

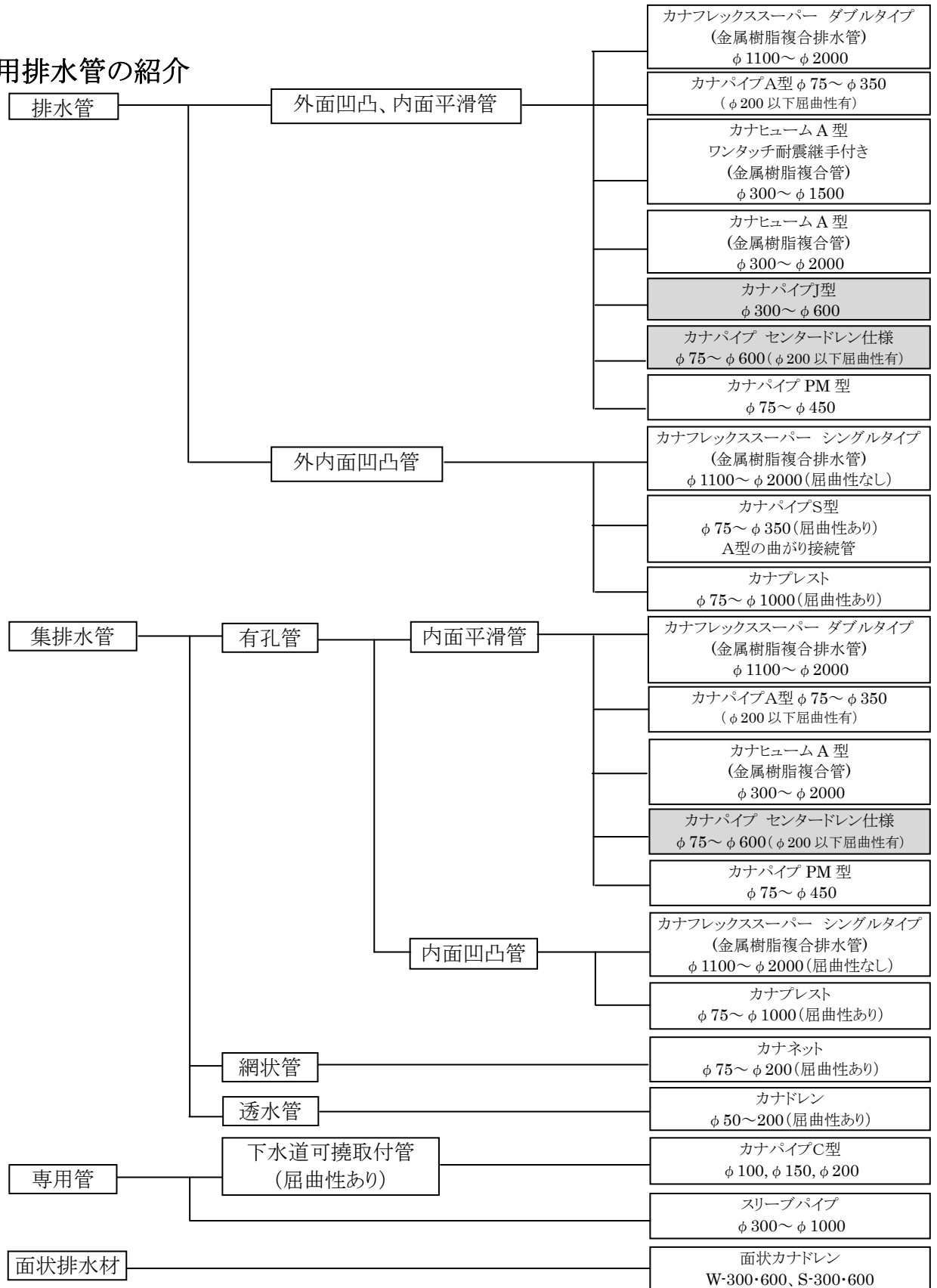
# カナパイプ J 型

## カナパイプ (センタードレン仕様)

技 術 資 料

カナフレックスコーポレーション株式会社

# 土木用排水管の紹介



※  は本技術資料に掲載されている製品です。

# 目次

1. カナパイプ型・セタードレン仕様について .....	1
1-1. 特長 .....	1
1-2. 用途 .....	2
1-3. 種類 .....	2
2. 寸法・物性・性能 .....	3
2-1. 寸法規格 .....	3
2-2. 物性 .....	5
2-3. 耐薬品性 .....	6
2-4. 屈曲性 .....	6
2-5. 水密性規格 .....	7
2-6. 品質 .....	8
3. 継手と接続方法 .....	10
3-1. 継手 .....	10
3-2. 管の接続方法 .....	15
4. 水理設計 .....	21
4-1. 流速・流量計算 .....	21
4-2. 水理諸係数 .....	22
4-3. 流速・流量表(満水時) .....	24
5. 埋設設計 .....	25
5-1. 管に作用する荷重 .....	25
5-2. 埋設方法の分類 .....	26
5-3. 管に作用する荷重計算 .....	26
5-4. 鉛直土圧による荷重 .....	27
5-5. 車輛による荷重(活荷重) $W'$ .....	31
5-6. 土の分類と反力係数( $E'$ ) .....	35
5-7. 変形量、変形率 .....	38
5-8. 埋設断面および土被り表 .....	40
5-9. 用排水管埋設設計 .....	46
6. 埋設・施工 .....	52
6-1. 掘削 .....	52
6-2. 管体の基礎工法 .....	53
6-3. 施工手順 .....	56
6-4. 浮力に対する検討 .....	58
6-5. 土砂の流出防止について .....	59
7. 各種部品 .....	60
8. 管の積み下ろしについて .....	65
9. 管の保管について .....	66
10. カット方法 .....	67
11. 設計上の注意 .....	70

## 1. カナパイプ J型・センタードレン仕様について

豊富なノウハウとユニークな発想で、土木排水パイプの概念を塗り変えてきたカナフレックスコーポレーションから生まれた土木排水管『カナパイプ J型』と集排水管『カナパイプ センタードレン仕様』。

高密度ポリエチレンを独自の形状に波付け加工し、耐圧縮強度を一段と向上し、NEXCO による圧縮強度の規格をクリアしています。また、軽く、取扱いが容易で、耐薬品性、耐摩耗性に優れています。幅広い用途にご活用ください。

### 1-1. 特長

#### (1) 高い水密性を確保 (カナパイプ J型のみ)

厳しい製品試験において 0.05MPa 以上の高水密性(継手部)を実現しています。

(NEXCO 試験法 126:内水圧 0.05MPa を 3 分間保持し漏水なし)

#### (2) 信頼の高強度。高外圧に耐えます。

管構造が内面平滑・外面ラセン形状の波付ポリエチレンダブル管であり、その形状特性より高外圧に耐えます。NEXCO による圧縮強度の規格をクリアしています。

#### (3) 管の接続は鉄製半割継手

抜け止め機構付の鉄製半割継手により、確実な接続が可能です。

#### (4) 極めて軽量・抜群の施工性

高密度ポリエチレン製のため、他種の地下埋設管に比べ非常に軽量で、運搬並びに取扱いがきわめて容易です。作業の省力化・効率化が図れます。

■各種パイプの質量比較(呼び径φ300)

管種	カナパイプJ型 及び センタードレン仕様	強化プラスチック 複合管	鋼管 (STRY41)	ダクタイル 鋳鉄管 (A形3種)	ヒューム管	硬質塩化 ビニール管 (VU)
比率	1	3.4	10.8	12.8	16.8	2.8

#### (5) 内面平滑で流量が多い

従来の各種コルゲート状パイプ管は内面が凹凸のため、粗度係数が大きく、また土砂等の詰まりを起こしやすい欠点があります。しかし、カナパイプ J型およびセンタードレン仕様は内面平滑のため流れがスムーズかつ流量が多いのが特長です。

■内面が凹凸な波付加工管との流量比較

カナパイプ J型および センタードレン仕様(内面平滑)	φ300・勾配 1/200 の時 流量 90.5 l/sec (粗度係数=0.010)
内面凹凸な波付管	φ300・勾配 1/200 の時 流量 56.6 l/sec (粗度係数=0.016)

#### (6) 耐薬品性に優れている

ポリエチレン樹脂製のため、耐薬品性に優れ、腐蝕しません。

#### (7) 耐摩耗性に優れている

パイプ内面は平滑であり、特殊PEを使用しているため、材質的に摩耗係数が小さく、他種管に比べて耐摩耗性が優れています。

## 1-2. 用途

### (1)カナパイプ J型

- ・路肩排水施設(縦断排水管)
- ・中央分離帯排水施設(横断排水管)
- ・工事中の仮排水施設 等

### (2)カナパイプ センタードレン仕様

- ・切土部地下排水施設
- ・盛土部地下排水施設
- ・トンネル路盤排水(中央排水、横断排水)
- ・トンネル裏面排水 等

## 1-3. 種類

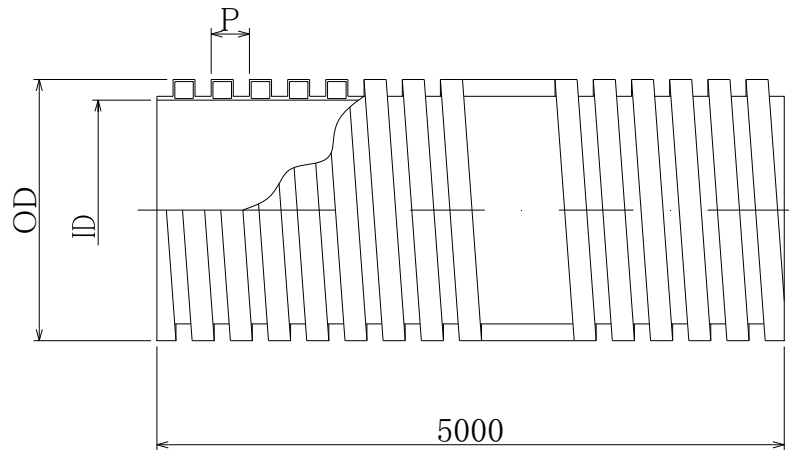
カナパイプ J型は無孔管のみ1種類、カナパイプ センタードレン仕様は無孔管、全周有孔管、2/3有孔管の3種類があります。

## 2. 寸法・物性・性能

### 2-1. 寸法規格

#### (1) カナパイプ型

・無孔管



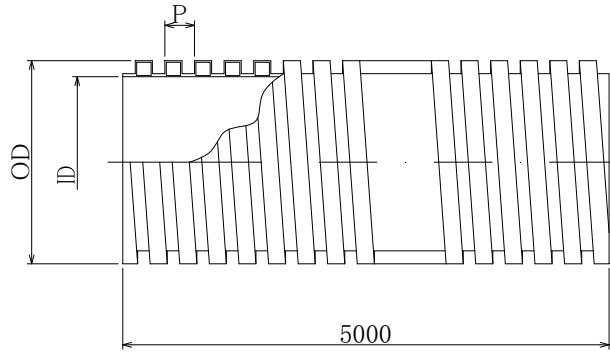
寸法規格表

管種 寸法 呼径	無孔管				
	外径 OD(mm)	内径 ID(mm)	ピッチ (参考値) P(mm)	定尺 L(m)	参考質量 W(kg/m)
φ 300	342.0	302.0	30	5.0	4.5
φ 350	395.0	347.0	35		6.4
φ 400	450.0	400.0	38		7.9
φ 450	516.0	459.0	40		9.8
φ 500	565.0	500.0	45		11.0
φ 600	682.0	600.0	55		16.5

