

本社：〒101-0021 東京都千代田区外神田4-14-1 秋葉原UDX 13階

●本社の担当部署は下記の通りですのでご照会下さい。

道路・土木商品部：TEL 03-6625-6210 FAX03-6625-6211

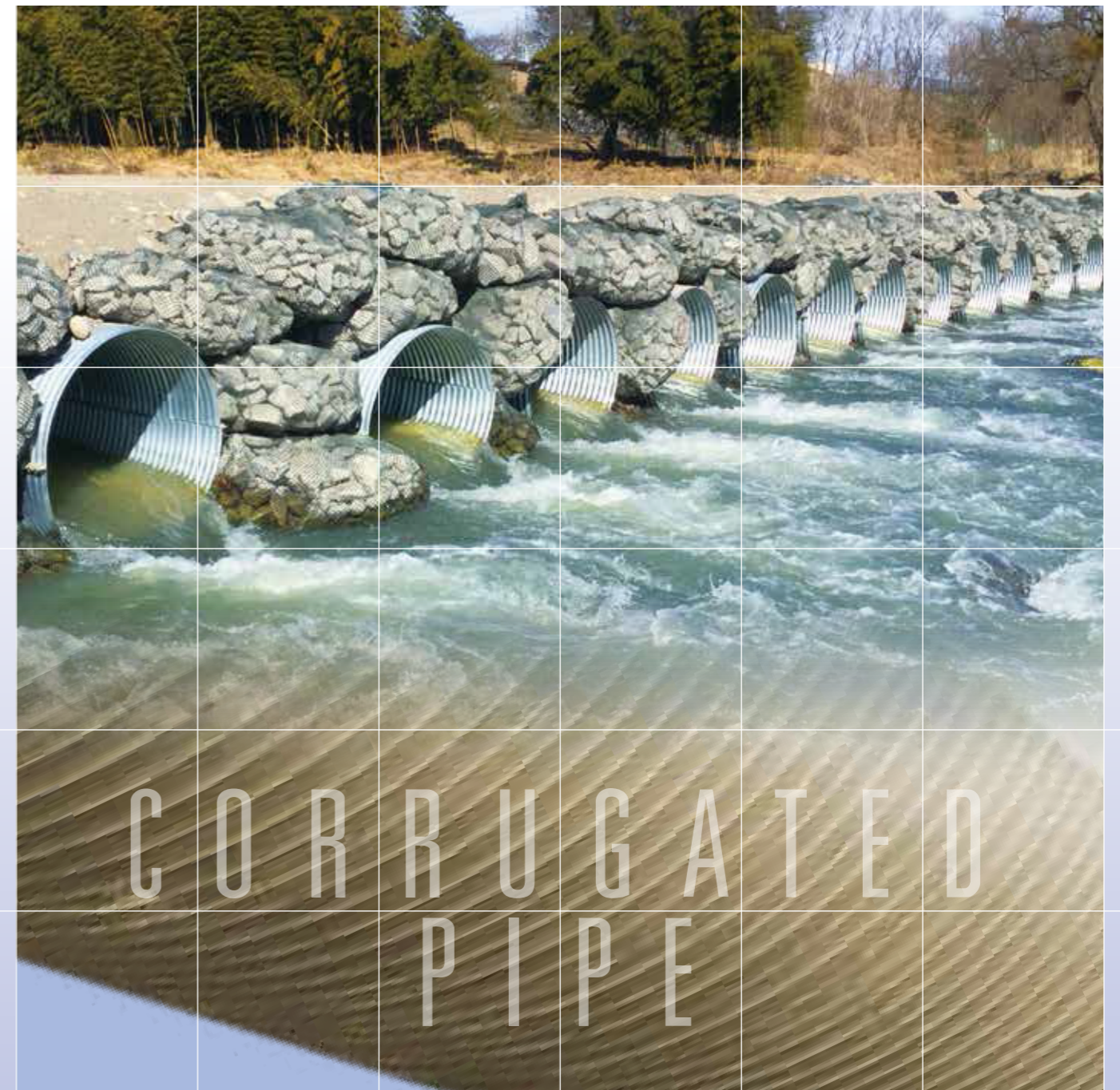
支店・営業所

長野営業所	☎026(228)6318	FAX026(228)6317	〒380-0823	長野市南千歳 1-12-7 新正和ビル
北海道支店	☎011(281)2551	FAX011(231)6237	〒060-0002	札幌市中央区北二条西 4-1 北海道ビル
東北支店	☎022(221)4573	FAX022(265)6553	〒980-0811	仙台市青葉区一番町 3-6-1 一番町平和ビル
北東北営業所	☎019(652)4648	FAX019(651)7445	〒020-0021	盛岡市中央通 2-2-5 L.Biz 盛岡
釜石営業所	☎0193(22)5167	FAX0193(22)5168	〒026-8567	釜石市鈴子町 23-15 日本製鉄釜石製鉄所本館内
福島営業所	☎0246(24)0015	FAX0246(24)0035	〒970-8026	いわき市平字田町 120 いわき駅前再開発ビル ラトブ
新潟支店	☎025(247)1321	FAX025(241)8304	〒950-0087	新潟市中央区東大通 1-3-10 大樹生命新潟ビル
静岡支店	☎054(255)0441	FAX054(251)2950	〒420-0857	静岡市葵区御幸町 8 静岡三菱ビル
名古屋支店	☎052(564)7228	FAX052(564)4754	〒450-0003	名古屋市中村区名駅南 2-13-18 NSビル
北陸支店	☎076(432)6306	FAX076(432)1675	〒930-0004	富山市桜橋通り 1-18 北日本桜橋ビル
大阪支店	☎06(6202)1685	FAX06(6202)2006	〒541-0042	大阪市中央区今橋 4-1-1 淀屋橋三井ビルディング
四国支店	☎087(823)4123	FAX087(823)4124	〒760-0017	高松市番町 1-6-1 高松NKビル
中国支店	☎082(511)1008	FAX082(223)0538	〒730-0017	広島市中区鉄砲町 10-12 広島鉄砲町ビルディング
山陰営業所	☎0852(27)5323	FAX0852(27)1145	〒690-0006	松江市伊勢宮町 519-1 松江大同生命ビル
九州支店	☎092(281)8114	FAX092(281)9909	〒812-0025	福岡市博多区店屋町 5-18 博多NSビル
南九州営業所	☎099(250)9505	FAX099(250)8664	〒890-0046	鹿児島市西田 1-5-1 鹿児島高見橋ビル
沖縄営業所	☎098(861)7911	FAX092(281)9909	〒900-0015	那覇市久茂地 1-12-12 ニッセイ那覇センタービル
製造所				
仙台製造所	☎022(259)0811	FAX022(259)0815	〒983-0001	仙台市宮城野区港 1-3-1
野木製造所	☎0280(57)4331	FAX0280(57)4717	〒329-0105	栃木県下都賀郡野木町川田 33-15
大阪製造所	☎072(268)1131	FAX072(268)1813	〒592-0001	高石市高砂 2-11
広畑製造所	☎079(238)0010	FAX079(237)7310	〒671-1188	姫路市広畑区富士町 1
工場				
君津プレスコラム工場	☎0439(50)8322			君津鋼板工場 ☎0439(52)0571
戸畑工場	☎093(872)5425			豊前ニッテックス工場 ☎0979(82)1131

■ご注意とお願い

・本資料に記載された技術情報は、製品の代表的な特性や性能を証明するためのものであり、「規格」の規定事項として明記したものの以外は、保証を意味するものではありません。
 ・本資料に記載されている情報の誤った使用または不適切な使用等によって生じた損害につきましては責任を負いかねますのでご了承ください。
 ・また、これらの情報は、今後予告なしに変更される場合がありますので、最新の情報については、各担当部署にお問合わせください。
 本資料に記載された内容の無断転載や複製はご遠慮ください。

日鉄コルゲートパイプ



CORRUGATED
PIPE

まえがき

コルゲートパイプは、パイプ方向に対して直角に波付けを施した鋼板製のパイプです。このパイプは、半円形または円弧形のセクションを組合せてつくります。

したがって軽量なうえ、強度が高いため、施工・運搬が容易で経済的にもすぐれたパイプです。

コルゲートパイプは、アメリカでは Corrugated metal culvert pipe と称され、もともと暗渠管として開発されたものですが、そのすぐれた特長によって、灌漑用水管、集配水管などはもとよりアンダーパス・骨材ピンなどにも広く使用されております。

わが国土木業界でも、戦後コルゲートパイプの特長が注目されるようになり、その要望にこたえて、当社は量産体制をいち早く確立し、わが国最大の生産実績と長年の経験によって、最も信頼のおける使いやすいコルゲートパイプを生産し、定評をいただいております。

本カタログは、コルゲートメタルカルバート・マニュアル（第3回改訂版）に基づいて作成されております。

目次

製品仕様

- 使用例..... 1
- 特長..... 7
- 種類および材質..... 8
- 製品一覧表..... 11
- 塗装・バックリング・ペーピング..... 27

技術資料

- コルゲートパイプの設計..... 29
- コルゲートパイプの標準施工法..... 46
- コルゲートパイプの組立て方..... 50
- 垂鉛めっきとその耐食性..... 61
- 参考計算式..... 63

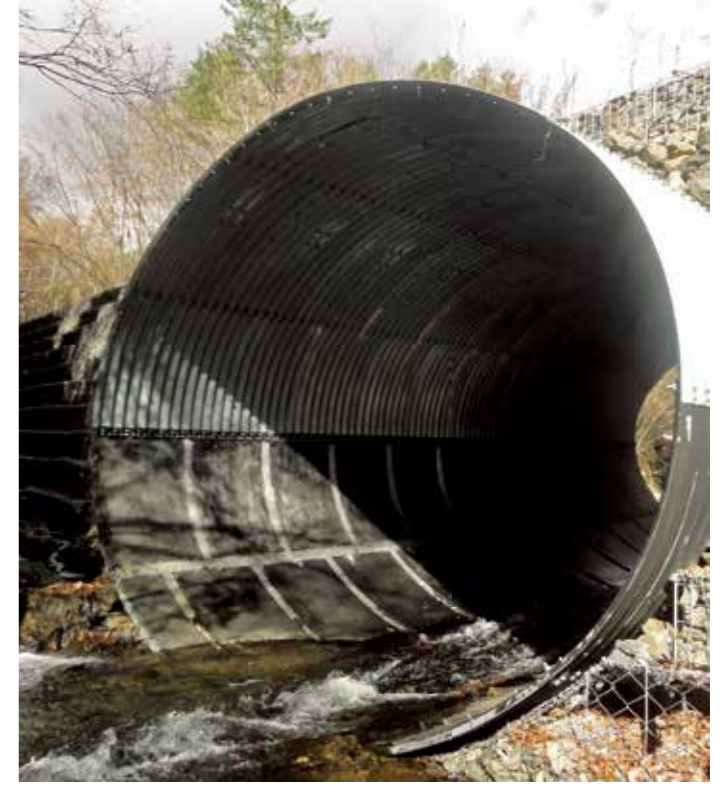
使用例

- 排水用 道路、鉄道線路の下部排水および側溝 ■ 土木用仮排水
- 集合排水用 ■ ゴルフ場・運動場・空港などの広い地域の地下集合排水 ■ 窪地の集合排水
- 通路用 ■ 立体交差点の下部通路 ■ 鉄道線路の下部通路 ■ 小型トンネルおよび導坑
スノーシェッド
- 送配水用 ■ かんがい用水管 ■ U字フリューム、柵渠、その他開水路 ■ 取水管
- 構造物用 ■ 骨材ピン、水槽、各種サイロ ■ 橋梁補修用 ■ コンベアカバー
各種の暗渠 ■ 護岸セル ■ 建築用 ■ 土木基礎工用
- その他 ■ 集水井戸 ■ タイロッドカバー、波付けシート、土止め柵 ■ コンクリートフォーム

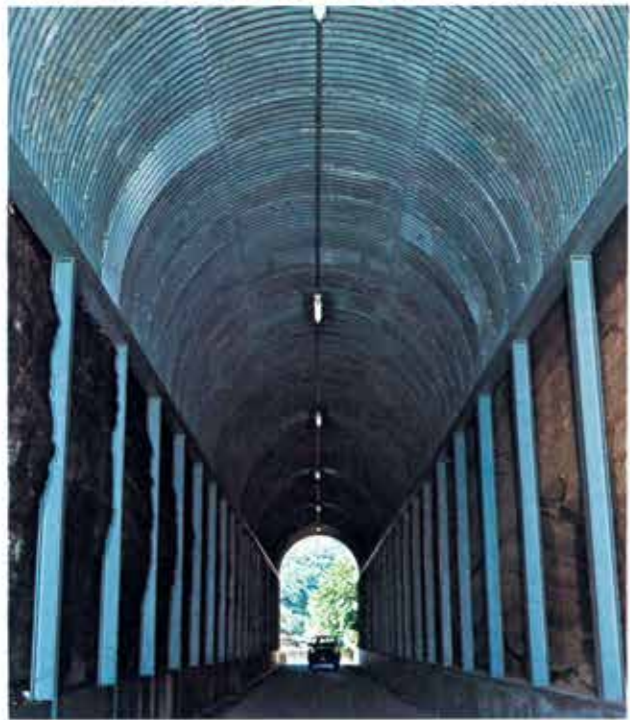




E Sカルバート



E Sカルバート



U字フリューム



ステンレスU字フリューム



コルゲートパイプさや管工法 2 形



コルゲートパイプさや管工法 1 形



骨材引出しトンネル



コルゲート骨材ピン



コルゲートセル



コルゲートセル



コルゲート水槽

特長

●軽量で高い強度をもっています

コルゲートパイプは薄鋼板製ですから非常に軽量です。たとえば同一径のヒューム管に比べてその質量は約1/4から1/12にすぎません。

コルゲートパイプは薄鋼板に波付けを施してつくられたものですから、可撓性があり、荷重が分散されてかかります。したがって、ヒューム管などの剛性パイプに比べて、約1/3の応力しかかかりません。また同一厚さの、波付けしていないパイプに比べて、約5～30倍の高い強度をもっております。



質量の比較 (kg/m)

管径 (mm)	コルゲートパイプ A	遠心力鉄筋コンクリート管 B	A/B
400	30.3	126.3	0.240
600	42.2	274.5	0.154
800	55.0	481.5	0.114
1,000	89.0	765.3	0.116
1,200	106.0	1,066	0.099
1,350	117.0	1,296	0.090
1,500	152.1	1,560	0.098
1,650	166.1	1,889	0.088
1,800	180.1	2,107	0.085

断面係数の比較 (cm³/m)

波形	板厚 (mm)	波付けした場合 A	波付けしない場合 B	A/B
1形	1.6	4.73	0.43	11.0
	2.0	5.82	0.67	8.7
	2.7	7.67	1.22	6.3
	3.2	8.97	1.71	5.2
2形	4.0	11.04	2.67	4.1
	2.7	34.74	1.22	28.5
	3.2	40.94	1.71	23.9
	4.0	50.74	2.67	19.0
	4.5	56.80	3.38	16.8
	5.3	66.40	4.68	14.2
	6.0	74.73	6.00	12.5
7.0	86.53	8.17	10.6	

●工事は簡単です

コルゲートパイプは軽量ですから、取扱いが容易で、基床埋設の作業も簡単です。

また現場での組立ては専門作業者を必要とせず、わずかな手間ですみますから、工事は短期間に終わります。したがって、撤去もしくは移設を伴う仮設工事にも適しております。

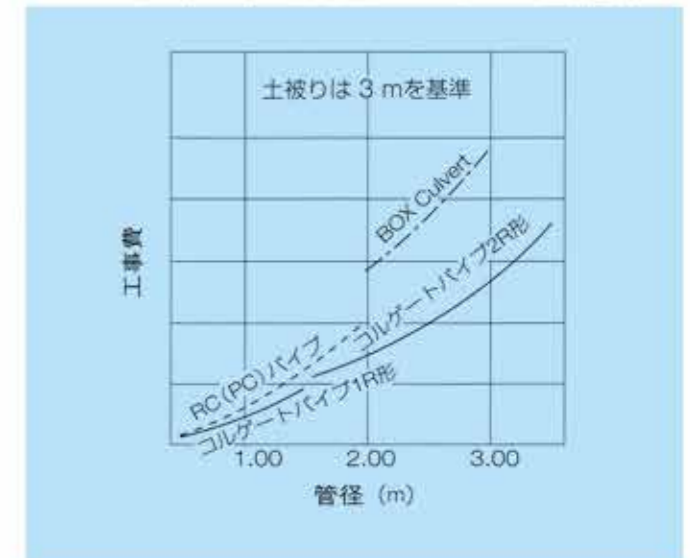
●経済性にすぐれています

コルゲートパイプの価格は、大口径になるに従い、ほかのパイプに比べて割安になります。

そのうえ、取扱い上の破損がない・輸送費が安い・特別の基礎が不要なので、工事費も安くなる、などの利点から総合経費は一段と安くなります。

なお小口径の場合でも、工事費・運搬費が節約できますので、ほかのパイプの場合より安くなります。

コルゲートパイプと各種カルバートとの経済比較



●運搬・保管に便利です

半円形のセクションを重ねて梱包しておりますのでかさばらず、同一径の他のパイプに比して、わずかなスペースですみます。

とくに船積みの場合は大部分が質量ベースとなるため、費用もわずかで済みます。

2形パイプも、梱包を分解して、セクション1枚ずつでも運べるので、工事現場でも楽に運搬することができます。

●耐用年数が長いです


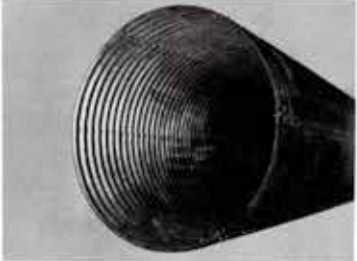

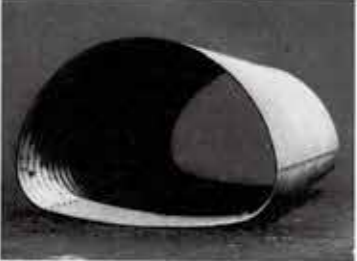
コルゲートパイプは、亜鉛めっきを（亜鉛付着量片面で450g/m²以上）施してありますので、耐用年数が長く、アメリカでは50～60年の継続使用が報告されております。


また特別の腐食土壌あるいは汚水に使用される場合は、アスファルト系塗料を塗装すれば、さらに効果的な耐食性を示します。



種類および材質

JIS G 3471「コルゲートパイプ」による分類

断面形状	波形・記号	摘要
円形	1形・SCP 1 R  円形1形(フランジ形)	波のピッチ68mm、波の深さ13mmの波形を用いたパイプで、半円形セクションの端末を曲げ起こしてフランジをつくり、ボルトを通して上下セクションを組合せるものです。セクションの有効長は、1,020mm(LF形)です。呼称径は標準品として、400mm～1,800mmの9種類があり、板厚は1.6mm～4.0mmの5種類があります。
	2形・SCP 2 R  円形2形	波のピッチ150mm、波の深さ48mmの波形を用いた呼称径1,250mm以上のパイプで板厚は2.7mmから7.0mmまでの7種類があります。 パイプは円弧形セクションを数枚組合せて断面を形づくり、継手は軸方向、円周方向ともラップ方式で組立ています。円形はカルバートとしては、強度の点で最も理想的なパイプです。また、呼称径4,000mm以上になりますと、主として骨材ビン、水槽、セル等の応用製品に利用されます。詳しくは別冊の各カタログをご参照ください。
エロンゲーション形	2形・SCP 2 E  エロンゲーション形	波形および組合せは円形2形と同じで、直径を上下(垂直)方向に5%伸ばしたものです。円形パイプより耐荷力を増すことができます。呼称径は1,330mmから4,500mmまでの9種類があります。
パイプアーチ形	2形・SCP 2 P  パイプアーチ形	波形およびセクションの継手方式は円形2形と同じですが、曲率半径の異なるセクションを組合せることによって、パイプアーチをつくることができ、標準品として呼称径(スパン)2,000mmから5,800mmまでの8種類があります。パイプアーチは断面の下部面積が広いので、低水位でも円形に比べて多量の水を流すことができます。

断面形状	波形・記号	摘要
アーチ形	2形・SCP 2 A  アーチ形	波形および組合せは円形2形と同じですが、欠円断面にして、コンクリートの基礎壁体上に組立てるもので、呼称径(スパン)1,500mmから7,000mmの12種類があります。地盤の良いところは最も適しております。
その他	 コルゲート橋渠	1形波のセクションを組合せてU字形にした開水路用のU字フリューム、2形波のシートを土留壁として使用する橋渠、1形波のシートを法面保護に用いるなど、様々な利用方法があります。U字フリューム、橋渠につきましては、別冊の各カタログをご参照ください。

コルゲートパイプさや管工法

	老朽化した既設管(コンクリート管やコルゲートパイプ等)の内部に、新管として一回り小さいコルゲートパイプを挿入し、既設管と新管の隙間部分にグラウト材(エアーモルタル)を注入し、管全体の更正をはかる工法です。詳しくは別冊のカタログをご参照ください。
---	--

E S カルバート

	従来のコルゲートパイプを大型化した鋼製カルバートで、自動車等も通行できるアンダーパスや用排水路等の多くの場所に使用できます。詳しくは別冊のカタログをご参照ください。
---	--

材質(鋼板)

コルゲートパイプに使用する鋼板は、以下のとおりです。

- ・ 1形：JIS G 3131のSPHC
- ・ 2形：JIS G 3101のSS330

化学成分(%)

記号	C	Mn	P	S
SPHC	0.12以下	0.60以下	0.045以下	0.035以下
SS330	—	—	0.050以下	0.050以下

機械的性質

記号	降伏点 (N/mm ²)	引張試験				曲げ試験			
		引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)		試験片	曲げ角度	内側半径		試験片
(1形) SPHC	—	270以上	厚さ 1.6mm以上 3.2mm未満	厚さ 3.2mm以上	5号	180°	厚さ 3.2mm未満	厚さ 3.2mm以上	3号
			29以上	31以上			密着	厚さの0.5倍	
(2形) SS330	205以上	330-430	厚さ 5mm以下	厚さ 5mmを こえるもの	厚さ 5mm以下	180°	厚さの0.5倍		1号
			26以上	21以上	5号		1A号		

組立ボルト 組立て用ボルト・ナット類は、JIS B 1180「六角ボルト」、JIS B 1182「四角ボルト」およびJIS B 1181「六角ナット」を用います。

めっき めっきは鋼板に波付け、孔あけ、曲げ加工を施した後 JIS H8641「溶融亜鉛めっき」のHDZ45(亜鉛付着量片面で450g/m²以上)による亜鉛めっきを施しています。また、ボルト類もめっきを施しております。

製品一覧表

円形1形

1形は、下図に示した波形状をもつセクションで組立てられたもので、直径400mmから1,800mmまでの各サイズがあり、板厚は1.6mmから4.0mmまでの5種類があります。

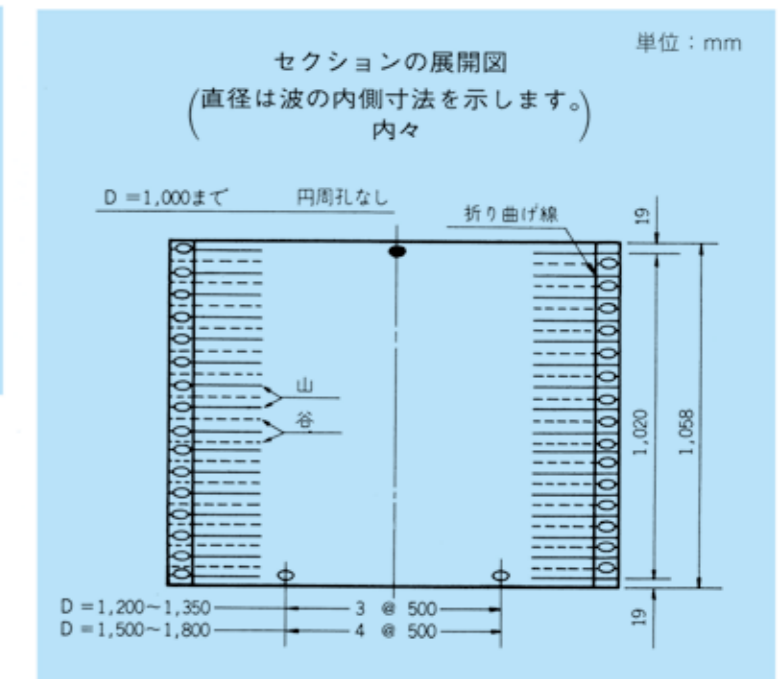
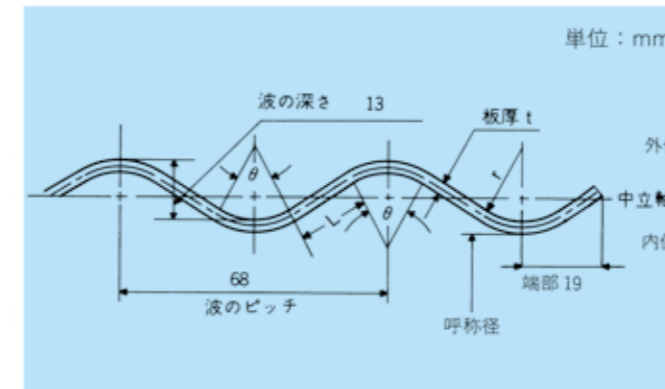
1形セクションの寸法

1形セクションの長さは、1,058mmで、両端の19mmは、重ね合せ部分ですから、有効長1,020mm(LF形)となります。

LF形：ロングフランジ形

1形の波形状

1形の波形状は下図のとおりです。



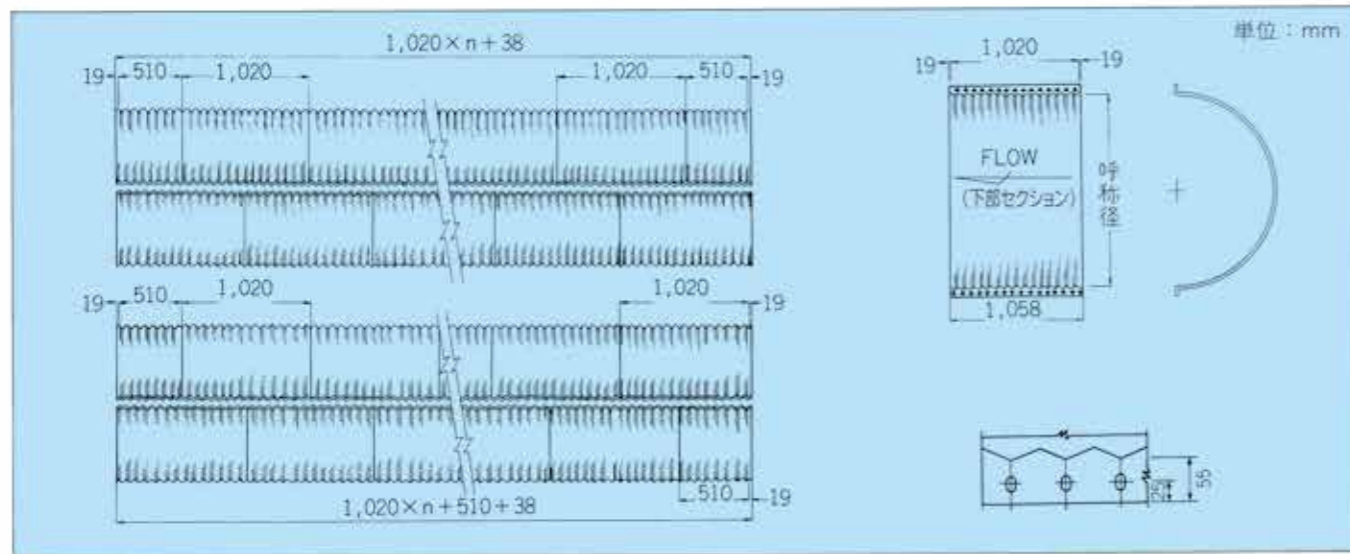
波はパイプ内側から見て、山、谷と言います。
注：●は製造上必要に応じて孔を1ヶ～2ヶあけることがありますが、この孔には組立て用ボルトは使用しません。

波形状および断面性能表

板厚 t (mm)	直線部長さ L (mm)	弧の中心角 θ (°)	曲線部半径 r (mm)	断面積 (cm ²)	断面係数 (cm ³)	断面二次モーメント (cm ⁴)	断面二次半径 (cm)
1.6	19.32	54.80	17.5	17.33	4.73	3.45	0.45
2.0	19.05	55.07	17.5	21.67	5.82	4.36	0.45
2.7	18.57	55.56	17.5	29.26	7.67	6.02	0.45
3.2	18.22	55.92	17.5	34.69	8.97	7.26	0.46
4.0	17.64	56.53	17.5	43.38	11.04	9.38	0.47

1形の組立て図

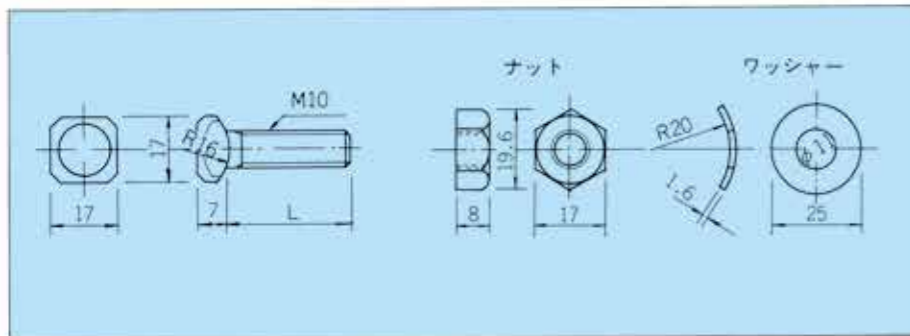
1形の組立ては図に示すように長さ方向に対する重ね合せ部分は、上下セクションの各々の中央部にくるように上下フランジをボルト・ナットでつなぎます。



組立ボルト

コルゲートパイプ1形の組立て用ボルト・ナットの形状寸法は下図のとおりです。ワッシャーは1組につき2枚使用します。なお、呼称径600mm以下で水密性を特に必要と

せず、バックキンを使用しない場合は、ボルト孔1つおきにボルトを使用します。



ボルト長さ

板厚	L (mm)		
	本体のみ	バックキ付	ライニング付
1.6~2.0	25	25	35
2.7		30	
3.2	30		35
4.0		35	40

LF形単位質量表(亜鉛めっき品)………着色部分は本設用(道路下)板厚表の適用範囲：p.36参照

(kg/m)

