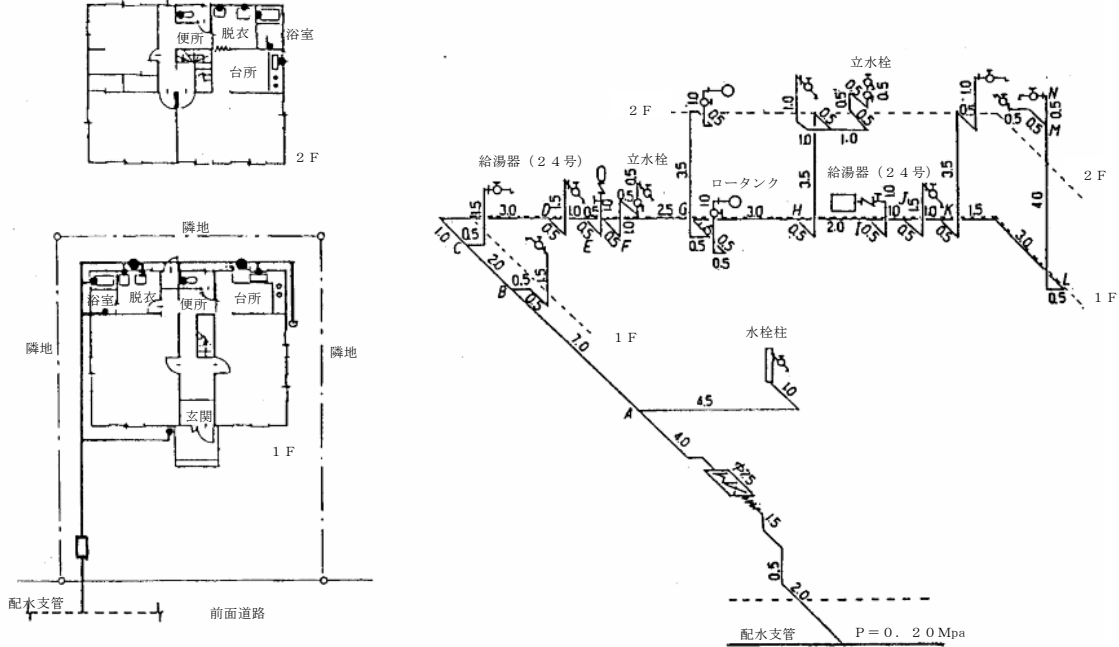


第15章 参考資料

15.1 水理計算例

1. 2階建て専用住宅（直結方式）

下図のような給水装置で，末端水栓に給水可能かどうか検討せよ。



表記の無い立ち上がり管は，20Aとする。

場所	水栓種類と数量	設定流量(l/min)
屋外	給湯器 24号 2台	48
屋外	屋外水栓 1栓	12
1F	流し台 1栓	12
	便所 1栓	12
	洗面台 1栓	8
	洗濯機 1栓	12
	浴室 1栓	12×2
2F	流し台 1栓	12
	便所 1栓	12
	洗面台 1栓	8
	洗濯機 1栓	12
	浴室 2栓	12×2
計	15栓	

条件

- 許容損失水頭は 20.4m(0.2Mpa)である。
- 各水栓及び給湯器の流出量は，次のとおりである。
 - ①水栓 (φ13mm) 120 /min
 - ②立水栓 (φ13mm) 80 /min
 - ③ロータンク (φ13mm) 120 /min
 - ④給湯器 (24号) 240 /min

3. 給水栓の器具数と使用水量比の関係は，次表のとおりである。

総給水器具数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
使用水量比	1.0	1.4	1.7	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	2.9	3.0	3.5	4.0

4. 直管換算は、次表のとおりである。

口 径	分岐箇所	ボール止水栓	逆 止 弁	メーター	水 栓	ロータンク	立 水 栓
φ 13mm					3 m	6 m	6 m
φ 20mm	2 m	0.4m	8.0m	11m			
φ 25mm	3 m	0.4m	12.0m	15m			

(第3章 給水装置の設計 表 3-10 取付器具類損失水頭の直管換算表による。)

5. 摩擦損失水頭の算定式は、ウェストン公式を用いる。

解 答

摩擦損失水頭は、各区間の口径 (D) , 区間長 (L) , 平均流速 (V) により求めることができる。

[第1段階]

分岐部から宅地内配管の管径を φ 20mm として計算を行う。

①下流側水栓个数により区間総流量を求める。

②次式により区間流量を求める

区間流量 = 区間総流量 ÷ 合計水栓数 × 使用水量比 (同時使用数)

③区間流量を管断面積で除し平均流速を求める。

④これまでに求められた平均流速, 管径, 区間長より各区間の摩擦損失水頭を求める。

⑤この摩擦損失水頭に高低差による損失を加え, 区間損失を求める。

⑥区間損失を合計することにより, 最終水栓までの総損失水頭を算出し, 許容損失水頭以内であるか確認する。(給湯器等の最小動水圧の考慮必要。)

以下に計算結果を示す。

専用住宅 水理計算

本管からの分岐口径 20 mm

メーター口径 20 mm

区 間	水 栓	立水栓	給湯器	合 計 水栓数	区間総 流量 ℓ/min	同 時 使用数	1栓当り 流出量 ℓ/min	管径 mm	流 量 ℓ/min	流速 m/s	区 間 長		摩擦損失 m	高低差 m	区間損失	備 考 (換 算 長)
	12	8	24								実延長	換算長				
	ℓ/min	ℓ/min	ℓ/min													
分岐 ~メ	11	2	2	15	196.0	3.5	13.07	20	45.7	2.43	4.0	6.0	2.02	0.5	2.52	分岐部 2m
メーター	11	2	2	15	196.0	3.5	13.07	20	45.7	2.43		19.4	6.52		6.52	止水栓 0.4m メータ 11m 逆止弁 8m
メ~A	11	2	2	15	196.0	3.5	13.07	20	45.7	2.43	4.0	4.0	1.34		1.34	
A~B	10	2	2	14	184.0	3.4	13.14	20	44.7	2.37	7.0	7.0	2.26		2.26	
B~C	9	2	2	13	172.0	3.3	13.23	20	43.7	2.32	2.0	2.0	0.62		0.62	
C~D	8	2	2	12	160.0	3.2	13.33	20	42.7	2.26	4.0	4.0	1.19		1.19	
D~E	7	2	2	11	148.0	3.1	13.45	20	41.7	2.21	1.0	1.0	0.29		0.29	
E~F	7	2	1	10	124.0	3.0	12.40	20	37.2	1.97	0.5	0.5	0.12		0.12	
F~G	7	1	1	9	116.0	2.9	12.89	20	37.4	1.98	2.5	2.5	0.59		0.59	
G~H	5	1	1	7	92.0	2.6	13.14	20	34.2	1.81	3.0	3.0	0.60		0.60	
H~I	4		1	5	72.0	2.2	14.40	20	31.7	1.68	2.0	2.0	0.35		0.35	
I~J	4			4	48.0	2.0	12.00	20	24.0	1.27	1.0	1.0	0.11		0.11	
J~K	3			3	36.0	1.7	12.00	20	20.4	1.08	1.0	1.0	0.08		0.08	
K~L	2			2	24.0	1.4	12.00	20	16.8	0.89	4.5	4.5	0.26		0.26	
L~M	2			2	24.0	1.4	12.00	20	16.8	0.89	4.5	4.5	0.26	4.0	4.26	
M~N	1			1	12.0	1.0	12.00	20	12.0	0.64	0.5	0.5	0.02	0.5	0.52	
N~水栓	1			1	12.0	1.0	12.00	13	12.0	1.51	0	3.0	0.68		0.68	
合 計															22.31	

