

第3章 設計

1 設計要領

給水装置の設計は、現場調査・給水方式の選定・布設位置・口径の決定・図面等提出書類の作成及び工事費の算出等をいい、以下のことに留意して行わなければならない。

- (1) 水圧及び所要水量が確保できること。
- (2) 水が汚染され、又は逆流するおそれのこと。
- (3) 水道以外の配管とは接続しないこと。
- (4) 使用する器具・材料は管理者の承認したものであること。

2 調査と協議

設計にあたっては、工事申込者との連絡を密にするとともに、事前に次に掲げる調査等を実施し、関係機関との協議を十分行うこと。

- (1) 給水区域・高所給水区域
- (2) 配水管・下水道管・ガス管・NTTケーブル・その他地下埋設物の状況
- (3) 分岐する配水管の水圧及び給水能力
- (4) 分岐点と給水口の高低差
- (5) 給水方式・使用水量・用途・人員等
- (6) 引込位置・メータ・止水栓の設置位置
- (7) 取付器具の種別と数量
- (8) 水道利用加入金（利害関係）
- (9) 道路の舗装種別及び許可条件
- (10) 道路・河川等関係官公署との協議
- (11) 開発行為（都市計画法第32条）・専用水道等の有無
- (12) その他

3 給水管及びメータの口径

給水管の口径は、分岐する配水管の最小動水圧（最低水圧）のときでも、設計水量を十分に供給できる大きさとし、かつ、使用量と比べて著しく過大でないことが必要であり所要水量・水圧・メータの性能、損失水頭及び給水器具の同時使用率等を調査して定めなければならない。

(1) 所要水量

所要水量は、次に掲げる一般家庭用、業態別又は器具の用途別使用水量とその同時使用率等を考慮して定めるものとする。

ア. 一般家庭用使用水量

口径25mm以下については、次項の水栓単位表のとおり水栓単位数を根拠として計算し、受水槽設置時は、1人1日当たり設計使用水量を用いること。

表3-1 1人1日当たり設計使用量

1人1日当たり設計使用水量	300ℓ
---------------	------

※ 上記は、年ごとで変化するため、詳細な水量は事務組合と協議すること。

(ア) 25mm以下の直結

水栓換算表により水栓単位数を求め、水栓単位表で口径を定めること。

表3-2 水栓換算表

水栓口径(mm)	13	20	25
口径別流量を考慮した 水栓単位数	1	3	6

表3-3 水栓単位表

水栓単位数	口径(mm)
7以下	13
8~15	20
16~25	25

※ 本基準は、一般的の標準的な住宅を対象としているので、それ以外のものは、取付器具等を考慮して計算すること。

(イ) 40mm以上の直結

口径40mm以上については、所要水量に基づき口径を定めること。

イ. 業態別使用水量

業態別、1人1日当たり使用水量(表3-4)と使用人員の積、又は業態別建築物の単位床面積当たり使用水量(表3-4)と延床面積の積により定めること。

表3-4 業態別1人1日当たり使用水量

建物種類	単位給水量 (1日当り)	使用時間 [h]	注記	有効面積当りの 人員など	備考
戸建て住宅 集合住宅 独身寮	200~400L/人 200~350L/人 400~600L/人	10 15 10	居住者1人当り 居住者1人当り 居住者1人当り	0.16人/m ² 0.16人/m ²	
官公庁・事務所	60~100L/人	9	在勤者1人当り	0.2人/m ²	男子50L/人、女子100L/人、社員食堂・テナントなどは別途加算
工 場	60~100L/人	操業時間 +1	在勤者1人当り	座作業0.3人/m ² 立作業0.1人/m ²	男子50L/人、女子100L/人、社員食堂・シャワーなどは別途加算
総合病院	1500~3500L/床 30~60L/m ²	16	延べ面積1m ² 当り		設備内容などにより詳細に検討する
ホテル全体 ホテル客室部	500~6000L/床 350~450L/床	12 12			同上 客室部のみ
保育所	500~800L/人	10			
喫茶店	20~35L/客 55~130L/店舗 m ²	10		店舗面積には厨房面積を含む	厨房で使用される水量のみ 便所洗浄水などは別途加算
飲食店	55~130L/客 110~530L/店舗 m ²	10		同上	同上 定性的には、軽食・そば・和食・洋食・中華の順に多い
社員食堂 給食センター	25~50L/食 80~140L/食堂 m ² 20~30L/食	10 10		同上	同上 同上
デパート・スーパー・マーケット	15~30L/m ²	10	延べ面積1m ² 当り		従業員分・空調用水を含む
小・中・普通高等学校	70~100L/人	9	(生徒+職員) 1人当り		教師・職員分を含む。プール用水(40~100L/人)は別途加算
大学講義棟	2~4L/m ²	9	延べ面積1m ² 当り		実験・研究用水は別途加算
劇場・映画館	25~40L/m ² 0.2~0.3L/人	14	延べ面積1m ² 当り 入場者1人当り		従業員分・空調用水を含む
ターミナル駅 普通駅	10L/1000人 3L/1000人	16 16	乗降客1000人当り 乗降客1000人当り		列車給水・洗車用水は別途加算 従業員分・多少のテナント分を含む
寺院・教会	10L/人	2	参拝者1人当り		常住者・常勤者分は別途加算
図書館	25L/人	6	閲覧者1人当り	0.4人/m ²	常勤者分は別途加算

(社) 空気調和・衛生工学会: 空気調和・衛生工学便覧第14版、第4巻、p.113 (平22)

(注1) 単位給水量は設計対象給水量であり、年間1日平均給水量ではない。

(注2) 備考欄に特記のないかぎり、空調用水、冷凍機冷却水、実験・研究用水、プロセス用水、プール・サウナ用水などは別途加算する。

(注3) 数多くの文献を参考にして表作成者の判断により作成。

※上表の「集合住宅」の人員構成は次項「表3-5 建物の規模別人員算定基準」に準ずる。

表3-5 建物の規模別人員算定基準

種 別	人 員 (人／戸)
1K	1.5
1DK	2.0
2K, 2DK, 1LDK	3.5
2LK, 2LDK, 3K, 3DK	4.0
3LDK, 4K, 4DK	4.5
4LDK	5.0
一戸建て	4.0

表3-6 同時使用率を考慮した末端給水用具数

総末端給水用具数	同時に使用する末端給水用具数	総末端給水用具数	同時に使用する末端給水用具数
1	1	11~15	4
2~4	2	16~20	5
5~10	3	21~30	6

給水装置工事技術指針 本編[2017.8]より引用

ウ. 器具の箇所別使用水量

表3-7 種類別吐水量と対応する末端給水用具の呼び径

用 途	使用水量 (L/min)	対応する末端給水用具の呼び径(mm)	備 考
台 所 流 し	12~40	13~20	
洗 濯 流 し	12~40	13~20	
洗 面 器	8~15	13	
浴 槽 (和式)	20~40	13~20	
〃 (洋式)	30~60	20~25	
シ ャ ワ 一	8~15	13	
小便器 (洗净タンク)	12~20	13	
〃 (洗净弁)	15~30	13	
大便器 (洗净タンク)	12~20	13	
〃 (洗净弁)	70~130	25	
手 洗 器	5~10	13	
消 火 案 (小 型)	130~260	40~50	1回(4~6秒) の吐水量 2~3L
散 水 車	15~40	13~20	1回(8~12秒) の吐水量 13.5~16.5L
洗 車	35~65	20~25	業務用

給水装置工事技術指針 本編[2017.8]より引用

表3-8 給水栓の標準使用水量

給水栓呼び径 (mm)	13	20	25
標準流量 (L/min)	17	40	65

給水装置工事技術指針 本編[2017.8]より引用

(2) 同時使用の考え方

表3-9 末端給水用具数と同時使用水量比

総末端給水用具数	1	2	3	4	5	6	7
同時使用水量比	1	1.4	1.7	2.0	2.2	2.4	2.6
総末端給水用具数	8	9	10	15	20	30	
同時使用水量比	2.8	2.9	3.0	3.5	4.0	5.0	

給水装置工事技術指針 本編[2017.8]より引用

ア. 集合住宅等における同時使用水量の算定方法

(ア) 各戸使用水量と給水個数の同時使用率による方法

1戸の使用水量については、表3-6、表3-7、又は表3-9を使用した方法で求め、全体の同時使用戸数については、給水戸数と同時使用戸数率（表3-10）により同時使用戸数を定め同時使用水量を決定する方法である。

表3-10 給水戸数と同時使用戸数率

戸数	1～3	4～10	11～20	21～30	31～40	41～60	61～80	81～100
同時使用戸数率 (%)	100	90	80	70	65	60	55	50

給水装置工事技術指針 本編[2017.8]より引用

(イ) 戸数から同時使用水量を予測する算定式を用いる方法

10戸未満 $Q = 42N^{0.33}$

10戸以上 600戸未満 $Q = 19N^{0.67}$

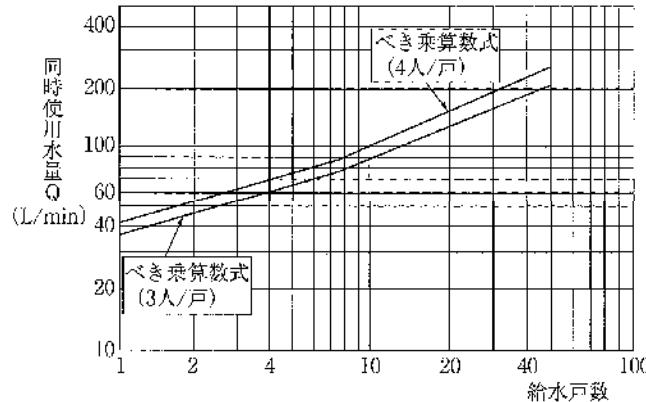
ただし、 Q : 同時使用水量 (L/min) N : 戸数

図3-1 給水戸数と同時使用水量

給水装置工事技術指針 本編[2017.8]より引用

(ウ) 居住人数から同時使用水量を予測する算定式を用いる方法

1～30 (人) $Q = 26P^{0.36}$

31～200 (人) $Q = 13P^{0.56}$

201～2000 (人) $Q = 6.9P^{0.67}$

ただし、 Q : 同時使用水量 (L/min) P : 人数 (人)

