

第10章 配水管の計画・設計

第10章 配水管の計画・設計

10・1 総則

配水管は、配水池（兼田、北平野、太市、山崎、甲山等）配水塔（美濃山）あるいは配水ポンプ等を起点とし、その給水区域に配水するために布設する管であり、幹線配水管と同管から分岐して直接給水管を取付ける配水管とからなる。

配水管は、全給水区域を通じてなるべく、圧力が均等（平常時で管末を0.15MPa標準）になるよう、また、管内水が停滞しないよう網目状に配置することが望ましい。

配水管は、一般に水道施設建設費の過半を占めるとともに、配水管の事故は直ちに断水減水等の重大な結果を生ずるので、その設計施工に当っては将来需要を勘案して管径決定、路線設定を慎重に行い、制水弁、空気弁、消火栓、減圧弁、流量計、水圧計、排水設備、人孔及び伸縮管等の付属設備を適切に配置する等、維持管理が容易にできるよう配慮しなければならない。

埋設配水管は、ダクタイル鋳鉄管の使用を基本にし、口径φ150以下mmは水道配水用ポリエチレン管（EF接合）の使用を基本にするが、内圧及び外圧に対する安全性と管路条件あるいは施行条件に対して適合し、水質に影響を及ぼさないことを考慮するとともに、経済性をも勘案して管種を選定しなければならない。

特に、主要道路では他の埋設物がふくそうし、また他の占有者の計画もあるので、事前に占有位置の調整、計画、施工年月日、埋設物調査、現場立会、試験掘等を実施し、道路の二度掘あるいは事故防止について配慮しなければならない。

10・2 経済的な口径

配水管における経済的な口径とは、与えられた流量に対する配水施設の建設費と、その維持管理費の和が最少となるような管径のことである。

10・2・1 自然流下式の場合

この場合は、与えられた流量に対して、管路延長と有効水頭から求められる適正動水勾配となる口径が経済的な口径である。

10・2・2 経済的な流速

管路における経済的な流速とは、表10-1に示す管径における経済的な流速のことである。

表10-1 経済的な流速

管 径 mm	75～150	200～300	350～600
流 速m/sec	0.7～1.0	0.8～1.0	0.9～1.4

10・3 管径の計算

10・3・1 単一管路

一般に配水管の設計においては、流量と動水勾配を与えて管径を求めるのが普通である。

単一管路においては管路の負担すべき配水量が定めれば、管路のすべての点で許容最低水圧が保持されるように動水勾配を求め、使用する管のCの値を仮定してヘーゼン・ウィリアムズ公式から簡単に管径が求められる。また、所定の動水勾配において、管径を仮定して所要の流量を流し得るか否かを算定する場合もあり、あるいは流量と動水勾配を実測して流速係数（内面さびこぶの付着状況など）を調べることもある。

ヘーゼン・ウィリアムズ公式

$$H = 10.666 C^{-1.85} \times D^{-4.87} \times Q^{1.85} \times L$$

H：摩擦損失水頭(m) C：流速係数 (110) D：管内径(m)

Q：流量(m³/sec) L：延長(m)

(計算例1)

延長2,000mの管路において、始点の動水頭を35m、終点における最小動水頭を25mとすると、粉体塗装管を用いて70ℓ/secを流すのに必要な管径を求める。

$$\text{損失水頭 } h = 35 - 25 = 10 \text{ (m)}$$

$$\text{動水勾配 } I = 10 / 2,000 = 5 \text{ (‰)}$$

流速係数C=110とする。

(管路のCの値は、管内面の粗度と管路中の屈曲、分岐部等の数により異なる。新管を使用する設計においては、屈曲部、損失などを含んだ管路全体としてCの値は110とする。)

図10-1を用いて縦軸70ℓ/secと横軸5‰の交点の口径D=290mm≒300mmを求めることができる。なお、管路が直線部のみ(屈曲損失などは別途計算する)の場合、Cの値は130が適当である。

一方、既設管路の整備あるいは改良時にそのCの値を知ることが必要となる場合がある。この場合は、通水年数及び水質の影響でかなり異なるので調査の必要がある。

表10-2 設計時のヘーゼン・ウィリアムズ公式のCの値

管 種	管種におけるCの値
モルタルライニング 鋳鉄管	110
塗 覆 装 鋼 管	110
硬 質 塩 化 ビ ニ ル 管	110
水道配水用ポリエチレン管	110
ス テ ン レ ス 鋼 管	110

※水道施設設計指針2012 日本水道協会

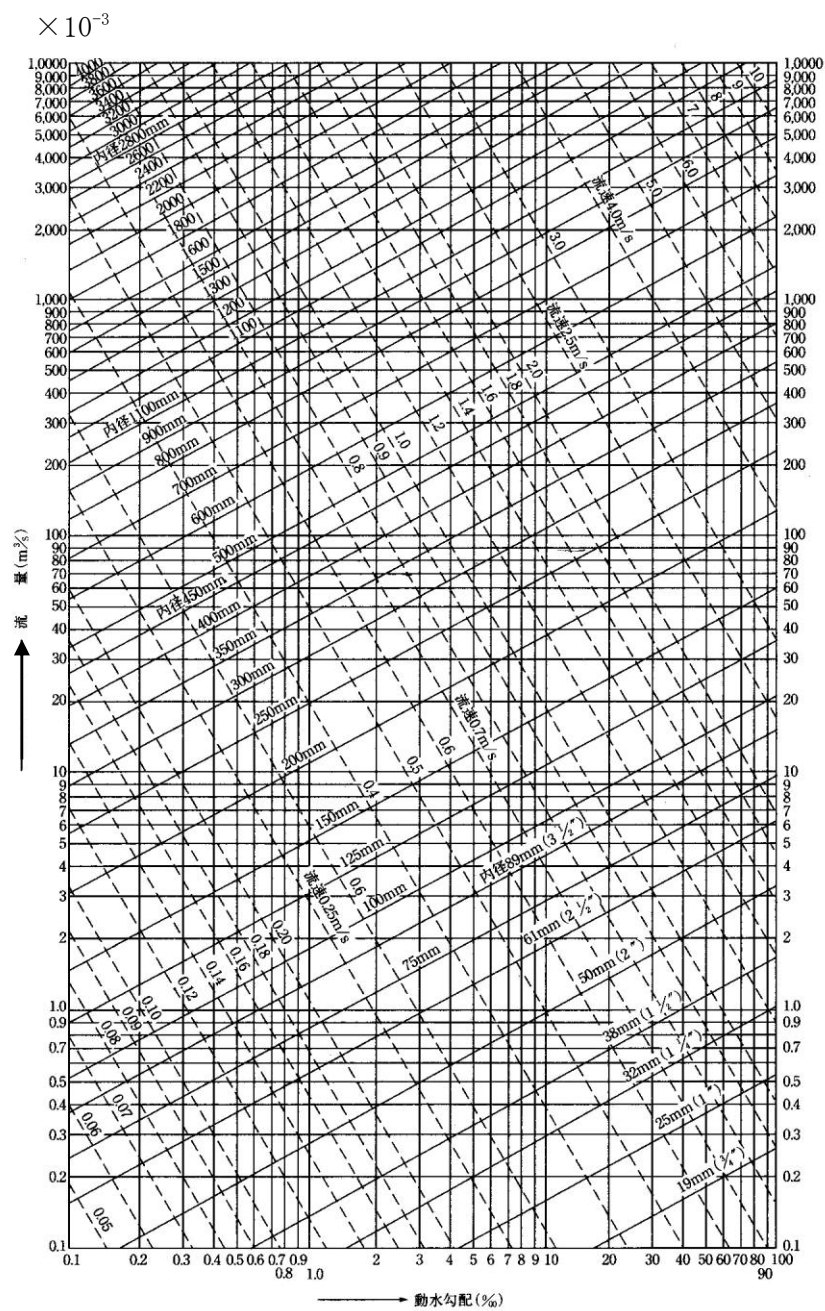


図 10-1 ヘーゼン・ウィリアムズ公式図表 (C=110)

※水道施設設計指針 2012 日本水道協会

(計算例 2)

計画給水人口 200 人、ポンプ加压式の水道においてポンプ揚程 40mとした場合の配水口径を求める。

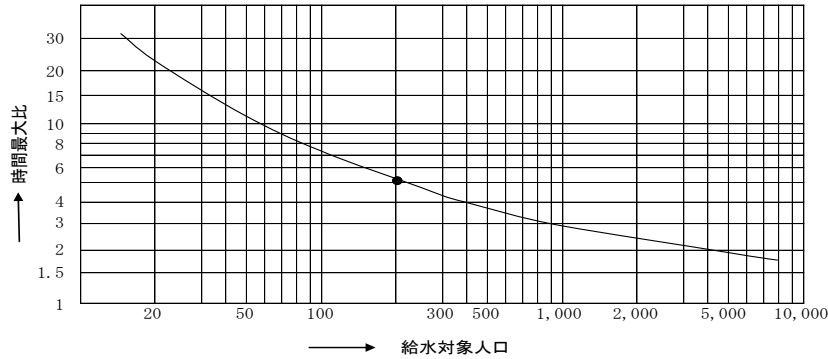


図 10-2 給水対象人口に対する時間最大比

$$\begin{aligned}
 &1 \text{ 人 } 1 \text{ 日最大給水量} && 300 \text{ (}\ell/\text{d)} \\
 &\text{計画 } 1 \text{ 日最大給水量} && 0.3 \times 200 = 60 \text{ (}\text{m}^3/\text{d)} = 0.69 \text{ (}\ell/\text{sec)} \\
 &\text{計画時間最大給水量} && \frac{60}{24} \times 5.2 = 16.5 \text{ (}\text{m}^3/\text{h)} = 4.58 \text{ (}\ell/\text{sec)}
 \end{aligned}$$

(時間最大比は図 10-2 より 5.2 倍とする)

$$\text{火災時における計画配水量} \quad (60 \times \frac{1}{24}) + (1 \times 60) = 62.5 \text{ (}\text{m}^3/\text{h)} = 17.36 \text{ (}\ell/\text{sec)}$$

(消火用水 $1 \text{ m}^3/\text{min}$ は末端で $0.5 \text{ m}^3/\text{min}$ の消火栓を 2 栓放水)

- ① 平常時における計画給水量は、計画時間最大給水量($4.58 \ell/\text{sec}$)とする。
- ② 火災時における計画給水量は、計画 1 日最大給水量($0.69 \ell/\text{sec}$) + 消火用水量($16.67 \ell/\text{sec}$) = $17.36 \ell/\text{sec}$ とする。

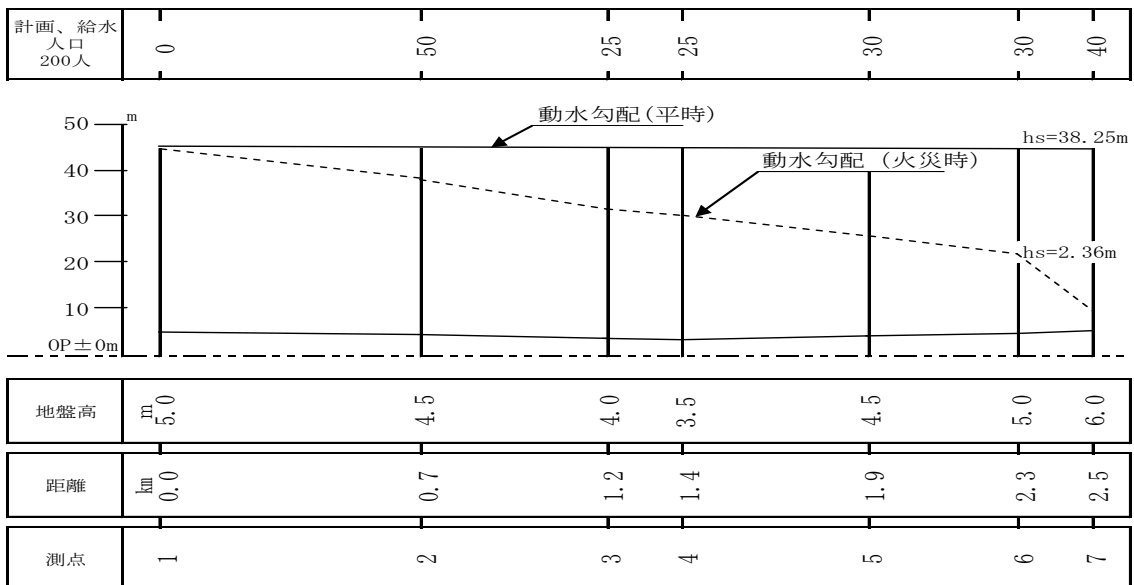


図 10-3 平時、火災時における動水勾配

平常時における末端水圧は 0.15 MPa 以上とする。

表 10-3 各側点における水頭（平常時）

測点	計画1日 最大給水量 m ³ /d	計画時間 最大給水量 ℓ/sec	流 量	管 径	延 長 m	流 速 係 数	実動水 勾配	実損失 水 頭 m	動水頭 m	地盤高 m	地盤上 水 頭 m
	60	4.58	ℓ/sec		2,500		‰	0.75	m	m	m
1	0	0	3.61	150	700	110	0.557	0.39	45.00	5.00	40.00
2	15	0.90	2.71	150	500	110	0.327	0.16	44.61	4.50	40.11
3	7.5	0.45	2.26	150	200	110	0.233	0.05	44.45	4.00	40.45
4	7.5	0.45	1.81	150	500	110	0.154	0.08	44.40	3.50	40.90
5	9	0.54	1.26	150	400	110	0.080	0.03	44.32	4.50	39.82
6	9	0.54	0.72	100	200	110	0.204	0.04	44.29	5.00	39.29
7	12	0.72							44.25	6.00	38.25

表 10-4 各側点における水頭（火災時）

測点	計画1日 最大給水量 ℓ/sec	消火用水 ℓ/sec	流 量	管 径	延 長 m	流 速 係 数	実動水 こう配	損 失 水 頭 m	動水頭 m	地盤高 m	地盤上 水 頭 m
	0.69	16.67	ℓ/sec	mm	2,500		‰	36.64	m	m	m
1	0	0	17.36	150	700	110	10.164	7.12	45.00	5.00	40.00
2	0.17	0	17.19	150	500	110	9.977	4.99	37.88	4.50	33.38
3	0.09	0	17.10	150	200	110	9.884	1.98	32.90	4.00	28.90
4	0.09	0	17.01	150	500	110	9.791	4.90	30.92	3.50	27.42
5	0.10	0	16.91	150	400	110	9.681	3.87	26.02	4.50	21.52
6	0.10	0	16.81	100	200	110	68.947	13.79	22.15	5.00	17.15
7	0.14	16.67							8.36	6.00	2.36

計算の結果、末端で負圧になった場合は管径を増大し、末端で正圧になるよう計画する。この場合管径の決定は、火災時による管径を採用しなければならない。

10・4 管種

- 1 配水管の管種は、次の内容をもととして選定すること。
 - ① 内圧に対して安全であること。
 - ② 外圧に対して安全であること。
 - ③ 管径に対して安全であること。
 - ④ 埋設条件に適していること。
 - ⑤ 埋設環境に適合した施工性を有すること。
 - ⑥ 水質に悪影響を及ぼすことのないこと。
- 2 本市使用の管種については上下水道局指定材料一覧表を参照すること。
- 3 ダクタイトル鑄鉄管については、450 mm以下は1種管、500 mm以上はS種管を使用する。また、安全のため土被りが60 cmより浅い場合は、コンクリート保護工を行う。

10・5 土破り及び埋設物との間隔

土被りは、道路幅員、他の埋設物等によって影響されるが、幹線配水管は、土被り1.2m以上、一般配水管は1.2m～0.8m（浅層埋設通達：φ300mm以下は土被り0.6mの浅層埋設可能）を、また、埋戻しは碎石を標準とし、他の埋

設物と交差又は接近して布設するときは、30 cm以上間隔を保つことを原則とする。

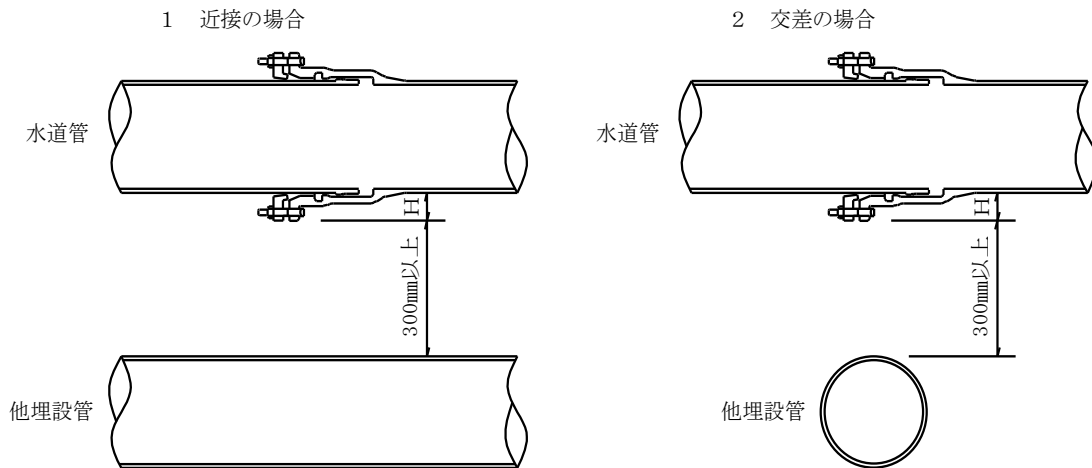


図 10-4 交差又は近接部布設例

表 10-5 Hの寸法

単位：mm

口 径	G X 形	N S 形	K 形	T 形
75	33	34	52	26
100	36	36	57	28
150	37	37	59	30
200	37	37	59	31
250	38	37	61	32
300	43	43	61	-
350	-	46	65	-
400	48	48	67	-
450	-	48	69	-
500	-	86	68	-
600	-	87	71	-
700	-	99	80	-
800	-	102	-	-
900	-	113	-	-
1000	-	116	-	-

10・6 継手

継手は、耐震継手である GX 形及び NS 形を原則とし、埋設条件及び埋設環境により、K 形等の継手を選定すること。

10・6・1 代表的な継手と特長

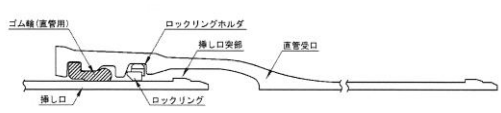
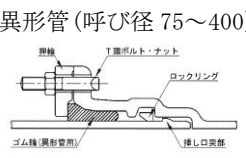
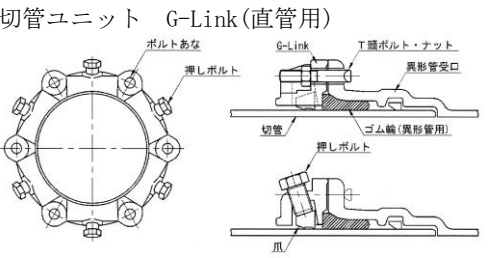

接合形式	呼び径	特長	用途及び使用についての要点
G X 形	75～400	<p>大きな伸縮性及び可とう性を持ち、最終的には受口と挿し口がかかり合って離脱防止の役目をする。継手形式は、直管がプッシュオンタイプで、異形管がメカカルタイプである。</p> <p>継手の水密性は、プッシュオンタイプは T 形、メカカルタイプは K 形と同じである。</p> <p>施工性を向上させるため、NS 形に比べ挿入力を減らし、切管ユニットにより、溝切加工・挿し口突部形成が不要である。</p> <p>また、長寿命を実現するため外面塗装は耐食亜鉛系塗装である。</p>	耐地盤変動(耐震用、軟弱地盤用など)の要求される配管に適する。
<p>直管(呼び径 75～400)</p>  <p>異形管(呼び径 75～400)</p>  <p>切管ユニット G-Link(直管用)</p>  <p>切管ユニット P-Link(異形管用)</p> 			

図 10-5 GX 形継手の構造と特徴

接合形式	呼び径	特長	用途および使用についての要点
NS形	75～1000		
直管(呼び径75～450)		<p>大きな伸縮性および可とう性をもち、最終的には受口と挿し口がかかり合って離脱防止の役目をする。継手形式は、呼び径75～250直管および異形管、呼び径300～450の直管がプッシュオンタイプで、呼び径300～450の異形管、呼び径500～1000の直管および異形管がメカニカルタイプである。</p> <p>継手の水密性は、プッシュオンタイプはT形、メカニカルタイプはK形と同じである。</p>	<p>耐地盤変動(耐震用、軟弱地盤用など)の要求される配管に適する。</p>
直管(呼び径500～1000)			
異形管(呼び径75～250)			
異形管(呼び径300～450)			
異形管(呼び径500～1000)			

図 10-6 NS 継手の構造と特徴

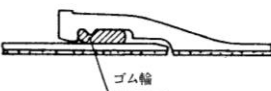

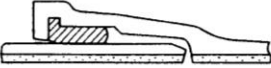
接合形式	呼び径	特長	用途および使用についての要点
K形	75~2600	<p>ゴム輪を押輪とボルトで締め付けて接合するメカニカルタイプである。</p> <p>作業が迅速で、継手の水密性が高く、かつ、伸縮性および可とう性がある。</p>	<p>一般管路に使用され、大口径にも適する。</p>
T形	75~2000	<p>受口の内面にゴム輪を装着し、テーパ状の挿し口を挿入するのみで、簡単に接合できるプッシュオンタイプである。</p> <p>作業が迅速で、継手の水密性が高く、かつ、伸縮性および可とう性がある。</p>	<p>直線部の多い管路に適している。</p> <p>呼び径300以上の異形管は、製造されていないのでメカニカルタイプのものを使用する。</p>
呼び径 75~250			
呼び径 300~600			
呼び径 700~2000			

図 10-7 K形・T形継手の構造と特徴

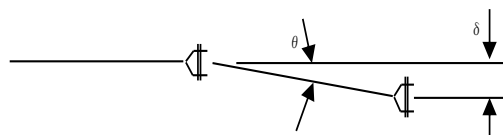
10・6・2 各種継手の許容曲げ角度

許容曲げ角度は、本市においては、埋設後の変位を安全考慮し次表の値の1/2以下とする。

表10-6 管1本あたりに許容される偏位

呼び径 (mm)	GX 形			NS 形			K 形					
	曲げ 角度 (θ)	管1本あたりに許容さ れる偏位 δ (cm)			曲げ 角度 (θ)	管1本あたりに許容さ れる偏位 δ (cm)			曲げ 角度 (θ)	管1本あたりに許容さ れる偏位 δ (cm)		
		4 m 管	5 m 管	6 m 管		4 m 管	5 m 管	6 m 管		4 m 管	5 m 管	6 m 管
75	4° 00'	28	-	-	4° 00'	28	-	-	5° 00'	35	-	-
100	4° 00'	28	-	-	4° 00'	28	-	-	"	"	-	-
150	4° 00'	-	35	-	4° 00'	-	35	-	"	-	44	-
200	4° 00'	-	35	-	4° 00'	-	35	-	"	-	"	-
250	4° 00'	-	35	-	4° 00'	-	35	-	4° 00'	-	35	-
300	4° 00'	-	-	42	3° 00'	-	-	31	3° 20'	-	-	35
350	-	-	-	-	3° 00'	-	-	31	4° 50'	-	-	50
400	4° 00'	-	-	42	3° 00'	-	-	31	4° 10'	-	-	43
450	-	-	-	-	3° 00'	-	-	31	3° 50'	-	-	40
500	-	-	-	-	3° 20'	-	-	35	3° 20'	-	-	35
600	-	-	-	-	2° 50'	-	-	30	2° 50'	-	-	29
700	-	-	-	-	2° 30'	-	-	26	2° 30'	-	-	26
800	-	-	-	-	2° 10'	-	-	23	2° 10'	-	-	22
900	-	-	-	-	2° 00'	-	-	21	2° 00'	-	-	21
1000	-	-	-	-	1° 50'	-	-	19	1° 50'	-	-	19
1100	-	-	-	-	-	-	-	-	1° 40'	-	-	17
1200	-	-	-	-	-	-	-	-	1° 30'	-	-	15
1350	-	-	-	-	-	-	-	-	1° 20'	-	-	14
1500	-	-	-	-	-	-	-	-	1° 10'	-	-	12
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	1° 30'	10	13	-
1650	-	-	-	-	-	-	-	-	"	"	"	-
1800	-	-	-	-	-	-	-	-	"	"	"	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	"	"	"	-
2100	-	-	-	-	-	-	-	-	"	"	"	-
2200	-	-	-	-	-	-	-	-	"	"	"	-
2400	-	-	-	-	-	-	-	-	"	"	-	-
2600	-	-	-	-	-	-	-	-	"	"	-	-

