

第1章 管路施設の基礎知識

1 総論

👍ここがポイント!

総論に関する問題は、例年2～4問程度出題されている。
必ず出ているので、特に以下の5項目を理解する。

- ① 管路施設の概要
- ② 計画下水量
- ③ 余裕
- ④ 流量の計算
- ⑤ 流速及び勾配

(1) 管路施設の概要

管路施設とは、管きよ、マンホール、雨水吐、吐口、ます、取付管等の総称であり、下水道の根幹をなすものである。これらは排水設備とともに住居、商業、工業地域等から排出される汚水や雨水を収集し、ポンプ場、処理場または放流先まで流下させる役割を果たす。

1) 管路施設の種類

下水の排除方式から、図 1.1.1 のように分類される。

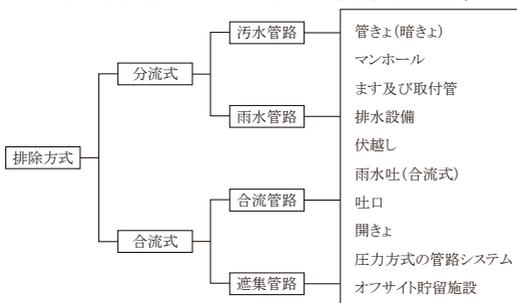


図 1.1.1 管路施設の分類

出典：「下水道施設計画 設計指針と解説・前編」（2019年版、P281）（公社）日本下水道協会

2) 送水方式

管路施設の送水方式は従来より自然流下方式を標準としてきたが、図 1.1.2 に示す方式等も考慮し、総合的に検討し決定する必要がある。

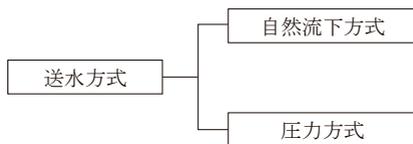


図 1.1.2 送水方式の分類

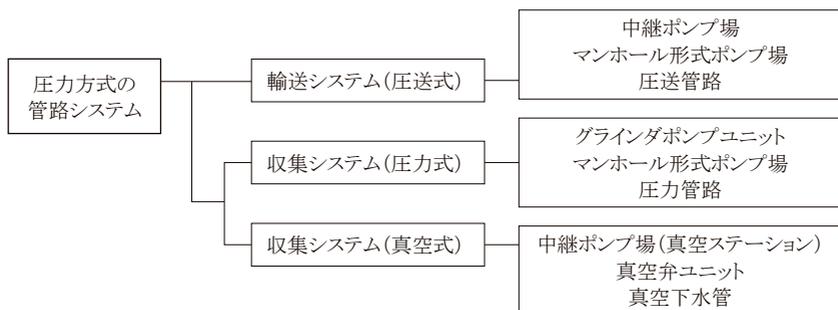


図 1.1.3 圧力方式の種類

出典：「下水道施設計画 設計指針と解説・前編」（2019 年版、P368 ～ 369）
（公社）日本下水道協会

(2) 計画下水量下水道管きよとその断面を決定する場合の計画下水量の組合せは、次のとおりである。

管きよ計画下水量

- ・雨水管きよ：計画雨水量
- ・汚水管きよ：計画時間最大汚水量
- ・合流管きよ：計画雨水量 + 計画時間最大汚水量
- ・遮集管きよ：雨天時計画汚水量

(3) 余裕

下水を支障なく排除するため、必要に応じて、計画下水量に対して施設に余裕を見込む。

表 1.1.1 汚水管きよの余裕

管きよの内径	余 裕
700 mm未満	計画下水量の 100%
700 mm以上 1650 mm未満	計画下水道の 50%以上 100%以下
1650 mm以上 3000 mm以下	計画下水道の 25%以上 50%以下

出典：「下水道施設計画 設計指針と解説・前編」（2019 年版、P286）
（公社）日本下水道協会

(4) 流量の計算

1) 流量計算式

自然流下ではマンニング式またはクッター式、圧送式ではヘーゼン・ウィリアムズ式を用いる。

流量 $Q=A$ (断面積) $\cdot V$ (流速) Manning (マンニング) 式

$$Q=A \cdot V$$

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

ここに、 Q : 流量 (m^3/s) A : 流水の断面積 (m^2) V : 流速 (m/s)

n : 粗度係数

R : 径深 (m) ($=A/P$)

P : 流水の潤辺長 (m)

I : 勾配 (分数または小数)

2) 水理特性曲線

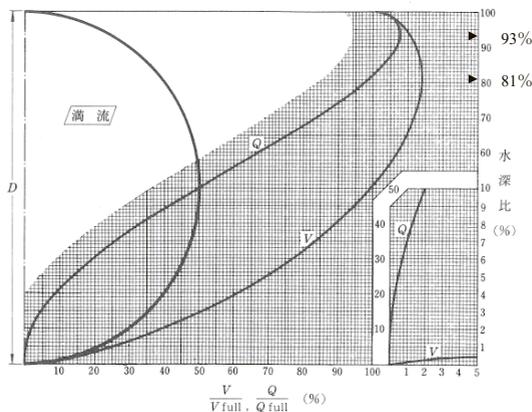


図 1.1.4 円形管の特性曲線 (マンニング式)

出典：「下水道施設計画 設計指針と解説・前編」（2019 年版、P288）（公社）日本下水道協会

マンニング式の粗度係数 n を一定と仮定したときの円形管の水理特性曲線である。各水深ごとに、流速、流量を計算しプロットしたものであり、この水理特性曲線から、円形管において、流速は水深がほぼ 81% のとき最大となり、流量は水深がほぼ 93% のとき最大になることがわかる。