末端水栓までの損失水頭 22.31m > 20.4m (許容損失水頭)
よって、給水不可能である。

〔第2段階〕

管径がφ20mmでは給水不可能であるため、φ25mmとして再計算を行う。（立上り管はφ20mmとする。）
以下に計算結果を示す。

専用住宅 水理計算

本管からの分岐口径 25 mm

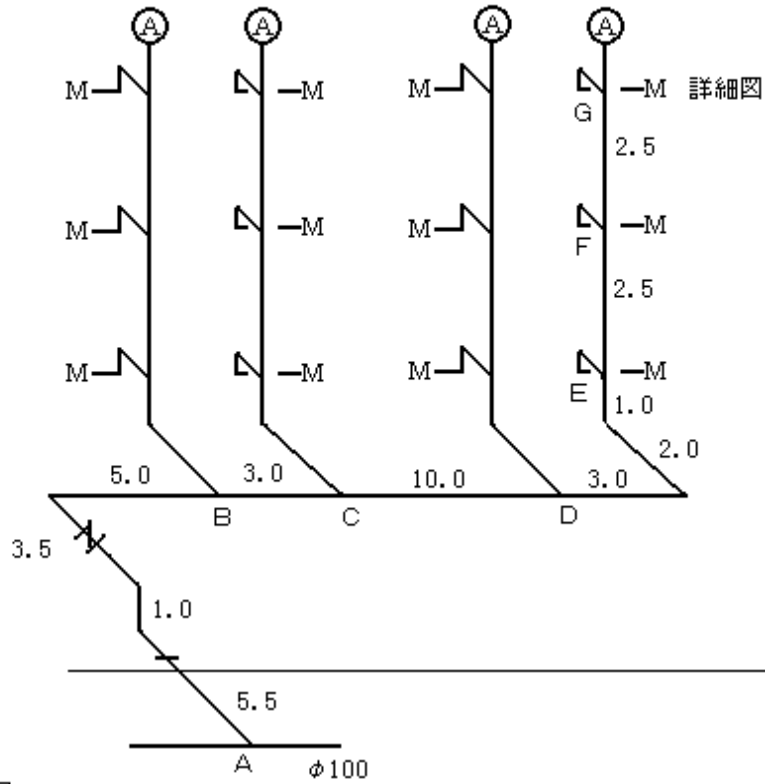
メーター口径 25 mm

区 間	水栓	立水栓	給湯器	合 計 水栓数	区間総 流量 ℓ/min	同 時 使用数	1栓当り 流出量 ℓ/min	管径 mm	流 量 ℓ/min	流速 m/s	区 間 長		摩擦損 失 m	高低差 m	区間損 失	備 考 (換 算 長)
	12	8	24								実延長	換算長				
	ℓ/min	ℓ/min	ℓ/min													
分岐 ~メ	11	2	2	15	196.0	3.5	13.07	25	45.7	1.55	4.0	7.0	0.84	0.5	1.34	分岐部 3m
メーター	11	2	2	15	196.0	3.5	13.07	25	45.7	1.55		27.4	3.29		3.29	止水栓 0.4m メータ 15m 逆止弁 12m
メ ~ A	11	2	2	15	196.0	3.5	13.07	25	45.7	1.55	4.0	4.0	0.48		0.48	
A ~ B	10	2	2	14	184.0	3.4	13.14	25	44.7	1.52	7.0	7.0	0.81		0.81	
B ~ C	9	2	2	13	172.0	3.3	13.23	25	43.7	1.48	2.0	2.0	0.22		0.22	
C ~ D	8	2	2	12	160.0	3.2	13.33	25	42.7	1.45	4.0	4.0	0.42		0.42	
D ~ E	7	2	2	11	148.0	3.1	13.45	25	41.7	1.42	1.0	1.0	0.10		0.10	
E ~ F	7	2	1	10	124.0	3.0	12.40	25	37.2	1.26	0.5	0.5	0.04		0.04	
F ~ G	7	1	1	9	116.0	2.9	12.89	25	37.4	1.27	2.5	2.5	0.21		0.21	
G ~ H	5	1	1	7	92.0	2.6	13.14	25	34.2	1.16	3.0	3.0	0.22		0.22	
H ~ I	4		1	5	72.0	2.2	14.40	25	31.7	1.08	2.0	2.0	0.13		0.13	
I ~ J	4			4	48.0	2.0	12.00	25	24.0	0.81	1.0	1.0	0.04		0.04	
J ~ K	3			3	36.0	1.7	12.00	25	20.4	0.69	1.0	1.0	0.03		0.03	
K ~ L	2			2	24.0	1.4	12.00	20	16.8	0.89	4.5	4.5	0.26		0.26	
L ~ M	2			2	24.0	1.4	12.00	20	16.8	0.89	4.5	4.5	0.26	4.0	4.26	
M ~ N	1			1	12.0	1.0	12.00	20	12.0	0.64	0.5	0.5	0.02	0.5	0.52	
N ~ 水栓	1			1	12.0	1.0	12.00	13	12.0	1.51	0	3.0	0.68		0.68	
合 計															13.05	

