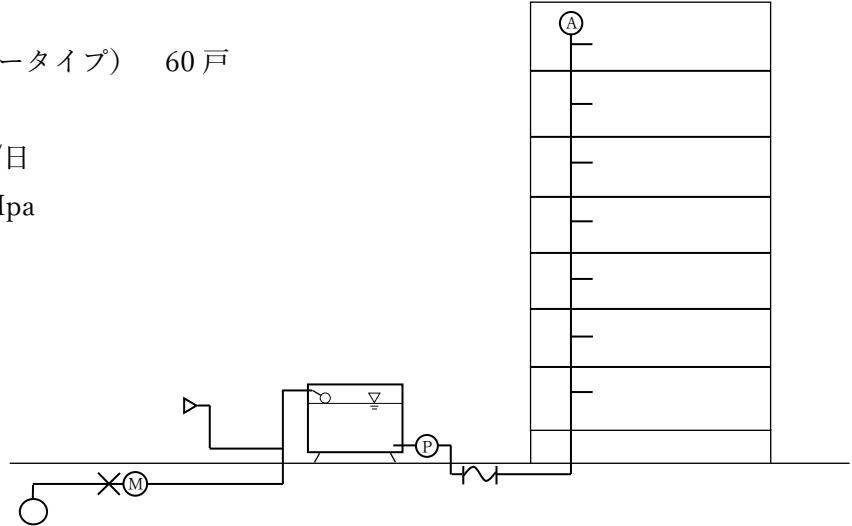


7-3 受水槽式

(例題4) 受水槽の有効容量及び給水装置の管径を決定する。

(設計条件)

1. 共同住宅 (ファミリータイプ) 60戸
2. 使用人員 3.5人/戸
3. 使用水量 200L/人/日
4. 配水管の水圧 0.2Mpa
5. 給水高さ 5.0m
6. 給水管の延長 20m



(1) 計画一日使用水量

$$3.5 \text{ (人/戸)} \times 60 \text{ (戸)} \times 200\text{L/人/日} = 42,000\text{L/日}$$

(2) 受水槽有効容量 計画一日使用水量の4/10とする

$$42,000\text{L/日} \times 4/10 = 16,800\text{L/日} \quad \text{よって受水槽の有効容量は } 16.8 \text{ m}^3$$

(3) 給水管口径

(ア) 平均使用水量 1日使用時間を10時間とする

$$42,000\text{L/日} \div 10 = 4,200\text{L/h} = 1.2\text{L/s}$$

(イ) 仮定口径 メーターの適正使用流量範囲等を考慮して40mmとする

(ウ) 損失水頭 メーター (B) 0.8m ポールタップ 10m

$$\text{止水栓 } 0.5\text{m} \quad \text{分水栓 } 0.8\text{m} \quad \text{給水管 } 30\text{‰} \times 20\text{m} = 0.6\text{m}$$

(図3-5、図3-6より)

(エ) 所要水頭 $0.8 + 10 + 0.5 + 0.8 + 0.6 + 5.0 = 17.7\text{m}$

水頭から圧力に変換すると、 $17.7 \times 1,000\text{kg/m}^3 \times 9.8\text{m/s}^2 \times 10^{-6} = 0.174 < 0.2\text{Mpa}$ であり、メーターの適正使用流量範囲等を考慮した口径であるので、仮定した40mmが適正な口径となる。

給水装置工事施行指針 2023年版

令和 5年 7月 1日 2023年版発行

平成 30年 4月 1日 2018年版発行

平成 27年 4月 1日 2015年版発行

平成 24年 4月 1日 2012年版発行

平成 20年 4月 1日 2008年版発行

平成 10年 4月 1日 1998年版発行

発行 吹田市水道部工務室 給水相談グループ

〒564-8551 吹田市南吹田3丁目3番60号

TEL 06-6384-1371

FAX 06-6384-1837

EMAIL w-koum@city.suita.osaka.jp