呼称径 D(mm)	板厚 (mm)				
	1.6	2.0	2.7	3.2	4.0
400	23.5	29.0	38.6	—	—
600	32.9	40.6	54.1	63.7	79.2
800	42.5	52.4	69.8	82.2	102
1,000	52.0	64.1	85.5	101	125
1,200	—	75.9	101	119	148
1,350	—	84.5	113	133	165
1,500	—	93.3	125	146	182
1,650	—	—	136	160	200
1,800	—	—	148	174	216

(組立ボルトは含みません)

LF形組立ボルト所要本数および質量 (m当り)

呼称径 D(mm)	所要本数 (本)	質量 (kg)
600まで	14.7[29.4]	0.676[1.35]
800~1,000	29.4	1.35
1,200~1,350	37.3	1.72
1,500~1,800	39.2	1.80

[]内は水密バックキンをもちいる場合

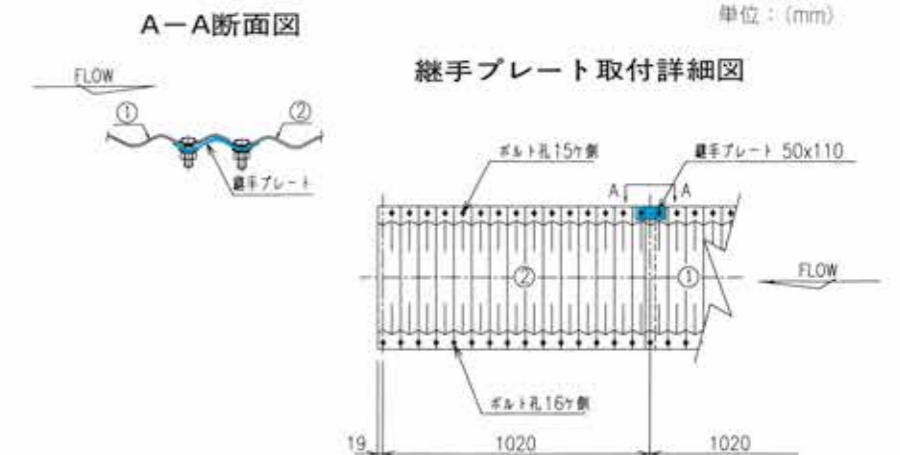
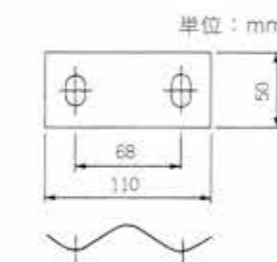
円形1形(半円形)

円形1形を半円形として使用する場合は、図の様に片側のフランジに継手プレートを使用します。

半円形組立ボルト所要本数および質量(m当り)

呼称径(mm)	L F 形	
	本数(本)	質量(kg)
1,000まで	2.94	0.135
1,200~1,350	6.86	0.316
1,500~1,800	7.84	0.361

継手プレート



2 形

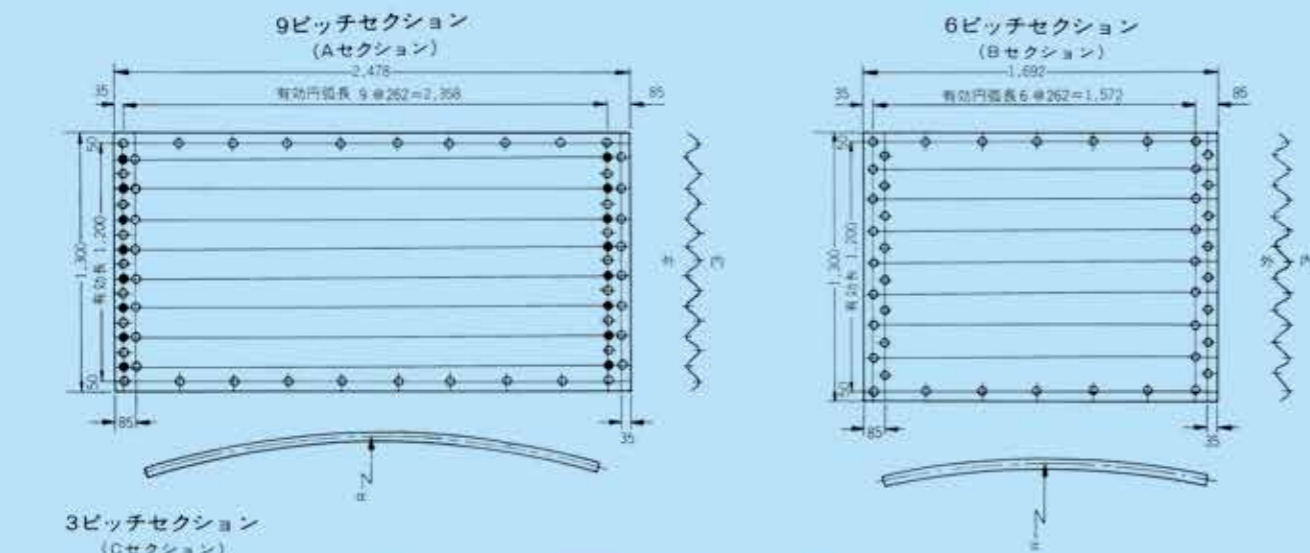
セクションの種類と寸法

2形は、次に示す波形状をもつセクションを組合せてつくられ、円形・エロンゲーション形、パイプアーチ形・アーチ形などがあります。セクションには9ピッチ(A)・6ピッチ(B)・3ピッチ(C)の3種類があり、セクションの有効長はいずれも1,200mmです。また各セクションには4山600mmの半セクションがあり、パイプの端部に使います。板厚は2.7mmから7.0mmまでの7種類があります。パイプアーチ形の場合のみ3山450mmと5山750mmの半セクションを用います。

円弧方向の寸法は湾曲加工前の寸法を示します。

単位：mm

- 印孔は板厚6.0mm以上のとき、孔あけを行いません。(6ピッチセクション、3ピッチセクションについても同一。)



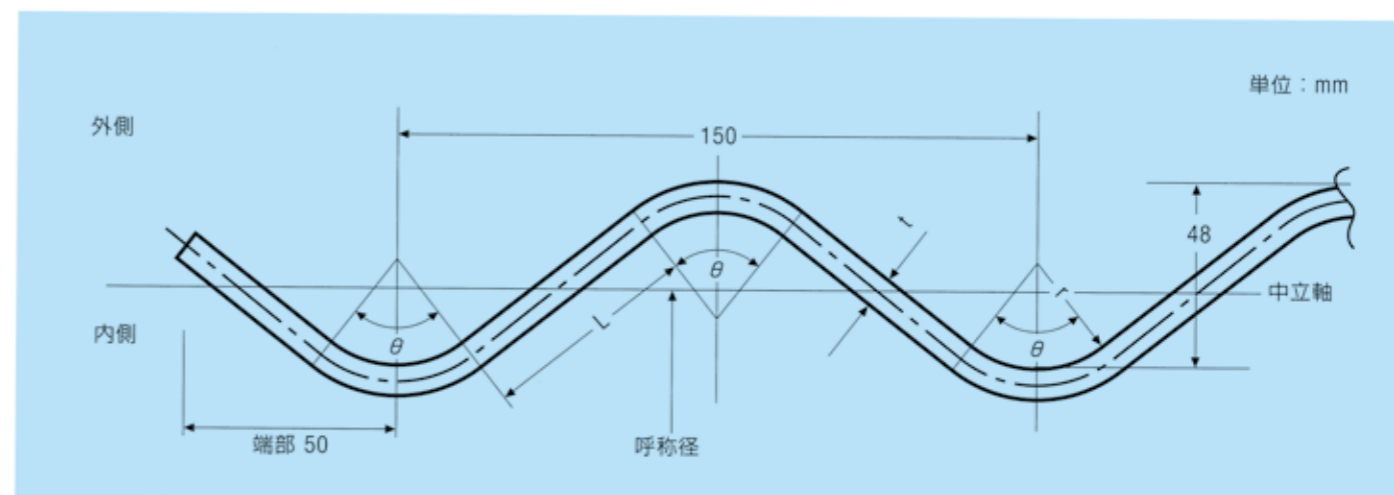
2形セクション質量表 (亜鉛めっき品)

(kg/枚)

セクション	板 厚 (mm)						
	2.7	3.2	4.0	4.5	5.3	6.0	7.0
9ピッチ(A)セクション	87.1	103	127	143	168	190	221
6ピッチ(B)セクション	59.5	70.1	87.0	97.7	115	130	151
3ピッチ(C)セクション	31.8	37.5	46.6	52.3	61.4	69.4	80.8

2形の波形状

2形コルゲートパイプの波形状は、1形コルゲートパイプよりも大きく、下図のとおりです。



波形状および断面性能表

(m当り)

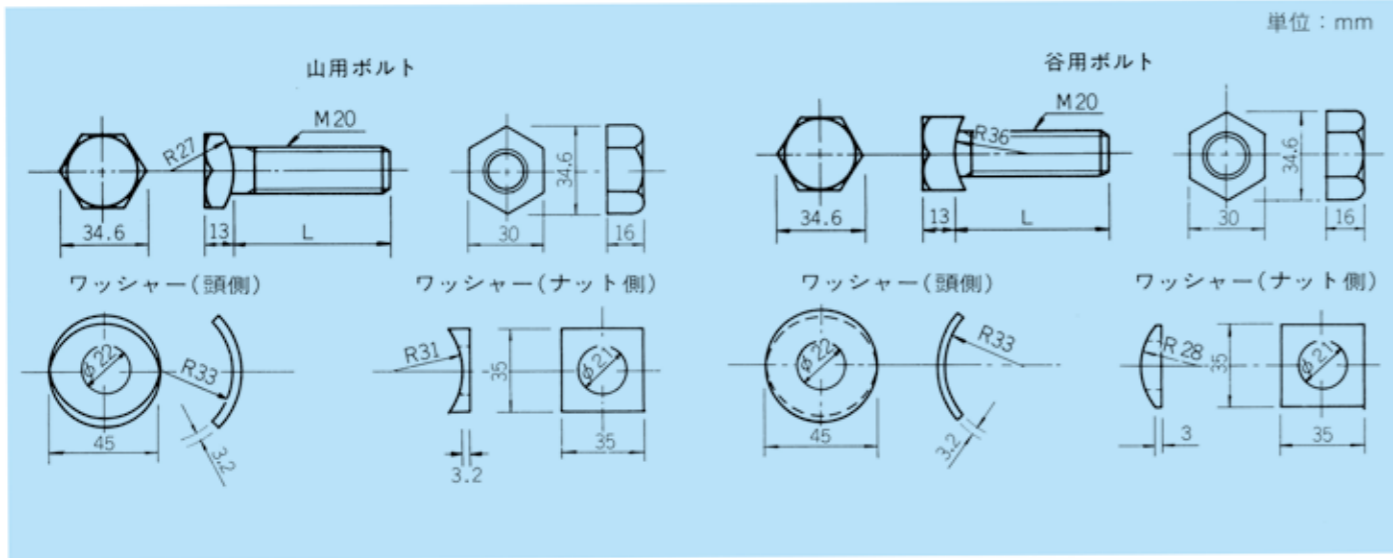
板 厚 t (mm)	直線部長さ L (mm)	弧の中心角 θ (°)	曲線部半径 r (mm)	断面積 (cm ²)	断面係数 (cm ³)	断面二次 モーメント (cm ⁴)	断面二次 半 径 (cm)
2.7	47.89	85.34	28	32.98	34.74	88.1	1.63
3.2	47.39	85.66	28	39.10	40.94	104.8	1.64
4.0	46.57	86.18	28	48.91	50.74	131.9	1.64
4.5	46.05	86.52	28	55.04	56.80	149.1	1.65
5.3	45.21	87.07	28	64.86	66.40	177.0	1.65
6.0	44.46	87.56	28	73.47	74.73	201.8	1.66
7.0	43.37	88.29	28	85.78	86.53	238.0	1.67

●組立ボルト

2形コルゲートパイプのボルト・ナットの使用方法は、パイプの外側より内側に向けボルトを挿入し、ナットはパイプの内側より締め付けます。

2形コルゲートパイプのボルトは、JIS B 1180 4.6(引張り強さ400N/mm²[40.8kgf/mm²]以上)に規定された材質の上に亜鉛めっきを施しています。なお、セクションの板厚が4.5mm以上になりますと、8.8(引張り強さ830N/mm²[84.6kgf/mm²]以上)を使用します。ボルト・ナットは山用と谷用の2種類があり(パイプの内側より見て山用、谷用に分かります)パイプの内側でナットを締めるときに、ボルトが空回りしないようセクションの波形状に合わせたカーブをつけています。

ボルトの形状寸法



ボルト長さ

板厚 (mm)	山用：L (mm)			谷用：L (mm)			強度区分
	本体のみ	バックリング付	ライニング付	本体のみ	バックリング付	ライニング付	
2.7~3.2	40	45	55	45	50	60	4.6
4.0	45			50			
4.5~5.3	50	50	65	55	60	70	8.8
6.0				55			
7.0	55			60			

ボルトのマーキング

ボルト頭に図のようなマーキングがあります。



マーキング例

☒……当社の社票

55……ボルト長

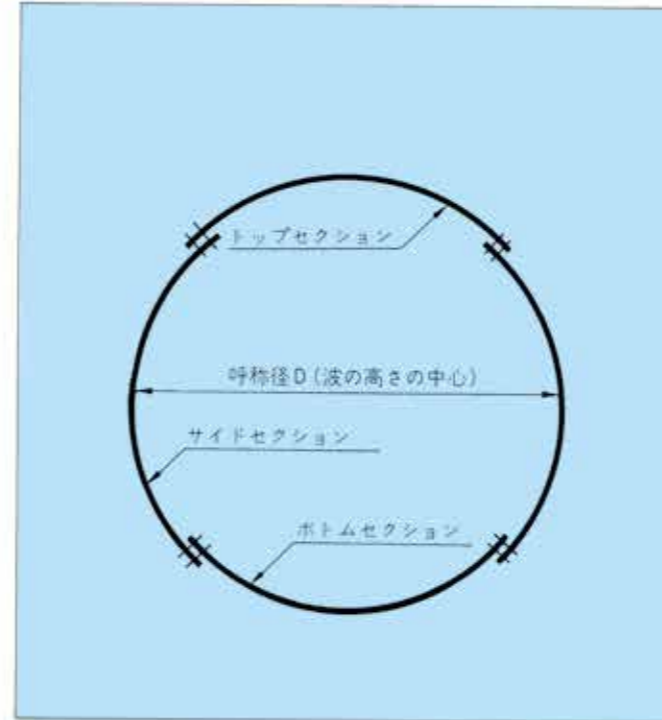
ヤ……ヤ：山用ボルト、タ：谷用ボルト

88……ボルトの強度区分

●円形2形

円形2形パイプは9ピッチ、6ピッチ、3ピッチの3種類のセクションをボルトで組合せたパイプです。

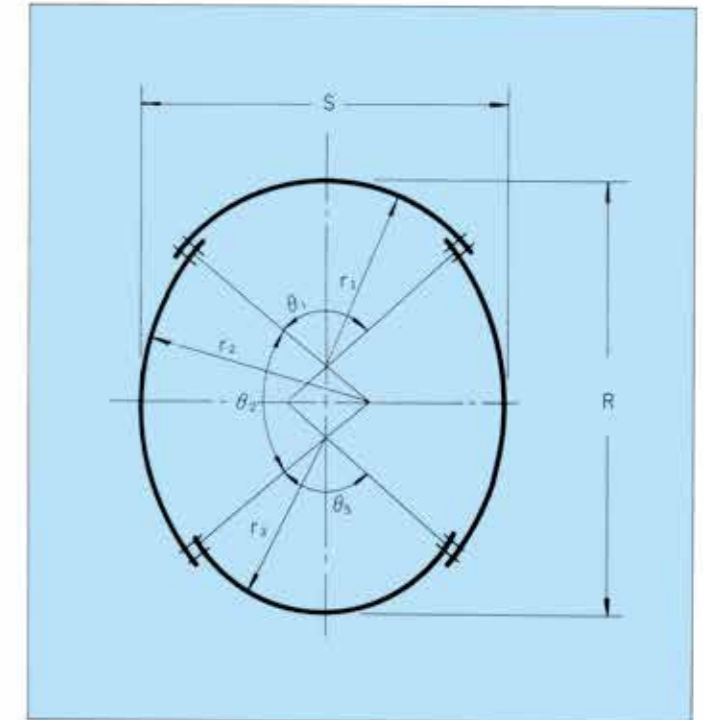
標準サイズとして次の9種類がありますが、この他のサイズについてはご相談ください。



●エロンゲーション形

セクションの組合せは円形と同じで直径を上下方向に約5%伸ばしたものです。

標準サイズとしては次の9種類がありますが、この他のサイズについてはご相談ください。



円形のセクション組合せ

記号	呼称径 D (mm)	パイプを構成するセクションの数(枚)				断面積 (m ²)
		9ピッチ	6ピッチ	3ピッチ	合計	
SCP 2 R	1,250	—	1	3	4	1.227
	1,500	—	2	2	4	1.767
	1,750	—	3	1	4	2.405
	2,000	—	4	—	4	3.142
	2,500	2	2	—	4	4.909
	3,000	4	—	—	4	7.069
	3,500	2	4	—	6	9.621
	4,000	4	2	—	6	12.57
	4,500	6	—	—	6	15.90

エロンゲーション形のセクション組合せおよび各数値

記号	呼称径 D (mm)	スパン S (mm)	ライズ R (mm)	半 径 (mm)			パイプを構成するセクションの数(枚)												
				(r_1)	(r_2)	(r_3)	トップセクション			ボトムセクション			サイドセクション			合 計			
							9ピッチ	6ピッチ	4ピッチ	3ピッチ	9ピッチ	6ピッチ	4ピッチ	3ピッチ	9ピッチ		6ピッチ	4ピッチ	3ピッチ
SCP2E	1,330	1,267	1,400	595	759	595	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	2	-	4
	1,500	1,405	1,575	680	947	680	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2	4
	1,750	1,668	1,839	705	979	804	-	-	-	1	-	1	-	-	-	2	-	-	4
	2,000	1,898	2,100	892	1,140	892	-	1	-	-	-	1	-	-	-	2	-	-	4
	2,500	2,317	2,625	1,092	1,385	1,092	-	1	-	-	-	1	-	-	-	2	-	-	4
	3,000	2,846	3,150	1,338	1,710	1,338	1	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-	4
	3,500	3,333	3,675	1,540	1,953	1,540	1	-	-	-	1	-	-	-	-	4	-	-	6
	4,000	3,844	4,200	1,645	2,157	1,645	-	1	-	-	-	1	-	-	-	4	-	-	6
4,500	4,305	4,725	1,925	2,460	1,925	1	-	-	-	1	-	-	-	-	4	-	-	6	

(注)1.呼称径1,750mmのエロンゲーションについてはセクション構成により断面が卵形になります。
2. r_1 :トップセクション r_2 :サイドセクション r_3 :ボトムセクション

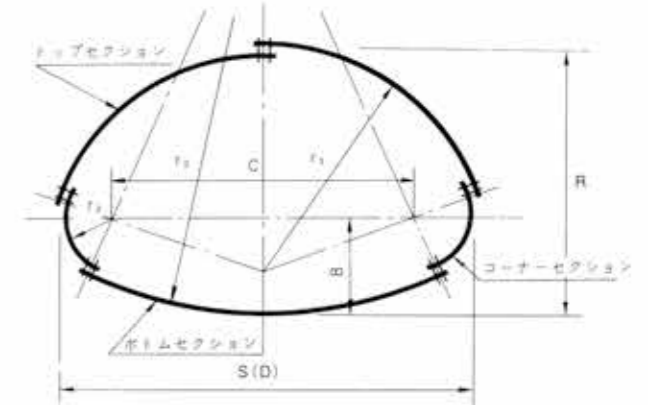
円形2形単位質量表(亜鉛めっき品)……………着色部分は本設用(道路下)板厚表の適用範囲:p.36参照 (kg/m)

呼称径 D(mm)	板 厚							組立ボルト	
	2.7	3.2	4.0	4.5	5.3	6.0	7.0	所要本数	質 量
1,250	129	152	189	212	249	282	328	$t \leq 5.3$	62.5*
								$t \geq 6.0$	89.2
1,500	152	179	222	250	294	322	386	$t \leq 5.3$	65.0
								$t \geq 6.0$	91.6
1,750	175	206	256	288	339	383	445	$t \leq 5.3$	67.5
								$t \geq 6.0$	94.1
2,000	198	234	290	326	383	433	503	$t \leq 5.3$	70.0
								$t \geq 6.0$	96.6
2,500	244	288	357	401	472	533	620	$t \leq 5.3$	75.0
								$t \geq 6.0$	101.6
3,000	290	343	423	477	560	633	737	$t \leq 5.3$	80.0
								$t \geq 6.0$	106.6
3,500	344	405	502	564	663	750	872	$t \leq 5.3$	110.0
								$t \geq 6.0$	150.0
4,000	390	460	568	640	752	850	988	$t \leq 5.3$	115.0
								$t \geq 6.0$	155.0
4,500	436	515	635	715	840	950	1,105	$t \leq 5.3$	120.0
								$t \geq 6.0$	160.0

(注) エロンゲーション形の質量は呼称径1330を除いて上表と同一です。

●パイプアーチ形

パイプアーチ形は、9ピッチ、6ピッチ、3ピッチの3種類のセクションを円形と同様にボルトで組合せたパイプです。組合せの方法により、各種寸法のものがつくられますが、標準サイズとして次の8種類があります。



パイプアーチ形のセクション組合せおよび各数値

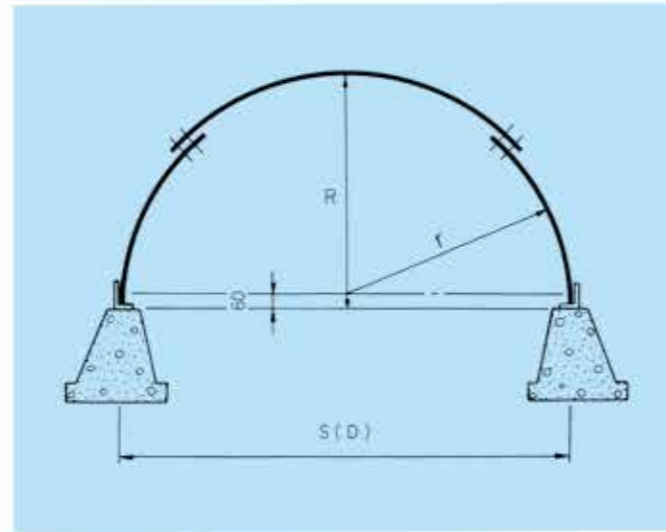
記号	呼称径 D (mm)	スパン S (mm)	ライズ R (mm)	底部深さ B (mm)	C (mm)	半 径 (mm)			パイプを構成するセクションの数(枚)					断面 積 A(m ²)	
						(r_1)	(r_2)	(r_3)	トップセクション		ボトムセクション		コーナ ーセク ション		合計
									9ピッチ	6ピッチ	9ピッチ	6ピッチ			
SCP 2 P	2,000	2,007	1,487	662	947	1,057	1,446	530	1	-	-	1	2	4	2.319
	2,300	2,291	1,650	624	1,231	1,160	2,588	530	-	2	-	1	2	5	2.983
	2,700	2,701	1,796	777	1,641	1,463	2,018	530	-	2	1	-	2	5	3.713
	3,000	2,977	1,959	711	1,917	1,529	3,157	530	1	1	1	-	2	5	4.530
	3,700	3,671	2,267	813	2,611	1,914	3,684	530	2	-	-	2	2	6	6.372
	4,400	4,369	2,574	925	3,309	2,312	4,191	530	1	2	1	1	2	7	8.511
	5,100	5,069	2,882	1,045	4,009	2,720	4,688	530	2	1	2	-	2	7	10.947
	5,800	5,770	3,189	1,171	4,710	3,138	5,176	530	3	-	1	2	2	8	13.687

(注) r_1 :トップセクション r_2 :ボトムセクション r_3 :コーナーセクション
パイプアーチ形単位質量表(亜鉛めっき品)……………着色部分は本設用(道路下)板厚表の適用範囲:p.38参照 (kg/m)

呼称径 D(mm)	板 厚							組立ボルト	
	2.7	3.2	4.0	4.5	5.3	6.0	7.0	所要本数	質 量
2,000	175	190	256	288	338	382	445	$t \leq 5.3$	67.5*
								$t \geq 6.0$	94.1
2,300	202	238	295	331	390	441	512	$t \leq 5.3$	82.5
								$t \geq 6.0$	115.9
2,700	225	265	328	369	434	491	570	$t \leq 5.3$	85.0
								$t \geq 6.0$	118.4
3,000	248	293	362	407	478	541	629	$t \leq 5.3$	87.5
								$t \geq 6.0$	120.9
3,700	297	351	434	488	574	649	755	$t \leq 5.3$	105.0
								$t \geq 6.0$	145.0
4,400	347	409	507	570	670	757	880	$t \leq 5.3$	122.5
								$t \geq 6.0$	169.1
5,100	393	464	574	645	758	857	997	$t \leq 5.3$	127.5
								$t \geq 6.0$	174.1
5,800	442	523	646	727	854	966	1,123	$t \leq 5.3$	145.0
								$t \geq 6.0$	198.4

●アーチ形

アーチ形は、9ピッチ、6ピッチ、3ピッチの3種類のセクションの組合せにより各種サイズのものができます。標準サイズとして次の12種類があります。



アーチ形のセクション組合せ

記号	呼称径 D (mm)	スパン S (mm)	ライズ R (mm)	アーチを構成するセクションの数(枚)			合計	半径 r (mm)	断面積 A (m ²)
				9ピッチ	6ピッチ	3ピッチ			
SCP 2 A	1,500	1,500	810	—	1	1	2	750	0.8836
	2,000	2,000	1,060	—	2	—	2	1,000	1.571
	2,500	2,500	1,310	1	1	—	2	1,250	2.454
	3,000	3,000	1,560	—	3	—	3	1,500	3.534
	3,500	3,500	1,810	1	2	—	3	1,750	4.811
	4,000	4,000	2,060	2	1	—	3	2,000	6.283
	4,500	4,500	2,310	3	—	—	3	2,250	7.952
	5,000	5,000	2,560	2	2	—	4	2,500	9.817
	5,500	5,500	2,810	3	1	—	4	2,750	11.88
	6,000	6,000	3,060	2	3	—	5	3,000	14.14
	6,500	6,500	3,310	3	2	—	5	3,250	16.59
	7,000	7,000	3,560	4	1	—	5	3,500	19.24

アーチ形単位質量表(亜鉛めっき品)……………着色部分は本設用(道路下)板厚表の適用範囲：p.39参照

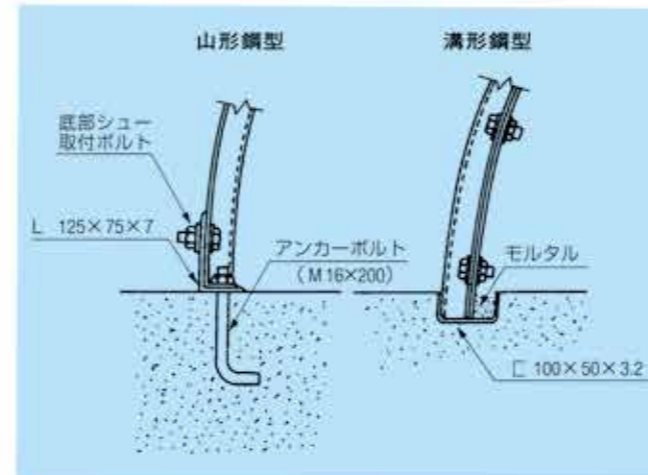
(kg/m)

呼称径 D(mm)	板厚							組立ボルト	
	2.7	3.2	4.0	4.5	5.3	6.0	7.0	所要本数	質量
1,500	76.1	89.7	111	125	147	166	193	t _{5.3} 20.9*	6.48
								t _{6.0} 27.5	8.52
2,000	99.2	117	145	163	192	217	252	t _{5.3} 23.4	7.25
								t _{6.0} 30.0	9.30
2,500	122	144	178	201	236	267	310	t _{5.3} 25.9	8.03
								t _{6.0} 32.5	10.1
3,000	149	175	218	244	288	325	378	t _{5.3} 40.8	12.6
								t _{6.0} 54.2	16.8
3,500	172	203	251	282	332	375	436	t _{5.3} 43.3	13.4
								t _{6.0} 56.7	17.6
4,000	195	230	284	320	376	425	494	t _{5.3} 45.8	14.2
								t _{6.0} 59.2	18.4
4,500	218	258	318	358	420	475	552	t _{5.3} 48.3	15.0
								t _{6.0} 61.7	19.1
5,000	244	288	357	401	472	533	620	t _{5.3} 63.3	19.6
								t _{6.0} 83.3	25.8
5,500	267	316	390	439	516	583	678	t _{5.3} 65.8	20.4
								t _{6.0} 85.8	26.6
6,000	294	347	429	483	568	642	746	t _{5.3} 80.9	25.1
								t _{6.0} 107.5	33.3
6,500	317	374	462	520	612	692	804	t _{5.3} 83.4	25.9
								t _{6.0} 110.0	34.1
7,000	340	402	496	558	656	742	862	t _{5.3} 85.9	26.6
								t _{6.0} 112.5	34.9

アーチの支承(底部シュー)

アーチの支承は、山形鋼L125×75×7を使用する方法が一般的です。スパンが3,000mm以下になると軽溝形鋼 [100×50×3.2を用いることもあります。

- ・山形鋼を使用する場合
アーチ組立てのとき山形鋼とセクションを仮締めし、アーチの組立てが終わってから本締めを行ないます。
- ・軽溝形鋼を使用する場合
基礎上部に軽溝形鋼を設置し、アーチの組立てが終わってからモルタルを詰め固定します。



底部シュー取付ボルト

ボルトの区分

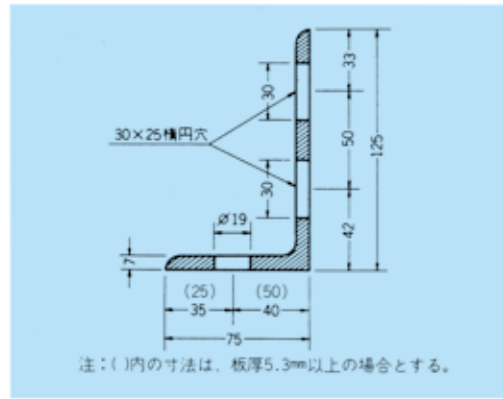
板厚(mm)	寸法(mm)	強度区分	
2.7~4.0	M20×40	4.6	山用片平ワッシャー付
4.5~7.0	M20×55	8.8	山用片平ワッシャー付

