

## 全揚程の求め方

### (1) 全揚程の算出式

#### ① 受水槽方式の場合

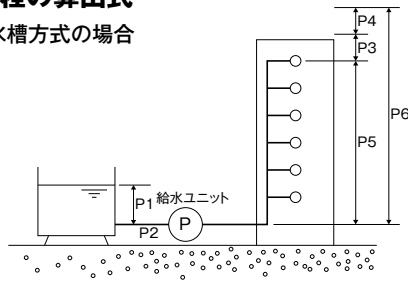


図1 流込仕様の場合

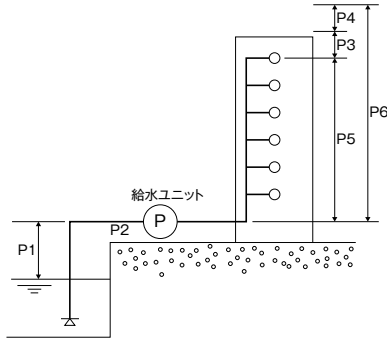
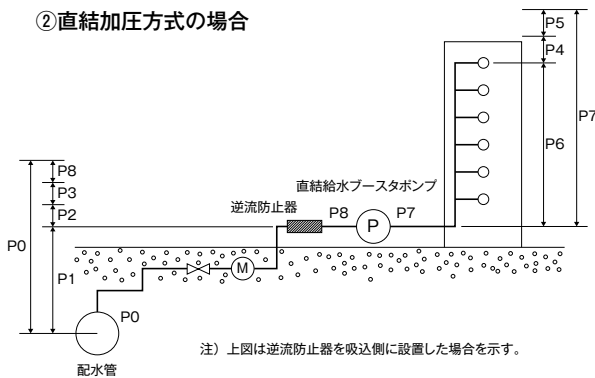


図2 吸上仕様の場合

#### ② 直結加圧方式の場合



注) 上図は逆流防止器を吸込側に設置した場合を示す。

図3

●全揚程  $P6 - (P1 - P2) = P2 + P3 + P4 + P5 - P1$

P1 = 流込の場合 (+)

吸上の場合 (-)

P1: 受水槽水位と給水ユニットの高低差

P2: 給水ユニット吸込配管側の給水管や給水器具等の圧力損失

P3: 給水ユニット吐出配管側の給水管や給水器具等の圧力損失

P4: 末端最高位の給水器具を使用するために必要な圧力

P5: 実揚程 (給水ユニットと末端最高位の給水器具の揚程差)

P6: 給水ユニットの吐出圧力  $P6 = P3 + P4 + P5$

●全揚程\*1  $P7 - P8 = (P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6) - P0$

P0: 配水管水圧

P1: 配水管と直結給水ブースタポンプユニットとの高低差

P2: 直結給水ブースタポンプユニットの吸込側の給水管や給水器具等の圧力損失

P3: 直結給水ブースタポンプユニットの圧力損失 (逆流防止器損失)\*2

P4: 直結給水ブースタポンプユニットの吐出側の給水管や給水器具等の圧力損失

P5: 末端最高位の給水器具を使用するために必要な圧力

P6: 直結給水ブースタポンプユニットと末端最高位の給水器具との高低差

P7: 直結給水ブースタポンプユニットの吐出圧力

P8: ポンプ吸込側有効圧力

注) \*1 全揚程は直結給水ブースタポンプユニット加圧分の事を示します。

\*2 P3 は逆流防止器損失とユニット内損失の和となります。弊社の選定図では、ユニット内損失を引いた性能表示していますので、逆流防止器損失のみとなります。

### (2) 全揚程算出に関する資料

#### ① 給水器具最低必要圧力

表1 器具の最低必要圧力

器具	必要圧力(流動時) [kPa]
一般水栓	30
大便器洗浄弁*	70
小便器水栓	30
小便器洗浄弁	70
シャワー	70
ガス瞬間湯沸し器	
4~5号	40
7~16号	50
22~30号	80

注 \* タンクレス便器の場合も同じ

引用文献: (公社)空気調和衛生工学会:空気調和衛生工学便覧第14版

#### ② 圧力損失

圧力損失には、管の流入・流出口における圧力損失、管の摩擦による圧力損失、水道メーター、給水器具類による圧力損失、管の曲がり、分岐、断面変化による圧力損失等があります。これらのうち主なものは、管の摩擦圧力損失、水道メーター及び給水器具による圧力損失であって、その他については、影響が少ないため計算上省略することができます。

#### ●給水管径の決定

圧力損失を算出するために使用する配管の管径を決定します。給水管径は、瞬時最大給水量と流速の制限より、使用する配管材料に応じた流量線図 (図4~図7) を利用して管径を決定します。流速をあまり早くすると流水音が生じたり、ウォーターハンマを起こしやすくなるため、一般に流速は2m/s以下に抑えるようにします。

