



建設ICTマスター養成講座
基礎養成編 選択分野別ソフトウェア実習

II 水道管の計算

「水道管の計算」

定価(税別) ¥ 100,000

適用基準及び参考文献

- ・(公益社団法人)日本水道協会『水道施設設計指針 2012』
- ・(公益社団法人)日本水道協会『水道施設設計耐震工法指針・解説 2009年版 I 総論』
- ・(公益社団法人)日本道路協会『道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編 平成24年3月』

適用範囲

管厚算定、耐震設計及び液状化の判定が可能。

・対応管種

水道用ダクタイル鋳鉄管

水道用鋼管

水道用硬質塩化ビニル管

水道用ポリエチレン管

- ・管厚算定では、土圧、活荷重(自動車荷重、群集荷重)による設計が可能です。
- ・複数管の一括計算が可能です。(Ver.2より)
- ・耐震設計では、レベル1, レベル2地震時の設計が可能です。
- ・耐震設計を行う場合は、液状化の判定を行うことも可能で、レベル1地震時, レベル2地震時の液状化の判定が可能です。

「水道管の計算」

管厚算定(照査内容)

水道管は、内圧及び外圧に耐える強度を持つものとしします。内圧は、実際に使用する管路の最大静水圧と水撃圧を考慮します。外圧は、土圧、路面荷重を考慮します。

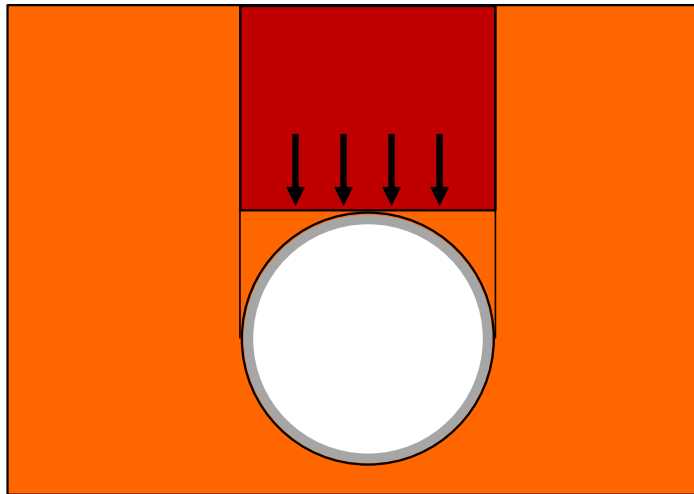
管種 \ 検討対象	内圧に対する検討	外圧に対する検討
ダクタイル鋳鉄管	管厚	
鋼管	応力度	変形率 曲げ応力度
硬質塩化ビニル管	管厚	曲げ応力 撓み率
水道配水用ポリエチレン管	応力度	曲げ応力 撓み率

