

第7章 給水管口径、使用水量の算定

1 水理計算の基本概要

水が静置された状態において、水深は水圧に比例し、その関係は以下のとおりである。

(1) 静水面以下のある点までの水深を水頭(H)という。

(2) 静水圧はその容器の形態に関係なく、その面に直角に作用する。

これを直角水圧といい、平方単位面積に対する直角水圧、(単位水圧 P)を水柱という。

(3) 水圧はその容積に関係なく、水頭(H)に比例する。(パスカルの法則)

水 1 m³の重さは 1,000kg であるから面積 1 cm²に 1m の水頭は 1,000/100x100 で 0.1kgf/cm² (0.0098MPa)の水圧となる。

これにより、水頭と水圧の関係は水頭(H)m=水圧(P)1kgf/cm²(0.098 MPa)となる。

水頭に対する水圧の関係は次の通りとなる。

水頭(H)m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
水圧(P)kgf/cm ²	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
水圧(P)MPa	0.0098	0.0196	0.0294	0.0392	0.0490	0.0588	0.0686	0.0784	0.0882	0.0980

2 流量、流速、管径、摩擦損失水頭

(1) 流量、流速、管径は密接に関係しており、管の延長や曲がり部分が多いほど損失水頭が大きくなる。

流量と流速、管径は互に比例した関係にあり次の式で表す。

流量 Q=管の断面積 A × 流速 V、これより流速と管径は

$$\text{流速 } V = \frac{\text{流量 } Q}{\text{管の断面積 } A} \quad \text{管の断面積 } A = \frac{\text{流量 } Q}{\text{流速 } V} \quad \text{となる。}$$

また、管の断面積 A は管の断面が円形であることから

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 \quad \text{-----} \quad d \text{ は管の直径で示される。}$$

これを前の式にあてはめると、

$$Q = \frac{\pi}{4} d^2 \times V \quad V = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} d^2} \quad \text{となる。}$$

(2) 水頭と流速

$$\text{水頭と流速の関係式} \quad \frac{V^2}{2g} + H + \frac{P}{W} = \text{一定}$$

V — — — — 流速 m/s

g — — — — 重力の加速度 9.8m/s

H — — — — 基準水面からの高さ(位置水頭)

P — — — — その点の圧力 kgf/s,

W — — — — 水の単位体積の重量 Kg/cm³

$$\text{水頭と流速の関係は} \quad H = \frac{V^2}{2g} \quad V = \sqrt{2gH}$$

(ベルヌーイの定理)

(3) 摩擦損失水頭

実際に流れる水は管の口径、延長、取付器具等の摩擦抵抗によりエネルギーが失われる。
この損失を水頭であらわすので摩擦損失水頭という。

摩擦損失水頭(h)は

(イ)管の長さ(L)に比例する。

(ロ)管内面の粗雑の度(f)に比例する。

(ハ)管内の流速は(V)の2乗に比例する。

(ニ)管の直径(d)には反比例する。

(ホ)管内の水圧(P)に関係がない。

という関係にあり、次式であらわす。

$$h = f \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

(4) ウェストン公式による計算

管径 50 mm以下の摩擦損失の計算にはウェストンの公式（流量線図・図1）により計算する。

（φ75 以上はヘーゼンウイリアムスの公式）

ウェストン公式

$$h = \left[0.0126 + \frac{0.01739 - 0.1087 d}{\sqrt{V}} \right] \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

次のような条件においてウェストン公式により摩擦損失の計算を行う。

- ・配水管の水圧 — — — — — $P=2.5\text{kgf/cm}^2$ (0.245MPa)
- ・管内の流速 — — — — — $V=\text{未知数}$
- ・給水管の口径 — — — — — $d=25\text{ mm}$
- ・給水管の延長 — — — — — $L=50\text{m}$
- ・給水管の流量 — — — — — $Q=0.785\text{l/s}$
- ・配水管と給水管の高低差 — — — — — $H=2.5\text{m}$
- ・重力の加速度 — — — — — $g=9.8\text{m/s}$

(計算例)

$$Q=0.785\text{l/s} \div 1,000=0.000785\text{ m}^3/\text{s}$$

$$A=(3.14 \times 0.025^2) \div 4=0.000491\text{ m}^2$$

$$V=0.000785 \div 0.000491 = 1.6\text{m/s}$$

$$h = \left[0.0126 + \frac{0.01739 - 0.1087 \times 0.025}{\sqrt{1.6}} \right] \times \frac{50}{0.025} \times \frac{1.6^2}{2 \times 9.8}$$

$$= 0.0242 \times 2000 \times 0.1306 = 6.32104 = 6.32$$

給水管の損失水頭、6.32+給水栓の高低差、2.5 = 8.82m = 0.882Kgf/cm²(0.086MPa)