(3) 設計水圧

設計水圧は、配水管最小動水圧 (H) が 1.5kgf/cm^2 (0.15MPa) とする。

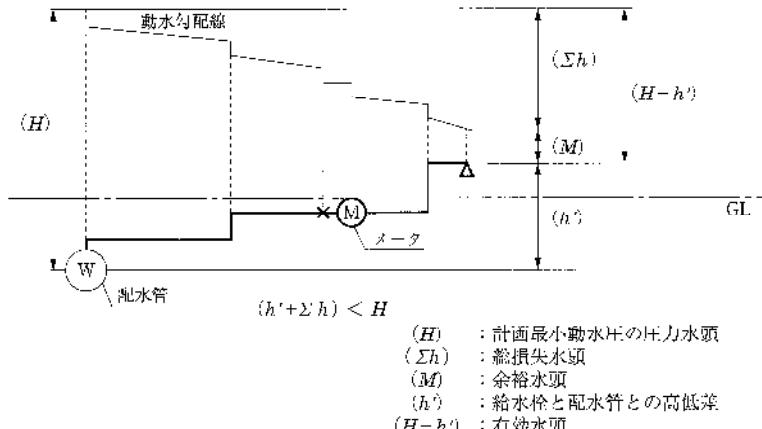


図3-2 動水勾配線図

給水装置工事技術指針 本編[2017.8]より引用

(4) 給水管の口径決定

- 給水管は、事務組合が定める配水管の水圧において計画使用水量を供給できる口径とする。
- 給水管の口径は、計画条件に基づき水理計算を行い決定する。
- 水道メータの呼び径は、計画使用水量に基づき、事務組合が採用している水道メータの使用流量基準に従って決定する。

給水管の口径は、事務組合の定める配水管の水圧において、計画使用水量を十分に供給できるもので、かつ経済性も考慮した合理的な大きさにする。

口径は、給水用具の立ち上り高さと計画使用水量に対する総損失水頭を加えたものが、給水管を取出す配水管の計画最小動水圧の水頭以下となるよう計算によって定める（図3-2参照）。

ただし、将来の使用水量の増加、配水管の水圧変動等を考慮して、ある程度の余裕水頭を確保しておく必要がある。

湯沸器等のように最低作動水圧を必要とする給水用具がある場合は、給水用具の取付け部において $3\sim 5\text{m}$ 程度の水頭を確保し、また先止め式瞬間湯沸器で給湯管路が長い場合は、給湯水栓やシャワー等において所要水量を確保できるようにすることが必要である。

さらに、ウォーターハンマが起きないよう給水管内の流速は過大にしない（空気調和・衛生工学会では 2.0m/s 以下としている）。

口径決定の手順は図3-3のとおり、まず給水用具の所要水量を設定し、次に同時に使用する給水用具を設定し、管路の各区間に流れる流量を求める。次に口径を仮定し、その口径で給水装置全体の所要水頭が、配水管の計画最小動水圧の水頭以下であるかどうかを確かめ、満たされている場合はその口径を求める口径とする。

水道メータについては、呼び径ごとに適正使用流量範囲、瞬時使用の許容流量（第4章参照）があり、口径決定の大きな要因となる。

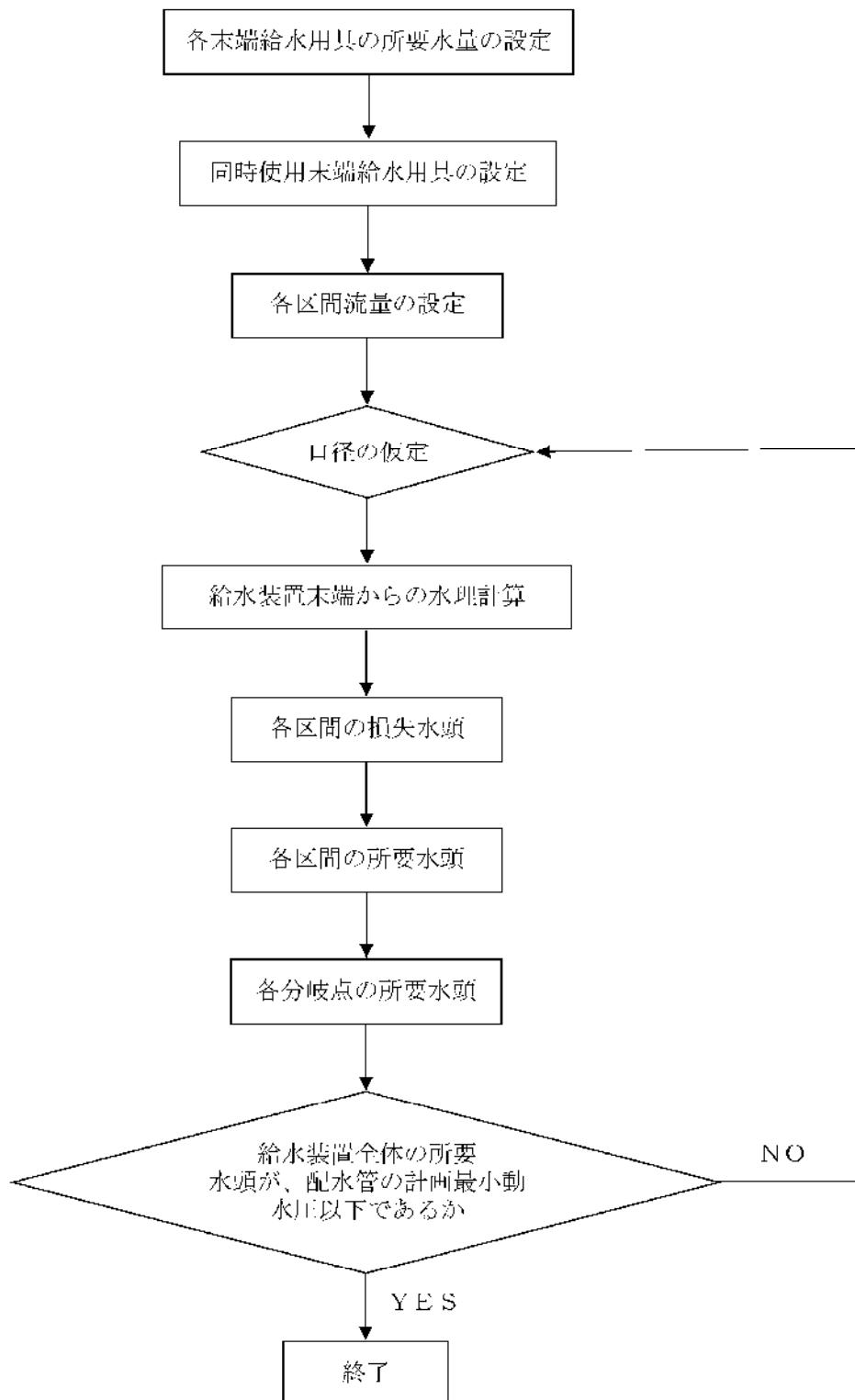


図3-3 口径決定の手順

給水装置工事技術指針 本編[2017.8]より引用

ア. 損失水頭

損失水頭には、管の流入、流出口における損失水頭、管の摩擦による損失水頭、水道メータ、給水用具類による損失水頭、管の曲がり、分岐、断面変化による損失水頭等がある。

これらのうち主なものは、管の摩擦損失水頭、水道メータ及び給水用具類による損失水頭であって、その他のものは計算上省略しても影響は少ない。

(ア) 給水管の摩擦損失水頭

給水管の摩擦損失水頭の計算は、口径 50mm 以下の場合はウエストン (Weston) 公式により、口径 75mm 以上の管についてはヘーゼン・ウィリアムス (Hazen · Williams) 公式による。

・ウエストン公式 (口径 50mm 以下の場合)

ウエストン公式による給水管の流量図を示せば、図 3-4 のとおりである。

$$h = \left(0.0126 + \frac{0.01739 - 0.1087D}{\sqrt{V}} \right) \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$I = \frac{h}{L} \times 1000$$

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} \cdot V$$

ここに、 h : 管の摩擦損失水頭 (m) D : 管の口径 (m)

V : 管内の平均流速 (m/s) g : 重力の加速度 (9.8m/s²)

L : 管の長さ (m) Q : 流量 (m³/s)

I : 動水勾配 (%)

・ヘーゼン・ウィリアムス公式 (口径 75mm 以上の場合)

$$h = 10.666 \cdot C^{-1.85} \cdot D^{-4.87} \cdot Q^{1.85} \cdot L$$

$$V = 0.35464 \cdot C \cdot D^{0.63} \cdot I^{0.54}$$

$$Q = 0.27853 \cdot C \cdot D^{2.63} \cdot I^{0.54}$$

C : 流速係数 管路の流速係数の値は、管内面の粗度と管路中の屈曲、分岐部等の数及び通水年数により異なるが、一般に、新管を使用する設計においては、屈曲部損失等を含んだ管路全体として 110、直線部のみの場合は、130 が適当である。

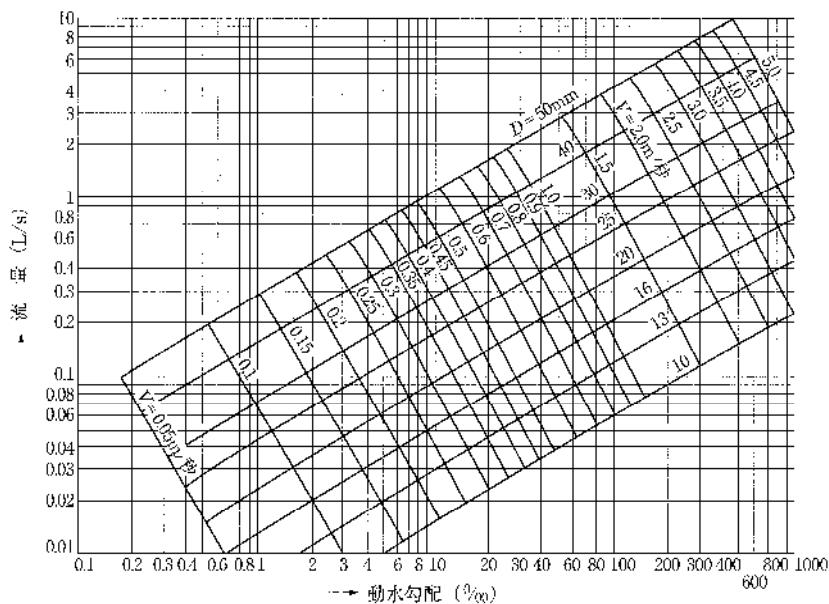


図3-4 ウエストン公式による給水管の流量図

給水装置工事技術指針 本編[2017.8]より引用

(イ) 各種給水用具による損失

水栓類、水道メータによる水量と損失水頭との関係（実験値）を示せば図3-5、3-6のとおりである。これらの図に示していない給水用具の損失水頭は、製造会社の資料等を参考にして決めることが必要となる。