3) 粗度係数

鉄筋コンクリート管きよ等の工場製品、及び現場打ち鉄筋コンクリート管きよの場合は 0.013、硬質塩化ビニル管及び強化プラスチック複合管の場合は 0.010 を標準とする。

4) 雨水流出係数（計画雨水量を算定する合理式に使用する係数）

排水区域内に降った雨は、地下に浸透したり、蒸発したりする。そして残りの雨が下水管に流入する。この下水管に流入する雨水量の降水量に対する比率を流出係数という。流出係数が大きいほど下水道管に流入する雨水が多いことを表している。

(5) 流速および勾配

汚水管きよ及び遮集管きよにあつては、計画下水量に対し、原則として、流速は最小 0.6m/秒、最大 3.0m/秒とする。

雨水管きよ及び合流管きよにあつては、計画下水量に対し、原則として、流速は最小 0.8m/秒、最大 3.0m/秒とする。なお、理想的な流速は、汚水管きよ、遮集管きよ、雨水管きよ及び合流管きよとも 1.0～1.8m/秒程度である。

- ・ 流速は、一般的に下流に行くに従い少し早くする。
- ・ 勾配は、下流に行くに従い、次第に緩くなるようにする。

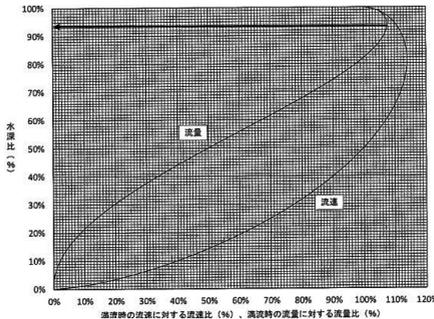
過去問題(平成30年)

次は、管きよの流量計算について述べたものです。最も不適切なものはどれですか。

- (1) 流量計算には、自然流下の場合はマンニング式を用いて、圧送管の場合は、クッター式を用いる。
- (2) 下水は、清水に比較して浮遊物を含んでいるが、水理計算に支障をきたすほどではない。
- (3) マンニング式を用いた水理計算曲線によると、円形管において流量は水深がほぼ93%のときに最大となる。
- (4) 管きよの勾配は、下流に行くほど緩くする。

【解説】

- (1) 本問は、管きよの流量計算に関する設問である。(1) について「流量計算の流速の式には、一般に自然流下でマンニング式またはクッター式を用い、圧送式・圧力式ではヘーゼン・ウィリアムス式を用いる。」とされており、設問の「圧送式の場合はクッター式を用いる」は不適切である。
- (2) については設問のとおり。
- (3) については設問のとおり。(下図参照)



円形管の水理特性曲線 (マンニングの式)

- (4) については設問のとおり。

【解答】(1)

出典：「下水道施設計画 設計指針と解説・前編」(2019年版、P287～288、P292)
(公社)日本下水道協会

過去問題(令和2年)

次は、管きよの流速及び勾配について述べたものです。最も不適切なものはどれですか。

- (1) 自然流下方式の遮集管きよにおいては、沈殿物が堆積しないような流速が必要であり、計画下水量における最小流速を0.6m/秒とする。
- (2) 管きよ網が整備途上であることにより、供用開始後もしばらくの間、最小流速を確保できない幹線管きよにおいては、構造を複断面化することや2本に分割して段階施工を行う等の対策も検討する。
- (3) 圧送管においては、管内壁面や内面のモルタルライニング、塗装等に損傷が起らないよう、最大流速を3.0m/秒とする。
- (4) 合流管きよにおいては、土砂の流入により沈殿物の比重が汚水管きよより大きくなるため、計画下水量における最大流速が1.8m/秒を超えるような個所では、段差及び階段を設けて流速を小さくする。

【解 説】

本問は、下水道管きよの流速及び勾配に関する設問である。

- (1) については設問のとおり。
- (2) については設問のとおり。
- (3) については設問のとおり。
- (4) について合流管きよにおいては、沈殿物の比重が土砂等の流入によって汚水管きよの場合より大きいため、最小流速は0.8m/秒とし、最大流速は3.0m/秒とする。よって設問中の「最大流速が1.8m/秒を超えるような箇所では、段差及び階段を設けて流速を小さくする。」は不適切である。

【解答】(4)

出典：「下水道施設計画 設計指針と解説・前編」(2019年版、P292～293)
(公社)日本下水道協会

過去問題(令和元年)

次は、下水管きょにおける流量計算について述べてたものです。最も不適切なものはどれですか。

- (1) 粗度係数 n は、マンシング式及びクッター式とも鉄筋コンクリート管きょの工場製品の場合は、0.010、硬質塩化ビニル管の場合は、0.013を標準とする。
- (2) ヘーゼン・ウィリアムス式の流速係数 c の値は、管内の粗度、屈曲、分岐等の数で異なるが、これらの屈曲損失等を含み 110 を標準とする。
- (3) 下水は清水に比較して浮遊物質を多く含んでいるが、水理計算に支障をきたすほどではないので清水と考えて水理計算とする。
- (4) 定めた流量と勾配からマンシング式を用いて、円形管であれば、満水のとときに所定の流量を流すのに十分な断面の大きさを決める。

【解説】

本問は、下水道管きょの流量計算に関する設問である。

- (1) についてマンシング式及びクッター式とも、粗度係数は鉄筋コンクリート管等の工場製品及び現場打ち鉄筋コンクリート管の場合は 0.013、硬質塩化ビニル管及び強化プラスチック複合管の場合は 0.010 を標準とする。よって設問中の「鉄筋コンクリート管の工場製品の場合は 0.010、硬質塩化ビニル管の場合は 0.013 を標準とする。」は不適切である。
- (2) については設問のとおり。
- (3) については設問のとおり。
- (4) については設問のとおり。