山形鋼種類別ボルト必要数 (1本当り)

記号	形状寸法(mm)	板厚別本数(本)	
		2.7~5.3(mm)	6.0~7.0(mm)
L ₁	L 125×75×7×650	2	4
L ₂	L 125×75×7×1,850	6	12
L ₃	L 125×75×7×2,400	8	16
L ₄	L 125×75×7×1,850	6	12
L ₅	L 125×75×7×2,450	8	16

山形鋼および軽溝形鋼の標準寸法

山形鋼 (5種類) L125×75×7



山形鋼の質量(亜鉛めっき品)

記号	ℓ (mm)	質量 (kg/本)	アンカー必要数
L ₁	650	7.08	2
L ₂	1,850	20.2	6
L ₃	2,400	26.2	8
L ₄	1,850	20.2	6
L ₅	2,450	26.7	8
アンカーボルト	M16×200	0.438	-

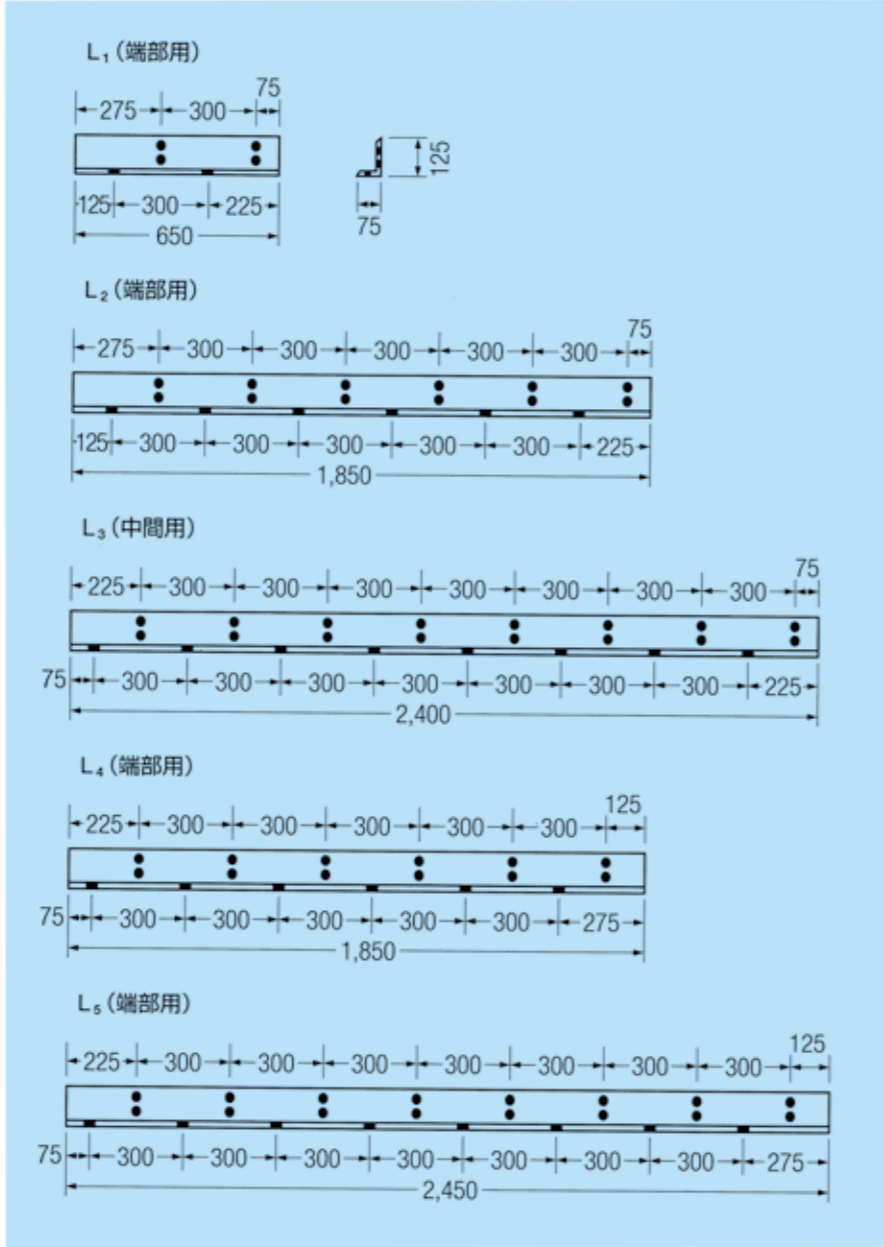
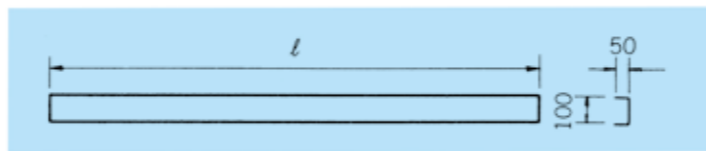
(質量は亜鉛めっき品)

軽溝形鋼 (4種類) [100×50×3.2

軽溝形鋼の質量(亜鉛めっき品)

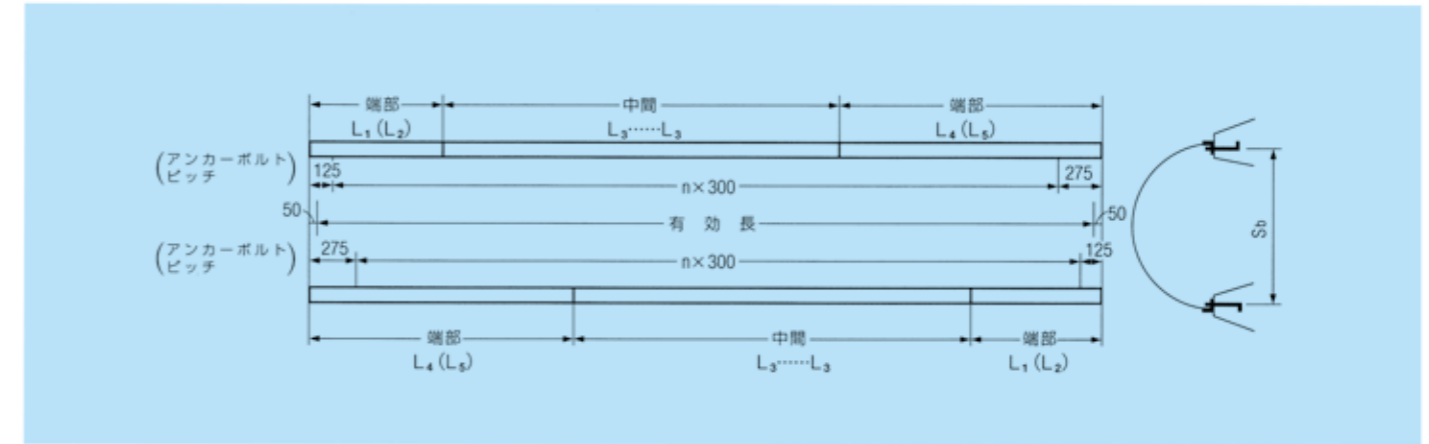
記号	ℓ (mm)	質量 (kg/本)
K ₁	650	3.20
K ₂	1,850	9.12
K ₃	2,400	11.8
K ₄	2,450	12.1

(質量は亜鉛めっき品)



山形鋼の配列(アーチ延長2.4m以上)

山形鋼の配列は図のように片側端部から端部用L₁またはL₂を使用し、中間部に中間用L₃、最後に端部用L₄またはL₅を使用します。反対側は、逆の位置からL₁(L₂)、L₃、L₄(L₅)の順に使用します。



山形鋼の配列計算式

アーチ延長(有効長)=n@ℓ, 200mmの場合

- i) n が奇数の場合(n ≥ 3)

$$L_2 + \frac{(n-3)}{2} \times L_3 + L_4$$
- ii) n が偶数の場合(n ≥ 2)

$$L_1 + \left(\frac{n}{2} - 1\right) \times L_3 + L_4$$

アーチ延長(有効長)=n@ℓ, 200mm+600mmの場合

- i) n が奇数の場合(n ≥ 3)

$$L_2 + \frac{(n-3)}{2} \times L_3 + L_5$$
- ii) n が偶数の場合(n ≥ 2)

$$L_1 + \left(\frac{n}{2} - 1\right) \times L_3 + L_5$$

アンカーボルトのスパン計算式

- ・板厚4.5mm以下の場合

$$S_b = S + t - 18$$
- ・板厚5.3mm以上の場合

$$S_b = S + t - 38$$

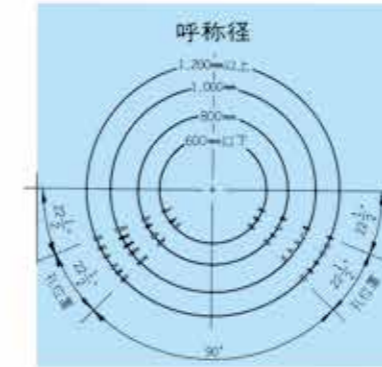
S_b : アンカーボルトのスパン (mm)
 S : コルゲートアーチのスパン (mm)
 t : コルゲートアーチの板厚 (mm)

山形鋼および軽溝形鋼の所要数量表

アーチ有効長 (mm)	片側の山形鋼使用本数					合計	アンカーボルト本数	片側の軽溝形鋼使用本数				合計
	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅			K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	
2,400	1			1		2	8	1	1			2
3,000	1				1	2	10	1			1	2
3,600		1		1		2	12		2			2
4,200			1		1	2	14		1		1	2
4,800	1		1	1		3	16	1	1	1		3
5,400	1		1		1	3	18	1		1	1	3
6,000		1	1	1		3	20		2	1		3
6,600		1	1		1	3	22		1	1	1	3
7,200	1		2	1		4	24	1	1	2		4
7,800	1		2		1	4	26	1		2	1	4
8,400		1	2	1		4	28		2	2		4
9,000		1	2		1	4	30		1	2	1	4
9,600	1		3	1		5	32	1	1	3		5
10,200	1		3		1	5	34	1		3	1	5
10,800		1	3	1		5	36		2	3		5
11,400		1	3		1	5	38		1	3	1	5
12,000	1		4	1		6	40	1	1	4		6
12,600	1		4		1	6	42	1		4	1	6
13,200		1	4	1		6	44		2	4		6
13,800		1	4		1	6	46		1	4	1	6
14,400	1		5	1		7	48	1	1	5		7
15,000	1		5		1	7	50	1		5	1	7
15,600		1	5	1		7	52		2	5		7
16,200		1	5		1	7	54		1	5	1	7
16,800	1		6	1		8	56	1	1	6		8
17,400	1		6		1	8	58	1		6	1	8
18,000		1	6	1		8	60		2	6		8
18,600		1	6		1	8	62		1	6	1	8
19,200	1		7	1		9	64	1	1	7		9
19,800	1		7		1	9	66	1		7	1	9
20,400		1	7	1		9	68		2	7		9
21,000		1	7		1	9	70		1	7	1	9
21,600	1		8	1		10	72	1	1	8		10
22,200	1		8		1	10	74	1		8	1	10
22,800		1	8	1		10	76		2	8		10
23,400		1	8		1	10	78		1	8	1	10
24,000	1		9	1		11	80	1	1	9		11
24,600	1		9		1	11	82	1		9	1	11
25,200		1	9	1		11	84		2	9		11
25,800		1	9		1	11	86		1	9	1	11
26,400	1		10	1		12	88	1	1	10		12
27,000	1		10		1	12	90	1		10	1	12
27,600		1	10	1		12	92		2	10		12
28,200		1	10		1	12	94		1	10	1	12
28,800	1		11	1		13	96	1	1	11		13
29,400	1		11		1	13	98	1		11	1	13
30,000		1	11	1		13	100		2	11		13

特殊加工

●有孔パイプ



1形コルゲートパイプを、集合配水管として使用される場合には、左図のような孔あけ加工をいたします。孔の径は9mm、パイプ延長方向の孔のピッチは波のピッチと同じです。

孔の数

呼称径 600mm以下	6
" 800 "	8
" 1,000 "	10
" 1,200mm以上	12

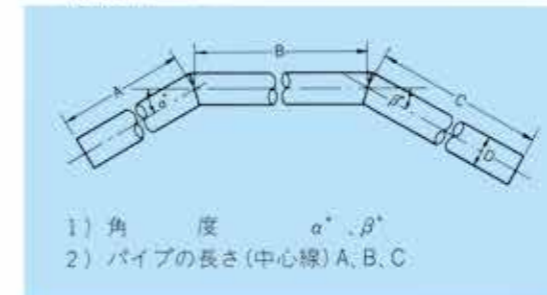
注：孔あけ位置はパイプ内側から見て山に孔をあけます。

また、2形コルゲートパイプを、集合排水管として使用される場合にも、孔あけ加工をいたしますが、孔の大きさは25×30mm(長孔)が標準仕様です。ただし、曲げ加工後多少変化します。なお、孔のピッチはパイプ円周方向については262mmの倍数、パイプ延長方向については150mmの倍数が標準仕様です。

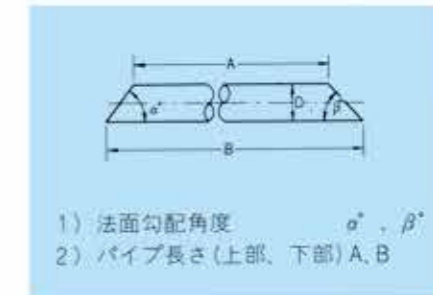
角度加工および端部切断加工を必要とする場合は、下記の点をとくにご指示ねがいます。

●角度加工および端部切断加工

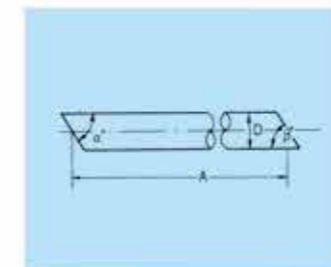
1. 角度加工 (平面)



2. 法面勾配切断 (側面)



3. 平面角度切断



4. 側面角度加工

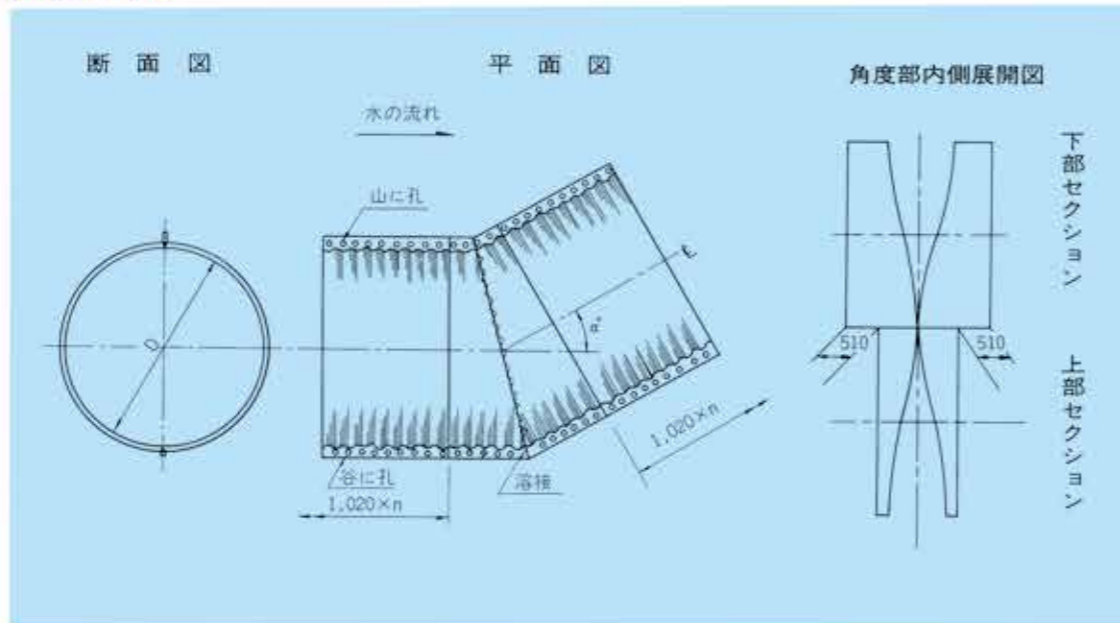
平面角度加工のときと同じです。

5. 直角切断

3.において $\alpha = \beta = 90^\circ$ で長さAを指定することもできます。

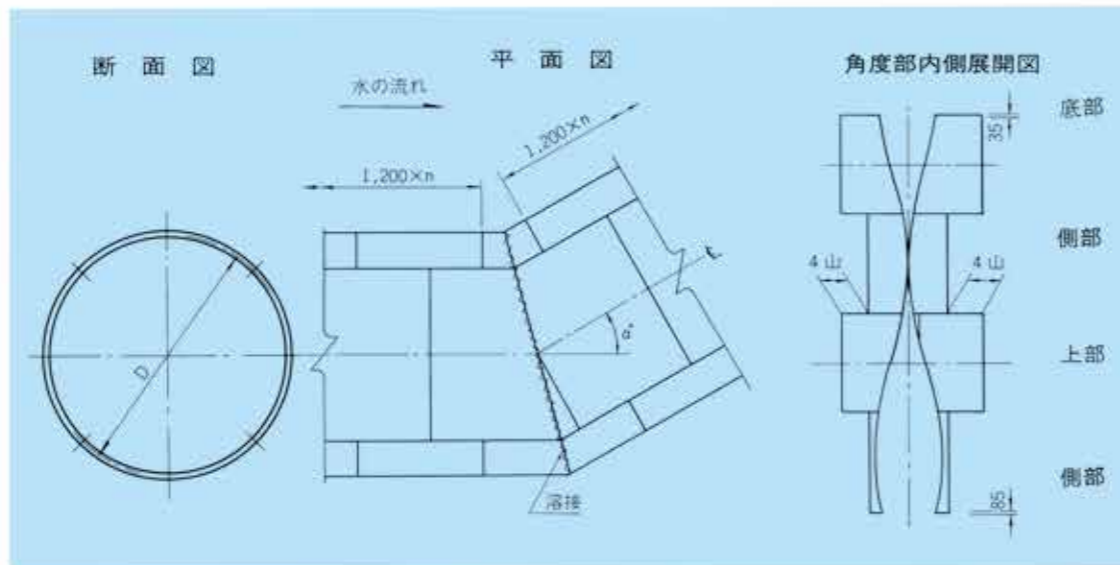
●角度加工、端部切断加工例

円形1形角度加工



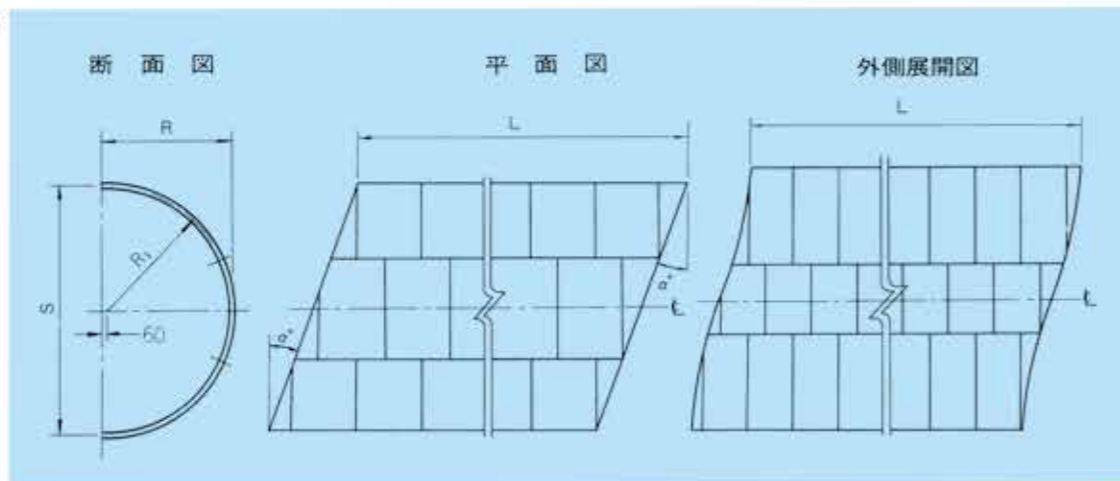
(注) コルゲートセクションのフランジ孔には方向性(山に孔、谷に孔)がありますので設置の際、図面を参照ください。

円形2形角度加工



(注) コルゲートセクションの円周孔には方向性(35mm、85mm)がありますので設置の際、図面を参照ください。

アーチ形角度切断



(注) コルゲートセクションの円周孔には方向性(35mm、85mm)がありますので設置の際、図面を参照ください。

塗装 / パッキング / ペービング

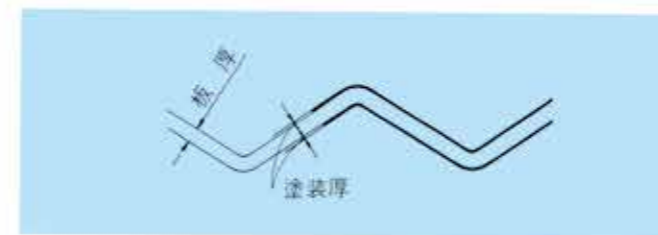
塗装

コルゲートパイプは亜鉛めっきを施しているのですが、十分に耐久性のあるものですが、次のような環境に使用する場合は、亜鉛めっきだけでは耐久性が得られないので、瀝青系塗料などを塗装することにより、十分な耐久性を得ることができます。

- (1) 土壌が酸性、またはアルカリ性の強い場合 (pH<6, pH>12)
- (2) 水分を多く含む腐食土であるとき
- (3) パイプ内を流れる水が腐食性の場合 (pH<6, pH>12)
- (4) 塩分を相当含んだ環境、または海水を流す場合
- (5) 火山灰地帯、温泉地帯

塗装方法は

熱浸漬式(ライニング)のとき
標準塗装厚0.5~1.0mm(片面)



熱浸漬式の場合の塗料の主な性能は

- (1) 軟化点(環球法) 88~110℃
- (2) 針入度 0℃、200g、60sec 15~35mm
25℃、100g、5sec 25~45mm
46℃、50g、5sec 35~55mm
- (3) 比重(25℃) 1.00~1.10
- (4) 引火点(open cut 法) 275℃以上

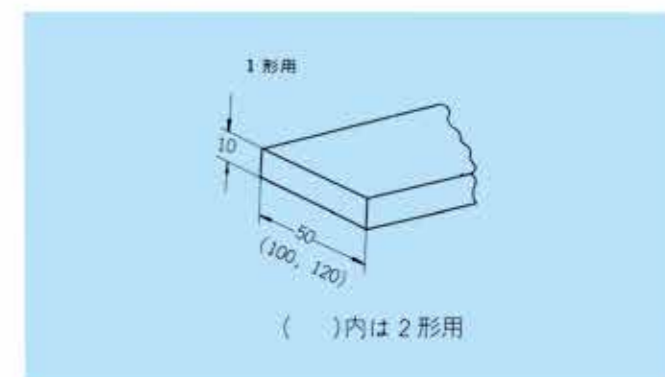
パッキング

コルゲートパイプを水路として使用する場合、水密性が必要となります。そのため、セクションの継手部に専用のパッキングを使用し、ボルト・ナットにより所定の締め付けを行ないます。

専用パッキングは、大小さまざまな間隙を充填するため合成ゴム系発泡体(スポンジテープ状)の片面にシーリング材を塗布したもので伸縮弾性に優れたものです。

パッキングの使用法

- (1) まず、パッキングをパイプ接合部の所定位置に貼り付けます。
- (2) 上記のパイプ接合部に組合せるコルゲートセクションを置いて、錐状(シノ)のものでボルト孔を合せ、ボルトナットで組立てます。
- (3) 各ボルトは座金を使用して所定の締め付けトルクまで十分締め付けます。
- (4) すべてのボルト孔にボルトを使用してください。



パッキングの標準寸法

波形	名称	厚さ×幅×長さ(mm)
1形	1形 CPパッキング	10×50×2,000
2形	2形 CPパッキング	10×100× 910 (円周方向 Cセクション用)
		10×100×1,700 (円周方向 Bセクション用)
		10×100×2,500 (円周方向 Aセクション用)
		10×120×2,000 (直方向用)
		10×120× 200 (コルゲート用)

ペービング

コルゲートパイプ内を流れる砂礫による摩耗を減殺し、かつ流水抵抗を小さくするために、波付け各部を、ファイラーを混合したアスファルト系の材料でペービングできます。

ペービングには、ペービング材および目地材の密着性を良くするため、必ずライニング（熱浸漬式）とCPバックキンを併用します。

なお、コンクリート構造物との連結部（接触部）にパイプ外面をペービングする場合があります。

〈継手部の仕上げ方法〉

ペービングされたセクションを組立てた後にペービングしていないボルト接合部を目地材で、右図の如くやや盛り上げてコテ仕上げます。この場合接合部の泥や水分をよくふき取って2層程度に分けて行ってください。

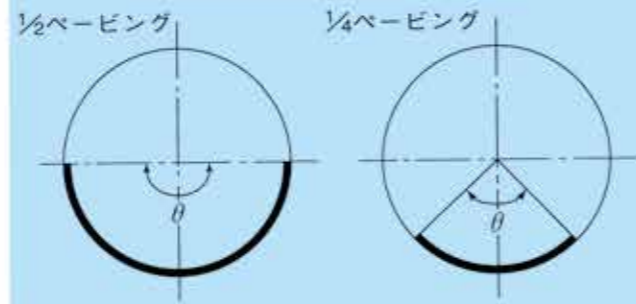
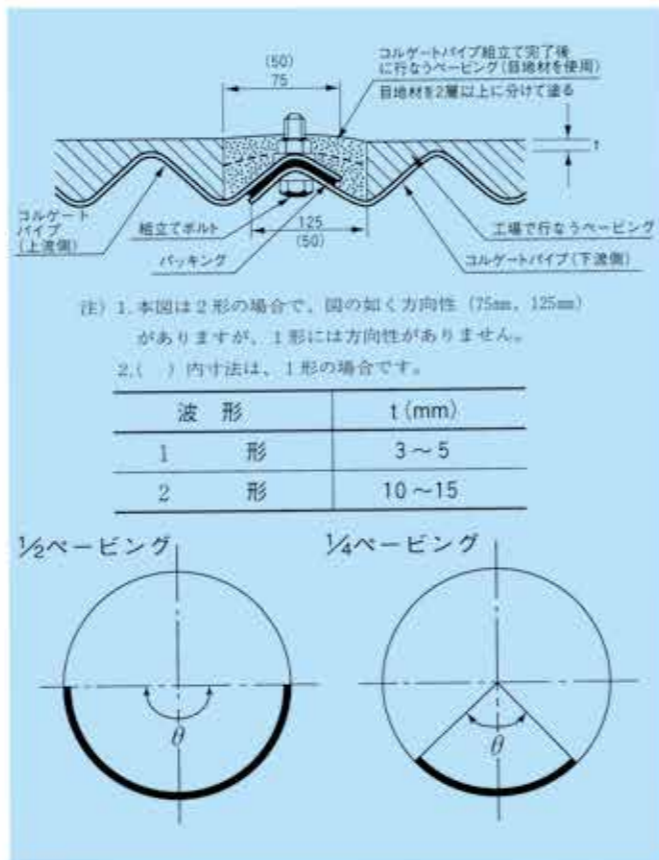
〈注意事項〉

①コルゲートセクションおよびパイプに直射日光などを当てるとパイプの温度が上がり、ライニング塗装およびペービングに支障をきたす恐れがありますので、組立て後直ちにパイプ周りの埋戻しを行なうか、またはパイプに覆いをする必要があります。

②0℃以下での目地材の使用および保管は避けてください。

パイプの塗装面積、バックキنگ長さ、ペービング中心角

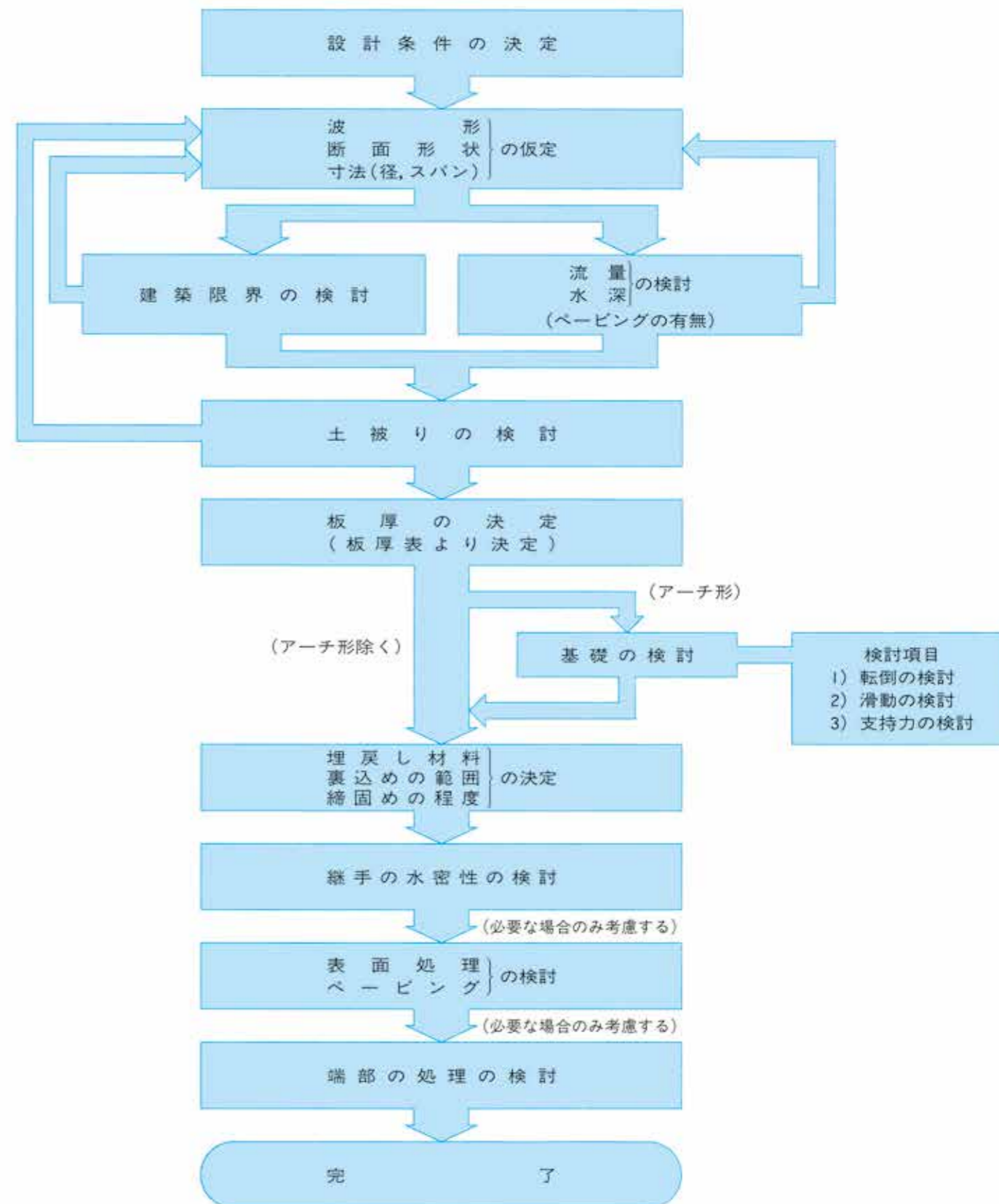
形式	呼称径 (mm)	パイプ1m当り両面の 塗装面積 (m ²)		パイプ1m当りの バックキング長さ (m)			1/2ペービングの中心角(度) θ		1/4ペービングの中心角(度) θ	
		LF形	LF形	LF形	LF形	LF形	LF形	LF形	LF形	LF形
円形1形 (LF形)	400	3.34	3.56	169	90					
	600	4.74	4.21	172	90					
	800	6.24	4.86	174	90					
	1,000	7.65	5.52	175	90					
	1,200	9.06	6.16	176	90					
	1,350	10.1	6.65	177	90					
	1,500	11.2	7.13	177	90					
	1,650	12.2	7.63	177	90					
1,800	13.3	8.11	177	90						
円形2形	1,250	11.7	3.69	円周方向	長手方向	3枚重ね	1/2ペービング	180	90	
	1,500			4.35	5.02	1.33	180	90		
	1,750			5.01	5.02	1.33	180	90		
	2,000			5.67	5.02	1.33	180	81		
	2,500			7.00	5.02	1.33	180	90		
	3,000			8.33	5.02	1.33	180	84		
	3,500			9.83	7.52	2.00	175	90		
	4,000			11.17	7.52	2.00	175	90		
	4,500			12.50	7.52	2.00	176	90		



