

厚生省監修

水道施設設計指針・解説

1977

日本水道協会

図-4.7は、水路橋の一般図である。

図-4.8は、箱げた構造図である。鋼製水路橋の場合、このような形式が一般的である。

2.について；水路橋は、自重、水荷重、風圧および地震力等の荷重に対して、安定性のあるものでなければならないが、特に、水路橋は、水荷重が死荷重として長期に働くので、道路橋や鉄道橋と比較して、径間を短かめにとったほうが安全である。また、水路は底面が縦断的に片こう配であり、かつ、頭重であるから、水平方向の地震力に対して、水路が支承点から脱落しやすいので、特にこの点留意しなければならない。

水路橋の径間を長くすれば、それだけ橋脚の数を減ずるが、逆に橋脚にかかる荷重が増大するので、その径間割りには、下部構造の工費も考慮に入れて、最も経済的になるよう決定しなければならない。水路橋のけた下空間は、上下流の導水路の水位、建築限界その他の関係法規に基づいて、決定することはもちろんであるが、河川ならびに道路管理者と十分打ち合わせのうえ決定しなければならない。また、河川横断の場合は、橋台、橋脚の洗掘を防止するため、護岸、護床等を行う必要がある。この場合河川管理者と十分打ち合わせをしなければならない。

3.について；水路橋の橋台および橋脚の設計施工に当たっては、地質調査はもちろんのこと、現場で地耐力試験を行い、もし地耐力が不足する場合は、沈下のないようくい打ち、その他十分な基礎工を施さなければならない。上部構造は、水路を橋げたと考えることが普通であるので、温度変化、基礎の不同沈下、その他に備えて必要な箇所に、水密性およびたわみ性の大きい伸縮継手を設けなければならない。しかし、この継手が、漏水の原因となることが多いから、極力これを減ずるため、径間を許される範囲で長くすることも、考えなければならない。鋼製水路橋の伸縮継手は、ステンレス製の波形板を橋体に溶接する方法が望ましい。鉄筋コンクリート水路橋の伸縮継手は、4.2.5（伸縮継手）の解説を参照のこと。

鉄筋コンクリート水路橋、鋼製水路橋のいずれの場合でも、水路橋と水路との取り付け部は、地盤の不同沈下、地震その他のため、事故を生じやすいから、特にその部分の補強を考慮しなければならない。

水路橋の水路には、維持管理上点検のため、巡視通路を設けることが必要である。また、危険防止のため、始点、終点には、立ち入り禁止さくを設け、場合によっては、水路部にふたを設けることが望ましい。

4.3 導水管

4.3.1 総則

導水管は、取水地点より浄水場まで原水を管水路式により導く施設で、いかなる条件下においても必要量の原水を確実に送り得るものでなければならない。導水管は、配水管と異なり、単一管路で終点が自由水面を有し、また取り扱う水が原水である。導水管の管種は、配水管として使用される鑄鉄管、ダクタイル鑄鉄管、鋼管、石綿セメント管および硬質塩化ビニル管のほか、プレストレストコンクリート管等が多く使用されている。管路およびその付属施設の詳細については、配水管に準ずるものとする。導水管は、主として専用路線や公道に、開削工法により埋設されるが、地盤、地形および地層等の事前調査を行い、管種の選定を慎重にするとともに、適切な基礎工、異形管防護工等を施さなければならない。また、河川、軌道および主要道路等の重要施設を横断したり、地形的に最小動水こう配線を越える山岳、丘陵等を横断するときには、水管橋を架設したり、推進工法、山岳トンネル工法あるいはシールド工法等非開削工法を採用することになるが、この場合通常の開削による地中埋設に比較して、3～4倍の工費を要するとともに、事故発生の場合復旧が困難であるので、できる限り最短距離で横断するよう配慮し、いずれの構造、工法を採用するかは、延長、地形、地質、災害に対する安全性および工事費等総合的に判断して決定する。導水管には地形、導水方式等に応じて、所要の付属設備が適所に配置されて、始めてその機能が発揮されるので、制水弁、減圧弁、空気弁、排水設備、接合弁および調圧水そう等を適切な位置に設置することが必要である。また、初期導水量は計画導水量に比較して、水量が少量であることが多いので、この場合にも安定して導水が行えるように、小流量時の流量調節設備や計量設備を、側管で設置しておくことが望ましい。

4.3.2 管種

導水管の管種は、7.4.2（管種）に定めるもののほか、プレストレストコンクリート管および遠心力鉄筋コンクリート管等を用いることができる。

〔解説〕

管種選定については、配水管に準ずるが、導水管は配水管と違い、給水分岐を行うことはなく、また、最低水圧の制限がないので、配水管としては不適当なプレストレストコンクリート管や遠心力鉄筋コンクリート管（ロール転圧、鉄筋コンクリート管を含む。）を用いることもできる。これらは他の管種に比較し耐食性に優れている。

表-7.5 配水管に使用する管種の特徴

材 質 別	長 所	短 所
鑄 鉄 管 (内面モルタルライニング)	(1) 強度が比較的大であり、耐食性がある。 (2) 切断がしやすい。 (3) メカニカル継手は可とう・伸縮性があり施工が容易である。	(1) 衝撃に弱い。 (2) 重量が重い。 (3) 継手の脱出に対し、異形管防護等を必要とする。 (4) 土じょうが特に腐食性の場合には外面防食、継手防食を必要とする。
ダクティル鑄鉄管 (内面モルタルライニング)	(1) 強度が大であり、耐食性がある。 (2) 強じん性に富み、衝撃に強い。 (3) メカニカル継手は可とう・伸縮性がある。 (4) 施工性がよい。 (5) 継手の種類が多く、U F, K F 形は離脱防止機構をもつ。	(1) 重量が比較的重い。 (2) 継手の脱出に対し、異形管防護等を必要とする。 (3) 土じょうが特に腐食性の場合には外面防食、継手防食を必要とする。 (4) 管内からの補修が困難である。(大口径管の場合)
鋼 管 (塗覆装鋼管)	(1) 強度が大である。(引張・曲げ) (2) 強じん性に富み、衝撃に強い。 (3) 溶接継手により、一体化ができ、継手脱出対策が不要である。 (4) 重量が比較的軽い。 (5) 加工性がよい。	(1) 温度伸縮継手、可とう継手の考慮が必要な場合がある。 (2) 電食に対する配慮が必要である。 (3) 継手の溶接・塗装に時間がかかり、ゆう水地盤での施工が困難である。 (4) たわみが大きい。(大口径管の場合)
石綿セメント管	(1) 耐食性、耐電食性が良好である。 (2) 継手は可とう・伸縮性がある。 (3) 重量が軽く、施工性がよい。 (4) 内面粗度が変化しない。 (5) 価格が安い。	(1) せん断強度が小さい。 (2) 衝撃に弱い。 (3) 継手の脱出に対し、異形管防護等を必要とする。 (4) 水質、土質によって、浸食されやすい。(このような場合は、塗覆装管がよい)
硬質塩化ビニル管	(1) 耐食性、耐電食性に優れている。 (2) 重量が軽く、施工性がよい。 (3) 融着、(接着)が可能である。 (4) 内面粗度が変化しない。 (5) 価格が安い。	(1) 低温時において耐衝撃性が低下する。 (2) 有機溶剤、熱、紫外線に弱い。 (3) 接着剤の引火に注意が必要である。 (4) 温度伸縮、可とう継手が必要である。

検水口は、5.9.6 (換気装置、人孔および検水口) に準ずる。

7.3.9 水位計

配水塔および高架タンクの水位計は、5.9.7 (水位計) に準ずる。

7.4 配水管

7.4.1 総則

配水管は、配水池、配水塔あるいは配水ポンプ等を起点として、その給水区域に配水するために布設する管であり、幹線となる配水本管と、幹線から分岐して直接給水管を取り付ける配水支管とからなる。配水管は、全給水区域を通じてなるべく水圧が均等になるよう、また、管内水が停滞しないように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等の重大な結果を生ずるので、その設計、施工に当たっては、将来需要を勘案して、管径決定、路線設定および管種選定を慎重に行

い、制水弁、空気弁、消火せん、減圧弁、安全弁、流量計、水圧計、排水設備、人孔およ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。

配水管には、鑄鉄管、ダクティル鑄鉄管、鋼管、石綿セメント管および硬質塩化ビニル管が使用されているが、内圧および外圧に対する安全性と、管路条件あるいは施工条件に対する適合性、水質に影響を及ぼさないこと等を考慮するとともに、経済性をも勘案して選定しなければならない。埋設場所の地盤状態によって、事故および漏水の発生しないよう、必要な管の基礎工、異形管の防護工、電食およびその他の腐食防止工について考慮しなければならない。

配水管の布設は、大部分が市街地道路に開削工法によって埋設され、河川の横断は橋りょう添架、水管橋あるいは河底の伏せ越しによって、軌道下の横断はさや管推進工法によって行われてきたが、近年、道路埋設物の増加ふくそうにより、推進工法、シールド工法の実施例が多くなってきた。更に、道路管理者が建設した共同溝(こう)内に配管する実施例および将来計画が、大都市

