

様：スラスト対策設計システム Ver3.0

令和 4 年 5 月記事更新
(株) SIP システム

スラスト力の検討から対策工「一体化長&ブロック」迄可能

—はじめに—

本システムは、土地改良設計基準の「パイプライン（令和 3 年 6 月）」、「水道施設設計指針（2012 年版）」に準拠し、「不とう性管」および「とう性管」についてスラスト力の検討からスラスト対策工迄の計算を行います。スラスト力の検討は、屈曲部、片落部、分岐部（Y 字、T 字）および弁栓について行い、複数の埋設深について一括計算処理が可能な他、スラストについて対策が必要な場合は、一体化長の計算やスラストブロックを用いた検討が可能です。また、管種データは、規格管として標準データベース化されており、特性値の読み込みが可能な他、登録管としてユーザ登録も可能です。計算書は、罫線枠やフォントの帳票編集が可能な他、RTF 変換により Word 出力も可能です。

①適用基準

- 土地改良事業計画設計基準 設計「パイプライン」基準書・技術書（R3/6/60）
- 設計基準「パイプライン」SI 単位系移行に関する参考資料「農業土木学会」構造計算例（H14/3）
- 日本水道協会
水道施設設計指針 2012（H24/7）

②計算機能

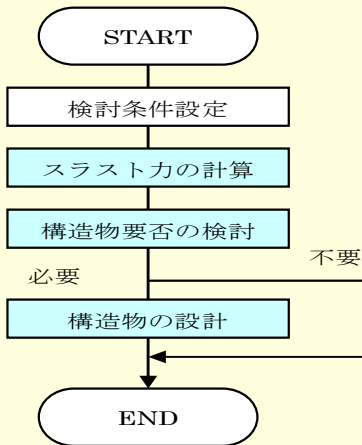
1 スラスト力の計算と判定

地下水位の入力を可能とし、スラスト力の計算を断面毎に行い、滑動（水平・鉛直曲がり）、浮上り、沈下に対する検討結果を一覧表示。

2 スラスト対策工の検討

- ①一体化長の計算（溶接・接着・溶着等による検討）
：ダクタイル鋳鉄管/鋼管等について「溶接・接着・溶着等による一体化長の検討」が可能。
- ②一体化長の計算（離脱防止継ぎ手による検討）
：溶接等が不可な管種（強化プラスチック複合管等）については、離脱防止継ぎ手による検討が可能。
- ③スラストブロック対策の検討
：スラストブロックによる対策検討が可能。
検討箇所形状により適用されるスラストブロックのタイプは異なりますが、任意形スラストブロックによる検討も可能。

③計算フロー



<スラスト力の検討箇所>

1	パイプラインの屈曲部（水平曲がり/鉛直曲がり）
2	口径が変化する片落ち部
3	パイプラインの分岐部（Y 字、T 字）
4	パイプラインにバルブが設置される弁栓部

④適用管種

1. 標準管は「規格管」として DB ファイルへ管体重量や呼径等の材料特性値を登録済み。
2. 標準管以外の各管種の特性値を「登録管」として任意に登録が可能。
<定義>
とう性管とは、管体の許容される「たわみ率」が $\geq 3\%$ の管をいい、不とう性管は $< 3\%$ の管としている。

管分類	管種名の分類	管種名
不とう性管	遠心力鉄筋コンクリート管	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	コア式プレストレストコンクリート管
とう性管	ダクタイル鋳鉄管	ダクタイル鋳鉄管
		農業用ダクタイル鋳鉄管
	鋼管	圧力配管用炭素鋼管
		水輸送用塗覆鋼管
		配管用アーク溶接炭素鋼管
		配管用炭素鋼管
		農業用プラスチック被覆鋼管
	硬質ポリ塩化ビニル管	硬質ポリ塩化ビニル管
		水道用硬質ポリ塩化ビニル管
		農業用水用厚肉硬質ポリ塩化ビニル管
一般用ポリエチレン管		
水道用ポリエチレン管		
ポリエチレン管	ガラス繊維強化ポリエチレン管	
	強化プラスチック複合管	
強化プラスチック複合管	強化プラスチック複合管	
	内挿用強化プラスチック複合管	

⑤スラスト力による照査

1.水平屈曲部&鉛直屈曲部（スキュー管の場合は、水平と鉛直屈曲管とに分解して計算）

- 1) 管が水平方向に屈曲の場合のスラスト力と安定計算（滑動・浮上・沈下）、また対策工の検討。
- 2) 管が鉛直方向に屈曲の場合のスラスト力と安定計算（滑動・浮上・沈下）、また対策工の検討。

2.分岐部（Y字管）

管がθ角で分岐する場合のスラスト力と安定計算（滑動）、また対策工（ブロック）の検討。

3.T字管

管がT字管（90°）となる場合のスラスト力（本体側で受ける場合と分岐側の選択）と安定計算（滑動）また、対策工（一体化長）の検討。

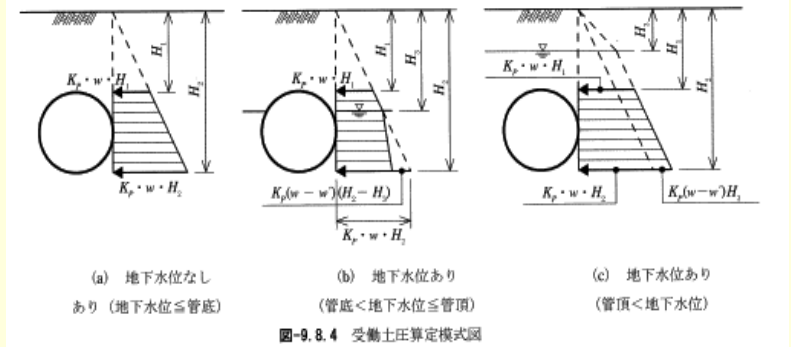
4.片落ち部

管が片落管（管サイズの変化）となる場合のスラスト力と安定計算（滑動）また、対策工の検討。

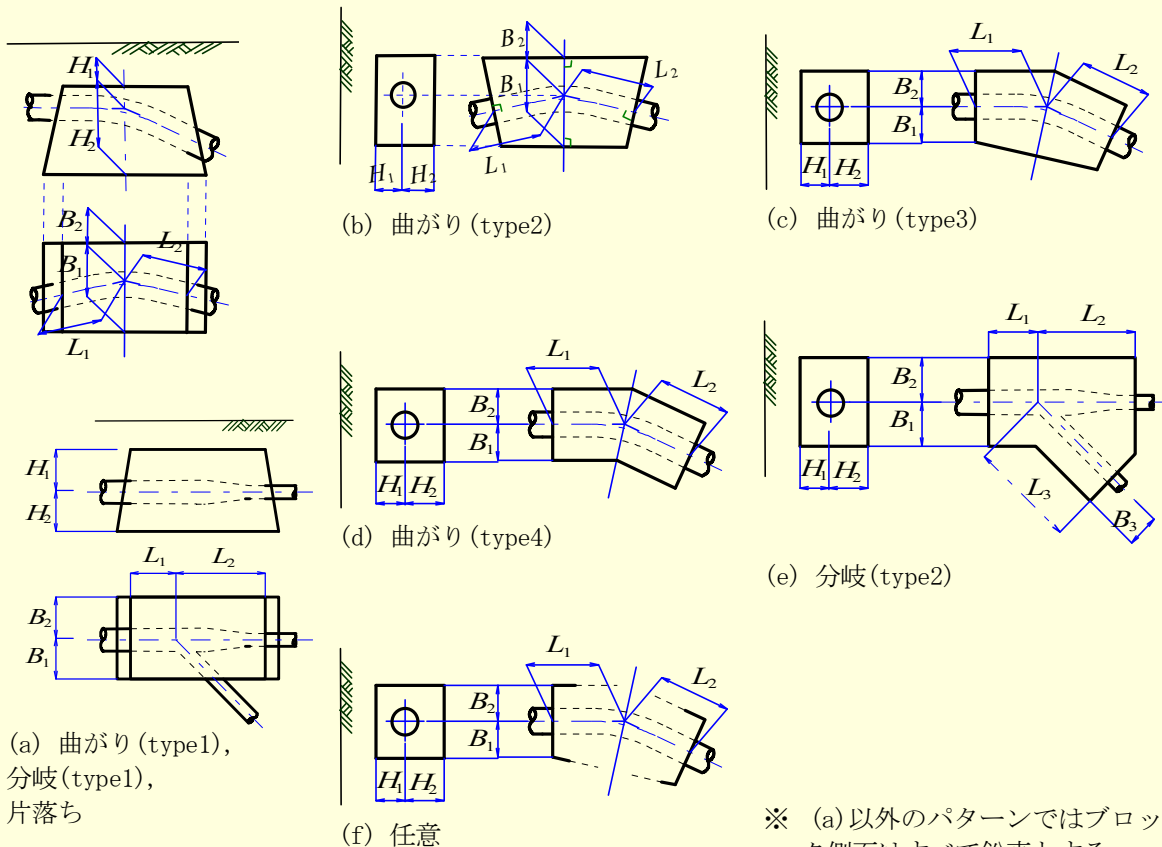
5.弁栓部

弁栓部に生じるスラスト力に対する検討で対策工として「スティフナー」を設ける場合の応力度判定と一体化長のみで対策工とする指定が可能。

＜地下水位と受働土圧＞



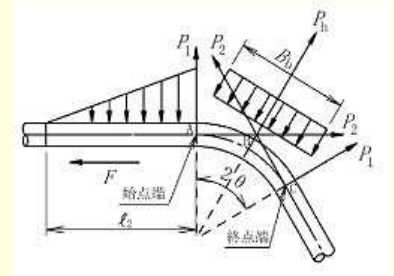
⑥スラスト対策工（スラストブロックの形状）



⑦一体化長の計算（溶接・接着・溶着等による接合）

●鋼管、硬質塩化ビニル管およびポリエチレン管及びガラス繊維強化ポリエチレン管のとう性管で、管体が一体となるような溶接、接着、溶着等の接合方法を用いる場合には、曲管部に生じるスラスト力を相殺する地盤の拘束力に見合う有効長さが存在するならば、スラストブロックは不要となる。このスラスト力を相殺できるような一体化を図る長さを「有効長さ」としている。

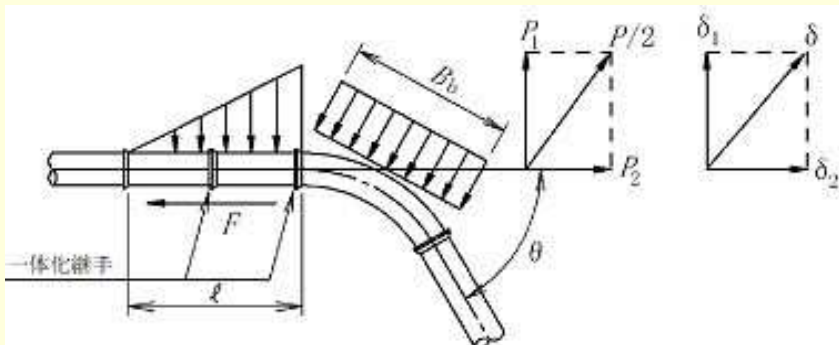
- 1) 曲げ（L1）および軸力（L2）に対する直管部の有効長さを計算。
- 2) 温度変化による管の伸縮量が管表面の摩擦力によって相殺される区間の長さを「釣り合い長さ」として求める。（L3）
- 3) 所要連続埋設長
 所要連続埋設長 = $\max\{L1, L2\} + L3$



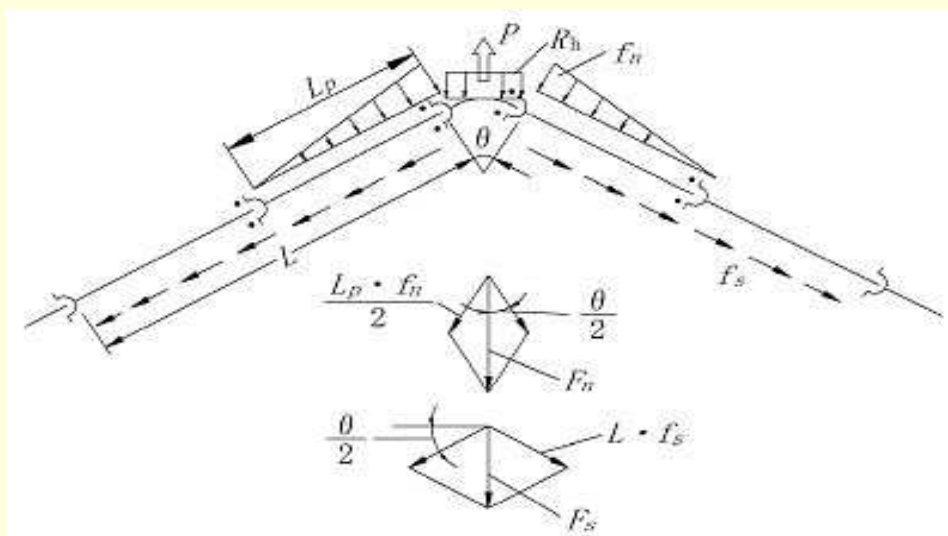
⑧一体化長の計算（離脱防止継手による接合）

●ダクタイル鋳鉄管や硬質塩化ビニル管では、曲管やT字管と直管を離脱防止継ぎ手により接合することで溶着継ぎ手と同等の機能を持った一体管路を形成することができる。

- 1) ダクタイル鋳鉄管（UF形、NS形、GX形継手）を使用する場合は、離脱防止継手を使用した一体化長の計算が可能となる。



- 2) T形やK形ダクタイル鋳鉄管およびゴム輪形硬質塩化ビニル管では、下図に示すように曲管の両端からL寸法以内の継手に「離脱防止金具」を使用することにより一体管路を結成できる。
 曲管に作用するスラスト力に対して、曲管に隣接した直管1本分の受働土圧抵抗と一体化長さ分の管周面に働く摩擦抵抗力により抵抗するものとする。
 尚、一体化長の計算は「片側のみ一体化長」の計算を行い、離脱防止金具の計算も「片側個数」のみを表示している。



⑨ 屈曲部の解説とモデル図 (参考)

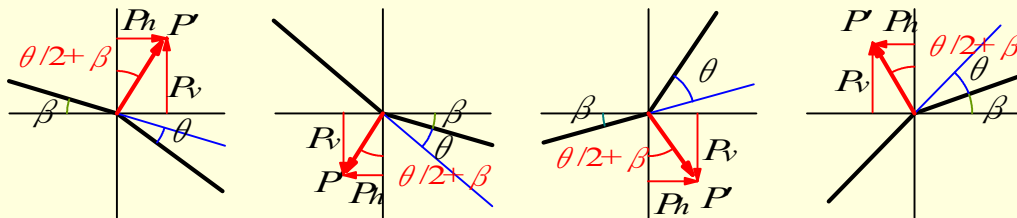
θ : 曲管の曲がり角度($^{\circ}$)

