

---

# 更生管の計算 Ver.2

Operation Guidance 操作ガイダンス

---



# 本書のご使用にあたって

本操作ガイドは、おもに初めて本製品を利用する方を対象に操作の流れに沿って、操作、入力、処理方法を説明したものです。

## ご利用にあたって

最新情報は、製品添付のHELPのバージョン情報をご利用下さい。  
本書は、表紙に掲載時期の各種製品の最新バージョンにより、ご説明しています。  
ご利用いただく際には最新バージョンでない場合もございます。ご了承下さい。

## お問い合わせについて

本製品及び本書について、ご不明な点がございましたら、ご所有の本製品のインストール用CD-ROMなどから「問い合わせ支援ツール」をインストールして戴き、製品画面上から、問い合わせ支援ツールを利用した簡単なお問い合わせ方法をご利用下さい。環境などの理由でご使用いただくことが可能ではない場合には弊社、「サポート窓口」へメール若しくはFAXにてお問い合わせ下さい。  
なお、ホームページでは、最新バージョンのダウンロードサービス、Q&A集、ユーザ情報ページ、ソフトウェアライセンスのレンタルサービスなどのサービスを行っておりますので、合わせてご利用下さい。

ホームページ [www.forum8.co.jp](http://www.forum8.co.jp)

サポート窓口 [ic@forum8.co.jp](mailto:ic@forum8.co.jp)

FAX 0985-55-3027

本製品及び本書のご使用による貴社の金銭上の損害及び逸失利益または、第三者からのいかなる請求についても、弊社は、その責任を一切負いませんので、あらかじめご承知置き下さい。

製品のご使用については、「使用権許諾契約書」が設けられています。

VIEWER版でのご使用については、「VIEWER版使用権許諾契約書」が設けられています。

Web認証（レンタルライセンス、フローティングライセンス）でのご使用については、「レンタルライセンス、フローティングライセンス版使用権許諾契約書」が設けられています。

※掲載されている各社名、各社製品名は一般に各社の登録商標または商標です。

# 目次

5	第1章 製品概要
5	1 プログラム概要
8	2 フローチャート
9	第2章 操作ガイダンス-自立管の計算
9	1 入力
9	1-1 画面説明
10	1-2 基本条件
13	1-3 地盤
15	1-4 設計条件
18	2 計算確認
18	2-1 管厚算定
19	2-2 耐震計算
20	3 計算書作成
21	4 基準値
23	5 データ保存
24	第3章 操作ガイダンス-複合管の計算
24	1 入力
24	1-1 基本条件
27	1-2 地盤
27	1-3 地盤バネ
30	2 計算確認
30	2-1 FRAME
31	2-2 管体照査
32	第4章 Q&A

# 第1章 製品概要

## 1 プログラム概要

### 1-1 機能および特長

本プログラムは、『管きよ更生工法における設計・施工管理ガイドライン（案）』（公益社団法人日本下水道協会）に基づいて、更生自立管の計算及び更生複合管の計算を行うプログラムです。

#### ■機能

##### ・自立管の計算

1. 自立管の常時の計算（管厚算定）、地震時の計算が可能。
2. 常時の計算では、曲げ強度による管厚と、たわみ率による管厚の算定が可能。
3. 地震時の照査では、管体応力の照査、マンホール接続部の屈曲角、抜き出し量の照査が可能。
4. 更生工法毎の物性値を基準値として追加、編集することが可能。
5. 表層地盤の特性値TG、設計応答速度Svlは、任意に指定することが可能。
6. 基盤層データの直接指定が可能。
7. 複数の土かぶり高にて検討が可能。比較表としても出力が可能。
8. 自動車荷重において、荷重をT-25, T-20, T-14, T-10, 直接指定から選択が可能。また、断面力の低減係数を考慮することが可能。
9. 液状化の判定が可能。また、平成14年道示と平成24年道示を選択可能。

##### ・複合管の計算

1. 線形解析による複合管の計算が可能。
2. 更生管として、常時、地震時（鉛直断面照査、継手照査）の計算が可能。
3. 既設管として鉄筋コンクリート管を基準値から取得が可能。
4. 表層地盤の特性TG、設計応答速度Svlは、任意に指定することが可能。
5. 基盤層データの直接指定が可能。
6. 自動車荷重において、荷重をT-25, T-20, T-14, T-10, 直接指定から選択が可能。また、断面力の低減係数を考慮することが可能。

##### ・液状化の判定

1. 液状化の判定が可能。また、平成14年道示と平成24年道示を選択可能。

#### ■特長

本プログラムは、上記の計算機能に加えて、入出力部分に次のような機能があります。

- ①「基準値」データの活用により、あらかじめ基準類等で定められた値の入力や基本的設計の考え方を毎回入力する煩わしさを解消しています。
- ②入力した条件・照査判定結果はアイコンイメージで一目で確認できます。
- ③計算書においては、項目をツリー形式で表示し編集することもできます。

## 1-2 適用範囲

本プログラムでは、更生材単独で自立できるだけの強度を発揮させ、新設管と同等以上の耐荷能力を有する自立管の検討及び既設管きよと更生材を一体化させ、新設と同様の性能を有する複合管の線形解析による検討が可能です。

### (1) 自立管

#### 1) 照査項目

##### ・常時の検討

曲げ強度による管厚算定

たわみ率による管厚算定

##### ・地震時の検討

地震動による管体応力

地震動による屈曲角

地震動による抜き出し量

液状化に伴う側方流動による管体応力

液状化に伴う側方流動による抜き出し量

液状化に伴う地盤沈下による管体応力

液状化に伴う地盤沈下による屈曲角

液状化に伴う地盤沈下による抜き出し量

#### 2) 地盤

- ・地盤は水平で、傾斜地盤には対応していません。
- ・管頂は地表面より深いこと。地表面よりも上に管きよが突出しているケースには対応していません。
- ・基盤面は管底より深いこと。管きよが基盤層に入っているケースには対応していません。

#### 3) 荷重

- ・常時の検討では、荷重として、常時土圧、自動車荷重を考慮可能です。
- ・常時土圧は、ヤンセン公式、直土圧公式、テルツァギーの緩み土圧から選択可能です。

## 1-2適用範囲

### (2)複合管

#### 1)照査項目

##### ・常時の検討

輪荷重、鉛直土圧による管体応力

##### ・地震時の検討

地震動による管体応力

地震動による継手の照査

#### 2)地盤

・地盤は水平で、傾斜地盤には対応していません。

・管頂は地表面より深いこと。地表面よりも上に管きよが突出しているケースには対応していません。

・基盤面は管底より深いこと。管きよが基盤層に入っているケースには対応していません。

#### 3)荷重

・常時の検討では、荷重として常時土圧、自動車荷重を考慮可能です。

・常時土圧は、直土圧公式から算出します。

## 1-3適用基準および参考文献

本プログラムは、以下の適用基準及び参考文献等の基準類を参考に開発されています。

- ・『管きよ更生工法における設計・施工管理ガイドライン(案)』(公益社団法人日本下水道協会)
- ・『更生管の手引き(案)』(公益社団法人日本下水道協会)
- ・『下水道推進工法の指針と解説-2010年版-』(公益社団法人日本下水道協会)
- ・『下水道施設の耐震対策指針と解説-2014年版-』(公益社団法人日本下水道協会)
- ・『下水道施設の耐震対策指針と解説-2006年版-』(公益社団法人日本下水道協会)
- ・『下水道施設耐震計算例-管路施設編-前編 2001年版』(公益社団法人日本下水道協会)
- ・『JSWAS A-1 〈下水道用鉄筋コンクリート管〉』(社団法人 日本下水道協会)
- ・『JSWAS A-2 〈下水道推進工法用鉄筋コンクリート管〉』(社団法人 日本下水道協会)
- ・『JSWAS A-6 〈下水道小口径管推進工法用鉄筋コンクリート管〉』(社団法人 日本下水道協会)
- ・『JSWAS K-1 〈下水道用硬質塩化ビニル管〉』(公益社団法人 日本下水道協会)
- ・『JSWAS K-2 〈下水道用強化プラスチック複合管〉』(公益社団法人 日本下水道協会)

## 2 フローチャート





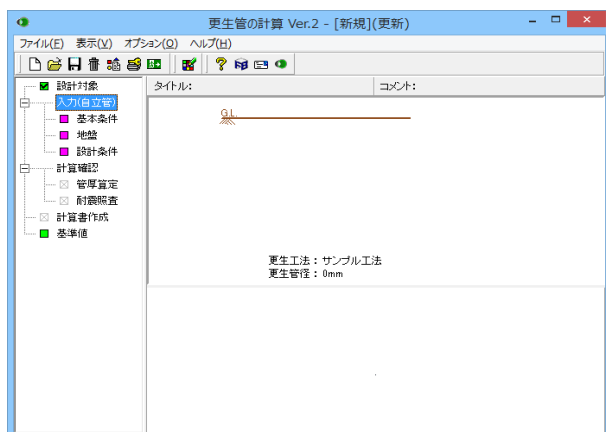
## 第2章 操作ガイドンス-自立管の計算

### 1 入力

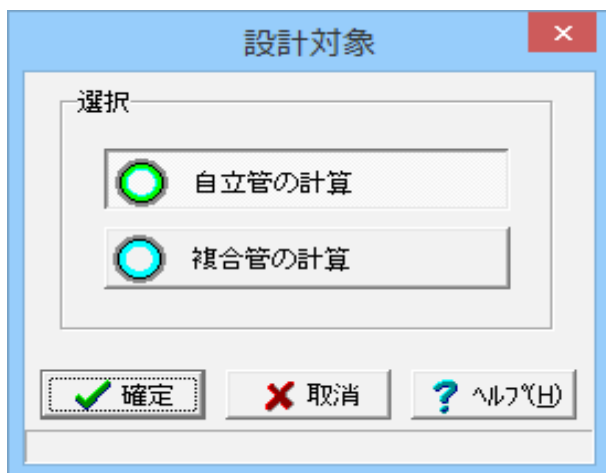
#### 1-1 画面説明

ここでは、サンプルデータ「SampleJiritu1」を作成することを目的とし、説明を進めます。

各入力項目の詳細については製品の【ヘルプ】をご覧ください。



画面左側のツリービューを使用して、入力、計算、および計算結果の確認を行います。



自立管の計算を選択します。

## 1-2 基本条件

**基本条件**

照査対象  
 常時(管厚算定)  
 地震時

地盤の重要度  
 重要な幹線等  
 その他の管路

検討項目(管種)  
 曲げ強度による管厚  
 たわみ率による管厚

検討項目(地震時)  
 地震動による管径圧力  
 地震動による曲角  
 地震動による吐出量  
 地盤沈下による管径圧力  
 地盤沈下による曲角  
 地盤沈下による吐出量