表-7.6(1) 配水管に使用する管種一覧表

名 称	規 格	管 径	摘 要			
ダ ク タ イ ル 鋳 鉄 管	ダクタイトル鋳鉄管 水道用ダクタイトル鋳鉄管	JIS G 5526 JWWA G 113	75~2,600mm "	K形 75~2,600mm 1~4.5種 A 75~ 350 1, 3種 T 75~2,000 1~4.5種 U 700~2,600 1~4.5種 KF 300~ 900 UF 700~2,600 SⅡ 100~ 450 1~3種 S 500~2,600 1~3種 K形 75~2,600 A 75~ 350 T 75~ 250 U 700~2,600 KF 300~ 900 UF 700~2,600 SⅡ 100~ 450 S 500~2,600 フランジ 75~2,600 大平面座, 溝付き 1~4種 1~3種		
	ダクタイトル鋳鉄異形管 水道用ダクタイトル鋳鉄異形管	JIS G 5527 JWWA G 114	75~2,600 "			
	U形推進工法用ダクタイトル鋳鉄管 U形推進工法用ダクタイトル鋳鉄管 T形推進工法用ダクタイトル鋳鉄管	JDPA G 1014 JDPA G 1015 JDPA G 1016	700~2,600 700~2,600 300~ 600			
	鋼 管	水道用亜鉛めっき鋼管 水道用塗覆装鋼管 水道用塗覆装鋼管の異形管	JIS G 3442 JIS G 3443 JIS G 3451		10~ 300 80~1,500 80~1,500	最大使用静水頭100m, ねじこみ " 100m, 溶接 " {100m (1種)} 溶接, フ {75m (2種)} ランジ 1号, 2号 最大使用静水頭100m 最高使用圧力10kg/cm ² , ねじこみ 静水頭100m, 呼び径 15~150mmねじ, 20-350mmフランジ 呼び径 { 350~ 700mm 1種管 800~ 900 1種管, 2種管 1,000~3,000 1種管, 2種管, 3種管 } 1種 {100m (1種)} {75m (2種)} 溶接, フランジ I型, II型 I型, II型
		ポリエチレン被覆鋼管 ねじ込み式可鍛鋳鉄製管継手 ねじ込み式鋼管製管継手 水道用硬質塩化ビニルライニング鋼管 水道用ポリエチレン粉体ライニング鋼管 硬質塩化ビニルライニング鋼管	JIS G 3469 JIS B 2301 JIS B 2302 JWWA K 116 JWWA K 132 WSP 011		15~2,000 1/8"~6" 1/8"~12" 15~ 150 15~ 80 15~ 350	
		水道用樹脂コーティング管継手 水道用塗覆装鋼管管種選定表	JWWA K 117 WSP 003		1/2"~6" 350~3,000	
		水道用塗覆装鋼管大径異形管 急速埋設継手鋼管 水道用推進鋼管	WSP 013 JIWA-7 WSP 017		1,600~2,000 800~2,600 600~2,600	

において行われつつある。

地下埋設物の増加に伴って、他の工事に起因する事故発生機会が多く、また、自己分岐工事のひん度も高いことから、管の誤認を避けるために管の明示工を施すことが必要となった。また、使用中の既設管を断水することなしに分岐用T字管を取り付け、あるいは、既設管と同管径の制水弁を取り付ける不断水工は、断水に伴う煩雑な業務の省略と、需要家に対する迷惑を防止する目的で用いられる。更に、既設管の通水能力を回復させて耐用年数の増加を図る管の更生は、配水管網の改良を加える見地から有効である。

なお、この章で述べる配水管は、管径75mm以上のものであって、管径50mm以下のものについては、9.2(給

水管)を参照のこと。

7.4.2 管種

配水管の管種は、次の各項をもととして選定しなければならない。

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. 管径に対して適当であること。
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。

[解説]

表-7.6(2)

	管 種	規 格	管 径	摘 要
石 綿 セ メ ン ト 管	水道用石綿セメント管	JIS A 5301	75~ 600mm	1 種
	〃	〃	100~ 800	2 種
	〃	〃	100~1, 500	3 種
	〃	〃	200~1, 500	4 種
	水道用石綿セメント管の石綿セメント継手	JIS A 5315	75~1, 500	1, 2, 3, 4種
	水道用石綿セメント管の鋼板継手及び鋼板異形管	JIS A 5519	75~1, 500	1, 2, 3, 4種
	水道用石綿セメント管の鋳鉄継手及び鋳鉄異形管	JIS A 5520	75~1, 500	1, 2, 3, 4種
	水道用鋼板巻込み石綿セメント管	JWWA A 110	75~ 150	1 種
	石綿セメント管用カラーチーズ	石綿管協会規格	100~ 200	1, 2種
	〃	〃	100~ 600	3 種
〃	〃	200~ 600	4 種	
硬 質 塩 化 ビ ニ ル 管	水道用硬質塩化ビニル管	JIS K 6742	13~ 150	最大使用静水頭 75m
	水道用硬質塩化ビニル管継手	JIS K 6743	13~ 150	〃 〃
	水道用耐衝撃性硬質塩化ビニル管	JWWA K 118	13~ 150	〃 〃
	水道用耐衝撃性硬質塩化ビニル管継手	JWWA K 119	13~ 150	〃 〃
	水道用ゴム輪形硬質塩化ビニル管	JWWA K 127	75~ 150	〃 〃
	水道用ゴム輪形硬質塩化ビニル管継手	JWWA K 128	75~ 150	〃 〃
	水道用ゴム輪形耐衝撃性硬質塩化ビニル管	JWWA K 129	75~ 150	〃 〃
	水道用ゴム輪形耐衝撃性硬質塩化ビニル管継手	JWWA K 130	75~ 150	〃 〃
	水道用硬質塩化ビニル管のゴム輪形鋳鉄異形管	JWWA K 131	75~ 150	〃 〃
	水道用硬質塩化ビニルRR片受直管	AS-14	200~ 300	〃 〃
水道用硬質塩化ビニルRR異形管	AS-16	200~ 300	〃 〃	
塗 覆 装 な ど	水道用遠心力球状黒鉛鋳鉄管モルタルライニング	JIS A 5314		
	水道用鋼管アスファルト塗覆装方法	JIS G 3491		
	水道用鋼管コールタールエナメル塗覆装方法	JIS G 3492		
	水道用ゴム	JIS K 6353		
	水道用タールエポキシ樹脂塗装方法	JWWA K 115		
	水道用鋼管モルタルライニング	JWWA A 109		
	水道用ダクタイト鋳鉄管内面エポキシ樹脂粉体塗装	JWWA G 112		
	水道用黒ワニス	JWWA K 125		
	水道用仕切弁内面エポキシ樹脂粉体塗装方法	JWVA 101		
	水管橋外面塗装基準	WSP 009		
	ダクタイト鋳鉄管防食用ポリエチレンスリーブ	JDPA Z 2005		
水道用塗覆装鋼管ジョイントコート	WSP 012			

配水管は、鋳鉄管、ダクタイト鋳鉄管、鋼管、石綿セメント管および硬質塩化ビニル管が使用されている。これらの管は、それぞれ、材料、製造方法、規格寸法および強度等を異にするものであるから、最も適したものを選定、使用することが望ましい。

1., 2.について；管は、内圧および外圧のいずれにも耐える強度を持つものでなければならない。内圧は、実際に使用する最大静水圧と水撃圧を考え、外圧は、埋設の場合には土圧および路面荷重を、そのほかの場合には、それぞれに応じた荷重条件を考えて管厚設計を行わなければならない。しかし、実際には、各管種とも日本工業規格（JIS）または日本水道協会規格（JWWA）等の規格において、1種管、2種管、3種管等の区別がある。

従って、特別の場合を除き、使用条件に応じて適当な

規格管を用いばよい。なお、水撃圧については、鋳鉄管、ダクタイト鋳鉄管、鋼管および石綿セメント管では目安として45~55m見込まれ、硬質塩化ビニル管では、管材のヤング率が前記の管材に比べて小さいことから25mを見込んである。

3.について；管種によって規格管径の範囲があるから、各管種についてその範囲内の管径を使用するに当たっては管径上の問題は一般にないが、規格外の管径のものを特注して使用する場合には、使用条件に従って、あらゆる面について十分な技術的検討を行う必要がある。

4.について；埋設場所の諸条件、すなわち、土質状態、他の地下埋設物の有無、施工環境、地下水の状況等を考慮して、最適の管種を選定すること。

配水管は、他の地下埋設物、すなわち、下水管、ガス管、電気ケーブルおよび電話ケーブル等のふくそうする

表-7.6(3)

	管 種	規 格	管 径	摘 要
弁 ・ せ ん	水道用仕切弁	JIS B 2062	50~1,200mm	立形 フランジ メカニカル つめ 筒7.5K
	〃	〃	400~1,500	横形 フランジ 7.5K
	水道用10kgf/cm ² 仕切弁	JWWA B 115	50~500	フランジ
	水道用バタフライ弁	JWWA B 114	200~1,500	立形 横形 フランジ
	水道用空気弁	JIS B 2063	13, 20, 25	単口 フランジ 7.5K
	〃	〃	50, 75, 100, 150	双口 〃 〃
	水道用急速空気弁	JWWA B 118	25, 75~200	フランジ ねじ込み
	水道用地下式消火せん	JWWA B 103	75	単口 フランジ
	〃	〃	100	双口 フランジ
	水道用制水弁キャップ	JWWA Z 103		
ふ た き よ う	水道用消火せん鉄ふた	JWWA B 105		
	水道用制水弁鉄ふた	JWWA B 106		
	水道用空気弁鉄ふた	JWWA B 112		
	水道用ねじ式制水弁きょう	JWWA B 110		

注1) JIS: 日本工業規格, JWWA: 日本水道協会規格, JDDA: 日本ダクタイル鉄管協会規格, AS: 塩化ビニル管・継手協会規格, WSP: 日本水道鋼管協会規格, JIWA: 日本工業用水協会規格, JWVA: 水道用バルブ工業会規格

2) 当分の間下記規格品も製造されている。

水道用遠心力球状黒鉛鑄鉄管 JIS G 5526, 水道用球状黒鉛鑄鉄異形管 JIS G 5527, 水道用T形遠心力ダクタイル鑄鉄管 JWWA G 110, 水道用T形ダクタイル鑄鉄異形管 JWWA G 111, K形遠心力ダクタイル鑄鉄管 JDDA G 1001, K形ダクタイル鑄鉄異形管 JDDA G 1002, U形遠心力ダクタイル鑄鉄管 JDDA G 1007, U形ダクタイル鑄鉄異形管 JDDA G 1008, フランジ形ダクタイル鑄鉄長管 JDDA G 1009, U形遠心力ダクタイル鑄鉄管 JDDA G 1010, U形ダクタイル鑄鉄異形管 JDDA G 1011, K形遠心力ダクタイル鑄鉄管 JDDA G 1012, KF形ダクタイル鑄鉄異形管 JDDA G 1013, S形遠心力ダクタイル鑄鉄管 JDDA G 1019, S II形遠心力ダクタイル鑄鉄管 JDDA G 1021, T形遠心力ダクタイル鑄鉄管 JDDA G 1024