β : 曲折部と水平のなす角度($^{\circ}$)

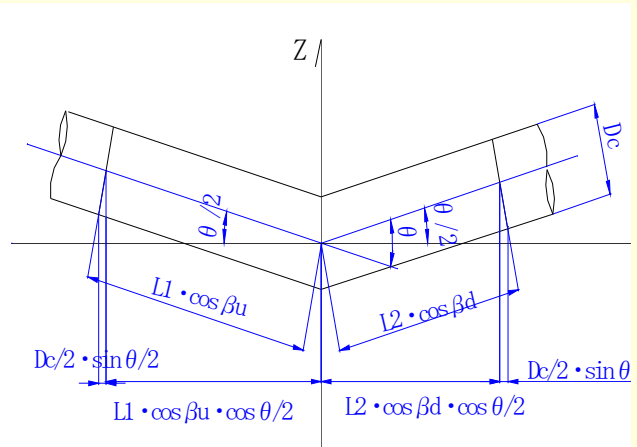
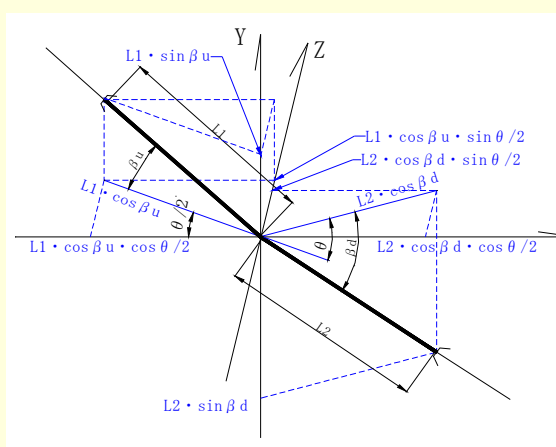
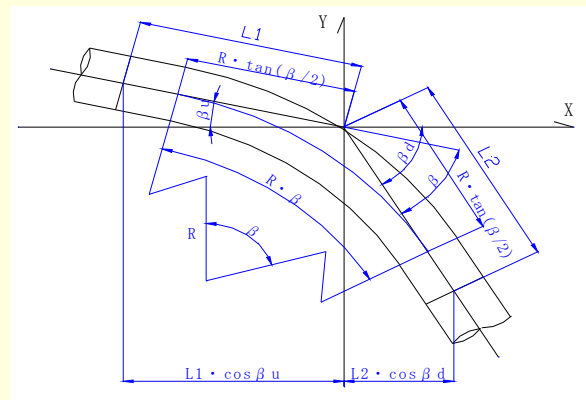
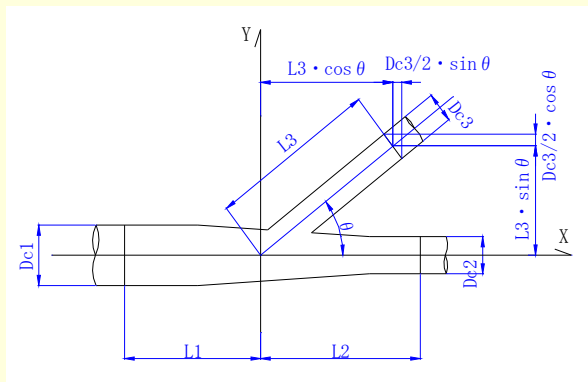
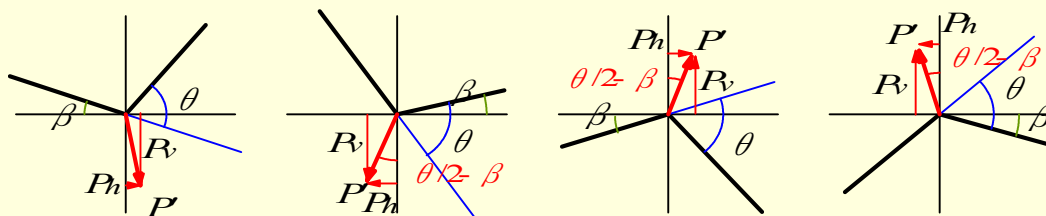
上下流側の管路のうち、水平に近いほうの管路が水平面となす角度とする。

尚、スラスト力は管路の曲がり角の2等分線上外側に向かって作用するものとする。

従って、 β の符号は下図に示すとおり、管路の上下流側が水平面の異なる側にあるとき(+) 同じ側にあるとき(-)となる。

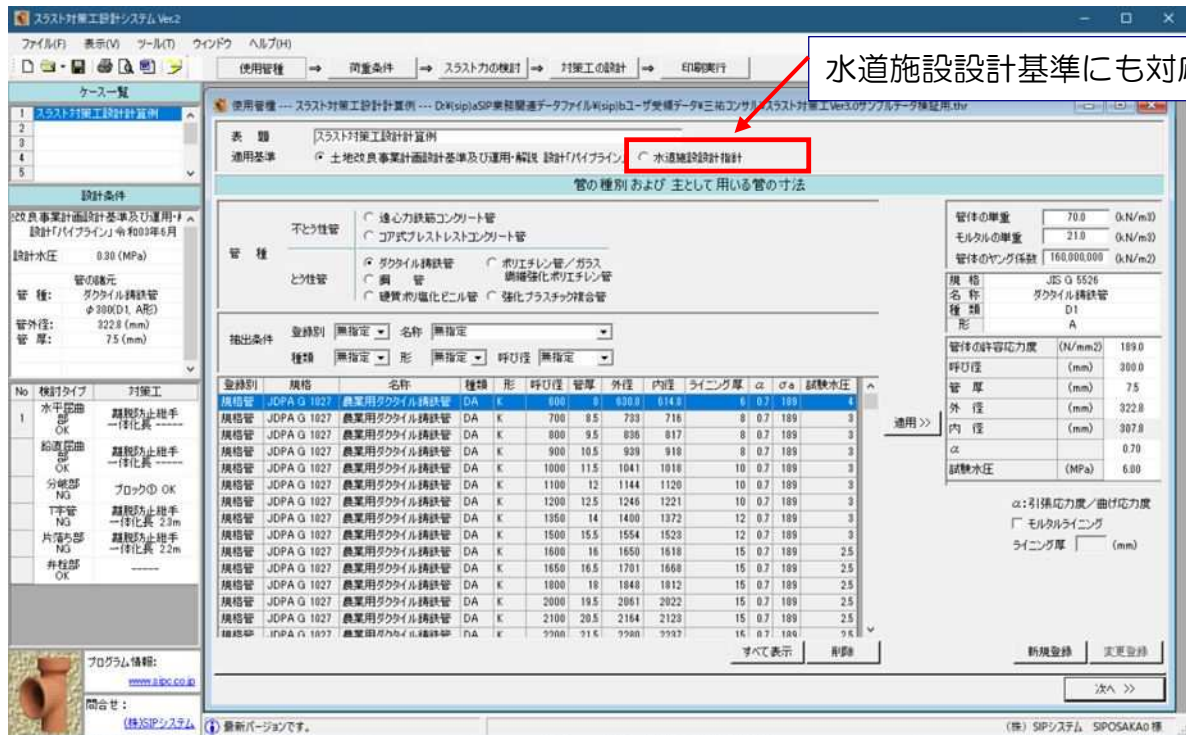


(a) Case1 (+)の場合

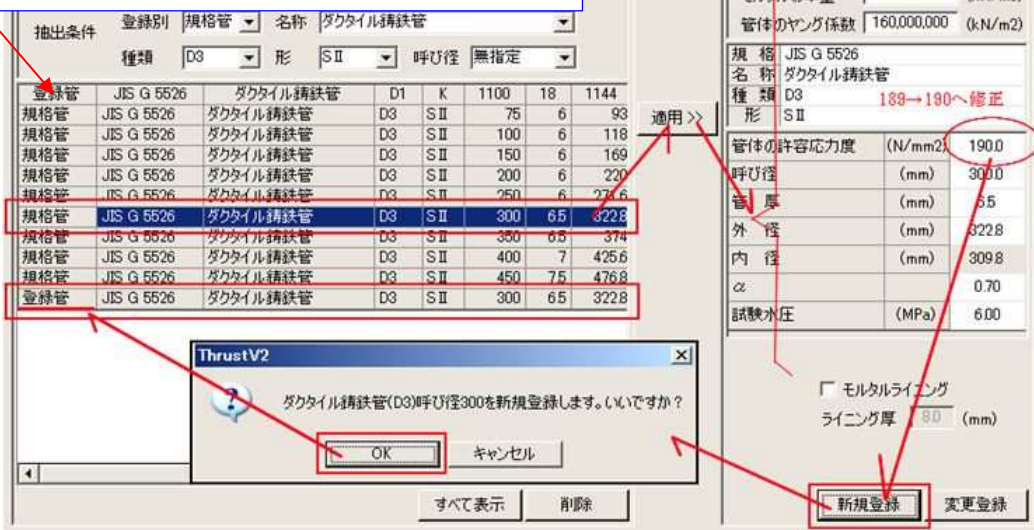


スラスト対策工設計システムの機能と操作画面の概要

「スラスト対策工設計システム Ver3.0」の主な機能と操作画面についてご案内しています。



標準管 DB からの管材の読み込み



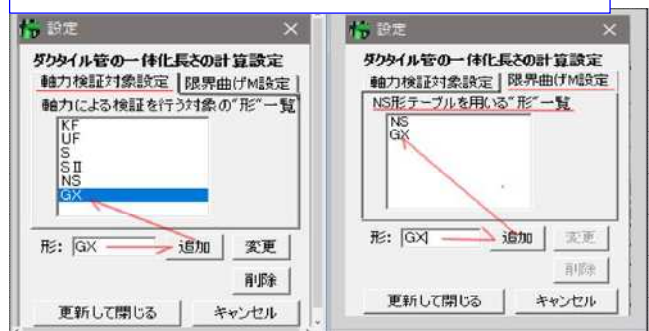
ツール(T) ウィンドウ ヘルプ(H)
印刷書式の確認・設定
管のデータベースフォルダ
一時ファイルフォルダの設定
ダクタイル管一体化長さ設定

本項目(形)に記入された記号(文字)で一体化長の計算区分が可能です。

本項目から一体化長の計算区分の指定が可能。
NS形の計算か? それ以外か?

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	160,000,000	(kN/m ²)
規格	JIS G 5526	
名称	ダクタイル鑄鉄管	
種類	D1	
形	GX	
管体の許容応力度	(N/mm ²)	189.0

ダクタイル管 (GX、NS 管系) の一体化長の計算で軸力を考慮した計算指定



検討断面の指定とデータ入力項目

スラスト力の判定と結果の詳細

スラスト力の検討 --- スラスト対策工設計算例 --- D:\(sip)aSIP業務関連データファイル\(\sip)bサンプルデータ\17スラスト対策工システムK...

① 検討断面入力

断面名 **水平屈曲** 説明図

水平屈曲部
 鉛直屈曲部
 分岐部
 T字管
 片落ち部
 弁柱部

地下水位が無い場合、地下水位欄に 99.9%以上の値を入力してください

変更	名称	ダクタイル鋳鉄管			
種類	D1	形	A	呼び径	300
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	θh	(°)	45.00		
管上流側と水平のなす角	βu	(°)	---		
管下流側と水平のなす角	βd	(°)	---		
地表面から屈曲点までの深さ	Hc	(m)	2.5000		
地下水位 (GL -)	Hw	(m)	2.000		
管内平均流速	V	(m/sec)	0.800		
管底面の地盤の許容支持力	σ_{rv}	(kN/m ²)	100.00		
設計水圧	H	MPa	0.200		

再計算 管の重量 0.48 (kN) 管内水重 0.94 (kN)

設計水圧が作用する断面積 外径 内径

② 検討断面一覧表

No	断面名	名称	呼び径	スラスト	判定
1	水平屈曲	ダクタイル鋳鉄管	300	水平屈曲部	OK
2	鉛直屈曲	ダクタイル鋳鉄管	300	鉛直屈曲部	OK
3	分岐部	ダクタイル鋳鉄管	300	分岐部	NG
4	T字管部	ダクタイル鋳鉄管	300	T字管	NG
5	片落ち管部	ダクタイル鋳鉄管	300	片落ち部	NG
6	弁柱部	ダクタイル鋳鉄管	300	弁柱部	OK

③ 検討結果詳細

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 Rh(kN)	判定
12.56	18.85	< 33.71	OK

滑動に対する検討 (鉛直曲がり)

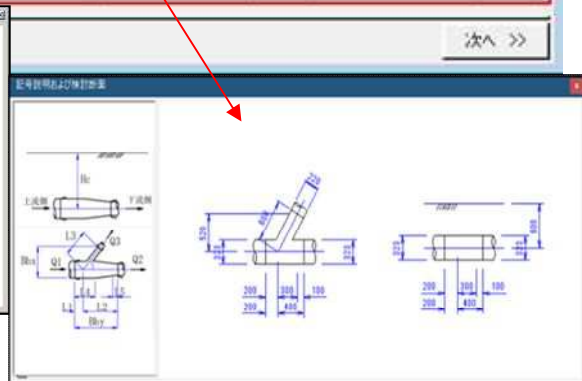
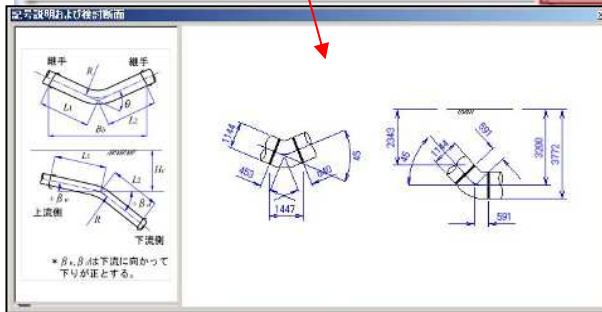
スラスト力 Ph(kN)	S・Ph (kN)	水平方向抵抗力 Rh(kN)	判定
---	---	---	---