※水道施設設計指針2012日本水道協会



$$\delta = L \tan \theta$$

例) $= 4\text{m} \times \tan(4^\circ)$
 $= 28\text{cm}$

10・7 管路付属設備

10・7・1 制水弁

制水弁の設置目的は、管内の流水の停止と流量の調整とがあり、仕切弁とバタフライ弁が多く用いられる。断水範囲を小さくするために制水弁の設置数を増やすことは理想的であるが、建設費がいたずらに大きくなって不経済となる場合があるので、実情に応じた配置を行い、配水管の維持管理に大きな支障のない数にすること。

水道施設設計指針・解説（2012年版）では、

- ①なるべく少数の制水弁操作により、断水区域を小範囲に止められるよう配置すること。
- ②配水管の分岐点では分岐点に設けるとともに、原則として取出しや配水管（既設管）の分岐点の下流側にも設けること。
- ③重要な伏せ越し部、橋、軌道横断等の前後、泥吐き管及び系統の異なる配水管の連絡管に設けること。
- ④水圧の高い所で管径φ400mm以上の制水弁には副制水弁を付けることとされている。

1 仕切弁

仕切弁は、事故の復旧、新設管との連絡工事、洗浄排水や配水調整などの目的で配水管の断水や流量制限を行うために設置する。

①水道用ソフトシール仕切弁（JWWA B120）

水道用ソフトシール仕切弁は、流体の流れに対して、弁箱内の弁体が直角に移動し開閉を行う構造であり、本市では、弁体駆動用の弁棒ねじ部が蓋より内側にあり、弁棒非上昇式かつ回転式の内ねじ式（図10-8）を採用しており、使用圧力に応じて2種：7.5K 3種：10K 4種：16Kがある。また、水道用ソフトシール仕切弁は配管内に土砂等の堆積が生じる場合や、経年管と同様に鉄錆による赤水防止対策が必要な場合に有効で（図10-9）、浅層埋設にも対応し、現在では水道用として使用される仕切弁の大半はこの形式になっている。接続部はフランジ式と耐震管路用のGX・NS形、JWWA規格ではないが配水ポリエチレン管用のPE挿し口付などの形式がある。

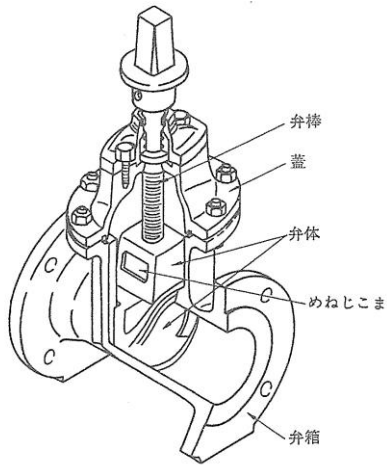
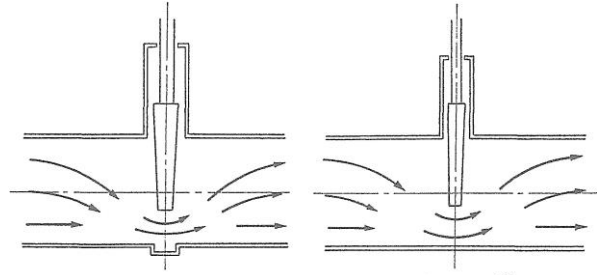
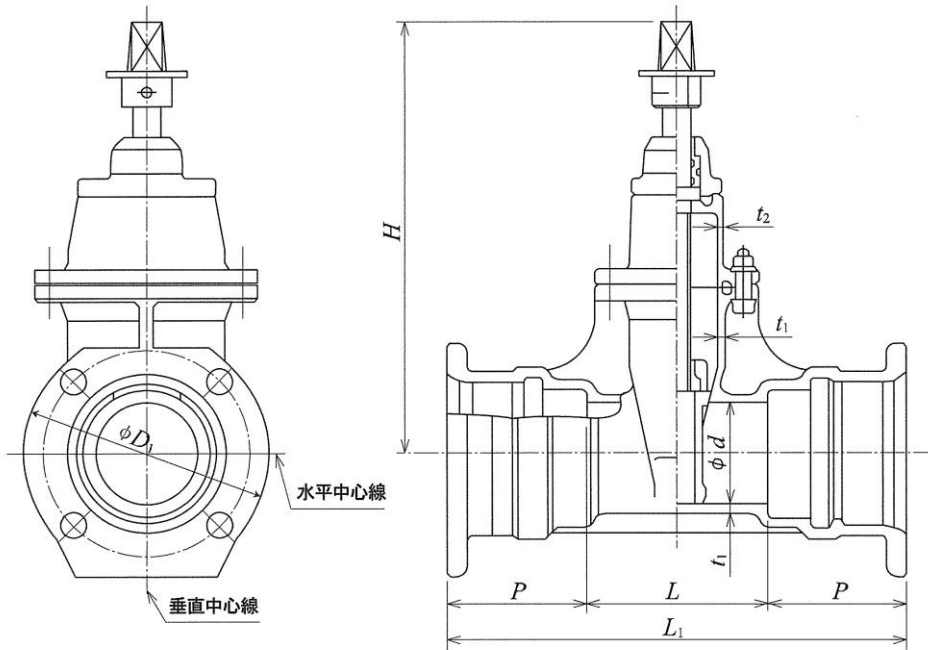


図 10-8 水道用ソフトシール仕切弁
(内ねじ式)



ソフトシール形
流路は両方向可 (片楔形は一方方向)、弁底部が平滑、スラッジ堆積がない。
主に全開、全閉で使用。

図 10-9 仕切弁の流水形状



単位 mm

呼び径	口径 d	面間 寸法 L_1	有効長 L	継手寸法		厚さ (最小)		弁棒		高さ (最大) H
				外径 D_1	継手 長さ P	t_1	t_2	回転数 (全開 ~全閉)	回転数 の 許容差	
75	75	453	180	210	136.5	6	5	13	+3 0	330
100	100	455	180	244	137.5	6	6	17		365
150	150	504	220	305	142.0	7	6	19		455
200	200	548	260	354	144.0	8	7	25		540
250	250	590	300	409	145.0	9	7	25		640
300	300	700	400	477	150.0	9	7	30		740
400	400	804	500	582	152.0	14	12	33	+5 0	1 240

図 10-10 水道用ソフトシール仕切弁 (JWWA B120) GX 形の寸法及び回転数

表 10-7 水道用仕切弁の種類 (JIS B2062)

種	類	呼び径 (mm)
立形	フランジ型	75~1,200
	受口形	75~500
	ツメ形	75~200
	筒形	75~200
横形	フランジ形	400~1,500

表 10-8 仕切弁の主要諸元

呼び径	有効長 O ₁	立形高 H	横形長 L	全閉に要する回転数
				鋳鉄製立形
50	180mm	340mm		約13回
75	240	450		13
100	250	530		15
125	260	600		18.5
150	280	660		19
200	300	770		25
250	380	880		26
300	400	980		31
350	430	1,090		36
400	470	1,230	約1,185mm	37
450	500	1,340	1,302	42
500	530	1,440	1,416	46
600	560	1,860	1,610	85.5
700	610	2,070	1,841	99.5
800	690	2,300	2,034	142
900	740	2,530	2,238	163
1,000	770	2,750	2,461	197
1,100	800	3,010	2,687	218
1,200	820	3,230	2,911	254.5
1,350	850		3,232	273
1,500	900		3,537	307

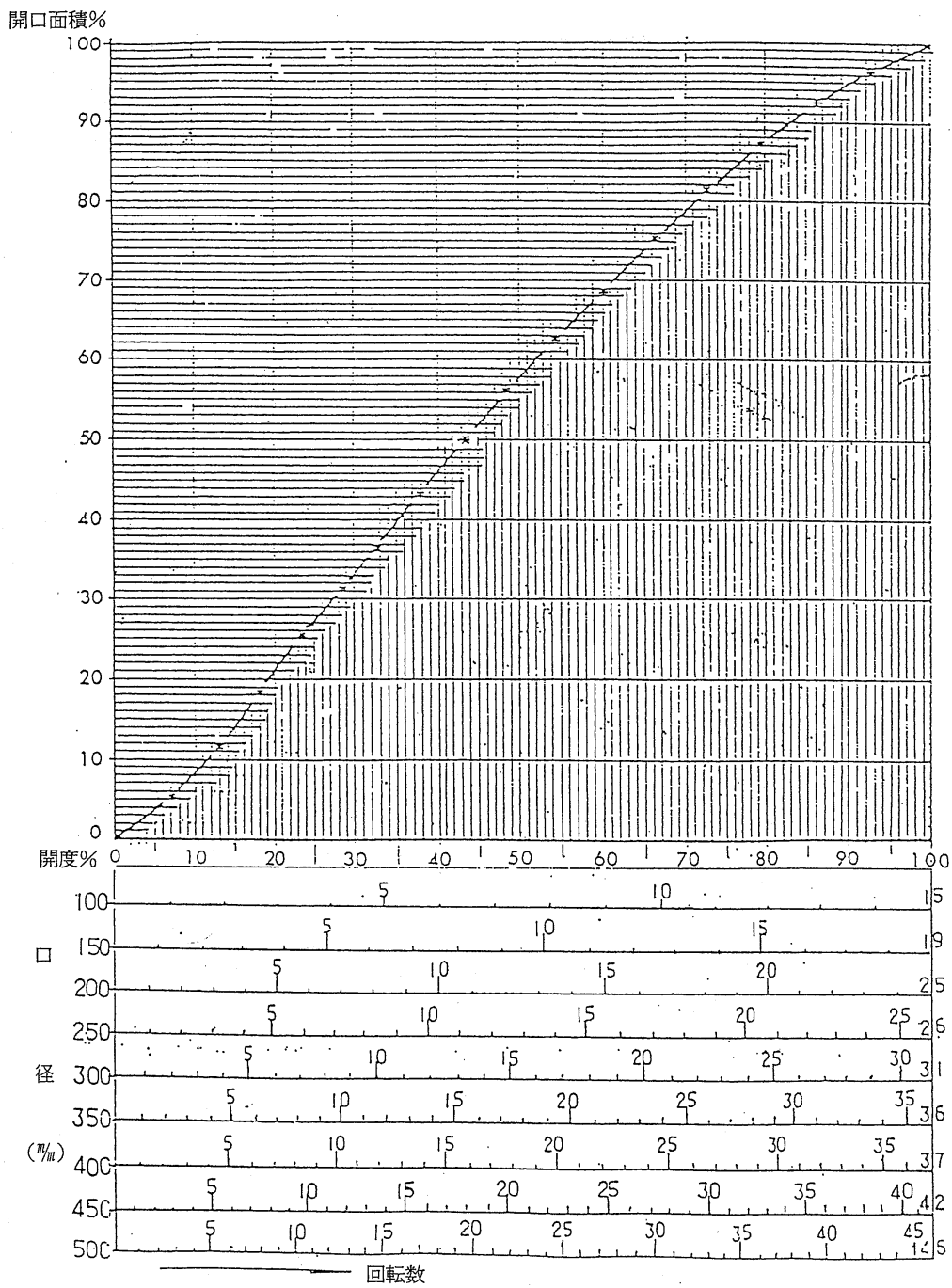


図 10-11 水道用立形仕切弁の開度と開口面積

表 10-9 バタフライ弁の開度・回転数における弁通過流量

(バタフライ弁の型式は、メタルシートタイプとする。)

500mm	全閉から全開回転数 39回転																	弁がない場合の管路流量 2121 (m ³ /h)
開度(度)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90 (全開)
回転数	2	4	6	9	11	13	15	17	19	22	24	26	28	30	32	35	37	39
流量(m ³ /h)	53	106	158	212	259	318	394	488	612	763	944	1124	1291	1506	1682	1782	1852	1867

600mm	全閉から全開回転数 56回転																	弁がない場合の管路流量 3054 (m ³ /h)
開度(度)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90 (全開)
回転数	3	6	9	12	16	19	22	25	28	31	34	37	40	44	47	50	53	56
流量(m ³ /h)	76	153	227	305	373	458	567	702	882	1099	1359	1619	1859	2169	2422	2566	2666	2688

700mm	全閉から全開回転数 56回転																	弁がない場合の管路流量 4156 (m ³ /h)
開度(度)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90 (全開)
回転数	3	6	9	12	16	19	22	25	28	31	34	37	40	44	47	50	53	56
流量(m ³ /h)	104	208	309	416	508	624	772	956	1200	1496	1849	2203	2529	2951	3296	3691	3628	3658

800mm	全閉から全開回転数 137回転																	弁がない場合の管路流量 5429 (m ³ /h)
開度(度)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90 (全開)
回転数	8	15	23	30	38	46	53	61	68	76	84	91	99	107	114	122	129	137
流量(m ³ /h)	136	271	404	543	663	815	1008	1249	1567	1954	2416	2877	3304	3854	4305	4561	4740	4778

900mm	全閉から全開回転数 137回転																	弁がない場合の管路流量 6871 (m ³ /h)
開度(度)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90 (全開)
回転数	8	15	23	30	38	46	53	61	68	76	84	91	99	107	114	122	129	137
流量(m ³ /h)	172	344	511	687	839	1031	1276	1580	1983	2473	3058	3642	4182	4878	5449	5772	5999	6047

1000mm	全閉から全開回転数 201回転																	弁がない場合の管路流量 8482 (m ³ /h)
開度(度)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90 (全開)
回転数	11	22	33	45	56	67	78	89	100	111	123	134	145	156	167	179	190	201
流量(m ³ /h)	21	424	630	848	1036	1273	1575	1951	2448	3053	3774	4495	5162	6022	6727	7125	7405	7465

②水道用バタフライ弁 (JWWAB138)

水道用バタフライ弁は、弁箱内で円板状の弁体が弁棒を軸として回転する構造で、他の形式のバルブに比べて軽量で開閉に要するトルクが小さく、しかも低価格で流量特性も良好であるので広く使用されている。しかし、流水形状図 (図 10-12) に示すように、弁体が弁箱内に残っているため全開時の圧力損失は仕切弁に比べて大きくなる。特に小口径のものは全開時の管断面積に対する弁体面積の割合が大きくなる。

なお、現在、最も一般的に使用されるバタフライ弁は、接続部を耐震管路用の NS 形 (図 10-13) になっている。また、管路の初期通水時に微小開度で小流量を安定して供給することが可能な、充水機能付バタフライ弁 (図 10-14) もある。

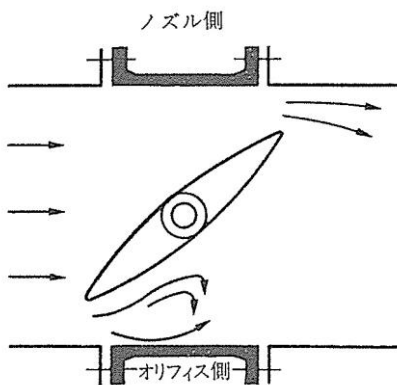


図 10-12 バタフライ弁の流水形状図

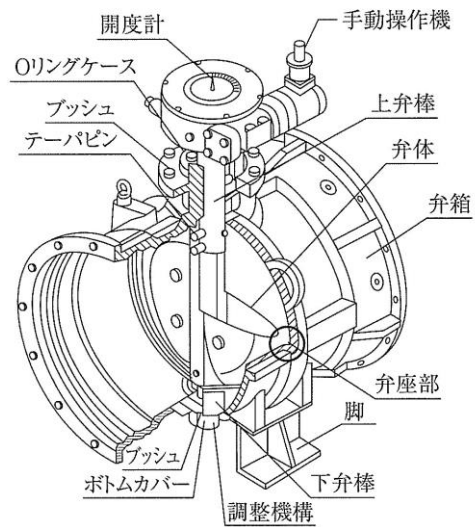


図 10-13 NS形バタフライ弁

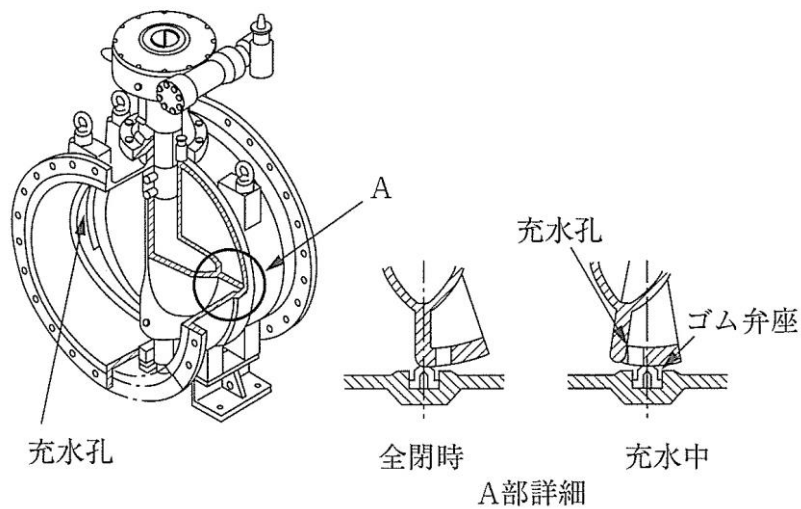


図 10-14 充水機能付きバタフライ弁

2 制水弁の設置

制水弁の設置について、なるべく少数の弁操作によって断水区域を小範囲にとどめられるようにしなければならない。

このため、

- ① 管路の分岐点には、本管及び分岐管の下流側に設ける。
- ② 管路の交差点には、少なくとも2個、できれば3個設ける。
- ③ 管路が長いときには、途中適当な個所に設ける。(500m以下)
- ④ 特別の場所としては河川や軌道の横断個所に設ける。
- ⑤ 事故が起りやすく、また起こった場合復旧に時間を要する個所に設ける。
- ⑥ 泥吐管や系統の異なる配水管の連絡管などには必ず設置しなければならない。
- ⑦ 道路の交差点内よりはらずして取付ける。

こととする。

3 制水弁筐

- ① 制水弁筐は、図 10-15、16 に示すように制水弁下柵(レジンコンクリート製)を積み、その上に鉄蓋を設置する。制水弁筐の設置に当たっては、弁蓋の上部まで埋め戻し、十分転圧した後下柵を積み上げるもので、将来、路面高の変更が予想される場合には、鉄蓋と弁下柵の間に調整ブロック等を積むことが望ましい。また、予期せぬ路面高さの変更時には、プラスチック調整枠を使用できるものとする。なお、制水弁の頂部と路面との間隔が 900 mm 以上になる場合は、キーロッドを取付け、振れ止めを設ける。

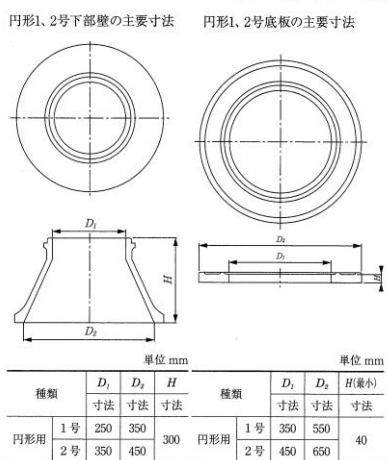
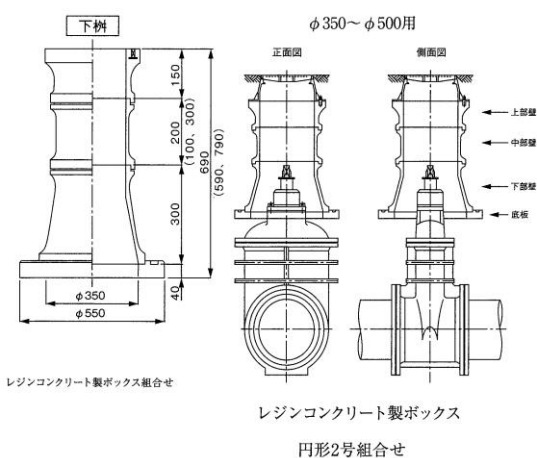
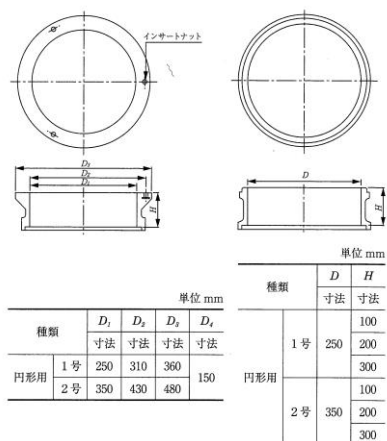
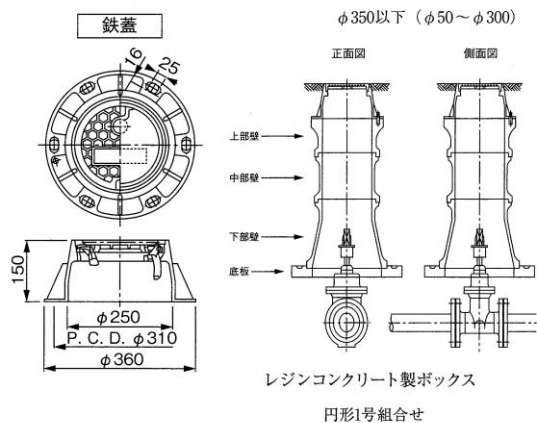


図 10-15 制水弁筐(単位mm)

図 10-16 レジンコンクリート製ボックス寸法

- ②下柵設置に当たっては弁筐の重みによる異常荷重から防護するため、下柵が直接バルブに触れないよう十分注意して施工するもの。
- ③ 鉄ぶたの設置方向は、ちょうつがいを路肩側より道路センター側に向かって開閉できるように設置しておけば、将来の維持管理において、安全に操作できるほか、地上からの管路の方向確認ができて有効である。