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

既設管  
 材質: 鉄筋コンクリート 呼称径: 250 外径(mm): 306.0

更生管  
 更生工法: ○○工法 基準値から選択する  
 材質: 硬質塩化ビニル管  ガラス繊維で補強

外径 (mm)	250.0	管厚 (mm)	8.9
最小更生管厚 (mm)	8.9	短期曲げ強度 $\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	50.00
長期曲げ強度 $\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	0.00	短期曲げ強度の安全率Fs	5.0
長期曲げ弾性係数EL (N/mm <sup>2</sup> )	1270.00	長期曲げ強度の安全率Fs	0.0
許容たわみ率V (%)	5.0	長期曲げ弾性係数の安全率F	12
短期引張弾性係数Et (N/mm <sup>2</sup> )	1760.00	短期曲げ弾性係数Em (N/mm <sup>2</sup> )	1760.00
短期引張弾性係数E (N/mm <sup>2</sup> )	1600.00	使用限界引張強度 $\sigma_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	6.38
使用限界引張強度 $\sigma_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	6.38	終局限界引張強度 $\sigma_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	31.90
終局限界引張強度 $\sigma_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	50.00	終局限界引張強度 $\sigma_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	40.00
使用限界吐出量 (mm)	37.5	終局限界吐出量 (mm)	75.0
使用限界曲角	1° 30' 42"	終局限界曲角	8° 16' 28"

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  
 常時  地震時

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通示  H24通示  
 判定対象  現地盤  埋め戻し土

各工法の最新の物性値は、工法協会・メーカー等にご確認ください

### 既設管

材質:「鉄筋コンクリート管」呼び径:「250」、外径:「306.0」を選択します。

### 更生管

更生工法:「○○工法」と入力します。  
 材質:「硬質塩化ビニル管」と入力します。  
 その他左記のように値を入力します。

すべて入力後、「確定」ボタンをクリックします。

※この例では更生管全てのデータを直接入力していますが、「更生工法」の▼ボタンで表示されるリストや「基準値から選択する」ボタンで表示されるダイアログから基準値に登録されている工法を選択すると、その工法の物性値等のデータが基本条件画面に設定されます。

**自立管**

更生工法	更生材質	ガ...	曲げ強度...	安全率	曲げ弾性...	安全...	最小管厚...	引張弾性...
S0ライナー工法	ビニルエス...	-	40.00	5.0	1500.0	1.6	0.0	2700.0
インシチュ...	不飽和ポリ...	-	50.00	5.0	1550.0	1.6	0.0	2200.0
心管工法	不飽和ポリ...	-	40.00	5.0	2000.0	1.6	0.0	2500.0
スルーリ...	不飽和ポリ...	-	40.00	5.0	2000.0	1.6	0.0	3000.0
エポフィット工...	エポキシ樹...	-	80.00	5.0	4000.0	1.6	0.0	2500.0
エポフィット工...	エポキシ樹...	○	80.00	1.5	4600.0	1.5	0.0	3000.0
E工法	硬質塩化ビ...	-	84.00	5.0	1250.0	1.6	0.0	2000.0
オメガライ...	硬質塩化ビ...	-	50.00	5.0	1270.0	1.6	0.0	1780.0
ポリエチレン...	高密度ポリ...	-	20.00	5.0	370.0	1.6	0.0	685.0
FRP工法	不飽和ポリ...	○	66.00	1.5	5170.0	1.5	0.0	6000.0
オールライ...	不飽和ポリ...	-	40.00	5.0	2700.0	1.6	0.0	3500.0
オールライ...	不飽和ポリ...	○	42.00	1.5	5371.0	1.5	0.0	5000.0
バルサム工...	不飽和ポリ...	○	50.00	1.5	4800.0	1.5	0.0	8000.0
Kー工法	不飽和ポリ...	○	40.00	1.5	3500.0	1.5	0.0	8500.0
シームレス...	不飽和ポリ...	○	80.00	1.5	4090.0	1.5	0.0	7355.0
シームレス...	不飽和ポリ...	○	70.00	1.5	6720.0	1.5	0.0	5500.0

### 基準値からの選択

基準値に登録されている各更生工法のデータを選択します。選択後に画面を確定することで、基本条件に選択した工法のデータが反映されます。

基本条件

照査対象  
 常時(管厚算定)  
 地震時

検討項目(常時)  
 曲げ強度による管厚  
 たわみ率による管厚

検討項目(地震時)  
 地震動による管体応力  
 地震動による屈曲角  
 地震動による吐出量  
 側方流動による管体応力  
 側方流動による吐出量  
 地盤沈下による管体応力  
 地盤沈下による吐出量

施設の重要度  
 重要な幹線等  
 その他の管路

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

試験管  
 材質: 鉄筋コンクリート 呼称径: 250 外径(mm): 306.0

更生管  
 更生工法: ○○工法 基準値から選択する...  
 材質: 硬質塩化ビニル管  ガラス繊維で補強

外径 (mm)	250.0
管厚 (mm)	8.9
最小更生管厚 (mm)	8.9
短期曲げ強度 $\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	50.00
長期曲げ強度 $\sigma_L$ (N/mm <sup>2</sup> )	0.00
長期曲げ弾性係数EL (N/mm <sup>2</sup> )	1270.00
許容たわみ率 (%)	5.0
短期引張弾性係数Et (N/mm <sup>2</sup> )	1760.00
短期圧縮弾性係数Ec (N/mm <sup>2</sup> )	1600.00
使用限界引張強度 $\sigma_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	6.38
終局限界引張強度 $\sigma_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	50.00
使用限界吐出量 (mm)	37.5
使用限界屈曲角	1° 39' 42"
短期曲げ強度の安全率F <sub>s</sub>	5.0
長期曲げ強度の安全率F <sub>L</sub>	0.0
長期曲げ弾性係数の安全率F <sub>E</sub>	1.2
短期曲げ弾性係数E <sub>n</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	1760.00
終局限界引張強度 $\sigma_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	31.90
終局限界引張強度 $\sigma_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	40.00
終局限界吐出量 (mm)	75.0
終局限界屈曲角	0° 16' 28"

埋め戻し  
 埋め戻し土を入力する  
 埋め戻し土の質定義を用いる項目  
 常時  地震時

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  
 適用基準:  H14適用  H24適用  
 判定対象:  現地盤  埋め戻し土

各工法の最新の物性値は、工法協会・メーカー等にご確認ください

### ■照査対象

照査項目を選択します。

### ■検討項目(常時)

照査対象で「常時(管厚算定)」にチェックを入れているときに、常時の検討項目を選択します。

- ・曲げ強度による管厚
- ・たわみ率による管厚

### ■施設の重要度

検討する下水道管路を重要度に合わせて、選択します。

- ・重要な幹線等

※「重要な幹線等」とは

- 流域幹線の管路
  - ポンプ場・処理場に直結する幹線管路
  - 河川・軌道等を横断する管路で地震被害によって二次災害を誘発するおそれのあるもの、及び復旧が極めて困難と予想される幹線管路等
  - 災害時に重要な交通機能への障害を及ぼすおそれのある緊急輸送経路等に埋設されている管路
  - 相当広範囲の排水区を受け持つ吐き口に直結する幹線管路
  - 防災拠点や避難所、又は地域防災対策上必要と定めた施設等から排水をうける管路
  - その他、下水を流下収集させる機能面から見てシステムとして重要な管路
- ・その他の管路

※レベル1地震時の照査のみが選択できます。

### ■設計対象地震動

チェック状態により、以下の組み合わせの照査を行います。

- ・レベル1地震動に対しての設計

- ・レベル2地震動に対しての設計 ■地域区分

地域区分を選択及を行います。液状化の判定を行う場合の地

基本条件

照査対象  
 常時(管厚算定)  
 地震時

検討項目(常時)  
 曲げ強度による管厚  
 たわみ率による管厚

検討項目(地震時)  
 地震動による管体応力  
 地震動による屈曲角  
 地震動による吐出量  
 側方流動による管体応力  
 側方流動による吐出量  
 地盤沈下による管体応力  
 地盤沈下による吐出量

