

スラスト対策工設計システム

(不とう性管/とう性管)

Ver1.1

(Ver1.1.21以降対応版)

操作説明書

(オペレーションマニュアル)

はじめに

本マニュアルは、「スラスト対策工設計システム」のプログラム操作方法について解説しております。正しくご利用頂くため、本マニュアルをよくお読みになり操作されますようお願い申し上げます。

本マニュアルの著作権は弊社、株式会社 SIP システムにあります。本マニュアルの全部、または一部について弊社の許諾を得ずに複製、配布することを禁じます。

お使いになる前に

本商品プログラムをインストールして頂き、ご利用のプロテクト方式に従いプログラムが正常に起動することを確認された上でご利用下さい。(キーディスク方式/HASP(USB)方式/ネット認証方式)

プログラムのインストール方法につきましては、パッケージ商品内に同封されております「プログラムインストールマニュアル」を、また「ネット認証システム」をご利用の場合は、「ネット認証システムセットアップマニュアル」を参照下さい。

INDEX

第1章 動作環境とメインメニュー画面.....	1
1. 推奨動作環境.....	1
2. 適用基準と計算概要.....	2
2.1 適用基準/参考資料.....	2
2.2 計算の概要.....	2
2.3 適用管種.....	2
2.4 断面計算範囲.....	2
2.5 検討箇所.....	3
2.6 主な計算機能.....	3
3. メインメニュー画面.....	4
第2章 プログラムの起動・終了および出力設定.....	6
1. プログラム起動直後の画面.....	6
2. データ入力から印刷まで.....	6
3. プログラムの終了.....	6
4. 印刷書式の設定.....	7
第3章 データ入力.....	8
1. 使用管種.....	8
2. 荷重条件の設定.....	10
3. スラスト力検討画面.....	11
4. スラスト対策工一覧.....	16
第4章 「印刷」.....	20
1. 印刷実行.....	20
1.1 コマンドバーより印刷.....	20
1.2 ツールバーより印刷.....	20
2. 印刷プレビュー画面.....	21
3. WORD 出力.....	21
第5章 「データ連動機能」.....	22
1. 管路構造計算システムからのデータ転送.....	22
2. スラスト対策工設計システムへのデータ読み込.....	22
3. データ読み込み後の画面.....	22

第6章「計算概要」	23
1. スラスト力の検討.....	23
1.1 屈曲部	23
1.1.1 管が水平方向に屈曲する場合	23
1.1.2 管が鉛直方向に屈曲する場合	24
1.1.3 浮上に対する検討	25
1.1.4 沈下に対する検討	26
1.1.5 管が同一点で水平および鉛直方向に屈曲する場合	26
1.2 分岐部	26
1.2.1 スラスト力の算出	26
1.2.2 滑動に対する検討	26
1.3 片落部	27
1.3.1 スラスト力の算出	27
1.3.2 滑動に対する検討.....	27
1.4 弁栓部.....	27
1.4.1 弁栓部（制水弁、蓋）のスラスト力の算出.....	27
2. スラストブロックの設計.....	28
2.1 スラストブロックの形状	28
2.2 滑動に対する検討	28
2.3 浮上に対する検討	29
2.4 沈下に対する検討	29
3. 一体化長の計算	30
3.1 溶接・接着・溶着による接合	30
3.1.1. 有効長さの計算	30
3.1.2. 釣り合い長さの計算.....	31
3.1.3. スラスト対策不要の判定.....	31
3.1.4. 接着力の検討.....	31
3.2 離脱防止継手による接合	32
3.2.1. ダクタイル鋳鉄管(KF, UF 形継手)の一体化長さの計算	32
3.2.2. 離脱防止金具による一体化長さの計算.....	34
4. スラスト構築図（モデル）	36
4.1 屈曲部における管背面の幅.....	36
4.1.1 曲がりの状態.....	36
4.1.2 水平曲がりにおける管背面の幅.....	36
4.1.3 鉛直曲がり	37
4.2 分岐部における管背面の幅.....	37
4.3 屈曲部のスラストブロック寸法	38
4.3.1 ブロックタイプ 2	38
4.3.2 ブロックタイプ 3	38
4.3.3 ブロックタイプ 4	38
4.4 分岐部のスラストブロック寸法	39
4.4.1 ブロックタイプ 2	39

第1章 動作環境とメインメニュー画面

本章では、本プログラムをご利用になる上での推奨動作環境と、プログラム起動後のメインメニュー画面に表示される各種操作ボタン等について解説致します。

1. 推奨動作環境

本プログラムをご利用頂くための推奨システム環境は以下の通りです。

- 1) CPU : Celeron366MHz 以上 (推奨 PentiumIII 800MHz 以上) およびその互換プロセッサ
- 2) HD容量 : ハードディスク容量 50MB 以上 (推奨 100MB 以上) の空き容量
- 3) メモリ : 64MB 以上 (推奨 128MB 以上)
- 4) OS : WindowsMe/XP/2000/NT4.0 (推奨 WindowsXP/2000)
- 5) ドライブ : CD-ROM ドライブおよびUSB または FD ドライブ必須
- 6) 画面解像度 : 1024×768 を推奨
- 7) マウス : インテリジェントマウス (スクロールボタン付) を推奨

<お願い>

(1) ディスプレイフォントサイズのご注意

本商品を Windows 上で正常に動作させるためには、Windows の画面プロパティ内の「設定/詳細」項目で、ディスプレイのフォントサイズを必ず「小さいフォント」にしてご利用下さい。

(2) 印刷帳票 (計算書) の書式設定

本プログラムでは、印刷マージン等の印刷書式 (フォーム) の設定が可能です。初期値 (デフォルト) の設定で、不都合がある場合は「印刷書式の設定」画面で印刷フォームの設定を行って下さい。(詳細は、「第2章 4. 印刷書式の設定」を参照下さい。)

(3) システムリソースの問題

本プログラムは、システム機能の拡大によりシステムリソースを大幅に消費致します。システム環境においては、システムリソース不足による動作不良が発生する場合がありますのでそのような場合は、常駐ソフト等の切り離し等によるリソースの確保をして下さい。上記対策としては、Windows XP や Windows2000 でのご利用をお勧め致します。



2. 適用基準と計算概要

2.1 適用基準/参考資料

- 農林水産省農村振興局
 - ・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（平成10年3月）
- 農業土木学会
 - ・設計基準「パイプライン」SI単位系移行に関する参考資料（平成14年3月）

2.2 計算の概要

本システムは、土地改良事業計画設計基準の「パイプライン」に準拠し「不とう性管」および「とう性管」のスラスト力の検討を行います。検討結果「NG」となった断面については、一体化長やスラストブロックを用いたスラスト対策の検討も可能です。また、管種データについては規格管として標準データベースされており、特性値の読み込みが可能です。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変換によるWord出力も可能です。

2.3 適用管種

本システムで検討可能な管分類および管種名は以下の通りです。

管分類	管種分類	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コンクリート管	コア式プレストレスコンクリート管
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	圧力配管用炭素鋼鋼管
		水輸送用塗覆装鋼管
		配管用アーク溶接炭素鋼鋼管
		配管用炭素鋼鋼管
	硬質塩化ビニル管	硬質塩化ビニル管
		水道用硬質塩化ビニル管
	ポリエチレン管	一般用ポリエチレン管
		水道用ポリエチレン管
強化プラスチック複合管	強化プラスチック複合管	

2.4 断面計算範囲

①スラスト力の計算と判定

：スラスト力の計算を断面毎に行い、抵抗力または許容値を超える場合は「NG」と一覧表に表示します。「NG」と判定された断面については対策工の検討が可能になります。

②一体化長の計算（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」が可能です。

③一体化長の計算（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です。

④スラストブロック対策の検討

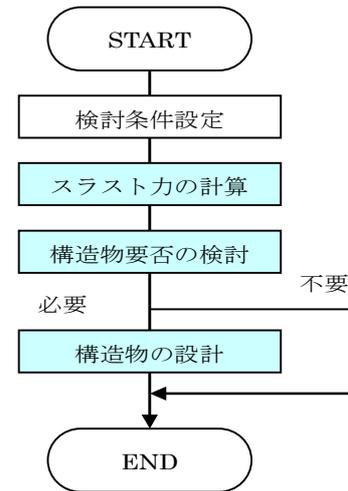
：スラストブロックによる検討が可能です。検討箇所形状により適用されるスラストブロックのタイプが異なりますが、任意形スラストブロックによる検討も可能です。

注) スラスト対策工の選択は、管種および検討箇所選択により適用される範囲が異なります。

2.5 検討箇所

スラスト力の検討箇所（タイプ）は以下の通りです。

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

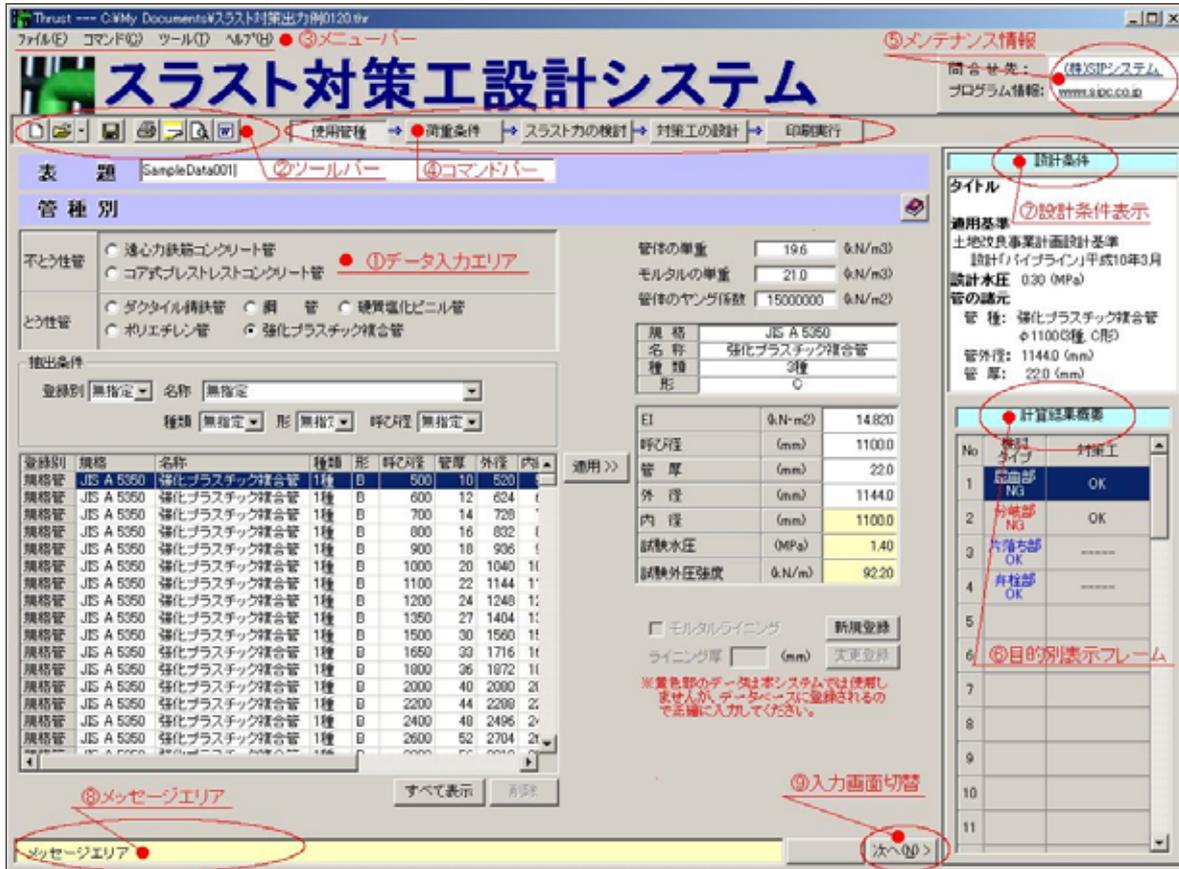


2.6 主な計算機能

- 1) 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）のスラスト力の検討、対策が可能です。
- 2) 管種は規格管として**標準登録（DB化）**されており、材料特性値の読み込みが可能な他、登録管としてユーザ登録した材料特性値を読み込むことも可能です。
- 3) スラスト力の検討箇所は「屈曲部」「片落部」「分岐部」「弁栓部」について検討が可能です。
- 4) **スラスト力の検討断面**は、ひとつの断面データを元に「**断面コピー**」機能で容易に複写、編集が可能です。また断面毎の管種変更および設計水圧の変更も可能です。
- 5) 管重量および内水重を参考値として自動計算表示します。また、スラストブロック使用時は、その形状を考慮した管重および内水重を計算します。
- 6) スラスト力の検討は、検討箇所に応じて「**滑動**」「**浮上(上向きスラスト力の場合)**」「**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) スラスト力の判定でNGとなった断面については、**一体化長（有効長）**計算または**スラストブロック**の対策検討が可能です。
- 8) 管種により**一体化長の計算**は、「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) 屈曲部の**スラストブロックの検討**では4タイプ、分岐部は2タイプの選択が可能となり、また**任意ブロック**の選択も可能です。片落部は、1タイプのブロック形状の指定が可能です。
- 10) 入力データの一部は、弊社「**管路構造計算システム**」から連動が可能です。
- 11) 出力帳票は、検討断面毎の計算書や**計算結果一覧表**の作成ができ、**Wordへの変換**も可能です。

3. メインメニュー画面

プログラム起動後の画面構成および各種呼び名について解説致します。



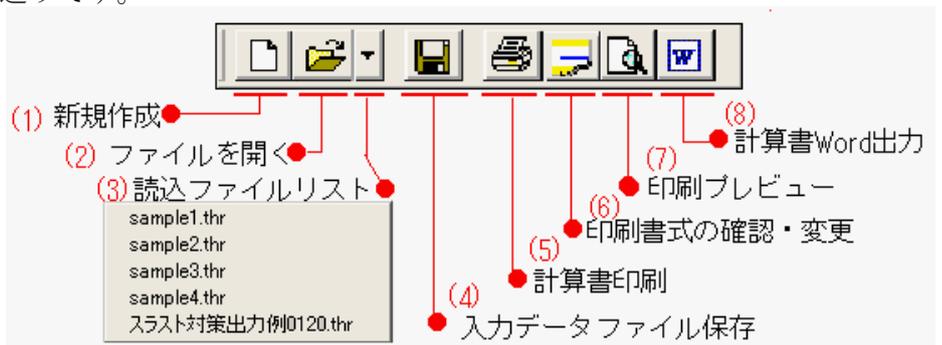
① データ入力シート

データ入力を行うエリアです。データ入力画面の切り替えは、本シートの右下にある「戻る」「次へ」ボタンをクリックするか、コマンドバーの各項目ボタンをクリックして下さい。

② ツールバー

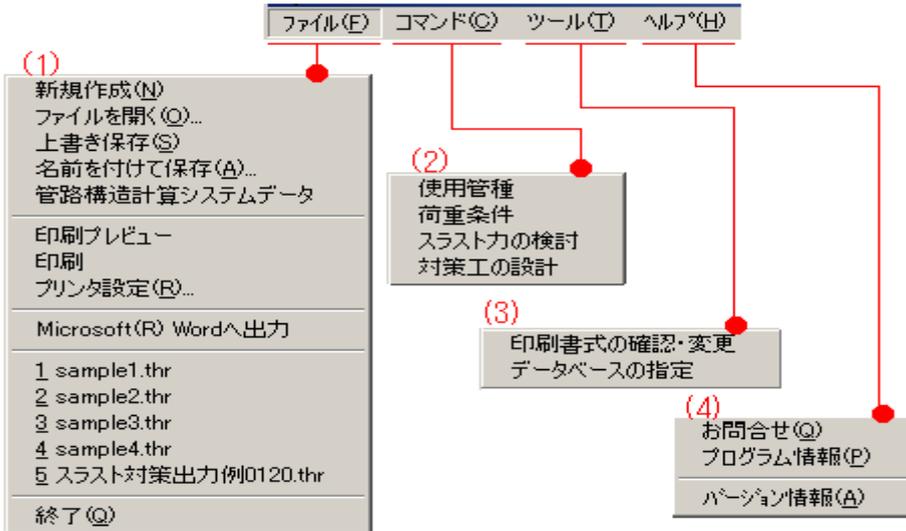
頻繁に使用される機能（ファイルの読込/保存、印刷機能）などがアイコンとして表示されています。各ツールバーの機能は以下の通りです。