4 仕切弁とバタフライ弁の設置

設置については設置標準図及び深いところに設置した場合の図に従い行うこと。

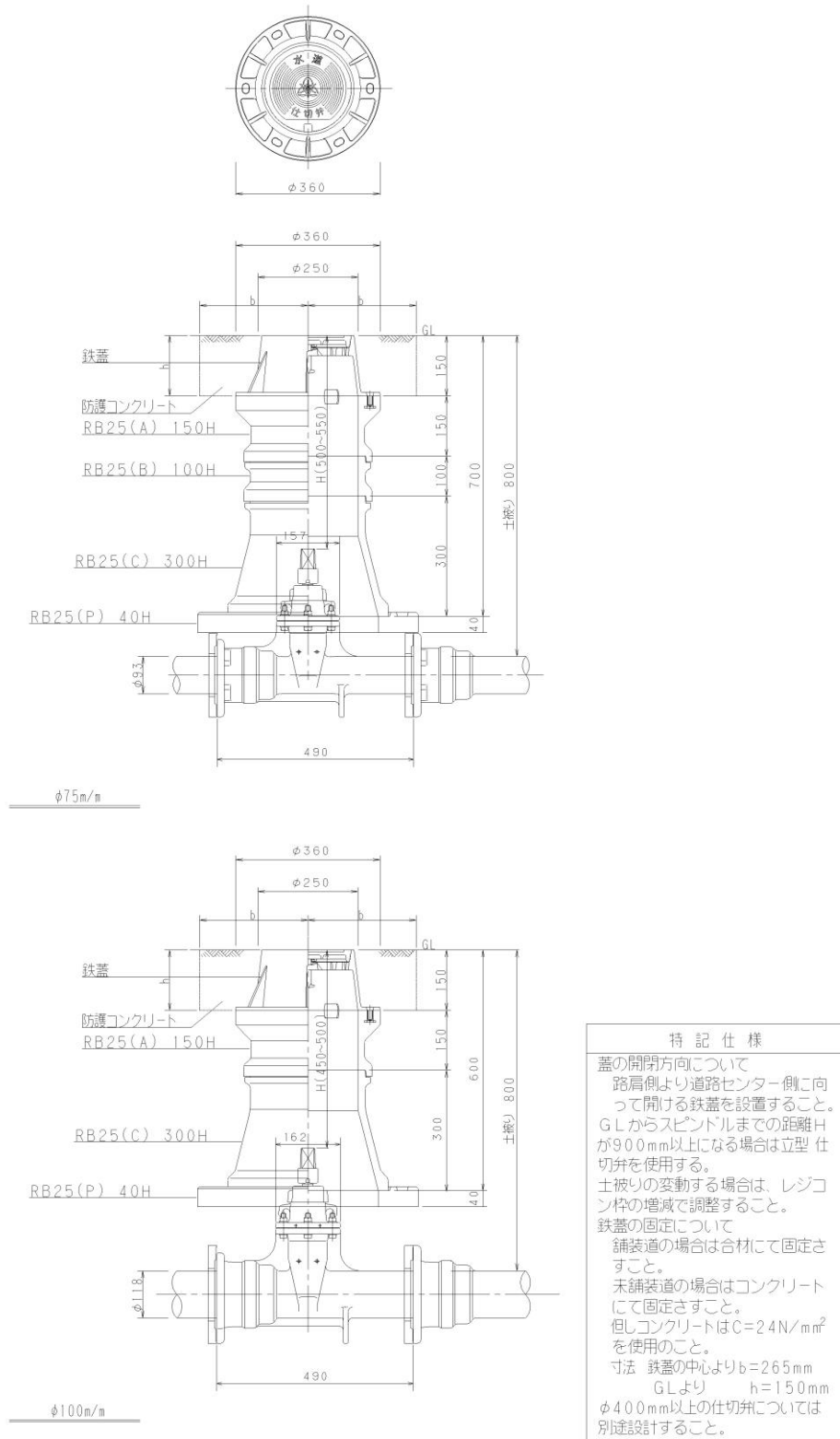
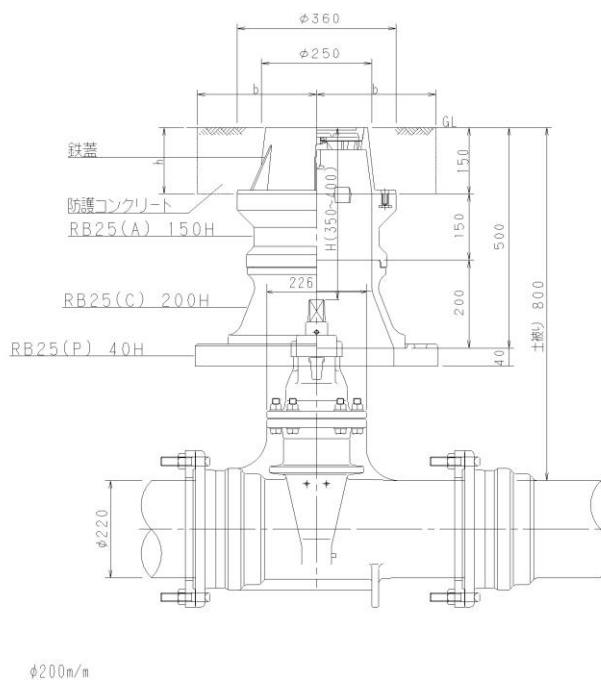
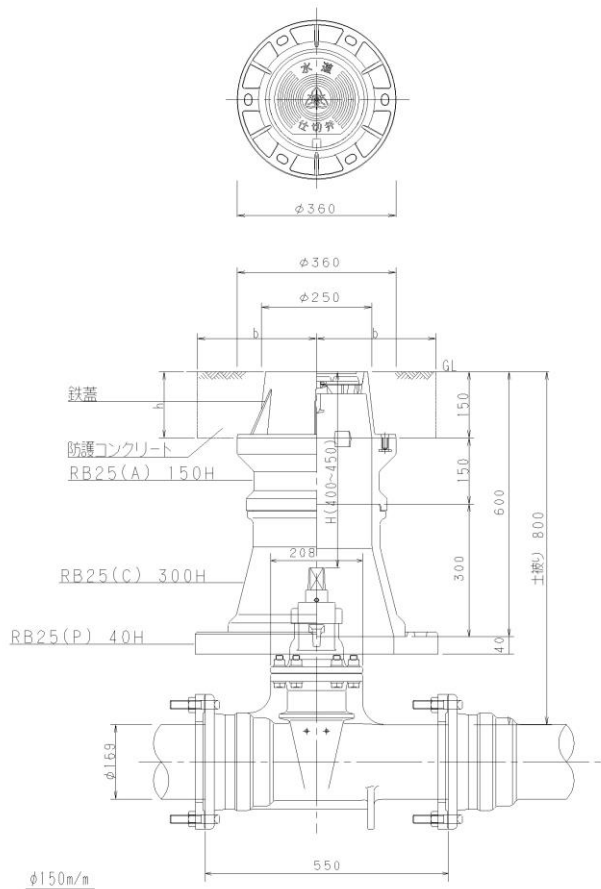
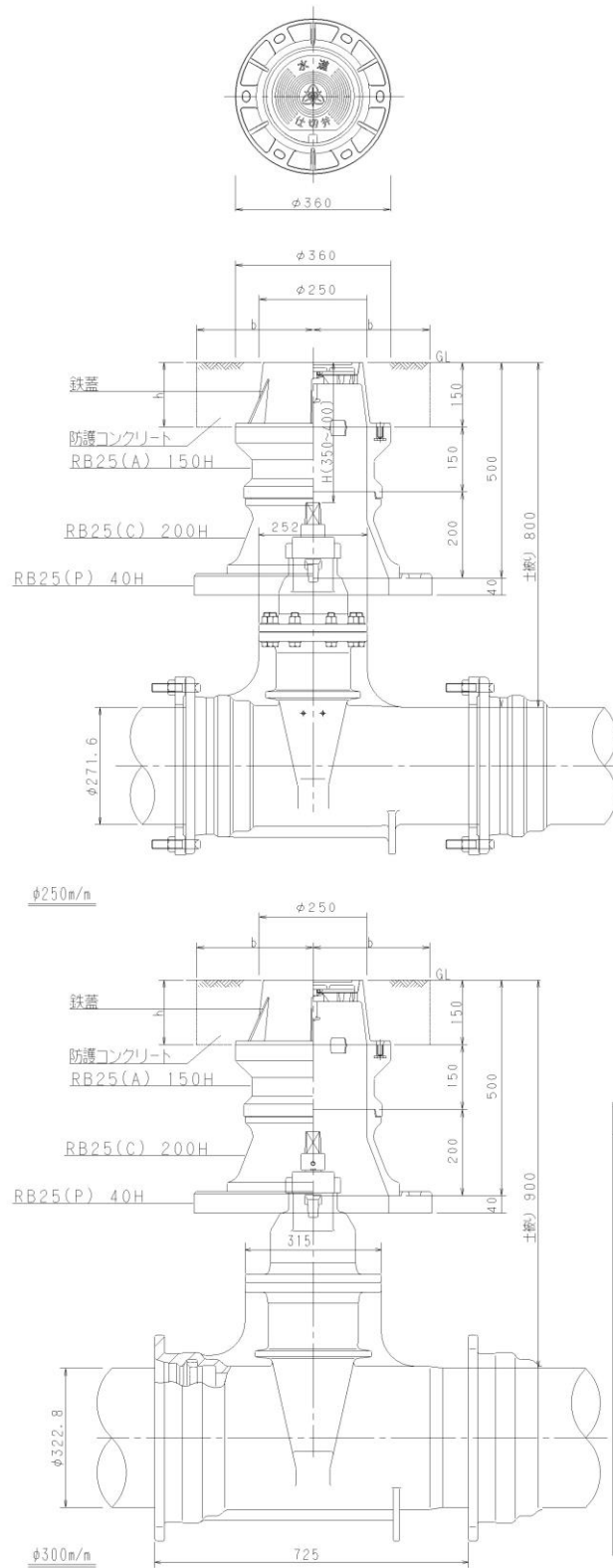


図 10-17 仕切弁設置標準図 (φ 75mm・φ 100mm)



特記仕様
蓋の開閉方向について 路肩側より道路センター側に向 って開ける鉄蓋を設置すること。 GLからスピンドルまでの距離H が900mm以上になる場合は立型 仕 切弁を使用する。 土被りの変動する場合は、レジコ ン枠の増減で調整すること。 鉄蓋の固定について 舗装道の場合は合材にて固定さ すこと。 未舗装道の場合はコンクリート にて固定すること。 但しコンクリートはC=24N/mm ² を使用すること。 寸法 鉄蓋の中心より b=265mm GLより h=150mm φ400mm以上の仕切弁については 別途設計すること。

図 10-18 仕切弁設置標準図 (φ150mm・φ200mm)



特記仕様
蓋の開閉方向について 路肩側より道路センター側に向 って開ける鉄蓋を設置すること。 GLからスピンドルまでの距離H が900mm以上になる場合は立型 仕 切弁を使用する。 土被りの変動する場合は、レジコ ン枠の増減で調整すること。
鉄蓋の固定について 舗装道の場合は合材にて固定さ すこと。 未舗装道の場合はコンクリート にて固定すること。 但しコンクリートはC=24N/mm ² を使用すること。
寸法 鉄蓋の中心より b=265mm GLより h=150mm
φ400mm以上の仕切弁については 別途設計すること。

図 10-19 仕切弁設置標準図 (φ 250mm・φ 300mm)

深いところに設置した場合

キーロッドのスピンドルから GL までの距離は、300 mm 以上、900 mm 未満とすること。また、キーロッド採用の時は振れ止めを設置すること。

(イ) キーロッド寸法

φ 30 × 300

φ 30 × 500

φ 30 × 700

φ 30 × 1000

(ロ) 振れ止め規格寸法

材質 SS41

厚さ $t=3\text{mm}\sim 4.5\text{mm}$

寸法 □ 330mm × 330mm

中心に φ 90mm の

穴をあける

塗装 錆止め塗装後、
上塗りを行うこと。

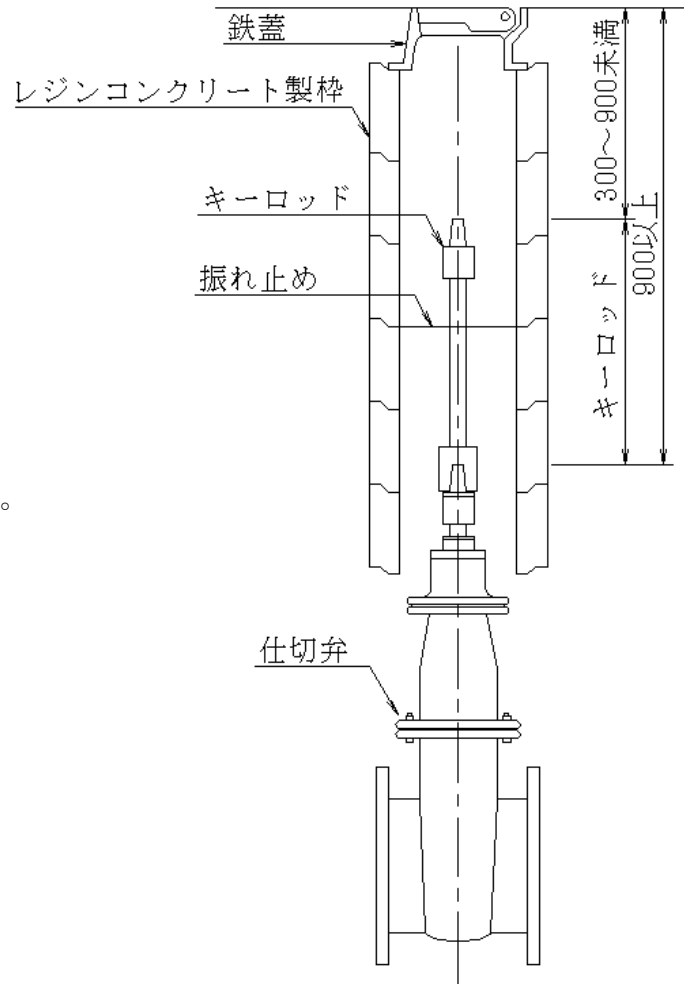


図 10-20 仕切弁設置 (深い場所の場合)

5 仕切弁の設置位置

原則として下図の通り配置することとするが、これによれない時は、適当な配置を行うこと。

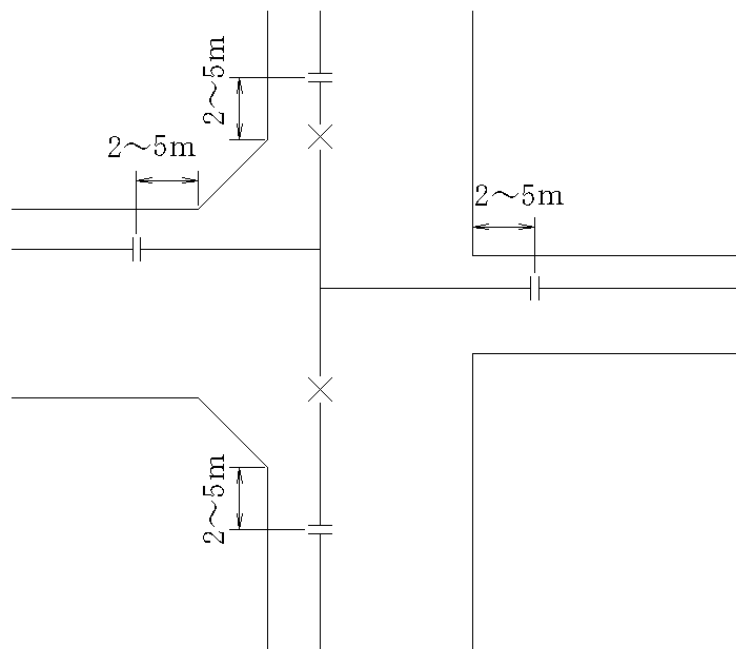


図 10-21 仕切弁の設置位置図

6 配水管先行取出し工事

配水管の布設路線における交差点において将来、布設する計画や布設する可能性が認められる路線がある場合は、できるだけ先行取出しを行うこと。

また、先行取出しを行う場合は分岐後適当な所に仕切弁を設置し、直管を1本以上布設するのが望ましい。

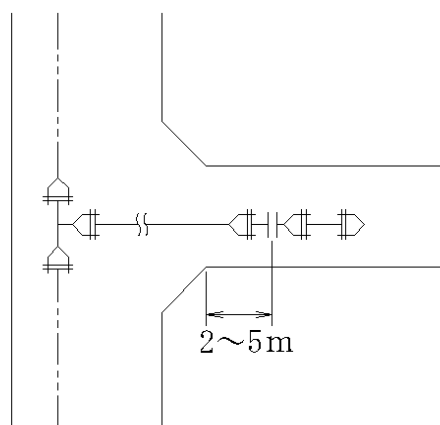


図 10-11 配水管の先行取出図

10・7・2 空気弁

空気弁設置の目的は、管内からの空気の排除と管内への空気の吸引にある。水道施設設計指針解説では、次のとおりになっている。

空気弁は、次の各項により設置しなければならない。

- 1 管路のとつ部に設けるが、制水弁の中間にとつ部のない場合には、高いほうの制水弁の直下に設けること。ただし、配水支管で制水弁の中間部にとつ部がないときは、特に設けなくてよい。
- 2 空気弁は、水道用急速空気弁を採用し、適切な口径を選択する。空気弁の選定にあたっては、単位時間あたりの吸気量及び単位時間あたりの排気量を検討し、表 10-10 を参考に適切な口径を決定する。
- 3 埋設管の場合、空気弁には、弁室を設けること。また、空気弁室を地下水の高い所に設置するときは、空気弁に汚水が逆流しないように必要な高さの継ぎ足し管を取付けること。

本市では、地下水位の高い所では断水時に地下水を吸引するので設置箇所並びに設置方法を検討し、また、設置に際しては必ず補修弁を設置し修理時に通水の支障がないようにしなければならない。

空気弁頂部と地面の間隔は、20 cm以上はなすこと。

また、水管橋頂部に設置した空気弁は防寒保護カバーを取付けること。

10・7・3 消火栓

消火栓は、その使用目的からいっても消防活動に便利な所に設けるのは当然である。そのためには、一般に道路の交差点、分岐点等の付近が良い場合が多く、かつ配水管が交差して消火用水が多方面より集まるような所が望ましい。

間隔は通常 100～200mとする。

表 10-11 市街地又は密集地の防火対象物から一つの消防水利に至る距離

平均風速 用途地域	年間平均風速が 4 メートル毎秒未満のもの	年間平均風速が 4 メートル毎秒以上のもの
近隣商業地域 商業地域 工業地域 工業専用地域 (メートル)	100	80
その他の用途地域及び用途地域の定められていない地域 (メートル)	120	100

設計指針では、管径 150 mmを最小としているが、本市では初期消火を考え管径 75 mmを最小とし、管径に関わらず単口消火栓とする。また、設置に際しては必ず補修弁を設置し修理時に通水に支障がないようにしなければならない。

消火栓頂部と地面の間隔は 15～30 cmの範囲にすること。

なお、消火栓で洗管する場合は、使用消火栓数、開度、使用時間及び使用時本管水圧を記録し、正確に届出なければならない。

10・7・4 減圧弁

減圧弁は、水圧の異なる配水区域を結ぶ連絡管等、水圧の高過ぎる配水管においては、必要以上の水圧が作用して維持管理上困難をきたしたり、許容最大静水圧以上の水圧が作用しないように、減圧弁を設けなければならない。

また、減圧弁の設置に際しては、上流側にストレーナを設置すること。

10・7・5 排水設備

排水設備は、次の各号に適合するように設置するものとする。

- 1 管路の凹部に適当な排水路、又は河川のある付近を選んで排水設備を設けること。
また、排水設備には、水質検査用の採水設備を設けることが望ましい。
- 2 排水丁字管の管径は本管の管径の $1/2 \sim 1/4$ を標準とすること。
なお、放流が可能であれば、寸法を大きくすることが望ましい。
- 3 放流水面が管底より高い場合は、排水丁字管と吐き口との途中に、必要に応じ排水ますを設けること。
- 4 はき口付近の護岸は、放流水によって浸食、又は破壊されないように堅固に築造すること。

〔解説〕

排水設備設置の目的は、管を布設したとき管底に残るどろ、砂等を排出させること、及び平素の維持管理上の管内清掃、停清水の排除等に利用することにある。従って、その取付位置は、管路の凹部でかつ、付近に管径に応じた排水量を収容できるだけの水路（河川、下水管きょ、側溝等）のある所が最も適当である。管路が低くなくても、付近に適当な排水場所のあるときは、努めて排水設備を設けるのがよく、近くに適当な排水路のないときは、配水管路が相当距離になってもやむを得ない。排水丁字管には、必ず制水弁を取付ける。主管にも制水弁を設けるが、排水丁字管前後に 2 個の制水弁を設ける場合、主管の 1 個の制水弁をはずして両側に 2 個の排水丁字管を設ける場合との二つの方法が行われている。

排水丁字管は、本管と排水用分岐管との底高を一致させたもので、本管内を十分洗浄排水するためには、相当早い流速が必要であるため、規格では、管径 1,650mm 以上の特大口径管を除いて、主管径の $1/2 \sim 1/4$ 程度であるが、放流可能ならば大きくとったほうがよい。小口径管では、排水丁字管のかわりに丁字管を用いることもある。本管の管径が 500 mm 以上の場合は、排水量も大きくなるので、放流先の受け入れ容量等から排水丁字管の口径が制約されることがある。この場合、排水可能な所には、できるだけ多く設置することが望ましい。排水丁字管の延長が長い場合は、損失水頭が大になり、排水能力が少なくなるので、管径を大きくとる必要が生ずる。

放流水路の汚水が管内に逆流しないように、吐き口は、必ず、放流水路の高水位よりも高く設けなければならない。

〔図 10-23 (1) 参照〕

放流水面が管底より高い場合、単に洗浄排水のためならば、排水丁字管を立ち上げて放流水面より高くしてもよい。

〔図 10-23 (2) 参照〕

管内をからにするためには、排水丁字管の途中に排水ますを設けて、ポンプ排水が可能となるようにしなければならない。

〔図 10-23 (3) 参照〕

吐き口付近が大量の放流水によって、浸食又は破壊される懸念がある場所は、特にコンクリート、じゃかご、捨石等の防護工を施す必要がある。一時的には、排水時に、綱矢板を並らべたり、木材のいかだを浮かべることもある。

また、排水ますを鉄筋コンクリートで作り排水丁字管から噴出する水を壁に当て、水勢をそぐ構造としその越流口は、流速を減ずるように幅をできるだけ大きくして放流する方法もある。〔図 10-23 (4) 参照〕

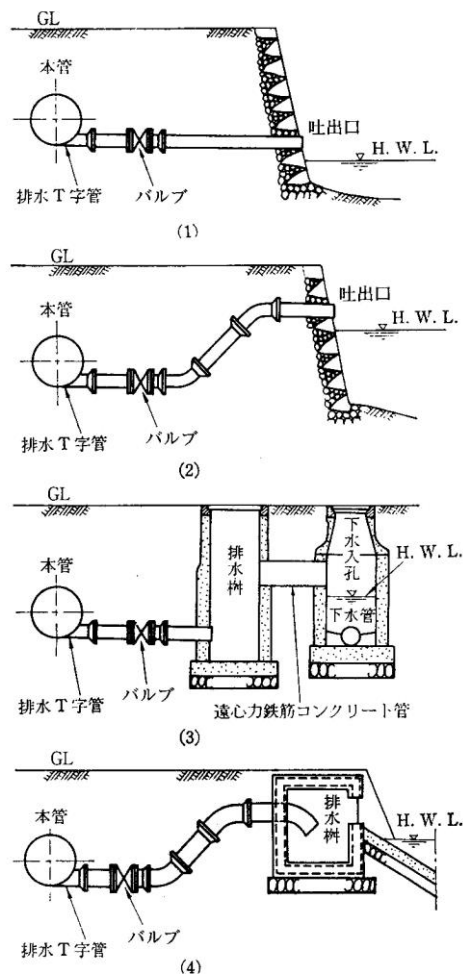


図 10-23 排水設備

10・8 異形管防護

異形管の防護は、水圧の不平均力によって管が移動し、継手部が離脱するのを防止するために行うものであり、次の各項に適合しなければならない。

- 1 異形管の設計条件は、十分に安全性を考慮して設定すること。
- 2 メカニカル継手、耐震継手のダクタイル鋳鉄管の異形管防護は本市では離脱防止金具を使用するが、設計図書、10・9 耐震継手（GX形・NS形）の一体化長さを参考に使用すること。ただし、アーク溶接継手、離脱防止継手等強固に緊結され、また、管外周面の土の拘束力を十分期待できる場合は、この限りではない。

10・8・1 異形管にかかる力

管路の屈曲部、分岐部、末端の栓、バルブなどには、水圧によって管を動かそうとする力（不平均力という）が働く。このような箇所では、防護工を施したり、離脱防止継手を用いて管の抜け出しを防止する。

