

第4章 設計

第4章 設 計

1. 設計の概要	4-3
2. 設計一般	4-5
(1) 事前調査	4-5
(イ) 供用開始の公示	4-5
(ロ) 公共ます及び公共污水取付管	4-5
(ハ) 排水予定量など	4-5
(ニ) 敷地	4-6
(ホ) 建物	4-6
(ヘ) 既設排水設備、埋設物	4-6
(ト) 下水道台帳の見方	4-7
(2) 排水システムの組立	4-11
(イ) 排水管及び通気管	4-11
(ロ) 設計上の注意事項	4-19
(ハ) 排水管管径の決定	4-25
(ニ) 管径決定の基本則	4-25
(ホ) 通気管	4-36
(3) 設計図の作成	4-39
(イ) 測量と見取図	4-39
(ロ) 設計図用表示記号等	4-41
(ハ) 設計図	4-43
(4) 設計例	4-51
〔例題1〕 分流式	4-51
(イ) 管きょ勾配の決定の基礎	4-51
(ロ) 計算	4-52
〔例題2〕 合流式	4-53
(イ) 管きょ勾配の決定の基礎	4-54
(ロ) 計算	4-54
(5) 定常流量法	4-56
(5) - 1 定常流量法による管径決定	4-56
(イ) 器具排水量	4-56
(ロ) 器具排水流量	4-56
(ハ) 定常（平均）流量	4-56
(ニ) 負荷流量	4-59

(ホ) ブランチ間隔の数え方	4-59
(5) - 2 定常流量法による通気管管径決定	4-74
(イ) 必要通気量	4-74
(ロ) 許容圧力差	4-75
(ハ) 通気管長	4-75
(6) 器具排水負荷単位法	4-84
(6) - 1 器具排水負荷単位法による管径決定	4-84
(イ) 管径決定法の概要	4-84
(ロ) 管径決定の手順	4-86
(ハ) 管径決定上の留意点	4-87
(6) - 2 器具排水負荷単位法による通気管管径決定	4-93
(イ) 管径決定の手順	4-93
(7) 雨水管	4-98
(8) プール排水	4-105
(イ) マニングの公式による流出量の求め方	4-105

第4章 設 計

1. 設 計 の 概 要

排水設備の施設は広範囲にわたり、その規模は多種多様である。1・2階の住宅・商店を始め大工場・住宅団地から地階を加え、4・5階建て以上の中高層建築物がある。建物の存在しない土地を含めて、建築敷地の状態も一様ではない。建物の種類・用途・使用者の職業・生活様式とその程度によっては、その設備の方式もまた雑多である。

汚水量をみると、小は一般建物から大は住宅団地・高層建物があり、1日数万トンを排出する工場がある。雨水量を見ても大小さまざまである。

使用する衛生器具にしてもその種類は数多く、その品質も実用・普及・高級品に分けられる。施設者には趣味・嗜好があろう。実用的な面に重点を置くものもあり、外観美を要求するものもあろう。またグリーストラップ・オイルトラップを必要とする建設物もある。

悪質下水を排除する会社・工場では、その水質によっては法規の定める除害施設を設けなければならない。広大な敷地をもっている工場・団地では、その排水設備施設も公共下水道並みのものを要するであろう。

排水設備の設計は、これらの状況条件をもとに規定に従ってなされるのであるが、実施設計にあたって我々技術者は多くの障害に突きあたることを否めない。

ことに困惑するのは、主に経済的理由によるものであるが、発注者の規定無視の無理な注文であろう。それには粗悪材料の使用・トラップの省略・配管の不備・勾配の不良等に通じ、発注者自身が不便・不潔な状態での使用になり、ときには思いもよらない事故を招く原因ともなり、許せない工事である。

また、排水設備の公道を縦横断しての布設、公示区域外からの連絡などの要望がある。公道内は当然公共下水道を布設すべきであるから、このような排水設備の存在は、将来の下水道計画を混乱させ、車輛の重圧で排水設備を破損するおそれがあり、保安交通上の危険を免れないので、これは原則的に禁止されている。

公示区域外・隣接地域からの排水設備の接続も原則的に承認されない。（図4－1－1）

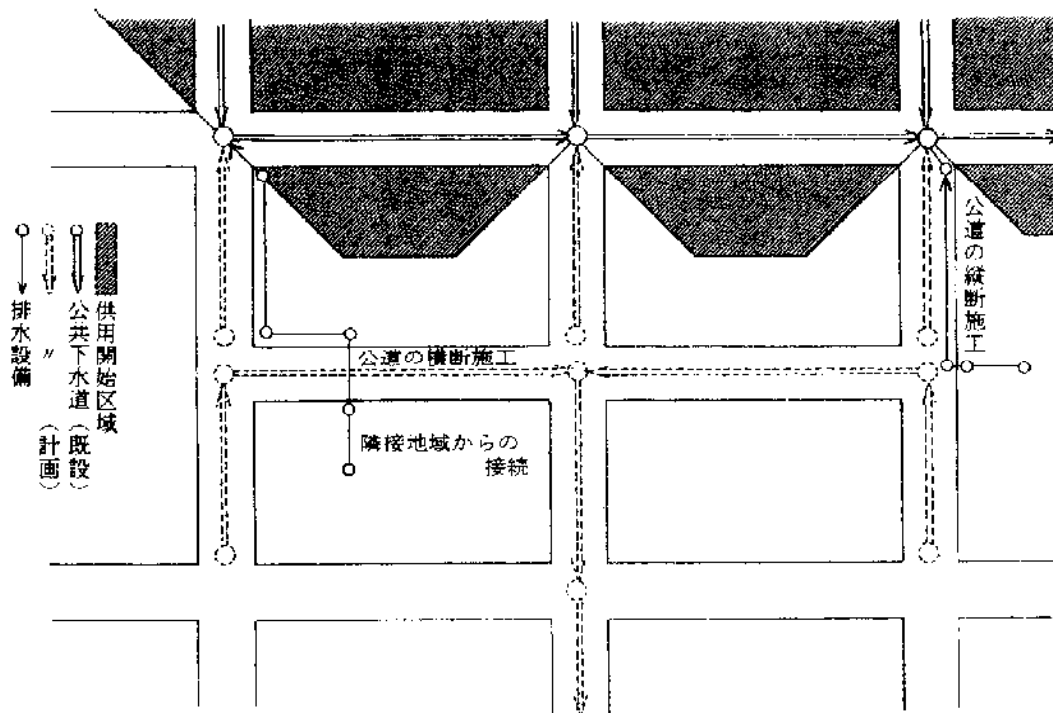


図4-1-1 排水設備として承認されない接続例

我々技術者としては、たとえどのような理由があろうとも、あくまでも法規に従い、最低の基準を守り、少なくとも上述の意に反した要望なり注文に対しては努めて説得し、やむを得ない場合は断固工事を断るくらいの見識がほしいものである。

よい設計、よい材料、よい施工は使命であり、このうちどの一つが欠けても工事の適正を期することはできないことを銘記すべきである。

排水面積は、一般に地図を用いて算出するが、適当な地図がない場合は平板測量等によって作成した平面図から求める。

管きよが受け持つ排水面積の区画割は、原則として地表勾配と宅地高を考慮し、道路の交角の二等分線として分割する（図4-1-2）。

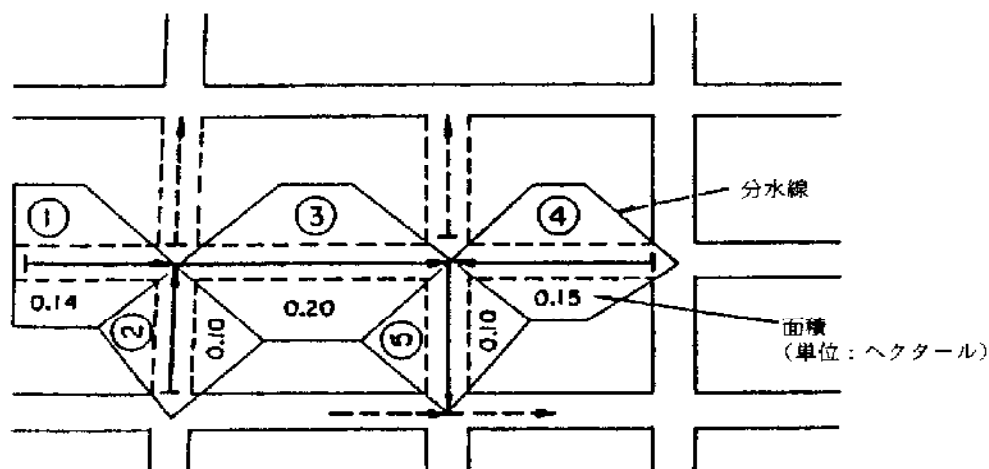


図4-1-2 区画割図

2. 設 計 一 般

(1) 事前調査

現場調査に先立ち、まず上下水道部において、備え付けの下水道公示図・下水道公示一覧表を閲覧し、必要事項の照合確認を忘れてはならない。また、分流・合流式の別、公道・私道の別を確かめる必要がある。

現場調査にあたっては、公共ます・公共取付管・排水設備の有無、有りの場合それらの形状の適否・使用の可否を確認する。分流・合流区域の境界付近では、特に慎重な調査が必要となる。

既設のますで使用していないものは、掃除し水を流してみるなりして確かめる。どこに流れているかわからない排水設備などは、責任をもって調査し使用の適否をきめる。

地域によっては、公道・準公道・私道の関係など、あらかじめ関係機関と緊密な打ち合わせを行なう必要がある。また他人の土地・排水設備を使用する場合、個人財産の使用となる為、慎重な調査・調整が必要となる。

設計に際しては、設備を設置する現場について、次の事項を事前に調査確認する。

(イ) 供用開始の公示

(a) 供用開始の公示の有無

(b) 下水の排除方式（「分流式・合流式」の別）

(ロ) 公共ます及び公共污水取付管

(a) 公共污水ます及び取付管の種別及び有無

(b) 位置（深さ、取付管管径）

(c) 公共ますから道路側取付管口径及び宅内側既設取付管口径の調査、また、標準口径（合流φ150mm、分流φ100mm）取付管施工の検討・協議

(ハ) 排水予定量など（ $\text{m}^3/\text{日}$ 、 $\text{m}^3/\text{時}$ ）

(a) 排水人口（人）

(b) 排水面積（ m^2 ）

(c) 湧水、工場廃水等の特殊排水量（ $\text{m}^3/\text{日}$ ）

(d) 排水時間（時間）

(e) 井戸水の使用量（ $\text{m}^3/\text{日}$ ）

(f) 処理分区や浄化センター及び特定施設の下水排除基準の確認

(各処理区・処理分区・流入する浄化センターで基準が異なっている)

(二) 敷地

- (a) 敷地周辺の道路 (公道・私道)
- (b) 隣地との境界
- (c) 形状、起伏、段差
- (d) 土地及び家屋所有者の確認
- (e) 水道メーター番号及び使用者コードの確認、その他使用水 (設備を含め) の調査

(ホ) 建物

- (a) 用途 (除害施設の有無)
- (b) 位置、構造

(ヘ) 既設排水設備、埋設物

- (a) 位置、構造
 - ① 管勾配確認による既設管利用の検討・協議
 - ② 既設ます利用の検討・協議
 - ③ 他埋設物の確認
- (b) 使用の有無、共用の有無

(ト) 下水道台帳の見方

図中 漢数字はマンホール中心の地盤高

〇●はマンホール

Ⅱ マンホール付近に書いてある算用数字は管底高

例	 250	5.3‰	41.40	
	内径 250mm	勾配 $\frac{5.3}{1000}$	管路延長 41.40m	流下方向

○———— は公共汚水ます

×———— は公共污水取付管

☐ _____ } は公共雨水ます

取付管上の数字は上流側マンホールからの距離

◎100 3.1 は取付管の管径及び取付管延長

…… マンホール付近の破線上の数字はマンホール中心からのオフセット距離

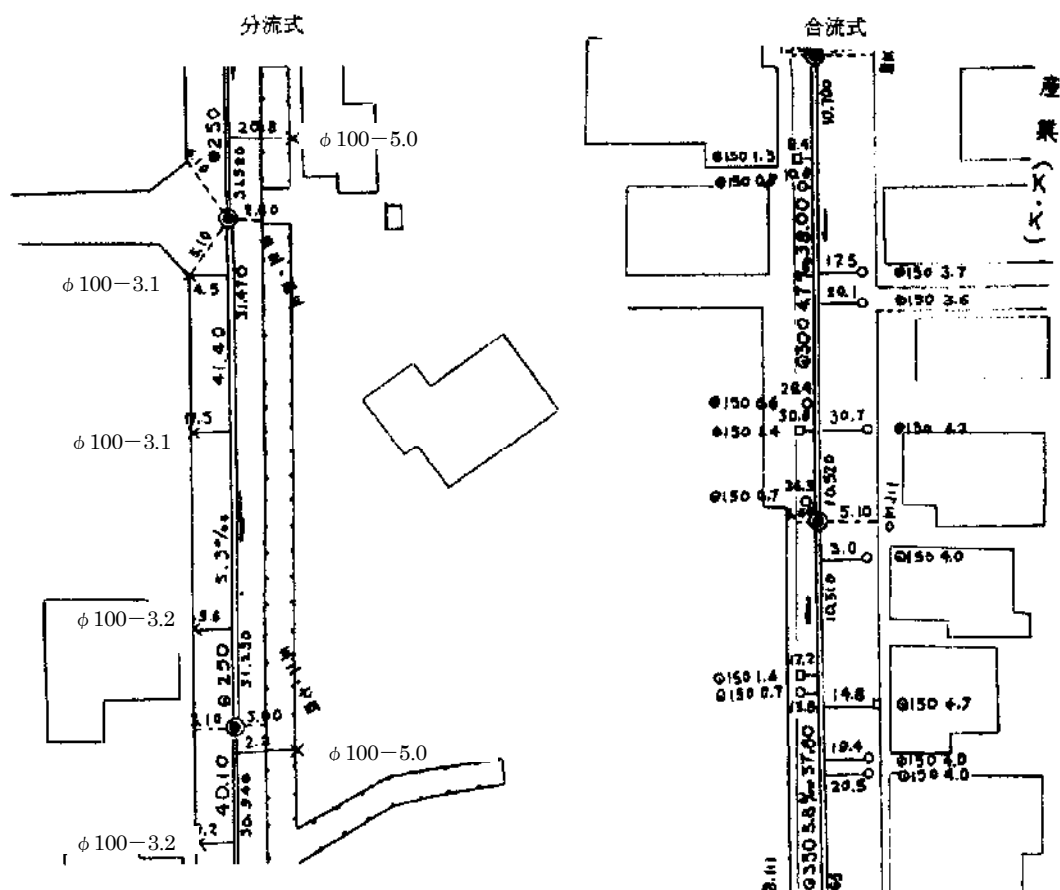


图 4-2-1

下水道台帳

図中

φ 250	D P	1. 27 (下流)	V-φ 250	D P	1. 66 (下流)
(管径)	(土被り)	1. 22 (上流)	(管種-塩ビ)	(土被り)	1. 64 (上流)

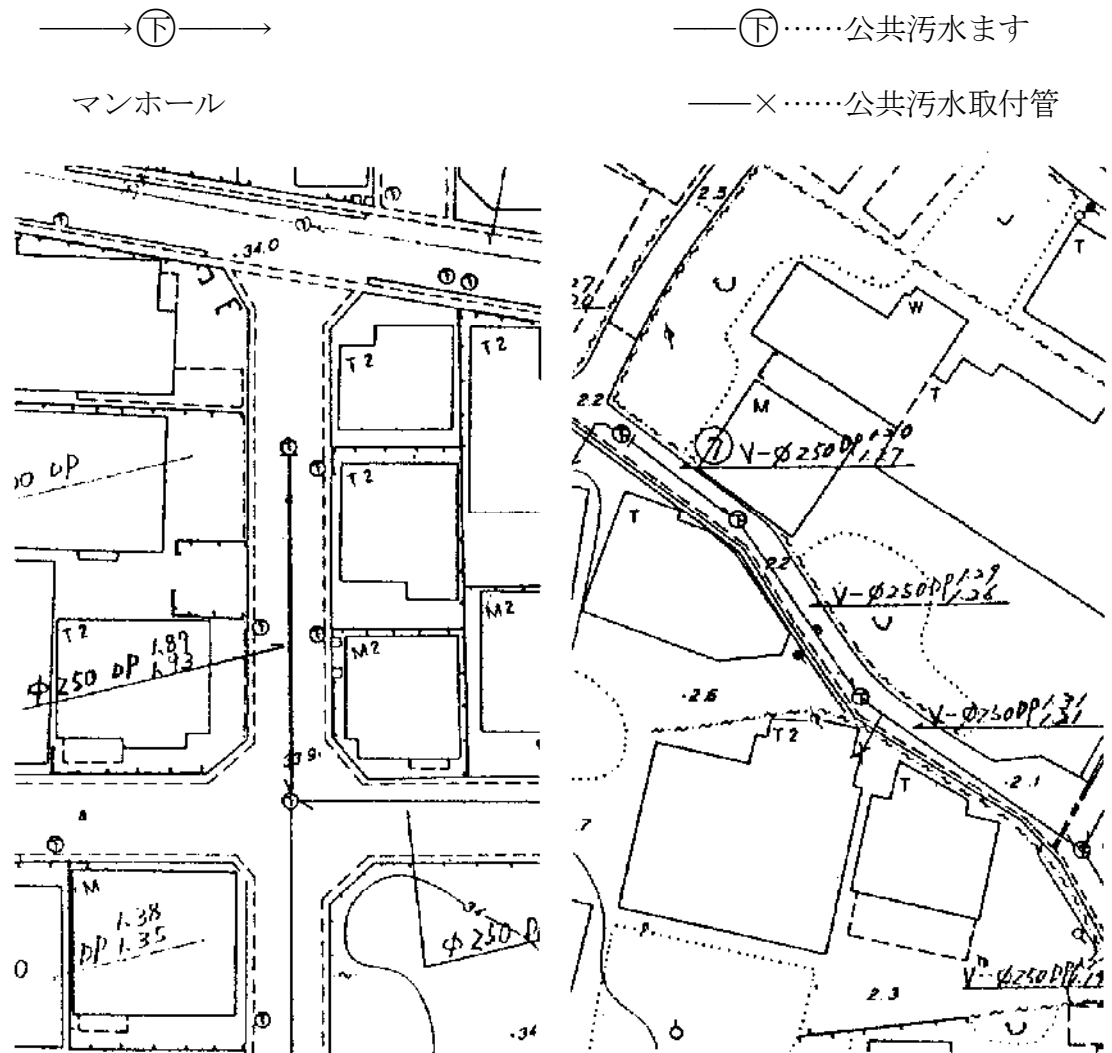


図 4-2-2

施設平面図

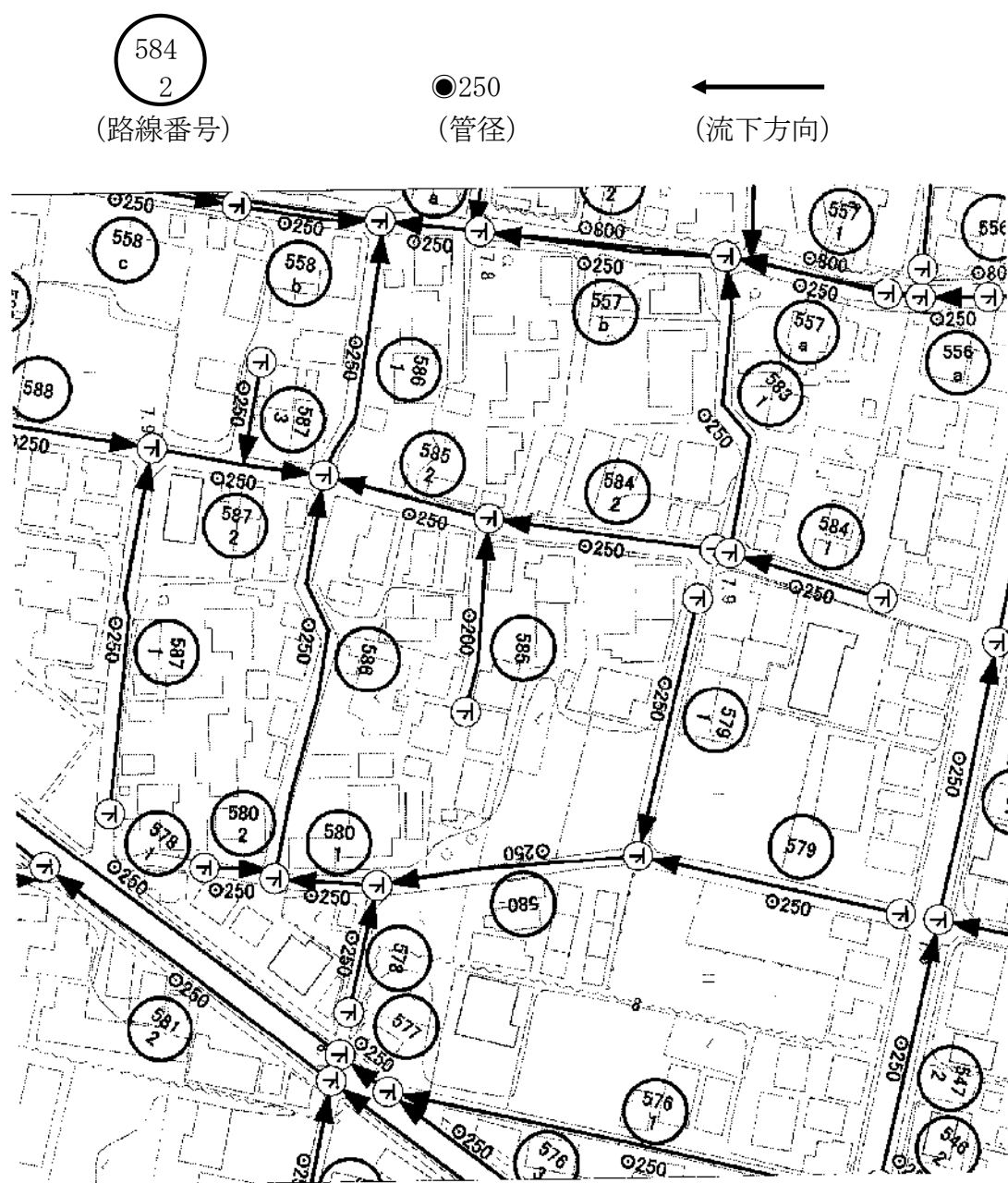
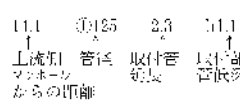


