



スラスト対策工設計システム

土地改良事業計画設計基準「パイプライン」および「水道施設設計指針」(日本水道協会) 対応

価格 ¥199,500-(税+HASP 込)

本商品を別保有の同タイプのHASPに追加登録する場合、価格は¥189,000-(税込)となります。

適用基準

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

計算範囲

- 地下水位を考慮可能
- スラスト力を計算し判定表示
- スラストブロックによる対策
- 溶接接着溶着による一体化長計算
- 離脱防止継手による一体化長計算

検討箇所

- 屈曲部 (水平/鉛直) ○ 片落部
- 分岐部 (Y, T字管) ○ 弁栓部

適用管種

- 不とう性管 ○ とう性管

主な機能

1. 管種は、**不とう性管** (遠心力鉄筋コンクリート、コア式プレストレストコンクリート) および**とう性管** (ダクタイル鋳鉄鋼管、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) に対応。
2. 管種^①の材料特性値を**標準DB登録**、新規登録や編集も可能。
3. スラスト力の検討において**地下水位の入力**を可能とし、「**滑動**」「**浮上**」「**沈下**」「**応力**」の計算を行い、判定結果を画面表示。
4. スラスト対策工として**一体化長の計算**および**スラストブロック**に対応。スラストブロックは、標準タイプと任意形を選択可能。
5. 一体化長の計算では、管種により「溶接、接着、溶着等の接合」または「離脱防止継手による接合」の選択が可能。
6. スラスト力の判定後、判定がOKでも**(弁栓・T字管)**一体化長(有効長)の計算やスラストブロックによる検討が可能。
7. 出力帳票に対して、印刷フォントや枠線、マージン等の指定が可能。
8. 計算書出力時、計算書目次の**自動生成**の指定が可能。また**Word出力変換**も可能。



システム環境

CONTACT (TEL) : 06-6125-2232 (FAX) : 06-6125-2233

- 基本 OS : Windows Me/XP/2000/Vista
- ハード環境 : Pentium II 233MHz 以上/画面解像度 1024×768 を推奨/HD 容量 100MB 以上
- ドライブ環境 : CD-ROM ドライブ必須/USB ポート必須 (プロテクト HASP 用)

お問合せ

ACCESS (URL) : <http://www.sipc.co.jp> (Mail) : mail@sipc.co.jp

株式会社SIPシステム

【大阪事務所】 〒542-0081 大阪府大阪市中央区南船場 1-18-24-501

(お問合せ先) TEL : 06-6125-2232 FAX : 06-6125-2233

【本店】 〒599-8128 大阪府堺市東区中茶屋 77-1-401

TEL : 072-237-1474 FAX : 072-237-1041

ご案内

- ・本商品に関するご質問、資料請求、見積依頼等ございましたら、お電話、メール等にて弊社「大阪事務所」までお問合せ下さい。商品の操作概要等をご確認頂ける「体験版CD-ROM」を用意しております。
- ・弊社ホームページよりも商品概要、リーフレット、出力例、体験版プログラムなどのダウンロードを可能としておりますのでご利用下さい。

スラスト対策工設計システム Ver2.0 の VerUp 機能と操作画面の概要

(株) SIPシステム
技術サービス

新商品「スラスト対策工設計システム Ver2.0」の主な機能と操作画面についてご案内しています。

水道施設設計基準に新規対応

表題: 水道施設設計基準(サンプル計算書)
適用基準: 土地改良事業計画設計基準 設計「パイライン」 水道施設設計指針

管の種別および主として用いる管の寸法

管種: ダクタイル鑄鉄管 ポリエチレン管
 鋼管 強化プラスチック複合管
 硬質ポリ塩化ビニル管

抽出条件: 登録別 無指定 名称 無指定 種類 無指定 形 無指定 呼び径 無指定

| 登録別 | 規格 | 名称 | 種類 | 形 | 呼び径 | 管厚 |
|-----|------------|----------|----|----|-----|----|
| 規格管 | JIS G 5526 | ダクタイル鑄鉄管 | D3 | NS | 250 | 1 |
| 規格管 | JIS G 5526 | ダクタイル鑄鉄管 | D3 | NS | 300 | 6 |
| 規格管 | JIS G 5526 | ダクタイル鑄鉄管 | D3 | NS | 350 | 6 |
| 規格管 | JIS G 5526 | ダクタイル鑄鉄管 | D3 | NS | 400 | 7 |
| 規格管 | JIS G 5526 | ダクタイル鑄鉄管 | D3 | NS | 450 | 7 |
| 規格管 | JIS G 5526 | ダクタイル鑄鉄管 | D3 | NS | 500 | 8 |

埋戻し土

| | | |
|---------------|------------|----------------------------|
| 埋戻し土の単位体積重量 | γ_s | 18.00 (kN/m ³) |
| 埋戻し土の水中単位体積重量 | w | 8.90 (kN/m ³) |
| 内部摩擦角 | ϕ | 30.0 (°) |
| 水の単位体積重量 | w_0 | 9.80 (kN/m ³) |
| 管内水の単位体積重量 | w_0i | 9.80 (kN/m ³) |
| コンクリートの単位体積重量 | γ_c | 23.00 (kN/m ³) |

その他の定数

| | | |
|---------------|----------|-------------------------|
| 管側面と土の摩擦係数 | μ | 0.500 |
| 土とコンクリートの摩擦係数 | μ' | 0.500 |
| 曲面の変動土圧の補正係数 | F | 0.650 |
| 管の線膨張率 | α | 1.15 × 10 ⁻⁵ |

設計水圧

設計水圧の基本値 H: 0.30 (MPa)
(静水圧 + 水撃圧)

安全率

| | スラスト力の算出(標管) | 構造物の設計 |
|----|--------------|--------|
| 滑動 | 1.50 | 1.50 |
| 浮上 | 1.20 | 1.20 |
| 沈下 | 1.20 | 1.00 |

T字管の追加

検討断面入力

断面名: 新規断面1
説明図: 屈曲部 分岐部 T字管 片落ち部 弁柱部

変更: 名称: ダクタイル鑄鉄管
種類: D1 形: K 呼び径: 1100

| | | |
|---------------|------------------------------------|--------|
| 上流側継手までの距離 | L1 (m) | 0.640 |
| 下流側継手までの距離 | L2 (m) | 0.640 |
| 曲がり中心半径 | R (m) | 0.600 |
| 水平曲がり角度 | θ h (°) | 45.00 |
| 管上流側と水平のなす角 | β u (°) | 45.00 |
| 管下流側と水平のなす角 | β d (°) | 0.00 |
| 地表面から曲点までの深さ | Hc (m) | 3.2000 |
| 地下水位 (G.L. -) | Hw (m) | 1.000 |
| 管内平均流速 | V (m/sec) | 0.800 |
| 管底面の地盤の許容支持力度 | σ_{rv} (kN/m ²) | 100.00 |
| 設計水圧 | H (MPa) | 0.15 |

再計算: 管の重量 5.79 (kN) 管内水重 11.56 (kN)