(ウ) 各種給水用具等による損失水頭の直管換算長（表3-11を参照）

直管換算長とは、水栓類、水道メータ等による損失水頭が、これと同口径の直管の何メートル分の損失水頭に相当するかを直管の長さで表したものという。

各種給水用具の標準使用水量に対応する直管換算長をあらかじめ計算しておけば、これらの損失水頭は管の摩擦損失水頭を求める式から計算できる。

直管換算長の求め方は次のとおりである。

- ① 各種給水用具の標準使用水量に対応する損失水頭 (h) を図3-5、3-6から求める。
- ② 図3-4のウエストン公式流量図から、標準使用流量に対応する動水勾配 (I) を求める。
- ③ 直管換算長 (L) は、 $L = (h/I) \times 1000$ である。

(エ) ヘーゼン・ウィリアムズ公式に基づく流量図を図3-7に記載する。

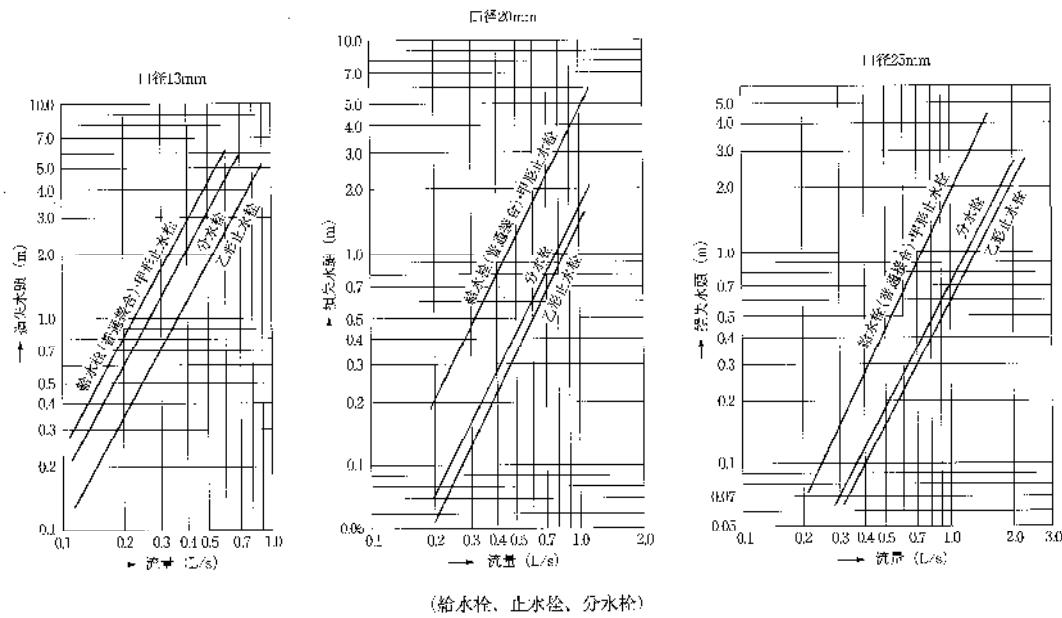


図3-5 水栓類の損失水頭（給水栓、止水栓、分水栓）

給水装置工事技術指針 本編[2017.8]より引用

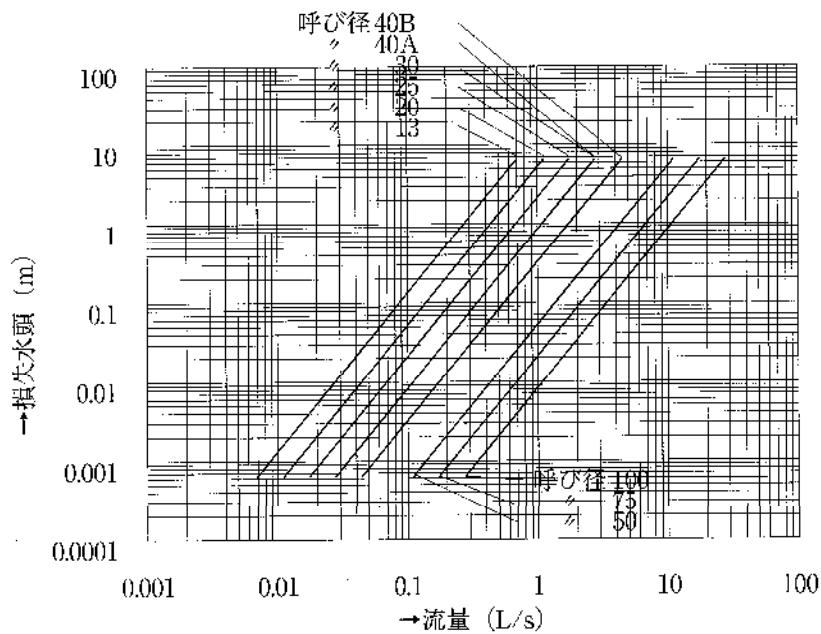


図3-6 水道メータの損失水頭

給水装置工事技術指針 本編[2017.8]より引用

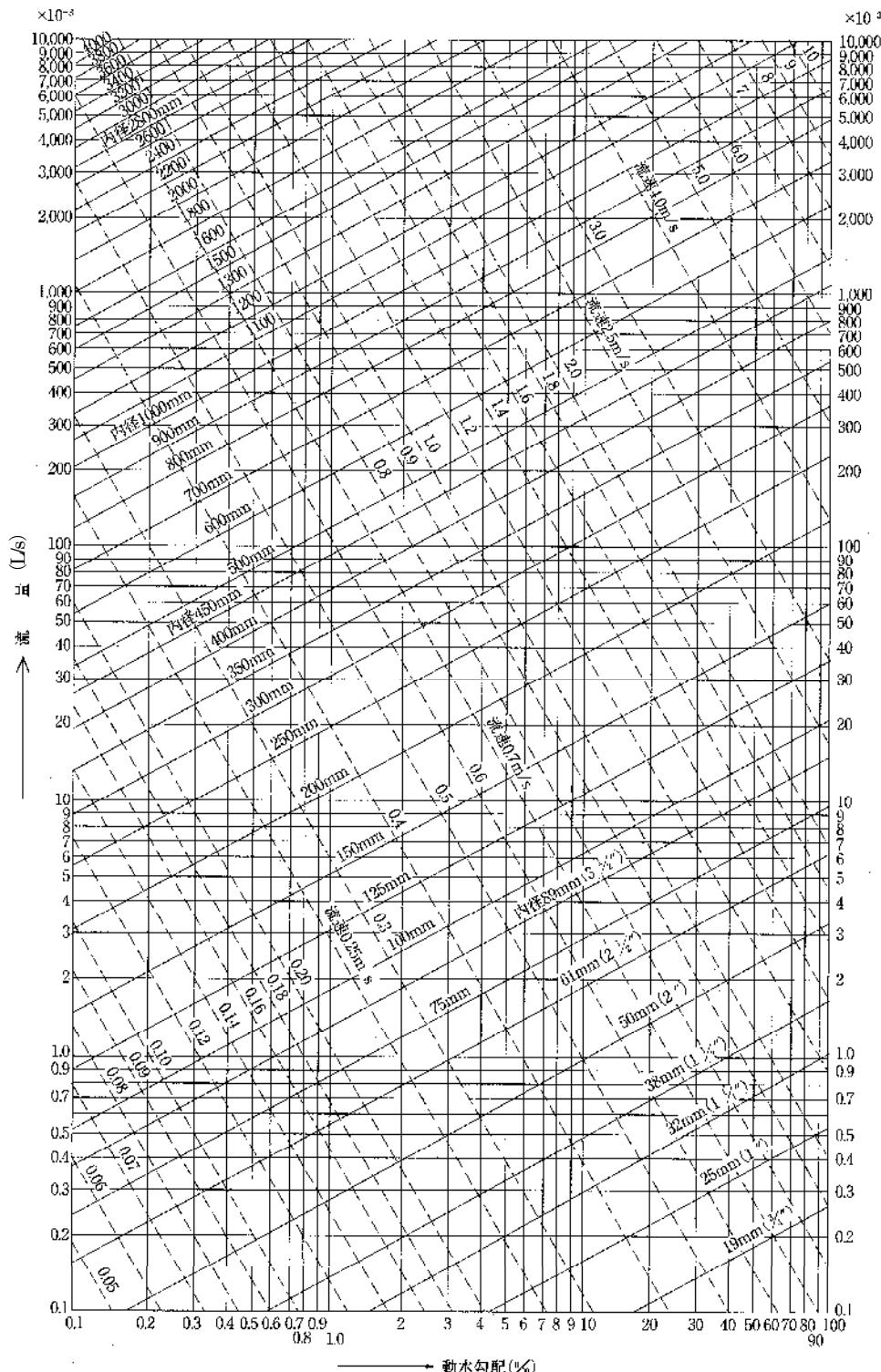


図3-7 ヘーゼン・ウィリアムズ公式図表 (C=110)

水道施設設計指針[2012.7]より引用

【参考】

- ① 圧力 (P_a) と水頭 (h) との関係式

$$P_a = p \cdot g \cdot h$$

(p : 水の密度 ($1,000\text{kg/m}^3$)、 g : 重力の加速度 (9.8m/s^2)、 h : 水頭 (m))

圧力水頭 1m (水柱 1m) の圧力 = $1000 (\text{kg/m}^3) \times 9.8 (\text{m/s}^2) \times 1 (\text{m}) = 9,800\text{Pa} = 9.8\text{kPa}$

$$h = 10\text{m} \Rightarrow 1000 \times 9.8 \times 10 = 9.8 \times 10^4\text{Pa} = 98\text{kPa} \quad (9800\text{Pa/m})$$

$$h = 100\text{m} \Rightarrow 1000 \times 9.8 \times 100 = 9.8 \times 10^5\text{Pa} = 980\text{kPa} = 0.98\text{MPa} \quad (9800\text{Pa/m})$$

圧力を水頭に換算

$$\text{h} = \frac{P}{\rho \cdot g}$$

1kPa ($1 \times 10^3 \text{ Pa}$) を水頭に換算 $\Rightarrow h = 1 \text{ kPa} / (\rho \cdot g) = 1 \times 10^3 / (1000 \times 9.8) = 0.102 \text{ m} = 10.2 \text{ cm}$

10kPa ($1 \times 10^4 \text{ Pa}$) を水頭に換算 $\Rightarrow h = 10 \text{ kPa} / (\rho \cdot g) = 1 \times 10^4 / (1000 \times 9.8) = 1.02 \text{ m}$

1MPa ($1 \times 10^6 \text{ Pa}$) を水頭に換算 $\Rightarrow h = 1 \text{ MPa} / (\rho \cdot g) = 1 \times 10^6 / (1000 \times 9.8) = 102.04 \text{ m}$

② 損失水頭と圧力損失の関係式

損失水頭 (Δh) (単位 : m)

$$\Delta h = f \frac{V^2}{2g}$$

(f : 損失係数)