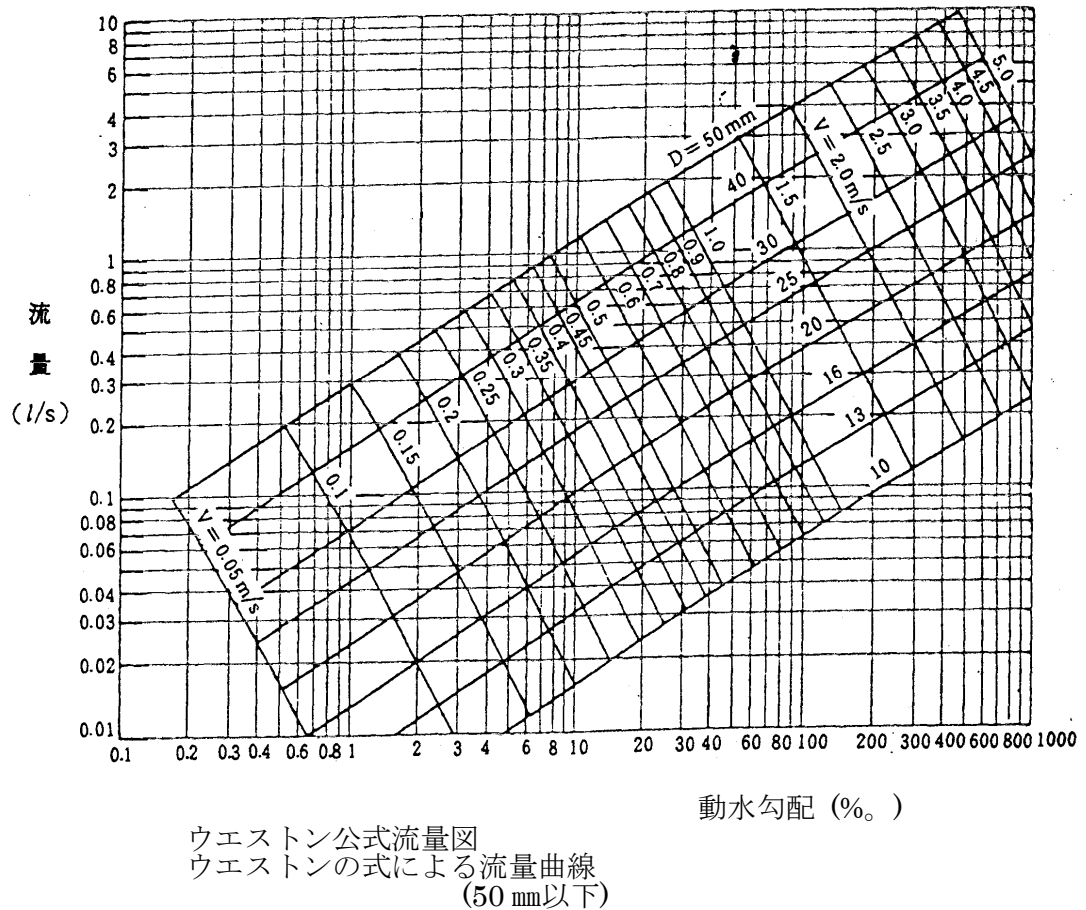
配水管の水圧 = 2.5 - 0.882 = 1.618 Kgf/cm²

$$(0.245 - 0.086 = 0.159\text{MPa})$$

(5) 流量表による計算

流量の計算は公式から計算して求めるものだが、前例の通り計算に多大な労力を要するので、流量図（流量線図 図1・図2）を利用することにより所定の流量、管径、水圧等を容易に求めることができる。

流量線図（図1）

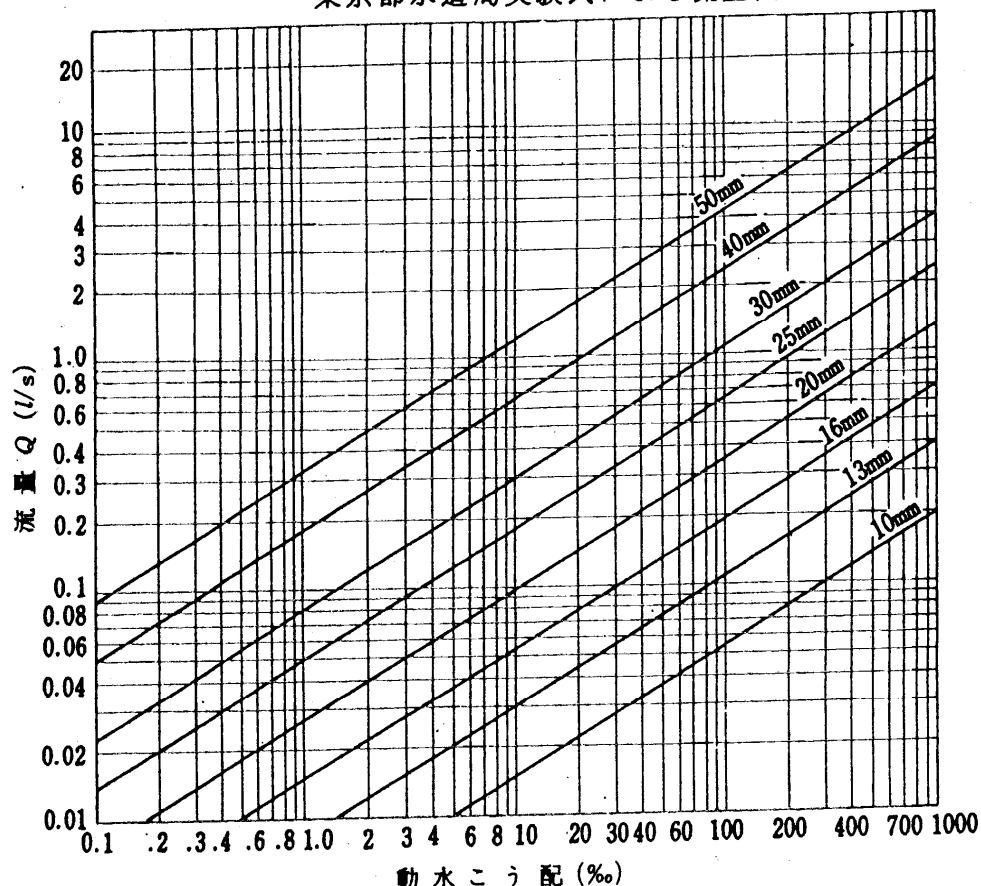


(6) 東京都実験公式流量線図（TW 実験公式）

東京都が公式に基づき小口径管の水理計算式として公表したものであり、3 水量水圧の計算例（72 頁）は TW 実験式を用いて行う。

流量線図 (図 2)

東京都水道局実験式による流量表



(7) 各種器具、直管換算の損失水頭

給水装置器具及び取付工事による摩擦損失水頭の平均値を算出し、その数値を直管の長さ
に換算したもので以下の表を参考に計算する。

器具類損失水頭の直管換算長表 (表 7-1)

種別 口径 (mm)	止水栓		水栓取付(接合)		分岐箇所 (m)	メータ (翼車形) (m)	接 合 (異形接合) (m)
	甲 (m)	乙 (m)	おしどり (m)	普通 (m)			
10		1.0	4.0	3.0	0.5~1.0		0.5
13	3.0	1.5	4.0	3.0	0.5~1.0	3.0~4.0	0.5~1.0
16	4.0	1.5	6.0	5.0	0.5~1.0	5.0~7.0	0.5~1.0
20	8.0	2.0	10.0	8.0	0.5~1.0	8.0~11.0	0.5~1.0
25	8.0	3.0	10.0	8.0	0.5~1.0	12.0~15.0	0.5~1.0
30	20.0				1.0	19.0~24.0	1.0
40	25.0				1.0	20.0~26.0	1.0
50	30.0				1.0	25.0~35.0	1.0