- (1) データ入力シートを新規に作成します。
- (2) 既存のデータファイルを開くことが可能です。
- (3) 前回作成登録したデータファイルが一覧表示されます。表示されたファイル名を選択しても読み込みます。
- (4) 作成したデータ入力シートを保存します。新規の場合は登録する保存先を指定します。
- (5) 入力データや計算書をプレビューせずに、直接プリンター印刷ができます。
- (6) 印刷帳票の書式変更（罫線枠/フォント/ページ指定）が可能です。
- (7) 入力データや計算書をプレビュー画面表示後、印刷出力やWord出力が可能です。
- (8) 入力データや計算書をRTF（リッチテキストファイル）変換により直接Word出力が可能です。



③メニューバー

各項目をクリックすると、プルダウンメニューが表示され各種機能を実行できます。
メニューバー上の主要な機能は、操作性を考慮しツールバーのアイコン上に、同様な機能が配置されています。メニューバーの主な機能は以下の通りです。



- (1) ファイル：データファイルの管理や印刷機能を利用できます。
「管路構造計算システムデータ」の項目では、弊社「管路構造計算システム」で作成したデータ連動ファイルを読み込む場合に利用します。(別途解説)
- (2) コマンド：コマンドバーの操作項目が表示されており、コマンドバーと同じ機能となります。
- (3) ツール：印刷帳票の書式変更(罫線枠/フォント/ページ指定)が可能です。
データベースの指定については、弊社より指定がある場合にご利用下さい。
- (4) ヘルプ：操作画面上の「⑤メンテナンス情報」と同等な機能です。
「バージョン情報」の項目では、詳細バージョンナンバーの確認ができます。
プログラム差替時の Ver. No 確認等にご利用下さい。

④コマンドバー

データ入力は、データ入力エリアの右下にある「⑨入力画面切替」ボタンでも可能ですが、データ入力作成後は、コマンドバーで各入力項目(入力画面単位)を直接表示できます。



⑤メンテナンス情報 (Link)

本項目よりプログラムのお問い合わせや、弊社ホームページへアクセスすることが可能です。
最新版のプログラム情報を入手して頂けます。

⑥目的別表示フレーム

計算結果の概要表示や、データ入力時のポンチ図などが表示されるエリアです。

⑦設計条件表示フレーム

計算対照としている設計条件の基本事項をフレームです。

⑧メッセージエリア

入力データ上にエラーや計算結果に対するエラーメッセージを表示します。

⑨入力画面切替

データ入力エリアの入力画面の切替ボタンです。次画面の表示や前回画面に戻ることが可能です。
画面を切り替える毎に必要な計算処理が行われ結果表示されます。

第2章 プログラムの起動・終了および出力設定

本章では、プログラム起動と終了および出力設定について解説致します。

1. プログラム起動直後の画面

プログラム起動直後は、「使用管種」の選択画面が表示されます。

新規に入力データを作成する場合も同様です。

既存データファイルを読み込む場合は、「ファイルを開く」ボタンから保存データファイルを読み込みます。また、弊社「管路構造計算システム」からのデータ連動も可能です。(第5章参照)



2. データ入力から印刷まで

データ入力は、データ入力エリアで行います。

入力ステップは、入力画面毎にデータ入力を行い、「入力画面切替」ボタンの「次へ」をクリックすると、順次入力画面が切り替わり、入力が可能になります。

切り替えられた入力画面は、コマンドバー「使用管種」「荷重条件」「スラスト力の検討」「対策工の検討」「印刷実行」と連動しております。各入力画面でデータ入力が完了するとコマンドバーもアクティブ化し、各コマンドを選択すればその入力画面が表示されます。

入力データを新規に作成する場合、右フレームには入力に順じて計算結果概要が表示されますが、既存データファイルを読み込んだ場合は、その時点で計算結果概要が右フレームに表示されます。

「スラスト力の検討」までがスラスト力の判定となり、判定が「NG」となった断面は「スラスト対策工の検討」が可能になります。計算結果は「印刷実行」ボタンで設計計算書をプレビュー表示後、印刷が可能です。ツールバーの「印刷プレビュー」ボタンからは、「入力データ」「設計計算書」「検討結果一覧表」の印刷が可能です。

3. プログラムの終了

プログラムの終了は、タイトルバーの「閉じる」ボタンをクリックします。

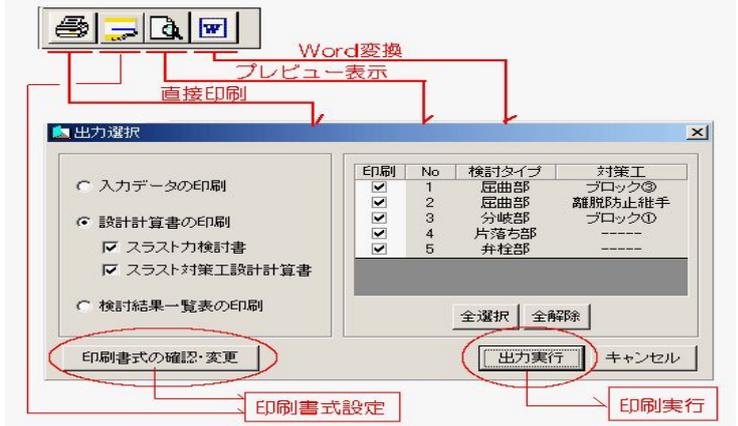
または、メニューバーのファイル/終了を選択しても可能です。

4. 印刷書式の設定

本システムでは、印刷帳票の罫線枠の設定、マージン設定、ヘッダー・フッターの設定、フォントの指定が可能です。

ご利用のプリンターによっては印刷マージン設定が異なり印刷位置がずれる場合の補正や罫線枠の有無を指定したい場合などにご利用下さい。

設定は、ツールバーの「印刷書式の確認・変更」や出力選択画面上で行います。



1) 印刷書式の確認・変更

本項目では、印刷帳票（計算書）のフォント、マージン、罫線枠、ヘッダー・フッターの指定が可能です。

① フォント

計算書内の見出し等についてフォントの指定が可能です。変更したい場合はフォント名の項目でカーソルを置いてクリックするとフォント設定画面が表示され、設定が可能です。

フォントサイズも同等です。

但し、フォントサイズを大きくすると印刷用紙内に一覧表等が納まらず印刷フォームが崩れる場合がありますのでご注意ください。

② マージン

計算書の余白の設定が可能です。mm単位で入力します。マージンの設定範囲は「10～30mm」としています。

③ 枠線のスタイル

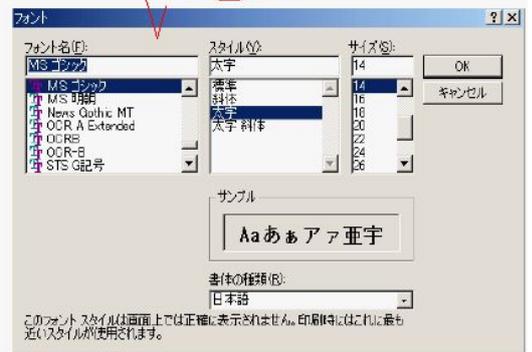
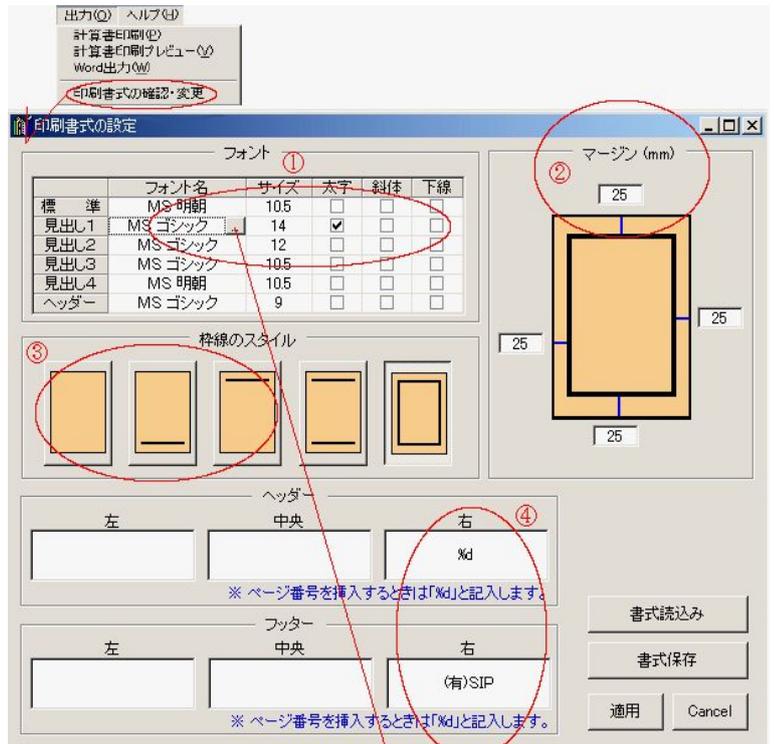
計算書の枠線の表示方法をボタンで選択します。スタイルの左端が枠無し印刷ボタンとなります。

④ ヘッダー・フッター

ヘッダー・フッターに対してページ番号の表示位置（左/中央/右）の指定が可能です。

ページ番号は「%d」の記号を入力して指定します。

また、テキスト文字を直接入力することで、その文字を計算書に印刷することも可能です。



1) -1. 「適用」「キャンセル」

上記印刷書式の設定が完了しましたら「適用」ボタンをクリックして下さい。

以後、その設定が適用されます。

適用したくない場合は「キャンセル」ボタンでキャンセルします。

1) -2. 「書式保存」「書式読み込み」

計算書毎に「印刷設定」の条件を変更したい場合などは、その設定条件を保存することで印刷フォーマットを個別に適用できます。保存する場合は、「書式保存」でファイルネームを付けて保存し、保存したファイルを読み込むときは、「書式読み込み」でそのファイルを読み込み、「適用」ボタンをクリックすれば再設定されます。

第3章 データ入力

本章では、データ入力の各項目について解説致します。

1. 使用管種

スラスト力の検討を行う管種を選択します。新規の場合は、左側選択項目より適用管種を選択し「適用」ボタンで確定します。既存データを読み込んだ場合は、前回適用された管種が表示されます。尚、スラスト力の検討は「管種別」となります。ひとつのデータファイルに対して複数の管種を混同して検討はできません。

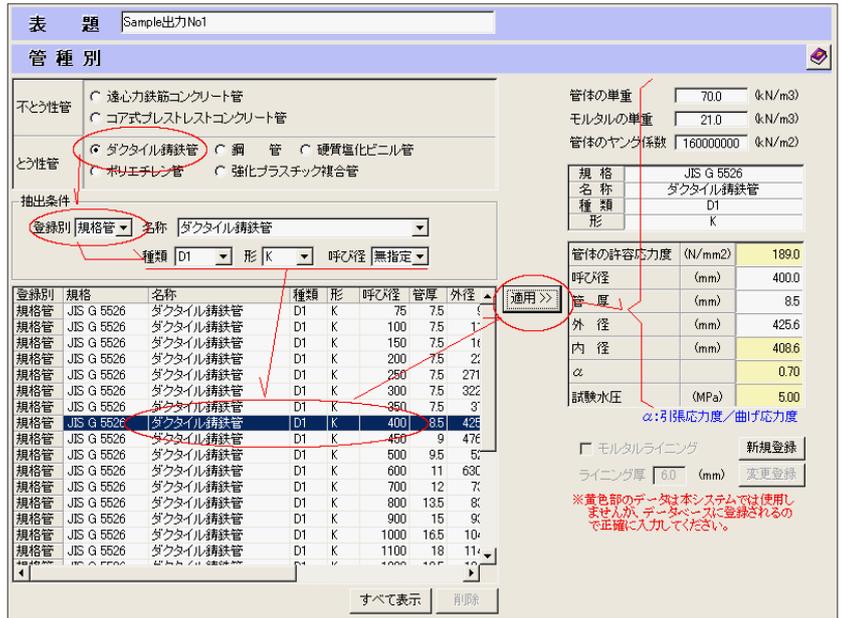
1) 表題

入力データシート印刷時、表題の項目に印字する名称を入力します。

2) 管種別 (管種選択)

検討対象としたい管種分類をラジオボタンで選択します。

管種の特性値は、規格書よりデータベース化されていますので管種一覧表より対象管種をマウスで選択後、「適用」ボタンをクリックして特性値を右フレームに表示確定します。新規登録も可能です。管種を選択、設定方法には以下の方法があります。



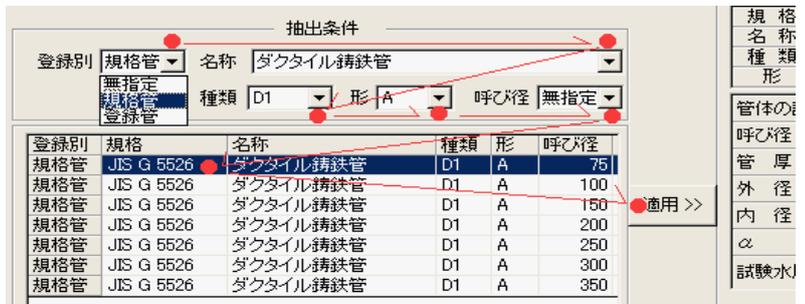
2)-1. 管種全てを一覧表示し選択

「不とう性管」もしくは「とう性管」の項目より、分類管種をラジオボタンで選択すれば、選択された規格管のすべてが管種一覧表に表示されます。その一覧表より「スライドバー」を移動して目的の管種を選択後「適用」ボタンをクリックすれば検討対象管種となります。

2)-2. 管種の抽出条件を指定して一覧表より選択 (推奨)

抽出条件を指定して検討管種を絞り込む方法です。

選択は、右図の通り「登録別」の項目から「規格管」を選択し次に「管種名称」→「管種」→「形」→「呼び径」の順で適用管種を絞っていきます。適用管種が決定したら「適用」ボタンをクリックし設計対象管種とします。



「登録別」の選択項目の意味は以下の通りです。

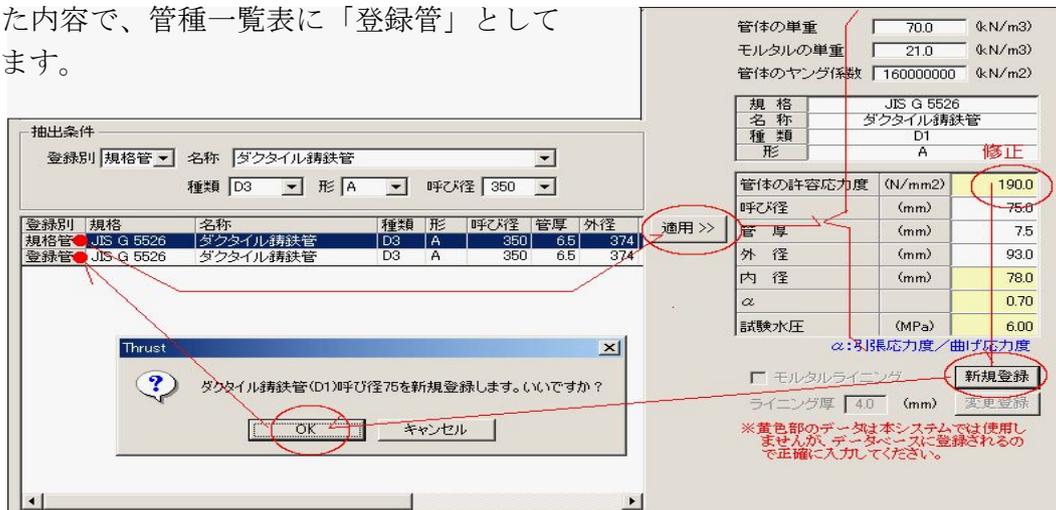
- ・「無指定」: 「規格管」「登録管」「種類」「形」「呼び径」の区別を無視して登録されている管種を表示します。
 - ・「規格管」: 弊社でデータベース登録した基準管のみを表示します。
 - ・「登録管」: ユーザ登録した管種のみが表示されます。
- また、「名称」～「呼び径」の項目の意味は以下の通りです。
- ・「名称」: 不とう性管もしくはとう性管から選択された管種分類が基準となり、さらにその管種分類の管種名で絞り込みます。
 - ・「種類」: 管種名の「SGP」「D1」等の規格分類で絞り込みます。
 - ・「形」: 管種名の「A」「B」等の規格形式で分類を絞り込みます。
 - ・「呼び径」: 管種の呼び径サイズで絞り込みます。