圧力損失 (ΔP) (単位 : Pa)

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot \Delta h = \rho \cdot g \cdot f \frac{V^2}{2g} = f \frac{\rho \cdot V^2}{2}$$

(f : 損失係数)

関係式の確認

$f=1$ 、 $v=1$ (m/s) の時の Δh 、 ΔP

損失水頭 $\Delta h = 1 \times 1^2 / (2 \times 9.8) = 0.05102 \text{ m}$

圧力水頭 $\Delta P = 1 \times 1,000 \times 1^2 / 2 = 500 \text{ Pa}$

損失水頭を圧力損失に換算

$0.05102 \text{ m} \times 9800 \text{ Pa/m} \approx 500 \text{ Pa}$

表3-11 各種給水用具等による損失水頭の直管換算長

口徑	13	20	25	40	50	75	100	150
割丁字管				0.26	0.23	0.22	0.23	0.22
分水栓	1.5	3.5	4.5					
ボール式止水栓	0.4	0.4	0.6					
逆流防止付ボール式止水栓	9.5	12	15					
伸縮止水栓				13.5	16.5	24	37.5	
量水器（翼車型）	3.5	9.5	13.5	23				
量水器（ウォルトマン型）					25	15	35	110
給水栓	3	8	8					
チーズ（直流）	0.18	0.24	0.27	0.45	0.6	0.9	1.2	1.8
チーズ（分流）	0.9	1.2	1.5	2.1	3	4.5	6.3	9
エルボ（ショート）	0.6	0.75	0.9	1.5	2.1	3	4.2	6
エルボ（ロング）						1.5	2	3
45° エルボ（ショート）	0.36	0.45	0.54	0.9	1.2	1.8	2.4	3.6
45° エルボ（ロング）							1	1.5
スリース弁	0.12	0.15	0.18	0.3	0.39	0.6	0.81	1.2
ボールタップ（一般形）	15	28	33					
ボールタップ（副式）				25	22	83	77	64
アングル弁	2.4	3.6	4.5	6.6	8.4	12	16.5	24
Y型ストレーナ	6	7	8	12	13			

※ この表は一般的な器具の直管換算値を参考としており、水理計算にあたっては実際に使用する器具の直管換算値を確認し用いること。

(5) 分岐可能な給水管口数

給水装置において、配水管より分岐可能な給水管口数は、次式によるが、参考として推測する場合は表3-12を利用すると便利である。

$$N = \left(\frac{D}{d} \right)^{2.5}$$

N : 給水管の口数

D : 配水管の直径

d : 給水管の直径

表3-12 分岐可能な給水管口数

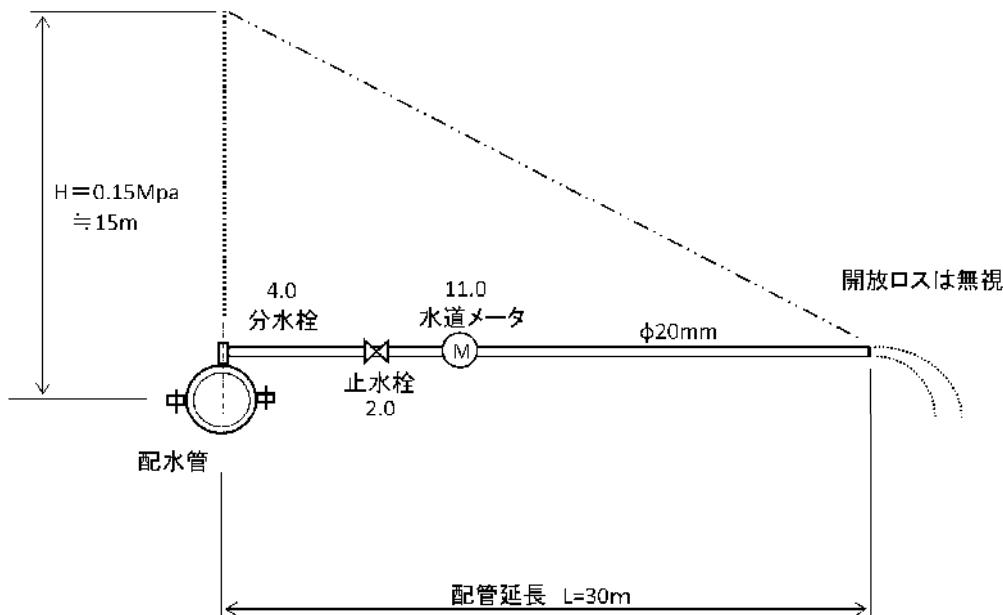
給水管径d (mm)	13	20	25	40	50	75	100	150
配水管径D (mm)								
13	1							
20	3	1						
25	6	2	1					
40	16	6	3	1				
50	29	10	6	2	1			
75	80	27	16	5	3	1		
100	165	56	32	8	6	2	1	
150	452	154	88	27	16	6	3	1

〔流量計算例題〕

〔例題1〕 単一管路給水

給水管の口径D=20mm、給水管の長さl=30.0m、配水管の水圧H=0.15MPa

のときに水平に布設された下図の流量Qを求めよ。



(解)

① 計算延長 (L)

$$\text{配管延長 } L_1 = 30.0 \text{ m}$$

$$\text{各材料の換算長 } L_2 = 4.0 + 2.0 + 11.0 = 17.0 \text{ m}$$

$$\text{総延長 } 47.0 \text{ m}$$

② 動水勾配 (I)

$$\text{動水勾配 } I = \frac{\text{水圧}}{\text{計算延長}} = \frac{15.0 \text{ m}}{47.0 \text{ m}} = 0.319 \approx 320 \text{ ‰}$$

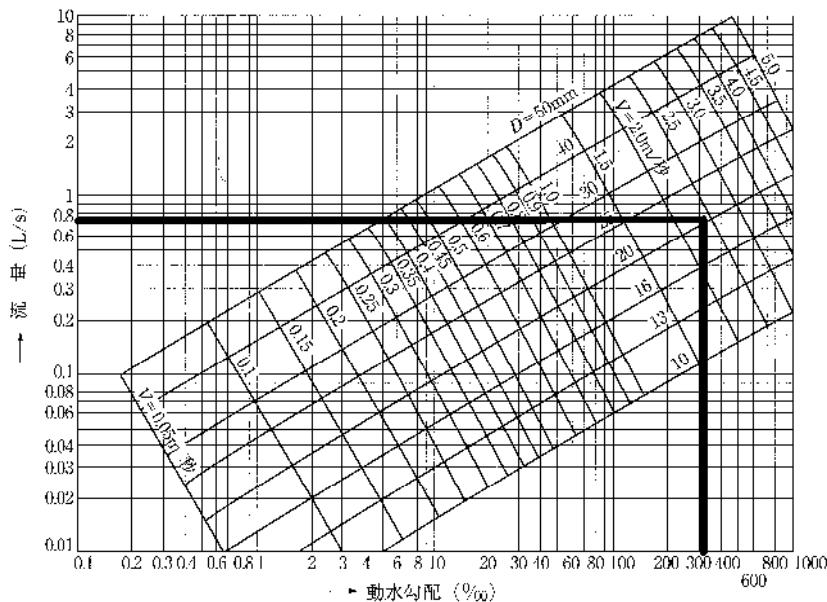


図3-4 ウエストン公式による給水管の流量図（再掲）

給水装置工事技術指針 本編[2017.8]より引用

上図より、流速はおよそ2.3m/秒、流量はおよそ0.70/秒(420/分)となることが見て取れる。また、詳細に求める場合はウエストン式を使って求めるものとする。

ウエストン式

$$\text{h} = \left(0.0126 + \frac{0.01739 - 0.1087 \times D}{\sqrt{V}} \right) \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g}$$

$$I = \frac{h}{L} \times 1,000$$

$$Q = \frac{\pi \times D^2}{4} \times V$$

ここに L : 計算延長 (m) V : 流速 (m/秒) D : 口径 (m) g : 重力加速度 9.8m/秒²本例題をウエストン式を使って解いてみる。 $(h$ は配管ロス、すなわち水圧 (15m) である。)

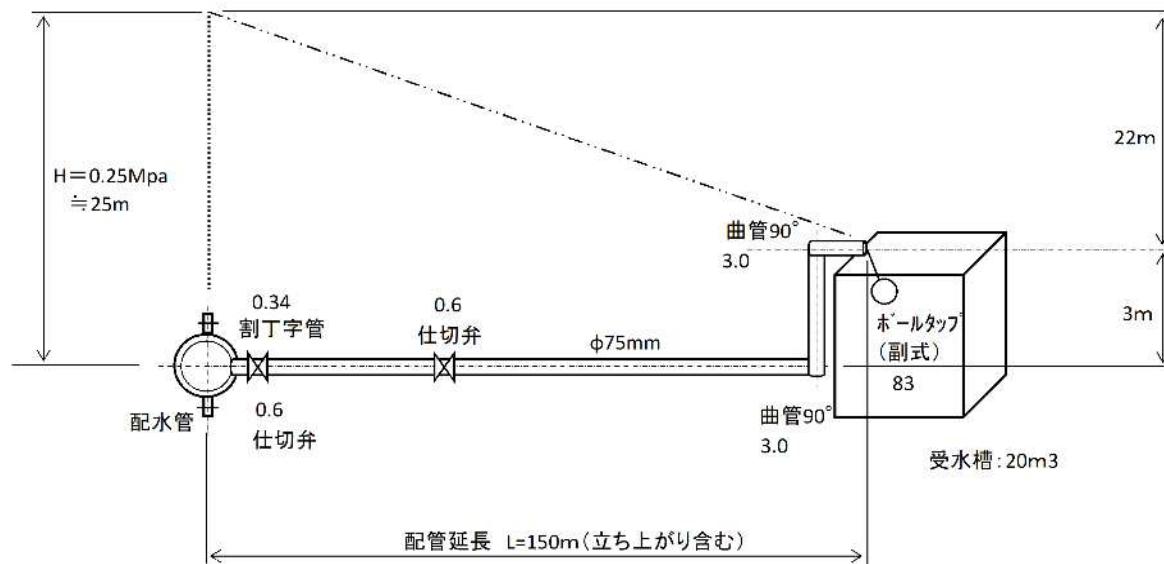
$$\begin{aligned} h &= \left(0.0126 + \frac{0.01739 - 0.1087 \times 0.02}{\sqrt{2.3}} \right) \times \frac{47.0}{0.02} \times \frac{2.3^2}{2 \times 9.8} \\ &= 14.3 \text{m} \end{aligned}$$