(注)分水せんの損失水頭換算表は止水せん(乙)に準じる。

管継手類及び弁類の相当管長 (表・7-2)

呼び径 (mm)	相 当 管 表 (m)							
	90° エルボ [°]	45° エルボ [°]	90° T字管 (分流)	90° T字管 (直流)	仕切弁	玉形弁	アングル弁	逆止弁
15	0.6	0.36	0.9	0.18	0.12	4.5	2.4	1.2
20	0.75	0.45	1.2	0.24	0.15	6.0	3.6	1.6
25	0.9	0.54	1.5	0.27	0.18	7.5	4.5	2.0
32	1.2	0.72	1.8	0.36	0.24	10.5	5.4	2.5
40	1.5	0.9	2.1	0.45	0.3	13.5	6.6	3.1
50	2.1	1.2	3.0	0.6	0.39	16.5	8.4	4.0
65	2.4	1.5	3.6	0.75	0.48	19.5	10.2	4.6
75	3.0	1.8	4.5	0.90	0.63	24.0	12.0	5.7
100	4.2	2.4	6.3	1.20	0.81	37.5	16.5	7.6
125	5.1	3.0	7.5	1.50	0.99	42.0	21.0	10.0
150	6.0	3.6	9.0	1.80	1.20	49.5	24.0	12.0
200*	6.5	3.7	14.0	4.0	1.40	70.0	33.0	15.0
250*	8.0	4.2	20.0	5.0	1.70	90.0	43.0	19.0

(8) 動水勾配

動水勾配は、給水管の延長に対する摩擦損失水頭であり、

$$\text{動水勾配は}(I)=\frac{H}{L}\text{であらわし、千分率(\%)であらわす。}$$

H=有効水頭 配水管の水圧(P)から給水栓までの高さ(H)を引いたもの。

L=管の延長 管の実延長に継手、止水栓、メーターなどを長さ(m)に換算したもの。

(9) 同時使用水栓数の決定

直結給水においてはメーターを通過する最大流量(l/分)を算出する。この場合、すべての水栓が同時に使用されることは少なく、標準表7-6を参考に同時使用率を決定する。

(10) 使用水量と給水栓口径

(表 7-3)

用 途	使用水量 (ℓ/min)	対応する給水 栓口径 (mm)	備 考
台所流し	12 ~ 40	13 ~ 20	1回(4~6秒間)の流 出量 2.0~3.0ℓ 1回(8~12秒間)の流 出量 13,5~16,5ℓ 業務用
洗濯流し	12 ~ 40	13 ~ 20	
洗面器	8 ~ 15	13	
浴槽(和式)	20 ~ 40	13 ~ 20	
浴槽(洋式)	30 ~ 60	20 ~ 25	
シャワー	8 ~ 15	13	
小便器(洗浄タンク)	12 ~ 20	13	
小便器(洗浄弁)	15 ~ 30	13	
大便器(洗浄タンク)	12 ~ 20	13	
大便器(洗浄弁)	70 ~ 130	25	
手洗器	5 ~ 10	13	
消火栓(小型)	130 ~ 260	40 ~ 50	
散水栓	15 ~ 40	15 ~ 20	
洗 車	35 ~ 65	20 ~ 25	

(11) 給水栓の標準使用流量

(水道施設基準)

(表 7-4)

給水栓口径 (mm)	10	13	20	25
標準使用流量 (ℓ/min)	10	17	40	65

同時使用戸数率

(表 7-5)

戸 数	1~3戸	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%

同時使用率を考慮した水栓数に対応するメーター口径の選定

(表 7-6)

水栓数	同時使用率を考慮した水栓数	メーター口径
1	1個	13 mm
2 ~ 4	2個	13 mm
5 ~ 10	3個	20 mm
11 ~ 15	4個	20 mm
16 ~ 20	5個	25 mm
21 ~ 30	6個	30 mm

給水栓数と使用水量比

(表 7-7)

給水栓数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	30
使用水量比	1	1.4	1.7	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	2.9	3.0	3.5	4.0	5.0

(12) 給水管の管径均等表 (支管分岐の参考として用いる。)

給水幹線の受け持ち得る支管又は給水栓数

(摩擦損失を考慮したもの)

$$N = \left(\frac{D}{d} \right)^{5/2}$$

N : 小管の数 = (均等管径)
 D : 大管の直管 = (幹線)
 d : 小管の直径 = (支管)

分岐管又は 水栓 mm 主管径 mm	13	20	25	30	40	50	75	100
13	1.00							
20	2.89	1.00						
25	5.10	1.74	1.00					
30	8.20	2.75	1.57	1.00				
40	15.59	5.65	3.23	2.05	1.00			
50	29.00	9.80	5.65	3.58	1.75	1.00		
75	79.97	27.23	15.59	9.83	4.80	2.75	1.00	
100	164.50	55.90	32.00	20.28	7.89	5.65	2.05	1.00

この表は、管長、水圧及び摩擦係数が同一のとき計算したものである。

支管分岐ができるかどうかの計算方法について

☆まず、この計算を行うときは、前頁に掲載した表を使用します☆

分岐管又は 主管径 mm	水栓 mm	13	20	25	30	40	50	75	100
13		1.00							
20		2.89	1.00						
25		5.10	1.74	1.00					
30		8.20	2.75	1.57	1.00				
40		15.59	5.65	3.23	2.05	1.00			
50		29.00	9.80	5.65	3.58	1.75	1.00		
75		79.97	27.23	15.59	9.83	4.80	2.75	1.00	
100		164.50	55.90	32.00	20.28	7.89	5.65	2.05	1.00

たとえばこの数字は、30mmの
主管から分岐することができる
13mmの給水管は最多で8.2本
という意味です。

以下、「1本の主管（本管または個人管）から1種類の口径の給水管を取り出す場合」と「1本の主管から口径が異なる2種類以上の給水管を取り出す場合」の2つに分けて説明します。