設計水圧が作用する断面種: 外径 内径

地下水水位の設計条件に伴う単重の入力

検討結果一覧表

| No | 断面名 | 名称 | 呼び径 | スラスト | 判定 |
|----|-------|----------|------|------|----|
| 1 | 新規断面1 | ダクタイル鑄鉄管 | | | |
| 2 | 新規断面2 | ダクタイル鑄鉄管 | | | |
| 3 | 新規断面3 | ダクタイル鑄鉄管 | | | |
| 4 | 新規断面4 | ダクタイル鑄鉄管 | 1100 | 片落ち部 | NG |
| 5 | 新規断面5 | ダクタイル鑄鉄管 | | | |

検討結果詳細

| 項目 | 計算式 | 値 | 判定 |
|---------------------------------|-----------------------------------------|---------|-----------|
| スラスト力 | $S \cdot Ph$ (kN) | 118.48 | 177.72 > |
| スラスト力 | $S \cdot Ph$ (kN) | 45.34 | 58.01 < |
| スラスト力 | $S \cdot Pv$ (kN) | -109.46 | -131.36 < |
| σ_v (kN/m ²) | $S \cdot \sigma_v$ (kN/m ²) | 141.37 | 169.65 > |

記号説明および検討断面

形状寸法入力: $L1, L2, R, Hc, Hw, V, \sigma_{rv}, H$

地下水水位の入力

形状寸法入力補助機能

| 断面No | 断面名 | 名称 | 呼び径 | 種類 | 形 | 検討タイプ | 対策工の要否 | 対策工の種類 | 検討結果 |
|------|-------|----------|------|----|---|-------|--------|--------|-----------|
| 1 | 新規断面1 | ダクタイル鋼鉄管 | 1100 | D1 | K | 屈曲部 | 要 | ブロック | OK |
| 2 | 新規断面2 | ダクタイル鋼鉄管 | 1100 | D1 | K | 分岐部 | 要 | 任意形 | NG |
| 3 | 新規断面3 | ダクタイル鋼鉄管 | 1100 | D1 | K | 弁柱部 | 要 | ---- | ---- |
| 4 | 新規断面4 | ダクタイル鋼鉄管 | 1100 | D1 | K | T字管 | 要 | 離脱防止継 | 一体化長 3.6m |
| 5 | 新規断面5 | ダクタイル鋼鉄管 | 1100 | D1 | K | 片落ち | 要 | 離脱防止継 | 一体化長 6.2m |

屈曲管の場合のスラスト力の判定とスラスト対策の選択画面

対策工詳細

対策工なし

一体化長の検討

溶接・接着・溶着等による接合

離脱防止継手による接合

スラストブロックの設計

任意形スラストブロック

説明図・寸法図

L1 (m) 1.800

L2 (m) ----

L3 (m) ----

L4 (m) ----

B1 (m) 0.700

B2 (m) 1.800

B3 (m) ----

H1 (m) 1.700

H2 (m) 1.500

H3 (m) 1.200

H4 (m) ----

H5 (m) ----

再計算

管の重量 16.85 (kN)

管内水重 33.61 (kN)

滑動検討時のスラスト鉛直分力 考慮しない 考慮する

滑動に対する検討(水平曲がり)

| スラスト力 Ph (kN) | S・Ph (kN) | 水平方向抵抗力 Fh (kN) | 判定 |
|---------------|-----------|-----------------|----|
| 118.48 | 177.72 | < 1623.42 | OK |

滑動に対する検討(鉛直曲がり)

検討断面入力

断面名: 新規断面4

説明図

屈曲部 分岐部 T字管 片落ち部 弁柱部

本管 名称: 鋼鉄管 種類: D1 形: K 呼び径: 1100

枝管 名称: 鋼鉄管 種類: D1 形: K 呼び径: 1100

本管上流側継手までの距離 L1 (m) 0.640

本管下流側継手までの距離 L2 (m) 0.640

枝管継手までの距離 L3 (m) 1.200

分岐角度 θ (°) 90.00

地表面から管中心までの深さ Hc (m) 4.000

地下水位 (G.L.) Hw (m) 1.200

管底面の地盤の許容支持力度 σ_{rv} (kN/m²) 0.00

設計水圧 H (MPa) 0.30

検討断面一覧表

| 新規断面No | 断面名 | 名称 | 呼び径 | スラスト | 判定 |
|--------|-------|----------|------|------|----|
| 1 | 新規断面1 | ダクタイル鋼鉄管 | 1100 | 屈曲部 | NG |
| 2 | 新規断面2 | ダクタイル鋼鉄管 | 1100 | 分岐部 | NG |
| 3 | 新規断面3 | ダクタイル鋼鉄管 | 1100 | 弁柱部 | NG |
| 4 | 新規断面4 | ダクタイル鋼鉄管 | 1100 | T字管 | NG |
| 5 | 新規断面5 | ダクタイル鋼鉄管 | 1100 | 片落ち部 | NG |

検討結果詳細

滑動に対する検討(x方向)

| スラスト力 Fx(kN) | S・Fx (kN) | 水平方向抵抗力 F _{rx} (kN) | 判定 |
|--------------|-----------|------------------------------|------|
| ---- | ---- | ---- | ---- |

滑動に対する検討(y方向)

| スラスト力 Fy(kN) | S・Fy (kN) | 水平方向抵抗力 F _{ry} (kN) | 判定 |
|--------------|-----------|------------------------------|----|
| 308.36 | 462.55 | > 132.83 | NG |

T字管のスラスト力の判定とスラスト対策と一体化長の計算

新機能では、スラスト力がOKとなっても、スラスト対策（一体化長）の計算が可能。また、計算後の取り消しも可能。

スラスト対策一覧

| 断面No | 断面名 | 名称 | 呼び径 | 種類 | 形 | 検討タイプ | 対策工の要否 | 対策工の種類 | 検討結果 |
|------|-------|----------|------|----|---|-------|--------|--------|-----------|
| 1 | 新規断面1 | ダクタイル鋼鉄管 | 1100 | D1 | K | 屈曲部 | 要 | ブロック | OK |
| 2 | 新規断面2 | ダクタイル鋼鉄管 | 1100 | D1 | K | 分岐部 | 要 | 任意形 | OK |
| 3 | 新規断面3 | ダクタイル鋼鉄管 | 1100 | D1 | K | 弁柱部 | 要 | ---- | ---- |
| 4 | 新規断面4 | ダクタイル鋼鉄管 | 1100 | D1 | K | T字管 | 要 | 離脱防止継 | 一体化長 3.6m |
| 5 | 新規断面5 | ダクタイル鋼鉄管 | 1100 | D1 | K | 片落ち | 要 | 離脱防止継 | 一体化長 6.2m |

対策工詳細

対策工なし

一体化長の検討

溶接・接着・溶着等による接合

離脱防止継手による接合

安全率 SO 1.50

単管1本の長さ Lp 550 (m)

片側一体化長 L (m) 3.575

離脱防止金具 片側個数 1

T字管の一体化長の計算 (弁柱の場合も可能)