1 不平均力

①不平均力が作用する場所

A 流れの向きが変わる場合

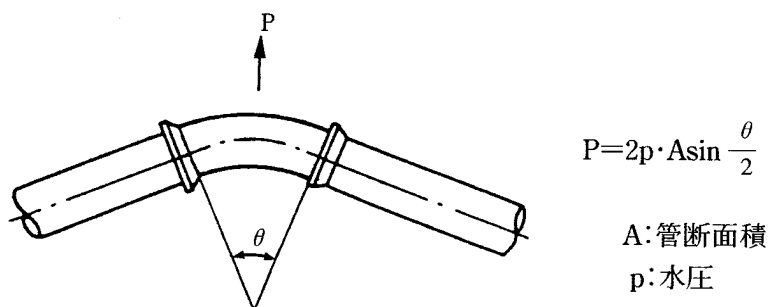


図 10-24 曲管

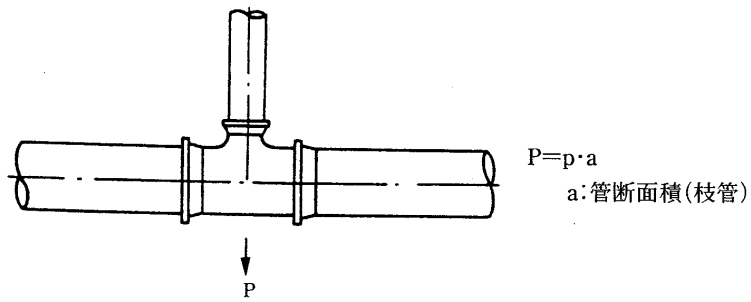


図 10-25 T字管及び排水 T字管

B 管径が変わる場合

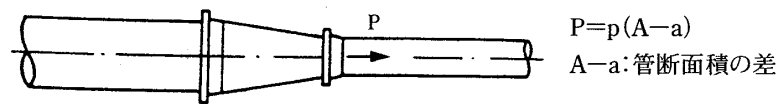


図 10-26 片落管

C 管路の行き止まりの場合

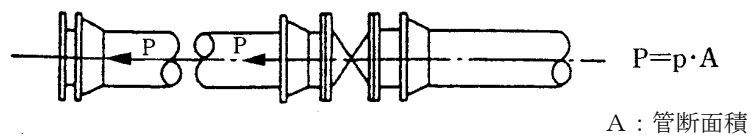


図 10-27 栓及びバルブ

②水圧による不平均力

水圧による不平均力は、表 10-12 の通りである。

表 10-12 水圧による不平均力

単位：kN（水圧 0.1MPa 当たり）

備考 各不平均力は管の外径で計算した。（ ）は MPa

呼び径 (mm)	90° 曲管	45° 曲管	22 $\frac{1}{2}$ ° 曲管	11 $\frac{1}{4}$ ° 曲管	5 $\frac{5}{8}$ ° 曲管	T 字枝管 栓・仕切弁
50	0.51(0.051)	0.28(0.028)	0.14(0.014)	0.07(0.007)	0.04(0.004)	0.36(0.036)
75	0.96(0.096)	0.52(0.052)	0.27(0.027)	0.13(0.013)	0.07(0.007)	0.68(0.068)
100	1.55(0.155)	0.84(0.084)	0.43(0.043)	0.21(0.021)	0.11(0.011)	1.09(0.109)
150	3.17(0.317)	1.72(0.172)	0.88(0.088)	0.44(0.044)	0.22(0.022)	2.24(0.224)
200	5.38(0.538)	2.91(0.291)	1.48(0.148)	0.75(0.075)	0.37(0.037)	3.80(0.380)
250	8.19(0.819)	4.43(0.443)	2.26(0.226)	1.14(0.114)	0.57(0.057)	5.79(0.579)
300	11.57(1.157)	6.26(0.626)	3.19(0.319)	1.60(0.160)	0.80(0.080)	8.18(0.818)
350	15.54(1.554)	8.41(0.841)	4.29(0.429)	2.15(0.215)	1.08(0.108)	10.99(1.099)
400	20.12(2.012)	10.89(1.089)	5.55(0.555)	2.79(0.279)	1.40(0.14)	14.23(1.423)
450	25.25(2.525)	13.67(1.367)	6.97(0.697)	3.50(0.350)	1.75(0.175)	17.86(1.786)
500	30.97(3.097)	16.76(1.676)	8.54(0.854)	4.29(0.429)	2.15(0.215)	21.90(2.190)
600	44.20(4.420)	23.92(2.392)	12.19(1.219)	6.13(0.613)	3.07(0.307)	31.25(3.125)
700	59.68(5.968)	32.30(3.230)	16.47(1.647)	8.27(0.827)	4.14(0.414)	42.20(4.220)
800	77.63(7.763)	42.01(4.201)	21.42(2.142)	10.76(1.076)	5.39(0.539)	54.89(5.489)
900	97.93(9.793)	53.00(5.300)	27.02(2.702)	13.58(1.358)	6.80(0.680)	69.25(6.925)
1000	120.37(12.037)	65.14(6.514)	33.21(3.321)	16.68(1.668)	8.35(0.835)	85.11(8.511)
1100	145.36(14.536)	78.67(7.867)	40.11(4.011)	20.15(2.015)	10.09(1.009)	102.79(10.279)
1200	172.44(17.244)	93.32(9.332)	47.58(4.758)	23.90(2.390)	11.97(1.197)	121.93(12.193)
1350	217.70(21.770)	117.82(11.782)	60.06(6.006)	30.18(3.018)	15.11(1.511)	153.94(15.394)
1500	268.23(26.823)	145.16(14.516)	74.00(7.400)	37.18(3.718)	18.61(1.861)	189.67(18.967)
1600	302.39(30.239)	163.65(16.365)	83.43(8.343)	41.92(4.192)	20.98(2.098)	213.82(21.382)
1650	321.38(32.138)	173.93(17.393)	88.67(8.867)	44.55(4.455)	22.30(2.230)	227.25(22.725)
1800	379.32(37.932)	205.29(20.529)	104.65(10.465)	52.58(5.258)	26.32(2.632)	268.22(26.822)
2000	471.80(47.180)	255.34(25.534)	130.17(13.017)	65.40(6.540)	32.74(3.274)	333.62(33.362)
2100	520.14(52.014)	281.50(28.150)	143.51(14.351)	72.10(7.210)	36.09(3.609)	367.79(36.779)
2200	577.40(57.740)	312.49(31.249)	159.30(15.930)	80.04(8.004)	40.07(4.007)	408.28(40.828)
2400	671.07(67.107)	363.18(36.318)	185.15(18.515)	93.02(9.302)	46.57(4.657)	474.52(47.452)
2600	800.15(80.015)	433.04(43.304)	220.76(22.076)	110.91(11.091)	55.52(5.552)	565.79(56.579)

10・8・2 コンクリートブロックによる補強

1 一般事項

水圧による不平均力を防止するために、管をコンクリートで防護する時は、次の点に注意することが必要である。

- A コンクリートは、管の継手部を抱き込んで一体化するように打つので、指定された強度を持っていなければならない。場合によっては鉄筋も使用する。
- B コンクリートの背面の土質が悪い場合は、埋戻し土を砂で入れ替えるなどして、支持力を増大させるようにする。

2 防護コンクリートの設計

A 水平に不平均力がかかる場合

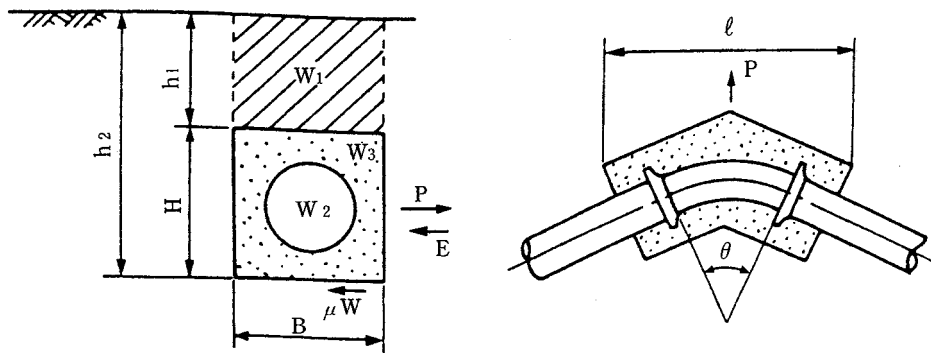


図 10-28 曲管部に水平に不平均力がかかる場合

μW : コンクリート底面での土との摩擦抵抗力

E : コンクリート背面の受働土圧抵抗力

P : 曲管部の不平均力

とすると

$$P < \mu W + E / S_f$$

ここで

$$P = 2pA \sin \frac{\theta}{2}$$

ここに、

P : 水圧により曲り部に働く外向きの合力 (kN)

p : 管内水圧 (kN/m²)

A : 管断面積 (m²)

θ : 曲り角度 (度)

W : コンクリートの底面にかかる総重量 (kN)

W_1 : 土被りによる荷重 (kN)

W_2 : 管及び水の重量 (kN)

W_3 : コンクリートの重量 (kN)

μ : コンクリートと土の摩擦抵抗係数

S_f : 安全率 (=1.5 程度)

とすると

$$\mu W = \mu (W_1 + W_2 + W_3)$$

ℓ : コンクリート背面の投影長 (m)

γ : 土の単位体積重量 (kN/m³)

C_e : 受働土圧係数

E : コンクリート背面の受働土圧抵抗力 (kN)

h_1 : コンクリート天端からの土被り (m)

h_2 : コンクリート底面からの土被り (m)

とすると

$$E = \frac{1}{2} C_e \cdot \gamma \cdot (h_2^2 - h_1^2) \cdot \ell$$

ここで、

$$C_e = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)$$

ϕ : 土の内部摩擦角 (度)

B 曲管部に垂直上向きに不平均力がかかる場合

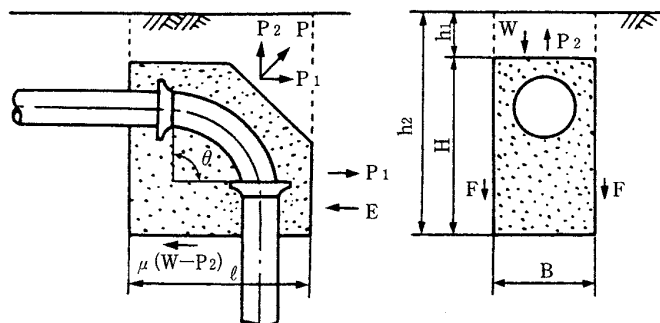


図 10-29 垂直曲管部(上向き)の場合

P : 水圧により曲り部に働く外向きの合力 (kN)

- P_1 : 不平均力 P の水平分力 (kN)
- P_2 : 不平均力 P の垂直分力 (kN)
- $\mu (W - P_2)$: コンクリート底面での土との摩擦抵抗力 (kN)
- E : コンクリート背面の受働土圧抵抗力 (kN)
- F : コンクリート側面の主働土圧抵抗力 (kN)
- W : コンクリートの底面にかかる総重量 (kN)
- h_1 : コンクリート天端からの土被り (m)
- h_2 : コンクリート底面からの土被り (m)
- θ : 曲り角度(度)

とすると

水平分力に対しては、

$$P_1 = P \sin \frac{\theta}{2} < \{ \mu (W - P_2) + E \} / S_f$$

垂直分力に対しては、

$$P_2 = P \cos \frac{\theta}{2} < (W + F) / S_f$$

- B : コンクリートの幅 (m)
- l : コンクリートの長さ (m)

$$C' e = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) : \text{主働土圧係数}$$

- μ : コンクリートと土の摩擦抵抗係数
- とすると

$$F = \frac{1}{2} C' e \cdot \gamma \cdot (h_2^2 - h_1^2) \times 2(B + l) \mu$$

C 曲管部に垂直下向きに不平均力がかかる場合

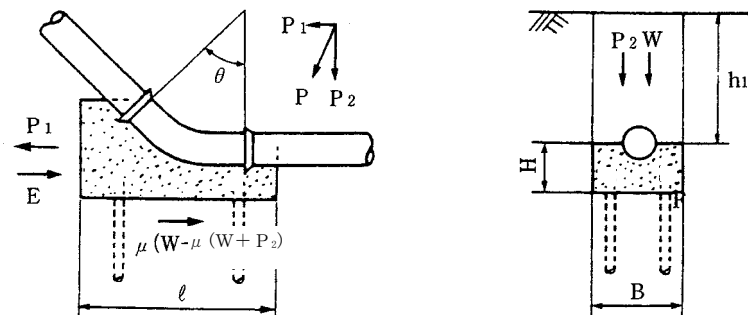


図 10-30 垂直曲管部(下向き)の場合

P : 水圧により曲り部に働く外向きの合力 (kN)

P₁ : 不平均力 P の水平分力 (kN)

P₂ : 不平均力 P の垂直分力 (kN)

W : コンクリートの底面にかかる総重量 (kN)

E : コンクリート背面の受働土圧抵抗力 (kN)

θ : 曲り角度(度)

μ : コンクリートと土の摩擦抵抗係数

B : コンクリートの幅 (m)

ℓ : コンクリートの長さ (m)

σ : 地耐力

とすると

$$P_1 = P \sin \frac{\theta}{2} < \{ \mu (W + P_2) + E \} / S_f$$

$$P_2 = P \cos \frac{\theta}{2} \cdot (W + P_2) / (B \cdot \ell) < \sigma$$

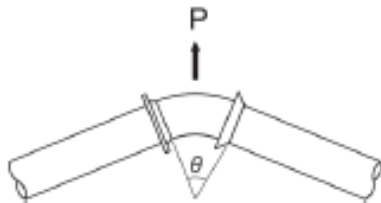
地耐力が不足する場合は基礎杭を用いる。

10・9 耐震継手（GX形・NS形）の一体化長さ

10・9・1 不平均力の作用箇所

管路の異形管部には水圧による不平均力が作用する。異形管防護が必要となる代表的な異形管部を図10-31に示す。

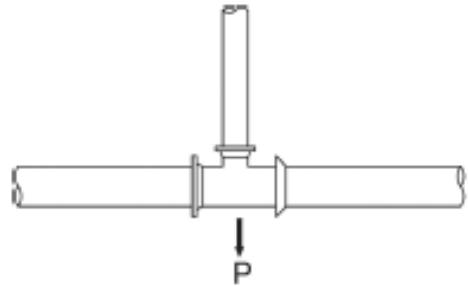
【曲管部】



$$P = 2p A \sin \frac{\theta}{2}$$

ここに、P：不平均力、p：水圧
A：管の断面積、 θ ：曲管角度

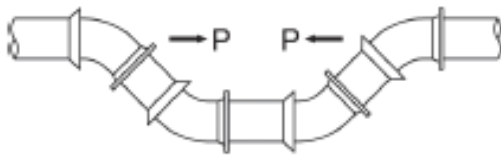
【T字管部】



$$P = p A$$

ここに、P：不平均力、p：水圧
A：枝管の断面積

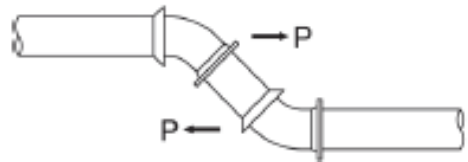
【伏せ越し部】



$$P = p A$$

ここに、P：不平均力、p：水圧
A：管の断面積

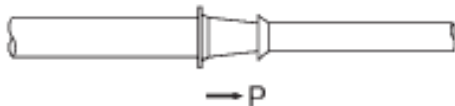
【Sベンド部、乙字管】



$$P = p A$$

ここに、P：不平均力、p：水圧
A：管の断面積

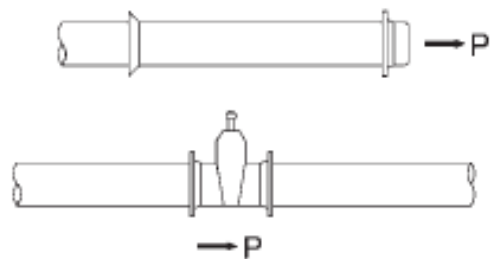
【片落管部】



$$P = p(A - a)$$

ここに、P：不平均力、p：水圧
A-a：管の断面積の差

【管端部（帽）および仕切弁部】



$$P = p A$$

ここに、P：不平均力、p：水圧
A：管の断面積

図10-31 不平均力の作用箇所

10・9・2 曲管部及びT字管部（呼び径75～300）

GX形の曲管部及びT字管部の一体化長さには、以下に示す早見表を適用することができる。

1 適用条件

表10-13に一体化長さを適用できる管路の条件を示す。これらを一つでも満足しない場合はここに示す一体化長さを適用できないため、別途計算式により算出する（JDPAT35参照）。

なお、検討に用いる許容移動量はNS形（呼び径75～300）と同値とする。

表10-13 適用管路の条件

項目	内容
呼び径	75～300
設計水圧	1.3MPa以下
土被り	0.6m以上
埋め戻し条件	一般的な埋め戻し土でN値5程度以上の締め固めによる

注) 一般的な埋め戻し土とは、①原則として塩分の少ない良質の砂あるいは良質土。②掘削土を埋め戻し土に使用する場合は、良質土であることと、粘土塊や転石、木根など異物を除去したもの。

2 一体化長さ

曲管部及びT字管部の一体化長さは、表10-14の早見表から選定する。これらは、異形管に隣接する管の最低限の必要一体化長さを示したものである。また、一体化長さに異形管の長さは含めないものとする。

表 10-14 曲管部及び T 字管部の一体化長さ

単位 m

呼び径	曲管部 ¹⁾						T 字管部 ²⁾	
	22.5° 以下		22.5° を超え 45° 以下		45° を超え 90° 以下			
	設計水圧 (MPa)		設計水圧 (MPa)		設計水圧 (MPa)		設計水圧 (MPa)	
	0.75	1.3	0.75	1.3	0.75	1.3	0.75	1.3
75	1	1	1	1	1	4	1	1
100					5			
150					6			
200					8			
250				2	6	11	2	7
300				2	7	7	16	7

注 1) 単独曲管部では曲管の両側に一体化長さを確保する。

2) 枝管の呼び径で判断し、枝管側に表中の一体化長さを確保する。なお、本管側の一体化長さは呼び径によらず両側とも 1m とする。

備考 1) 表中の設計水圧は、0.75MPa は 0.75MPa 以下の場合、1.3MPa は 0.75MPa を超え 1.3MPa 以下の場合に適用する。なお、設計水圧は静水圧と水撃圧を加えたものとする。

2) ポリエチレンスリーブの有無に関わらず、上表の値を適用する。

3) 曲管が 2 個以上の複合曲管部で 90° を超え 112.5° 以下の角度であれば表の 45° を超え 90° 以下の曲管部の一体化長さをそのまま適用できる。ただし、112.5° を超える角度については管端部の一体化長さを用いる。

14

3 解説

本設計法は、次項以降の計算による設計と概念が異なるため、以下に多くの事例を挙げ説明する。なお、図中の一体化長さは呼び径 150、設計水圧 1.3MPa の場合の例である。

① 曲管部

曲管部の一体化長さは、複数の曲管が直結あるいは近接している場合でも、個々の曲管の曲がり角度で判断していくことを基本とする。すなわち、一体化長さ確保しようとする直結につながる曲管の曲がり角度で判断すればよい。このとき、一体化長さを確保しようとする直管につながる曲管の曲がり角度で判断すればよい。このとき、計算により設計する場合のように S ベンド部、伏越部、切り回し部、ひねり配管部といった配管形態を特に考慮する必要はない。配管例を図 10-32～34 に示す。

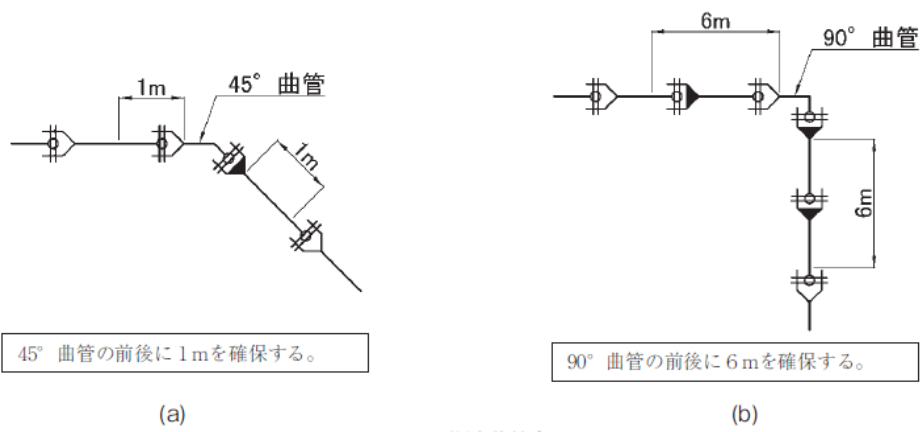


図 10-32 単独曲管部

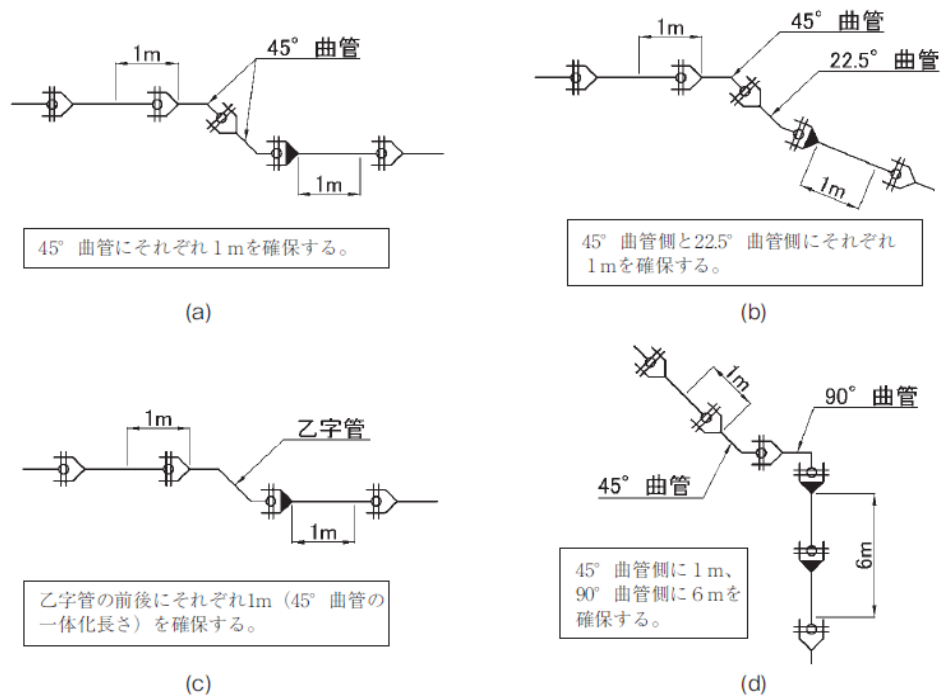


図 10-33 単独曲管の組み合わせ (S ベンド)

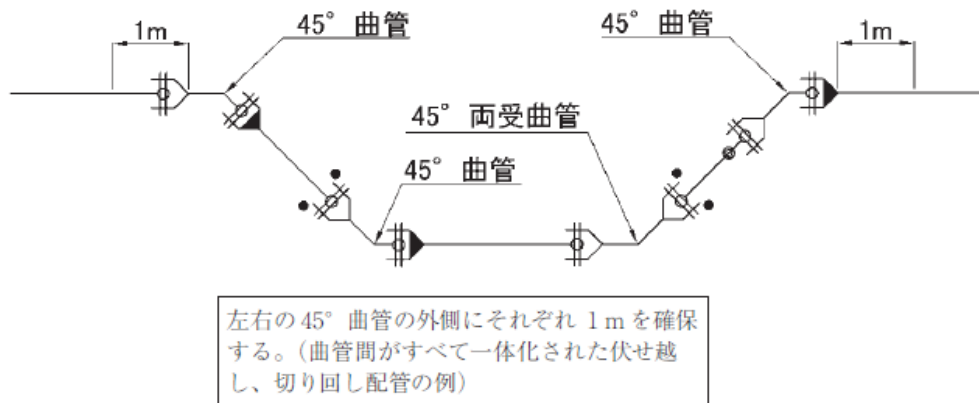


図 10-34 単独曲管の組み合わせ（伏せ越し）

例外として、曲管が同一面内で曲がり角度が大きくなる方向に直結された場合は、それらの曲がり角度を合計した複合曲管部として取り扱う。（図 10-35 参照）

さらに、これらの曲管の間に直管あるいは切管がはさまる場合については、はさまる直管の長さが 1 m 未満であれば曲がり角度を合計した複合曲管部として扱い、1 m 以上の場合は、それぞれを、単独の曲管部として取り扱うものとする。（図 10-36 参照）