3) 管種別（ユーザ登録）

3)-1. 登録管の新規登録

管種のユーザ登録（登録管といいます）は以下の方法で行います。

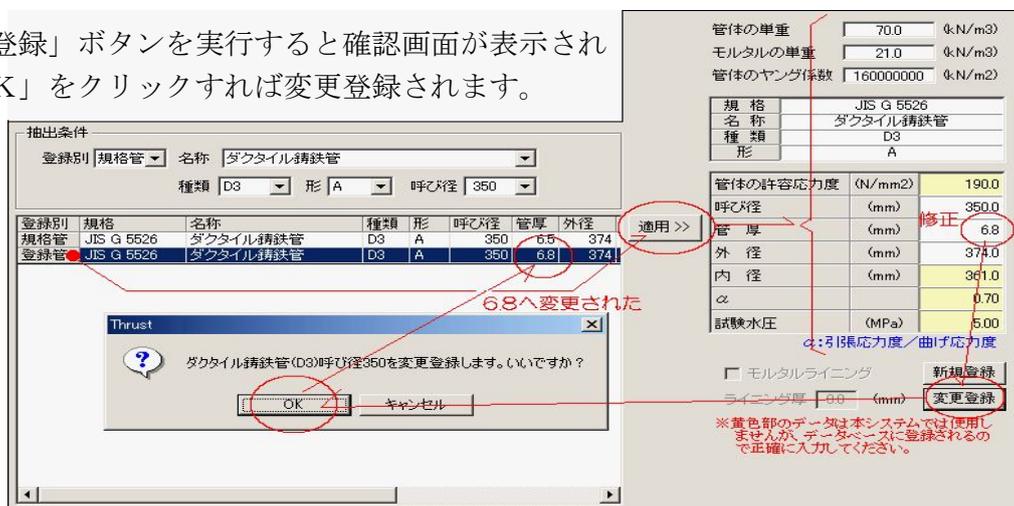
1. 登録のベースとなる規格管種を選択し「適用」ボタンで、右フレーム表示します。
2. 登録変更したい項目をマウスで選択、データ内容を変更します。
3. 「新規登録」ボタンをクリックすると新規登録の確認画面が表示されます。
よければ「OK」ボタンをクリックします。
4. 変更された内容で、管種一覧表に「登録管」として登録されます。



3)-2. 登録管の変更登録

登録管を変更したい場合は、変更したい「登録管」を選択後「適用」ボタンをクリックし右フレームに表示された管種データを変更します。

変更後「変更登録」ボタンを実行すると確認画面が表示されますので「OK」をクリックすれば変更登録されます。



3)-3. 登録管の削除

登録管の削除は、削除したい登録管を選択し「削除」ボタンをクリックして下さい。
規格管は削除できません。

「すべて表示」ボタンは、抽出条件で選択表示している管種一覧を、一旦解除して管種分類の項目を全て、「無指定」として表示する機能です。

検討管種を選択が確定しましたら画面下の「次へ」ボタンで、次の入力画面へ進みます。



2. 荷重条件の設定

荷重条件の設定を行います。
一部のデータについてはデフォルト値が入力されています。
変更する場合は上書き入力します。

埋戻し土		その他の定数													
埋戻し土の単位体積重量	w	18.00	(kN/m ³)												
内部摩擦角	φ	30.0	(°)												
水の単位体積重量	w _{0o}	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)												
設計水圧		安全率													
設計水圧		<table border="1"> <thead> <tr> <th>検討項目</th> <th>スラスト力の検討 (裸管)</th> <th>構造物の設計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>滑動</td> <td>1.50</td> <td>1.50</td> </tr> <tr> <td>浮上</td> <td>1.20</td> <td>1.20</td> </tr> <tr> <td>沈下</td> <td>1.20</td> <td>1.00</td> </tr> </tbody> </table>		検討項目	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
検討項目	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													

1) 埋戻し土

埋戻し土の「単位体積重量」「内部摩擦角」を入力します。
「水の単位体積重量」および「管内水の単位体積重量」については9.8kN/m³。「コンクリートの単位体積重量」は23 kN/m³をデフォルト値としています。

変更する場合は上書き修正します。

2) 設計水圧

「静水圧」および「水撃圧」の合計をMPaを入力します。
(注：水撃圧の不確定要素を考慮して合計値としています)
尚、設計水圧については、「スラスト力詳細入力」項目において断面毎に入力指定も可能です。

※ 水撃圧について基準書「パイプライン」では自然圧送方式の(セミ)クローズタイプの場合「静水圧が0.35Mpa未満の場合は、静水圧の100%とする」「静水圧が0.35Mpa以上の場合は静水圧の40%、また0.35Mpaのうち大きい値とする」としています。

3) その他の定数

その他定数としてデフォルト値が入力されていますが変更する場合は直接上書き入力します。

「管側面と土の摩擦係数」(0.5)

「土とコンクリートの摩擦係数」(0.5)

「曲面の受働土圧の補正係数」(0.65)

「管の線膨張率」(0.0000115)

4) 安全率

安全率についてデフォルト設定されていますので変更する場合は直接入力します。

埋戻し土			
埋戻し土の単位体積重量	w	18.00	(kN/m ³)
内部摩擦角	φ	30.0	(°)
水の単位体積重量	w _{0o}	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)
設計水圧			
設計水圧		0.30	(MPa)

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
曲面の受働土圧の補正係数	F	0.650
管の線膨張率	α	0.000011500
安全率		
検討項目	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

以上の荷重条件の設定が終わりましたら「次へ」のボタンをクリックして次の入力画面へ進みます。
再度以前のデータを変更したい場合は「戻る」ボタンで前の入力画面に戻ります。

3. スラスト力検討画面

スラスト力の検討画面は、以下の4つの画面(①~④)で構成されています。

① スラスト力検討断面一覧

：スラスト力の検討断面は、最大50件まで登録が可能です。初期状態では、「管種別」の画面で選択した管種が、断面No1の項目に1件表示されますので「断面コピー」機能等で検討断面を追加します。

追加した断面Noに、断面名や検討箇所(屈曲部等)を指定し「スラスト力検討詳細」項目でデータ入力を行えば、「判定」の項目に計算結果の「OK」「NG」が表示されます。

The screenshot shows the software interface for thrust force calculation, divided into four main sections:

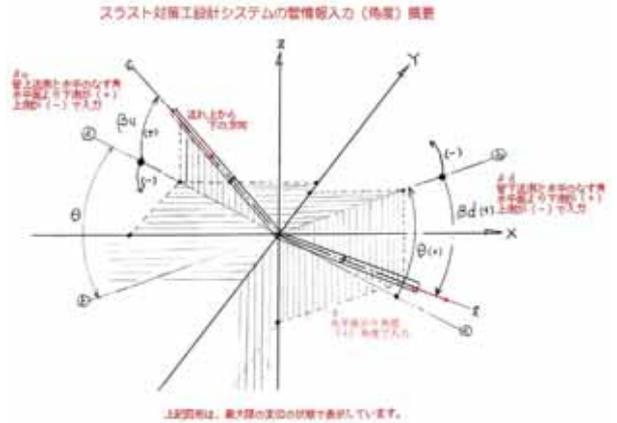
- ① スラスト力検討断面一覧 (Overview):** A table listing cross-sections (断面No, 断面名, 名前, 呼び径, 種類, 形, 検討タイプ, 判定). It includes buttons for '断面コピー', '追加', '挿入', '削除', and '全削除'.
- ② 登録管種一覧表 (Registered Pipe List):** A table for managing pipe types with columns for '登録別', '規格', '名称', '種類', '形', '呼び径', '管厚', and '外'. It includes a '変更' button.
- ③ スラスト力検討詳細 (Detailed Calculation):** A form for inputting detailed data for a selected cross-section, including '名称', '種類', '形', '呼び径', and various geometric parameters like 'L1', 'L2', 'R', 'θh', 'θd', 'θu', 'θd', 'Hc', 'V', 'Wp', 'Ww', 'σrv', and 'H'. It also has options for '流水断面概観' and '浮上の検討時の浮力'.
- ④ (Calculation Results):** A table showing calculated values for 'スラスト力 Ph (kN)', '水平方向抵抗力 Ph (kN)', and '判定'. It includes a '再計算' button and a '浮上に対する検討' section.

② 登録管種一覧表

：登録した検討断面の管種に対して、同じ管種分類の範囲内で「管種名/種類/形」や「呼び径」の変更が可能です。また、片落部や分岐部の場合に、「変更」ボタンの表示が切り替わり、分岐管の管サイズ等の指定が可能となります。

③ スラスト力検討詳細

：断面毎に詳細データを入力する項目です。検討箇所(屈曲部/分岐部等)の選択に応じて入力画面が切り替わります。また、「管重量」「管内水重」については、入力された「単位体積重量」および「L」「R」寸法により自動計算表示されますが、継手メーカー等により重量データがある場合(自動計算と異なる場合)は、手入力により入力を行って下さい。手入力した重量を再度、自動計算で算出する場合は「再計算」ボタンをクリックします。尚、管重量および管内水重の算出方法は、巻末の添付資料を参照下さい。また、管の「水平曲がり角度」や「管上流側と水平のなす角度」等についても、巻末の資料を参照下さい。



④ スラスト力の計算結果表示

：スラスト力の判定結果が表示されます。抵抗力や許容値を満足しなかった場合は赤色表示され「スラスト力検討断面一覧」の「判定」の項目に「NG」と表示されます。「NG」となった断面については、「スラスト対策一覧」の次画面へ進みスラスト対策工の検討が可能です。

1) スラスト力検討断面一覧の解説

・「断面名」

選択した断面 No の「断面名」の名称が表示されます。

断面名称は上書き変更可能です。

・「検討タイプ」

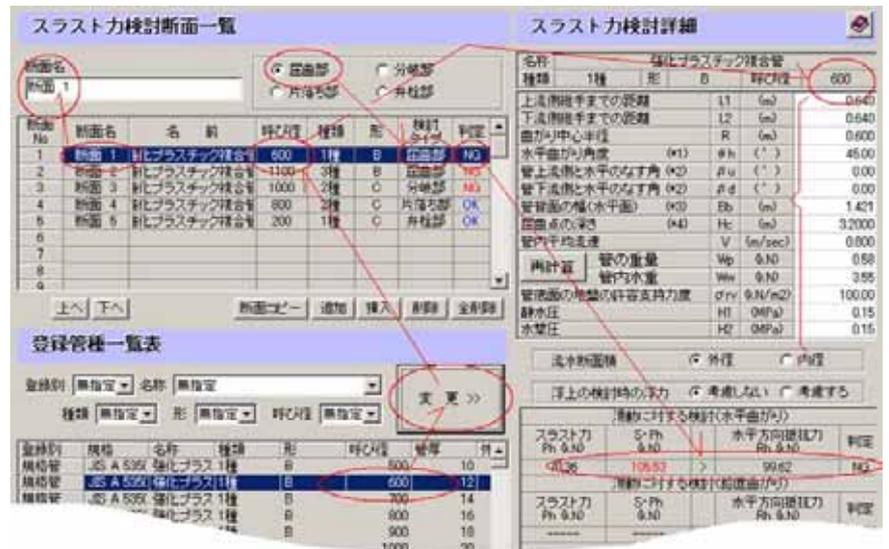
断面 No 毎に検討箇所項目を「屈曲部/分岐部/片落部/弁栓部」からラジオボタンで選択します。

・「名前/呼び径/種類/形」

断面 No 毎に、登録管種一覧表から管種の変更が可能です。

・「判定」

スラスト力検討詳細の「計算結果の判定」により「NG」または「OK」と表示されます。「NG」と判定された断面については、「スラスト対策」(次画面)の検討が必要となりますので、その断面 No を選択(カーソル反転)すると、「次へ」のボタンで次画面が表示されます。



1) -1. 検討断面項目の操作方法

・「上へ」「下へ」

登録した複数の断面に対して、ある行の断面行を上へまたは下へ移動する機能です。

右図では「断面 No4」にあった「断面 4」を一段上へ「断面 No3」に移動した例です。

・「断面コピー」

複写したい断面を選択(カーソルでクリック反転)しておき「断面コピー」をクリックすると、断面 No の最後の行に複写元のデータがコピーされる機能です。断面名および詳細入力データを含めた全てのデータが複写追加されます。上図例では、断面 No1 から断面 No7 に複写コピーされた例です。

・「追加/挿入」

選択された断面に対して「追加」をクリックすると、断面 No の最後の行にコピー元のデータの内「管種」と「検討タイプ」が複写され追加されます。

この場合は、「断面名」および検討タイプに応じて「スラスト力検討詳細」でデータ入力を行う必要があります。

上図例では、断面 No3 から断面 No8 に追加された例です。同様に「挿入」の場合は、選択した断面 No の上側に挿入複写されます(例-上図断面 No2 の場合)。

・「削除/全削除」

削除したい断面を選択し「削除」をクリックすると、その断面 No が削除されます。登録した全ての断面を削除したい場合は「全削除」をクリックします。

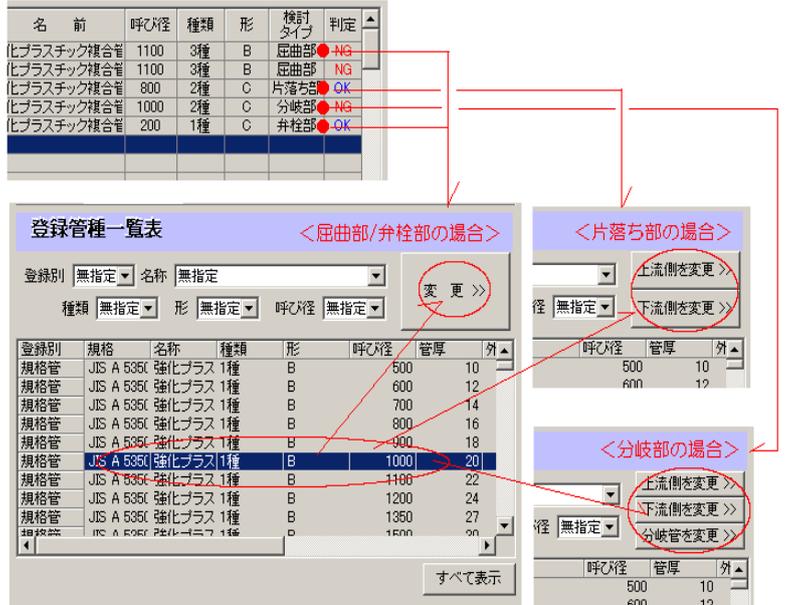


2) 登録管種一覧表

標準登録管種について断面No.毎に個別に呼び径等の管種の変更が可能です。

また、呼び径について「屈曲部」「弁栓部」は右図「変更」ボタンが表示されますが、「片落部」や「分岐部」を選択した場合は、上流側/下流側/分岐管の変更ボタンが表示され呼び径等の変更が可能になります。

変更管種選択後、各ボタンをクリックして適用します。



3) スラスト力検討詳細

断面毎に設定した検討タイプ（検討箇所）により表示されるスラスト力データの入力画面が切り替わります。また、同時に各入力項目の記号について記号説明のポンチ図が右フレームに表示されますので参考にしながらデータ入力を行います。

3) -1. 屈曲部の場合

下図の場合が、屈曲部の入力画面です。

「上流側継手までの距離 (L1)」～「設計水圧 (H)」までの設計条件を入力します。また、下記の設計条件についての指定を行います。

- ・「管重量」「管内水重」は自動計算されますが、直接入力も可能です。手入力された場合「再計算」ボタンをクリックすれば、自重が再計算表示されます。
- ・「流水断面積」について「外径」とするか「内径」とするかを選択。
- ・「浮上の検討時の浮力」について「考慮しない」か「考慮する」を選択。

浮上りの検討は、「上向きスラスト力」が生じる時（計算書に「上向き」と記載）に計算対象となります。上向きスラストが発生しない時は、計算されません。

以上の入力設定を行えば、スラスト力の計算値および判定結果が表示されます。

尚、「曲中心半径 (R)」について、不要の場合は0.00 と入力します。また、B b 寸法についてはL1、L2 の入力 θh 、 βu 、 βd の角度で自動計算表示されますが、手入力も可能です。

3) -2. 分岐部の場合

下図の場合が、分岐部の入力画面です。

「上流側継手までの距離」～「設計水圧」までの設計条件の入力を行います。

基本的な入力は、屈曲部と同じですが、分岐部の「下流側」および「分岐管」の管サイズの指定を下図の「・・・を変更」ボタンで指定を行います。入力が終了した時点で、スラスト力の計算値および判定結果が表示されます。

屈曲部 分岐部

片落ち部 弁栓部

呼び径	種類	形	検討タイプ	判定
1100	3種	B	屈曲部	NG
1100	3種	B	屈曲部	NG
1000	2種	C	分岐部	NG
800	2種	C	片落ち部	OK
200	1種	C	弁栓部	OK
1100	3種	B	屈曲部	NG

スラスト力検討詳細

側	名称	種類	形	呼び径
上流側	強化プラスチック複合管	2種	C	1000
下流側	強化プラスチック複合管	1種	B	800
分岐管	強化プラスチック複合管	1種	B	600