●1本の主管（本管または個人管）から1種類の口径の給水管を取り出す場合の計算方法

（取り出す給水管の予定本数） ÷ （主管から取り出すことができる給水管の最多本数）・・・（この計算で得られる値をAとします）

Aが1.0未満であれば 支管分岐することができます。

□□計算の具体例□□

（問い） 8区画の宅地分譲を行う予定があるが、新設する主管の口径をいくつにすればよいでしょうか？（隣接市道に埋設されている本管の口径を75mmと仮定します）

(答え) 20 mmの給水管を8本取り出すことになるので、1ページの表をみると、75 mmの本管から50 mmの管を取り出せば足りるのではないかと考えられます。

(取り出す給水管の予定本数) ÷ (主管から取り出すことができる給水管の最多本数) = $8 \div 9.8 \doteq 0.82$ (1未満)

よって、75 mmの本管から50 mmの管を取り出せば足りることになります。

●1本の主管から口径が異なる2種類の給水管(これらをB,Cとします)を取り出す場合の計算方法

(取り出す給水管 B の予定本数) ÷ (主管から取り出すことができる給水管 B の最多本数) + (取り出す給水管 C の予定本数) ÷ (主管から取り出すことができる給水管 C の最多本数) ……(この計算で得られる値をDとします)

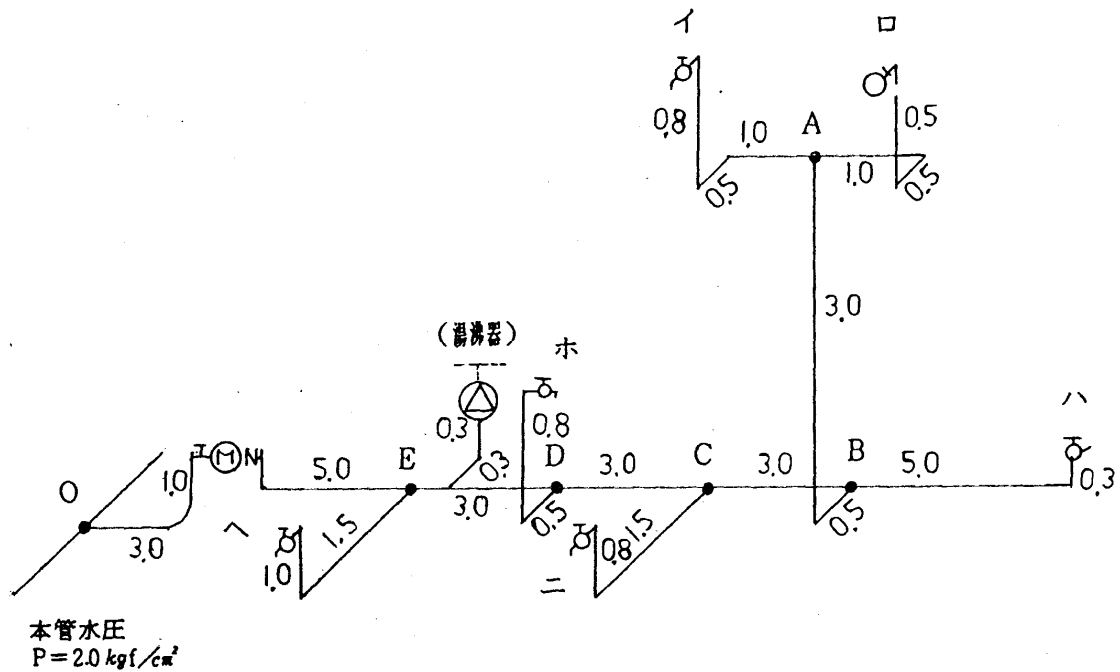
Dが1.0未満であれば 支管分岐することができます。

3 水量、管径、損失水頭の計算例

ケース 1

一般の給水装置の計算例を次に示す。

(1) 給水方式 直結式



(2) 仮定水栓数 6 個、同時使用水栓 3 個 (表. 7-6)

(継手の損失水頭は、微小につき、このケースにかぎり、計算を省略する。)

(3) 配水管の水頭、20m と仮定する。

(4) 計算方法、計算モデル図により、O~A 間に設置する水栓の所要水量と管径を求め計算値に 0.5 kgf/cm^2 の補正值を加算し、配水管の水圧を越えないように計算する。

(5) 計算に用いる各水栓の所要水量と器具損失換算長

所 要 水 量			
イ 水 栓	洗面流し	0.13 ℓ/S	8 ℓ/分
ロ ボールタップ	便所	0.2 ℓ/S	12 ℓ/分
ハ "	散水栓	0.2 ℓ/S	12 ℓ/分
ニ 水 栓	洗たく	0.2 ℓ/S	12 ℓ/分
ホ 浴槽(和式)	浴室	0.33 ℓ/S	20 ℓ/分
へ 混合水栓	台所	0.2 ℓ/S	12 ℓ/分
湯沸器		—	—

表 7-3 より

器 具 換 算 長	
ボールタップ	3m
水栓	3m
止水栓	2m
逆止弁	5m
メーター	8m
分水栓サドル	1m

表 7-1 より

(6) 各区間の流量と仮定管径

区 間	区間流量 ℓ/S	仮定管径mm	備 考
イ～A	0.13	13	
ロ～A	0.2	13	
A～B	0.33	20	イ、ロの流量
ハ～B	0.2	13	
B～C	0.33	20	A、Bの流量
ニ～C	0.2	13	
C～D	0.53	20	C、B間の流量
ホ～D	0.33	20	
D～E	0.53	20	D、C間の流量
E～へ	0.2	13	
E～O	0.53	20	E、D間の流量

(7) 計算記入の項目と計算手順

次の手順にしたがって、設定条件の確認及び計算をする。

- ① 区間所要流量————その区間を流れるとして設定した流量。
- ② 区間仮定管径————その区間の仮定管径。
- ③ 区間直管換算長————その区間で仮定した直管の換算長。
- ④ 区間動水勾配————給水管の高さ÷延長×1000 で求める。