地盤の重要度  
 重要な幹線等  
 その他の管路

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

既設管  
 材質: 鉄筋コンクリート 呼び径: 250 外径(mm): 306.0

更生管  
 更生工法: ○○工法 基準値から選択する...  
 材質: 硬質塩化ビニル管  ガラス繊維で補強

外径 (mm)	250.0	短期曲げ強度 $\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	50.00	短期曲げ強度の安全率F <sub>s</sub>	5.0
管厚 (mm)	8.9	長期曲げ強度 $\sigma_{sL}$ (N/mm <sup>2</sup> )	0.00	長期曲げ強度の安全率F <sub>sL</sub>	0.0
<input checked="" type="checkbox"/> 最小更生管厚 (mm)	8.9	長期曲げ弾性係数E <sub>L</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	1270.00	長期曲げ弾性係数の安全率F <sub>E</sub>	1.2
許容たわみ率V (%)	5.0	短期引張弾性係数E <sub>t</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	1760.00	短期曲げ弾性係数E <sub>m</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	1760.00
短期引張弾性係数E <sub>t</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	1760.00	短期圧縮弾性係数E <sub>c</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	1600.00		
使用限界引張強度 $\sigma_{t1}$ (N/mm <sup>2</sup> )	6.38	終局限界引張強度 $\sigma_{t3}$ (N/mm <sup>2</sup> )	31.90		
終局限界引張強度 $\sigma_{t2}$ (N/mm <sup>2</sup> )	50.00	終局限界圧縮強度 $\sigma_{c3}$ (N/mm <sup>2</sup> )	40.00		
使用限界吐出量 (mm)	37.5	終局限界吐出量 (mm)	75.0		
使用限界屈曲角	1° 39' 42"	終局限界屈曲角	8° 16' 28"		

埋戻し土  
 埋戻し土を入力する  
 埋戻し土の土質定数を用いる項目  
 常時  地震時

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  
 適用基準:  H14道示  H24道示  
 判定対象:  現地盤  埋戻し土

各工法の最新の物性値は、工法協会・メーカー等にご確認ください

確定 取消 ヘルプ

地域補正係数は、A地域1.0、B地域0.85、C地域0.7で内部設定されます。

- ・A地域
- ・B地域
- ・C地域

■既設管

既設管の材質、呼び径、外径を指定することができます。

■更生管

更生工法は、基準値に登録されている更生工法がリストから選択するか、任意に入力してください。リストから選択すると、材質及び最小更生管厚～屈曲角(たわみ率を除く)のデータが基準値からセットされます。

外径～屈曲角においては、更生管の計算をするのに必要なデータを設定します。基準値にない工法の場合は直接編集して計算を行うことが可能です。

「基準値」画面に登録された工法は、更生工法のリストから選択することで管の諸元(曲げ強度、引張強度、圧縮強度、弾性係数、抜き出し量、屈曲角、安全率等)を自動的に設定します。

「基準値から選択する...」で表示されるダイアログで工法を選択を行うことも可能です。

また、設計に必要な全てのデータは直接編集することが可能ですので、「基準値」画面に登録されていない工法についても、基本条件の画面でデータを入力することにより検討を行うことができます。

※各工法の最新の物性値等は、各工法協会・メーカーにご確認ください。

■埋戻し土

埋戻し土の入力を「する」とした場合は、常時および地震時の検討において、埋戻し土の土質定数を用いるかどうかを選択できます。

また、「形状 - 地盤」画面に、埋戻し土入力用の入力が追加されます。

■液状化の判定

液状化の判定にチェック(シ)すると、液状化の判定を行います。液状化の判定は、H14道示及びH24道示が選択できます。また、液状化の判定を対象とする地盤を現地盤と埋戻し地盤から選択します。埋戻し土の液状化による可能性については、「下水道施設の耐震対策指針と解説」P.35～37に以下の条件の全てに該当する場合について可能性があると記載されています。

- ①地下水位が原地盤面から10m以内にあり、かつ、原地盤面から20m以内の深さに存在する飽和土層
- ②細粒分含有率FCが35%以下の土層、又は、FCが3%を超えても塑性指数Ipが15以下の土層
- ③平均粒径D50が10mm以下で、かつ、10%粒径D10が1mm以下である土層

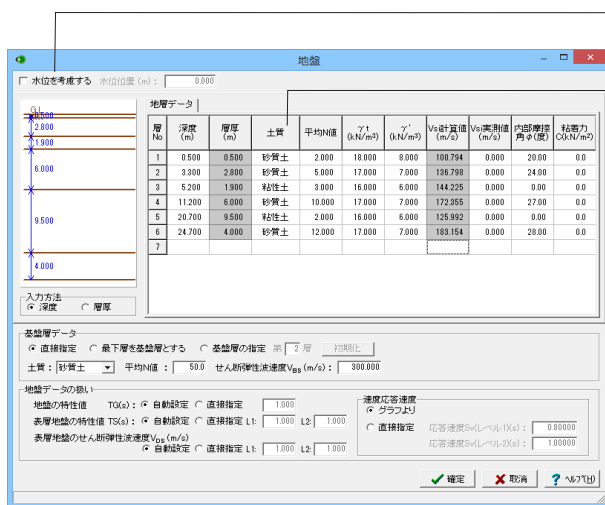
■一般事項

[名称設定] ボタンをクリックして、一般事項(タイトル、コメント)を入力します。

※メイン画面のタイトル欄、またはコメント欄をダブルクリックすることでも、入力ダイアログを表示可能です。

### 1-3 地盤

地盤の土質に関するデータを入力します。



「水位を考慮する」のチェックを外します。

地層データ：1～6まで左記のように入力します。  
すべて入力後、「確定」ボタンをクリックします。

#### ■水位

地表面からの深さを入力します。水位は、「水位を考慮する」にチェックをつけている場合のみ考慮します。液状化の判定を行う場合は、必ず水位の入力を行います。

#### ■地層データ (原地盤/埋戻し土)

原地盤、埋戻し土それぞれについて、地層ごとに各データを入力します。埋戻し土の入力では、[原地盤のデータをコピー] ボタンをクリックすることにより、その時点の原地盤のデータを設定します。

##### ① 深度、層厚

入力方法として、深度か層厚を指定して入力してください。

##### ② 土質

砂質土、粘性土から選択してください。

##### ③ 平均N値

せん断弾性波速度Vs計算等に使用します。

##### ④ $\gamma_t$ , $\gamma'$

土砂の単位体積重量を指定します。水位の指定がある場合は、水位以下は $\gamma'$  (水中重量) が参照されます。

##### ⑤ Vs計算値, Vs実測値

Vs計算値は、平均N値の指定によって算出した値を表示します。Vs実測値は、予めVsが算出済時は該当値を実測値に入力します。Vs実測値に0が指定されている際はVs計算値を適用します。

##### ⑥ 内部摩擦角, 粘着力

内部摩擦角, 粘着力は、土圧算出時に使用します。

地盤の剛性係数の算出方法に管きょ位置の地盤が選択されている場合、管頂～管底内に複数の地層データがある時は管軸位置の地層データを使用して計算を行います。

#### ■土質データ

液状化の判定に必要なデータを入力します。深度、層厚、土質、 $\gamma_{t'}$ については、地層データにて入力したものを使用します。

##### ・ $\gamma_{sat}$ : 飽和重量

##### ・ $\gamma_{sat'}$ : 水中重量

一軸: 耐震設計上ごく軟弱な土層 (現地盤面から3m以内にある粘性土層で一軸圧縮強度が20(kN/m<sup>2</sup>)以下の土層) の判定に用います。なお、ごく軟弱な土層と判断された場合、低減係数を0.000とします。

・Ip: 塑性指数Ipを指しており、砂質土層に対し液状化の判定を行う必要があるか否かの判定に用います。細粒分含有率FCが35%を超えたときに参照されます。

・Fc: 細粒分含有率を設定します。

・D50: 土の平均粒径を設定します。

・D10: 土の10%粒径を設定します。

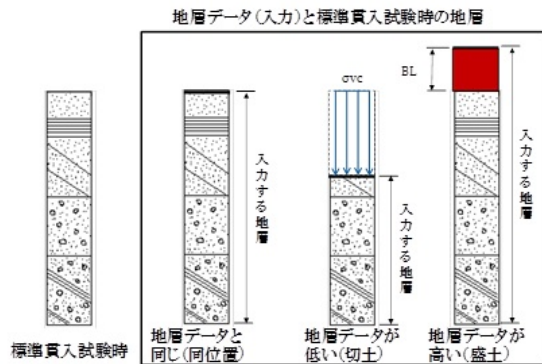
・判定: 各層ごとに液状化の判定を行うか否かを指定します。

— : 液状化の判定を行わない

○ : 液状化の判定を行う

※液状化の判定対象は20m以内の深さとしています。

※3m以内にある粘性土層で一軸圧縮強度が20(kN/m<sup>2</sup>)以下の土層は、耐震設計上ごく軟弱な土層とみなし、「判定」の設定にかかわらず低減係数を0.000とします。



■地層データ(液状化)

H24道示基準の液状化の判定において、繰返し三軸強度比RLの計算時に使用する有効上載圧は、標準貫入試験を行った地表面からの値となります。よって、液状化の判定を行う地層データの地表面と標準貫入試験を行った地表面が異なる場合は、以下の位置関係を選択し、必要なデータ( $\sigma_{vc}$ 、BL)を入力します。

■基盤層データ

基盤層となるデータを入力します。「最下面を基盤層」とした場合は、入力されている地層データの最後の行を基盤層とします。また、「基盤層の指定」を選択した場合は、基盤層の番号(2層目以降)を指定します。基盤層データの初期化ボタンにより、基盤層データを指定された層のデータで初期化します。

■地盤データの扱い

地盤データの扱いでは、地盤の特性値TG、表層地盤の特性値TS、表層地盤のせん断弾性波速度VDS、設計応答速度Svの各項目について、自動で設定するか直接指定するかを選択することができます。