「水道管の計算」

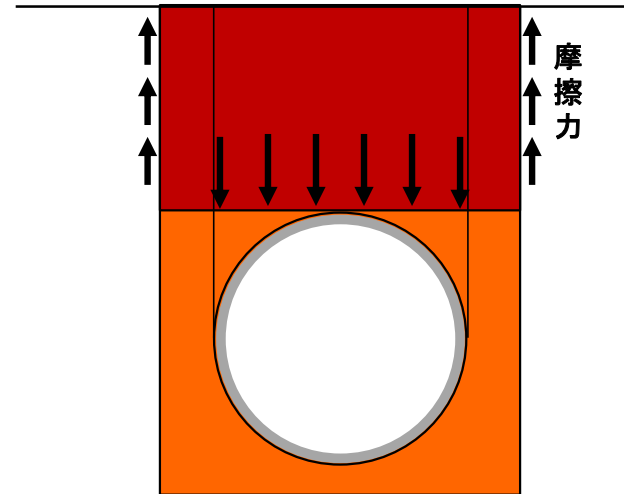
土圧式

土圧式は、垂直土圧式とマーストン溝型公式が可能

マーストン溝型公式を選択した場合は、土被り2m以下は垂直土圧式を使うかどうかの選択が可能。



垂直土圧公式



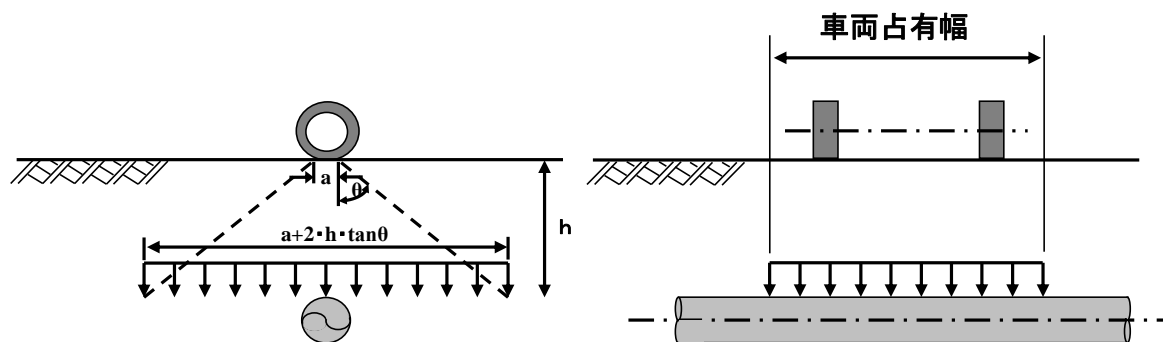
マーストン溝型公式

「水道管の計算」

設計荷重①

荷重は、自動車荷重、群集荷重、無しから選択が可能

自動車荷重においては、道示式、ブーシネスク式から選択可能



$$W_t = \frac{P \cdot \beta}{W} = \frac{P \cdot \beta}{0.2 + 2h}$$

$$P = \frac{2 \times \text{後輪荷重}}{\text{車両占有幅}} \times (1 + i)$$

道示式による自動車荷重の分布図

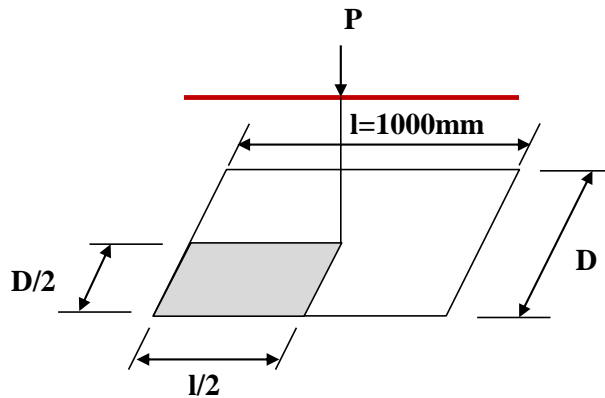
「水道管の計算」

設計荷重②

埋設管路上をトラックが走行する際の輪荷重をブーシネスク式より算出します。

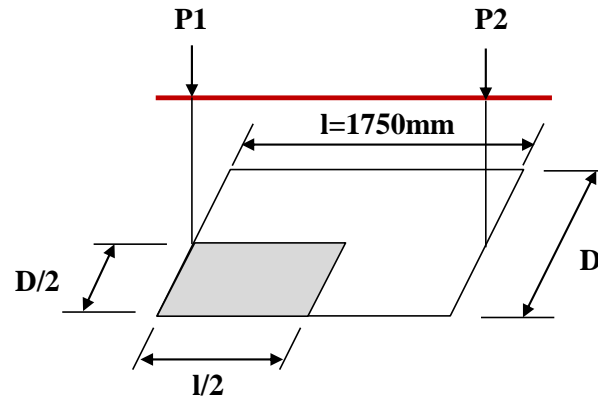
$$\Sigma \sigma_H = F(A, B, H) = 0.25 - \frac{1}{2\pi} \left\{ \sin^{-1} H \sqrt{\frac{A^2 + B^2 + H^2}{(A^2 + H^2)(B^2 + H^2)}} - \frac{A \cdot B \cdot H}{\sqrt{A^2 + B^2 + H^2}} \left(\frac{1}{A^2 + H^2} + \frac{1}{B^2 + H^2} \right) \right\}$$

