

管網計算システム

Ver3.4

適用基準

- 日本水道協会「水道施設設計指針」(2012年)
- 土地改良事業計画設計基準 設計「パイプライン」(H21/3)

出力例

- 管網計算書
- 平面図
- 縦断図
- Excel 出力フォーマット

開発・販売元

(株)SIP システム お問い合わせ先 : 大阪事務所 (技術サービス)

〒542-0081 大阪府大阪市中央区南船場 1-18-24-501

TEL : 06-6125-2232 FAX : 06-6125-2233

<http://www.sipc.co.jp> mail@sipc.co.jp

定常的な水理解析

土地改良事業計画設計基準「設計『パイプライン』技術書」の「7. 定常的な水理現象の解析」および「配水管網の解析と設計」の「2. 管路の水理」における平均流速公式と解析手法を下記に記す。

平均流速公式

・マニング公式

$$V = n^{-1} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

上記式をもとに円形管の満管時について次の各式が誘導される。

$$V = 0.396850 n^{-1} \cdot D^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$$Q = 0.311685 n^{-1} \cdot D^{8/3} \cdot I^{1/2}$$

$$D = 1.548304 n^{3/8} \cdot Q^{3/8} \cdot I^{-3/16}$$

$$I = h_f / L = 10.293591 n^2 \cdot D^{-16/3} \cdot Q^2$$

・ヘーゼン・ウィリアムス公式

$$V = 0.84935 \cdot C \cdot R^{0.63} \cdot I^{0.54}$$

上記式をもとに円形管について次の各式が誘導される。

$$V = 0.354641 C \cdot D^{0.63} \cdot I^{0.54}$$

$$Q = 0.278534 C \cdot D^{2.63} \cdot I^{0.54}$$

$$D = 1.625821 C^{-0.38} \cdot Q^{0.38} \cdot I^{-0.205}$$

$$I = h_f / L = 10.666017 C^{-1.852} \cdot D^{-4.87} \cdot Q^{1.852}$$

・ウェストン公式

ウェストン公式は我が国の上水道における給水管の設計用に広く使用されています。

$$f = 0.0126 + (0.01739 - 0.1087D) / V^{0.5}$$

$$h_f = f \cdot L / D \cdot V^2 / (2g) \quad \dots\dots \text{ダルシー・ワイズバッハ式}$$

ウェストン式での損失係数を上記ダルシー・ワイズバッハの式に代入し損失水頭の式が導き出される。

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

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

$$0.0126 V^2 + (0.01739 - 0.1087D) V^{1.5} - 2g \cdot D \cdot I = 0$$

$$Q = 0.785398 D^2 \cdot V$$

・ブラジウス公式

$$f = 0.3164 (D \cdot V / (\nu \times 10^{-6}))^{-1/4}$$

$$h_f = f \cdot L / D \cdot V^2 / (2g) \quad \dots\dots \text{ダルシー・ワイズバッハ式}$$

ブラジウス式での損失係数を上記ダルシー・ワイズバッハの式に代入し平均流速公式が導き出される。

$$V = 76.059603 \nu^{-1/7} \cdot D^{5/7} \cdot I^{4/7}$$

上記式をもとに円形管について次の各式が誘導される。

$$Q = 59.737073 \nu^{-1/7} \cdot I^{4/7} \cdot D^{19/7}$$

$$D = 0.221613 \nu^{1/19} \cdot I^{-4/19} \cdot Q^{7/19}$$

$$I = h_f / L = 7.79064 \times 10^{-4} \nu^{1/4} \cdot D^{-19/4} \cdot Q^{7/4}$$

ここに、

Q : 流量 (m³/s)

V : 平均流速 (m/s)

R : 径深

I : 動水勾配

D : 管径 (m)

n : 粗度係数

C : 流速係数

f : 摩擦損失係数

h_f : 摩擦損失水頭 (m)

g : 重力加速度 = 9.8 (m/s²)

ν : 動粘性係数 (× 10⁻⁶ m²/sec)

その他の損失水頭

$$h_{f2} = f' \cdot V^2 / (2 \times g)$$

ここに、

h_{f2} : その他の損失水頭 (m)

f' : その他の損失係数

管網水理計算法

管網配管の水理計算の手法は、大別して次の2手法がある。

a. ハーディ・クロス法（流量法）

管網を構成する各管路の流量および流向を仮定し、この仮定流量をもとにして流量の反復補正計算を行い、流量、流向および損失水頭を求める。

b. 節点水頭法（水位法）

管網を構成する各管路の節点の水頭を仮定し、節点間を結ぶ管路の流量を節点動水頭で表す流量式と、各節点に接続する各管路の流量が満たすべき節点方程式により連立方程式を立て、この連立方程式を解くことにより節点の動水頭、流量および流向を求める。

ハーディ・クロス法は管網配管のみ検討可能に対して、節点水頭法は管網だけでなく樹枝状配管も検討可能なため、利用範囲が広く汎用性があるので本計算は節点水頭法を用いる。

節点水頭法による解析手法

パイプライン組織において、節点 i の流入量 Q_i と各節点の流出量 q_{ij} の関係は次式となる。

$$-Q_i = q_{i1} + q_{i2} + q_{i3} + q_{i4} + \dots \quad (1)$$

以下に示す一般式で説明することができる。

$$-Q_i = \sum_{j=1}^m q_{ij} \quad (1)$$

ここで、節点は分岐のない直線部分にも設定できることから、パイプライン組織では次式(2)の連続方程式が成立する。

$$\left. \begin{aligned} Q_i &= - \sum_{j=1}^m q_{ij} \\ \sum_{i=1}^m Q_i &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (但し、i \neq j) \quad (2)$$

次に、式(2)の $i \sim j$ 区間の流量 q_{ij} はそれぞれの公式から次のようになる。

・マニング公式

$$q_{ij} = 0.31169 \times n^{-1} \times D_{ij}^{2.67} \times \left(\frac{h_i - h_j}{L_{ij}} \right)^{0.50} \quad (3-1)$$

・ヘーゼン・ウィリアムス公式

$$q_{ij} = 0.27853 \times C \times D_{ij}^{2.63} \times \left(\frac{h_i - h_j}{L_{ij}} \right)^{0.54} \quad (3-2)$$