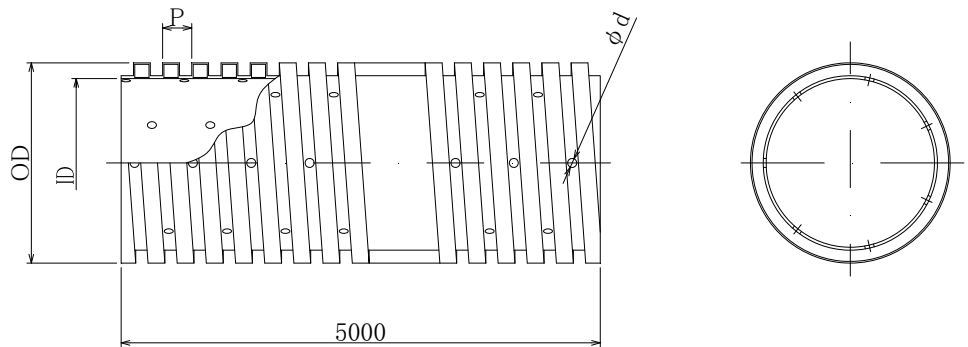
※規格・仕様については、商品改良のため、予告なしに変更する場合があります。

(2)カナパイプ センタードレン仕様

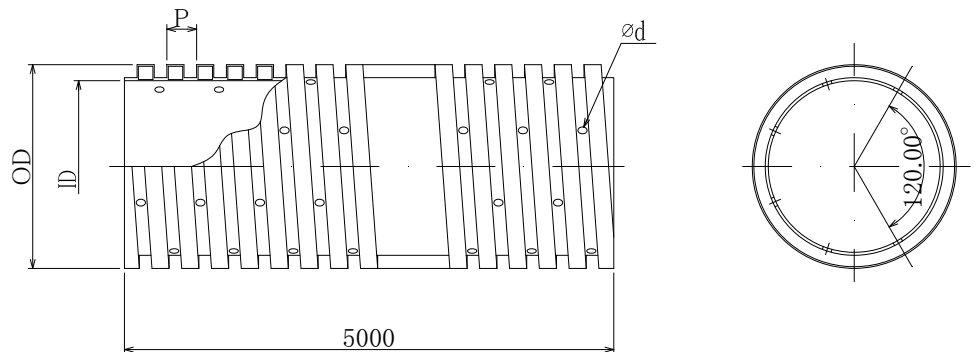
・無孔管



・全周有孔管



・2/3有孔管



寸法規格表

管種 寸法 呼径	無孔管・有孔管					有孔管	
	外径 OD(mm)	内径 ID(mm)	ピッチ (参考値) P(mm)	定尺 L(m)	参考質量 W(kg/m)	標準開孔率	
						全周有孔	2/3周有孔
75	89.0	75.0	13	5.0	0.360	1.2	0.85
100	117.0	101.0	15		0.525	1.0	0.80
150	172.0	149.0	18		1.300	1.1	0.70
200	233.0	200.0	25		2.200	1.0	0.70
250	286.0	251.0	27		3.350		
300	342.0	302.0	30		4.500		
350	395.0	347.0	35		6.400		
400	450.0	400.0	38		7.900		
450	516.0	459.0	40		9.800		
500	565.0	500.0	45		11.000	0.63	
600	682.0	600.0	55		16.500		

※規格・仕様については、商品改良のため、予告なしに変更する場合があります。

## 2-2. 物 性

### (1) 製品物性

偏平強度 (kN/m以上)

呼 称	カナパイプ J 型		カナパイプ センタードレン仕様	
	5%偏平強度	10%偏平強度	5%偏平強度	10%偏平強度
φ 75	—	—	0.9	1.4
φ 100	—	—	1.1	1.8
φ 150	—	—	1.7	2.6
φ 200	—	—	2.2	3.5
φ 250	—	—	2.6	4.4
φ 300	3.2	5.3	3.2	5.3
φ 350	3.7	6.2	3.7	6.2
φ 400	4.2	7.1	4.2	7.1
φ 450	4.8	7.9	4.8	7.9
φ 500	5.3	8.8	5.3	8.8
φ 600	6.4	10.6	6.4	10.6

### (2) 材料特性

カナパイプJ型・センタードレン仕様の材料は JIS K 6922-1 3 種に規定するポリエチレンを主体とします。

項 目	方 法	単 位	特 性
密 度	JIS K 6922-2	g/cm <sup>3</sup>	0.942以上
メルトフローレート	JIS K 6922-2	g/10min	0.4未満
引張強さ	JIS K 6922-2	MPa	19.6以上
引張破断伸び	JIS K 6922-2	%	300以上
ビカット軟化点	JIS K 6922-2	℃	115以上



### 2-3. 耐薬品性

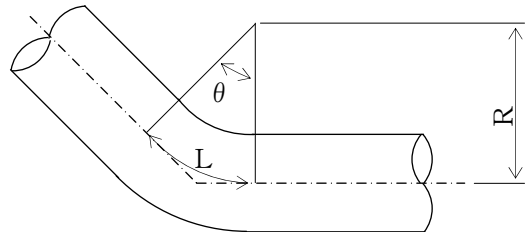
薬品名	温度		薬品名	温度		薬品名	温度	
	20℃	60℃		20℃	60℃		20℃	60℃
硫酸 10~50%	○	○	サク酸 10%	○	○	過酸化水素30%	○	○
塩酸	10%	○	氷サク酸	△	×	ガンリン	△	×
	35%	○	苛性ソーダ 50%	○	○	アセトン	△	×
硝酸	10%	○	苛性灰 10%	○	○	アニリン	○	×
	40%	○	炭酸ソーダ	○	○	四塩化炭素	×	×
沸化水素 75%	○	△	塩化カルシウム	○	○	グリセリン	○	△
リン酸 30%	○	○	メチルアルコール	○	△	ベンゼン	×	×
ギ酸 40%	○	○	アンモニア水	○	○			

○ … 使用可能    △ … やや劣るが注意すれば使用可能    × … 使用不可

### 2-4. 屈曲性

カナパイプ センタードレン仕様は可とう性に優れていますので、以下の表に示すような(R)の大曲り施工が出来ます。

呼称	曲げ半径 R(m)	パイプ必要長さL(m)	
		90° 曲げ	45° 曲げ
φ 75	0.8	1.3	0.7
φ 100	1.0	1.6	0.8
φ 150	1.5	2.4	1.2
φ 200	2.0	3.2	1.6



## 2-5. 水密性規格

### (1) 規格:カナパイプ J型のみ

0.05MPa の内水圧を 3 分間保持し、漏水が起こらないこと。

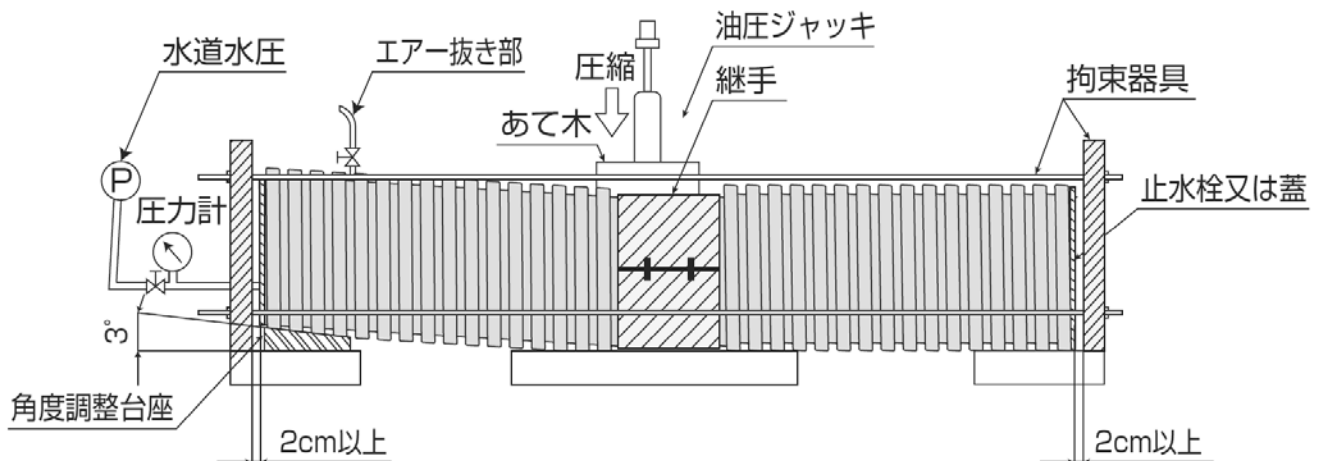
### (2) 水密性試験(試験法 126):カナパイプ J型のみ

供試体

- ① 供試体は長さ 1.7m の管 2 本を 1 組の供試体として使用する。
- ② 1 組の供試体のうち、一方には管頂部にエア抜用の穴をあけておく。
- ③ 継手は試験 1 回につき 1 回のみ有効とし、必ず新品のものを使用する。

試験方法

- ① 供試体の全長が  $3.4\text{m} \pm 0.1\text{m}$  以内となるように管を接続する。この時、継手締付用ボルトの締付力は、施工上必要とされるトルク値で締め付けるものとし、必要以上に締め付けたり、緩めに締めることのないようにする。
- ② 供試体設置の際には、下図のように接続中心より  $3^\circ$  の角度が取れるように一方の管底部に角度調整台座を固定する。
- ③ 両端の拘束部材と管の端部の間隔をそれぞれ 2cm 以上確保する。
- ④ 止水栓または蓋により供試体を密封状態にする。
- ⑤ 管の継手部については、図のように継手上部からあて木(9cm×9cm×40cm)を介して油圧ジャッキをセットし、呼び径の 5%を基準として偏平させる。
- ⑥ 供試体を満水にし、水圧ゲージが 0 になっているか確認する。
- ⑦ 水圧を 0.01MPa に合わせ、その状態で 3 分間漏水が起こらないかを確認する。漏水が起こらなければ、3 分毎に 0.01MPa ずつ加圧していき、既定の値に達するか、漏水が発生した時点で試験終了となる。なお、加圧する時はゆっくり加圧するものとし、セットした水圧が変動しないように常に気を付ける。また、放置中に水圧が変動する可能性もあるので、水圧は常に監視し、一定に保つようにする。



## 2-6. 品質

カナパイプJ型・センタードレン仕様は下記の品質規格を満たすよう、厳しい品質管理のもと製造されています。

### (1) 用排水管、地下排水工の規格

試験項目	試験方法	単 位	規格値		
材質	JIS K 6922	—	JIS K 6922(ポリエチレン成形材料) 3種		
形状及び外観	—	—	押出成形による内面平滑外面波付の二重構造。 管の色は原則として黒とし、カーボンブラックを配合したものの。		
寸法許容差	—	%	平均半径: ±2% 長さ: -0~+2%		
引張強度	JIS K 6761	MPa	19.6 以上		
偏平強度	試験法 710	kN/m	管内径に対する偏平強度		
			呼 径	5%偏平	10%偏平
			150	1.7 以上	2.6 以上
			200	2.2 以上	3.5 以上
			250	2.6 以上	4.4 以上
			300	3.2 以上	5.3 以上
			350	3.7 以上	6.2 以上
			400	4.2 以上	7.1 以上
			450	4.8 以上	7.9 以上
			500	5.3 以上	8.8 以上
600	6.4 以上	10.6 以上			
水密性試験 <sup>(※1)</sup>	試験法 126	MPa	0.05MPa の内水圧を 3 分間保持し、漏水が起こらない		

※1 水密性試験については、用排水管(カナパイプJ型)のみ適応。

(2)トンネル 排水工の規格

試験項目	試験方法	単 位	規格値		
引張強度	JIS K 6761-6	MPa	19.6 以上		
偏平強度	試験法 710	kN/m	管内径に対する偏平強度		
			呼 径	5%偏平	10%偏平
			75	0.9 以上	1.4 以上
			100	1.1 以上	1.8 以上
			150	1.7 以上	2.6 以上
			200	2.2 以上	3.5 以上
			250	2.6 以上	4.4 以上
			300	3.2 以上	5.3 以上
			350	3.7 以上	6.2 以上
			400	4.2 以上	7.1 以上
			450	4.8 以上	7.9 以上
500	5.3 以上	8.8 以上			

