



# 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

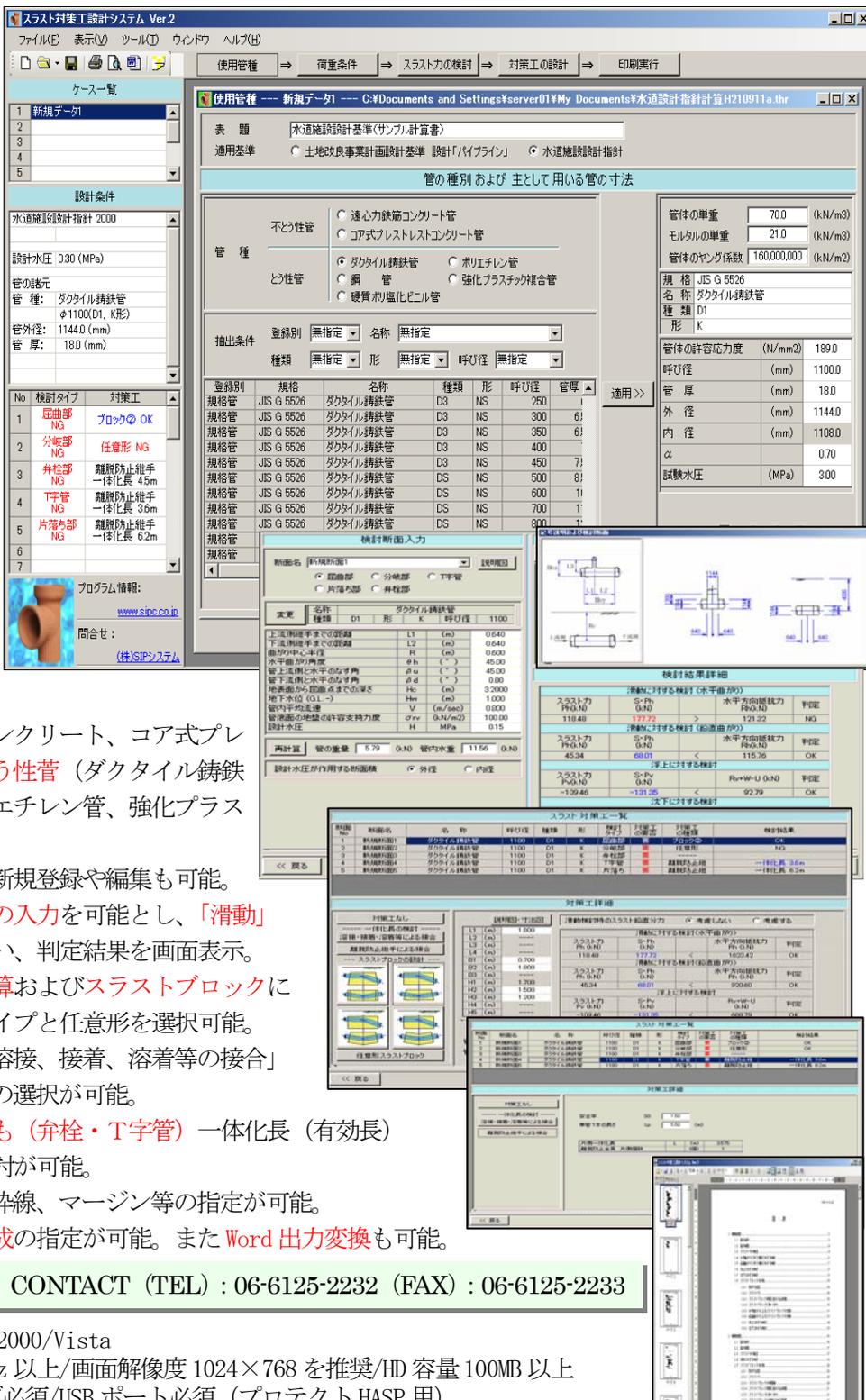
- 屈曲部 (水平/鉛直) ○ 片落部
- 分岐部 (Y, T字管) ○ 弁栓部

## 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<sup>①</sup>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](mailto: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	6
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	9

埋戻し土

埋戻し土の単位体積重量	$\gamma_s$	18.00 (kN/m <sup>3</sup> )
埋戻し土の水中単位体積重量	$w$	8.90 (kN/m <sup>3</sup> )
内部摩擦角	$\phi$	30.0 (°)
水の単位体積重量	$w_0$	9.80 (kN/m <sup>3</sup> )
管内水の単位体積重量	$w_0i$	9.80 (kN/m <sup>3</sup> )
コンクリートの単位体積重量	$\gamma_c$	23.00 (kN/m <sup>3</sup> )