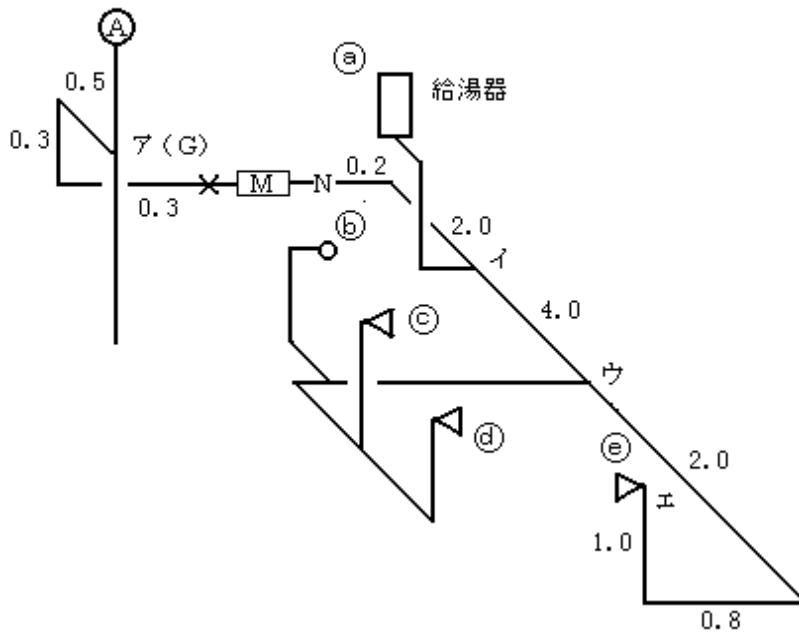
末端水栓までの損失水頭 13.05m < 20.4m (許容損失水頭)
よって、給水可能である。

2. 3階建て集合住宅12戸（直圧方式）

（条件）



詳細図



取付器具一覧

器具	水栓口径	設計水量(ℓ /min)
a 給湯器	20号	20
b ロータンク	13	12
C 洗面器	13	8
d 風呂水栓	13	12
e 台所水栓	13	12

(水理計算)

- ・給水管の主たる口径

$$12 \text{ 戸から } Q = 19N^{0.67} = 100 \text{ ℓ/min}$$

口径を 50 と仮定すると，管内流速Vは

$$V = Q/A = 1.1 < 2.2 \text{ m/sec} \quad \text{--- ok} \quad (\phi 50 \text{ 内径を最小の } 44 \text{ mm で計算})$$

- ・口径の決定

給水管口径を以下の表のように仮定して，水理計算を行う。

給水器具及び区間	口径	水栓 及び戸数	区間総流量	同時使用数	1栓当り流量	流量	延長	損失水頭
	mm	個	ℓ/min	個	ℓ/min	ℓ/min	m	m
給水栓 エ	13	1	12.0	1.0	12.0	12.0	3.0	0.68
給水栓 エ～ウ	20	1	12.0	1.0	12.0	12.0	3.8	0.12
給水栓 ウ～イ	20	4	44.0	2.0	11.0	22.0	4.0	0.37
給水栓 イ～ア	20	5	64.0	2.2	12.8	28.2	3.3	0.47
逆止弁	20	5	64.0	2.2	12.8	28.2	8.0	1.14
水道メーター	13	5	64.0	2.2	12.8	28.2	4.0	4.15
ボール止水栓	20	5	64.0	2.2	12.8	28.2	0.4	0.06
小計								6.99
給水管G～F	50	1戸				42.0	2.5	0.01
F～E	50	2戸				52.8	2.5	0.02
E～D	50	3戸				60.4	6.0	0.05
D～C	50	6戸				75.9	10.0	0.12
C～B	50	9戸				86.7	3.0	0.04
B～A	44	12戸				100.4	15.0	0.52
逆止弁	50	12戸				100.4	4.1	0.08
ボール止水栓	50	12戸				100.4	1.0	0.02
分岐	50	12戸				100.4	10.0	0.19
小計								1.05
合計								8.04

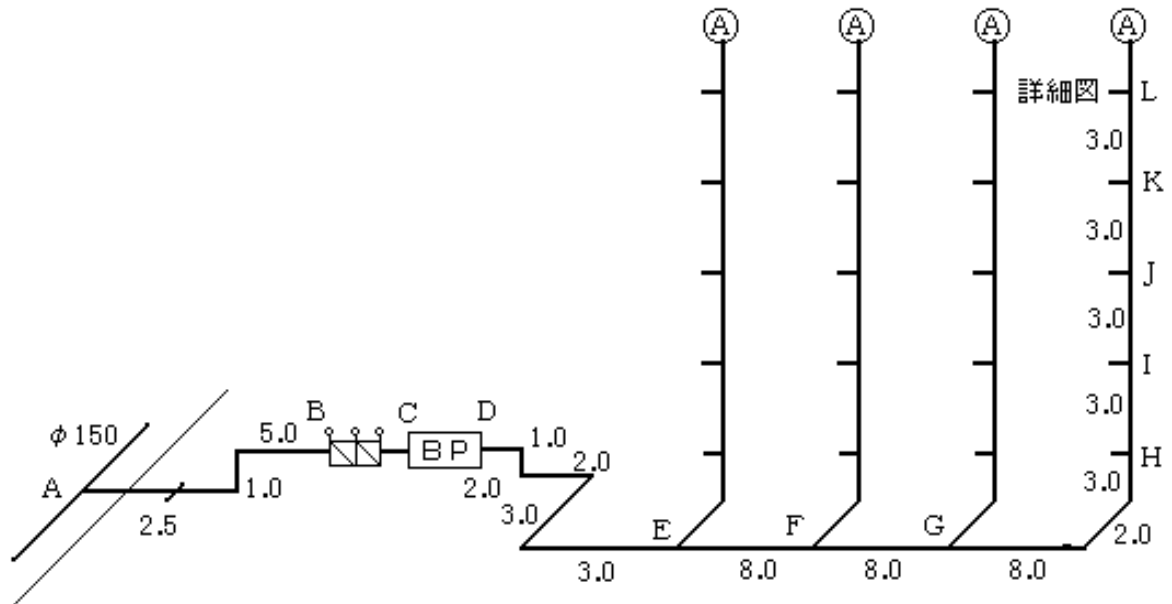
水栓高さ 7.7m(配水本管を基準) ，設計水圧 0.2MPa (配水管口径：φ100)