コルゲートパイプの設計

設計の手順

コルゲートパイプの設計は、用途、荷重、基礎地盤などに適合し、経済的になる断面を決定します。通常、次の手順によって設計を行ないます。



●断面形状の選定

コルゲートパイプの基本的な断面形状は、円形、エロンゲーション形、パイプアーチ形およびアーチ形の4種類です。

断面形状	波形	寸法範囲 (mm)	使用板厚 (mm)	継手形式
円形 	1 形	D400~D1,800	1.6, 2.0, 2.7, 3.2, 4.0 (5種類) 2.7, 3.2, 4.0, 4.5, 5.3, 6.0, 7.0 (7種類)	フランジ形ボルト締め
	2 形	D1,250~D4,500		
エロンゲーション形 (鉛直方向に5%伸ばす形) 	2 形	D1,330~D4,500		
パイプアーチ形 	2 形	D2,000~D5,800		ラップ形ボルト締め
アーチ形 	2 形	D1,500~D7,000		

断面形状の選定に際して、強度上、水理上検討すべき点は、次のとおりです。

1. 円形は、最も安定した形状で組立て施工も容易です。
2. エロンゲーション形は、高い盛土下や大口径の場合に用いられます。
3. パイプアーチ形は、円形2形で最小土被りがとれない場合に用いられます。コーナー部の反力土圧が大

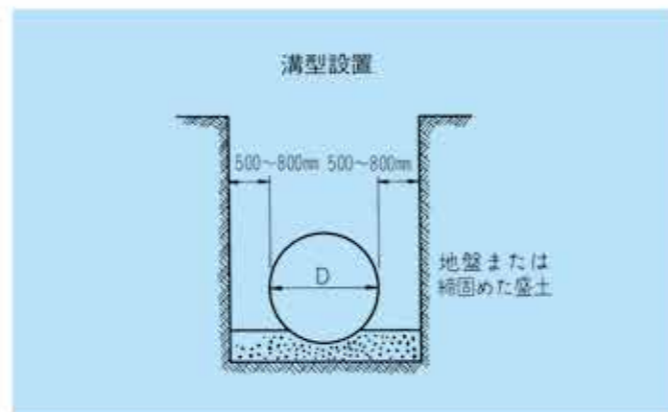
きいため、コーナー部の裏込めは十分締め固めなければなりません。

4. アーチ形は、コルゲートパイプ内空の建築限界を大きくとりたい場合に用いられます。構造的には、たわみ性構造物と剛性構造物の組合せであるため、その耐荷力はアーチ基礎によって大きく影響されます。

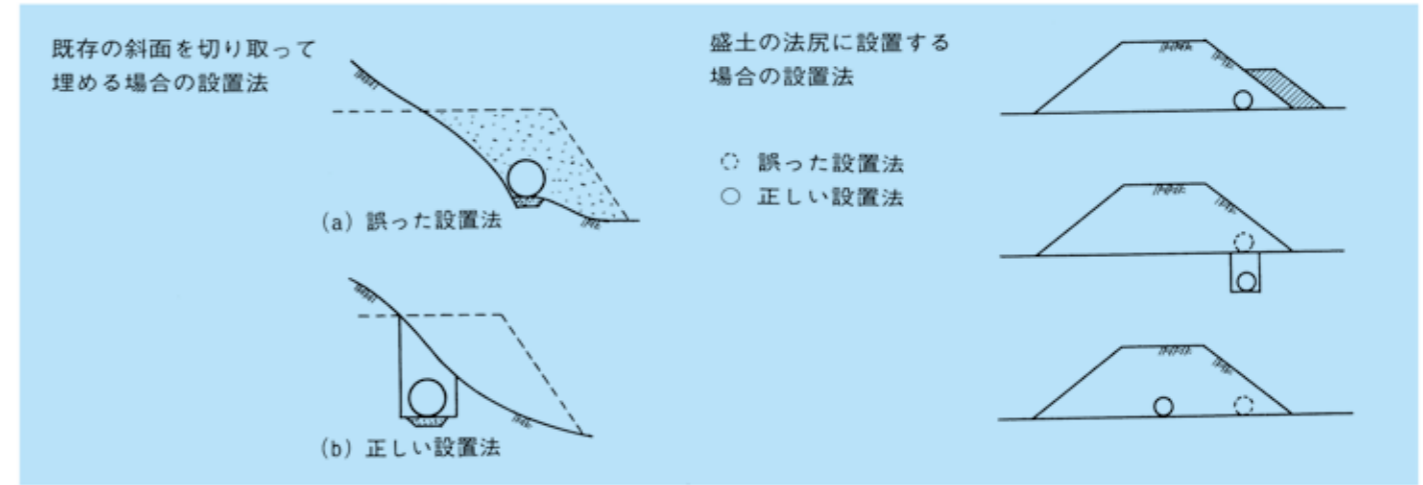
●設置位置の選定

コルゲートパイプの特性を十分に発揮させるために、設置にあたって慎重に位置を選定しなければなりません。設置に際して注意すべき事項は次のとおりです。

1. コルゲートパイプの設置法は一般に右図のような溝型が望まれます。



2. コルゲートパイプを極端な偏圧を受ける位置に設置することは避けなければなりません。偏圧の受けやすい斜面や盛土の場合には下図のように設置します。



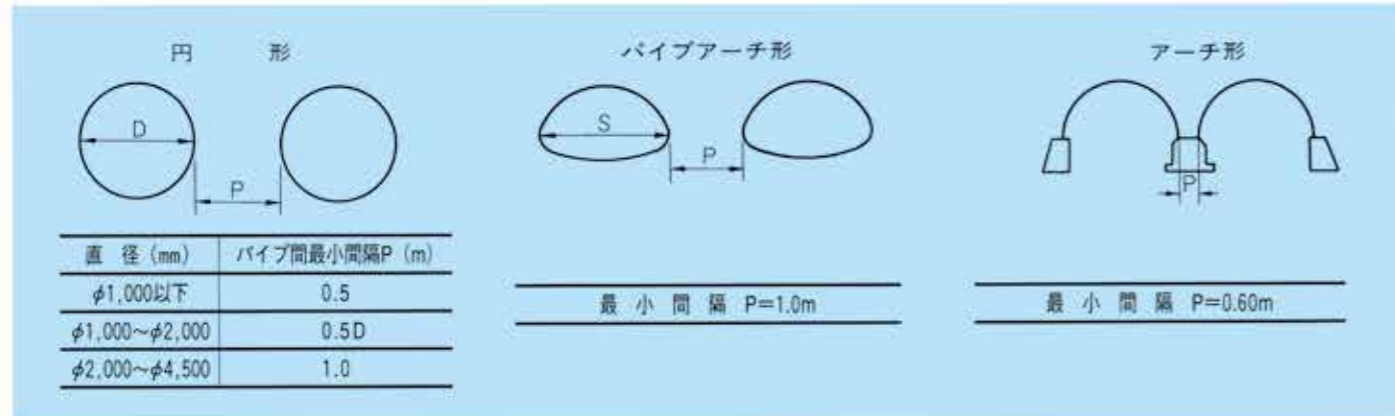
3. コルゲートパイプを道路・盛土などを横断して設置する場合は、直角にすることが望まれます。やむをえない場合は、下図のように設置します。

斜 角(θ)	ヘッドウォールのない場合		ヘッドウォールをつくる場合	
	望ましい	やむをえない	望ましい	やむをえない
90°~75°				
75°~45°				
45°以下	×		×	×

●その他の特別な場合

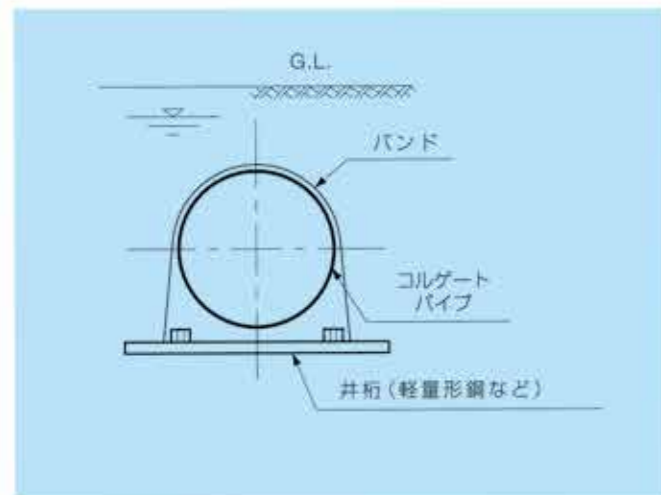
1. 土被りが最小土被りより小さい場合

道路や鉄道以外の用途で活荷重が加わる恐れがまったくないときには、板厚表に示した最小土被り以下に設置したり、パイプの一部を露出させたりすることができます。この場合の板厚は道路用板厚表の最小土被りでの板厚を適用します。



3. 揚圧力に対する注意

コルゲートパイプの周囲の土が水で飽和したときには浮力によって浮き上がることがあります。とくに、土被りが薄い場合などでは、この現象が起こる恐れがあり、設計段階で十分な検討を要します。この浮力に対しては、パイプ内が空になった状態においてコルゲートパイプ上の土圧、自重およびパイプ上の土とその両側の土との摩擦力の合計が浮力を上回るようにします。浮上がり防止の方法としては、盛土厚の増加や、下図のようにパイプ下面に井桁を組みパイプと連結して井桁の引抜き抵抗により防ぐ方法などがあります。



2. 並列設置の場合の最小間隔

コルゲートパイプを並列設置する場合は、中間の埋戻し土砂を締め固める必要があるため、少なくとも下図に示した間隔をとらねばなりません。

4. 水路として使用する場合の注意

コルゲートパイプを水路として使用するには、水理上の機能を確保するため、その規模、重要度に応じて次のような注意が必要です。

- 1) 計画最大流量に対してコルゲートパイプの断面を決定する場合、満水状態が生じないように、設計水面とパイプ頂部との間に余裕高をとらねばなりません。この余裕高は、水路が遭遇する不測の事態に対処するものであって、想定沈下量の誤差、粗度係数の変動、水面の動揺に対する余裕も含むものですが、ほぼつぎのような数値を基準にして決定します。

$$\frac{\text{水面高}}{\text{コルゲートパイプの高さ}} < 0.80 \sim 0.83$$

または、 $\frac{\text{通水可能最大流量}}{\text{設計流量}} > 1.20$

- 2) 洪水流を流入させる水路を計画する場合には、余裕高について慎重に検討する必要があります。そのほかに流木などが混入するとコルゲートパイプが破損するばかりでなく、通水を妨げることになりますので、上流側にスクリーンを設けるなどの配慮をしなければなりません。
- 3) 小口径のパイプの場合には、その計算上の流量がごくわずかであっても清掃その他の保安を考慮して呼称径1,000mm以上とすることが望まれます。

流量計算

コルゲートパイプの流量を計算するには、マンニングの公式が多く用いられます。

マンニングの平均流速公式

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2}$$

$$Q = vA$$

ただし、 Q : 流量 (m³/sec)

v : パイプ内の平均流速 (m/sec)

n : 粗度係数

R : 径深 = A/L (m)

A : 流水の断面積 (m²)

L : 潤辺 (m)

I : 動水コウ配

呼称径 D のパイプのときは、

$$A = \frac{D^2}{8} (\varphi - \sin \varphi), \quad L = \frac{D}{2} \varphi$$

$$R = \frac{D}{4} \left(1 - \frac{\sin \varphi}{\varphi} \right)$$

$$h = \frac{D}{2} \left(1 - \cos \frac{\varphi}{2} \right)$$

満水のときの平均流速および流量は

$$v_0 = \frac{1}{n} \left(\frac{D}{4} \right)^{2/3} I^{1/2}$$

$$Q_0 = \frac{\pi D^2}{4} v_0$$

流量は $h \approx 0.94D$ のとき最大となります。

$$Q_{\max} = 1.07 Q_0$$

ただし、満水状態でコルゲートパイプの断面形状を決定する場合は、流量に約20%の余裕をみる必要があります。円形1形、2形およびパイプアーチ形の流量図表を次頁に示します。異なる n の場合には流量図表によって求められた流量を円形1形は $\frac{0.024}{n}$ 倍、円形2形、パイプアーチ形は $\frac{0.033}{n}$ 倍するか、計算流量を同様に $\frac{n}{0.024}$ 倍、 $\frac{n}{0.033}$ 倍した数値を流量図表に適用して管径を求めることができます。

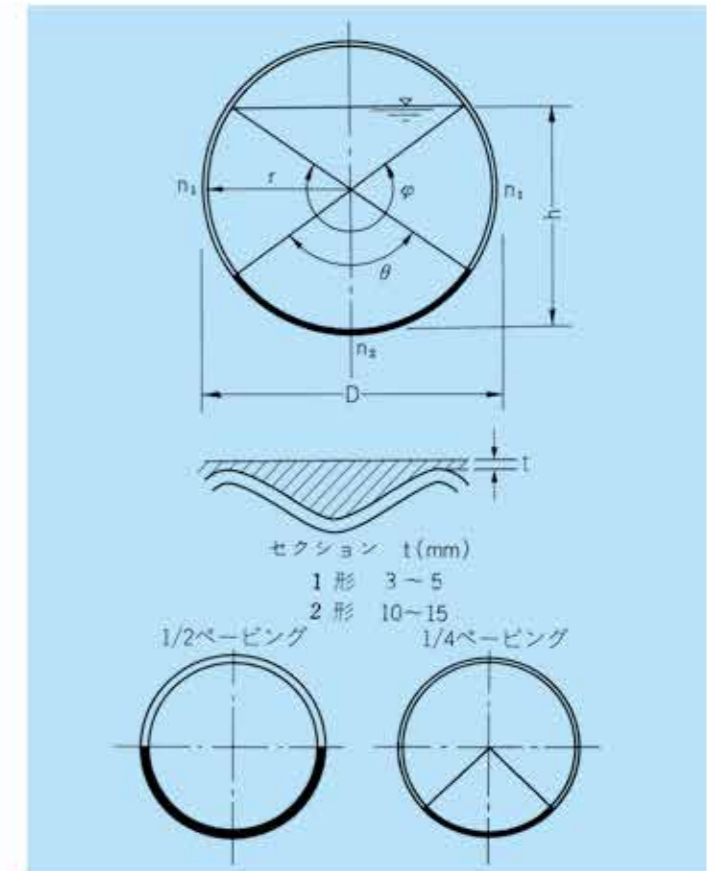
コルゲートパイプの粗度係数は、次の値を標準とします。なお、()内の値は通常の設計に用いられます。

$$1 \text{ 形 } n = 0.022 \sim 0.026 \quad (0.024)$$

$$2 \text{ 形 } n = 0.030 \sim 0.035 \quad (0.033)$$

コルゲートパイプの粗度係数は他のカルバートと比べて相当大きい値となるため、次の図のように内面の1/4または1/4を瀝青材料でできたペーパーメントブロックで被覆して粗度係数を小さくすることがあります。ペーパーメントされた部分の粗度係数は次の値をとります。

$$n = 0.010 \sim 0.013 \quad (0.012)$$



図のように一部ペーパーメントした円形パイプの平均粗度係数は次式によって算出します。

$$\bar{n} = \frac{n_1(\varphi - \theta) + n_2\theta}{\varphi}$$

ただし、 \bar{n} : 平均粗度係数

n_1 : ペーパーメントしない部分の粗度係数

n_2 : ペーパーメントした部分の粗度係数

φ : $2\cos^{-1} \frac{r-h}{r}$

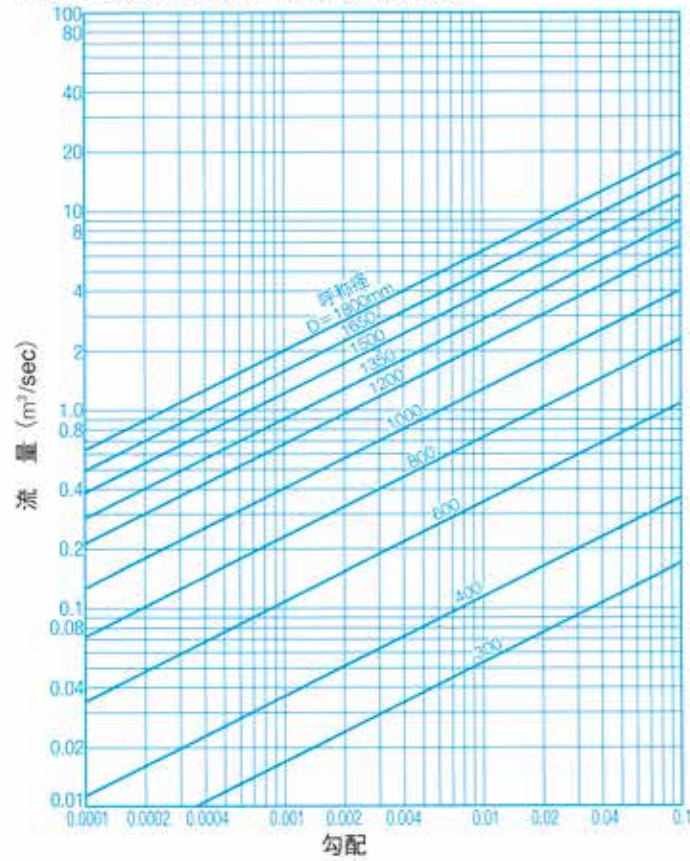
h : 水位 (m)

r : パイプの内側の半径 (m)

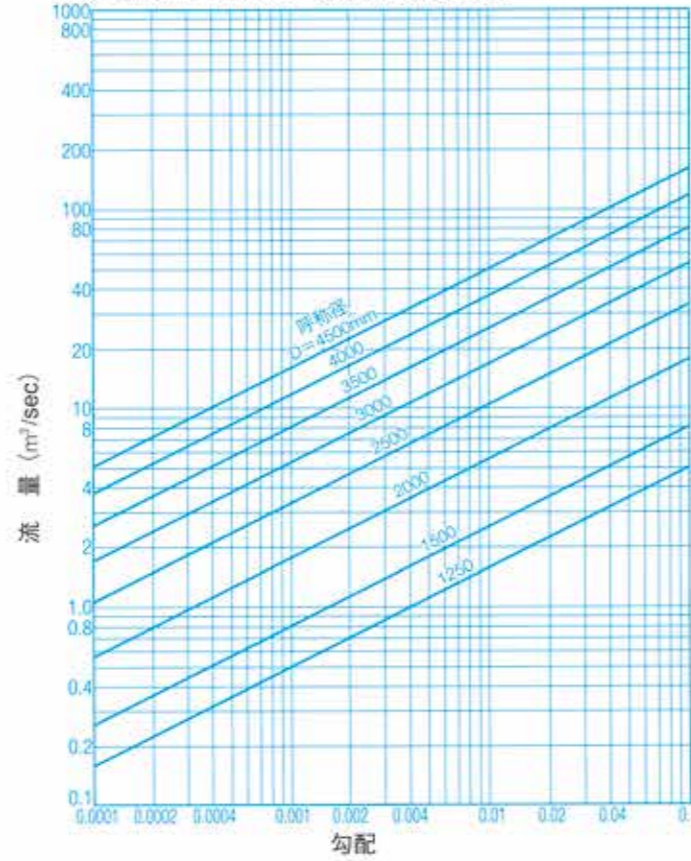
θ : ペーパーメントした部分の中心角

ペーパーメントブロックは瀝青材にフィラーを混合したもので成形され、その厚さは上図のとおりで、1/2ペーパーメントまたは1/4ペーパーメントとします。

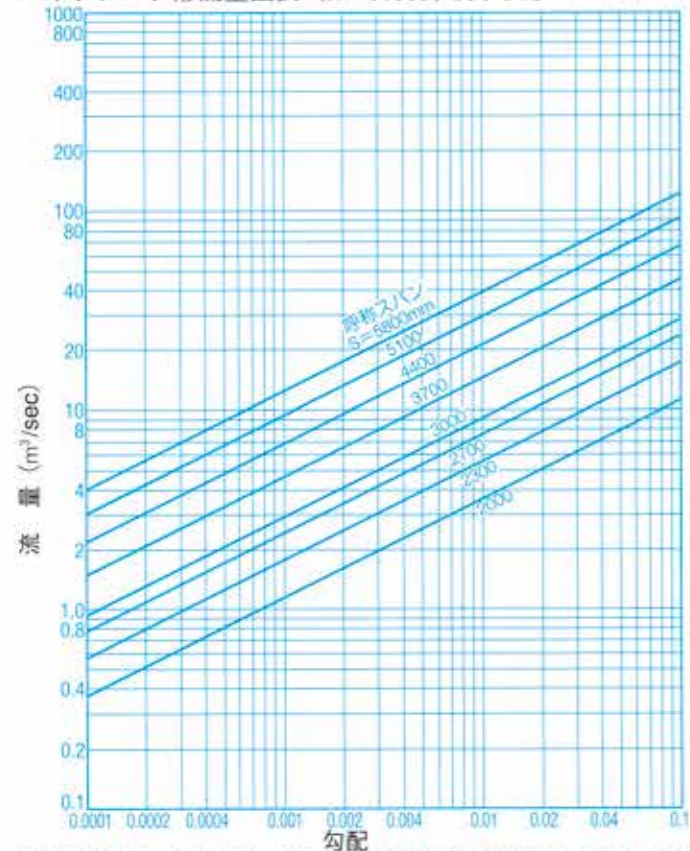
円形1形流量図表 (n=0.024) 満水状態



円形2形流量図表 (n=0.033) 満水状態



パイプアーチ形流量図表 (n=0.033) 満水状態



(注) 円形2形・パイプアーチ形の流量計算は呼称径より50mm減じたパイプの内側径を使用している。

パイプアーチ形流量計算用データ

呼称径 D (mm)	断面積 A (m²)	潤辺 L (m)	径深 R (m)	$R^{2/3}$ (m)
2,000	2.183	5.345	0.408	0.550
2,300	2.828	6.131	0.461	0.597
2,700	3.538	6.917	0.511	0.640
3,000	4.335	7.703	0.563	0.682
3,700	6.138	9.275	0.662	0.759
4,400	8.239	10.847	0.760	0.832
5,100	10.638	12.419	0.857	0.902
5,800	13.334	13.991	0.953	0.968

●コルゲートパイプ板厚表

コルゲートパイプの板厚は、設置条件、断面形状、直径および土被りが定まると板厚表を用いて決定します。板厚表はコルゲートメタルカルバート・マニュアル（第3回改訂版）地盤工学会編に基づいています。この板厚表を使用するにあたっては、次の事項に注意してください。

最小土被り

コルゲートパイプの頂点から、道路路面またはまくら木下面までの距離を土被りといいます。最小土被りは、板厚表（P36～41）に表示された値とします。

対象活荷重

道路下に用いる場合の板厚表は、T荷重を標準とします。また、鉄道下に用いる場合の板厚表は、EA-17を標準とします。

荷重	総重量 W (kN) {tf}	前輪荷重 0.1W (N) {kgf}	後輪荷重 0.4W (N) {kgf}	前輪 帯幅 b ₁ (mm)	後輪 帯幅 b ₂ (mm)	車輪 接地長 a (mm)
T	245{25}	2.45×10 ⁴ {2,500}	9.81×10 ⁴ {10,000}	125	500	200

(寸法単位: cm)

ボルトの強度区分と本数

ボルトは板厚が薄い場合はJIS B 1180の4.6を用います。板厚が2形で4.5mm以上の場合には8.8（引張り強さ830N/mm²{84.6kgf/mm²}以上）を用い、かつ板厚が6.0mm以上の場合には軸方向継手のボルト数を50%増とします。

裏込めの材料とその締固め

板厚表は、裏込め材料とその締固めの程度に応じて、下表の三つの範囲に区分されます。

本設と仮設の考え方

コルゲートメタルカルバートは、従来より重要な構造物

(例：道路、鉄道)の下に埋設されてきており、このため長期の耐久性と機能性が要求され、このような使用方法を本設と定義します。

一方、工事用仮排水路や土捨て場・空港高盛土などの仮排水路のように、捨て土（盛土）完了後表面排水が完備され、短期間でカルバートの機能が不要となるような重要度の低いもの、あるいは短期間の使用に供するコルゲートパイプを仮設として位置付けます。

また、仮設としての目的が終了した時点でパイプ内を砕石で充填するなどの処置が望まれます。

範囲	裏込めの変形係数 (MN/m ²) {kgf/cm ² }	裏込め材料とその締固め度
範囲A ゴチック体で示す部分	7.4~14.7{75~150}	砂または切込み砂利を用いるのが望ましいが、若干細粒分のある山砂でも、最大乾燥密度の90%以上に締め固めればよい。
範囲B 着色部分	14.7~24.5{150~250}	砂または切込み砂利を用い、最大乾燥密度の95%以上に締め固める。
範囲C 普通字体に()を付けた部分	24.5以上{250以上}	とくに粒度の良い切込み砂利などを選定して、十分な施工管理のもとで最大乾燥密度の95%以上に締め固める。

(注)裏込めの締固め度は、JIS A 1210（突固めによる土の締固め試験法）に規定するうち、突固め方法のE-aによって求めた最大乾燥密度を基準とした百分率により、その一般的基準を示したものである。また、裏込めの変形係数による現場管理値については、JIS A 1211（CBR試験方法）よりCBR試験値を室内および室外試験で求め、 E_s （土の変形係数）[kgf/cm²] = 1401×CBRによって求めることもできる。

●道路下に用いる場合(T荷重)……本設用

円形1形(道路下)

板厚の単位:mm

直径 (mm)	最小土 被り (m)	土 被 り (m)																			
		1.5	3.0	4.5	6.0	7.5	9.0	10.5	12.0		13.5	15.0	16.5	18.0	21.0	24.0	27.0	30.0	33.0	36.0	
400	0.4	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6		1.6	2.0	2.0	2.7	2.7	3.2	3.2	4.0	4.0	4.0	
600	0.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	2.0	2.7		2.7	2.7	3.2	3.2	4.0	(4.0)					
800	0.6	2.0	1.6	1.6	2.0	2.0	2.7	2.7	3.2		3.2	4.0	(4.0)	(4.0)							
1,000	0.6	2.7	2.0	2.0	2.0	2.7	2.7	3.2	4.0		4.0										
1,200	0.6	2.7	2.0	2.0	2.7	2.7	3.2	4.0	(4.0)												
1,350	0.6	2.7	2.0	2.0	2.7	3.2	4.0	(4.0)													
1,500	0.6	3.2	2.7	2.7	3.2	4.0	4.0														
1,650	0.6	4.0	2.7	2.7	3.2	4.0															
1,800	0.6	4.0	3.2	3.2	3.2	4.0															

(注)範囲A(ゴチック体で示す部分)、範囲B(明朝体:着色部分)、範囲C(明朝体に()を付けた部分)

円形2形(道路下)

板厚の単位:mm

直径 (mm)	最小土 被り (m)	土 被 り (m)																								
		1.5	3.0	4.5	6.0	7.5	9.0	10.5	12.0	13.5	15.0		16.5	18.0	21.0	24.0	27.0	30.0	33.0	36.0	39.0	42.0	45.0	51.0	60.0	
1,250	0.6	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7		3.2	3.2	4.0	4.5	5.3	5.3	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	7.0	(7.0)
1,500	0.6	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	3.2	4.0		4.0	4.0	5.3	5.3	6.0	6.0	7.0	(7.0)	(7.0)	(7.0)				
1,750	0.6	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	3.2	4.0	4.0		4.5	5.3	6.0	6.0	(6.0)	(6.0)	(7.0)							
2,000	0.6	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	3.2	4.0	4.0	4.5		5.3	6.0	(6.0)	(6.0)	(6.0)	(7.0)								
2,500	0.6	2.7	2.7	2.7	2.7	3.2	4.0	4.0	4.5	5.3	6.0		(6.0)	(6.0)	(6.0)	(6.0)										
3,000	0.6	3.2	3.2	3.2	3.2	4.0	4.5	5.3	5.3	6.0	(6.0)		(6.0)	(6.0)	(7.0)											
3,500	0.8	3.2	3.2	3.2	4.0	4.5	5.3	6.0	6.0	6.0	(6.0)		(6.0)	(7.0)	(7.0)											
4,000	0.8	4.0	4.0	4.0	4.5	4.5	5.3	6.0	6.0	(6.0)	(6.0)		(7.0)	(7.0)												
4,500	0.8	4.5	4.5	4.5	5.3	6.0	6.0	6.0	6.0	(7.0)	(7.0)		(7.0)													