・ブラジウス公式

$$q_{ij} = 59.73707 \times \nu^{-1/7} \times D_{ij}^{19/7} \times \left(\frac{h_i - h_j}{L_{ij}} \right)^{4/7} \quad (3-3)$$

ここに、

- m : パイプライン組織の節点数
- Q_i : i 点の吐出量 (m^3/s)
- q_{ij} : 区間 $i \sim j$ の流量 (m^3/s)
- n : 粗度係数
- C : 流速係数
- D_{ij} : 区間 $i \sim j$ の管径 (m)
- h_i : i 点の動水位 (m)
- h_j : j 点の動水位 (m)
- L_{ij} : 区間 $i \sim j$ の延長 (m)

式(3)は次式のように変換することができる。

$$q_{ij} = k_{ij} \times (h_i - h_j) \quad (4)$$

ここに、

・マニング公式

$$k_{ij} = 0.31169 \times n^{-1} \times D_{ij}^{2.67} \times L_{ij}^{-0.5} \times |h_i - h_j|^{-0.5}$$

・ヘーゼン・ウィリアムス公式

$$k_{ij} = 0.27853 \times C \times D_{ij}^{2.63} \times L_{ij}^{-0.54} \times |h_i - h_j|^{-0.46}$$

・ブラジウス公式

$$k_{ij} = 58.58285 \times D_{ij}^{19/7} \times L_{ij}^{-4/7} \times |h_i - h_j|^{-3/7}$$

式(4)を式(2)に代入すれば、式(5)が得られ、式(6)のように展開される。

$$Q_i = - \sum_{j=1}^m k_{ij} \times (h_i - h_j)$$

$$= - \left(\sum_{j=1}^m k_{ij} \right) h_i + \sum_{j=1}^m k_{ij} h_j \quad \text{(但し、} i \neq j \text{)} \quad (5)$$

$$k_{i1} h_1 + k_{i2} h_2 + \dots + \left(- \sum_{j=1}^m k_{ij} \right) h_i + \dots + k_{im} h_m = Q_i \quad (6)$$

式(6)は、パイプライン組織の任意の節点において圧力と流量の関係を定める特性式であり、全節点mに対する動水位hと流量の関係は k_{ij} を係数パラメータとして、式(7)に示すm次元の方程式として表される。

$$\left. \begin{aligned} \left(- \sum_{j=1}^m k_{i1} \right) h_1 + k_{i2} h_2 + \dots + k_{im} h_m &= Q_1 \\ k_{21} h_1 + \left(- \sum_{j=1}^m k_{i2} \right) h_2 + \dots + k_{2m} h_m &= Q_2 \\ \vdots & \\ k_{m1} h_1 + k_{m2} h_2 + \dots + \left(- \sum_{j=1}^m k_{im} \right) h_m &= Q_m \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

式(7)を行列 (Matrix) で表せば、式(8)になる。

$$[A] \{h\} = \{F\} \quad (8)$$

ここに、

$$[A] = \begin{bmatrix} a_1 & k_{12} & k_{13} & \dots & k_{1m} \\ k_{21} & a_2 & k_{23} & \dots & k_{2m} \\ k_{31} & k_{32} & a_3 & \dots & k_{3m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ k_{m1} & k_{m2} & k_{m3} & \dots & a_m \end{bmatrix} \quad \{h\} = \begin{bmatrix} h_1 \\ h_2 \\ h_3 \\ \vdots \\ h_m \end{bmatrix} \quad \{F\} = \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ Q_3 \\ \vdots \\ Q_m \end{bmatrix}$$

式(8)は、連立一次方程式の解法として標準化されている反復法（ガウス・ザイデル法）や消去法（掃出し法）及び共役傾斜法等を用いて解くことができる。本計算書は反復法（ガウス・ザイデル法）を用いる。

また、大規模なパイプライン組織では、マトリックス [A] の特性を利用して、マトリックス分割法により解を得ることができる。ただし、次式(9)を満足するような収束演算を行わなければならない。

$$|h_{i^{(m+1)}} - h_{i^m}| < \varepsilon_a \quad \text{-----} \quad (9)$$

ここに、

h_{i^m} : i 点の第m回目の演算結果

$h_{i^{(m+1)}}$: i 点の第m+1回目の演算結果

ε_a : 許容誤差（一般的に $10^{-3}m$ 以下）

以上によって求められた各節点の動水位に対して、式(3)を適用すれば区間流量が求められる。

計算した結果を一覧として次ページ以降に記す。

1. 基本入力データ

・タイトル	管網計算30戸の追加宅造
・動水節点数	1
・流量節点数	27
・管路数	34
・ポンプ数	1
・計算精度	0.001000 (1/s)

2. 計算タイプ

- ・ヘーゼン・ウィリアムス
- ・ウェストン(小口径50mm以下の時)

3. 初期静水位

- ・34.000 (m)

4. 設計管径および単位

- 1) 管 径 : 呼び径
- 2) 単 位 : (1/s)

5. 流量名称

- 1) 平常時 [時間最大給水量]
- 2) 消火栓使用時 [時間平均給水量]

6. 損失割増係数

- ・1.000 (倍)

7. 判定基準

- 1) 許容最小流速 : 0.001 (m/s)
- 2) 許容最大流速 : 5.000 (m/s)
- 3) 許容平均流速 : 2.000 (m/s)
- 4) 有効水頭必要高 : 10.000 (m)
- 5) 有効水頭限界高 : 30.000 (m)