任意形スラストブロックの計算

説明図・寸法図

X (mm) Y (mm)

1 -2000 2000

2 2500 2000

3 2500 -2000

4 -2000 -2000

5

挿入 削除

H1 (m) 2.200

H2 (m) 1.000

H3 (m) 1.000

再計算

管の重量 26.77 (kN)

任意形スラストブロックの計算

印刷書式の設定

マージンと特長

ヘッダー: spシステム(PageNo) ページ

フッター: [PageNo]/[PageCount] ページ

フォント

| 標準 | フォント名 | サイズ | 太字 | 斜体 | 下線 | 行間 | 行間 (mm) | 段落前 (mm) | 段落後 (mm) |
|--------|---------|-----|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-----|---------|----------|----------|
| 見出し1 | MS ゴシック | 14 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 120 | 0 | 2 | 2 |
| 見出し2 | MS ゴシック | 12 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 120 | 2 | 2 | 2 |
| 見出し3 | MS ゴシック | 10 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 120 | 2 | 2 | 2 |
| 見出し4 | MS ゴシック | 10 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 120 | 2 | 2 | 2 |
| ヘッダー | MS ゴシック | 9 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | --- | --- | --- | --- |
| 表式 | MS 明朝 | 10 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | --- | --- | --- | --- |
| 脚注(小字) | MS 明朝 | 6 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | --- | --- | --- | --- |

書式保存 書式読み込み 適用 Cancel

印刷書式の設定画面改良

印刷書式 Ver.2

目次

- 1 概観面.....3
 - 1.1 設計概観.....3
 - 1.2 設計仕様.....4
 - 1.3 スラスト力の概観.....4
 - 1.4 水平曲がりによる滑動に対する検討.....6
 - 1.5 鉛直曲がりによる滑動に対する検討.....7
 - 1.6 凍上に対する検討.....8
 - 1.7 凍下に対する検討.....9
 - 1.8 スラストブロック仕様.....9
 - 1.8.1 形状仕様.....10
 - 1.8.2 スラスト力.....10
 - 1.8.3 スラストブロック側面における設置.....10
 - 1.8.4 スラストブロックに働く力.....10
 - 1.8.5 水平曲がりによるスラストブロックの動向.....11
 - 1.8.6 鉛直曲がりによるスラストブロックの動向.....11
 - 1.8.7 凍上に対する検討.....14
 - 1.8.8 凍下に対する検討.....14
- 2 概観面.....16
 - 2.1 設計仕様.....17
 - 2.2 設計仕様.....17
 - 2.3 スラスト力の概観.....17
 - 2.4 凍結に対する検討.....19
- 2.5.5 スラストブロックに働く力.....21
- 2.5.6 スラストブロックの動向に対する検討.....22

計算書では目次作成機能搭載

スラスト対策工設計システム

Ver2.0

適用基準

- 土地改良事業計画設計基準：設計「パイプライン」
- 設計基準「パイプライン」SI 単位系移行に関する参考資料：構造計算例
- 水道施設設計指針（日本水道協会）

出力例

<商品の特徴と機能>

- 1) 設計の適用基準は、土地改良設計基準「パイプライン」および日本水道基準「水道施設設計指針」に対応しています。
- 2) 検討管種は、**不とう性管**（遠心力鉄筋コンクリート管/コア式プレストレストコンクリート管）および**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）のスラスト力の判定および対策工の検討が可能です。
- 3) 使用管種は、「規格管」として標準管種（DB）が登録されていますが、「登録管」としてユーザー登録・編集も可能です。
- 4) スラスト力は「屈曲部」「片落ち部」「分岐部」「弁栓部」「T字管」の検討が可能です。
- 5) 地下水位の考慮した計算が可能です。地下水位の算定式は、管底・地下水位・管頂を考慮して判定計算されます。
- 6) スラスト力の検討は、検討箇所に応じて「滑動」「浮上」「沈下」「応力」等の計算を行い、抵抗力および許容値を超える場合は[NG]として画面表示します。
- 7) スラスト力対策工の検討は、スラスト力の判定にかかわらず、**一体化長（有効長）**の計算や**スラストブロック**の検討が可能です。
- 8) **一体化長の計算**は、使用管種により「溶接、接着、溶着等の接合の場合」もしくは「離脱防止継手による接合の場合」の計算が可能です。
- 9) **スラストブロックの検討**は、屈曲部は4タイプ、分岐部は2タイプ、片落ち部は1タイプから選択が可能。また、屈曲部・分岐部は**任意形ブロック**の選択も可能です。
- 10) 出力帳票に対して、罫線枠、文字フォントやマージンの設定が可能です。
- 11) 計算書は、検討断面毎に計算書の印刷や目次作成の指定が可能です。また、**Word への変換**も可能です。

開発・販売元

株式会社 SIP システム

本店（開発・商品管理）

〒599-8128

大阪府堺市中茶屋 77-1-401

TEL:072-237-1474 FAX:072-237-1041

大阪事務所（業務・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

目 次

| | | |
|---|----------------------|---|
| 1 | 表題..... | 2 |
| 2 | 使用管種..... | 2 |
| 3 | 荷重条件..... | 2 |
| | 3.1 埋戻し土..... | 2 |
| | 3.2 設計水圧..... | 2 |
| | 3.3 その他の定数..... | 2 |
| | 3.4 安全率..... | 2 |
| 4 | 検討断面..... | 3 |
| | 4.1 新規断面1（屈曲部）..... | 3 |
| | 4.2 新規断面2（分岐部）..... | 4 |
| | 4.3 新規断面3（弁栓部）..... | 4 |
| | 4.4 新規断面4（T字管）..... | 5 |
| | 4.5 新規断面5（片落ち部）..... | 6 |

1 表題

サンプルデータ（水道施設設計）

2 使用管種

ダクタイル鋳鉄管 ϕ 1100 (D1, K形)

管厚 18.0 (mm)

外径 1144.0 (mm) , 内径 1108.0 (mm)

モルタルライニング あり

ライニング厚 10.0 (mm)

| | |
|----------|------------------------------------------|
| 管体の単重 | 70.0 (kN/m ³) |
| モルタルの単重 | 21.0 (kN/m ³) |
| 管体のヤング係数 | 160.0×10^6 (kN/m ²) |

3 荷重条件

3.1 埋戻し土

| | | |
|---------------|------------|---------------------------|
| 埋戻し土の単位体積重量 | w | 20.0 (kN/m ³) |
| 埋戻し土の水中単位体積重量 | w' | 10.2 (kN/m ³) |
| 内部摩擦角 | ϕ | 30.0 (°) |
| 水の単位体積重量 | w_0 | 9.8 (kN/m ³) |
| 管内水の単位体積重量 | w_{0i} | 9.8 (kN/m ³) |
| コンクリートの単位体積重量 | γ_c | 23.0 (kN/m ³) |

3.2 設計水圧

設計水圧 H 0.30 (MPa)