他に、所要流量と仮定管径から流量線図(図 2)より求めることもできる。

- ⑤ 区間損失水頭————直管換算長と動水勾配より求める。
- ⑥ 区間立上がり————区間分岐点から末端までの立上り高さ。
- ⑦ 区間所要水頭————区間損失水頭と区間立上りを加えて求める。
- ⑧ 分岐点での所要水頭— 区間所要水頭と区間末端までの所要水頭を求め、その最大値がその分岐点での所要水頭となる

以上の計算をくりかえし、最終的な計算値に補正值、5.0m を加えて、配水本管の水頭以下となるように設計する。

(8) 計算モデル図記入例

① 流量 l/s

② 管径 mm

③ 直管換算長 (L)

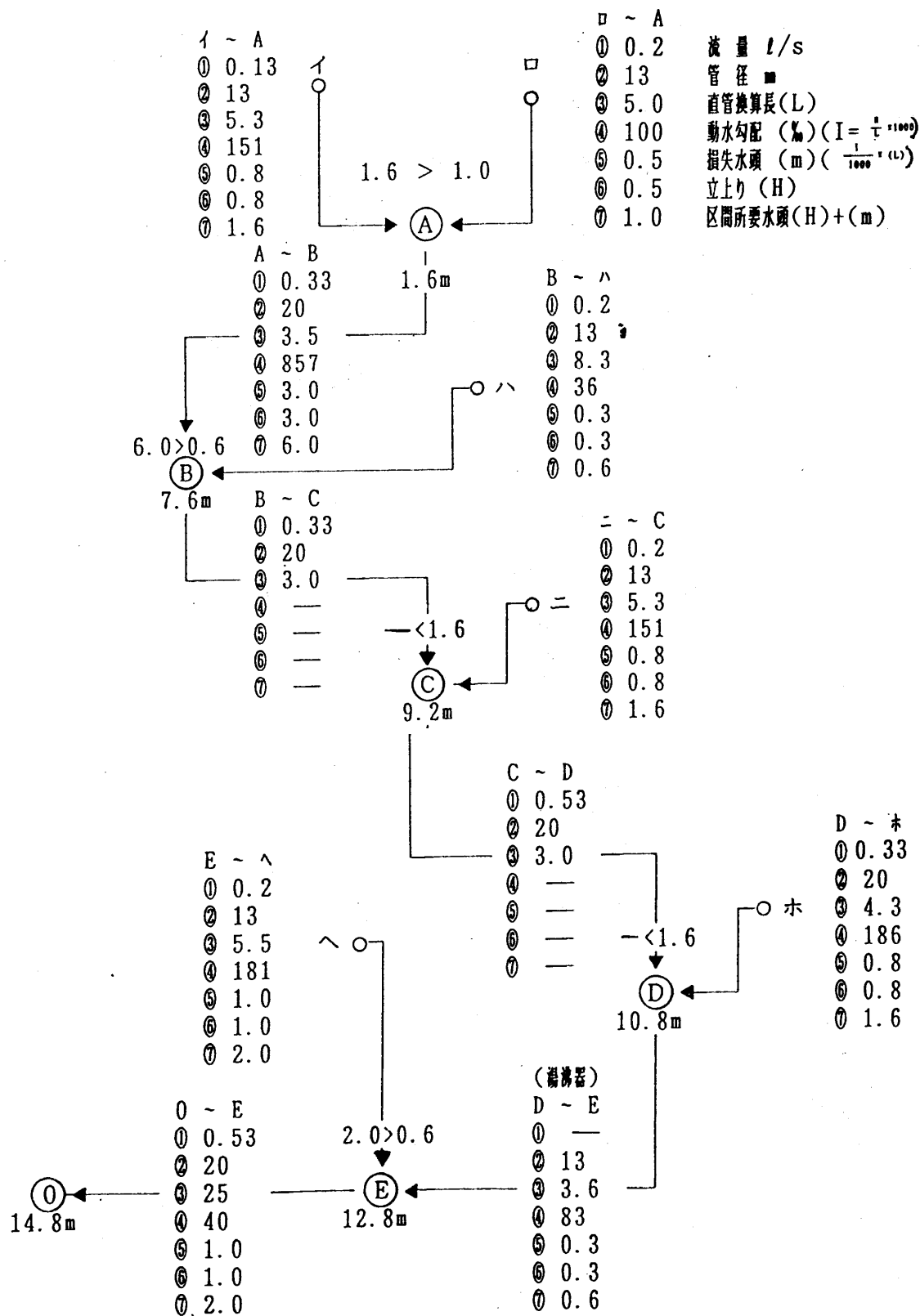
④ 動水勾配 (%) $(I = \frac{H}{L} \times 1,000)$

⑤ 損失水頭 (m) $(\frac{I}{1,000} \times (L))$

⑥ 立上がり (H)

⑦ 区間所要水頭 (H)+(m)

(9) 計算モデル図 (ケース1)



計算水頭・14.8m+補正值 5.0m=19.8m(0.194MPa/cm²)

求めた O 点の所要水頭・19.8m は、配水管の水頭・20m(0.196MPa/cm²)を越えないので、それぞれに求めた管径は適する管径である。

4 受水槽給水使用水量の算定

水量は給水装置の規模を定める重要な要素となるため、水道施設設計指針では次のように示している。

『給水装置の設計水量は1人1日当たり使用水量、単位床面積当たり使用水量、各水栓の用途別使用水量とその同時使用率を考慮した水量を標準とすること。ただし、受水タンクを設けて給水する場合は使用水量の時間的変化およびタンクの容量を考慮して定めること』

この指針に従い水量決定の基準を以下のように定める。

各業態ごとに1人1日当たり使用水量と使用人員の積により求める。

単位床面積当たり使用水量と延床面積の積により求める。

各用途ごとに各水栓の使用水量とその同時使用率を考慮して定めた水栓数の積により求める。

(1) 受水槽の容量

受水槽の有効容量は使用状況や用途を考慮して、一日平均使用量の50%とする。

ただし、使用量が大きい場合、又は配水管の管径や水圧が不十分な場合にあっては、水道部と協議して容量を決めるものとする。

尚、容量の算定には表7-4-1～表7-4-4を参考にする。

建物種類別単位給水量・使用時間・人員

(表7-4-1)