## 1-4 設計条件

埋設条件、荷重条件等の項目を指定します。

左記のように入力します。

すべて入力後、「確定」ボタンをクリックします。

### ■埋設条件

土被り高は、既設管の土被りを指定します。範囲指定を選択した場合は、あわせて土被りの範囲とピッチを指定します。範囲指定の場合は、土被り範囲の開始位置からピッチ毎に計算を行い、土被り毎の結果を比較表で確認することができます。土被りを複数指定した場合は、ツリービューで比較表作成を選択することができます。

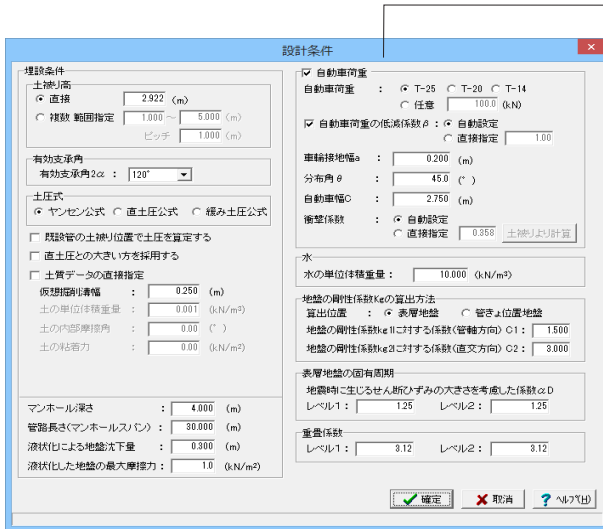
有効支承角 $2\alpha$ は、 $60^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $120^\circ$ から選択します。(通常は $120^\circ$ )常時の照査で使用されます。

常時の検討における土圧式はヤンセン公式、直土圧公式、緩み土圧式から選択します。既設管の土被り位置で土圧を算定するにチェックが無い場合は、更生管の土被りで土圧を算定します。「直土圧との大きい方を採用する」は、直土圧公式以外を選択したときに有効になり、直土圧(土被り最大2m)とヤンセン公式(または緩み土圧)の大きい方を土圧として適用します。

ヤンセン公式の場合は、「仮想掘削幅」を指定します。また、「土質データの直接指定」をチェックした場合は、「土砂の単位体積重量」、「土砂の内部摩擦角」、「土砂の粘着力」を指定します。直接指定しない場合は、「地盤」画面の地層データから土圧を算定します。

緩み土圧の場合は、「土の緩み幅」を指定します。また、「均一地盤として土圧を算出する」にチェックした場合は、「土砂の単位体積重量」、「土砂の平均N値」、「土砂の内部摩擦角」、「土砂の粘着力」を指定します。「 $N < 2$ では $c=0$ 、 $N < 25$ では、 $c/2$ とする」をチェックすると、平均N値が2未満の層の粘着力を0、平均N値が25未満の層の粘着力を半分にして土圧を算出します。

地震時の検討を行う場合は、マンホール深さ(地震動による抜き出し量で使用)、管路長さ(マンホールスパン)(側方流動および地盤沈下による管体応力に使用)、液状化による地盤沈下量、液状化した地盤の最大摩擦力(側方流動による発生応力で使用)を指定します。

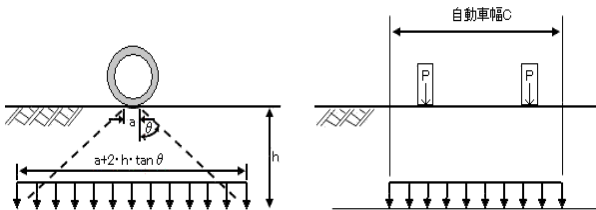


■自動車荷重

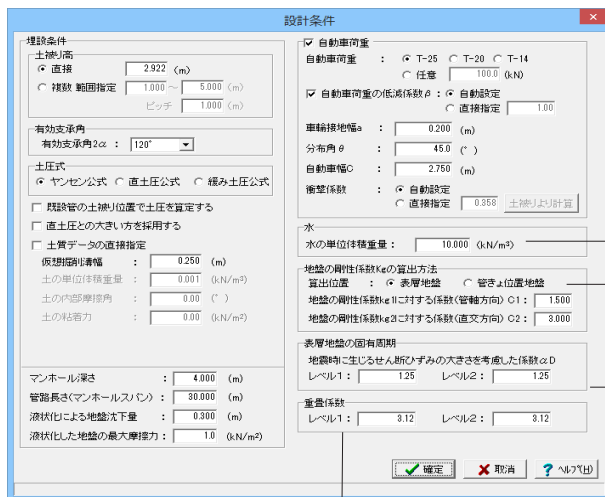
自動車荷重を考慮する場合は、「自動車荷重」にチェックします。自動車荷重は、「T-25(100kN)」、「T-20(80kN)」、「T-14(56kN)」から選択します。自動車荷重を低減する場合は、「自動車荷重の低減係数 $\beta$ 」にチェックを入れ、低減係数を入力します。また、自動車荷重を算出する際の「車輪接地幅 $a$ (デフォルトは0.2)」、「分布角 $\theta$ (デフォルトは45度)」、「自動車幅 $C$ (デフォルトは2.75m)」を指定します。また、衝撃係数は、「土被り高より計算」を押下することで土被り高に応じて初期化します。

自動車荷重

土被り高 $h$ (m)	衝撃係数 $i$
$h \leq 1.5$	0.5
$1.5 < h < 6.5$	$0.65 - 0.1h$
$6.5 \leq h$	0







#### ■水の単位重量

水の単位重量を指定します。地盤に水位を考慮する際に使用します。

#### ■地盤の剛性係数kgの算出方法

地盤の剛性係数  $K_g$  の算出方法を表層地盤、管きょ位置の地盤から選択します。  
また、地盤の剛性係数  $K_g$  に対する、管軸方向、および管軸直交方向の補正係数を入力します。

※管きょ位置の地盤が選択されている場合、管頂～管底内に複数の地層データがある場合は、管軸位置の地層データを使用して計算を行います。

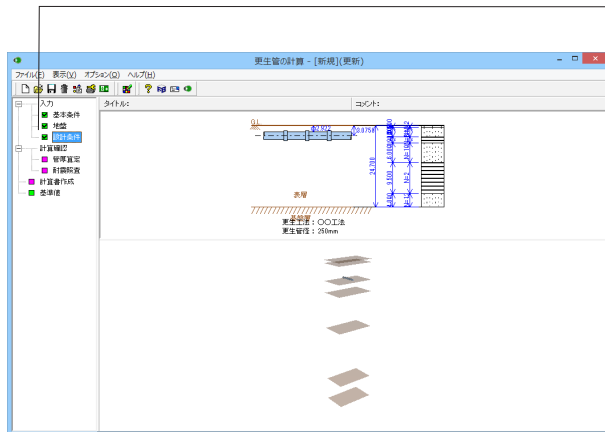
#### ■表層地盤の固有周期

表層地盤の固有周期を算出する際の地震時に生じるせん断ひずみの大きさを考慮した係数  $\alpha_D$  ( $TS = \alpha_D \cdot TG$ ) を地震動のレベル毎に入力します。

#### ■重畳係数

重畳係数は、重要度に応じて1.0～3.12の値を設定します。デフォルト値は、3.12としています。  
※レベル1地震時、およびレベル2地震時の管体応力の照査に使用します。

## 2 計算確認



ツリービュー「計算確認」をクリックします。  
計算が実行され、「結果確認」画面が表示されます。

印刷・保存を行う場合は、「印刷」ボタン右の「▼」をクリックし、処理内容を選択します。

確認が終わりましたら、「閉じる」ボタンをクリックします。

### 2-1 管厚算定



曲げ強度から算出された管厚、たわみ率から算出された管厚、当該工法の最小更生管厚のうち、最も大きいものを採用管厚として表示します。

土被りを範囲指定して検討した場合は、検討した土被りがタブで表示されますので、タブを切り替えて結果を確認します。

## 2-2 耐震計算

### レベル1地震時

	計算値	許容値	判定
地震動による発生応力 (N/mm <sup>2</sup> )	2.788	6.38	○
地震動による屈曲角	0° 1' 9"	1° 39' 42"	○
地震動による抜き出し量 (mm)	1.08	37.5	○

#### (1)地震動による発生応力

##### 1)レベル1地震時

発生応力 ≤ 使用限界引張強度のとき、安全 (○) と判定。

##### 2)レベル2地震時

発生応力 ≤ 終局限界引張強度のとき、安全 (○) と判定。

#### (2)地震動による屈曲角

##### 1)レベル1地震時

屈曲角 ≤ 使用限界屈曲角 のとき、安全 (○) と判定。

##### 2)レベル2地震時

屈曲角 ≤ 終局限界屈曲角 のとき、安全 (○) と判定。

#### (3)地震動による抜き出し量

##### 1)レベル1地震時

抜き出し量 ≤ 使用限界抜き出し量 のとき、安全 (○) と判定。

##### 2)レベル2地震時

抜き出し量 ≤ 終局限界抜き出し量 のとき、安全 (○) と判定。

### レベル2地震時

	計算値	許容値	判定
地震動による発生応力 (N/mm <sup>2</sup> )	3.292	31.90	○
側方流動による発生応力 (N/mm <sup>2</sup> )	3.495	40.00	○
地盤沈下による発生応力 (N/mm <sup>2</sup> )	0.880	50.00	○
地震動による屈曲角	0° 3' 50"	8° 18' 28"	○
地盤沈下による屈曲角	2° 17' 29"	8° 18' 28"	○
地震動による抜き出し量 (mm)	3.53	75.0	○
側方流動による抜き出し量 (mm)	32.77	75.0	○
地盤沈下による抜き出し量 (mm)	4.00	75.0	○