8. 水頭の算出基準

- 1) 動 水 頭 : 動水位 - 地盤高
- 2) 静 水 頭 : 静水位 - 地盤高
- 3) 節点の出力基準 : 管心深さ

管路入力データ

管路 番号	節点番号		管 長 L (m)	管 種 号 管 記 号	呼び径 φ	流速係数 C	名 称
	始点	終点					
1	1	2	90.000	塩ビ管 VP (JIS K6741)	150	140.0	
2	2	3	25.000	塩ビ管 VP (JIS K6741)	150	140.0	
3	3	4	140.000	塩ビ管 VP (JIS K6741)	100	140.0	
4	4	5	61.000	塩ビ管 VP (JIS K6741)	100	140.0	
5	5	6	55.500	塩ビ管 VP (JIS K6741)	75	140.0	
6	6	7	47.500	塩ビ管 VP (JIS K6741)	100	140.0	
7	7	8	40.000	塩ビ管 VP (JIS K6741)	100	140.0	
8	8	9	41.500	塩ビ管 VP (JIS K6741)	100	140.0	
9	9	10	41.500	塩ビ管 VP (JIS K6741)	75	140.0	
10	10	11	166.000	塩ビ管 VP (JIS K6741)	75	140.0	
11	11	12	50.500	塩ビ管 VP (JIS K6741)	75	140.0	
12	12	120	13.000	塩ビ管 VP (JIS K6741)	100	140.0	
13	120	13	29.500	塩ビ管 VP (JIS K6741)	150	140.0	
14	13	101	19.000	塩ビ管 VP (JIS K6741)	150	140.0	
15	101	14	22.500	塩ビ管 VP (JIS K6741)	150	140.0	
16	14	2	34.000	塩ビ管 VP (JIS K6741)	150	140.0	
17	14	7	147.000	塩ビ管 VP (JIS K6741)	100	140.0	
18	101	102	40.500	塩ビ管 VP (JIS K6741)	100	140.0	
19	102	103	31.000	塩ビ管 VP (JIS K6741)	75	140.0	
20	103	104	31.500	塩ビ管 VP (JIS K6741)	75	140.0	
21	104	105	23.000	塩ビ管 VP (JIS K6741)	75	140.0	
22	105	106	24.000	塩ビ管 VP (JIS K6741)	75	140.0	
23	106	107	26.000	塩ビ管 VP (JIS K6741)	75	140.0	
24	107	108	25.500	塩ビ管 VP (JIS K6741)	75	140.0	
25	108	109	38.500	塩ビ管 VP (JIS K6741)	75	140.0	
26	109	110	33.000	塩ビ管 VP (JIS K6741)	75	140.0	
27	110	11	40.000	塩ビ管 VP (JIS K6741)	75	140.0	
28	102	111	44.500	水道用ビニルパイプ VP	50	110.0	
29	111	112	32.500	塩ビ管 VP (JIS K6741)	75	140.0	
30	112	106	33.500	塩ビ管 VP (JIS K6741)	75	140.0	
31	111	120	41.000	塩ビ管 VP (JIS K6741)	75	140.0	
32	111	113	23.000	水道用ビニルパイプ VP	50	110.0	

管路入力データ

管路 番号	節点番号		管 長 L (m)	管 種 記 号	呼び径 φ	流速係数 C	名 称
	始点	終点					
33	8	13	145.000	塩ビ管 VP (JIS K6741)	100	140.0	
34	9	12	152.500	塩ビ管 VP (JIS K6741)	75	140.0	

節点データ [平常時 [時間最大給水量]]

初期静水位 = 34.000 (m)

動水節点 流量節点

節点 番号	地 盤 高 HZ (m)	管心深さ FH (m)	入力流量 QIO(1/s)	流量(計算上) (1/s)	動 水 位 HW (m)	有効水頭 HE (m)	静 水 頭 SE (m)	名 称
1	10.600	0.000		-5.0983	32.500	21.900	23.400	
2	9.720	0.000	0.000	0.0000	32.440	22.720	24.280	
3	9.610	0.000	0.477	0.4770	37.399	27.789	24.390	
4	9.730	0.000	0.477	0.4770	35.885	26.155	24.270	
5	9.790	0.000	0.000	0.0000	35.298	25.508	24.210	
6	10.000	0.000	0.477	0.4770	33.127	23.127	24.000	
7	9.980	0.000	0.000	0.0000	32.722	22.742	24.020	
8	10.100	0.000	0.667	0.6670	32.605	22.505	23.900	
9	10.320	0.000	0.572	0.5720	32.573	22.253	23.680	
10	9.906	0.000	0.763	0.7630	32.538	22.632	24.094	
11	10.270	0.000	0.000	0.0000	32.532	22.262	23.730	
12	10.060	0.000	0.000	0.0010	32.545	22.485	23.940	
13	9.850	0.000	0.000	0.0003	32.547	22.697	24.150	
14	7.783	0.000	0.238	0.2382	32.450	24.667	26.217	
101	8.230	0.000	0.143	0.1430	32.451	24.221	25.770	
102	10.280	0.000	0.095	0.0950	32.455	22.175	23.720	
103	10.230	0.000	0.095	0.0950	32.461	22.231	23.770	
104	10.143	0.000	0.000	0.0000	32.470	22.327	23.857	
105	10.230	0.000	0.143	0.1430	32.477	22.247	23.770	
106	10.295	0.000	0.000	0.0000	32.487	22.192	23.705	
107	10.261	0.000	0.143	0.1430	32.490	22.229	23.739	
108	10.515	0.000	0.000	0.0000	32.496	21.981	23.485	
109	10.210	0.000	0.095	0.0950	32.505	22.295	23.790	
110	10.120	0.000	0.095	0.0950	32.515	22.395	23.880	
111	10.010	0.000	0.095	0.0950	32.500	22.490	23.990	
112	10.100	0.000	0.143	0.1430	32.492	22.392	23.900	
113	10.281	0.000	0.191	0.1910	32.489	22.208	23.719	
120	9.980	0.000	0.191	0.1910	32.545	22.565	24.020	

「流量(計算上)」とは、該当する節点に接続されている管路の流量から求めた値です。

最大流量併合差 : 0.001000 (1/s)

節点番号 : 12

管路折れ点データ [平常時 [時間最大給水量]]

管路 番号	節点番号		管 長 L (m)	流 速 V (m/s)	折れ点 番号	折れ点種別	増減圧水頭 HP (m)	その他の 損失係数 f	その他の 損失水頭 hf2	減圧弁 R (m)
	始点	終点								
1	1	2	90.000	0.289	1	その他損失係数	——	0.003	0.000	——
					計		——	0.003	0.000	——
2	2	3	25.000	0.476	1	増減圧ポンプ	5.000	——	——	——
					計		5.000	——	——	——
3	3	4	140.000	1.010	1	その他損失係数	——	0.003	0.000	——
					計		——	0.003	0.000	——

管路計算データ [平常時 [時間最大給水量]]

流入管
 流出管
 係数：C=流速係数(ヘーゼン)/f=摩擦係数(ウエストン)