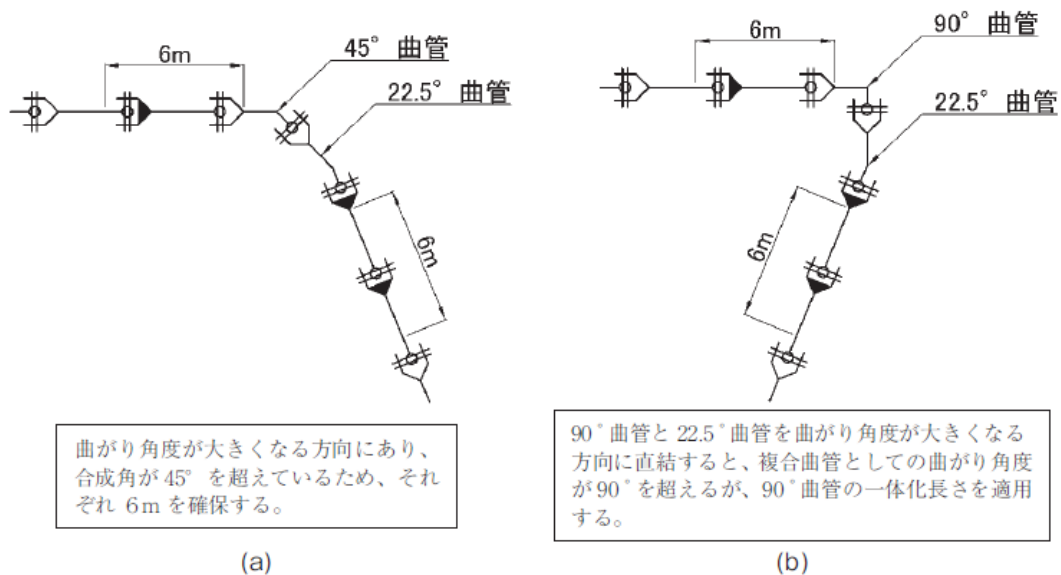


図 10-35 複合曲管部 1

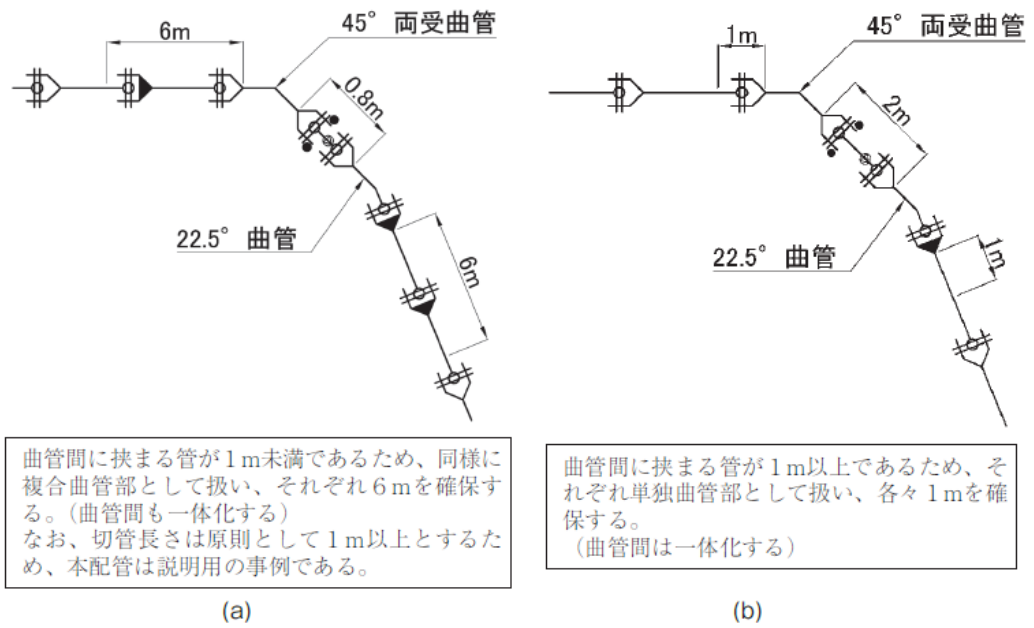


図 10-36 複合曲管部 2

② T字管部

T字管部の一体化長さは枝管の呼び径で判断し、枝管側に表 10-14 の一体化長さを確保する。本管側は、呼び径によらず T 字管の両側にそれぞれ 1mを確保する。

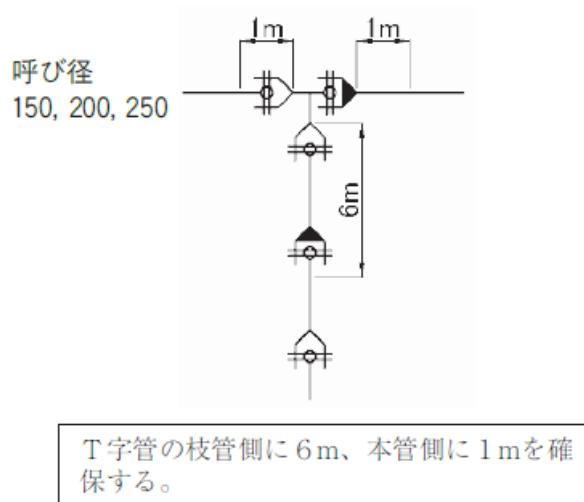


図 10-37 T字管部

③ 複合異形管部

図 10-38～41 に異形管が近接した複合異形管部の設計水圧 1.3MPa、土被り 0.8m の場合の設計例を示す。ただし、呼び径 150 の仕切弁及び呼び径 150×100 の片落管の一体化長さは、それぞれ 10・9・5 及び 10・9・6 の方法により 12.5m、6.5m と求めたものとする。

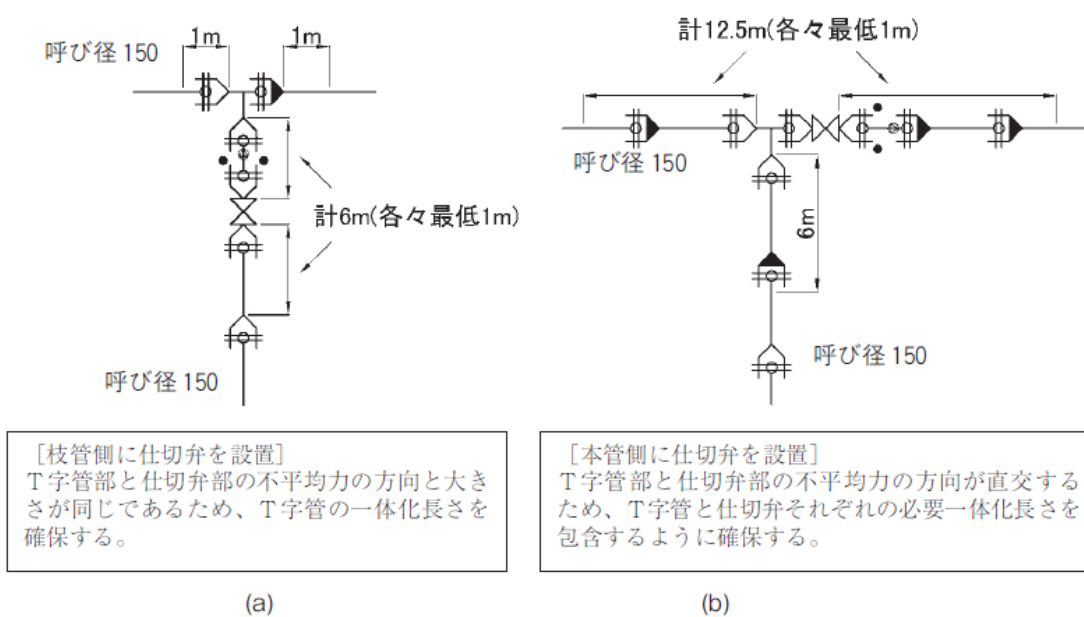


図 10-38 T 字管 + 仕切弁

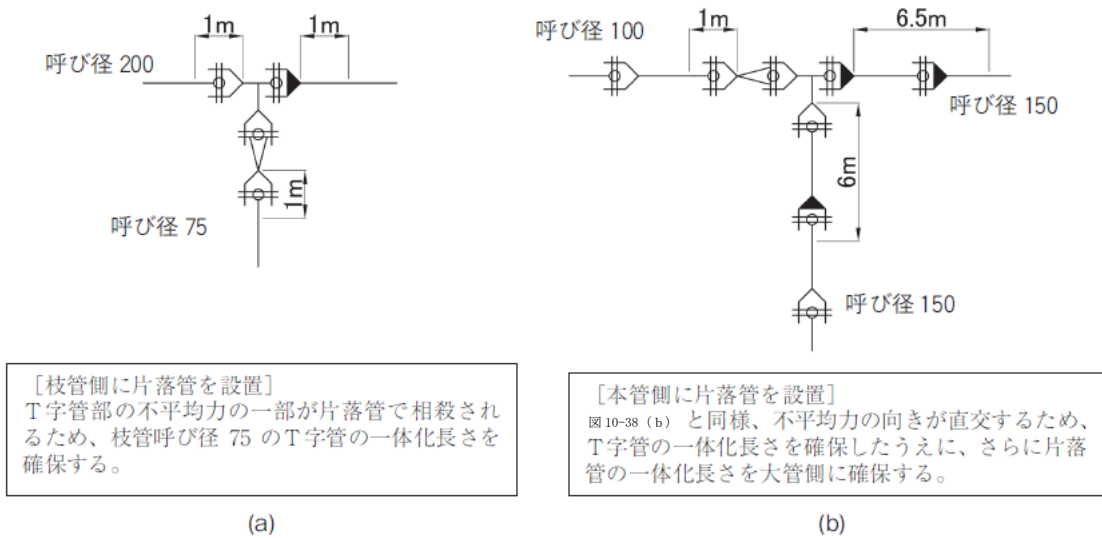


図 10-39 T 字管 + 片落管

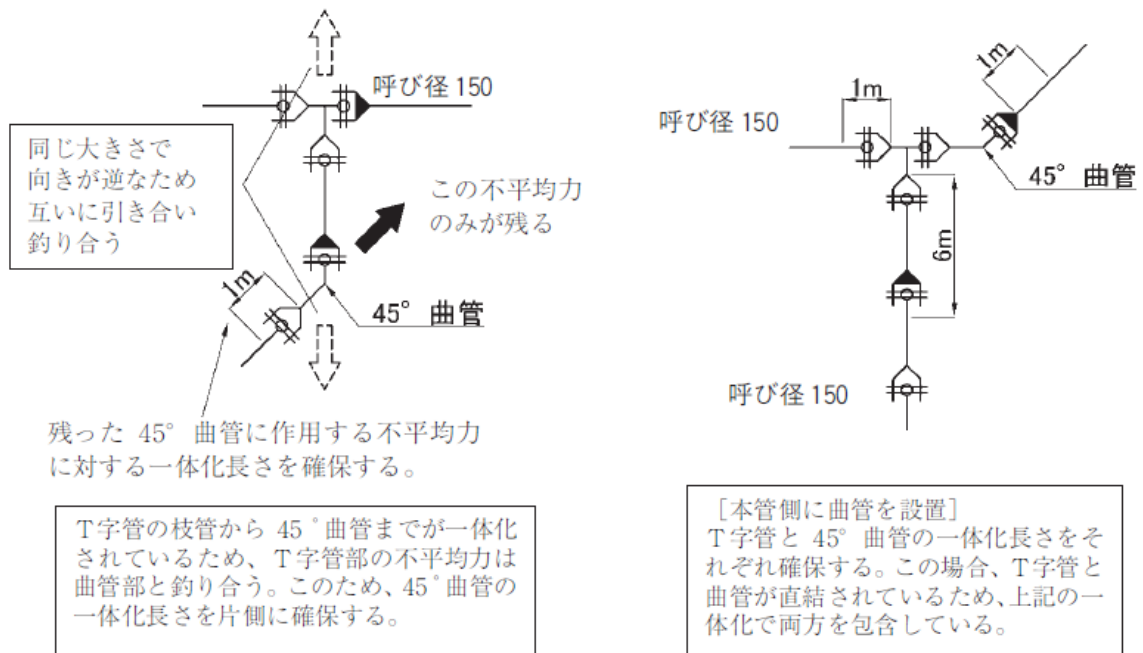


図 10-40 T 字管 + 曲管

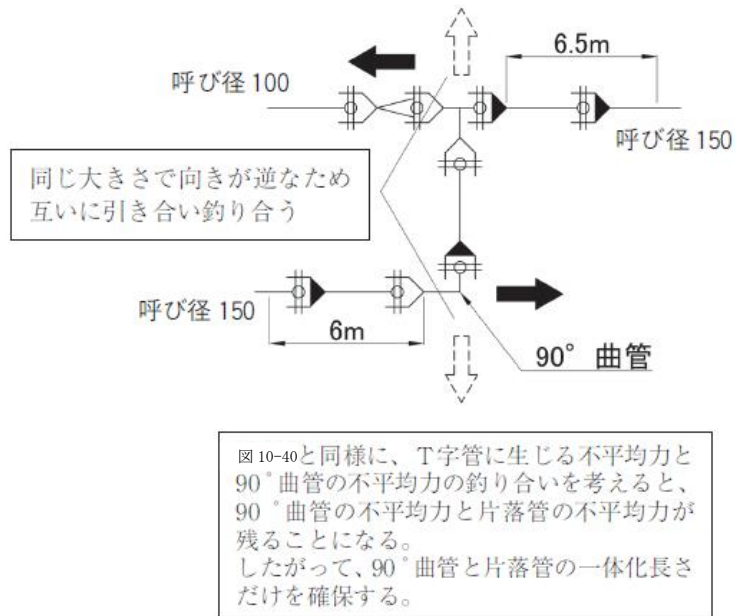


図 10-41 T字管+片落管+曲管

10・9・3 曲管部及びT字管部（呼び径 400）

呼び径 400 の GX 形の曲管部及び T 字管部の一体化長さには、以下に示す早見表を適用することができる。

1 適用条件

表 10-15 に一体化長さを適用できる管路の条件を示す。これらを一つでも満足しない場合は、ここに示す一体化長さを適用できないため、別途計算式により算出する。(JCPA T35)

表 10-15 適用管路の条件

項目	内容
呼び径	400
継手形式	GX形
設計水圧	1.3MPa以下
土被り	1.2m以上
埋め戻し条件	砂質土による一般的な埋め戻しとN値5程度以上の締め固めによる

2 一体化長さ

曲管部及びT字管部の一体化長さは、表 10-16、17 の早見表から選定する。これらは、異形管に隣接する管の最低限の必要一体化長さを示したものである。

また、一体化長さに異形管の長さは含めないものとする。

表 10-16 曲管部の一体化長さ（呼び径 400）

土被り 1.2m						土被り 1.5m							
呼び径	22.5° 以下		22.5° を超え 45° 以下		45° を超え 90° 以下		呼び径	22.5° 以下		22.5° を超え 45° 以下		45° を超え 90° 以下	
	設計水圧 (MPa)		設計水圧 (MPa)		設計水圧 (MPa)			設計水圧 (MPa)		設計水圧 (MPa)		設計水圧 (MPa)	
	0.75	1.3	0.75	1.3	0.75	1.3		0.75	1.3	0.75	1.3	0.75	1.3
400	1	2	4	7	9	17	400	1	2	4	7	8	15

表 10-17 T字管部の一体化長さ（呼び径 400）

土被り 1.2m				土被り 1.5m			
本管側 呼び径	枝管側 呼び径	設計水圧 (MPa)		本管側 呼び径	枝管側 呼び径	設計水圧 (MPa)	
		0.75	1.3			0.75	1.3
400	300	6	12	400	300	5	10
	400	7	16		400	7	15

注 1) 単独曲管部では曲管の両側に一体化長さを確保する。

2) 枝管の呼び径で判断し、枝管側に表中の一体化長さを確保する。なお、本管側の一体化長さは呼び径によらず両側とも 1m とする。

3) 枝管が表 17 に示す呼び径より小さい場合は、表 14 の T 字管部の値を用いて良い。

備考 1) 適用条件：土被り 1.2m 以上

2) 表中の設計水圧は、0.75MPa は 0.75MPa 以下の場合、1.3MPa は 0.75MPa を超え 1.3MPa 以下の場合に適用する。なお、設計水圧は静水圧と水撃圧を加えたものとする。

3) ポリエチレンスリーブの有無に関わらず、上表の値を適用する。

4) 曲管が 2 個以上の複合曲管部で 90° を超え 112.5° 以下の角度であれば表 16 の 45° を超え 90° 以下の曲管部の一体化長さをそのまま適用できる。ただし、112.5° を超える角度については管端部の一体化長さをを用いる。

3 解説

呼び径 400 における一体化長さを確保する方法は、10.9.2 (3) に示した呼び径 75~300 の考え方と同じである。

しかし、以下の条件の管路においては一体化長さを確保する考え方が異なるので注意が必要である。

① 45° を超え 90° 以下の曲管（複合曲管では 112.5° まで）を含む複数の曲管で構成された管路

45° を超え 90° 以下の曲管に隣接した異形管がある場合、まず、90° 曲管の一体化長さを隣接する曲管長を除いた直線部に確保する。

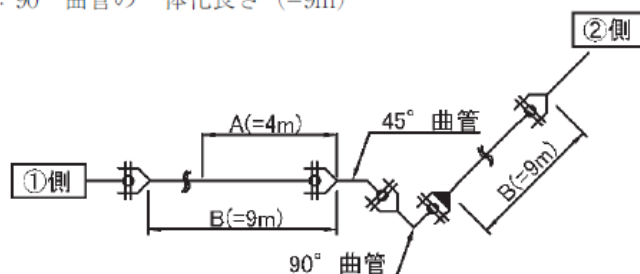
次に直線部へとつながる最後の曲管の一体化長さを確保する。

最後に 2 つの一体化長さを比べて、長い方を採用する。

配管例を、図 10-42~44 に示す。なお、図中の一体化長さは、土被り 1.2m、

呼び径 400、設計水圧 0.75MPa の場合の計算例である。

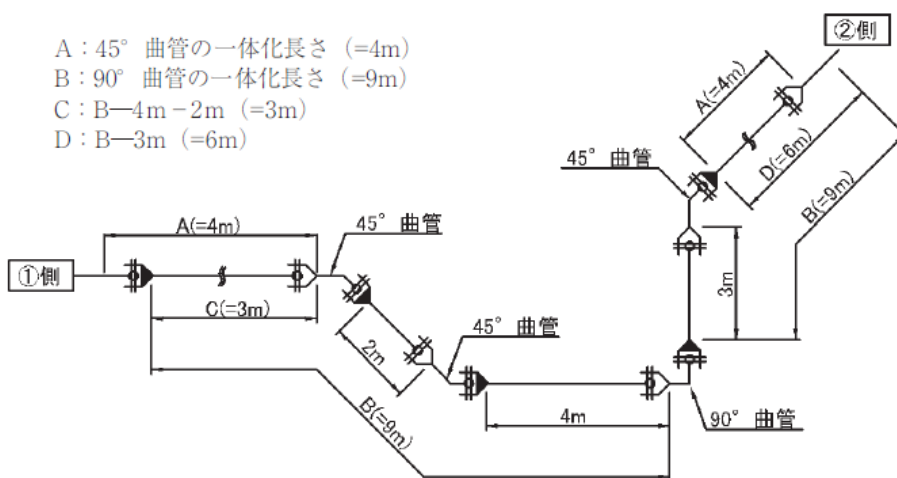
A : 45° 曲管の一体化長さ (=4m)
 B : 90° 曲管の一体化長さ (=9m)



90° 曲管の一体化長さを①、②側に確保した場合の直管部分の一体化長さBと45° 曲管の一体化長さAを比べ、長い方の一体化長さを確保する。
 ①側はA (=4m) < B (=9m)よりB (=9m) を確保する。
 ②側は90° 曲管の一体化長さを適用する。

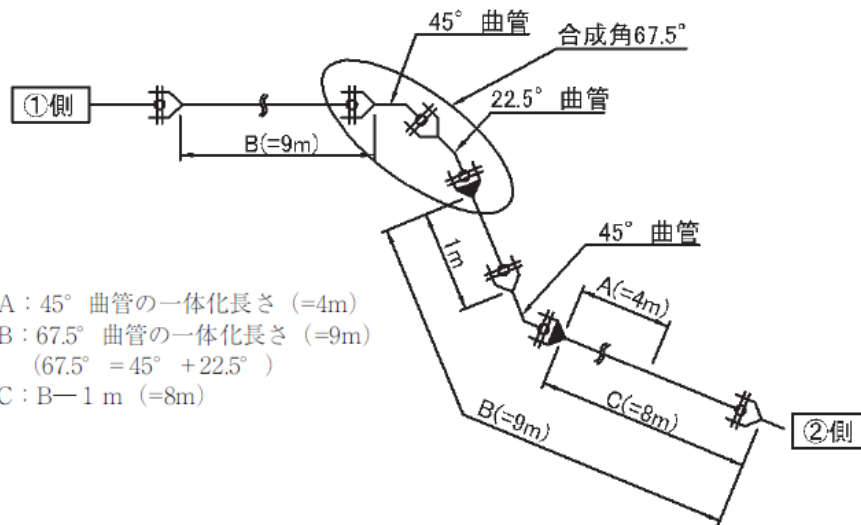
図 10-42 45° 曲管と 90° 曲管が隣接している場合 (その 1)

A : 45° 曲管の一体化長さ (=4m)
 B : 90° 曲管の一体化長さ (=9m)
 C : B-4m-2m (=3m)
 D : B-3m (=6m)



90° 曲管の一体化長さを①、②側に確保した場合の直管部分の一体化長さC,Dと45° 曲管の一体化長さAを比べ、長い方の一体化長さを確保する。
 ①側はC (=3m) < A (=4m) よりA (=4m) を確保する。
 ②側はD (=6m) > A (=4m) よりD (=6m) を確保する。

図 10-43 45° 曲管と 90° 曲管が隣接している場合 (その 2)



合成角が45° を超えているため、曲管の一体化長さを①、②側に確保した場合の直管部分の一体化長さCと45° 曲管の一体化長さAを比べ、長い方の一体化長さを確保する。
 ①側は45° を超え90° 以下の曲管の一体化長さを適用する。
 ②側はC (=8m) > A (=4m) よりC (=8m) を確保する。

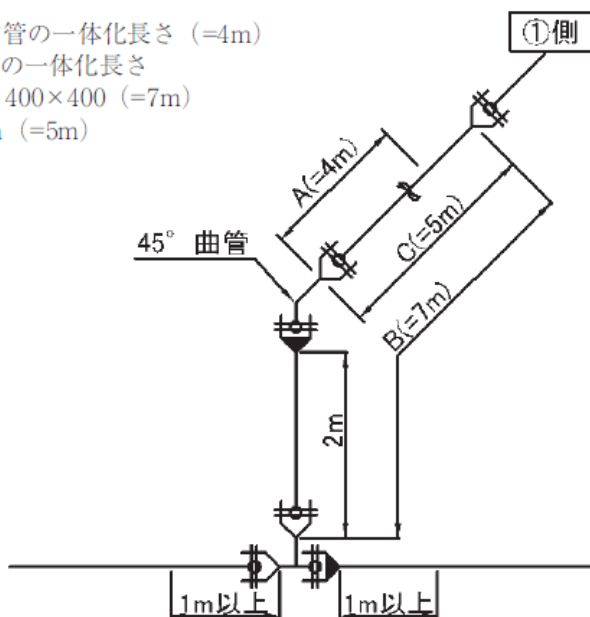
図 10-44 複合曲管部 (45° 曲管 + 22.5° 曲管)

②T字管部の枝管側に曲管がある場合の考え方

T字管部の枝管側に曲管がある場合、T字管の枝管側に確保する一体化長さ
と、隣接する曲管の一体化長さを比べて長い方の一体化長さを確保する。

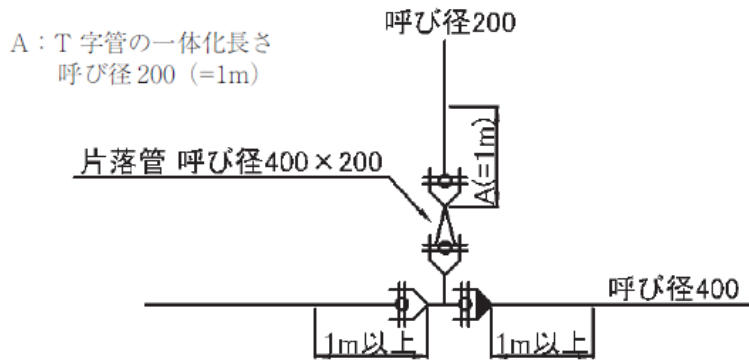
図 10-45～47 に呼び径 400、設計水圧 0.75MPa の計算例を示す。

- A : 45° 曲管の一体化長さ (=4m)
- B : T字管の一体化長さ
呼び径400×400 (=7m)
- C : B-2m (=5m)



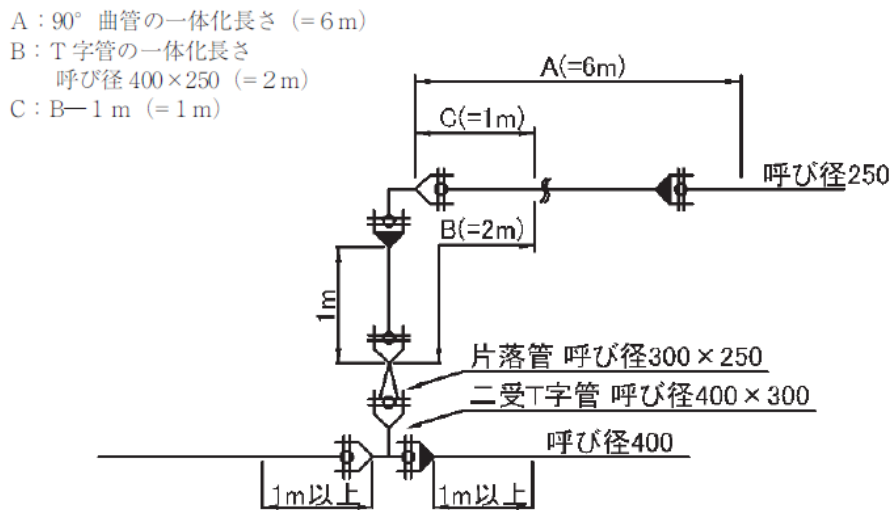
T字管の本管側に1mを確保し、枝管側にT字管一体化長さ7mを確保した場合の直管部分の一体化長さCと45°曲管の一体化長さAを比べ、長い方の一体化長さCを確保する。

図 10-45 T字管部 (T字管+45°曲管)



T字管部の不平均力の一部が片落管で相殺されるため、枝管呼び径が200のT字管の一体化長さを確保する。

図 10-46 T字管部 (T字管 + [枝管側 片落管])



T字管部の不平均力の一部が片落管で相殺されるため、枝管呼び径が250のT字管の一体化長さを確保する。
枝管側に一体化長さ 2mを確保した場合の直管部分の一体化長さCと90° 曲管の一体化長さAを比べ、長い方の一体化長さAを確保する。

図 10-47 T字管部 (T字管 + [枝管側 片落管 + 90° 曲管])