建物種類	単位給水量	使用時間	注 記	有効面積当りの人員など	備 考
戸建住宅	300～400ℓ/人	10	居住者1人当り	0.16人/㎡	
集合住宅	300～400ℓ/人	15	居住者1人当り	0.16人/㎡	
独身寮	300～400ℓ/人	10	居住者1人当り		
官公庁事務所	120～150ℓ/人	9	在勤者1人当り	0.2人/㎡	0.2人/㎡男子50ℓ/人・女子100ℓ/人・社員食堂・シャワー等は別途加算
工場	60～100ℓ/人	操業時間 +1	在勤者1人当り	座作業0.3人/㎡ 立作業0.1人/㎡	0.2人/㎡男子50ℓ/人・女子100ℓ/人・社員食堂・シャワー等は別途加算
総合病院	1,500～3,500ℓ/床、30～60ℓ/㎡	16	延べ面積1㎡当り		設備内容により詳細に検討する
ホテル全体	500～6,000ℓ/床、	12			設備内容により詳細に検討する(客室部のみ)
ホテル各部屋	350～450ℓ/㎡	12			

保養所	500～800ℓ/人	10			
喫茶店	20～25 ℓ/客数	10		店舗面積には	厨房で使用される水量のみ
飲食店	50～130 ℓ/店舗㎡	10		厨房面積を 含む	便所洗浄水等は別途加算
社員食堂	55～130 ℓ/客数	10		同上	同上
給食センター	110～530ℓ/店舗㎡	10		食堂面積には	定性的には、軽食・ソバ・和食・洋食・中華の順に多い
	25～50 ℓ/食数	10		厨房面積を 含む	同上
	80～140 ℓ/食堂	10			
	20～30 ℓ/食数	10			
デパート スーパーマーケット	15～30 ℓ/㎡	10	延べ面積1㎡当り		従業員分・空調用水を含む
保育園、幼稚園、小、中、普通高校	70～100ℓ/人	9	(生徒+職員)1人当り		教師・従業員分を含むプール 用水(40～100ℓ/人)は別途加算
大学講義棟	2～4 ℓ/㎡	9	延べ面積1㎡当り		実験・研究用水は別途加算
劇場・映画館	25～40 ℓ/㎡	14	延べ面積1㎡当り		従業員分・空調用水を含む
	0.2～0.3ℓ/人		入場者1人当り		
ターミナル駅	10 ℓ/人 1,000	16	乗客者 1,000 当り		列車給水・洗車用水は別途加算、従業員・多少のテナント分を含む
普通駅	3 ℓ/人 1,000	16	"		
寺院・教会	10 ℓ/人	2	参会者1人当り		常住者・常勤者分は別途加算
図書館	25 ℓ/人	6	閲覧者1人当り	0.4人/㎡	常勤者分は別途加算

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。

2) 備考欄に特記のない限り、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。資料(衛生工学便覧による)

業態別給水量の参考

(表7-4-2)

建築用途	一日給水量 (ℓ/day)			有効面積当り人員
	対象	対象当り給水量	給水時間(h)	
病院	ベット	500～800	10	1.5人/床数
診療所	外来患者	10～15	4	0.3人/㎡
"	医師看護師	120～150	8	
養老所	常住者	200～300	10	
小学校、幼稚園	生徒	60～80	6	0.24～0.14人/㎡
中学、高校、大学	"	100～120	6	0.1人/㎡
"	教師職員	120～150	8	
ホテル、旅館	宿泊客	250～400	10	0.17人/㎡
"	従業員	120～150	10	"
料亭貸席	延べ客数	30～50	4	0.1人/㎡

飲食店	延べ客数	30～50	10	0.3 人/m ²
遊技所	"	30～50	10	
"	従業員	120～150	8	
商店	延べ客数	5～10	8	
公会堂、集会所	延べ参集者	20～30	4	

資料・日本管工事工業協会

単位床面積当り使用水量(1 m² 1 日当り)

(表 7-4-3) 単位:ℓ

業態別	1 m ² 1 日当り使用水量		有効面積
	平均	最大	
ホテル	40～50	60～75	44%～46%
デパート	20～35	375～525	45%～46%
劇場	20～30	30～45	53%～55%
病院	30～50	45～75	45%～48%
会社、事務所	20～30	30～45	55%～57%
官公署	20～25	30～375	55%～57%

(注) 平均使用水量 ———— 水道施設基準による
 最大 " ———— 水道施設基準の 1.5
 有効床面積 ———— 全床面積より廊下、階段、便所、機械室、
 倉庫等を除いた有効面積の全床面積に対する割合

建物内居住人員 (m²当り)

(表 7-4-4)

建物種別	居住人員 (人)
一般建築	0.2～0.3
学 校	0.2～0.5
病 院	0.1-0.2

資料・配管工学研究会配管ハンドブック第3版

集合住宅における居住人数及びメーター口径

(表 7-4-5)

室タイプ	居住人数	メーター口径
1K	1.5 人	水栓数に限らずφ13 mm
1DK、1LDK	2 人	水栓数に限らずφ13 mm
2DK、2LDK	3 人	水栓数～15 までφ20 mm
3DK以上のタイプ	4 人	同 上

※ 給水栓数 16 栓以上の場合は水利計算により決定する。

※ 共用水栓用メーターは、φ13 mmとする。

(2) 受水槽容量算定例

(表 7-4-6)