浮上に対する検討

スラスト力 Fv(kN)	S・Fv (kN)	Rv+W-U (kN)	判定
0.00	0.00	< 23.45	OK

沈下に対する検討

σ_v (kN/m ²)	S・ σ_v (kN/m ²)	σ_{rv} (kN/m ²)	判定
---	---	---	---



スラスト対策工（スラストブロック、一体化長の計算）

スラスト対策工一覧

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	ダクタイル鉄管	600	D3	K	屈曲部	要	---	---
2	新規断面2	ダクタイル鉄管	600	D3	K	T字管	要	---	---
3	新規断面3	ダクタイル鉄管	600	D3	K	片落ち	不要	---	---

スラスト対策工一覧

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	ダクタイル鉄管	600	D3	K	屈曲部	要	離脱防止金	一体化長 3.9m
2	新規断面2	ダクタイル鉄管	600	D3	K	T字管	要	離脱防止金	一体化長 2.4m
3	新規断面3	ダクタイル鉄管	600	D3	K	片落ち	不要	---	---

スラスト対策工一覧

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	ダクタイル鉄管	1100	D1	K	分岐部	要	ブロック	OK
2	新規断面2	ダクタイル鉄管	1100	D1	K	弁接部	要	離脱防止金	一体化長 4.0m
3	新規断面3	ダクタイル鉄管	1100	D1	K	T字管	要	離脱防止金	一体化長 3.2m
4	新規断面4	ダクタイル鉄管	1100	D1	K	T字管	要	離脱防止金	一体化長 3.2m
5	新規断面5	ダクタイル鉄管	1100	D1	K	片落ち	要	離脱防止金	一体化長 5.6m

スラスト対策工一覧

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	ダクタイル鉄管	1100	D1	K	分岐部	要	ブロック	OK
2	新規断面2	ダクタイル鉄管	1100	D1	K	弁接部	要	離脱防止金	一体化長 4.0m
3	新規断面3	ダクタイル鉄管	1100	D1	K	T字管	要	離脱防止金	一体化長 3.2m
4	新規断面4	ダクタイル鉄管	1100	D1	K	T字管	要	離脱防止金	一体化長 3.2m
5	新規断面5	ダクタイル鉄管	1100	D1	K	片落ち	要	離脱防止金	一体化長 5.6m

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
 離脱防止金具による接合
 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

再計算
 管の重量 2368 (kN)
 管内水重 4692 (kN)

滑動検討時のスラスト鉛直成分力
 考慮しない 考慮する

滑動に対する検討 (X方向)
 スラスト力 S-Phy (kN) 109.66 < 1127.15 判定 OK
 水平方向抵抗力 Phx (kN) 1127.15

滑動に対する検討 (Y方向)
 スラスト力 S-Phy (kN) 109.63 < 1236.97 判定 OK
 水平方向抵抗力 Phy (kN) 1236.97

浮上に対する検討

記号説明および検出断面

<左図>
 分岐部にブロック②の対策工を設定した例。
 入力完了した時点で計算結果の判定及び詳細が表示されます。

一体化長（溶接・接着・溶着）の場合

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
 離脱防止金具による接合
 スラストブロックの設計
 任意形スラストブロック

安全率 S 1.50
 横方向地盤反力係数 k 3000.00 (kN/m³)
 温度実化 T 5.0 (°C)
 ソケット長 Ls 0.300 (m)
 接着強度 αb 2.50 (N/mm²)

曲げに対する直管部の有効長さ L1 (m) 3.868
 軸力に対する直管部の有効長さ L2 (m) 7.117
 釣り合い長さ L3 (m) ---
 所要埋設長 max(L1, L2) + L3 Lreq (m) 7.117

軸力 P1 (kN) 95.99
 接着力 Pz (kN) 249.76

釣り合い長さを加算する。

<左図>
 一体化長の計算は、管種によるが「溶接・接着・溶着による場合」と「離脱防止金具」を用いる場合の指定が可能。また、の一体化長の計算では、釣り合い長さを考慮しないの指定が可能。

一体化長（離脱防止金具）の場合

<右図>
 「離脱防止金具」を用いる場合の一体化長の計算では、鉛直屈曲の場合の周面摩擦力を無視した計算や水流のエネルギーを考慮したスラスト力や一体化長の計算が可能。また、単管長について上下流で異なる単管長の指定が可能なので、離脱防止金具の適正個数を算出可能。

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
 離脱防止金具による接合
 スラストブロックの設計
 任意形スラストブロック

鉛直屈曲の場合および土被りが少ない場合にチェック。(周面摩擦力のみ受働土圧を無視)
 (チェック無:基準書「パイプライン」P.432(a)の式を採用。/チェック有:同書P.434(b)の式を採用。)

一体化長さ算出時のスラスト力Pで水流の運動エネルギーを考慮。(基準書P.433①では考慮していません)

安全率 S 1.50
 単管1本の長さ(上流側) Lpu 4.00 (m) 上流側と下流側で異なる単管長を入力する。
 単管1本の長さ(下流側) Lpd 2.00 (m)

片側一体化長(上流側) L (m) 2.340
 離脱防止金具 上流側個数 (個) 1
 片側一体化長(下流側) L (m) 2.850
 離脱防止金具 下流側個数 (個) 2

管種データベースの編集 (CSV) 機能

例: Excelでダクタイル管のcsvを開いた場合

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
①	1	登録別	規格	名称	種類	形	呼び径	管厚	外径	内径	ライニング厚	α	σ_a	試験水圧
	57	規格管	JDPA G 1027	農業用ダクタイル鑄鉄管	DD	K	2200	16.5	2280	2247	15	0.7	189	1.5
	58	規格管	JDPA G 1027	農業用ダクタイル鑄鉄管	DD	K	2400	17.5	2458	2423	15	0.7	189	1.5
②	59	規格管	JDPA G 1027	農業用ダクタイル鑄鉄管	DD	K	2600	19	2684	2646	15	0.7	189	1.5
	60	規格管	JIS G 5526	ダクタイル鑄鉄管	D1	K	75	7.5	93	78	4	0.7	189	6
	61	規格管	JIS G 5526	ダクタイル鑄鉄管	D1	K	100	7.5	118	103	4	0.7	189	6
	62	規格管	JIS G 5526	ダクタイル鑄鉄管	D1	K	150	7.5	169	154	4	0.7	189	6
	63	規格管	③ 「規格管」や「登録管」 として新規追加も可能											
	64													

④

計算書の印刷設定と印刷プレビュー機能

印刷プレビュー表示

印刷実行

印刷プレビュー表示

Word変換印刷

印刷プレビュー表示

プリンタ直接印刷

印刷

印刷プレビュー表示

スラスト対策一覧

No	検討タイプ	対策工	印刷
1	屈曲部 NG	ブロック OK	<input checked="" type="checkbox"/>
2	分岐部 NG	ブロック OK	<input checked="" type="checkbox"/>
3	弁栓部 NG	離脱防止継手 一体化長 4.0m	<input checked="" type="checkbox"/>
4	T字管 NG	離脱防止継手 一体化長 3.2m	<input checked="" type="checkbox"/>
5	片落ち部 NG	離脱防止継手 一体化長 5.6m	<input checked="" type="checkbox"/>

スラスト対策 設計システム Ver.2

ページ 2 / 6

1 表題
新規データ

2 使用管種
ダクタイル鑄鉄管 φ1100(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)
モルタルの単重 21.0 (kN/m)
管体のヤング係数 180.0×10³ (kN/m²)

3 荷重条件

3.1 埋戻し土

埋戻し土の単位体積重量	γ	20.0 (kN/m ³)
埋戻し土の水中単位体積重量	γ'	10.2 (kN/m ³)
内部摩擦角	ϕ	25.0 (°)
水の単位体積重量	γ_w	9.8 (kN/m ³)
管内水の単位体積重量	γ_w	9.8 (kN/m ³)
コンクリートの単位体積重量	γ_c	25.0 (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

管体と土の摩擦係数	μ	0.50
土とコンクリートの摩擦係数	μ'	0.50
曲面の受載土圧の精度係数	F	0.65
管の線膨張率	α	1.15×10 ⁻⁶

3.4 安全率

	スラスト力の検討 (埋管)	構造物の設計
滑動	1.50	1.50
浮上	1.20	1.20
沈下	1.20	1.00



スラスト対策工設計システム

「土地改良事業設計基準 (パイプライン)」・「日本下水道協会」・「日本上水道協会」に準拠

価格 ¥198,000- (税込)

新規購入の場合、別途プロジェクト費用が必要です。

適用基準

- 土地改良事業計画設計基準 設計「パイプライン」(R3/6)
- 日本水道協会 水道施設設計指針 (2012年)

計算範囲

- 地下水位を考慮した計算が可能
- 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

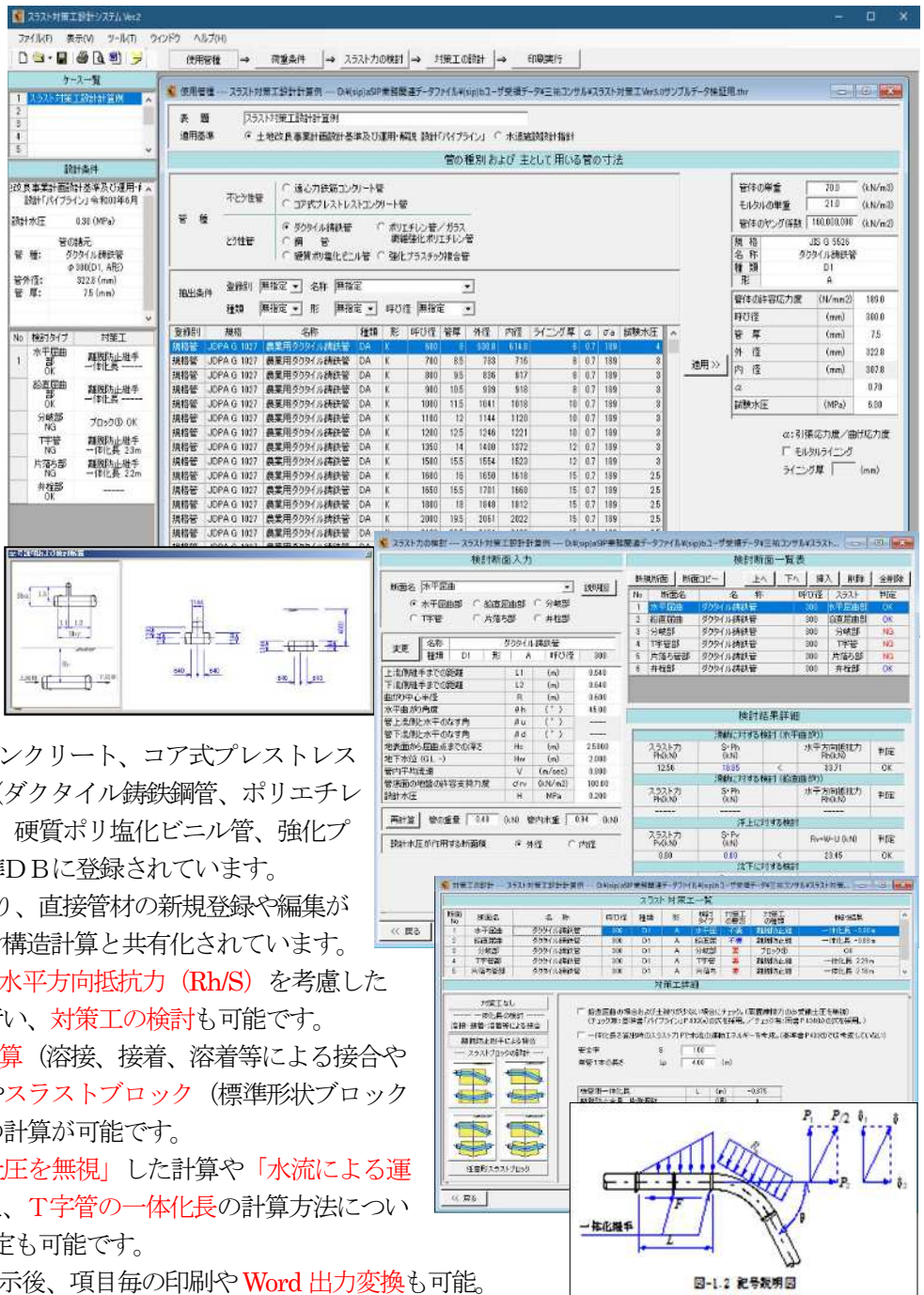
- 屈曲部 (水平/鉛直) ○片落部
- 分岐部 (Y、T字管) ○弁栓部

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、ポリエチレン管/ガラス繊維強化ポリ管、鋼管、硬質ポリ塩化ビニル管、強化プラスチック複合管) に対応し、標準DBに登録されています。
- 2.管材の**標準DBはCSV化**されており、直接管材の新規登録や編集が可能です。また、他のパイプライン構造計算と共有化されています。
- 3.スラスト力の計算では、**地下水位**や**水平方向抵抗力 (Rh/S)**を考慮した「**滑動**」「**浮上**」「**沈下**」の検討を行い、**対策工の検討**も可能です。
- 4.スラスト対策工として**一体化長の計算** (溶接、接着、溶着等による接合や離脱防止継手による接合) の計算や**スラストブロック** (標準形状ブロックや任意形ブロック) による対策工の計算が可能です。
- 6.スラスト力の計算において「**受働土圧を無視**」した計算や「**水流による運動エネルギー**」の考慮の有無、また、**T字管の一体化長の計算方法**について「**分岐側**」「**本管側**」で求める指定も可能です。
- 7.計算書の出力は、印刷プレビュー表示後、項目毎の印刷や**Word出力変換**も可能。



システム環境

- 基本OS : Windows8 (32bit&64bit)、Windows10&11 (64bit)
- ハード環境 : HD容量500MB以上、メモリ容量4GB以上
- プロテクト方式 : HASP (USB) 方式、オンライン (IN) 方式、ネット認証システム (Lan 対応版)

お問合せ

CONTACT (TEL) : 072-268-5181 (FAX) : 072-268-5182

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

株式会社 SIP システム

〒591-8002

大阪府堺市北区北花田町3丁17-24-303 (堺事務所)

TEL : 072-268-5181 FAX : 072-268-5182

ご案内

- ・本商品に関するご質問、資料請求、見積依頼等につきましては、お電話、メール等にて弊社「堺事務所」迄お問い合わせ下さい。
- ・弊社ホームページより各商品概要のリーフレット、出力例等のダウンロードや体験版プログラムのお申込み等が可能です。

