

水道管路の耐震設計

本プログラムは、【継手構造管路（ダクタイル鉄管・ゴム輪接合塩化ビニール管）】および【一体構造管路（鋼管・ポリエチレン管・接着接合塩化ビニール管）】の地震時の安全性の照査（管体・継手）を、次の基準書を元に行なうことができます。

「水道施設耐震工法指針・解説 2009 年版」では性能規定型設計を取り入れたため、耐震に対する要求水準を満たすことが計算等で確認されれば、耐震構造物であると判断できるとしています。

- ・「水道施設耐震工法指針・解説 2009 年版／1997 年版」
- ・「水道施設耐震工法指針・解説 2009 年版 設計事例集」
- ・「水道配水用ポリエチレン管・継手に関する調査報告書 平成 10 年 9 月」
- ・「水道用鋼管 平成 13 年 1 月 30 日改正」
- ・「ダクタイル管路の耐震設計について」
- ・「水道用硬質塩化ビニール管 技術資料 <耐震対策編>」

- (社団法人 日本水道協会)
- (社団法人 日本水道協会)
- (社団法人 日本水道協会)
- (日本水道钢管协会)
- (日本ダクタイル鉄管協会)
- (塩化ビニール・継手協会)

液状化の計算 液状化による浮き上がりの検討 液状化的判定

設計地盤が地下水位で飽和した砂質土および軟弱な中間土で構成されている場合、その地層の液状化的可能性の有無について判定を行なうことが可能です。

さらに、水道管周辺地盤の液状化に伴う浮き上がりの安全性の照査を行うことが可能です。

レベル 1 地震動およびレベル 2 地震動それぞれで液状化的判定と浮き上がりの検討が可能。また、レベル 1 地震動およびレベル 2 地震動の液状化的判定と浮き上がりの検討を一括で行なうことが可能。

管種類（ダクタイル鉄管・ポリエチレン管・鋼管・塩化ビニール管）、規格、接合形式、種類、呼び厚および呼び径を指定することにより、あらかじめ登録された管の諸元（外径・質量）を自動的に設定することが可能。

剪断抵抗力に用いる有効上載荷算出式では、舗装部分に関しては、舗装の単位体積重量を考慮することが可能。

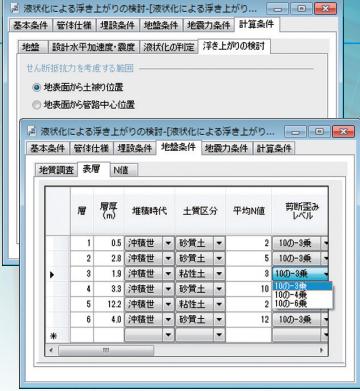
剪断抵抗力に用いる有効上載荷の範囲は、「地表面から土被り位置」または「地表面から管路中心位置」から選択することが可能。

表層地盤の剪断弹性波速度を N 値より計算する場合は、計算に用いる対象剪断歪みを「10⁻³」、「10⁻⁴」、「10⁻⁶」から選択することが可能。また、実測値での入力も可能。

表層地盤の固有周期を直接入力することが可能なため、等価線形化手法等で求めた地盤の歪み軟化を厳密に考慮した固有周期を基に設計水平震度を算出することも可能。

地表面における設計水平震度を直接入力することが可能なため、地盤防災計画の想定地震動や震源断層を想定した地震動等を考慮した計算が可能。

液状化的判定位置は、N 値測定位置每または、層毎に選択可能。さらに、層毎の場合は、層中心位置で判定するか層下端位置で判定するか選択が可能。



一体構造管路の計算 レベル 1・レベル 2 地震動 鋼 管 ポリエチレン レベル 1 地震動 接着接合塩化ビニール管

一体構造管路の計算では、設計内圧、自動車荷重、温度変化、不同沈下および地震力によって生じる管体歪みに対して、安全な管種を選定することができます。

管体条件

鋼管の計算では、管の種類、呼び厚さおよび呼び径を指定することにより、あらかじめ登録された設計に必要な管の外径、管厚、弾性係数、ボアソン比、線膨張係数、降伏歪み、許容歪みを自動的に設定することができます。ポリエチレン管の計算では、管の規格、種類および呼び径を指定することにより、鋼管同様に設計に必要な管の外径、管厚、弾性係数、ボアソン比、線膨張係数、降伏歪み、許容歪みを自動的に設定することができます。塩化ビニール管の計算では、管の規格、種類および呼び径を指定することにより、設計に必要な管の外径、管厚、弾性係数、ボアソン比、線膨張係数、許容歪みを自動的に設定することができます。