図 4 - 2 - 3

平面图 比例 1/500



縱斷面図 縮尺 縦 1/500 横 1/100



图 4-2-4

(2) 排水システムの組立

設備設計は、排水システムを構成する排水トラップ、排水横枝管、排水立て管および通気管等の配管部分と管材料の各性能要素について綿密なチェックを行なって最適な排水システムを組み立てることである。

(イ) 排水管及び通気管

(a) 器具からの排水量

器具からの排水量は、大便器・小便器・洗面器・浴槽など器具の種類によって異なる。また、同種の器具でも、器具の形状、使用方法、排水口の大きさ、配管との組合せなどによって排水量は同じではない。一般的に排水量の合計は使用量の大きい器具ほど大きい。また、同じ使用水量でも排水時間が短いほど、単位時間当たりの排水量は大きくなる。

更に排水量は、器具によって始めから終わりまで比較的平均して流れるものと、かなり変動するものとがある。その例を図4-2-5に示す。

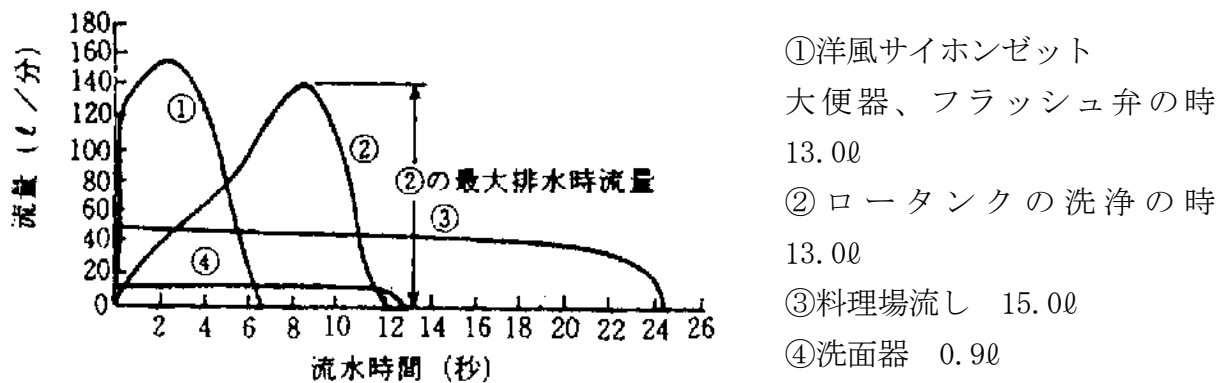


図4-2-5 流量-時間曲線

曲線②は、洋風大便器（サイホンゼット）で、ロータンク（容量130ℓ）洗浄の場合の排水特性曲線である。合計排水量は130ℓで、排水時間は12秒であるから、平均排水量は、 $130 / 12 \text{ 秒} = 1.08 \text{ ℓ/秒} = 64.80 \text{ ℓ/分}$ である。

最大排水時流量を図から読み取ると、約140ℓ/分となり平均の約2.2倍になる。曲線③は、料理場流しに150ℓを排水したときの排水特性曲線である。排水時間は約24秒であるから平均排水量は $150 / 24 \text{ 秒} = 0.625 \text{ ℓ/秒} = 37.50 \text{ ℓ/分}$ となる。最大排水時流量は図から50ℓ/分となるので、平均排水量流量の約1.3倍となる。

このように、大便器の排水特性曲線①、②はかなり変動があり、流し③、及び洗面器④は比較的平均して流れる。排水管口径決定の際に重要な要素となるものは、この最大排水時流量であり、表4-2-1に種々の器具の値の一例を示す。

表4-2-1

器 具 名	最大排水時流量 (ℓ/秒)	器 具 名	最大排水時流量 (ℓ/秒)
大 便 器	2.8	料 理 場 流 し	0.7~1.4
小 便 器	0.9	洗 たく 用 流 し	1.4
ストール小便器	1.4	ジャ ワ バ ス	1.4
洗 面 器	0.5	住 宅 用 浴 所	0.9
手 洗 い 器	0.3	公 衆 浴 場	1.9
掃 除 用 流 し	1.9	床 排 水	1.4~2.8

(b) 排水管内の排水量

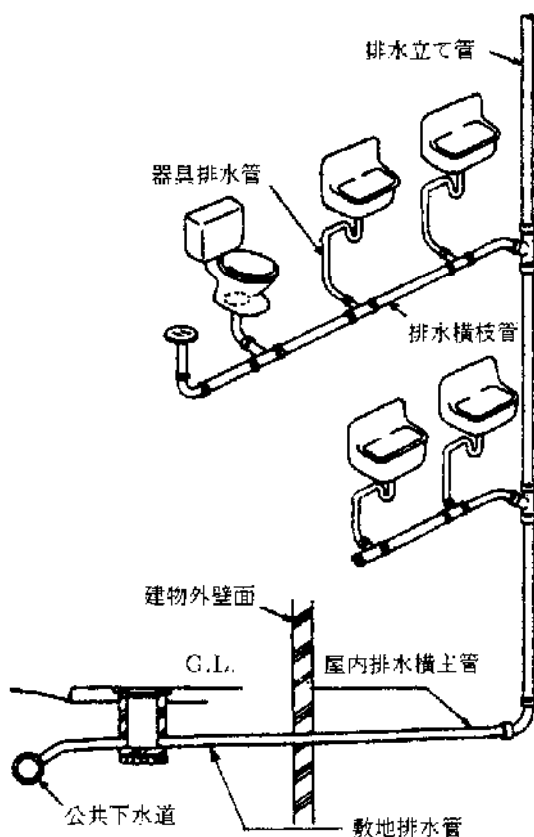


図4-2-6

図4-2-6に示すように、器具からの排水は器具排水管内を流れて排水横枝管に集まる。排水横枝管内に集まった排水は、次に排水立て管に流れ込む。排水立て管内に流れた排水は、屋内排水横主管に集まり、敷地排水管内を流れて公共下水道に流れ込む。このように、器具からの排水は、枝管から主管に順次集水して流れる。従って排水管内の排水量は、末端から本管に向って順次増加する。排水管内の各部における排水量を求めるには、その増加の割合を調べる必要がある。もし、各器具が全部同時に使用され、しかも長時間連続して排水されると仮定すれば、排水管内の排水量は、その排水管が受け持つ器具の排水量を合計すれば良いことになるが、実際にはこのような使われ方をされることはほとんど

ない。排水横主管により運ばれる流量は、その排水横枝管に接続した種々の器具排水管から同時に受ける流量の合計である。同時に受ける流量の合計は、その横枝管に接続した器具の同時使用率と同時排水率により定まる。例えば大便器が10個並んで設けられた場合と、そのうちの8個が使用されていれば器具の同時使用率は80%になり、その8個のうち同時に排水されるものを2個とすれば同時排水率は25%になり全体の10個に対しての同時排水率は20%（ $10 \times 0.8 \times 0.25 = 2$ ）になる。更に排水横枝管から排水立て管に流れ込む場合、また、排水立て管を

何系統か集めた屋内排水横主管においても、それぞれ同時使用率の係数を考慮して流量を求めなければならない。排水管内の排水量は、その排水管が受け持つ器具のうち同時に排水される可能性のある器具からの排水量の合計が最大になるときの値を選ぶ。

(c) 汚水管の勾配と水深

汚水管は、大便、トイレットペーパーなどの固形物を運ぶことも重要な役目の一つである。固形汚物は、なかば水に浮いた状態で運ばれるので、そのための水深が必要となる。管内の流速と水深は、管径と勾配によって定まる。管径が大きすぎるときは、水深が小となり、流速が減少するから固形物を押し流す力が弱くなり、水だけが流下してしまう。管径が小さすぎる場合は、管は満流となってエアスペースがなくなり、そのために大気圧を保持できず排水管内の気圧に変動を生じてトラップに悪影響を及ぼす。また、勾配が急すぎるときは流速が増加して水深が浅くなるため、固形物は残留して水のみ流下してしまう。反対に勾配が少な過ぎる場合は、水深が増すが流速が減じ固形物を押し流す力が減少する。汚水管における水深は、管径の $1/2 \sim 1/4$ 程度が望ましい。

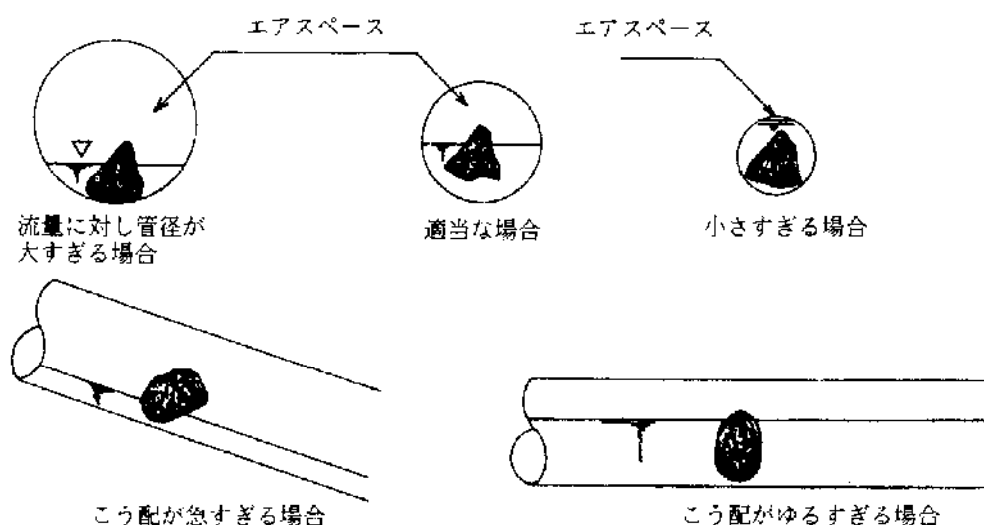


図 4-2-7 勾配と管径が、水深に及ぼす影響

例えば、 QL が 2.05 (ℓ/s) (アパート2戸分に相当) を硬質塩化ビニル管VU100を使用し勾配 ($I=2\%$) で布設した場合と、現地の都合で勾配 I が 1.5% 程度しかとれないため、勾配を重視してVU150を使用した時の水深の状態を調べると図4-2-8のようになる。

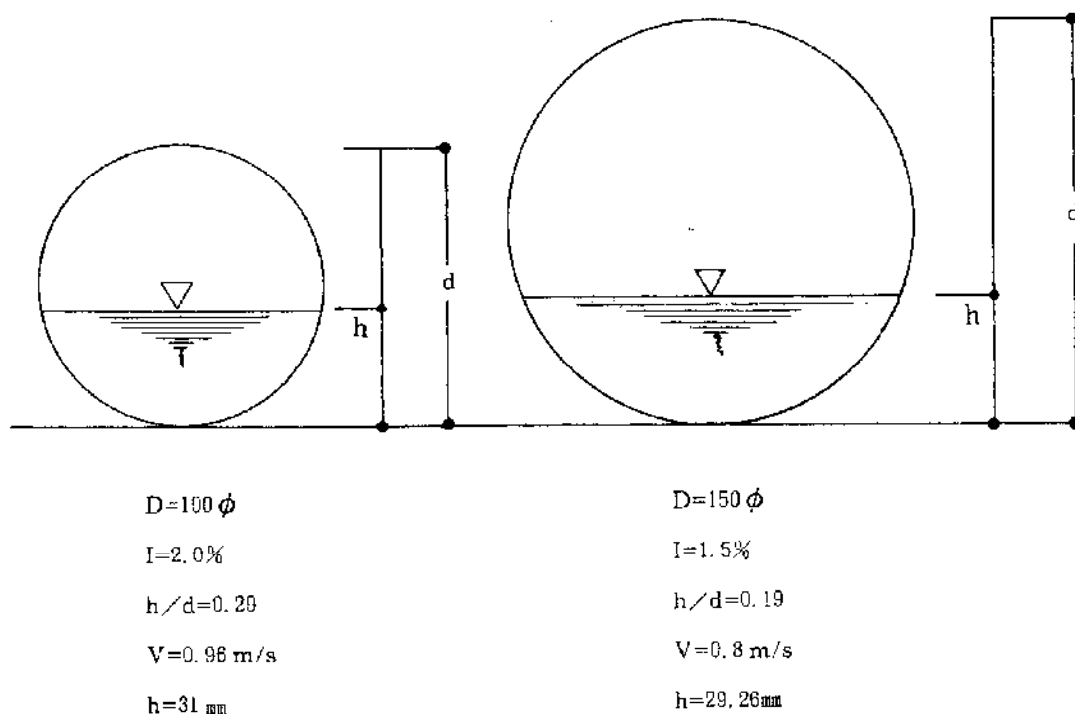


図4-2-8

この h が低すぎると水深が浅くなり搬送能力が減じられて支障が起きる場合があります。当浜松市ではこの h/d が 50% (半管流量) を基準にしているが最少でも 25% 程度とするのが望ましい (上部空間は通気スペースとする)

(d) 器具排水管、排水横枝管

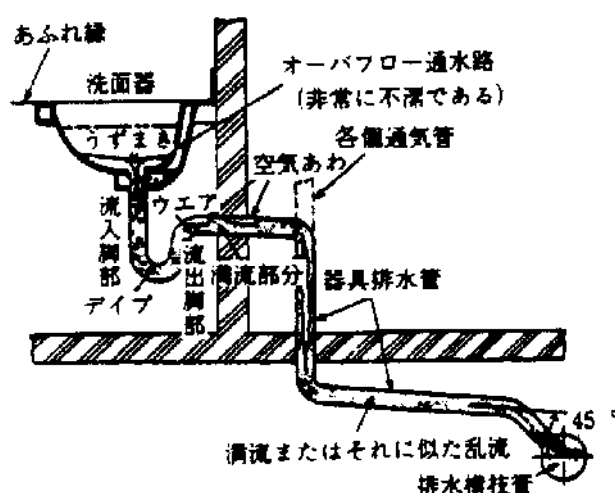


図 4 - 2 - 9 器具排水管内の流水状態

器具からの排水の中で、洗浄使用の大便器からの排水量は、図 4 - 2 - 5 ①のように、最大排水時において約 160ℓ/分を示す。大便器の器具排水管は、口径 75 mm を用いるのが普通である。口径 75 mm 管の満管流量は、勾配 1 / 50 で約 160ℓ/分であるから、満管状態が 1 ～ 2 秒程度続く場合がかなりあるわけである。排水管内の流水面はひどい波動を起こし、その波の頂点は管上端に届き、ある長さの満流箇所を生じ、水のピストンを形成する。これが短時間でも継続すると、その上流側は負圧、下流側は正圧側に空気が逃がす役目をさせる通気管も設ける。器具排水管から流出する排水量は変動するから、うねりを生じて流れる。このうねりは、横枝管を相当の長さ流れても持続され、なかなか定常流にならない。したがってこのうねりに別の器具排水管からの最大排水量が重なると非常な乱流を生じることになる。

(e) 排水立て管

排水横枝管を含めて屋内横引き管の勾配は、通常、管径が 65 mm以下までは $1/50$ 、75～100 mmまでは $1/100$ 、125 mmは $1/150$ 、150 mm以上は $1/200$ よりゆるやかであってはならない。

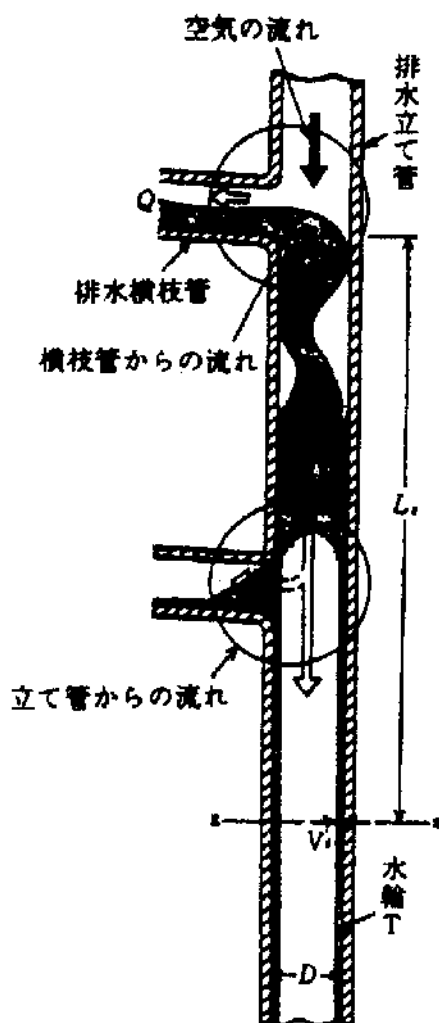


図 4 - 2 - 10 排水立て管

排水立て管に流れ込んだ水は、滝のような状態で落下するのではない。少量の水が大きな立て管に排水された場合、水流は管壁に粘着しがちで、ややらせん状に動きながら落下する。排水量を増すと、らせん状の水流の幅を次第に広げ、ついには管内全周に広がる水の輪となり更に水量が増せば、水の輪を増していき管の中心の空気の芯を囲み、らせん状の動きを起こすことなく落下する。この水流は、排水立て管の断面積の $1/4 \sim 1/3$ を占め一層のような流量のときに起きる。この流量をこえると、水流は管の断面積を覆う膜状となり、水压を形成し管の低方部の空気圧を上昇させるので、結局その水塊はこわれる。排水立て管中のこのような水塊の形成とその破壊は、空気圧の急激な動揺と不快な騒音を生じる。したがって、排水立て管の容量決定に際しては、このような現象が生じない範囲に流量を制限する必要がある。排水横枝管から排水立て管に流れ込む水流は重力の加速度を受け、立て管内を落下する間に速度を増すが、無限に増加していくのではなく、管内壁及び空気との摩擦抵抗と均衡する流速

(終局流速) までしか増加しない。したが

って、立て管がいかに長くても、その底部が高さに比例した流下衝撃圧を受けるわけではない。その終局流速の概略値は、普通の立て管径及び排水量のもとにおける実験で、铸铁管の場合約 $5 \sim 12 \text{ m/秒}$ である。立て管に流入してから終局流速になるまでの流下高は、約 $4 \sim 6.5 \text{ m}$ 程度である。立て管内で流速が大きくなるほど水輪の厚さは減じてゆき、終局流速に達した点で最小になり、以下は同一厚さを保って下降していく。水輪の内周に接した空気は、水輪の流下につれて誘引され下降する。そのため、立て管底辺部は正圧となり立て管上部は負圧となる。上部の負圧に応じて空気を補給する。

(f) 排水横主管

排水立て管の底部においては、水流は終局流速に達した高速の状態で排水横主管に流入する。水流が立て管の底部の曲り部分にはいり、水流方向が垂直から水平に転じるとき、水には遠心力が働き、曲管部分の低い曲面に接して比較的均等な厚みの水の膜の形をした流れが生じる。この水流の高速と水の膜の形は、排水横主管内面の摩擦抵抗と立て管に比べてはるかに少ない勾配のために、排水横主管内では維持されない。普通、排水横主管の勾配は $1/100 \sim 1/50$ であるから、そこで生じうる流速は、 $0.6 \sim 1.2 \text{ m/秒}$ である。これに対して、排水立て管の終局流速はこの数倍に達している。排水横主管内における水流の高速から低速への変換は、排水立て管の底部の継手から下流へ短い距離の間の水流内に、はね水現象と称する水位の上昇をもたらす。この距離は、入口速度及び排水横主管内の水深、管内面の粗度・管径・勾配により決まるもので、普通の管径の铸铁管では、立て管の直径の約10倍までの範囲で変化する。典型的なはね水現象を—11に示す。