上流側継手までの距離	L1	(m)	0.400
下流側継手までの距離	L2	(m)	1.000
分岐管継手までの距離	L3	(m)	1.200
管の寸法	L4	(m)	0.500
管の寸法	L5	(m)	0.500
分岐角度	θ	(°)	45.00
上流側流量	Q1	(m ³ /s)	0.80
下流側流量	Q2	(m ³ /s)	0.62
管背面の幅(x方向)	Bbx	(m)	1.589
管背面の幅(y方向)	Bby	(m)	1.469
地表面から管中心までの深さ	Hc	(m)	1.5000
管の重量	Wp	(kN)	2.3
管内水重	Ww	(kN)	9.8
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

<分岐部入力と入力記号>

記号説明図

3) -3. 片落ち部の場合

下図の場合が、分岐部の入力画面です。

「地表面から管中心までの深さ」～「設計水圧」までの入力を行います。

基本的な入力は、屈曲部と同じですが、片落ち部の「下流側」の管サイズの指定を下図の「・・・を変更」ボタンで指定を行います。入力が終了した時点で、スラスト力の計算値および判定結果が表示されます。

屈曲部 分岐部

片落ち部 弁栓部

呼び径	種類	形	検討タイプ	判定
1100	3種	B	屈曲部	NG
1100	3種	B	屈曲部	NG
1000	2種	C	分岐部	NG
800	1種	B	片落ち部	OK
200	1種	C	弁栓部	OK
1100	3種	B	屈曲部	NG

スラスト力検討詳細

側	名称	種類	形	呼び径
上流側	強化プラスチック複合管	1種	B	800
下流側	強化プラスチック複合管	1種	B	600

地表面から管中心までの深さ	Hc	(m)	5.3000	
管 寸 法	L1	(m)	1.200	
管 寸 法	L2	(m)	0.600	
管 寸 法	L3	(m)	0.400	
管 重 量	Wp	(kN)	2.3	
再計算	管の重量	Wp	(kN)	1.95
	管内水重	Ww	(kN)	11.92
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)	0.20	

再計算

<片落ち部入力と入力記号>

記号説明図

滑動に対する検討

スラスト力 Fx (kN)	S・Fx (kN)	水平方向抵抗力 Rhx (kN)	判定

3) -4. 弁栓部の場合

下図の場合が、弁栓部の入力画面です。

「管体の軸方向許容圧縮応力度」から～「設計水圧」までの入力を行います。
 基本的な入力は、屈曲部と同じですが、ここでは、弁栓に関する設計条件の入力を主に行います。入力が終了した時点で、スラスト力の計算値および判定結果が表示されます。

名称	強化プラスチック複合管				
種類	1種	形	C	呼び径	200
管体の軸方向許容圧縮応力度	σ_a	(N/mm ²)			2.36
コンクリートの許容押抜きせん断応力度	τ_a	(N/mm ²)			0.45
スティフナーの許容せん断応力度	τ_{ta}	(N/mm ²)			0.36
せん断力を受けるコンクリート厚	d	(mm)			2000
スティフナー厚	ts	(mm)			1500
スティフナー周長	bp	(mm)			9800
設計水圧	H	(MPa)			0.15

4) スラスト力の計算結果表示

スラスト力の計算結果が抵抗力および許容値を満足しない場合は、判定の項目に「NG」と表示されます。その「NG」となった断面についてのみ画面右下の「次へ」のボタンが選択可能となり「スラスト対策の検討」が可能となります。

「NG」が複数ある場合は、断面毎にスラスト対策の検討を行う事になります。

<屈曲部のスラスト力の判定結果>

スラスト力 Ph (kN)	S·Ph (kN)	水平方向抵抗力 Rh (kN)	判定
195.44	293.15	166.11	NG

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 Pv (kN)	S·Pv (kN)	Rv+W-U (kN)	判定
-----	-----	-----	-----

4. スラスト対策工一覧

スラスト対策工は5つの画面(①~⑤)で構成されています。

The screenshot displays the 'スラスト対策工一覧' (Thrust Countermeasures Overview) screen. It features a main table with columns for section number, name, length, type, shape, inspection type, countermeasure, and inspection result. Red circles and arrows highlight specific data points and their corresponding detailed views in other panels.

断面No	断面名	名前	呼び径	種類	形	検討タイプ	対策工	対策工の要否	検討結果
1	断面 1	強化プラスチック複合管	1100	3種	B	曲管部	ブロック	要	OK
2	断面 2	強化プラスチック複合管	1100	3種	B	曲管部	離脱防止継手	要	片側一体化長 21m
3	断面 3	強化プラスチック複合管	1000	2種	C	分岐部	ブロック	要	OK
4	断面 4	強化プラスチック複合管	800	2種	C	片落部	不要	---	---
5	断面 5	強化プラスチック複合管	200	1種	C	井筒部	不要	---	---

Other panels shown include: '対策工詳細' (Countermeasure Details) with options for joint types and block designs; '対策工形状入力' (Countermeasure Shape Input) with a table for dimensions (L1, B1, B2, H1, H2, H3) and weight; '対策工による計算結果' (Calculation Results) showing thrust force and stability checks; and '記号説明図' (Symbol Explanation Diagram) with cross-sectional views of the countermeasures.

①スラスト対策工一覧

: スラスト力検討断面一覧で登録された断面が表示されます。

「対策工の要否」項目で「不要」とあるのがスラスト力の検討で「OK」となった項目です。

「要」とある項目については「対策工詳細」から、その対策工法を選択すると一覧表の「対策工」の項目にその対策工法名が表記され、対策工の入力画面が表示されます。

②対策工詳細(対策工の選択)

: スラスト対策工を選択します。本システムでは以下の対策工の選択が可能です。

- 1) 一体化長の計算(溶接・接着・溶着等による接合)ダクタイル鋳鉄管等、鋼管、硬質塩化ビニル管、ポリエチレン管など。
- 2) 一体化長の計算(離脱防止継手による場合)強化複合プラスチック管、ダクタイル鋳鉄管等、鋼管、硬質塩化ビニル管など
- 3) 定形スラストブロックによる検討(曲管部 6 タイプ/片落部 1 タイプ/分岐部 2 タイプ)全ての管種に対応。
- 4) 任意形スラストブロックによる検討(上記「定形スラストブロック」によらない場合、任意座標による形状設定が可能)全ての管種に対応。

③対策工形状入力

: 上記対策工を選択した時点で「対策工の入力画面」が表示されますので右フレームの形状記号説明のポンチ図を参考に形状寸法の入力を行います。

管の重量および管内水重については、スラストブロック使用時、その形状寸法を考慮して管重量および管内水重が計算表示されます。(計算書にもその算出式が表示されます。)

但し、手入力した場合は、算出式は表示されません。また、重量を自動計算しい場合は、「再計算」ボタンで再計算表示されます。

④対策工による計算結果

: 対策工による計算値が表示されます。また、一覧表に「検討結果」としても表示されます。

⑤記号説明図

: 対策工の形状入力時の参考にします。

1) スラスト対策工一覧

スラスト対策工一覧では、「対策工の要否」の項目で「要」となっている断面を選択、その後「対策工詳細」より対策工法を選択すれば「対策工」の項目に工法が表記されます。選択工法は、その断面Noの項目で工法を切り替え選択する毎に変更検討が可能です。その後、工法に応じたデータ入力を行えば「検討結果」の項目に判定結果が表示されます。下図例は、断面No6で対策工に「一体化長（離脱防止）」を選択した場合です。

2) 対策工詳細

対策工の詳細では、以下の工法が選択可能です。また、入力項目がその工法により切り替わります。

2) -1. 一体化長（溶接・接着・溶着等による接合）の場合の入力画面

「横方向地盤反力係数」「温度変化」「管体の断面2次モーメント」（小数点第6位まで）についてはデフォルト値が入力されていますが、修正する場合は、直接入力します。「所要埋設長」等の計算結果が表示されます。

項目	単位	値
曲力に対する直管部の有効長さ	L1 (m)	14.093
軸力に対する直管部の有効長さ	L2 (m)	13.129
釣り合い長さ	L3 (m)	27.854
所要埋設長	max(L1, L2) + L3 (m)	41.947

2) -2. 一体化長（溶接・接着・溶着等による接合）の場合の入力画面

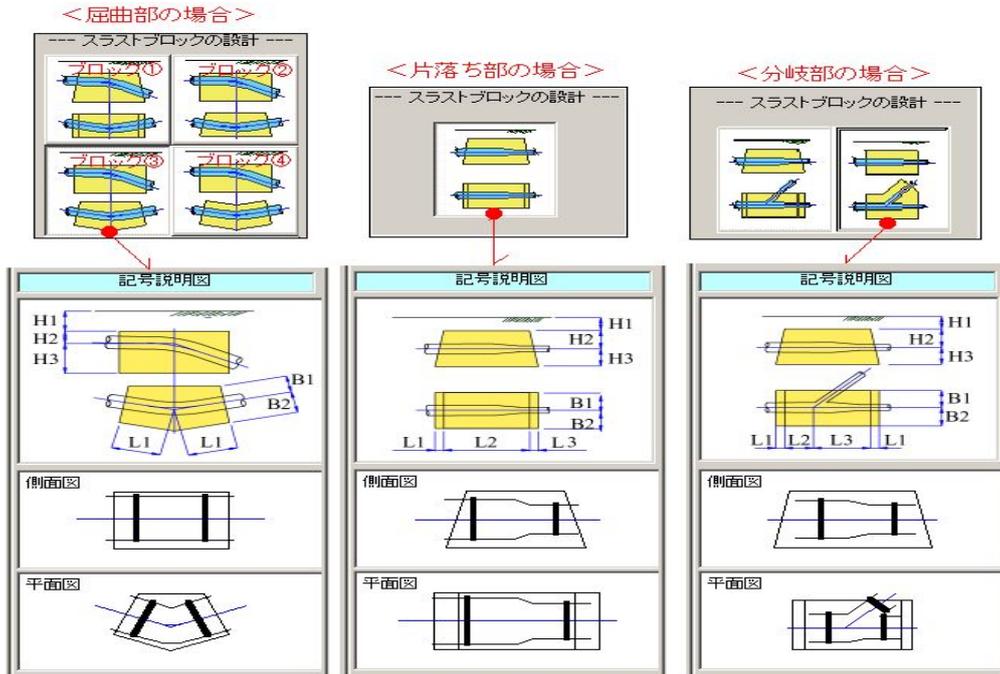
「管体1本の長さ」を入力します。「安全率」はデフォルト値としていますので変更する場合は上書します。「片側一体化長」および「片側離脱防止金具個数」の計算結果が表示されます。

項目	単位	値
片側一体化長	L (m)	15.673
離脱防止金具 片側個数	(個)	6

2) -3. 定形スラストブロックの設計 (定形タイプ)

スラストブロックの選択は、検討タイプ (箇所) によって適用できる定形ブロックの形式が以下の通りです。定形ブロック形式によらない場合は「任意形スラストブロック」にて設定も可能です。(但し、屈曲部および分岐部)

形式選択後のブロック寸法の入力は、右フレームに表示され「記号説明図」を参照して入力します。入力された寸法により「側面図」「平面図」にイメージ形状が表示されます。



<スラストブロックの形状寸法/設計条件入力>

スラストブロックの形式を選択すると、その形式に対応した「形状寸法/設計条件」の入力項目が表示されます。

「記号説明図」を参考に各寸法値を入力します。

「管重量」「管内水重」は、スラストブロック長を考慮して自動計算表示され、計算書にはその算出式が表示されます。但し、直接入力した場合は、算出式は表示されません。

手入力も可能ですが、「再計算」ボタンで重量の再計算も可能です。

「浮力」の検討の有無については、「スラスト力が上向き」の場合に本検討項目が有効となります。(上向きスラスト力の場合は、計算書に「上向き」と表示されます。)

ここでは、上向きスラスト力が発生して、浮力を考慮する場合に「考慮する」を選択します。

以上の入力が完了すると計算結果が表示されます。

対策工詳細

----- 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

形状寸法/設計条件選択

L1 (m)	1.080
B1 (m)	0.700
B2 (m)	0.700
H1 (m)	2.528
H2 (m)	0.672
H3 (m)	0.778

管の重量 3.28 (kN) 再計算

管内水重 20.12 (kN)

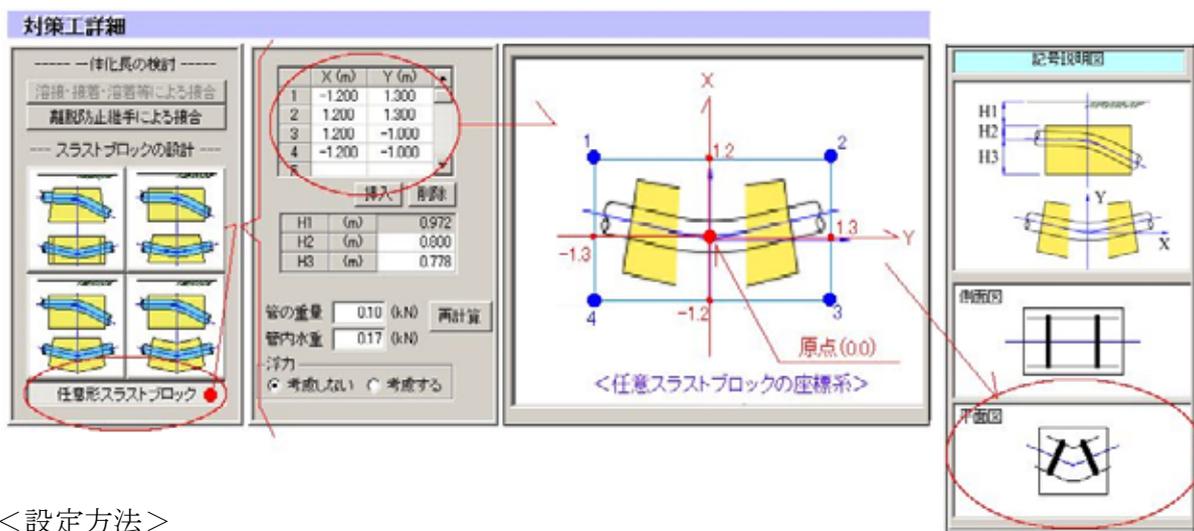
浮力
 考慮しない 考慮する

< 計算結果表示 >

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
236.48	354.71	< 758.85	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
-----	-----	-----	-----
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
48.25	48.25	< 100.00	OK

2) -4. 任意形スラストブロックの設計（任意形タイプ）

屈曲部および分岐部においては任意形スラストブロックの選択が可能です。
任意形スラストブロックは平面形に対して座標系による形状設定を可能としています。



<設定方法>

1. 「任意形スラストブロック」をクリックするとスラストブロックの座標系入力画面が表示されます。
2. 座標軸は「屈曲部/分岐部」管内の中心を原点としています。（座標系参照）
3. 原則時計回り方向に座標点を取り、座標番号 1、2、3、・・・に順番座標値を入力します。編集する場合は「挿入」「削除」のボタンを利用します。
4. 座標軸でひとつのブロックが形成されると、イメージ図が記号説明図のフレームに表示されます。
5. 側面図の寸法「H1」「H2」「H3」の入力を行います。イメージ図に反映されます。
6. 「管重量」「管内水重」は登録されている特性値が表示されますが、変更する場合は上書き入力します。「浮力」を考慮する場合は「考慮する」を選択します。

入力が完了すると計算結果が表示されます。

以上でデータ入力は完了です。

すべての断面で検討結果の判定がでましたら「印刷実行」にて計算書の印刷を行います。

第4章「印刷」

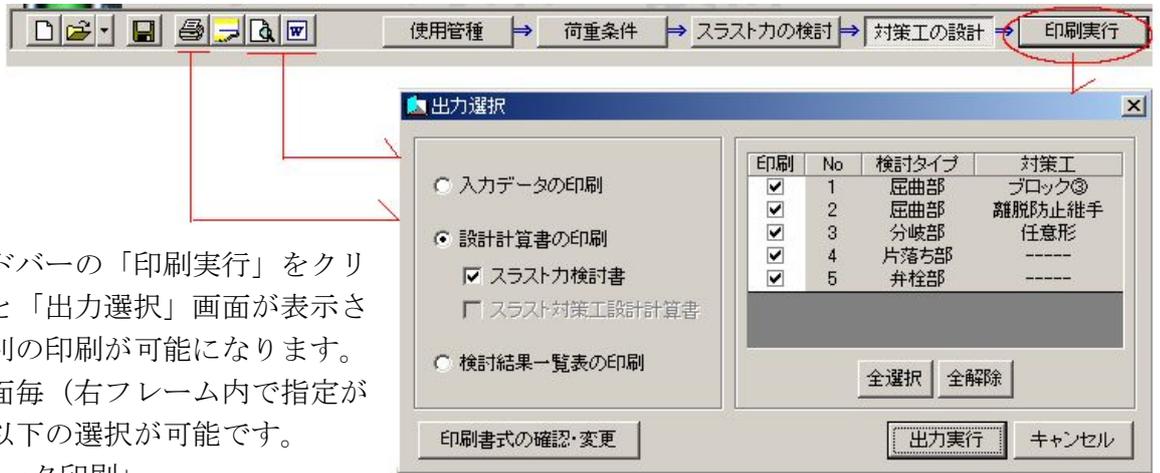
本章では、計算書の印刷出力について解説致します。

1. 印刷実行

計算書を印刷するには、以下の方法があります。

1.1 コマンドバーより印刷

計算結果確認後、コマンドバーの「印刷実行」ボタンをクリックすると、「設計書」のプレビュー画面を表示、その後印刷出力が可能になります。



コマンドバーの「印刷実行」をクリックすると「出力選択」画面が表示され、項目別の印刷が可能になります。印刷は断面毎（右フレーム内で指定が可能）に以下の選択が可能です。