• トラック1台 $H < 1200\text{mm}$



$$\Sigma \sigma_H = F(l/2, D/2, H)$$

• トラック1台 $H \geq 1200\text{mm}$



P1による荷重 $\Sigma \sigma_{H1} = F(l/2, D/2, H)$

P2による荷重 $\Sigma \sigma_{H2} = F(l, D/2, H) - F(l/2, D/2, H)$

合計 $\Sigma \sigma_H = \Sigma \sigma_{H1} + \Sigma \sigma_{H2} = F(l, D/2, H)$

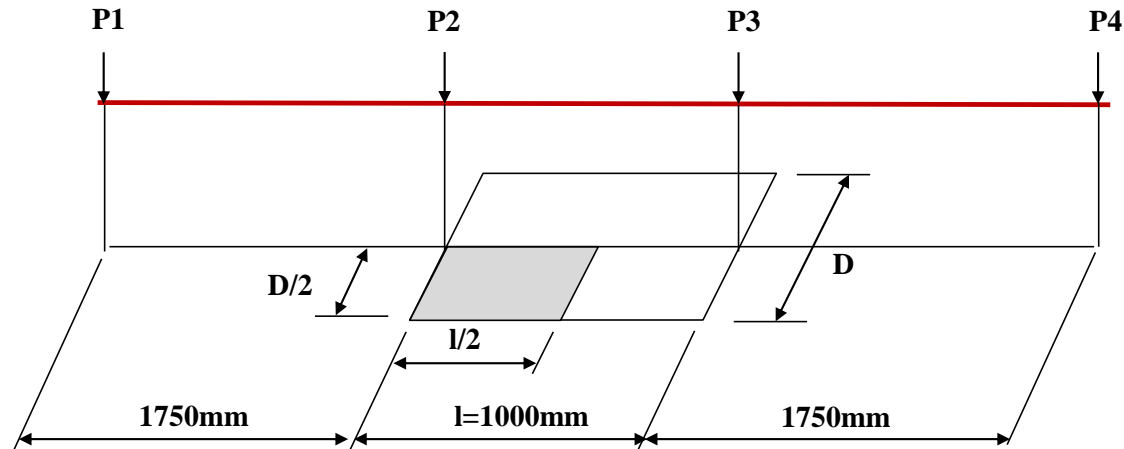
「水道管の計算」

設計荷重③

埋設管路上をトラックが走行する際の輪荷重をブーシネスク式より算出します。

$$\Sigma \sigma_H = F(A, B, H) = 0.25 - \frac{1}{2\pi} \left\{ \sin^{-1} H \sqrt{\frac{A^2 + B^2 + H^2}{(A^2 + H^2)(B^2 + H^2)}} - \frac{A \cdot B \cdot H}{\sqrt{A^2 + B^2 + H^2}} \left(\frac{1}{A^2 + H^2} + \frac{1}{B^2 + H^2} \right) \right\}$$