3.3 その他の定数

| | | |
|---------------|----------|-----------------------|
| 管側面と土の摩擦係数 | μ | 0.50 |
| 土とコンクリートの摩擦係数 | μ' | 0.50 |
| 曲面の受働土圧の補正係数 | F | 0.65 |
| 管の線膨張率 | α | 1.15×10^{-5} |

3.4 安全率

| | スラスト力の検討 (裸 管) | 構造物の設計 |
|-----|-------------------|--------|
| 滑 動 | 1.50 | 1.50 |
| 浮 上 | 1.20 | 1.20 |
| 沈 下 | 1.20 | 1.00 |

目 次

| | | |
|-------|---------------------|----|
| 1 | 新規断面1 | 3 |
| 1.1 | 設計条件 | 3 |
| 1.2 | 設計断面 | 4 |
| 1.3 | スラスト力の算出 | 4 |
| 1.4 | 水平曲がりに伴う滑動に対する検討 | 6 |
| 1.5 | 鉛直曲がりに伴う滑動に対する検討 | 7 |
| 1.6 | 浮上に対する検討 | 8 |
| 1.7 | 沈下に対する検討 | 9 |
| 1.8 | スラストブロックの計算 | 10 |
| 1.8.1 | 形状寸法図 | 10 |
| 1.8.2 | スラスト力 | 10 |
| 1.8.3 | スラストブロック底面に加わる全荷重 | 10 |
| 1.8.4 | スラストブロックに働く浮力 | 10 |
| 1.8.5 | 水平曲がりによるスラストブロックの滑動 | 11 |
| 1.8.6 | 鉛直曲がりによるスラストブロックの滑動 | 13 |
| 1.8.7 | 浮上に対する検討 | 14 |
| 1.8.8 | 沈下に対する検討 | 15 |
| 2 | 新規断面2 | 16 |
| 2.1 | 設計条件 | 16 |
| 2.2 | 設計断面 | 17 |
| 2.3 | スラスト力の算出 | 17 |
| 2.4 | 滑動に対する検討 | 18 |
| 3 | 新規断面3 | 20 |
| 3.1 | 設計条件 | 20 |
| 3.2 | スラスト力の算出 | 20 |
| 3.3 | 管体応力の検討 | 20 |
| 3.4 | スティフナー固定部の照査 | 21 |
| 3.5 | スティフナー溶接部の検討 | 21 |
| 3.6 | 一体化長さの計算 | 22 |
| 4 | 新規断面4 | 23 |
| 4.1 | 設計条件 | 23 |
| 4.2 | 設計断面 | 24 |
| 4.3 | スラスト力の算出 | 24 |
| 4.4 | 滑動に対する検討 | 25 |
| 4.5 | 一体化長さの計算 | 26 |
| 4.5.1 | 計算式 | 26 |
| 4.5.2 | 一体化長さの算出 | 26 |
| 5 | 新規断面5 | 27 |
| 5.1 | 設計条件 | 27 |
| 5.2 | 設計断面 | 28 |
| 5.3 | スラスト力の算出 | 28 |
| 5.4 | 滑動に対する検討 | 29 |

1 新規断面1

1.1 設計条件

準拠指針： 水道施設設計指針 2000 平成12年3月 日本水道協会

スラスト形式： 屈曲部

管種： ダクタイル鋳鉄管 ϕ 1100 (D1, K形)
外径 $D_o=1144.0$ (mm) , 管厚 $T=18.0$ (mm)

曲がり中心半径： 0.600 (m)

上流側継ぎ手までの管長： 0.640 (m)

下流側継ぎ手までの管長： 0.640 (m)

屈曲角度 水平屈曲角度： 45.0 (°)

鉛直屈曲角度： 45.0 (°)

合成屈曲角度： 60.0 (°)

地表面から屈曲点までの深さ：3.200 (m)

地下水位 G.L. - 1.000 (m)

設計水圧： $H = 0.15$ (MPa) = 150.0 (kN/m²)

管内平均流速： 0.8 (m/s)

土の内部摩擦角： 30.0 (°)

管底面地盤の許容支持力度： 100.0 (kN/m²)

単位体積重量 埋戻し土： 20.00 (kN/m³)

地下水： 9.80 (kN/m³)

管内水： 9.80 (kN/m³)

コンクリート：23.00 (kN/m³)

1.2 設計断面

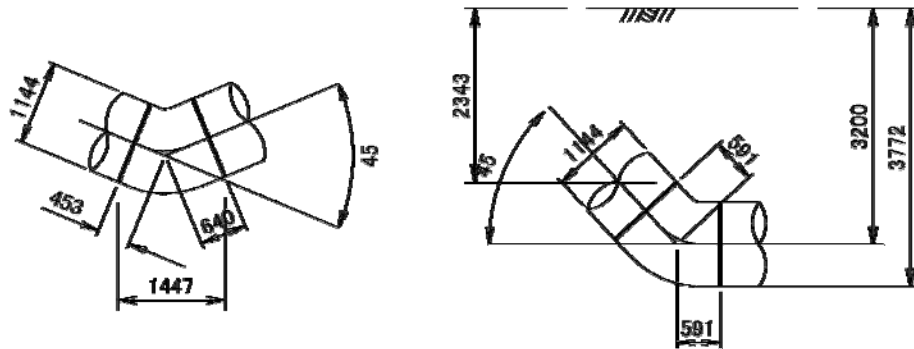


図-1.1 寸法図

1.3 スラスト力の算出

スラスト力は(1)式により求める。

$$P' = 2 \cdot H \cdot a_c \cdot \sin \frac{\theta}{2} + \frac{2a \cdot w_0 \cdot V^2}{g} \cdot \sin \frac{\theta}{2} \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 P' : スラスト力 (kN)

H : 設計水圧 150.0 (kN/m²)

a_c : 設計水圧が作用する範囲の断面積

$$a_c = \pi / 4 \times 1.1440^2 = 1.027879 \text{ (m}^2\text{)}$$

θ : 屈曲角度 (°)

a : 設計水圧が作用する断面積

$$a = \pi / 4 \times 1.1114^2 = 0.970132 \text{ (m}^2\text{)}$$

w_0 : 管内水の単位体積重量 9.80 (kN/m³)

V : 管内平均流速 0.80 (m/s)

g : 重力の加速度 9.80 (m/s²)

水平曲がりによるスラスト力

水平屈曲角度 $\theta = 45.0$ (°)

$$P' = 2 \times 150.0 \times 1.027879 \times \sin \frac{45.0}{2} + \frac{2 \times 0.970132 \times 9.8 \times 0.80^2}{9.8} \times \sin \frac{45.0}{2} = 118.48 \text{ (kN)}$$

鉛直曲がりによるスラスト力

鉛直屈曲角度 $\theta = 45.0$ (°)

$$P' = 2 \times 150.0 \times 1.027879 \times \sin \frac{45.0}{2} + \frac{2 \times 0.970132 \times 9.8 \times 0.80^2}{9.8} \times \sin \frac{45.0}{2} = 118.48 \text{ (kN)}$$

スラスト力の水平分力

$$P_h = p' \cdot \sin(\theta/2 \pm \beta) = 118.48 \times \sin \left(\frac{45.0}{2} + 0.0 \right) = 45.34 \text{ (kN)}$$