(注)範囲A(ゴチック体で示す部分)、範囲B(明朝体:着色部分)、範囲C(明朝体に()を付けた部分)

エロンゲーション形 (道路下)

板厚の単位: mm

呼称径 (mm)	最小土被り (m)	土 被 り (m)																								
		1.5	3.0	4.5	6.0	7.5	9.0	10.5	12.0	13.5	15.0	16.5	18.0	21.0	24.0	27.0	30.0	33.0	36.0	39.0	42.0	45.0	48.0	51.0	54.0	57.0
1,330	0.6	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	3.2	3.2	4.0	4.0	4.5	5.3	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	7.0	7.0
1,500	0.6	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	3.2	4.0	4.0	5.3	5.3	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	7.0	7.0	7.0		
1,750	0.6	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	3.2	4.0	4.0	4.5	5.3	6.0	6.0	6.0	6.0	7.0								
2,000	0.6	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	3.2	4.0	4.0	4.5	5.3	6.0	6.0	6.0	7.0	7.0									
2,500	0.6	2.7	2.7	2.7	2.7	3.2	4.0	4.0	4.5	5.3	6.0	6.0	6.0	7.0	7.0											
3,000	0.6	3.2	3.2	3.2	3.2	4.0	4.5	5.3	5.3	6.0	6.0	6.0	6.0	7.0	7.0											
3,500	0.8	3.2	3.2	3.2	4.0	4.5	5.3	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	7.0	7.0												
4,000	0.8	4.0	4.0	4.0	4.5	4.5	5.3	6.0	6.0	6.0	6.0	7.0	7.0													
4,500	0.8	4.5	4.5	4.5	5.3	6.0	6.0	6.0	6.0	7.0	7.0															

(注) 範囲A(ゴシック体で示す部分)、範囲B(明朝体:着色部分)

パイプアーチ形 (道路下)

板厚の単位: mm

呼称径 (mm)	最小土被り (m)	土 被 り (m)									
		1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	
2,000	0.6	2.7(1)	2.7(1)	2.7(1)	2.7(1)	2.7(1)	2.7(1)	2.7(1)	3.2(1)	3.2(2)	
2,300	0.6	2.7(1)	2.7(1)	2.7(1)	2.7(1)	2.7(1)	2.7(1)	3.2(1)	3.2(2)	3.2(2)	
2,700	0.6	3.2(2)	3.2(1)	3.2(1)	3.2(1)	3.2(2)	3.2(2)	3.2(2)	3.2(2)	4.0(2)	
3,000	0.6	3.2(2)	3.2(1)	3.2(1)	3.2(1)	3.2(2)	3.2(2)	3.2(2)	4.0(2)	4.0(3)	
3,700	0.6	4.0(2)	4.0(2)	4.0(2)	4.0(2)	4.0(2)	4.0(2)	4.0(3)	4.5(3)	5.3(3)	
4,400	0.7	4.5(3)	4.5(2)	4.5(2)	4.5(2)	4.5(3)	4.5(3)	4.5(3)	5.3(4)	5.3(4)	
5,100	0.7	5.3(3)	5.3(3)	4.5(3)	4.5(3)	5.3(3)	5.3(4)	5.3(4)			
5,800	0.9	6.0(4)	6.0(3)	6.0(3)	6.0(3)	6.0(4)	6.0(4)				

(注) 範囲A(ゴシック体で示す部分)

表中の()内は、コーナー部の土の支持力が、(1)は0.20MN/m²{2.0kgf/cm²}以上、(2)は0.29MN/m²{3.0kgf/cm²}以上、(3)は0.39MN/m²{4.0kgf/cm²}以上、(4)は0.49MN/m²{5.0kgf/cm²}以上必要である。

したがって、コーナー部については、それに見合う材料の選定および締固めが必要である。

●鉄道下に用いる場合(EA-17)……本設用

円形1形 (鉄道下)

板厚の単位: mm

直 径 (mm)	最小土被り (m)	土 被 り (m)							
		1.5	3.0	4.5	6.0	7.5	9.0	10.0	
400	0.4	2.0	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	
600	0.6	2.0	1.6	1.6	1.6	1.6	2.0	2.0	
800	0.8	2.7	2.0	2.0	2.0	2.0	2.7	2.7	
1,000	0.9	2.7	2.0	2.0	2.0	2.7	3.2	3.2	
1,200	1.0	2.7	2.0	2.0	2.7	3.2	4.0	4.0	
1,350	1.0	2.7	2.0	2.7	2.7	4.0	4.0		
1,500	1.0	3.2	2.7	2.7	3.2	4.0			
1,650	1.0	3.2	2.7	2.7	4.0	4.0			
1,800	1.0	3.2	3.2	3.2	4.0				

(注) 範囲A(ゴシック体で示す部分)、範囲B(明朝体:着色部分)

アーチ形 (道路下)

板厚の単位: mm

呼称径 (mm)	最小土被り (m)	土 被 り (m)												
		1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0		
1,500~3,000	0.8	4.5	4.0	3.2	3.2	3.2	3.2	4.5	5.3	6.0	6.0	7.0		
3,500	0.8	4.5	4.0	3.2	3.2	3.2	4.0	4.5	5.3	6.0	7.0	7.0		
4,000	0.8	5.3	4.5	4.0	4.0	4.0	4.5	5.3	6.0	7.0	7.0			
4,500	0.8	5.3	5.3	4.5	4.5	4.5	5.3	6.0	7.0	7.0				
5,000	0.8	6.0	5.3	4.5	4.5	5.3	6.0	7.0	7.0					
5,500	0.8	6.0	6.0	5.3	5.3	6.0	7.0	7.0						
6,000	0.8	7.0	6.0	6.0	6.0	7.0	7.0							
6,500	0.9	7.0	7.0	7.0	(7.0)	(7.0)								
7,000	0.9	7.0	7.0	(7.0)	(7.0)									

(注) 範囲A(ゴシック体で示す部分)、範囲B(明朝体:着色部分)、範囲C(普通字体に()を付けた部分)
この表は、ライズとスパン比0.3~0.5の範囲に適用する。

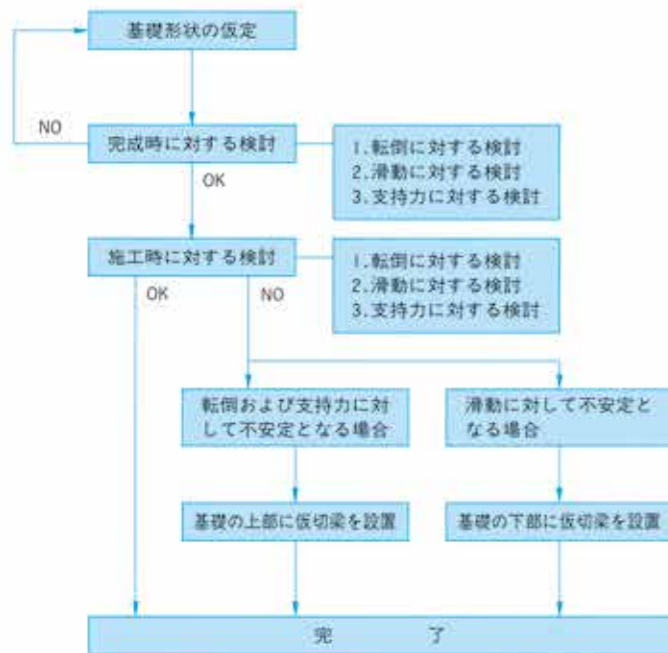
円形2形 (鉄道下)

板厚の単位: mm

直 径 (mm)	最小土被り (m)	土 被 り (m)							
		1.5	3.0	4.5	6.0	7.5	9.0	10.0	
1,250	0.6	3.2	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	
1,500	0.6	3.2	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	
1,750	0.6	3.2	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	3.2	
2,000	0.6	4.0	3.2	2.7	2.7	2.7	3.2	3.2	
2,500	0.7	4.5	4.0	3.2	3.2	3.2	4.0	4.0	
3,000	0.8	5.3	4.5	4.0	4.0	4.5	4.5	5.3	
3,500	0.9	6.0	5.3	4.5	4.5	4.5	6.0	6.0	
4,000	1.0	6.0	5.3	4.5	4.5	5.3	6.0	6.0	
4,500	1.2	7.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	

(注) 範囲A(ゴシック体で示す部分)、範囲B(明朝体:着色部分)

アーチ基礎



アーチ形は、一般のコルゲートパイプと違って、コンクリートあるいは鉄筋コンクリートの基礎壁体の上に半円あるいは半円に近い断面形状にコルゲートセクションを組立て固定したものですから、コルゲートパイプの設計施工のさいの諸注意の他に、基礎を十分に固定して安定したものにすることが非常に重要となります。

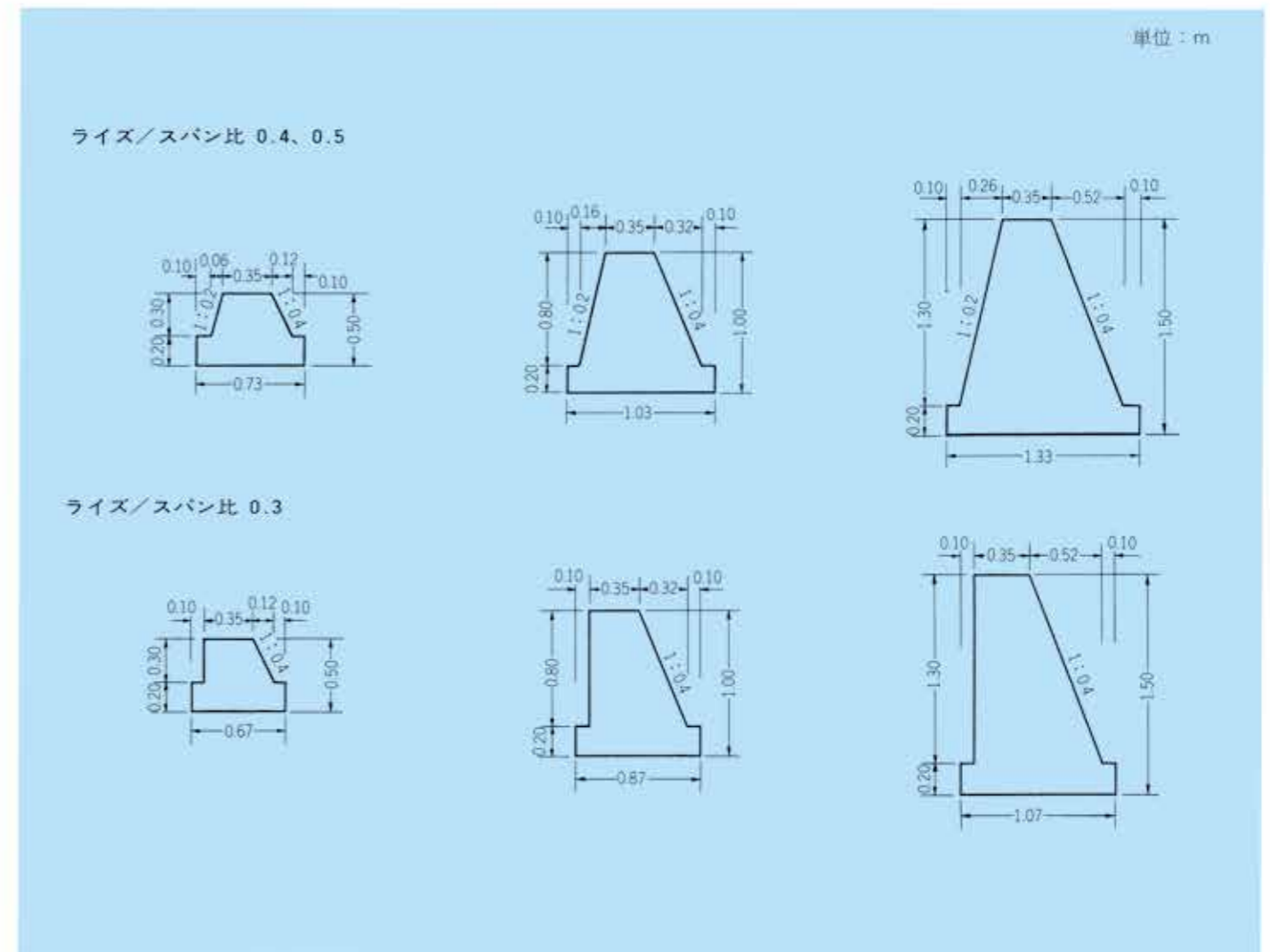
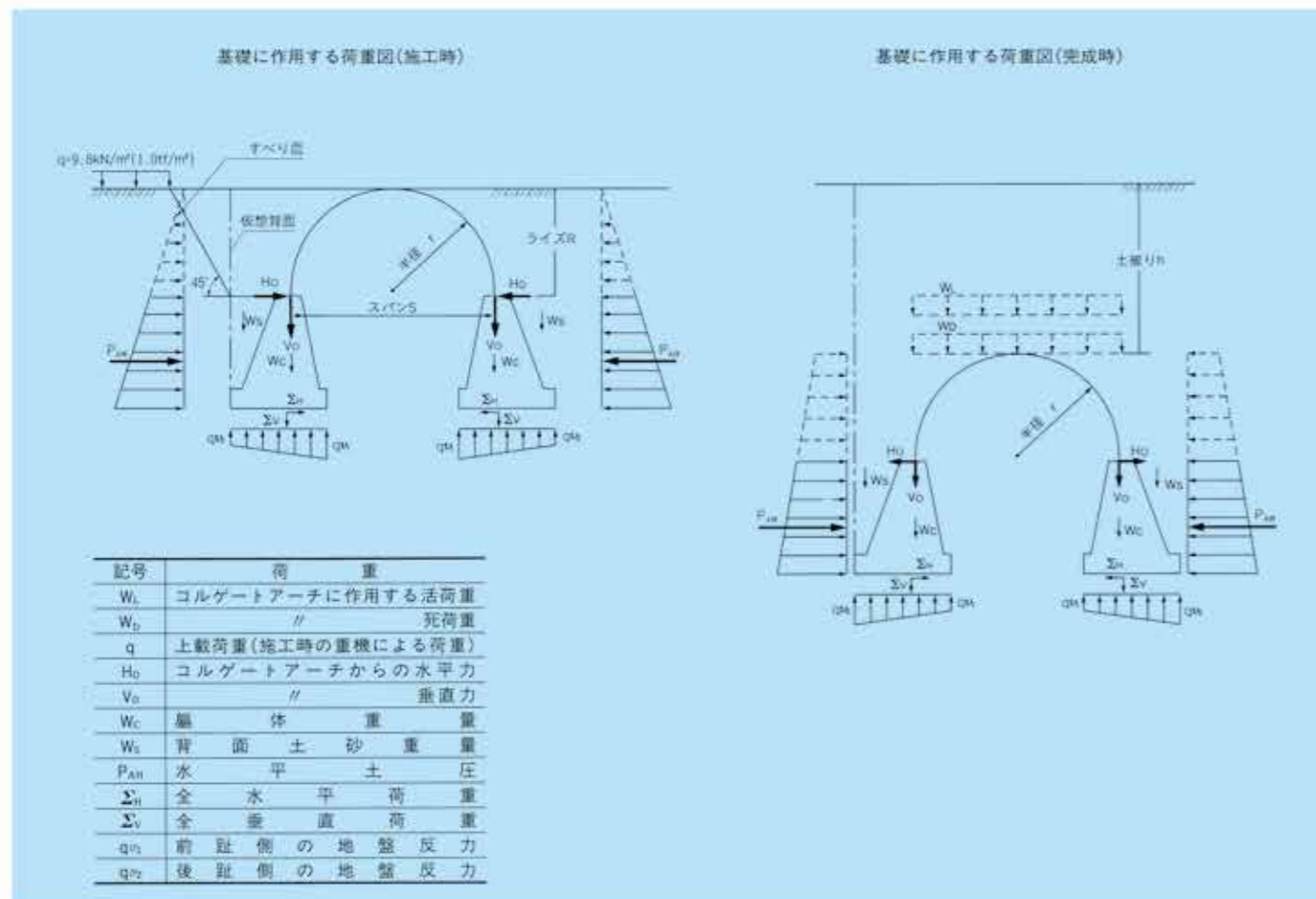
アーチ基礎の設計は、完成時および施工時それぞれについて検討を行います。なお基礎にかかる荷重状態は、下図に示すとおりで、この荷重状態において基礎は、
a) 転倒しないこと
b) 不同沈下を生じないこと
c) 水平方向に移動しないこと

が必要で、これらの現象が現われるとアーチ部は変形あるいは破壊することになります。

●アーチ基礎の計算図表

- この図表では下図に示す形の基礎の内、ライズとスパン比0.5のものについて、道路用として計算したもので、高さは0.5m、1.0m、1.5mの3種類としています。
- 根入れ深さによる水平抵抗は無視しています。
- 計算結果は盛土完了後の荷重状態において、合力の作用位置は底面中心より底面幅の1/6以内にはいり、水平方向の滑動に対する安全率は1.5以上です。図表には、基礎高、土被り、スパンに対する鉛直力、および基礎高、鉛直力に対する支持力（許容支持力）を示しました。
- 地盤反力が大きくなると、底版厚が不足となるので、
1) 杭基礎として底版に大きい反力がかからないようにする、2) 底幅を広げる、3) 底版厚を厚くするなどの処置が必要です。

- 図表の計算結果は盛土が完了した場合の荷重に基づいて行なわれていますが、施工中のコルゲートアーチの上に土被りがない時点では前に述べたとおり内側にすべりやすい状態となっているので、注意して施工する必要があります。
- 盛土が粘性土からなる場合、原地盤の摩擦抵抗が小さい場合などには基礎の根入れを深くします。必要に応じてストラットを設けます。



参考 (道路下 T荷重)

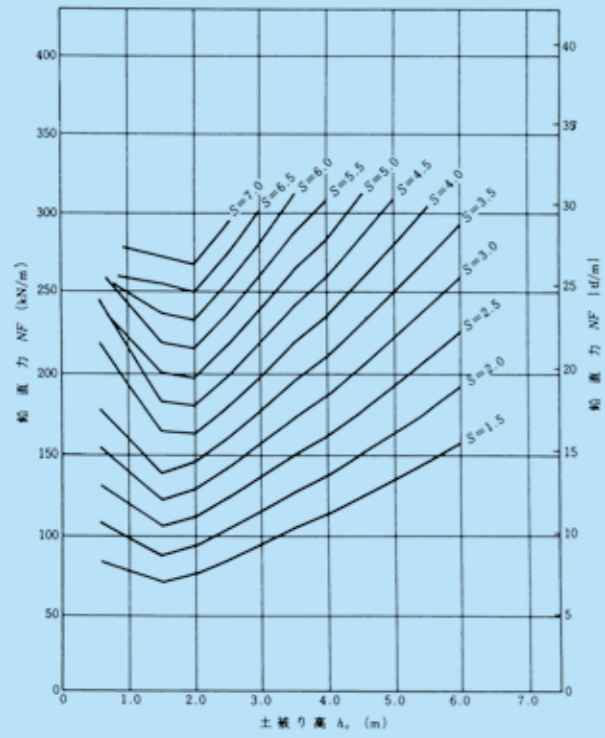


図-9.49 土盛りとスパンに対する鉛直力 (タイプ A, A')

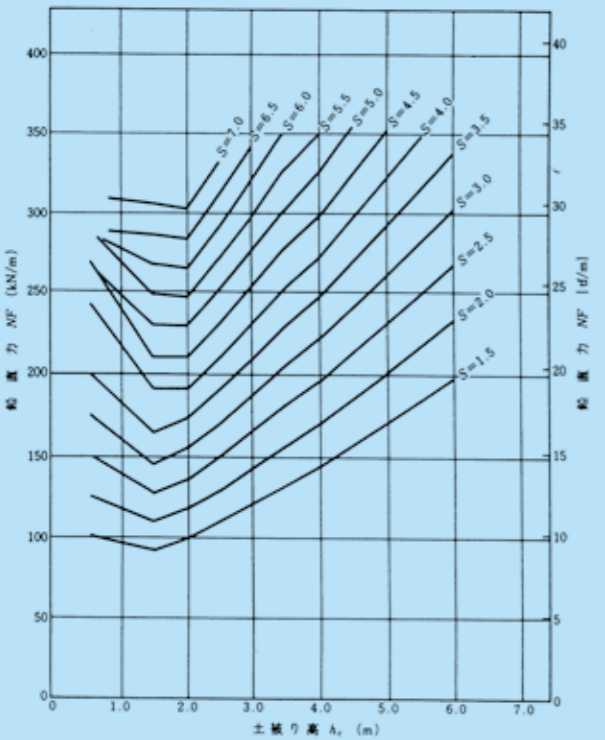


図-9.50 土盛りとスパンに対する鉛直力 (タイプ B, B')

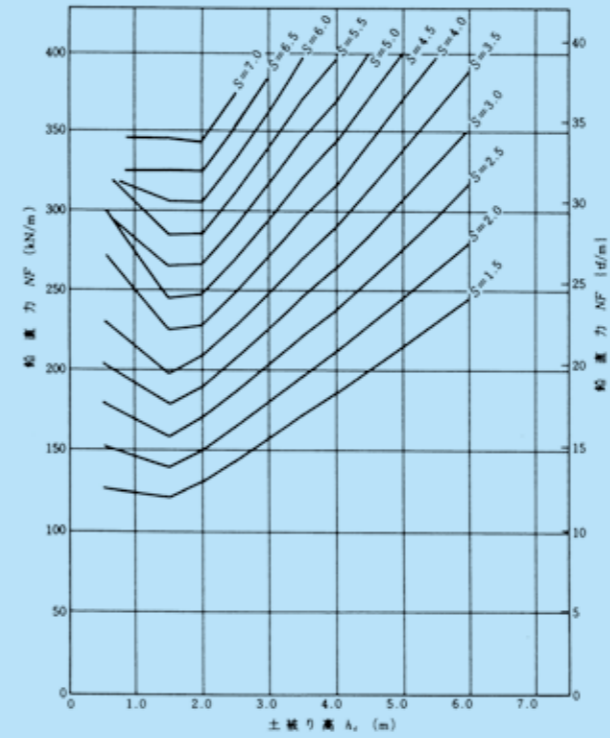


図-9.51 土盛りとスパンに対する鉛直力 (タイプ C, C')

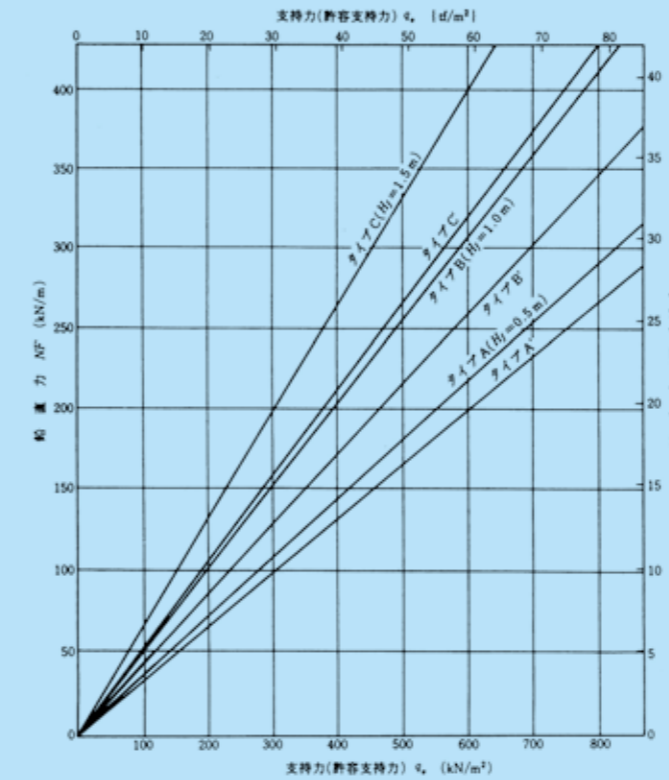


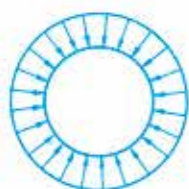
図-9.52 鉛直力に対する支持力



コルゲートパイプの標準施工法

施工の重要性

コルゲートパイプに
加わる土圧



剛性パイプに
加わる土圧

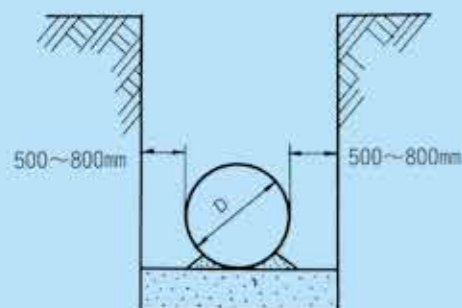


コルゲートパイプは、波付けした薄鋼板からできており、非常にたわみやすい性質をもったパイプです。土中に埋設すると鉛直土圧によって容易に変形し、それによって発生する側面の抵抗土圧を利用して曲げモーメントを生じさせないようにするものです。従って、剛性パイプのように大きな肉厚のものを用いなくてもよく、むしろ、側面の抵抗土圧が十分に働くような裏込め材料を使用し、均一にして入念な締固めを行なうことが肝要です。もし、裏込め材料の選定を誤ったり、締固めが不十分であると側面の変形が非常に大きくなり、ある限界を越えると破壊してしまいます。このような力学的挙動を示すこと自体が、コルゲートパイプの大きな特長であり、この特長が、最大限に発揮できる施工を行なうよう配慮しておくことが大切です。

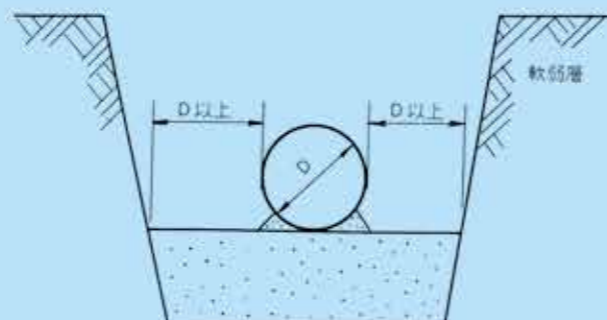
築堤土の下にパイプを埋設する場合は、パイプの両側に人が入り、組立て作業、ならびに埋戻し作業を行なえる最小限の溝幅(一般に500~800mm)を確保して掘削してください。また溝以外のところで組立てた後、設置する場合も、パイプ側面の締固め作業を行なえる幅を残してください。パイプを並列して設置するときも、組立て作業、ならびに埋戻し作業が完全に行なえるように、パイプとパイプの間を呼称径2,000mm未満は呼称径の $\frac{1}{2}$ 程度、また、呼称径2,000mm以上は1,000mm程度として設置してください。

軟弱地盤の場合にはパイプ横方向の軟弱土を少なくとも径と同じ幅位以上を取り除くよう掘削してください。

通常の地盤のとき



軟弱地盤のとき



掘削

基床

最小基床厚

呼称径 (mm)	最小基床厚 (mm)
900 以下	200
900~2,000	300
2,000 以上	0.2 D

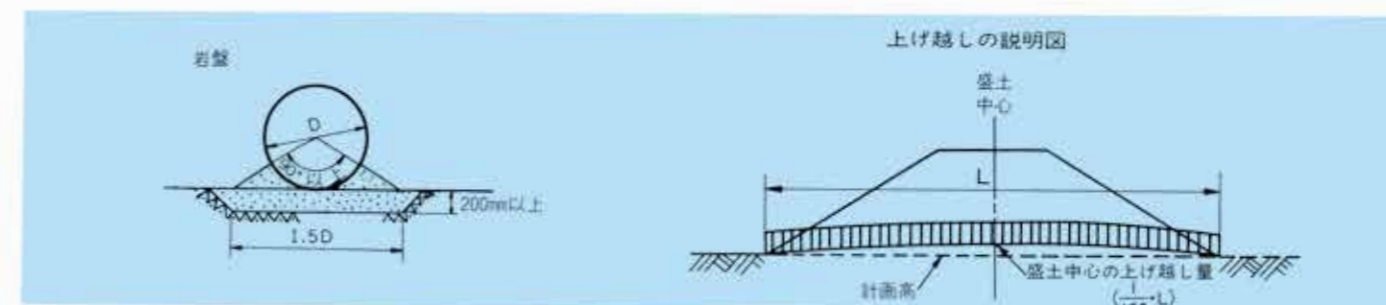
通常の地盤の場合

良質の粗粒材料を使って上表の最小基床厚以上の基床を作ってください。



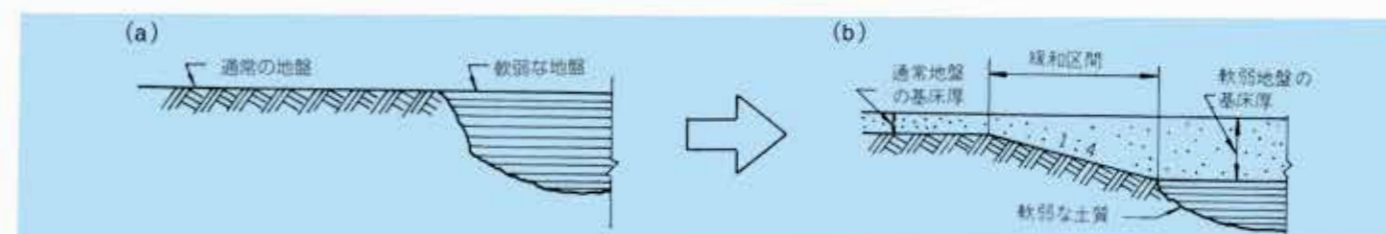
岩盤上に設置する場合

岩盤の凹凸がパイプに悪い影響を及ぼさない程度の基床を設けなければなりません。すなわち、パイプの下部から最小深さ200mm、幅1.5Dに切り取り、良質の粗粒材料に置換え十分に締め固めて基床を形成します。なお、パイプ径や盛土高が大きい場合には300mm程度の基床厚をとった方がよいでしょう。



長さ方向に地盤が変化している場合

コルゲートパイプの長さ方向に地盤が変化している場合は、その各々の部分の土質が前に述べた良好な地盤、通常の地盤、岩盤または軟弱地盤などのいずれに相当するかによって、それぞれに規定してある基床を用います。



良好な地盤の場合

良好な砂質土(砂利・切込み砂利を含む)に設置する場合は、パイプの下 $\frac{1}{4}$ 円周以上の部分が基礎地盤に密着するような施工を行なってください。密着しない場合は、良質の粗粒材を使って空隙を充填するようにしてください。