はね水現象を生ずるところでは水深は急激に増加し、満流になる現象が現われる。

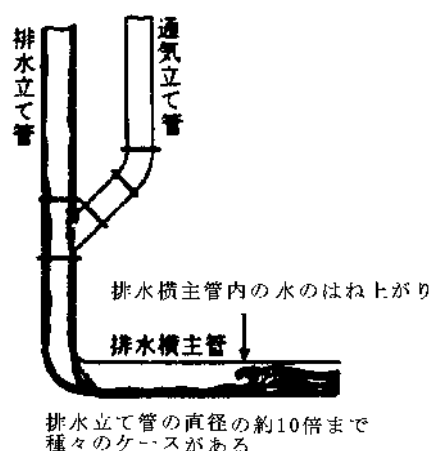


図4-2-11 はね水現象

排水横主管の管径が排水立て管の管径より大きい場合及び排水横主管の勾配が比較的大きい場合には、はね水現象の発生は少ない。はね水現象を生じた部分の下流では、摩擦抵抗の影響を受けて流速が次第に減少し、漸次定常流に近づくか、しばらくの間、不安定なうねり波状態が続く。流下水に伴われてきた立て管内の正圧空気は、排水横主管に沿って逃げるできないから、排水立て管底の正圧は一時急激に上昇する。この危険な正圧を逃すために排水立て管底近くに通気立て管を設ける。

(g) 排水管内の空気の流れ

通気配管内の空気の流れにおいても空気の物理的特性が関係する。そのうち最も関係のあるものは、密度・粘性・圧縮率である。排水通気系統内に存在する下水ガスは流体力学的には、ほとんどの普通の空気と同様に取扱ってよい。排水系統においては、系統に接続した器具トラップの排水深は 50 mm であり、圧力の変動が許される範囲は水柱圧 25 mm とされている。圧力変化のこの制限に相当する容積変化は約 $1/400$ である。したがって、排水配管内の空気がこの水量の許容値以上に圧縮されることなく自由に流通しうるように通気配管を設計しなければならない。

満流でない排水管内を水が空気に接しながら流れる場合、水と空気の間には摩擦が生じる。この結果、空気は水に沿って引きずられて排水と同じ方向に流れる。排水方向の急激な変化箇所や、水流の合流箇所におけるように、水が占める断面積が急に増加する場合は、それに相応して空気の流れのために利用しうる断面積が減少し、空気が圧縮される。その結果、そうした箇所に空気の流れの一時的な停止や閉塞現象が生じる。そのような現象が生じた排水管区域内に空気が引き込まれると、その狭くなった排水管内に空気が集まるため、圧力が高まることになる。上層階にある器具から排水系統に排水された空気を伴いながら下降する場合は、大気圧よりかなり高い圧力が排水系統の下部に発生する。排水系統の下部に接続した器具排水管や横枝管は、器具トラップの封水を吹き出させる程の過度の背圧を受ける。また、水流に引きずられて排水管に沿って流れる空気は、すべて排水系統の上方部から引きおろされる。そのため、系統の上方部は大気圧よりもかなり低い圧力の部分が生じる。これらの排水系統内に生じる過度の気圧変動を防止するために通気管が設けられる。

(ロ) 設計上の注意事項

設計にあたっては、下記により設計して下さい。

(a) 汚水系統

伸頂通気方式 (1 管式)	定常流量法
通気立管方式 (2 管式)	1. 定常流量法 2. 器具排水負荷単位
ループ方式による 横 枝 管	マンニング公式による満管流量
上 記 以 外	マンニング公式による半管流量

(b) 雨水系統

① 給排水設備基準 (換算屋根面積 m^2)

② 器具排水負荷単位法

③ 合理式

下水道施設の設計をする場合は、1 人 1 日時間最大汚水量に計画人口を乗じて求める。戸々の建物については、使用目的により使用状況が異なるので、もっとも使用頻度の高い時間帯において求める。汚水管については計画時間最大汚水量、雨水管については計画雨水量による。

表4-2-2 一般家庭単位汚水量表

(単位: L (人・日))

用途地域別	1 人 1 日平均 汚 水 量	1 人 1 日最大 汚 水 量	1 人 1 日時間最大 汚 水 量
商業地域	690	770	1,230
住居地域	450	500	800
準工業地域	510	570	910
工業地域	360	400	640

地下水は 100 L (人・日) 見込む

(c) 器具排水管および排水横枝管の設定

各排水器具から排水立て管までの配管は、排水立て管の設定と関連して設計するようにしたい。

排水横枝管は、使用される排水トラップの型式によって排水管のまとめ方に工夫が必要となる。また、配管スペースのとり方も異なるので、当該住戸内の床下（スラブ上転し配管）に設ける場合には床上排水型を使用し、直下階の天井内に設けるときは床下排水型を使用することになる。

「設計上の留意点」

- ① 器具排水管および排水横枝管の長さは、できるだけ短くなるように配管ルートを設定する。
- ② 横走り部分の曲がりには、2カ所以内にするのが望ましい。
- ③ 曲がり個所には掃除口を設ける。この場合、作業が容易に行えるように点検口を付けるなど必要な手段を施す。なお、掃除口のサイズは排水管径と同径が望ましい。
- ④ 最下階の器具排水管または排水横枝管を排水立て管に接続する場合は、立ち上げ基部より 60 cm を超える上方の位置とする。（図 4 - 2 - 12 参照）

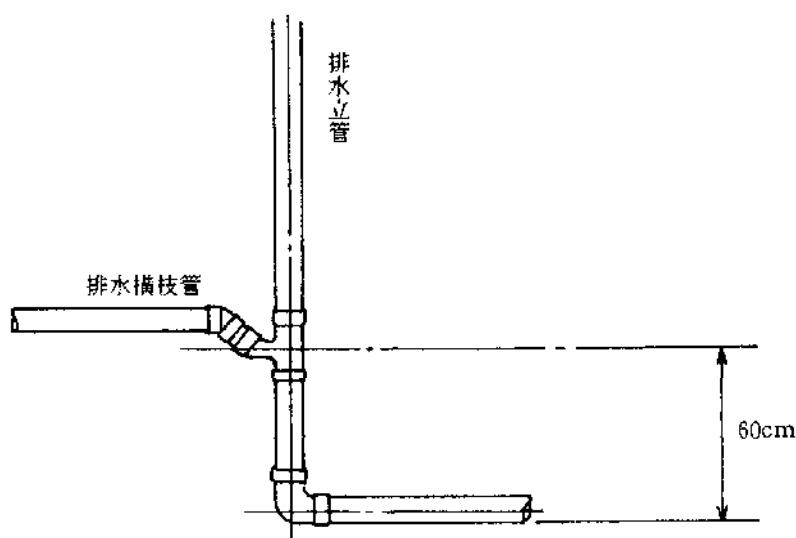


図 4 - 2 - 12

- ⑤ 配管スペース内では他の設備用配管、ダクト類との取り合いを検討し、納まりよく施工できるよう整合を図る。
- ⑥ 配管の最小勾配は表 4 - 2 - 3 による。

表 4－2－3 排水横管の管径と勾配

管径 (mm)	勾配 (最小)
65 以下	1／50
75 ， 100	1／100
125	1／150
150 以上	1／200

(SHASE－S 206－2009)

排水横主管は、その流速が毎秒 0.6mを下回らない範囲で、表 4－2－3 に規定されたものより緩い勾配で配管してもよい。

(d) 排水立て管の設定

排水立て管のたて方は、他の排水管に無理を与えないよう適切な位置に設けることが大切である。

「設計上の留意点」

- ① 建築構造をチェックしオフセット配管にならないようにする。
- ② 使用する管種によっては、流水音が騒音の原因となる場合があるので、隠ぺい配管にするなど配慮する。
- ③ 室内に露出して配管する場合
 - ・ 建築仕上げとの取り合いで特に天井・床等の見切り個所の適当な措置対策および壁仕上げ等施工に支障のない位置を設定する。
 - ・ ドア等建具の開閉あるいは機器類（流し台、洗面器、便器等）の使い勝手を損う場合があるので位置関係に留意する。
- ④ 掃除口は最下階および最上階に設けるほか、中間階は4階ごとを標準とする。なお、掃除口が常時隠ぺいとなる場合には、当該個所に点検口が必要となる。掃除口のサイズは排水管径と同径にする。

(e) 排水横主管の設定

排水横主管の設定は、基本的に(c)で述べた排水管の設定の考え方と共通してとらえることができる。排水系統について格段の制約がない限り2本以上の排水立て管を横主管に収集させる方法は合理的と考えられる。ただ、立て管の位置によっては、単独に横引管で屋外ますまで配管した方がよい場合もある。また、多くまとめすぎると施工上無理が生じるケースもあるため、横主管の管径は150mmを超えないような管路の設定が必要である。

「設計上の留意点」

- ① 全長にわたって曲がり部分が少なく、かつ管長をできるだけ短くするよう配管ルートを検討する。
- ② 2つの横主管を合流させる場合は、水平または 45° 以内で水平近く接続できるような横主管のルートを検討する。
- ③ 排水勾配は、表 4-2-3 による勾配を確保する。
- ④ 排除口は、配管の起点、曲がり部および長い横走り部分の中間に設ける。

(f) 通気管の設定

排水系統には、排水性能の保持・排水系統内の換気および器具トラップの封水を保護するために通気を設ける必要がある。

通気には、ループ通気・各個通気・伸頂通気のほかに、これらを適切に組み合わせたものがある。

「設計上の留意点」

- ① 伸頂通気管は屋上まで立上げ大気に開放する。屋上以外の場所に開放する場合は、臭気の影響を与えないようにする。
- ② 通気立て管の頂部は単独、または伸頂通気管に接続し①の方法によって大気に開放する。
- ③ 通気立て管の取り出し個所は、立て管の最下位で接続される横枝管より低位とする。

(g) 管径・勾配の決定

管径・勾配の算定は、下水道基準によるが流速及び流量に基づいて決定することができる。

① 算定の手順

- (i) 設計流量は、污水管については計画時間最大汚水量、雨水管については計画雨水量による。
- (ii) 管径は設計流量に、ある程度の余裕率を乗じて得た流量をもとに算出する。

② 流速・勾配及び流量

- (i) 汚水管内流速は、計画時間最大汚水量に対して $0.6 \sim 1.5 \text{ m/s}$ の範囲が望ましい。
- (ii) 雨水管または汚水と雨水の合流管内流速は、計画雨水に対して、 $0.8 \sim 2.5 \text{ m/s}$ の範囲とする。
- (iii) 最低流速は、(i)、(ii) のとおりであるが、小口径管の場合には、最低 0.9 m/s 以上にすることが望ましい。

- (iv) 管の勾配は一般的に地形の勾配に応じて定めれば経済的ではあるが、管内の流速が小さいと管底に下水中の固形物が沈着し、また流速をあまり大きくとると管きょを損傷したりする。これらを考慮して算定する。
- (v) 流量の算定は、マニング公式による。
- (h) 屋外排水設備は、現地の地盤高の高低、排水管の長短、公共ますの深浅を考慮し、最長延長上にある起点ますを基本として下流へ計算する。
- (i) 維持管理上できるだけ屋内または床下配管を避ける。
- (j) 分流式の雨水管と污水管は平面的に重ならないようにし、交差する場合は污水管が下部、雨水管が上部となるように設計する。
- (k) 分流式の雨水管と污水管が並列する場合、原則として污水管を建物側とする。

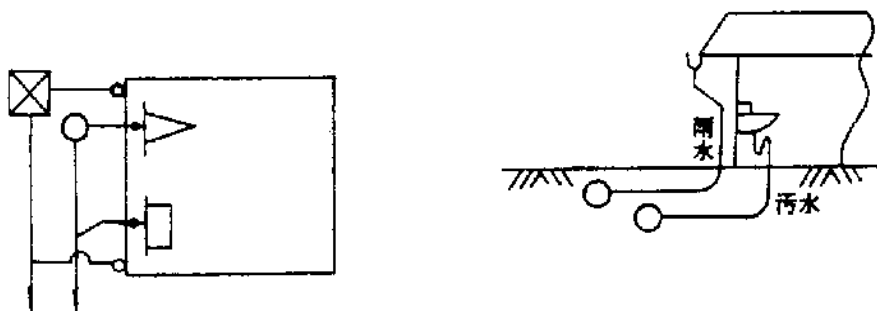


図 4 - 2 - 13

- (1) 外流しの接続は、分流区域では污水管に接続し、雨水浸入のない構造とする。
また、外流しに雨どいの末端を取り入れてはならない
(図 4 - 2 - 14 及び P 2 - 1 0 9 その他の屋外排水参照)。

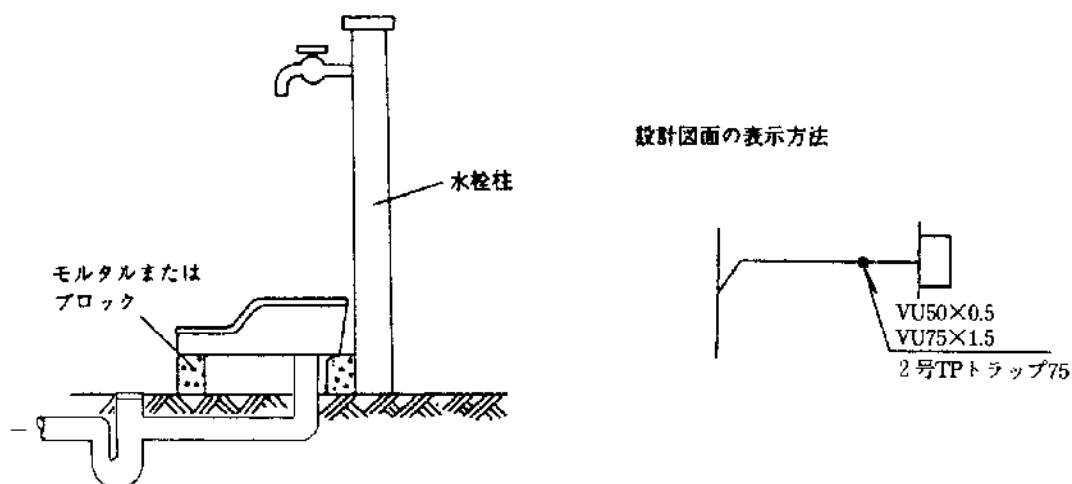


図 4 - 2 - 14

- (m) 分流区域ではベランダ、屋上等の露天またはこれに準じる個所に洗濯機等の汚水を排水する設備を設ける場合（給水装置のみの場合も含む）は、必ず雨水と分離し、当該排水のみを単独で污水管に流入させること。
- (n) 賃貸（分譲）店舗にあっては、必ずグリース阻集器の設置できるスペースを確保しておくこと。
- (o) 分流区域における給油取扱所（ガソリンスタンド）の取扱い
消防法の規定の適用がある場合には、その規定によるほか、次の措置を講じる。
- ① 給油取扱所（ガソリンスタンド）の建屋、キャノピー（上屋）以外の給油所（給油施設）内に降った雨水は、油水分離槽を通して側溝へ排除させる。
 - ② 洗車場は雨水の浸入のない構造とし、油水分離槽を通して下水道に排除させる。（自動洗車機がある場合は、特定事業場となるため、下水道施設課と協議が必要。）
- (p) 下水排除基準の規制値を超える下水を公共下水道へ排除する場合は、下水道法及び浜松市下水道条例により除害施設等を設置する。
- (q) 増設・改築など将来計画を考慮し、後日布設替えを生じないよう十分な管径（勾配）を選ぶこと。
- (r) 勾配はある程度きつめにして、管内の自浄作用を助長させる。
- (s) 下水の流れをよくするため、できる限ります内で上・下流管底に1～3cmの落差を付ける。
- (t) ますの設置基準のうち、ますの代りに枝付管または曲管を用いてもよい。
- (u) 上記の場合、適当な個所に掃除口の設置を考慮する。
- (v) 枝管を取り出すところには必ずY字枝付管、曲管をはさむところには大曲り管を用いる。曲管には枝管を取り付けてはならない。
- (w) 配管材料はすべて日本工業規格（JIS「以下JIS」という。）またはこれらに準じるものを使用しなければならない。

(ハ) 排水管管径の決定

管径決定の方法には、現在“器具排水負荷単位”と“定常流量法”の2通りがあり、器具排水負荷単位というのは、標準器具（洗面器）を1単位とし各排水器具からの最大排水流量を洗面器の最大排水流量（28.56ℓ/min）＝（0.476ℓ/s）で除したものである。いいかえれば器具からの排水が、管に与える排水負荷の大きさを単位で表わしたものとなっており、排水管の管径は、その排水管が受け持つ器具の器具排水負荷単位の累計によって算定する。

一方、定常流量法は同じ器具でも設置場所、使用人員、あるいは使われ方によって排水負荷の発生する度合いが異なり、最大排水流量だけでは不十分で器具の排水特性を示す器具排水流量、器具排水量および平均排水間隔の3つの数値によって管径を決定する方法である。

(二) 管径決定の基本則

排水管の管決定には、基本的に最初から決められている事項である“基本則”と排水の負荷量に応じて管径を算定する“従量則”とがある。

基本則は、器具排水負荷単位法および定常流量法とも、以下に述べるように変わりはない。

- (a) 器具排水管の管径は器具トラップの口径以上で、かつ30mm以上とする。衛生器具の器具トラップの口径は、表4-2-4のとおりとする。

表4-2-4 器具トラップの口径

器 具	トラップの最小口径 (mm)	器 具	トラップの最小口径 (mm)
大 便 器※※	75	浴 槽（洋風）	40
小便器（小・中型）※※	40	ビ デ	30
小便器（大型）※※	50	調 理 用 流 し※	40
洗面器（小・中・大型）	30	掃 除 流 し	65
手 洗 い 器	25	洗 濯 流 し	40
手術用手洗い器	30	連 合 流 し	40
洗 髪 器	30	汚 物 流 し※※	75～100
水 飲 み器	30	実 験 流 し	40
浴 槽（和風）※	30		

注 ※住宅用のもの

(SHASE-S 206-2009)

※※トラップの最小口径は、最小排水接続管径を示したものである。

- (b) 排水管は、立て管、横管いずれの場合も、排水の流下方向の管径を縮小しない。ただし、大便器の排水口に口径100mm×75mmの径違い継手を使用する場合は、その接続は管径の縮小とは考えない。

(c) 排水横枝管の管径は、これに接続する衛生器具のトラップの最大口径以上とする。

(d) 排水立て管の管径は、これに接続する排水横枝管の最大管径以上とし、どの階においても、建物の最下部における最も大きな排水負荷を負担する部分の管径と同一管径とする。 かつ、上部を細く下部を大きくする配管は、してはならない。

(e) 地中または地階の床下に設ける排水管の管径は、50 mm以上が望ましい。

(f) 下水管の計算は Manning (マニング) 公式による
すなわち

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに

V = 平均流速 (m/s)

I = 勾配

R = 径深 (m)

n = 粗度係数

$$R = \frac{A}{l} \quad \dots\dots\dots (2)$$

A = 流水断面積 (㎡)

l = 流水潤辺長 (m)

n = コンクリート管の時 0.013

n = 鋼管の時 0.012

n = 硬質塩化ビニル管の時 0.010

$$Q = A V \quad \dots\dots\dots (3)$$

Q = 流量 (m³/s)

式 (1) (2) (3) より、 n=0.01 の硬質塩化ビニル管 Q は (ℓ/s) とすると
満管時の流量 $Q_F = 31,000 \cdot I^{1/2} \cdot D^{8/3} \quad \dots\dots\dots (4)$

$$D = \left(\frac{Q_L}{31,000 \cdot I^{1/2}} \right)^{3/8} \quad \dots\dots\dots (5)$$

半管時の流量 $Q = 15,500 \cdot I^{1/2} \cdot D^{8/3} \quad \dots\dots\dots (6)$

$$D = \left(\frac{Q_L}{15,500 \cdot I^{1/2}} \right)^{3/8} \quad \dots\dots\dots (7)$$

立管については Wyly-Eaton が実験結果を考慮してマニングの公式と形式を合わせて下記の実験式を作った

$$Q_{\alpha} = (635\pi \alpha / 4)^{5/3} \cdot D^{8/3} \dots\dots\dots (8)$$

Q_{α} = 充水率 α における立管流量 (ℓ/ s)

α = 立管充水率

通気立管方式 ($\alpha=0.3$) の時 (8) 式より $Q=4200D^{8/3}$ (9)

伸頂通気方式 ($\alpha=0.18$) の時 $Q=1800D^{8/3}$ (10)

となることがわかる。

(g) 硬質塩化ビニール管の流速および流量

図4-2-15のように、内径 d の円形管内を勾配 i 、中心角 θ で、水が流れるときの流速 v 、流量 Q は、Manning 式によれば次のとおりである。なお、硬質塩化ビニール管の粗度係数 n は $n=0.010$ とする。