総損失水頭+水栓高さ≤設計水圧

$$8.04 + 7.7 = 15.74 \leq 20.4 \text{ --- ok}$$

3. 5階建て共同住宅20戸（増圧方式）

（条 件）



（水理計算）

・ 給水管の主たる口径

20戸から $Q = 19N^{0.67} = 141.4 \text{ } \ell / \text{min}$

口径を 40 と仮定すると、管内流速 V は

$V = Q/A = 1.88 < 2.2 \text{ m/sec}$ --- o k

・口径の決定

給水管口径を以下の表のように仮定して、水力計算を行う。

給水器具及び区間	口径	水栓及び戸数	区間総流量	同時使用数	1栓当り流量	流量	延長	損失水頭
	mm	個	ℓ/min	個	ℓ/min	ℓ/min	m	m
給水栓 エ	13	1	12.0	1.0	12.0	12.0	3.0	0.68
給水栓 エ～ウ	20	1	12.0	1.0	12.0	12.0	3.8	0.12
給水栓 ウ～イ	20	4	44.0	2.0	11.0	22.0	4.0	0.37
給水栓 イ～ア	20	5	64.0	2.2	12.8	28.2	3.3	0.47
逆止弁	20	5	64.0	2.2	12.8	28.2	8.0	1.14
水道メーター	13	5	64.0	2.2	12.8	28.2	4.0	4.15
ボール止水栓	20	5	64.0	2.2	12.8	28.2	0.4	0.06
小計								6.99
給水管L～K	40	1戸				42.0	3.0	0.04
K～J	40	2戸				52.8	3.0	0.05
J～I	40	3戸				60.4	3.0	0.07
I～H	40	4戸				66.4	3.0	0.08
H～G	40	5戸				71.4	13.0	0.39
G～F	40	10戸				88.9	8.0	0.35
F～E	40	15戸				116.6	8.0	0.56
E～D	40	20戸				141.4	11.0	1.09
D～C(増圧ポンプ)	40	20戸				141.4		3.00
C～B(逆止弁)	40	20戸				141.4		9.00
B～A	44	20戸				141.4	8.5	0.54
ボール止水栓	50	20戸				141.4	1.0	0.03
分岐	50	20戸				141.4	10.0	0.35
小計								15.5
合計								22.54

ポンプ下流の損失 9.62

ポンプ上流の損失 9.92

逆止弁(スウィング)	50					141.4	4.1	0.14
------------	----	--	--	--	--	-------	-----	------

※ 減圧式逆止弁，増圧ポンプの損失はカタログより。

※ 増圧ポンプ選定表にポンプの圧力損失が含まれている場合は，ポンプの損失水頭を計上しない。

設計水圧 0.2MPa（配水管口径：φ150）

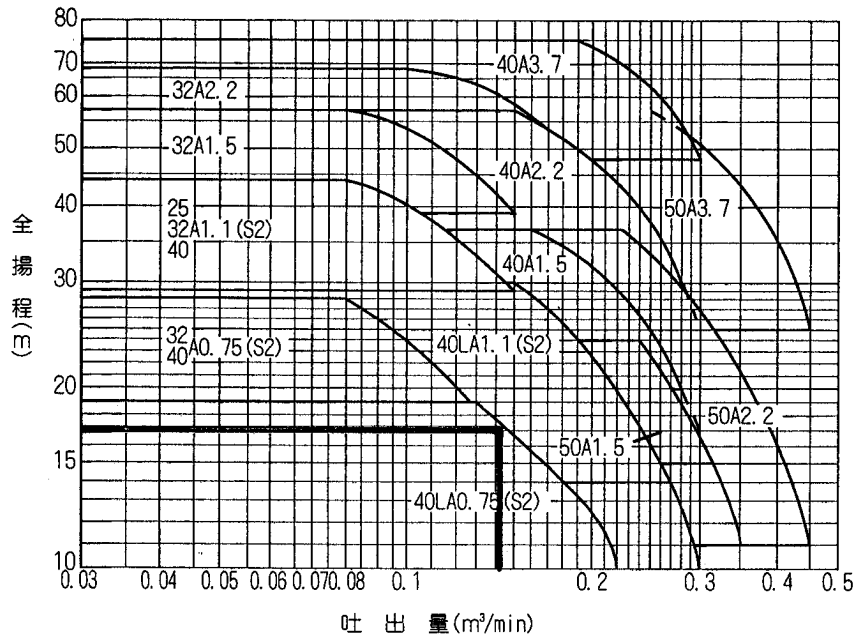
- ・増圧ポンプの上流圧力=設計水圧-ポンプ上流の損失-配水管とポンプの高低差
 $=20.4-9.92-1=9.48\text{m}>0$ --- o k

総損失水頭=22.54m，水栓高さ=15.7m

- ・増圧ポンプの揚程=22.54+15.7-20.4=17.84m
- ・増圧ポンプの流出圧力=9.62+15.7-1=24.32m ≤ 0.75MPa=76.5m --- o k
- ・ポンプ停止圧力=7-1=6m
- ・復帰圧力=10-1=9m