#### ●圧力損失の求め方

「A. 継手・弁類の圧力損失」にて相当管長を算出し、その数値の和に、実際の直管部合計長さを加えて総相当管長を求めます。これに、「B. 配管の圧力損失 (流量線図 (図4~図7))」による各種配管の単位長さあたりの圧力損失を乗じて、総圧力損失を求めます。

給水設備においては、様々な種類の継手や弁類が多数使用されており、これらによる圧力損失をひとつひとつ計算して求めるのは非常に煩雑であるため、継手や弁類などの圧力損失が、同口径の直管の圧力損失に相当するような直管の長さ置き換えて算出します。

A. 継手・弁類の圧力損失

表2 管継手類および弁類の相当管長(鋼管用・ステンレス鋼管用)

呼び径		相当管長[m]							
A	Su	90°エルボ	45°エルボ	90°T字管 (分流)	90°T字管 (直流)	仕切り弁 <sup>*1</sup>	玉形弁 <sup>*1</sup>	アングル弁、フート弁、 スイング型逆止め弁 <sup>*2</sup>	ソケット
13	13	0.30	0.18	0.45	0.09	0.06	2.27	2.4	0.09
20	20	0.38	0.23	0.61	0.12	0.08	3.03	3.6	0.12
25	25	0.45	0.30	0.76	0.14	0.09	3.79	4.5	0.14
32	40	0.61	0.36	0.91	0.18	0.12	5.45	5.4	0.18
40	50	0.76	0.45	1.06	0.24	0.15	6.97	6.8	0.24
50	60	1.06	0.61	1.52	0.30	0.21	8.48	8.4	0.30
65	75	1.21	0.76	1.82	0.39	0.24	10.00	10.2	0.39
80	80	1.52	0.91	2.27	0.45	0.30	12.12	12.0	0.45
100	100	2.12	1.21	3.18	0.61	0.42	19.09	16.5	0.61
120	125	2.73	1.52	3.94	0.76	0.52	21.21	21.0	0.76
150	150	3.03	1.82	4.55	0.91	0.61	25.45	21.0	0.91
200	200							33.0	
250	250							43.0	

注 一般配管用ステンレス鋼管については、固有のデータがないため、本表を使用する。

<sup>\*1</sup> 青銅鋳物製

<sup>\*2</sup> 50A以下：青銅鋳物、65A以上：鑄鉄製

表3 管継手類および弁類の相当管長(給水用硬質塩化ビニルライニング鋼管)

呼び径	相当管長[m]							
呼び径 [mm]	90°エルボ	45°エルボ	90°T (分流)	90°T (直流)	仕切弁	玉形弁	アングル弁	逆止め弁
15	3.0 <sup>*1</sup>	2.3 <sup>*1</sup>	3.8 <sup>*1</sup>	1.2 <sup>*1</sup>	3.5 <sup>*2</sup>	4.5	2.4	5.5 <sup>*2</sup>
20	3.1 <sup>*1</sup>	2.2 <sup>*1</sup>	3.8 <sup>*1</sup>	1.6 <sup>*1</sup>	2.3 <sup>*2</sup>	6.0	3.6	2.7 <sup>*2</sup>
25	3.2 <sup>*1</sup>	1.8 <sup>*1</sup>	3.3 <sup>*1</sup>	1.2 <sup>*1</sup>	1.7 <sup>*2</sup>	7.5	4.5	2.9 <sup>*2</sup>
32	3.6 <sup>*1</sup>	2.3 <sup>*1</sup>	4.0 <sup>*1</sup>	1.4 <sup>*1</sup>	1.3 <sup>*2</sup>	10.5	5.4	3.2 <sup>*2</sup>
40	3.3 <sup>*1</sup>	1.9 <sup>*1</sup>	3.6 <sup>*1</sup>	0.9 <sup>*1</sup>	1.7 <sup>*2</sup>	13.5	6.6	2.6 <sup>*2</sup>
50	3.3 <sup>*1</sup>	1.9 <sup>*1</sup>	3.5 <sup>*1</sup>	0.9 <sup>*1</sup>	1.9 <sup>*2</sup>	16.5	8.4	3.7 <sup>*2</sup>
65	4.4 <sup>*1</sup>	2.4 <sup>*1</sup>	4.4 <sup>*1</sup>	1.1 <sup>*1</sup>	0.48	19.5	10.2	4.6
80	4.6 <sup>*1</sup>	2.4 <sup>*1</sup>	4.9 <sup>*1</sup>	1.3 <sup>*1</sup>	0.63	24.0	12.0	5.7
100	4.7 <sup>*1</sup> 、4.2	2.7 <sup>*1</sup> 、2.4	6.6 <sup>*1</sup> 、6.3	1.5 <sup>*1</sup> 、1.2	0.81	37.5	16.5	7.6
125	5.1	3.0	7.5	1.5	0.99	42.0	21.0	10.0
150	6.0	3.6	9.0	1.8	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