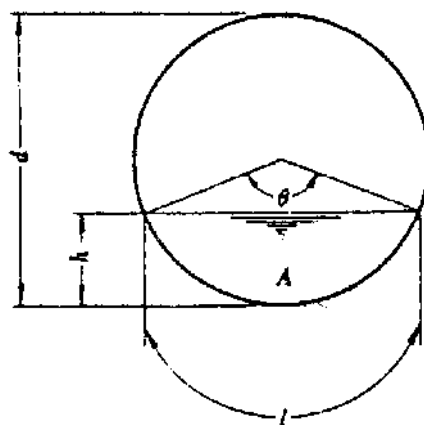


図4-2-15 流水断面

流 速 : $v = \frac{R^{0.667}}{n} \cdot i^{0.5} = \frac{\beta^{0.667}}{0.01} \cdot d^{0.667} \cdot i^{0.5}$ (m/秒) (11)

流 量 : $Q = A \cdot v = \alpha / d^2 \cdot v$
 $= \alpha \cdot \frac{\beta^{0.667}}{0.01} \cdot d^{0.667} \cdot i^{0.5}$ (m³/秒) (12)

ここに

流水断面積 : $A = \frac{1}{8}(\theta - \sin \theta)d^2 = \alpha \cdot d^2$ (m²) (13)

$\alpha = \frac{1}{8}(\theta - \sin \theta)$ (14)

ただし、 θ の単位は rad とする。(以下同様)

流水潤辺長 : $l = \frac{1}{2}\theta \cdot d$ (m) (15)

$$\text{径 深 : } R = \frac{A}{l} = \left(1 - \frac{\sin \theta}{\theta}\right) \frac{d}{4} = \beta \cdot d \quad (\text{m}) \quad \dots\dots\dots (16)$$

$$\beta = \frac{1}{4} \left(1 - \frac{\sin \theta}{\theta}\right) \quad \dots\dots\dots (17)$$

$$\text{流水深さ : } h = \left(1 - \cos \frac{\theta}{2}\right) \frac{d}{2} \quad (\text{m}) \quad \dots\dots\dots (18)$$

表 4－2－5 は円形管の流量をマンニングの公式によって計算したものであり、図 4－2－16 は水理特性曲線といわれるものである。この特性曲線は、水深ごとに流速、流量等を計算してこれを図上にあらわしたものであるが、この特性曲線から次のようなことが判断出来る。

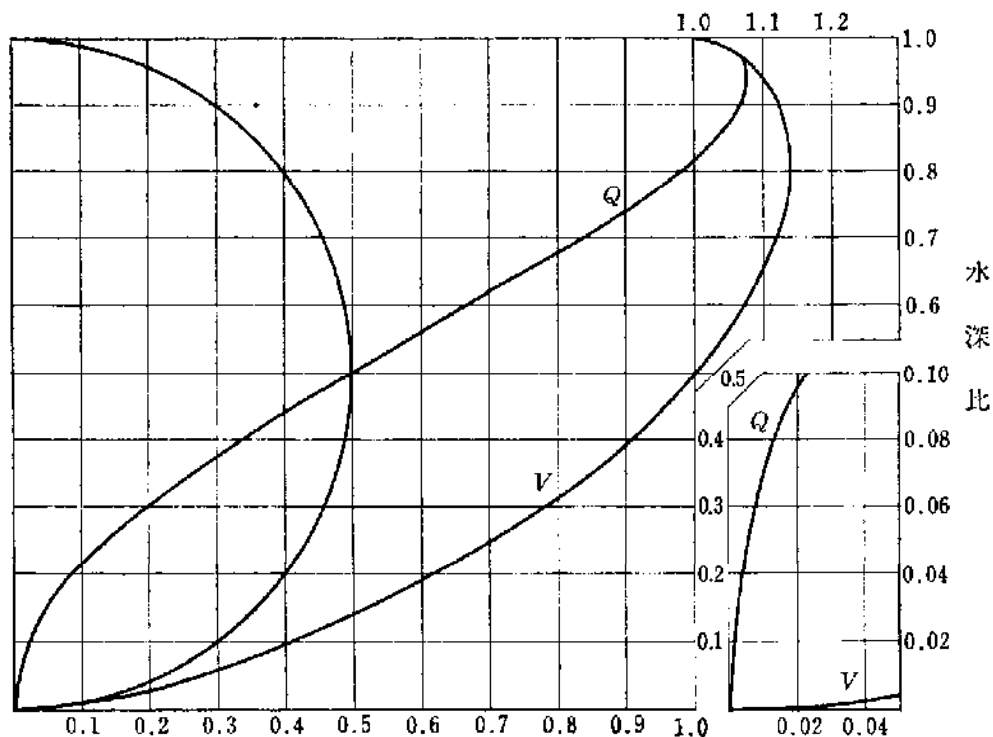


図4－2－16 水理特性曲線 円形管(マンニング公式)

すなわち、円形管において流速は、水深が 50%以上の時は常に満管流速を上まわり、水深が 81%のとき最大となり満管流速の 14%増となる。流量は水深が 82%以上の時は常に満管流量を上まわり水深が 95%のとき最大となり満管流量の 8 %増になる。また流速は、水深が 50%以下になると満管流速より小さくなる。

表 4－2－5 マンニング公式による円形管流量表参照

表4-2-5 マニング公式による円形管流量表

塩化ビニル管(VU) $n=0.010$

管 径 (mm) 勾 (%) 配	100		125		150		200	
	V (m/s)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Q (m ³ /s)
12.0	3.094	0.0278						
11.0	2.963	0.0266						
10.0	2.825	0.0253						
9.0	2.680	0.0240	3.068	0.0413				
8.0	2.527	0.0227	2.892	0.0389				
7.0	2.363	0.0212	2.706	0.0364	3.013	0.0561		
6.0	2.188	0.0196	2.505	0.0337	2.790	0.0519		
5.0	1.998	0.0179	2.287	0.0308	2.547	0.0474		
4.0	1.787	0.0160	2.045	0.0275	2.278	0.0424	2.730	0.0874
3.5	1.671	0.0150	1.913	0.0257	2.131	0.0396	2.554	0.0818
3.4	1.647	0.0148	1.886	0.0254	2.100	0.0391	2.517	0.0806
3.2	1.598	0.0143	1.829	0.0246	2.037	0.0379	2.442	0.0782
3.0	1.547	0.0139	1.771	0.0238	1.973	0.0367	2.364	0.0757
2.8	1.495	0.0134	1.711	0.0230	1.906	0.0355	2.284	0.0731
2.6	1.440	0.0129	1.649	0.0222	1.836	0.0342	2.201	0.0705
2.5	1.412	0.0126	1.617	0.0217	1.801	0.0335	2.158	0.0691
2.4	1.384	0.0124	1.584	0.0213	1.764	0.0328	2.115	0.0677
2.2	1.325	0.0119	1.517	0.0204	1.689	0.0314	2.025	0.0648
2.0	1.263	0.0113	1.446	0.0194	1.611	0.0300	1.930	0.0618
1.9	1.231	0.0110	1.410	0.0189	1.570	0.0292	1.881	0.0602
1.8	1.198	0.0107	1.372	0.0184	1.528	0.0284	1.831	0.0586
1.7	1.165	0.0104	1.333	0.0179	1.485	0.0276	1.780	0.0570
1.6	1.130	0.0101	1.294	0.0174	1.441	0.0268	1.727	0.0553
1.5	1.094	0.0098	1.252	0.0168	1.395	0.0259	1.672	0.0535
1.4	1.057	0.0095	1.210	0.0163	1.347	0.0251	1.615	0.0517
1.3	1.019	0.0091	1.166	0.0157	1.298	0.0241	1.556	0.0498
1.2	0.979	0.0087	1.120	0.0150	1.247	0.0232	1.495	0.0479
1.1	0.937	0.0084	1.073	0.0144	1.194	0.0222	1.432	0.0458
1.0	0.893	0.0080	1.023	0.0137	1.139	0.0212	1.365	0.0437
0.9	0.847	0.0076	0.970	0.0130	1.080	0.0201	1.295	0.0414
0.8	0.799	0.0071	0.915	0.0123	1.019	0.0189	1.221	0.0391
0.7	0.747	0.0067	0.856	0.0115	0.953	0.0177	1.142	0.0365
0.6	0.692	0.0062	0.792	0.0106	0.882	0.0164	1.057	0.0338
0.5	0.632	0.0056	0.723	0.0097	0.805	0.0150	0.965	0.0309
0.4			0.647	0.0087	0.720	0.0134	0.863	0.0276
0.3					0.624	0.0116	0.748	0.0239
0.2							0.610	0.0195

表4-2-6 管(WGP) $n=0.012$

管径	100	100	125	125	150	150	200	200
勾配	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q
4.00	1.43	0.01120						
2.00	1.00	0.00790	1.17	0.0143	1.32	0.0233		
1.00	0.71	0.00560	0.83	0.0101	0.93	0.0165	1.13	0.0355
0.60			0.68	0.0083	0.76	0.0135	0.92	0.0290
0.50					0.66	0.0117	0.80	0.0251

$\alpha = 0.3$ は主として間欠的な器具排水を受け入れる通気立て管を備えた排水立て管に適合するものであるが、主として連続排水を受け入れる場合には、 $\alpha = 0.25$ 、また、伸頂通気方式の場合には、器具排水に対して $\alpha = 0.18$ 、連続排水に対して $\alpha = 0.20$ とすべきである。伸頂通気方式においては、流れの間欠性によって生じる立て管内の圧力変動が、直接器具トラップに作用することになるため、充水率を 0.2 と抑えた場合の連続排水よりもさらに許容流量が小さくなる。参考に各充水率における管径別許容流量を表 4-2-7 に示す。

表4-2-7 各充水率 α における管径別許容流量(単位:L/S)

管径 [A]	充水率 α			
	$\alpha = 0.3$ (器具)	$\alpha = 0.25$ (連続)	$\alpha = 0.2$ (連続)	$\alpha = 0.18$ (器具)
30	0.37	0.27	0.19	0.16
40	0.79	0.58	0.40	0.34
50	1.43	1.06	0.73	0.61
65	2.88	2.13	1.47	1.23
75	4.22	3.11	2.15	1.80
100	9.08	6.70	4.62	3.88
125	16.5	12.2	8.38	7.03
150	26.8	19.8	13.6	11.4
200	57.7	42.6	29.3	24.6
250	105	77.2	53.2	44.6
300	170	126	86.5	72.6

(SHASE-S 206-2009)

Manning 式による計算に必要な流水断面諸係数を、次の表 4-2-8 に示す。

これらの諸係数を用いて計算された Manning 式 ($n=0.010$) による管 (薄肉管) の流速および流量を図 4-2-16 に示す。また、満流 ($\theta=360$ 度、 $h=d$) のときの詳細な流速および流量を表 4-2-5 に示す。満流以外の硬質塩化ビニール管の流速および流量を求めるには、表 4-2-5 の所定の内径、こう配の流速および流量の値に、表 4-2-8 の流速比 ($\beta^{0.667}$ 比)、流量比 ($\alpha \cdot \beta^{0.667}$ 比) をそれぞれに乘じればよい。

表 4-2-8 流水断面諸係数

$\frac{h}{d}$	θ (度)	θ (rad)	$\sin \theta$	α	α 比 (断面比)	β	$\beta^{0.667}$	$\beta^{0.667}$ 比 (流速比)	$\alpha \cdot \beta^{0.667}$ 比 (流量比)
1.00	360.0000	6.2832	-0.0000	0.7854	1.0000	0.2500	0.3969	1.0000	1.0000
0.99	337.0433	5.8825	-0.3900	0.7841	0.9983	0.2666	0.4142	1.0436	1.0418
0.98	327.4796	5.7156	-0.5376	0.7816	0.9952	0.2735	0.4213	1.0615	1.0564
0.97	320.1031	5.5869	-0.6414	0.7785	0.9912	0.2787	0.4267	1.0751	1.0656
0.96	313.8522	5.4778	-0.7211	0.7749	0.9866	0.2829	0.4309	1.0857	1.0712
0.95	308.3161	5.3811	-0.7846	0.7707	0.9813	0.2865	0.4346	1.0950	1.0745
0.94	303.2847	5.2933	-0.8360	0.7662	0.9756	0.2895	0.4376	1.1025	1.0756
0.93	298.6332	5.2121	-0.8777	0.7612	0.9692	0.2921	0.4402	1.1091	1.0749
0.92	294.2802	5.1362	-0.9115	0.7560	0.9626	0.2944	0.4425	1.1149	1.0732
0.91	290.1696	5.0644	-0.9387	0.7504	0.9554	0.2963	0.4444	1.1197	1.0698
0.90	286.2602	4.9962	-0.9600	0.7445	0.9479	0.2980	0.4461	1.1240	1.0654
0.89	282.5212	4.9309	-0.9762	0.7384	0.9402	0.2995	0.4476	1.1277	1.0603
0.88	278.9284	4.8682	-0.9879	0.7320	0.9320	0.3007	0.4488	1.1308	1.0539
0.87	275.4628	4.8077	-0.9955	0.7254	0.9236	0.3018	0.4499	1.1335	1.0469
0.86	272.1090	4.7492	-0.9993	0.7186	0.9149	0.3026	0.4507	1.1356	1.0390
0.85	268.8540	4.6924	-0.9998	0.7115	0.9059	0.3033	0.4514	1.1373	1.0303
0.84	265.6873	4.6371	-0.9972	0.7043	0.8967	0.3038	0.4519	1.1386	1.0210
0.83	262.5997	4.5832	-0.9917	0.6969	0.8873	0.3041	0.4522	1.1393	1.0109
0.82	259.5836	4.5306	-0.9835	0.6893	0.8776	0.3043	0.4524	1.1398	1.0003
0.81	256.6323	4.4791	-0.9729	0.6815	0.8677	0.3043	0.4524	1.1398	0.9890
0.80	253.7398	4.4286	-0.9600	0.6736	0.8577	0.3042	0.4523	1.1396	0.9774
0.79	250.9011	4.3791	-0.9450	0.6655	0.8473	0.3039	0.4520	1.1388	0.9649
0.78	248.1116	4.3304	-0.9279	0.6573	0.8369	0.3036	0.4517	1.1381	0.9525
0.77	245.3673	4.2825	-0.9091	0.6489	0.8262	0.3031	0.4512	1.1368	0.9392
0.76	242.6645	4.2353	-0.8883	0.6405	0.8155	0.3024	0.4505	1.1350	0.9256
0.75	240.0000	4.1888	-0.8660	0.6319	0.8046	0.3017	0.4498	1.1333	0.9119
0.74	237.3708	4.1429	-0.8422	0.6231	0.7934	0.3008	0.4489	1.1310	0.8973
0.73	234.7742	4.0976	-0.8169	0.6143	0.7821	0.2998	0.4479	1.1285	0.8826
0.72	232.2078	4.0528	-0.7902	0.6054	0.7708	0.2987	0.4468	1.1257	0.8677
0.71	229.6692	4.0085	-0.7623	0.5964	0.7594	0.2975	0.4456	1.1227	0.8526
0.70	227.1564	3.9646	-0.7332	0.5872	0.7476	0.2962	0.4443	1.1194	0.8369
0.69	224.6674	3.9212	-0.7030	0.5780	0.7359	0.2948	0.4429	1.1159	0.8212
0.68	222.2004	3.8781	-0.6717	0.5687	0.7241	0.2933	0.4414	1.1121	0.8053
0.67	219.7537	3.8354	-0.6395	0.5594	0.7122	0.2917	0.4398	1.1081	0.7892
0.66	217.3258	3.7931	-0.6063	0.5499	0.7002	0.2900	0.4381	1.1038	0.7729
0.65	214.9152	3.7510	-0.5724	0.5404	0.6881	0.2881	0.4362	1.0990	0.7562
0.64	212.5204	3.7092	-0.5376	0.5309	0.6760	0.2862	0.4343	1.0942	0.7397
0.63	210.1401	3.6676	-0.5021	0.5212	0.6636	0.2842	0.4323	1.0892	0.7228
0.62	207.7731	3.6263	-0.4660	0.5115	0.6513	0.2821	0.4301	1.0836	0.7057
0.61	205.4180	3.5852	-0.4292	0.5018	0.6389	0.2799	0.4279	1.0781	0.6888

$\frac{h}{d}$	θ (度)	θ (rad)	$\sin \theta$	α	α 比 (断面比)	β	$\beta^{0.667}$	$\beta^{0.667}$ 比 (流速比)	$\alpha \cdot \beta^{0.667}$ 比 (流量比)
0.60	203.0739	3.5443	-0.3919	0.4920	0.6264	0.2776	0.4255	1.0721	0.6716
0.59	200.7395	3.5036	-0.3541	0.4822	0.6140	0.2753	0.4232	1.0663	0.6547
0.58	198.4138	3.4630	-0.3159	0.4724	0.6015	0.2728	0.4206	1.0597	0.6374
0.57	196.0957	3.4225	-0.2772	0.4625	0.5889	0.2703	0.4181	1.0534	0.6203
0.56	193.7842	3.3822	-0.2383	0.4526	0.5763	0.2676	0.4153	1.0464	0.6030
0.55	191.4783	3.3419	-0.1990	0.4426	0.5636	0.2649	0.4125	1.0395	0.5858
0.54	189.1771	3.3018	-0.1595	0.4327	0.5509	0.2621	0.4096	1.0320	0.5685
0.53	186.8796	3.2617	-0.1198	0.4227	0.5382	0.2592	0.4065	1.0242	0.5512
0.52	184.5849	3.2216	-0.0799	0.4127	0.5255	0.2562	0.4034	1.0164	0.5341
0.51	182.2920	3.1816	-0.0400	0.4027	0.5127	0.2531	0.4001	1.0081	0.5168
0.50	180.0000	3.1416	0.0000	0.3927	0.5000	0.2500	0.3969	1.0000	0.5000
0.49	177.7080	3.1016	0.0400	0.3827	0.4873	0.2468	0.3935	0.9914	0.4831
0.48	175.4151	3.0616	0.0799	0.3727	0.4745	0.2435	0.3899	0.9824	0.4661
0.47	173.1204	3.0215	0.1189	0.3627	0.4618	0.2401	0.3863	0.9733	0.4495
0.46	170.8229	2.9814	0.1595	0.3527	0.4491	0.2366	0.3825	0.9637	0.4328
0.45	168.5217	2.9413	0.1990	0.3428	0.4365	0.2331	0.3788	0.9544	0.4166
0.44	166.2158	2.9010	0.2383	0.3328	0.4237	0.2295	0.3748	0.9443	0.4001
0.43	163.9043	2.8607	0.2772	0.3229	0.4111	0.2258	0.3708	0.9342	0.3840
0.42	161.5862	2.8202	0.3159	0.3130	0.3985	0.2220	0.3666	0.9237	0.3681
0.41	159.2605	2.7796	0.3541	0.3032	0.3860	0.2181	0.3623	0.9128	0.3615
0.40	156.9261	2.7389	0.3919	0.2934	0.3736	0.2142	0.3580	0.9020	0.3370
0.39	154.5819	2.6980	0.4292	0.2836	0.3611	0.2102	0.3535	0.8907	0.3216
0.38	152.2269	2.6569	0.4660	0.2739	0.3487	0.2062	0.3490	0.8793	0.3066
0.37	149.8599	2.6155	0.5021	0.2642	0.3364	0.2020	0.3443	0.8675	0.2918
0.36	147.4796	2.5740	0.5376	0.2545	0.3240	0.1978	0.3395	0.8554	0.2771
0.35	145.0880	2.5322	0.5724	0.2450	0.3119	0.1935	0.3345	0.8428	0.2629
0.34	142.6742	2.4901	0.6063	0.2355	0.2998	0.1891	0.3295	0.8302	0.2489
0.33	140.2463	2.4478	0.6395	0.2260	0.2878	0.1847	0.3243	0.8171	0.2352
0.32	137.7996	2.4051	0.6717	0.2167	0.2759	0.1802	0.3190	0.8037	0.2217
0.31	135.3326	2.3620	0.7030	0.2074	0.2641	0.1756	0.3136	0.7901	0.2087
0.30	132.8436	2.3186	0.7332	0.1982	0.2524	0.1709	0.3080	0.7760	0.1959
0.29	130.3308	2.2747	0.7623	0.1890	0.2406	0.1662	0.3023	0.7617	0.1833
0.28	127.7922	2.2304	0.7902	0.1800	0.2292	0.1614	0.2964	0.7468	0.1712
0.27	125.2258	2.1856	0.8169	0.1711	0.2179	0.1566	0.2905	0.7319	0.1595
0.26	122.6292	2.1403	0.8422	0.1623	0.2066	0.1516	0.2843	0.7163	0.1480
0.25	120.0000	2.0944	0.8660	0.1535	0.1954	0.1466	0.2780	0.7004	0.1369
0.24	117.3355	2.0479	0.8883	0.1449	0.1845	0.1416	0.2717	0.6846	0.1263
0.23	114.6327	2.0007	0.9090	0.1365	0.1738	0.1364	0.2650	0.6677	0.1160
0.22	111.8884	1.9528	0.9279	0.1281	0.1631	0.1312	0.2582	0.6505	0.1061
0.21	109.0989	1.9041	0.9450	0.1199	0.1527	0.1259	0.2512	0.6329	0.0966
0.20	106.2602	1.8548	0.9600	0.1118	0.1423	0.1206	0.2441	0.6150	0.0875
0.19	103.3677	1.8041	0.9729	0.1039	0.1323	0.1152	0.2368	0.5966	0.0789
0.18	100.4164	1.7526	0.9835	0.0961	0.1224	0.1097	0.2292	0.5775	0.0707
0.17	97.4003	1.6984	0.9917	0.0883	0.1124	0.1040	0.2212	0.5573	0.0626
0.16	94.3124	1.6461	0.9972	0.0811	0.1033	0.0986	0.2134	0.5377	0.0555
0.15	91.1460	1.5908	0.9998	0.0739	0.0941	0.0929	0.2051	0.5168	0.0486
0.14	87.8910	1.5340	0.9993	0.0668	0.0851	0.0871	0.1965	0.4951	0.0421
0.13	84.5372	1.4755	0.9955	0.0600	0.0764	0.0813	0.1877	0.4729	0.0361
0.12	81.0716	1.4150	0.9879	0.0534	0.0680	0.0755	0.1786	0.4500	0.0306
0.11	77.4788	1.3523	0.9762	0.0470	0.0598	0.0695	0.1690	0.4258	0.0255
0.10	73.7398	1.2870	0.9600	0.0409	0.0521	0.0635	0.1592	0.4011	0.0209
0.09	69.8304	1.2188	0.9387	0.0350	0.0446	0.0575	0.1490	0.3754	0.0167
0.08	65.7198	1.1470	0.9115	0.0294	0.0374	0.0513	0.1381	0.3479	0.0130
0.07	61.3068	1.0711	0.8777	0.0242	0.0308	0.0451	0.1267	0.3192	0.0098
0.06	56.7153	0.9899	0.8360	0.0192	0.0244	0.0389	0.1148	0.2892	0.0071
0.05	51.6839	0.9021	0.7846	0.0147	0.0187	0.0326	0.1020	0.2570	0.00481
0.04	46.1478	0.8054	0.7211	0.0105	0.0134	0.0262	0.0882	0.2222	0.00298
0.03	39.8969	0.6963	0.6414	0.0069	0.0088	0.0197	0.0729	0.1837	0.00162
0.02	32.5204	0.5676	0.5376	0.0037	0.0047	0.0132	0.0559	0.1408	0.00066
0.01	22.9567	0.4007	0.3900	0.0013	0.0017	0.0066	0.0352	0.0887	0.00015