ただし、 β ：上下流の管路のうち、水平に近いほうの管路が水平面となす角。

なお、上下流の管路が水平面の異なる側にあるとき正、

同じ側にあるときを負とする。

スラスト力の鉛直分力(下向き)

$$P_v = p' \cdot \cos \left(\frac{\theta}{2} \pm \beta \right) = 118.48 \times \cos \left(\frac{45.0}{2} + 0.0 \right) = 109.46 \text{ (kN)}$$

1.4 水平曲がりに伴う滑動に対する検討

管の水平曲がりに伴う滑動は式(2)～(6)により検討する。

$$R_h \geq S \cdot P' \quad \dots\dots\dots (2)$$

(地下水位が管底より低い場合)

$$R_h = F \cdot \frac{1}{2} \cdot K_p \cdot B_b \cdot w \cdot (H_2^2 - H_1^2) \quad \dots\dots\dots (3)$$

(地下水位が管頂より高い場合)

$$R_h = F \cdot \frac{1}{2} \cdot K_p \cdot B_b \cdot \left\{ w' (H_2^2 - H_1^2) + 2(w - w') H_w (H_2 - H_1) \right\} \quad \dots\dots\dots (4)$$

(その他の場合)

$$R_h = F \cdot \frac{1}{2} \cdot K_p \cdot B_b \cdot \left\{ w (H_2^2 - H_1^2) - (w - w') (H_2 - H_w)^2 \right\} \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$K_p = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \quad \dots\dots\dots (6)$$

ここで、 R_h : 水平方向抵抗力(管背面の受働土圧) (kN)

P' : スラスト力 118.48 (kN)

S : 安全率 1.50

F : 曲面の受働土圧の補正係数 0.65

w : 土の単位体積重量 20.00 (kN/m³)

B_b : 管背面の幅 1.447 (m)

H_1 : 地表面から管頂面までの深さ 2.628 (m)

H_2 : 地表面から管底面までの深さ 3.772 (m)

H_w : 地下水面までの深さ 1.000 (m)

K_p : 受働土圧係数

ϕ : 土の内部摩擦角 30.0 (°)

$$K_p = \tan^2 \left(45 + \frac{30.00}{2} \right) = 3.000$$

$$R_h = 0.65 \times \frac{1}{2} \times 3.000 \times 1.447$$

$$\times \left\{ 10.20 \times (3.772^2 - 2.628^2) + 2 \times (20.00 - 10.20) \times 1.000 \times (3.772 - 2.628) \right\}$$

$$= 137.01 \text{ (kN)}$$

$$S \cdot P' = 1.50 \times 118.48 = 177.72 \text{ (kN)} > R_h = 137.01 \text{ (kN)}$$

よって、滑動に対して対策が必要である。

1.6 浮上に対する検討

管の浮上に対する検討は式(12)～(15)により行う。

$$R_v + W - U \geq S \cdot P_v \quad \dots\dots\dots (12)$$

(地下水位が管底より低い場合)

$$R_v = \frac{1}{2} \cdot L \cdot \mu \cdot w \cdot (H_2^2 - H_1^2) \cdot \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \quad \dots\dots\dots (13)$$

(地下水位が管頂より高い場合)

$$R_v = \frac{1}{2} \cdot L \cdot \mu \cdot \left[\tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \cdot \left\{ w' (H_2^2 - H_1^2) + 2(w - w') H_w (H_2 - H_1) \right\} \right] \quad \dots\dots\dots (14)$$

(その他の場合)

$$R_v = \frac{1}{2} \cdot L \cdot \mu \cdot \left[\tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \cdot \left\{ w (H_2^2 - H_1^2) - (w - w') (H_2 - H_w)^2 \right\} \right] \quad \dots\dots\dots (15)$$

- ここで、 R_v : 管側面の主働土圧による摩擦抵抗力 (kN)
 P_v : スラスト力の鉛直分力(上向き) -109.46 (kN)
 w : 土の単位体積重量 20.00 (kN/m³)
 w' : 土の水中単位体積重量 10.20 (kN/m³)
 L : 管側面の摩擦を受ける長さ
 $2 \times 1.093 = 2.185$ (m)
 μ : 管側面と土の摩擦係数 0.50
 H_1 : 地表面から管頂面までの深さ 2.343 (m)
 H_2 : 地表面から管底面までの深さ 3.772 (m)
 H_w : 地表面から地下水面までの深さ 1.000 (m)
 ϕ : 土の内部摩擦角 30.0 (°)
 W : 管底面に加わる全荷重 (kN)
 $W = W_1 + W_2$
 W_1 : 管上の埋戻し土による鉛直土圧 (kN)
 $W_1 = w \cdot H_w \cdot A = 20.0 \times 3.057 \times 1.250 = 76.43$ (kN)
 W_2 : 曲管類の重量および管内水重 (kN)
 $W_2 = 5.79 + 11.56 = 17.35$ (kN)
 H_w : 地表面からの平均深さ 3.057 (m)
 A : 管底面積
 $A = (0.640 \times \cos 45.0 + 0.640 \times \cos 0.0) \times 1.1440 = 1.250$ (m²)
 U : 管の浮力 (kN)
 $U = \pi / 4 \times 1.1440^2 \times 9.8 \times 1.215 = 12.24$ (kN)
 S : 安全率 1.20

$$R_v = \frac{1}{2} \times 2.185 \times 0.50 \times \tan^2 \left(45 - \frac{30.00}{2} \right) \times \left\{ 10.20 \times (3.772^2 - 2.343^2) + 2 \times (20.00 - 10.20) \times 1.000 \times (3.772 - 2.343) \right\}$$

$$= 21.33 \text{ (kN)}$$

$$R_v + W - U = 21.33 + (76.43 + 17.35) - 12.24 = 102.87 \text{ (kN)}$$

$$\geq S \cdot P_v = 1.20 \times -109.46 = -131.35 \text{ (kN)}$$

よって、浮上に対して安全である。

1.7 沈下に対する検討

管の沈下に対する検討は式(16), (17)により行う。

$$\sigma_{rv} \geq S \cdot \sigma_v = S \cdot \frac{W + P_v - R_v}{A} \quad \dots\dots\dots (16)$$

$$R_v = 1/2 \cdot w \cdot L \cdot \mu \cdot (H_2^2 - H_1^2) \cdot \tan^2 (45 - \phi / 2) \quad \dots\dots\dots (17)$$

| | | |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| ここで、 σ_{rv} ： | 管底面の地盤の許容支持力度 | 100.00 (kN/m ²) |
| S： | 安全率 | 1.20 |
| σ_v ： | 管底面に加わる荷重強度 | (kN/m ²) |
| W： | 管底面に加わる全荷重 | W=W ₁ +W ₂ (kN) |
| W ₁ ： | 管上の埋戻し土による鉛直土圧 | |
| | W ₁ = wH ₁ A = 20.0×3.057×1.2499 = 76.43 (kN) | |
| W ₂ ： | 曲管類の重量および管内水重 | |
| | W ₂ = 5.79+11.56 = 17.35 (kN) | |
| H ₁ ： | 地表面からの平均深さ | 3.057 (m) |
| A： | 管底面積 | |
| P _v ： | スラスト力の鉛直分力(下向き) | 109.46 (kN) |
| R _v ： | 管側面の主働土圧による摩擦抵抗力 | (kN) |
| w： | 土の単位体積重量 | 20.00 (kN/m ³) |
| L： | 管側面の摩擦を受ける長さ | 2×1.093=2.185 (m) |
| μ ： | 管側面と土の摩擦係数 | 0.500 |
| H ₁ ： | 地表面から管頂面までの深さ | 2.343 (m) |
| H ₂ ： | 地表面から管底面までの深さ | 3.772 (m) |
| ϕ ： | 土の内部摩擦角 | 30.0 (°) |