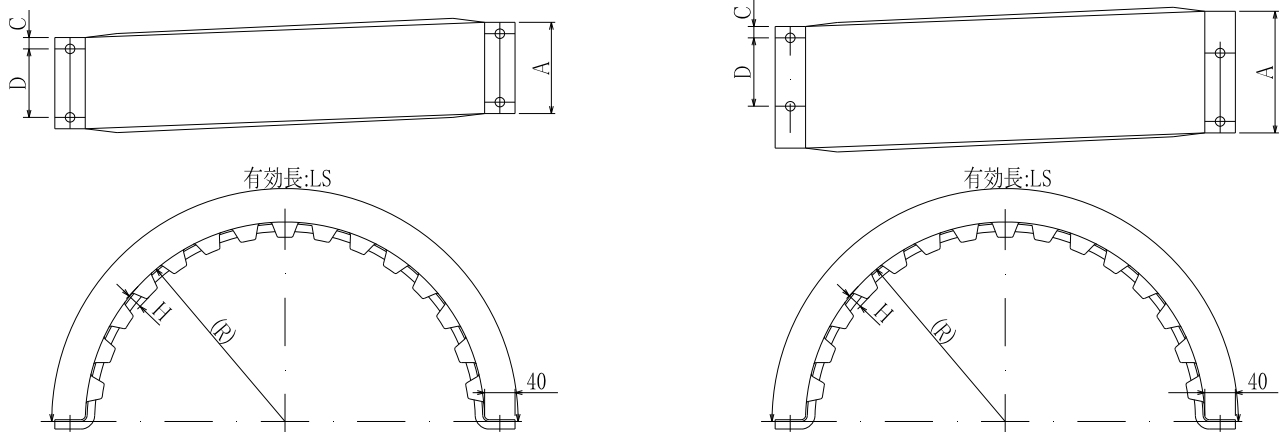
(3)トンネル裏面排水工の規格

試験項目	試験方法	単 位	規格値
偏平強度	試験法 711	kN/m <sup>2</sup>	圧縮率 20%時の耐圧強度 75kN/m <sup>2</sup> 以上
			線荷重(kN/m)に換算し以下のとおり算出する $P_{20} = p_{20}/L \geq 39 \cdot D$ P <sub>20</sub> : 圧縮率 20%時の耐圧強度(kN/m) p <sub>20</sub> : 圧縮率 20%時の耐圧荷重(kN) L : 供試体長さ(m) D : 管の内径(m)

### 3. 継手と接続方法

#### 3-1. 継手

(1)カナパイプJ型専用 鉄製半割継手  $\phi 300 \sim \phi 600$

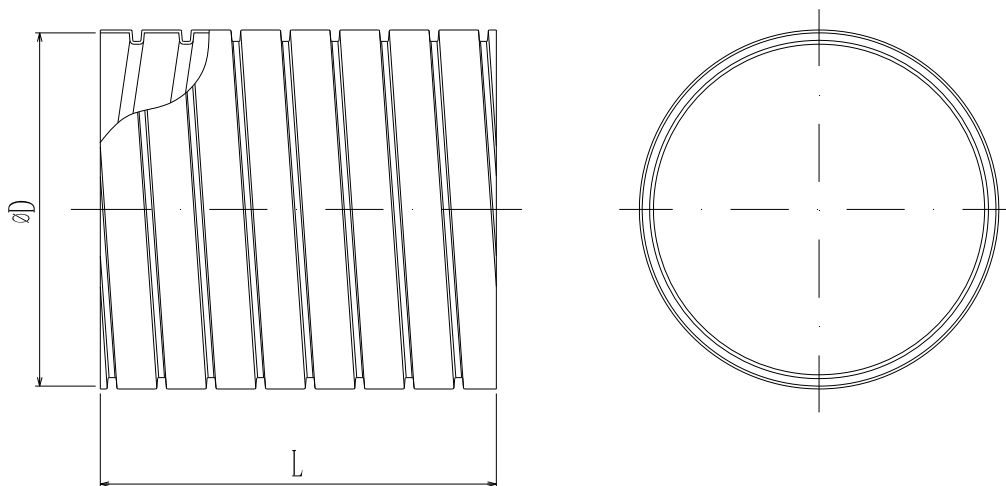


鉄製半割継手部品一覧表

部品 \ 呼称	$\phi 300$	$\phi 350$	$\phi 400$	$\phi 450$	$\phi 500$	$\phi 600$
半割継手上型 (パッキン付)t=2.3mm	1ヶ 幅 A 90mm	1ヶ 幅 A 105mm	1ヶ 幅 A 114mm	1ヶ 幅 A 120mm	1ヶ 幅 A 135mm	1ヶ 幅 A 165mm
半割継手下型 (パッキン付)t=2.3mm	1ヶ 幅 A 120mm	1ヶ 幅 A 140mm	1ヶ 幅 A 152mm	1ヶ 幅 A 160mm	1ヶ 幅 A 180mm	1ヶ 幅 A 220mm
止水用コーキング材 (谷埋用)	1ヶ $\phi 25 \times 125L$	1ヶ $\phi 25 \times 125L$	1ヶ $\phi 25 \times 125L$	1ヶ $\phi 25 \times 125L$	1ヶ $\phi 25 \times 125L$	2ヶ $\phi 25 \times 125L$
止水用コーキング材 (フランジ用)	2ヶ $\phi 25 \times 125L$	2ヶ $\phi 25 \times 125L$	2ヶ $\phi 25 \times 125L$	2ヶ $\phi 25 \times 125L$	2ヶ $\phi 25 \times 200L$	2ヶ $\phi 25 \times 200L$
六角ボルトセット	4セット M10 $\times$ 70L	4セット M10 $\times$ 70L	4セット M10 $\times$ 70L	4セット M10 $\times$ 100L	4セット M10 $\times$ 100L	4セット M10 $\times$ 100L

(2)センタードレン仕様 直管継手

サイズφ75～φ600

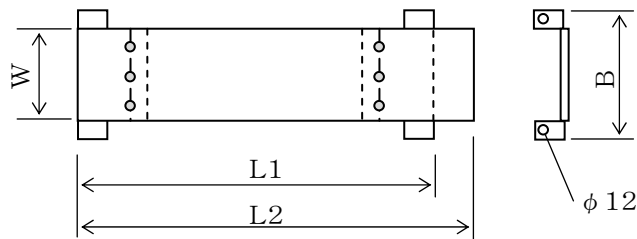
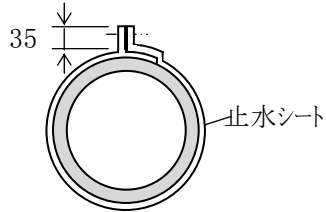


直管継手寸法表

呼称	山部内径 D(mm)	ピッチ (参考値) P(mm)	長さ L(mm)
75	93.5	13	100
100	121.0	15	120
150	175.5	18	155
200	238.0	25	205
250	291.5	27	270
300	349.0	30	300
350	403.0	35	350
400	459.0	38	380
450	526.0	40	400
500	577.0	45	450
600	695.0	55	550

※規格仕様については、商品改良の為、予告なしに変更する場合があります。

(3)センタードレン仕様 Pシート継手 φ250～φ450



寸法

呼径	φ250	φ300	φ350	φ400	φ450
L1	893	1068	1233	1405	1612
W1	210	210	280	280	280
L2	1040	1230	1395	1570	1775
W2	210	210	280	280	280

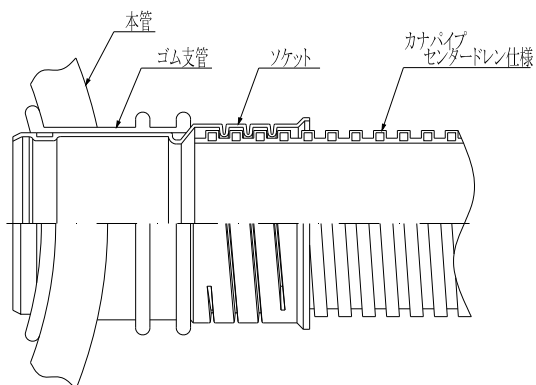
Pシート継手部品一覧表

呼径	φ250	φ300	φ350	φ400	φ450
パッキンシート L×W×t	1枚 1040×210×5	1枚 1230×210×5	1枚 1395×280×5	1枚 1570×280×5	1枚 1775×280×5
止水コーキング材 L×W×t	2ヶ 150×40×2			2ヶ 250×40×2	
ボルトセット	2セット M10×100				
取扱説明書	1枚				

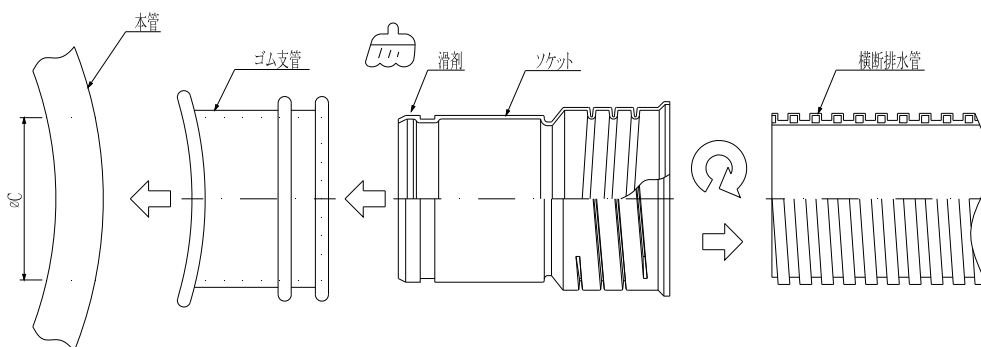
※ボルトセット(ボルト、ナット、ワッシャー)はSSクロメート処理

#### (4) ゴム支管継手 φ75～φ200

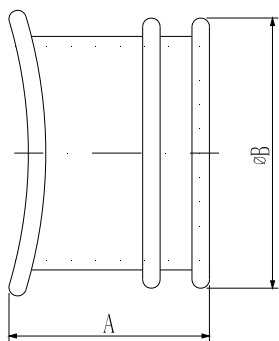
接続状況



接続手順

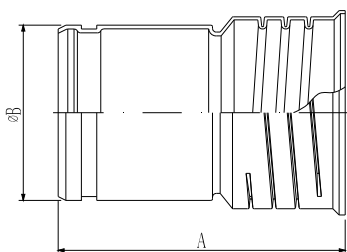


ゴム支管寸法



種類	長さ(mm)A	外径(mm)B	本管削孔径(mm)φC
φ75×300～600	97.0	114.0	95.0
φ100×300～600	103.5	140.0	120.0
φ150×300～600	116.1	192.0	170.0
φ200×300～600	132.0	245.0	220.0

ソケット寸法

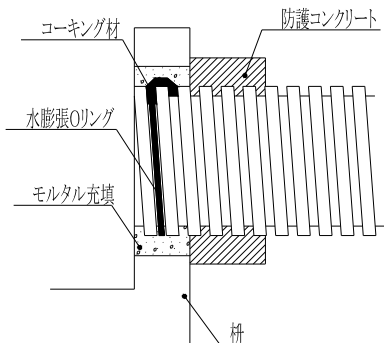


種類	長さ(mm)A	外径(mm)φB
φ75	166.0	89.0
φ100	186.0	114.0
φ150	209.0	165.0
φ200	254.0	216.0