上記の h を15.0mとすると、逆算して V (流速)は2.36m/秒、 Q (流量)は0.740/秒(440/分)となる。

このように、図3-4 「ウエストン公式による給水管の流量図」より水量を求めた場合と、ウエストン式から求めた場合の差は殆んどないと言える。

〔流量計算例題〕

〔例題2〕受水槽給水時間（流量調整弁：なし、あり）

下図のような受水槽 20m^3 に給水する場合、何分かかるか。配水管の水圧 0.25MPa 、給水管の口径は $\phi 75\text{mm}$ 、延長 $L=150\text{m}$ である。

(解)

① 計算延長 (L)

$$\text{配管延長 } L_1 = 150.00\text{m}$$

$$\text{各材料の換算長 } L_2 = 0.34 + 0.6 + 0.6 + 3.0 + 3.0 + 83.0 = 90.54\text{m}$$

$$\text{総延長 } 240.54\text{m}$$

② 動水勾配 (I)

$$\text{動水勾配 } I = \frac{\text{水位}}{\text{計算延長}} = \frac{22.0}{240.54} = 0.091 = 9.1\%$$

次項の図3-7より、流速はおよそ $2.0\text{m}/\text{s}$ 、流量は $0.009\text{m}^3/\text{s}$ ($0.54\text{m}^3/\text{min}$)となることが見て取れる。したがって、 $20\text{m}^3 \div 0.54\text{m}^3 \approx 37\text{ 分}$ となる。

但し、本計算はあくまでも周囲や下流側への影響を考慮していない単純計算である。

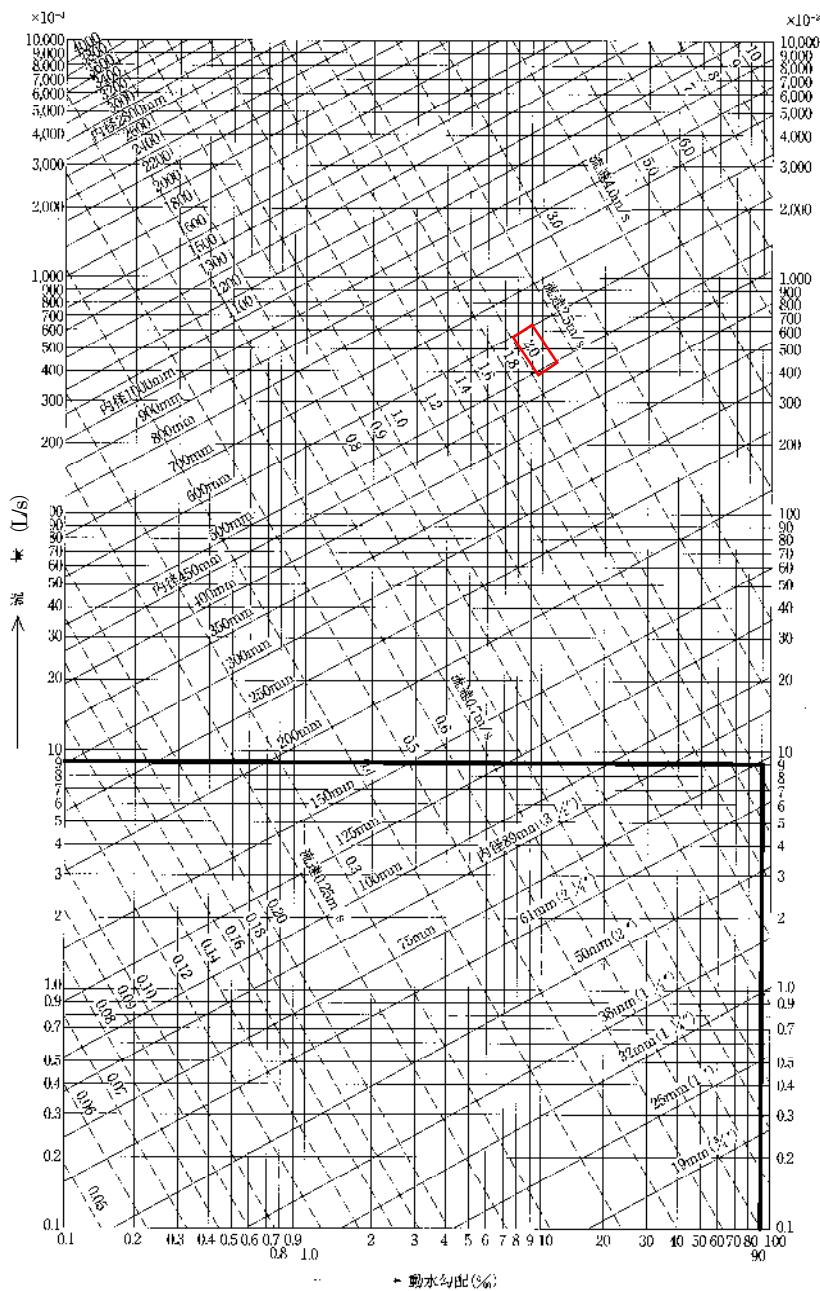


図3-7 ヘーゼン・ウィリアムズ公式図表 (C=110) (再掲)
水道施設設計指針[2012.7]より引用

本例題をヘーゼン・ウィリアムズ式を使って解いてみる。

$$I = 10.666 \times Q^{1.85} \times D^{-4.87} \times C^{-1.85}$$

$$h = L \times I$$

ここに Q : 流量 (m³/秒)

D : 口径 (m)

C : 流速係数 (110)

L : 計算延長 (m)

C : 流速係数 管路の流速係数の値は、管内面の粗度と管路中の屈曲、分岐部等の数及び通水年数により異なるが、一般に、新管を使用する設計においては、屈曲部損失等を含んだ管路全体として 110、直線部のみの場合は 130 が適当である。(再掲)

$$0.090 = 10.666 \times Q^{1.85} \times 0.075^{-4.87} \times 110^{-1.85}$$

$$Q^{0.091} = \frac{0.091}{10.666 \times 0.075^{-4.87} \times 110^{-1.85}}$$

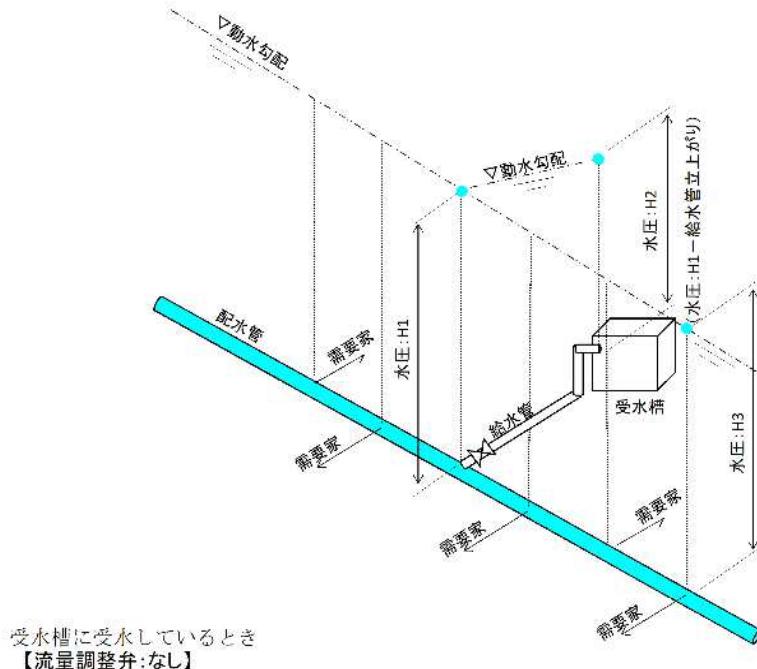
$$Q = \left(\frac{0.091}{10.666 \times 0.075^{-4.87} \times 110^{-1.85}} \right)^{\frac{1}{1.85}}$$

$$= 0.009 \text{m}^3/\text{秒} \approx 0.546 \text{m}^3/\text{分}$$

このように図3-7 ヘーゼン・ウィリアムズ公式図表 (C=110) より水量を求めた場合と、ヘーゼン・ウィリアムズ式から求めた場合の差は殆んどないと言える。

実際は、このような受水槽の給水があった場合、周囲や下流側の影響（水圧低下等）を考慮して給水管に「流量調整弁」等を設置して、時間をかけて受水することが望まれる。

受水槽に受水していないとき



受水槽に受水しているとき
【流量調整弁:なし】

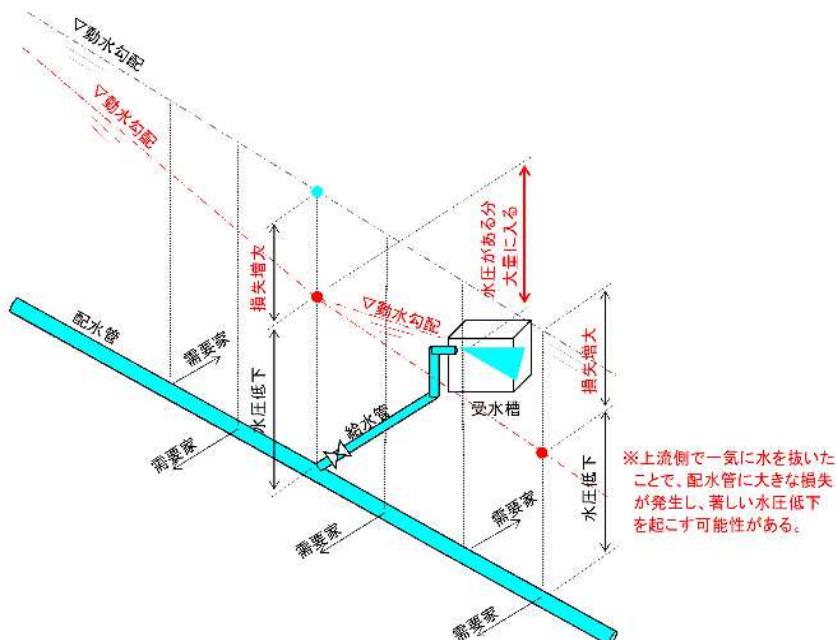


図3-8 受水槽への動水勾配図 (1/2)