【解答】(1)

出典：「下水道施設計画 設計指針と解説・前編」(2019年版、P287～288、P292)
(公社)日本下水道協会

過去問題(令和元年)

次は、管きよの流速及び勾配について述べたものです。最も適切なものはどれですか。

- (1) 汚水管きよにあっては、計画下水量に対し、原則として流速は最小 3.0m/ 秒、最大 6.0m/ 秒とする。
- (2) 一般に管きよの勾配は、流速を考慮せず地表の勾配に応じて定めれば経済的である。
- (3) 圧送式の場合、管内流速は、沈殿物が堆積しないよう最小流速を 3.0m/ 秒とする。
- (4) 流速は、下流に行くに従い漸増させ、勾配は、下流に行くに従いだいに緩くなるようにする。

【解 説】

本問は、管きよの流速及び勾配に関する設問である。

- (1) について汚水管きよの流速は、自然流下の場合、沈殿物が堆積しないような流速としなければならない。計画下水量に対して少なくとも最小流速を 0.6m/ 秒とする。最大流速は 3.0m/ 秒とする。設問中の「原則として流速は最小 3.0m/ 秒、最大 6.0m/ 秒とする。」は不適切である。
- (2) について一般に管きよの勾配は、地表勾配に応じて定めれば経済的であるが、勾配を緩くし、流速を小さくすれば管きよの底部に沈殿物が堆積し、常時清掃作業が必要となる。また逆に流速があまり大きいと管きよやマンホールを損傷するので、適正な勾配を定めなければならない。設問中の「流速を考慮せず地表の勾配に応じて定めれば経済的である。」は不適切である。
- (3) について圧送式・圧力式の場合、管内流速は、沈殿物が堆積しないよう最小流速を 0.6m/ 秒とし、管内壁面や内面のモルタルライニング、塗装等に損傷が起こらないよう最大流速を 3.0m/ 秒とする。設問中の「最小流速を 3.0m/ 秒とする。」は不適切である。
- (4) については設問のとおり。

【解答】(4)

出典：「下水道施設計画 設計指針と解説・前編」（2019 年版、P292～293）
（公社）日本下水道協会

オリジナル問題①

次は、管路施設の吐口について述べたものです。最も不適切なものはどれですか。

- (1) 吐口の底面の高さは、原則として河海または湖沼の底水位付近とする。
- (2) 吐口の位置及び放流の方向は、放流水が付近に停滞するように定める。
- (3) 吐口には、必要に応じてゲートを設ける。
- (4) 吐口における流速は、航路、洗堀等周囲に影響を及ぼさないようにする。

【解説】

本問は、管路施設の吐口に関する設問である。

- (1) については設問のとおり。
- (2) について「吐口の位置及び放流の方向は、放流水が付近に停滞しないように定める。」とされている。設問中の「放流水が付近に停滞するように定める。」は不適切である。
- (3) については設問のとおり。
- (4) については設問のとおり。

【解答】(2)

出典：「下水道施設計画 設計指針と解説・前編」（2019年版、P363）
（公社）日本下水道協会

オリジナル問題②

次は、円形管について述べたものです。最も不適切なものはどれですか。

- (1) 円形管は、卵形管に比較して、垂直方向の土圧に有利であり、水理学上流量が少ない場合にも有利である。
- (2) 円形管は、一般に内径 3,000 mm 程度まで工場製品となり、力学上の計算は簡易となる。
- (3) 下水道用鉄筋コンクリート管の内面は、平滑仕上げになっており、粗度係数は 0.013 を標準としている。
- (4) 下水道用硬質塩化ビニル管の直管は、呼び径 75 ～ 600 mm が規定されている。

【解 説】

本問は、円形管に関する設問である。

- (1) について卵形管の特徴・利点として、「流量が少ない場合、水理学上有利である。円形管に比較して管幅が小さく、垂直方向の土圧には有利である。」とされている。設問中の「円形管は卵形に比較して、垂直方向の土圧に有利であり、水理学上流量が少ない場合にも有利である。」は、不適切である。
- (2) については設問のとおり。
- (3) については設問のとおり。
- (4) については設問のとおり。

【解答】(1)

出典：「下水道施設計画 設計指針と解説・前編」（2019年版、P287、P294～295、P298）
（公社）日本下水道協会

オリジナル問題③

次は、下水道管きょにおける流量計算について述べたものです。最も適切なものはどれですか。

- (1) 陶管の粗度係数は、内面が滑らかなためマンニング式及びクッター式とも0.010を標準とする。
- (2) 管きょの断面決定の際、流水の断面積における水深を、円形管は9割、く形きょは内り高さの8割、馬てい形きょは内り高さとし、計画下水量を流すのに必要な形状寸法を決める。
- (3) 下水は、清水と比較して浮遊物を多く含んでいるが、水理計算に支障を来すほどではないため、清水と考えて水理計算する。
- (4) ヘーゼン・ウィリアムス式の流速係数の値は、管内面の粗度、屈曲、分岐等の数で異なるが、これらの屈曲損失等を含み210を標準とする。

【解説】

- (1) についてマンニング式及びクッター式とも、粗度係数は鉄筋コンクリート管等の工場製品（陶管を含む）及び現場打ち鉄筋コンクリート管の場合は0.013、硬質塩化ビニル管及び強化プラスチック複合管の場合は0.010を標準とすることから、設問中の「内面が滑らかなためマンニング式及びクッター式とも0.010とする。」は不適切である。
- (2) について管きょの断面決定の際、流水の断面積における水深は、円形管は満水、く形きょは内り高さの9割、馬てい形きょは内り高さの8割とし、計画下水量を流すのに必要な管きょの形状寸法を定める。設問中の「円形管は9割、く形きょは内り高さの8割、馬ていきょは内り高さとし、」は不適切である。
- (3) については設問のとおり。
- (4) についてヘーゼン・ウィリアムス式の流速係数Cの値は、管内面の粗度、屈曲、分岐等の数で異なるが、これらの屈曲損失等を含み110を標準とすることから、設問中の「これらの屈曲損失等を含み210を標準とする。」は不適切である。