- ・「入力データ印刷」
表題入力を含めた入力データ部分を印刷します。
- ・「計算設計書の印刷」
断面毎の詳細計算書を印刷します。
- ・「検討結果一覧表の印刷」
選択した検討断面の検討タイプ毎に整理して、判定結果の一覧表を作成します。

印刷項目選択の指定が終わりましたら、「出力実行」ボタンで印刷が開始されます。

1.2 ツールバーより印刷

ツールバーには3タイプの印刷実行アイコンが配置されています。（右図参照）



- ・タイプ1：印刷プレビューを行わず直接印刷実行する方法（5）のアイコン
- ・タイプ2：印刷プレビューを行った後、内容確認後印刷実行する方法（7）のアイコン
本機能は、コマンドバーの「印刷実行」ボタンと同等の機能となります。
- ・タイプ3：Word変換する方法。（8）のアイコン

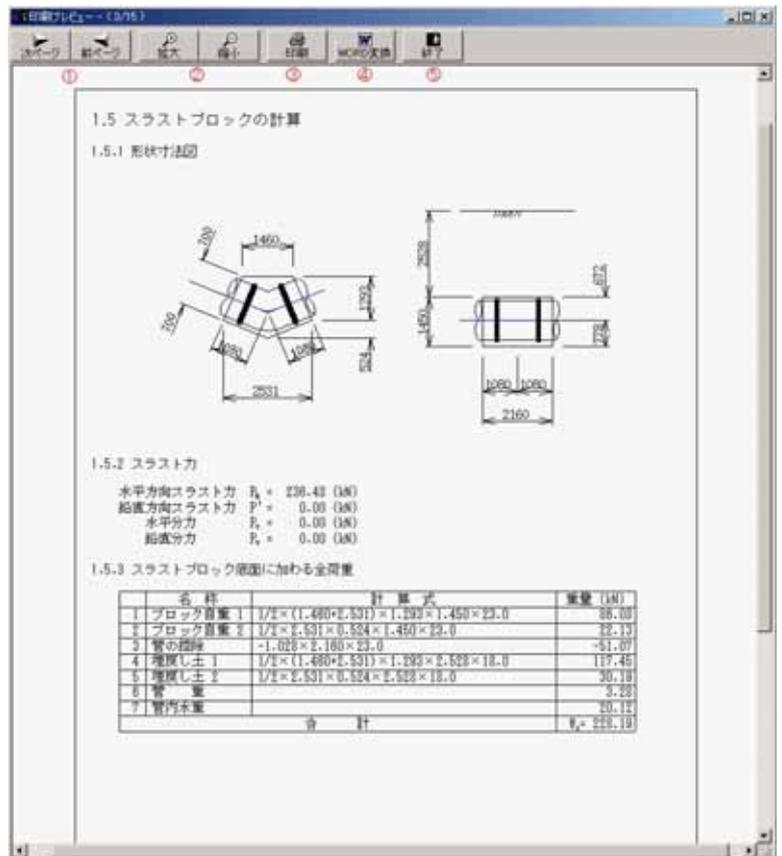
2. 印刷プレビュー画面

コマンドバーの「印刷実行」ボタンもしくはツールバーのアイコンの「プレビュー印刷」を選択し「出力項目」を選択すると印刷プレビュー画面が表示されます。

印刷プレビューでは、ツールバーのアイコンをクリックして操作します。

各アイコンの機能は

- ①帳票の「次ページ」「前ページ」を切り替えるボタンです。
- ②プレビュー画面の拡大縮小を行います。
- ③プリンターへの印刷実行を行います。
- ④Word 変換するボタンです。
RTF 変換により高速で変換処理が可能です。
- ⑤プレビュー画面を閉じ、入力画面に戻ります。

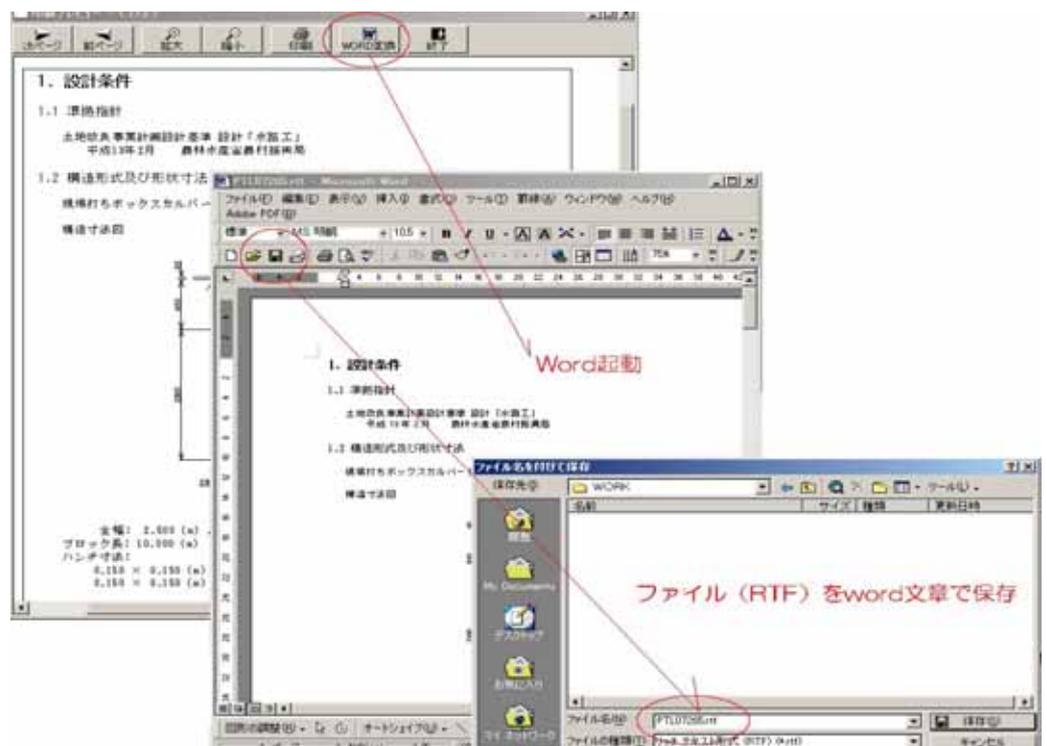


3. Word 出力

計算書を Word 変換出力することが可能です。

変換は、ツールバーの「Word」ボタンもしくは、計算書のプレビュー画面の「Word」ボタンをクリックすることにより高速に RTF (リッチテキストファイル) 変換され、Word 上に設計書が画面表示されます。

RTF 変換された直後のファイルは、拡張子が「.rtf」となりますので、Word 文章「.doc」として保存を行えば、次回より Word 文章として読込みが可能になります。



第5章「データ連動機能」

本システムは、弊社「管路構造計算システム」とのデータ連動が可能です。
本項目ではデータ連動（読み込み）方法について解説致します。

1. 管路構造計算システムからのデータ転送

「管路構造計算システム」のメニューバーの「ファイル/スラスト対策工設計システムへのデータ」を選択後、データ連動のファイルを作成します。

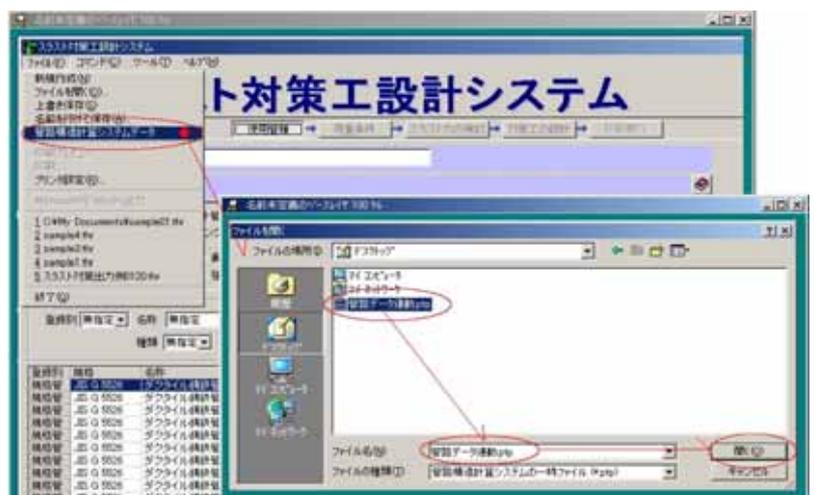
拡張子は「.ptp」となります。



2. スラスト対策工設計システムへのデータ読み込

「スラスト対策工設計システム」を起動し、同様にメニューバーの「ファイル/管路構造計算システムデータ」を選択して登録したデータファイルを読み込みます。

保存ファイルの拡張子は「.ptp」です。



3. データ読み込み後の画面

「管路構造計算システム」からデータ連動する項目は以下の通りです。

- 1) 管種データ
- 2) 土の単位体積重量
- 3) 内部摩擦角
- 4) 静水圧
- 5) 水撃圧
- 6) 設計水圧

尚、「管路構造計算システム」から連動される管種は「管種別の画面」で選択された初期管種のみです。
断面毎の連動は行われません。



第6章「計算概要」

本章では、本システムの計算概要について解説致します。

1. スラスト力の検討

1.1 屈曲部

1.1.1 管が水平方向に屈曲する場合

(1) 滑動に対する検討

管の水平方向屈曲部におけるスラスト力による滑動に関する検討は式(1.1)により行う。

$$R_h \geq S \cdot P' \quad (1.1)$$

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 (kN)

S : 安全率(1.5以上)

スラスト力および水平方向抵抗力は式(1.2)および式(1.3)により求める。

$$P' = 2 \left(H \cdot a_c + \frac{a \cdot w_0 \cdot V^2}{g} \right) \sin \frac{\theta}{2} \quad (1.2)$$

$$R_h = F \cdot \frac{1}{2} w \cdot B_b \cdot (H_2^2 - H_1^2) \cdot \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \quad (1.3)$$

ここで、 H : 設計水圧(静水圧+水撃圧) (kN/m²)

a_c : 設計水圧が作用する範囲の断面積 (m²)

図 2-1 のような継ぎ手構造の管では挿し口外径の断面積とし、
そうでない場合は流水断面積とする。

a : 流水断面積(m²)

w_0 : 管内水の単位体積重量(kN/m³)

V : 管内平均流速(m/s)

g : 重力の加速度(m/s²)

θ : 曲管の曲がり角度(°)

F : 曲面の受働土圧の補正係数(0.65とする)

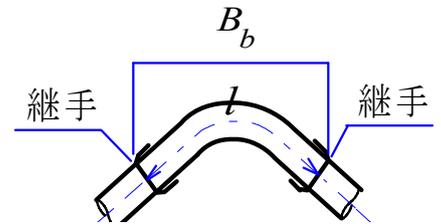
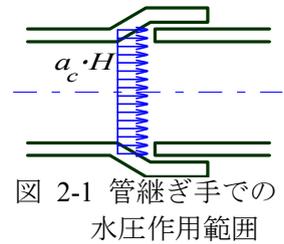
w : 土の単位体積重量(kN/m³)

B_b : 管背面の幅(m) (図 2-2 参照)

H_2 : 地表面から管底面までの深さ(m)

H_1 : 地表面から管頂面までの深さ(m)

ϕ : 土の内部摩擦角(°)



1.1.2 管が鉛直方向に屈曲する場合

(1) 滑動に対する検討

管の鉛直方向屈曲部におけるスラスト力による滑動に関する検討は 1.1.1 (1) と同様に式(1.4)に行う。

$$R_h \geq S \cdot P_h \quad (1.4)$$

ここで、 R_h : 水平方向抵抗力(管背面の受働土圧) (kN)

$$R_h = F \cdot \frac{1}{2} w \cdot B_b \cdot (H_2^2 - H_1^2) \cdot \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \text{再掲} (1.3)$$

P_h : スラスト力の水平分力 (kN)

$$P_h = P' \cdot \sin \left(\frac{\theta}{2} \pm \beta \right) \quad (1.5)$$

S : 安全率(1.5 以上)

F : 曲面の受働土圧の補正係数(0.65 とする)

w : 土の単位体積重量(kN/m³)

B_b : 管背面の幅 (m) (図 2-2 参照)

H_2 : 地表面から管底面までの深さ(m)

H_1 : 地表面から管頂面までの深さ(m)

ϕ : 土の内部摩擦角 (°)

θ : 曲管の曲がり角度(°)

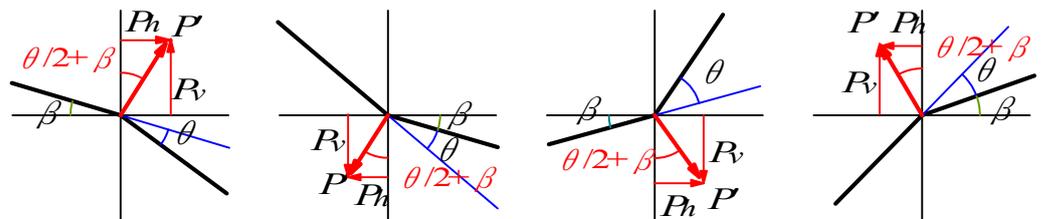
β : 曲折部と水平のなす角度 (°)

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。

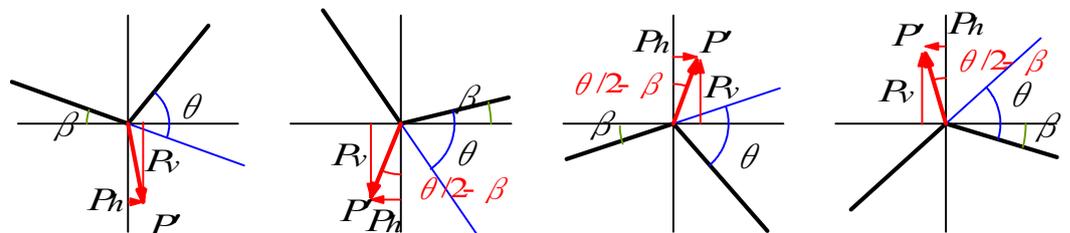
尚、スラスト力は管路の曲がり角の 2 等分線上外側に向かって作用するものとする。

従って、式(1.5)の β の符号は図 2-3 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。

P' : スラスト力 (kN) (式(1.2)により求める)



(a) Case1 (+)の場合



(b) Case2 (-)の場合

図 2-3 β の符号

1.1.3 浮上に対する検討

上向きスラスト力を受ける場合(図 2-32-3 参照)においては、式(1.6)および式(1.7)により浮上に対する検討を行う。

$$R_v + W \geq S \cdot P_v \quad (\text{一般の場合}) \quad (1.6)$$

$$R_v + W - U \geq S \cdot P_v \quad (\text{地下水位が管頂より上にあり管の浮上を考慮する場合}) \quad (1.7)$$

ここで、 R_v : 管側面の主働土圧による摩擦抵抗力 (kN)

$$R_v = \frac{1}{2} w \cdot L \cdot \mu (H_2^2 - H_1^2) \cdot \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \quad (1.8)$$

L : 管側面の摩擦を受ける長さ (m), $L = 2 \times l'$

w : 土の単位体積重量 (kN/m³)

μ : 管側面と土の摩擦係数

H_2 : 地表面から管底面までの深さ (m)

H_1 : 地表面から管頂面までの深さ (m)

ϕ : 土の内部摩擦角 (°)

W : 管底面に加わる全荷重 (kN)

$$W = W_1 + W_2 \quad (1.9)$$

$$W_1 = w \cdot H_m \cdot A \quad (1.10)$$

$$W_2 = W_f + \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot l \cdot w_0 \quad (1.11)$$

W_1 : 管上の埋戻し土による鉛直土圧 (kN)

W_2 : 曲管類の重量および管内水重 (kN)

W_f : 曲管類の重量 (kN)

H_m : 地表面からの平均深さ (m)

A : 管底面積 (m²), $A = D_c \cdot l'$ (図 2-4 参照)

l : 継手から継手までの屈曲区間の管長 (m)