受水槽に受水しているとき
【流量調整弁:あり】

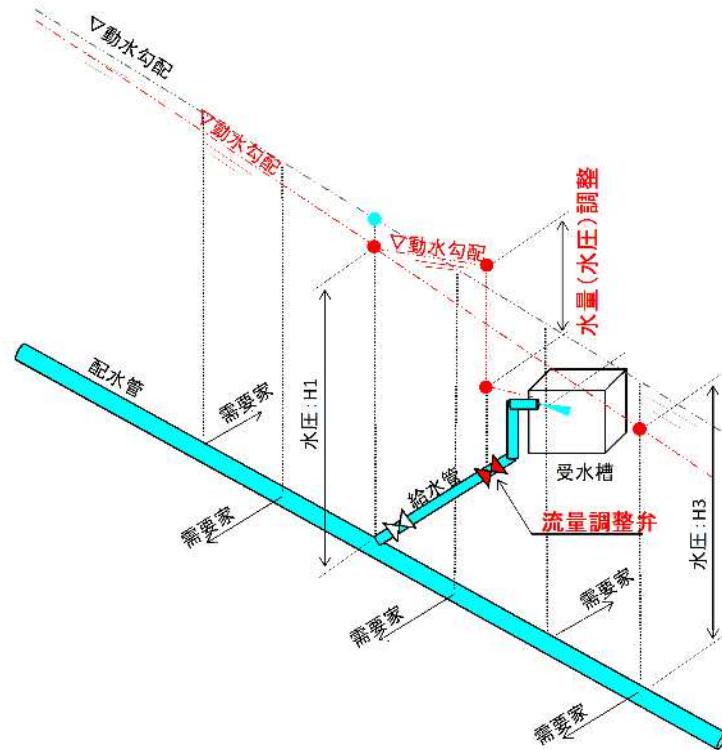


図3-9 受水槽への動水勾配図 (2/2)

参考資料 水理計算例（同時使用水量）

1 戸建て等における同時使用水量

(1) 同時に使用する給水用具を設定して計算する方法

給水用具名	給水栓数	使用水量	選択	使用水量
台所流し	1個	12L/分	○	12L/分
浴槽（和式）	1個	20L/分		
洗面器	2個	8L/分	○	8L/分
手洗い器	1個	8L/分		
大便器（タンク）	2個	12L/分	○	12L/分
洗濯流し	1個	12L/分		
散水	(1個)	—		
合計	8個		3	32L/分

・戸建て住宅等の屋外に設置する散水栓は、使用頻度が少ないため同時使用する給水栓として取り扱わない。

- ・表3-6より、給水栓数が8個から同時使用率を考慮した給水栓数は3個となる。
- ・各給水用具の中から同時使用の給水栓を選択する。
- ・今回は、台所流し、洗面器、大便器を選択して使用水量を合計する。
- ・同時使用水量 = $12 + 8 + 12 = 32\text{L}/\text{分}$

(2) 標準化した同時使用水比により計算する方法

給水用具名	給水栓数	使用水量	全使用水量
台所流し	1個	12L/分	12L/分
浴槽（和式）	1個	20L/分	20L/分
洗面器	2個	8L/分	8L/分
手洗い器	1個	8L/分	8L/分
大便器（タンク）	2個	12L/分	12L/分
洗濯流し	1個	12L/分	12L/分
散水	(1個)	—	
合計	8個		92L/分

・戸建て住宅等の屋外に設置する散水栓は、使用頻度が少ないため同時使用する給水栓として取り扱わない。

- ・表3-9より、同時使用水量比は、2.8となる。

$$\begin{aligned}
 \text{同時使用水量} &= \text{全使用水量} \div \text{給水栓数} \times \text{同時使用水量比} \\
 &= 92 \div 8 \times 2.8 \\
 &= 32.2 \\
 &= 33\text{L}/\text{分}
 \end{aligned}$$

2 集合住宅等における同時使用水量

(1) 各戸使用水量と給水戸数の同時使用率による方法

給水用具名	給水栓数	使用水量	選択	全使用水量
台所流し	1個	12L／分	○	12L／分
浴槽（和式）	1個	20L／分		
洗面器	1個	8L／分	○	8L／分
大便器（タンク）	1個	12L／分	○	12L／分
洗濯流し	1個	12L／分		
合計	5個	64L／分	3	32L／分

・管末部（1戸）の給水栓は32L／分とし、20戸の集合住宅の同時使用水量を求める。

・表3-10より20戸の同時使用戸数率は、80%となる。

$$\begin{aligned}
 \text{同時使用水量} &= \text{使用水量} \times \text{戸数} \times \text{同時使用戸数率} \\
 &= 32 \times 20 \times 0.80 \\
 &= 512\text{L／分}
 \end{aligned}$$

(2) 戸数から同時使用水量を予測する算定式を用いる方法

・20戸の集合住宅の同時使用水量を求める。

$$\begin{aligned}
 \text{同時使用水量} &= 19N^{0.67} \\
 &= 19 \times 20^{0.67} \\
 &= 141.4 \\
 &= 142\text{L／分}
 \end{aligned}$$

(3) 居住人数から同時使用水量を予測する算定式を用いる方法

・20戸で80人が居住している集合住宅の同時使用水量を求める。

$$\begin{aligned}
 \text{同時使用水量} &= 13P^{0.56} \\
 &= 13 \times 80^{0.56} \\
 &= 151.2 \\
 &= 152\text{L／分}
 \end{aligned}$$

〔流量計算例題〕

〔例題3〕直結式（一般住宅平屋建て：給水用具4ヶ所）の口径決定

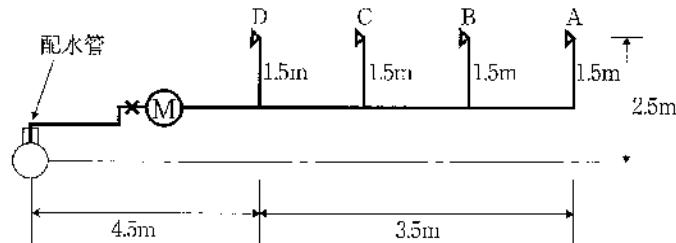
1. 計算条件

配水管の水圧 0.15MPa

給水栓数 4栓

給水する高さ 2.5m

給水用具名	
A	台所流し(湯沸器)
B	洗面器
C	大便器(洗浄タンク)
D	浴槽(和式)



2. 計算手順

- ① 計画使用水量を算出する。
- ② それぞれの区間の口径を仮定する。
- ③ 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。
- ④ 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。
- ⑤ 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. 計算使用水量の算出

計画使用水量は、同時使用率を考慮した末端給水用具数（表3-6）と末端給水用具の吐水量（表3-7）より算出する。

表3-6 同時使用率を考慮した末端給水用具数（再掲）

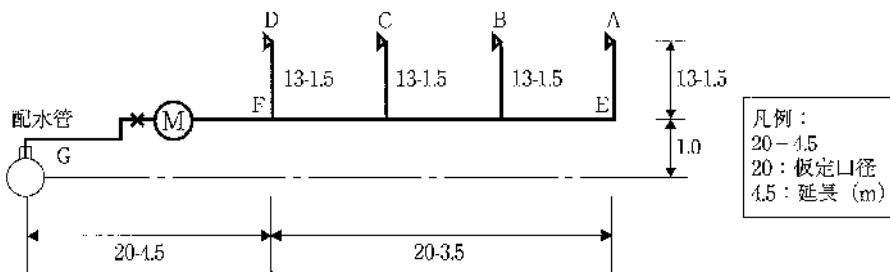
総末端給水用具数	同時に使用する末端給水用具数	総末端給水用具数	同時に使用する末端給水用具数
1	1	11~15	4
2~4	2~4	16~20	5
5~10	3	21~30	6

給水栓呼び径、同時使用の有無および計画使用水量は下表のとおりである。

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 台所流し(湯沸器)	13mm	使用	12 (ℓ/min)
B 洗面器	13mm	—	—
C 大便器(洗浄タンク)	13mm	—	—
D 浴槽(和式)	13mm	使用	20 (ℓ/min)
		計	32 (ℓ/min)

4. 口径の決定

各区間の口径を次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 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 m ⑤=③+④	備考
湯沸器	12	13	最低作動水頭		5.00		5.00	図3-3 水頭計算参考
給水栓A	12	13	給水用具の損失水頭		0.80		0.80	図3-5より
給水管A～E間	12	13	230	1.5	0.35	1.5	1.85	図3-4より
給水管E～F間	12	20	36	3.5	0.13	—	0.13	図3-4より
						計	7.78	

一般水栓	—	—	必要最小動水頭	3.00	—	3.00	図3-6 水頭計算参考
給水栓D	20	13	給水用具の損失水頭	2.10	—	2.10	図3-5より
給水管D～F間	20	13	600	1.5	0.90	1.5	2.40
						計	7.50

A～F間の所要水頭 7.78m > D～F間の所要水頭 7.50m。よって、F点での所要水頭は 7.78m となる。

給水管F～G間	32	20	180	4.5	0.81	1.0	1.81	図3-4より
	32	20	水道メータ		1.20	—	1.20	図3-6より
	32	20	止水栓(半形)		1.38	—	1.38	図3-5より
	32	20	分水栓		0.50	—	0.50	
						計	4.89	

全所要水頭は、 $7.78 + 4.89 = 12.67\text{m}$ となる。

水頭から圧力に変換すると、 $12.67\text{m} \times 1,000\text{kg/m}^3 \times 9.8\text{m/s}^2 \times 10^{-6} = 0.12\text{MPa} < 0.15\text{MPa}$ であるので、仮定とおりの口径で適当である。

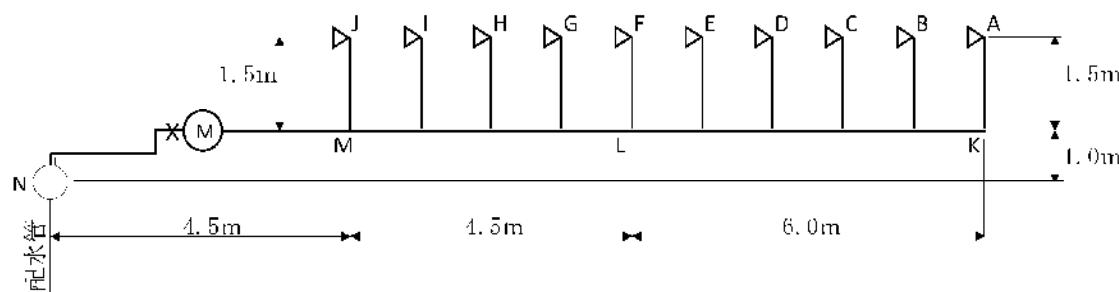
〔流量計算例題〕

〔例題4〕 直結式（一般住宅平屋建て：給水用具10ヶ所）の口径決定

1. 計算条件

配水管の水圧	0.15 MPa
給水栓の数	10 栓
給水する高さ	2.5 m

給水用具名	
A 台所流し(湯沸器)	F 台所流し(湯沸器)
B 洗面器	G 洗面器
C 洗面器	H 洗面器
D 大便器(洗浄タップ)	I 大便器(洗浄タップ)
E 小便器(洗浄タップ)	J 小便器(洗浄タップ)



2. 計算手順

- ① 計画使用水量を算出する。
- ② それぞれの区間の口径を仮定する。
- ③ 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。
- ④ 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。
- ⑤ 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. 計算使用水量の算出