基点 番号	管路 番号	節点番号		管 径 D (mm)	管 長 L (m)	係 数	流 量 Q (l/s)	流 速 V (m/s)	動水勾配 I (%)	損失水頭hf, hf2(m)		全増減圧 水頭HP(m)	全減圧弁 R (m)
		始点	終点							摩擦	その他		
1	1	1	2	150.000	90.000	C= 140.0	5.098	0.289	0.662	0.060	0.000	0.000	0.000
2	1	1	2	150.000	90.000	C= 140.0	5.098	0.289	0.662	0.060	0.000	0.000	0.000
	16	14	2	150.000	34.000	C= 140.0	3.308	0.187	0.297	0.010	0.000	0.000	0.000
	2	2	3	150.000	25.000	C= 140.0	8.406	0.476	1.671	0.042	0.000	5.000	0.000
3	2	2	3	150.000	25.000	C= 140.0	8.406	0.476	1.671	0.042	0.000	5.000	0.000
	3	3	4	100.000	140.000	C= 140.0	7.929	1.010	10.807	1.513	0.000	0.000	0.000
4	3	3	4	100.000	140.000	C= 140.0	7.929	1.010	10.807	1.513	0.000	0.000	0.000
	4	4	5	100.000	61.000	C= 140.0	7.452	0.949	9.634	0.588	0.000	0.000	0.000
5	4	4	5	100.000	61.000	C= 140.0	7.452	0.949	9.634	0.588	0.000	0.000	0.000
	5	5	6	75.000	55.500	C= 140.0	7.452	1.687	39.113	2.171	0.000	0.000	0.000
6	5	5	6	75.000	55.500	C= 140.0	7.452	1.687	39.113	2.171	0.000	0.000	0.000
	6	6	7	100.000	47.500	C= 140.0	6.975	0.888	8.524	0.405	0.000	0.000	0.000
7	6	6	7	100.000	47.500	C= 140.0	6.975	0.888	8.524	0.405	0.000	0.000	0.000
	7	7	8	100.000	40.000	C= 140.0	3.920	0.499	2.932	0.117	0.000	0.000	0.000
	17	7	14	100.000	147.000	C= 140.0	3.055	0.389	1.848	0.272	0.000	0.000	0.000
8	7	7	8	100.000	40.000	C= 140.0	3.920	0.499	2.932	0.117	0.000	0.000	0.000
	8	8	9	100.000	41.500	C= 140.0	1.913	0.244	0.776	0.032	0.000	0.000	0.000
	33	8	13	100.000	145.000	C= 140.0	1.341	0.171	0.402	0.058	0.000	0.000	0.000
9	8	8	9	100.000	41.500	C= 140.0	1.913	0.244	0.776	0.032	0.000	0.000	0.000
	9	9	10	75.000	41.500	C= 140.0	0.931	0.211	0.830	0.034	0.000	0.000	0.000
	34	9	12	75.000	152.500	C= 140.0	0.410	0.093	0.182	0.028	0.000	0.000	0.000
10	9	9	10	75.000	41.500	C= 140.0	0.931	0.211	0.830	0.034	0.000	0.000	0.000
	10	10	11	75.000	166.000	C= 140.0	0.168	0.038	0.035	0.006	0.000	0.000	0.000
11	10	10	11	75.000	166.000	C= 140.0	0.168	0.038	0.035	0.006	0.000	0.000	0.000
	11	12	11	75.000	50.500	C= 140.0	0.483	0.109	0.247	0.012	0.000	0.000	0.000
	27	11	110	75.000	40.000	C= 140.0	0.651	0.147	0.428	0.017	0.000	0.000	0.000
12	12	120	12	100.000	13.000	C= 140.0	0.072	0.009	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
	34	9	12	75.000	152.500	C= 140.0	0.410	0.093	0.182	0.028	0.000	0.000	0.000
	11	12	11	75.000	50.500	C= 140.0	0.483	0.109	0.247	0.012	0.000	0.000	0.000
13	33	8	13	100.000	145.000	C= 140.0	1.341	0.171	0.402	0.058	0.000	0.000	0.000
	13	13	120	150.000	29.500	C= 140.0	1.341	0.076	0.056	0.002	0.000	0.000	0.000
	14	13	101	150.000	19.000	C= 140.0	仕切弁	——	——	——	——	——	——
14	15	101	14	150.000	22.500	C= 140.0	0.491	0.028	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000
	17	7	14	100.000	147.000	C= 140.0	3.055	0.389	1.848	0.272	0.000	0.000	0.000
	16	14	2	150.000	34.000	C= 140.0	3.308	0.187	0.297	0.010	0.000	0.000	0.000

管路計算データ [平常時 [時間最大給水量]]

流入管 流出管 係数 : C=流速係数(ヘーゼン)/f=摩擦係数(ウエストーン)