U : 管の浮力 (kN)

$$U = \frac{\pi}{4} \cdot D_c^2 \cdot w_0 \cdot l \quad (1.12)$$

D : 管内径 (m)

D_c : 管外径 (m)

w_0 : 水の単位体積重量 (kN/m³)

S : 安全率 (1.2 以上)

P_v : スラスト力の鉛直分力 (kN)

$$P_v = p' \cdot \cos \left(\frac{\theta}{2} \pm \beta \right) \quad (1.13)$$

θ : 曲管の曲がり角度 (°)

β : 曲折部と水平のなす角度 (°)

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、 β の符号は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(-)とする(図 2-3 参照)。

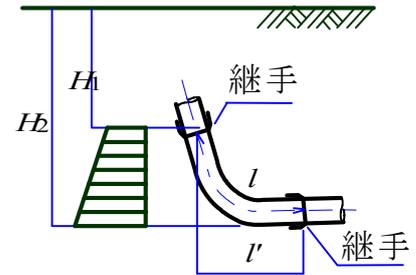


図 2-4 鉛直方向に屈曲する管

1.1.4 沈下に対する検討

下向きスラスト力を受ける場合(図 2-3 参照)においては、式(1.14)により沈下に対する検討を行う。

$$\sigma_{rv} \geq S \cdot \sigma_v \quad (1.14)$$

ここで、 σ_{rv} : 管底面の地盤の許容支持力度 (kN/m²)

S : 安全率 (1.2 以上)

σ_v : 管底面に加わる荷重強度 (kN/m²)

$$\sigma_v = \frac{W + P_v - R_v}{A} \quad (1.15)$$

W : 管底面に加わる全荷重 (kN) (式(1.9)による)

P_v : スラスト力の鉛直分力 (kN) (式(1.13)による)

R_v : 管側面の主働土圧による摩擦抵抗力 (kN) (式(1.8)による)

A : 管底面積 (m²), $A = D_c \cdot l'$ (図 2-4 参照)

1.1.5 管が同一点で水平および鉛直方向に屈曲する場合

水平方向の屈曲角に対して 1.1.1 の検討を、そして、鉛直方向の屈曲角に対して 1.2.1 の検討をそれぞれ独立に行う。

1.2 分岐部

1.2.1 スラスト力の算出

図 2-5 に示す分岐管に働くスラスト力は式(1.16)、(1.17)で求める。

$$F_x = \frac{w_0}{g} \cdot \{Q_1 \cdot V_1 - (Q_2 \cdot V_2 + Q_3 \cdot V_3 \cdot \cos \theta)\} + H \{A_1 - (A_2 + A_3 \cdot \cos \theta)\} \quad (1.16)$$

$$F_y = \frac{-w_0 \cdot Q_3}{g} \cdot V_3 \cdot \sin \theta - A_3 \cdot H \cdot \sin \theta \quad (1.17)$$

ここで、 F_x, F_y : x, y 方向のスラスト力 (kN)

H : 内圧 (kN/m²)

Q_1, Q_2, Q_3 : 各断面における流量 (m³/s)

V_1, V_2, V_3 : 各断面における流速 (m/s)

A_1, A_2, A_3 : 各断面における流水断面積 (m²)

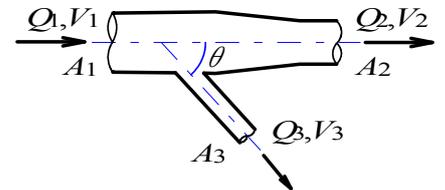


図 2-5 分岐管に働くスラスト力

1.2.2 滑動に対する検討

管のスラスト力による滑動に関する検討は 1.1.1 (1) と同様に式(1.1), (1.3)により行う。

尚、式(1.3)の管背面の幅 B_b には、X 方向のスラスト力に対しては図 2-6 の B_{bx} を、Y 方向のスラスト力に対しては図 2-6 の B_{by} を用いる。

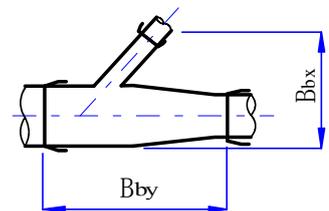


図 2-6 分岐管における管背面の幅

1.3 片落部

1.3.1 スラスト力の算出

図 2-7 に示す分岐管に働くスラスト力は式(1.18)で求める。

$$P = H \cdot (A_c - a_c) \quad (1.18)$$

ここで、 P : スラスト力 (kN)

H : 内圧 (kN/m²)

A_c : 上流側の管外径断面積 (m²)

a_c : 下流側の管外径断面積 (m²)



図 2-7 片落管に働くスラスト力

1.3.2. 滑動に対する検討

管のスラスト力による滑動に関する検討は 1.1.1 (1) と同様に式(1.1), (1.3)により行う。
尚、式(1.3)の管背面の幅 B_0 には、図 2-7 の B_0 を用いる。

1.4 弁栓部

1.4.1 弁栓部 (制水弁, 蓋) のスラスト力の算出

制水弁および蓋は式(1.19)で得られるスラスト力を支持できる構造物に固定する。

$$P_h = H \cdot a \quad (1.19)$$

ここで、 P_h : スラストの水平分力 (kN)

H : 設計水圧 (kN/m²)

a : 流水断面積 (m²)

2. スラストブロックの設計

2.1 スラストブロックの形状

スラストブロックは下記の形状を対象とする。

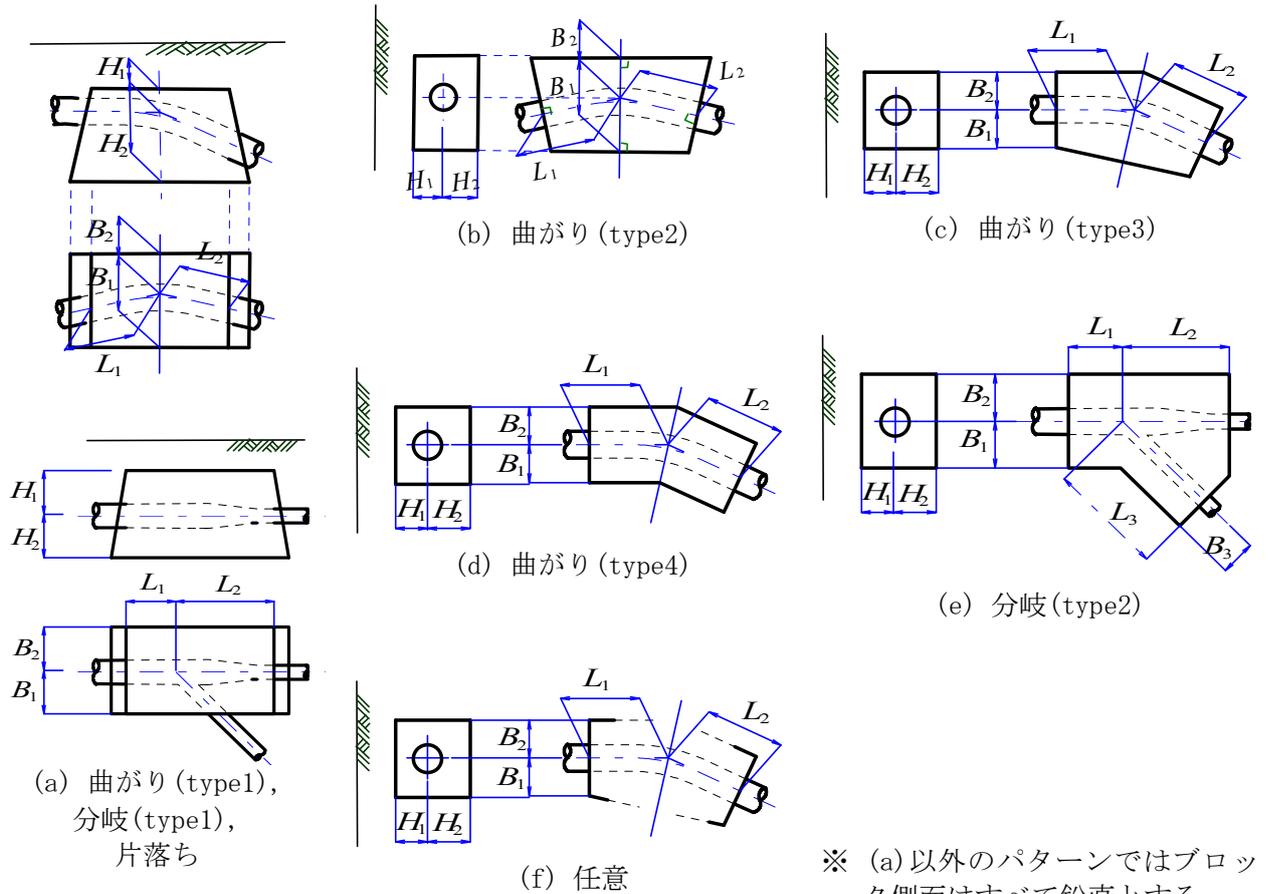


図 3-1 スラストブロックの形状

2.2 滑動に対する検討

スラストブロックを設ける場合は前項目で管について行った検討をスラストブロックについて行う。

$$\left. \begin{aligned} R_h &\geq S \cdot P' && \text{(水平方向に屈曲の場合)} \\ R_h &\geq S \cdot P_h && \text{(鉛直方向に屈曲の場合)} \\ R_h &\geq S \cdot F_x && \text{(分岐のx方向)} \\ R_h &\geq S \cdot F_y && \text{(分岐のy方向)} \end{aligned} \right\} (1.20)$$

ここで、 R_h : 水平方向抵抗力 (kN), $R_h = R_{h1} + R_{h2}$

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' : 水平方向に屈曲する場合のスラスト力 (kN) (式(1.2)による)

P_h : 鉛直方向に屈曲する場合のスラスト力 (kN) (式(1.5)による)

F_x, F_y : 分岐の場合の x, y 方向のスラスト力 (kN) (式(1.16), (1.17)による)

S : 安全率 (1.5 以上)

スラストブロック底面摩擦抵抗力 R_{h1} は式(1.21)により求める。

$$R_{h1} = \mu \cdot W_s \quad (1.21)$$

$$W_s = W_1 + W_2 + W_3 \quad (1.22)$$

- ここで、 μ : 土とコンクリートの摩擦係数
 W_s : スラストブロック底面に加わる全荷重(kN)
 W_1 : スラストブロック上の埋め戻し土による鉛直土圧(kN)
 W_2 : 曲管類の重量および管内水重(kN) (式(1.11)参照)
 W_3 : スラストブロック自重(kN)

スラストブロック背面の受働土圧 R_{h2} は式(1.23)により求める。

$$R_{h2} = \frac{1}{2} w \cdot B_s \cdot (H_2^2 - H_1^2) \cdot \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \quad (1.23)$$

- ここで、 w : 土の単位体積重量(kN/m³)
 B_b : スラストブロック背面の幅(m) (図 3-2 参照)
 H_2 : 地表面からスラストブロック底面までの深さ(m)
 H_1 : 地表面からスラストブロック上面までの深さ(m)
 ϕ : 土の内部摩擦角(°)

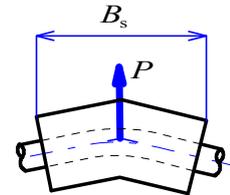


図 3-2 スラストブロック背面の幅

2.3 浮上に対する検討

上向きスラスト力を受ける場合には、式(1.24)および式(1.25)により浮上に対する検討を行う。

$$R_v + W_s \geq S \cdot P_v \quad (\text{一般の場合}) \quad (1.24)$$

$$R_v + W_s - U \geq S \cdot P_v \quad (\text{地下水位がスラストブロックより上にある場合}) \quad (1.25)$$

- ここで、 R_v : スラストブロック側面の主働土圧による摩擦抵抗力(kN)
 W_s : スラストブロック底面に加わる全荷重(kN) (式(1.22)による)
 P_v : スラスト力の鉛直分力(kN)
 S : 安全率 (1.2 以上)
 U : スラストブロックおよび管の浮力(kN)

2.4 沈下に対する検討

下向きスラスト力を受ける場合は、式(1.26)により沈下に対する検討を行う。

$$\sigma_{rv} \geq S \cdot \sigma_{vs} \quad (1.26)$$

- 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 (kN/m²)
 S : 安全率 (1.0 以上)
 σ_v : スラストブロック底面に加わる荷重強度 (kN/m²)

$$\sigma_{vs} = \frac{W_s + P_v - R_v}{A_s} \quad (1.27)$$

- W_s : スラストブロック底面に加わる全荷重 (kN) (式(1.22)による)
 P_v : スラスト力の鉛直分力 (kN) (式(1.13)による)
 R_v : 管側面の主働土圧による摩擦抵抗力 (kN) (式(1.8)による)
 ただし、 L はスラストブロックの周長とする。
 A_s : スラストブロックの底面積 (m²)

3. 一体化長の計算

3.1 溶接・接着・溶着による接合

鋼管、硬質塩化ビニル管およびポリエチレン管のとう性管で、管体が一体となるような接合を行い、曲管部に生じるスラスト力を相殺できる長さが確保できるなら、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に、一体化を図る長さを有効長さと言う。

3.1.1. 有効長さの計算

有効長さは近似的に式(1.28)および式(1.29)によって求めることができる。

$$L_1 = \frac{\pi}{\beta} \quad (1.28)$$

$$L_2 = \frac{P_2}{\mu \cdot w \cdot H_c \cdot \pi \cdot D_c} \quad (1.29)$$

ここで、 L_1 : 曲げに対する直管部の有効長さ (m)

β : 弾性地盤上の管の相対曲げ剛度

$$\beta = \sqrt{\frac{k \cdot D_c}{4EI}} \quad (1.30)$$

L_2 : 軸力に対する直管部の有効長さ (m)

P_1 : A点における軸に直角な横力 (kN) (参照)

$$P_1 = \frac{P_h}{2 \cdot \cos \theta} - P_2 \cdot \tan \theta \quad (1.31)$$

P_2 : A点における軸力 (kN) (参照)

$$P_2 = -\frac{\alpha \cdot \beta}{k} \cdot \tan^2 \theta + \sqrt{\left(\frac{\alpha \cdot \beta}{k} \cdot \tan^2 \theta\right)^2 + \frac{\alpha \cdot \beta \cdot P_h \cdot \tan \theta}{k \cdot \cos \theta}} \quad (1.32)$$

$$\alpha = A_s \cdot E \cdot \mu \cdot w \cdot H_c \cdot \pi \quad (1.33)$$

k : 横方向地盤反力係数 (kN/m²)

2θ : 曲がり角 (°)

P_h : スラスト力 (kN)

水平方向および鉛直方向に同時に屈曲する場合には合成屈曲角度を用いて算出する。

A_s : 管の断面積 (kN)

$$A_s = \frac{\pi}{4} \{D_c^2 - (D_c - 2t)^2\} \quad (1.34)$$

E : 管のヤング係数 (kN/m²)

μ : 摩擦係数

w : 土の単位体積重量 (kN/m³)

H_c : 管中心位置までの土かぶり (m)

D_c : 管の外径 (m)

t : 管厚 (m)

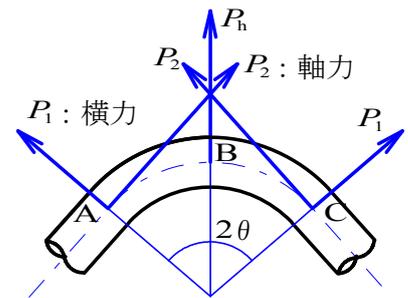


図 4-1 スラスト力の考え方

3.1.2. 釣り合い長さの計算

管が連続一体となって埋設されている場合、温度変化による管の伸縮量はある区間の管表面の摩擦力によって相殺される。この区間長を釣り合い長さと呼ぶ。釣り合い長さは式で求める。

$$\left. \begin{aligned} L_3 &\geq P_t / \tau \\ P_t &= A_s \cdot E \cdot \alpha \cdot T \\ \tau &= \mu \cdot w \cdot H \cdot \pi \cdot D_c \end{aligned} \right\} \quad (1.35)$$

ここで、 L_3 : 釣り合い長(m)

P_t : 伸縮力(kN)

τ : 拘束力(kN/m)

A_s : 管の実断面積(m²)

E : 管のヤング係数(kN/m²)

α : 線膨張率

鋼 管 $1.2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$

ダクタイル鋳鉄管 $1.15 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$

硬質塩化ビニル管 $7 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$

ポリエチレン管 $12 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$

強化プラスチック複合管

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

T : 温度変化($^{\circ}\text{C}$)

μ : 摩擦係数

w : 土の単位体積重量(kN/m³)

H : 土かぶり(m)

D_c : 管の外径(m)