製品カタログから，φ40，141.4 ℓ/min，18mを選定する。

■ 摘要図



猶予の検討

増圧ポンプの損失水頭=3.0m

逆止弁（減圧式）=9.0m

逆止弁（スイング）の損失=0.14m

総損失水頭=22.54-3.0-9.0+0.14=10.68m

水栓高さ=15.7m

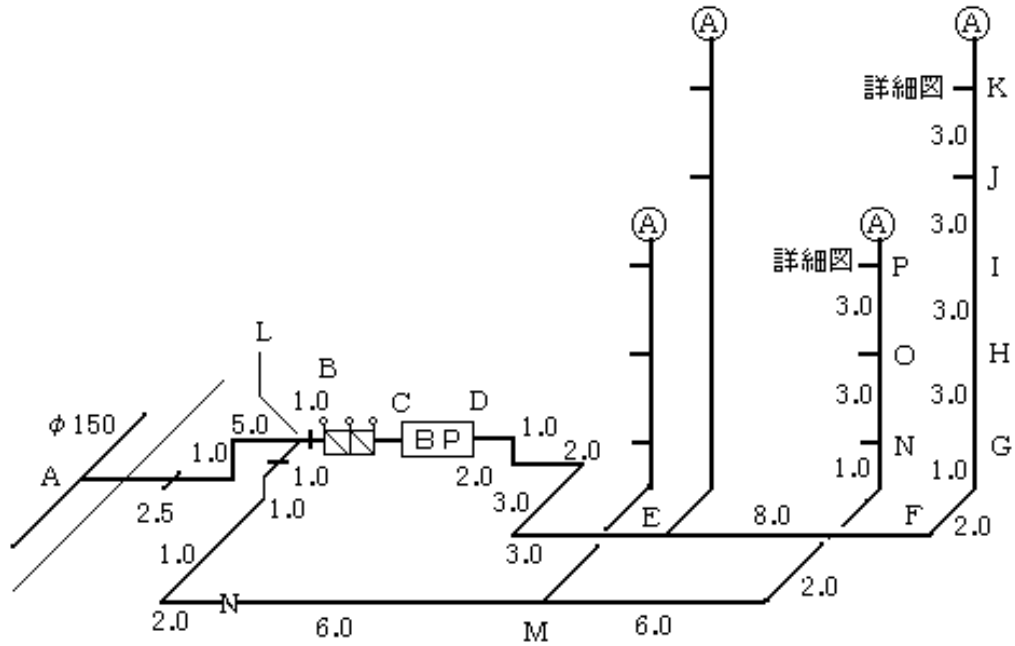
必要水圧=10.68+15.7=26.38m

0.25MPa=25.5m < 26.38m < 0.3MPa=30.6m

よって、暫定保証水圧が 0.30MPa 以上の地域では、増圧ポンプの猶予を選択できる。

4. 5階建て共同住宅10戸（併用式）

（条 件）



（水理計算）

- ・ 給水管の主たる口径

10戸の1LDK共同住宅——東京都水道局の方法による。

1戸—2人

$$Q = 26 P^{0.36} = 76.4 \text{ l /min}$$

A～Lの口径を50と仮定すると、管内流速Vは

$$V = Q/A = 0.84 < 2.2 \text{ m/sec} \quad \text{--- o k}$$

<増圧部>

給水管の主たる口径

$$Q = 26 P^{0.36} = 55.0 \text{ l /min} \quad (P = 2 \times 4 = 8 \text{ 人})$$

25と仮定する。

$$V = Q/A = 1.86 < 2.2 \text{ m/sec} \quad \text{--- o k}$$

<直圧部>

$$Q = 26 P^{0.36} = 63.6 \text{ l /min} \quad (P = 2 \times 6 = 12 \text{ 人})$$

50と仮定する。

$$V = Q/A = 0.70 < 2.2 \text{ m/sec} \quad \text{--- o k}$$

・増圧部水理計算

給水器具及び区間	口径	水栓 及び人数	区間 総流量	同時 使用数	1栓当り 流量	流量	延長	損失 水頭
	mm	個	ℓ/min	個	ℓ/min	ℓ/min	m	m
給水栓 エ	13	1	12.0	1.0	12.0	12.0	3.0	0.68
給水栓 エ～ウ	20	1	12.0	1.0	12.0	12.0	3.8	0.12
給水栓 ウ～イ	20	4	44.0	2.0	11.0	22.0	4.0	0.37
給水栓 イ～ア	20	5	64.0	2.2	12.8	28.2	3.3	0.47
逆止弁	20	5	64.0	2.2	12.8	28.2	8.0	1.14
水道メーター	13	5	64.0	2.2	12.8	28.2	4.0	4.15
ボール止水栓	20	5	64.0	2.2	12.8	28.2	0.4	0.06
小計								6.99
給水管K～J	25	2人				33.4	3.0	0.21
J～I	25	4人				42.8	3.0	0.32
I～H	25	4人				42.8	3.0	0.32
H～G	25	4人				42.8	3.0	0.32
G～F	25	4人				42.8	3.0	0.32
F～E	25	4人				42.8	8.0	0.85
E～D	25	8人				55.0	11.0	1.83
D～C(増圧ポンプ)	25	8人				55.0	11.0	3.00
C～B(逆止弁)	25	8人				55.0		7.00
B～L	25	8人				55.0	1.0	0.17
ボール止水栓	25	8人				55.0	0.4	0.07
L～A	44	20人				76.4	8.5	0.18
ボール止水栓	50	20人				76.4	1.0	0.01
分岐	50	20人				76.4	10.0	0.12
小計								14.72
合計								21.71

ポンプ下流の損失 11.17

ポンプ上流の損失 7.55

設計水圧 0.2MPa (配水管口径: φ150)

・増圧ポンプの上流圧力=20.4-7.54-1=11.86m>0 --- o k

総損失水頭=21.71m

水栓高さ=13.7m

・増圧ポンプの揚程=21.71+13.7-20.4=15.01m

・増圧ポンプの流出圧力=11.17+13.7-1=23.87m≤0.75MPa=76.5m --- o k

・ポンプ停止圧力=7-1=6m

・復帰圧力=10-1=9m

製品カタログから,

φ25.55 ℓ/min, 16mを選定する。

・直圧部の水理計算

給水器具及び区間	口径	水栓及び人数	区間 総流量	同時 使用数	1栓当り 流量	流量	延長	損失 水頭
	mm	個	ℓ/min	個	ℓ/min	ℓ/min	m	m
給水栓 エ	13	1	12.0	1.0	12.0	12.0	3.0	0.68
給水栓 エ～ウ	20	1	12.0	1.0	12.0	12.0	3.8	0.12
給水栓 ウ～イ	20	4	44.0	2.0	11.0	22.0	4.0	0.37
給水栓 イ～ア	20	5	64.0	2.2	12.8	28.2	3.3	0.47
逆止弁	20	5	64.0	2.2	12.8	28.2	8.0	1.14
水道メーター	13	5	64.0	2.2	12.8	28.2	4.0	4.15
ボール止水栓	20	5	64.0	2.2	12.8	28.2	0.4	0.06
小計								6.99
給水管P～O	50	2人				33.4	3.0	0.01
O～N	50	4人				42.8	3.0	0.01
N～M	50	6人				49.6	9.0	0.05
M～L	50	12人				63.6	11.0	0.09
逆止弁(スウィング)	50	12人				63.6	4.1	0.04
ボール止水栓	50	12人				63.6	1.0	0.01
L～A	44	20人				76.4	8.5	0.18
ボール止水栓	50	20人				76.4	1.0	0.01
分岐	50	20人				76.4	10.0	0.12
小計								0.52
合計								7.51

水栓高さ 7.7m , 設計水圧 0.2MPa (配水管口径 : φ100)