基点 番号	管路 番号	節点番号		管 径 D (mm)	管 長 L (m)	係 数	流 量 Q (l/s)	流 速 V (m/s)	動水勾配 I (%)	損失水頭hf, hf2(m)		全増減圧 水頭HP(m)	全減圧弁 R (m)
		始点	終点							摩擦	その他		
101	18	102	101	100.000	40.500	C= 140.0	0.634	0.081	0.100	0.004	0.000	0.000	0.000
	15	101	14	150.000	22.500	C= 140.0	0.491	0.028	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000
	14	13	101	150.000	19.000	C= 140.0	仕切弁	———	———	———	———	———	———
102	19	103	102	75.000	31.000	C= 140.0	0.430	0.097	0.199	0.006	0.000	0.000	0.000
	28	111	102	50.000	44.500	f=0.0432	0.299	0.152	1.022	0.045	0.000	0.000	0.000
	18	102	101	100.000	40.500	C= 140.0	0.634	0.081	0.100	0.004	0.000	0.000	0.000
103	20	104	103	75.000	31.500	C= 140.0	0.525	0.119	0.287	0.009	0.000	0.000	0.000
	19	103	102	75.000	31.000	C= 140.0	0.430	0.097	0.199	0.006	0.000	0.000	0.000
104	21	105	104	75.000	23.000	C= 140.0	0.525	0.119	0.287	0.007	0.000	0.000	0.000
	20	104	103	75.000	31.500	C= 140.0	0.525	0.119	0.287	0.009	0.000	0.000	0.000
105	22	106	105	75.000	24.000	C= 140.0	0.668	0.151	0.449	0.011	0.000	0.000	0.000
	21	105	104	75.000	23.000	C= 140.0	0.525	0.119	0.287	0.007	0.000	0.000	0.000
106	23	107	106	75.000	26.000	C= 140.0	0.318	0.072	0.113	0.003	0.000	0.000	0.000
	30	112	106	75.000	33.500	C= 140.0	0.350	0.079	0.136	0.005	0.000	0.000	0.000
	22	106	105	75.000	24.000	C= 140.0	0.668	0.151	0.449	0.011	0.000	0.000	0.000
107	24	108	107	75.000	25.500	C= 140.0	0.461	0.104	0.226	0.006	0.000	0.000	0.000
	23	107	106	75.000	26.000	C= 140.0	0.318	0.072	0.113	0.003	0.000	0.000	0.000
108	25	109	108	75.000	38.500	C= 140.0	0.461	0.104	0.226	0.009	0.000	0.000	0.000
	24	108	107	75.000	25.500	C= 140.0	0.461	0.104	0.226	0.006	0.000	0.000	0.000
109	26	110	109	75.000	33.000	C= 140.0	0.556	0.126	0.319	0.011	0.000	0.000	0.000
	25	109	108	75.000	38.500	C= 140.0	0.461	0.104	0.226	0.009	0.000	0.000	0.000
110	27	11	110	75.000	40.000	C= 140.0	0.651	0.147	0.428	0.017	0.000	0.000	0.000
	26	110	109	75.000	33.000	C= 140.0	0.556	0.126	0.319	0.011	0.000	0.000	0.000
111	31	120	111	75.000	41.000	C= 140.0	1.078	0.244	1.089	0.045	0.000	0.000	0.000
	29	111	112	75.000	32.500	C= 140.0	0.493	0.112	0.256	0.008	0.000	0.000	0.000
	28	111	102	50.000	44.500	f=0.0432	0.299	0.152	1.022	0.045	0.000	0.000	0.000
	32	111	113	50.000	23.000	f=0.0509	0.191	0.097	0.492	0.011	0.000	0.000	0.000
112	29	111	112	75.000	32.500	C= 140.0	0.493	0.112	0.256	0.008	0.000	0.000	0.000
	30	112	106	75.000	33.500	C= 140.0	0.350	0.079	0.136	0.005	0.000	0.000	0.000
113	32	111	113	50.000	23.000	f=0.0509	0.191	0.097	0.492	0.011	0.000	0.000	0.000
120	13	13	120	150.000	29.500	C= 140.0	1.341	0.076	0.056	0.002	0.000	0.000	0.000
	12	120	12	100.000	13.000	C= 140.0	0.072	0.009	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
	31	120	111	75.000	41.000	C= 140.0	1.078	0.244	1.089	0.045	0.000	0.000	0.000

有効水頭集計表 [平常時 [時間最大給水量]]

節点 番号	有効水頭 HE (m)	節点 番号	有効水頭 HE (m)	節点 番号	有効水頭 HE (m)	節点 番号	有効水頭 HE (m)	節点 番号	有効水頭 HE (m)	節点 番号	有効水頭 HE (m)
1	21.900	2	22.720	3	27.789	4	26.155	5	25.508	6	23.127
7	22.742	8	22.505	9	22.253	10	22.632	11	22.262	12	22.485
13	22.697	14	24.667	101	24.221	102	22.175	103	22.231	104	22.327
105	22.247	106	22.192	107	22.229	108	21.981	109	22.295	110	22.395
111	22.490	112	22.392	113	22.208	120	22.565				

節点データ [消火栓使用時 [時間平均給水量]]

初期静水位 = 34.000 (m)

動水節点

流量節点

節点番号	地盤高 HZ (m)	管心深さ FH (m)	入力流量 QIO (l/s)	流量(計算上) (l/s)	動水位 HW (m)	有効水頭 HE (m)	静水頭 SE (m)	名 称
1	10.600	0.000		-17.9037	32.500	21.900	23.400	
2	9.720	0.000	0.000	0.0000	31.890	22.170	24.280	
3	9.610	0.000	0.116	0.1160	36.845	27.235	24.390	
4	9.730	0.000	0.116	0.1160	35.072	25.342	24.270	
5	9.790	0.000	0.000	0.0000	34.319	24.529	24.210	
6	10.000	0.000	0.116	0.1160	31.537	21.537	24.000	
7	9.980	0.000	16.667	16.6670	30.965	20.985	24.020	
8	10.100	0.000	0.162	0.1621	31.019	20.919	23.900	
9	10.320	0.000	0.139	0.1390	31.030	20.710	23.680	
10	9.906	0.000	0.185	0.1850	31.041	21.135	24.094	
11	10.270	0.000	0.000	0.0000	31.117	20.847	23.730	
12	10.060	0.000	0.000	0.0010	31.109	21.049	23.940	
13	9.850	0.000	0.000	0.0008	31.107	21.257	24.150	
14	7.783	0.000	0.058	0.0581	31.823	24.040	26.217	
101	8.230	0.000	0.035	0.0350	31.816	23.586	25.770	
102	10.280	0.000	0.023	0.0230	31.726	21.446	23.720	
103	10.230	0.000	0.023	0.0230	31.605	21.375	23.770	
104	10.143	0.000	0.000	0.0000	31.484	21.341	23.857	
105	10.230	0.000	0.035	0.0350	31.396	21.166	23.770	
106	10.295	0.000	0.000	0.0000	31.306	21.011	23.705	
107	10.261	0.000	0.035	0.0350	31.274	21.013	23.739	
108	10.515	0.000	0.000	0.0000	31.244	20.729	23.485	
109	10.210	0.000	0.023	0.0230	31.199	20.989	23.790	
110	10.120	0.000	0.023	0.0230	31.161	21.041	23.880	
111	10.010	0.000	0.023	0.0231	31.253	21.243	23.990	
112	10.100	0.000	0.035	0.0350	31.278	21.178	23.900	
113	10.281	0.000	0.046	0.0460	31.252	20.971	23.719	
120	9.980	0.000	0.046	0.0460	31.109	21.129	24.020	

「流量(計算上)」とは、該当する節点に接続されている管路の流量から求めた値です。

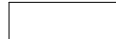
最大流量併合差 : 0.000999 (l/s)

節点番号 : 12

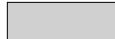
管路折れ点データ [消火栓使用時 [時間平均給水量]]