表-7.7ダクタイル鑄鉄管管種選定標準一覧表は規格改訂に伴い削除

道路下に、これらと平行または交差して、布設時期を異にして埋設されるのが常であり、水圧または路面荷重等、布設時の仕様条件だけでなく、他工事のための露出や外傷を受けることが多く、また、支障移転あるいは自己分岐工事等もひんぱんに行う機会が多いので、環境に応じて管断面および軸方向の強さ、加工性、継手の形式、維持管理等を十分考慮して管種を決めなければならない。また、材質によって、腐食性の強い土質や地下水が地域的に予想される場合は、この面についても慎重に検討されなければならない。なお、露出部分については、
 紫外線の影響や有機溶剤の影響等がある場所での硬質塩化ビニル管の使用は好ましくない。

5. について；管種によって継手の構造が異なり、これが施工の難易、遅速を支配する大きな要素になっているから、早期に埋戻しが要求されるような場合には、その継手構造に対する施工性も考えて管種を選ぶ必要がある。また、継手の構造によって、可とう性、抜け出しに対する抵抗、伸縮性等が相違することも考慮に入れる必要がある。更に、管種によって管の自重が異なるから、このことも施工性に影響を与える要素をもっている。

水道用ダクタイル鑄鉄管について、日本水道協会が規格として定めた支持角60°の場合の管種選定例を表-7.8

に示す。

水道用塗覆装鋼管の管種選定について日本水道鋼管協会が規格として定めた管種選定表を、表-7.9に、水道用石綿セメント管の管種選定について石綿管協会が作成した管種選定表を、表-7.10に示す。

規格管の管厚は、以上のように、相当安全率をもっているため、管自体としては相当安全であるが、継手および異形管の構造、施工の良否、外圧の状態等を勘案して、選定条件を誤らぬことが大切である。特に、他の埋設物工事等で露出され、側土圧が減少あるいは全く期待できない場合、受け防護またはつり防護を施す必要がある場合、水管橋のような地上構造物で、自重その他の外荷重から生ずる外力が作用する場合等に規格管を用いる場合には、その規格値の算出根拠となっている外力条件の範囲内で使用されなければならない。

6. について；給水せん水における赤水等の原因をみると、鉄管類のさびに起因するものが多く、亜鉛めっき鋼管からの亜鉛溶出による白濁水、更にそれに続いて起こる鋼管からの赤水も比較的多い。我が国の水は、一般に軟水で、比較的腐食性が強いうえに、塩素消毒を実施しているから、更に腐食性は強くなっている。鉄管類の腐食現象は、物理学的、化学的および生物学的諸要因が複

表-7.8 ダクタイル鋳鉄管管種選定表 (管底支持角 $2\theta=60^\circ$) (JWWA G 113解説)

土かぶり(m) 最高使用圧力 (静水圧)kgf/cm ²	3.0					2.4					2.1				
	20	15	10	7.5	4.5	20	15	10	7.5	4.5	20	15	10	7.5	4.5
呼び径mm															
75-300	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
350	1	3	3	3	3	1	3	3	3	3	1	3	3	3	3
400	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3
450	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3
500	1	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3
600	2	2	4	4	4	2	3	4	4	4	2	3	4	4	4
700	2	2	3	3	4	2	3	3	4	4	2	3	3	4	4
800	1	2	3	4	4	2	3	3	4	4	2	3	3	4	4
900	1	2	3	4	4	1	2	4	4	4	1	2	3	4	4
1,000	1	2	3	4	4	2	2	4	4	4	2	2	3	4	4
1,100	1	2	3	4	4	2	2	4	4	4	2	2	3	4	4
1,200	1	2	3	3	4	2	2	3	4	4	2	2	3	4	4
1,350	1	2	3	3	4	1	2	3	4	4	1	2	3	4	4
1,500	1	2	3	3	4	2	2	3	4	4	2	2	3	4	4
1,600	1.5	2	2.5	3	4	2	2.5	3	4	4	2	2.5	3.5	4	4
1,650	1.5	2	2.5	3	4	2	2.5	3	4	4	2	2.5	3.5	4	4.5
1,800	1.5	2	2.5	3	4	1.5	2.5	3	4	4	2	2.5	3.5	4	4.5
2,000	1.5	2	2.5	3	3.5	1.5	2.5	3	3.5	4	2	2.5	3.5	4	4.5
2,100	1.5	2	2.5	3	3.5	2	2.5	3	3.5	4	2	2.5	3.5	4	4.5
2,200	1.5	2	2.5	3	3.5	1.5	2.5	3	3.5	4	2	2.5	3.5	4	4.5
2,400	1.5	2	2.5	3	3.5	1.5	2.5	3	3.5	4	2	2.5	3.5	4	4.5
2,600	1.5	2	2.5	3	3.5	1.5	2.5	3	4	4	2	2.5	3.5	4	4.5

土かぶり(m) 最高使用圧力 (静水圧)kgf/cm ²	1.8					1.5					1.2				
	20	15	10	7.5	4.5	20	15	10	7.5	4.5	20	15	10	7.5	4.5
呼び径mm															
75-300	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
350	1	3	3	3	3	1	3	3	3	3	1	3	3	3	3
400	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3
450	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3
500	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3
600	2	3	4	4	4	2	3	4	4	4	2	3	4	4	4
700	2	3	3	4	4	2	3	4	4	4	2	3	4	4	4
800	2	3	4	4	4	2	3	4	4	4	2	3	4	4	4
900	2	3	4	4	4	2	3	4	4	4	2	3	4	4	4
1,000	2	3	4	4	4	2	3	4	4	4	2	3	4	4	4
1,100	2	3	4	4	4	2	3	4	4	4	2	3	4	4	4
1,200	2	3	3	4	4	2	3	4	4	4	2	3	4	4	4
1,350	2	2	4	4	4	2	3	4	4	4	2	3	4	4	4
1,500	2	2	4	4	4	2	3	4	4	4	2	3	4	4	4
1,600	2	2.5	4	4	4.5	2.5	3	4	4.5	4.5	2.5	3.5	4	4.5	4.5
1,650	2	2.5	4	4	4.5	2.5	3	4	4.5	4.5	2.5	3.5	4	4.5	4.5
1,800	2	2.5	4	4	4.5	2	3	4	4.5	4.5	2.5	3.5	4.5	4.5	4.5
2,000	2	3	3.5	4	4.5	2.5	3	4	4.5	4.5	2.5	3.5	4.5	4.5	4.5
2,100	2	3	3.5	4	4.5	2	3	4	4.5	4.5	2.5	3.5	4.5	4.5	4.5
2,200	2	2.5	3.5	4	4.5	2	3	4	4.5	4.5	2.5	3.5	4.5	4.5	4.5
2,400	2	2.5	4	4	4.5	2.5	3	4	4.5	4.5	2.5	3.5	4.5	4.5	4.5
2,600	2	2.5	4	4	4.5	2	3	4	4.5	4.5	2.5	3.5	4.5	4.5	4.5

備考 1. 表中の数値は管種を示す 2. 布設状態：平底みぞ 3. 引張強さ：42kgf/mm² 4. 輪荷重：20t,トラック2台並行同時通過,衝撃に対し,50%増 5. 水撃圧：5.5kgf/cm² 6. 呼び径300mm以下の管については,分水せん孔の関係から,1種管の使用を原則とするが,3種管を使用する場合は水道用サドル付分水せんを使用しなければならない。

表-7.9 水道用塗覆装鋼管の管厚と管種選定表 (WSP 003)

土の反力 係数(kg/cm ²) 呼び径(mm)	管厚 (mm)			土 か ぶ り (m)												備 考									
	1種	2種	3種	1.5				2.0				2.5					3.0								
				35	28	20	14	35	28	20	14	35	28	20	14		35	28	20						
350	6.0			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
400	6.0			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	表中の1, 2, 3は管種を示す。選定に関する設計条件。 ・矢板施工： 垂直土圧公式 ・管支持角： 90° ・土の単位重量 1.7 t/m ² ・輪荷重： T-20, 2台 ・計算式 WS P030-80 (水道用埋設鋼管の管厚計算基準)による
450	6.0			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
500	6.0			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
600	6.0			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
700	6.0			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
800	7.1	6.0		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
900	7.9	6.4		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
1,000	8.7	7.1	6.0	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	
1,100	10.3	7.9	6.4	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	
1,200	11.1	8.7	7.1	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	
1,350	11.9	9.5	7.9	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	
1,500	12.7	11.1	8.7	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	
1,600	14.0	12.0	9.0	3	3	2	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	
1,650	15.0	12.0	9.0	3	3	2	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	
1,800	16.0	13.0	10.0	3	3	2	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	
1,900	17.0	14.0	11.0	3	3	2	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	
2,000	18.0	15.0	11.0	3	3	2	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	
2,100	19.0	16.0	12.0	3	3	2	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	
2,200	20.0	16.0	12.0	3	3	2	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	
2,300	21.0	17.0	13.0	3	3	2	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	
2,400	22.0	18.0	13.0	3	3	2	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	
2,500	23.0	18.0	14.0	3	3	2	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	
2,600	24.0	19.0	14.0	3	3	2	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	
2,700	25.0	20.0	15.0	3	3	2	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	
2,800	25.0	20.0	15.0	3	3	2	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	
2,900	26.0	21.0	16.0	3	3	2	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	
3,000	27.0	22.0	17.0	3	3	2	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	