地盤条件

表層地盤および基盤層の剪断弹性波速度を N 値により計算する場合は、計算に用いる対象剪断歪みを「10⁻³」、「10⁻⁴」、「10⁻⁶」から選択することができます。また、PS 検層等で測定された実測値での入力も可能。

各層の平均 N 値は N 値分布データより自動的に加重平均した値を用いることが可能。また、直接各層の平均 N 値を入力することも可能。

常時荷重条件

常時荷重として、「内圧」、「自動車荷重」、「温度変化」、「不同沈下」の設定が可能。

管に作用する自動車荷重は、T 荷重種類を指定することにより、あらかじめ登録された T 荷重に対する後輪荷重、車輪設置幅、車両占有幅、分布角を自動的に設定したり、任意に設定することができます。

自動車荷重に考慮する衝撃係数を、道路土工カルバート工指針に従い土被りより自動的に設定したり、任意に設定することができます。

ポリエチレン管の内圧および温度変化による軸方向歪みの算定は、計算より求める方法の他に、実験結果から求めた値を直接用いることも可能。

軟弱地盤区間における不同沈下の影響を、軟弱地盤区間長（盛土区間長）と盛土の高さを入力することにより算出が可能。

地震時条件

鋼管およびポリエチレン管については、レベル 1 地震動およびレベル 2 地震動それぞれで管体歪みの照査が可能。また、レベル 1 地震動およびレベル 2 地震動の管体歪みの照査を一括で行なうことも可能。

接着接合塩化ビニール管については、レベル 1 地震動に対する管体歪みの照査が可能。

鋼管およびポリエチレン管については、地盤変位に対する照査として、護岸近傍における地盤の側方変位と傾斜地における地盤の側方変位に対する照査が可能。液状化した地盤の最大摩擦力と地盤変形範囲を入力することで計算する場合と、滑り開始限界せん断応力と地盤変形範囲を入力することで計算する場合が選択可能。

レベル 1 地震動の基盤面における標準値を任意に設定することも可能。

レベル 1 地震動に用いる地域補正係数を「水道施設耐震工法指針・解説」の「2009 年版」または「1997 年版」から選択することができます。鋼管のレベル 1 地震動の軸方向ひずみの照査に用いる許容値を、「231/D」または「降伏点歪み以下」から選択することができます。

レベル 2 地震動の鋼管軸方向歪みの計算は、從来からの「管路全体が常に滑る」方法に加え、管路と地盤の滑りによる低減効果をより合理的・定量的に評価できる「滑り低減係数を考慮する」方法による選択も可能。

レベル 2 地震動の軸方向歪みの計算は、管路方向および管軸直交方向の地盤変位の伝達係数を用いて地盤変位を考慮する方法です。地盤変位を考慮する場合、地盤の剛性係数を求めるために用いる係数を、表層厚さと管径から計算することができます。また、任意に設定することも可能。

レベル 2 地震動のポリエチレン管軸方向歪みの計算は、管と地盤が滑らないものとして実施。管路方向の地盤の不均一性による地盤歪みの増幅を考慮することができます。

地盤の 3 次元的拳動による管体応力の増加を考慮することができます（重畠係数）。

地盤変位の伝達係数 α_1, α_2 を計算で求める方法の他、「1.0」として計算することができます。地盤の剛性係数を求めるために用いる係数を、表層厚さと管径から計算することができます。また、任意に設定することも可能。

地盤の剛性係数を求めるために使用する単位体積重量を「表層地盤の単位体積重量を加重平均した値」、「管が埋設されている層の単位体積重量の値」から選択することができます。

地盤の剛性係数を求めるために使用する剪断弹性波速度を「表層地盤の剪断弹性波速度を加重平均した値」、「管が埋設されている層の剪断波速度の値」から選択することができます。

鋼管のレベル 1 地震動の軸方向ひずみの照査に用いる許容値を、「231/D」または「降伏点歪み以下」から選択することができます。

レベル 2 地震動の軸方向歪みの計算は、管路方向および管軸直交方向の地盤変位の伝達係数を用いて地盤変位を考慮する方法です。地盤変位を考慮する場合、地盤の剛性係数を求めるために用いる係数を、表層厚さと管径から計算することができます。また、任意に設定することも可能。

レベル 2 地震動の軸方向歪みの計算は、管路方向および管軸直交方向の地盤変位の伝達係数を用いて地盤変位を考慮する方法です。地盤変位を考慮する場合、地盤の剛性係数を求めるために用いる係数を、表層厚さと管径から計算することができます。また、任意に設定することも可能。

レベル 2 地震動の軸方向歪みの計算は、管路方向および管軸直交方向の地盤変位の伝達係数を用いて地盤変位を考慮する方法です。地盤変位を考慮する場合、地盤の剛性係数を求めるために用いる係数を、表層厚さと管径から計算することができます。また、任意に設定することも可能。