10・9・4 適用時の留意点

1 適用範囲外の管路

10・9・2及び10・9・3に示す一体化長さは、以下の管路には適用できないため注意が必要である。

① 設計水圧が1.3MPaを超えるGX形管路

この場合の曲管部及びT字管部の一体化長さは、表14、表16及び表17の早見表を適用できないため、従来からの計算式により算出する。（計算方法については、JCPA T 35「NS形・SⅡ形・S形ダクタイル鉄管管路の設計」を参照）

② K形、T形管路及びK形、T形管路で異形管部のみにGX形を使用する管路

埋設実験によると、本資料の一体化長さを適用した場合の異形管部の移動量は十分に小さく、その安全性は実証されたものであるが、将来、必要な対策を施さずに他工事等で異形管部の近傍が掘削された場合などの安全性までを考慮したものでない。このため、直管の継手が離脱する可能性のある一般管路には適用しない。

2 既に設計された管路への対応

従来からの計算式により算出された一体化長さは、通常10・9・2及び10・9・3の一体化長さよりも長く、水圧による不平均力に対してより安全側となる。このため、既設あるいは既に設計された管路に対する布設替えや設計変更等の対応は不要である。

3 既設管路等との接続

K形、T形などの既設の一般管路を新設の耐震管路の連絡部には、10・9・2及び10・9・3の一体化長さは適用できない。したがって、連絡部は計算による従来のお考え方で必要な一体化長さを確保するか、連続部に防護コンクリートを打設する等の対策を施すことになる。

ただし、連絡部そのものに不平均力が生じておらず、かつ連絡部に最も近い新設管の不平均力作用箇所までの離隔距離Lが、10・9・2及び10・9・3の一体化長さの2倍あるいは計算による従来の一体化長さ以上に離れている場合は、連絡部から十分離れているものとみなし、その不平均力作用箇所には表10-14、16、17の一体化長さをとってもよい。

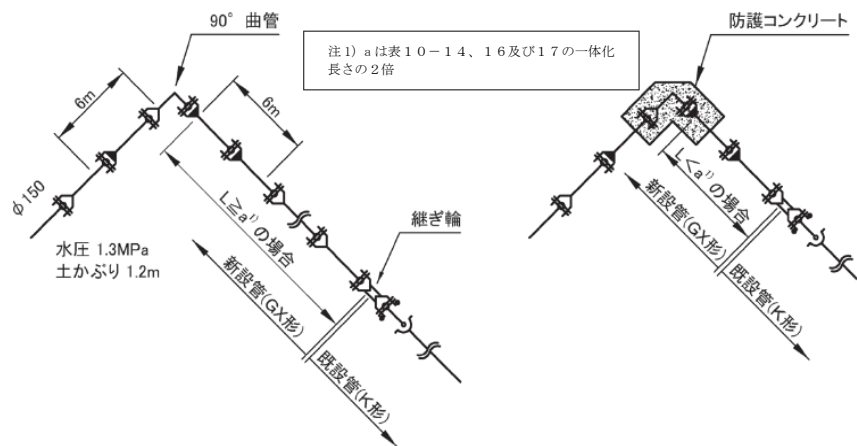


図 10-48 既設管路との接続

4 管路末端部、及び仕切弁近傍に曲管がある場合の一体化長さ

図 10-49 に示すように管路末端部及び仕切弁部近傍に曲管がある場合は、 $10 \cdot 9 \cdot 2$ 及び $10 \cdot 9 \cdot 3$ の一体化長さを適用するのではなく、 $10 \cdot 9 \cdot 5$ による管端部の一体化長さを分けて確保する。この管端部の一体化長さを確保する場所は、(a) のように曲管の両側に管端部の一体化長さを分けて確保してもよい。また、単独曲管部、S ベンド及び伏せ越し部等の曲管部の近傍に仕切弁がある場合についても、(b)、(c) のように管端部の一体化長さを曲管の両側や仕切弁を挟んで確保してもよい。

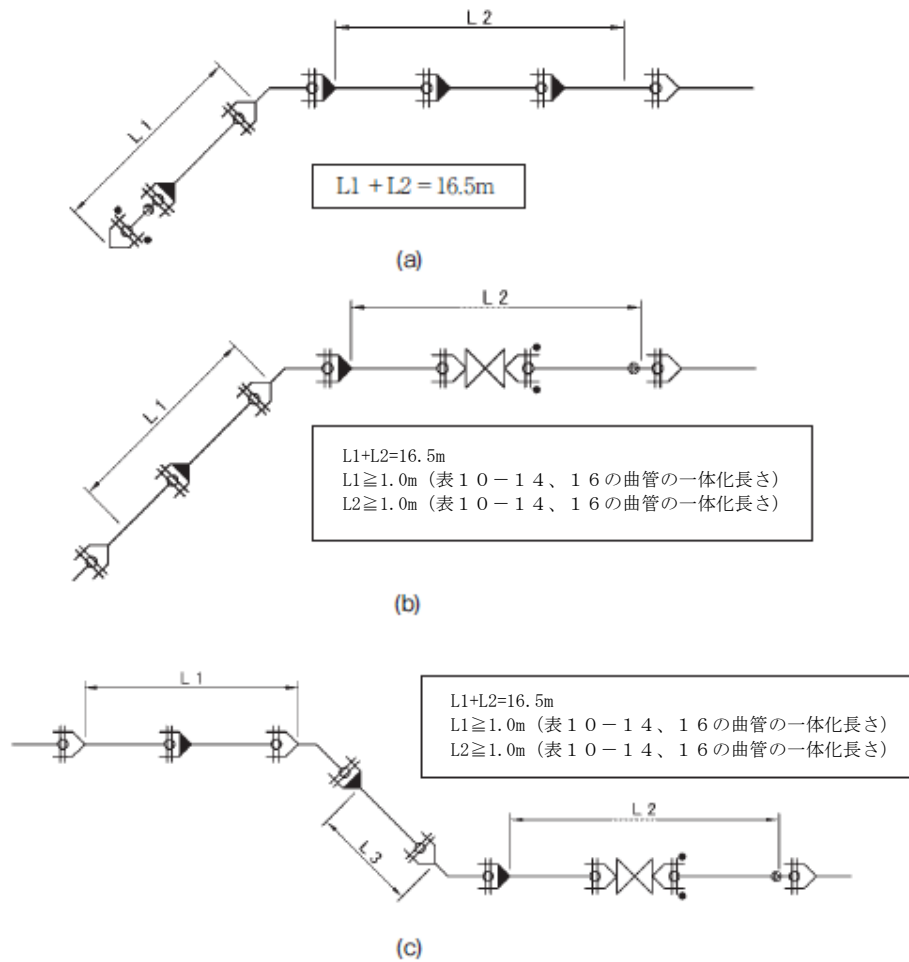


図 10-49 管路末端部、及び仕切弁近傍に曲管がある場合の一体化長さ

5 水圧

水圧は 0.75MPa、1.3MPa の 2 種類であり、これと異なる水圧の一体化長さを比例配分するなどして求めることはできない。

10.9.5 管端部及び仕切弁部

一例として、GX形離脱防止継手による呼び径100管端部及び仕切弁部の必要一体化長さの計算方法を示す。

1 検討条件

- ①呼び径 : $D = 100$
- ②管外径 : $D = 0.118\text{m}$
- ③設計水圧 (=静水圧+水撃圧) : $p = 1.3\text{MPa} (=1,300\text{kN/m}^2)$
- ④土被り : $h = 0.8\text{m}$
- ⑤管と土との摩擦係数 : $\mu = 0.4$ (ポリエチレンスリーブ無し)
- ⑥土の単位体積重量 : $\gamma_s = 16\text{kN/m}^2$
- ⑦設定安全率 : $S_{fp} = 0.118\text{m}$

2 一体化長さの検討

図10-38に検討を行う管端部及び仕切弁部の概要を示す。管端部や弁閉鎖時の仕切弁部には水圧による不平均力 P が作用する。これに対して、一体化された直管部には管と土との摩擦力 f が抵抗力として作用する。このとき、管と土との摩擦力 f の不平均力 P に対する安全率が、設定安全率を確保するように必要一体化長さ L_p を求める。

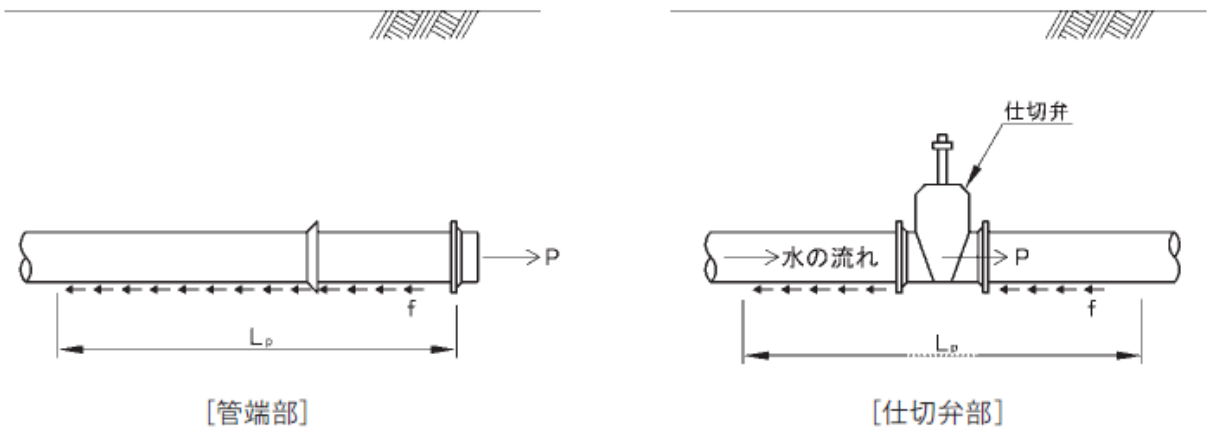


図10-38 管端部及び仕切弁部の概要

① 管端部及び仕切弁部に作用する不平均力

$$P = \pi / 4 \times D^2 p = 14.217\text{kN} \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 P : 管端部及び仕切弁部に作用する不平均力 (kN)

D : 管外径 (=0.118m)

p : 設計水圧 (=1,300kN/m²)

②土被りによる土圧

土被りによる土圧は、管中心での土被り（以下、有効土被りという）で計算する。有効土被り 2m以下の場合には垂直公式で計算し、2mを超える場合にはヤンセンの公式の値と有効土被り 2mの垂直公式の値を比較して大きい方を使用する。

ここでは、以下に示す垂直公式で計算する。

$$W_f = \gamma_s h_c \dots\dots\dots (2)$$
$$= 13.7 \text{ kN/m}^2$$

- ここに、 W_f : 土被りによる土圧 (kN/m²)
 γ_s : 土の単位体積重量 (=16kN/m³)
 h_c : 有効土被り (= $h + D_2 / 2 = 0.859\text{m}$)
 h : 土被り (=0.8m)
 D_2 : 管外径 (=0.118m)

③必要一体化長さ

直管部に作用する管と土との摩擦力は次式で求まる。

$$f = \mu W_f \pi D_2 L_p \dots\dots\dots (3)$$

- ここに、 f : 管と土との摩擦力 (kN)
 μ : 管と土との摩擦係数 (=0.4)
 W_f : 土被りによる土圧 (=13.7kN/m²)
 D_2 : 管外径 (=0.118m)
 L_p : 必要一体化長さ (m)

また、上記の摩擦力 f が、不平均力 P に対して、設定安全率を確保するためには、次式を満足する必要がある。

$$S_{fp} = f / P \geq 1.25 \dots\dots\dots (4)$$

- ここに、 S_{fp} : 設定安全率
 f : 管と土との摩擦力 (kN)
 P : 管端部及び仕切弁部に作用する不平均力 (=14.217kN)

したがって、必要一体化長さは次式で決まる

$$L_p \geq (S_{fp} P) / (\mu W_f \pi D_2) = 8.80\text{m} \doteq 9.0\text{m} \dots\dots\dots (5)$$

- ここに、 L_p : 必要一体化長さ
 S_{fp} : 設定安全率

P : 管端部及び仕切弁部に作用する不平均力 (=14.217kN)

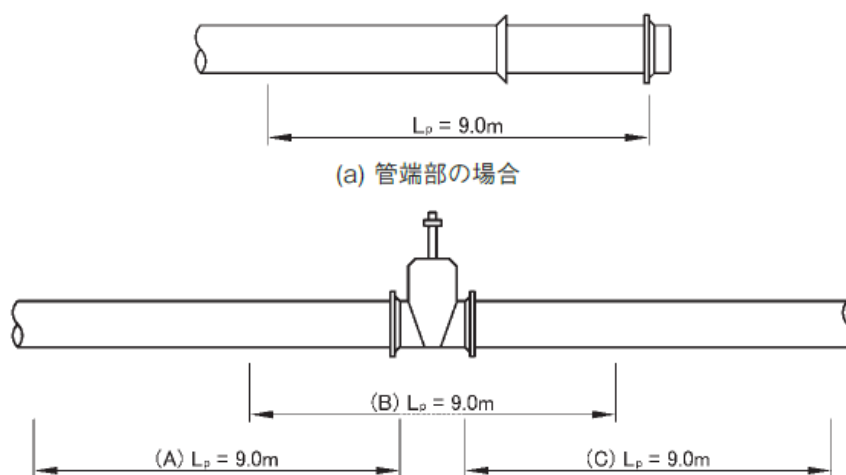
μ : 管と土との摩擦係数 (=0.4)

W_f : 土被りによる土圧 (=13.7kN/m²)

D_2 : 管外径 (=0.118m)

3 まとめ

以上の検討結果より、管端部及び仕切弁部の不平均力を保持するための必要一体化長さは $L_p=9.0\text{m}$ となる。図 10-51 に一体化長さを確保すべき位置を示す。



(a) 管端部の場合

(b) 仕切弁部（離脱防止継手形）の場合

図 10-51 一体化長さを確保すべき位置

備考 一体化長さを確保する位置は(A)、(B)、(C)のいずれの位置でもよいが、(B)の場合は弁キョウ等による土圧低減が予想される。このため、(A)または(C)が望ましい。なお、(B)とする場合は一体化長さのなかに仕切弁の長さは含めないものとする。

(参考)

管端部や仕切弁部は、管と土との摩擦力のみで水圧による不平均力を保持するため、呼び径が大きくなると必要一体化長さが長くなる。そのため、他の一体化長さと重複し、離脱防止継手による剛構造管路部が長くなり、鎖構造管路の機能を十分に発揮できないため、以下の対策を検討すべきである。

管端部の場合

- ・管端部付近の直管部を巻き込むように防護コンクリートを打設し、不平均力を防護コンクリートのみで保持するかあるいは一体化と防護コンクリートの併用で保持するよう設計する。
- ・帽と接する位置に不平均力を保持できるだけの防護コンクリートを打設する。この防護コンクリートは、次の工区と接続するときには撤去することになる。
- ・弁室を築造する場合は、弁室底面の土との摩擦力と側面の受動土圧で不平均力を保持できるように弁室の大きさを設計する。この場合、弁室の壁に巻き込まれる管はパドルをつけるなど弁室と一体化される構造とする。また、弁室は防護コンクリートと比べて一般に大きく、地震時に弁室と地中部の管の挙動が異なる場合があるため、弁室と管との取り付け部は、継ぎ輪の 2 個使いなどの変位吸収対策を検討することが望ましい。

10・9・6 片落管部

一例として、GX 形離脱防止継手による呼び径 100×75 片落管部の必要一体化長さの計算例を示す。

1 検討条件

①大口径管の呼び径	: D	=100
②小口径管の呼び径	: D	=75
③大口径管の外径	: D	=0.118m
④小口径管の外径	: D	=0.093m
⑤設計水圧 (=静水圧 ; 水撃圧)	: p	=1.3MPa (=1,300kN/m ²)
⑥大口径管側の土被り	: h	=0.8m
⑦管と土との摩擦係数	: μ	=0.4 (ホリエレンスリーブ無し)
⑧土の単位体積重量	: γ_s	=16kN/m ³
⑨設定安全率	: S _{fp}	=1.25

2 一体化長さの検討

図 10-52 に検討を行う片落管部の概要を示す。片落管部には大口径管と小口径管の断面積の差分の水圧による不平均力 P が大口径管側から小口径管側へ向かって作用する。これに対して、片落管と一体化された直管部には管と土との摩擦力 f が抵抗力として作用する。このとき、管と土との摩擦力 f の不平均力 P に対する安全率が設定安全率を確保するように大口径側の必要一体化長さ L_p を求める。

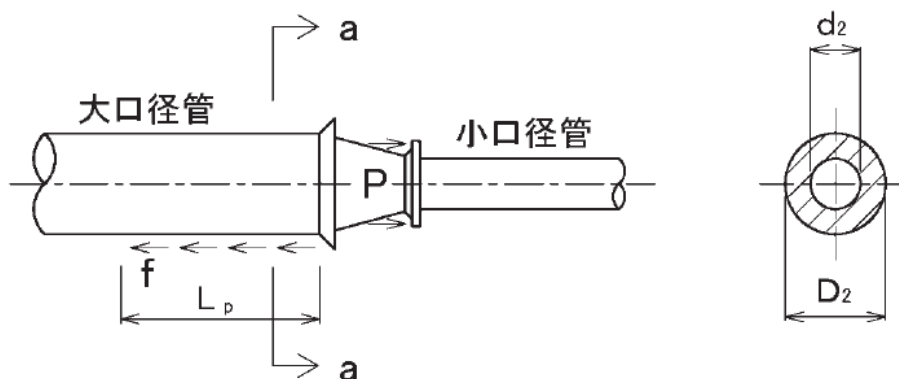


図 10-52 片落管部の概要

① 片落管部に作用する不平均力

$$P = \pi / 4 \times (D_2^2 - d_2^2) p = 5.386 \text{ kN} \dots \dots \dots (1)$$

ここに P : 片落管部に作用する不平均力 (kN)

D_2 : 大口径管の外径 (=0.118m)

d_2 : 小口径管の外径 (=0.093m)

p : 設計水圧 (=1,300kN/m²)

② 土被りによる土圧

土被りによる土圧は、管中心での土被り（以下、有効土被りという）で計算する。有効土被り 2m 以下の場合には垂直公式で計算し、2m を超える場合はヤンセンの公式の値と有効土被り 2m の垂直公式の値を比較して大きい方を使用する。

ここでは、以下に示す垂直公式で計算する。

$$W_f = \gamma_s h_c \dots \dots \dots (2)$$

$$= 13.7 \text{ kN}$$

ここに、 W_f : 大口径管側の土かぶりによる土圧 (kN/m²)

γ_s : 土の単位体積重量 (=16kN/m³)

h_c : 大口径管側の有効土被り ($= h + D_2/2 = 0.859\text{m}$)

h : 大口径管側の土被り ($= 0.8\text{m}$)

D_2 : 大口径管の外径 ($= 0.118\text{m}$)

③必要一体化長さ

直管部に作用する管と土との摩擦力は次式で求まる。

$$f = \mu W_f \pi D_2 L_p \dots\dots\dots (3)$$

ここに、 f : 管と土との摩擦力 (kN)

μ : 管と土との摩擦係数 ($= 0.4$)

W_f : 大口径側の土かぶりによる土圧 ($= 13.7\text{kN/m}^2$)

D_2 : 大口径管の外径 ($= 0.118\text{m}$)

L_p : 大口径管側の必要一体化長さ (m)

また、上記の摩擦力 f が、不平均力 P に対して、設定安全率を確保するためには次式を満足する必要がある。

$$S_{fp} = f / P \geq 1.25 \dots\dots\dots (4)$$

ここに、 S_{fp} : 設定安全率

f : 管と土との摩擦力 (kN)

P : 管端部及び仕切弁部に作用する不平均力 ($= 5.386\text{kN}$)

したがって、必要一体化長さは次式で求まる。

$$L_p \geq (S_{fp} P) / (\mu W_f \pi D_2) = 3.40\text{m} \doteq 3.50\text{m} \dots\dots\dots (5)$$

ここに、 L_p : 大口径管側の必要一体化長さ (m)

S_{fp} : 設定安全率 ($= 1.25$)

P : 片落管部に作用する不平均力 ($= 5.386\text{kN}$)

μ : 管と土との摩擦係数 ($= 0.4$)

W_f : 大口径管側の土かぶりによる土圧 ($= 13.7\text{kN/m}^2$)

D_2 : 大口径管側の外径 ($= 0.118\text{m}$)

3 まとめ

以上の検討結果より、片落管部の不平均力を大口径管側のみで保持する場合の必要一体化長さは $L_p = 3.50\text{m}$ となる。図 10-53 に一体化長さを確保すべき位置を示す。

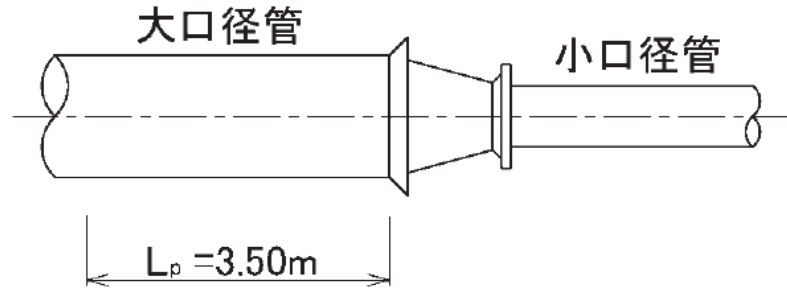


図 10-53 一体化長さを確保すべき位置

(参考)

ここでは、大口径側のみで一体化長さを確保して不平均力を保持する一般的な場合の計算方法を示したが、大口径管側に配管設計上の何らかの制約がある場合は、大口径管側と小口径管側の両方あるいは小口径管側のみで一体化長さを確保することもできる。この場合の計算方法は以下による。

①大口径管側と小口径管側の両方の一体化長さで不平均力を保持する場合

上記の(2)の③項に示す式で、大口径側の管と土との摩擦力 f_1 と小口径側の管と土との摩擦力 f_2 を求め、これらの合計が水圧による不平均力 P に対して設定安全率 S_f を確保するようにそれぞれの一体化長さを求める。この場合、片落管の長さ是一体化長さの中に含まないものとする。

②小口径管側の一体化長さで不平均力を保持する場合

上記の(2)の③項に示す式で、小口径側の管と土との摩擦力 f を求め、これらが水圧による不平均力 P に対して設定安全率 S_f を確保するように一体化長さを求める。ただし、この方法は、大口径管と小口径管の口径差にもよるが、一般に一体化長さが長くなる場合が多い。

10・10 鎖構造管路における防護コンクリートの適用

口径の大きい高水圧管路などでは、これまで述べてきた計算方法による一体化長さが合計50mを超える場合や、場内などの異形管部が多い複雑な管路では、必要な一体化長さが重なって管路のほとんどが離脱防止継手による剛構造管路にならざるを得ない場合が生じる。その結果、配管設計上の支障が生じたり鎖構造管路の機能を十分に発揮できないと判断される場合は、必要

に応じて防護コンクリートの適用を検討すべきである。ここにいう防護コンクリートは、鎖構造管路の地盤変位吸収性能を高めるための機能部材と位置づけられるものである。このため、地震動や地盤変動で破損しないように配筋を施すなど慎重に設計する必要がある。参考までにいくつかの事例を示す。

10・10・1 一体化長さを短くするために防護コンクリートを併用する場合

一例として、図 10-54 に一体化長さの計算結果が長すぎて配管設計上支障となったため、防護コンクリートを併用して一体化長さを短く変更した曲管部の例を示す。ここに、一体化長さとは防護コンクリートの計上寸法の設計は、一体化管路部で保持できる水圧分と防護コンクリートで保持できる水圧分の合計が設計水圧となるよう行う。これによって、一体化長さを短くできるだけでなく、防護コンクリートの体積も防護コンクリート単独で不平均力を保持する場合よりは小さくすることができる。この考え方は、他の異形管部で一体化と防護コンクリートを併用する場合も同様である。

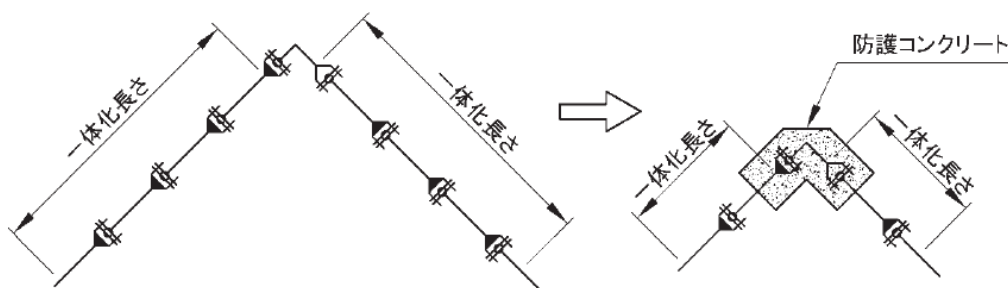


図 10-54 一体化部に防護コンクリートを併用した例

10・10・2 複雑な管路で一体化長さが重なる場合

図 10-55 に場内などの異形管の多い複雑な管路に防護コンクリートを適用した例を示す。この例では、各異形管部の一体化長さが重なって管路の多くが離脱防止継手による剛構造管路となったため、異形管部の不平均力を防護コンクリートで保持し、その前後に伸縮形耐震継手を使用して管路としての変位吸収性をより高めている。