【解答】(3)

出典：「下水道施設計画 設計指針と解説・前編」（2019年版、P286～292）
（公社）日本下水道協会

オリジナル問題④

次は、管きよの流速及び勾配について述べたものです。最も不適切なものはどれですか。

- (1) 自然流下方式の場合、汚水管きよでは沈殿物が堆積しないよう流速が必要であり、1.0m/秒以上とすることが望ましい。
- (2) 雨水管きよの場合、沈殿物が少ないので最小の流速は汚水管きよよりも小さく、0.8m/秒とする。
- (3) 地表こう配がきつく、管きよの勾配が急になって、最大流速が3.0m/秒を超える場合は、適当な間隔に段差を設けて流速を小さくする。
- (4) 流速は、一般的に下流側に向かって漸増させると堆積物が抑制される。

【解説】

本問は、管きよの流速及び勾配に関する設問である。

- (1) について自然流下方式の汚水管きよは、沈殿物が堆積しないような流速としなければならない。計画下水量に対して少なくとも最小流速は0.6m/秒とし、最大流速は3.0m/秒とする。設問中の「1.0m/秒以上とすることが望ましい」は不適切である。
- (2) については設問のとおり。
- (3) については設問のとおり。
- (4) については設問のとおり。

【解答】(1)

出典：「下水道施設計画 設計指針と解説・前編」(2019年版、P292～293)
(公社)日本下水道協会

2 管きよの種類と断面

👍ここがポイント!

管きよの種類と断面に関する問題は、例年1～2問出題されている。必ず出ているので、特に以下の3項目を理解する。

- ①管きよの種類
- ②管きよの断面
- ③最小管径

(1) 管きよの種類

管きよには、一般に次のものを使用する。

- ・鉄筋コンクリート管
- ・硬質塩化ビニル管
- ・ポリエチレン管
- ・ダクタイル鋳鉄管
- ・現場打ち鉄筋コンクリート管きよ
- ・シールド工法で使用する各種セグメント
- ・鉄筋コンクリート製ボックスカルバート
- ・強化プラスチック複合管
- ・レジンコンクリート管
- ・鋼管

(2) 管きよの断面

管きよの断面形状は、暗きよの場合には円形、く形、馬てい形、卵形等がある。このうち、最も一般的に使用されているのは円形である。

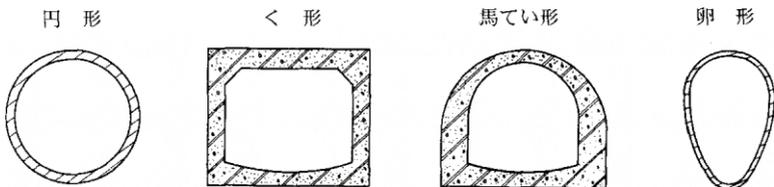


図 1.2.1 管きよ断面の種類

出典：「下水道施設計画 設計指針と解説・前編」（2019年版、P294）（公社）日本下水道協会

- 1) 円形：内径 3,000 mm程度まで工場製品が使用できるので、施工が容易で工期が短縮できる。安全に支持するため、適切な基礎工が必要となる場合がある。
- 2) く形：築造場所の土被り及び幅員に制限を受ける場合に有利である。現場打ちの場合は、工期が長期間になる。
- 3) 馬てい形：上半部のアーチ作用によって力学上有利であるが、断面が複雑、施工性が劣る。現場打ちの場合は、工期が長期間になる。
- 4) 卵形：円形管に比べ流量が少ない場合、水理学上、有利である。また、垂直方向の土圧には有利である。垂直精度が要求される為、基礎工等において入念な施工が必要となる。

(3) 最小管径

- 1) 污水管きよは 200 mmを標準とする。ただし、下水量が少なく、将来も増加が見込まれない場合には、100 mmまたは 150 mmとすることができる。
- 2) 雨水管きよ及び合流管きよは 250 mmを標準とする。
- 3) 中継ポンプ場またはマンホール形式ポンプ場からの圧送管きよについては、75 mmを標準とする。

過去問題(令和2年)

次は、下水道で使用されている管きよの管種及び特徴について述べたものです。最も適切なものはどれですか。

- (1) 鉄筋コンクリート管は、剛性管で変形が生じにくい。重量は比較的軽く、酸により腐食しやすい。
- (2) レジンコンクリート管は、剛性管でたわみが生じにくい。鉄筋コンクリート管と同等の重量であるが、耐食性に優れている。
- (3) ダクタイル鋳鉄管は、剛性管で衝撃に強く耐久性がある。重量は比較的軽く、施工性はよい。
- (4) ポリエチレン管は、可とう性管で収縮性があり、耐摩耗性に優れている。雨天時や湧水地盤であっても融着継手の施工は容易である。