3.1.3. スラスト対策不要の判定

曲がり部の始点あるいは終点から、式(1.28)および式(1.29)の有効長さのいずれか大きい方に、式(1.35)の釣り合い長さを加えた長さ以上の連続した埋設長がとれるならば、スラスト対策工は不用である。

3.1.4. 接着力の検討

接着および溶着接合部の接着に対する検討は式により行う。

$$P_z = \frac{1}{3} \cdot \alpha \cdot \pi \cdot D_c \cdot L_s \quad (1.36)$$

ここで、 P_z : 軸力(kN)

α : 接着強度 $2.5(\text{N}/\text{mm}^2) \rightarrow 2500(\text{kN}/\text{m}^2)$

D_c : 管の外径(m)

L_s : ソケット長 (m)

3.2 離脱防止継手による接合

ダクト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。

3.2.1. ダクトイル鋳鉄管(KF, UF 形継手)の一体化長さの計算

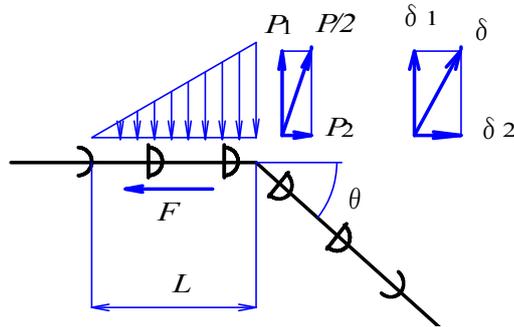


図 5-1 曲管に作用する力と変位

水平曲管部に KF 形, UF 形継手を使用する場合の一体化長さは次のような手順に従って求める。

- ① 片側一体化長を L(m) と仮定する。
- ② 式(1.2)によりスラスト力を求める。

ただし、水平方向および鉛直方向に同時に屈曲する場合には合成屈曲角度を用いて算出する。

$$P' = 2 \left(H \cdot a_c + \frac{a \cdot w_0 \cdot V^2}{g} \right) \sin \frac{\theta}{2} \quad \text{再掲(1.2)}$$

- ③ 式(1.37)により軸力 P_2 を求める。

$$P_2 = -A \cdot B \cdot \tan^2 \frac{\theta}{2} + \sqrt{\left\{ A \cdot B \cdot \tan^2 \frac{\theta}{2} \right\}^2 + P \cdot A \cdot \frac{\tan \frac{\theta}{2}}{\cos \frac{\theta}{2}} \cdot B} \quad (1.37)$$

$$A = \frac{\beta \cdot A_s \cdot E \cdot \mu \cdot w \cdot H_c \cdot \pi}{k}$$

$$B = \frac{\cosh(2\beta \cdot L) + \cos(2\beta \cdot L) + 2}{\sinh(2\beta \cdot L) + \sin(2\beta \cdot L)}$$

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{k \cdot D_c}{4EI}}$$

ここで、 P_2 : 軸力 (kN)

D_c : 管の外径 (m)

E : 管のヤング係数 (kN/m²) (ダクトイル鋳鉄管の場合は $E=160\text{kN/m}^2$)

μ : 管と土の摩擦係数

w : 土の単位体積重量 (kN/m³)

H_c : 管中心位置までの土かぶり (m)

k : 横方向地盤反力係数 (kN/m²)

A_s : 管の断面積 (m²)

$$A_s = \frac{\pi}{4} \left\{ D_c^2 - (D_c - 2t)^2 \right\}$$

I : 管の断面 2 次モーメント (m⁴)

$$I = \frac{\pi}{64} \left\{ D_c^4 - (D_c - 2t)^4 \right\}$$

t : 計算管厚 (m)

④ 軸力に対する有効長さ L_a (m) を式により求める。

$$L_a = \frac{P_2}{\mu \cdot w \cdot H_c \cdot \pi \cdot D_c} \quad (1.38)$$

⑤ 式(1.39)により横力 P_1 (kN) を求める。

$$\left. \begin{aligned} P_1 &= \frac{P}{2 \cdot \cos(\theta/2)} - P_2 \cdot \tan(\theta/2) && (L \geq L_a \text{ のとき}) \\ P_1 &= \frac{P}{2 \cdot \cos(\theta/2)} - \mu \cdot \pi \cdot w \cdot H_c \cdot D_c \cdot L \cdot \tan(\theta/2) && (L < L_a \text{ のとき}) \end{aligned} \right\} \quad (1.39)$$

⑥ 式(1.40)により継手部に発生する曲げモーメント M_1 (kN・m) を求める。

$$M_1 = \frac{P_1}{2\beta} \cdot \frac{\cosh(2\beta \cdot L) - \cos(2\beta \cdot L)}{\sinh(2\beta \cdot L) - \sin(2\beta \cdot L)} \quad (1.40)$$

⑦ 曲げモーメントの安全率 S_f を式(1.41)により求める。

$$S_f = \frac{M_0}{M_1} \quad (1.41)$$

ここで、 M_0 : 計算に用いる限界曲げモーメント(kN・m) (表 5-1 参照)

⑧ 式(1.42), 式(1.43)により移動量 δ を求める。

$$\delta = \frac{\delta_1}{\cos(\theta/2)} \quad (1.42) \quad \delta_1 = \frac{P_1 \cdot \beta}{k \cdot D_c} \cdot \frac{\cosh(2\beta \cdot L) + \cos(2\beta \cdot L) + 2}{\sinh(2\beta \cdot L) + \sin(2\beta \cdot L)} \quad (1.43)$$

⑨ $S_f \geq S_0$ かつ $\delta \leq \delta_0$ を満足する L を算出し、一体化長さを決定する。

ここで、 S_0 : 許容安全率 (2.5 以上)

δ_0 : 許容移動量(2cm 以下)

表 5-1 KF形,UF形継手の限界曲げモーメント

呼び径 (mm)	限界曲げモーメント M (kN・m)	限界水圧 H_0 (MPa)	M_0
300	130	7.5	$M_0 = M$
350	160	〃	
400	220	〃	
450	280	〃	
500	360	〃	
600	540	〃	
700	820	〃	
800	1,180	〃	
900	1,630	〃	
1,000	2,010	7.5	
1,100	2,600	7.2	
1,200	3,140	7.1	
1,350	4,360	6.6	
1,500	5,150	5.6	
1,600	6,670	6.0	
1,650	7,310	6.0	
1,800	9,270	5.9	
2,000	12,600	5.8	
2,100	14,000	5.6	
2,200	16,100	5.5	
2,400	20,300	5.5	
2,600	32,300	6.8	

3. 2. 2. 離脱防止金具による一体化長さの計算

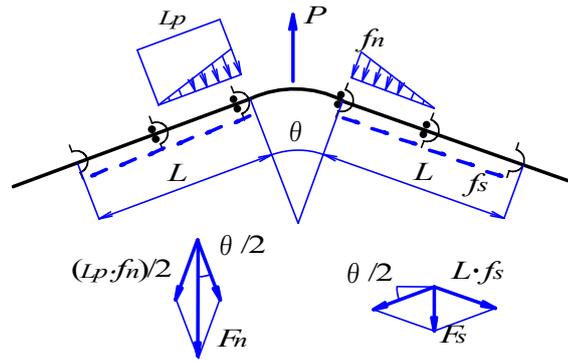


図 5-2 離脱防止金具を用いた接続

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図 5-2 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。

スラスト力を P (kN)、周面摩擦力の合力を F_s (kN)、直管部の受働土圧による合力 F_n (kN) をそれぞれ式

(1. 2)、式(1. 44)および式(1. 45)とする。

$$P = 2 \left(H \cdot a_c + \frac{a \cdot w_0 \cdot V^2}{g} \right) \sin \frac{\theta}{2} \quad \text{再掲(1. 2)}$$

$$F_s = 2 \cdot \sin \frac{\theta}{2} \cdot L \cdot \mu \cdot w \cdot H_c \cdot \pi \cdot D_c \quad (1. 44)$$

$$F_n = 2 \cdot \cos \left(\frac{\theta}{2} \right) \cdot L_p \cdot F \cdot \frac{1}{2} w \cdot (H_2^2 - H_1^2) \cdot \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \cdot \frac{1}{2} \quad (1. 45)$$

ここで、 H : 設計水圧(静水圧+水撃圧) (kN/m²)

P : スラスト力 (kN)

ただし、水平方向および鉛直方向に同時に屈曲する場合には合成屈曲角度を用いて算出する。

a_c : 外径の断面積(m²)

w_0 : 管内水の単位体積重量(kN/m³)

V : 管内平均流速(m/s)

g : 重力の加速度(m/s²)

θ : 曲管の曲がり角度(°)

L : 管路一体化長さ(m)

μ : 管と土の摩擦係数

w : 土の単位体積重量(kN/m³)

D_c : 管の外径(m)

L_p : 曲管に隣接する直管 1 本の長さ(m)

F : 曲面の受働土圧の補正係数(0.65 とする)

H_2 : 地表面から管底面までの深さ(m)

H_1 : 地表面から管頂面までの深さ(m)

ϕ : 土の内部摩擦角(°)

力の釣り合いより $P = F_s + F_n$ となり、これに安全率を考慮した式(1.46)を満足するような一体化長 L を求める。

$$P \leq \frac{(F_s + F_n)}{S_0} \quad (1.46)$$

ここで、 S_0 : 許容安全率(1.5以上)

式(1.46)に式(1.2), 式(1.44)および式(1.45)を代入し、 L について整理すると式(1.47)のようになる。

$$\begin{aligned} S_0 \cdot P &= 2 \cdot \sin \frac{\theta}{2} \cdot L \cdot \mu \cdot w \cdot H_c \cdot \pi \cdot D_c \\ &\quad + 2 \cdot \cos \left(\frac{\theta}{2} \right) \cdot L_p \cdot F \cdot \frac{1}{2} w \cdot (H_2^2 - H_1^2) \cdot \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \cdot \frac{1}{2} \\ L &\geq \frac{S_0 \cdot P - \frac{1}{2} \cdot \cos \left(\frac{\theta}{2} \right) \cdot L_p \cdot F \cdot w \cdot (H_2^2 - H_1^2) \cdot \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)}{2 \cdot \sin \frac{\theta}{2} \cdot \mu \cdot w \cdot H_c \cdot \pi \cdot D_c} \end{aligned} \quad (1.47)$$

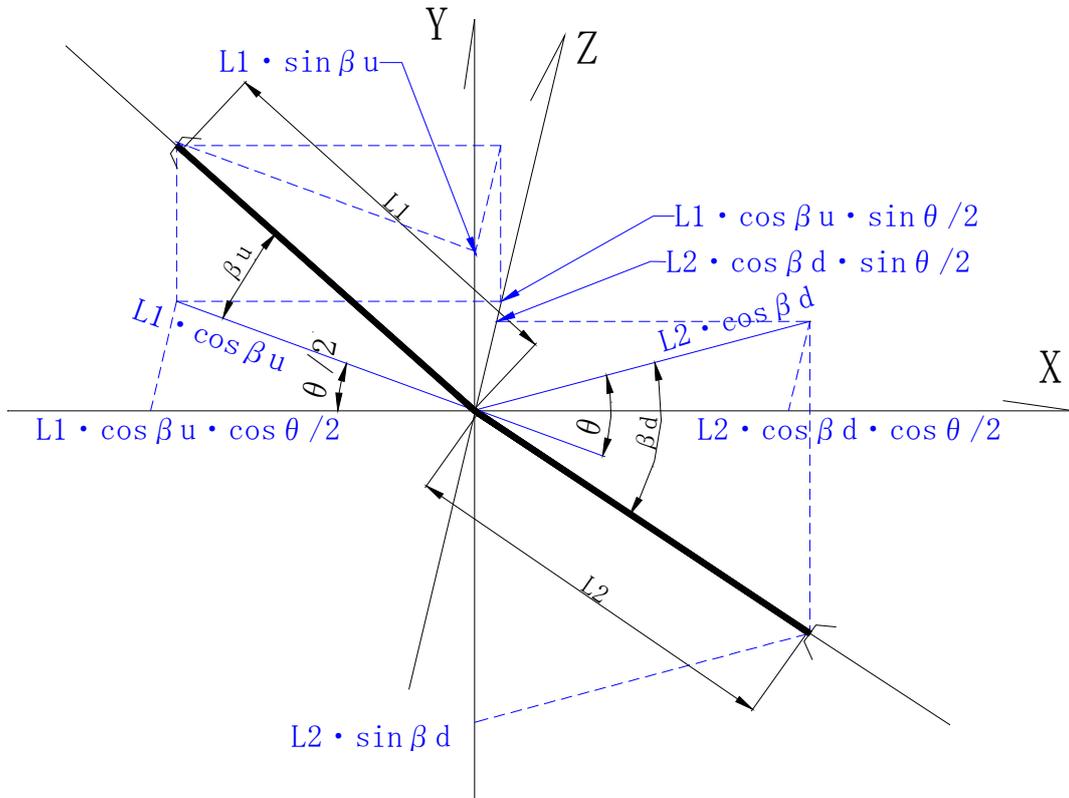
なお、 $L \leq L_p$ の場合は $L_p = L$ として式(1.48)のようになる。

$$L \geq \frac{S_0 \cdot P}{2 \cdot \sin \frac{\theta}{2} \cdot \mu \cdot w \cdot H_c \cdot \pi \cdot D_c + \frac{1}{2} \cdot \cos \left(\frac{\theta}{2} \right) \cdot F \cdot w \cdot (H_2^2 - H_1^2) \cdot \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)} \quad (1.48)$$

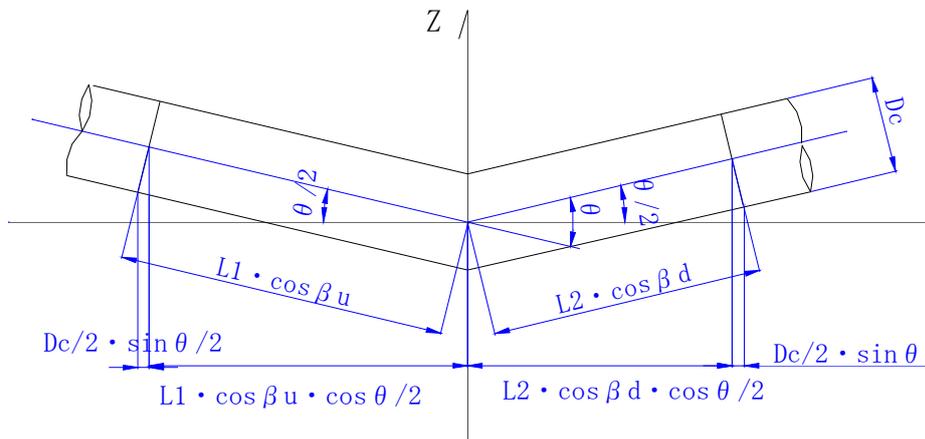
4. スラスト構築図 (モデル)

4.1 屈曲部における管背面の幅

4.1.1 曲がりの状態

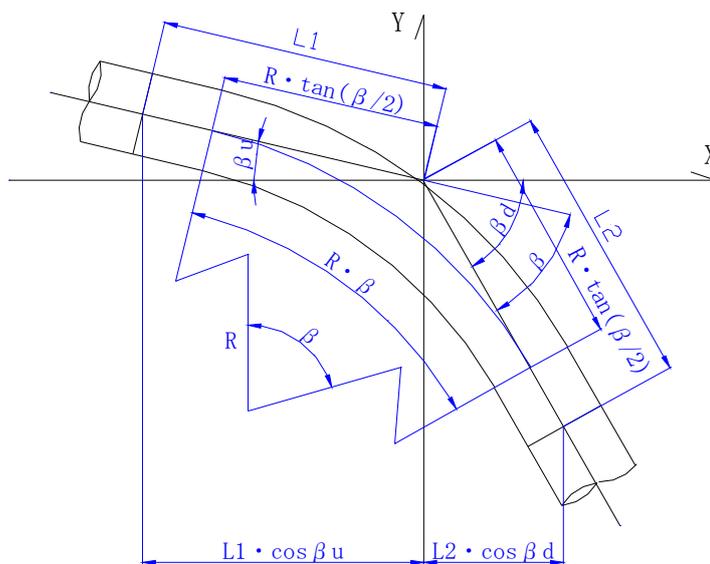


4.1.2 水平曲がりにおける管背面の幅



$$B_{bx} = (L_1 \cdot \cos \beta_u + L_2 \cdot \cos \beta_d) \cdot \cos\left(\frac{\theta}{2}\right) + D_c \cdot \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