レベル 2 地震動の軸方向歪みの計算は、管路方向および管軸直交方向の地盤変位の伝達係数を用いて地盤変位を考慮する方法です。地盤変位を考慮する場合、地盤の剛性係数を求めるために用いる係数を、表層厚さと管径から計算することができます。また、任意に設定することも可能。

継手構造管路の計算

レベル1・レベル2地震動

ダクタイル鉄管

ゴム輪接合塩化ビニル管

継手構造管路の計算では、設計内圧、活荷重、温度変化、不同沈下および地震力によって生じる管体応力、継手伸縮量、継手屈曲角に対して、安全な管種および継手構造を選択することができます。

管体条件

ダクタイル鉄管の計算では、管の接合形式、種類および呼び径を指定することにより、あらかじめ登録された設計に必要な管の外径、管厚、管長、弹性係数、ボアソント比、線膨張係数、許容応力、設計照査用最大伸び量、許容屈曲角を自動的に設定することができる。

塩化ビニル管の計算では、管の規格、種類および呼び径を指定することにより、設計に必要な外径、管厚、管長、弹性係数、ボアソント比、線膨張係数、許容応力、許容伸縮量、許容屈曲角度を自動的に設定することができる。

地盤条件

表層地盤および基盤層の剪断弹性波速度をN値より計算する場合は、計算に用いる対象剪断歪を「10³」、「10⁴」、「10⁵」から選択することができる。また、PS検層等で測定された実測値での入力も可能。

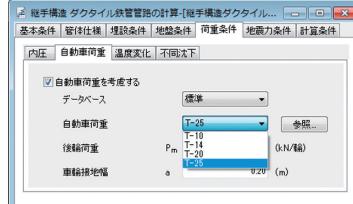
常時荷重条件

常時荷重として、「内圧」、「自動車荷重」、「温度変化」、「不同沈下」の設定が可能。

管に作用する自動車荷重は、T荷重種類を指定することにより、あらかじめ登録されたT荷重に対する後輪荷重、車輪設置幅、車両占有幅、分布角を自動的に設定したり、任意に設定することができる。

自動車荷重に考慮する衝撃係数を、道路土工カルバート工指針に従い土被りより自動的に設定したり、任意に設定することができる。

軟弱地盤区間ににおける不同沈下の影響を、軟弱地盤区間長と中央部の不同沈下量を入力することにより算出が可能。



地震時条件

ダクタイル鉄管およびゴム輪接合塩化ビニル管については、レベル1地震動およびレベル2地震動それぞれで管体および継手の照査が可能。また、レベル1地震動およびレベル2地震動の管体および継手の照査を一括で行うことも可能。

レベル1地震動の基盤面における標準値を任意に設定することも可能。

レベル1地震動に用いる地域補正係数を「水道施設耐震工法指針・解説」の「2009年版」または「1997年版」から選択することができる。

表層地盤の固有周期、速度応答スペクトルのSv等を直接入力することが可能なため、「水道施設耐震工法指針・解説2009年版」の設計地震動設定方法に対応した指定が可能。同様に、地盤の動的解析等で得られた結果を計算に反映することができる。

レベル2地震動の軸応力は、非線形応答を考慮した解析を用いた簡便計算法で計算することができる。計算方法としては、「滑りを考慮した速度応答スペクトルを用いる方法」または「管と地盤の摩擦力を設定する方法」から選択することができる。

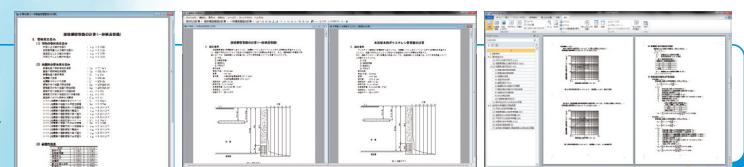
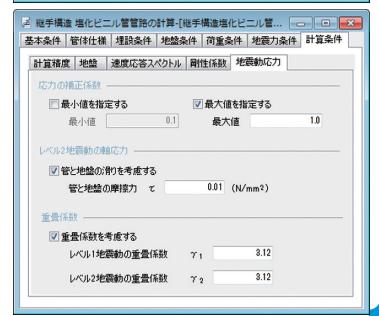
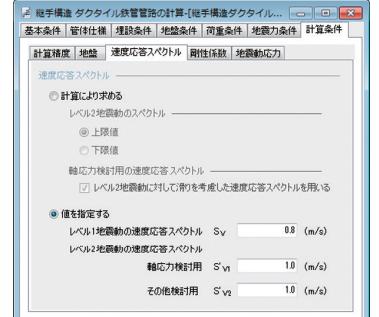
管路方向の地盤の不均一性による地盤歪みの増幅を考慮することができる。