【解説】

本問は、下水道で使用されている管渠の管種と特徴に関する設問である。

- (1) については設問のとおり。
- (2) についてレジンコンクリート管は、剛性管でたわみや変形が生じにくい。管体強度が大きく、耐食性に優れている。重量は鉄筋コンクリート管より軽いことから、設問中の「鉄筋コンクリート管と同等の重量であるが」は不適切である。
- (3) についてダクタイル鋳鉄管は、可とう性管で管体強度が大きく、靱性に富み、衝撃に強く、耐久性がある。重量は比較的軽く、施工性はよいことから、設問中の「剛性管で」は不適切である。
- (4) についてポリエチレン管は、可とう性管で、収縮性があり、耐摩耗性、耐食性に優れている。重量が軽く、管切断などの加工性がよい。雨天時や湧水地盤では、融着継手の施工が困難である。設問中の「雨天時や湧水地盤であっても融着継手の施工は容易である。」は不適切である。

【解答】(1)

出典：「下水道施設計画 設計指針と解説・前編」(2019年版、P296～298)
(公社)日本下水道協会

過去問題(令和元年)

次は、管きよの断面形について述べたものです。最も不適切なものはどれですか。

- (1) 円形管は、内径 3,000 mm 程度まで工場製品が使用できるので工期短縮ができる。
- (2) 卵形管は、流用が少ない場合、水理学上不利である。
- (3) く形きよは、築造場所の土被り及び幅員に制限を受ける場合に有利で、一般に高さが幅より小さいか同じである。
- (4) 管きよの断面形は、一般に円形管が多いが、水理学上の特性、経済性、維持管理性や施工箇所の状況等を考慮して定める。

【解説】

本問は、管きよの断面形に関する設問である。

- (1) については設問のとおり。
- (2) について卵形管の利点は、「流量が少ない場合、水理学上有利である」ことから、設問中の「流量が少ない場合、水理学上不利である」は不適切である。
- (3) については設問のとおり。
- (4) については設問のとおり。

【解答】(2)

出典：「下水道施設計画 設計指針と解説・前編」(2019年版、P294～295)
(公社)日本下水道協会

過去問題(平成30年)

次は、一般に下水道で使用されている管きよの種類及び特徴について述べたものです。最も適切なものはどれですか。

- (1) 下水道用硬質塩化ビニル管は、VP管とVU管があり、一般に下水道用の直管ではVP管を使用する。
- (2) 下水道ミニシールド工法では、リングを三等分割した鉄筋コンクリートセグメントを突き合わせて組み立てる。
- (3) 下水道用鉄筋コンクリート管のうち、NB形はいんろう継手形状である。
- (4) 下水道用ダクタイル鋳鉄管は、耐圧性、耐食性に優れた剛性管である。

【解説】

本問は、下水道管きよの種類と特徴に関する設問である。

- (1) について下水道用硬質塩化ビニル管は、塩化ビニル重合体を主原料に押し出し射出等の方法によって形成されるもので、VP管とVU管の2種類があるが下水道(直管)ではVU管が使用されるとあることから、設問中の「一般に下水道用の直管ではVP管を使用する。」は不適当である。
- (2) については設問のとおり。
- (3) について下水道用鉄筋コンクリート管は、コンクリートを遠心力等によって締め固めて形成するもので、一般にヒューム管と呼ばれている。管種は直管と異形管に区別され、さらに直管は継手の形状によってA形管(カラー継手)、B形及びNB形(ソケット継手)、C形及びNC形(いんろう継手)に区別される。設問中の「NB形はいんろう継手である。」は不適当である。
- (4) について下水道用ダクタイル鋳鉄管は、ダクタイル鋳鉄に適する材料を融解し、鋳放しで黒鉛を球状化させるための適切な処理を行い、これを鋳型に注入し、鋳造する。ただし、直管は遠心力を応用して鋳造する。耐圧性及び耐食性に優れており、高強度でじん性に富んだ可とう性管である。設問中の「耐圧性、耐食性に優れた剛性管である。」は不適当である。

【解答】(2)

出典：「下水道施設計画 設計指針と解説・前編」(2009年版、P203～204、P208、P213)
(公社)日本下水道協会

オリジナル問題①

次は、一般に下水道で使用されている管きよの種類及び特徴について述べたものです。最も不適切なものはどれですか。

- (1) 硬質塩化ビニル管は、可とう性管きよで耐食性に優れている。重量が軽く管切断などの加工性がよく、熱、紫外線に強い。
- (2) ポリエチレン管は、可とう性、収縮性及び耐摩耗性に優れ、地盤沈下、寒冷地、流速が高速となる場所に有利である。
- (3) 鉄筋コンクリート管は剛性管きよでたわみや変形が生じにくい、酸により腐食しやすい。
- (4) 推進工法用ガラス繊維鉄筋コンクリート管は、鉄筋とガラス繊維により複合補強された管である。

【解説】

本問は、管きよの種類及び特徴に関する設問です。

- (1) について硬質塩化ビニル管は、可とう性管きよで耐食性に優れている。重量が軽く、管切断などの加工性がよいが、熱、紫外線に弱い。設問中の「熱、紫外線に強い。」は不適切である。
- (2) については設問のとおり。
- (3) については設問のとおり。
- (4) については設問のとおり。

【解答】(1)

出典：「下水道施設計画 設計指針と解説・前編」(2019年版、P298～299)
(公社)日本下水道協会

オリジナル問題②

次は、管きよの断面形の特徴について述べたものです。最も不適切なものはどれですか。

- (1) 円形管は、力学上の計算が簡単であるが、安全に支持するため、砂基礎のほか、別に適切な基礎工を必要とする場合もある。
- (2) 馬ていきよ形は、上半部のアーチ作用によって力学上、有利であるが、断面が簡易なため、施工性に優る。
- (3) く形きよは、鉄筋が腐食すると、上部荷重に対して極めて不安定であるが、築造場所の土被り及び幅員に制限を受ける場合に有利である。
- (4) 卵形管は、円形管に比較して垂直方向の土圧に有利であるが、水理学上、流量が少ない場合に有利である。

【解説】

本問は、管きよの断面形の特徴に関する設問です。

- (1) については設問のとおり。
- (2) について馬ていきよは、一般に上部は半円形のアーチとし、側壁は直線または曲線をもって内側に曲げるか垂直とする。そのため、上部のアーチ作用によって、力学上有利である。一方、断面が複雑なため施工性が劣る。また、現場打ちの場合は、工期が長期間になるといった欠点がある。よって設問中の「断面が簡易なため、施工性に優る。」は不適切である。
- (3) については設問のとおり。
- (4) については設問のとおり。

【解答】(2)

出典：「下水道施設計画 設計指針と解説・前編」（2019年版、P294～295）
（公社）日本下水道協会

3 埋設位置及び深さ

ここがポイント!