卵形管 小口径ます部分での詰まりや施工管理が難しいため参考資料とする。

→小口径ますでは使用禁止

マンニング式を用いて求めた満水時に対する流速比及び流量比を図4-2-17に示す。

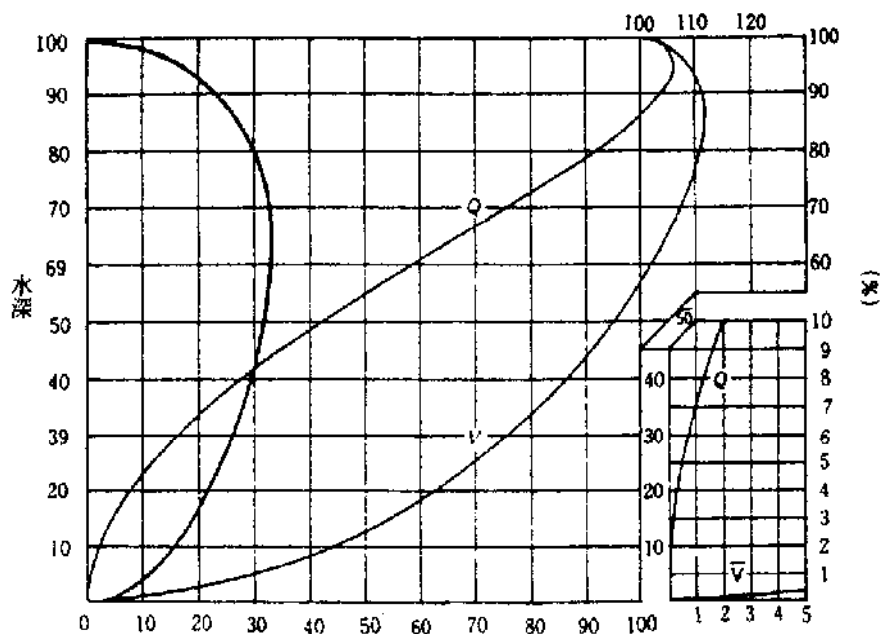
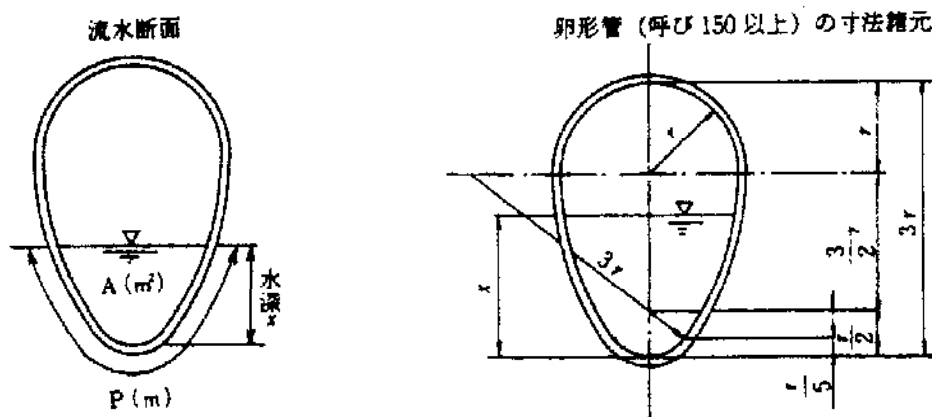


図4-2-17 マンニング式による水利特性曲線

(注) 卵形管の内径断面は、同一勾配においてマンニング公式で粗度係数を 0.010 として計算した卵形管の満管流量と粗度係数 0.013 として計算した JSWAS A-1 (下水道用鉄筋コンクリート管) の満管流量が同一になるようにし、また「呼び」もそれにあわせた。(JSWAS K-3-1984 P18)

卵形管



流水断面 A (m^2)、流水潤辺長 ℓ (m)、径深 h (m)

参 考 資 料

表4-2-9 硬質塩化ビニル卵形管(満管流時)

$n=0.010$

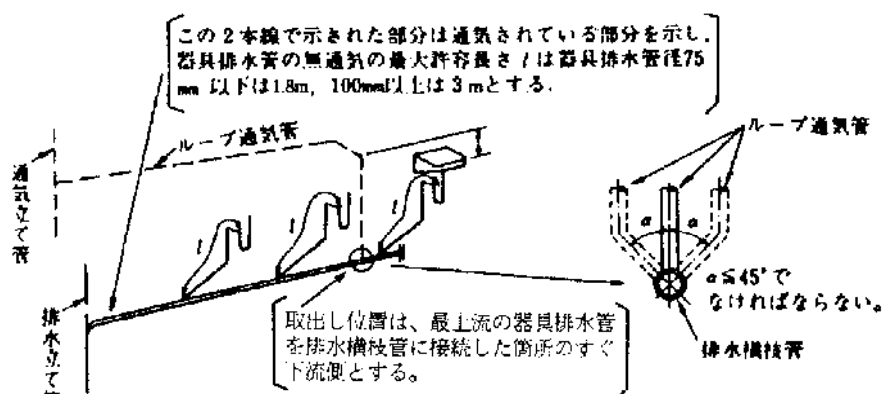
R (m)	C	100		150		200		250		300		350	
		A (m ²) P (m) R (m)	Q (m ³ /s) V (m/s)	A (m ²) P (m) R (m)	Q (m ³ /s) V (m/s)	A (m ²) P (m) R (m)	Q (m ³ /s) V (m/s)	A (m ²) P (m) R (m)	Q (m ³ /s) V (m/s)	A (m ²) P (m) R (m)	Q (m ³ /s) V (m/s)	A (m ²) P (m) R (m)	Q (m ³ /s) V (m/s)
1.0	0.264	0.002	0.325	0.005	0.394	0.010	0.457	0.019	0.515	0.031	0.571	0.046	0.628
1.1	0.277	0.002	0.341	0.005	0.418	0.011	0.479	0.020	0.541	0.032	0.599	0.049	0.658
1.2	0.289	0.002	0.358	0.005	0.431	0.011	0.500	0.021	0.565	0.033	0.628	0.051	0.686
1.3	0.301	0.002	0.370	0.005	0.449	0.012	0.521	0.021	0.588	0.035	0.651	0.053	0.714
1.4	0.312	0.002	0.384	0.006	0.466	0.012	0.540	0.022	0.610	0.036	0.676	0.055	0.742
1.5	0.323	0.003	0.398	0.006	0.482	0.013	0.559	0.023	0.621	0.037	0.700	0.057	0.770
1.6	0.334	0.003	0.411	0.006	0.498	0.013	0.578	0.024	0.652	0.039	0.723	0.059	0.798
1.7	0.344	0.003	0.423	0.006	0.513	0.014	0.596	0.025	0.672	0.040	0.745	0.060	0.826
1.8	0.354	0.003	0.436	0.006	0.528	0.014	0.613	0.025	0.691	0.041	0.767	0.062	0.854
1.9	0.364	0.003	0.448	0.007	0.542	0.014	0.630	0.026	0.710	0.042	0.788	0.064	0.882
2.0	0.373	0.003	0.459	0.007	0.557	0.015	0.646	0.027	0.729	0.043	0.808	0.065	0.910
2.2	0.391	0.003	0.482	0.007	0.584	0.016	0.676	0.028	0.764	0.045	0.847	0.068	0.938
2.4	0.409	0.003	0.503	0.007	0.610	0.016	0.706	0.029	0.798	0.047	0.885	0.072	0.966
2.6	0.425	0.003	0.524	0.008	0.635	0.017	0.737	0.030	0.831	0.049	0.921	0.074	0.994
2.8	0.441	0.003	0.543	0.008	0.658	0.017	0.764	0.031	0.862	0.051	0.956	0.077	1.022
3.0	0.457	0.004	0.562	0.008	0.682	0.018	0.791	0.033	0.893	0.053	0.990	0.080	1.050
3.2	0.472	0.004	0.581	0.009	0.704	0.019	0.817	0.034	0.922	0.055	1.022	0.083	1.078
3.4	0.487	0.004	0.599	0.009	0.728	0.019	0.842	0.035	0.950	0.056	1.054	0.085	1.106
3.6	0.501	0.004	0.618	0.009	0.747	0.020	0.867	0.036	0.978	0.058	1.084	0.088	1.134
3.8	0.514	0.004	0.633	0.009	0.767	0.020	0.890	0.037	1.005	0.060	1.114	0.090	1.162
4.0	0.528	0.004	0.649	0.010	0.787	0.021	0.914	0.038	1.031	0.061	1.143	0.092	1.190
4.2	0.541	0.004	0.665	0.010	0.806	0.021	0.936	0.039	1.056	0.063	1.171	0.095	1.218
4.4	0.553	0.004	0.681	0.010	0.825	0.022	0.958	0.039	1.081	0.064	1.200	0.097	1.246
4.6	0.566	0.004	0.696	0.011	0.844	0.022	0.980	0.040	1.105	0.066	1.228	0.099	1.274
4.8	0.578	0.005	0.711	0.011	0.862	0.023	1.001	0.041	1.129	0.067	1.256	0.101	1.302
5.0	0.590	0.005	0.728	0.011	0.880	0.023	1.021	0.042	1.152	0.068	1.278	0.103	1.330
5.2	0.602	0.005	0.740	0.011	0.897	0.024	1.042	0.043	1.176	0.070	1.303	0.105	1.358
5.4	0.613	0.005	0.755	0.011	0.914	0.024	1.061	0.044	1.198	0.071	1.328	0.107	1.386
5.6	0.624	0.005	0.768	0.011	0.931	0.025	1.081	0.046	1.220	0.072	1.352	0.109	1.414
5.8	0.636	0.005	0.782	0.012	0.948	0.025	1.100	0.045	1.241	0.074	1.376	0.111	1.442
6.0	0.646	0.005	0.795	0.012	0.964	0.026	1.119	0.048	1.262	0.078	1.400	0.113	1.470
6.5	0.673	0.005	0.828	0.012	1.003	0.026	1.165	0.048	1.314	0.078	1.457	0.118	1.508
7.0	0.698	0.005	0.859	0.013	1.041	0.027	1.209	0.050	1.364	0.081	1.512	0.122	1.546
7.5	0.723	0.006	0.899	0.013	1.078	0.028	1.251	0.052	1.412	0.084	1.565	0.126	1.584
8.0	0.746	0.006	0.918	0.014	1.113	0.029	1.292	0.053	1.458	0.086	1.615	0.130	1.622
8.5	0.769	0.006	0.947	0.014	1.147	0.030	1.332	0.055	1.503	0.089	1.668	0.135	1.660
9.0	0.792	0.006	0.974	0.014	1.181	0.031	1.370	0.056	1.546	0.092	1.714	0.138	1.698
9.5	0.815	0.006	1.001	0.015	1.213	0.032	1.408	0.058	1.589	0.094	1.761	0.142	1.736
10.0	0.834	0.007	1.027	0.015	1.244	0.033	1.444	0.060	1.630	0.097	1.807	0.146	1.774
10.5	0.856	0.007	1.052	0.016	1.273	0.034	1.480	0.061	1.670	0.099	1.851	0.150	1.812
11.0	0.875	0.007	1.077	0.016	1.305	0.034	1.515	0.062	1.709	0.101	1.895	0.153	1.850
12.0	0.914	0.007	1.125	0.017	1.363	0.036	1.562	0.065	1.785	0.106	1.979	0.160	1.928
13.0	0.951	0.007	1.171	0.017	1.419	0.037	1.617	0.068	1.858	0.110	2.060	0.166	1.996
14.0	0.987	0.008	1.215	0.018	1.472	0.039	1.709	0.070	1.928	0.114	2.138	0.173	2.064
15.0	1.022	0.008	1.258	0.019	1.524	0.040	1.769	0.073	1.996	0.118	2.213	0.179	2.132
16.0	1.055	0.008	1.299	0.019	1.574	0.042	1.827	0.075	2.062	0.122	2.285	0.185	2.196
17.0	1.088	0.009	1.339	0.020	1.623	0.043	1.883	0.078	2.125	0.126	2.356	0.190	2.260
18.0	1.118	0.009	1.378	0.020	1.670	0.044	1.938	0.080	2.187	0.130	2.424	0.196	2.324
19.0	1.150	0.009	1.415	0.021	1.715	0.045	1.991	0.082	2.247	0.133	2.490	0.201	2.388
20.0	1.180	0.009	1.452	0.022	1.760	0.046	2.043	0.084	2.305	0.137	2.555	0.205	2.452
22.0	1.238	0.010	1.523	0.023	1.846	0.049	2.143	0.088	2.417	0.143	2.680	0.216	2.564
24.0	1.293	0.010	1.591	0.024	1.928	0.051	2.238	0.092	2.525	0.150	2.799	0.226	2.676
26.0	1.345	0.011	1.656	0.025	2.007	0.053	2.329	0.096	2.626	0.156	2.913	0.235	2.788
28.0	1.396	0.011	1.716	0.025	2.062	0.055	2.417	0.103	2.727	0.162	3.023	0.244	2.896
30.0	1.445	0.011	1.776	0.026	2.115	0.057	2.502	0.103	2.823	0.167	3.129	0.253	2.996
32.0	1.493	0.012	1.837	0.027	2.226	0.059	2.584	0.106	2.918	0.173	3.232	0.261	3.096
34.0	1.538	0.012	1.893	0.028	2.295	0.061	2.664	0.110	3.005	0.178	3.332	0.269	3.196
36.0	1.583	0.012	1.948	0.029	2.361	0.062	2.741	0.113	3.092	0.183	3.428	0.277	3.296
38.0	1.628	0.013	2.002	0.030	2.426	0.064	2.816	0.116	3.177	0.186	3.522	0.285	3.396
40.0	1.669	0.013	2.053	0.030	2.489	0.066	2.889	0.119	3.260	0.193	3.614	0.292	3.496
45.0	1.770	0.014	2.176	0.032	2.640	0.070	3.034	0.126	3.457	0.205	3.833	0.310	3.696
50.0	1.868	0.015	2.295	0.034	2.789	0.073	3.230	0.133	3.644	0.216	4.040	0.326	3.896
55.0	1.957	0.015	2.406	0.036	2.918	0.077	3.388	0.140	3.822	0.227	4.237	0.342	4.096
60.0	2.044	0.016	2.515	0.037	3.048	0.080	3.538	0.146	3.992	0.237	4.426	0.358	4.296
65.0	2.127	0.017	2.616	0.039	3.173	0.084	3.693	0.152	4.162	0.246	4.606	0.372	4.496
70.0	2.207	0.017	2.717	0.040	3.292	0.087	3.822	0.157	4.312	0.256	4.780	0.386	4.696
75.0	2.285	0.018	2.816	0.042	3.408	0.090	3.956	0.163	4.464	0.266	4.948	0.400	4.896
80.0	2.360	0.019	2.904	0.043	3.520	0.093	4.086	0.166	4.610	0.273	5.116	0.413	5.096
85.0	2.433	0.019	2.993	0.044	3.628	0.096	4.211	0.174	4.752	0.282	5.284	0.426	5.296
90.0	2.503	0.020	3.080	0.046	3.733	0.098	4.333	0.179	4.893	0.290	5.452	0.438	5.496
95.0	2.572	0.020	3.165	0.047	3.838	0.101	4.452	0.183	5.024	0.298	5.589	0.450	5.696
100.0	2.638	0.021	3.247	0.048	3.935	0.104	4.568	0.188	5.154	0.306	5.714	0.462	5.896
105.0	2.704	0.021	3.327	0.049	4.032	0.106	4.681	0.193	5.281	0.313	5.856	0.473	6.096
110.0	2.767	0.022	3.405	0.050	4.127	0.109	4.791	0.197	5.406	0.321	6.002	0.484	6.296
115.0	2.829	0.022	3.482	0.052	4.220	0.111	4.899	0.202	5.527	0.327	6.147	0.495	6.496
120.0	2.890	0.023	3.557	0.053	4.311	0.114	5.004	0.206	5.646	0.335	6.292	0.506	6.696
125.0	2.950	0.023	3.630	0.054	4.400	0.116	5.107	0.210	5.762	0.342	6.438	0.516	6.896
130.0	3.008	0.024	3.702	0.056	4.487	0.118	5.206	0.216	5.877	0.348	6.584	0.526	7.096
135.0	3.066												

(ホ) 通気管

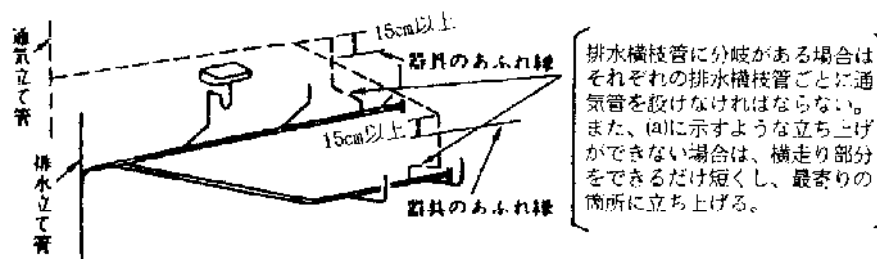
(a) 通気管の配管方法

排水横枝管からの通気の取り出し方法は、図4-2-18 (a)、(b) に示すように、排水管の中心線上部から垂直ないし 45° の角度で取り出し、最寄の箇所に立ち上げ、その階の最高位の器具のあふれ縁よりも 15 cm 以上上方で横走りさせなければならない。やむを得ずそれ以下の高さで横走りさせる場合でも、他の通気枝管のあるいは通気立て管に接続する高さは、上記以上にしなければならない。図4-2-18 (c) に示すような、いわゆる床下通気管を設けてはならない。

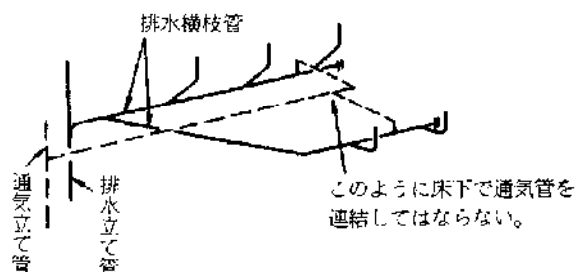
すべての通気管は、管内の水滴が自然流下によって排水管へ流れるように 1/200 程度の勾配をつけ、逆勾配にならないように配管する。