SIP ソフトウェア価格表 & 注文書

※価格は、全て消費税 10%を含む「税込価格」で表示しています。

<2026/01 版>

商品名		HASP タイプ	本体価格 (税込)	オンライン方式 登録済み/商品 購入費用 (税込)	購入 本数①	HASP方式 HASP 購入+商品 購入費用 (税込)	購入 本数②
構造 計算	1	水理器設計システム Ver6.0 (偏土圧/地震時 対応版)	Hs	¥198,000-	¥201,300-	¥217,800-	
	2	集水機構造計算システム Ver5.0	Hs	¥209,000-	¥212,300-	¥228,800-	
	3	RC擁壁設計システム Ver4.2	Hc(s)	¥198,000-	¥201,300-	¥217,800-	
	4	無筋擁壁設計システム Ver5.0	Hc(s)	¥198,000-	¥201,300-	¥217,800-	
	5	ボックスカルバート設計システム (+ウイング設計) Ver2.2	Hc(s)	¥198,000-	¥201,300-	¥217,800-	
	6	長方形板の計算システム Ver3.2	Hc(s)	¥110,000-	¥113,300-	¥129,800-	
	7	無圧トンネル構造計算システム Ver1.2	Hs	¥110,000-	¥113,300-	¥129,800-	
	8	杭基礎スラブ板の検討システム Ver1.0	Hs	¥104,500-	¥107,800-	¥124,300-	
	9	RC 水路橋構造計算システム Ver1.0	Hs	¥110,000-	¥113,300-	¥129,800-	
ため 池	10	洪水吐水理計算システム Ver5.0	Hs	¥352,000-	¥355,300-	¥371,800-	
	11	堤体の安定計算システム Ver4.4	Hc(s)	¥187,000-	¥190,300-	¥206,800-	
	12	地盤の液化化の判定システム Ver2.0	Hc(s)	¥77,000-	¥80,300-	¥96,800-	
	13	水理計算システム (等流不等流・集排水) Ver2.2	Hs	¥187,000-	¥190,300-	¥206,800-	
	14	落差工水理計算システム Ver1.2	Hs	¥132,000-	¥135,300-	¥151,800-	
パイ プライン	15	管継ぎ計算システム Ver3.4 (+下記オプション選択可)	Hs	¥308,000-	¥311,300-	¥327,800-	
		1) DXF ファイルコンバータ Ver1.0 (OP)	Hs	¥110,000-	¥113,300-	←	
		2) 管路データ CSV 入出力システム Ver1.0 (OP)	Hs	¥55,000-	¥58,300-	←	
		3) 上水道給水量計算システム Ver1.4 (OP)	Hs	¥55,000-	¥58,300-	←	
	4) かんがい用水量集計システム Ver1.2 (OP)	Hs	¥110,000-	¥113,300-	←		
	16	管路構造計算システム Ver3.2	Hc(s)	¥220,000-	¥223,300-	¥239,800-	
	17	埋設管路の耐震設計システム Ver2.0	Hc(s)	¥220,000-	¥223,300-	¥239,800-	
18	スラスト対策工設計システム Ver3.0	Hc(s)	¥198,000-	¥201,300-	¥217,800-		
そ の 他	19	調節池容量計算システム Ver3.2	Hs	¥165,000-	¥168,300-	¥184,800-	
	20	固定堰設計計算システム Ver3.0	Hs	¥165,000-	¥168,300-	¥184,800-	
積 算	21	委託業務見積作成システム「あっと委託」 Ver4.0	@国土交通省 / @農林水産省 / @上下水道			@¥220,000-	
プロ テクト 方式	① オンライン方式 (I/N 回線を利用して商品 PRG 起動)		オンライン方式初期登録費用 (初回時のみ) ¥11,000-			・新規・登録済	
	② HASP 方式からオンライン方式へ移行する商品		オンライン方式へ移行する商品本数 (@¥3,300-)			Σ ¥	本
	③ HASP 方式 (HASP で PRG 起動/複数商品登録可能)		HASP1 個に複数の商品を登録する場合は、2 本目以降はオンライン方式の商品項目に記載下さい。				
	④ ネット認証システム (社内 LAN/WAN 対応版)		社内 LAN 対応版 (専用 HASP で運用/初回時のみ)			¥55,000-	式
		PC サーバ変更による商品コードの再発行 (@¥3,300-)			Σ ¥	本	
HASP	HASP 費用 (旧 HASP や破損等により最新 HASP への交換の場合)		対象: 弊社商品保有ユーザー様 (R8/1/5 価格改定)			¥19,800-	個

- ・弊社ソフトウェアの運用に関し「メンテナンス保守契約」等の費用は不要です。但し、有償 VerUp のご案内時 (不定期)、最新の VerUp 商品へ移行 (申込み) 頂ければ次回の有償 VerUp 時まで、無償でメンテナンス保守 (商品に関するお問い合わせや修正プログラムのダウンロード等) を継続して受けられます。
- ・プロテクト方式 (HASP・オンライン・ネット認証) につきまして、初期登録以降に商品の追加登録や再登録を希望される場合、別途「¥3,300-/本」が必要です。

株式会社 SIP システム
Fax No : 072-268-5182

注文書

※ご注文商品をご確認後、必要事項をご記入の上「FAX」「メール」等で送信・お申込み下さい。 申込日： 令和 年 月 日

御社名				ご担当者名		
ご住所	〒			所属		
ご連絡先	Tel No.			Mail address		
支払いに関する お問い合わせ・希望納品日	お支払いは、注文月末締めの翌月末迄の現金振込みでお願いしております。異なる場合は、貴社支払い条件をご記入下さい。					
	貴社支払条件			希望納品日		
備考	※本注文書は、ユーザー様の弊社 DB への登録も兼ねておりますので、貴社ソフトウェアご担当者名の記載をお願い致します。					

株式会社 SIP システム URL : <https://www.sipc.co.jp> Mail : mail@sipc.co.jp

・堺事務所 〒591-8002 堺市北区北花田町 3 丁 17-24-303 (お問合せ先) TEL : 072-268-5181 FAX : 072-268-5182

スラスト対策工設計システム

Ver3.0

適用基準

- 土地改良事業計画設計基準：設計「パイプライン」(R3/6)

出力例

管 種：農業用ダクタイル鋳鉄管 600φ
対策工：水平&鉛直屈曲管・T字管・片落ち管・弁栓部

- 入力データの印刷
- 詳細計算書の印刷
- 結果一覧表の印刷

開発・販売元

(株)SIP システム お問い合わせ先：堺事務所（技術サービス）
〒591-8002 大阪府堺市北区北花田町3丁-17-24-303
TEL：072-268-5181 FAX：072-268-5182
<https://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 断面 1 (鉛直屈曲部).....	3
	4.2 断面 2 (鉛直屈曲部).....	4
	4.3 断面 3 (T字管).....	4
	4.4 断面 4 (片落ち部).....	5
	4.5 断面 5 (弁栓部).....	6

1 表題

スラスト対策工設計計算例

2 使用管種

農業用ダクタイル鋳鉄管 ϕ 600 (DB, K形)

管厚 7.5 (mm)

外径 630.8 (mm) , 内径 615.8 (mm)

モルタルライニング なし

管体の単重 70.0 (kN/m³)

モルタルの単重 21.0 (kN/m³)

管体のヤング係数 160.0×10^6 (kN/m²)

3 荷重条件

3.1 埋戻し土

埋戻し土の単位体積重量 w 18.0 (kN/m³)

埋戻し土の水中単位体積重量 w' 10.0 (kN/m³)

内部摩擦角 ϕ 30.0 (°)

水の単位体積重量 w_0 9.8 (kN/m³)

管内水の単位体積重量 w_{0i} 9.8 (kN/m³)

コンクリートの単位体積重量 γ_c 23.0 (kN/m³)

3.2 設計水圧

設計水圧 H 0.300 (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

4 検討断面

4.1 断面 1 (鉛直屈曲部)

使用管種

農業用ダクタイル鋳鉄管 $\phi 600$ (DB, K形)

管厚 7.5 (mm)

外径 630.8 (mm) , 内径 615.8 (mm)

上流側継手までの距離	L_1	0.640 (m)
下流側継手までの距離	L_2	0.640 (m)
曲がり中心半径	R	0.600 (m)
水平曲がり角度	θ_h	----- ($^{\circ}$)
管上流側と水平のなす角	β_u	0.0 ($^{\circ}$)
管下流側と水平のなす角	β_d	45.0 ($^{\circ}$)
地表面から屈曲点までの深さ	H_c	2.500 (m)
地下水位	H_w G.L. -	0.100 (m)
管内平均流速	V	0.800 (m/sec)
管の重量	W_p	0.95 (kN)
管内水重	W_w	3.71 (kN)
管底面の地盤の許容支持力度	σ_{rv}	100.00 (kN/m ²)
設計水圧が作用する断面積	外径	
設計水圧	H	0.300 (MPa)

スラスト対策工： スラストブロック①

スラストブロックの寸法 (m)

L_1	1.000	B_1	1.500	H_1	1.828
L_2	1.400	B_2	1.000	H_2	0.672
L_3	1.000	B_3	-----	H_3	0.778
L_4	-----				

管の重量 1.69 (kN)

管内水重 6.62 (kN)

滑動検討時のスラスト鉛直分力 考慮しない

4.2 断面 2 (鉛直屈曲部)

使用管種

農業用ダクタイル鋳鉄管 ϕ 600 (DB, K形)

管厚 7.5 (mm)

外径 630.8 (mm) , 内径 615.8 (mm)

上流側継手までの距離	L_1	0.640 (m)
下流側継手までの距離	L_2	0.640 (m)
曲がり中心半径	R	0.600 (m)
水平曲がり角度	θ_h	----- (°)
管上流側と水平のなす角	β_u	15.0 (°)
管下流側と水平のなす角	β_d	0.0 (°)
地表面から屈曲点までの深さ	H	2.300 (m)
地下水位	H _w G.L. -	1.000 (m)
管内平均流速	V	0.800 (m/sec)
管の重量	W_p	0.97 (kN)
管内水重	W_w	3.78 (kN)
管底面の地盤の許容支持力度	σ_{rv}	100.00 (kN/m ²)
設計水圧が作用する断面積	外径	
設計水圧	H	0.200 (MPa)

4.3 断面 3 (T字管)

上流側使用管種

農業用ダクタイル鋳鉄管 ϕ 600 (DB, K形)

管厚 7.5 (mm)

外径 630.8 (mm) , 内径 615.8 (mm)

分岐管使用管種

農業用ダクタイル鋳鉄管 ϕ 400 (DB, K形)

管厚 5.5 (mm)

外径 425.6 (mm) , 内径 414.6 (mm)

本管上流側継手までの距離	L_1	0.700 (m)
本管下流側継手までの距離	L_2	0.700 (m)
枝管継手までの距離	L_3	0.700 (m)
地表面から管中心までの深さ	H	1.340 (m)
地下水位	H _w G.L. -	1.000 (m)
設計水圧	H	0.300 (MPa)

スラスト対策工： 離脱防止継手による接合

安全率	S	1.50
単管1本の長さ	L_p	6.000 (m)

4.4 断面 4 (片落ち部)

上流側使用管種

農業用ダクタイル鋳鉄管 ϕ 600 (DB, K形)

管厚 7.5 (mm)

外径 630.8 (mm) , 内径 615.8 (mm)

下流側使用管種

農業用ダクタイル鋳鉄管 ϕ 400 (DB, K形)

管厚 5.5 (mm)

外径 425.6 (mm) , 内径 414.6 (mm)

地表面から管中心までの深さ H_c 2.800 (m)

管の寸法 L_1 1.200 (m)

L_2 0.600 (m)

L_3 0.400 (m)

地下水位 H_c G. L. - 1.000 (m)

管の重量 W_p 1.15 (kN)

管内水重 W_w 4.52 (kN)

管底面の地盤の許容支持力度 σ_{rv} 100.00 (kN/m²)

設計水圧 H 0.200 (MPa)

スラスト対策工 : スラストブロック①

スラストブロックの寸法 (m)

L_1	0.000	B_1	0.700	H_1	2.000
L_2	2.000	B_2	0.700	H_2	0.800
L_3	0.000	B_3	-----	H_3	0.800
L_4	-----				

管の重量 1.12 (kN)

管内水重 4.47 (kN)

滑動検討時のスラスト鉛直分力 考慮しない

4.5 断面 5 (弁栓部)

使用管種

農業用ダクタイル鋳鉄管 ϕ 600 (DB, K形)

管厚 7.5 (mm)

外径 630.8 (mm) , 内径 615.8 (mm)

地表面から管中心までの深さ	H_c	4.000 (m)
管体の軸方向許容圧縮応力度	σ_a	2.36 (N/mm ²)
コンクリートの許容押抜きせん断応力度	τ_a	0.45 (N/mm ²)
スチフナーの許容せん断応力度	τ_{ts}	0.36 (N/mm ²)
せん断力を受けるコンクリート厚	d	20.0 (mm)
スチフナー厚	t_s	10.0 (mm)
スチフナー周長	b_p	980.0 (mm)
設計水圧	H	0.200 (MPa)

スラスト対策工： 離脱防止継手による接合

安全率 S 1.50

目 次

1	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	鉛直曲がりに伴う滑動に対する検討	6
1.5	浮上に対する検討	7
1.6	スラストブロックの計算	9
1.6.1	形状寸法図	9
1.6.2	スラスト力	9
1.6.3	スラストブロック底面に加わる全荷重	9
1.6.4	スラストブロック底面に加わる全荷重（沈下検討用）	10
1.6.5	スラストブロックに働く浮力	10
1.6.6	鉛直曲がりによるスラストブロックの滑動	11
1.6.7	浮上に対する検討	12
1.6.8	沈下に対する検討	13
2	断面 2	14
2.1	設計条件	14
2.2	設計断面	15
2.3	スラスト力の算出	15
2.4	鉛直曲がりに伴う滑動に対する検討	17
2.5	浮上に対する検討	18
2.6	沈下に対する検討	20
3	断面 3	21
3.1	設計条件	21
3.2	設計断面	22
3.3	スラスト力の算出	22
3.4	滑動に対する検討	23
3.5	一体化長さの計算	24
3.5.1	計算式	24
3.5.2	一体化長さの算出	24
4	断面 4	25
4.1	設計条件	25
4.2	設計断面	26
4.3	スラスト力の算出	26
4.4	滑動に対する検討	27
4.5	スラストブロックの計算	28
4.5.1	形状寸法図	28
4.5.2	スラスト力	28
4.5.3	スラストブロック底面に加わる全荷重	28
4.5.4	スラストブロック底面に加わる全荷重（沈下検討用）	29
4.5.5	スラストブロックに働く浮力	29
4.5.6	スラストブロックの滑動に対する照査	30