出題頻度は少ないが、以下の項目を理解する。

- ① 管きよを布設する施設の管理者
- ② 管きよの最小土かぶり

(1) 管きよを布設する施設の管理者

管きよの埋設位置及び深さについては、布設する施設の管理者と協議しなければならない。

- 1) 公道内布設……道路管理者
- 2) 河川内布設……河川管理者
- 3) 河川保全区域内……道路及び河川管理者
- 4) 軌道敷内布設……軌道事業者

(2) 管きよの最小土被り

- ・ 管きよの土被りについては、取付管、輪荷重の影響、路盤厚及び他の埋設物の関係、その他道路占用条件を考慮して適切に決定する。
- ・ 公道内に埋設する管きよについては、道路法施行令第12条第4号において、「下水道管の本線を地下に設ける場合において、その管頂部と路面との距離が3m（工事実施上やむを得ない場合にあっては、1m）を超えていることとする。」と定められている。
- ・ 管径が300mm以下のダクタイル鋳鉄管、ヒューム管（外圧1種、2種管）、強化プラスチック複合管、硬質塩化ビニル管の埋設については、1999年の建設省路政課事務連絡「電線、水道管、ガス管または下水道管を道路の地下に設ける場合における埋設の深さなどについて」により、最小土被りを表1.3.1として運用してよいが、道路管理者に浅層埋設基準の運用についての確認が必要である。

表 1.3.1 浅層埋設基準

下水道管種別	管頂部と路面との距離	
下水道管の本線	当該道路の舗装の厚さに0.3mを加えた値（当該値が1mに満たない場合には、1m）以下にしないこと	
下水道管の本線以外の線	車道	当該道路の舗装の厚さに0.3mを加えた値（当該値が1mに満たない場合には、1m）以下にしないこと
	歩道	0.5m以下にしないことただし切り下げ部があり、0.5m以下となるときは、あらかじめ十分な強度を有する管路等を使用する場合を除き、防護措置が必要

注：ヒューム管（外圧1種）を用いる場合は、当該下水道管と路面の距離は1m以下としないこと

出典：「下水道施設計画 設計指針と解説・前編」（2019年版、P306）（公社）日本下水道協会

- ・やむを得ず土被りが小さくなる場合にあつて、車両の通行が激しい幹線道路や輪荷重及び振動を受ける軌道敷内に管渠を布設する際には、管きよの安全性を確認するとともに、高強度の管きよの採用や適切な防護工を検討する必要がある。
- ・私道等に布設する場合は、排水設備の接続に支障なく、上載荷重や管理上の条件等に問題のないことを確認した上で、管きよの土被りを浅くすることができる。
- ・寒冷地での施工の際には、管きよの土被りは凍結深度を考慮する。

過去問題(平成 29 年)

次は、管きよの最小土被りについて述べたものです。最も不適切なものはどれですか。

- (1) 浅層埋設基準を適用する場合でも、鉄筋コンクリート管（外圧 1 種）は、管頂部と路面との距離は 1 m 以下としないとされている。
- (2) 道路法施行令では、下水道管の本線を埋設する場合、管頂部と路面との距離は、原則として 3 m 以下としないと規定されている。
- (3) 浅層埋設基準では、下水道管の本線以外の線を車道に埋設する場合、当該道路の舗装の厚さに 0.3m を加えた値以下にせず、その値が 0.6m に満たない場合は 0.6m にするとされている。
- (4) 私道に埋設する管渠は、排水設備基準となるので、原則 0.15m を最小土被りとしている。

【解説】

本問は、管きよの最小土被りを決める際の留意事項に関する設問である。

管きよの最小土被りは、取付管、輪荷重の影響、路面厚、他の埋設物、その他道路占用条件を考慮して決める。

- (1) については設問のとおり。
- (2) については設問のとおり。
- (3) については設問のとおり。
- (4) について私道等に敷設する場合は、排水設備の接続に支障がなく、上載荷重や管理上の条件等に問題がないことを確認したうえで、管きよの埋設深を浅くすることができることとされていることから、設問中の「原則 0.15m を最小土被りとしている。」は不適切である。

【解答】(4)

出典：「下水道施設計画 設計指針と解説・前編」（2019 年度版、P306）
（公社）日本下水道協会

過去問題(令和元年)

次は、管きよの埋設位置及び設置について述べたものです。最も不適切なものはどれですか。

- (1) 河川区域内布設では、河川管理者と事前協議を行い、占用及び工作物の新築等に係る許可を受けなければならない。
- (2) 軌道を横断して管きよを布設する場合で、特に浅い埋設によって輪荷重及び振動の影響を受けるような場合は、軌道事業者と協議のうえ防護工を施す必要がある。
- (3) 地形及びその他の関係で、管きよを私道等の私有地に埋設しなければならない場合は、その土地の所有者または管理者と協議し、地上権の設定等必要な手続きを完了しておかなければならない。
- (4) 道路管理者が設置する共同溝への占用は、他の公益物件（水道管、ガス管、電気ケーブル、通信ケーブル等）と異なり衛生上の観点から下水道管の占用はできない。

【解説】

本問は、管きよの埋設位置及び設置に関しての設問である。

- (1) については設問のとおり。
- (2) については設問のとおり。
- (3) については設問のとおり。
- (4) について共同溝への占用は、下水道管の布設申請を行い占用することができる」とされているため、設問中の「衛生上の観点から占用できない。」は不適切である。

【解答】(4)

出典：「下水道施設計画 設計指針と解説・前編」（2019年版、P305～306）
（公社）日本下水道協会

4 管きよの防護及び基礎



ここがポイント!