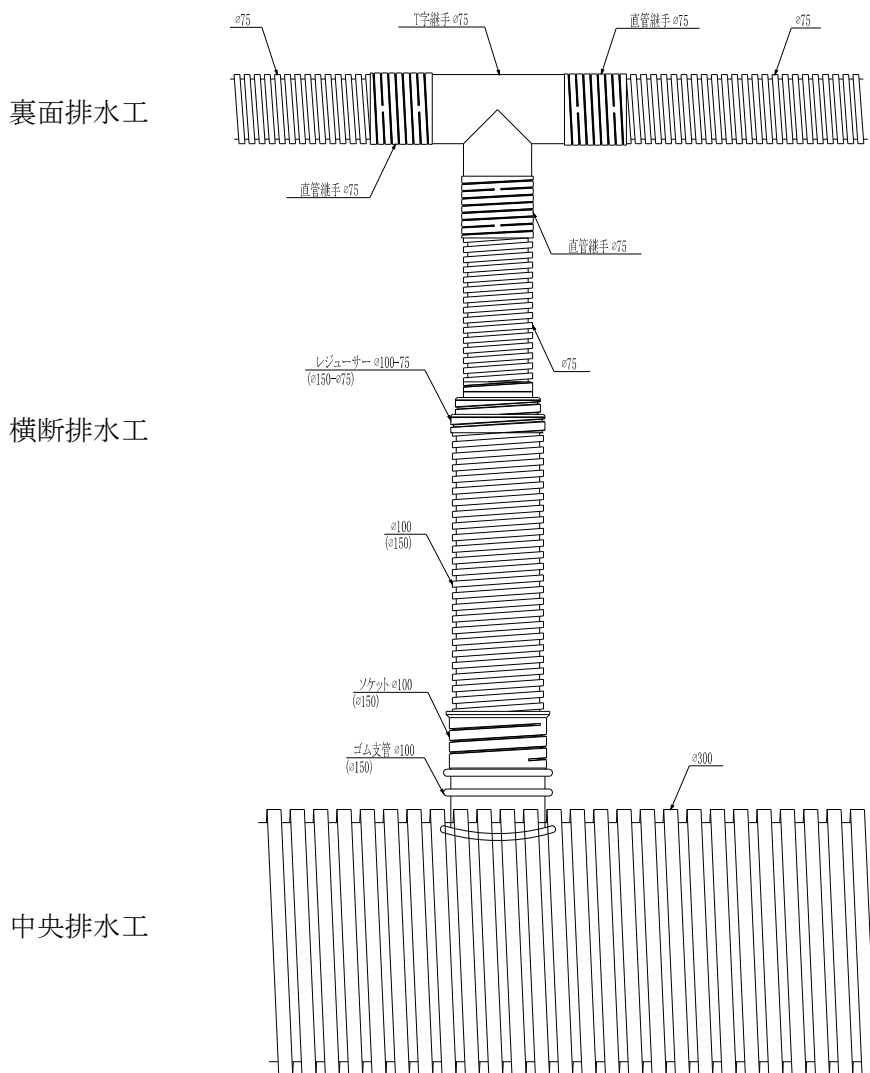
### (5) 柵用水膨張リング(カナパイプ J型用)

柵との接合には、止水性を高めるため水膨張リングを使用してください。



呼称	外径(mm)	内径(mm)	太さ(mm)	コーキング材(mm)
φ 300	310	290	10	2t×40w×100L
φ 350	350	330	10	2t×40w×150L
φ 400	400	380	10	2t×40w×200L
φ 450	460	440	10	2t×40w×250L
φ 500	500	480	10	2t×40w×400L
φ 600	590	570	10	2t×40w×600L

### (6) トンネル路盤・裏面排水工 取付概要



## 3-2. 管の接続方法

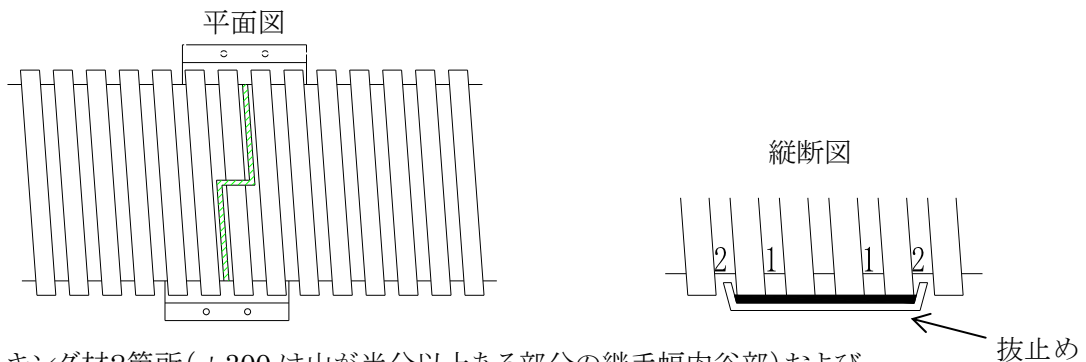
### (1) カナパイプ J型専用 鉄製半割継手

#### 1) 準備品

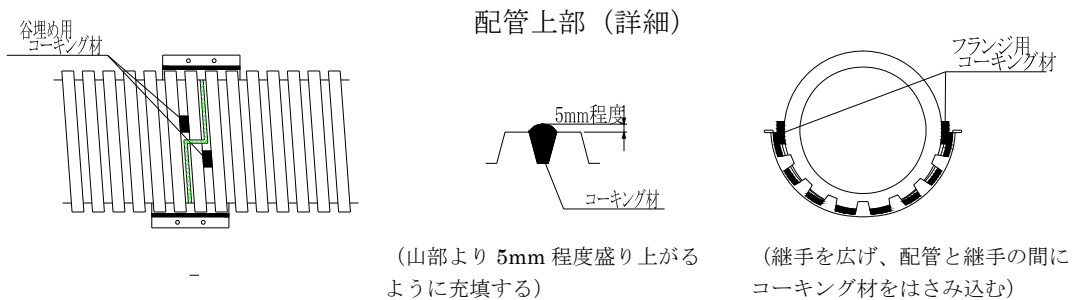
- ① 継手本体(パッキン付) 1セット(上型・下型)
- ② コーキング材(ブチルゴム) 3ヶ( $\phi 300 \sim \phi 500$ ) 谷埋め用は 125mm 1ヶを2分割して使用  
4ヶ( $\phi 550 \sim \phi 600$ ) 谷埋め用は 125mm を2ヶ使用
- ③ 六角ボルトセット 1セット(4組)

#### 2) 接続方法

- ① 半割継手 下型(幅大、パッキンシート付)の上に、配管を設置する。  
管の端カット部分を上にし、突き合わせるように管をセットする。  
この時、継手の抜け止めが各配管の2ピッチ目に入るようにする。  
( $\phi 300$  は垂直カットのため、山谷が続くよう位相を合わせ、管を回し突き合わせてください。)



- ② 谷埋め用コーキング材2箇所( $\phi 300$  は山が半分以上ある部分の継手幅内谷部)および、フランジ用コーキング材2箇所(フランジ幅長さ)、合計4箇所を設置する。



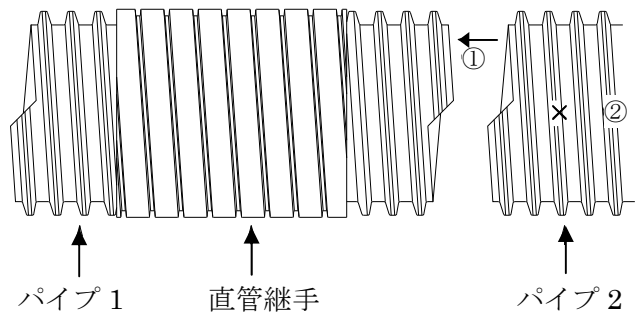
- ③ 上型(幅小)の半割継手を設置し、ボルト穴を合わせてボルト締めを行う。  
半割継手の設置時は、抜け止めが全て谷部に入るようにする。  
また、ボルト締め込み時は、フランジが密着するまで十分に締め込みを行う。



## (2)直管継手・・・カナパイプ センタードレン仕様

### 1) 必要材料

- ・直管継手(φ75～φ600)  
(充填剤は使用いたしません)
- ・継手の接続
  - ①パイプ1に直管継手を完全にネジ込み、右図の様にパイプ2を突き合わせる。
  - ②パイプ2の4山目(φ75、φ100は5山目)に×印を付ける。
  - ③直管継手の端が×印の所に来るまでネジ込む。



## (3)鋼製半割継手(φ300～φ600)・・・カナパイプ センタードレン仕様

### 1) 必要材料

- |                |               |
|----------------|---------------|
| ①半割継手 上型(幅大)   | 1個(パッキンシート付き) |
| ②半割継手 下型(幅小)   | 1個(パッキンシート付き) |
| ③ボルト・ナット・ワッシャー | 1セット(4本)      |
| ④止水用コーキング材     | 2本(2箇所分)      |
| ⑤止水用ブロック       | 2個            |

作業前に確認  
して下さい。

### 2) カット方法・・・エルボ、チーズ、クロス、レジャーサー 部品との接続の場合

- ①パイプどうしの接続は、パイプの端カット部を上部に突き合わせて、接続して下さい。  
カット処理をする必要はありません。
- ②パイプとエルボ部品を接続する場合で、各々の端カット位置が合わない場合は、部品の端カット部に合うようにパイプの方をのこぎり、ジグソー等でカット処理して下さい。(図1)

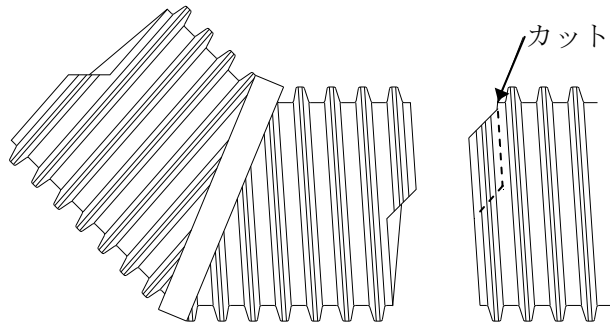


図1 上から見た図

### 3) 接続方法

①半割継手 下型(幅小)の上にパイプをセットして下さい。

この時、パイプの端カット部を上部にし、突き合わせるパイプがそれぞれ1山ずつ継手に入るようにして下さい。(図2参照)

抜け止めパイプの山にのると、ボルトが届かなかったり、水漏れの原因にもなります。

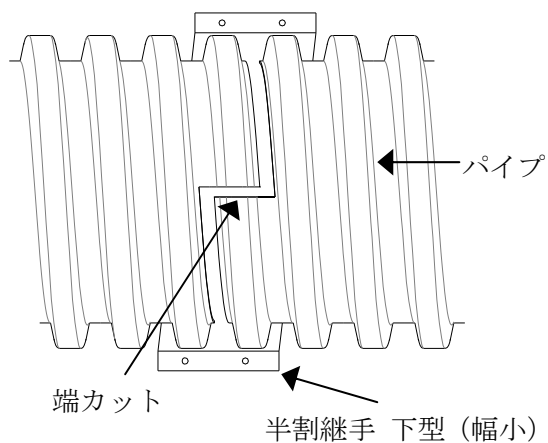
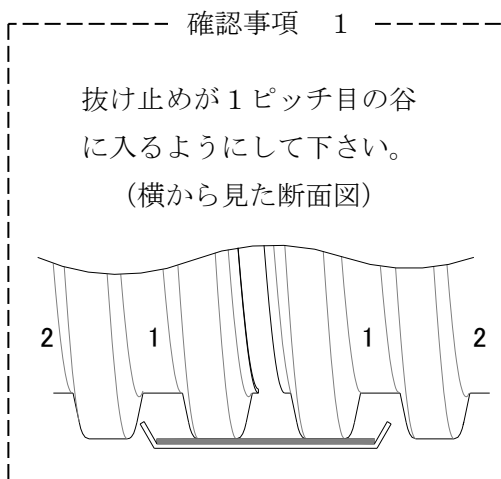


図2



②パイプ谷部にコーキング材及びブロックを充填して下さい。(図3、4参照)