表-7.10 水道用石綿セメント管の管種選定表

種 類	試験水圧 (kg/cm ²)	使用静水頭 (m)
1 種	28	90以下
2 種	22	65以下
3 種	18	50以下
4 種	13	30以下

注) 使用静水頭は、水撃圧 (5.5kg/cm²) を差し引いて2.5倍の安全率を見込んだ値

大口徑管については外圧を考慮して、種々検討のうえ管種を決定する必要がある。

雑に関係しており、水質改善によってさびの発生を抑制するには、今後の研究に待つところが多い。配水管による赤水等の発生のおそれのある場合は、さびが発生しにくい管材、または適当な内面塗装を施した管材を用いなければならない。铸铁管、鋼管の塗装の種類としては、

- ① コールタールエナメル塗覆装, ② モルタルライニン

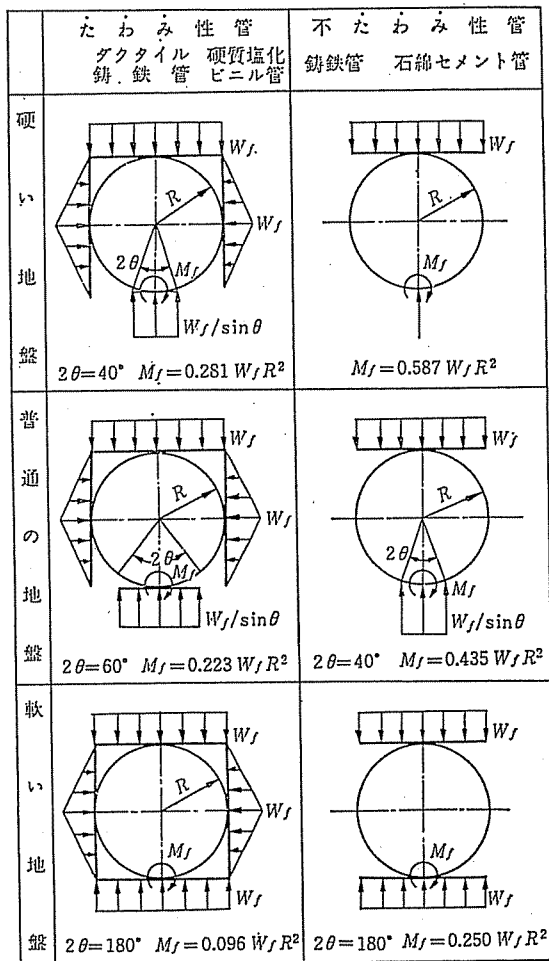
グ, ③ タールエポキシ樹脂塗装④ エポキシ樹脂粉体塗装等がある。亜鉛めっき鋼管を用いている場合、水質により管内の亜鉛の溶出による白濁水が発生し、続いて赤水が発生することがある。既に合成樹脂系の被覆鋼管が開発され、一部では使用されつつある。

〔参考-1〕 管の支持角

基礎の状態別の支持角は、地盤、埋戻し状態により異なる。一例を示すと、参考図-7.1のとおりである。

土基礎の支持角の標準を示せば、参考表-7.1のとおりである。

1. 土基礎の設計支持角; 参考表-7.1の値を標準とする。
2. 砂基礎の設計支持角; 砂基礎の設計支持角は、150°以上の砂基礎で、十分に締固めた場合は120°とし、締固めない場合は90°とする。150°未満の砂基礎で、十分に締固めた場合はおおむね30°減とし、締固めない場合はおおむね60°減とする。
3. コンクリート基礎の設計支持角; コンクリートの巻立て角をもって設計支持角とする。

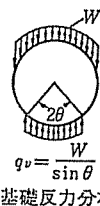


参考図-7.1 荷重分布 (平底みぞ, 掘削土埋めどし, 管側掘固なし)

注) M_f は管底に作用する最大曲げモーメント (ダクタイル管路, 日本ダクタイル鉄管協会)

参考表-7.1 土基礎の設計支持角の標準値

土 質	締固め程度	支持角 (2θ)	
		不とう性管	とう性管
シルト質ローム	締固めなし	30	60
砂質粘土ローム	締固めなし	60	60
"	十分な締固め	90	90
粒度分布の良い砂レキ	普通の締固め	90	90



(土地改良事業計画設計基準)
農林省構造改善局 昭和48年3月

[参考-2] 管厚計算

主な管種の管厚計算方法を, 次に示す。

1. ダクタイル鑄鉄管管厚計算式

静水圧, 水撃圧, 土かぶりによる土圧, トラック荷重による土圧を全部同時に考慮して誘導している。

今, 静水圧を P_s , で水撃圧を P_d で表わすと内圧によって発生する引張応力 σ_t は

$$\sigma_t = \frac{(P_s + P_d)d}{2t} \quad \text{である。}$$

また, 土かぶりにより発生する曲げモーメントを M_f , トラック荷重により発生する曲げモーメントを M_i とすると, 外圧によって発生する曲げ応力 σ_b は

$$\sigma_b = \frac{(M_f + M_i)}{Z}$$

$$Z = \frac{bt^2}{6}$$

b : 単位長さ

$$\therefore \sigma_b = \frac{6(M_f + M_i)}{t^2}$$

土かぶりによる土圧を W_f , トラック荷重による土圧を W_i で表わすと

$$M_f = K_f \cdot W_f \cdot R^2$$

$$M_i = K_i \cdot W_i \cdot R^2$$

であるからこれを上式に代入すると

$$\sigma_b = \frac{6(K_f W_f + K_i W_i)R^2}{t^2} \quad \text{となる。}$$

さて, σ_b は曲げ応力であるから引張応力に換算するために 0.7 を乗じ, 許容応力を σ_z とすると, 管厚は次式を満足するように決定すればよいことになる。

$$\sigma_t + 0.7\sigma_b = \sigma_z$$

ここで, 静水圧に対し安全率 2.5

水撃圧に対し安全率 2.0

土かぶりによる土圧安全率 2.0

路面荷重による土圧安全率 2.0

を見込み, 管材の抗張力を S とすると計算式は

$$2.5\sigma_{ts} + 2.0\sigma_{td} + 1.4\sigma_b = S$$

ここに,

σ_{ts} : 静水圧による応力

σ_{td} : 水撃圧による応力

$R \approx Dm/2$ と置いて解くと

$$S t^2 - (1.25P_s + P_d)dt - 2.1(K_f W_f + K_i W_i) Dm^2 = 0$$

$Dm \approx d$ と置いて t について解くと

$$t = \frac{(1.25P_s + P_d) + \sqrt{(1.25P_s + P_d)^2 + 8.4(K_f W_f + K_i W_i)S}}{2S}$$

$$+ \frac{K_i W_i S}{d}$$

となる。

参考表-7.2 管底の支持角によって定まる係数値 (ダクタイル鑄鉄管) K_f

管底の支持角	40°	60°	90°	120°	180°
管 頂	0.140	0.132	0.121	0.108	0.096
管 底	0.281	0.223	0.160	0.122	0.096

ここに、

t : 計算管厚 (mm) d : 管口径 (mm)

P_s : 静水圧 (kg/cm²) P_d : 水撃圧 (kg/cm²)

W_f : 土かぶりによる土圧 (kg/cm²)

W_t : 路面荷重による土圧 (kg/cm²)

S : 管材の抗張力 (kg/cm²)

K_f : 管底の支持角によって定まる係数で参考表-7.2 のようである。

K_t : 管頂0.076 管底0.011

さらに公称管厚 T は

$T = (t+2) \times 1.1$ (mm) $t+2 \geq 10$ mm の場合

$T = (t+2) + 1$ (mm) $t+2 < 10$ mm の場合

である。

管頂、管底の両者について計算し大きい方を採用する。

2. 鋼管管厚計算式 (WSP 030)

1) 内圧応力 (円周方向)

$$\sigma_t = \frac{P \cdot D}{2t} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

2) 変形量 (水平方向)

$$\Delta X = \frac{2 K_x (W_v + W_t) R^4}{EI + 0.061 E' R^3} \quad (\text{cm})$$

3) 曲げ応力 (管底)

$$\sigma_b = \frac{2}{fZ} (W_v + W_t) \frac{K_b \cdot R^2 EI + K_y \cdot E' R^3}{EI + 0.061 E' R^3} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

ここに、

P : 内圧 (kg/cm²)

D : 管の平均径 (cm)

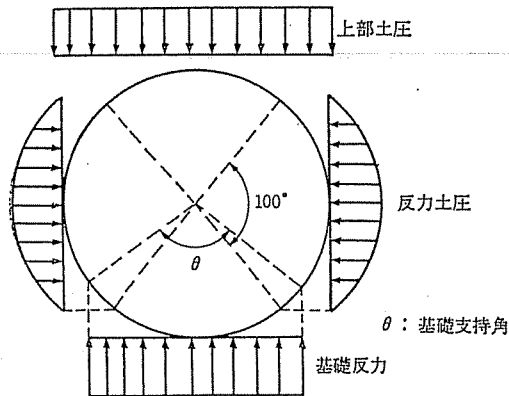
t : 管厚 (cm)

R : 管の平均半径 (cm)

W_v : マーストン又は垂直公式による鉛直土荷重 (kg/cm²)

W_t : 衝撃係数を考慮した45°分散の車輻荷重 (kg/cm²)

f : 形状係数 1.5



参考図-7.2 荷重分布図

Z : 管の単位幅の断面係数 $\frac{t^3}{6}$ (cm²)

I : 管の単位幅の断面2次モーメント $\frac{t^3}{12}$ (cm³)

E : 鋼の弾性係数 2.1×10^6 (kg/cm²)

E' : 参考表-7.3(1)による土の反力係数 (kg/cm²)

K_b, K_x, K_y : 参考表-7.3(2)によって定める係数

参考表-7.3(1) 土の反力係数 E' (鋼管)

土の種類 (統一分類法による)	締固め度による E' (kg/cm ²)		
	締固めなし	軽度の締固め プロクター密度で <85% 相対密度で <85%	中程度の締固め プロクター密度で ≥85~95% 相対密度で ≥40~70%
細粒土 (LL > 50) 中程度の塑性から高塑性までの土 CH, MH, CH-MH	利用できるデータがない; 有資格の土質技術者に相談のこと, その他の場合は $E' = 0$ を使用のこと。		
細粒土 (LL ≤ 50) 中程度の塑性から塑性のない土まで CL, ML, ML-CL (粗粒部分25%以下)	3.5	14	28
細粒土 (LL ≤ 50) 中程度の塑性から塑性のない土まで CL, ML, ML-CL (粗粒部分25%以上) 細粒土を含む粗粒土 GM, GC, SM, SC (12%以上の細粒土を含む)	7	28	70
細粒土をほとんど含まないか全く含まない粗粒土 GW, GP, SW, SP (12%以下の細粒土を含む)	14	70	140