用途名	1戸当り標準水量	計算例	摘要	
共同住宅 (アパート含む)	1日を15時間としてこの 7.5時間分を貯留する $7.5/15$	1戸4人で9戸の場合 $300\ell \times \frac{7.5}{15} \times 36 \text{人} = 5.4 \text{ m}^3$	1人1日当り 300ℓ/日とする	
旅館	1日を10時間としてこの 5時間分を貯留する $5/10$	宿泊人約100人の場合 $250 \ell \times \frac{5}{10} \times 100 \text{人} = 12.5 \text{ m}^3$	宿泊者1人1日 250ℓとする (従業員含む)	
デパート	1日を10時間としてこの 5時間分を貯留する $5/10$	来客者約1,000人の場合 $20 \ell \times \frac{5}{10} \times 1,000 \text{人} = 10.0 \text{ m}^3$	来客者1人1日 20ℓとする (店員分は別途加算)	
事務所	1日を9時間としてこの 4時間分を貯留する $4.5/9$	在勤者100人の場合 $120 \ell \times \frac{4.5}{9} \times 100 \text{人} = 6.0 \text{ m}^3$	在客者1人1日 120ℓとする	
病院	大 (入院患者あり)	1日を10時間としてこの 5時間分を貯留する $5/10$	100病床の場合 $500 \ell \times \frac{5}{10} \times 100 \text{病床} = 25.0 \text{ m}^3$	1病床につき1 日500ℓとする
	小 (入院患者なし)	1日を4時間としてこの 2時間分を貯留する $2/4$	外来者200人の場合 $15 \ell \times \frac{2}{4} \times 200 \text{人} = 1.8 \text{ m}^3$	外来者1人15ℓ とする(医師・看護師・ 従業員は別途加算)
店舗	1日を8時間としてこの 4時間分を貯留する $4/8$	延客者200人の場合 $10 \ell \times \frac{4}{8} \times 200 \text{人} = 1.0 \text{ m}^3$	延客者1人10ℓ とする(店員分 別途加算)	
小学校 中学校	1日を9時間としてこの 4.5時間分を貯留する $4.5/9$	生徒1,000人の場合 $70 \ell \times \frac{4.5}{9} \times 1,000 \text{人} = 35.0 \text{ m}^3$	生徒1人当たり 60ℓとする(教員 人数・プールは別途 加算)	

(3) 受水槽給水引込管口径の算定例

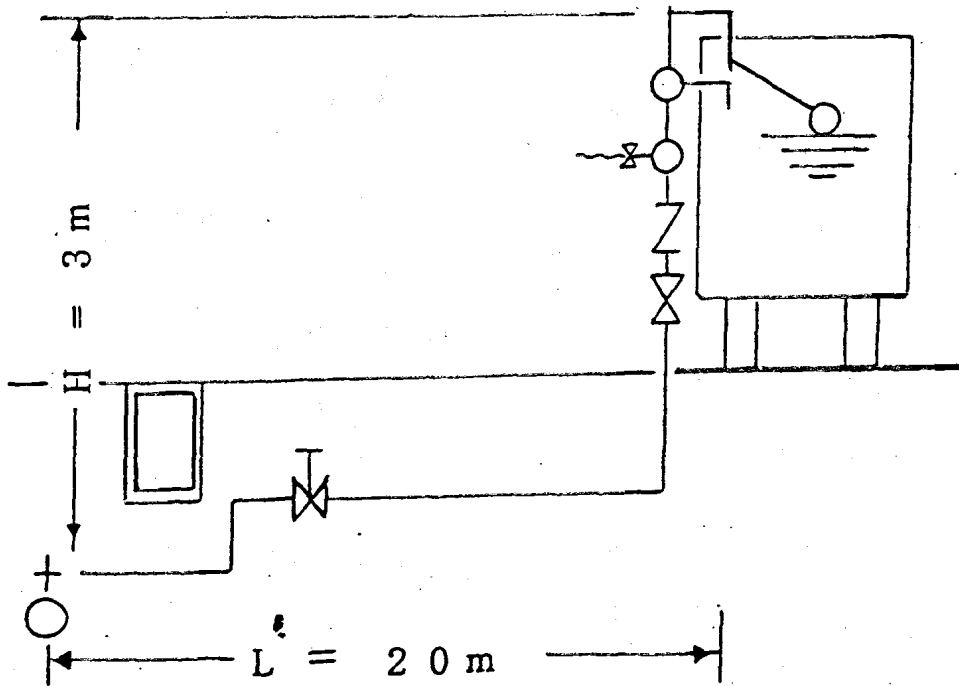
次のような受水槽方式の給水に必要な管径を求める。

- 共同住宅 12 戸
- 居住者数 4 人/戸
- 1日使用量 300 ℓ/日

① 1日平均使用量

12戸×4人=48人×300ℓ/日=14,400ℓ/日・有効使用水量は、14.4 m³/日となる。
 標準有効容量は=1/2×1日使用水量であるから 1/2×14,4 m³/日=7.2 m³となる。
 (受水槽の有効容量は第9章を参照)

② 流量、流速、管径の検討受水槽の形式は以下のような地上式とする。



イ 配水管の水圧を 1.5kgf/cm²とする。

有効水頭、 $H=15-3=12\text{m}$

ロ 直管の換算長を求める。

	φ 13	φ 20	φ 25
分水栓	1.0m	1.0m	1.0m
止水栓	1.0m	1.0m	1.0m
逆止弁	3.0m	4.9m	5.7m
ゲート弁	0.12m	0.15m	0.18m
定水位弁	3.0m	8.0m	10.0m
電磁弁	—	8.0m	10.0m
計	8.12m	23.1m	27.9m

ハ 受水槽への有効容量満水時間を求める。

有効容量は1日使用量の1/2であるから5時間以内で満水としなければならない。

$$(7.2 \text{ m}^3 \times 1,000) \div (5 \text{ 時間} \times 60 \text{ 分} \times 60 \text{ 秒}) = 0.40/S$$

二 動水勾配を求める。(図2、TW実験公式流量線図)

$$I = \frac{H}{L} \times 1,000 = \quad (\%.)$$

H — — — 有効水頭
L — — — 埋設管延長(換算長含む)
I — — — 動水勾配(%。)

ホ 管径・流量・流速の検討

φ13 mmの場合

$$\text{計算延長}(L) = (20\text{m} + 8.12\text{m}) \times 1.1 = 30.9\text{m}$$

$$\text{動水勾配 } I = \frac{12}{30.9} \times 1,000 = 388 (\%.)$$

(注)1,1は曲管部継手等の損失を考慮するための係数である。

図2より

$$\text{流量 } Q = 0.23 \text{ l/S} = 0.00023 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{断面積 } A = \frac{\pi}{4} d^2 = \frac{3.14 \times 0.013^2}{4} = 0.000133 \text{ m}^2$$

$$\text{流速 } V = \frac{Q}{A} = \frac{0.00023 \text{ m}^3/\text{s}}{0.000133 \text{ m}^2} = 1.7 \text{ m/s}$$

$$\text{満水時間} = 7.2 \text{ m}^3 \div (0.00023 \text{ m}^3/\text{s} \times 3,600\text{s}) \div 8.7\text{H} = 8 \text{ 時間 } 42 \text{ 分}$$