(a) ループ通気管の取出し位置・設置方法の原則



(b) 排水横枝管の分岐管がある場合のループ通気管



(c) 誤ったループ通気管の設置方法

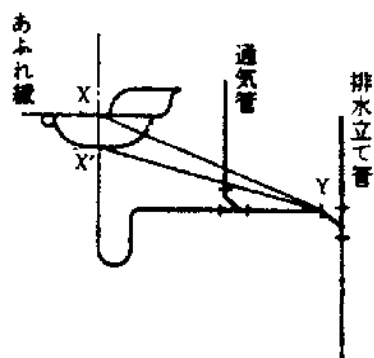
図4-2-18 ループ通気管設置上の注意事項

(b) 通気管を立上げる位置

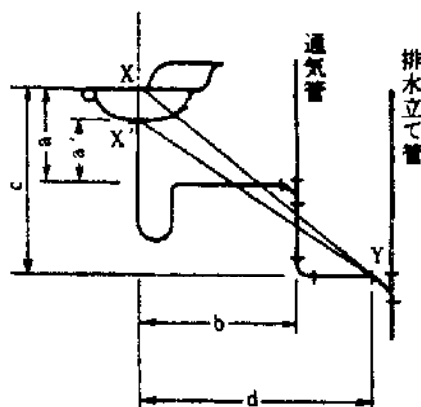
例えば、各個通気管について考えてみると、各器具排水管の動水勾配線より高い位置から立上げなければならない。図4-2-19において、洗面器や台所流しのようにはち内を満水にして使うような器具に対しては、オーバーフロー水位を考えたX-Y線、その他の器具に対しては、排水口と立て管とのX'-Y線が動水勾配線である。もし、動水勾配線より下に通気管との接続点があると、器具排水管を満流で流れる排水は、一時的にせよ通気管と動水勾配線との交わる位置近くまで上昇する可能性は充分考えられ、排水中に含まれる脂肪分やごみを通気管内壁に付着して残したまま下降し、これを繰り返すうちに積層してついに通気管内を閉塞してしまう。

通気管の立上げ個所を動水勾配線の上にするためには、図4-2-19について次式を満足しなければならない。

$$\frac{c}{d} \geq \frac{a}{b}$$



(a) 詰まりやすい通気管配管



(b) 詰まりにくい通気管配管

図4-2-19 動水勾配と通気管を立上げる位置

(c) 通気管管径決定の基本則

通気管の管径決定方法には、排水管と同じく、定常流量法と器具単位法がある。これらの方法によって管径を求め、つぎの基本則を満足していることを確認して（満足しない場合は基本則に合わせて）管径を定める。

定常流量法は、排水管の負荷流量に比例して通気管に空気流が起こるとして必要空気量を求めトラップに許される（封水を破ることのない程度の）圧力変動を経路の許容圧力差として、等摩擦損失法によって通気管の管径を定める方法である。

器具単位法は、通気管の長さとともに接続している器具の器具排水負荷単位の合計から通気管の管径を求める方法である。

① 最小管径

最小管径は 30 mmとする。ただし、排水槽に設ける通気管の管径は、50 mm以上とする。

② ループ通気管の管径

(i) ループ通気管の管径は、排水横枝管と通気立て管とのうち、いずれか小さい方の管径の $1/2$ より小さくしてはならない。

(ii) 排水横枝管の逃し通気管の管径は、それに接続する排水横枝管の管径の $1/2$ より小さくしてはならない。

③ 伸頂通気管の管径

伸頂通気管の管径は、排水立て管の管径より小さくしてはならない。

④ 各個通気管の管径

各個通気管の管径は、それが接続される排水管の管径の $1/2$ より小さくしてはならない。

⑤ オフセットの逃し通気管の管径

排水立て管のオフセットの逃し通気管の管径は、通気立て管と排水立て管とのうち、いずれか小さい方の管径以上にしなければならない。

なおこの場合の通気管のとり方は図 2-2-20 を参照。

⑥ 結合通気管の管径

結合通気管の管径は、通気立て管と排水立て管とのうち、いずれか小さい方の管径以上にしなければならない。

⑦ 吸い込み型通気弁等（承認を受けたもの）を使用する場合は、設計・施工時の注意事項に留意すること。

(3) 設計図の作成

(イ) 測量と見取図

現場調査と平行して方眼紙に見取図を書く。まずその建物の位置・公道・私道・隣地の境界を記入する。既設の公共ますその他在来の排水設備を記入する。庭・路地・雨樋などの雨水排水も漏れなく書き止める。平坦地で小面積のものは歩測・目測でも良いが、不規則な建物の密集地帯、高低の著しい土地、見通しのきかない場所などでは各種測量器を使い、正確な平面図と縦断面図を作らなければならない。

屋内については、便所・台所その他各部屋の間仕切り、同時に既設衛生器具その他排水口の位置をスケッチする。使用器具の名称・形状も漏れなく書き入れる。

以上の見取図ができれば、排水管・ますの位置が自ら決まってくるから、あとは各施設の形状・延長等を記入すればよい。なお、このとき設備場所の案内図の作成を忘れてはならない。いうまでもなく、案内図は何人も誤りなく容易にその場所に直行できるよう、市販の住宅地図を利用するのも一つの方法である。

次に、測量器具を使用しない簡単で一般的な平面図の作成及び地盤の測定例を示す。

〔例1〕 建物を基線とする平面図の例

日本建築は、まず一間（旧尺貫法の6尺 $\div$ 1.8m）単位で建物の出入りも直角であるから、これを一周すれば建物外周の作図は容易であり、内部の間仕切りも簡単につかむことができる（図4-2-20(1)参照）公道・隣地の境界、関係隣家などはこの建物外壁を基線として、その延長上のa～g各点を求め、さらにその点より所要点（A～D）を測定すれば求められる。もとより多少の誤差は免れないから、チェックの意味でいろいろな角度からの測定も併せて行なえば正確な平面図ができる。排水面積は図上で次式により計算する。

$$\text{排水面積 } A = \frac{L \times \ell_1}{2} + \frac{L \times \ell_2}{2}$$

〔例2〕 境界線を基線とする平面図の作例

オフセット測量の一例である（図4-2-20(2)参照）A～B線を基線としてa～cの各点を求める。それには、A点を基点（距離0m）とし、AB線上でa点が直角に交差する点a'を求めaa'およびAa'の距離を測る。すなわちAB線上に直角をなす点は、a点を中心に巻尺で円を描いたとき、AB線上最も短い距離（読み数）の点がそれである。bc点も同様にして求める。c点は、たとえば井戸・在来のますなどを示す。

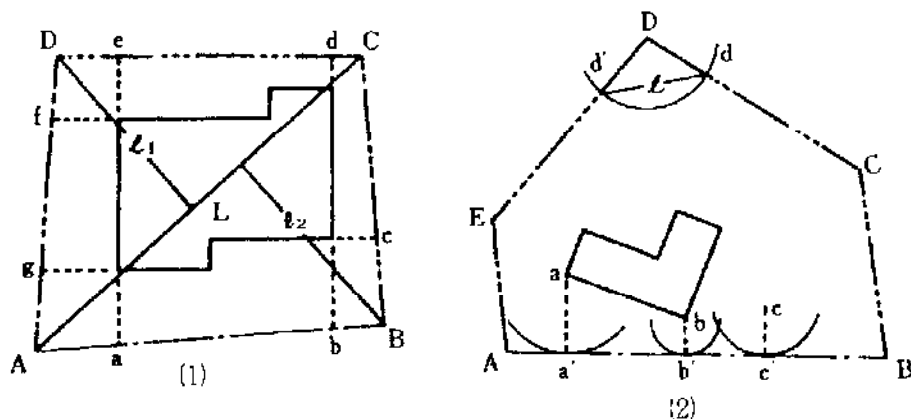


図4-2-20

〔例3〕 上例2境界線の内角を求める方法

図4-2-20 (2) 参照、D点を中心として、ある半径（できるだけ大きく）でDC-DE 線上の交差点 dd' を求め、この両点間の直線距離 l を測定して、これを記入すればDC-DE 線のいづく内角が得られる。障害物などでこのような基線を得られない場合は、その基線の内側または外側に適宜平行線を仮設して行なえばよい。

なお、現地の状況によっては、以上3例をあわせ応用などすれば大抵の平面図は仕上がるだろう。

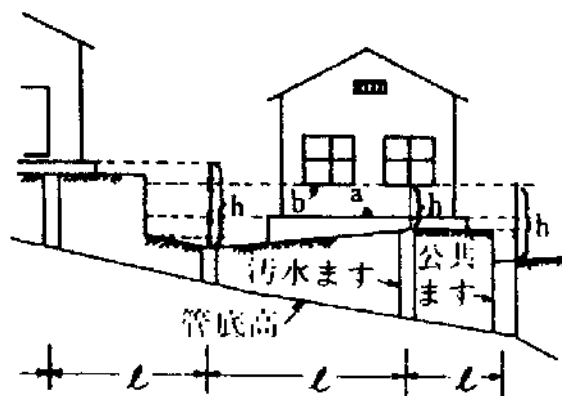


図4-2-21

〔例4〕 地盤の高低を測定する方法

図4-2-21 参照、建物の基礎土台a、窓わくbなど確実な水平線を基準としてその延長上の点をねらい、そこから所要点までの高低差 h を測定する。延長 l は分かっているため、これで簡単な断面図ができる。なお、正確を期するため、他の基線からも測定するなり、水平器、水糸を利用するなりすれば、そう大きな開きはない。

(ロ) 設計図用表示記号等

表 4-2-10 設計図の記号の例

名 称	記 号	備 考	名 称	記 号	備 考
大 便 器		トラップ付	硬 質 塩 化	V P	一般管
小 便 器		トラップ付	ビ ニ ル 管	V U	薄肉管
浴 場		床排水、浴場に排水してあるものは除く	硬 質 塩 化	E V P	
流 し 類			ビ ニ ル 卵 形 管	L P	
洗 濯 機			鉛 管		
手洗器・洗面器			浄 化 槽		現場の形状に合わせた大きさ、形
床 排 水 口			底部有孔ます		丸ます 角ます
ト ラ ッ プ			公共汚水ます		
掃 除 口			公共雨水ます		
露 出 掃 除 口		CT, OT	側 溝 (道路)		丸ます 角ます
阻 集 器			トラップます		
排 水 管			雨 ど い		
通 気 管			境 界 線		黒又は青
立 管			建 物 外 壁		同上
排 水 溝 (宅地内)			建物間仕切り		同上
汚 水 ま す			新設管(合流管又は汚水管)		赤 色
ドロップます (汚水)			雨 水 管		緑 色
分 離 ま す		丸ます 角ます	撤 去 管		黒 色
雨 水 ま す			既 設 又 は 在 米 管		赤…合流管又は汚水管 緑…雨水管
ドロップます (雨水)			銅 管	G P	
陶 管	T P		鋳 鉄 管	C I P	
陶 製 卵 形 管	E T P		耐 火 二 層 管	F D P	
鉄 コンクリート管	C P		強化プラスチック 複 合 管	F R P M	
浸 透 ま す		(浸透井)	浸 透 管		緑色
床下集合配管部			ディスポーザ (排水処理システム型)		

通 気 口		保 護 鉄 ふ た	保T8、保T14、保T25 記入例 ②保T25 ST・20×1170
A 型 ま す	(都型)	隣 地 境 界 線	
組立マンホール	(0号)	管 の 交 又	
〃	(1号)	継 手	
		排水用塩化ビニル ライニング鋼管	D V L P

- (イ) 境界線・建物外周・間仕切・寸法線は細線、排水設備施設は太線とする。
 (イ) 新設・増設・改築は実線、既設は点線、撤去は黒実線とする。
 (ウ) 汚水系統は赤色、雨水系統は緑色、免除排水系統は青色とする。

平面図・縦断面図の記載方法について

1. 平面図記載方法

表 4 - 2 - 11

名称	記入内容	記入例
排水 管	管径・管種・勾配・延長	100 VU 2.0/100 5.60
小口径ます	ます番号・地盤高・ます呼称・口径・深さ	No.3 (5.00) ST-20×H50
取 付 ま す	ます番号・地盤高・ます呼称・口径・深さ	No.3 (5.00) 取付ます ST-20×H50
排水 枝 管	管径・管種・延長	75 VU×3.00
取付管接続部	管径・管種・延長・落差	100 VU×1.00 (H=0.40)
床下集合配管部	名称・メーカー名	〇〇〇〇・(メーカー名)
雨 水 ま す	ます番号・地盤高・方式・ます呼称・口径・深・泥だめ	③ (5.00) 浸 PP30×H60 (15)
雨水接続ます	ます番号・地盤高・方式・ます呼称・口径・深・泥だめ	③ (5.00) 浸(接)PP30×H60 (15)

2. 縦断面図記載方法

名称	記入内容	記入例
小口径ます	ます番号・ます呼称・口径・深さ	No.3 ST-15×H50
取 付 ま す	ます番号・ます呼称・口径・深さ	No.3 取付ます ST-20×H50
取付管接続部	取付管接続・落差	取付管接続 (H=0.40)
雨 水 ま す	ます番号・方式・ます呼称・口径・深・泥だめ	③ 浸 PP30×H60 (15)
雨水接続ます	ます番号・方式・ます呼称・口径・深・泥だめ	③ 浸(接)PP30×H60 (15)

3. 記入数値の単位及び端数処理

種 別	区 分	単位	記入数値・例
排水管	管 径	mm	100
	勾 配	%	2.0/100 小数点1位まで以下四捨五入
	延 長	m	小数点2位まで 以下切捨
汚水・雨水ます	内 径	cm	15
	深 さ	cm	cm どまり cm 以下切捨
	泥ため深さ	cm	cm どまり cm 以下切捨
縦断面図名称	測 点		汚水 No.○・雨水 ①
	距離（単・追加）	m	少数点2位まで
	管低高	m	少数点2位まで 以下切上げ
	土かぶり	m	少数点2位まで 以下切捨
	地盤高	m	少数点2位まで 以下切捨
	管径・管種	mm	●100VU
	勾 配	%	2.0/100 小数点1位まで以下四捨五入
	延 長	m	少数点2位まで 以下切捨

※注意 最上流部よります番号を付けます。2系統以上ある場合の最終ます番号は取付ますとする。
地盤高は任意としますが、取付ます5.00mからの表示をお願いします。

(ハ) 設計図

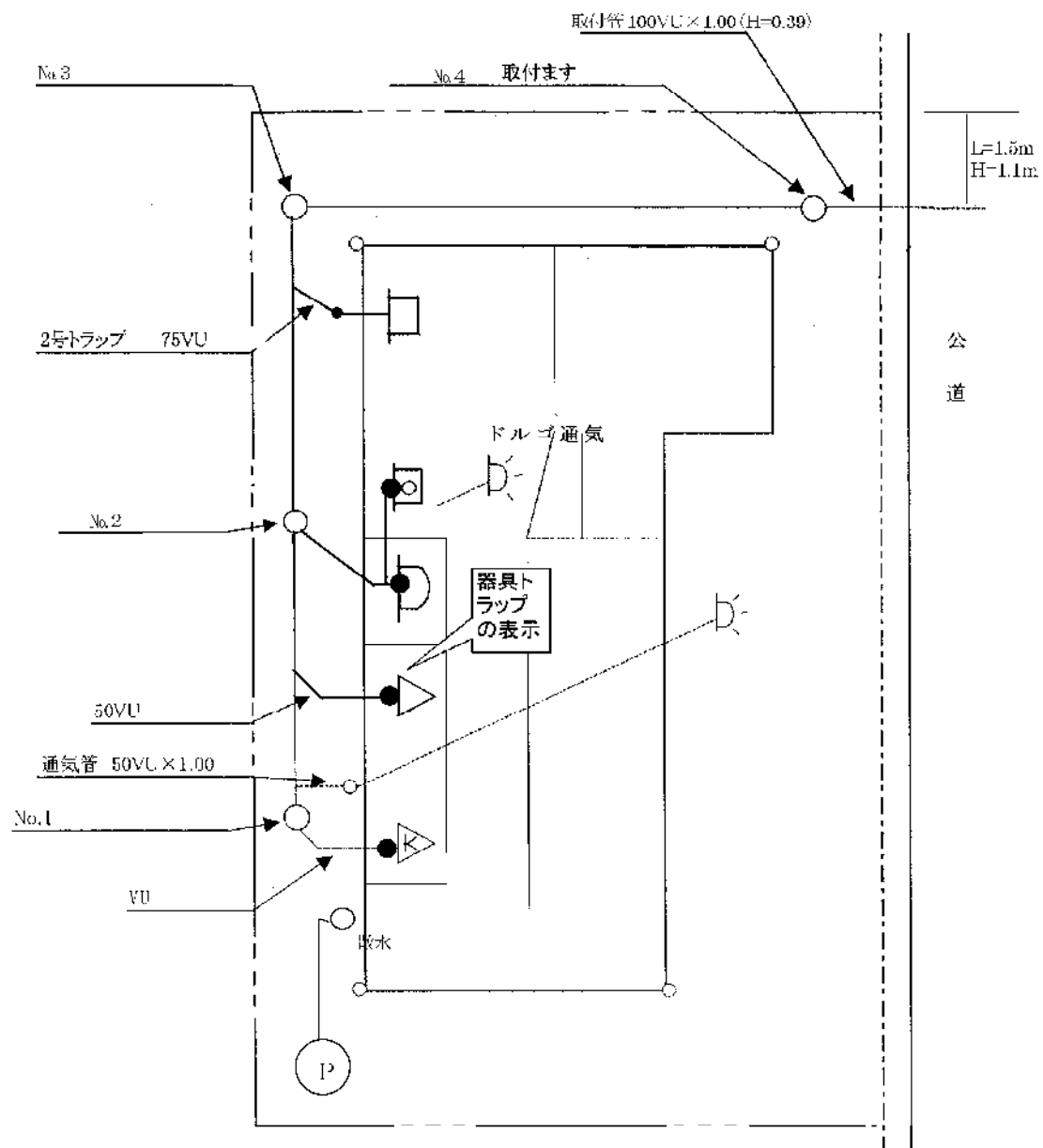
(a) 平面図

平面図は、所定の設計凡例図（表4-2-10）に従って作成する。ビルディングその他の建物でこの凡例によりがたい場合は、別に凡例を示してこれを用いることができる。縮尺は、表4-2-12の標準によるが敷地・建物の相当大きいもの、例えば学校・工場・ビルディング・団地などでは、この標準以下であってもさしつかえない。ただしこの場合、施設ごとに衛生器具の表示が不明確となるから、この部分だけ拡大して空白部分を詳細図にしてさしつかえない。

表4-2-12 設計図の縮尺

設置場所案内図	便宜の形式でよい。付近の一般的な目標物を明示する。
平 面 図	1／300以上
縦 断 面 図	（横は平面図の縮尺に準じ、縦は縮尺1／100以上）
配 管 立 図	便宜の形式でよい。
構 造 詳 細 図	1／20以上

平面図（分流式）・記載例

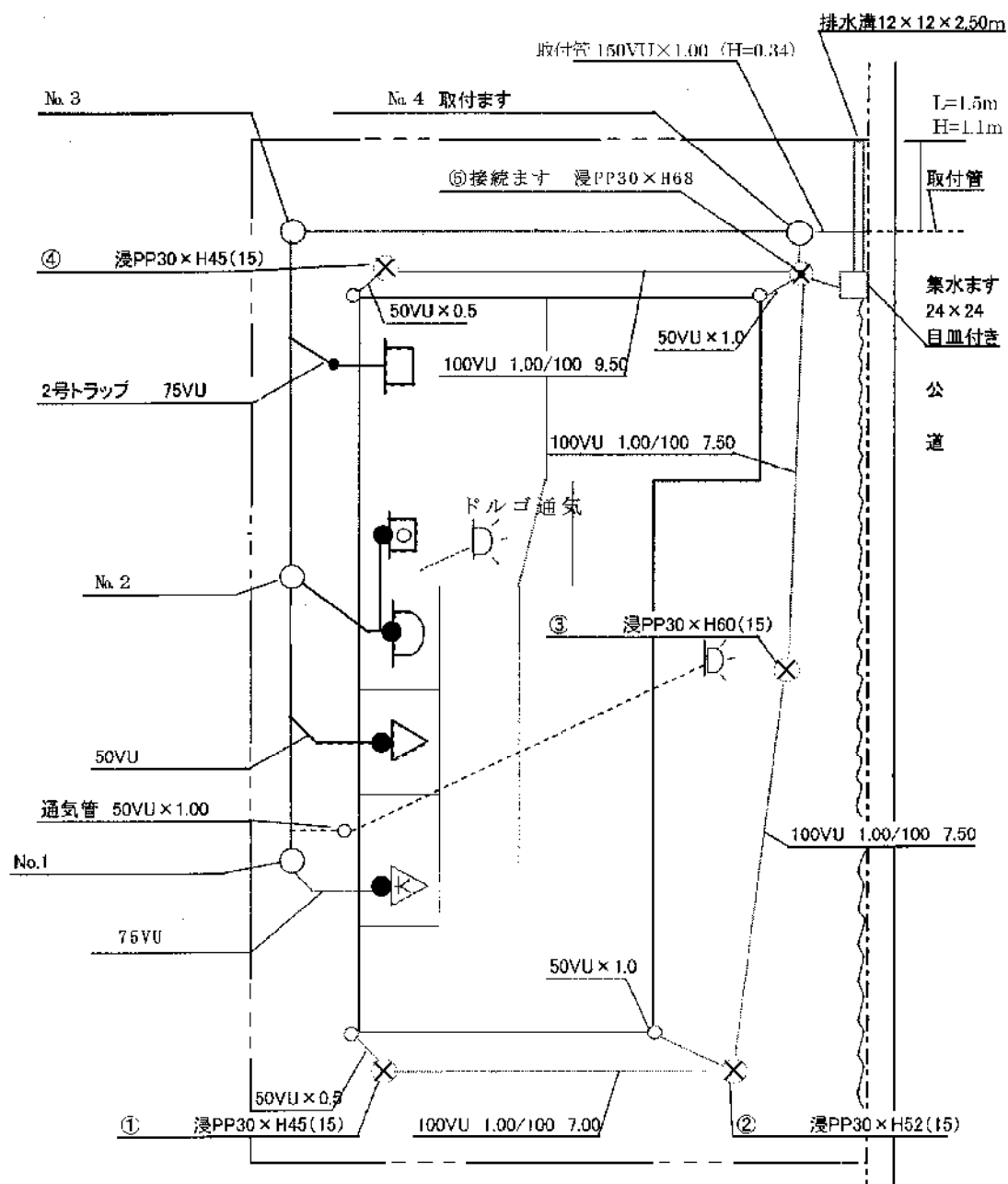


※ 雨水系統は緑線で記入

※ 井戸位置・系統は青色で記入

図 4 - 2 - 22

平面図（合流式）・記載例



- ※ 雨水系統は緑色で記入。
- ※ 井戸位置・系統は青色で記入。
- ※ 雨水系統については、一覧表を作成してもよい。

図 4 - 2 - 23

(b) 縦断面図

縦断面図を作らなければならないことは既述のとおりである。

縦断面図は下記の要領で作成する。

表 4 - 2 - 13

	種別	記 載 内 容	記 載 例	参 考 図
縦 断 面 図	排水管	管径 (単位 : mm) 管種 勾配 (単位 : %) 管路延長 (単位 : m)		
	小口径 ます	ます番号 ます呼称名 口径 深さ (段差)		
	雨水 ます	ます番号 方式 ます呼称名 ます内径 (単位 : cm) 深さ (単位 : cm) 泥溜深さ (単位 : cm)		