参考表-7.3(2) 管基礎支持角によって定まる係数値 (鋼管)

支 承 角	K_b	K_x	K_y
60°	0.189	0.103	0.00307
90°	0.157	0.096	0.00171
120°	0.138	0.089	0.00107
150°	0.128	0.085	0.00082

4) 許容応力

道路橋示方書などを参考として、JIS G 3457-1978 (配管用アーケ溶接炭素鋼管) STPY 41, JIS G 3101-1976 (一般構造用圧延鋼材) SS 41, または JIS G 3106-1977 (溶接構造用圧延鋼材) SM 41の許容応力は $1,400\text{kg/cm}^2$ とした。

5) 許容変形率

JIS G 3491-1977(水道用鋼管アスファルト塗覆装方法)または JIS G 3492-1977 (水道用鋼管コールタールエナメル塗覆装方法)に規定される塗覆装を行ったもの、ならびに JWVA K 115-1974 (水道用タールエポキシ樹脂塗料塗装方法)による塗装を施したものは、許容変形率を管の呼び径の5%とする。また、JWVA A 109-1979 (水道用鋼管モルタルライニング)によるモルタルライニングを施したものでは、許容変形率を管の呼び径の3%とする。これらの変形率はいずれも実績または実験等によって変形率に対し十分の安全性を持っていることが確認されている。

6) 管厚公差

管厚公差については、安全を考慮して、許容応力および許容変形率を決めたので加算しない。

3. 石綿セメント管管厚計算式

石綿セメント管の管厚 t は、一般に次式により計算し、求めた管厚 t を満足する管種を、JIS A 530-1971 (水道用石綿セメント管)より選定する。

$$t \geq \sqrt{\frac{6MS}{\sigma_c \left[1 - \frac{(H_s + H_w)R \cdot S}{t \cdot \sigma_c} \right]^{1/2}}}$$

ここに、

t : 管厚 (cm)

R : 管厚中心半径 (cm)

M : 管体に生ずる最大曲げモーメント (kg-cm)

H_s : 静水圧 (kg/cm²)

H_w : 水撃圧 (kg/cm²)

σ_c : 外圧強度 呼び径 250~600...500kg/cm²

” 700~ 900...450 ”

” 1,000~1,500...400 ”

σ_t : 内圧強度 225kg/cm²

S : 安全率

静水圧 H_s は、参考表-7.4の値を上回らないこと。

参考表-7.4 管種別使用静水頭の上限值 (石綿セメント管)

管 種	1	2	3	4
使用静水頭(m)	90以下	65以下	50以下	30以下

【使用静水頭は試験水圧から水撃圧 (5.5kg/cm²) を差し引いて2.5倍の安全率を見込んだ値】

管体に生ずる最大曲げモーメント M は次式で求め、それぞれの曲げモーメントは参考表-7.5で計算する。

$$M = M_v + M_w + M_d + M_h$$

ここに、

M : 管体に生ずる最大曲げモーメント (kg-cm)

M_v : 鉛直等分布荷重 (静土圧+動土圧) による曲げモーメント (kg-cm)

M_w : 管内水重による曲げモーメント (kg-cm)

M_d : 管の自重による曲げモーメント (kg-cm)

M_h : 側面水平荷重による曲げモーメント (kg-cm)

参考表-7.5 自由支承された管の最大曲げモーメント (単位 kg-cm)

項 目 モーメント	支持角 (2θ)	モーメント式	荷重作用条件	摘 要
鉛直等分布荷重 による曲げモー メント (M_v)	0°	$0.587qvR^2$		qv : 鉛直土圧 (静土圧+動土圧) (Kg/cm ²)
	30°	$0.468qvR^2$		
	60°	$0.377qvR^2$		
	90°	$0.314qvR^2$		
	120°	$0.275qvR^2$		
	180°	$0.250qvR^2$		
管内水重による 曲げモーメント (M_w)	0°	$0.750WR^3$		W : 水の単位体積重量 (0.001Kg/cm ²)
	30°	$0.563WR^3$		
	60°	$0.419WR^3$		
	90°	$0.321WR^3$		
	120°	$0.260WR^3$		
	180°	$0.220WR^3$		
管の自重による 曲げモーメント (M_d)	0°	$0.238WdR$		Wd : 管長 1 cm 当たり重量 (Kg)
	30°	$0.179WdR$		
	60°	$0.133WdR$		
	90°	$0.102WdR$		
	120°	$0.082WdR$		
	180°	$0.070WdR$		
側面水平荷重に よる曲げモー メント (M_h)	0°~180°	$-(0.146C+0.104) \times P_1 R^2$		$C = \frac{P_2}{P_1}$ ここに、 $P_1 = K\omega H$ $P_2 = K\omega (H+D)$

4. 硬質塩化ビニル管管厚計算式

1) 内圧と管厚

$$t \geq \frac{P}{2f} d = 0.6d$$

ここに、

t : 最小管厚 (mm)

P : 静水圧 (7.5kg/cm²) + 水撃圧 (2.5kg/cm²)
= 10kg/cm²

f : 設計応力 85kg/cm² (50kg/cm² × 1.7 × 3) (最大引張周応力500kg/cm², 安全率6)

d : 管内径 (mm)

2) 外圧とたわみ, 発生応力

塩ビ管を土中に埋め込んだ場合, 石等による局部的の支承がないようにすれば, 150mm以下では土かぶり120cm以上ならば, 土圧・輪圧の外荷重に対して, たわみ率は5%以下, 応力は設計応力以下で問題にする必要はない。

なお, 支承角すなわち砂基礎をしっかりとすることにより, 応力はかなり小さくなる。

たわみ ($\delta_h/2r \leq 5\%$)

$$\delta_h = \frac{2Fd \cdot F_R \cdot r^4}{EI + 0.061E'r^3} P_v \text{ (cm)}$$

$$\left(\begin{array}{l} P_h = K \frac{\delta_h}{2} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \\ E' = K_r \end{array} \right)$$

$$= \frac{24Fd \cdot F_R \cdot r}{E(t/r)^3 + 0.732E'} P_v \text{ (cm)}$$

または、

$$\frac{\delta_h}{2r} = \frac{(Fd \cdot F_R \cdot r^3)}{EI + 0.061E'r^3} P_v \times 100(\%)$$

$$= \frac{12Fd \cdot F_R}{E(t/r)^3 + 0.732E'} P_v \times 100(\%)$$

曲げ周応力 設計応力200kg/cm² (最大曲げ強さ900kg/cm²)

$$\sigma_{BH} = 12(r/t)^2 \left[K - \frac{F_R \cdot E' \cdot r^3}{12(EI + 0.061E'r^3)} \right] P_v \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

ここに、

P_h : 埋設管がたわむことによって生ずる水平土圧

kg/cm²

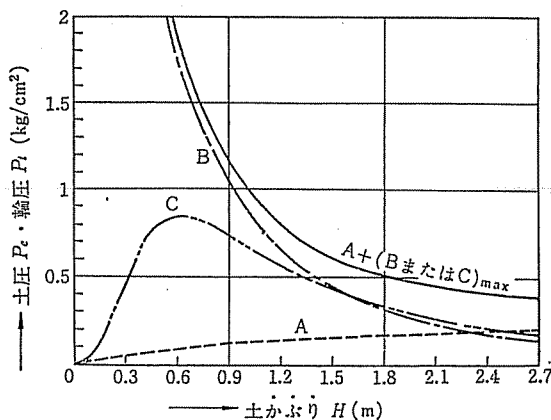
P_v : 埋設管にかかる鉛直方向の土圧(土圧+輪圧)kg/cm²

δ_h : 水平方向の埋設管のたわみ cm

参考表-7.6 土圧輪圧 (20ton トラック) 計算値 (硬質塩化ビニル管)

土かぶり cm		30	60	90	120	150	180	210	240	270
土圧・輪圧kg/cm ²										
土	圧 P_e A	0.05	0.09	0.12	0.14	0.16	0.18	0.19	0.20	0.21
輪 圧	1台直下 B	6.51	1.80	1.02	0.65	0.44	0.32	0.24	0.18	0.15
	2台並列中央 C	0.47	0.86	0.74	0.59	0.42	0.33	0.27	0.21	0.18
合計	A + B	6.56	1.89	1.14	0.79	0.60	0.50	0.43	0.38	0.36
	A + C	0.52	0.95	0.86	0.73	0.58	0.51	0.46	0.41	0.39
	A + (BまたはC) max	6.56	1.89	1.14	0.79	0.60	0.51	0.46	0.41	0.39

参考表-7.7 埋設管にかかる土圧・輪圧 (20ton トラック)



参考表-7.8 支承角係数 F_R

支承角	0°	30°	45°	60°	90°	120°	180°
支承角係数 F_R	0.110	0.108	0.105	0.102	0.096	0.090	0.083