・トラック2台の場合



P1による荷重 $\Sigma\sigma_{H1}=F(1750+l/2, D/2, H) - F(1750, D/2, H)$

P2による荷重 $\Sigma\sigma_{H2}=F(l/2, D/2, H)$

P3による荷重 $\Sigma\sigma_{H3}=F(l, D/2, H) - F(l/2, D/2, H)$

P4による荷重 $\Sigma\sigma_{H4}=F(1750+l, D/2, H) - F(1750+l/2, D/2, H)$

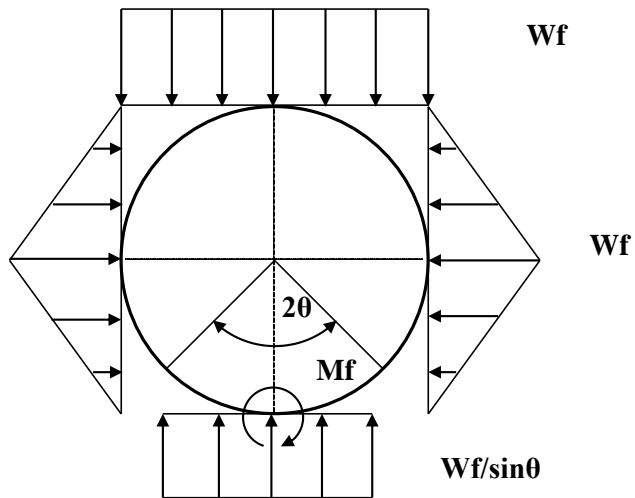
合計 $\Sigma\sigma_H = \Sigma\sigma_{H1} + \Sigma\sigma_{H2} + \Sigma\sigma_{H3} + \Sigma\sigma_{H4}$
 $= F(1750+l, D/2, H) + F(l, D/2, H) - F(1750, D/2, H)$

「水道管の計算」

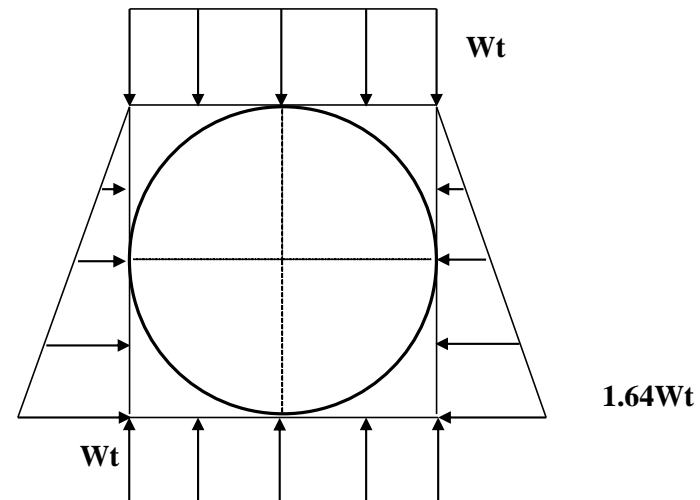
荷重分布(水道用ダクトイル鑄鉄管)

水道用ダクトイル鑄鉄管の荷重分布モデルは以下ようになります。

- 土被りによる重荷重分布
- 路面荷重による重荷重分布



P.502 参考図7.5.1

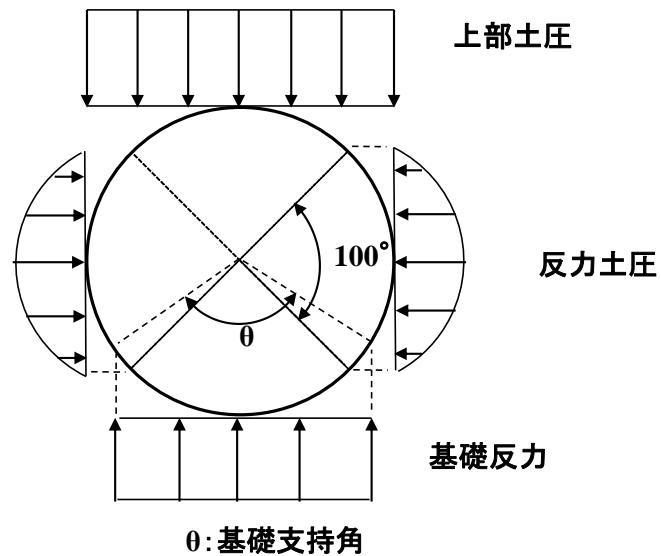


P.502 参考図7.5.2

「水道管の計算」

荷重分布(水道用鋼管)