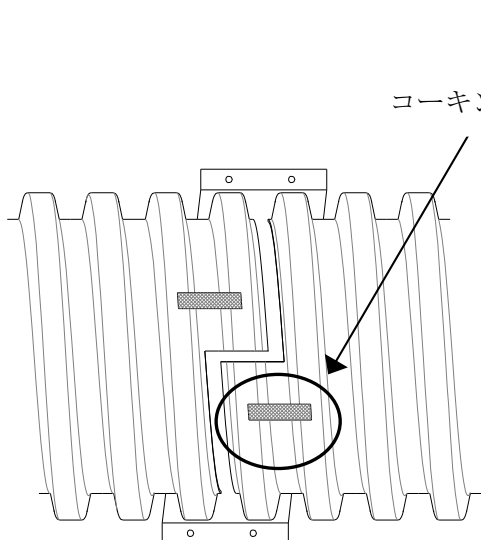


図3

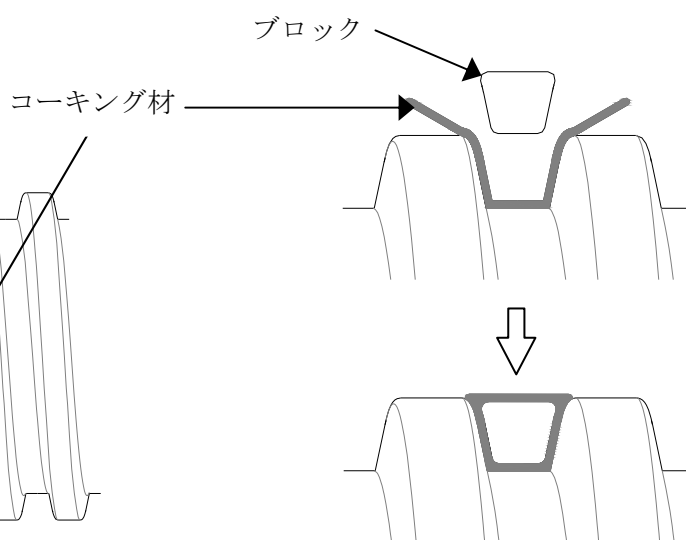


図4

③残りの半割継手 上型をセットして下さい。(図5参照)  
 この時、半割継手 下型のボルト穴と上型のボルト穴を合わせるようにして下さい。

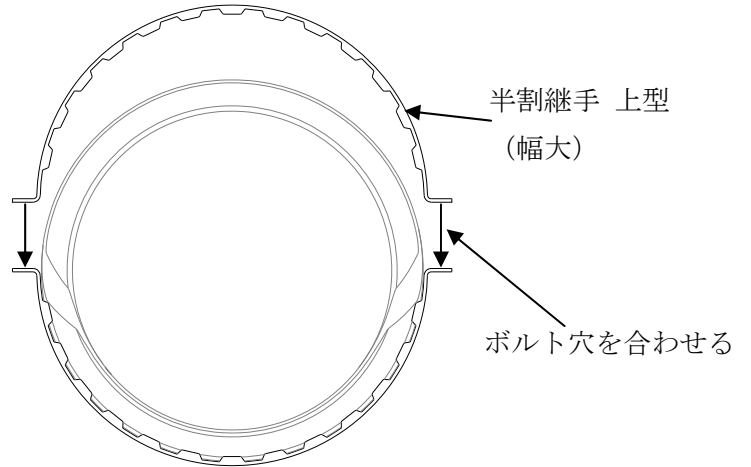
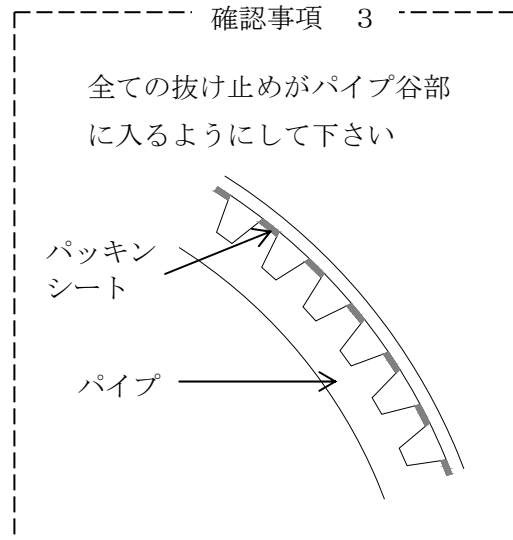
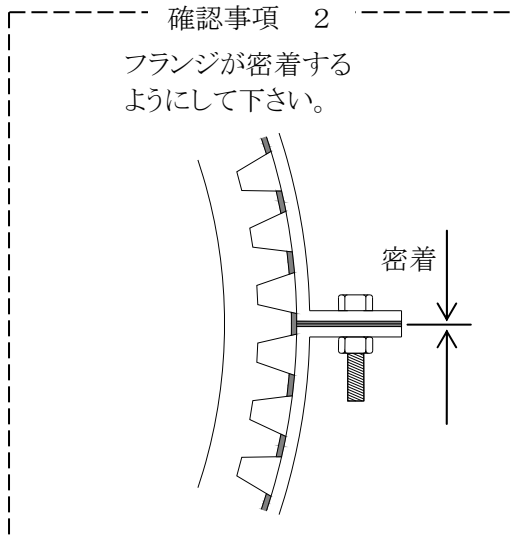


図5

④付属のボルトでフランジ同士が密着するまで締めこんでください。



4) 接続完了図  
 図6、7参照

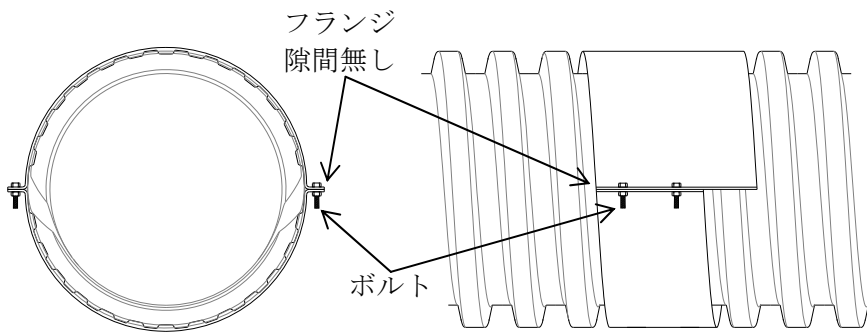


図6

図7

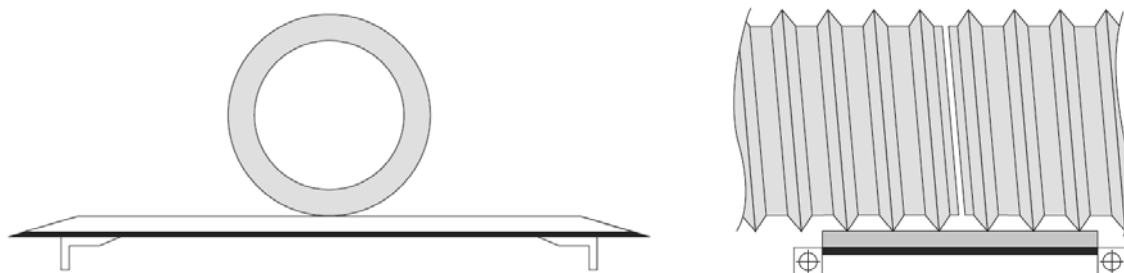
#### (4)Pシート継手

##### 1) 必要材料

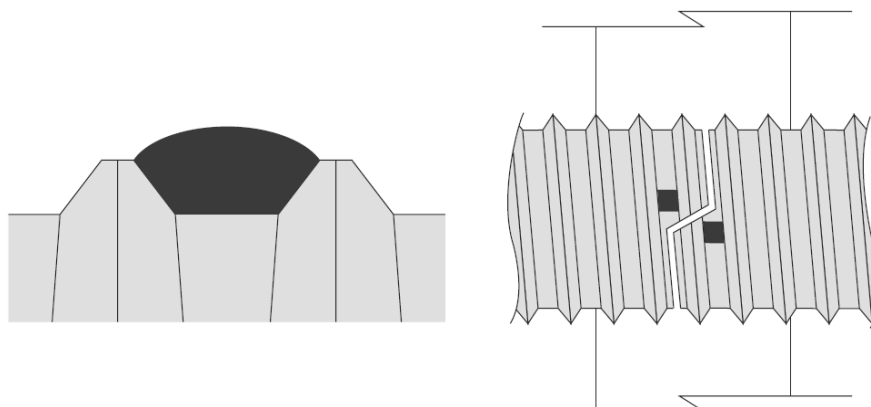
- ①継手本体 1枚
- ②ボルトセット 1セット
- ③止水用パッキンシート 1枚
- ④止水用コーキング材 2本(2箇所分)

##### 2) 接続方法

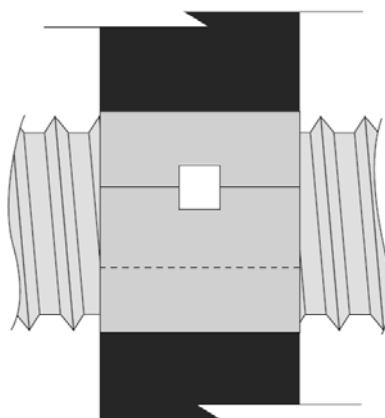
①継手の上にパッキンシートを敷き、その上にパイプの端が継手の真中にくるようにパイプをセットします。



②パイプ谷部に止水用コーキング材を充填します。

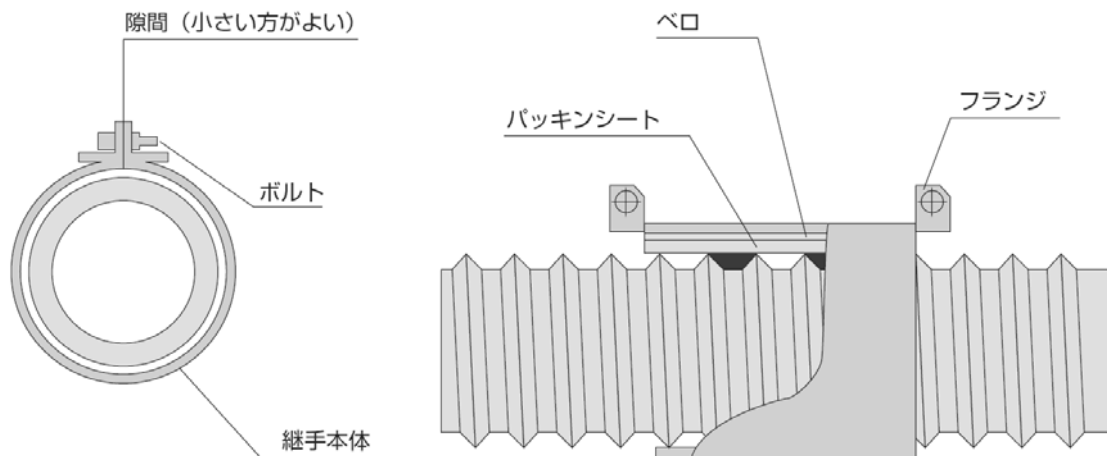


③パッキンシートを引っ張りぎみに巻き付け、ビニールテープ等で止めます。



④継手本体をベロが片側のフランジの下側にくるように丸め、パイプの真上でボルトを1本ずつ均等に締めます。  
(ボルトで締めていく際、ベロが外側に膨らむときは、パッキンシートになじむように押し付けてください)

⑤接続完了図



## 4. 水理設計

### 4-1. 流速・流量計算

流量計算においては、最も多く採用されている Manning の平均流速公式を採用します。

$$Q = A \cdot V$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$$

ここにおいて

- Q: 流量 (m<sup>3</sup>/s)
- V: 平均流速 (m/sec)
- A: 流積 (m<sup>2</sup>)
- n: 粗度係数 (n=0.010)
- R: 径深 (m)
- I: 水面勾配