参考表-7.9 硬質塩化ビニル管における Spangler 式の E' 値

土質	砂	砂質壤土	ローム
つきかため			
有	100	70	40
無	10 以下	10 以下	10 以下

参考表-7.10 モーメント係数 $K = M/\omega r = M/2r P_v$

支承角	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°
K	管底 K_b	0.294	0.235	0.189	0.157	0.138	0.128
	管頂 K_t	0.150	0.148	0.143	0.137	0.131	0.126
	管側 K_s	0.153	0.152	0.147	0.140	0.133	0.127

r : 管厚中心半径 cm

t : 管厚 cm

F_d E_d : 埋めもどし土の縮まり具合の遅延係数 経験的に1.5

F_R : 埋設管基礎の支承角によって決まる係数

E : 管材の曲げ弾性率 (ここでは34,000) kg/cm

E' : k_r

k : 埋めもどし土の水平方向の地盤支持力係数通常地盤が1 cm圧縮される力 kg/cm²

I : $t^3/12$: 管長1 cm 当たりの断面2次モーメント

参考表-7.11 外圧 $P_v=1 \text{ kg/cm}^2$ によって発生する埋設塩ビ管のたわみと応力

埋戻土	支 承 角	項 目	呼 び 径 (mm)										
			13	16	20	25	30	40	50	75	100	150	
砂 つ き か た め	0°	δ	0.025	0.032	0.067	0.097	0.190	0.312	0.505	0.964	1.390	2.238	
		$\delta/2r$	0.16	0.17	0.29	0.34	0.55	0.71	0.91	1.16	1.30	1.44	
		σ_{BH}	32.9	34.3	48.9	54.6	76.7	92.2	111.5	136.8	151.0	168.1	
	90°	δ	0.022	0.029	0.060	0.086	0.166	0.273	0.438	0.839	1.208	1.958	
		$\delta/2r$	0.14	0.15	0.26	0.30	0.48	0.62	0.79	1.01	1.13	1.26	
		σ_{BH}	17.2	18.0	25.2	27.8	37.9	44.3	51.6	60.1	64.0	68.3	
	E' 100	180°	δ	0.019	0.025	0.051	0.074	0.145	0.238	0.383	0.731	1.048	1.694
			$\delta/2r$	0.12	0.13	0.22	0.26	0.42	0.54	0.69	0.88	0.98	1.09
			σ_{BH}	13.6	14.2	19.9	22.1	29.7	34.5	39.7	45.2	48.3	51.1
砂 質 壤 土 つ き か た め	0°	δ	0.026	0.034	0.069	0.103	0.204	0.339	0.561	1.097	1.614	2.657	
		$\delta/2r$	0.17	0.18	0.30	0.36	0.59	0.77	1.01	1.32	1.51	1.71	
		σ_{BH}	33.1	34.6	49.6	55.6	79.0	95.8	116.5	143.9	159.9	178.3	
	90°	δ	0.022	0.029	0.060	0.088	0.179	0.299	0.488	0.964	1.411	2.331	
		$\delta/2r$	0.14	0.15	0.26	0.31	0.52	0.68	0.88	1.16	1.32	1.50	
		σ_{BH}	17.4	18.2	25.9	28.8	39.9	47.6	56.2	66.6	72.1	77.8	
	E' 70	180°	δ	0.020	0.025	0.053	0.077	0.155	0.255	0.422	0.839	1.219	2.005
			$\delta/2r$	0.13	0.13	0.23	0.27	0.45	0.58	0.76	1.01	1.14	1.29
			σ_{BH}	13.8	14.5	20.4	22.9	31.5	37.0	43.4	51.1	55.1	58.9
ロ ーム つ き か た め	0°	δ	0.026	0.034	0.071	0.105	0.217	0.374	0.633	1.296	1.946	3.294	
		$\delta/2r$	0.17	0.18	0.31	0.37	0.63	0.85	1.14	1.56	1.82	2.12	
		σ_{BH}	33.4	35.0	50.5	56.8	81.6	99.8	122.9	154.0	172.8	194.0	
	90°	δ	0.023	0.030	0.062	0.091	0.190	0.326	0.549	1.138	1.700	2.875	
		$\delta/2r$	0.15	0.16	0.27	0.32	0.55	0.74	0.99	1.37	1.59	1.85	
		σ_{BH}	17.8	18.6	26.6	29.8	42.3	51.2	61.7	75.5	83.0	91.1	
	E' 40	180°	δ	0.020	0.027	0.055	0.080	0.166	0.282	0.477	0.981	1.465	2.486
			$\delta/2r$	0.13	0.14	0.24	0.28	0.48	0.61	0.86	1.18	1.37	1.60
			σ_{BH}	14.1	14.7	21.8	23.6	33.2	40.3	48.4	58.9	64.6	69.9
つ き か た め 無 し	0°	δ	0.026	0.034	0.074	0.111	0.235	0.414	0.722	1.571	2.437	4.305	
		$\delta/2r$	0.17	0.18	0.32	0.39	0.68	0.94	1.30	1.89	2.28	2.77	
		σ_{BH}	33.8	35.3	51.4	58.0	84.6	104.9	131.1	168.3	191.2	219.1	
	90°	δ	0.023	0.030	0.064	0.097	0.204	0.361	0.633	1.371	2.127	3.745	
		$\delta/2r$	0.15	0.16	0.28	0.34	0.59	0.82	1.14	1.65	1.99	2.41	
		σ_{BH}	18.0	18.8	27.3	30.8	44.9	55.2	69.0	88.0	99.3	113.1	
	E' 10	180°	δ	0.020	0.027	0.055	0.083	0.176	0.312	0.544	1.188	1.839	3.248
			$\delta/2r$	0.13	0.14	0.24	0.29	0.51	0.71	0.98	1.43	1.72	2.09
			σ_{BH}	14.3	15.0	21.1	24.4	35.6	43.9	54.8	69.6	78.2	88.8

注) $F_d=1.5$, $P_v=1 \text{ kg/cm}^2$ として計算 δ : たわみ mm, $\delta/2r$: たわみ率, σ_{BH} : 応力 kg/cm^2

σ_{BH} : 曲げ応力 kg/cm^2

K : モーメント係数 ($M=K \cdot \omega r$)

M : 管長 1 cm あたりのモーメント $\text{kg} \cdot \text{cm/cm}$

ω : 管長 1 cm あたりの P_v による線荷重 ($=2rP_v$)

7.4.3 水圧

配水管の水圧は、次の各項に適合するものとする。

1. 最大静水圧は、使用する各種の規格最大静水

圧を越えないようにすること。

2. 最小動水圧は、 $1.5 \sim 2.0 \text{ kg/m}^2$ を標準とすること。ただし火災時には、使用中の消火せんで負圧にならなければよい。

3. 最大動水圧は、最高 4.0 kg/cm^2 程度とすることが望ましい。

【解説】

1. について; JIS または JWWA に示されているそ

それぞれの管種を使用する際は、規格最大静水圧を越えないように計画するのが原則である。

2. について；配水管の動水圧が高ければ高いだけ、給水装置をとおして高層建築の高層部へ直接給水できるが、一方、一般には最小動水圧を高くすることは、施設費および管理費が高くなって経済上不利となるし、配水管および給水装置よりの漏水量も多くなるので、これらを勘案して、二階建家屋への直接給水を確保できるように、最小動水圧1.5~2.0kg/cm²を標準としたものである。

3. について；水圧があまり高すぎると、かえって使用にむだが多くなり、漏水も多くなるから、4.0kg/cm²程度を最高とすることが望ましい。

7.4.4 管径

配水管の管径は、次の各項をもととして定めなければならない。

1. 管路の動水圧が、平時、火災時のいずれにおいても、それぞれ設計上の最小動水圧以上になるよう、かつ、給水区域内における水圧の分布ができるだけ均等となるように定めること。
2. 管径算定に当たっては、配水池、配水塔および高架タンクの水位は、いずれも低水位をとること。

【解説】

1, 2. について；7.4.3 (水圧) の2. に示されているように、平時は最小動水圧が1.5~2.0kg/cm²となるよう計画すればよい。火災時の最小動水圧は、使用中の消火せんの位置で負圧にならず、そのほかの地域に著しい水圧低下がないように計画するのである。平時、火災時の双方について水理計算を行い、動水圧がそれぞれ設計上の最小動水圧を下回らないよう管径を計算し、兩者のうち大なるほうをとる。

管径を定めるに当たっては、給水区域内の動水圧の分布ができるだけ均等になるように、また配水管内の水が一時的に流動し難く、一部に停滞して水質が悪化しないように努めなければならない。給水区域内の土地の高低の多い所は、特に注意しなければならない。

以上のことを考慮して、配水管はできるだけ相互に網目状に連絡し、いわゆる管網を形成するように計画し、管網としての流量計算によるのがよい。動水圧の計算に際しては、配水池などの低水位をもとにすることは当然である。

我が国で一般に用いられている管水路の流量公式は、ヘーゼン・ウィリアムス (Hazen-Williams) 公式、ガンギレー・クッター (Ganguillet-Kutter) 公式および池田公式であるが、このうち、最も代表的なヘーゼン・ウィリアムス公式を示せば次式のとおりである。

表-7.11 ヘーゼン・ウィリアムス公式の C の値

管 種	管路における C の値	備 考
モルタルライニング鑄鉄管	110	} 屈曲損失等を別途に計算するとき、直線部の C の値を130にすることができる。
塗 覆 装 鋼 管	110	
石 綿 セ メ ン ト 管	110	
硬 質 塩 化 ビ ニ ル 管	110	

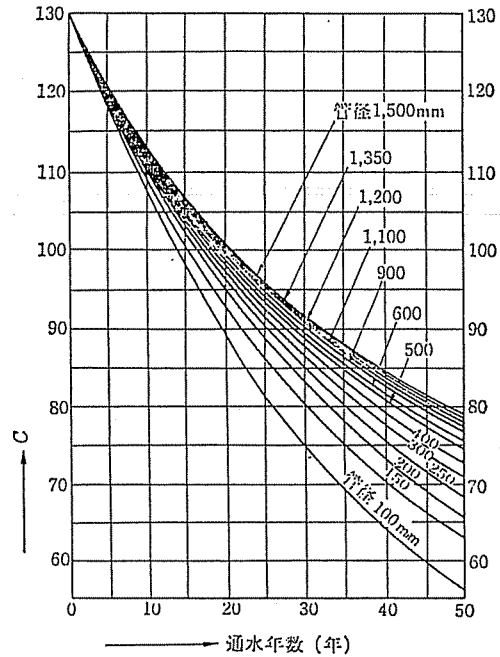


図-7.12 モルタルライニングを行わない鑄鉄管における通水年数と流速係数 C との関係曲線

(G. S. Williams & A. Hazen: Hydraulic Tables, John Wiley & Sons, 1905)