総損失水頭+立ち上がり高さ ≤ 設計水圧

$$7.51 + 7.7 = 15.21 \leq 20.4 \text{ --- ok}$$

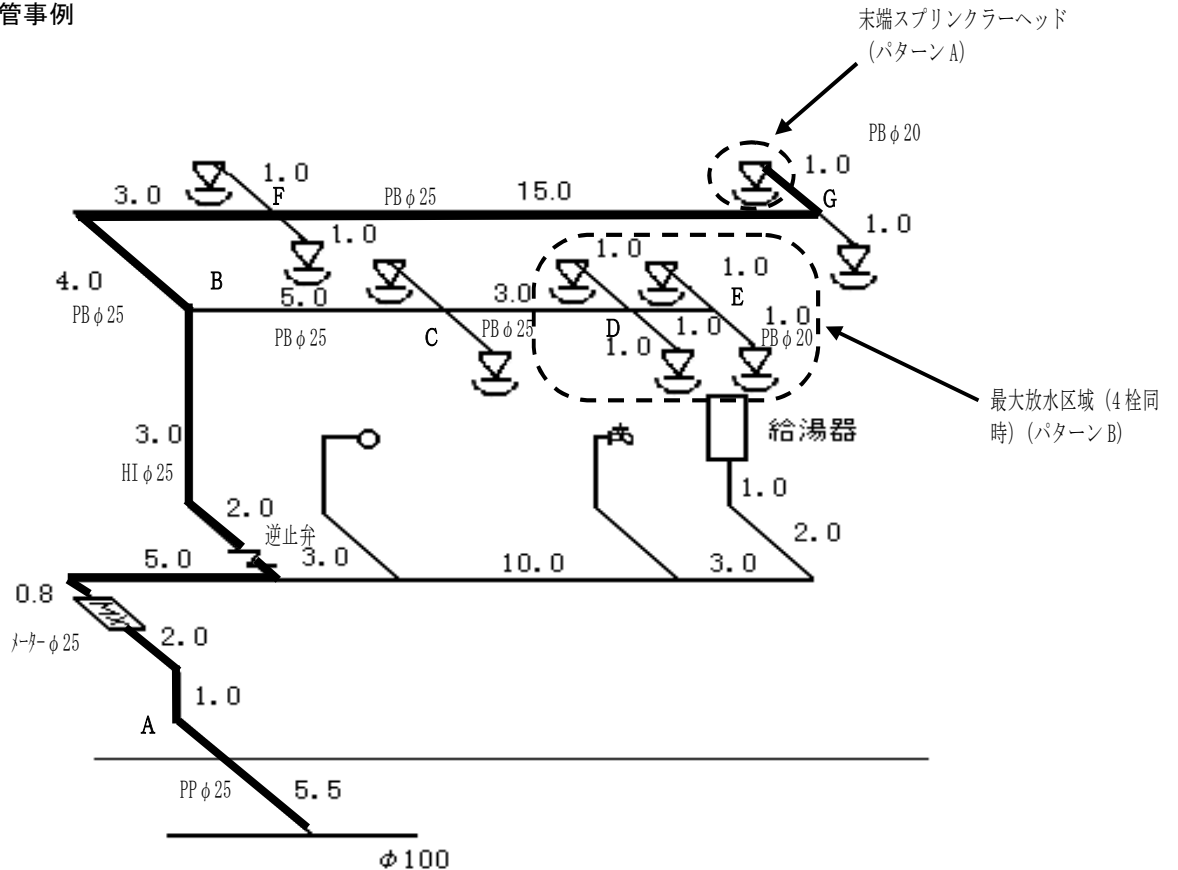
5. 水道直結式スプリンクラー設備・・・2階建て特定施設（直結方式）

水理計算は、最も遠い末端ヘッド及び最大放水区域に設置されるヘッドの2条件で計算する。
 図-1のような配管で、太線部（パターンA）のスプリンクラー設備の直結給水が可能か検討せよ。

[条件]

- ① 分岐部からメーター及び宅地内配管の管径をφ25mmとする。
- ② 許容損失水頭 20.4m(0.2Mpa)とする。
- ③ 設計水量は、300 /minとする。
- ④ 末端ヘッドでの最小動水圧（末端水圧）は0.05Mpaとする。
- ⑤ 摩擦損失水頭の算定式は、ウェストン公式を用いる。

図-1 配管事例



[解説]

- ① 下流側区間総流量はヘッド放水量 300 /min(1個あたり)で求める。
- ② 区間流量を管断面積で除し平均流速を求める。
- ③ これまでに求められた平均流速、管径、区間長より各区間の摩擦損失水頭を求める。
- ④ この摩擦損失水頭に高低差による損失を加え、区間損失を求める。
- ⑤ 区間損失を合計することにより、最終ヘッドまでの総損失水頭を算出し、許容損失水頭以内であるか確認する。（ヘッドの最小動水圧の考慮必要。）

末端ヘッド(パターンA) 水理計算

本管からの分岐口径 25

mm

メーター口径 25 mm

表-1 水理計算例

区 間	ヘッド				合計 水栓数	区間総流 量 ℓ/m in	同 時 使用 数	径 mm	流 量 ℓ/min	流速 m/s	区 間 長		摩擦損失 m	高低差 m	区間損失	備 考 (換 算 長)
	15										実延長 m	換算長 m				
	ℓ/min	ℓ/min	ℓ/min	ℓ/min												
分岐 ~メ-タ	10				10	30	1	25	30	1.02	8.5	11.5	0.66	1.0	1.66	分岐部 3m
メ-ター	10				10	30	1	25	30	1.02	-	27.4	1.58		1.58	止水栓 0.4m メ-ター 15m 逆止弁 12m
メ~逆止弁	10				10	30	1	25	30	1.02	5.8	5.8	0.33		0.33	
逆止弁	10				10	30	1	25	30	1.02	-	12.0	0.69		0.69	逆止弁 12m
逆止弁~B	10				10	30	1	25	30	1.02	5.0	5.0	0.28	3.0	3.28	
B~F	4				4	30	1	25	30	1.02	7.0	7.0	0.40		0.40	
F~G	2				2	30	1	25	30	1.20	15.0	15.0	0.86		0.86	
G~ヘッド	1				1	30	1	20	30	1.59	1.0	1.0	0.15		0.15	
合 計															8.95	

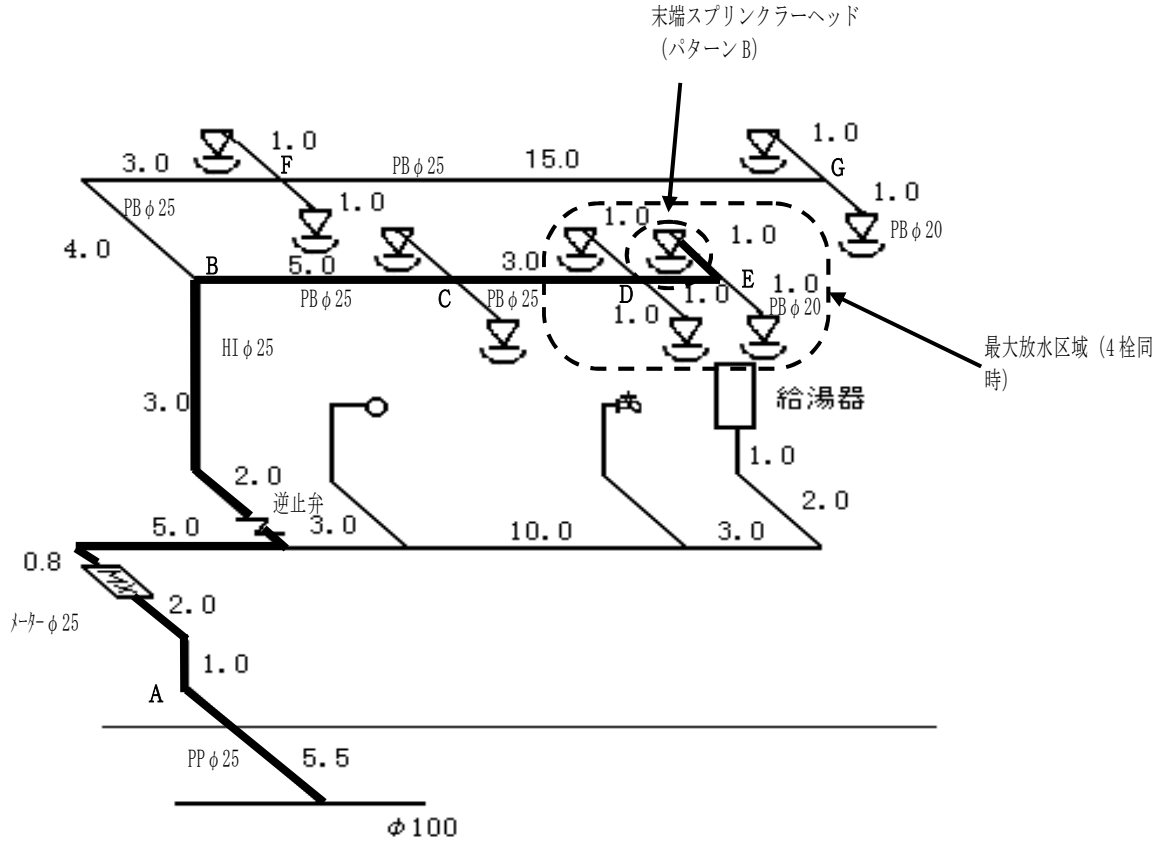
末端水栓までの損失水頭 8.65m
 20.4m (許容損失水頭) - 8.65m = 11.75m(残存水頭) ≒ 0.12Ma
 0.12Mpa > 0.05Mpa よって、給水可能である。