管路 番号	節点番号		管 長 L (m)	流 速 V (m/s)	折れ点 番号	折れ点種別	増減圧水頭 HP (m)	その他の 損失係数 f	その他の 損失水頭 hf2	減圧弁 R (m)
	始点	終点								
1	1	2	90.000	1.013	1	その他損失係数	—	0.003	0.000	—
					計		—	0.003	0.000	—
2	2	3	25.000	0.495	1	増減圧ポンプ	5.000	—	—	—
					計		5.000	—	—	—
3	3	4	140.000	1.100	1	その他損失係数	—	0.003	0.000	—
					計		—	0.003	0.000	—

管路計算データ [消火栓使用時 [時間平均給水量]]



流入管



流出管

係数：C=流速係数(ヘーゼン)/f=摩擦係数(ウエストン)

基点 番号	管路 番号	節点番号		管 径 D (mm)	管 長 L (m)	係 数	流 量 Q (l/s)	流 速 V (m/s)	動水勾配 I (%)	損失水頭hf, hf2(m)		全増減圧 水頭HP(m)	全減圧弁 R (m)
		始点	終点							摩擦	その他		
1	1	1	2	150.000	90.000	C= 140.0	17.904	1.013	6.779	0.610	0.000	0.000	0.000
2	1	1	2	150.000	90.000	C= 140.0	17.904	1.013	6.779	0.610	0.000	0.000	0.000
	2	2	3	150.000	25.000	C= 140.0	8.752	0.495	1.801	0.045	0.000	5.000	0.000
	16	2	14	150.000	34.000	C= 140.0	9.152	0.518	1.956	0.067	0.000	0.000	0.000
3	2	2	3	150.000	25.000	C= 140.0	8.752	0.495	1.801	0.045	0.000	5.000	0.000
	3	3	4	100.000	140.000	C= 140.0	8.636	1.100	12.660	1.772	0.000	0.000	0.000
4	3	3	4	100.000	140.000	C= 140.0	8.636	1.100	12.660	1.772	0.000	0.000	0.000
	4	4	5	100.000	61.000	C= 140.0	8.520	1.085	12.347	0.753	0.000	0.000	0.000
5	4	4	5	100.000	61.000	C= 140.0	8.520	1.085	12.347	0.753	0.000	0.000	0.000
	5	5	6	75.000	55.500	C= 140.0	8.520	1.929	50.125	2.782	0.000	0.000	0.000
6	5	5	6	75.000	55.500	C= 140.0	8.520	1.929	50.125	2.782	0.000	0.000	0.000
	6	6	7	100.000	47.500	C= 140.0	8.404	1.070	12.037	0.572	0.000	0.000	0.000
7	6	6	7	100.000	47.500	C= 140.0	8.404	1.070	12.037	0.572	0.000	0.000	0.000
	7	8	7	100.000	40.000	C= 140.0	2.578	0.328	1.349	0.054	0.000	0.000	0.000
	17	14	7	100.000	147.000	C= 140.0	5.685	0.724	5.837	0.858	0.000	0.000	0.000
8	8	9	8	100.000	41.500	C= 140.0	1.072	0.137	0.266	0.011	0.000	0.000	0.000
	33	13	8	100.000	145.000	C= 140.0	1.667	0.212	0.602	0.087	0.000	0.000	0.000
	7	8	7	100.000	40.000	C= 140.0	2.578	0.328	1.349	0.054	0.000	0.000	0.000
9	9	10	9	75.000	41.500	C= 140.0	0.493	0.112	0.256	0.011	0.000	0.000	0.000
	34	12	9	75.000	152.500	C= 140.0	0.718	0.163	0.514	0.078	0.000	0.000	0.000
	8	9	8	100.000	41.500	C= 140.0	1.072	0.137	0.266	0.011	0.000	0.000	0.000
10	10	11	10	75.000	166.000	C= 140.0	0.678	0.153	0.461	0.077	0.000	0.000	0.000
	9	10	9	75.000	41.500	C= 140.0	0.493	0.112	0.256	0.011	0.000	0.000	0.000
11	27	110	11	75.000	40.000	C= 140.0	1.079	0.244	1.091	0.044	0.000	0.000	0.000
	11	11	12	75.000	50.500	C= 140.0	0.401	0.091	0.175	0.009	0.000	0.000	0.000
	10	11	10	75.000	166.000	C= 140.0	0.678	0.153	0.461	0.077	0.000	0.000	0.000
12	11	11	12	75.000	50.500	C= 140.0	0.401	0.091	0.175	0.009	0.000	0.000	0.000
	12	120	12	100.000	13.000	C= 140.0	0.316	0.040	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000
	34	12	9	75.000	152.500	C= 140.0	0.718	0.163	0.514	0.078	0.000	0.000	0.000
13	13	120	13	150.000	29.500	C= 140.0	1.667	0.094	0.084	0.002	0.000	0.000	0.000
	33	13	8	100.000	145.000	C= 140.0	1.667	0.212	0.602	0.087	0.000	0.000	0.000
	14	13	101	150.000	19.000	C= 140.0	仕切弁	——	——	——	——	——	——
14	16	2	14	150.000	34.000	C= 140.0	9.152	0.518	1.956	0.067	0.000	0.000	0.000
	15	14	101	150.000	22.500	C= 140.0	3.408	0.193	0.314	0.007	0.000	0.000	0.000
	17	14	7	100.000	147.000	C= 140.0	5.685	0.724	5.837	0.858	0.000	0.000	0.000

管路計算データ [消火栓使用時 [時間平均給水量]]

流入管 流出管 係数：C=流速係数(ヘーゼン)/f=摩擦係数(ウエストン)