但し  $A = \frac{d^2}{8} (\theta - \sin \theta)$

$$P = \frac{1}{2} \cdot \theta \cdot d$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{d}{4} \left( 1 - \frac{\sin \theta}{\theta} \right)$$

$$h = \frac{d}{2} \left( 1 - \cos \frac{\theta}{2} \right)$$

$\theta$  はラジアン単位です。degree(度)への変換は次のようになります。

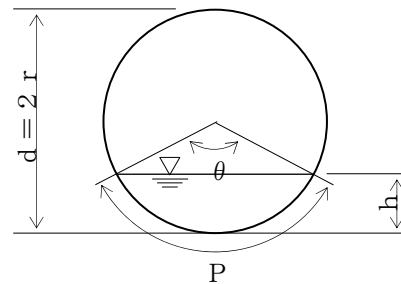
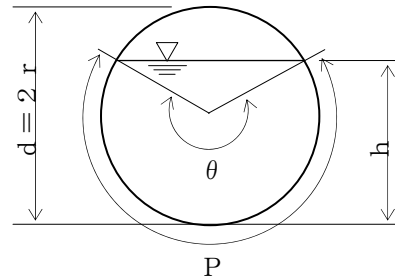
$$\theta(\text{度}) = \frac{180^\circ \theta(\text{ラジアン})}{\pi(\text{円周率})}$$

満水の場合

$$h = d, R = \frac{d}{4}, A = \frac{\pi}{4} \cdot d^2, P = \pi \cdot d \text{ より}$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot \left( \frac{d}{4} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \quad Q = V \cdot \left( \frac{\pi \cdot d^2}{4} \right)$$

満水状態で管径を決定する場合は、流量に約 20%の余裕をみて設計した方が良くとされています。



P: 潤辺長(m)    h: 水深(m)

d: 内径(m)

$\theta$ : 水面が中心となす角度(ラジアン)



## 4-2. 水理諸係数

### (1) 満水での諸係数

次に示すV係数、Q係数を使えば、満水の流速・流量が簡単に計算できます。

$$V = (\text{V係数}) \times \text{勾配} (\text{m/s})$$

$$Q = (\text{Q係数} \times \text{勾配} (\text{m}^3/\text{s}))$$

例えば、カナパイプ J型で勾配1/100、φ 300では、

$$V = 17.784 \times \sqrt{1/100} = 1.778 (\text{m/s})$$

$$Q = 1.263 \times \sqrt{1/100} = 0.126 (\text{m}^3/\text{s}) \text{ となります。}$$

#### 1) カナパイプ J型

満水での諸係数

粗度係数	n=0.010					
サイズ	内径 d (mm)	径深 R (m)	$R^{2/3}$	流積 A ( $\text{m}^2$ )	V 係数 $1/n \times R^{2/3}$	Q 係数 V 係数 $\times$ A
φ 300	300.0	0.075	0.17784	0.07069	17.784	1.263
φ 350	350.0	0.088	0.19709	0.09621	19.709	1.892
φ 400	400.0	0.100	0.21544	0.12566	21.544	2.715
φ 450	459.0	0.115	0.23614	0.16547	23.614	3.896
φ 500	500.0	0.125	0.25000	0.19635	25.000	4.900
φ 600	600.0	0.150	0.28231	0.28274	28.231	7.989

#### 2) カナパイプ センタードレン仕様

満水での諸係数

粗度係数	n=0.010					
サイズ	内径 d (mm)	径深 R (m)	$R^{2/3}$	流積 A ( $\text{m}^2$ )	V 係数 $1/n \times R^{2/3}$	Q 係数 V 係数 $\times$ A
φ 75	75.0	0.019	0.07058	0.00442	7.058	0.028
φ 100	101.0	0.025	0.08607	0.00801	8.607	0.069
φ 150	149.0	0.037	0.11154	0.01744	11.154	0.190
φ 200	200.0	0.050	0.13572	0.03142	13.572	0.421
φ 250	251.0	0.063	0.15791	0.04948	15.791	0.774
φ 300	302.0	0.076	0.17863	0.07163	17.863	1.286
φ 350	347.0	0.087	0.19597	0.09457	19.597	1.862
φ 400	400.0	0.100	0.21544	0.12566	21.544	2.715
φ 450	459.0	0.115	0.23614	0.16547	23.614	3.896
φ 500	500.0	0.125	0.25000	0.19635	25.000	4.900
φ 600	600.0	0.150	0.28231	0.28274	28.231	7.989

## (2) 流水深さに関する諸係数

流水深さに関する諸係数は次表のようになります。

流量は $h=0.94d$ の時、流速は $h=0.81d$ の時最大となります。

h : 水位 (m)

d : パイプ直径 (m)

ある流水深さの流速、流量は次のように求めます。

$V = \text{満水時の流速} \times \text{流速比}$

$Q = \text{満水時の流量} \times \text{流量比}$

例えば、カナパイプ J型で勾配1/100、 $\phi 300$ 、水深80%では、

$V = 1.778 \times 1.1397 = 2.026(\text{m/s})$

$Q = 0.126 \times 0.9775 = 0.123(\text{m}^3/\text{s})$ となります。

流水深さに関する諸係数

流水深さの割合 h/d	満流を1とした場合に対する割合			
	流積比	径深比	流速比	流量比
1.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
0.95	0.9813	1.1458	1.0950	1.0745
0.94	0.9775	1.1579	1.1027	1.0757
0.90	0.9480	1.1921	1.1243	1.0658
0.85	0.9059	1.2131	1.1374	1.0304
0.81	0.8677	1.2172	1.1400	0.9892
0.80	0.8576	1.2168	1.1397	0.9775
0.70	0.7477	1.1849	1.1198	0.8372
0.60	0.6265	1.1106	1.0724	0.6718
0.50	0.5000	1.0000	1.0000	0.5000

### 4-3. 流速・流量表(満水時)

Manning の式に基づく満水時の計算結果を示します。  
 計算は実内径を用いています。

(粗度係数=0.010)

呼称	カナパイプ J型									
	300		350		400		450		500	
項目 勾配	流速 m/sec	流量 ℓ/sec	流速 m/sec	流量 ℓ/sec	流速 m/sec	流量 ℓ/sec	流速 m/sec	流量 ℓ/sec	流速 m/sec	流量 ℓ/sec
1/10	5.624	397.6	6.233	599.7	6.813	856.1	7.467	1235.6	7.906	1552.3
1/20	3.977	281.1	4.407	424.0	4.817	605.3	5.280	873.7	5.590	1097.6
1/30	3.247	229.5	3.598	346.2	3.933	494.2	4.311	713.3	4.564	896.1
1/40	2.812	198.8	3.116	299.8	3.406	428.0	3.734	617.9	3.953	776.2
1/50	2.515	177.8	2.787	268.1	3.047	382.9	3.340	552.7	3.536	694.3
1/100	1.778	125.7	1.971	189.6	2.154	270.7	2.361	390.7	2.500	490.9
1/200	1.258	88.9	1.394	134.1	1.523	191.4	1.670	276.3	1.768	347.1
1/300	1.027	72.6	1.138	109.5	1.244	156.3	1.363	225.5	1.443	283.3
1/400	0.889	62.8	0.985	94.8	1.077	135.3	1.181	195.4	1.250	245.4
1/500	0.795	56.2	0.881	84.8	0.963	121.0	1.056	174.7	1.118	219.5
1/1000	0.562	39.7	0.623	59.9	0.681	85.6	0.747	123.6	0.791	155.3
1/2000	0.398	28.1	0.441	42.4	0.482	60.6	0.528	87.4	0.559	109.8

(粗度係数=0.010)

呼称	カナパイプ J型		カナパイプ センタードレン仕様							
	600		75		100		150		200	
項目 勾配	流速 m/sec	流量 ℓ/sec	流速 m/sec	流量 ℓ/sec	流速 m/sec	流量 ℓ/sec	流速 m/sec	流量 ℓ/sec	流速 m/sec	流量 ℓ/sec
1/10	8.927	2524.0	2.232	9.9	2.722	21.8	3.527	61.5	4.292	134.9
1/20	6.313	1784.9	1.578	7.0	1.925	15.4	2.494	43.5	3.035	95.4
1/30	5.154	1457.2	1.289	5.7	1.571	12.6	2.036	35.5	2.478	77.9
1/40	4.464	1262.2	1.116	4.9	1.361	10.9	1.764	30.8	2.146	67.4
1/50	3.992	1128.7	0.998	4.4	1.217	9.7	1.577	27.5	1.919	60.3
1/100	2.823	798.2	0.706	3.1	0.861	6.9	1.115	19.4	1.357	42.6
1/200	1.996	564.3	0.499	2.2	0.609	4.9	0.789	13.8	0.960	30.2
1/300	1.630	460.9	0.407	1.8	0.497	4.0	0.644	11.2	0.784	24.6
1/400	1.412	399.2	0.353	1.6	0.430	3.4	0.558	9.7	0.679	21.3
1/500	1.263	357.1	0.316	1.4	0.385	3.1	0.499	8.7	0.607	19.1
1/1000	0.893	252.5	0.223	1.0	0.272	2.2	0.353	6.2	0.429	13.5
1/2000	0.631	178.4	0.158	0.7	0.192	1.5	0.249	4.3	0.303	9.5

(粗度係数=0.010)

呼称	カナパイプ センタードレン仕様									
	250		300		350		400		450	
項目 勾配	流速 m/sec	流量 ℓ/sec	流速 m/sec	流量 ℓ/sec	流速 m/sec	流量 ℓ/sec	流速 m/sec	流量 ℓ/sec	流速 m/sec	流量 ℓ/sec
1/10	4.994	247.1	5.649	404.6	6.197	586.1	6.813	856.1	7.467	1235.6
1/20	3.531	174.7	3.994	286.1	4.382	414.4	4.817	605.3	5.280	873.7
1/30	2.883	142.7	3.261	233.6	3.578	338.4	3.933	494.2	4.311	713.3
1/40	2.497	123.6	2.824	202.3	3.098	293.0	3.406	428.0	3.734	617.9
1/50	2.233	110.5	2.526	180.9	2.771	262.1	3.047	382.9	3.340	552.7
1/100	1.579	78.1	1.786	127.9	1.960	185.4	2.154	270.7	2.361	390.7
1/200	1.117	55.3	1.263	90.5	1.386	131.1	1.523	191.4	1.670	276.3
1/300	0.912	45.1	1.031	73.9	1.131	107.0	1.244	156.3	1.363	225.5
1/400	0.790	39.1	0.893	64.0	0.980	92.7	1.077	135.3	1.181	195.4
1/500	0.706	34.9	0.799	57.2	0.876	82.8	0.963	121.0	1.056	174.7
1/1000	0.499	24.7	0.565	40.5	0.620	58.6	0.681	85.6	0.747	123.6
1/2000	0.353	17.5	0.399	28.6	0.438	51.4	0.482	60.6	0.528	87.4

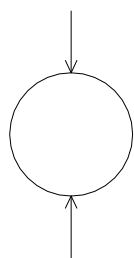
(粗度係数=0.010)

呼称	カナパイプ センタードレン仕様							
	500		600					
項目 勾配	流速 m/sec	流量 l/sec	流速 m/sec	流量 l/sec				
1/10	7.906	1552.3	8.927	2524.0				
1/20	5.590	1097.6	6.313	1784.9				
1/30	4.564	896.1	5.154	1457.2				
1/40	3.953	776.2	4.464	1262.2				
1/50	3.536	694.3	3.992	1128.7				
1/100	2.500	490.9	2.823	798.2				
1/200	1.768	347.1	1.996	564.3				
1/300	1.443	283.3	1.630	460.9				
1/400	1.250	245.4	1.412	399.2				
1/500	1.118	219.5	1.263	357.1				
1/1000	0.791	155.3	0.893	252.5				
1/2000	0.559	109.8	0.631	178.4				