注) この図は、70年前の普通鑄鉄管で平均的な soft unfiltered river water を対象とし、更に次の仮定から出発している。

1. 新管の C=130.
2. さびこぶ発生による損失水頭の増加率は3%/年
3. さびこぶによる管径の減少率は0.01吋 (0.254mm)/年、Cはこれに合わせて調整する。

$$V = 0.84935 \cdot C \cdot R^{0.63} \cdot I^{0.54} \dots\dots\dots (7.1)$$

なお、この公式を利用に便なるように変形すれば、次のとおりである。

$$V = 0.35464 \cdot C \cdot D^{0.63} \cdot I^{0.54}$$

$$Q = 0.27853 \cdot C \cdot D^{2.63} \cdot I^{0.54}$$

$$D = 1.6258 \cdot C^{-0.38} \cdot Q^{0.33} \cdot I^{-0.205}$$

$$I = 10.666 \cdot C^{-1.85} \cdot D^{-4.87} \cdot Q^{1.35}$$

$$C = 3.5903 \cdot Q \cdot D^{-2.63} \cdot I^{-0.54}$$

ここに、

- V : 平均流速 (m/秒)
- Q : 流量 (m³/秒)
- I : 動水こう配 = h/l

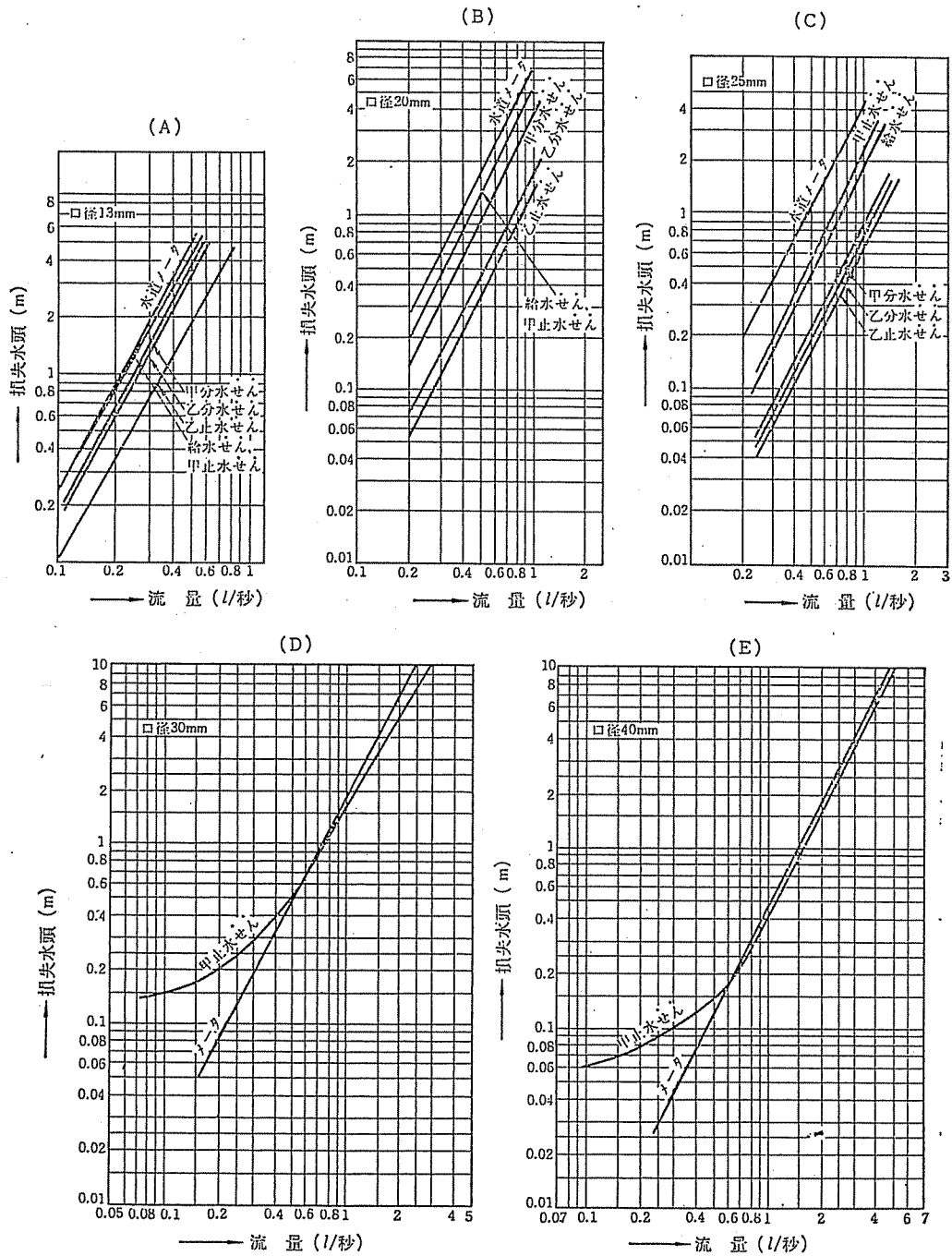


図-9.5 水せん類、水道メータの損失水頭 (A~E)

図-9.4を利用し、およその管径を見出すことも一つの方法である。また、図-9.8等を使用して、およその管径を見出すことも有効な方法である。

9.2.3 管種

給水管は、原則として水道用規格品を使用し、その選択に当たっては、水質、布設場所の地質、管の受ける内外圧、管の特性、通水後の維持管理等を十分に考慮し、最も適切な管種を決定しなければならない。

「解説」

現在、給水管として使用されているものには、鑄鉄管、鋼管、石綿セメント管、鉛管、銅管、硬質塩化ビニル管およびポリエチレン管等がある。給水管の接合部は弱点となりやすく、接合作業が不完全なときは、水圧、外力等の荷重に耐えず、給水管漏水の原因となる。また、管によっては、ときとして差し込みが深過ぎ、または、接合剤が管内に流入して断面を閉そくし、通水量を阻害する等、給水上種々の事故や弊害を発生することがある。従って、接合作業は、管の材質に最も適合した工法により、确实入念に行わなければならない。各管種の規格および特性等の概要は次のとおりである。

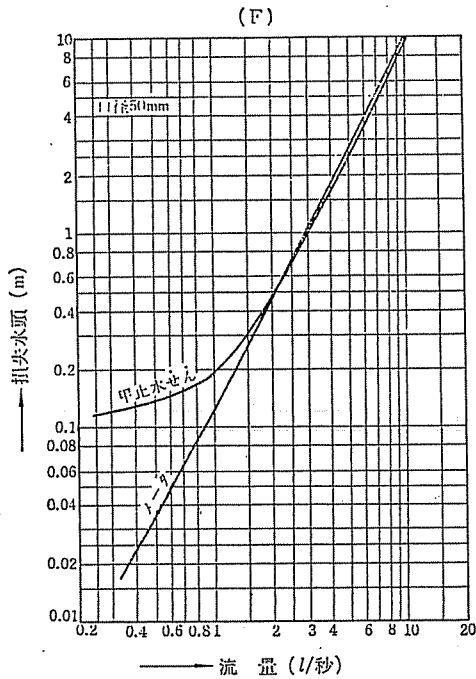


図-9.5 水せん類、水道メータの損失水頭(F)

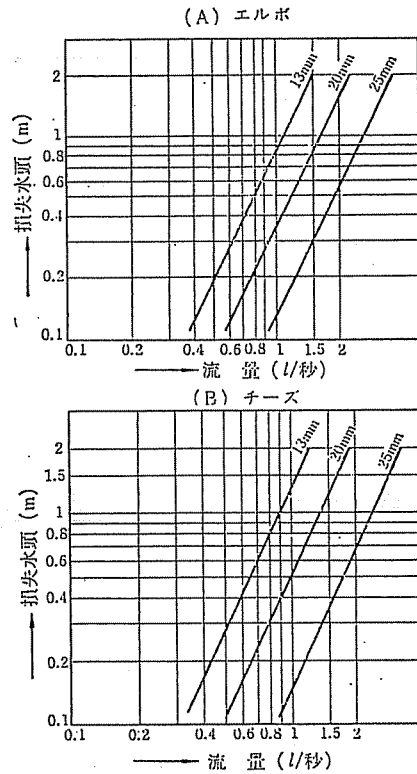


図-9.6 亜鉛めっき鋼管継手類による損失水頭

表-9.8 器具類損失水頭の直管換算長

口径 (mm)	止 水 せん		給 水 せん	分 岐 箇 所	メ ー タ (接 線 流 羽 根 車 式)	接 合 (異 径 接 合)	備 考
	甲	乙					
10	m	m	m	m	m	m	
13	3.0	1.0	3.0	0.5~1.0	3.0~4.0	0.5	
20	8.0	1.5	3.0	0.5~1.0	8.0~11.0	0.5~1.0	
25	8.0~10.0	2.0	8.0	0.5~1.0	12.0~15.0	0.5~1.0	
30	15.0~20.0	3.0	8.0	0.5~1.0	19.0~24.0	1.0	
40	17.0~25.0			1.0	20.0~26.0	1.0	
50	20.0~30.0			1.0	25.0~35.0	1.0	

注) 分水せん (甲、乙) の損失水頭直管換算長は止水せん (乙) に準ずる。

表-9.9 損失水頭計算例における使用条件

取 り 付 け 器 具	水 せん 口 径 (mm)	同 時 使 用 の 有 無	設 計 水 量 (l/分)
A. 洗 浄 水 ぞう 用 ボール タップ	13	使 用	15
B. 小 便 器 洗 浄 水 せん	13		
C. 手 洗 い 用 衛 生 水 せん	13		
D. 洗 面 用 立 て 水 せん	13	使 用	12
E. 浴 ぞう 用 自 在 水 せん	13		
F. 台 所 用 自 在 水 せん	13	使 用	17

1. 鑄鉄管
 - 1) 鑄鉄管類は7.4.2 (管種) に準ずる。
2. 鋼管
 - 1) 塗覆装鋼管は7.4.2 (管種) に準ずる。
 - 2) 亜鉛めっき鋼管