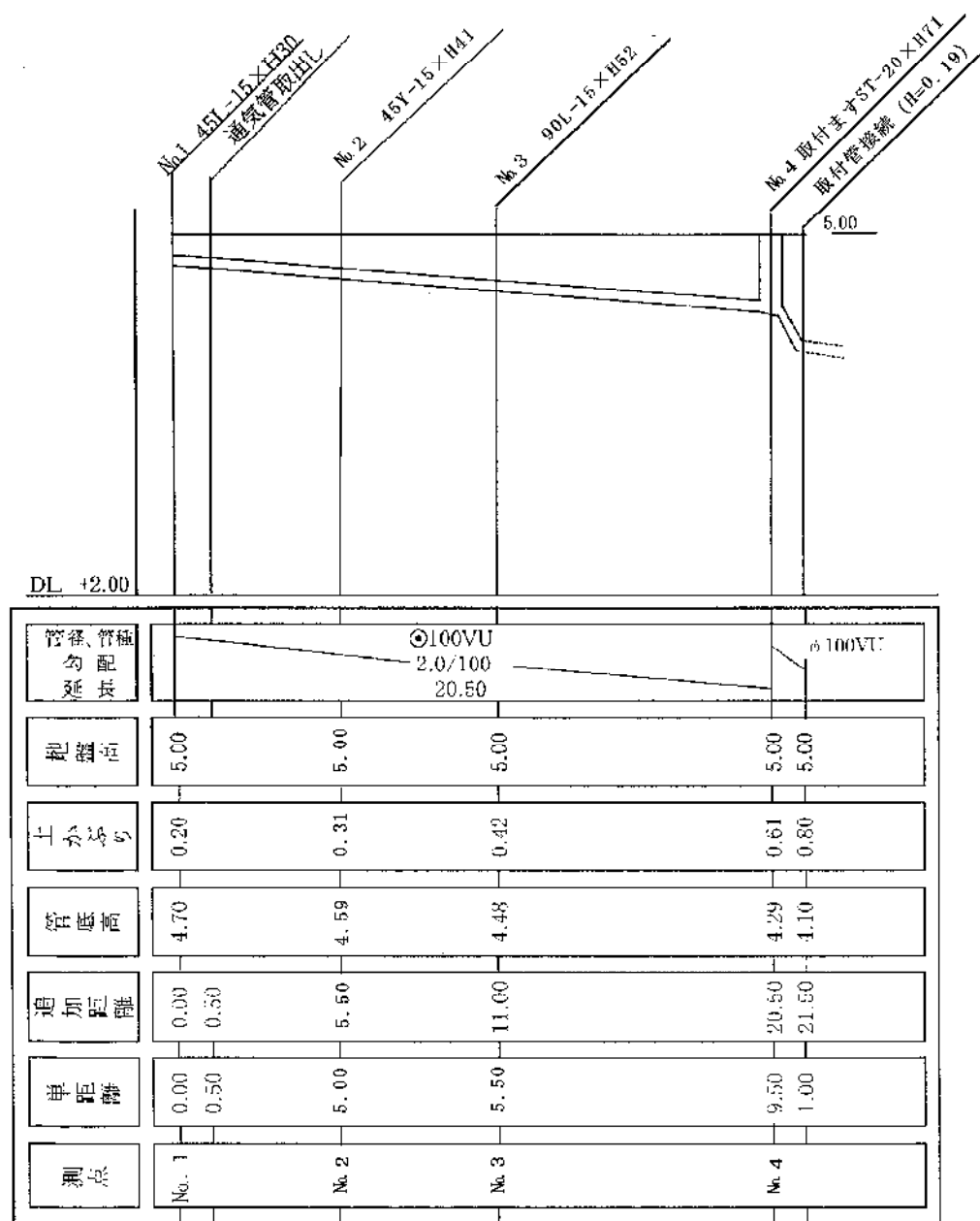
DL -2.00					
管径、管種 勾配 延長					管径、管種、勾配、延長
取付管	5.00	5.00	5.00		取付管を 5.00 m と仮定する 現状地盤高
上かぶり	0.20	0.31	0.42		地盤高から管上まで
管底高	4.70	4.59	4.48		地盤高に対する管底高
追加距離	0.00 0.50	5.50	11.00		単距離累計
単距離	0.00 0.50	5.00	5.50		ます間の距離
番号	No. 1	No. 2	No. 3		ます番号

- ・左を上流部に右下がり
- ・最上流部よります番号を付ける。(汚水系統 No.1～ 雨水系統 ①～)
- ・合流式の雨水系統の記載も同様に取り扱います。

縦断面図（分流式）・記載例

縮尺 たて 1/50

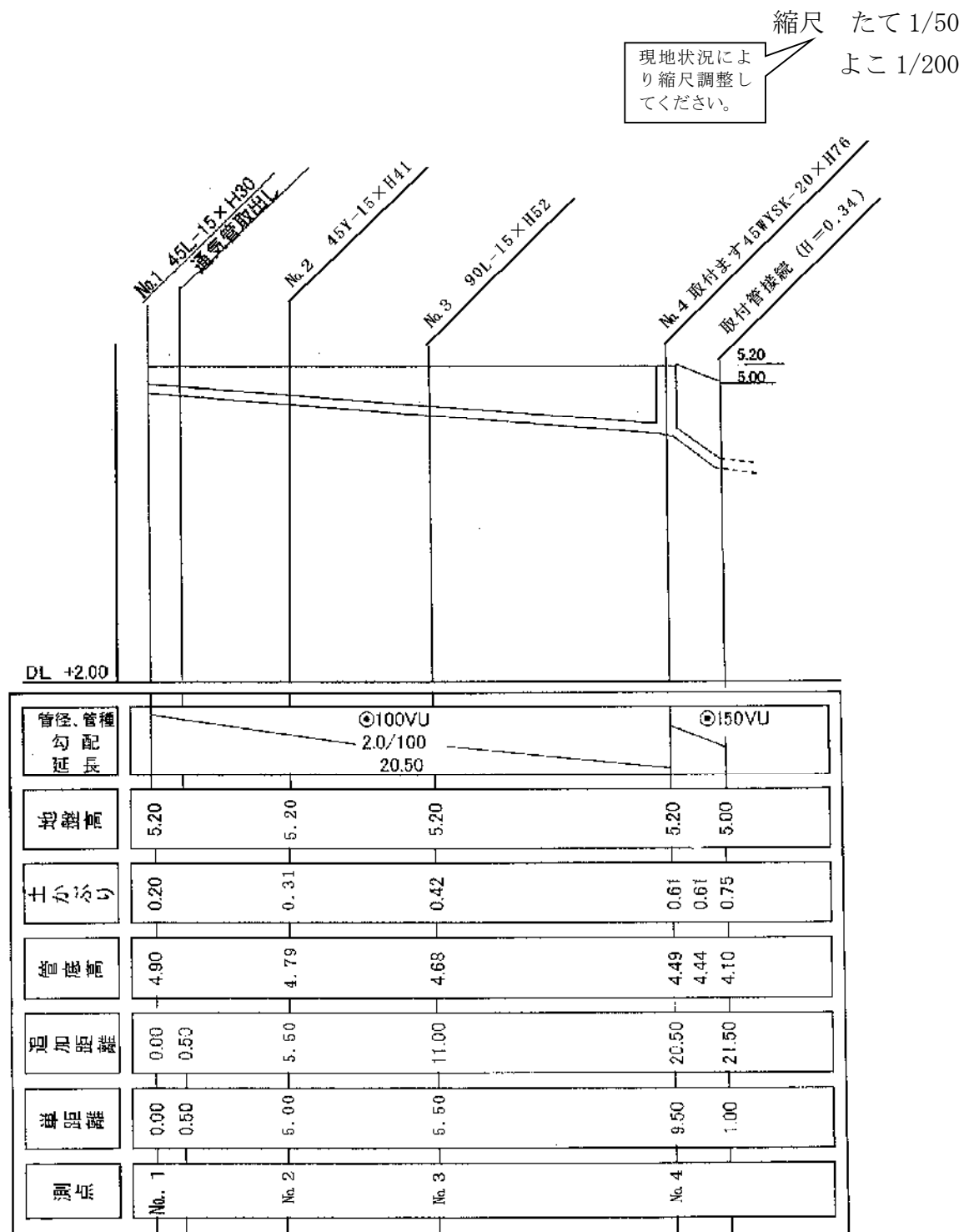
よこ 1/200



- ・左を上流部に右下がり
- ・最上流部より番号を付ける。(汚水系統 No.1～ 雨水系統 ①～)
- ・合流式の雨水系統の記載も同様に扱います。

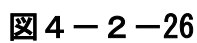
図 4 - 2 - 24

縦断面図（合流式 汚水系統）・記載例



- ・左を上流部に右下がり
- ・最上流部より番号を付ける。(汚水系統 No.1～ 雨水系統 ①～)
- ・合流式の雨水系統の記載も同様に取り扱います。

図 4 - 2 - 25



(c) 配管立図

配管立図は、3階以上の建築物などで、平面図だけでは衛生器具の設置・排水・通気管の配管状態が明瞭を欠くような場合にこれを作成する。

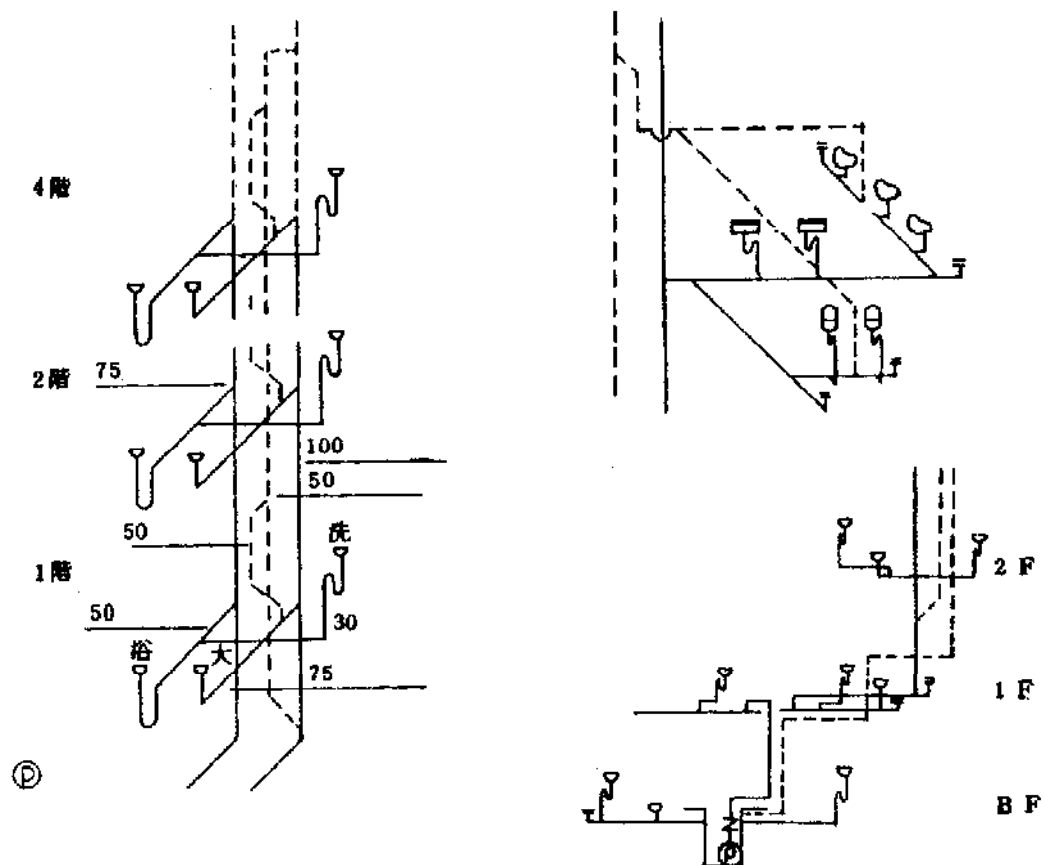


図4-2-27 配管立図

(d) 構造詳細図

オイルトラップ・グリーストラップその他排水設備の施設で、特殊構造のものはこれを作成する。この標準についてはそれぞれ該当事項参照。

(4) 設計例

〔例題1〕	分 流 式	
	排 水 人 口	5 人
	地 盤	水平
	延 長	21.5m
	起 点 ま す 深	30 cm
	取 付 管 深	90 cm (φ100)
	公道と宅地の段差	0 cm

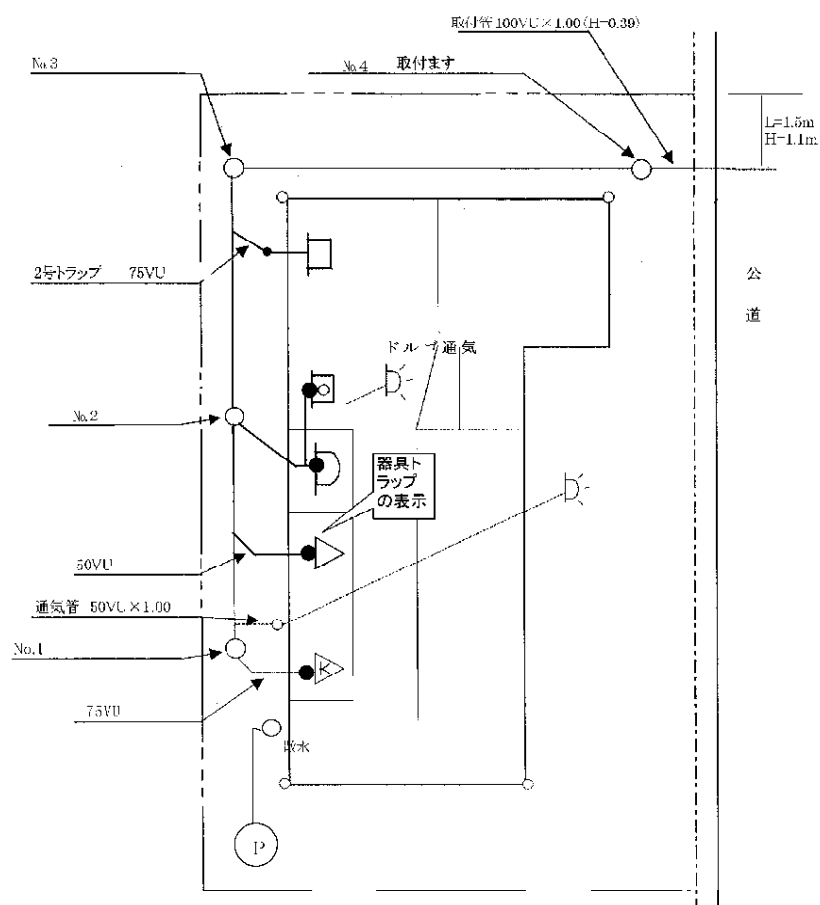


図4-2-28 平面図(分流式)

〔解説〕

(イ) 管きよ勾配の決定の基礎

(a) 管きよの管径並びに勾配は、浜松市下水道条例により排水人口150未満 排水管の管径100mm、勾配2.0/100以上

(b) 起点ますと取付管との差

起点ますの深さを30cm (接続管きよの土被り20cm+管径10cm (管厚省略)) として、取付管深さが90cmの場合で、また公道と宅地との段差がない場合は、起点ますと取付管との落差は、 $90-30=60$ cmとなる。

(ロ) 計算

(a) No.1 ますから取付管までの落差は、60 cm、勾配は、

$$0.6 \div 21.5\text{m} \div 0.0279 \div 2.8/100$$

となるが、標準勾配を適用しNo.1～No.3 までを 2.0/100 とし、No.3～取付管の間で勾配の調整を行う。

(b) No.1 ますとNo.3 ます間の落差は、 $11.0 \times 2.0/100 = 0.22 = 22\text{ cm}$ 、ますの深さは、(上流ますの深さ+ます間の落差) であるから、No.3 のますの深さは、 $30 + 22 = 52\text{ cm}$

(c) No.3～No.4 ます間、(b) と同様に

$$\text{No.4 のますの深さ } 52 + 19 = 71\text{ cm}$$

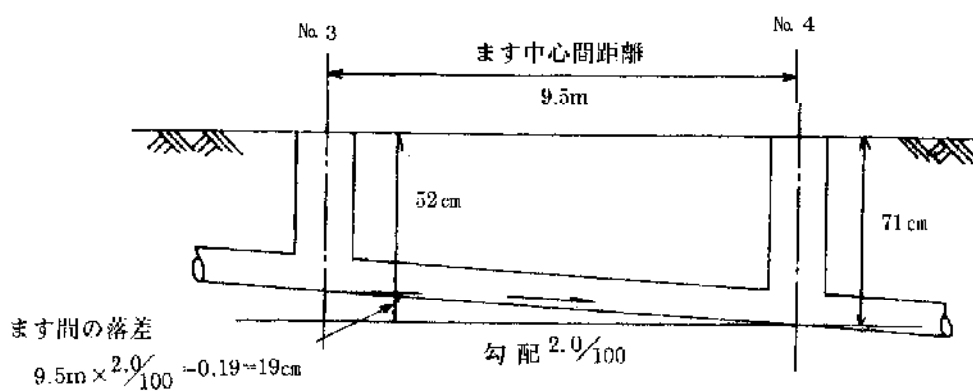


図 4 - 2 - 29

(d) No.4～取付管の落差及び勾配

落差は、 $90 - 71 = 19\text{ cm}$

勾配は、 $0.19\text{m} \div 1.0\text{m} = 19/100$

取付管との接続は、取付管口径 100 mmの接続基準の選択により段差 10～38 cm未満の接続方法をとる。

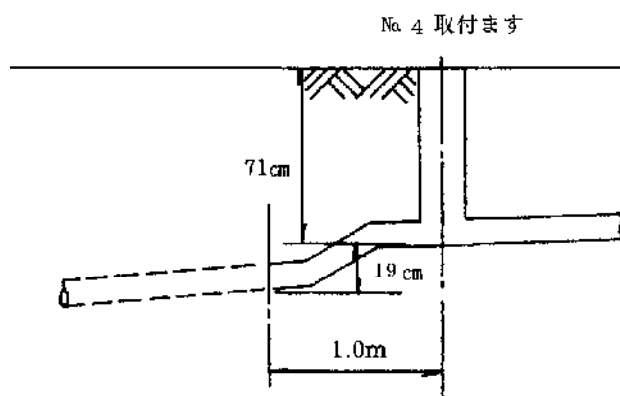


図 4 - 2 - 30

〔例題2〕 合流式

排水面積	198.0 m ²
地盤	水平
延長	21.5m (汚水系統)
〃	23.0m (雨水系統)
起点ます深	30 cm
取付管深	90 cm (φ150)
公道と宅地の段差	20 cm