軟弱地盤の場合

この場合は大きな沈下を起こさないよう、良質な粗粒材料に置換え、十分締め固めて基床を設けます。

パイプ縦断方向に対する注意

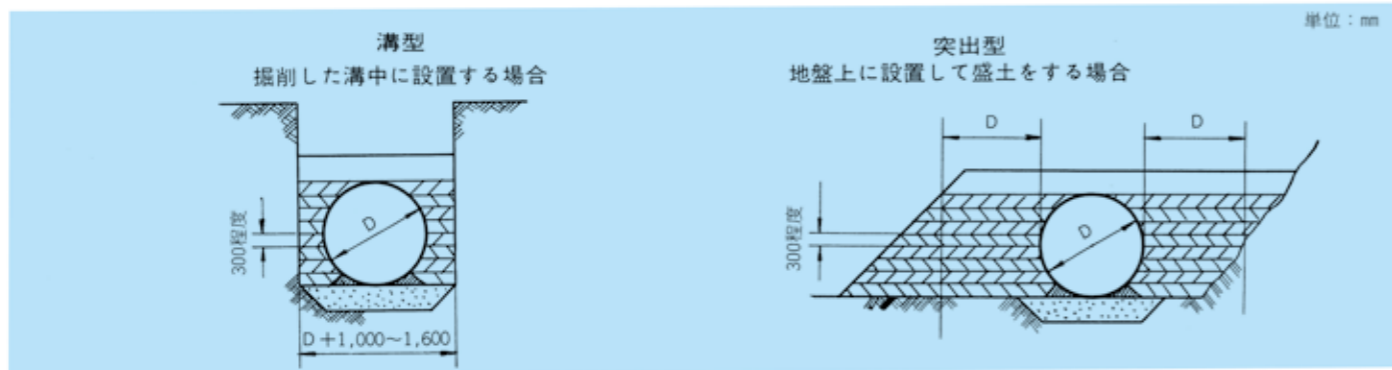
盛土中央部は盛土端部に比べて、一般的に圧密沈下が大きくなるので、下図のようにパイプ中央部を上げて設置する必要があります。

組立て(後に詳述いたします)

とくに2形コルゲートパイプの場合は、ボルトによりその断面形状を保っていますので、ボルトを完全に締めることが必要条件です。最初の組立ての際に行なったボルト締めだけでは、その後の埋戻し作業により、ゆるんでいきますから、パイプ上部に荷重がかかる前に、再度点検しボルトの締め直しを行なう必要があります。

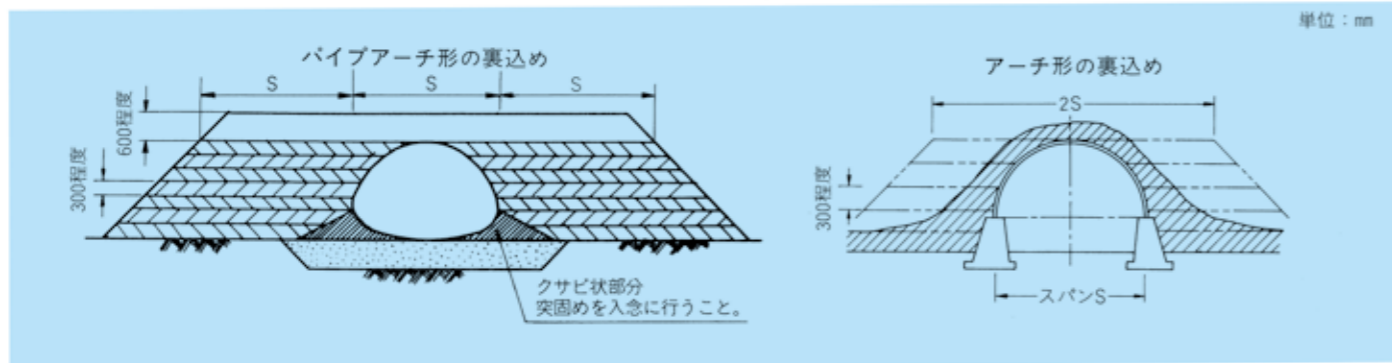
裏込め(埋戻し)

コルゲートパイプを暗渠として使用する場合、次のように溝型暗渠と突出型暗渠に大別されます。突出型は溝型に比べて、一般にパイプ上加わる荷重が大きくなり、かつパイプ側面の横方向k値が小さいため、パイプは変形しやすくなります。このため十分な施工管理を行なってください。溝型、突出型暗渠のいずれを問わず、埋戻し作業上注意を払うべきことは、圧縮性の少ない、締め固めやすい砂または砂質土を用い、コルゲートパイプの下部(クサビ状部分)ならびに側面をよく締め固めることです。



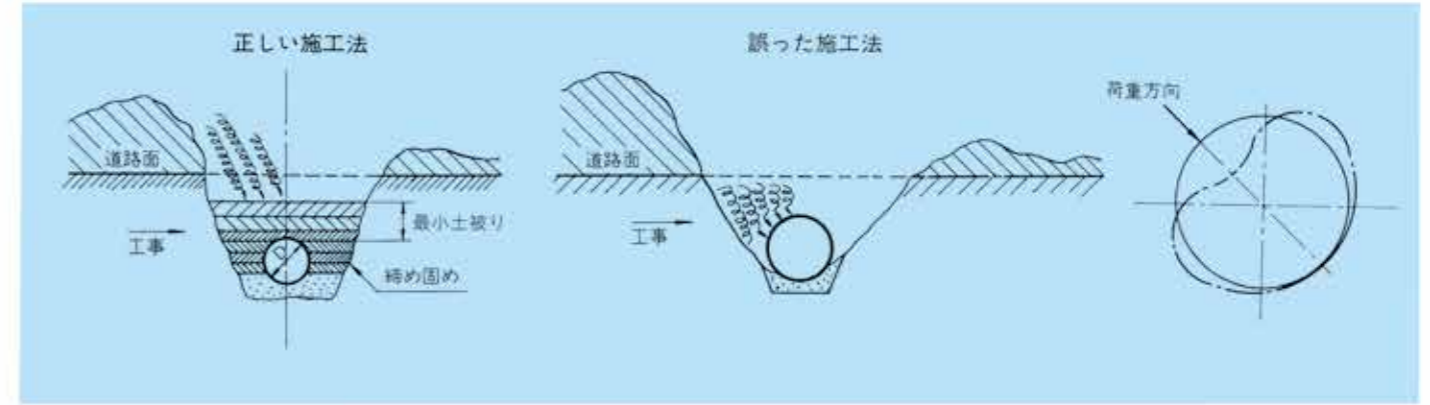
●完全な裏込め施工

裏込めの要点は、コルゲートパイプに偏圧がかからないようその両側の埋戻しをつねに同じ高さで施工し、一層の厚さは300mm程度とし各層ごとに十分な締め固めを行なうことが肝心です。また、アーチ形の裏込めは天端からアーチ全体に裏込め土を被覆しながら、左右均等に締め固めを行ないます。

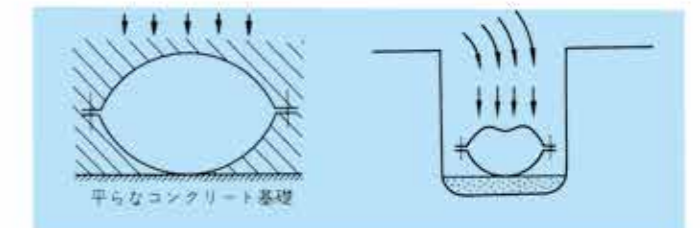


●コルゲートパイプ施工不良の例

(1) 山間地の道路工事などで沢の排水工事として、次のような地形にパイプを設置する場合の注意。下図のように左側の山より切り出した土砂を、そのまま左側のみ埋戻しを行なえば、パイプは変形座屈します。このような場合はパイプの上に最小土被りまでパイプ側面の左右両面を均等によく締め、その上で左側より埋戻しを行なってください。

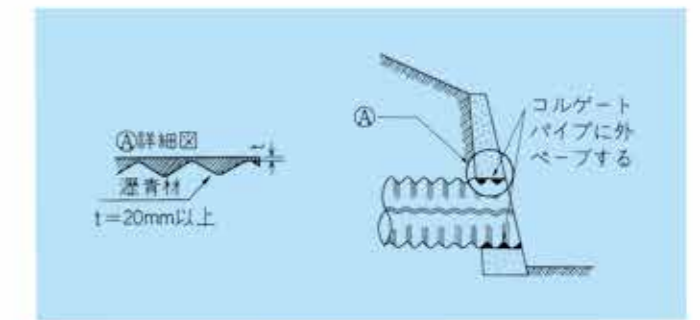


(2) 平らなコンクリート基礎の上に設置した場合、下図のようにパイプは偏平状に変形します。この場合、コンクリート基礎上に最小基床厚の砂質土による基床を設けることが絶対必要です。
(3) 溝型暗渠の場合でもパイプ側面の締め固めを行わず、ブルドーザーにより、ただ上から埋戻しをするだけでパイプは大きく変形します。



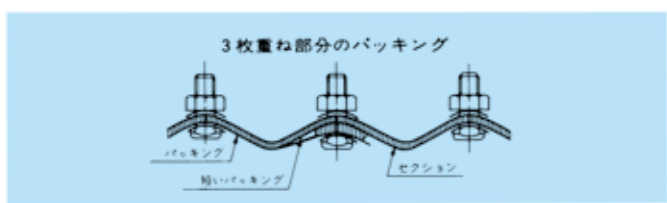
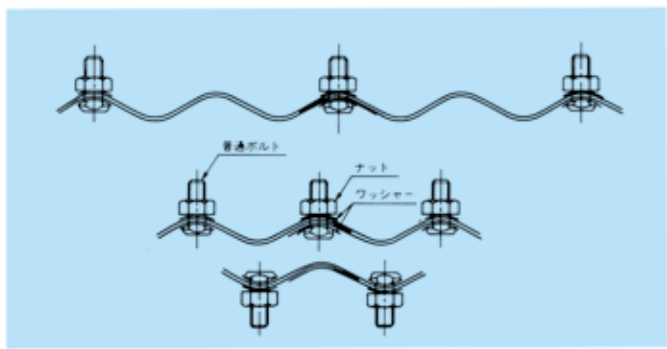
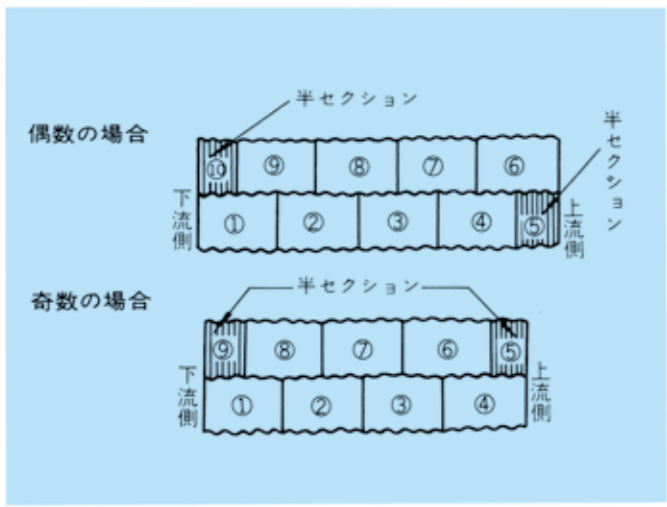
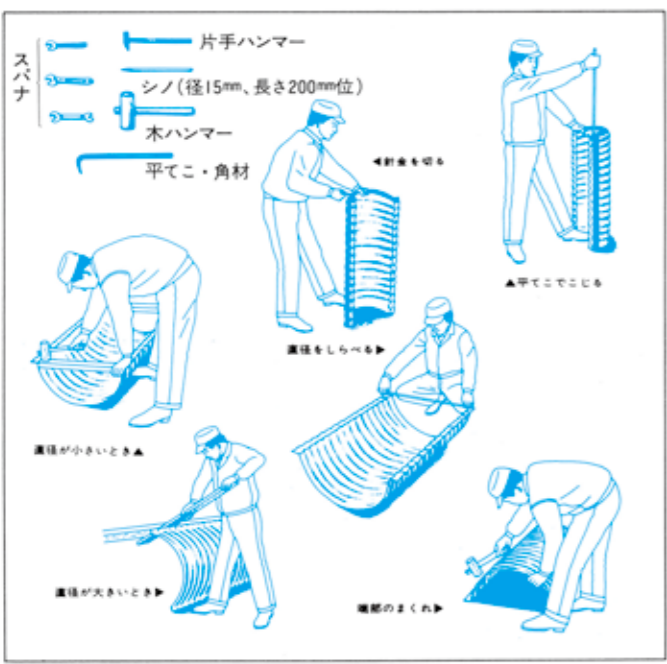
●コルゲートパイプとコンクリート構造物との連結方法

コンクリート構造物との連結部はパイプおよびコンクリート構造物の間に瀝青材などの柔軟な目地材を入れ、縁切りする必要があります。



コルゲートパイプの組立て方

円形1形の組立て方



組立て工具

左図の工具をあらかじめご用意ください。

梱包を解く

フープと番線を切り、セクションの小口を下に、梱包を立ててください。内側から1枚ずつ平てこ等でこじれば、セクションは離れます。

変形部を直す

フランジの角、セクション小口の変形、まくれなどは、木ハンマーでたたいて直してください。

●鉄ハンマーを使うときは、木片をあててたたいてください。直径を調べる

組立て前に各セクションの直径をスケールで測ります。

●直径は山と山間の最小直径です。

直径の矯正

●変形しているときは、図のような方法で矯正してください。

組立て方

〈半セクション〉

半セクションは普通セクションの半分の大きさですが、2種類あり、フランジ端部に色分けしてあります。

〈使い方〉

コルゲートパイプ1連分の普通セクション枚数が、奇数か偶数かによって左図のように使い分けます。

数字は組立て順序です。

組立て順序

1. 下部セクションは、コルゲートパイプの下流から組み立てます。この際、山にボルト孔のあるほうを片側にそろえます。

2. 上部セクションは、上流から組み立てます。

ボルトの締め方

すべてのボルトは図のようにコルゲートパイプの波の凹側よりさし込み凸側でナットを締めます。

呼称径が600mm以下でバックキングを使用しない場合は、図のようにボルト孔1つおきにボルトを用います。

バックキングを用いる場合

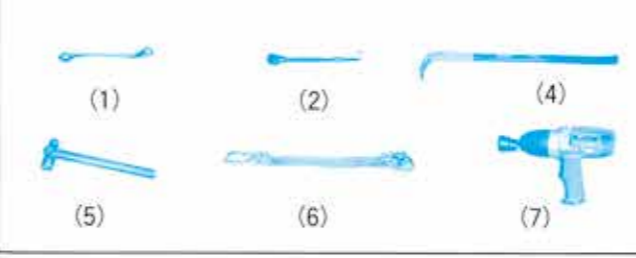
バックキングを使用して組み立てる場合は重なり部分に十分注意してバックキングを入れるようにしてください。

3枚重ねでできるすき間には図のように短いバックキングを入れてください。

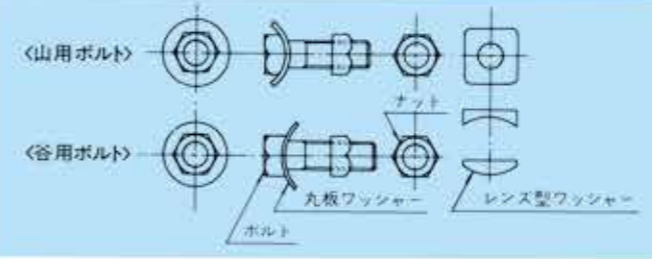
2形の組立て方

〈組立て工具〉

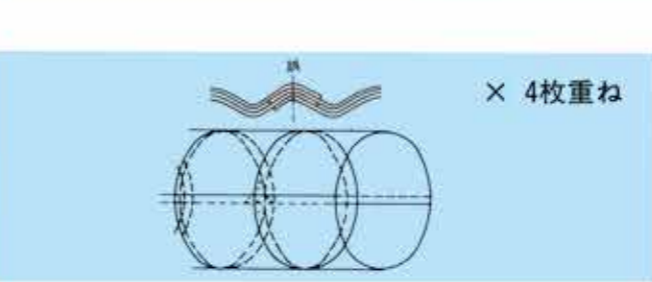
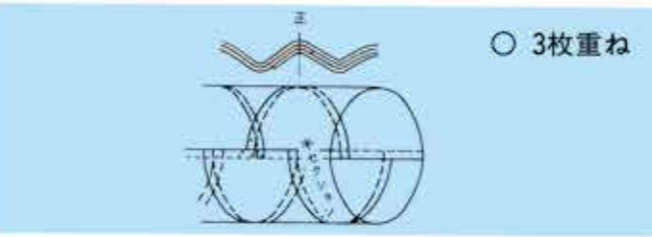
- (1)メガネレンチ(径30mmのもの)・・・ボルトの締め付け用
- (2)ラチェットレンチ(径30mmのもの)・・・ボルトの締め付け用
- (3)シノ(径20mm、長さ400mm位)・・・孔の合わせ
- (4)パール(径28mm、長さ700mm位)・・・孔の合わせ
- (5)ハンマー・・・孔の合わせ
- (6)吊り金具(フック、シャックル)・・・セクションの吊上げに使用
- (7)インパクトレンチ・・・本締め用



組立ボルトの種類



普通セクションと半セクションの違い



梱包

2形コルゲートパイプのセクションは、1梱包1.5トン以内となっています。荷おろしの際は、梱包を解かないようにしてください。特に端部セクションの表示のついて

いる梱包は、組み始めに使用しますので、荷おろし後は上積みとなるように置いてください。

組立て工具

左図の工具をあらかじめご用意ください。

このほか、足場板、角材、ワイヤーロープ、チェーンブロックが必要です。また上部サイドセクションの幅寄せのために、レバブロック等が必要となる場合があります。

組立ボルト

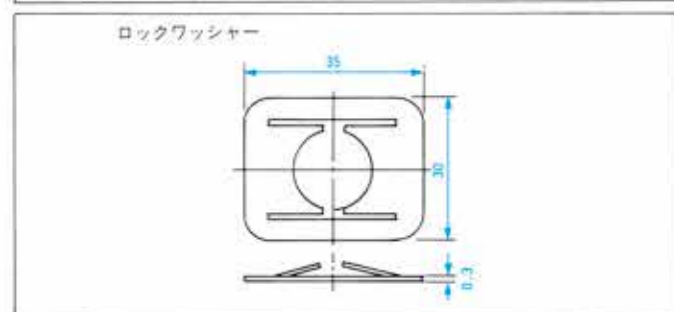
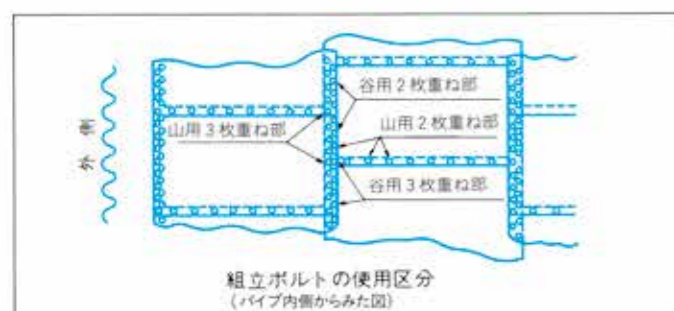
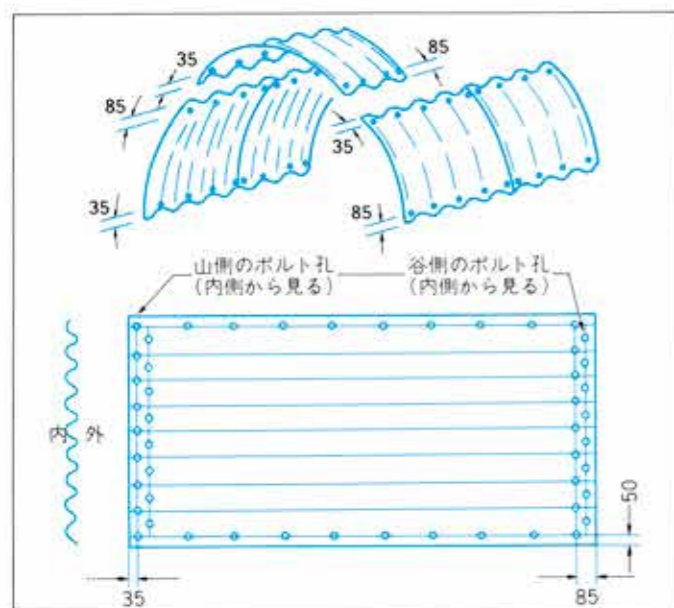
2形コルゲートパイプの組立てに大切なのは、組立ボルトの使い方をよく理解することです。

山用・谷用(山、谷とはパイプの内側から見た状態です)の区別があるのは、ボルトの頭がパイプの波形になじんで、十分固く締め付けることができ、また組立て設置後万一ナットがゆるんでも、共回りすることなく再締めできるためです。組立ボルトの袋には、内容の表示がありますが、袋内のボルトの頭にはマーキングしてあり、ボルト長さ、強度区分がわかるようになっております。

普通セクションはパイプの外側から見て8山ですが、半セクションは4山です。

半セクションは、パイプ呑み口・吐き口に使うもので、一方の端部に4山のものを使ったら、他方の端部にも4山の半セクションをお使いください。半セクションの必要性は、左図のように、1ヵ所に4枚重ねを避けるためです。

●組立ての実際



組立ての基本

2形コルゲートパイプを迅速に組み立てるには、次の基本を作業者に十分のみこんでいただくことが大切です。

1. セクションの向き

セクションのジョイント部ボルト孔には35mm、85mmの方向性がありますので、同一方向にそろえてください。

2. 山、谷ということ

ボルト孔の山、谷というのは、セクションの内側から見てのことです。

ボルトについても山用、谷用がありますが、内側から見て山、谷に使うボルトのことです。ボルトは頭の形状によって山用、谷用の区別がわかります。

ボトムセクションのつなぎ方

下流（吐き口）から始めます。ボトムセクションの周辺ボルトのうち、最下部のボルト2～3本は、手が下に回りませんので、次の要領によってください。

1. 最下部のボルト孔に丸板ワッシャー付の“山用”ボルトを外側から通し、セクションの内側にてロックワッシャーを差し込み、ボルトを固定させます。（最下部のボルト2～3本のみロックワッシャーを使用する。）
2. 上流セクションを静かにのせます。
3. ボルトを孔に通し、レンズ型ワッシャー、ナットを取付けます。

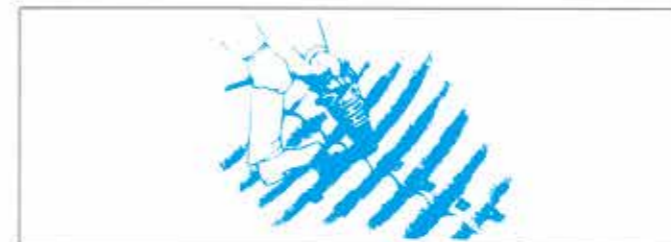
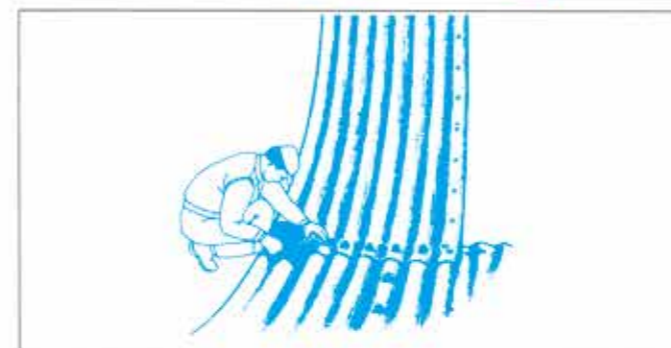
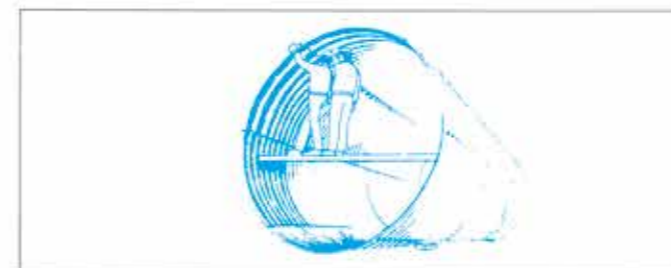
サイドセクションのつなぎ方

左の図のようなボルト孔にシノをつきさし、すでに組まれている上流セクションに近づけます。

シノの先が孔にとどいたら、少し上または下にこじって孔位置を合わせ、ボルトを通して締め付けます。

3枚重ね部のボルトの締め方

板の厚さの関係で3枚重ね部では孔位置が幾分ずれます。シノをこの部分の孔に外側からさして、だまじだまじこじってください。この孔を中心とした周囲の孔が合ったなら、ボルトを通して締め付けます。周囲の孔がすっかり締まってからシノをはずし、山用ボルトを通し締めてください。



バックキंगを用いる場合の組立て方

バックキंगを使用する場合は、コルゲートセクションの重なりに十分注意し、特に3枚重ねでできるすき間には短いバックキंगを入れて組み立てます。組立て順序は、バックキंगの有無にかかわらず前記と同様です。

組立て完了後、漏水が激しい場合には、つぎの点が原因と考えられることが多いため、十分な補修、点検を行なう必要があります。

- (1)バックキंगがズレてうまくかみ合っていない。
- (2)ボルトがゆるんでいる。

(1)の場合には、ボルトをはずし、バックキंगを正しい位置に直し、状況によっては新しいバックキंगを入れる必要があります。

(2)の場合には、ボルトを再度締め直すことが肝要です。いずれにしろ、組立ての良否が水密効果に大きな影響をおよぼすため、十分な施工管理を行なうことが大切です。

トップセクションの取付け

トップセクションを取付けるとき、大口径のパイプは足場が必要です。またパイプの中にパイプ直径よりいくぶん短か目の角材を入れると、よい足場になります。

大口径のものは、上方両側のセクションが開き気味になりやすいので、チェーンブロック等を使って、所定の位置に両側セクションを引寄せながら、トップセクションをのせると組立てが容易です。

小口径のパイプでも、滑車、ロープ等の吊上げ工具を使用すると安全で便利です。

ボルトの締め方

ボルトはすべて、パイプ外側よりさし込み、ナットがパイプ内側にあるようにし、最初は軽く締めてください。一つの円ができ、つぎの円が完了してから、まえの円のボルトをインパクトレンチ等で本締めします。組みつないでいくとき3枚重ね部のボルトは、つぎのセクションが重なりますから入れないでおきます。

組立て完了後ボルトを全部点検し、締め直してください。また盛土（埋戻し）工事中にボルトがゆるむことがありますので、随時点検して締め直すことが必要です。パイプの外側になっているボルト頭が波によくなじんでいて、レンズ型ワッシャーが正しい位置になっていれば、内側のナットからボルト端が均一にのぞいているはずですが、ナットのかかりの悪いものは、異常ですから調べて正しく直してください。

なお、ボルトの締め付けトルクの目安は下表の数値程度と考えられます。

【参考】ボルトの締め付けトルク (N・m) [kgf・cm]