4.5.7	浮上に対する検討	31
4.5.8	沈下に対する検討	32
5	断面	33
5.1	設計条件	33
5.2	スラスト力の算出	33
5.3	管体応力の検討	34
5.4	スティフナー固定部の照査	34
5.5	スティフナー溶接部の検討	35
5.6	一体化長さの計算	36

1 断面 1

1.1 設計条件

準拠指針： 土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「パイプライン」
令和3年6月 農林水産省農村振興局整備部設計課
(以後、基準書と略称する)

スラスト形式： 鉛直屈曲部

管種： 農業用ダクタイトル鉄管 ϕ 600 (DB, K形)
外径 $D_c=630.8$ (mm), 管厚 $T=7.5$ (mm)
計算管厚 $t=T-2=7.5-2=5.5$ (mm)
(基準書 p. 313, $t+1 < 10\text{mm}$, ϕ 700以下より)
計算内径 $D=D_c-2t=630.8-2 \times 5.5=619.8$ (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： ----- ($^{\circ}$)
鉛直屈曲角度(上流側)： 0.0 ($^{\circ}$)
鉛直屈曲角度(下流側)： 45.0 ($^{\circ}$)
合成屈曲角度： 45.0 ($^{\circ}$)
地表面から屈曲点までの深さ： 2.500 (m)
地下水位 G.L. - 0.100 (m)

設計水圧： $H = 0.300$ (MPa) = 300.00 (kN/m²)
管内平均流速： 0.800 (m/s)

土の内部摩擦角： 30.0 ($^{\circ}$)
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： 18.00 (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

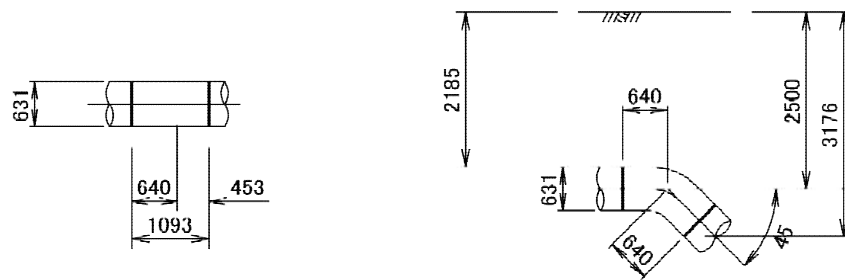


図-1.1 寸法図

1.3 スラスト力の算出

スラスト力は式(1)により求める。(基準書 p. 415)

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

- ここで、
- P' : スラスト力 (kN)
 - H : 設計水圧 300.0 (kN/m²)
 - a_c : 設計水圧が作用する範囲の断面積
 $a_c = \pi/4 \times 0.6308^2 = 0.3125$ (m²)
 - θ : 屈曲角度 (°)
 - a : 設計水圧が作用する断面積
 $a = \pi/4 \times 0.6198^2 = 0.3017$ (m²)
 - w_0 : 管内水の単位体積重量 9.80 (kN/m³)
 - V : 管内平均流速 0.800 (m/s)
 - g : 重力の加速度 9.80 (m/s²)

鉛直曲がりによるスラスト力

鉛直屈曲角度 $\theta = 45.0$ (°)

$$P' = 2 \times 300.0 \times 0.3125 \times \sin \frac{45.0}{2} \\ + \frac{2 \times 0.3017 \times 9.8 \times 0.800^2}{9.8} \times \sin \frac{45.0}{2} = 71.90 \text{ (kN)}$$

スラスト力の水平分力

$$P_h = p' \cdot \sin(\theta/2 \pm \beta) = 71.90 \times \sin\left(\frac{45.0}{2} + 0.0\right) = 27.52 \text{ (kN)}$$

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(上向き)

$$P_v = p' \cdot \cos\left(\frac{\theta}{2} \pm \beta\right) = 71.90 \times \cos\left(\frac{45.0}{2} + 0.0\right) = 66.43 \text{ (kN)}$$

1.4 鉛直曲がりに伴う滑動に対する検討

管の鉛直曲がりに伴う滑動は式(2)～(6)により検討する。(基準書 p.417～419)

$$R_h \geq S \cdot P_h \quad \dots\dots\dots (2)$$

(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_h : スラスト力の水平分力 27.52 (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 18.00 (kN/m³)
 w' : 土の水中単位体積重量 10.00 (kN/m³)
 B_b : 管背面の幅 $B_b=D$ 0.6308 (m)
 H_1 : 地表面から管頂面までの深さ 2.185 (m)
 H_2 : 地表面から管底面までの深さ 3.176 (m)
 H_w : 地下水面までの深さ 0.100 (m)
 K_p : 受働土圧係数
 ϕ : 土の内部摩擦角 30.0 (°)

$$K_p = \tan^2 \left(45 + \frac{30.00}{2} \right) = 3.0000$$

$$R_h = 0.65 \times \frac{1}{2} \times 3.000 \times 0.631$$

$$\times \left\{ 10.00 \times (3.176^2 - 2.185^2) + 2 \times (18.00 - 10.00) \times 0.100 \times (3.176 - 2.185) \right\}$$

$$= 33.64 \text{ (kN)}$$

$$S \cdot P_h = 1.50 \times 27.52 = 41.28 \text{ (kN)} > R_h = 33.64 \text{ (kN)}$$

よって、滑動に対して対策が必要である。

1.5 浮上に対する検討

管の浮上に対する検討は式(7)～(10)により行う。(基準書 p.417～419)

$$R_v + W - U \geq S \cdot P_v \quad \dots\dots\dots (7)$$

(地下水位が管底より低い場合)

$$R_v = \frac{1}{2} \cdot L \cdot \mu \cdot w \cdot (H_2^2 - H_1^2) \cdot \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \quad \dots\dots\dots (8)$$

(地下水位が管頂より高い場合)

$$R_v = \frac{1}{2} \cdot L \cdot \mu \cdot \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \cdot \left\{ w' (H_2^2 - H_1^2) + 2(w-w')H_w (H_2 - H_1) \right\} \quad \dots\dots\dots (9)$$

(その他の場合)

$$R_v = \frac{1}{2} \cdot L \cdot \mu \cdot \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \cdot \left\{ w (H_2^2 - H_1^2) - (w-w') (H_2 - H_w)^2 \right\} \quad \dots\dots\dots (10)$$

- 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) 66.43 (kN)
 w : 土の単位体積重量 18.00 (kN/m³)
 w' : 土の水中単位体積重量 10.00 (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 2.185 (m)
 H_2 : 地表面から管底面までの深さ 3.176 (m)
 H_w : 地表面から地下水面までの深さ 0.100 (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)
 $W_1 = w \cdot H_w \cdot A = 18.0 \times 2.457 \times 0.689 = 30.48$ (kN)
 W_2 : 曲管類の重量および管内水重 (kN)
 $W_2 = 0.95 + 3.71 = 4.66$ (kN)
 H_w : 地表面からの平均深さ 2.457 (m)
 A : 管底面積
 $A = (0.640 \times \cos 0.0 + 0.640 \times \cos 45.0) \times 0.6308 = 0.689$ (m²)
 U : 管の浮力 (kN)
 $U = \pi / 4 \times 0.6308^2 \times 9.8 \times 1.254 = 3.84$ (kN)
 S : 安全率 1.20

$$\begin{aligned}
R_v &= \frac{1}{2} \times 2.185 \times 0.50 \times \tan^2 \left(45 - \frac{30.00}{2} \right) \\
&\quad \times \left\{ 10.00 \times (3.176^2 - 2.185^2) + 2 \times (18.00 - 10.00) \times 0.100 \times (3.176 - 2.185) \right\} \\
&= 9.96 \text{ (kN)} \\
R_v + W - U &= 9.96 + (30.48 + 4.66) - 3.84 = 41.26 \text{ (kN)} \\
&< S \cdot P_v = 1.20 \times 66.43 = 79.72 \text{ (kN)}
\end{aligned}$$

よって、浮上に対して対策が必要である。

1.6 スラストブロックの計算

1.6.1 形状寸法図

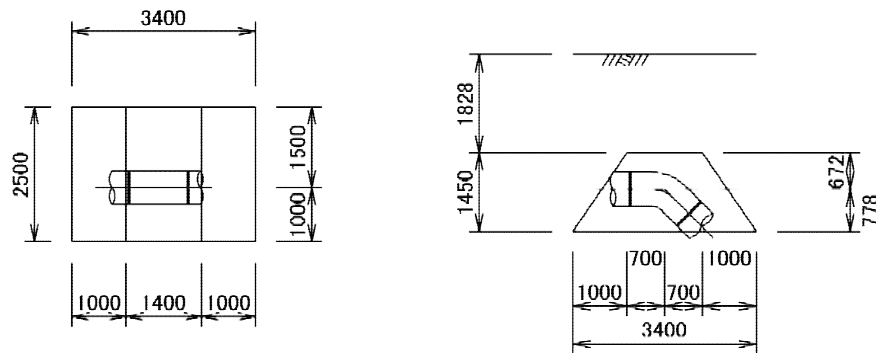


図-1.2 寸法図

1.6.2 スラスト力

水平方向スラスト力	$P_h =$	0.00 (kN)
鉛直方向スラスト力	$P' =$	71.90 (kN)
水平分力	$P_v =$	27.52 (kN)
鉛直分力	$P_v =$	66.43 (kN)

1.6.3 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	$3.400 \times 1.450 \times 2.500 \times 23.0$	283.48
2	ブロック自重 2	$-1/2 \times 1.000 \times 1.450 \times 2.500 \times 23.0$	-41.69
3	ブロック自重 3	$-1/2 \times 1.000 \times 1.450 \times 2.500 \times 23.0$	-41.69
4	管の控除	$-0.313 \times (0.915 + 0.852 + 0.471) \times 23.0$	-16.09
5	$3.400 \times 0.100 \times 2.500 \times 18.00$	15.30	
6	埋戻し土 2	$3.400 \times 1.728 \times 2.500 \times 10.00$	146.88
7	埋戻し土 3	$1/2 \times 1.000 \times 1.450 \times 2.500 \times 10.00$	18.13
8	埋戻し土 4	$1/2 \times 1.000 \times 1.450 \times 2.500 \times 10.00$	18.13
9	管重	$0.756 \times (0.915 + 0.852 + 0.471)$	1.69
10	管内水重	$0.3017 \times 9.80 \times (0.915 + 0.852 + 0.471)$	6.62
合計			$W_s = 390.75$

1.6.4 スラストブロック底面に加わる全荷重（沈下検討用）

	名 称	計 算 式	重量 (kN)
1	ブロック自重 1	$3.400 \times 1.450 \times 2.500 \times 23.0$	283.48
2	ブロック自重 2	$-1/2 \times 1.000 \times 1.450 \times 2.500 \times 23.0$	-41.69
3	ブロック自重 3	$-1/2 \times 1.000 \times 1.450 \times 2.500 \times 23.0$	-41.69
4	管の控除	$-0.313 \times (0.915 + 0.852 + 0.471) \times 23.0$	-16.09
5	埋戻し土 1	$3.400 \times 0.100 \times 2.500 \times 18.00$	15.30
6	埋戻し土 2	$3.400 \times 1.728 \times 2.500 \times 18.00$	264.38
7	埋戻し土 3	$1/2 \times 1.000 \times 1.450 \times 2.500 \times 18.00$	32.63
8	埋戻し土 4	$1/2 \times 1.000 \times 1.450 \times 2.500 \times 18.00$	32.63
9	管 重	$0.756 \times (0.915 + 0.852 + 0.471)$	1.69
10	管内水重	$0.3017 \times 9.80 \times (0.915 + 0.852 + 0.471)$	6.62
合 計			$W_s = 537.26$

1.6.5 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	$3.400 \times 1.450 \times 2.500 \times 9.8$	120.79
2	ブロック 2	$-1/2 \times 1.000 \times 1.450 \times 2.500 \times 9.8$	-17.76
3	ブロック 3	$-1/2 \times 1.000 \times 1.450 \times 2.500 \times 9.8$	-17.76
合 計			$U = 85.26$

1.6.6 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(11)～(16)により照査する。(基準書 p. 422～423)

$$R_h = R_{h1} + R_{h2} \geq S \cdot P_h \quad \dots\dots\dots (11)$$

$$R_{h1} = \mu \cdot (W_s - U) \quad \dots\dots\dots (12)$$

(地下水位がブロック下面より低い場合)

$$R_{h2} = \frac{1}{2} \cdot K_p \cdot B_s \cdot w \cdot (H_2^2 - H_1^2) \quad \dots\dots\dots (13)$$

(地下水位がブロック上面より高い場合)

$$R_{h2} = \frac{1}{2} \cdot K_p \cdot B_s \cdot \left\{ w' (H_2^2 - H_1^2) + 2(w-w') H_w (H_2 - H_1) \right\} \quad \dots\dots\dots (14)$$

(その他の場合)

$$R_{h2} = \frac{1}{2} \cdot K_p \cdot B_s \cdot \left\{ w (H_2^2 - H_1^2) - (w-w') (H_2 - H_w)^2 \right\} \quad \dots\dots\dots (15)$$

$$K_p = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \quad \dots\dots\dots (16)$$

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	27.52 (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	390.75 (kN)
U ：	スラストブロックに働く浮力	85.26 (kN)
w ：	土の単位体積重量	18.00 (kN/m ³)
w' ：	土の水中単位体積重量	10.00 (kN/m ³)
B_s ：	スラストブロック背面の幅	2.500 (m)
H_1 ：	地表面からブロック頂面までの深さ	1.828 (m)
H_2 ：	地表面からブロック底面までの深さ	3.278 (m)
H_w ：	地表面から地下水面までの深さ	0.100 (m)
K_p ：	受働土圧係数	
ϕ ：	土の内部摩擦角	30.0 (°)

$$R_{h1} = 0.500 \times (390.75 - 85.26) = 152.75 \text{ (kN)}$$

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

$$R_{h2} = \frac{1}{2} \times 3.000 \times 2.500$$

$$\times \left\{ 10.00 \times (3.278^2 - 1.828^2) + 2 \times (18.00 - 10.00) \times 0.100 \times (3.278 - 1.828) \right\}$$

$$= 286.34 \text{ (kN)}$$

$$S \cdot P_h = 1.50 \times 27.52 = 41.28 \text{ (kN)} \leq R_h = 152.75 + 286.34 = 439.09 \text{ (kN)}$$

よって、滑動に対して安全である。

1.6.7 浮上に対する検討

スラストブロックの浮上に対する検討は式(17)～(20)により行う。(基準書 p.423)

$$R_v + W_s - U \geq S \cdot P_v \quad \dots\dots\dots (17)$$

(地下水位がブロック下面より低い場合)

$$R_v = \frac{1}{2} \cdot L \cdot \mu \cdot w \cdot (H_2^2 - H_1^2) \cdot \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \quad \dots\dots\dots (18)$$