管側面の主働土圧による摩擦抵抗力

$$R_v = \frac{1}{2} \times 20.00 \times 2.185 \times 0.500 \times (3.772^2 - 2.343^2) \times \tan^2 \left(45 - \frac{30.0}{2} \right) = 21.33 \text{ (kN)}$$

管底面に加わる荷重強度

$$\sigma_v = \frac{76.43 + 17.35 + 109.46 - 21.33}{1.250} = 145.54 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

安全性の照査

$$S \cdot \sigma_v = 1.20 \times 145.54 = 174.65 \text{ (kN/m}^2\text{)} > \sigma_{rv} = 100.00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

よって、沈下に対して対策が必要である。

1.8 スラストブロックの計算

1.8.1 形状寸法図

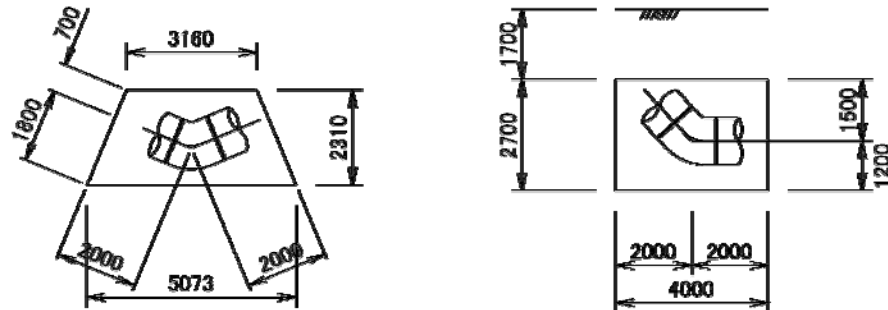


図-1.2 寸法図

1.8.2 スラスト力

水平方向スラスト力 $P_h = 118.48$ (kN)

鉛直方向スラスト力 $P' = 118.48$ (kN)

水平分力 $P_v = 45.34$ (kN)

鉛直分力 $P_v = 109.46$ (kN)

1.8.3 スラストブロック底面に加わる全荷重

| | 名称 | 計算式 | 重量 (kN) |
|----|--------|---------------------------------------------------------------------|----------------|
| 1 | ブロック自重 | $1/2 \times (3.160 + 5.073) \times 2.310 \times 2.700 \times 23.0$ | 590.43 |
| 2 | 管の控除 | $-1.028 \times (1.654 + 1.654 + 0.628) \times 23.0$ | -93.04 |
| 3 | 埋戻し土 1 | $1/2 \times (3.160 + 5.073) \times 2.310 \times 1.000 \times 20.00$ | 190.16 |
| 4 | 埋戻し土 2 | $1/2 \times (3.160 + 5.073) \times 2.310 \times 0.700 \times 10.20$ | 67.89 |
| 5 | 管重 | $4.767 \times (1.654 + 1.654 + 0.628)$ | 18.76 |
| 6 | 管内水重 | $0.970 \times 9.80 \times (1.654 + 1.654 + 0.628)$ | 37.42 |
| 合計 | | | $W_s = 811.61$ |

1.8.4 スラストブロックに働く浮力

| | 名称 | 計算式 | 重量 (kN) |
|----|--------|-------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1 | ブロック 1 | $1/2 \times (3.160 + 5.073) \times 2.310 \times 2.700 \times 9.8$ | 251.58 |
| 合計 | | | $U = 251.58$ |

1.8.6 鉛直曲がりによるスラストブロックの滑動

管の鉛直曲がりによるスラストブロックの滑動は式(24)～(29)により照査する。

$$R_h = R_{h1} + R_{h2} \geq S \cdot P_h \quad \dots\dots\dots (24)$$

$$R_{h1} = \mu \cdot (W_s - U) \quad \dots\dots\dots (25)$$

(地下水位が管底より低い場合)

$$R_{h2} = \frac{1}{2} \cdot K_p \cdot B_b \cdot w \cdot (H_2^2 - H_1^2) \quad \dots\dots\dots (26)$$

(地下水位が管頂より高い場合)

$$R_{h2} = \frac{1}{2} \cdot K_p \cdot B_b \cdot \left\{ w' (H_2^2 - H_1^2) + 2(w - w') H_w (H_2 - H_1) \right\} \quad \dots\dots\dots (27)$$

(その他の場合)

$$R_{h2} = \frac{1}{2} \cdot K_p \cdot B_b \cdot \left\{ w (H_2^2 - H_1^2) - (w - w') (H_2 - H_w)^2 \right\} \quad \dots\dots\dots (28)$$

$$K_p = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \quad \dots\dots\dots (29)$$

| | | |
|--------------|-------------------|--------------------------------|
| ここで、 R_h ： | 水平方向抵抗力 | (kN) |
| R_{h1} ： | スラストブロック底面の摩擦抵抗力 | (kN) |
| R_{h2} ： | スラストブロック背面の受働土圧 | (kN) |
| P_h ： | スラスト力の水平分力 | 45.34 (kN) |
| S ： | 安全率 | 1.50 |
| μ ： | スラストブロックと土の摩擦係数 | 0.500 |
| W_s ： | スラストブロック底面に加わる全荷重 | 811.61 (kN) |
| U ： | スラストブロックに働く浮力 | 251.58 (kN) |
| w ： | 土の単位体積重量 | 20.00 (kN/ m ³) |
| w' ： | 土の水中単位体積重量 | 10.20 (kN/ m ³) |
| B_b ： | スラストブロック背面の幅 | 2.310 (m) |
| H_1 ： | 地表面からブロック頂面までの深さ | 1.700 (m) |
| H_2 ： | 地表面からブロック底面までの深さ | 4.400 (m) |
| H_w ： | 地表面から地下水面までの深さ | 1.000 (m) |
| K_p ： | 受働土圧係数 | |
| ϕ ： | 土の内部摩擦角 | 30.0 (°) |

$$R_{h1} = 0.500 \times (811.61 - 251.58) = 280.02 \text{ (kN)}$$

$$K_p = \tan^2 \left(45 + \frac{30.00}{2} \right) = 3.000$$

$$R_{h2} = \frac{1}{2} \times 3.000 \times 2.310$$

$$\begin{aligned} & \times \left\{ 10.20 \times (4.400^2 - 1.700^2) + 2 \times (20.00 - 10.20) \times 1.000 \times (4.400 - 1.700) \right\} \\ & = 765.37 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

$$S \cdot P_h = 1.50 \times 45.34 = 68.01 \text{ (kN)} \leq R_h = 280.02 + 765.37 = 1045.38 \text{ (kN)}$$

