



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



上水道・水道管

2020年10月21日
株式会社 フォーラムエイト



スケジュール

13:30～13:35

I . CIMの導入

13:35～14:00

「パイプラインの計算」
・製品概要説明 操作実習

14:00～14:25

「水道管の計算」
・製品概要説明 操作実習

14:25～14:50

「水路橋の設計計算」
・製品概要説明 操作実習

14:50～15:00

質疑応答

15:00～15:10

休憩

15:10～16:20

「管網の設計」
・製品概要説明、操作実習

16:20～16:30

質疑応答



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

I CIMの導入

CIMの導入

CIM基準要領

○ CIM導入ガイドライン(案)(R2.3)

- ・第1編 共通編
- ・第2編 土工編
- ・第3編 河川編
- ・第4編 ダム編
- ・第5編 橋梁編
- ・第6編 トンネル編
- ・第7編 機械設備編
- ・第8編 下水道編 (R1.5)
- ・第9編 地すべり編 (R1.5)
- ・第10編 砂防編
- ・第11編 港湾編

CIMの導入

CIMの活用事例

BIM/CIM事例集Ver.1

<http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bimcim/bimcimsummary.html>



国土交通省 国土技術政策総合研究所

CIMの導入

BIM/CIMの概念

BIM/CIM

(Building/Construction Information Modeling, Management)とは、

3次元モデル
+
属性情報
+
(参照資料)

- (1) BIM/CIM モデル を構築
(2) モデルに内包される情報を管理・活用

3次元モデル	コンピュータ上に作成した3次元の形状情報
属性情報	構造物及び構造物を構成する部材等の名称、形状、寸法、物性及び物性値(強度等)、数量、そのほか付与が可能な情報
参照資料	形状情報や属性情報を補足する資料

CIMの導入

BIM/CIMモデルの分類

地形モデル

- ・・・数値地図(国土基本情報)や実際の測量成果等を基に、数値標高モデルとして、TIN、テクスチャ画像等を用いて表現される。

地質・土質モデル

- ・・・ボーリング柱状図、表層地質図、地質断面図等の地質・土質調査の成果またはその成果を基に作成した地層の境界面のデータ等を3次元空間に配置したモデル。

線形モデル

- ・・・道路中心線や構造物中心線を表現する3次元モデル。

土工形状モデル

- ・・・盛土、切土等を表現したもので、TINサーフェスモデル等で作成する

構造物モデル

- ・・・構造物、仮設構造物等を3次元CAD等で作成したモデル。作成した構造物モデルには一般的に属性を付加する。

統合モデル

- ・・・地形モデル、地質・土質モデル、線形モデル、土工形状モデル、構造物モデル等のそれぞれのBIM/CIMモデルを組み合わせ、作成用途に応じてBIM/CIMモデル全体を把握できるようにしたモデル



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 パイプラインの計算

「パイプラインの計算」

パイプラインとは

パイプラインとは・・・

石油, 天然ガスなどの輸送管路。

輸送の起・終点を結んで鋼管を敷設, 一端からポンプで圧送し, 長距離の場合は途中に加圧ポンプを設ける。地上, 地中, 水中などどこにでも敷設できるとともに, 大量の物資を低コストで能率的に輸送できる。

土地改良基準におけるパイプラインの定義

既設管を埋設して造成する圧力管路によって農業用水を層配水する水路組織であり、管路とその付帯施設から構成される。



「パイプラインの計算」

定価(税別) ¥98,000

適用基準及び参考文献

- ・(社)農業土木学会、土地改良施設 耐震設計の手引き
- ・(社)農業土木学会、土地改良事業計画設計基準及び運用・解説設計「パイプライン」
- ・(社)日本水道協会、水道施設耐震工法指針・解説1997年版
- ・(社)日本水道協会、水道排水用ポリエチレン管・継手に関する調査報告書