その他の定数

管側面と土の摩擦係数	$\mu$	0.500
土とコンクリートの摩擦係数	$\mu'$	0.500
曲面の変動土圧の補正係数	$F$	0.650
管の線膨張率	$\alpha$	1.15 × 10 <sup>-5</sup>

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	$\theta$ h (°)	45.00
管上流側と水平のなす角	$\beta$ u (°)	45.00
管下流側と水平のなす角	$\beta$ 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	$\sigma_{rv}$ (kN/m <sup>2</sup> )	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

スラスト力 Ph(kN)	S・Ph (kN)	判定
118.48	177.72	>
45.34	58.01	<
-109.46	-131.36	<
141.37	169.65	>

形状寸法入力

地下水位の入力

形状寸法入力

形状寸法入力

形状寸法入力

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)

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) 118.48

S・Ph (kN) 177.72

水平方向抵抗力 Fh (kN) 1623.42

判定 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 名称 名称

種類 D1 形 K 種類 D1 形 K 種類 D1 形 K

呼び径 1100 呼び径 1100 呼び径 1100

枝管

名称 名称 名称

種類 D1 形 K 種類 D1 形 K 種類 D1 形 K

呼び径 1100 呼び径 1100 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<sub>rv</sub> (kN/m<sup>2</sup>) 0.00

設計水圧 H (MPa) 0.30

再計算

管の重量

管内水重

再計算

管の重量

管内水重

T字管のスラスト力の計算

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

再計算

管の重量

管内水重

再計算

管の重量

管内水重

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 (m) Y (m)

1 -2.000 2.000

2 2.500 2.000

3 2.500 -2.000

4 -2.000 -2.000

挿入 削除

H1 (m) 2.200

H2 (m) 1.000

H3 (m) 1.000

再計算

管の重量 20.77 (kN)

管内水重

再計算

管の重量

管内水重

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

左 中央 右

ページ継続

10 (mm)

左特長

右特長

20 (mm)

下特長

10 (mm)

フッター

[PageNo]/[PageCount]

ページ

左 中央 右

ページ継続

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	☑	☐	☐	☐	120	0	2
見出し2	MS ゴシック	12	☑	☐	☐	☐	120	5	2
見出し3	MS ゴシック	10	☑	☐	☐	☐	120	2	2
見出し4	MS ゴシック	10	☑	☐	☐	☐	120	2	2
ヘッダー	MS ゴシック	9	☐	☐	☐	☐	---	---	---
表式	MS 明朝	10	☐	☐	☐	☐	---	---	---
脚注(小字)	MS 明朝	6	☐	☐	☐	☐	---	---	---

書式保存

書式読み込み

適用

Cancel

印刷書式の設定画面改良

計算書では目次作成機能搭載

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 地上に対する検討.....8
  - 1.7 地下に対する検討.....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 スラストブロック側面における検討.....10
    - 1.8.5 水平曲がりによるスラストブロックの設置.....11
    - 1.8.6 鉛直曲がりによるスラストブロックの設置.....11
    - 1.8.7 地上に対する検討.....14
    - 1.8.8 地下に対する検討.....14
- 2 概観面.....16
  - 2.1 設計仕様.....16
  - 2.2 設計仕様.....17
  - 2.3 スラスト力の概観.....17
  - 2.4 滑動に対する検討.....19
- 2.5.5 スラストブロック側面における検討.....21
- 2.5.6 スラストブロックの仕様に対する検討.....22

# 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](mailto: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  $\phi$ 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 <sup>3</sup> )
モルタルの単重	21.0 (kN/m <sup>3</sup> )
管体のヤング係数	$160.0 \times 10^6$ (kN/m <sup>2</sup> )

## 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 <sup>3</sup> )
埋戻し土の水中単位体積重量	$w'$	10.2 (kN/m <sup>3</sup> )
内部摩擦角	$\phi$	30.0 (°)
水の単位体積重量	$w_0$	9.8 (kN/m <sup>3</sup> )
管内水の単位体積重量	$w_{0i}$	9.8 (kN/m <sup>3</sup> )
コンクリートの単位体積重量	$\gamma_c$	23.0 (kN/m <sup>3</sup> )

### 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	$\mu$	0.50
土とコンクリートの摩擦係数	$\mu'$	0.50
曲面の受働土圧の補正係数	$F$	0.65
管の線膨張率	$\alpha$	$1.15 \times 10^{-5}$