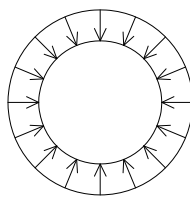
## 5. 埋設設計

### 5-1. 管に作用する荷重

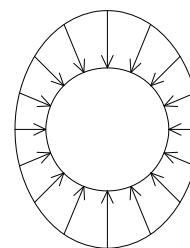
土圧に耐えるには、管の内径と外径との差、つまり管の厚さが必要ですが、カナパイプJ型・センタードレン仕様は独特なリブを持つ断面形状によって、この問題を解決しました。つまりリブ形状によって、管自体の耐土圧力を強化し、対応性のあるパイプとなりました。そのためパイプに外圧荷重がかかると、パイプはその対応性ゆえに水平方向に広がろうとし、周囲の土壁を圧迫します。その結果、水平方向の抵抗土圧がプラスに働き、パイプ全面にわたってほぼ等分布に外圧荷重が分散し、大きな土圧、外圧にも十分耐えることが可能なのです。



集中荷重を受けるパイプ



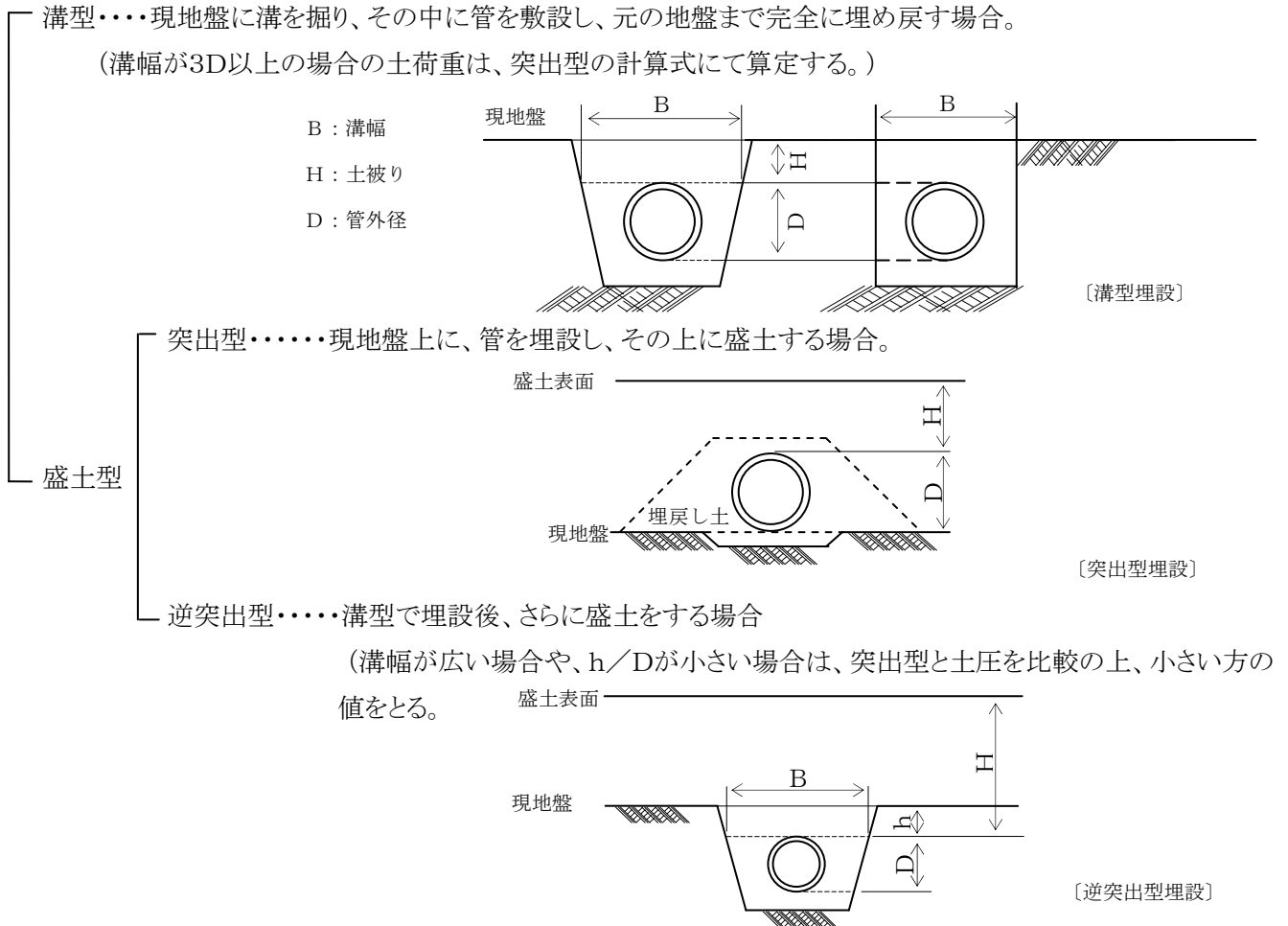
カナパイプJ型・センタードレン仕様に加わる土圧



剛性パイプに加わる土圧

## 5-2. 埋設方法の分類

埋設管は、その埋設形態により次図のように分類されます。



## 5-3. 管に作用する荷重計算

地中に埋設されたパイプに大きな影響を及ぼす鉛直土圧による荷重と走行車輛による荷重について検討します。

$$q = W + W'$$

q : 埋設管に作用する荷重 (kN/m)

W : 鉛直土圧による荷重 (kN/m)

W' : 車輛等による荷重(活荷重) (kN/m)

## 5-4. 鉛直土圧による荷重

撓性管の鉛直土圧は、埋設状態毎に次式により算出を行う。

Marstonの公式

$$\text{溝型} : W = C_d \cdot \gamma \cdot B \cdot D$$

$$\text{突出型} : W = C_c \cdot \gamma \cdot D \cdot D$$

$$\text{逆突出型} : W = C_n \cdot \gamma \cdot B \cdot D$$

W : 鉛直土圧による荷重 (kN/m)

C<sub>d</sub> : 溝状態の土圧係数 (—)

C<sub>c</sub> : 突出状態の土圧係数 (—)

C<sub>n</sub> : 逆突出状態の土圧係数 (—)

γ : 土の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

B : 管頂部の掘削幅 (m)

D : 管の外径 (m)

参考文献

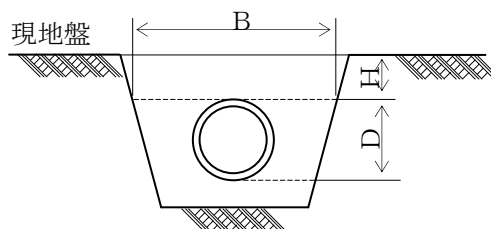
- ・地盤工学会 コルゲートメタルカルバート・マニュアル
- ・パイプラインシステムハンドブック

## (1) 溝型埋設の場合

### 1) 溝管に作用する鉛直荷重

右図のように溝の壁面との間に上向きの摩擦力が働き、埋設管に加わる鉛直荷重は土被り荷重よりも小さくなります。

Marston によると埋戻土の全荷重から側壁に沿った摩擦力を差し引いたものが管に働く荷重と考えるものであり、次式を与えています。



$$W = C_d \cdot \gamma \cdot B \cdot D$$

$$\text{但し、} C_d = \frac{1 - \exp(-2K\mu \cdot H/B)}{2K\mu}$$

$W$  : 溝管に働く鉛直荷重 (kN/m)

$e$  : 自然対数の底 (=2.7183)

$C_d$  : 溝管にかかる荷重係数 (-)

$\gamma$  : 土の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>) = 18(kN/m<sup>3</sup>)を採用する。

$B$  : 管頂部の掘削幅 (m)

$D$  : 管外径 (m)

$K$  : 埋戻土の主働土圧係数 (-)

$\mu$  : 埋戻土の内部摩擦係数 (-)

$K\mu$  : 摩擦係数 (-) = 0.15

$H$  : 土被り (m)

### 2) 広幅溝管に作用する鉛直荷重

この場合は、溝管の式によって鉛直荷重を求めますが、これらの式によって与えられる鉛直荷重は溝幅の関数であり、溝幅が広い程、荷重は大きくなります。

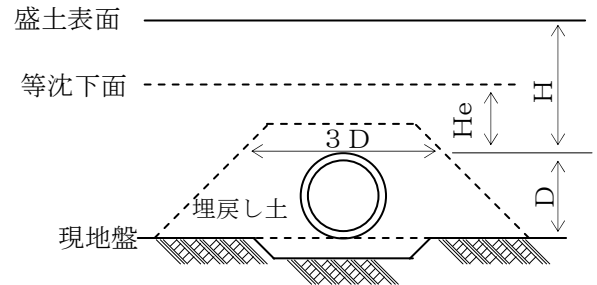
このことから広幅溝管に用いる時は実状に合わない過大な値となってしまうことがあり、この場合は後述の突出管として取り扱う方が妥当です。

よって広幅溝管は、溝管と突出管の両者比較計算を行い、小さい方の値をとることとします。

## (2) 盛土型埋設の場合

### 1) 突出管に作用する鉛直荷重

Marston の理論によれば、沈下比の正負に応じて管上方と側方との土柱の境界に働く剪断力の方向が、下向きと上向きになります。一般的に剛性管では沈下比は正で、撓性管では負になると考えてよく、突出管に作用する鉛直荷重は次式により与えられます。



Marstonの公式より次式にて算定を行う。

$$W = C_c \cdot \gamma \cdot D \cdot D$$

ここにおいて $C_c$ は等沈下面 $H_e$ と土被り $H$ との関係により次の様に分類できます。

$H_e \geq H$  (完全溝状態の時)

$$C_c = \frac{1 - \exp(-2K\mu \cdot H/D)}{2K\mu}$$

$H_e < H$  (不完全溝状態の時)

$$C_c = \frac{1 - \exp(-2K\mu \cdot H_e/D)}{2K\mu} + (H/D - H_e/D) \times \exp(-2K\mu \cdot H_e/D)$$

又上式上中の $H_e$ は次式によります。

$$\exp(-2K\mu \cdot H_e/D) + 2K\mu \cdot H_e/D = -2K\mu \cdot \delta_1 \cdot P_1 + 1$$

但し、 $W$  : 突出管に働く鉛直荷重 (kN/m)

$C_c$  : 突出管にかかる荷重係数 (—)

$\gamma$  : 土の単位体積重量(kN/m<sup>3</sup>) = 18 (通常この数値を採用する。)

$D$  : 管の外径 (m)

$H_e$  : 突出状態における等沈下面 (m)

$\delta$  : 突出管における沈下比 (—)

撓性管の場合は、一般に $-0.4 \sim 0$ ですが、 $-0.2$ を採用します。

$P_1$  : 突出管における突出比 (—)

現地盤から管頂部までの鉛直距離を管外径で割った値で、通常 $P_1=1$ です。

$K$  : 埋戻土の主働土圧係数 (—)

$\mu$  : 埋戻し土の内部摩擦係数 (—)

$K \cdot \mu = 0.15$ を採用します。

$H$  : 土被り (m)

$e$  : 自然対数の底 (=2.7183)