4.1.3 鉛直曲がり



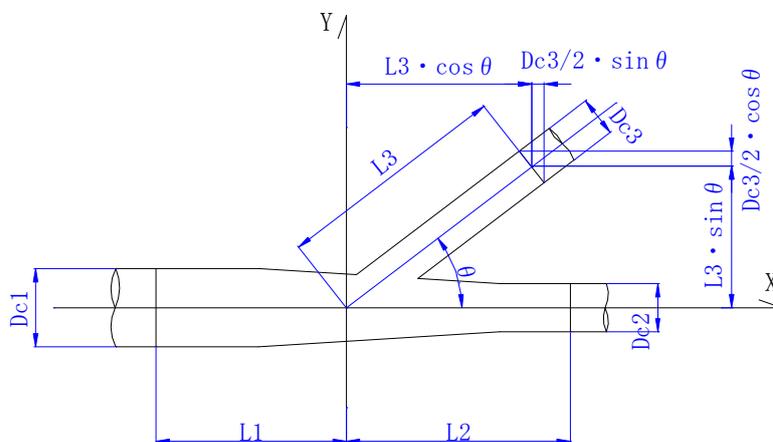
(1) 屈曲区間の管長

$$\ell = L_1 + L_2 + R \cdot \left(\beta - 2 \cdot \tan \frac{\beta}{2} \right) \quad (1.49)$$

(2) 屈曲区間の底面長

$$\ell' = L_1 \cdot \cos \beta_u + L_2 \cdot \cos \beta_d \quad (1.50)$$

4.2 分岐部における管背面の幅

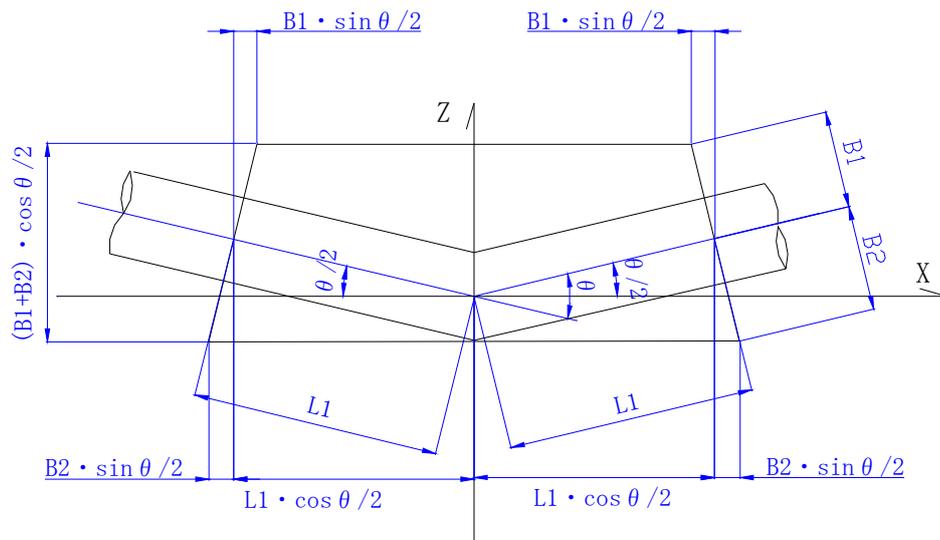


$$B_{bx} = \max \left(\frac{D_{c1}}{2}, \frac{D_{c2}}{2} \right) + |L_3 \cdot \sin \theta| + \frac{D_{c3}}{2} \cdot \cos \theta \quad (1.51)$$

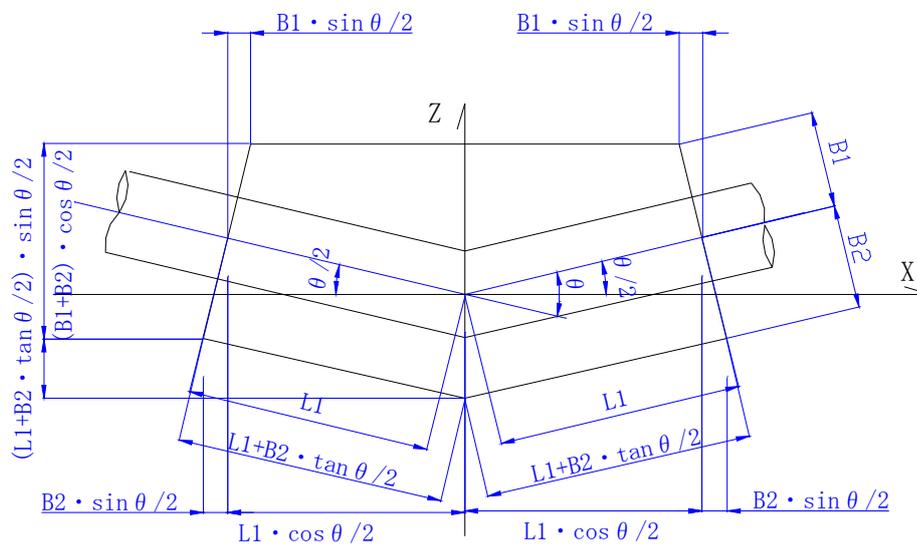
$$B_{by} = L_1 + \max \left(L_2, L_3 \cdot \cos \theta + \frac{D_{c3}}{2} \cdot |\sin \theta| \right) \quad (1.52)$$

4.3 屈曲部のスラストブロック寸法

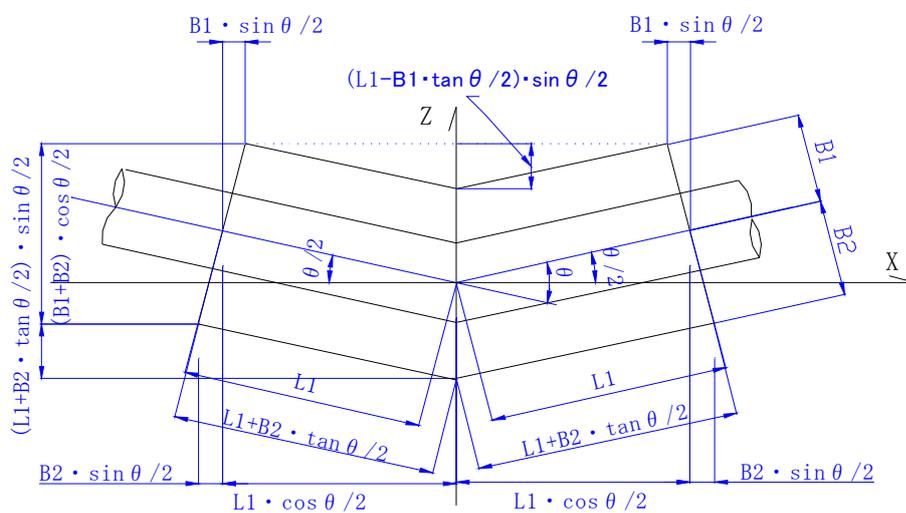
4.3.1 ブロックタイプ 2



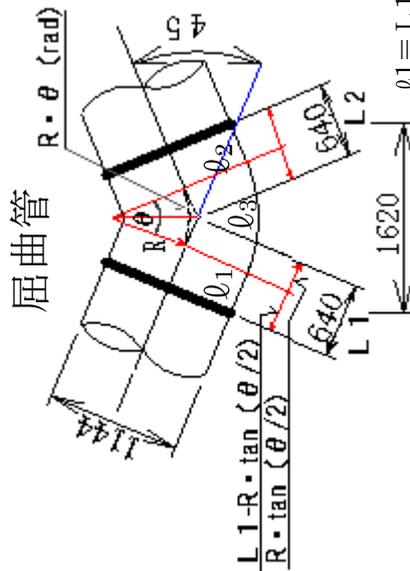
4.3.2 ブロックタイプ 3



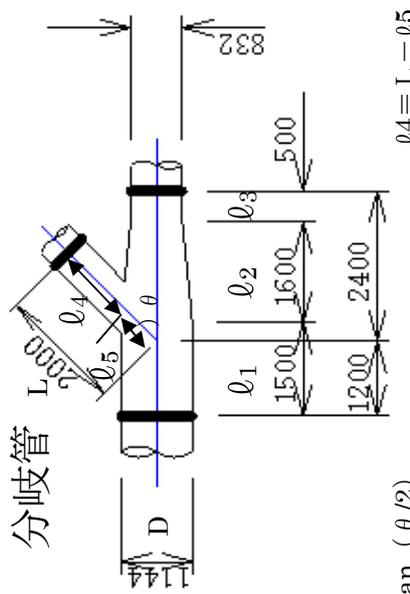
4.3.3 ブロックタイプ 4



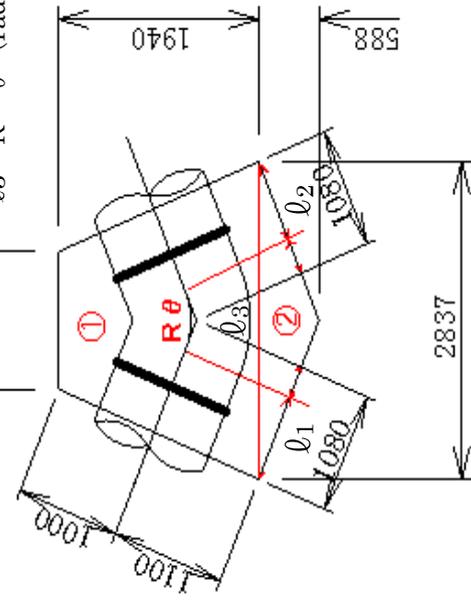
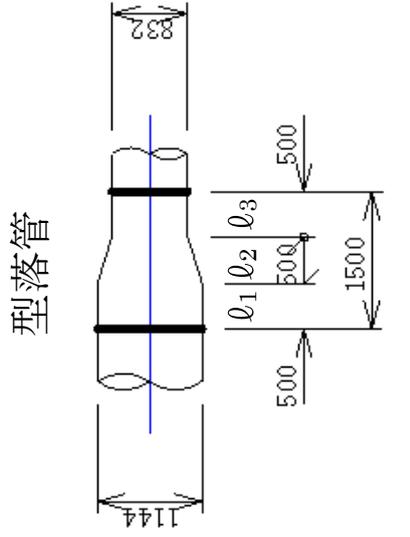
管重量とスラストブロック使用時（標準形状）の管重量と内水重の算出基準



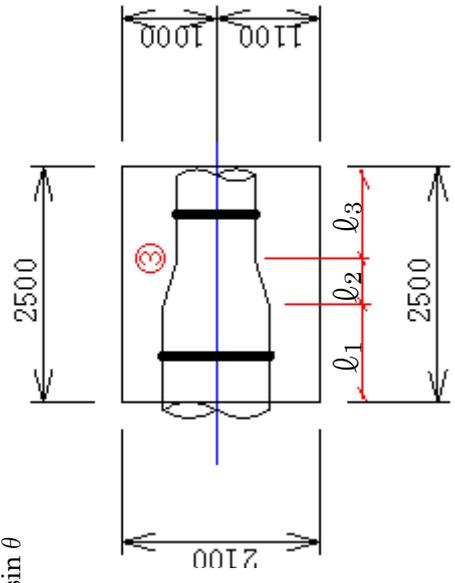
裸管時の計算



$\phi 1 = L 1 - R \cdot \tan (\theta / 2)$
 $\phi 2 = L 2 - R \cdot \tan (\theta / 2)$
 $\phi 3 = R \cdot \theta \text{ (rad)}$
 $\phi 4 = L - \phi 5$
 $\phi 5 = (D / 2) / \sin \theta$



ブロック使用時の計算

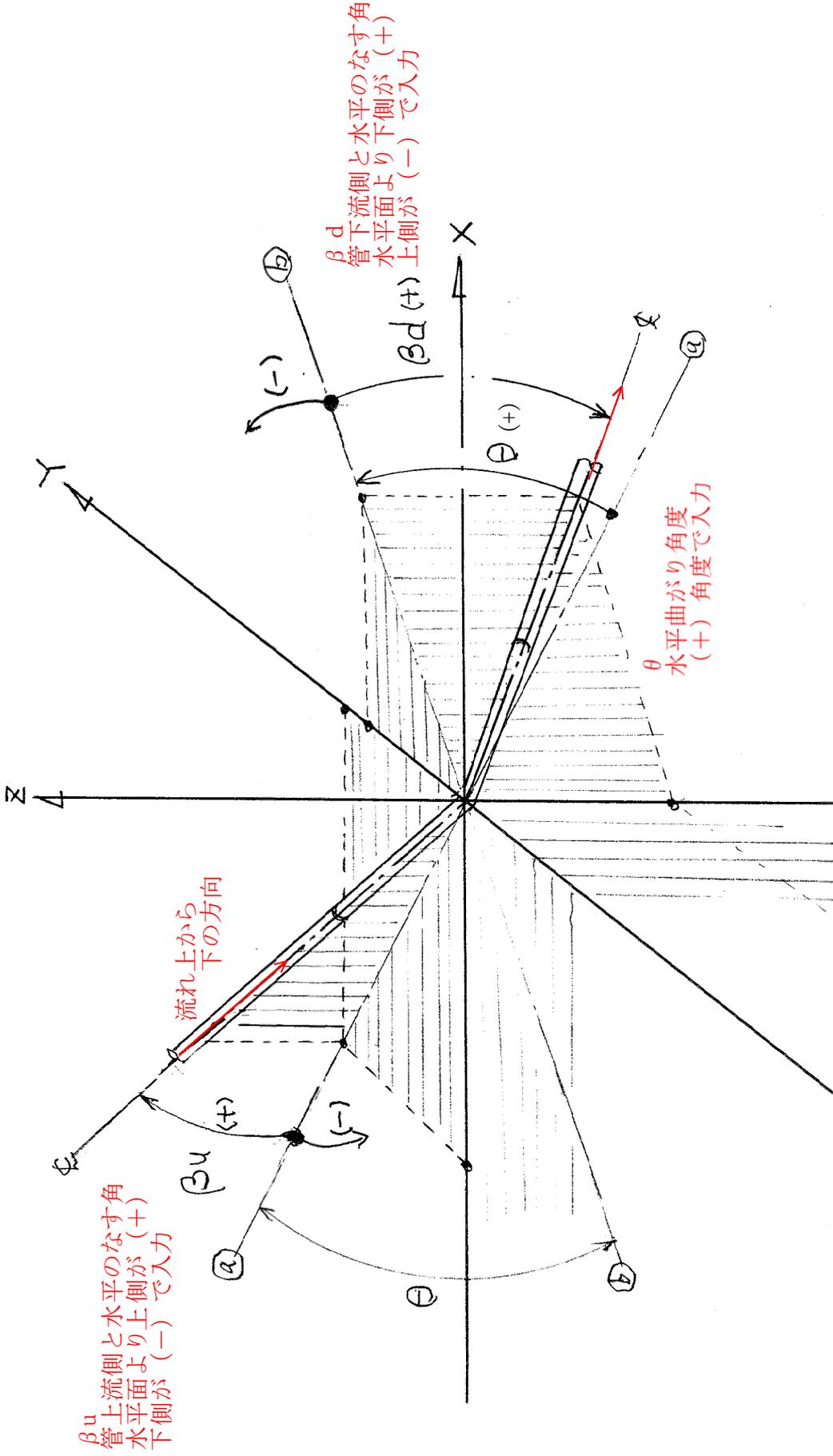


管重 : $W_p = W_{p1} \times (\phi 1 + \phi 2 + \phi 3)$ 管重 : $W_p = W_{p1} \times \phi 1 + 1/2 (W_{p1} + W_{p2}) \times \phi 2$
 水重 : $W_w = A_p \times \gamma_w \times (\phi 1 + \phi 2 + \phi 3)$ 水重 : $W_w = \gamma_w \times \{A_{p1} \times \phi 1 + 1/2 (A_{p1} + A_{p2}) \times \phi 2 + A_{p2} \times \phi 3\}$

ここで：Wp1、Wp2、Wp3：上流側管、下流側管および分岐管の単位長さ当りの重量（管の単位体積重量は入力値による）

Ap1、Ap2、Ap3：上流管、下流管、分岐管の内径断面積（内径＝外径寸法－設計管厚×2）
 管重計算：ブロックの外形寸法により重量計算
 水重計算：γw＝水の単位体積重量

スラスト対策工設計システムの管情報入力（角度）概要



上記図形は、最大限の変位の状態を表示しています。

スラスト対策工設計システム

Ver1.1

(Ver1.1.21以降対応版)

操作説明書

(オペレーションマニュアル)

初 版 発行 平成 17 年 1 月 31 日

:

第6版 発行 平成 19 年 3 月 12 日

第7版 発行 平成 19 年 5 月 12 日

第8版 発行 平成 21 年 4 月 22 日

お問い合わせの際には必ず製品N o.をお伝え下さい。
本マニュアルの全部または一部の複製、転記を禁じます。

< 営業事業部 >

株式会社SIPシステム

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

大阪事務所

〒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

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

< 開発事業部 >

有限会社 シー・エー・イー(CAE)

〒680-8064 鳥取県鳥取市国府町分上 2-210

業務受付時間 (9:00~17:00)