2 新規断面2

2.1 設計条件

準拠指針： 水道施設設計指針 2000 平成12年3月 日本水道協会

スラスト形式： 分岐部

上流側の管種： ダクタイル鋳鉄管 ϕ 1100 (D1, K形)
外径 $D_e=1144.0$ (mm) , 管厚 $T=18.0$ (mm)

下流側の管種： ダクタイル鋳鉄管 ϕ 1100 (D1, K形)
外径 $D_e=1144.0$ (mm) , 管厚 $T=18.0$ (mm)

分岐管の管種： ダクタイル鋳鉄管 ϕ 800 (D1, K形)
外径 $D_e=836.0$ (mm) , 管厚 $T=13.5$ (mm)

分岐角度： 45.0 (°)

地表面から管中心までの深さ： 3.200 (m)

地下水位 G.L. - 1.000 (m)

設計水圧： $H = 0.30$ (MPa) = 300.0 (kN/m²)

上流側流量： $Q_1 = 0.45$ (m³/s)

下流側流量： $Q_2 = 0.20$ (m³/s)

分岐管流量： $Q_3 = 0.25$ (m³/s)

土の内部摩擦角： 30.0 (°)

単位体積重量 埋戻し土： 20.00 (kN/m³)

地下水： 9.80 (kN/m³)

管内水： 9.80 (kN/m³)

コンクリート： 23.00 (kN/m³)

2.2 設計断面

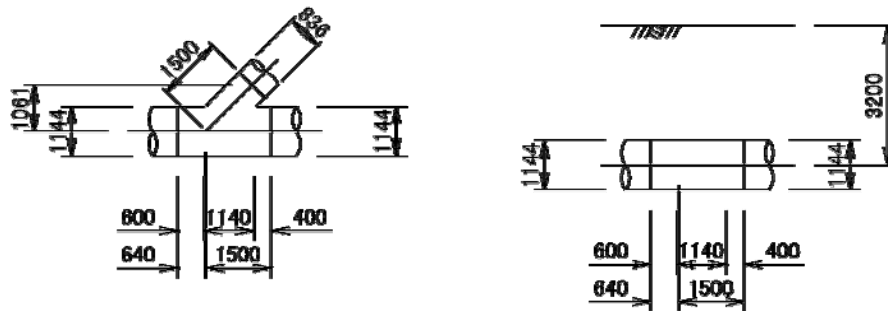


図-2.1 寸法図

2.3 スラスト力の算出

分岐管のスラスト力は式(35), (36)により求める。

$$P_x = \frac{w_0}{g} \cdot \{ Q_1 \cdot V_1 - (Q_2 \cdot V_2 + Q_3 \cdot V_3 \cdot \cos \theta) \} + H \cdot \{ A_1 - (A_2 + A_3 \cdot \cos \theta) \} \quad \dots\dots\dots (35)$$

$$P_y = \frac{-w_0 \cdot Q_3}{g} \cdot V_3 \cdot \sin \theta - A_3 \cdot H \cdot \sin \theta \quad \dots\dots\dots (36)$$

ここで、 P_x, P_y : X, Y各方向のスラスト力 (kN)

w_0 : 管内水の単重 9.8 (kN/m³)

H: 設計水圧 300.0 (kN/m²)

Q_1, V_1, A_1 : 分岐部上流側の流量、流速および流水面積

$$A_1 = \pi/4 \times 1.1114^2 = 0.97013 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$Q_1 = 0.45 \text{ (m}^3\text{/s)}, V_1 = Q_1/A_1 = 0.46 \text{ (m/s)}$$

Q_2, V_2, A_2 : 分岐部下流側の流量、流速および流水面積

$$A_2 = \pi/4 \times 1.1114^2 = 0.97013 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$Q_2 = 0.20 \text{ (m}^3\text{/s)}, V_2 = Q_2/A_2 = 0.21 \text{ (m/s)}$$

Q_3, V_3, A_3 : 分岐管の流量、流速および流水面積

$$A_3 = \pi/4 \times 0.8116^2 = 0.51734 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$Q_3 = 0.25 \text{ (m}^3\text{/s)}, V_3 = Q_3/A_3 = 0.48 \text{ (m/s)}$$

θ : 分岐角度 45.0 (°)

g: 重力の加速度 9.8 (m/s²)

$$P_x = \frac{9.8}{9.8} \times \{ 0.45 \times 0.46 - (0.20 \times 0.21 + 0.25 \times 0.48 \times \cos 45.0) \} + 300.0 \times \{ 0.97013 - (0.97013 + 0.51734 \times \cos 45.0) \} = -109.66 \text{ (kN)}$$

$$P_y = -\frac{9.8 \times 0.25}{9.8} \times 0.48 \times \sin 45.0 - 0.51734 \times 300.0 \times \sin 45.0 = -109.83 \text{ (kN)}$$

3 新規断面3

3.1 設計条件

準拠指針： 水道施設設計指針 2000 平成12年3月 日本水道協会

スラスト形式： 弁栓部

管種： ダクタイル鋳鉄管 $\phi 1100$ (D1, K形)
 外径 $D_o=1144.0$ (mm) , 管厚 $T=18.0$ (mm)
 計算管厚 $t=T/1.1=18.0/1.1=16.3$ (mm)
 (技術書 p. 288, $t+1 \geq 10$ mm, $\phi 800$ 以上より)

設計水圧 : $H = 0.30$ (MPa) = 300.0 (kN/m²)

管体の軸方向許容圧縮応力度 : $\sigma_a = 168.0$ (N/mm²)
 コンクリートの許容押抜きせん断応力度 : $\tau_a = 0.25$ (N/mm²)
 スティフナーの許容せん断応力度 : $\tau_{sa} = 0.3$ (N/mm²)

3.2 スラスト力の算出

弁栓部のスラスト力は式(42)により求める。

$$P_h = H \cdot a = 300.0 \times 1.02788 = 308.36 \text{ (kN)} \quad \dots\dots\dots (42)$$

ここで、 P_h : 弁栓部に作用するスラスト力 (kN)
 H : 設計水圧 300.0 (kN/m²)
 a : 設計水圧が作用する断面積 $\pi/4 \times 1.1440^2 = 1.02788$ (m²)

3.3 管体応力の検討

弁栓部のスラスト力による管体応力の検討は式(43)により行う。

$$\sigma = \frac{P_h}{A_p} \leq \sigma_a \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad \dots\dots\dots (43)$$