注 1) フート弁はアングル弁と同じ、逆止め弁はスイング型の場合。

2) <sup>\*1</sup> または<sup>\*2</sup> のないデータは鋼管用のデータを使用。

<sup>\*1</sup> 管端防食形、鉄管継手協会資料による。

<sup>\*2</sup> 管端防食形、K社、Y社資料による。

B. 配管の圧力損失

各種配管の単位長さあたりの圧力損失を求めます。

給水設備においては、ヘーゼン・ウィリアムスの式が、一般に広く用いられています。その他に、ウエストンの式は 50mm 以下の配管によく適合するといわれ、水道直結方式の場合に適用されています。ヘーゼン・ウィリアムスの式に基づいた各種配管ごとに流量線図(図4~図7)により、単位長さあたりの圧力損失を求めます。

1) ヘーゼン・ウィリアムスの式

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

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

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

2) ウエストンの式

$$H=(0.0126+(0.01739-0.1087D) \cdot |^{0.5}) \cdot (L/D) \cdot (V^2/2g)$$

表4 各種管の流速係数

管種	C
新黄銅管・新銅管・新鉛管・新セメントライニング 鑄鉄管または鋼管・新石綿セメント管	140
新銅管・新鑄鉄管・古黄銅管・古銅管・古鉛管・ 硬質ポリ塩化ビニル管	130
古セメントライニング管・陶管	110
古鑄鉄管・古鋼管	100

H：長さL (m) に対する摩擦圧力損失 (m)

C：流速係数(表10参照)

D：管内径 (m)

Q：流量 (m<sup>3</sup>/S)

L：管の長さ (m)

V：管内平均流速 (m/s)

|=H/L：動水こう配

g：重力加速度 (9.8m/s)

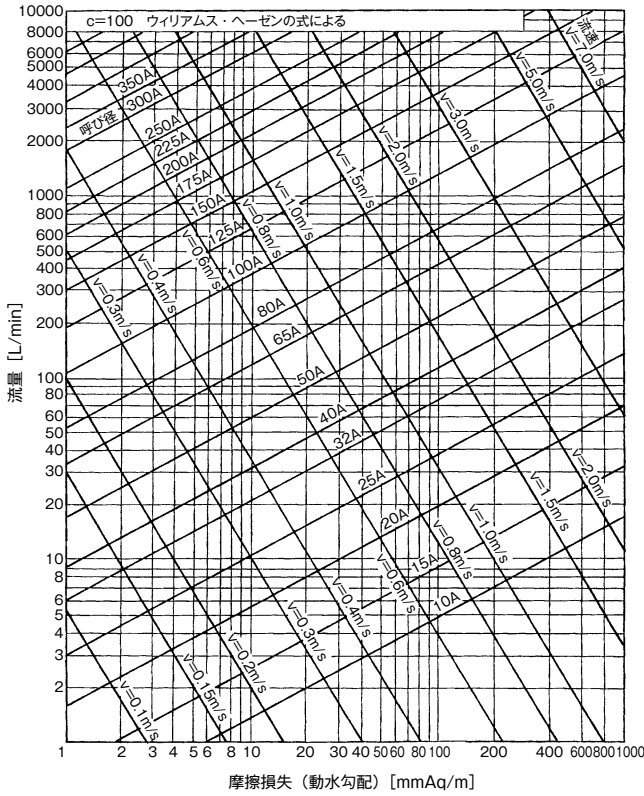


図4 配管用炭素鋼管 (JIS G 3452) 流量線図 (HAS-S 206-1982)