(地下水位がブロック上面より高い場合)

$$R_v = \frac{1}{2} \cdot L \cdot \mu \cdot \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \cdot \left\{ w' (H_2^2 - H_1^2) + 2(w - w') H_w (H_2 - H_1) \right\} \quad \dots\dots\dots (19)$$

(その他の場合)

$$R_v = \frac{1}{2} \cdot L \cdot \mu \cdot \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \cdot \left\{ w (H_2^2 - H_1^2) - (w - w') (H_2 - H_w)^2 \right\} \quad \dots\dots\dots (20)$$

ここで、R:	ブロック側面の主働土圧による摩擦抵抗力	(kN)
P:	スラスト力の鉛直分力	66.43 (kN)
S:	安全率	1.20
w:	土の単位体積重量	18.0 (kN/m ³)
w:	土の水中単位体積重量	10.0 (kN/m ³)
L:	ブロック側面の摩擦を受ける長さ (ブロックの周長)	9.800 (m)
μ:	ブロック側面と土の摩擦係数	0.50
H ₁ :	地表面からブロック頂面までの深さ	1.828 (m)
H ₂ :	地表面からブロック底面までの深さ	3.278 (m)
H:	地表面から地下水面までの深さ	0.100 (m)
φ:	土の内部摩擦角	30.0 (°)
W _s :	ブロック底面に加わる全荷重	390.75 (kN)
U:	スラストブロックに働く浮力	85.26 (kN)

$$R_v = \frac{1}{2} \times 9.800 \times 0.50 \times \tan^2 \left(45 - \frac{30.00}{2} \right) \\ \times \left\{ 10.00 \times (3.278^2 - 1.828^2) + 2 \times (18.00 - 10.00) \times 0.100 \times (3.278 - 1.828) \right\} \\ = 62.36 \text{ (kN)} \\ R_v + W_s - U = 62.36 + 390.75 - 85.26 = 367.85 \text{ (kN)} \\ \geq S \cdot P_v = 1.20 \times 66.43 = 79.72 \text{ (kN)}$$

よって、浮上に対して安全である。

1.6.8 沈下に対する検討

スラストブロックの沈下に対する検討は式(21)により行う。(基準書 p.423)

$$\sigma_{rv} \geq S \cdot \sigma_v = S \cdot \frac{W_s}{A} \dots\dots\dots (21)$$

ここで、σ _{rv} :	スラストブロック底面の地盤の許容支持力度	100.00 (kN/m ²)
S:	安全率	1.00
σ _v :	スラストブロック底面に加わる荷重強度	(kN/m ²)
W _s :	スラストブロック底面に加わる全荷重	537.26 (kN)
A:	スラストブロックの底面積	8.500 (m ²)

$$\sigma_v = \frac{W_s}{A} = \frac{537.26}{8.500} = 63.21 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$S \cdot \sigma_v = 1.00 \times 63.21 = 63.21 \text{ (kN/m}^2\text{)} \leq \sigma_{rv} = 100.00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

よって、沈下に対して安全である。

2 断面 2

2.1 設計条件

準拠指針： 土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「パイプライン」
令和3年6月 農林水産省農村振興局整備部設計課
(以後、基準書と略称する)

スラスト形式： 鉛直屈曲部

管種： 農業用ダクタイル鋳鉄管 ϕ 600 (DB, K形)
外径 $D_o=630.8$ (mm), 管厚 $T=7.5$ (mm)
計算管厚 $t=T-2=7.5-2=5.5$ (mm)
(基準書 p. 313, $t+1 < 10\text{mm}$, ϕ 700以下より)
計算内径 $D=D_o-2t=630.8-2 \times 5.5=619.8$ (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： ----- ($^{\circ}$)
鉛直屈曲角度(上流側)： 15.0 ($^{\circ}$)
鉛直屈曲角度(下流側)： 0.0 ($^{\circ}$)
合成屈曲角度： 15.0 ($^{\circ}$)
地表面から屈曲点までの深さ： 2.300 (m)
地下水位 G.L. - 1.000 (m)

設計水圧： $H = 0.200$ (MPa) = 200.00 (kN/m²)
管内平均流速： 0.800 (m/s)

土の内部摩擦角： 30.0 ($^{\circ}$)
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： 18.00 (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

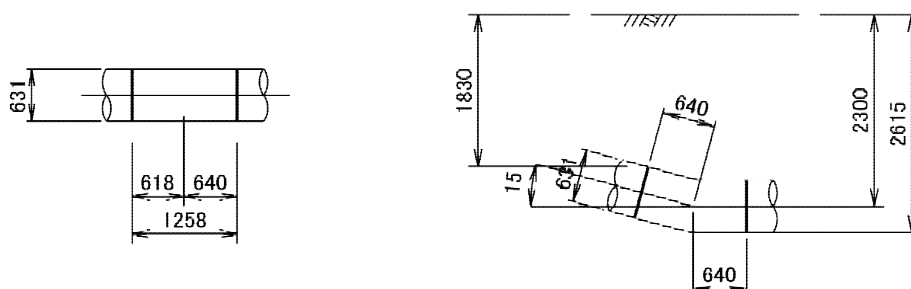


図-2.1 寸法図

2.3 スラスト力の算出

スラスト力は式(1)により求める。(基準書 p. 415)

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

- ここで、
- P' : スラスト力 (kN)
 - H : 設計水圧 200.0 (kN/m²)
 - a_c : 設計水圧が作用する範囲の断面積
 $a_c = \pi/4 \times 0.6308^2 = 0.3125$ (m²)
 - θ : 屈曲角度 (°)
 - a : 設計水圧が作用する断面積
 $a = \pi/4 \times 0.6198^2 = 0.3017$ (m²)
 - w_0 : 管内水の単位体積重量 9.80 (kN/m³)
 - V : 管内平均流速 0.800 (m/s)
 - g : 重力の加速度 9.80 (m/s²)

鉛直曲がりによるスラスト力

鉛直屈曲角度 $\theta = 15.0$ (°)

$$P' = 2 \times 200.0 \times 0.3125 \times \sin \frac{15.0}{2} \\ + \frac{2 \times 0.3017 \times 9.8 \times 0.800^2}{9.8} \times \sin \frac{15.0}{2} = 16.37 \text{ (kN)}$$

スラスト力の水平分力

$$P_h = p' \cdot \sin(\theta/2 \pm \beta) = 16.37 \times \sin\left(\frac{15.0}{2} + 0.0\right) = 2.14 \text{ (kN)}$$

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)

$$P_v = p' \cdot \cos\left(\frac{\theta}{2} \pm \beta\right) = 16.37 \times \cos\left(\frac{15.0}{2} + 0.0\right) = 16.23 \text{ (kN)}$$

2.4 鉛直曲がりに伴う滑動に対する検討

管の鉛直曲がりに伴う滑動は式(2)～(6)により検討する。(基準書 p.417～419)

$$R_h \geq S \cdot P_h \quad \dots\dots\dots (2)$$

(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_h : スラスト力の水平分力 2.14 (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 18.00 (kN/m³)

w' : 土の水中単位体積重量 10.00 (kN/m³)

B_b : 管背面の幅 $B_b=D$ 0.6308 (m)

H_1 : 地表面から管頂面までの深さ 1.830 (m)

H_2 : 地表面から管底面までの深さ 2.615 (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 (°)

$$K_p = \tan^2 \left(45 + \frac{30.00}{2} \right) = 3.0000$$

$$R_h = 0.65 \times \frac{1}{2} \times 3.000 \times 0.631$$

$$\times \left\{ 10.00 \times (2.615^2 - 1.830^2) + 2 \times (18.00 - 10.00) \times 1.000 \times (2.615 - 1.830) \right\}$$

$$= 29.21 \text{ (kN)}$$

$$S \cdot P_h = 1.50 \times 2.14 = 3.20 \text{ (kN)} \leq R_h = 29.21 \text{ (kN)}$$

よって、滑動に対して安全である。

2.5 浮上に対する検討

管の浮上に対する検討は式(7)～(10)により行う。(基準書 p.417～419)

$$R_v + W - U \geq S \cdot P_v \quad \dots\dots\dots (7)$$

(地下水位が管底より低い場合)

$$R_v = \frac{1}{2} \cdot L \cdot \mu \cdot w \cdot (H_2^2 - H_1^2) \cdot \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \quad \dots\dots\dots (8)$$

(地下水位が管頂より高い場合)

$$R_v = \frac{1}{2} \cdot L \cdot \mu \cdot \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \cdot \left\{ w' (H_2^2 - H_1^2) + 2(w-w')H_w (H_2 - H_1) \right\} \quad \dots\dots\dots (9)$$

(その他の場合)

$$R_v = \frac{1}{2} \cdot L \cdot \mu \cdot \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \cdot \left\{ w (H_2^2 - H_1^2) - (w-w') (H_2 - H_w)^2 \right\} \quad \dots\dots\dots (10)$$

- 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) -16.23 (kN)
 w : 土の単位体積重量 18.00 (kN/m³)
 w' : 土の水中単位体積重量 10.00 (kN/m³)
 L : 管側面の摩擦を受ける長さ
 $2 \times 1.258 = 2.516$ (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 1.830 (m)
 H_2 : 地表面から管底面までの深さ 2.615 (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)
 $W_1 = w \cdot H_w \cdot A = 18.0 \times 1.907 \times 0.794 = 27.25$ (kN)
 W_2 : 曲管類の重量および管内水重 (kN)
 $W_2 = 0.97 + 3.78 = 4.75$ (kN)
 H_w : 地表面からの平均深さ 1.907 (m)
 A : 管底面積
 $A = (0.640 \times \cos 15.0 + 0.640 \times \cos 0.0) \times 0.6308 = 0.794$ (m²)
 U : 管の浮力 (kN)
 $U = \pi / 4 \times 0.6308^2 \times 9.8 \times 1.279 = 3.92$ (kN)
 S : 安全率 1.20

$$\begin{aligned}
R_v &= \frac{1}{2} \times 2.516 \times 0.50 \times \tan^2 \left(45 - \frac{30.00}{2} \right) \\
&\quad \times \left\{ 10.00 \times (2.615^2 - 1.830^2) + 2 \times (18.00 - 10.00) \times 1.000 \times (2.615 - 1.830) \right\} \\
&= 9.96 \text{ (kN)} \\
R_v + W - U &= 9.96 + (27.25 + 4.75) - 3.92 = 38.04 \text{ (kN)} \\
&\geq S \cdot P_v = 1.20 \times -16.23 = -19.47 \text{ (kN)}
\end{aligned}$$

よって、浮上に対して安全である。

2.6 沈下に対する検討

管の沈下に対する検討は式(22), (23)により行う。(基準書 p. 417~420)

$$\sigma_{rv} \cong S \cdot \sigma_v = S \cdot \frac{W+P_v-R_v}{A} \dots\dots\dots (22)$$

$$R_v = 1/2 \cdot w \cdot L \cdot \mu \cdot (H_2^2 - H_1^2) \cdot \tan^2 (45 - \phi/2) \dots\dots\dots (23)$$

- ここで、 σ_{rv} : 管底面の地盤の許容支持力度 100.00 (kN/m²)
 S: 安全率 1.20
 σ_v : 管底面に加わる荷重強度 (kN/m²)
 W: 管底面に加わる全荷重 W=W₁+W₂ (kN)
 W₁: 管上の埋戻し土による鉛直土圧
 $W_1 = w \cdot H_m \cdot A = 18.0 \times 1.907 \times 0.7937 = 27.25$ (kN)
 W₂: 曲管類の重量および管内水重
 $W_2 = 0.97 + 3.78 = 4.75$ (kN)
 H_m: 地表面からの平均深さ 1.907 (m)
 A: 管底面積
 P_v: スラスト力の鉛直分力(下向き) 16.23 (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 18.00 (kN/m³)
 L: 管側面の摩擦を受ける長さ 2×1.258=2.516 (m)
 μ : 管側面と土の摩擦係数 0.500
 H₁: 地表面から管頂面までの深さ 1.830 (m)
 H₂: 地表面から管底面までの深さ 2.615 (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

$$R_v = \frac{1}{2} \times 18.00 \times 2.516 \times 0.500 \times (2.615^2 - 1.830^2) \times \tan^2 \left(45 - \frac{30.0}{2} \right) = 13.18 \text{ (kN)}$$

管底面に加わる荷重強度

$$\sigma_v = \frac{27.25 + 4.75 + 16.23 - 13.18}{0.794} = 44.15 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

安全性の照査

$$S \cdot \sigma_v = 1.20 \times 44.15 = 52.98 \text{ (kN/m}^2\text{)} \leq \sigma_{rv} = 100.00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

よって、沈下に対して安全である。

3 断面 3

3.1 設計条件

準拠指針： 土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「パイプライン」
令和3年6月 農林水産省農村振興局整備部設計課
(以後、基準書と略称する)

スラスト形式： T字管

上流側の管種： 農業用ダクタイル鋳鉄管 ϕ 600 (DB, K形)
外径 $D_e=630.8$ (mm) , 管厚 $T=7.5$ (mm)
計算管厚 $t=T-2=7.5-2=5.5$ (mm)
(基準書 p. 313, $t+1 < 10\text{mm}$, ϕ 700以下より)
計算内径 $D=D_e-2t=630.8-2 \times 5.5=619.8$ (mm)

分岐管の管種： 農業用ダクタイル鋳鉄管 ϕ 400 (DB, K形)
外径 $D_e=425.6$ (mm) , 管厚 $T=5.5$ (mm)
計算管厚 $t=T-2=5.5-2=3.5$ (mm)
(基準書 p. 313, $t+1 < 10\text{mm}$, ϕ 700以下より)
計算内径 $D=D_e-2t=425.6-2 \times 3.5=418.6$ (mm)

地表面から管中心までの深さ： 1.340 (m)
地下水位 G.L. - 1.000 (m)
設計水圧： $H = 0.300$ (MPa) = 300.0 (kN/m²)

土の内部摩擦角： 30.0 (°)
単位体積重量 埋戻し土： 18.00 (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)