水道用鋼管の荷重分布モデルは以下のようになります。



「水道管の計算」

耐震設計①(照査内容)

水道施設の重要度は以下のようにして決定します。

ランク A 1 の水道施設	表-2.3.4に示す重要な水道施設のうち、ランク A 2 の水道施設以外の水道施設
ランク A 2 の水道施設	表-2.3.4に示す重要な水道施設のうち、次の1)及び2)のいずれにも該当する施設 1 代替施設がある水道施設 2 破損した場合に重大な二次災害を生ずるおそれが高い水道施設
ランク B の水道施設	上記ランク A 1 , ランク A 2 以外の水道施設

表-2.3.4 重要な水道施設

重要な水道施設	<ul style="list-style-type: none"> (1) 取水施設, 貯水施設, 導水施設, 浄水施設及び送水施設 (2) 配水施設のうち、破損した場合に重大な二次災害を生じるおそれが高いもの (3) 配水施設のうち、(2)の施設以外の施設であって次に掲げるもの <ul style="list-style-type: none"> (i)配水本管（配水管のうち、給水管の分岐でないものをいう。以下に同じ。） (ii)配水本管に接続するポンプ場 (iii)配水本管に接続する配水池等（配水池及び配水のために容量を調節する設備をいう。以下に同じ。） (iv)配水本管を有しない水道における最大容量を有する配水池等
---------	---

「水道管の計算」

耐震設計②(照査内容)

施設重要度別の保持すべき耐震性能(レベル1地震動)

重要度の区分	耐震性能1	耐震性能2	耐震性能3
ランクA1	○	—	—
ランクA2	○	—	—
ランクB	—	○	△

△ランクBの水道施設のうち、構造的な損傷が一部あるが、断面修復等によって機能回復が図れる施設に適用。

施設重要度別の保持すべき耐震性能(レベル2地震動)

重要度の区分	耐震性能1	耐震性能2	耐震性能3
ランクA1	—	○	—
ランクA2	—	—	○
ランクB	—	—	※

※ここでは保持すべき耐震性能は規定しないが、厚労省令では、「断水やその他の配水への影響ができるだけすくなくなるとともに、速やかな復旧ができるよう配慮されていること」を規定している。

「水道管の計算」

耐震設計③(耐震適合性)

管種・継手	配水支管が備えるべき耐震性能	基幹管路が備えるべき耐震性能	
	レベル1地震動に対して、個々に軽微な被害が生じて、その機能保持が可能であること。	レベル1地震動に対して、原則として無被害であること。	レベル2地震動に対して、個々に軽微な被害が生じて、その機能保持が可能であること
ダクタイル鋳鉄管(NS形継手等)	○	○	○
ダクタイル鋳鉄管(K形継手等)	○	○	注1)
ダクタイル鋳鉄管(A形継手等)	○	△	×
鋳鉄管	×	×	×
鋼管(溶接継手)	○	○	○
水道配水用ポリエチレン管(融着継手) 注2)	○	○	注3)
水道用ポリエチレン二層管(冷間継手)	○	△	×
硬質塩化ビニル管(RRロング継手) 注4)	○	注5)	
硬質塩化ビニル管(RR継手)	○	△	×
硬質塩化ビニル管(TS継手)	×	×	×
石綿セメント管	×	×	×

注1)ダクタイル鋳鉄管(K形継手等)は、埋立地など悪い地盤において一部被害はみられたが、岩盤・洪積層などにおいて、低い被害率をしめしていることから、良い地盤においては基幹管路が備えるべきレベル2地震動に対する震性能を満たすものと制止することができる。