適用範囲

横断方向の設計(常時)、耐震設計及び液状化の判定が可能。

- ・横断方向の設計では、常時と施工時についての設計が可能です。
- ・複数管の一括計算が可能(Ver.3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。レベル2地震時には、タイプIIのみ検討します。
- ・耐震設計を行う場合は、合わせて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及び土質定数の低減係数DEの算出が可能です。(Ver.2より)

「パイプラインの計算」

横断方向の設計①(照査内容)

管は、とう性管と不とう性管に大別され、とう性管は管体の許容されるたわみ率が3%以上の管とされる。

対応管種として、とう性管及び不とう性管が検討可能。

不とう性管	遠心力鉄筋コンクリート管(RC管) コア式プレストレストコンクリート管(PC管)	設計水圧が許容内圧を越えない事を照査する
とう性管	ダクタイル鋳鉄管 鋼管 硬質ポリ塩化ビニル管 ポリエチレン管 強化プラスチック複合管	許容応力度から求まる管厚と設計たわみ率から定まる管厚を満たしている事を照査する

内外圧合成式(不とう性管、強化プラスチック複合管)

$$H_p = \frac{H_c}{S} \left\{ 1 - \left(\frac{P_H}{P_c / S} \right)^n \right\}$$

応力計算から求められる必要管厚計算式(とう性管)

$$t \geq \frac{0.5D \cdot H + \sqrt{(0.5D \cdot H)^2 + 24\alpha \cdot \sigma_a \cdot M}}{2\sigma_a}$$



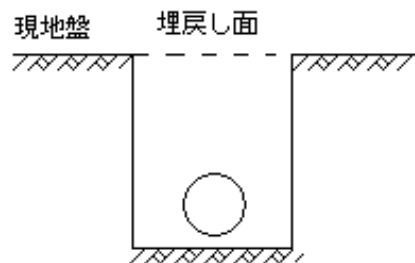
$$H_a = \frac{\sigma_a \cdot t^2 - 6 \cdot \alpha \cdot M}{0.5D \cdot t} \leq H$$

「パイプラインの計算」

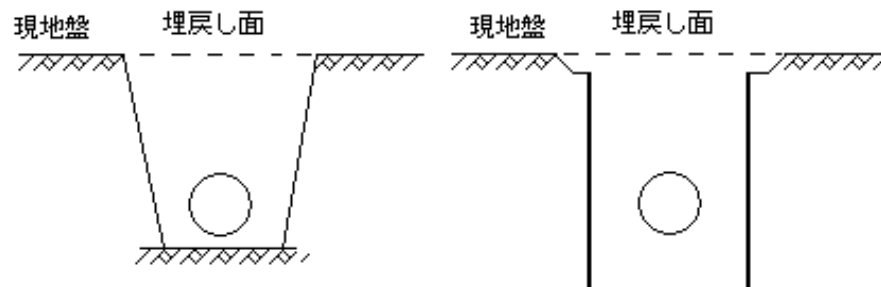
横断方向の設計②(布設状態)

布設状態

溝型



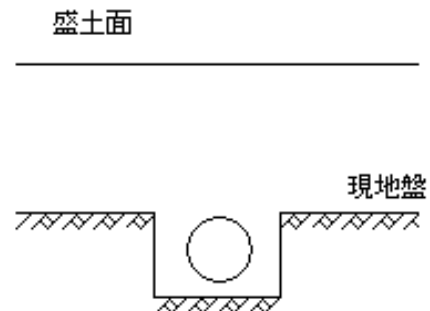
矢板施工



突出型



逆突出型



「パイプラインの計算」

横断方向の設計③(設計荷重)

考慮する荷重の一覧

		不とう性管		とう性管			
		構造計算		構造計算		たわみ量計算	
		常時	施工時	常時	施工時	常時	施工時
土圧	鉛直方向	○	○	○	○	○	○
	水平方向	○	○	○	○	※	※
活荷重	鉛直方向	○		○		○	
	水平方向	○		○		※	
上載荷重	鉛直方向	○		○		○	
	水平方向	○		○		※	
施工時荷重	鉛直方向		○		○		○
	水平方向		○		○		※
管体自重	鉛直方向	△	△	○	○	○	○
	水平方向			○	○	※	※
管内水重	鉛直方向	○		○		○	
	水平方向			○		※	
基礎反力	鉛直方向	○	○	○	○		
内水圧	全方向	○		○			