地盤の3次元的挙動による管体応力の増加を考慮することができる(重複係数)。

地盤変位の伝達係数 a_1, a_2 を計算で求める方法の他、「1.0」として計算することができる。地盤の剛性係数を求めるために用いる係数を、表層厚さと管径から計算することができる。また、任意に設定することも可能。

地盤の剛性係数を求めるために使用する単位体積重量を「表層地盤の単位体積重量を加重平均した値」、「管が埋設されている層の単位体積重量の値」から選択することができる。

地盤の剛性係数を求めるために使用する剪断弹性波速度を「表層地盤の剪断弹性波速度を加重平均した値」、「管が埋設されている層の剪断波速度の値」から選択することができる。鋼管のレベル1地震動の軸方向ひずみの照査に用いる許容値を、「23t/D」または「降伏点歪み以下」から選択することができる。



出力結果

計算結果は、報告書型式で出力でき、Microsoft Office Wordへ出力することも可能。書式(フォント・サイズ・行間等の設定)の設定に加え、ページ番号や枠線を挿入することが可能。報告書形式の計算書作成の他に、計算結果一覧表示を行うことができ計算結果を即座に確認することができます。

諸元設定

ダクタイル鉄管、ポリエチレン管、鋼管、塩化ビニル管および活荷重等の各諸元値を、あらかじめ諸元データとして登録することが可能で、追加、変更および削除等の編集を随時行うことができます。

諸元データは、安全性の照査を行うケース毎に設計条件(埋設形式、荷重および地盤条件等)と同一データファイル内に保存されるため、将来にあたっても設計当時の諸元データのまま安全性を再確認することが可能で、また、最新の諸元データに一括更新することにより、容易に安全性を再検討することもできます。

管登録諸元

管の種類毎に諸元値(呼び径・外径・管厚・有効長・重量・許容応力・降伏点歪み・設計照査用最大伸び量・許容伸縮量・許容屈曲角等)を設定することができます。

自動車荷重設定

荷重毎に総重量、前・後輪荷重、車両占有幅、車輪設置幅、分布角を設定することができます。



アプリケーションの注目機能

同時に複数の照査結果を確認(マルチドキュメント機能)

照査を行際に複数のケースを同時に扱うことが可能で、異なる管の種類による安全性の比較を容易に確認。

マルチドキュメント機能により、継手構造管路と一体構造管路の比較を容易に確認。

ドラック&ドロップの機能

各検討で共有している入力データ(設計条件)は、ドラック&ドロップの機能により他の検討ケースにコピーすることができます。

インテリマウスのホイールボタン機能

ホイールボタンを指定することにより、同一検討条件の新規検討データを自動作成することができます。

ホイールボタン機能により、一部の条件を変更して比較検討する場合などに容易に実行可能。

動作環境

- 日本語 Windows®XP / Windows Vista® / Windows®7 ハードディスク容量は50MB以上。
- 上記Windows®が稼働するメモリが必要(本プログラムを単独で使用する場合)。推奨128MB以上。
- ディスプレイ解像度は800×600以上。推奨1024×768以上。
- マウス(インテリマウス対応済み)、CD-ROMドライブ。
- プリンタ(各ハードメーカーのドライバソフトにより計算結果を出力します。)
- プロテクト(USBタイプのみ)によりアプリケーションの保護を行っています。また、NetManageによるライセンス管理にも対応しています。
- ※NetManage(ネットワーク対応プロテクト管理ソフト)は別途ご購入いただく必要があります。

保守サービス(有償)

多様化するお客様のニーズにお応えし、一步進んだサービスをお届けしております。専用サポート電話による対応に加え、ホームページでの充実した情報提供等の様々なサービスを提供します。

「水道管路の耐震設計」の操作上のお問合わせや技術的なご質問は、テクニカルサポートセンターにて、保守サービス専用サポート電話やFAXまたは電子メールでお受けいたします。

注 水道管路の耐震設計は、保守サービスの加入および継続が必須となっておりますのでご注意ください。

株式会社 シビルソフト開発

本 社 〒110-0016 東京都台東区台東1-6-4 タカラビル5F
東日本営業所 〒110-0016 東京都台東区台東1-6-4 タカラビル5F
西日本営業所 〒532-0011 大阪市淀川区西中島6-1-3 アストロ新大阪第2ビル13F

TEL:03-5816-3155 FAX:03-5816-3160
TEL:03-5816-3175 FAX:03-5816-3160
TEL:06-6307-1360 FAX:06-6307-9469

<http://www.civil.co.jp>
info@civil.co.jp