#### (4)側方流動による発生応力 (レベル2地震時のみ)

発生応力 ≤ 終局限界圧縮強度のとき、安全 (○) と判定。

#### (5)側方流動による抜き出し量 (レベル2地震時のみ)

抜き出し量 ≤ 終局限界抜き出し量のとき、安全 (○) と判定。

#### (6)地盤沈下による発生応力 (レベル2地震時のみ)

発生応力 ≤ 終局限界曲げ強度のとき、安全 (○) と判定。

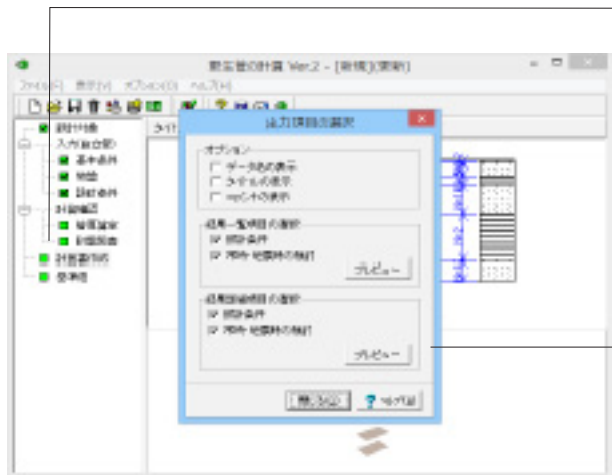
#### (7)地盤沈下による屈曲角 (レベル2地震時のみ)

屈曲角 ≤ 終局限界屈曲角のとき、安全 (○) と判定。

#### (8)地盤沈下による抜き出し量 (レベル2地震時のみ)

抜き出し量 ≤ 終局限界抜き出し量

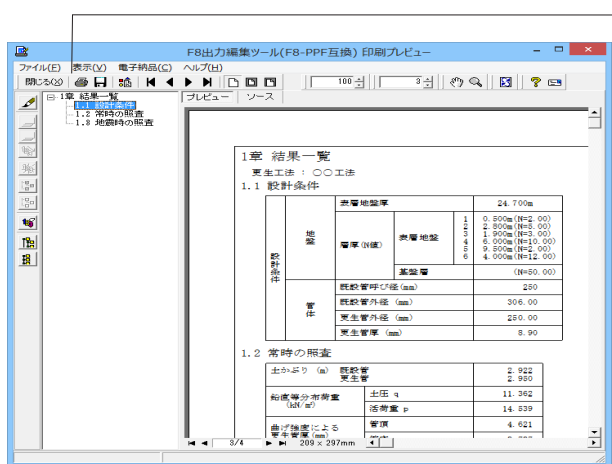
### 3 計算書作成



ツリービュー「計算書作成」をクリックし、「出力項目の選択」画面を表示します。

結果一覧計算書及び計算過程等の詳細な結果詳細計算書を出力します。  
出力したい項目にチェックをつけます。

「プレビュー」ボタンをクリックし、印刷プレビューを表示します。

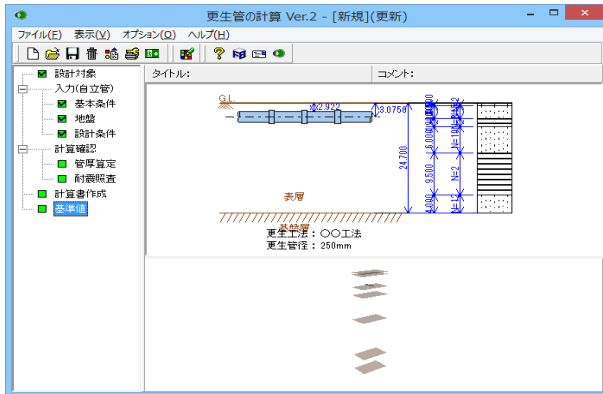


印刷・保存を行う場合は、上部のアイコンをクリックします。

確認が済みましたら、「閉じる」ボタンをクリックします。

出力項目の選択画面の「閉じる」ボタンをクリックします。

## 4 基準値



自立管の各工法における、基本物性値等の諸元を基準値として登録します。登録された基準値は、「基本条件」画面から選択することができます。

No.	工法名称	更生材質	ガラス繊維で補強	常時照査用				
				強度(長期) (N/mm <sup>2</sup> )	安全率 (長期)	強度(短期) (N/mm <sup>2</sup> )	安全率 (短期)	曲げ弾性係数 (N/mm <sup>2</sup> )
1	SDライナー工法	ビニルエステル樹脂	<input type="checkbox"/>			40.00	5.0	15000
2	インシュフォーム工法	不飽和ポリエステル樹脂	<input type="checkbox"/>			50.00	5.0	15500
3	C-ONE工法	不飽和ポリエステル樹脂	<input type="checkbox"/>			40.00	5.0	20000
4	スルーリング工法	不飽和ポリエステル樹脂	<input type="checkbox"/>			40.00	5.0	20000
5	エポフィット工法(FF)	エポキシ樹脂樹脂	<input type="checkbox"/>			80.00	5.0	40000
6	エポフィット工法(CO)	エポキシ樹脂樹脂	<input checked="" type="checkbox"/>	60.00	1.5			45000
7	EXC工法	硬質塩化ビニル樹脂	<input type="checkbox"/>			64.00	5.0	12500
8	オメガライナー工法	硬質塩化ビニル樹脂	<input type="checkbox"/>			50.00	5.0	12700
9	エチレンコンクリートパイプ工	高密度ポリエチレン樹脂	<input type="checkbox"/>			20.00	5.0	3700
10	FFT-S工法	不飽和ポリエステル樹脂	<input checked="" type="checkbox"/>	66.00	1.5			51700
11	オールライナー下流	不飽和ポリエステル樹脂	<input type="checkbox"/>			40.00	5.0	27000

読込、保存にて基準値データをファイルに読み込んだり保存したりすることができます。これにより基準値を共通で使用することができます。

### ■基準値データの編集 【自立管タブ】

選択した工法について、基準値データの編集、追加が可能です。Insertキーでデータの挿入、Deleteキーで削除が可能です。また、上に移動、下に移動で、データの順番を移動することができます。

- ・工法名称、更生材質  
名称および材質を任意に入力できます。

- ・常時照査用  
常時の検討(管厚算定)に使用するデータを入力します。ガラス繊維で補強されている場合は長期の曲げ強度とその安全率、補強されていない場合は短期の曲げ強度とその安全率を入力します。

- ・地震時照査用  
耐震計算に使用するデータを入力します。短期引張弾性係数、短期圧縮弾性係数、短期曲げ弾性係数、使用(終局)限界引張強度、終局限界曲げ強度、終局限界圧縮強度、使用(終局)限界抜き出し量が入力できます。また、使用(終局)限界屈曲角は管径ごとのデータとして登録できます。

※プログラムの初期データとして、社団法人日本下水道協会「管きよ更生工法における設計・施工管理ガイドライン(案)」を基に基準値を設定しておりますが、各工法の最新の物性値等は、各工法協会・メーカーにご確認ください。

No	管の名称	管種	ヤング係数 (N/mm <sup>2</sup> )	許容安全率	呼び径毎の データ
1	下水道用鉄筋コンクリート管	A形 1種	30000	1.00	...
2	下水道用鉄筋コンクリート管	A形 2種	30000	1.00	...
3	下水道用鉄筋コンクリート管	B形 1種	30000	1.00	...
4	下水道用鉄筋コンクリート管	B形 2種	30000	1.00	...
5	下水道用鉄筋コンクリート管	NS形 1種	30000	1.00	...
> 6	下水道用鉄筋コンクリート管	NS形 2種	30000	1.00	...
7	下水道用鉄筋コンクリート管	NO形 1種	30000	1.00	...
8	下水道用鉄筋コンクリート管	NO形 2種	30000	1.00	...
9	下水道用鉄筋コンクリート管	NO形 3種	30000	1.00	...
10	下水道推進工法用鉄筋コンクリート管	標準管 1種	30000	1.00	...
11	下水道推進工法用鉄筋コンクリート管	標準管 2種	30000	1.00	...
12	下水道推進工法用鉄筋コンクリート管	中押管 S	30000	1.00	...
13	下水道推進工法用鉄筋コンクリート管	中押管 T 1種	30000	1.00	...
14	下水道推進工法用鉄筋コンクリート管	中押管 T 2種	30000	1.00	...