基点 番号	管路 番号	節点番号		管 径 D (mm)	管 長 L (m)	係 数	流 量 Q (l/s)	流 速 V (m/s)	動水勾配 I (%)	損失水頭hf, hf2(m)		全増減圧 水頭HP(m)	全減圧弁 R (m)
		始点	終点							摩擦	その他		
101	15	14	101	150.000	22.500	C= 140.0	3.408	0.193	0.314	0.007	0.000	0.000	0.000
	18	101	102	100.000	40.500	C= 140.0	3.373	0.430	2.220	0.090	0.000	0.000	0.000
	14	13	101	150.000	19.000	C= 140.0	仕切弁	———	———	———	———	———	———
102	18	101	102	100.000	40.500	C= 140.0	3.373	0.430	2.220	0.090	0.000	0.000	0.000
	19	102	103	75.000	31.000	C= 140.0	2.150	0.487	3.915	0.121	0.000	0.000	0.000
	28	102	111	50.000	44.500	f=0.0279	1.200	0.611	10.632	0.473	0.000	0.000	0.000
103	19	102	103	75.000	31.000	C= 140.0	2.150	0.487	3.915	0.121	0.000	0.000	0.000
	20	103	104	75.000	31.500	C= 140.0	2.127	0.482	3.838	0.121	0.000	0.000	0.000
104	20	103	104	75.000	31.500	C= 140.0	2.127	0.482	3.838	0.121	0.000	0.000	0.000
	21	104	105	75.000	23.000	C= 140.0	2.127	0.482	3.838	0.088	0.000	0.000	0.000
105	21	104	105	75.000	23.000	C= 140.0	2.127	0.482	3.838	0.088	0.000	0.000	0.000
	22	105	106	75.000	24.000	C= 140.0	2.092	0.474	3.722	0.089	0.000	0.000	0.000
106	22	105	106	75.000	24.000	C= 140.0	2.092	0.474	3.722	0.089	0.000	0.000	0.000
	23	106	107	75.000	26.000	C= 140.0	1.159	0.262	1.247	0.032	0.000	0.000	0.000
	30	106	112	75.000	33.500	C= 140.0	0.933	0.211	0.834	0.028	0.000	0.000	0.000
107	23	106	107	75.000	26.000	C= 140.0	1.159	0.262	1.247	0.032	0.000	0.000	0.000
	24	107	108	75.000	25.500	C= 140.0	1.124	0.255	1.179	0.030	0.000	0.000	0.000
108	24	107	108	75.000	25.500	C= 140.0	1.124	0.255	1.179	0.030	0.000	0.000	0.000
	25	108	109	75.000	38.500	C= 140.0	1.124	0.255	1.179	0.045	0.000	0.000	0.000
109	25	108	109	75.000	38.500	C= 140.0	1.124	0.255	1.179	0.045	0.000	0.000	0.000
	26	109	110	75.000	33.000	C= 140.0	1.102	0.249	1.134	0.037	0.000	0.000	0.000
110	26	109	110	75.000	33.000	C= 140.0	1.102	0.249	1.134	0.037	0.000	0.000	0.000
	27	110	11	75.000	40.000	C= 140.0	1.079	0.244	1.091	0.044	0.000	0.000	0.000
111	28	102	111	50.000	44.500	f=0.0279	1.200	0.611	10.632	0.473	0.000	0.000	0.000
	29	112	111	75.000	32.500	C= 140.0	0.898	0.203	0.777	0.025	0.000	0.000	0.000
	31	111	120	75.000	41.000	C= 140.0	2.029	0.459	3.517	0.144	0.000	0.000	0.000
	32	111	113	50.000	23.000	f=0.0907	0.046	0.023	0.051	0.001	0.000	0.000	0.000
112	30	106	112	75.000	33.500	C= 140.0	0.933	0.211	0.834	0.028	0.000	0.000	0.000
	29	112	111	75.000	32.500	C= 140.0	0.898	0.203	0.777	0.025	0.000	0.000	0.000
113	32	111	113	50.000	23.000	f=0.0907	0.046	0.023	0.051	0.001	0.000	0.000	0.000
120	31	111	120	75.000	41.000	C= 140.0	2.029	0.459	3.517	0.144	0.000	0.000	0.000
	13	120	13	150.000	29.500	C= 140.0	1.667	0.094	0.084	0.002	0.000	0.000	0.000
	12	120	12	100.000	13.000	C= 140.0	0.316	0.040	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000

有効水頭集計表 [消火栓使用時 [時間平均給水量]]

節点 番号	有効水頭 HE (m)	節点 番号	有効水頭 HE (m)	節点 番号	有効水頭 HE (m)	節点 番号	有効水頭 HE (m)	節点 番号	有効水頭 HE (m)	節点 番号	有効水頭 HE (m)
1	21.900	2	22.170	3	27.235	4	25.342	5	24.529	6	21.537
7	20.985	8	20.919	9	20.710	10	21.135	11	20.847	12	21.049
13	21.257	14	24.040	101	23.586	102	21.446	103	21.375	104	21.341
105	21.166	106	21.011	107	21.013	108	20.729	109	20.989	110	21.041
111	21.243	112	21.178	113	20.971	120	21.129				

節点情報リスト

節点番号	地盤高 (m)	管心深さ (m)	流量 (l/s)	動水位 (m)	有効水頭 (m)	静水位 (m)	静水頭 (m)
1	10.600	0.000	-5.098	32.500	21.900	34.000	23.400
2	9.720	0.000	0.000	32.440	22.720	34.000	24.280
3	9.610	0.000	0.477	37.399	27.789	34.000	24.390
4	9.730	0.000	0.477	35.885	26.155	34.000	24.270
5	9.790	0.000	0.000	35.298	25.508	34.000	24.210
6	10.000	0.000	0.477	33.127	23.127	34.000	24.000
7	9.980	0.000	0.000	32.722	22.742	34.000	24.020
8	10.100	0.000	0.667	32.605	22.505	34.000	23.900
9	10.320	0.000	0.572	32.573	22.253	34.000	23.680
10	9.906	0.000	0.763	32.538	22.632	34.000	24.094
11	10.270	0.000	0.000	32.532	22.262	34.000	23.730
12	10.060	0.000	0.000	32.545	22.485	34.000	23.940
13	9.850	0.000	0.000	32.547	22.697	34.000	24.150
14	7.783	0.000	0.238	32.450	24.667	34.000	26.217
101	8.230	0.000	0.143	32.451	24.221	34.000	25.770
102	10.280	0.000	0.095	32.455	22.175	34.000	23.720
103	10.230	0.000	0.095	32.461	22.231	34.000	23.770
104	10.143	0.000	0.000	32.470	22.327	34.000	23.857
105	10.230	0.000	0.143	32.477	22.247	34.000	23.770
106	10.295	0.000	0.000	32.487	22.192	34.000	23.705
107	10.261	0.000	0.143	32.490	22.229	34.000	23.739
108	10.515	0.000	0.000	32.496	21.981	34.000	23.485
109	10.210	0.000	0.095	32.505	22.295	34.000	23.790
110	10.120	0.000	0.095	32.515	22.395	34.000	23.880
111	10.010	0.000	0.095	32.500	22.490	34.000	23.990
112	10.100	0.000	0.143	32.492	22.392	34.000	23.900
113	10.281	0.000	0.191	32.489	22.208	34.000	23.719