※たわみ量計算において考慮されている

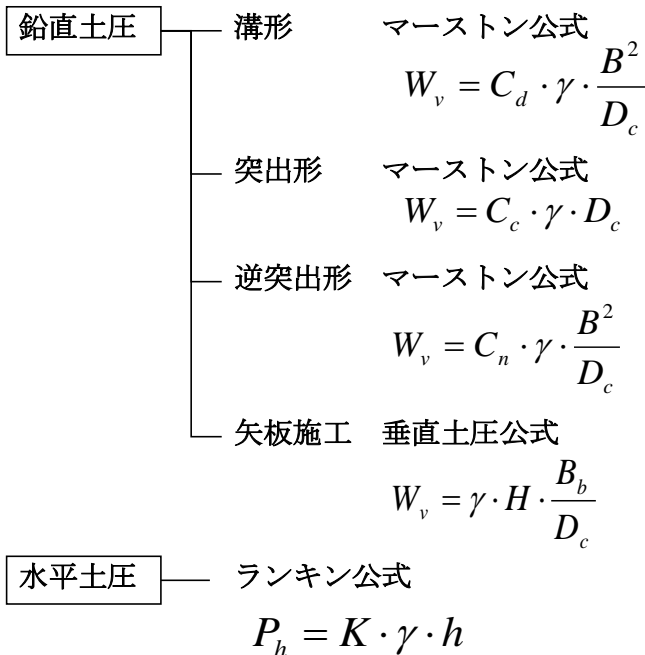
「技術書・パイプライン」P274

「パイプラインの計算」

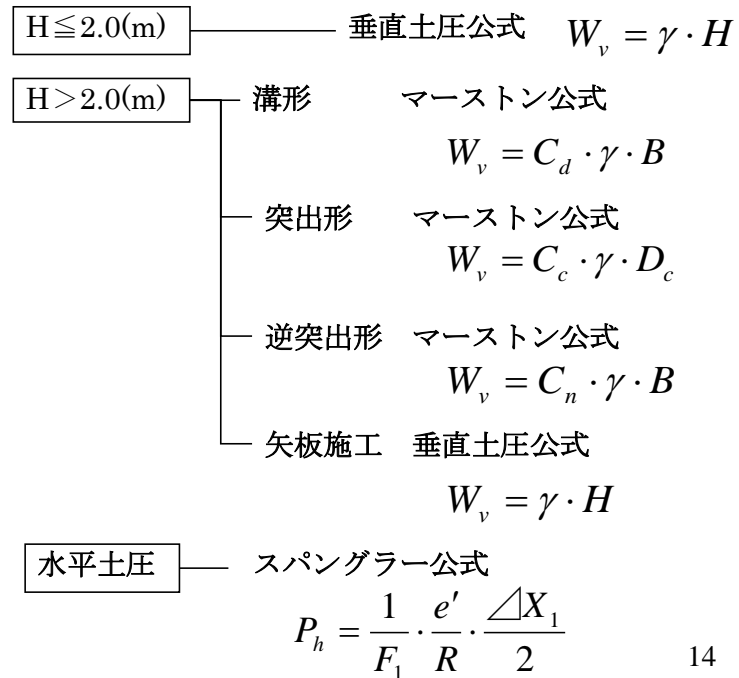
横断方向の設計④(土圧)

土圧は、とう性管不とう性管のそれぞれの布設状態について、各々に適合した土圧公式を適用します。

■不とう性管



■とう性管



「パイプラインの計算」

横断方向の設計⑤(荷重)

■基礎材の反力係数 e' は、下記のように5つのパターンから指定可能です。

1	計算により求める	$e' = e'_0 \cdot \alpha_a \cdot \alpha_b \cdot \alpha_w$
2	たわみ量の計測値より求める	$e' = \frac{2 \cdot F_1 \cdot K \cdot W_v \cdot R^4 - E \cdot I \cdot \triangle X}{0.061 \cdot R^3 \cdot \triangle X}$
3	ソイルセメントを基礎材に使用する	$e' = 7000(\text{kN/m}^2)$
4	口径が300mm以下	$e' = 3000(\text{kN/m}^2)$
5	直接指定	