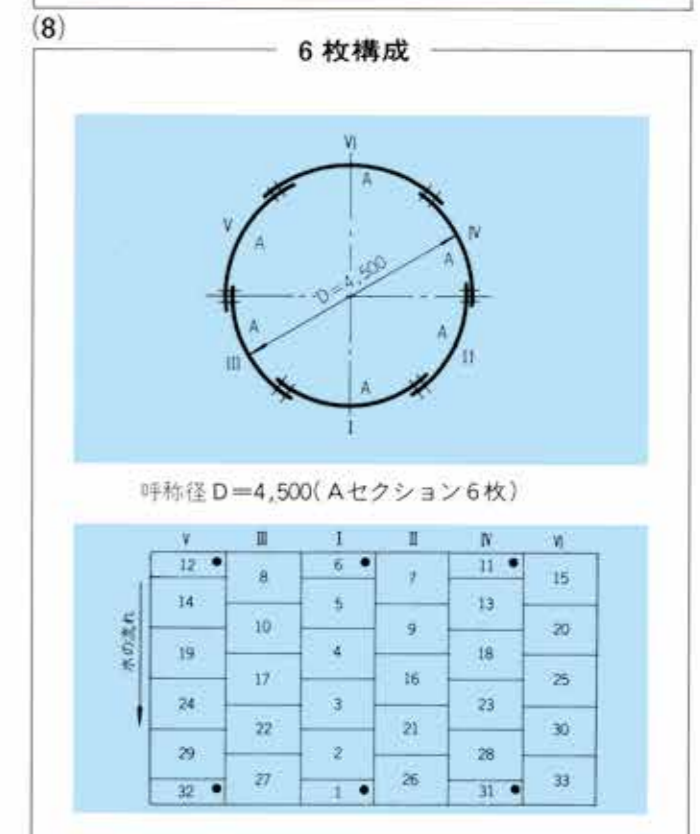
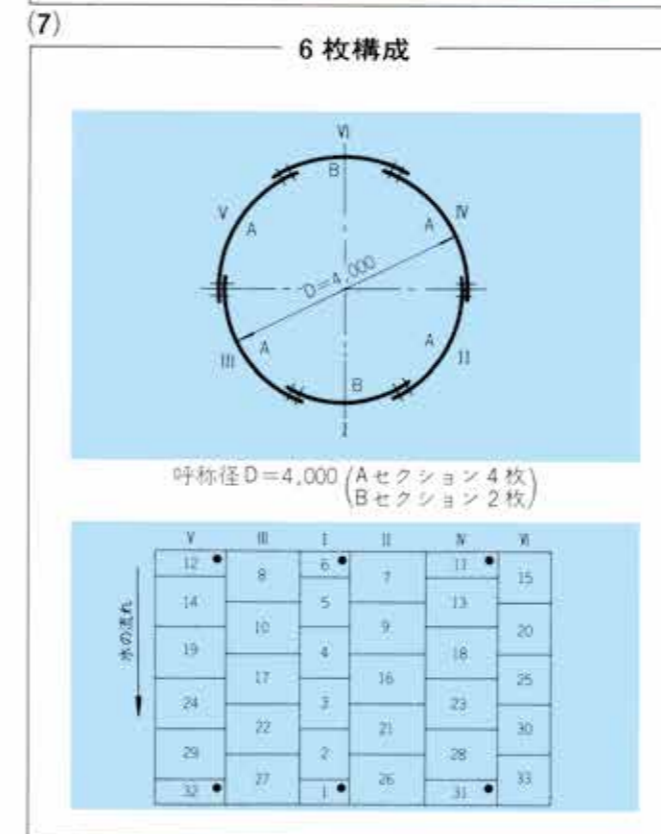
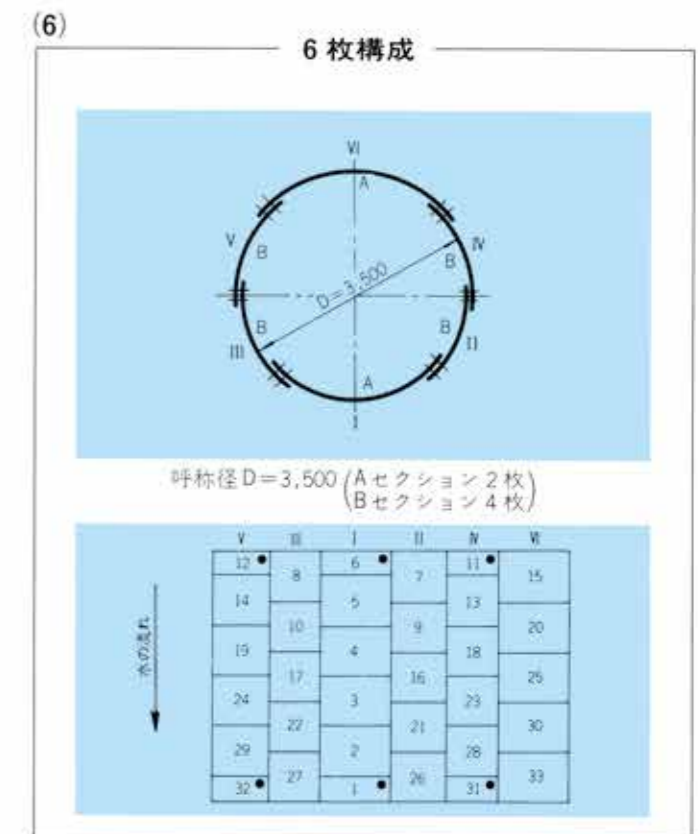
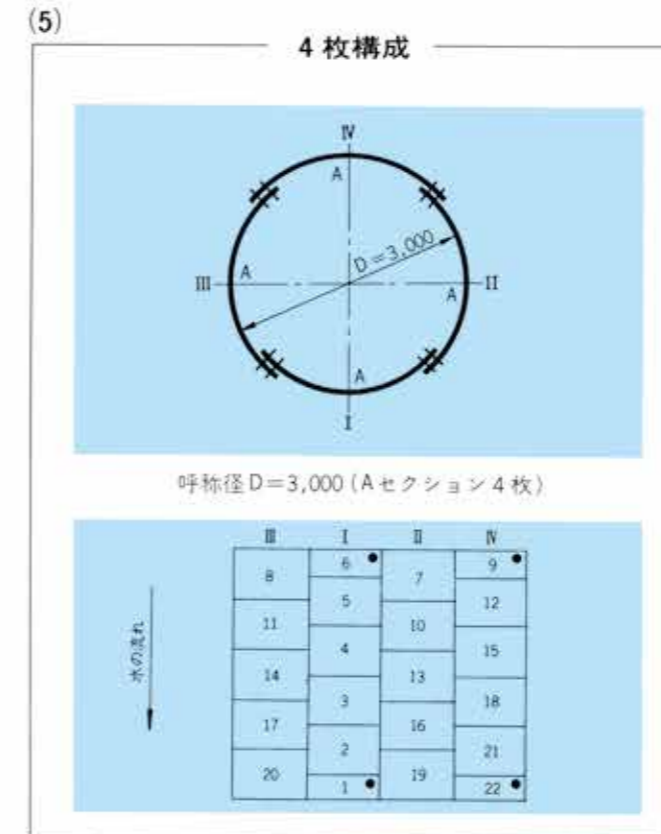
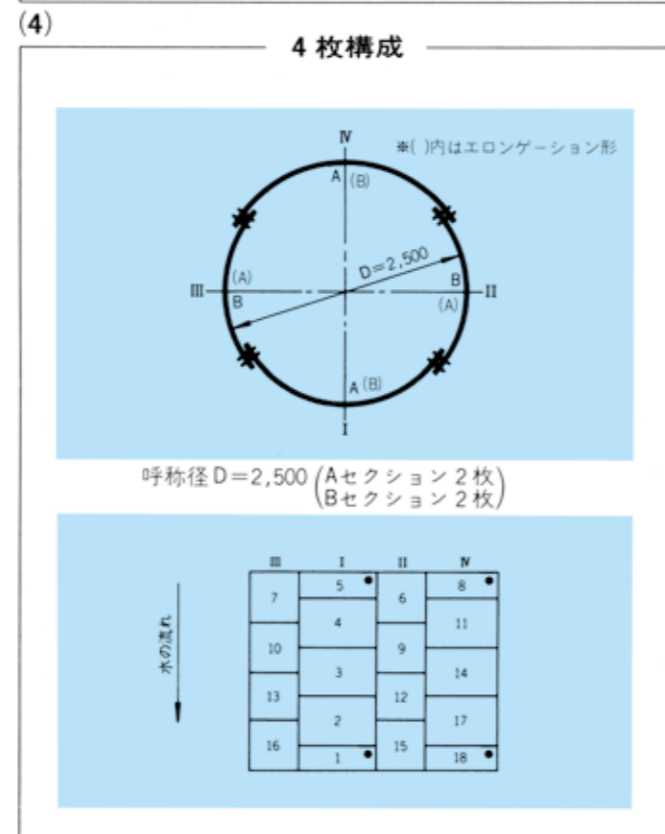
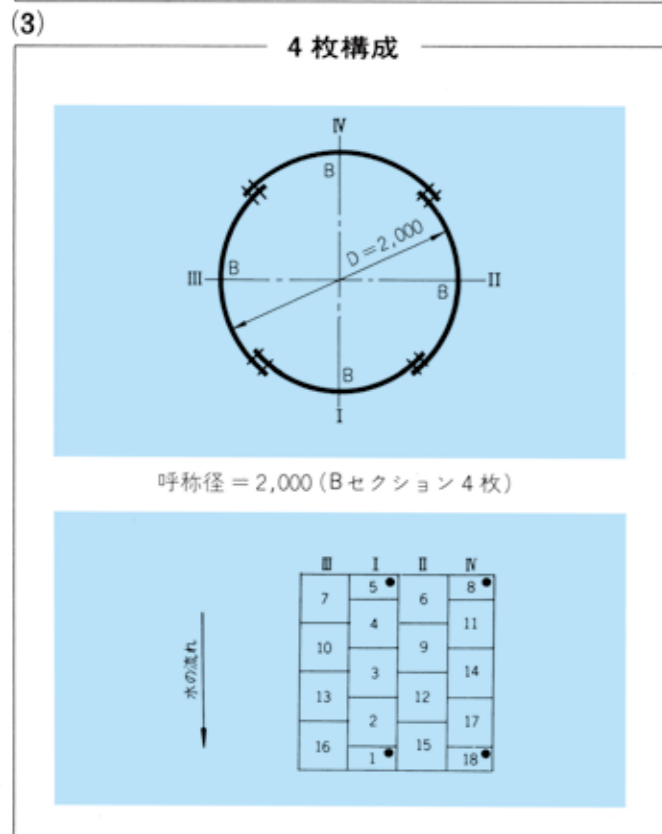
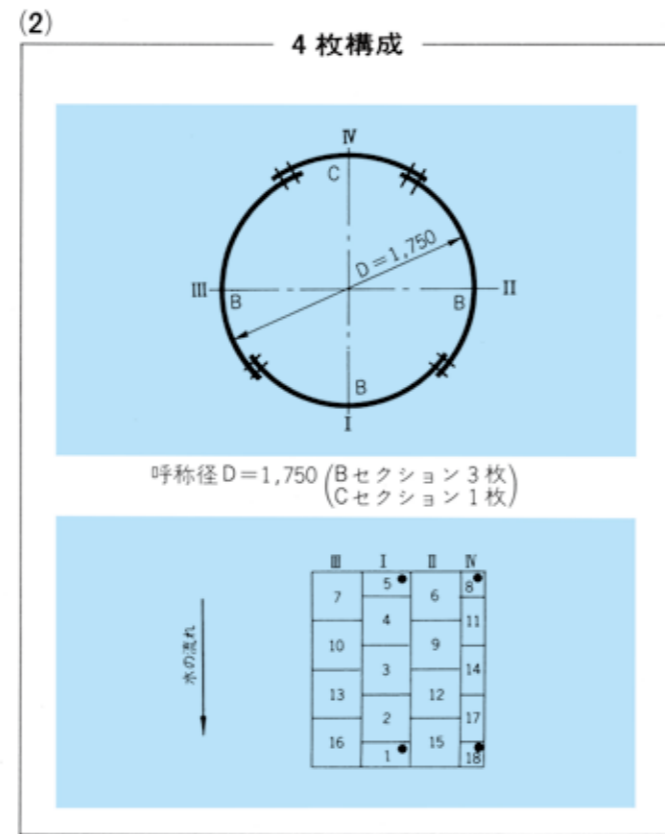
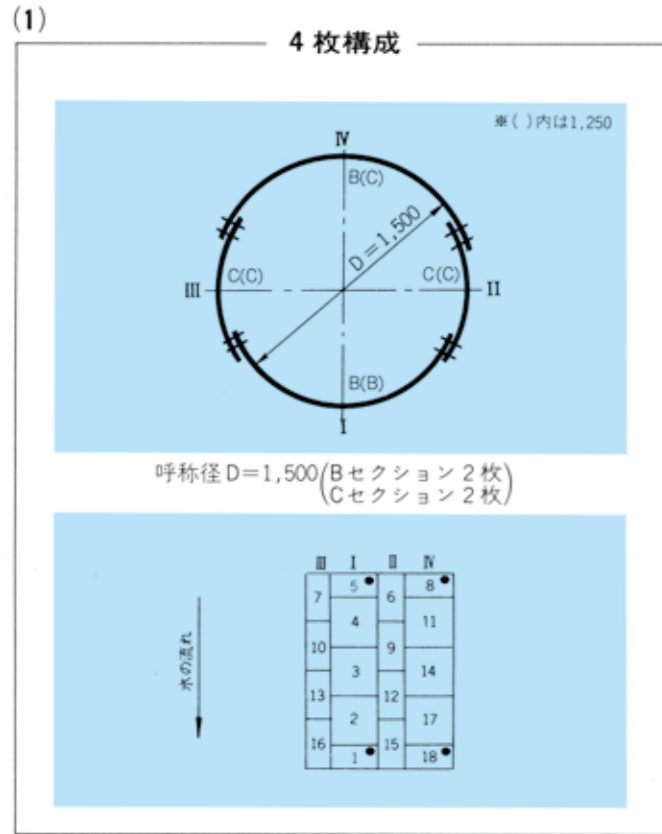
ボルト径(mm)	黒皮、めっき品	塗装、バックキंग付品
M10	19.61～29.42 {200～300}	9.81～19.61 {100～200}
M20	98.07～147.11 {1,000～1,500}	49.04～78.46 {500～800}

コルゲートパイプのボルトの締め付けは、必要以上に強めることよりも、各ボルトを均等に締め付けることが大切です。ボルトを必要以上に締め付けますと、塗装やバックキंगの破損およびボルトの破断につながる可能性があります。

円形2形・エロンゲーション形

●円形2形及びエロンゲーション形の組立て順序および展開図

円形2形・エロンゲーション形の組立ては、下図の順序で組み立てます。

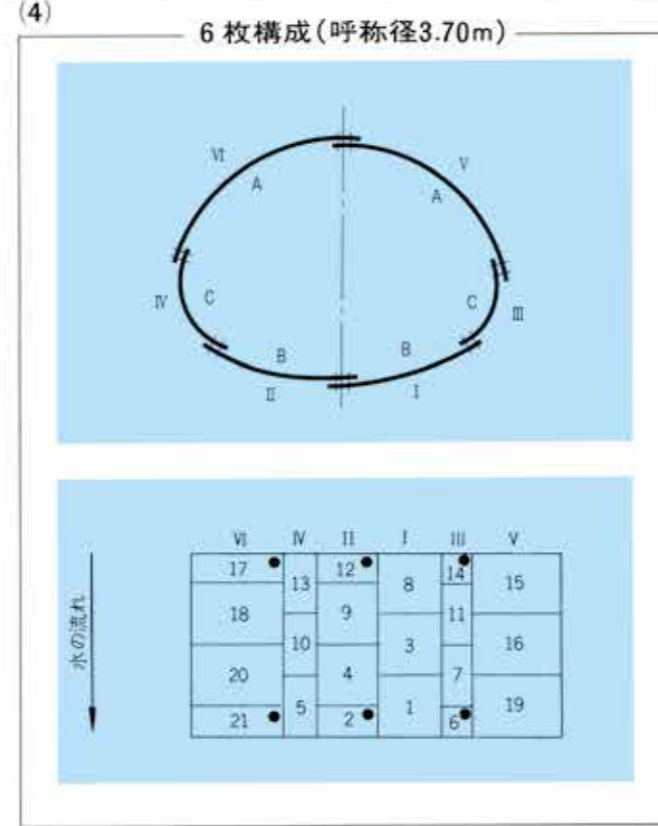
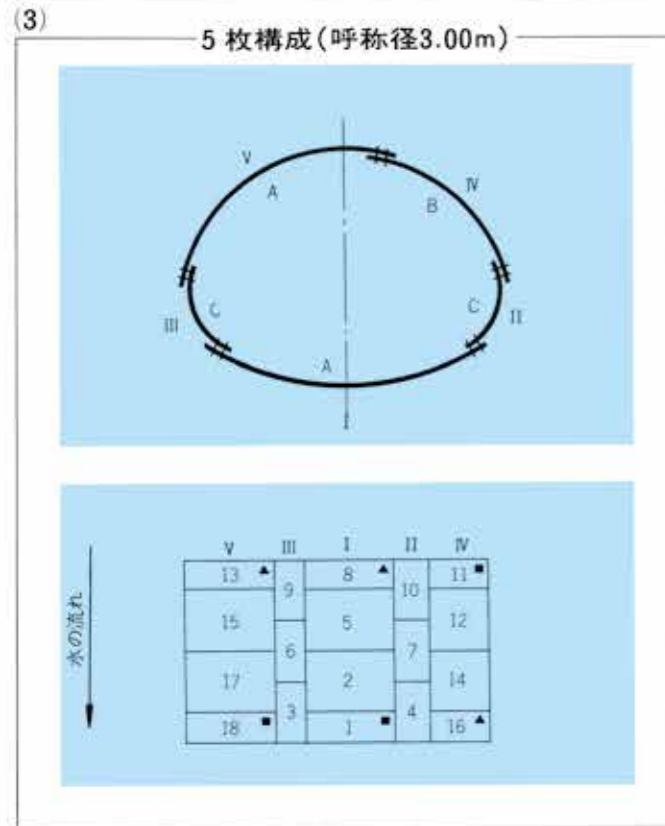
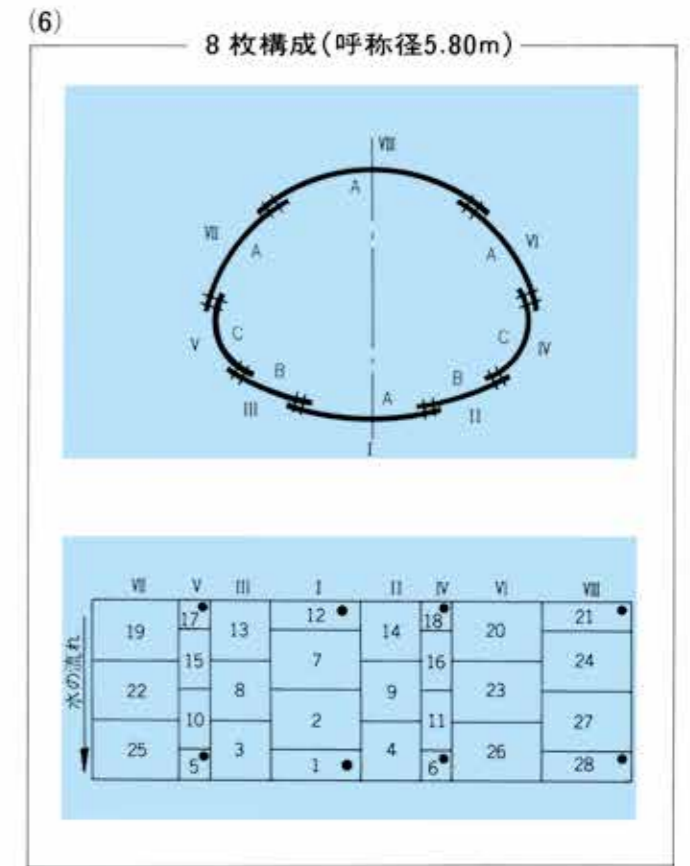
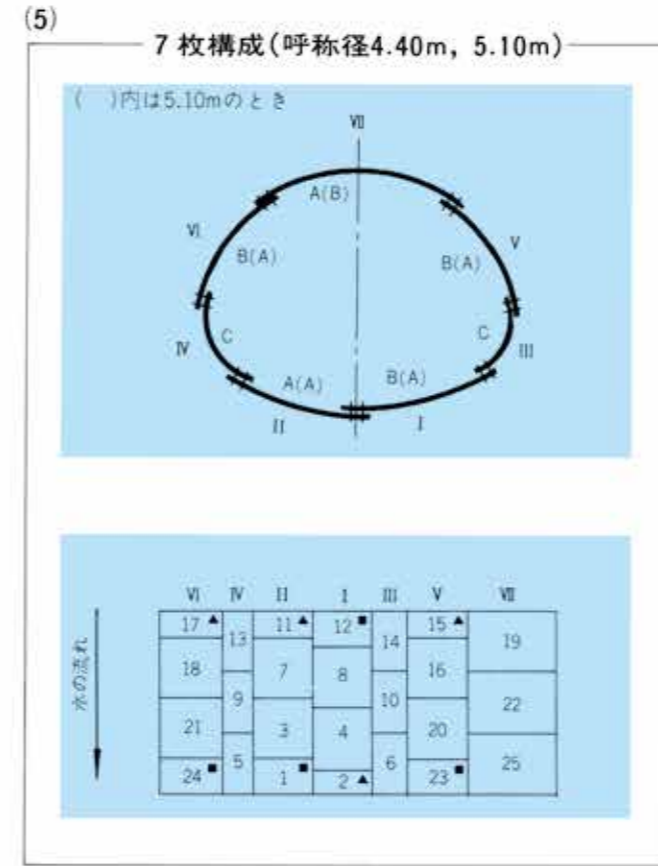
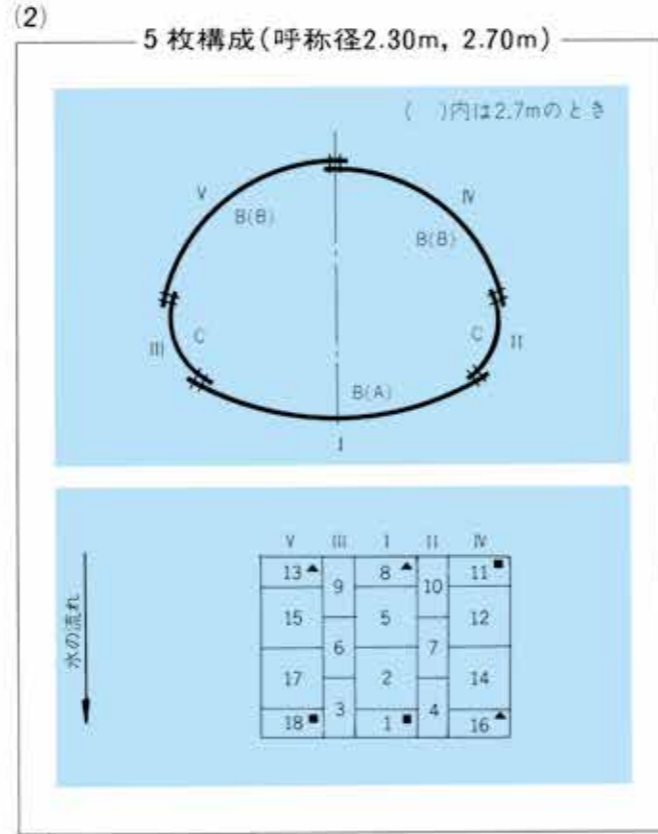
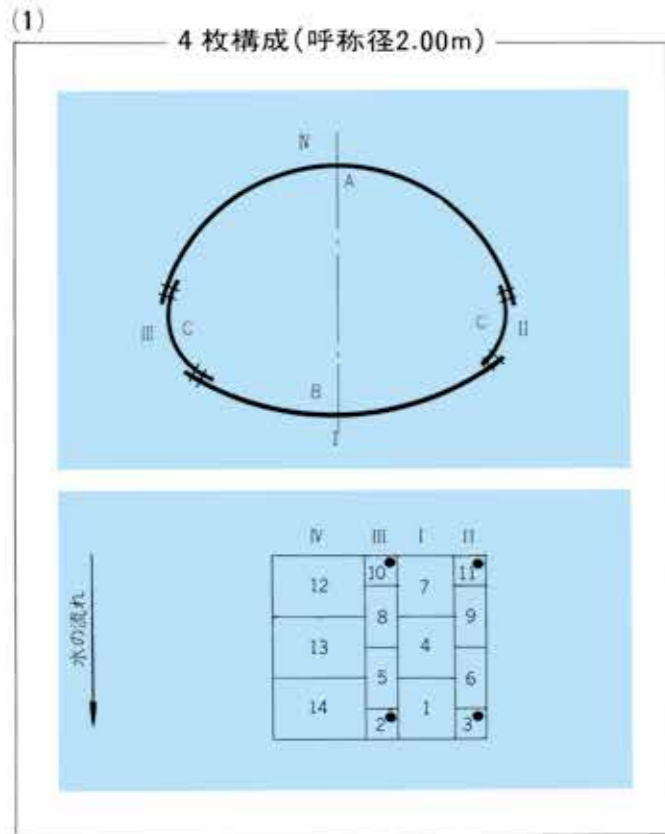


(注) 円形2形の展開図の●印は半セクション4山を示す。
図中のA、B、Cは9ピッチ、6ピッチ、3ピッチの各セクションを示す。

パイプアーチ形

パイプアーチ形の組立て順序および展開図

パイプアーチ形の組立ては、下図の順序で組み立てます。

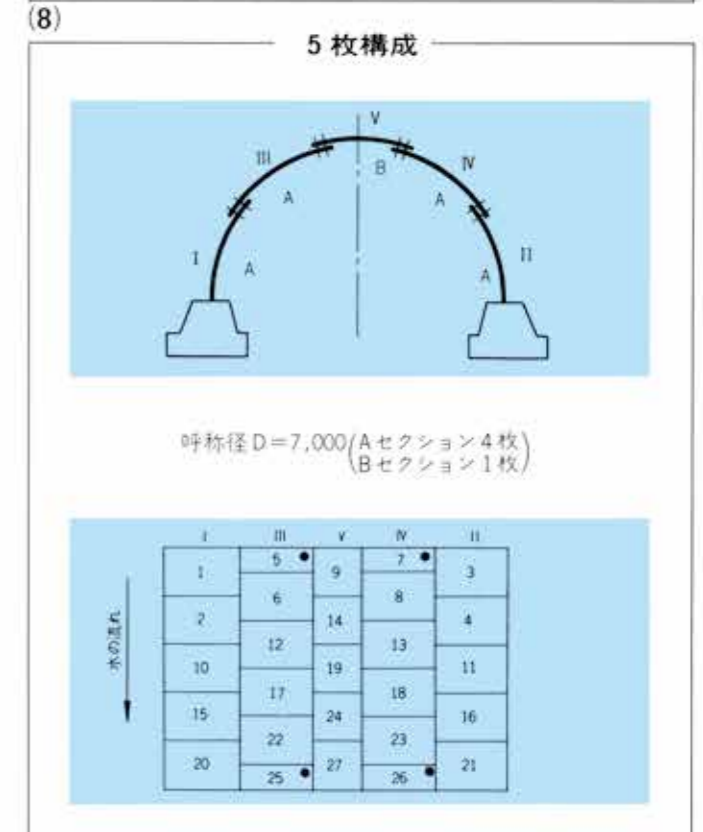
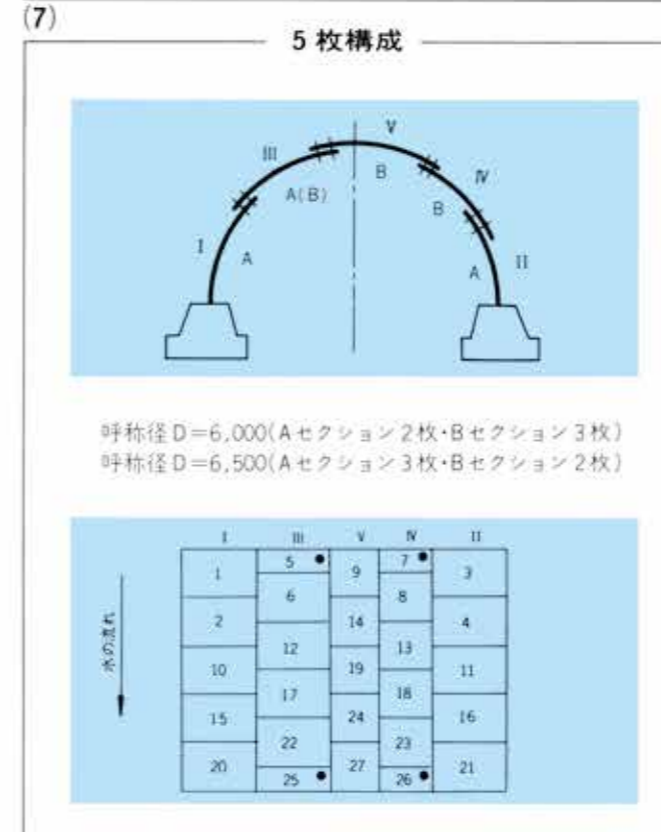
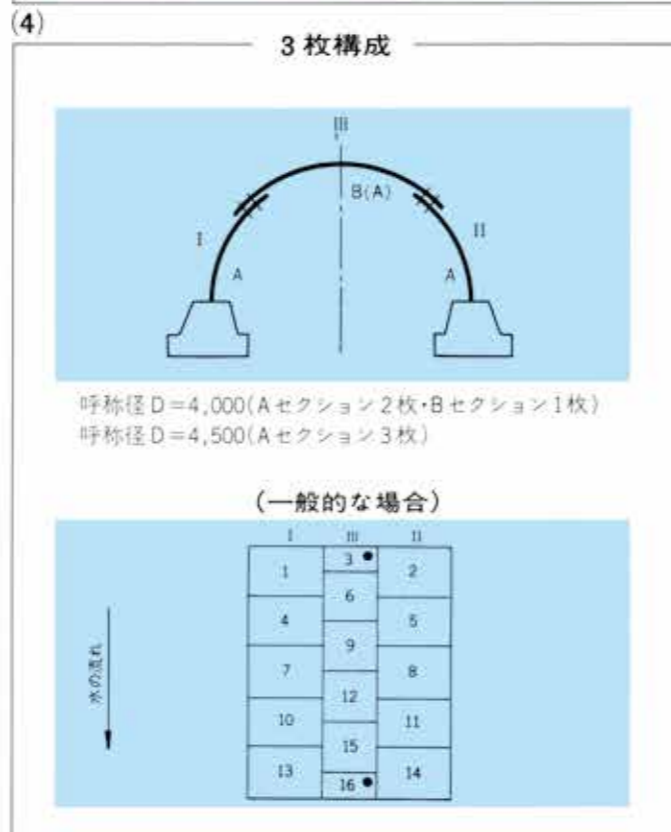
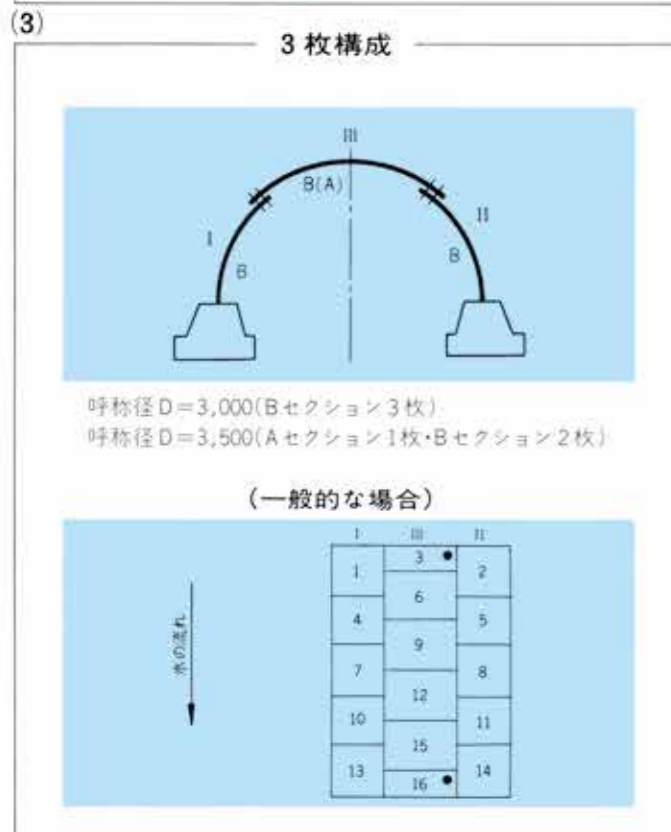
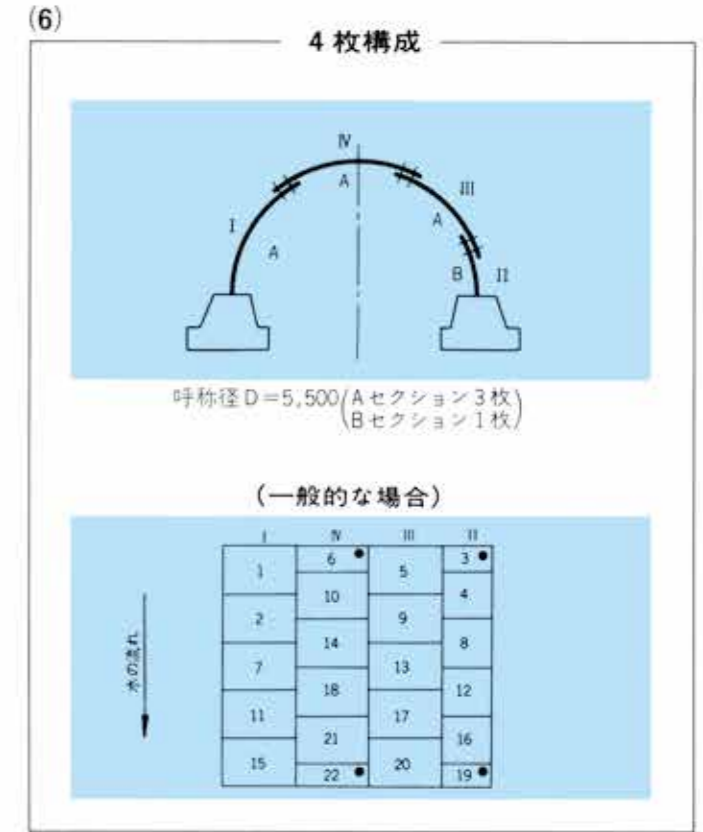
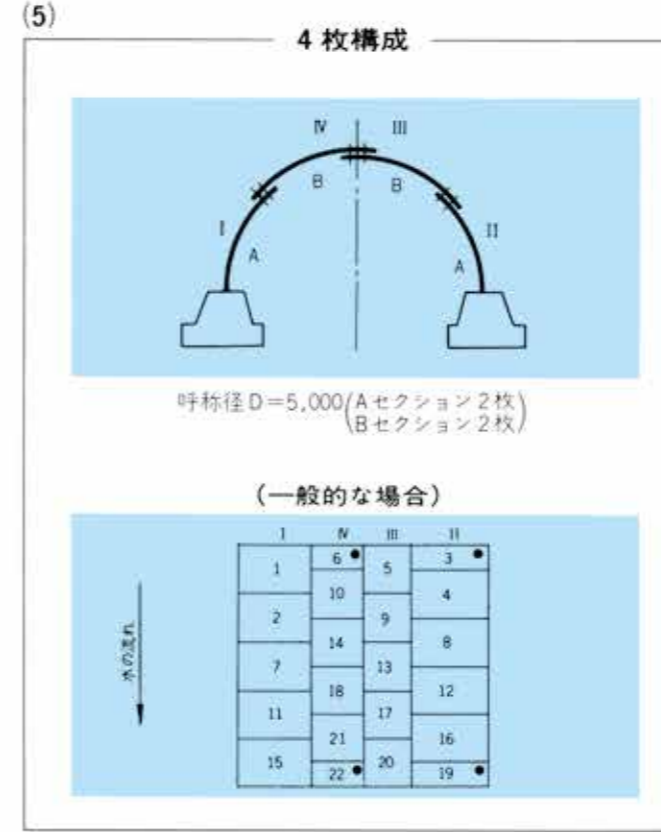
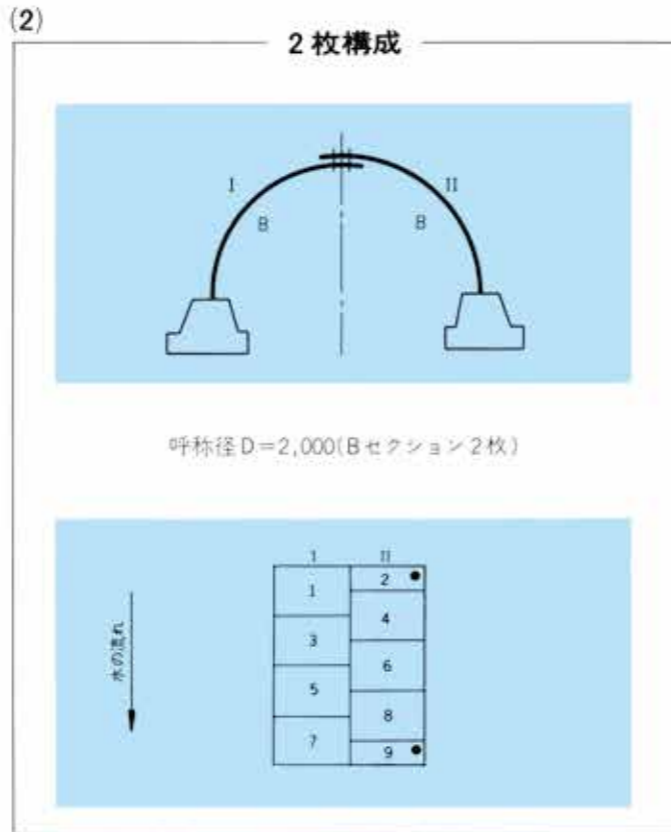
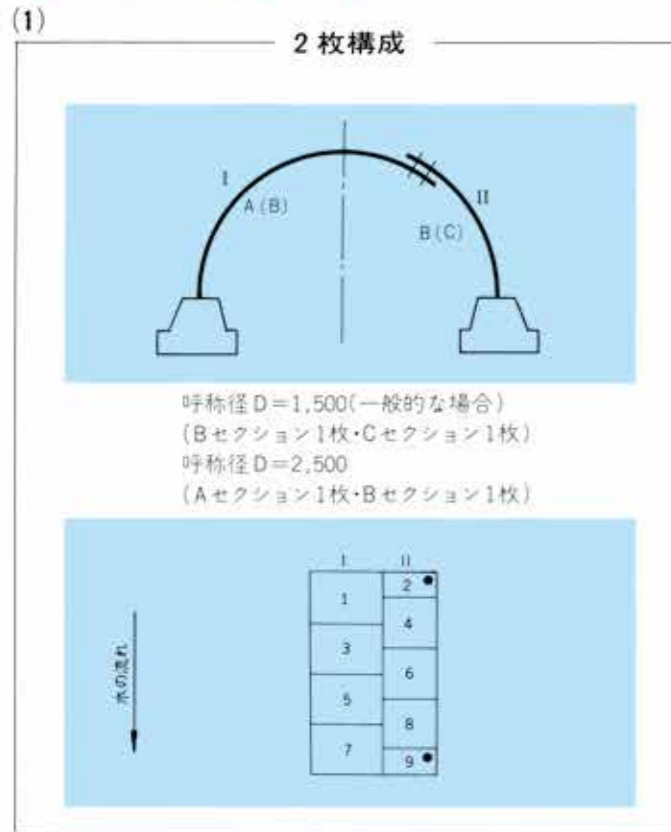