### 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  $\phi$ 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/m<sup>2</sup>)

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/m<sup>2</sup>)

単位体積重量 埋戻し土： 20.00 (kN/m<sup>3</sup>)

地下水： 9.80 (kN/m<sup>3</sup>)

管内水： 9.80 (kN/m<sup>3</sup>)

コンクリート：23.00 (kN/m<sup>3</sup>)

## 1.2 設計断面

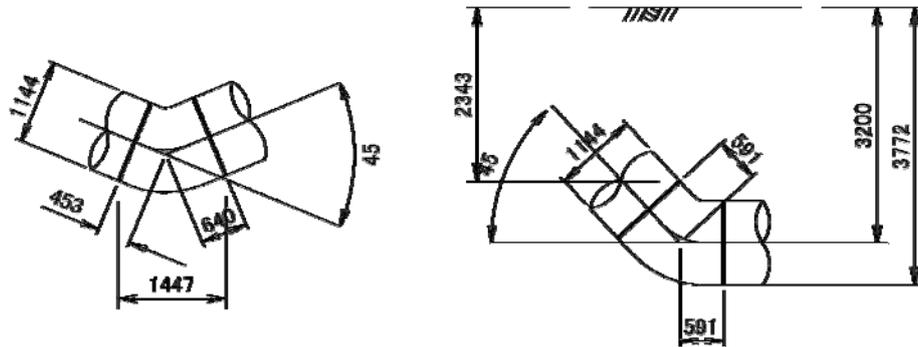


図-1.1 寸法図

## 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/m<sup>2</sup>)

$a_c$  : 設計水圧が作用する範囲の断面積

$$a_c = \pi / 4 \times 1.144^2 = 1.027879 \text{ (m}^2\text{)}$$

$\theta$  : 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/m<sup>3</sup>)

$V$  : 管内平均流速 0.80 (m/s)

$g$  : 重力の加速度 9.80 (m/s<sup>2</sup>)

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、 $\beta$ ：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/m<sup>3</sup>)

$B_b$ : 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

$\phi$ : 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/m<sup>3</sup>)

$w'$ : 土の水中単位体積重量 10.20 (kN/m<sup>3</sup>)

$L$ : 管側面の摩擦を受ける長さ  
2×1.093=2.185 (m)

$\mu$ : 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)

$\phi$ : 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  
 $A = (0.640 \times \cos 45.0 + 0.640 \times \cos 0.0) \times 1.1440 = 1.250$  (m<sup>2</sup>)

$U$ : 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、 $\sigma_{rv}$ ：	管底面の地盤の許容支持力度	100.00 (kN/m <sup>2</sup> )
S：	安全率	1.20
$\sigma_v$ ：	管底面に加わる荷重強度	(kN/m <sup>2</sup> )
W：	管底面に加わる全荷重	W=W <sub>1</sub> +W <sub>2</sub> (kN)
W <sub>1</sub> ：	管上の埋戻し土による鉛直土圧	
	W <sub>1</sub> = wH <sub>1</sub> A = 20.0×3.057×1.2499 = 76.43 (kN)	
W <sub>2</sub> ：	曲管類の重量および管内水重	
	W <sub>2</sub> = 5.79+11.56 = 17.35 (kN)	
H <sub>1</sub> ：	地表面からの平均深さ	3.057 (m)
A：	管底面積	
P <sub>v</sub> ：	スラスト力の鉛直分力(下向き)	109.46 (kN)
R <sub>v</sub> ：	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 <sup>3</sup> )
L：	管側面の摩擦を受ける長さ	2×1.093=2.185 (m)
$\mu$ ：	管側面と土の摩擦係数	0.500
H <sub>1</sub> ：	地表面から管頂面までの深さ	2.343 (m)
H <sub>2</sub> ：	地表面から管底面までの深さ	3.772 (m)
$\phi$ ：	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