■活荷重は、自動車荷重または群集荷重を考慮でき、自動車荷重ではT-25, T-20, T-14, T-10または直接指定を選択できます。

■その他の上載荷重として、雪荷重、宅地荷重を考慮できます。

■施工時荷重は、ブルドーザ規格を指定または直接指定が可能です。施工時荷重を考慮する場合は、**常時と施工時の検討**を行います。

「パイプラインの計算」

横断方向の設計⑥(浮上がりの検討)

浮上がりの検討

地下水位が高く、管路が浮上する恐れのあるところでは、管体空虚時に管路が浮上しない深さとします。

$$H \geq \frac{\pi \cdot D_c}{4} \cdot \frac{S \cdot w_0 - \{1 - (D/D_c)^2\} \cdot \gamma_p}{w - w_0}$$

H : 管路が浮上しないための最小土かぶり(m)

D : 管の内径(m)

D_c : 管の外径(m)

S : 安全率(1.2とする)

γ_p : 管体の単位体積重量(kN/m³)

w₀ : 水の単位体積重量(kN/m³)

w : 埋戻し土の飽和単位体積重量(kN/m³)

「パイプラインの計算」

耐震設計①(照査内容)

極めて重要度の高い施設A種、重要度の高い施設B種について、レベル1, レベル2地震動を対象とした応答変位法による耐震設計を行うことが可能です。

構造種別	パイプライン		
重要度	B種	A種	
目標とする構造物の耐震性能	健全性を損なわない	健全性を損なわない	致命的な損傷を防止する
耐震設計で考慮する地震動	レベル1	レベル1	レベル2 (タイプII (内陸直下型))
耐震設計法に用いる設計水平震度及び水平変位振幅の算定式	地盤変位振幅	地盤変位振幅	地盤変位振幅
耐震設計法	応答変位法	応答変位法	応答変位法
照査項目	<ul style="list-style-type: none"> ・管体応力、ひずみの照査 ・継手伸縮量 ・継手屈曲角度 	<ul style="list-style-type: none"> ・管体応力、ひずみの照査 ・継手伸縮量 ・継手屈曲角度 	<ul style="list-style-type: none"> ・管体応力、ひずみの照査 ・継手伸縮量 ・継手屈曲角度

「パイプラインの計算」

耐震設計②(照査内容)

耐震設計では、とう性管の継手構造及び一体構造の照査が可能です。

	継手構造		一体構造
適用管種	ダクタイル鋳鉄管 強化プラスチック複合管 塩化ビニル管(ゴム輪接合) ポリエチレン管		鋼管 塩化ビニル管(接着接合) ポリエチレン管
照査内容	管体応力照査	継手伸縮量・屈曲角照査	管体ひずみ照査
設計荷重	設計内圧 自動車荷重 地震力 (L1, L2)	設計内圧 自動車荷重 温度変化 不同沈下 地震力(L1, L2)	設計内圧 自動車荷重 温度変化 不同沈下 地震力(L1, L2)
備考	ポリエチレンは継手の照査のみ		塩ビ管はL1のみ

「パイプラインの計算」

耐震設計③(地盤データ)

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。

液状化の判定を行う場合には、あわせて土質定数やN地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S波速	γ_1 (kN/m ³)	γ_2 (kN/m ³)	V_s 計算値 (m/s)	V_s 調査値 (m/s)
1	25.000	25.000	沖積層	砂質土	2.000	17.000	8.000	71.533	0.000
2	30.000	5.000	沖積層	粘性土	5.000	17.000	8.000	110.251	0.000
3									