■基準値データの編集

【鉄筋コンクリート管タブ】

複合管の既設管として鉄筋コンクリート管の名称、管種、ヤング係数、許容安全率値を入力し、呼び径毎のデータから詳細データを入力します。

・初期値について

コンクリート管の諸元の初期値は、以下の文献を参考にしています。

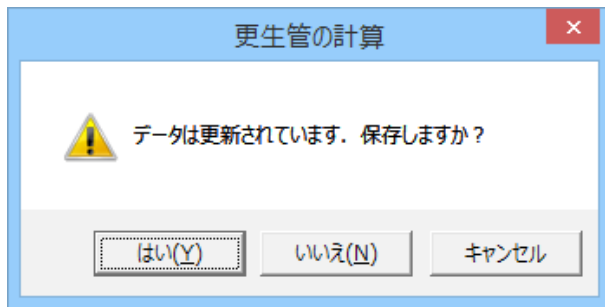
※参考文献に記載がない箇所は、初期値に0を設定しています。

- 『JSWAS A-1 〈下水道用鉄筋コンクリート管〉』（公益社団法人 日本下水道協会）

- 『JSWAS A-2 〈下水道推進工法用鉄筋コンクリート管〉』（公益社団法人 日本下水道協会）

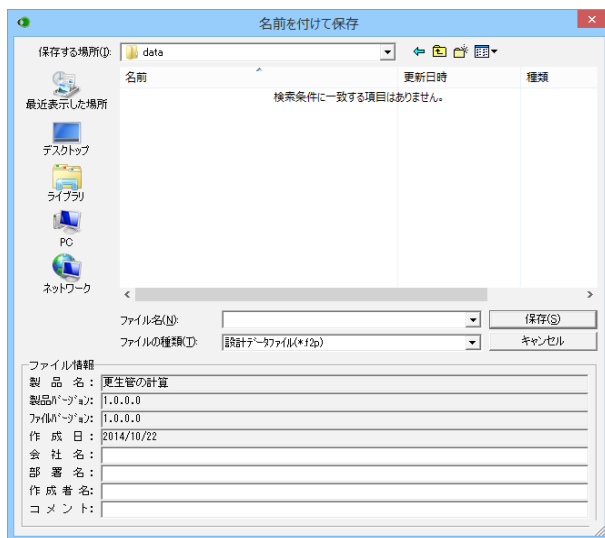
- 『JSWAS A-6 〈下水道小口径管推進工法用鉄筋コンクリート管〉』（公益社団法人 日本下水道協会）

## 5 データ保存



保存を行わずにプログラムを終了させようとした場合、下図のような確認メッセージが表示されます。

保存する場合は「はい」を選択し、保存場所・ファイル名を指定し保存します。  
「いいえ」を選択すると、データは保存されずに終了しますのでご注意ください。



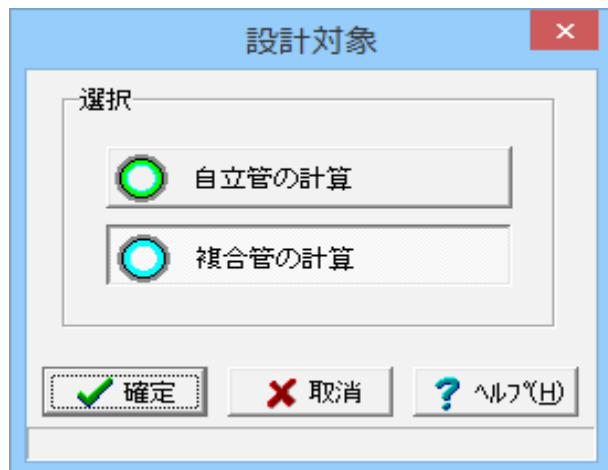
「ファイル」-「名前を付けて保存」からデータを保存します。  
既存のデータに上書きする場合は「ファイル」-「上書き保存」を選択します。

# 第3章 操作ガイド-複合管の計算

## 1 入力

### 1-1 基本条件

ここでは、サンプルデータ「SampleFukugo1.f2p」を作成することを目的とし、説明を進めます。各入力項目の詳細については製品の【ヘルプ】をご覧ください。



複合管の計算を選択します。

#### 1-1-1 基本条件



検討対象、管体データ、一般事項などの基本的な条件を指定します。

**土被り高**  
既設管までの土被り「2,000」を入力します。

**既設鉄筋**  
既設鉄筋外側のチェックを外します。

**許容値**  
既設管：許容圧縮応力度「8.00」、許容引張応力度「100.00」、  
更生管：許容圧縮応力度「8.50」、許容引張応力度「200.00」を入力します。

※管種と呼び径を指定することで、基準値より既設管の内径、管厚、設計基準強度、ヤング係数を設定します。管種と呼び径は、直接編集することが可能で計算書等には本項目で入力した管の名称や管種、呼び径が表示されます。既設鉄筋情報は、設定されませんので直接指定する必要があります。



基本条件

基本条件 | 基本条件(給道断面) | 基本条件(継手) | 考え方(共通)

設計基準  
 下水道施設(2006年)  下水道施設(2014年)

地域区分  
 A地域  B地域  C地域

設計対象  
 給道断面  継手

設計対象荷重ケース  
 常時  レベル1地震時  レベル2地震時

土盛り高  
 既設管までの土盛り: 2.000 (m)

既設管 更生管

更生工法名称: サンプル工法

更生材名称: モルタル

補強鉄筋名称: 補強鉄筋

更生管内径 (mm)	900.0	参考:(既設管内径-更生管内径)/2+パネル厚
更生材の厚さ (mm)	29.0	= 29.0(mm)
パネル厚さ (mm)	21.0	
更生材設計基準強度 (N/mm <sup>2</sup> )	24	
更生材ヤング係数 (N/mm <sup>2</sup> )	25000	
更生材単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	24.500	

補強鉄筋  
 補強鉄筋材料: SD845 補強鉄筋径(φ) (mm): 10 補強鉄筋間隔 (mm): 250.0 補強鉄筋ヤング係数 (N/mm<sup>2</sup>): 200000

補強鉄筋のかぶり (mm): 7.0 鉄筋径 (mm): 10 ピッチ (mm): 250.0 鉄筋量 (mm<sup>2</sup>): 285.9

許容値  
 屈曲角 (度): 1' 35" 0" 終局限界 (度): 3' 10" 0"  
 拔出量 (mm) (使用限界): 32.25 終局限界: 64.50

既設管: 許容引張応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	8.00	許容引張応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	100.00
更生管: 許容引張応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	8.50	許容引張応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	200.00

※許容引張応力度は、割増や安全率を考慮した値を設定してください。

埋め戻し土  
 埋め戻し土を入力する  
 埋め戻し土の土質定義を用いる項目  
 常時  地震時

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  
 通用基準  H14表示  H24表示  
 判定対象  現地盤  埋め戻し土

確定 取消 ヘルプ

更生管のタブをクリックします。

補強鉄筋のかぶり「7.0」を入力します。

### 1-1-2 基本条件(継手)

基本条件

基本条件 | 基本条件(給道断面) | 基本条件(継手) | 考え方(共通)

マンホールと管きよの接続部  
 地震動による屈曲角と拔出量  
 地震の液状化に伴う永久ひずみによる拔出量  
 傾斜地の永久ひずみによる拔出量  
 地盤の液状化急変化部を通過する場合の拔出量

管きよと管きよの継手部  
 地震動による屈曲角と拔出量  
 地震の液状化に伴う永久ひずみによる拔出量  
 液状化に伴う地盤沈下による屈曲角と拔出量  
 傾斜地の永久ひずみによる拔出量  
 地盤の液状化急変化部を通過する場合の拔出量  
 液層不整形地盤による拔出量

マンホール

マンホールの高さ	hm (m)	6.500
マンホールスパン	Lo (m)	30.000
マンホールスパンの管きよ本数	n (本)	8.000
沈下量	Δh (m)	0.165

有効長 (mm): 2430.0

レベル1液状化急変化部が生じるひずみ e <sub>sd</sub>	0.005000
レベル2液状化急変化部が生じるひずみ e <sub>sd</sub>	0.005000

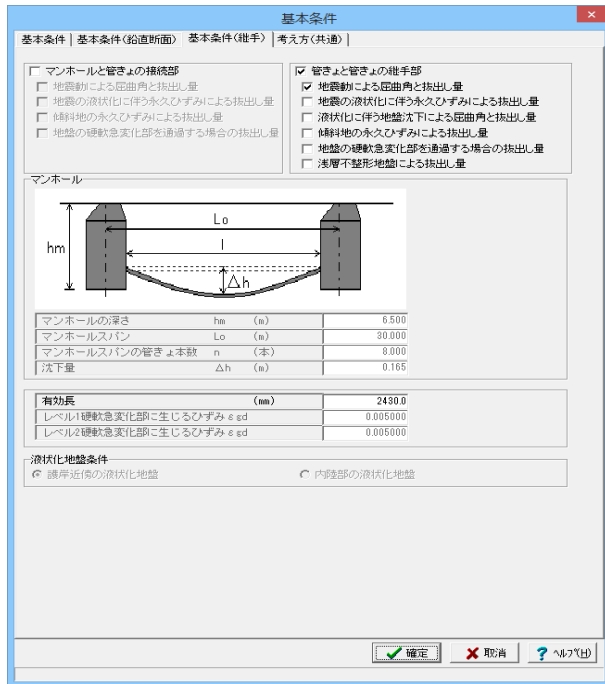
液状化地盤条件  
 隣岸近傍の液状化地盤  内陸部の液状化地盤

確定 取消 ヘルプ

基本条件(継手)タブをクリックします。

有効長「2430.0」を入力します。

全て入力後、「確定」を押します。



### ■設計対象

以下の設計の対象とする部位を選択します。設計対象は、検討対象管きよ、設計対象地震動、および管の材質の選択によって、選択できる項目が変化します。

#### ・マンホールと管きよの接続部

マンホールと管きよの接続部の照査において、検討する項目を選択します。

#### ・管きよと管きよの継手部

管きよと管きよの継手部の照査において、検討する項目を選択します。

※「浅層不整形地盤による拔出し量」は、耐震基盤面の傾斜角が5度以上であることを想定しており、応答変位量に差が生じて発生するひずみを0.003 (0.3%) として計算します。

### ■マンホール

#### ・マンホール深さ hm

地表面からマンホール下端までの深さを入力します。深さには、土被り高 + 管外径の深さ以上を入力します。マンホールと管きよの接続部の照査において、地震動による屈曲角の計算に用います。