管きよの基礎については出題率が高いので、以下の項目をよく理解する。

- ①管きよの防護及び埋戻し
- ②管きよの基礎

(1) 管きよの防護

1) 外圧への対応

土圧及び上載荷重が、管きよの耐荷力を超える場合は、必要に応じてコンクリートまたは鉄筋コンクリートで巻立てて、管きよを防護する。

2) 磨耗、腐食等への対応

管きよ内面が、磨耗、腐食等によって損傷するおそれのある場合は耐摩耗性、腐食性等に優れた材質の管きよを使用。または管きよの内面に適切な方法によってライニングまたはコーティングを施す。

3) 管きよの埋戻し

管きよを埋設する際の締固めが適切に行えるよう、埋戻し方法及び材料等を選定する。特に、管きよ周辺の地盤、あるいは開削工法の埋戻し土が液状化するおそれがある場合は、液状化の判定を行い、液状化対策を施す。

(2) 管きよの基礎

管きよの基礎は、使用する管きよの種類、土質、地耐力、施工方法、荷重条件、埋設条件等によって定めるが、工事費に著しく影響するので、管きよの耐久性と合わせて経済性についても十分に検討し、適切なものを選定する。

表 1.4.1 管きよの種類と基礎の種類

管種		地盤		
		硬質土及び普通土	軟弱土	極軟弱土
剛性管	鉄筋コンクリート管 レジンコンクリート管	砂基礎 砕石基礎 コンクリート基礎	砂基礎 砕石基礎 はしご胴木基礎 コンクリート基礎	はしご胴木基礎 鳥居基礎 鉄筋コンクリート基礎
	可とう性管	硬質塩化ビニル管 ポリエチレン管	砂基礎	砂基礎 ベットシート基礎
強化プラスチック複合管		砂基礎 砕石基礎	ソイルセメント基礎	はしご胴木基礎 布基礎
ダクタイル 鋳鉄管 鋼		砂基礎	砂基礎	砂基礎 はしご胴木基礎 布基礎

出典：「下水道施設計画 設計指針と解説・前編」（2019年版、P312～318）
（公社）日本下水道協会

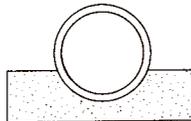
1) 剛性管きよの基礎

鉄筋コンクリート管等の剛性管きよには、条件に応じて、砂、砕石、はしご胴木、コンクリート等の基礎を設けるほか、鉄筋コンクリート基礎、鳥居基礎（くい打ち基礎）またはこれらを組み合わせた基礎を施す場合もある。