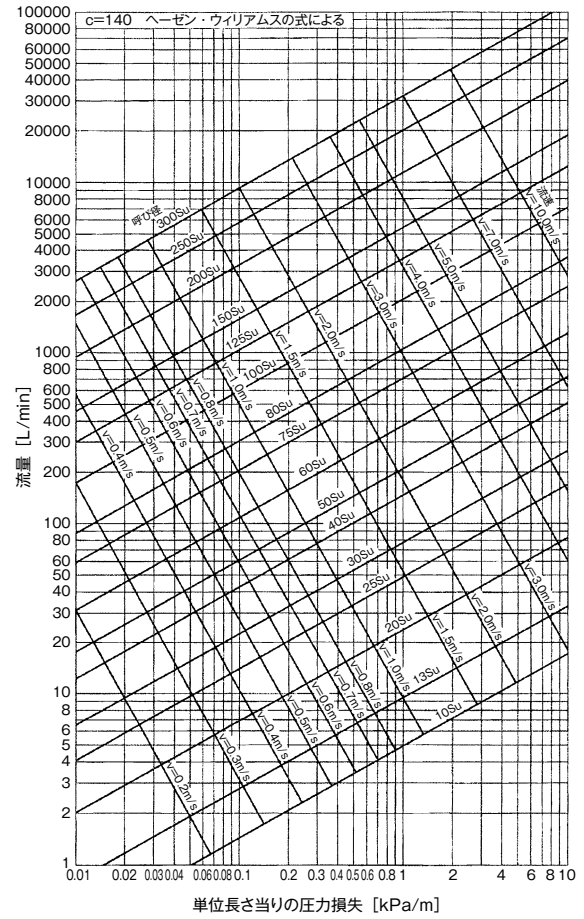


図5 一般配管用ステンレス鋼管流量線図 (SHASE-S 206-2009)

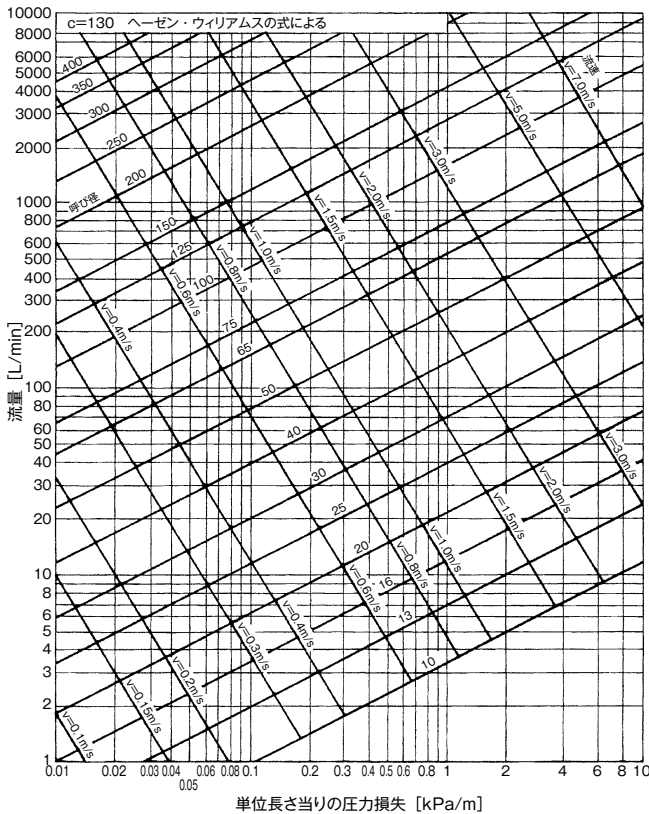


図6 硬質塩化ビニル管流量線図 (SHASE-S 206-2009)

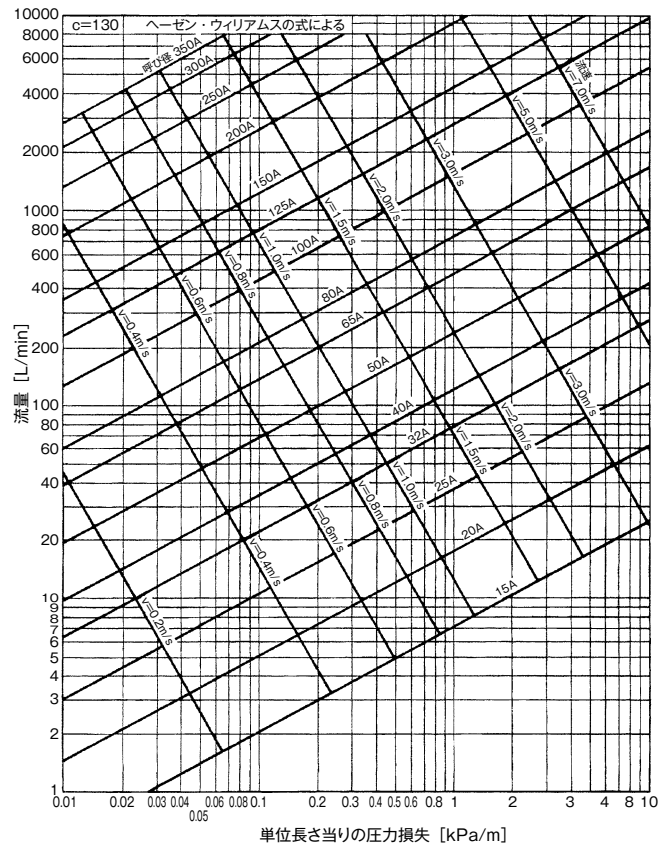


図7 硬質塩化ビニルライニング鋼管流量線図 (SHASE-S 206-2009)