図-2のような配管で、太線部(パターンB)のスプリンクラー設備の直結給水が可能か検討せよ。

[条件]

- ① 分岐部からメーター及び宅地内配管の管径をφ25mmとする。
- ② 許容損失水頭 20.4m(0.2Mpa)とする。
- ③ 設計水量は、60ℓ/minとする。
- ④ 最大放水区域における末端ヘッドでの最小動水圧(末端水圧)は0.02Mpaとする。
- ⑤ 摩擦損失水頭の算定式は、ウェストン公式を用いる。

図-2 配管事例



[解説]

- ① 下流側区間総流量はヘッドが最大4個同時放水したものと仮定し求める。
※内装が不燃材・準不燃材の場合はヘッド放水量 15ℓ/min(1個あたり)とし、難燃材・その他の場合はヘッド放水量 30ℓ/min(1個あたり)で求める。
- ② 区間流量を管断面積で除し平均流速を求める。
- ③ これまでに求められた平均流速、管径、区間長より各区間の摩擦損失水頭を求める。
- ④ この摩擦損失水頭に高低差による損失を加え、区間損失を求める。
- ⑤ 区間損失を合計することにより、最終ヘッドまでの総損失水頭を算出し、許容損失水頭以内であるか確認する。(ヘッドの最小動水圧の考慮必要。)

最大放水区域(パターンB) 水理計算

本管からの分岐口径 25

mm

メーター口径 25 mm

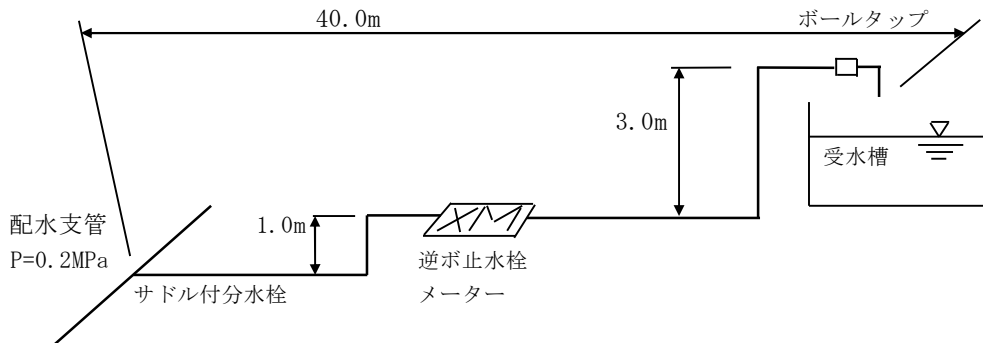
表-2 水理計算例

区 間	ノット				合計 水栓数	区間総流 量 ℓ/m in	同 時 使用 数	径 mm	流 量 ℓ/min	流速 m/s	区 間 長		摩擦損失 m	高低差 m	区間損失	備 考 (換 算 長)
	15										実延長 m	換算長 m				
	ℓ/min	ℓ/min	ℓ/min	ℓ/min												
分岐 ~メ-タ	10				10	60	4	25	60	2.04	8.5	11.5	2.23	1.0	3.23	分岐部 3m
メ-ター	10				10	60	4	25	60	2.04	-	27.4	5.32		5.32	止水栓 0.4m メ-ター 15m 逆止弁 12m
メ~逆止弁	10				10	60	4	25	60	2.04	5.8	5.8	1.13		1.13	
逆止弁	10				10	60	4	25	60	2.04	-	12.0	2.33		2.33	逆止弁 12m
逆止弁~B	10				10	60	4	25	60	2.04	5.0	5.0	0.97	3.0	3.97	
B~C	6				6	60	4	25	60	2.04	5.0	5.0	0.97		0.97	
C~D	4				4	60	4	25	60	2.04	3.0	3.0	0.58		0.58	
D~E	2				2	30	2	25	30	1.02	1.0	1.0	0.05		0.05	
E~ノット	1				1	15	1	20	15	0.51	1.0	1.0	0.02		0.02	
合 計															17.6	

末端水栓までの損失水頭 17.6m
 20.4m (許容損失水頭) - 17.6m = 2.8m(残存水頭) ≒ 0.027Mpa
 0.027Mpa > 0.02Mpa よって、給水可能である。

6. 受水槽式

下図のような給水装置において、下記の条件で給水する場合、受水槽容量と管径を求める。



条件

集合住宅（3LDK）世帯数	30戸
設計水頭	20.4m (0.20Mpa)
許容損失水頭	15.3m (0.15Mpa)

解答

①設計水量

集合住宅の1人1日当たり使用水量 275 ℓ（表3-7）とすると
 設計水量 = 275 ℓ / 日 / 人 × 4人 × 30戸 = 33,000 ℓ = 33.0m³

②低置受水槽の有効容量

設計水量の1/2とすると

$$33.0 \times 1/2 = 16.5 \text{ m}^3$$

③高置水槽の有効容量

$$\text{有効容量} = \frac{\text{設計水量}}{\text{1日当たり使用時間}} \times \text{1時間}$$

$$\frac{33.0}{15} \times 1 = 2.2 \text{ m}^3$$

④受水槽への流入水量

$$\text{流入水量} = \frac{\text{設計水量}}{\text{1日当たり使用時間}} \times 1.0$$

$$Q = \frac{33.0 \times 1000}{15 \times 60 \times 60} \times 1.0 = 0.61 \text{ ℓ / s} = 36.6 \text{ ℓ / min}$$