注2)水道配水用ポリエチレン管(融着継手)の使用期間が短く、被災経験が十分ではないことから、十分に耐震性能が検証されるには未だ時間を要すると考えられる。

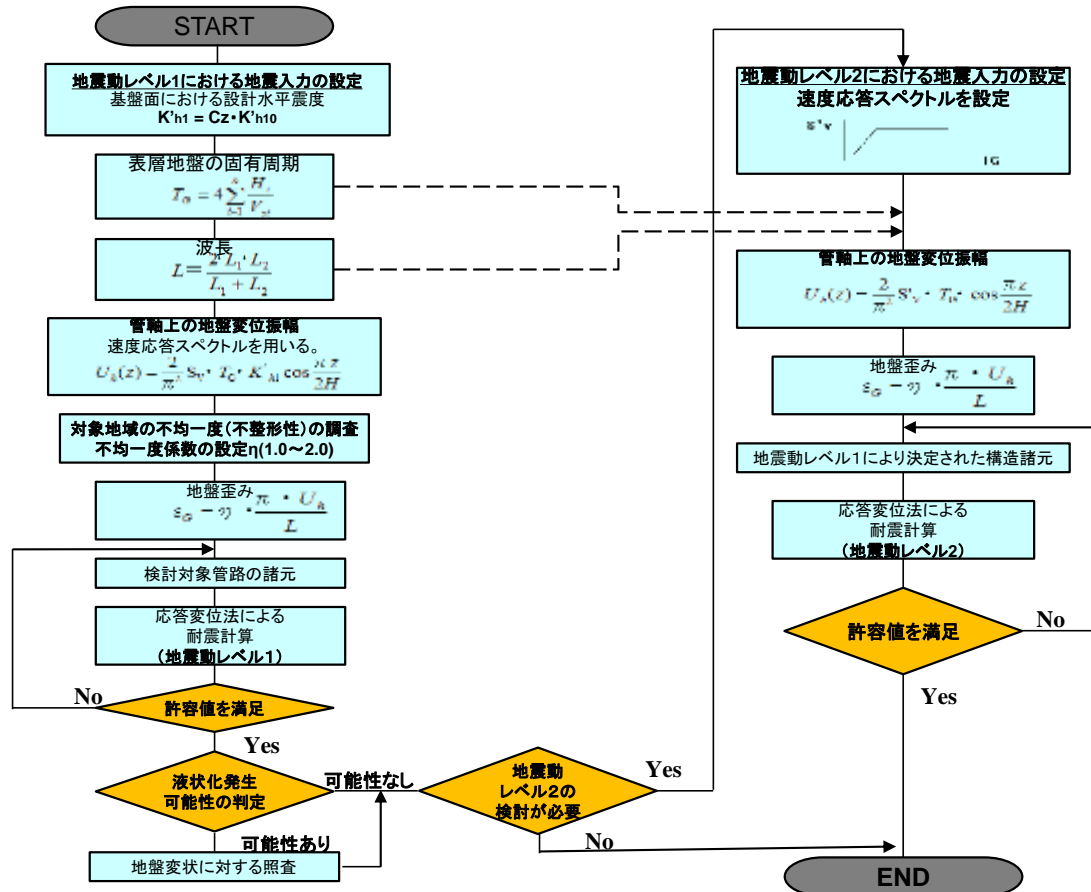
注3)水道配水用ポリエチレン管(融着継手)は、良い地盤におけるレベル2地震(新潟県中越地震)で被害がなかったことから(フランジ継手には被害があった)が、布設延長が十分に長いとは言えないこと、悪い地盤における被災経験がないことから、耐震性能が検証されるには未だ時間を有すると考えられる。

注4)硬質塩化ビニル管(RRロング継手)は、RR継手よりも継手伸縮性能が優れているが、使用期間が短く、被災経験もほとんどないことから、十分に耐震性能が検証されるには未だ時間を要すると考えられる。