計画使用水量は、同時使用率を考慮した末端給水用具数（表3-6）と末端給水用具の吐水量（表3-7）より算出する。

表3-6 同時使用率を考慮した末端給水用具数（再掲）

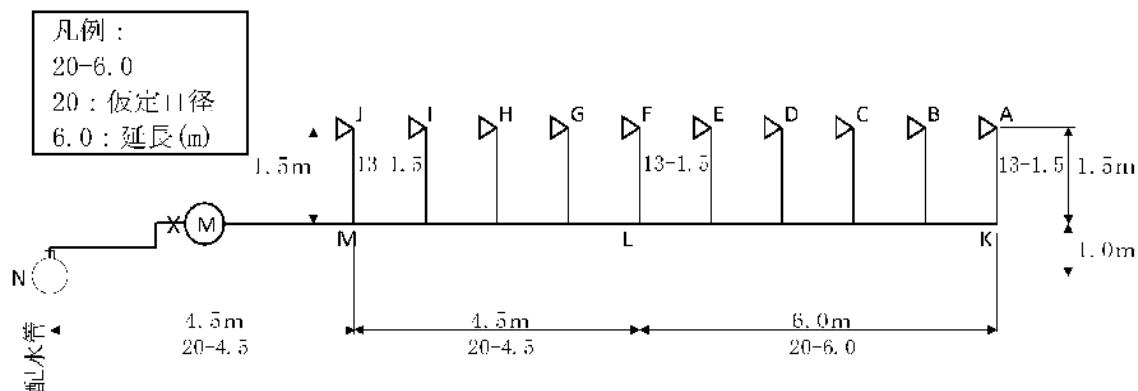
総末端給水用具数	同時に使用する末端給水用具数	総末端給水用具数	同時に使用する末端給水用具数
1	1	11~15	4
2~4	2	16~20	5
5~10	3	21~30	6

給水栓呼び径、同時使用の有無および計画使用水量は下表のとおりである。

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 台所流し(湯沸器)	13mm	使用	12 (ℓ/min)
B 洗面器	13mm	—	—
C 洗面器	13mm	—	—
D 大便器(洗浄タップ)	13mm	—	—
E 小便器(洗浄タップ)	13mm	—	—
F 台所流し(湯沸器)	13mm	使用	12 (ℓ/min)
G 洗面器	13mm	—	—
H 洗面器	13mm	—	—
I 大便器(洗浄タップ)	13mm	—	—
J 小便器(洗浄タップ)	13mm	使用	12 (ℓ/min)
		計	36 (ℓ/min)

4. 口径の決定

各区間の口径を次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 % ①	延長 m ②	損失水頭 m ③-①× ②/1000	立上り 高さ m ④	所要水頭 m ⑤=③+④	備考
湯沸器	12	13	最低作動水頭	5.00		5.00	5.00	第6章 水道計算表類
給水栓A	12	13	給水用具の損失水頭	0.80	—	0.80	0.80	図3-5より
給水管A～K間	12	13	230	1.5	0.35	1.5	1.85	図3-4より
給水管K～L間	12	20	36	6.0	0.22	—	0.22	図3-4より
						計	7.87	

湯沸器	12	13	最低作動水頭	5.00		5.00	5.00	第6章 水道計算表類
給水栓F	12	13	給水用具の損失水頭	0.80	—	0.80	0.80	図3-5より
給水管F～L間	12	13	230	1.5	0.35	1.5	1.85	図3-4より
						計	7.65	

A～L間の所要水頭7.87m > F～L間の所要水頭7.65m。よって、L点での所要水頭は7.87mとなる。

L点					7.87		7.87	
給水管 L～M間	24	20	110	4.5	0.50	—	0.50	図3-4より
						計	8.37	

一般水栓			必要最小動水頭	3.00		3.00	第9章 水理計算表類
給水栓 J	12	13	給水用具の損失水頭	0.80		0.80	図3-5より
給水管 J～M間	12	13	230	1.5	0.35	1.5	1.85
						計	5.65

L～M間の所要水頭8.37m > J～M間の所要水頭5.65m。よって、M点での所要水頭は8.37mとなる。

給水管 M～N間	36	20	220	4.5	0.99	1.0	1.99	図3-4より
	36	20	水道メータ		2.00	—	2.00	図3-6より
	36	20	止水栓(甲形)		1.80	—	1.80	図3-5より
	36	20	分水栓		0.60	—	0.60	
						計	6.39	

全所要水頭は、 $8.37+6.39=14.76\text{m}$ となる。

水頭から圧力に変換すると、 $14.76\text{m} \times 1,000\text{kg/m}^3 \times 9.8\text{m/s}^2 \times 10^{-6} = 0.14 \text{ MPa} < 0.15 \text{ MPa}$ であるので、仮定とおりの口径で適当である。

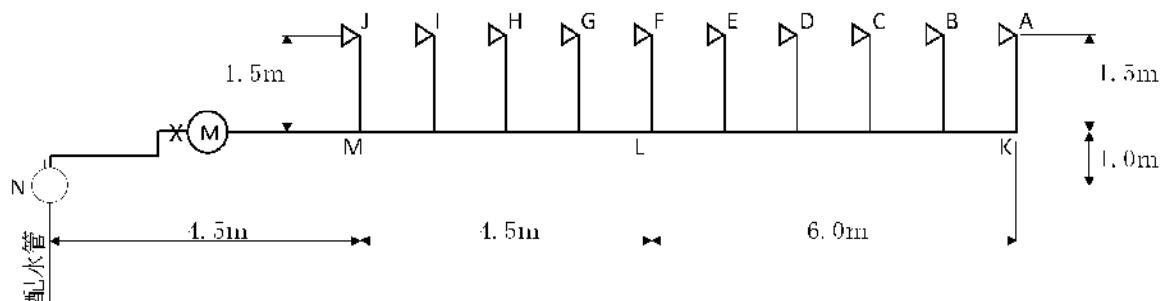
〔流量計算例題〕

〔例題5〕直結式（一般住宅平屋建て：給水用具10ヶ所）の口径決定

1. 計算条件

配水管の水圧	0.15 MPa
給水栓の数	10栓
給水する高さ	2.5 m

給水用具名	
A 浴槽(和式)	F 台所流し(湯沸器)
B 洗面器	G 洗面器
C 洗面器	H 洗面器
D 大便器(洗浄タンク)	I 大便器(洗浄タンク)
E 小便器(洗浄タンク)	J 小便器(洗浄タンク)



2. 計算手順

- ① 計画使用水量を算出する。
- ② それぞれの区間の口径を仮定する。
- ③ 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。
- ④ 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。
- ⑤ 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、同時使用率を考慮した末端給水用具数（表3-6）と末端給水用具の吐水量（表3-7）より算出する。

表3-6 同時使用率を考慮した末端給水用具数（再掲）

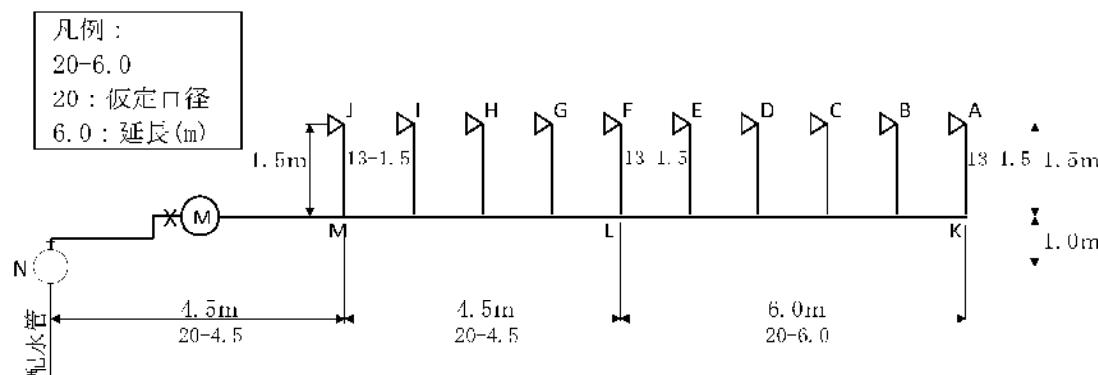
総末端給水用具数	同時に使用する末端給水用具数	総末端給水用具数	同時に使用する末端給水用具数
1	1	11~15	4
2~4	2	16~20	5
5~10	3	21~30	6

給水栓呼び径、同時使用の有無および計画使用水量は下表のとおりである。

給水用具名	給水栓の呼び径	同時使用の有無	計画使用水量
A 浴槽(和式)	13mm	使用	20 (ℓ/min)
B 洗面器	13mm	—	—
C 洗面器	13mm	—	—
D 大便器(洗浄タンク)	13mm	—	—
E 小便器(洗浄タンク)	13mm	—	—
F 台所流し(湯沸器)	13mm	使用	12 (ℓ/min)
G 洗面器	13mm	—	—
H 洗面器	13mm	—	—
I 大便器(洗浄タンク)	13mm	—	—
J 小便器(洗浄タンク)	13mm	使用	12 (ℓ/min)
		計	44 (ℓ/min)

4. 口径の決定

各区間の口径を次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 %	延長 m	損失水頭 m ③-①× ②/1000	立上げ高さ m ④	所要水頭 m ⑤-③-④	備考
一般水栓			必要最小動水頭		3.00		3.00	図3-6参照
給水栓A	20	13	給水用具の損失水頭	2.10	—	2.10	2.10	図3-5より
給水管A～K間	20	13	600	1.5	0.90	1.5	2.40	図3-4より
給水管K～L間	20	20	80	6.0	0.48	—	0.48	図3-4より
					↓		7.98	

湯沸器	12	13	最低作動水頭	5.00		5.00	図3-6参照
給水栓F	12	13	給水用具の損失水頭	2.10	—	2.10	図3-5より
給水管F～L間	12	13	280	1.5	0.85	1.5	1.85
					↓		8.95

A～L間の所要水頭7.98m < F～L間の所要水頭8.95m。よって、L点での所要水頭は8.95mとなる。

L点					8.95		8.95	
給水管L～M間	32	20	180	4.5	0.81	—	0.81	図3-4より
						計	9.76	

一般水栓	—	—	必要最小動水頭	3.00	—	3.00	第6回 水理計算参考照
給水栓J	12	13	給水用具の損失水頭	0.80	—	0.80	図3-5より
給水管J～M間	12	13	230	1.5	0.35	1.5	1.85
						計	5.65

L～M間の所要水頭9.76m > J～M間の所要水頭5.65m。よって、M点での所要水頭は9.76mとなる。

給水管M～N間	44	20	320	4.5	1.44	1.0	2.44	図3-4より
	44	20	水道メータ	3.00	—	3.00	図3-6より	
	44	20	止水栓(甲形)	2.80	—	2.80		図3-5より
	44	20	分水栓	1.00		1.00		
						計	9.24	