(注) パイプアーチ形の展開図の
 ■印は半セクション5山
 ▲印は半セクション3山
 ●印は半セクション4山
 を示す
 図中のA、B、Cは9ピッチ、6ピッチ、3ピッチの各セクションを示す。

アーチ形

●アーチ形の組立て順序および展開図

アーチ形の組立ては、一般に下図の順序で組み立てます。



(注) アーチ形の展開図の●印は半セクション4山を示す。
図中のA, B, Cは9ピッチ、6ピッチ、3ピッチの各セクションを示す。

組立て歩掛り

●円形1形

円形1形組立て歩掛り (土工人/10m)

板厚(mm)	1.6、2.0	2.7、3.2	4.0
呼称径(mm)			
400	2.9	2.9	
600	3.3	3.6	
800	3.6	4.0	4.7
1,000	4.1	4.3	5.3
1,200	4.8	5.0	6.4
1,350		5.8	7.0
1,500		7.7	8.6
1,650		9.7	10.5
1,800		11.9	12.5

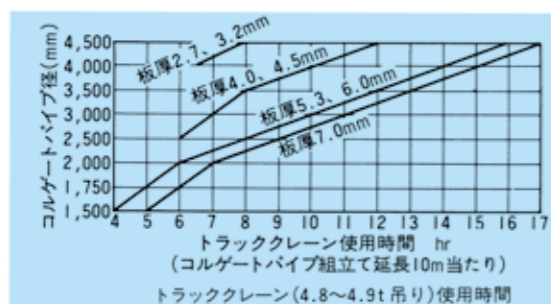
- (注) 1. 小運搬を含む。
2. パッキングを使用する場合は2割増しとする。

●円形2形・エロンゲーション形

円形2形・エロンゲーション形の組立て歩掛り (土工人/10m)

板厚(mm)	2.7、3.2	4.0、4.5	5.3、6.0	7.0
呼称径(mm)				
1,250	8.9	13.3	13.8	14.8
1,500	10.3	15.4	15.4	16.5
1,750	13.8	17.3	17.3	18.8
2,000	15.4	19.2	19.2	21.5
2,500	19.2	17.3	24.2	26.2
3,000	23.5	20.8	26.2	28.5
3,500	26.2	24.2	30.4	32.7
4,000	22.7	26.2	31.2	34.6
4,500	25.0	29.2	34.6	38.5

- (注) 1. 小運搬を含む。
2. 太字の範囲は下表のトラッククレーン(4.8~4.9t吊り)を併用しているのでその機械損料を別途加算するものとする。
3. パッキングを使用する場合は2.5割増しとする。
4. 塗装仕様の場合は1割増しとする。
5. ペーピング仕様の場合は1.5割増しとする。(塗装含む)
6. ボルト数が5割増しとなっている板厚6.0、7.0mmについては、組立てを1.5割増しとする。



アーチ形

円形2形と同一呼称径の5割をとります。

パイプアーチ形

円形2形と同一呼称径の3割増しとします。

●亜鉛めっきとその耐食性

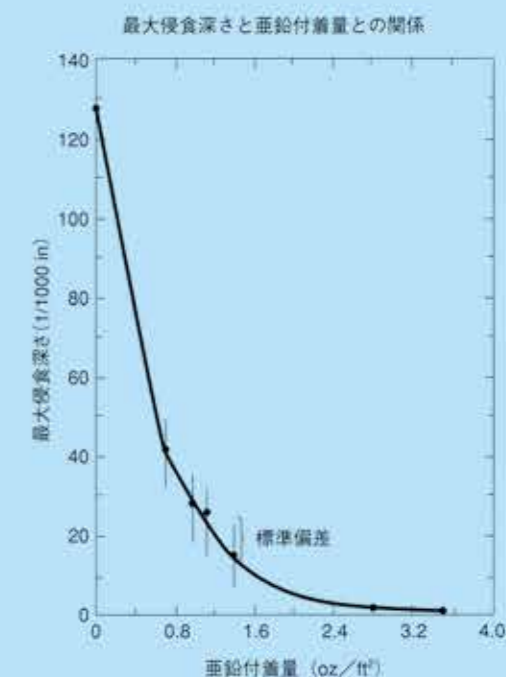
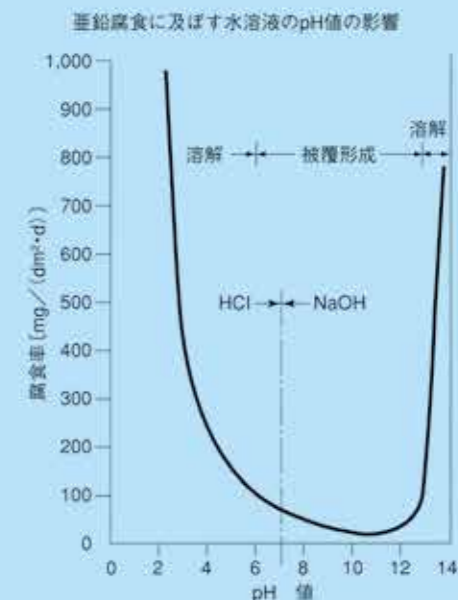
鉄を防食する金属めっきの中で通常よく用いられているものに亜鉛めっきがあります。鉄に亜鉛を被覆させた場合、電気化学的作用により亜鉛皮膜は陽極、鉄は陰極となるため、亜鉛の存在する間は鉄の腐食は起こらないわけです。こうした理由から亜鉛めっきが使用されます。亜鉛の腐食率は鉄よりもはるかに小さいですが、pH値、温度、溶存酸素濃度などに影響されます。例えば、Roetheli (ロツェル) の研究によれば右図に示すように、亜鉛はpH値が7~12の範囲で比較的耐食性に優れていますが、これよりも酸性、あるいはアルカリ性が強くなると水酸化亜鉛が不溶性となり腐食率は急増します。

また、亜鉛の腐食は水溶液中の溶存酸素、溶存炭酸ガスの量にも影響され、一般に溶存酸素濃度の増加とともに腐食は増大します。

炭酸ガスを溶存する場合は亜鉛の腐食生成物である水酸化亜鉛を塩基性炭酸塩に変化させるため、腐食率が増大するわけです。逆にカルシウム塩などを含む場合には、亜鉛表面には塩基性炭酸亜鉛被膜が陽極に生成されるため、その保護作用により腐食率は低下します。

土壌中の亜鉛めっき鋼の腐食性については、Logan and Ewingの資料に、最大侵食深さと亜鉛付着量について10年間にわたり実験した結果が示されており、これを右図に示します。これより、あらゆる土壌に対して亜鉛めっき付着量が3 oz/ft²以上あれば、10年の被覆寿命は確実に保証しうるし、2 oz/ft²以上でも、10年間で5/1000 in (0.13mm程度)の最大侵食深さであり、実用上なら支障ないといえます。しかし、既に述べたように亜鉛めっきは中性に近い環境にのみ耐食性を有するため強酸性、強アルカリ性の土壌および汚水などにさらされる場合には、やむをえない場合を除いて、使用を避けることが望まれます。

出典:「コルゲートメタルカルバート・マニュアル 第3回改訂版/社団法人地盤工学会」



コルゲートパイプの耐用年数の推定法(参考)

亜鉛めっきされたコルゲートパイプの耐用年数を推定することは、前述のように種々の条件に左右されますので非常に困難です。参考までに、米国のAISIでは、野外調査の結果を基に、pHおよび抵抗率と原板に孔があくまでの年数を関係づけ、次の様に推定しております。

亜鉛めっき (2oz/ft²) されたコルゲートパイプの耐用年数 (pH≧5.8)

板厚 (in)	通常の水の場合 (侵食深さ: 0.0013 in/Yr)	軟水の場合 (侵食深さ: 0.003 in/Yr)
0.064 (1.63mm)	49年	22年
0.079 (2.01mm)	60	26
0.109 (2.77mm)	84	36
0.138 (3.51mm)	100年以上	46
0.168 (4.27mm)	*	56
0.188 (4.78mm)	*	63
0.218 (5.54mm)	*	73
0.249 (6.32mm)	*	83
0.280 (7.11mm)	*	93

また、ライニングもしくはベーパーングを施した場合の耐用年数は、先の亜鉛めっきしたパイプの耐用年数に次に示すライニングもしくはベーパーングの耐用年数を加えた年数となります。

ライニングの加算耐用年数

パイプの外側	パイプの内側
25年	6~10年

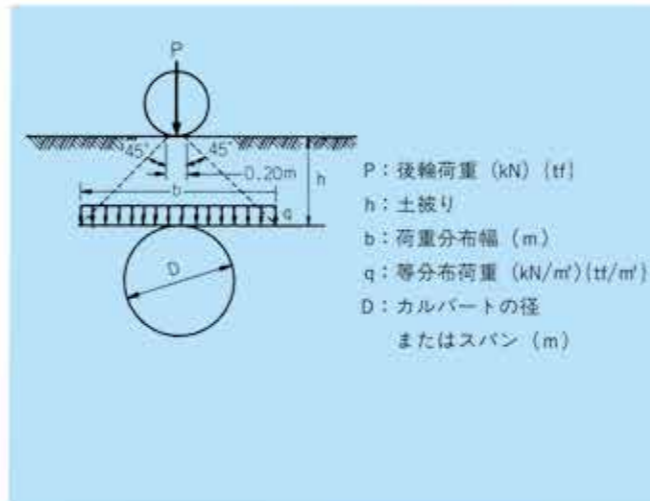
ベーパーングの加算耐用年数

水路勾配	1%以下	1~2%	3~4%	4%以上
耐用年数	25~35年	20~30年	20~25年	15~20年

以上の資料はHandbook of Steel Drainage & Highway Construction Products (AISI) による。



参考計算式



ここで、道路においてはT荷重(後輪荷重98.1kN [10.0tf])、鉄道においてはEA-17とした場合について、下記の計算方法により求めたカルバート頂部に作用する等分布荷重の計算結果を次頁の表にまとめて示します。次に述べる計算式はあくまでも参考であり、現場事情と必ずしも一致しない場合が考えられます。従って、コルゲートパイプの設計に当っては長年月にわたる多くの施工実績や埋設試験例から得られたものを加味した板厚表によるべきです。

●鉛直土圧

$$p = \gamma \cdot h$$

p: 鉛直土圧 (kN/m²) [tf/m²]
 γ: 土の単位体積重量(kN/m³) [tf/m³]
 h: 土被り (m)

●活荷重

(1) T荷重が載荷した場合

コルゲートパイプ頂部に作用する等分布荷重は、次式により計算します。

$$q = \frac{1}{b} \left\{ \frac{2 \times P}{2.75} \times (1 + i) \times \beta \right\} \dots\dots\dots(1)$$

ここに、q: カルバート頂部に作用する等分布荷重 (kN/m²) [tf/m²]

- P: 後輪荷重 (t)
T荷重のときP=98.1kN [10.0tf]
- i: 衝撃係数
h<4.0m i = 0.3
4.0m ≤ h i = 0
- b: 自動車荷重のカルバート頂部における荷重分布幅
(b = 2h + 0.2) (m)
ただし、hは土被り (m)

- β: 低減係数
h ≤ 1mかつ、内径またはスパン ≥ 4.0m β = 1.0
上記以外の場合 β = 0.9

(2) EA-17が載荷した場合

列車荷重は、表-1、表-2により求めます。これらの値は、土を等方等質の弾性体と考えてブーシネスクの式により土中応力を算出し、有効幅(0.5D、D:スパン)を考慮して求めたものです。なお、コルゲートパイプ頂部に作用する等分布荷重は、衝撃係数および補正係数を考慮し計算します。

$$q = Pm(1 + i)(1 + \alpha)$$

ここに、q: カルバート頂部に作用する等分布荷重 (kN/m²) [tf/m²]

Pm: 列車荷重(kN/m²) [tf/m²] (表-1, 2参照)

i: 衝撃係数 (ioは表-3参照)

h ≤ 1.0m i = io
 1.0m < h < 2.5m ... i = io * (2.5 - h) / 1.5
 2.5m ≤ h i = 0

α: 補正係数

0 ≤ h < 1.0 α = 0.2
 1.0 ≤ h < 2.0 α = 0.1
 2.0 ≤ h α = 0

表-1 0.25m ≤ 土被り ≤ 1 m の場合の径別の列車荷重 Pm (kN/m²) [tf/m²]

土被り(m) \ 径(m)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0以上
0.25	144.2 [14.7]	75.5 [7.7]	57.9 [5.9]	53.0 [5.4]	40.2 [4.1]	32.4 [3.3]	27.5 [2.8]
1.0	43.2 [4.4]	38.2 [3.9]	35.3 [3.6]	34.3 [3.5]	29.4 [3.0]	26.5 [2.7]	25.5 [2.6]

- (注1) 径とスパンは、同値とする。
- (2) 中間の値については、補間法による土被り1.0~2.0mについても表-1と表-2の補間により算出する。例: 直径3m土被り1.1~1.9mの間については、表-1の35.3kN/m² [3.6tf/m²]と表-2の25.5kN/m² [2.6tf/m²]の補間で配分する。
- (3) 線数にかかわらずこの値でよい。
- (4) 土被りは、道床厚を含む。

表-2 2.0m ≤ 土被りの場合の列車荷重 Pm (kN/m²) [tf/m²]

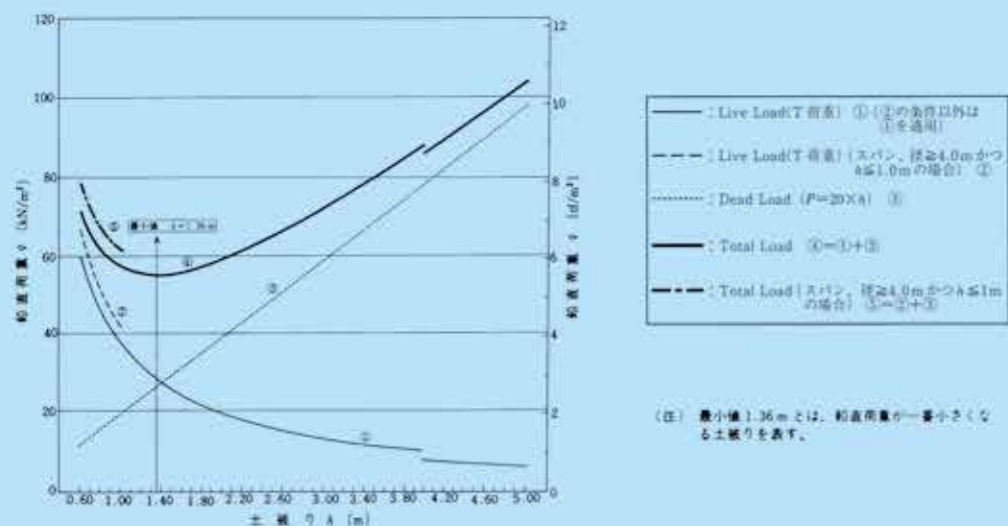
土被り(m) \ 線別	単線	複線	複々線
2.0	25.5 [2.6]	25.5 [2.6]	25.5 [2.6]
3.0	18.6 [1.9]	20.6 [2.1]	23.5 [2.4]
4.0	13.7 [1.4]	19.6 [2.0]	22.6 [2.3]
5.0	11.8 [1.2]	17.7 [1.8]	21.6 [2.2]
10.0	5.9 [0.6]	10.8 [1.1]	17.7 [1.8]

- (注1) 中間の値については、補間法による。
- (2) 土被りは、道床厚を含む。
- (3) 土被りは2.0m以上は径に関係なく線別より選択する。

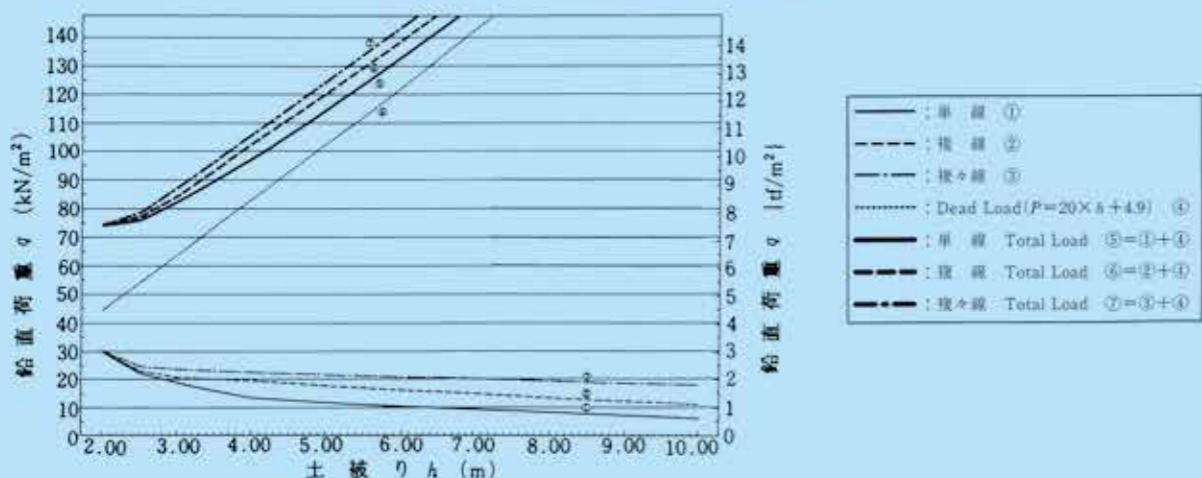
表-3 基本の衝撃係数 io (EA-17)

速度 (km/h) \ スパン (m)	0	5	10
130	0.60	0.50	0.44

道路下 (T荷重) 鉛直土圧、活荷重図



鉄道下 (EA-17) 鉛直土圧、活荷重図



(注) 土被り 2m未満の場合は、直径またはスパンの大きさによりコルゲートパイプに作用する鉛直荷重が異なります。詳細については、コルゲートメタルカルバート・マニュアル第3回改訂版をご参照ください。

● 施工中の断面剛性の検討

$$F.F. = \frac{D^2}{EI} \leq F.F.a \dots\dots(3)$$

F.F.: Flexibility Factor (mm/N) {cm/kgf}

F.F.a: Flexibility Factor allowable (mm/N) {cm/kgf}

D: パイプの直径またはスパン (mm) {cm}

E: 鋼の弾性係数 (2.1×10⁵N/mm²) {2.1×10⁶kgf/cm²}

I: 板厚による断面二次モーメント (mm⁴/mm) {cm⁴/cm}

(注) 1形-F.F.a=0.24mm/N {0.24cm/kgf}

2形-F.F.a=0.11mm/N {0.11cm/kgf}

1形コルゲートパイプ継手強さおよび安全率(ラップ形)

板厚 (mm)	1.6	2.0	2.7	3.2	4.0
継手強さσ _y (kN/m){tf/m}	265 {27.0}	332 {33.8}	447 {45.8}	530 {54.0}	662 {67.5}
安全率S・Fa	本設	4.5	仮設	3.0	

(注) 円形1形フランジ形の継手強さは、上表に示すラップ形の継手強さを用いて設計を行います。

● 軸方向継手強さの検討

$$P = \frac{D}{2} (W_D + W_L) \dots\dots(4)$$

$$S \cdot F = \frac{\sigma_y \times 10}{P} > S \cdot F_a \dots\dots(5)$$

P: 周方向圧縮力 (kN/m) {tf/m}

W_D: 死荷重による鉛直土圧 (kN/m²) {tf/m²}

W_L: 活荷重による鉛直土圧 (kN/m²) {tf/m²}

D: パイプの直径またはスパン (m)

σ_y: 継手強さ (kN/m) {tf/m}

2形コルゲートパイプの継手強さおよび安全率

板厚 (mm)	2.7	3.2	4.0	4.5	5.3	6.0	7.0
継手強さσ _y (kN/m){tf/m}	578 {58.9}	685 {69.8}	855 {87.2}	963 {98.2}	1140 {116}	1930 {197}	2260 {230}
安全率S・Fa	本設	3.0	仮設	2.0			

(注) 詳しくはコルゲートメタルカルバート・マニュアルをご参照ください。

● セクションの座屈の検討

$$D \leq \frac{r}{KV} \sqrt{\frac{24E}{f_u}} \text{のとき}$$

$$f_c = f_u - \frac{f_u^2}{48E} \left(\frac{KD}{r} \right)^2 \dots\dots(6)$$

$$D > \frac{r}{KV} \sqrt{\frac{24E}{f_u}} \text{のとき}$$

$$f_c = \frac{12E}{\left(\frac{KD}{r} \right)^2} \dots\dots(7)$$

$$S \cdot F = \frac{f_c \times A_c}{P} > S \cdot F_a \dots\dots(8)$$

$$P = \frac{D}{2} (W_D + W_L)$$

ここに、

f_c: 座屈応力 (kN/m²) {kgf/cm²}

f_u: 鋼の引張り強さ 274×10³kN/m² {2800kgf/cm²}

E: 鋼の弾性係数 2.1×10⁶kN/m² {2.1×10⁶kgf/cm²}

r: セクションの断面二次半径 (m) {cm}

D: パイプの直径 (m) {cm}

P: 周方向圧縮力 (kN/m) {kgf/cm}

K: 土の剛性係数

A_c: セクションの断面積 (m²/m) {cm²/cm}

座屈の検討に用いる係数および安全率

土の剛性係数 K	裏込めの種類	A	0.44
		B,C	0.22
安全率S・F		本設	2.0
		仮設	1.3

(注) 詳しくはコルゲートメタルカルバート・マニュアルをご参照ください。

● パイプ断面のたわみ量の検討

$$\eta = F_d \cdot F_k \cdot \frac{Wr^3}{EI + 0.061E_s \cdot r^3} \leq \eta a \dots\dots(9)$$

$$E' = \frac{E_s}{2(1-\nu^2)} \dots\dots(10)$$

ここに、

η: 水平方向のたわみ量 (m) {cm}

η_a: 水平方向の許容たわみ量 (m) {cm}

F_d: 土の経時変化(クリープ)係数

F_k: 据付角による定数

r: パイプの直径の1/2 (m) {cm}

E: 鋼の弾性係数 2.1×10⁶kN/m² {2.1×10⁶kgf/cm²}

I: パイプ壁体の断面二次モーメント (m⁴/m) {cm⁴/cm}

W: パイプ単位長さ当りの鉛直荷重=2r(W_D+W_L) (kN/m) {kgf/cm}

W_D: 土被り重量=γ・h (kN/m²) {kgf/cm²}

W_L: 上載荷重による圧力 (kN/m²) {kgf/cm²}

γ: 土の単位体積重量 (kN/m³) {kgf/cm³}

h: パイプ頂部からの土被り (m) {cm}

E_s: 土の変形係数 (kN/m²) {kgf/cm²}

ν: 土のポアソン比 (≒0.5)

たわみ量の検討に用いる諸係数および制限値

据付角による定数 F _k		0.1	
土の経時変化係数 F _d と土の変形係数 E _s	裏込めの種類	A	F _d =1.5 E _s =7.4MN/m ² {75kgf/cm ² }
		B	F _d =1.25 E _s =14.7MN/m ² {150kgf/cm ² }
		C	F _d =1.25 E _s =24.3MN/m ² {250kgf/cm ² }
たわみ量の制限値 η _a ※1		本設	0.05D
		仮設	0.075D

(注) ※1: 円形1形・2形、およびパイプアーチ形のたわみ量の制限値は、上表の値を用いてください。

なお、エロンゲーション形のたわみ量の制限値は、本設の場合0.1D、仮設の場合0.15Dとなります。

詳しくはコルゲートメタルカルバート・マニュアルをご参照ください。

●ご注文に際しては、次のことをお知らせください。

1. コルゲートパイプの種類、形式
2. コルゲートパイプの呼称径
3. コルゲートパイプの板厚
4. コルゲートパイプの長さ
(合計の長さや連数または1本ごとの長さ)
1形の場合は
有効長1,020mmのセクション使用のときは510mmの倍数の寸法ができます。
(ただし実長は38mmを加える)
2形の場合は
600mmの倍数(実長は100mmを加える)
ただし、パイプアーチ形は1,200mmの倍数(実長は100mmを加える)
5. 両端部(呑み口、吐き口)の希望形状は図面にてご指示ください。
たとえば、道路の“ノリ”に合わせた形状とか端部をそろえたものとかのご指示をお願いします。
6. 角度加工はその交角と中心線上の長さでご指示ください。
詳細は25、26ページをご参照ください。
7. 塗装、パッキング、ペービングなどについては明確にご指示ください。詳細は27、28ページをご参照ください。

お問合せ・ご注文は…

日鉄建材(株)本社または各支店・営業所へどうぞ