注5)硬質塩化ビニル管(RRロング継手)の基幹管路が備えるべき耐震性能を判断する被災経験はない。

「水道管の計算」

耐震設計フローチャート



「水道管の計算」

基本条件

基本条件

水道施設の重要度
☒ 基幹管路
☐ 配水支管

設計対象地震動
☒ レベル1 ☒ レベル2
 基礎面における設計
 水平震度の標準値

地域区分
☒ A地域 ☐ B地域 ☐ C地域
 地域別補正係数

検討対象
☒ 継手構造 ☐ 一付構造
 管の材質
 名称

検討対象
☒ 直接指定 ☐ 継手指定 ☐ 管種指定

管 1

管の種類
 管種 呼び径 基準値から選択する

外径 (mm)	300.0
管厚 (mm)	13.0
有効管長 (mm)	6000.0
管の弾性係数 ($\times 10^6$ N/m ²)	160.000
管のポアソン比	0.280
管の線膨張係数 ($\times 10^{-6}$ /°C)	1.0
許容応力 (N/mm ²) レベル1	270.00
許容応力 (N/mm ²) レベル2	270.00
許容伸び量 (mm) レベル1	31.0
許容伸び量 (mm) レベル2	31.0
許容曲率角	2° 0' 0"

土かぶり入力条件
☒ 直接指定 ☐ 範囲指定

埋め戻し土
☐ 埋め戻し土を入力する
 埋め戻し土の土質定数を用いる項目
☐ 土の質量 ☐ 地盤の弾性係数、特性値

一般事項
 タイトル、コメント

液状化の判定
☐ 液状化の判定を行う
 適用基準 ☒ H14表示 ☐ H30表示
 判定対象 ☒ 埋地盤 ☐ 埋戻土

ダクタイル鉄管

管種: R形1種管

ヤング係数: 160.000 ($\times 10^6$ N/m²) 線膨張係数: 1.0 ($\times 10^{-6}$ /°C)

ポアソン比: 0.28

呼び径	外径 (mm)	管厚 (mm)	有効管長 (mm)	許容応力...	許容応力...	許容伸び...	許容伸び...	許容曲率角...	許容曲率角...
75	80.0	7.5	4000.0	270.00	270.00	31.0	31.0	2° 0' 0"	2° 0' 0"
100	110.0	7.5	4000.0	270.00	270.00	29.0	29.0	2° 0' 0"	2° 0' 0"
150	160.0	7.5	5000.0	270.00	270.00	25.0	25.0	2° 0' 0"	2° 0' 0"
200	220.0	7.5	5000.0	270.00	270.00	19.0	19.0	2° 0' 0"	2° 0' 0"
250	271.6	7.5	5000.0	270.00	270.00	17.0	17.0	2° 0' 0"	2° 0' 0"
300	322.8	7.5	6000.0	270.00	270.00	16.0	16.0	2° 20' 0"	2° 20' 0"
350	374.0	7.5	6000.0	270.00	270.00	12.0	12.0	4° 00' 0"	4° 00' 0"
400	425.2	9.5	6000.0	270.00	270.00	10.0	10.0	4° 10' 0"	4° 10' 0"
450	476.4	9.5	6000.0	270.00	270.00	10.0	10.0	3° 00' 0"	3° 00' 0"
500	528.0	9.5	6000.0	270.00	270.00	10.0	10.0	3° 20' 0"	3° 20' 0"
550	579.2	11.0	6000.0	270.00	270.00	12.0	12.0	2° 50' 0"	2° 50' 0"

基本条件画面で、管のデータを入力する。
基準値に登録している管データを呼び出す事ができる。

「水道管の計算」

地盤

地盤データとして、現地盤、埋め戻し土の入力が可能です。

計算時に、現地盤と埋め戻し土のどちらの土質条件を使用するかを選択することができます。

現地盤から埋戻し土への地層データのコピーが可能です。

液状化の判定を行う場合には、あわせて土質定数やN値測定点のデータを入力します。

層No.	深度 (m)	層厚 (m)	埋積時代	土質	平均N値	σ_v (kN/m ²)	σ_h (kN/m ²)	V_s 計算値 (m/s)	V_s 実測値 (m/s)
1	25.000	25.000	沖積層	砂質土	2.000	17.000	8.000	71.531	8.000
2	30.000	5.000	沖積層	粘性土	5.000	17.000	8.000	138.251	8.000
3									