亜鉛めっき鋼管は、JIS G 3442-1966 (水道用亜鉛めっき鋼管) および JIS B 2301-1976 (ねじ込み式可鍛鑄鉄製管継手) および、JIS B 2302-1976 (ねじ込み式鋼管製管継手) による。

亜鉛めっき鋼管は、引っ張り強さが大きく外傷にも強

表-9.10 損 失 水 頭 計 算 表

取り付け器具名	口 径 (mm)	流 量 (l/分)	動水こう配 (%)	延長 (m)	損 失 水 頭 (m)
ボールタップ④	13	15(=0.25l/秒)			1.7 (注) 図-9.5(A)の給水せんを採った
給水管④~⑤間	13		320 (注) 図-9.4より	4.0	(注) $I = \frac{\Delta h}{L} \times 1,000$ より算出 $\Delta h = \frac{I \cdot L}{1,000} = \frac{320 \times 4}{1,000} = 1.28$ (m)
甲 止 水 せ ん	13				1.2 (注) 図-9.5(A)より
給水管⑤~⑥間	20	27(=0.45l/秒) (注) A器具設計水量+D器具設計水量	140 (注) 図-9.4より	5.0	(注) $I = \frac{\Delta h}{L} \times 1,000$ より算出 $\Delta h = \frac{I \cdot L}{1,000} = \frac{140 \times 5}{1,000} = 0.7$ (m)
給水管⑥~⑦間	20	44(=0.73l/秒) (注) A器具設計水量+D器具設計水量+F器具設計水量	320 (注) 図-9.4より	6.6	(注) $I = \frac{\Delta h}{L} \times 1,000$ より算出 $\Delta h = \frac{I \cdot L}{1,000} = \frac{320 \times 6.6}{1,000} \approx 2.11$ (m)
水道メータ	20				3.6 (注) 図-9.5(B)より
乙 止 水 せ ん	20				0.7 "
乙 分 水 せ ん	20				0.85 "
④の立ち上り高さ					2.5
全 所 要 水 頭					14.6

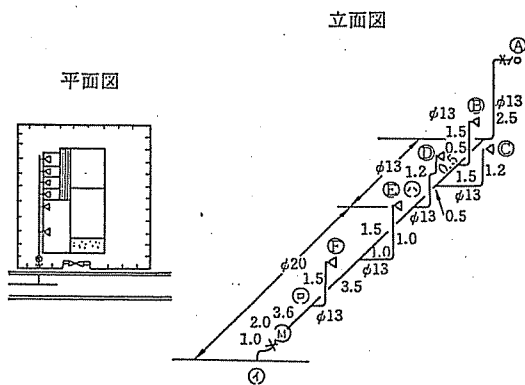


図-9.7 給水装置の損失水頭計算例 (鉛管の場合)

いが、酸、海水に腐食されやすく使用経過に伴って、管内にスケールの発生がはなはだしく、通水が阻害されるとともに、赤水等が発生する。また、電食に弱いので選定に当たっては十分注意する必要がある。

なお、ねじ接合部は腐食しやすく最も弱点となるので、この部分には、特に水質に悪影響を及ぼさないシール材および防せい(錆)材を使用して、十分に防護しなければならない。

3) 硬質塩化ビニルライニング鋼管

硬質塩化ビニルライニング鋼管は、JWWA K 116-1972 (水道用硬質塩化ビニルライニング鋼管) および JWWA K 117-1974 (水道用樹脂コーティング管継手) による。硬質塩化ビニルライニング鋼管は、引っ張り強

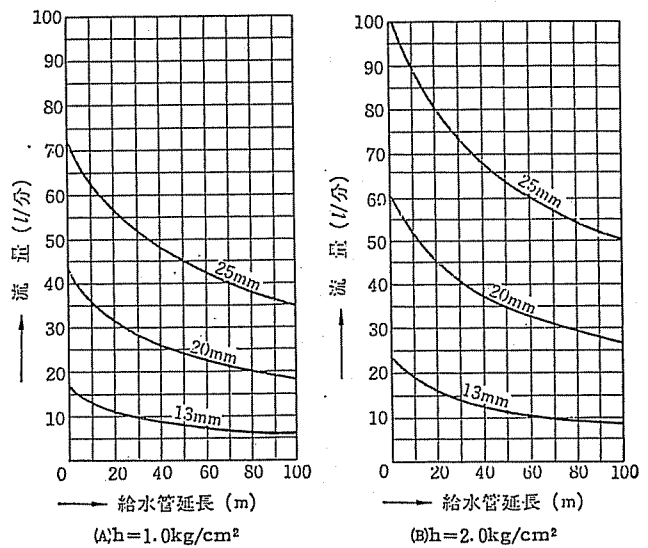


図-9.8 給水せん流出水量図

さが大で、外傷にも強く、管内にスケールの発生はないが、実内径がビニルライニング部分だけ小さい。

なお、管の保管に当たっては、直射日光による温度上昇や、雨水を避ける場所を選定しなければならない。

管の切断およびねじたてに当たっては、ライニングされたビニル部分への局部加熱を避ける配慮が必要である。また、接合時のシール材およびねじ部の防せいについては、前記2)亜鉛めっき鋼管に準ずる。

3. 石綿セメント管

表-9.11 給水器具の直管換算表による計算表

取り付け器具名	口径 (mm)	流量 (l/分)	動水こう配 (%)	実延長 (m)	換算長 (m)	損失水頭 (m)
給水管 ㉔~㉕ 間	13			4.0		
ボールタップ ㉔	13	15(=0.25l/秒)			4.0	
甲止水せん	13				3.0	
小計	13	15(=0.25l/秒)	320	11.0		3.52
給水管 ㉖~㉗ 間	20	27(=0.45l/秒)	140	5.0		0.7
小計	20	27(=0.45l/秒)	140	5.0		0.7
給水管 ㉘~㉙ 間	20			6.6		
水道メータ	20	44(=0.73l/秒)			10.0	
乙止水せん	20				2.0	
乙分水せん	20				2.0	
小計	20	44(=0.73l/秒)	320	20.6		6.59
㉔の立ち上り高さ						2.5
小計						2.5
合(全所要水頭)						13.3

1) 石綿セメント管類は、7.4.2 (管種) に準ずる。

4. 鉛管

鉛管は、JIS H 4312-1981 (水道用鉛管) による。これには、1種と2種の2種類がある。

1) 水道用鉛管1種 (純鉛管)

1種管は、2種管に比べて屈曲性、加工性が優れているが、強度が小さく、従って、管厚が厚く価格が高いため、現在水道用としてはほとんど使用されていない。

2) 水道用鉛管2種 (合金鉛管)

鉛にごく少量の他金属を加えたもので、1種管に比し強度が大きく、耐久力が大である。

鉛管は、管内にスケールが発生せず、柔軟性に富み、加工、修繕が容易であるが、凍結外傷に弱く、特に、アルカリに激しく侵される等の問題があるので、選定に当たっては十分注意する必要がある。

5. 銅管

銅管は、JWWA H 101-1979 (水道用銅管) および JWWA H 102-1979 (水道用銅管継手) による。直管には、軟質管と硬質管の2種類がある。

銅管は、引っ張り強さが大きく、アルカリに侵されず、スケールの発生もないが、肉厚が薄いため、つぶれやすいから、運搬、取り扱いの際は注意を要する。また、原水に遊離炭酸が多い水道には適さない。なお、管の保管に当たっては、乾燥した場所を選定しなければならない。

6. 硬質塩化ビニル管

硬質塩化ビニル管は、JIS K 6742-1979 (水道用硬質塩化ビニル管)、JIS K 6743-1979 (水道用硬質塩化ビニル管継手)、JWWA K 118-1979 (水道用耐衝撃性硬質塩化ビニル管) および JWWA K 119-1979 (水道用

耐衝撃性硬質塩化ビニル管継手) による。

硬質塩化ビニル管は、引っ張り強さが比較的大きく、耐食性、特に、耐電食性が大き、かつ、比重が小さく、内面平滑で管内にスケールの発生がない。難燃性であるが熱および衝撃に弱く凍結の際に破損しやすい。従って、低温におけるぜい (脆) 化、温度上昇による軟化を避けるため、使用範囲はおおむね-5°C~45°C (気温) である。特に、管膚に傷がつくと破損しやすいから、外傷を受けないよう取り扱いに注意するとともに、ガソリン、ペイント等の溶剤に侵されるおそれのある箇所への使用は、避けなければならない。

なお、耐衝撃性硬質塩化ビニル管は、硬質塩化ビニル管の衝撃強度を高めるよう改良されたものである。

7. ポリエチレン管

ポリエチレン管は、JIS K 6763-1982 (水道用ポリエチレン管) および JIS K 6762-1982 (水道用ポリエチレン管継手) による。直管には、1種管 (軟質管) と2種管 (硬質管) の2種類がある。

硬質塩化ビニル管に比し、たわみ性に富み軽量で耐寒性、耐衝撃強さが大であるが引っ張り強度は小さく、可燃性で高温に対し弱い。なお、ガソリン、シンナー等に触れるおそれのある箇所への使用は、水に臭気に移る事例もみられるので、避けなければならない。

9.2.4 管の取り出し

配水管より給水管を取り出す場合は、次の各項によって行わなければならない。

1. 給水管の管径に応じて、分水せん、T字管または割T字管を使用すること。

厚生省監修
水道施設設計指針・解説
(1977年版)
定価 6,500円

昭和52年5月31日発行
昭和60年1月31日第6版(一部改訂)

編集兼発行者 岩本啓治
東京都千代田区九段南4丁目8番9号

印刷者 川越義一
東京都墨田区亀沢3丁目20番14号

印刷所 ヨシダ印刷株式会社 両国工場
東京都墨田区亀沢3丁目20番14号

発行所 日本水道協会
東京都千代田区九段南4丁目8番9号
電話東京(03)264-2281(代表)
振替口座東京4-76296