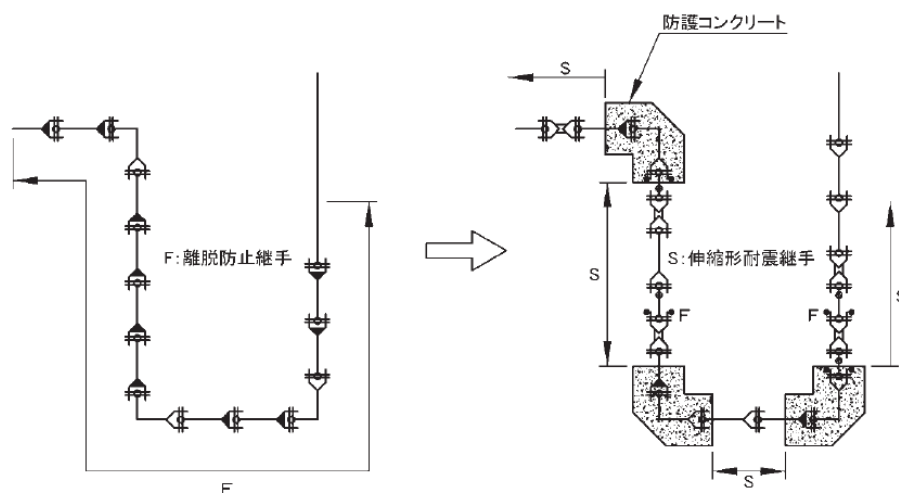


図 10-55 複雑な配管における防護コンクリートの適用例

10・10・3 構造物の近傍に曲管部が配置される場合

図 10-56 に構造物の近傍に曲管部が配置される例を示す。この例では、構造物周りがすべて離脱防止継手となって地盤変位の吸収性に問題があると判断されたため、構造物との取り合い部に継ぎ輪を 2 個使用して変位吸収性を高め、同時にこの継ぎ輪が平常時の水圧で飛び出すことを防止するために曲管部に防護コンクリートを設置している。

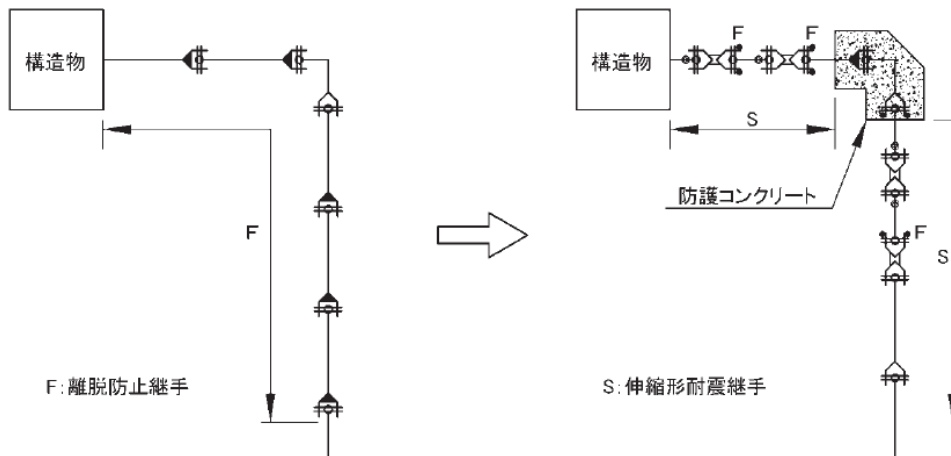


図 10-56 構造物近傍の曲管部に防護コンクリートを設置した例

10・10・4 一体化長さ算出用資料

一体化長さの計算に使用する主な地盤定数を以下に示す

1 土の単位体積重量

代表値を表 10-18 に示す。普通の地盤では $\gamma = 16 \sim 18 \text{ kN/m}^3$ を使用するのが一般的である。

表 10-18 土の単位体積重量 単位 kN/m^3

砂の場合		粘土の場合	
状態	単位体積重量 γ (kN/m^3)	状態	単位体積重量 γ
非常にゆるい	11~16	非常に軟らかい	16~19
ゆるい	14~18	軟らかい	16~19
中位の	17~20	中位の	17~20
密な	17~22	固い	19~22
非常に密な	20~23	非常に固い	19~22

2 土の内部摩擦角

砂質土の場合を表 10-19 に示す。普通の地盤では、 $\phi = 30^\circ \sim 40^\circ$ の値を使用する。

表 10-19 土の内部摩擦角

状態	N値	相対密度	内部摩擦角 ϕ (°)	
			Peckによる	Meyerhofによる
非常にゆるい	0~4	0.0~0.2	28.5以下	30以下
ゆるい	4~10	0.2~0.4	28.5~30	30~35
中位の	10~30	0.4~0.6	30~36	35~40
密な	30~50	0.6~0.8	36~41	40~45
非常に密な	50以上	0.8~1.0	41以上	45以上

3 管と土の摩擦係数

地盤の種類とポリエチレンスリーブの有無に応じて一般に表 10-20 の値を使用する。

表 10-20 管と土との摩擦係数

地盤の種類	摩擦係数 μ	
	ポリエチレンスリーブあり	ポリエチレンスリーブなし
硬い地盤	0.4	0.5
中位の地盤	0.3	0.4
軟弱地盤	0.2	0.3

B 水平曲管部

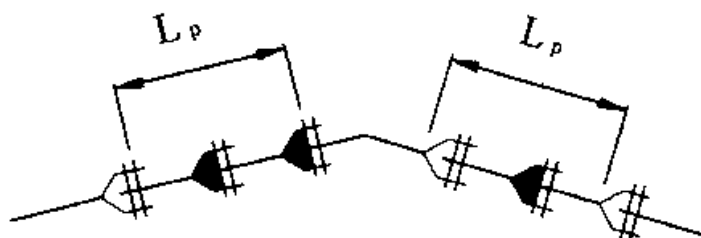


図 10-57 水平曲管部の場合

表 10-21 NS 形・GX 形 (呼び径 75~300)

単位：m

曲管角度	呼び径	土被り h=0.6m 以上	
		水圧 (MPa)	
		0.75	1.3
45° を超え 90° 以下	75	1.0	4.0
	100	1.0	5.0
	150	4.0	6.0
	200	4.0	8.0
	250	6.0	11.0
	300	7.0	16.0
22 $\frac{1}{2}$ ° を超え 45° 以下	75	1.0	1.0
	100	1.0	1.0
	150	1.0	1.0
	200	1.0	1.0
	250	1.0	2.0
	300	1.0	7.0
22 $\frac{1}{2}$ ° 以下	75	1.0	1.0
	100	1.0	1.0
	150	1.0	1.0
	200	1.0	1.0
	250	1.0	1.0
	300	1.0	2.0

表 10-22 NS 形・GX 形 (呼び径 350~450)

単位：m

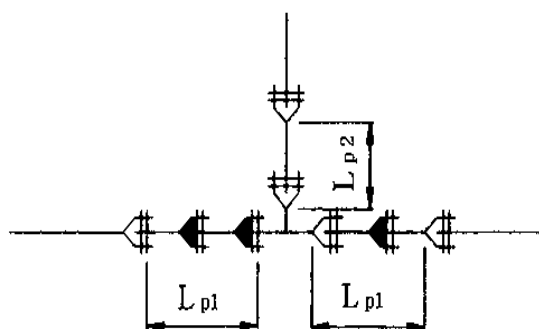
曲管角度	呼び径	土被り h=1.2m		土被り h=1.5m	
		水圧 (MPa)		水圧 (MPa)	
		0.75	1.3	0.75	1.3
45° を超え 90° 以下	350	8.0	15.0	7.0	13.0
	400	9.0	17.0	8.0	15.0
	450	10.0	19.0	8.0	16.0
22 $\frac{1}{2}$ ° を超え 45° 以下	350	3.0	7.0	3.0	7.0
	400	4.0	7.0	4.0	7.0
	450	4.0	9.0	4.0	9.0
22 $\frac{1}{2}$ ° 以下	350	1.0	2.0	1.0	2.0
	400	1.0	2.0	1.0	2.0
	450	1.0	3.0	1.0	3.0

表 10-23 NS 形 (呼び径 500~1000)

単位 : m

曲管角度	呼び径	土被り h=1.2m		土被り h=1.5m	
		水圧 (MPa)		水圧 (MPa)	
		0.75	1.3	0.75	1.3
90°	500	8.0	18.0	6.5	15.0
	600	9.5	21.0	8.0	17.5
	700	11.0	23.5	9.0	20.0
	800	12.0	—	10.5	22.5
	900	13.5	—	11.5	25.0
	1000	15.0	—	13.0	—
45°	500	2.5	8.5	2.0	7.5
	600	2.5	11.0	2.5	9.5
	700	3.0	12.0	3.0	10.5
	800	3.5	13.0	3.5	11.5
	900	4.0	14.0	3.5	12.0
	1000	4.0	18.5	4.0	17.0
22 $\frac{1}{2}$ °	500	1.0	2.0	1.0	2.0
	600	1.5	2.5	1.5	2.5
	700	1.5	2.5	1.5	2.5
	800	2.0	3.0	2.0	3.0
	900	2.0	3.5	2.0	3.0
	1000	2.0	3.5	2.0	3.5
11 $\frac{1}{4}$ °	500	1.0	1.0	1.0	1.0
	600	1.0	1.5	1.0	1.5
	700	1.0	1.5	1.0	1.5
	800	1.0	1.5	1.0	1.5
	900	1.0	2.0	1.0	2.0
	1000	1.0	2.0	1.0	2.0
5 $\frac{5}{8}$ °	500	1.0	1.0	1.0	1.0
	600	1.0	1.0	1.0	1.0
	700	1.0	1.0	1.0	1.0
	800	1.0	1.0	1.0	1.0
	900	1.0	1.0	1.0	1.0
	1000	1.0	1.0	1.0	1.0

C 水平 T 字管部



備考

枝管側を直管 1 本分とした場合の本管側の一体化長さを示す。本管側の計算値が発散した場合のみ必要最小の枝管側一体化長さに対する本管側一体化長さを示した。

図 10-58 水平 T 字管部の場合

表 10-24 NS 形・GX 形（呼び径 75～300）

単位：m

呼び径		土被り h=0.6m 以上			
		水圧 (MPa)			
		0.75		1.3	
本管	枝管	Lp ₁	Lp ₂	Lp ₁	Lp ₂
75～300	75	1.0	1.0	1.0	1.0
	100	1.0	1.0	1.0	1.0
	150	1.0	1.0	1.0	6.0
	200	1.0	1.0	1.0	6.0
	250	1.0	2.0	1.0	7.0
	300	1.0	7.0	1.0	13.0

表 10-25 NS 形・GX 形（呼び径 350～450）

単位：m

呼び径		土被り h=1.2m				土被り h=1.5m			
		水圧 (MPa)				水圧 (MPa)			
		0.75		1.3		0.75		1.3	
本管	枝管	Lp ₁	Lp ₂	Lp ₁	Lp ₂	Lp ₁	Lp ₂	Lp ₁	Lp ₂
350	350	1.0	7.0	1.0	14.0	1.0	7.0	1.0	13.0
400	300	1.0	6.0	1.0	12.0	1.0	5.0	1.0	10.0
	400	1.0	7.0	1.0	16.0	1.0	7.0	1.0	15.0
450	300	1.0	5.0	1.0	12.0	1.0	4.0	1.0	10.0
	450	1.0	8.0	1.0	18.0	1.0	8.0	1.0	17.0

表 10-26 NS 形 (呼び径 500~1000)

単位 : m

呼び径		土被り h=1.2m				土被り h =1.5m			
		水圧 (MPa)				水圧 (MPa)			
		0.75		1.3		0.75		1.3	
本管	枝管	Lp ₁	Lp ₂	Lp ₁	Lp ₂	Lp ₁	Lp ₂	Lp ₁	Lp ₂
500	350	1.0	6.0	1.5	6.0	1.0	6.0	1.5	6.0
	400	1.0	6.0	2.5	6.0	1.0	6.0	2.0	6.0
	450	1.5	6.0	3.0	6.0	1.0	6.0	3.0	6.0
	500	1.5	6.0	3.0	9.5	1.5	6.0	3.0	8.0
600	400	1.0	6.0	2.0	6.0	1.0	6.0	2.0	6.0
	450	1.0	6.0	2.5	6.0	1.0	6.0	2.5	6.0
	500	1.5	6.0	3.0	6.0	1.5	6.0	3.0	6.0
	600	2.0	6.0	3.5	11.5	2.0	6.0	3.5	10.0
700	450	1.0	6.0	2.0	6.0	1.0	6.0	2.0	6.0
	500	1.5	6.0	2.5	6.0	1.0	6.0	2.5	6.0
	600	2.0	6.0	4.0	6.0	1.5	6.0	4.0	6.0
	700	2.5	6.0	4.0	13.5	2.5	6.0	4.5	13.5
800	500	1.0	6.0	2.5	6.0	1.0	6.0	2.5	6.0
	600	1.5	6.0	3.5	6.0	1.5	6.0	3.5	6.0
	700	2.5	6.0	5.0	8.0	2.0	6.0	5.0	7.0
	800	3.0	6.0	5.0	15.0	3.0	6.0	5.0	13.0
900	600	1.5	6.0	3.0	6.0	1.5	6.0	3.0	6.0
	700	2.0	6.0	4.5	6.0	2.0	6.0	4.0	6.0
	800	3.0	6.0	5.5	9.5	2.5	6.0	5.5	8.0
	900	3.5	6.0	5.5	16.5	3.5	6.0	5.5	14.0
1000	600	1.5	6.0	2.5	6.0	1.0	6.0	2.5	6.0
	800	2.5	6.0	5.5	7.0	2.5	6.0	5.0	6.0
	1000	4.0	6.0	5.5	20.0	4.0	6.0	5.5	17.5

D 伏せ越し部

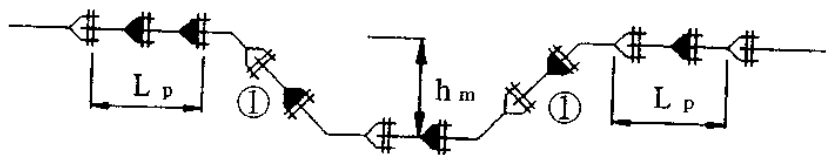


図 10-59 伏せ越し部の場合

備考：左右の土被りとモーメントアームが等しい場合を示す。表中の直結とは、45° 曲管で曲管間の切管①がない場合を示す。また、水平切り回し部の一体化長さも全く同一となる。

表 10-27 NS 形・GX 形（呼び径 75～300）

単位：m

曲管角度	呼び径	土被り $h=0.6\text{m}$ 以上	
		水圧 (MPa)	
		0.75	1.3
45° を超え 90° 以下	75	1.0	4.0
	100	1.0	5.0
	150	4.0	6.0
	200	4.0	8.0
	250	6.0	11.0
	300	7.0	16.0
22 $\frac{1}{2}$ ° を超え 45° 以下	75	1.0	1.0
	100	1.0	1.0
	150	1.0	1.0
	200	1.0	1.0
	250	1.0	2.0
	300	1.0	7.0
22 $\frac{1}{2}$ ° 以下	75	1.0	1.0
	100	1.0	1.0
	150	1.0	1.0
	200	1.0	1.0
	250	1.0	1.0
	300	1.0	2.0

表 10-28 NS 形・GX 形 (呼び径 350~450)

単位 : m

曲管角度	呼び径	土被り h=1.2m		土被り h=1.5m	
		水圧 (MPa)		水圧 (MPa)	
		0.75	1.3	0.75	1.3
45° を超え 90° 以下	350	8.0	15.0	7.0	13.0
	400	9.0	17.0	8.0	15.0
	450	10.0	19.0	8.0	16.0
22 $\frac{1}{2}$ ° を超 45° 以下	350	3.0	7.0	3.0	7.0
	400	4.0	7.0	4.0	7.0
	450	4.0	9.0	4.0	9.0
22 $\frac{1}{2}$ ° 以下	350	1.0	2.0	1.0	2.0
	400	1.0	2.0	1.0	2.0
	450	1.0	3.0	1.0	3.0

表 10-29 NS 形 (呼び径 500~1000)

単位 : m

モーメント アーム h m	呼び径	土被り h=1.2m		土被り h=1.5m	
		水圧 (MPa)		水圧 (MPa)	
		0.75	1.3	0.75	1.3
直結 (45°)	500	1.0	2.5	1.0	2.5
	600	1.0	4.0	1.0	3.5
	700	1.0	5.5	1.0	5.0
	800	1.0	5.5	1.0	5.0
	900	1.0	9.0	1.0	8.0
	1000	1.0	14.5	1.0	12.5
2m	500	8.0	18.5	7.0	15.5
	600	9.0	21.0	7.5	17.5
	700	9.0	22.5	7.5	19.0
	800	9.0	23.5	7.5	20.0
	900	8.5	24.5	7.0	21.0
	1000	10.0	—	8.5	24.0

3m	500	10.0	20.5	8.5	17.0
	600	11.5	23.5	9.5	19.5
	700	12.0	—	10.5	21.5
	800	12.5	—	11.0	23.5
	900	13.0	—	11.0	24.5
	1000	14.5	—	12.5	—

E 垂直 S ベンド部

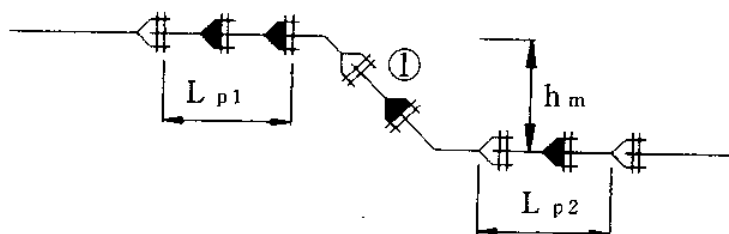


図 10-60 垂直 S ベンドの場合

備考：土被りは L_{p1} 側を示す。なお、表中の直結とは 45° 曲管で曲管間の切管①がない場合を示す。また、水平 S ベンド部は、左右とも L_{p1} を確保すればよい。

表 10-30 NS 形・GX 形 (呼び径 75~300)

単位 : m

曲管角度	呼び径	土被り h=0.6m 以上	
		水圧 (MPa)	
		0.75	1.3
45° を超え 90° 以下	75	1.0	4.0
	100	1.0	5.0
	150	4.0	6.0
	200	4.0	8.0
	250	6.0	11.0
	300	7.0	16.0
22 $\frac{1}{2}$ ° を超え 45° 以下	75	1.0	1.0
	100	1.0	1.0
	150	1.0	1.0
	200	1.0	1.0
	250	1.0	2.0
	300	1.0	7.0
22 $\frac{1}{2}$ ° 以下	75	1.0	1.0
	100	1.0	1.0
	150	1.0	1.0
	200	1.0	1.0
	250	1.0	1.0
	300	1.0	2.0

表 10-31 NS 形・GX 形 (呼び径 350~450)

単位：m

曲管角度	呼び径	土被り h=1.2m		土被り h=1.5m	
		水圧 (MPa)		水圧 (MPa)	
		0.75	1.3	0.75	1.3
45° を超え 90° 以下	350	8.0	15.0	7.0	13.0
	400	9.0	17.0	8.0	15.0
	450	10.0	19.0	8.0	16.0
22 $\frac{1}{2}$ ° を超え 45° 以下	350	3.0	7.0	3.0	7.0
	400	4.0	7.0	4.0	7.0
	450	4.0	9.0	4.0	9.0
22 $\frac{1}{2}$ ° 以下	350	1.0	2.0	1.0	2.0
	400	1.0	2.0	1.0	2.0
	450	1.0	3.0	1.0	3.0

表 10-32 NS 形 (呼び径 500~1000)

単位：m

モーメント アーム hm	呼び径	土被り h=1.2m				土被り h=1.5m			
		水圧 (MPa)				水圧 (MPa)			
		0.75		1.3		0.75		1.3	
		Lp ₁	Lp ₂	Lp ₁	Lp ₂	Lp ₁	Lp ₂	Lp ₁	Lp ₂
直結 (45°)	500	2.5	2.0	3.0	2.5	2.0	2.0	3.0	2.5
	600	2.5	2.0	4.5	3.5	2.0	2.0	3.5	3.5
	700	3.0	2.5	5.5	4.5	2.5	2.5	5.0	4.5
	800	3.0	2.5	5.5	4.5	2.5	2.5	5.0	4.5
	900	3.5	3.0	9.5	8.0	3.0	3.0	8.0	7.5
	1000	3.5	3.0	14.5	12.5	3.5	3.0	12.5	11.5
2m	500	8.0	6.0	18.5	13.5	7.0	6.0	15.5	13.0
	600	9.0	6.5	21.0	15.0	7.5	6.5	17.5	14.0
	700	9.0	6.5	22.5	16.0	7.5	6.0	19.0	14.5
	800	9.0	6.0	23.5	16.5	7.5	6.0	20.0	15.5
	900	8.5	6.0	24.5	17.0	7.0	5.5	21.0	16.0
	1000	10.0	7.0	27.5	19.0	8.5	6.5	24.0	18.5

3m	500	10.0	6.5	20.5	13.0	8.5	6.5	17.0	12.5
	600	11.5	7.5	23.5	15.0	9.5	7.0	19.5	14.0
	700	12.0	7.5	25.5	16.0	10.5	7.0	21.5	15.5
	800	12.5	8.0	27.5	17.0	11.0	7.5	23.5	16.5
	900	13.0	8.0	—	—	11.0	7.5	24.5	17.0
	1000	14.5	8.5	—	—	12.5	8.5	27.5	19.0

F 片落管部

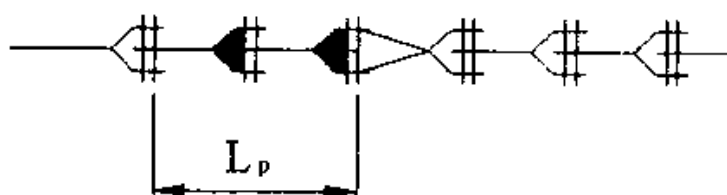


図 10-61 片落管部の場合

備考：一体化長さは呼び径に応じて決定されるため、接合形式にはよらない。

表 10-33 (呼び径 75~1000)

単位 : m

呼び径		土被り h=0.6m		土被り h=0.8m		土被り h=1.0m		土被り h=1.2m		土被り h=1.5m	
		水圧(MPa)		水圧(MPa)		水圧(MPa)		水圧(MPa)		水圧(MPa)	
大管	小管	0.75	1.3	0.75	1.3	0.75	1.3	0.75	1.3	0.75	1.3
100	75	3.5	6.0	3.0	4.5	2.5	4.0	2.0	3.5	1.5	2.5
150	100	6.5	11.0	5.0	8.5	4.0	7.0	3.5	6.0	3.0	5.0
200	100	11.0	19.0	8.5	15.0	7.0	12.0	6.0	10.5	5.0	8.5
	150	6.5	11.0	5.0	8.5	4.0	7.0	3.5	6.0	3.0	5.0
250	100	15.0	25.5	11.5	20.0	9.5	16.5	8.5	14.0	7.0	11.5
	150	11.5	19.5	9.0	15.5	7.5	12.5	6.5	11.0	5.0	9.0
	200	6.5	11.0	5.0	8.5	4.5	7.0	3.5	6.0	3.0	5.0
300	100	18.0	31.5	14.5	25.0	12.0	20.5	10.5	17.5	8.5	14.5
	150	15.5	26.5	12.0	21.0	10.0	17.5	8.5	15.0	7.0	12.0
	200	11.5	19.5	9.0	15.5	7.5	13.0	6.5	11.0	5.5	9.0
	250	6.5	10.5	5.0	8.5	4.0	7.0	3.5	6.0	3.0	5.0
350	150	—	—	—	—	—	—	10.5	18.5	9.0	15.0
	200	—	—	—	—	—	—	9.0	15.0	7.5	12.5
	250	—	—	—	—	—	—	6.5	11.0	5.5	9.0
	300	—	—	—	—	—	—	3.5	6.0	3.0	5.0
400	150	—	—	—	—	—	—	12.5	21.5	10.5	18.0
	200	—	—	—	—	—	—	11.0	19.0	9.0	15.5
	250	—	—	—	—	—	—	9.0	15.5	7.5	12.5
	300	—	—	—	—	—	—	6.5	11.0	5.5	9.0
	350	—	—	—	—	—	—	3.5	6.0	3.0	5.0
450	200	—	—	—	—	—	—	13.0	22.5	11.0	18.5
	250	—	—	—	—	—	—	11.0	19.0	9.5	16.0
	300	—	—	—	—	—	—	9.0	15.5	7.5	13.0
	350	—	—	—	—	—	—	6.5	11.0	5.5	9.0
	400	—	—	—	—	—	—	3.5	6.0	3.0	5.0