「水道管の計算」

基準値データ

✓管体データは、基準値として無制限に登録でき、計算に使用する管体データを基準値から選択する事が可能です。

✓基準値データは、基準値ファイルとして設計データとは個別に保存が可能であり、他のユーザと基準値データを共有することができます。

基準値

ダクタイル鉄管 | 鋼管 | 鋳鉄管 | ポリエチレン管

No	管形式	管種	弾性係数 ($\times 10^9 \text{N/m}^2$)	ポアソン比	線膨張係数 ($\times 10^{-6}/^\circ\text{C}$)	単位体積重量 (kN/m^3)	許容引張力 (N/m^2)	呼び径の データ
1	K形	1種管	180.000	0.28	1.8	70.0	189.80	...
2	K形	2種管	180.000	0.28	1.8	70.0	189.80	...
3	K形	3種管	180.000	0.28	1.8	70.0	189.80	...
4	K形	4種管	180.000	0.28	1.8	70.0	189.80	...
5	T形	1種管	180.000	0.28	1.8	70.0	189.80	...
6	T形	2種管	180.000	0.28	1.8	70.0	189.80	...
7	T形	3種管	180.000	0.28	1.8	70.0	189.80	...
8	T形	4種管	180.000	0.28	1.8	70.0	189.80	...
9	L形	1種管	180.000	0.28	1.8	70.0	189.80	...
10	L形	2種管	180.000	0.28	1.8	70.0	189.80	...
11	L形	3種管	180.000	0.28	1.8	70.0	189.80	...
12	L形	4種管	180.000	0.28	1.8	70.0	189.80	...
13	KF形	PF種管	180.000	0.28	1.8	70.0	189.80	...
14	UF形	PF種管	180.000	0.28	1.8	70.0	189.80	...
15	NS形	1種管	180.000	0.28	1.8	70.0	189.80	...

戻る 保存

呼び径ごとのデータ

ダクタイル鉄管 (K形1種管)

No	呼び径 (mm)	外径 (mm)	管壁 (mm)	有効断 (cm^2)	許容応力(N/mm^2)		許容変位(mm)		許容変位内1			許容変位内2		
					L1	L2	L1	L2	度	分	秒	度	分	秒
1	75	83.0	7.5	4688.0	278.80	278.80	31.0	31.0	5	0	0	5	0	0
2	100	110.8	7.5	6088.0	278.80	278.80	29.0	29.0	5	0	0	5	0	0
3	150	169.8	7.5	8688.0	278.80	278.80	25.0	25.0	5	0	0	5	0	0
4	200	226.8	7.5	11688.0	278.80	278.80	20.0	20.0	5	0	0	5	0	0
5	250	277.8	7.5	15088.0	278.80	278.80	21.0	21.0	4	0	0	4	0	0
6	300	322.8	7.5	18088.0	278.80	278.80	45.0	45.0	9	20	0	9	20	0
7	350	374.8	7.5	21088.0	278.80	278.80	82.0	82.0	4	50	0	4	50	0
8	400	425.8	8.5	24088.0	278.80	278.80	93.0	93.0	4	10	0	4	10	0
9	450	476.8	8.5	27088.0	278.80	278.80	92.0	92.0	3	50	0	3	50	0
10	500	526.8	8.5	30088.0	278.80	278.80	93.0	93.0	3	20	0	3	20	0
11	600	630.8	11.0	36088.0	278.80	278.80	92.0	92.0	2	50	0	2	50	0
12	700	730.8	12.0	42088.0	278.80	278.80	92.0	92.0	2	00	0	2	00	0

シート

確定 取消 ? ヘルプ

管種ごとのデータ

「水道管の計算」



以上で「水道管の計算」の製品紹介を終わります。