平常時 [時間最大給水量]



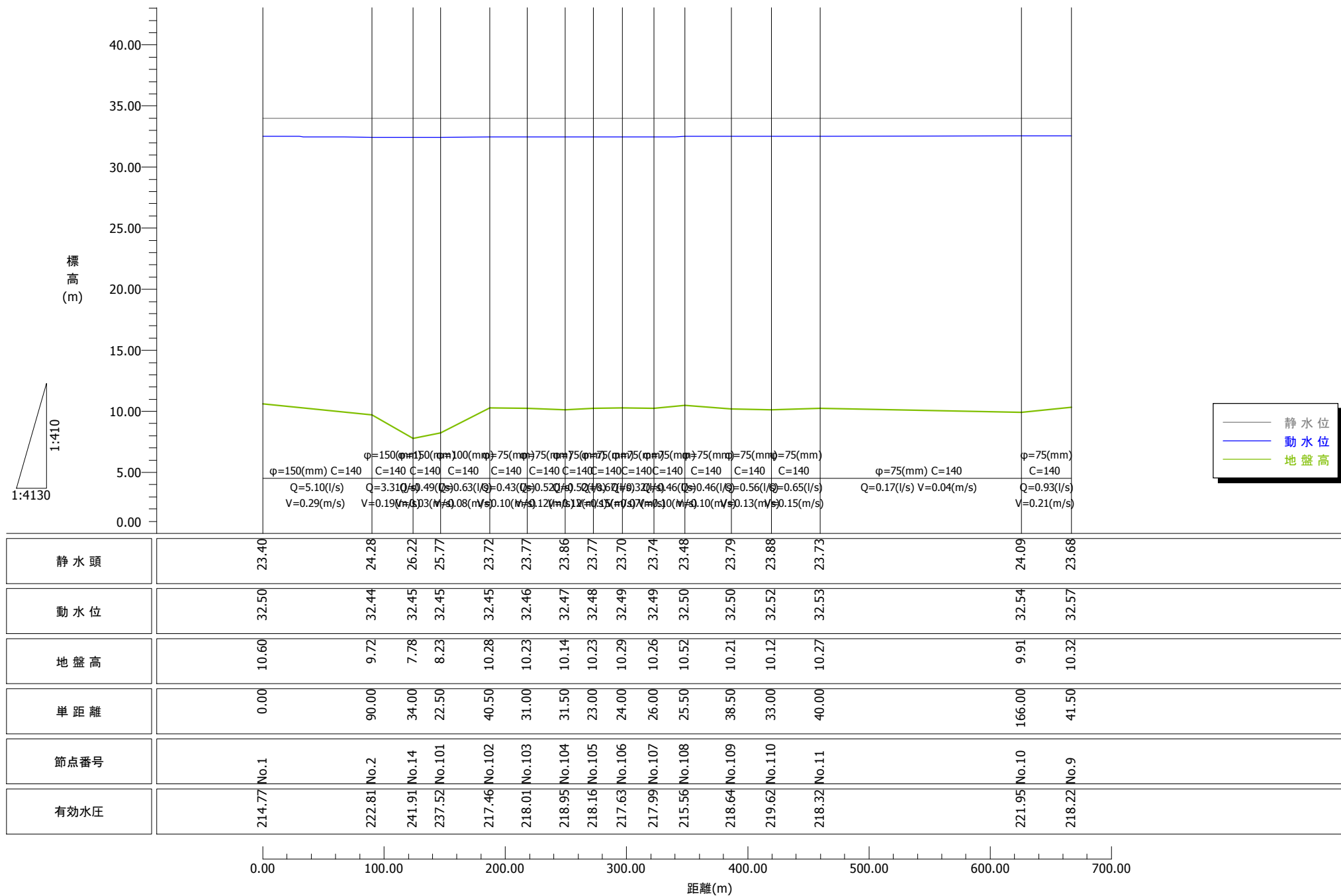
節点情報リスト

節点番号	地盤高 (m)	管心深さ (m)	流量 (l/s)	動水位 (m)	有効水頭 (m)	静水位 (m)	静水頭 (m)
1	10.600	0.000	-17.904	32.500	21.900	34.000	23.400
2	9.720	0.000	0.000	31.890	22.170	34.000	24.280
3	9.610	0.000	0.116	36.845	27.235	34.000	24.390
4	9.730	0.000	0.116	35.072	25.342	34.000	24.270
5	9.790	0.000	0.000	34.319	24.529	34.000	24.210
6	10.000	0.000	0.116	31.537	21.537	34.000	24.000
7	9.980	0.000	16.667	30.965	20.985	34.000	24.020
8	10.100	0.000	0.162	31.019	20.919	34.000	23.900
9	10.320	0.000	0.139	31.030	20.710	34.000	23.680
10	9.906	0.000	0.185	31.041	21.135	34.000	24.094
11	10.270	0.000	0.000	31.117	20.847	34.000	23.730
12	10.060	0.000	0.000	31.109	21.049	34.000	23.940
13	9.850	0.000	0.000	31.107	21.257	34.000	24.150
14	7.783	0.000	0.058	31.823	24.040	34.000	26.217
101	8.230	0.000	0.035	31.816	23.586	34.000	25.770
102	10.280	0.000	0.023	31.726	21.446	34.000	23.720
103	10.230	0.000	0.023	31.605	21.375	34.000	23.770
104	10.143	0.000	0.000	31.484	21.341	34.000	23.857
105	10.230	0.000	0.035	31.396	21.166	34.000	23.770
106	10.295	0.000	0.000	31.306	21.011	34.000	23.705
107	10.261	0.000	0.035	31.274	21.013	34.000	23.739
108	10.515	0.000	0.000	31.244	20.729	34.000	23.485
109	10.210	0.000	0.023	31.199	20.989	34.000	23.790
110	10.120	0.000	0.023	31.161	21.041	34.000	23.880
111	10.010	0.000	0.023	31.253	21.243	34.000	23.990
112	10.100	0.000	0.035	31.278	21.178	34.000	23.900
113	10.281	0.000	0.046	31.252	20.971	34.000	23.719

消火栓使用時 [時間平均給水量]



縦断面図



縦断面図