5H < 8.7H の為 φ13 mmでは不適

φ20 mmの場合

$$\text{計算延長 } (L) = (20\text{m} + 23.1\text{m}) \times 1.1 = 47.4\text{m}$$

$$\text{動水勾配 } I = \frac{12}{47.4} \times 1,000 = 253 (\%.)$$

図 2 より

$$\text{流量 } Q = 0.59 \text{ l/S} = 0.00059 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{断面積 } A = \frac{\pi}{4} d^2 = \frac{3.14 \times 0.02^2}{4} = 0.000314 \text{ m}^2$$

$$\text{流速 } V = \frac{Q}{A} = \frac{0.00059 \text{ m}^3/\text{s}}{0.000314 \text{ m}^2} = 1.88 \text{ m/s}$$

$$\text{満水時間} = 7.2 \text{ m}^3 \div (0.00059 \text{ m}^3/\text{s} \times 3,600\text{s}) \doteq 3.4 \text{ H} = 3 \text{ 時間 } 24 \text{ 分}$$

5H < 3.4H の為 $\phi 20 \text{ mm}$ では適当

$\phi 25 \text{ mm}$ の場合

$$\text{計算延長 (L)} = (20\text{m} + 27.9\text{m}) \times 1.1 = 52.7\text{m}$$

$$\text{動水勾配 } I = \frac{12}{52.7} \times 1,000 = 228 (\%)$$

図 2 より

$$\text{流量 } Q = 1.04 \text{ l/S} = 0.00104 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{断面積 } A = \frac{\pi}{4} d^2 = \frac{3.14 \times 0.025^2}{4} = 0.000491 \text{ m}^2$$

$$\text{流速 } V = \frac{Q}{A} = \frac{0.00104 \text{ m}^3/\text{s}}{0.000491 \text{ m}^2} = 2.12 \text{ m/s}$$

$$\text{満水時間} = 7.2 \text{ m}^3 \div (0.00104 \text{ m}^3/\text{s} \times 3,600\text{s}) \doteq 1.9 \text{ H} = 1 \text{ 時間 } 54 \text{ 分}$$

5H < 1.9H であるが急速な補給量となり、管径の過大になる。

参考資料

管種別 内径

水道用ダクタイル鋳鉄管 (DIP)

呼び径	【1種】内径 mm	【3種】内径 mm
75	70.0	73.0
100	95.0	98.0
150	146.0	149.0
200	197.0	200.0
250	248.6	251.6
300	295.8	297.8

水道用硬質塩化ビニール管(VP)

呼び径	内径 mm
16	16
20	20
25	25
30	31
40	40
50	51

水道用硬質塩化ビニールライニング鋼管(VLP)

呼び径	内径 mm
15	13.1
20	18.6
25	24.6
32	32.7
40	38.6
50	49.9
65	64.9
80	76.7
100	101.3

水道用鋼管ポリエチレン粉体ライニング鋼管(PLP)

呼び径	内径 mm
15	15.5
20	21.0
25	27.0
32	35.0
40	40.9
50	52.2
65	67.1
80	79.9
100	104.5

水道用ポリエチレン管(PE)

呼び径	内径 mm
13	14.5
20	19.0
25	24.0
30	30.8
40	35.0
50	44.0

【Mタイプ】銅管(CUP)

呼び径	内径 mm
10	11.42
15	14.46
20	20.60
25	26.80
32	32.78
40	38.80
50	51.04

鋼管(GP)

呼び径	内径 mm
15	16.1
20	21.6
25	27.6
32	35.7
40	41.6
50	52.9
65	67.9
80	80.7
90	93.2
100	105.3

東京都水道局実験式による流量表

T.W.実験式

$$Q = 196.4 D^{2.72} I^{0.56} \quad \left(\begin{array}{l} \text{cm-s} \\ \text{単位} \end{array} \right)$$

流量 口径 (mm)	流 量 Q (l/s)							
	10	13	16	20	25	30	40	50
10		0.030	0.053	0.098	0.180	0.30	0.65	1.19
20		0.045	0.079	0.145	0.266	0.44	0.95	1.75
30		0.056	0.099	0.181	0.333	0.55	1.20	2.20
40		0.066	0.116	0.213	0.392	0.64	1.41	2.58
50		0.075	0.132	0.242	0.444	0.73	1.59	2.92
55		0.079	0.139	0.255	0.468	0.77	1.68	3.08
60		0.083	0.146	0.268	0.491	0.81	1.76	3.24
65		0.087	0.153	0.280	0.514	0.84	1.85	3.39
70		0.090	0.159	0.292	0.535	0.88	1.92	3.53
75		0.094	0.166	0.304	0.557	0.92	2.00	3.67
80		0.097	0.171	0.315	0.577	0.95	2.07	3.80
85		0.101	0.177	0.325	0.597	0.98	2.14	3.93
90		0.104	0.183	0.336	0.616	1.01	2.21	4.06
95		0.107	0.189	0.346	0.635	1.04	2.28	4.19
100		0.111	0.194	0.357	0.654	1.07	2.35	4.31
150	0.068	0.139	0.244	0.447	0.821	1.35	2.95	5.41
200	0.080	0.163	0.286	0.525	0.964	1.58	3.46	6.35
250	0.090	0.184	0.324	0.595	1.092	1.79	3.92	7.10
300	0.100	0.204	0.359	0.659	1.210	1.99	4.34	7.97
350	0.109	0.223	0.392	0.719	1.319	2.17	4.74	8.69
400	0.118	0.239	0.422	0.775	1.421	2.33	5.11	9.37
450	0.126	0.256	0.451	0.827	1.515	2.49	5.45	10.00
500	0.133	0.272	0.478	0.878	1.610	2.64	5.78	10.61
550	0.140	0.286	0.504	0.925	1.698	2.89	6.10	11.19
600	0.148	0.301	0.530	0.972	1.784	2.93	6.41	11.76
700	0.161	0.328	0.577	1.059	1.944	3.19	6.98	12.81
800	0.173	0.354	0.622	1.142	2.096	3.44	7.53	13.81
900	0.185	0.373	0.665	1.219	2.238	3.67	8.04	14.75