500	250	—	—	—	—	—	—	13.0	22.5	11.0	19.0
	300	—	—	—	—	—	—	11.5	19.5	9.5	16.0
	350	—	—	—	—	—	—	9.0	15.5	7.5	13.0
	400	—	—	—	—	—	—	6.5	11.0	5.5	9.0
	450	—	—	—	—	—	—	3.5	6.0	3.0	5.0
600	300	—	—	—	—	—	—	15.5	26.5	13.0	22.0
	350	—	—	—	—	—	—	13.5	23.0	11.5	19.5
	400	—	—	—	—	—	—	11.5	19.5	9.5	16.5
	450	—	—	—	—	—	—	9.0	15.5	7.5	13.0
	500	—	—	—	—	—	—	6.5	11.0	5.5	9.0
700	400	—	—	—	—	—	—	15.5	26.5	13.0	22.5
	450	—	—	—	—	—	—	13.5	23.0	11.5	19.5
	500	—	—	—	—	—	—	11.0	19.5	9.5	16.0
	600	—	—	—	—	—	—	6.0	10.5	5.0	9.0
800	450	—	—	—	—	—	—	17.5	30.0	14.5	25.0
	500	—	—	—	—	—	—	15.5	26.5	13.0	22.5
	600	—	—	—	—	—	—	11.0	19.0	9.5	16.0
	700	—	—	—	—	—	—	6.0	10.5	5.0	9.0
900	500	—	—	—	—	—	—	19.0	33.0	16.0	28.0
	600	—	—	—	—	—	—	15.5	26.5	13.0	22.5
	700	—	—	—	—	—	—	11.0	19.0	9.5	16.0
	800	—	—	—	—	—	—	6.0	10.0	5.0	8.5
1000	600	—	—	—	—	—	—	19.0	32.5	16.5	28.0
	700	—	—	—	—	—	—	15.0	26.0	13.0	22.5
	800	—	—	—	—	—	—	10.5	18.5	9.5	16.0
	900	—	—	—	—	—	—	6.0	10.0	5.0	8.5

G 管端部及び仕切弁部

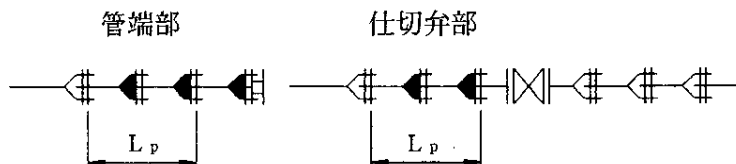


図 10-62 管端部及び仕切弁の場合

備考：一体化長さは呼び径に応じて決定されるため、接合形式にはよらない。

表 10-34 (呼び径 75~1000)

単位：m

呼び径	土被り h=0.6m		土被り h=0.8m		土被り h=1.0m		土被り h=1.2m		土被り h=1.5m	
	水圧 (MPa)		水圧 (MPa)		水圧 (MPa)		水圧 (MPa)		水圧 (MPa)	
	0.75	1.3	0.75	1.3	0.75	1.3	0.75	1.3	0.75	1.3
75	7.5	12.5	5.5	9.5	4.5	8.0	4.0	6.5	3.0	5.5
100	9.0	15.5	7.0	12.0	5.5	9.5	5.0	8.0	4.0	6.5
150	12.5	21.0	9.5	16.5	8.0	13.5	6.5	11.5	5.5	9.5
200	15.5	26.5	12.0	20.5	10.0	17.0	8.5	14.5	7.0	12.0
250	18.5	31.5	14.5	25.0	12.0	20.5	10.0	17.5	8.5	14.5
300	21.0	36.0	16.5	28.5	14.0	24.0	12.0	20.5	9.5	16.5
350	—	—	—	—	—	—	13.5	23.0	11.0	19.0
400	—	—	—	—	—	—	15.0	25.5	12.5	21.5
450	—	—	—	—	—	—	16.5	28.5	13.5	23.5
500	—	—	—	—	—	—	18.0	31.0	15.0	25.5
600	—	—	—	—	—	—	20.5	35.5	17.0	29.5
700	—	—	—	—	—	—	23.0	40.0	19.5	33.5
800	—	—	—	—	—	—	25.5	44.0	21.5	37.0
900	—	—	—	—	—	—	27.5	48.0	23.5	40.5
1,000	—	—	—	—	—	—	30.0	—	25.5	44.5

10・10・5 切管の有効長の最小長さ

切管の有効長の最小長さは中小口径の場合、概ね1mとしている。これは現地での切管や解体作業がスムーズに行える寸法として設定されている。しかし、現地においてどうしても1mが確保できない場合、本当にどこまでの長さなら切管可能かが問題となることがある。ここではそのような場合の参考となるように各口径、管種ごとに切管や解体作業が可能なぎりぎりの最小長さを示した。

表 10-35 NS形（呼び径 75～1,000）

呼び径	最小長さ(mm)	
	甲切管	乙切管
75	800	810
100	810	820
150	840	860
200	840	860
250	840	860
300	960	1,000
350	970	1,010
400	970	1,020
450	980	1,020
500	910	1,010
600	920	1,020
700	950	1,120
800	960	1,140
900	970	1,150
1,000	1,090	1,150

備考 a 各寸法は、切管、溝切、挿しローパ加工をパイプ切削切断機で行う場合について示した。

b 各寸法は、管の切断、継手の接合、継手の解体に必要な最小寸法を各々算出し、それらのうち最も長い値を示した。

c 呼び径 300 以上については、切用管（受口端面から約 500mm 離れた管全周に幅約 50mm の白線を表示）を使用する必要がある。

d 切断部の外径又は外周長を実測し、外径許容差を満足していることを確認する必要がある。

e 本寸法は継ぎ輪の預け代を考慮していない。そのような配管（せめ等）を行う場合の切管寸法は、別途検討すること。

表 10-36 GX形（呼び径 75～400）

呼び径	最小長さ(mm)			
	切管ユニット使用		切管用挿しロリング使用	
	甲切管	乙切管	甲切管	乙切管
75	660	770	700	770
100	660	770	720	770
150	680	770	740	770
200	680	770	740	770
250	680	770	740	770
300	720	820	760	820
400	—	—	970	1,020

備考 a 切管ユニットを使用する場合の各寸法は、切断加工をエンジンカッターで行う場合について示した。

b 切管用挿しロリングを使用する場合の各寸法は、切断・溝切加工をパイプ切削切断機で行う場合について示した。

c 各寸法は、管の切断、継手の接合、継手の解体に必要な最小寸法を各々算出し、それらのうち最も長い値を示した。なお、切管ユニットを使用する場合の寸法はP-L i n kの有効長は含んでいない。

d 切断部の外径又は外周長を実測し、外径許容差を満足していることを確認する必要がある。

e 本寸法は継ぎ輪の預け代を考慮していない。そのような配管（せめ等）を行う場合の切管寸法は、別途検討すること。

10・11 電食及びその他の腐食防止

鑄鉄管の耐食性がすぐれていることは、過去の歴史が示す通りであって、わが国においてはすでに130余年の実績を持っている。

このことは、一般的な土壌に埋設される場合の鑄鉄管の防食については、ほとんど心配する必要がないことを示しているわけであるが、局地的に、ある種の土壌環境のもとにおいては、鑄鉄管といえども腐食することがある。

土壌中に埋設された金属の腐食には、電鉄レール、又は電気設備などから地中に漏れ出た迷走電流によって起こされる、いわゆる“電食”と、金属体表面に形成される局部電池作用によって、電気化学的な反応として進行する一般的な“自然腐食”とがある。

ここでは、自然腐食を対象として、鑄鉄管が埋設される土壌環境が、腐食性を持っているか否かを測定する方法について解説するが、土壌が一般的に腐食性であることを経験的に知る簡易な判定法としては、次の基準がある。

- 1 酸性の工場廃液や汚濁河川水などが地下に浸透した所
- 2 海浜地帯や埋立地域など地下水に多量の塩分を含む所
- 3 硫黄分を含む石炭ガラなどで、盛土や埋立てされた所
- 4 泥炭地帯
- 5 腐食土、粘土質の土壌
- 6 廃棄物による埋立て地域や湖沼の埋立地
- 7 海成粘土など酸性土壌

以上のような基準のほかに、既設管路での腐食の事例があった場合など、さらに詳細に調査する必要があるときは、機器を用いた測定によって腐食性を評価しなければならない。

腐食防止法としては、埋戻し土砂の置換、コンクリート巻き立て、歴青質塗装、タールエポキシ塗装、プラスチック被覆及び各種の防食テープ巻き法がある。本市では、腐食防止対策としてポリエチレンスリーブを被覆している。

10・12 水管橋

配水管は、一般に公道に埋設され、公道にはある間隔で公道橋が架設されているため配水管の河川横断は、この公道橋に添架するのが普通である。しかし、公道橋に添架することができないか、又は適当な公道橋のない場合には、専用水管橋によらなければならない。

10・12・1 添架水管橋

- 1 管種は管径、支間長、荷重等の架設条件を考慮して最も適切なものを選ぶこと。
- 2 橋梁の可動端の位置に合わせて伸縮継手を設け、また、1径間ごとに管を上部構造に定着すること。
- 3 橋台、橋脚部にはたわみ性の継手を設け、径間中間においても動荷重によるたわみの大きい場合は、適当なたわみ性の継手を設けること。
- 4 やむを得ない場合を除き、木橋には管を添架することを避けること。
- 5 添架管の最も高い位置に空気弁を設けること。また、寒冷地にあつては適当な防寒工を施すこと。
- 6 橋梁添架は、橋梁の横けたを加工し、あるいは縦けたに鋼材を用いた適当な形の受け又は吊り金物を取付けて管をのせる。
- 7 添架する管はなるべく鋼管かメカニカル継手の鋳鉄管を用い、橋梁の振動による継手漏水が生じないようにし、状況によつてたわみ継手や伸縮継手を取付、高所には空気弁を設ける。
- 8 橋けたへの取付位置や方法については、橋梁管理者と事前によく打合せ、橋梁自体の強度に悪影響のないよう、また管の維持管理に便利なように決定することが大切である。
- 9 新しい公道橋架設の計画が発表されたときは、配水管の将来計画を検討し、その公道橋に添架する必要性が生じたときは、橋けたに作用する荷重増加分の経費を分担してあらかじめ添架位置を設けておくことが必要である。
- 10 けた高が管径をおさめる余裕のないときは、2～3本に分割しなければならないが、この場合管均等径数表による。

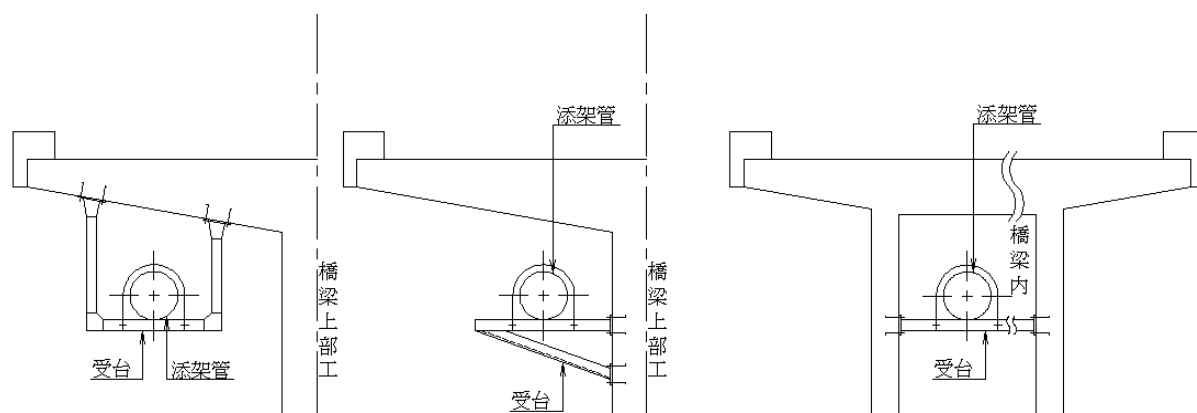


図 10-63 橋梁添架方式概要

10・12・2 独立水管橋

- 1 管径、支間長、架設地点の地理的条件及び景観との調和を考慮して、最も適切な構造形式を選ぶこと。
- 2 自重、水圧、地震力、風圧及び積雪荷重等に対して安全であること。
- 3 支持部分は管の変形水圧、地震力、温度変化に対し安全な構造とすること。
- 4 橋台付近の埋設管には、たわみ性のある伸縮継手を設け、屈曲部には所要の防護工を施すこと。
- 5 必要に応じて橋脚に防衝工を施すこと。
- 6 水管橋の最も高い位置に空気弁を設け、必要に応じて管理歩廊を設けること。また、寒冷地にあつては適当な防寒工を施すこと。
- 7 水管橋には適切な落橋防止措置を講じること。
- 8 水管橋には適切な防食措置を講じること。

10・12・3 水管橋形式の決定

形式決定については、その場所の物理的条件、地理的条件、美観上、経済性等考慮し決定しなければならない。

一般的によく採用される鋼管水管橋の構造形式は図 10-27 のとおりである。

形 式	構 造 形 式	概 説	
パイプビーム形式 単純支持形式		<p>水道管をリングサポート、サドルサポートによって支持する。伸縮継手、サポートの構造で角変位および伸縮を吸収する。</p> <p>下記は類似構造形式として、一端自由一端固定支持、連続支持、両端固定等がある。</p>	
補剛形式	フランジ補剛形式		<p>水道管にT型I型等のフランジ補剛を設け水道管の剛性を補う形式である。</p> <p>補剛取付の位置は管頂が一般的であるが管下側もある。</p>
	トラス補剛形式		<p>水道管をトラス上下弦材として利用したものでパイプの特性を有効に利用した形式。</p> <p>トラスの形状によって三角トラス形式、ボックス型トラス形式等がある。</p>
	ランガー補剛形式		<p>水道管を補剛アーチ橋の補剛桁に用い上弦材の格点から垂直吊材によって水道管を吊った形式。</p> <p>各部材は軸力主体で決定されるため合理的な形式である。</p>
	ニールセンローゼ補剛形式		<p>水道管を補剛アーチ橋の補剛桁に利用したものでアーチ上弦材(連続曲線形)の格点から斜め吊材によって水道管を吊った形式。</p>
	斜張橋補剛形式		<p>水道管を連続パイプビーム橋としそれを塔より張り渡した斜ケーブルで補強した形式。</p> <p>この形式は特に風の影響を受け易いので十分な配慮が必要である。</p>
橋梁添架形式 鋼道路橋 PC道路橋		<p>構造上はパイプビーム形式に相当する。</p> <p>橋体利用による工費、場所等の軽減となる。</p> <p>水道管と道路橋との相対的な各種変位の対策、サポートは地震時荷重に十分なる強度、付属設備及び架設方法の検討を要す。</p>	

図 10-64 鋼管水管橋の構造形式

10・12・4 パイプビーム水管橋の設計要点

1 支間長、管径、管厚の関係

パイプビーム水管橋の許容応力度を 137.3MPa、及びたわみの制限から決定される。

水管橋の材質を SS41、許容応力度は 137.3MPa、現場継手効率を 90%とすると、継手部の許容曲げ応力度は 123.6MPa となり、また SPG の場合は、許容応力度を 98.1MPa で現場継手部では 88.3MPa となる。許容たわみ度は支間の 1/350 とする。

上記両者が満足する単純支持及び一端固定一端自由支持の最大支間長は図 10-65、66 に示す。

支間割りが適当な連続支持形式とすれば、高張力鋼の利用などにより図の許容支間長を 1~2 割程度増すことができる。一般にはパイプビームの適用スパンは下記程度と考えられる。

小径管 (呼び径 100~ 300mm)	————	50~80×D
中 〃 (〃 350~ 800mm)	————	30~40×D (注) D: 呼び径 mm
大 〃 (〃 900~1, 500mm)	————	20~30×D
(〃 1, 600~2, 500mm)	————	15~20×D

ただし、図 10-66、67 は、静的条件のみから求めた最大支間長であり、今までの経験を超えるような大きなスパンに適用する場合には、充水時、地震時、風時における振動についての安定性を十分確認しておく必要がある。

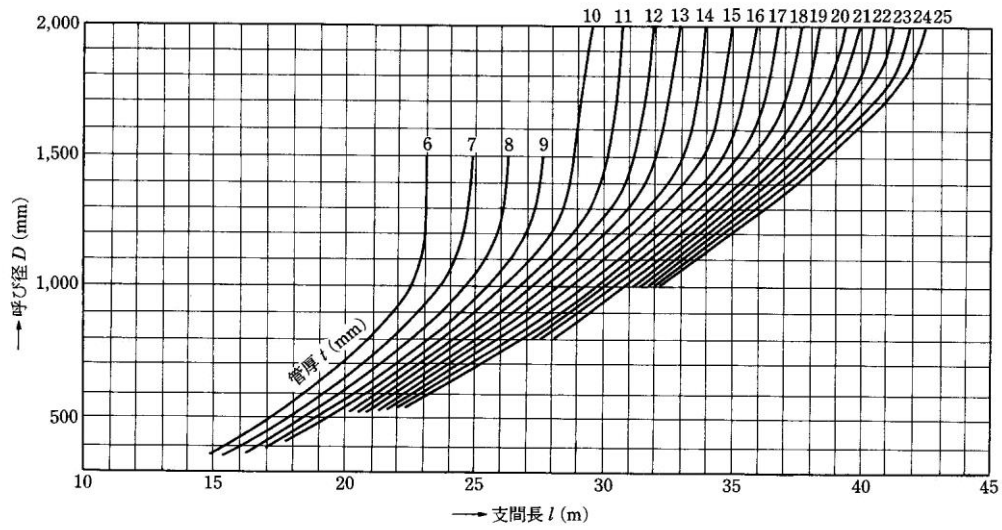


図 10-65 パイプビームの単純支持の許容最大支間長

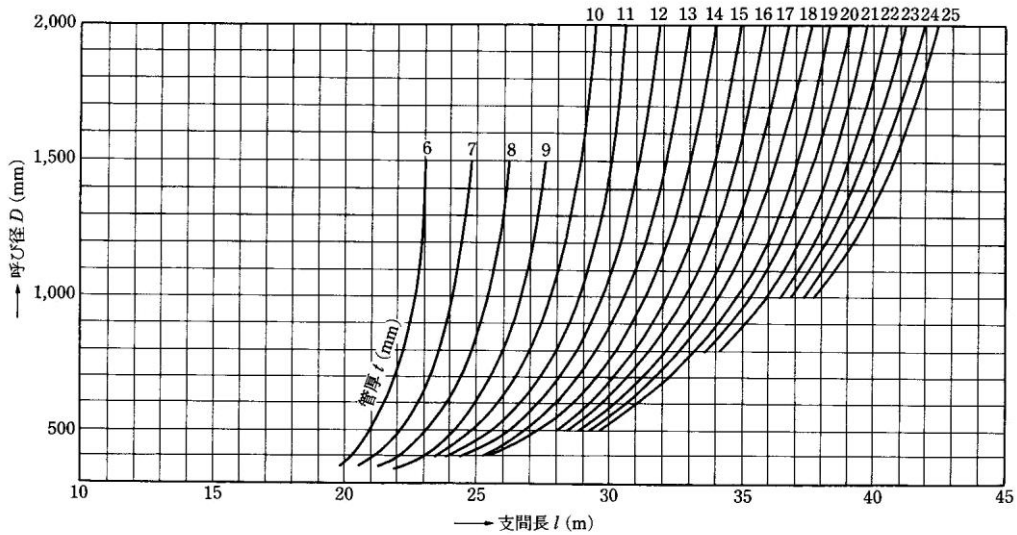


図 10-66 パイプビームの一端固定，一端自由支持梁の許容最大支間長

(JIS G3443-1968)

80~300A

許容曲げ応力 $\alpha = 98.1 \text{ MPa}$

現地溶接効力 90%

許容たわみ度 1/350

腐食代 考慮せず

10・12・5 防食について

耐久性、美観、経済性を考慮し内外面共、防食を施さなければならない。

特に最近の防食についての技術革新は著しくかえってその選択は困難となっているがその重要性を認識し慎重に決定すること。

1 内面

溶剤の溶出等を考慮し、害を与えないものを使用すること。

本市では、タールエポキシ樹脂塗料を使用し、厚さは300 μ 以上とする。

2 外面

①露出部

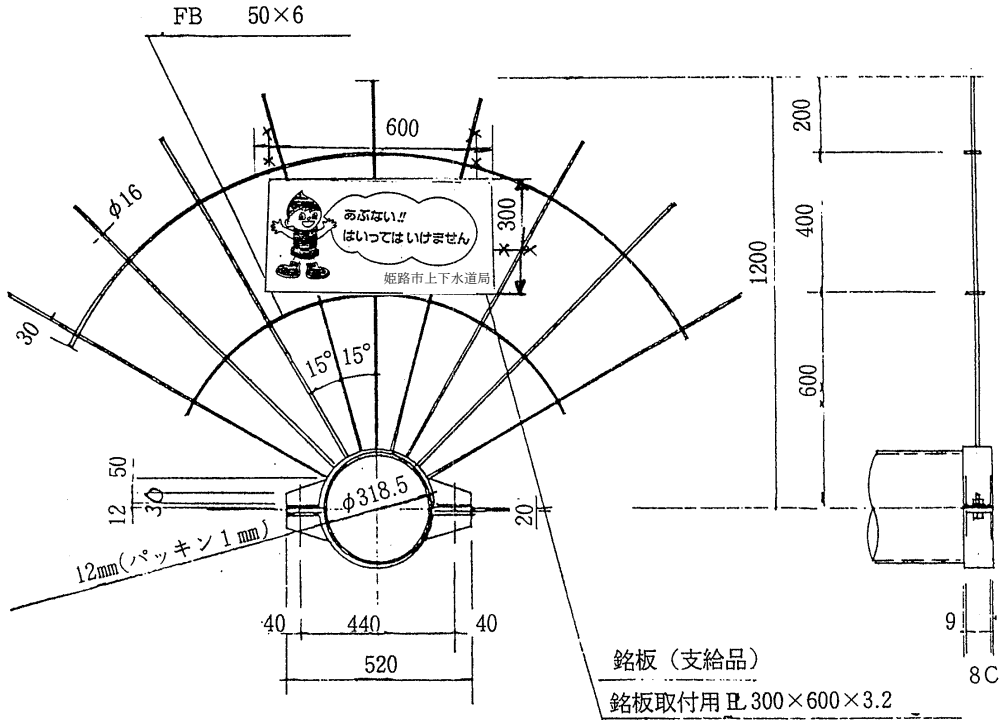
11・4・31 防食テープ に準拠する。

②埋設部

コンクリート巻立部は、下地調整プライマー塗装（厚さ50 μ ）の後、エポキシ塗装（厚さ300 μ ）を行うこと。

10・12・6 立入防止柵

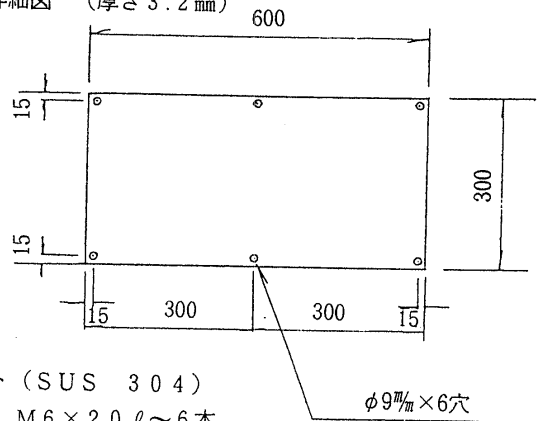
水管橋の両端には、立入防止柵を設置すること。



リング P1	80×12	フィンガー	φ16
Rib P1	9	ボルトナット	M16×70ℓ~2本
F B	50×6		(SUS 304)

塗装については、水管橋本体に準ずること。

銘板取付プレート詳細図 (厚さ3.2mm)



取付ボールナット (SUS 304)
M6×20ℓ~6本

φ9^{7/16}×6穴

図 10-67 立入防止柵設置例 (参考図)