#### ・マンホールスパン Lo

マンホール間のスパン長を入力します。管きよと管きよの継手部の照査において、液状化に伴う地盤沈下による屈曲角の計算に用います。

#### ・マンホールスパンの管きよ本数 n

マンホール間の管きよの本数を入力します。管きよと管きよの継手部の照査において、液状化に伴う地盤沈下による拔出し量の計算に用います。

#### ・沈下量 Δh

液状化に伴う地盤沈下量を入力します。管きよと管きよの継手部の照査において、液状化に伴う地盤沈下による屈曲角の計算に用います。

### ■その他条件

#### ・有効長

マンホールと管きよの接続部、管きよと管きよの継手部の有効長を指定します。

#### ・レベル1、レベル2硬軟急変化部に生じるひずみ

硬軟急変化部に生じるひずみは、「地盤の硬軟急変化部を通過する場合の拔出し量」の照査に使用します。

### ■地形条件

地盤の液状化に伴う永久ひずみによる拔出し量の計算において、永久ひずみを推定する際の地盤を選択します。

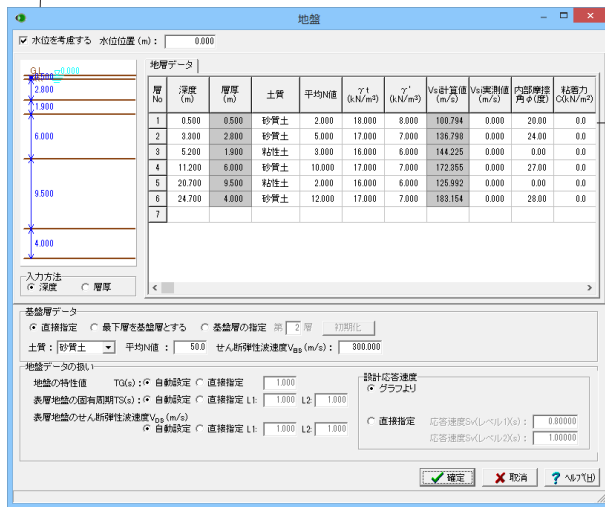
・護岸近傍の液状化地盤（護岸から 100 未満） …  $\varepsilon_g = 0.015$

・内陸部の液状化地盤（護岸から 100 以上） ……  $\varepsilon_g = 0.012$

## 1-2 地盤

地盤の土質に関するデータを入力を行います。

水位を考慮するにチェックを入れます。



地層データ：1～6まで左記のように入力します。

すべて入力後、「確定」ボタンをクリックします。

## 1-3 地盤バネ

管きよの頂軸線から底軸線間の層ごとにレベル1地震時及びレベル2地震時に使用する地盤バネを入力します。  
※表入力の左側が計算値、右側が入力値（初期値は計算値）となっており、計算には入力値を使用します。



係数「0.3000」を入力します。

初期化ボタンをクリックします。

表入力の右側が入力値が内部計算値で初期化されます。

全て入力後、確定を押します。

$$k_h = k_{h0} \cdot \left(\frac{B_h}{0.3}\right)^{-3/4}$$

$k_{h0}$  : 直径30cmの剛体円板による平板載荷試験の値に相当する水平方向地盤バネ定数 (kN/m<sup>3</sup>)

$$k_{h0} = \frac{1}{0.3} \cdot \alpha \cdot E_0$$

$E_0$  : 標準貫入試験のN値より $E_0 = 2800N$ で推定した変形係数 (kN/m<sup>2</sup>)

$\alpha$  : 地盤バネ定数の推定に用いる係数

$B_h$  : 換算載荷幅 (m)

$$B_h = \sqrt{A_h}$$

$A_h$  : 水平方向の載荷面積 (m<sup>2</sup>)

$A_h = (\text{内径} + \text{外径}) / 2 \times \text{管の有効長}$

### 【1】地盤バネ定数の算出

地盤バネについては、2006年版と2014年版で異なっています。各基準に合わせて下記のように地盤バネを算出します。

・「下水道施設の耐震対策指針と解説2006年版」

### ■水平方向バネ定数 $k_h$

水平方向バネ値を入力します。水平方向地盤バネは、各層の $\alpha \cdot E_0$ を用いて、左の式から算出した値を計算値として表示します。

$$k_s = \lambda \cdot k_h$$

$\lambda$  : せん断バネを算出する際の係数

$k_h$  : 水平方向地盤反力係数、または水平方向地盤バネ定数 (kN/m<sup>3</sup>)

■せん断バネ定数 $k_s$

せん断バネ値を入力します。せん断バネは、左の式から算出した値を計算値として表示します。

■係数 $\lambda$

せん断バネを算出する際の係数を入力します。

$$kr = \frac{3 \cdot E_D}{(1 + \nu_D) \cdot (5 - 6 \cdot \nu_D) \cdot Rc}$$

$kr$  : 部材鉛直方向の地盤反力係数 (kN/m<sup>3</sup>)

$Rc$  : 管径の同心半径(m)

$E_D$  : 表層地盤の動的変形係数(kN/m<sup>2</sup>)

$$E_D = 2 \cdot (1 + \nu_D) \cdot GD$$

$\nu_D$  : 表層地盤の動的ポアソン比。一般的には、下記の値をとります。

地層	$\nu_D$	備考
沖積層・洪積層	0.45	地下水位浅
〃	0.50	地下水位深
軟岩	0.40	
硬岩	0.30	

$GD$  : 表層地盤の動的せん断弾性波速度(m/sec)

$$GD = \frac{\gamma_{teq} \cdot V_{SD}^2}{g}$$

$\gamma_{teq}$  : 表層地盤の単位体積重量(kN/m<sup>3</sup>)

$g$  : 重力加速度(9.8m/sec<sup>2</sup>)

$V_{SD}$  : 表層地盤の動的せん断弾性波速度(m/sec)

$$V_{SD} = \frac{4 \cdot Hg}{Ts}$$

$Hg$  : 表層地盤の厚さ(m)

$Ts$  : 表層地盤の固有周期(sec)

・「下水道施設の耐震対策指針と解説 2014年版」

■部材鉛直方向の地盤反力係数 $kr$

部材鉛直方向のバネ値を入力します。部材鉛直方向の地盤反力係数は、各層の動的ポアソン比 $\nu_D$ を用いて、左の式から算出した値を計算値として表示します。

$$k_s = \lambda \cdot kr$$

$k_s$  : 部材軸方向の地盤反力係数(kN/m<sup>3</sup>)

$\lambda$  : 部材軸方向の地盤反力係数を算出する際の係数

■せん断バネ定数 $k_s$

せん断バネ値を入力します。せん断バネは、左の式から算出した値を計算値として表示します。

1) 法線・接線方向モデル

法線方向バネ、および接線方向バネを円形全周に付加します。

$$\text{法線方向バネ} \quad K_n = k_n \cdot 1(m) \quad (\text{kN/m}^2)$$

$$\text{接線方向バネ} \quad K_s = k_s \cdot 1(m) \quad (\text{kN/m}^2)$$

2) X・Y方向モデル

法線方向バネ、および接線方向バネをX・Y方向に分解して得られる値(絶対値)を円形全周に付加します。

$$\text{X方向地盤バネ定数} = |K_n \cdot \sin \theta| + |K_s \cdot \cos \theta| \quad (\text{kN/m}^2)$$

$$\text{Y方向地盤バネ定数} = |K_n \cdot \cos \theta| + |K_s \cdot \sin \theta| \quad (\text{kN/m}^2)$$

【2】解析モデルへの地盤バネの与え方

円形の地中構造物では、水平方向地盤バネ定数を法線方向バネ、せん断地盤バネ定数を接線方向バネとして定義します。

・「下水道施設の耐震対策指針と解説 2006年版」

1) 法線・接線方向モデル

法線方向バネ、および接線方向バネを円形全周に付加します。

$$\text{法線方向バネ} \quad k_r = k_r \cdot 1(m) \quad (\text{kN/m}^2)$$

$$\text{接線方向バネ} \quad k_s = k_s \cdot 1(m) \quad (\text{kN/m}^2)$$

2) X・Y方向モデル

法線方向バネ、および接線方向バネをX・Y方向に分解して得られる値(絶対値)を円形全周に付加します。

$$\text{X方向地盤バネ定数} = |k_r \cdot \sin \theta| + |k_s \cdot \cos \theta| \quad (\text{kN/m}^2)$$

$$\text{Y方向地盤バネ定数} = |k_r \cdot \cos \theta| + |k_s \cdot \sin \theta| \quad (\text{kN/m}^2)$$

・「下水道施設の耐震対策指針と解説 2014年版」



## 2-2 管体照査

結果確認 [表示単位系: S I 単位]

鉛直断面 | 継手

レベル1地震時

引張方向	最大曲げモーメント Md (kN*m)	圧縮応力度 $\sigma_c$ ( $\sigma_{ca}$ ) (N/mm <sup>2</sup> )	引張応力度 $\sigma_s$ ( $\sigma_{sa}$ ) (N/mm <sup>2</sup> )	判定
外側	-0.474	0.359 (0.131)	-2.064 (100.000)	○
内側	0.362	0.319 (0.131)	0.379 (100.000)	○

レベル2地震時

引張方向	最大曲げモーメント Md (kN*m)	設計曲げ耐力 Mud (kN*m)	$\gamma_i \cdot Md / Mud$	判定
外側	-0.714	-5.984	0.119	○
内側	0.571	16.600	0.034	○

印刷 | 開く(O) | ヘルプ(H)

### 鉛直断面

#### 管鉛直断面の照査

管きよの安全率が、1.0以上であるかを判定します。

- ・常時  
管きよの安全率 = 構造物係数  $\gamma_i$  × (設計曲げモーメントMd / 設計曲げ耐力Mud)  
※安全率 < 1.0 のとき、安全 (○) と判定。
- ・レベル1地震時  
管きよの安全率 = 曲げ圧縮応力度 / 許容曲げ圧縮応力度  
管きよの安全率 = 曲げ引張応力度 / 許容曲げ引張応力度  
※安全率 < 1.0 のとき、安全 (○) と判定。
- ・レベル2地震時  
管きよの安全率 = 構造物係数  $\gamma_i$  × (設計曲げモーメントMd / 設計曲げ耐力Mud)  
※安全率 < 1.0 のとき、安全 (○) と判定。