ここで、 σ : 管体の軸方向圧縮応力度 (N/mm²)
 P_h : 弁栓部に作用するスラスト力 308.36 (kN) = 308363.7 (N)
 A_p : 管の断面積
 $A_p = \pi/4 \times (1.1440^2 - 1.1114^2) = 0.05775$ (m²) = 57747.2 (mm²)
 σ_a : 管体の許容軸方向圧縮応力度 168.0 (N/mm²)

$$\sigma = \frac{308363.7}{57747.2} = 5.34 \text{ (N/mm}^2\text{)} \leq \sigma_a$$

よって、管体の軸方向圧縮応力度は許容値を満足している。

3.6 一体化長さの計算

安全率 S_0 を考慮した必要一体化長さは式(46)で求める。

$$L \geq \frac{S_0 \cdot P}{\mu \cdot w \cdot H_c \cdot \pi \cdot D_c} \quad \dots (46)$$

ここで、L：必要一体化長さ

| | |
|-----------------|----------------------------|
| S_0 ：安全率 | 1.50 |
| P：弁栓部に作用するスラスト力 | 308.4 (kN) |
| μ ：摩擦係数 | 0.50 |
| w：土の単位体積重量 | 20.00 (kN/m ³) |
| H_c ：屈曲部の深さ | 3.200 (m) |
| D_c ：管の外径 | 1.1440 (m) |

$$L = \frac{1.50 \times 308.36}{0.50 \times 20.00 \times 3.200 \times \pi \times 1.144} = 4.022 \text{ (m)}$$

よって、所要一体化長 $L=4.02$ (m)

また、離脱防止金具の使用個数は片側で1個となる。

4 新規断面4

4.1 設計条件

準拠指針： 水道施設設計指針 2000 平成12年3月 日本水道協会

スラスト形式： T字管

上流側の管種： ダクタイル鋳鉄管 ϕ 1100 (D1, K形)
外径 $D_o=1144.0$ (mm) , 管厚 $T=18.0$ (mm)

分岐管の管種： ダクタイル鋳鉄管 ϕ 1100 (D1, K形)
外径 $D_o=1144.0$ (mm) , 管厚 $T=18.0$ (mm)

地表面から管中心までの深さ： 4.000 (m)

地下水位 G.L. - 1.200 (m)

設計水圧： $H = 0.30$ (MPa) = 300.0 (kN/m²)

土の内部摩擦角： 30.0 (°)

単位体積重量 埋戻し土： 20.00 (kN/m³)

地下水： 9.80 (kN/m³)

管内水： 9.80 (kN/m³)

コンクリート： 23.00 (kN/m³)

4.2 設計断面

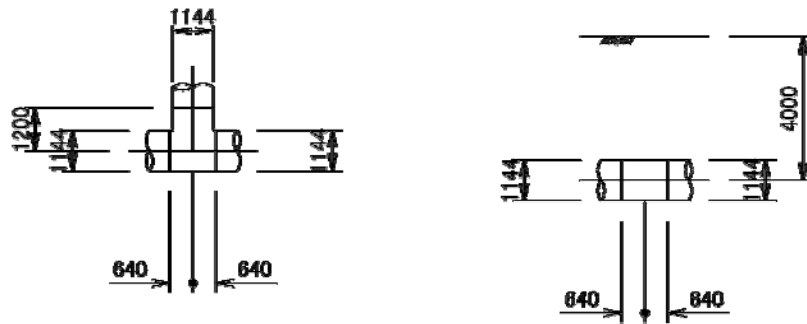


図-4.1 寸法図

4.3 スラスト力の算出

T字管のスラスト力は式(47)により求める。

$$P_h = H \cdot a = 300.0 \times 1.02788 = 308.36 \text{ (kN)} \quad \dots\dots\dots (47)$$

ここで、 P_h : T字管に作用するスラスト力 (kN)

H : 設計水圧 300.0 (kN/m²)

a : 設計水圧が作用する断面積 $\pi/4 \times 1.1440^2 = 1.02788$ (m²)

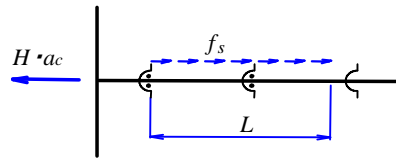


図-4.2 記号説明図

4.5 一体化長さの計算

4.5.1 計算式

周面摩擦力による合力を F_s (kN)は式(53)で求めることができる。

$$F_s = L \cdot f_s = L \cdot \mu \cdot w \cdot H_c \cdot \pi \cdot D_c \quad \dots\dots\dots (53)$$

| | |
|-------------------|----------------------------|
| ここで、 μ : 摩擦係数 | 0.50 |
| w : 土の単位体積重量 | 20.00 (kN/m ³) |
| H_c : 屈曲部の深さ | 4.000 (m) |
| D_c : 管の外径 | 1.1440 (m) |

力のつり合いを考え、安全率 S_0 を考慮すると次式が成り立つ。

$$H \cdot a_c \leq \frac{F_s}{S_0} = \frac{1}{S_0} \cdot L \cdot \mu \cdot w \cdot H_c \cdot \pi \cdot D_c$$

H : 設計水圧 300.00 (kN/m²)

a_c : 設計水圧が作用する範囲の断面積 (m²)

$$a_c = \pi / 4 \times D_c^2$$

前式を変形し、 L について整理すると式(54)のようになる。

$$L \geq \frac{S_0 \cdot H \cdot D_c}{4 \mu \cdot w \cdot H_c} \quad \dots\dots (54)$$

4.5.2 一体化長さの算出

$$L = \frac{1.50 \times 300.0 \times 1.144}{4 \times 0.50 \times 20.00 \times 4.000} = 3.218 \text{ (m)}$$

よって、所要一体化長 $L=3.22$ (m)

また、離脱防止金具の使用個数は片側で1個となる。

1 屈曲部の検討

1.1 使用管種

| 断面名 | 使用管種 | 水平屈曲角(°) | 鉛直屈曲角(°) |
|-------|--------------------------|----------|----------|
| 新規断面1 | ダクタイル鋳鉄管 φ 1100 (D1, K形) | 45.0 | 45.0 |

1.2 スラスト力の検討

| 断面名 | 滑動の検討(水平曲り) (kN) | | | 滑動の検討(鉛直曲り) (kN) | | | 浮上の検討 (kN) | | | 沈下の検討 (kN/m ²) | | | 判定 |
|-------|------------------|---|--------|------------------|---|--------|------------|---|-----------|----------------------------|---|--------|----|
| | スラスト力 | | 水平方向 | スラスト力 | | 水平方向 | スラスト力 | | 抵抗力 | 荷重強度 | | 許容 | |
| | P_h | | 抵抗力 | P_h | | 抵抗力 | P_v | | R_v+W-U | σ_v | | 支持力度 | |
| 新規断面1 | 118.48 | | | 45.34 | | | -109.46 | | | 145.54 | | | NG |
| | 177.72 | > | 137.01 | 68.01 | ≦ | 130.66 | -131.35 | ≦ | 102.87 | 174.65 | > | 100.00 | |

ここで、S:安全率 滑動に対してS=1.50、浮上に対してS=1.20、沈下に対してS=1.20