入力方法
☒ 深度 ☐ 層厚

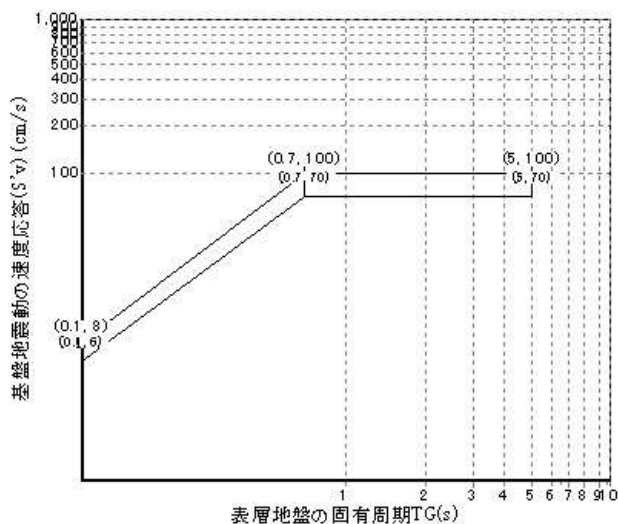
基礎層データ
☒ 直接指定 ☐ 最下層を基礎層とする ☐ 基礎層の指定 1 層 20000
埋積時代: 沖積層 土質: 砂質土 平均S波速: 5.0 せん断弾性波速度 V_{ss} (m/s): 314.300

確定 取消 ヘルプ

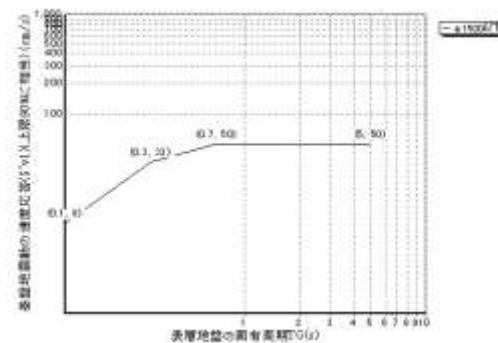
「パイプラインの計算」

耐震設計④(応答スペクトル)

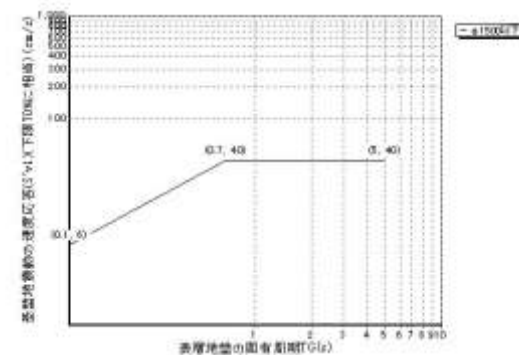
- ✓地盤の特性値や速度応答スペクトルは、自動算出と直接指定が可能です。
- ✓簡便法により軸応力を算出する場合の応答スペクトルも自動で算出します。



応答スペクトル(レベル2)



簡便法の応答スペクトル(レベル2軸応力検討用)



簡便法の応答スペクトル(レベル2その他検討用)

「パイプラインの計算」

基本条件

基本条件

構造物の重要度: ☒ A種 ☐ B種

設計対象地震動: ☒ レベル1 ☒ レベル2

地域区分: ☒ A地域 ☐ B地域 ☐ C地域

基礎面における設計水平地震の標準値: 0.15

地域係数修正係数: 1.00

検討対象: ☒ 継手構造 ☐ 一併構造

管の材質: ダクタイル鋼鉄管

名称: ダクタイル鋼鉄管

検討対象: ☒ 直接指定 ☐ 複数指定 ☐ 管種指定

管 1

管の種類: 呼び径: 2000 基準値から選択する...