3.2 設計断面

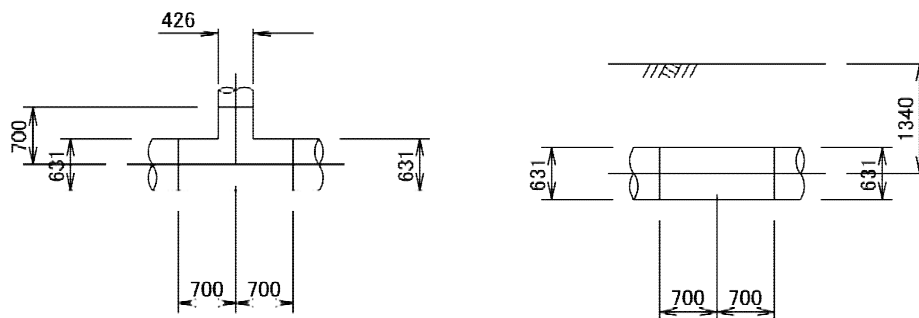


図-3.1 寸法図

3.3 スラスト力の算出

T字管のスラスト力は式(24)により求める。

$$P_h = H \cdot a = 300.0 \times 0.14226 = 42.68 \text{ (kN)} \quad \dots\dots\dots (24)$$

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 $\pi/4 \times 0.4256^2 = 0.14226$ (m²)

3.4 滑動に対する検討

管の滑動に対する検討は式(25)～(29)により行う。(基準書 p. 415～417)

$$R_h \geq S \cdot P \quad \dots\dots\dots (25)$$

(地下水位が管底より低い場合)

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

(地下水位が管頂より高い場合)

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

(その他の場合)

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

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

ここで、

R_h ：	水平方向抵抗力(管背面の受働土圧)	(kN)
P ：	分岐部に作用するスラスト力	42.68 (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	18.00 (kN/m ³)
w' ：	土の水中単位体積重量	10.00 (kN/m ³)
B_b ：	管背面の幅	1.400 (m)
H_1 ：	地表面から管頂面までの深さ	1.025 (m)
H_2 ：	地表面から管底面までの深さ	1.655 (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 (°)

$$K_p = \tan^2 \left(45 + \frac{30.00}{2} \right) = 3.0000$$

$$R_h = 0.65 \times \frac{1}{2} \times 3.000 \times 1.400$$

$$\times \left\{ 10.00 \times (1.655^2 - 1.025^2) + 2 \times (18.00 - 10.00) \times 1.000 \times (1.655 - 1.025) \right\}$$

$$= 36.85 \text{ (kN)}$$

$$S \cdot P = 1.50 \times 42.68 = 64.02 \text{ (kN)} > R_h = 36.85 \text{ (kN)}$$

よって、滑動に対して対策が必要である。

3.5 一体化長さの計算

3.5.1 計算式

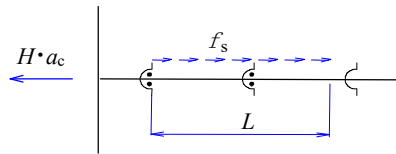


図-3.2 記号説明図

周面摩擦力による合力 F_s (kN)は式(30)で求めることができる。

$$F_s = L \cdot f_s = L \cdot \mu \cdot \Sigma wH \cdot \pi \cdot D_c \quad \dots\dots\dots (30)$$

- ここで、 μ : 摩擦係数 0.50
 ΣwH : 管心より上の土の重量 (kN/m²)
 地下水位より上なら土の単位体積重量18.00kN/m³を
 下なら土の水中単位体積重量10.00kN/m³を使用する。
 D_c : 管の外径 0.4256 (m)
 f_s : 単位m当たりの周面摩擦力 (kN/m)
 L : 分岐管の一体化長 (m)

力のつり合いを考え、安全率 S を考慮すると次式が成り立つ。

$$H \cdot a_c \leq \frac{F_s}{S} = \frac{1}{S} \cdot L \cdot \mu \cdot \Sigma wH \cdot \pi \cdot D_c$$

- H : 設計水圧 300.000 (kN/m²)
 a_c : 設計水圧が作用する範囲の断面積 (m²)
 $a_c = \pi / 4 \times D_c^2$
 S : 安全率 1.50

前式を変形し、 L について整理すると式(31)のようになる。

$$L \geq \frac{S \cdot H \cdot D_c}{4 \mu \cdot \Sigma wH} \quad \dots\dots (31)$$

3.5.2 一体化長さの算出

$$L = \frac{1.50 \times 300.0 \times 0.426}{4 \times 0.50 \times (18.00 \times 1.000 + 10.00 \times 0.340)} = 4.475 \text{ (m)}$$

よって、所要一体化長 $L=4.47$ (m)
 また、離脱防止金具の使用個数は片側で1個となる。

4 断面 4

4.1 設計条件

準拠指針： 土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「パイプライン」
令和3年6月 農林水産省農村振興局整備部設計課
(以後、基準書と略称する)

スラスト形式： 片落ち部

上流側の管種： 農業用ダクティル鑄鉄管 ϕ 600 (DB, K形)
外径 $D_e=630.8$ (mm) , 管厚 $T=7.5$ (mm)
計算管厚 $t=T-2=7.5-2=5.5$ (mm)
(基準書 p. 313, $t+1 < 10\text{mm}$, ϕ 700以下より)
計算内径 $D=D_e-2t=630.8-2 \times 5.5=619.8$ (mm)

下流側の管種： 農業用ダクティル鑄鉄管 ϕ 400 (DB, K形)
外径 $D_e=425.6$ (mm) , 管厚 $T=5.5$ (mm)
計算管厚 $t=T-2=5.5-2=3.5$ (mm)
(基準書 p. 313, $t+1 < 10\text{mm}$, ϕ 700以下より)
計算内径 $D=D_e-2t=425.6-2 \times 3.5=418.6$ (mm)

地表面から管中心までの深さ： 2.800 (m)

地下水位 G.L. - 1.000 (m)

設計水圧： $H = 0.200$ (MPa) = 200.0 (kN/m²)

土の内部摩擦角： 30.0 (°)

単位体積重量 埋戻し土： 18.00 (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

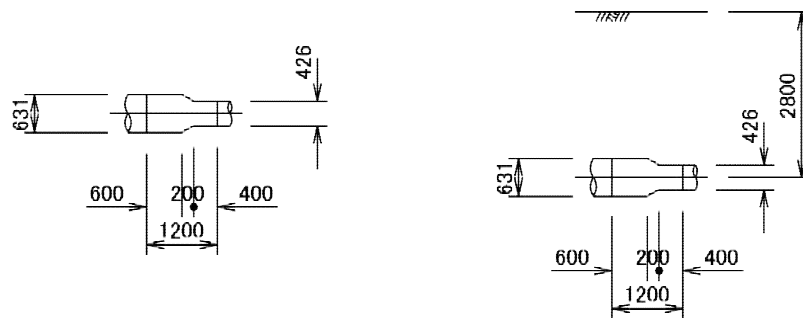


図-4.1 寸法図

4.3 スラスト力の算出

片落管のスラスト力は式(32)により求める。

$$P = H \cdot (A_c - a_c) = 200.0 \times (0.313 - 0.142) = 34.05 \text{ (kN)} \quad \dots\dots\dots (32)$$

ここで、P：片落管に作用するスラスト力 (kN)

H：設計水圧 200.0 (kN/m²)

A_c：上流側の管外径断面積

$$A_c = \pi/4 \times 0.6308^2 = 0.31252 \text{ (m}^2\text{)}$$

a_c：下流側の管外径断面積

$$a_c = \pi/4 \times 0.4256^2 = 0.14226 \text{ (m}^2\text{)}$$

4.4 滑動に対する検討

管の滑動に対する検討は式(33)～(37)により行う。(基準書 p. 415～417)

$$R_h \geq S \cdot P \quad \dots\dots\dots (33)$$

(地下水位が管底より低い場合)

$$R_h = F \cdot \frac{1}{2} \cdot K_p \cdot B_b \cdot w \cdot (H_2^2 - H_1^2) \quad \dots\dots\dots (34)$$

(地下水位が管頂より高い場合)

$$R_h = F \cdot \frac{1}{2} \cdot K_p \cdot B_b \cdot \left\{ w' (H_2^2 - H_1^2) + 2(w-w')H_w (H_2 - H_1) \right\} \quad \dots\dots\dots (35)$$

(その他の場合)

$$R_h = F \cdot \frac{1}{2} \cdot K_p \cdot B_b \cdot \left\{ w (H_2^2 - H_1^2) - (w-w') (H_2 - H_w)^2 \right\} \quad \dots\dots\dots (36)$$

$$K_p = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \quad \dots\dots\dots (37)$$

- ここで、 R_h : 水平方向抵抗力(管背面の受働土圧) (kN)
 P : 片落部に作用するスラスト力 34.05 (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 18.00 (kN/m³)
 w' : 土の水中単位体積重量 10.00 (kN/m³)
 B_b : 管背面の幅(管外径) 0.631 (m)
 H_1 : 地表面から管頂面までの深さ 2.485 (m)
 H_2 : 地表面から管底面までの深さ 3.115 (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 (°)

$$K_p = \tan^2 \left(45 + \frac{30.00}{2} \right) = 3.0000$$

$$R_h = 0.65 \times \frac{1}{2} \times 3.000 \times 0.631$$

$$\times \left\{ 10.00 \times (3.115^2 - 2.485^2) + 2 \times (18.00 - 10.00) \times 1.000 \times (3.115 - 2.485) \right\}$$

$$= 27.93 \text{ (kN)}$$

$$S \cdot P = 1.50 \times 34.05 = 51.08 \text{ (kN)} > R_h = 27.93 \text{ (kN)}$$

よって、滑動に対して対策が必要である。

4.5 スラストブロックの計算

4.5.1 形状寸法図

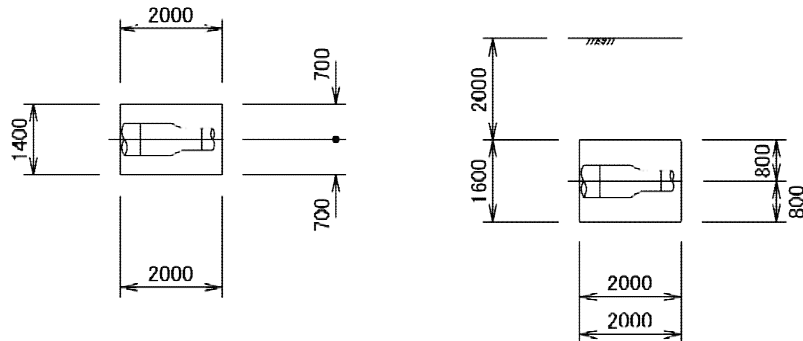


図-4.2 寸法図

4.5.2 スラスト力

水平方向スラスト力 $P_h = 34.05$ (kN)

4.5.3 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	$2.000 \times 1.600 \times 1.400 \times 23.0$	103.04
2	ブロック自重 2	$-1/2 \times 0.000 \times 1.600 \times 1.400 \times 23.0$	0.00
3	ブロック自重 3	$-1/2 \times 0.000 \times 1.600 \times 1.400 \times 23.0$	0.00
4	管の控除 1	$-0.313 \times 1.000 \times 23.0$	-7.19
5	管の控除 2	$-1/2 \times (0.313 + 0.142) \times 0.200 \times 23.0$	-1.05
6	管の控除 3	$-0.142 \times 0.800 \times 23.0$	-2.62
7	埋戻し土 1	$2.000 \times 1.000 \times 1.400 \times 18.00$	50.40
8	埋戻し土 2	$2.000 \times 1.000 \times 1.400 \times 10.00$	28.00
9	管重	0.756×1.000	0.76
10	"	$1/2 \times (0.756 + 0.325) \times 0.200$	0.11
11	"	0.325×0.800	0.26
12	管内水重	$0.3017 \times 9.80 \times 1.000$	2.96
13	"	$1/2 \times (0.3017 + 0.1376) \times 9.80 \times 0.200$	0.43
14	"	$0.1376 \times 9.80 \times 0.800$	1.08
合計			$W_s = 176.18$

4.5.4 スラストブロック底面に加わる全荷重（沈下検討用）

	名 称	計 算 式	重量 (kN)
1	ブロック自重 1	$2.000 \times 1.600 \times 1.400 \times 23.0$	103.04
2	ブロック自重 2	$-1/2 \times 0.000 \times 1.600 \times 1.400 \times 23.0$	0.00
3	ブロック自重 3	$-1/2 \times 0.000 \times 1.600 \times 1.400 \times 23.0$	0.00
4	管の控除 1	$-0.313 \times 1.000 \times 23.0$	-7.19
5	管の控除 2	$-1/2 \times (0.313 + 0.142) \times 0.200 \times 23.0$	-1.05
6	管の控除 3	$-0.142 \times 0.800 \times 23.0$	-2.62
7	埋戻し土 1	$2.000 \times 1.000 \times 1.400 \times 18.00$	50.40
8	埋戻し土 2	$2.000 \times 1.000 \times 1.400 \times 18.00$	50.40
9	管 重	0.756×1.000	0.76
10	〃	$1/2 \times (0.756 + 0.325) \times 0.200$	0.11
11	〃	0.325×0.800	0.26
12	管内水重	$0.3017 \times 9.80 \times 1.000$	2.96
13	〃	$1/2 \times (0.3017 + 0.1376) \times 9.80 \times 0.200$	0.43
14	〃	$0.1376 \times 9.80 \times 0.800$	1.08
合 計			$W_s = 198.58$

4.5.5 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	$2.000 \times 1.600 \times 1.400 \times 9.8$	43.90
2	ブロック 2	$-1/2 \times 0.000 \times 1.600 \times 1.400 \times 9.8$	0.00
3	ブロック 3	$-1/2 \times 0.000 \times 1.600 \times 1.400 \times 9.8$	0.00
合 計			$U = 43.90$

4.5.6 スラストブロックの滑動に対する照査

スラストブロックの滑動に対する照査は式(38)～(43)により行う。

$$R_h = R_{h1} + R_{h2} \geq S \cdot P' \quad \dots\dots\dots (38)$$

$$R_{h1} = \mu \cdot (W_s - U) \quad \dots\dots\dots (39)$$

(地下水位が管底より低い場合)

$$R_{h2} = \frac{1}{2} \cdot w \cdot K_p \cdot B_s \cdot (H_2^2 - H_1^2) - \frac{\pi}{4} D_c^2 \cdot K_p \cdot \Sigma wH \quad \dots\dots\dots (40)$$

(地下水位が管頂より高い場合)

$$R_{h2} = \frac{1}{2} \cdot K_p \cdot B_s \cdot \left\{ w' (H_2^2 - H_1^2) + 2(w-w')H_w (H_2 - H_1) \right\} - \frac{\pi}{4} D_c^2 \cdot K_p \cdot \Sigma wH \quad \dots\dots\dots (41)$$