結果確認 [表示単位系: S I 単位]

鉛直断面 | 継手

レベル1地震時

管きよと管きよの継手部

	計算値	許容値	判定
地震動による屈曲角	0° 1' 23"	1° 35' 0"	○
地震動による拔出し量 (mm)	2.19	92.25	○

レベル2地震時

管きよと管きよの継手部

	計算値	許容値	判定
地震動による屈曲角	0° 4' 37"	3° 10' 0"	○
地震動による拔出し量 (mm)	7.31	64.50	○

印刷 | 開く(O) | ヘルプ(H)

### 継手

#### 管継手の照査

以下の安全性の条件に則しているかを判定します。

- ・マンホールと管きよの接続部  
「屈曲角 ≤ 許容屈曲角」のとき、安全 (○) と判定。  
「拔出し量 ≤ 許容拔出し量」のとき、安全 (○) と判定。
- ・管きよと管きよの継手部  
「屈曲角 ≤ 許容屈曲角」のとき、安全 (○) と判定。  
「屈曲角 ≤ 許容屈曲角」のとき、安全 (○) と判定。

## 第4章 Q&A

- Q1**            どのような更生管の計算が可能か
- A1            『管きよ更生工法における設計・施工管理ガイドライン（案）』（公益社団法人日本下水道協会）に基づいた、更生自立管、複合更生管の計算が可能なプログラムです。  
自立管については、常時の計算（管厚算定）および地震時の計算が可能です。  
複合管については、線形はりばねモデルの計算となり、常時、地震時の計算が可能です。
- Q2**            自立管の検討では、どの更生工法に対応しているのか
- A2            更生自立管の計算では、更生工法によって計算手法が変わるわけではありませんので、工法に関しては特に制限はありません。  
本プログラムでは各工法の物性値を予め基準値として用意しています。（全ての工法のデータを用意しているわけではありません）  
検討の際、各工法の最新の物性値は各工法協会やメーカー等にご確認ください。
- Q3**            複合管の計算ではどの工法に対応しているか
- A3            複合管の計算では、特に工法を特定しておりません。本製品の複合管の計算（鉛直断面の検討）では、線形のはりばねモデル（フレーム計算）により断面力を算出し、常時・レベル2地震時は限界状態設計法、レベル1地震時は許容応力度法による検討を行っています。適用の可否については設計者でご判断ください。
- Q4**            「下水道管の耐震計算」の鉄筋コンクリート管（鉛直断面の照査）で、更生材を考慮した条件で入力すれば、複合管の結果と同じになるか
- A4            「下水道管の耐震計算 Ver.2」における鉄筋コンクリート管の鉛直方向の照査とは以下の相違があります。
- ・更生管の計算では常時ケースの検討が可能です。
  - ・更生管の計算では、更生管および鉄筋の強度・ヤング係数として、「複合断面として計算する」、「最小値を使う」、「加重平均を使う」のいずれかを選択できます。
  - ・更生管の計算では、常時、レベル2地震時は限界状態設計法、レベル1地震時は許容応力度法により断面照査を行います。そのため、既設および補強の鉄筋情報の入力が必要となります。  
（「下水道管の耐震計算」では、レベル1地震時はひび割れ保証モーメント $M_c$ 、レベル2地震時は破壊保証モーメント $M_B$ により照査を行います）
  - ・更生管の計算では、管の重量およびその慣性力を考慮することができます。
- Q5**            緩み土圧に対応しているか
- A5            自立管の計算では、ヤンセン公式、直土圧、緩み土圧のいずれかを選択できます。  
複合管の計算では、現在、直土圧のみに対応しています。
- Q6**            自立管の計算で、基本上条件画面の更生工法の一覧にない工法の検討を行う場合はどうすればよいか
- A6            自立管の計算では、予め基準値に工法ごとの物性値を用意しておりますが、計算に使用するデータは基本条件画面で全て入力可能です。基本条件画面で工法の名称および各物性値を直接入力して計算してください。あるいは、基準値画面で自立管の工法を追加したあとに、基本条件画面で追加した工法を選択することでも対応可能です。
- Q7**            複合管の鉛直断面の計算で、管の自重を考慮することは可能か
- A7            可能です。  
「基本条件」画面の「基本条件（鉛直断面）」タブで、「管の重量、慣性力」を「考慮する」としてください。管の自重を考慮する場合、地震時には慣性力も考慮します。
- Q8**            計算書で出力されている計算式とその答えが一致しない箇所がある
- A8            本製品では計算時に丸め処理は行っており、計算書に表示される桁数より多くの有効桁数により計算を行い、計算書には表示桁数で丸めて出力しています。そのため、計算書に表示している計算式と結果に誤差が生じる場合があります。ご了承ください。



- Q9 複合管の基本条件（鉛直断面）画面で、フレーム支点条件が「左（ピン）、右（水平ローラー）」と「左右（水平ローラー）、管底（鉛直ローラー）」から選択できるが、両者はどう違うのか
- A9 「左（ピン）、右（水平ローラー）」の場合には部材変位が左右対称になりませんが、「左右（水平ローラー）、管底（鉛直ローラー）」では左右対称となります。  
ただし、どちらの支点条件でも発生する断面力に相違はありませんので最終的な計算結果は同じです。
- Q10 地震時の計算における設計応答速度 $S_v$ の算出式について、下水道協会HPのQ&Aに記載されている式（下水道施設耐震計算例―管路施設編―質疑応答集 Q1-31）と、製品ヘルプに記載されている式は同じものか
- A10 本製品では、下記ヘルプに記載の式で設計応答速度 $S_v$ を算出しています。（どちらも同じ式です）  
・計算理論および照査の方法―自立管―地震時の検討―表層地盤の特性値  
・計算理論および照査の方法―複合管―地震時―地震時水平力
- 設計応答速度 $S_v$ のグラフは、対数グラフですので、 $\log(S_v) = A \cdot \log(T_s) + B$ （ $T_s$ :地盤の固有周期）と表すことができます。  
下水道協会HPの式（下水道施設耐震計算例―管路施設編―質疑応答集 Q1-31）は、上記のAとBを設計応答速度 $S_v$ のグラフから算出したものです。  
これは製品ヘルプの式と同等ですが、本製品の計算においては協会Q&AのA,B値より有効桁数が多いため、両者の結果は完全には一致しません。
- Q11 複合管の鉛直断面の計算で埋設管が複数の層にまたがるとき、適用基準が下水道施設2006年の場合は各層ごとに地盤ばねが異なるが、下水道施設2014年版では、全ての層の地盤ばねが同じになるのはなぜか
- A11 下水道施設2006年版の場合は各層の変形係数をもとに地盤ばねを算定しますが、下水道施設2014年版では表層地盤を一律に扱い、「地層」画面の表層地盤の動的ポアソン比より水平方向地盤反力係数を算出します。  
そのため、表層の地盤ばねは全て同じ値となります。
- Q12 複合管の計算で、下水道施設2014年版準拠の場合は、地域区分がA1,A2,B1,B2,C となるが、A1とA2,B1とB2では何が違うのか
- A12 「下水道施設の耐震対策指針と解説-2014年版-」において参照している道路橋示方書が平成24年版になったため、それに合わせて地域区分をA1,A2,B1,B2,Cとしています。A1とA2,B1とB2では地域別補正係数や設計応答速度は同じですので、両者は同じ結果となります。
- Q13 自立管の地震時の検討を行う場合に、地盤の剛性係数に対する係数C1,C2の入力があるが、どのような値を指定すればよいか
- A13 「下水道施設の耐震対策指針 2014年版」p.142や「管きよ更生工法における設計・施工管理 ガイドライン（案）（H23.12）」p.参7-12において、 $C1=1.5$ 、 $C2=3.0$  の記述がありますので、プログラムの初期値としてこの値としており、通常そのままでも問題ないと考えられます。
- Q14 既設管の一部が減肉しているような入力を行うことができるか
- A14 管の一部のみ厚さを変更することはできません。薄い箇所を既設管厚として入力する等、設計者でご判断くださいますようお願いいたします。

Q&Aはホームページ（<http://www.forum8.co.jp/faq/win/kouseikan.htm>）にも掲載しております。



## 更生管の計算 Ver.2 操作ガイダンス

2018年 1月 第11版

発行元 株式会社フォーラムエイト

〒108-6021 東京都港区港南2-15-1 品川インターシティA棟21F  
TEL 03-6894-1888

禁複製

本プログラム及び解説書についてご不明な点がございましたら、必ず文書あるいはFAX、e-mailにて下記宛、お問い合わせ下さい。また、インターネットホームページ上のQ&A集もご利用下さい。なお、回答は 9:00～12:00/13:00～17:00 (月～金) となりますのでご了承ください。

ホームページ [www.forum8.co.jp](http://www.forum8.co.jp)

サポート窓口 [ic@forum8.co.jp](mailto:ic@forum8.co.jp)

FAX 0985-55-3027

本システムを使用する時は、貴社の業務に該当するかどうか充分のチェックを行った上でご使用下さい。本システムを使用したことによる、貴社の金銭上の損害及び逸失利益または第三者からのいかなる請求についても、当社はその責任を一切負いませんのであらかじめご了承下さい。

※掲載されている各社名、各社製品名は一般に各社の登録商標または商標です。

# 更生管の計算 Ver.2

操作ガイダンス

[www.forum8.co.jp](http://www.forum8.co.jp)