外径 (mm)	2061.8
管厚 (mm)	29.5 <input checked="" type="checkbox"/> 計算管厚の使用 (mm) 214
有効管長 (mm)	5008.8
管のボクサ係数 ($\times 10^6$ kN/m ³)	180.000
管のポアソン比	0.280
管の線膨張係数 ($\times 10^{-6}$ /°C)	1.8
許容応力 (N/mm ²)	レベル1 270.00 レベル2 270.00
許容伸び量 (mm)	レベル1 51.8 レベル2 51.0
許容屈曲角	レベル1 1° 30' 0" レベル2 1° 30' 0"

土かぶりへの入力条件: ☒ 直接指定 ☐ 断面指定

埋め戻し土: ☐ 埋め戻し土を入力する

埋め戻し土の土質安定性適用項目: ☐ 土の質量 ☐ 地盤の耐圧係数 特等値

一般事項: タイトル コメント 名称設定...

液状化の判定: ☐ 液状化の判定を行う

液状化の判定対象: ☒ 埋め戻し土 ☐ 地盤

確定 取消 ヘルプ

ダクタイル鋼管

管種:

ヤング係数: 180.000 ($\times 10^6$ kN/m²) 線膨張係数: 1.8 ($\times 10^{-6}$ /°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 (N/mm ²)	許容応力 (N/mm ²)	許容伸び (mm)	許容伸び (mm)	許容屈曲角 (°)	許容屈曲角 (°)
25	85.8	7.5	4008.0	278.08	278.08	31.8	31.8	5° 3' 0"	5° 3' 0"
100	108.8	7.5	4008.0	278.08	278.08	29.8	29.8	5° 3' 0"	5° 3' 0"
150	180.8	7.5	5008.0	278.08	278.08	25.8	25.8	5° 3' 0"	5° 3' 0"
180	220.8	7.5	5008.0	278.08	278.08	20.8	20.8	5° 3' 0"	5° 3' 0"
200	271.8	7.5	5008.0	278.08	278.08	21.8	21.8	4° 3' 0"	4° 3' 0"
300	322.8	7.5	6008.0	278.08	278.08	48.8	48.8	3° 28' 0"	3° 28' 0"
350	374.8	7.5	6008.0	278.08	278.08	32.8	32.8	4° 58' 0"	4° 58' 0"
400	425.8	8.5	6008.0	278.08	278.08	39.8	39.8	4° 18' 0"	4° 18' 0"
450	476.8	8.5	6008.0	278.08	278.08	32.8	32.8	5° 28' 0"	5° 28' 0"
500	528.8	8.5	6008.0	278.08	278.08	38.8	38.8	3° 28' 0"	3° 28' 0"
600	630.8	11.0	6008.0	278.08	278.08	32.8	32.8	3° 58' 0"	3° 58' 0"
700	732.8	12.0	6008.0	278.08	278.08	32.8	32.8	3° 58' 0"	3° 58' 0"

確定 取消 ヘルプ

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読み出す事ができる。

「パイプラインの計算」

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。

管種ごとのデータ

「パイプラインの計算」

土かぶりの複数指定

土かぶりの指定方法として、直接指定のほか、
範囲指定(土かぶりの範囲、ピッチ)が可能。
範囲指定により、一つのデータで複数の土かぶりの条件を一度に計算可能。

計算結果は、比較表として複数管種、複数土かぶりの結果を一覧表示できる。

1章 結果比較表

名称：ダクタイル鋼種管

地震動のレベル				レベル1	レベル2
地震	設置地盤率			30.000%	
	覆土計画	設置地盤	1/2	25.000g (B=2.00)	
		高層層		5.000g (B=2.00)	
	設計応答速度 (m/s)			0.00000	1.00000
	設計地震動における水平加速度			0.15	—
	地震動補正係数			1.00	—
管種	呼び径 (mm)			2000	
	外径 (mm)			2061.0	
	壁厚 (mm)			23.5	
	質量 (mm)			6660	
	管軸長さ (m)			2.000	
	ヤング率 (N/m ²)			160.000×10 ⁹	
	ポアソン比			0.280	
	熱膨張係数 (1/℃)			0.000010	
算出結果	設計内圧 (N/m ²)			100.000	
	自動検査圧 (MPa)			100.000	
	温度変化 (℃)			20.0	
	設計地震動 (m)			60.000	
	平均土下量 (m)			0.200	
	質量移動			0.12	1.90

・管体応力 (N/mm²)