(その他の場合)

$$R_{h2} = \frac{1}{2} \cdot K_p \cdot B_s \cdot \left\{ w(H_2^2 - H_1^2) - (w-w')(H_2 - H_w)^2 \right\} - \frac{\pi}{4} D_c^2 \cdot K_p \cdot \Sigma wH \quad \dots\dots\dots (42)$$

$$K_p = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \quad \dots\dots\dots (43)$$

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' ：	スラスト力	(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	176.18 (kN)
U ：	スラストブロックに働く浮力	43.90 (kN)
w ：	土の単位体積重量	18.00 (kN/m ³)
w' ：	土の水中単位体積重量	10.00 (kN/m ³)
ΣwH ：	管心位置における鉛直応力	(kN/m ²)
B_s ：	スラストブロック背面の幅	1.400 (m)
H_1 ：	地表面からブロック頂面までの深さ	2.000 (m)
H_2 ：	地表面からブロック底面までの深さ	3.600 (m)
H_w ：	地表面から地下水面までの深さ	1.000 (m)
H_c ：	地表面から管中心までの深さ	2.800 (m)
D_c ：	下流側の管の外径	0.4256 (m)
K_p ：	受働土圧係数	
ϕ ：	土の内部摩擦角	30.0 (°)

スラストブロック底面の摩擦抵抗力

$$R_{h1} = 0.500 \times (176.18 - 43.90) = 66.14 \text{ (kN)}$$

スラストブロック背面の受働土圧

$$R_{h2} = \frac{1}{2} \times 3.000 \times 1.400$$

$$\times \left\{ 10.00 \times (3.600^2 - 2.000^2) + 2 \times (18.00 - 10.00) \times 1.000 \times (3.600 - 2.000) \right\}$$

$$- \frac{\pi}{4} \cdot 0.426^2 \times 3.000 \times (18.00 \times 1.000 + 10.00 \times 1.800)$$

$$= 226.56 \text{ (kN)}$$

安全性の照査

$$S \cdot P_h = 1.50 \times 34.05 = 51.08 \text{ (kN)} \leq R_h = 66.14 + 226.56 = 292.69 \text{ (kN)}$$

よって、滑動に対して安全である。

4.5.7 浮上に対する検討

スラストブロックの浮上に対する検討は式(17)～(20)により行う。(基準書 p.423)

$$R_v + W_s - U \geq S \cdot P_v \quad \dots\dots\dots (17)$$

(地下水位がブロック下面より低い場合)

$$R_v = \frac{1}{2} \cdot L \cdot \mu \cdot w \cdot (H_2^2 - H_1^2) \cdot \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \quad \dots\dots\dots (18)$$

(地下水位がブロック上面より高い場合)

$$R_v = \frac{1}{2} \cdot L \cdot \mu \cdot \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$\cdot \left\{ w' (H_2^2 - H_1^2) + 2(w - w') H_w (H_2 - H_1) \right\} \quad \dots\dots\dots (19)$$

(その他の場合)

$$R_v = \frac{1}{2} \cdot L \cdot \mu \cdot \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$\cdot \left\{ w (H_2^2 - H_1^2) - (w - w') (H_2 - H_w)^2 \right\} \quad \dots\dots\dots (20)$$

ここで、R:	ブロック側面の主働土圧による摩擦抵抗力	(kN)
P:	スラスト力の鉛直分力	0.00 (kN)
S:	安全率	1.20
w:	土の単位体積重量	18.0 (kN/m ³)
w:	土の水中単位体積重量	10.0 (kN/m ³)
L:	ブロック側面の摩擦を受ける長さ (ブロックの周長)	6.800 (m)
μ:	ブロック側面と土の摩擦係数	0.50
H ₁ :	地表面からブロック頂面までの深さ	2.000 (m)
H ₂ :	地表面からブロック底面までの深さ	3.600 (m)
H:	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 _s :	ブロック底面に加わる全荷重	176.18 (kN)
U:	スラストブロックに働く浮力	43.90 (kN)

$$R_v = \frac{1}{2} \times 6.800 \times 0.50 \times \tan^2 \left(45 - \frac{30.00}{2} \right) \\ \times \left\{ 10.00 \times (3.600^2 - 2.000^2) + 2 \times (18.00 - 10.00) \times 1.000 \times (3.600 - 2.000) \right\} \\ = 65.28 \text{ (kN)} \\ R_v + W_s - U = 65.28 + 176.18 - 43.90 = 197.56 \text{ (kN)} \\ \geq S \cdot P_v = 1.20 \times 0.00 = 0.00 \text{ (kN)}$$

よって、浮上に対して安全である。

4.5.8 沈下に対する検討

スラストブロックの沈下に対する検討は式(21)により行う。(基準書 p.423)

$$\sigma_{rv} \geq S \cdot \sigma_v = S \cdot \frac{W_s}{A} \dots\dots\dots (21)$$

ここで、σ _{rv} :	スラストブロック底面の地盤の許容支持力度	100.00 (kN/m ²)
S:	安全率	1.00
σ _v :	スラストブロック底面に加わる荷重強度	(kN/m ²)
W _s :	スラストブロック底面に加わる全荷重	198.58 (kN)
A:	スラストブロックの底面積	2.800 (m ²)

$$\sigma_v = \frac{W_s}{A} = \frac{198.58}{2.800} = 70.92 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$S \cdot \sigma_v = 1.00 \times 70.92 = 70.92 \text{ (kN/m}^2\text{)} \leq \sigma_{rv} = 100.00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

よって、沈下に対して安全である。

5 断面 5

5.1 設計条件

準拠指針： 土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「パイプライン」
令和3年6月 農林水産省農村振興局整備部設計課
(以後、基準書と略称する)

スラスト形式： 弁栓部

管 種： 農業用ダクタイル鑄鉄管 ϕ 600 (DB, K形)
外径 $D_c=630.8$ (mm) , 管厚 $T=7.5$ (mm)
計算管厚 $t=T-2=7.5-2=5.5$ (mm)
(基準書 p. 313, $t+1 < 10\text{mm}$, ϕ 700以下より)
計算内径 $D=D_c-2t=630.8-2 \times 5.5=619.8$ (mm)

設計水圧 : $H = 0.200$ (MPa) = 200.0 (kN/m²)

管体の軸方向許容圧縮応力度 : $\sigma_a = 2.4$ (N/mm²)

コンクリートの許容押抜きせん断応力度 : $\tau_a = 0.45$ (N/mm²)

スチフナーの許容せん断応力度 : $\tau_{sa} = 0.4$ (N/mm²)

5.2 スラスト力の算出

弁栓部のスラスト力は式(44)により求める。

$$P_h = H \cdot a = 200.0 \times 0.31252 = 62.50 \text{ (kN)} \quad \dots\dots\dots (44)$$

ここで、 P_h : 弁栓部に作用するスラスト力 (kN)

H : 設計水圧 200.0 (kN/m²)

a : 設計水圧が作用する断面積 $\pi/4 \times 0.6308^2 = 0.31252$ (m²)

5.3 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(45)により行う。

$$\sigma = \frac{P_h}{A_p} \leq \sigma_a \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad \dots\dots\dots (45)$$

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 62.50 (kN) = 62503.3 (N)
 A_p ：管の断面積
 $A_p = \pi/4 \times (0.6308^2 - 0.6198^2) = 0.01080 \text{ (m}^2\text{)} = 10804.4 \text{ (mm}^2\text{)}$
 σ_a ：管体の許容軸方向圧縮応力度 2.4 (N/mm²)

$$\sigma = \frac{62503.3}{10804.4} = 5.78 \text{ (N/mm}^2\text{)} > \sigma_a$$

よって、管体の軸方向圧縮応力度は許容値を満足していない。

5.4 スティフナー固定部の照査

弁栓部のスティフナー固定部の押抜きせん断応力度は式(46)により照査する。

$$\tau_p = \frac{P_h}{b_p \cdot d} \leq \tau_a \quad \dots\dots\dots (46)$$

ここで、 τ_p ：押抜きせん断応力度 (N/mm²)
 P_h ：弁栓部に作用するスラスト力 62.50 (kN) = 62503.3 (N)
 b_p ：スティフナー周長 980.0 (mm)
 d ：せん断力を受けるコンクリート厚 20.0 (mm)
 τ_a ：コンクリートの許容押抜きせん断応力度 0.5 (N/mm²)

$$\tau_p = \frac{62503.3}{980.0 \times 20.0} = 3.19 > \tau_a$$

よって、スティフナー固定部の押抜きせん断応力度は許容値を満足していない。

5.5 スティフナー溶接部の検討

弁栓部のスティフナー溶接部におけるせん断応力度は式(47)により照査する。

$$\tau_t = \frac{P_h}{A_t} \leq \tau_{ta} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad \dots\dots\dots (47)$$

- ここで、 τ_t ： スティフナーと管体との溶接部におけるせん断応力度 (N/mm²)
 P_h ： 弁栓部に作用するスラスト力 62.50 (kN) = 62503.3 (N)
 A_t ： スティフナーと管体との溶接面積
 $A_t = \pi \cdot D_c \cdot t_s = \pi \times 630.8 \times 10.0 = 19817.2 \text{ (mm}^2\text{)}$
 t_s ： スティフナー厚 10.0 (mm)
 τ_{ta} ： スティフナーの許容せん断応力度 0.4 (N/mm²)

$$\tau_t = \frac{62503.3}{19817.2} = 3.15 \text{ (N/mm}^2\text{)} > \tau_{ta}$$

よって、スティフナー溶接部におけるせん断応力度は許容値を満足していない。

5.6 一体化長さの計算

安全率Sを考慮した必要一体化長さは式(48)で求める。

$$L \geq \frac{S \cdot P}{\mu \cdot \Sigma wH \cdot \pi \cdot D_c} \quad \dots (48)$$

ここで、L：必要一体化長さ

S：安全率 1.50

P：弁栓部に作用するスラスト力 62.5 (kN)

μ ：摩擦係数 0.50

ΣwH ：管心より上の土の重量 (kN/m²)

地下水位より上なら土の単位体積重量18.00kN/m³を

下なら土の水中単位体積重量10.00kN/m³を使用する。

D_c ：管の外径 0.6308 (m)

$$L = \frac{1.50 \times 62.50}{0.50 \times 10.00 \times 4.000 \times \pi \times 0.631} = 2.366 \text{ (m)}$$

よって、所要一体化長 L=2.37 (m)

また、離脱防止金具の使用個数は片側で2個となる。

目 次

1	鉛直屈曲部の検討.....	2
1.1	使用管種.....	2
1.2	スラスト力の検討.....	2
1.3	スラスト対策工の設計.....	3
2	片落ち部の検討.....	4
2.1	スラスト力の検討.....	4
2.2	スラスト対策工の設計.....	4
3	弁栓部の検討.....	5
4	T字管の検討.....	6
4.1	使用管種.....	6
4.2	スラスト力の検討.....	6

1 鉛直屈曲部の検討

1.1 使用管種

断面名	使用管種	水平屈曲角 $\theta_h(^{\circ})$	鉛直屈曲角		
			上流側 $\beta_u(^{\circ})$	下流側 $\beta_d(^{\circ})$	合成屈曲角($^{\circ}$)
断面 1	農業用ダクタイル鋳鉄管 ϕ 600 (DB, K形)	-----	0.0	45.0	45.0
断面 2	農業用ダクタイル鋳鉄管 ϕ 600 (DB, K形)	-----	15.0	0.0	15.0

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 P_h		水平方向 抵抗力 R_h	スラスト力 P_v		水平方向 抵抗力 R_v	スラスト力 P_v		抵抗力 R_v+W-U	荷重強度 σ_v		許容 支持力度 σ_{rv}	
	$S \cdot P_h$			$S \cdot P_h$			$S \cdot P_v$			$S \cdot \sigma_v$			
断面 1	-----		-----	27.52			66.43			-----		-----	NG
				41.28	>	33.64	79.72	>	41.26				
断面 2	-----		-----	2.14			-16.23			44.15			OK
				3.20	\leq	29.21	-19.47	\leq	38.04	52.98	\leq	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

1.3 スラスト対策工の設計

断面名	対策工	滑動の検討 (水平曲り) (kN)			滑動の検討 (鉛直曲り) (kN)			浮上に対する 検討 (kN)			沈下に対する 検討 (kN/m ²)			判定
		P _h		R _h	P _h		R _h	P _v		R _{v+W-U}	σ _v		σ _{fv}	
断面 1	スラスト・ブロック	-----		-----	27.52			66.43			63.21			OK
					41.28	≦	439.09	79.72	≦	367.85	63.21	≦	100.00	
断面 2	-----	-----		-----	-----		-----	-----		-----	-----		-----	---

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=1.00

2 片落ち部の検討

2.1 スラスト力の検討

断面名	上流側管種	下流側管種	滑動に対する検討 (kN)				判定
			スラスト力		水平方向抵抗 抗力 R_h		
			F_x	$S \cdot F_x$			
断面 4	農業用ダクタイル鋳鉄管 $\phi 600$ (DB, K形)	農業用ダクタイル鋳鉄管 $\phi 400$ (DB, K形)	34.05	51.08	>	27.93	NG

2.2 スラスト対策工の設計

断面名	対策工	滑動に対する検討 (kN)				沈下の検討 (kN/m ²)				判定
		スラスト力		水平方向抵抗 抗力 R_h	荷重強度		許容支持力 度 σ_{rv}			
		F_x	$S \cdot F_x$		σ_v	$S \cdot \sigma_v$				
断面 4	スラストブロック	34.05	51.08	\leq	292.69	70.92	70.92	\leq	100.00	OK

3 弁栓部の検討

断面名	管 種	管体応力			コンクリートの 押し抜きせん断応力度			スチフナー溶接部の せん断応力度			判定	所要 一体化 長さ (m)
		σ (N/mm ²)		$\sigma \tau_a$ (N/mm ²)	τ_p (N/mm ²)		τ_a (N/mm ²)	τ_s (N/mm ²)		τ_{ts} (N/mm ²)		
断面 5	農業用ダクタイル鋳鉄管 φ 600 (DB, K形)	5.78	>	2.36	3.19	>	0.45	3.15	>	0.36	NG	2.366

4 T字管の検討

4.1 使用管種

断面名	本管の管種	枝管の管種
断面 3	農業用ダクタイル鋳鉄管 φ 600 (DB, K形)	農業用ダクタイル鋳鉄管 φ 400 (DB, K形)

4.2 スラスト力の検討

断面名	滑動に対する検討 (kN)			判定	対策工
	スラスト力		抵抗 R_h		
	F_x	$S \cdot F_x$			
断面 3	42.68	64.02	>	36.85	NG 枝管側一体化長 4.475 (m)

ここで、S:安全率 滑動に対してS=1.50