⑤給水管の管径

管径を20mmと仮定して計算を行う。

a. 換算延長 L

サドル付分水栓	φ20	2.0
逆ボ止水栓	φ20	8.4
メーター	φ20	11.0
ボールバルブ	φ20	0.4
ボールタップ	φ20	15.0
管延長	φ20	40.0
計		76.8m

b. 損失水頭

ウエストン公式流量図表より $I = 226\text{‰}$

$$h = \frac{226}{1000} \times 76.8 = 17.4\text{m} \quad \text{流速 } V = 1.94 \text{ m/s} < 2.0 \text{ m/s} \quad \text{O.K.}$$

c. 有効水頭

$$H = 20.4 - (1.0 + 3.0 + 17.4) = -1.0\text{m} \quad (\text{管径 } 20\text{mm} \text{ では不相当である。})$$

管径を25mmとして計算し直すこととする。

d. 換算延長 L

サドル付分水栓	φ25	3.0
逆ボ止水栓	φ25	12.4
メーター	φ25	15.0
ボールバルブ	φ25	0.4
ボールタップ	φ25	16.4
管延長	φ25	40.0
計		87.2m

e. 損失水頭

ウエストン公式流量図表より $I = 81\text{‰}$

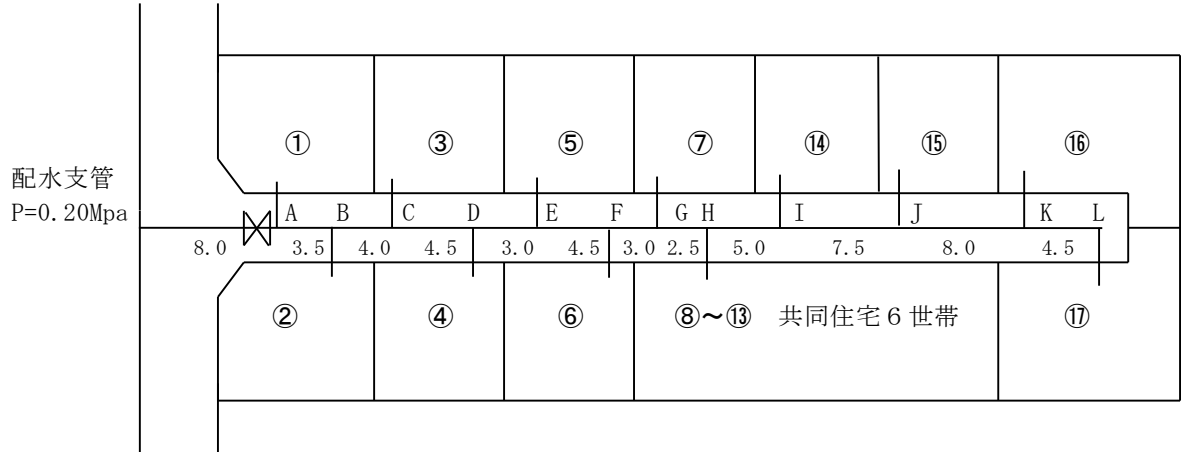
$$h = \frac{81}{1000} \times 87.2\text{m} = 7.1 \quad \text{流速 } V = 1.24 \text{ m/s} < 2.0 \text{ m/s} \quad \text{O.K.}$$

f. 有効水頭

$$H = 20.4 - (1.0 + 3.0 + 7.1) = 9.3\text{m} \quad (\text{管径 } 25\text{mm} \text{ では相当である。})$$

7. 連合給水管

以下に示す連合給水管の口径を求める。



条 件

設計水頭 20.4m (0.20Mpa)

1戸当たり設計水量 12 ℓ /min

同時使用率 表 3-6 による

直管換算は 表 3-10 による

連合給水管の最終分岐位置での有効水頭は 15.3m (0.15Mpa) 以上とする。

解 答

連合給水管の管径を HPPE50mm と仮定して計算する。

①各区間の下流側給水戸数に1戸当たりの使用水量及び同時使用率を乗じ、区間流量を求める。

②区間流量と管径により、求められる平均流速と区間延長から、各区間の摩擦損失を算出する。

③求められた摩擦損失水頭を合計することにより、最終分岐位置までの損失水頭を計算し、残存水頭(有効水頭)が15.3m以上、また最大流速が2.0m/s以下であることを確認する。

以下に計算結果を示す。

連合給水管 水理計算 (口径 50mm 以下はウェストン公式, 50mm を超えるものはヘーゼン・ウィリアムズ公式により算出)

1.配水管から連合給水管の最終分岐までの損失水頭

区 間	口 径 mm	給水戸数	同 時 使用率 %	使用水量 ℓ/min	区間流量 ℓ/min	平均流速 m/s	区 間 長		摩擦損失 m	高低差 m	区間損失 m	備 考 (換 算 長)
							実延長	換算長				
							m	m				
分岐, 他	50	17	80	12	163.2	1.39		11.0	0.49		0.49	分岐部 10m 止水栓 1m
分岐~A	50.7	17	80	12	163.2	1.35	8.0	8.0	0.33		0.33	
A~B	50.7	16	80	12	153.6	1.27	3.5	3.5	0.13		0.13	
B~C	50.7	15	80	12	144.0	1.19	4.0	4.0	0.13		0.13	
C~D	50.7	14	80	12	134.4	1.11	4.5	4.5	0.13		0.13	
D~E	50.7	13	80	12	124.8	1.03	3.0	3.0	0.08		0.08	
E~F	50.7	12	80	12	115.2	0.95	4.5	4.5	0.10		0.10	
F~G	50.7	11	80	12	105.6	0.87	3.0	3.0	0.06		0.06	
G~H	50.7	10	90	12	108.0	0.89	2.5	2.5	0.05		0.05	
H~I	50.7	4	90	12	43.2	0.36	5.0	5.0	0.02		0.02	
I~J	50.7	3	100	12	36.0	0.30	7.5	7.5	0.02		0.02	
J~K	50.7	2	100	12	24.0	0.20	8.0	8.0	0.01		0.01	
K~L	50.7	1	100	12	12.0	0.10	4.5	4.5	0.00		0.00	
合 計											1.55	

配水管水圧 20.40 m , 最終分岐までの損失水頭 1.55 m

残存水頭 = 20.40 m - 1.55 m = 18.85 m

最終分岐位置での水圧 18.85 m > 15.30 m

最大流速 1.39 m/s < 2.0 m/s

よって, この管径で給水可能である。