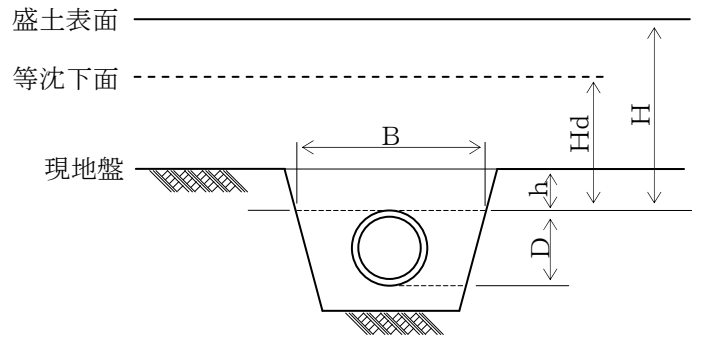


2) 逆突出管に作用する鉛直荷重

逆突出型に作用する鉛直荷重は次式により与えられます。

$$W = C_n \cdot \gamma \cdot B \cdot D$$

ここにおいて $C_n$ は等沈下面 $H_d$ と土被り $H$ との関係により次の様に分類できます。



$$H \leq H_d (\text{完全溝状態の時}) \quad C_n = \frac{1 - \exp(-2K\mu \cdot H/B)}{2K\mu}$$

$H > H_d$  (不完全溝状態)の時

$$C_n = \frac{1 - \exp(-2K\mu \cdot H_d/B)}{2K\mu} + (H/B - H_d/B) \times \exp(-2K\mu \cdot H_d/B)$$

また、式中の $H_d$ は次式より求めます。

$$\exp(-2K\mu \cdot H_d/B) + 2K\mu \cdot H_d/B = -2K\mu \cdot \delta_2 \cdot P_2 + 1$$

但し  $W$  : 逆突出管に働く鉛直荷重 (kN/m)

$C_n$  : 逆突出状態の荷重係数 (—)

$\gamma$  : 土の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>) = 18 (kN/m<sup>3</sup>)を採用します。

$B$  : 管頂部における溝幅 (m)

$D$  : 管外径 (m)

$H_d$  : 逆突出状態における等沈下面 (m)

$\delta_2$  : 逆突出状態における沈下比 (—)

撓性管の場合は一般に $-0.75 \sim -1.0$ ですが、 $-0.85$ を採用します。

$P_2$  : 逆突出管における突出比 (—) =  $h_1/B$

現地盤から管頂部までの鉛直距離 $h_1$ を管頂部における溝幅で割った値です。

$K$  : 埋戻土の主働土圧係数 (—)

$\mu$  : 埋戻し土の内部摩擦係数 (—)

$K \cdot \mu = 0.15$ を採用します。

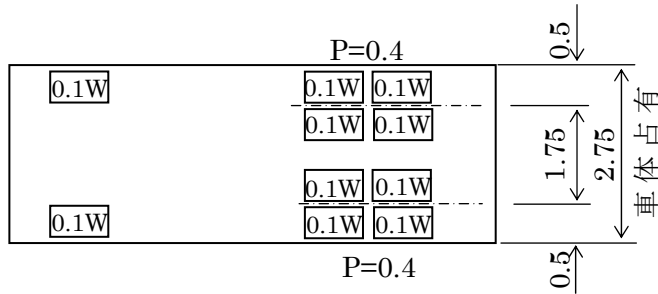
$H$  : 土被り (m)

$e$  : 自然対数の底 (= 2.7183)

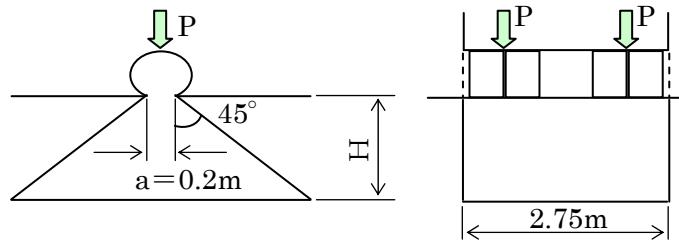
### 5-5. 車輛による荷重(活荷重)・・・W'

車輛による路面荷重の地中への伝播は、ある一定の角度で分散するものとして扱い、施工機械の荷重に対して30度分散、施工後のトラック荷重に対しては45度分散とみなします。

#### (1)トラック荷重



総荷重 (kN)	輪荷重 (kN)		輪帯幅 (m)		車輪接地長 a (m)
	前輪(片側)	後輪(片側)	前輪 b1	前輪 b2	
250	25	100	0.125	0.5	0.2
200	20	80	0.125	0.5	0.2
140	14	56	0.125	0.5	0.2



$$W' = \frac{2P \cdot D \cdot \beta \cdot (1+i)}{2.75 \times b} = \frac{P \cdot D \cdot \beta \cdot (1+i)}{2.75 \times (H+0.1)}$$

W' : 管に働く活荷重 (kN/m) {tf/m}

P : 後輪片側荷重 (トラック総荷重×0.4) (kN/m)

b : 埋設管頂部におけるトラック荷重分布幅(m)

$$b = 2H \cdot \tan 45^\circ + 0.2 = 2(H+0.1)$$

β : 減少係数 (—)

土被り H ≤ 1mかつ、内径またはスパン ≥ 4.0mの場合 ----- 1.0

上記以外の場合 ----- 0.9

i : 衝撃係数 (—)

i は土被り Hにより下表の通りとなる。

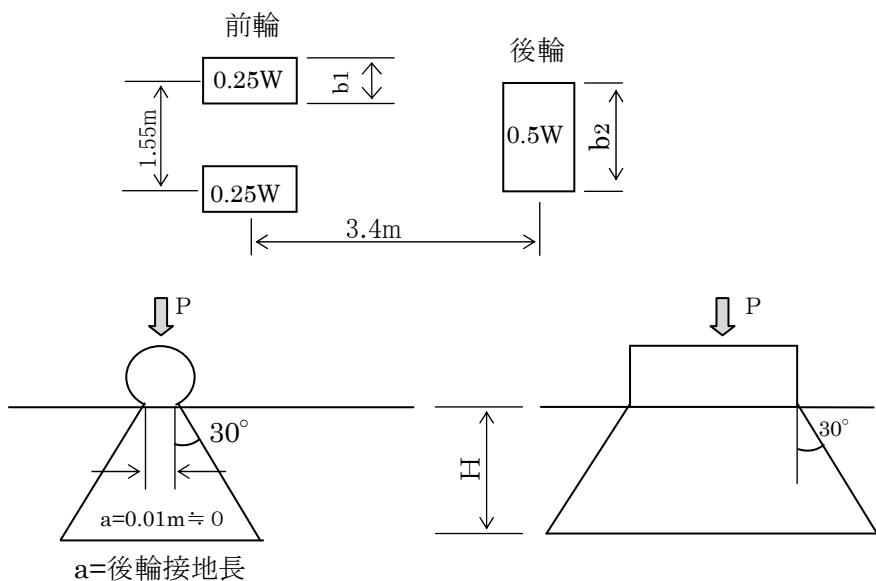
土被り H(m)	H < 1.5	1.5 ≤ H < 6.5	6.5 ≤ H
衝撃係数 i(—)	0.5	0.65 - 0.1H	0

## (2) 施工機械による活荷重

### ① ローラー荷重(マカダムローラー)

ローラー荷重は、通常、線荷重(1cm 当り荷重)にて標記されており、計算上においては、車輪接地長  $a=1\text{cm}$  は微小であることから、考慮しないものとします。

なお、計算上においては、後輪荷重にて検討を行います。



総荷重 (kN)	後輪荷重P (kN)	前輪接地幅b1 (m)	後輪接地幅b2 (m)
140	70	0.55	1.1
100	50	0.55	1.1

上表は、日立建機 CS125(標準仕様、14t仕様)を参考にしています。

(建設機械メーカーによっては、異なる可能性があります。)

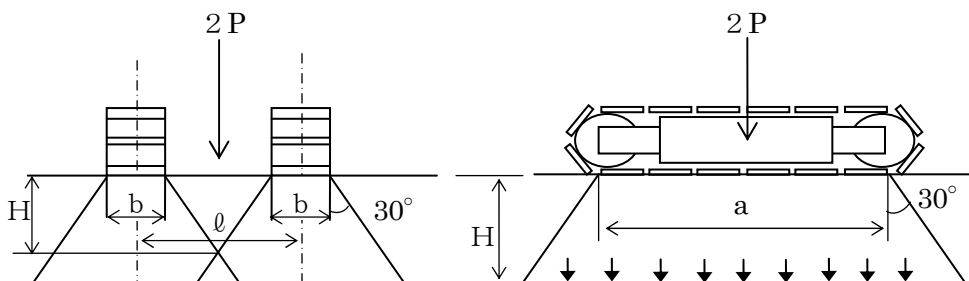
$$W' = \frac{P \cdot D}{2H \tan 30^\circ \times (2H \tan 30^\circ + b_2)}$$

- $W'$  : 管に働く活荷重 (kN/m)
- $P$  : 後輪荷重(総荷重×0.5) (kN)
- $D$  : 管の外径 (m)
- $H$  : 土被り (m)
- $b_2$  : 後輪接地幅 (m)

②ブルドーザー、重ダンプ、スクレーパーによる荷重

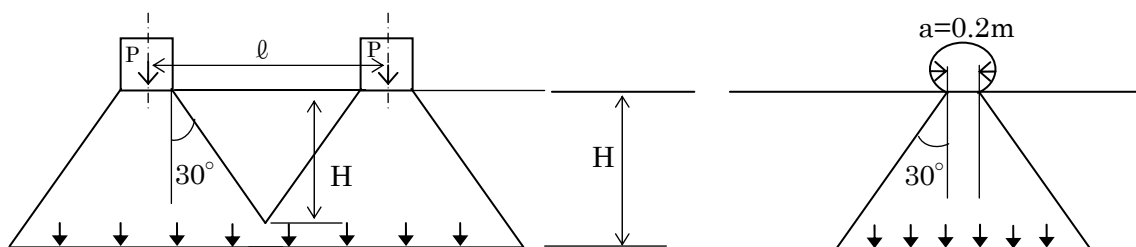
<ブルドーザー仕様>

記号	機種	D5H (CAT)	D85A (小松)	D155A (小松)	D10N (CAT)	D11N (CAT)
—	全装備荷重(kN)	120.5	244.4	419.5	628.0	953.5
P	片側荷重(kN)	60.25	122.2	209.75	314.0	476.75
b	履帯幅(m)	0.46	0.56	0.56	0.61	0.71
a	接地長(m)	2.305	2.84	3.15	3.875	4.44
$\ell$	履帯中心間隔(m)	1.80	2.00	2.14	2.55	2.895
H'	輪荷重の交点(m)	1.16	1.25	1.37	1.68	1.89



<重ダンプ、スクレーパー>

記号	車輦名	ダンプトラック 320kN	ダンプトラック 460kN	自走式 スクレーパー
—	全装備荷重(kN)	598.55	834.25	869.0
P	後輪片側荷重(kN)	203.48	283.63	283.63
b	車輪幅(m)	1.16	1.34	0.76
a	接地長(m)	0.20	0.20	0.20
$\ell$	車輪中心間隔(m)	2.55	2.77	2.36
H'	輪荷重の交点(m)	1.20	1.24	1.39



ブルドーザー、重ダンプ、スクレーパーによる活荷重は、土被り(H)により次のようになります。

$$H \leq \frac{\ell - b}{2 \tan 30^\circ} \text{ の時}$$

$$W' = \frac{(1+i) \times P \times D}{(2H \tan 30^\circ + a)(2H \tan 30^\circ + b)}$$

$$H > \frac{\ell - b}{2 \tan 30^\circ} \text{ の時}$$

$$W' = \frac{(1+i) \times P \times D \times 2}{(2H \tan 30^\circ + a)(2H \tan 30^\circ + \ell + b)}$$

- 但し W' : 管に働く活荷重(kN/m)  
 P : 履帯または後輪の片側荷重(kN)  
 H : 土被り(m)  
 ℓ : 履帯または車輪中心間隔(m)  
 a : 履帯または車輪の接地長(m)  
 b : 履帯又は車輪の幅(m)  
 i : 衝撃係数(-)

i は土被り Hにより下表の通りとなる。

土被り H(m)	H < 1.5	1.5 ≤ H < 6.5	6.5 ≤ H
衝撃係数 i(-)	0.5	0.65 - 0.1H	0