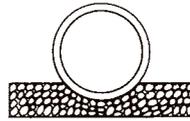
i) 砂または砕石基礎

比較的地盤のよい場所に採用する。

砂基礎



砕石基礎

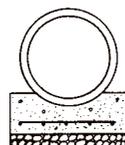


出典：「下水道施設計画 設計指針と解説・前編」（2019年版、P313）（公社）日本下水道協会

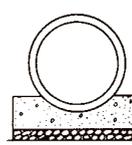
ii) コンクリート及び鉄筋コンクリート基礎

地盤が軟弱な場合や管きよに作用する外圧が大きい場合に採用する。

鉄筋コンクリート基礎



コンクリート基礎

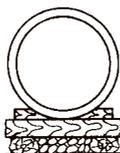


出典：「下水道施設計画 設計指針と解説・前編」（2019年版、P313）（公社）日本下水道協会

iii) はしご胴木基礎

地盤が軟弱な場合や土質や上載荷重が不均質な場合等に採用する。

はしご胴木基礎

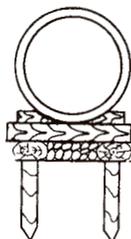


出典：「下水道施設計画 設計指針と解説・前編」（2019年版、P313）（公社）日本下水道協会

iv) 鳥居基礎（くい打ち基礎）

極軟弱地盤で、ほとんど地耐力を期待できない場合に用いられ、はしご胴木の下部をくいで支える構造である。

鳥居基礎



出典：「下水道施設計画 設計指針と解説・前編」（2019年版、P313）（公社）日本下水道協会

2) 可とう性管きよの基礎

硬質塩化ビニル管、強化プラスチック複合管等の可とう性管きよは、原則として自由支承の砂または碎石基礎とし、条件に応じて、ベツトシート、布基礎等を設ける。

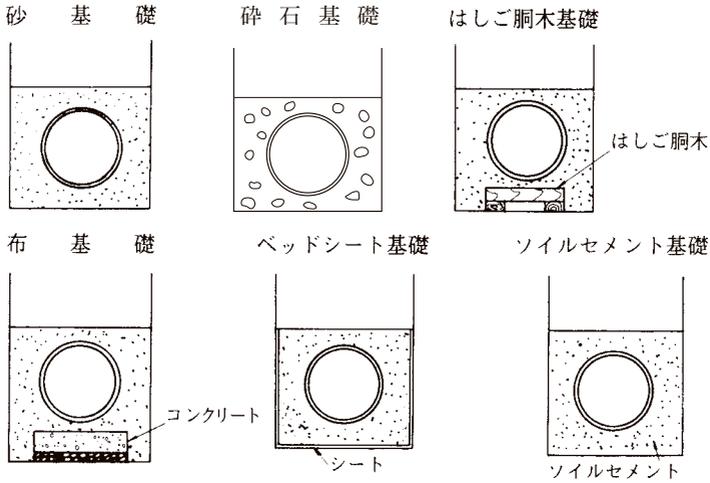


図 1.4.1 可とう性管きよの基礎の種類

出典：「下水道施設計画 設計指針と解説・前編」（2019年版、P315）（公社）日本下水道協会

3) 管の支承

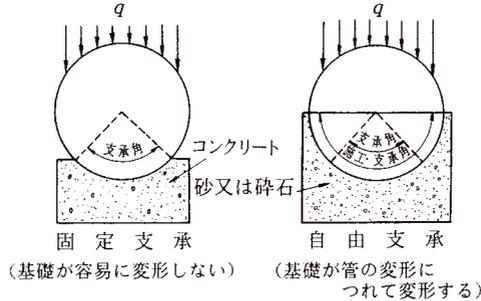


図 1.4.2 管の支承状態

出典：「下水道施設計画 設計指針と解説・前編」（2019年版、P315）（公社）日本下水道協会

固定支承…管体底部が基礎によって変形を完全に拘束されるもので、コンクリート基礎がこれにあたる。

自由支承…管の変形につれて基礎も変形するというもので、砂または碎石基礎が代表的なものである。そのほか、はしご胴木基礎がこれにあたる。

過去問題(令和2年)

次は、管きよの基礎について述べたものです。最も不適切なものはどれですか。

- (1) 可とう性管きよの基礎は、原則として自由支承の砂または砕石基礎とする。
- (2) 剛性管きよの基礎は、砂、砕石、はしご胴木、コンクリート等の基礎を設けるほか、鉄筋コンクリート基礎、鳥居基礎またはこれらを組み合せた基礎を施す場合もある。
- (3) 掘削工法では、管に作用する土圧は、土被り、掘削幅、土質、基礎の形式等の設計要因と矢板引抜きや埋戻し土の締固め等の施工要因により大きく異なることはない。
- (4) 可とう性管きよを埋設した場合の荷重算定では、埋設管に作用する鉛直方向の土圧分布と、水平分布に作用する反力及び土圧分布は、埋戻し土によるものと活荷重によるものとは分布形状が多少異なる。

【解説】

本問は、管きよの基礎に関する設問である。

- (1) については設問のとおり。
- (2) については設問のとおり。
- (3) について掘削工法では、管に作用する土圧は、土被り、掘削幅、土質、基礎の形式等の設計要因と、矢板引抜きや埋戻し土の締固め等の施工要因によって大きく異なることから、設問中の「施工要因により大きく異なることはない。」は不適切である。
- (4) については設問のとおり。

【解答】(3)

出典：「下水道施設計画 設計指針と解説・前編」(2019年版、P312～315)
(公社)日本下水道協会

過去問題(平成30年)

次は、管きよの基礎について述べたものです。□内にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれですか。

リップ付き硬質塩化ビニル管は、□A□であり、一般に□B□の□C□基礎とする。

A	B	C
(1) 可とう性管きよ	自由支承	砕石
(2) 剛性管きよ	固定支承	コンクリート
(3) 可とう性管きよ	固定支承	砂
(4) 剛性管きよ	自由支承	砕石

【解説】

本問は、管きよの基礎に関する設問である。

管きよの基礎は、使用する管きよの種類、土質、地耐力、施工方法、荷重条件、埋設条件等によって定めるが、工事費に著しく影響するので、管きよの耐久性と合わせて経済性についても十分に検討し、適切なものを選択する必要がある。硬質塩化ビニル管、強化プラスチック複合管等の可とう性管きよは、原則として自由支承の砂または砕石基礎とし、条件に応じて、ベツトシート、布基礎等を設ける。よってA：可とう管きよ、B：自由支承、C：砕石の組み合わせとなる。

【解答】(1)

出典：「下水道施設計画 設計指針と解説・前編」（2019年版、P298、P312、P315）
（公社）日本下水道協会

オリジナル問題①

次は、管きよの防護及び埋戻しについて述べたものです。最も不適切なものはどれですか。

- (1) 土圧及び上乗荷重が管きよの耐荷力を超える場合は、必要に応じてコンクリートまたは鉄筋コンクリートで巻きたて、外力に対応する。
- (2) 管きよ周辺の地盤、または開削工法の埋戻し土が液状化するおそれがある場合は液状化の判定を行い、液状化対策を行う。
- (3) 小口径污水管きよの場合、土被りが1.5m以下で交通量が少なく大型車両の通行がない路線については、発生土を基礎材として利用することがある。
- (4) 鋼管及びダクタイル鋳鉄管を電車軌道や変電設備の周辺に布設し、迷走電流の影響を受ける可能性があっても、管きよの外側に絶縁被覆及び絶縁継手等を使用する必要はない。

【解説】

本問は、管きよの防護及び埋戻しに関する設問である。

- (1) については設問のとおり。
- (2) については設問のとおり。
- (3) については設問のとおり。
- (4) について鋼管及びダクタイル鋳鉄管を電車軌道や変電設備の周辺に布設する場合、迷走電流の影響を受けることがあるため、管きよの外側に絶縁被覆を施し、絶縁継手等を使用することから、設問中の「管きよの外側に絶縁被覆及び絶縁継手等を使用する必要はない。」は不適切である。

【解答】(4)

出典：「下水道施設計画 設計指針と解説・前編」（2019年版、P317～318）
（公社）日本下水道協会