全所要水頭は、9.76+9.24=19.00mとなる。

水頭から圧力に変換すると、 $19.00\text{m} \times 1,000\text{kg/m}^3 \times 9.8\text{m/s}^2 \times 10^{-6} = 0.19 \text{ MPa} > 0.15 \text{ MPa}$ であるので、給水管M～N間の仮定口径20mmを25mmに変更して再計算する。

再計算

給水管M～N間	44	25	120	4.5	0.54	1.0	1.54	図3-4より
	44	25	水道メータ	1.20	—	1.20	図3-6より	
	44	25	止水栓(甲形)	1.00	—	1.00		図3-5より
	44	25	分水栓	0.40	—	0.40		
						計	4.14	

全所要水頭は、9.76+4.14=13.90mとなる。

水頭から圧力に変換すると、 $13.90\text{m} \times 1,000\text{kg/m}^3 \times 9.8\text{m/s}^2 \times 10^{-6} = 0.14 \text{ MPa} < 0.15 \text{ MPa}$ であるので、給水管M～N間の変更口径25mmで適当である。

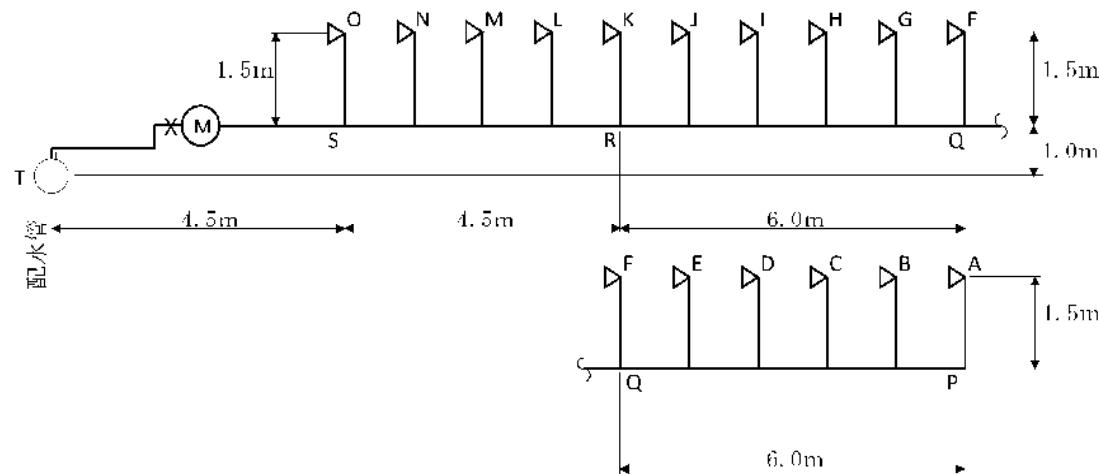
〔流量計算例題〕

〔例題6〕直結式（一般住宅平屋建て：給水用具15ヶ所）の口径決定

1. 計算条件

配水管の水圧	0.15 MPa
給水栓の数	15 桁
給水する高さ	2.5 m

給水用具名		
A 浴槽(和式)	F 浴槽(和式)	K 台所流し(湯沸器)
B 洗面器	G 洗面器	L 洗面器
C 洗面器	H 洗面器	M 洗面器
D 大便器(洗浄タップ)	I 大便器(洗浄タップ)	N 大便器(洗浄タップ)
E 小便器(洗浄タップ)	J 小便器(洗浄タップ)	O 小便器(洗浄タップ)



2. 計算手順

- ① 計画使用水量を算出する。
- ② それぞれの区間の口径を仮定する。
- ③ 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。
- ④ 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。
- ⑤ 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. 計算使用水量の算出

計画使用水量は、同時使用率を考慮した末端給水用具数（表3-6）と末端給水用具の吐水量（表3-7）より算出する。

表3-6 同時使用率を考慮した末端給水用具数（再掲）

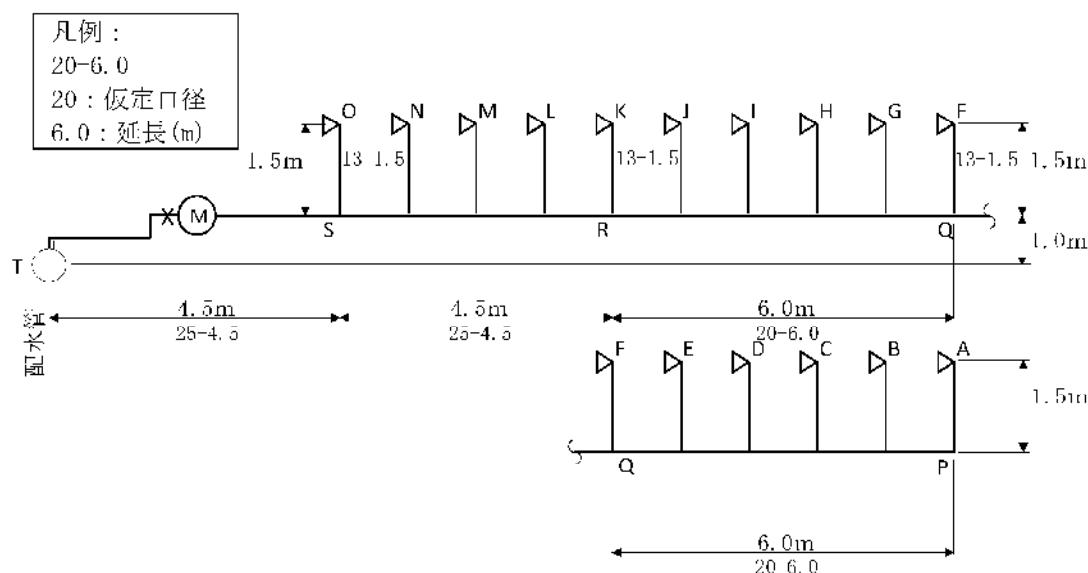
総末端給水用具数	同時に使用する末端給水用具数	総末端給水用具数	同時に使用する末端給水用具数
1	1	1~15	4
2~4	2	16~20	5
5~10	3	21~30	6

給水栓呼び径、同時使用の有無および計画使用水量は下表のとおりである。

給水用具名	給水栓の呼び径	同時使用の有無	計画使用水量
A 浴槽(和式)	13mm	使用	20 (ℓ/min)
B 洗面器	13mm	—	—
C 洗面器	13mm	—	—
D 大便器(洗浄タク)	13mm	—	—
E 小便器(洗浄タク)	13mm	—	—
F 浴槽(和式)	13mm	使用	20 (ℓ/min)
G 洗面器	13mm	—	—
H 洗面器	13mm	—	—
I 大便器(洗浄タク)	13mm	—	—
J 小便器(洗浄タク)	13mm	—	—
K 台所流し(湯沸器)	13mm	使用	12 (ℓ/min)
L 洗面器	13mm	—	—
M 洗面器	13mm	—	—
N 大便器(洗浄タク)	13mm	—	—
O 小便器(洗浄タク)	13mm	使用	12 (ℓ/min)
		計	64 (ℓ/min)

4. 口径の決定

各区間の口径を次図のように仮定する。



5. 口径決定計算

区間	流量 (t/min)	仮定 口径	動水勾配 ‰ 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 m ⑤=③+④	備考
一般水栓	—	—	必要最小動水頭	3.00	—	—	3.00	第3章 水路計算参考
給水栓A	20	13	給水用具の損失水頭	2.10	—	—	2.10	図3-5より
給水管A～P間	20	13	600	1.5	0.90	1.5	2.40	図3-4より
給水管P～Q間	20	20	80	6.0	0.48	—	0.48	図3-4より
						計	7.98	

一般水栓	—	—	必要最小動水頭	3.00	—	3.00	第3章 水路計算参考
給水栓F	20	13	給水用具の損失水頭	2.10	—	2.10	図3-5より
給水管F～Q間	20	13	600	1.5	0.90	1.5	2.40
						計	7.50

A～Q間の所要水頭7.98m > F～Q間の所要水頭7.50m。よって、Q点での所要水頭は7.98mとなる。

Q点					7.98		7.98	
給水管Q～R間	40	20	270	6.0	1.62	—	1.62	図3-4より
						計	9.60	

湯沸器	12	13	最低作動水頭	5.00	—	5.00	第3章 水路計算参考
給水栓K	12	13	給水用具の損失水頭	0.80	—	0.80	図3-5より
給水管K～R間	12	13	230	1.5	0.35	1.5	1.85
						計	7.65

Q～R間の所要水頭9.60m > K～R間の所要水頭7.65m。よって、R点での所要水頭は9.60mとなる。

R点					9.60		9.60	
給水管R～S間	52	25	160	4.5	0.72	—	0.72	図3-4より
						計	10.32	

一般水栓	—	—	必要最小動水頭	3.00	—	3.00	第3章 水路計算参考
給水栓O	12	13	給水用具の損失水頭	0.80	—	0.80	図3-5より
給水管O～S間	12	13	230	1.5	0.35	1.5	1.85
						計	5.65

R～S間の所要水頭10.32m > O～S間の所要水頭5.65m。よって、S点での所要水頭は10.32mとなる。

給水管S～T間	64	25	220	4.5	0.99	1.0	1.99	図3-4より
	64	25	水道メータ		2.50	—	2.50	図3-6より
	64	25	土栓(甲形)		2.00	—	2.00	図3-5より
	64	25	分水栓		0.75	—	0.75	
						計	7.24	

全所要水頭は、 $10.32+7.24=17.56\text{m}$ となる。

水頭から圧力に変換すると、 $17.56\text{m} \times 1,000\text{kg/m}^3 \times 9.8\text{m/s}^2 \times 10^{-6} = 0.17 \text{ MPa} > 0.15 \text{ MPa}$ であるので、給水管S～T間の仮定口径25mmを40mmに変更して再計算する。

再計算

給水管S～T間	64	40	30	4.5	0.14	1.0	1.14	図3-4より
	64	40	水道メータ		0.35	—	0.35	図3-6より
	64	40	仕切弁の損失水頭を0.5mとする			0.50		
	64	40	割丁字管の損失水頭を0.8mとする			0.80		
					計	2.79		

※仕切弁、割丁字管の所要水頭は、製造会社の資料による。

全所要水頭は、 $10.32+2.79=13.11\text{m}$ となる。

水頭から圧力に変換すると、 $13.11\text{m} \times 1,000\text{kg/m}^3 \times 9.8\text{m/s}^2 \times 10^{-6} = 0.13 \text{ MPa} < 0.15 \text{ MPa}$ であるので、給水管S～T間の変更口径40mmで適当である。