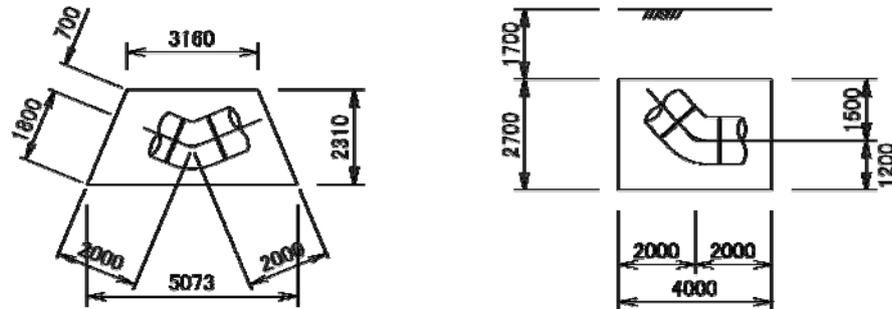


図-1.2 寸法図

### 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  $P'_v = 118.48$  (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
$\mu$ ：	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 <sup>3</sup> )
$w'$ ：	土の水中単位体積重量	10.20 (kN/ m <sup>3</sup> )
$B_b$ ：	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	
$\phi$ ：	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  $\phi$  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  $\phi$  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  $\phi$  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/m<sup>2</sup>)

上流側流量：  $Q_1 = 0.45$  (m<sup>3</sup>/s)

下流側流量：  $Q_2 = 0.20$  (m<sup>3</sup>/s)

分岐管流量：  $Q_3 = 0.25$  (m<sup>3</sup>/s)

土の内部摩擦角：  $30.0$  (°)

単位体積重量 埋戻し土：  $20.00$  (kN/m<sup>3</sup>)

地下水：  $9.80$  (kN/m<sup>3</sup>)

管内水：  $9.80$  (kN/m<sup>3</sup>)

コンクリート：  $23.00$  (kN/m<sup>3</sup>)



### 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  $D_e=1144.0$  (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/m<sup>2</sup>)

管体の軸方向許容圧縮応力度 :  $\sigma_a = 168.0$  (N/mm<sup>2</sup>)  
 コンクリートの許容押抜きせん断応力度 :  $\tau_a = 0.25$  (N/mm<sup>2</sup>)  
 スティフナーの許容せん断応力度 :  $\tau_{sa} = 0.3$  (N/mm<sup>2</sup>)

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

#### 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、 $\sigma$ : 管体の軸方向圧縮応力度 (N/mm<sup>2</sup>)  
 $P_h$ : 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  
 $A_p = \pi/4 \times (1.1440^2 - 1.1114^2) = 0.05775$  (m<sup>2</sup>) =  $57747.2$  (mm<sup>2</sup>)  
 $\sigma_a$ : 管体の許容軸方向圧縮応力度  $168.0$  (N/mm<sup>2</sup>)

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

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)
$\mu$ ：摩擦係数	0.50
w：土の単位体積重量	20.00 (kN/m <sup>3</sup> )
$H_c$ ：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  $\phi$ 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  $\phi$ 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/m<sup>2</sup>)

土の内部摩擦角： 30.0 (°)

単位体積重量 埋戻し土： 20.00 (kN/m<sup>3</sup>)

地下水： 9.80 (kN/m<sup>3</sup>)

管内水： 9.80 (kN/m<sup>3</sup>)

コンクリート： 23.00 (kN/m<sup>3</sup>)

## 4.2 設計断面

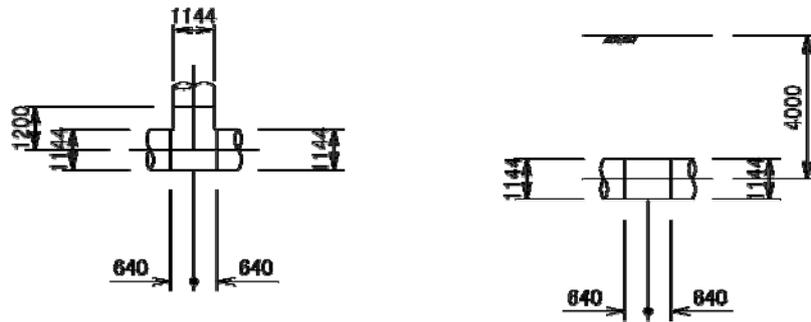


図-4.1 寸法図

## 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/m<sup>2</sup>)

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

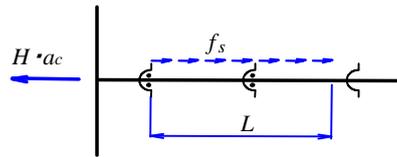


図-4.2 記号説明図

## 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、 $\mu$ : 摩擦係数	0.50
$w$ : 土の単位体積重量	20.00 (kN/m <sup>3</sup> )
$H_c$ : 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/m<sup>2</sup>)

$a_c$  : 設計水圧が作用する範囲の断面積 (m<sup>2</sup>)

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

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 <sup>2</sup> )			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	$P_v$		$R_v+W-U$	$\sigma_v$		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