土質 (mm)	設計内圧 (MPa)	自動検査圧 (MPa)	レベル1		レベル2		管種
			地震時	管体応力 (N/mm ²)	地震時	管体応力 (N/mm ²)	
1.000	2.866	3.518	0.323	11.800 (270.000)	1.532	13.054 (270.000)	COOKING
2.000	2.866	4.262	0.321	7.249 (270.000)	1.522	8.499 (270.000)	
3.000	2.866	4.647	0.318	5.636 (270.000)	1.507	6.820 (270.000)	
4.000	2.866	4.961	0.314	4.992 (270.000)	1.458	6.189 (270.000)	
5.000	2.866	5.209	0.309	4.354 (270.000)	1.468	5.749 (270.000)	

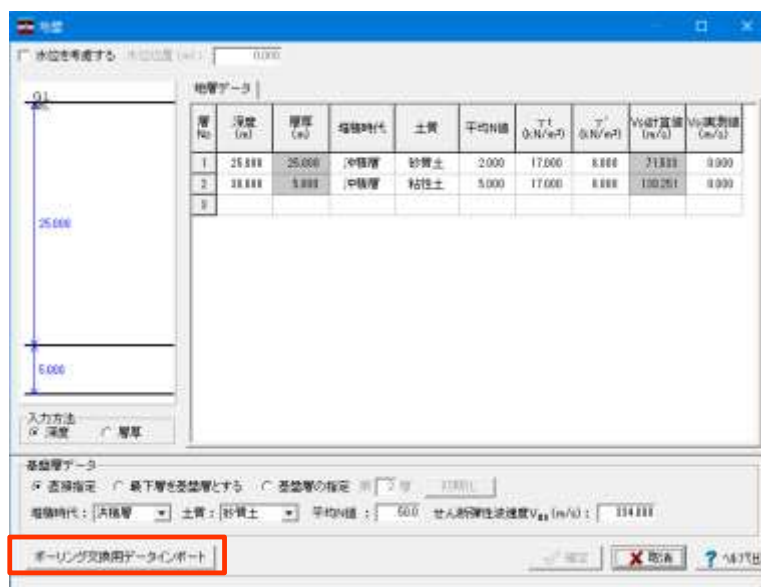
・継手

土質 (mm)	レベル1		レベル2		管種
	継手平均長さ (mm)	継手平均角度	継手平均長さ (mm)	継手平均角度	
1.000	1.020 (21.000)	0° 0' 40" (1° 30' 0")	27.040 (21.000)	22° 1' 30" (1° 30' 0")	COOKING
2.000	4.880 (21.000)	0° 0' 39" (1° 30' 0")	27.040 (21.000)	22° 1' 30" (1° 30' 0")	
3.000	4.750 (21.000)	0° 0' 38" (1° 30' 0")	26.400 (21.000)	22° 1' 30" (1° 30' 0")	
4.000	4.720 (21.000)	0° 0' 38" (1° 30' 0")	26.100 (21.000)	22° 1' 30" (1° 30' 0")	
5.000	4.670 (21.000)	0° 0' 38" (1° 30' 0")	25.710 (21.000)	22° 1' 30" (1° 30' 0")	

「パイプラインの計算」

ボーリングデータのインポート

- ✓ 耐震計算時の地盤データは、ボーリング交換用データ(XMLファイル)から読み込むことができます
- ✓ ボーリング交換用データ:「地質・土質調査成果電子納品要領(国土交通省)」の「第2編 ボーリング柱状図編」で規定



層No	深度 (m)	層厚 (m)	地層時代	土質	平均N値	γ 1 (kN/m ²)	γ 2 (kN/m ²)	V_s 計算値 (m/s)	V_s 測定値 (m/s)
1	25.888	25.000	沖積層	砂質土	2000	17.000	8.888	218.88	0.000
2	38.888	8.888	沖積層	粘性土	5.000	17.000	8.888	180.261	0.000

ボーリング
交換用データ

「パイプラインの計算」



以上で「パイプラインの計算」の製品紹介を終わります。