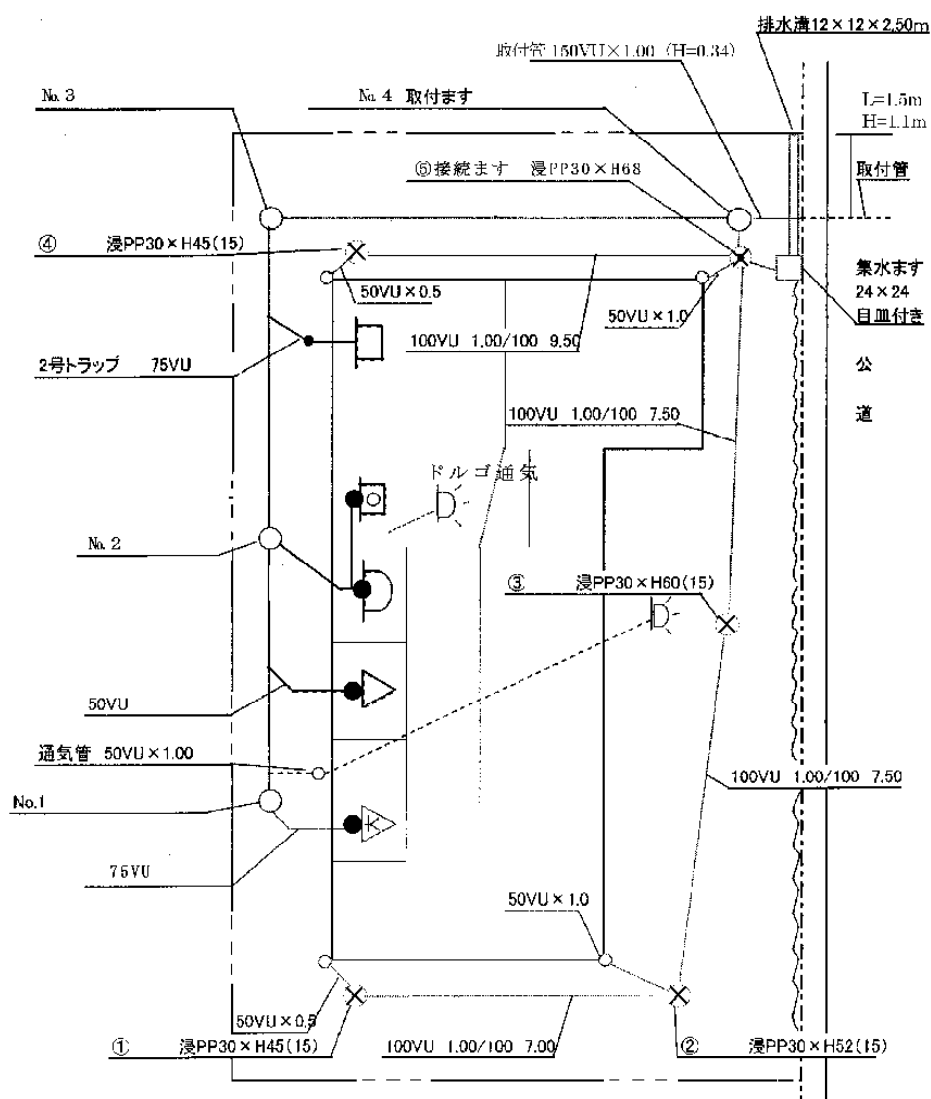


図4-2-31 平面図(合流式)

〔解説〕

(イ) 管きょ勾配の決定の基礎

(a) 汚水系統の管きょの内径及び勾配は、排水人口 150 人未満を適用し内径 $\phi 100$ mm・勾配 2.0/100 以上。雨水系統は、排水面積 200 m²未満を適用し内径 $\phi 100$ mm・勾配 1.0/100 以上とする。ただし、宅地内排水溝を別途検討する。

(b) 起点ますと取付管との差

起点ますの深さを 30 cm (接続管きょの土被り 20 cm + 管径 10 cm (管厚省略)) として、取付管深さが 90 cm であり、また公道と宅地との段差が 20 cm であると、起点ますと取付管との段差は、 $(20 + 90) - 30 = 80$ cm となる。

(ロ) 計算

(a) 汚水系統は、例題 1 (分流式) を参照※ただし宅盤 20 cm を考慮すること。

(b) 雨水系統は①～⑤までの落差は、 $71 - 30 = 41$ cm 勾配は、 $0.41\text{m} \div 23.0\text{m} = 0.0178 \div 1.8/100$ となるが、①～⑤までを 1.0/100 とし、⑤～No.4 の間で落差の調整を行う。

(c) ①ますと②ます間の落差は、 $7.0\text{m} \times 1.0/100 \div 0.07 \div 7$ cm、ますの深さは、(上流のますの深さ + ます間の落差) であるから、②のますの深さは、
45 (15) + 7 = 52 (15) cm

(d) ②～⑤のます間では、排水管の直線距離がその管径の 120 倍を越えない範囲内にますを設けなければならない (下水道条例施行規程第 4 条第 2 号) $100\text{ mm} \times 120 = 12,000\text{ mm} = 12\text{m}$ が直線距離の範囲であるから、 $15.0 - 12.0 = 3.0\text{m}$ オーバーである。それゆえいま便宜上 $15.0 \div 2 = 7.5\text{m}$ の地点に中間ます③を設ける。

(e) ②～③ます間(c)と同様に

③のますの深さ 52 (15) + 7.5 = 59.5 (15) $\div 60$ (15) cm

(f) ③～⑤ます間も同様に

⑤のますの深さ 60 (15) + 7.5 = 67.5 (15) $\div 68$ (15) cm

(g) ⑤～No.4 の落差及び勾配

落差は、No.4 ますの管底 71 cm - ⑤の管底 (68 cm - 15 cm) = 18 cm

勾配は、 $0.18\text{m} \div 1.0\text{m} = 18/100$

接続方法は急勾配にならないようにし、トラップを使用して接続する。

(h) ④～⑤の落差及び勾配

この間の勾配を 1.0/100 とすると、落差は、 $9.5\text{m} \times 1.0/100 = 0.095 = 10$

cmとなる。

④のますの深さを 30 cmとすると、⑤の入口の深さは $30\text{ cm} + 10\text{ cm} = 40\text{ cm}$ となり、⑤のますの深さ $(68 - 15 = 53)$ $53 - 40 = 13\text{ cm}$ の高さの差が生じるが、雨水であるのでますの途中から流入させることとする。

(5) 定常流量法

(5) - 1 定常流量法による管径決定

定常流量法は、排水の生じるラッシュアワー時間帯における排水量の平均水量である定常流量をもとに、器具排水流量に応じて負荷量を求め勾配を設定して、マンニング公式により、管径を求める方法である。負荷流量を求めるには器具排水流量 (q_d) と排水管定常流量 ($\bar{Q}$) の二つのデータが必要である。

(イ) 器具排水量

1回の排水により器具が排出する全水量を器具排水量 ω (ℓ) という。値を表4-2-14に示す。

(ロ) 器具排水流量

器具の排水において、排水量の20%が排出されてから80%が排出されるまでの間における平均流量で、器具に固有の値 (表4-2-14) であり、実験的に定められている。

異なる器具排水流量をもつ数種の器具が混在して1本の排水管に流入する場合の q_d の求め方は次のようにする。

- ① 原則として全器具の q_d の中で最も大きい値を採用する。大便器 ($q_d=1.5$) と小便器 ($q_d=0.5$) の場合では大便器の q_d を用いる。
- ② 大きい q_d の器具数が少なく、大多数が小さい q_d の器具である場合は、設置数が最も多い器具の q_d を用いる。掃除用流し ($q_d=2.0$) と多数の大便器、($q_d=1.5$) が設置されている便所では大便器の ($q_d=1.5$) を採用する。

(ハ) 定常 (平均) 流量

もっとも使用頻度の高い時間帯 (ラッシュアワー) において、ある器具の初回の排水開始から次の排水開始までの平均の時間を器具平均排水間隔 T_0 (s) という。これは使用形態 (待時式利用または即時式利用) により定まるものである。また排水管の上流に設置されている全器具からの排水を時間的に平均化して定常連続排水したときの流量を、排水管の定常 (平均) 流量という。各器具の定常流量 $\bar{q}$ (ℓ/s) は次式で求められる。

$$\text{器具定常流量 } \bar{q} \text{ (}\ell/s\text{)} = \frac{\text{器具排水量 } \omega \text{ (}\ell\text{)}}{\text{平均排水間隔 } T_0 \text{ (S)}} \quad (\text{式1})$$

そこで上流に設置されている全器具の $\bar{q}$ を求め、これを合計すればその排水管の定常流量 $\bar{Q}$ (ℓ/s) を求めることができる。

$$\bar{Q} = \bar{q}_1 + \bar{q}_2 + \bar{q}_3 + \cdots + \bar{q}_n \quad (\text{式2})$$

表4-2-15に各器具の平均排水間隔と定常流量の標準値を示す。

表 4－2－14 各種衛生器具の器具排水量（ω）および器具平均排水流量（qd）の標準値

器 具		トラップ口径 〔mm〕	器具排水量（ω）※ 〔ℓ〕	器具平均排水流量（qd） 〔ℓ／s〕
大便器	普通形	75 または 100	サイホンゼット・サイホン ブローアウト 15	1.5 （サイホンゼットのみ 2.0）
			洗出し・先落とし 11	
	※※ 節水形	75	サイホンゼット・サイホン 13	
			洗出し・先落とし 8	
小便器	小形	40	4～6	各個洗浄 0.5 自動洗浄：同時洗浄個数×0.5 ただし、2.0 を最大値とする。
	大形	50		
洗面器	小形	30	5	1.0
	中形		ため洗い 7	
	大形		8	
			流し洗い 3	0.3
手洗い器		25	3	0.3
手術用手洗い器		30	20	0.3
洗髪器		30	40	0.3
浴槽	和風	30	190～230～250	1.0
	洋風	40	90～140～180	
シャワ		50	50	0.3
調理流し		40	50	ため洗い 1.0
		40	（事務所等の流しは 3ℓとする）	流し洗い 0.3
掃除流し		65	40	ため洗い 2.0
				流し洗い 1.0
洗濯流し		40	40	ため洗い 1.0
				流し洗い 0.3
汚物流し		75 または 100	15	2.0
実験流し		40	40	0.3

(SHASE-S 206-2009)

注 ※ この排水量は設計の標準値であって、必要最小量を意味しない。

※※ 排水量を減じて使用する場合には、配管に適当な措置を講じたうえで、その水量を器具排水量 ω（ℓ）として使用して差し支えない。

表 4－2－15 各種衛生器具の平均排水間隔（SHASE-S206-2009）

器 具 種 別		器 具 平 均 排 水 間 隔 T_0 [s]												
		集中利用形態	任意利用形態（1箇所に設備される器具数 N_F [個]）											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
便所	女子大便器	60	400	280	220	190	170	150	140	140	130	130	120	120
	男子大便器	200	600	600	600	600	560	510	480	480	440	420	400	390
	小 便 器 （各個洗浄）	35	240	160	130	110	100	90	85	80	75	75	70	70
	洗 面 器	25	170	120	90	80	70	65	60	55	55	50	50	50
	小 便 器 （自動洗浄）	$T_0=180\sim 900$ （平均 600） T_0 は使用頻度に応じて、設計者の判断により 180～900 s の間で決定する												
浴 槽		$T_0=1800$												
シ ャ ワ		$T_0=300$												
その他の器具		きわめて頻繁に使用される場合 $T_0=60$ かなり頻繁に使用される場合 $T_0=300$ その他の場合 $T_0=600$												

（SHASE-S 206-2009）

参考資料

住宅排水器具の負荷算定の標準値^{※1}（SHASE-S 206-2009）

No. 器 具 名	器 具 特 性		使 用 頻 度	1 器具当たり — 定常流量 — Q ($=\omega/T_0$) [ℓ/s]	排水率 β
	器具排水量 ^{※5} ω [ℓ]	器具平均 排水流量 q_d [ℓ/s]	器具平均 排水間隔 T_0 [s]		
1. 便 器	9	1.5	700 ^{※2}	0.013	1.0
2. 洗面器	6	0.75	700 ^{※3}	0.009	1.0
3. 台所流し	6	0.75	200 ^{※4}	0.03	1.0
4. 浴 槽	180	1.0	3600	0.05	0.3
5. 洗濯機	120	0.75	3600	0.033	0.5

注 ※1 塚越信行ほか：空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集、集合住宅の給排水負荷に関する研究（その6 排水負荷算定）、（昭 62-10）、P P. 85～88、をもとに決定した。

※2 $T_0=3600/m \cdot n$ で算出する。ただし、m：1人当たりピーク時間帯平均排水間隔、m=1.5 回/人、n=3.5～4.0 人/戸とする。

※3 便器と同じとする。

※4 水栓吐水量を 6.0ℓ/min とし、平均水栓開放率 1/3 とすれば、平均吐水量は 2ℓ/min となり、水容器 6ℓを満水にする時間は 6ℓ/2ℓ/min=3min とする。これより概数として決定する。

※5 器具排水量 ω が標準値を大きく超える場合は、その値を設計値とする。

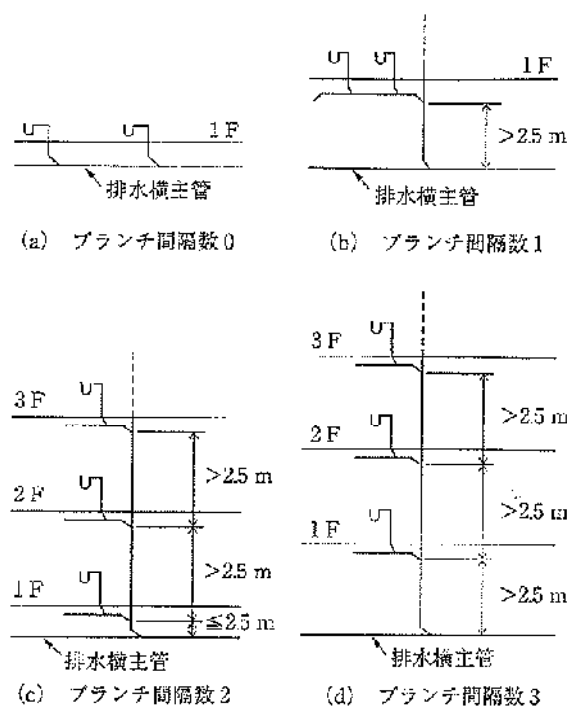
(二) 負荷流量

排水管の負荷流量は、上流に設置された器具およびそれらの使用状態により決まるため、器具排水流量 q_d と定常流量 $\bar{Q}$ とが決まれば、図 4-2-33～図 4-2-36 を用いて負荷流量 $Q_L(l/S)$ を決定することができる。

(ホ) ブランチ間隔の数え方

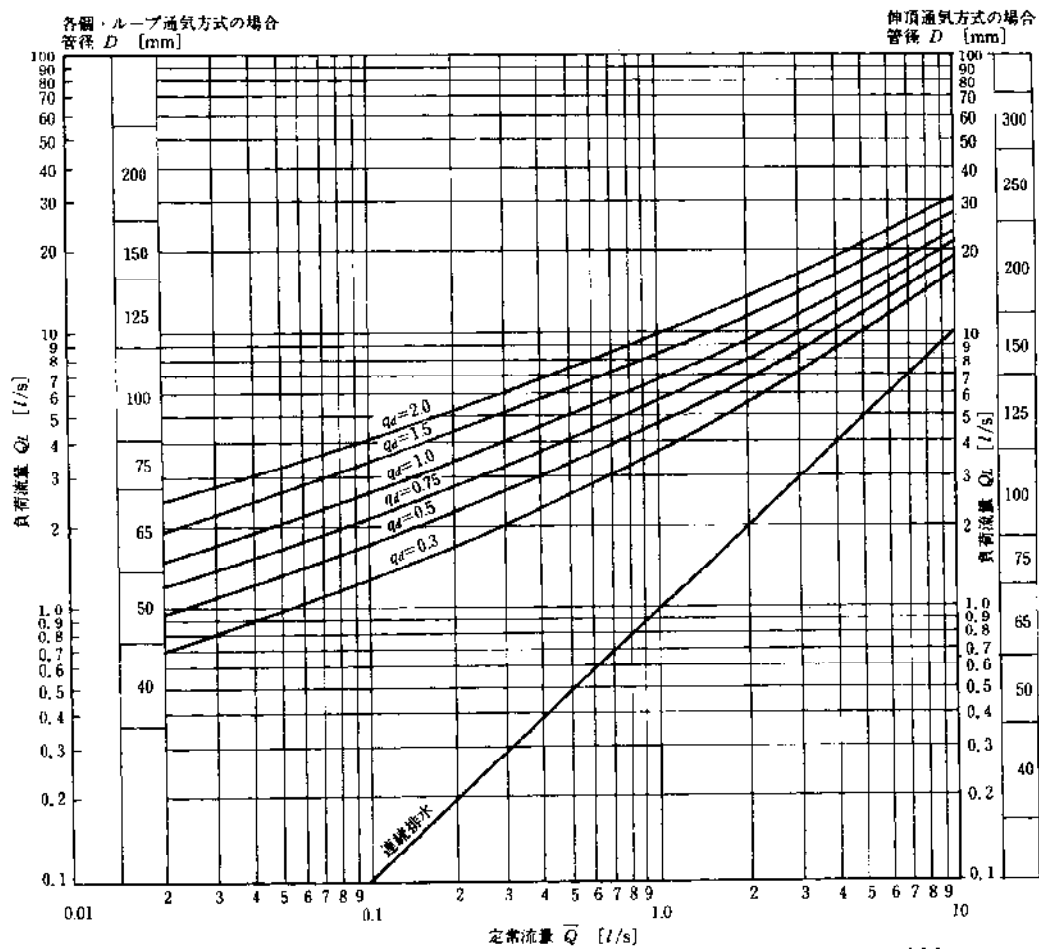
ブランチ間隔とは、排水立て管に接続している各階の排水横枝管、または排水横主管の間の垂直距離が 2.5m を超える排水立て管の区間をいう。これは立て管へ流入した排水が、その混乱した状態より一応整った流水になるまでに約 2.5m の流下距離を必要とするということで、それ以内の間隔で横枝管よりの排水が合流すると立て管内の流れの混乱が大きくなり、その気圧変動を大きくする。一般に横枝管の立て管への接続距離は階高に等しく 2.5m 以上あるのが普通であるが、1 ブランチ間隔内に何本かの横枝管が接続する場合は、その負荷流量を合計したものが 1 本の横枝管で流入するものと考え、その合計は、立て管の許容流量 1/2 を超えてはならない。

ポンプ、空調用機器からの排水のように連続的あるいは断続的な排水を排水横走り管に合流させる場合は、その流量を排水管の負荷流量に加算する。このように水頭をもつ機械排水系統を、一般の屋内排水系統に合流させることは、その管内気圧変動に大きな影響を与えるため好ましくない。合流は屋外のますで行うべきである。



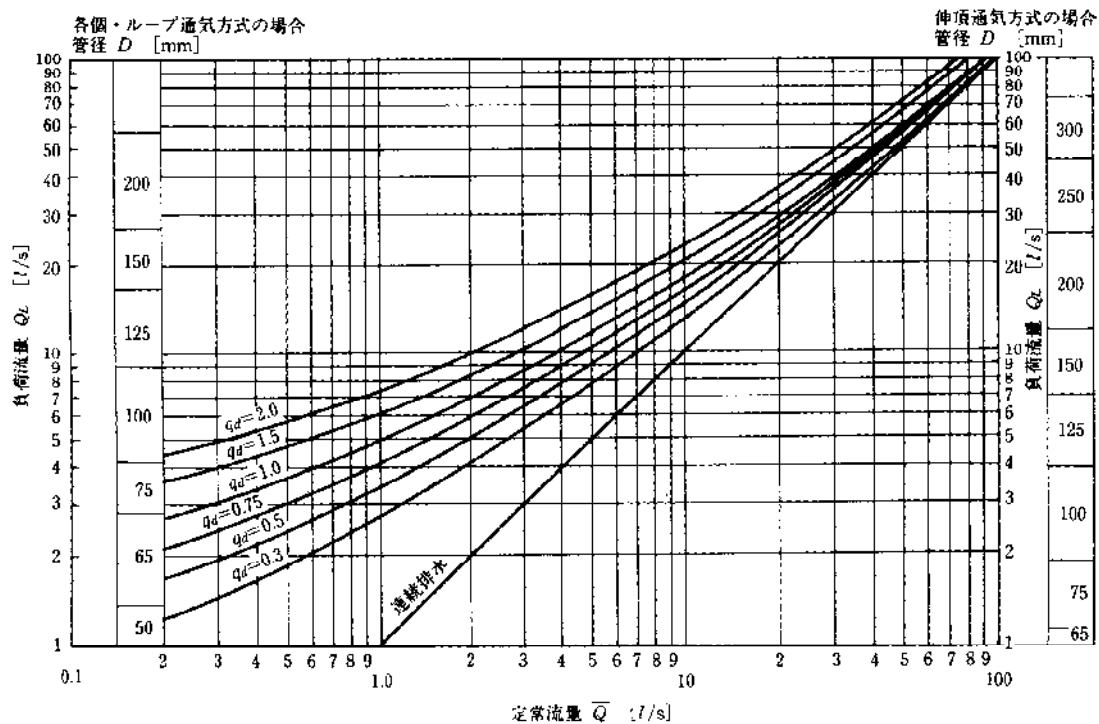
(SHASE-S 206-2009)

図 4-2-32 ブランチ間隔の数え方



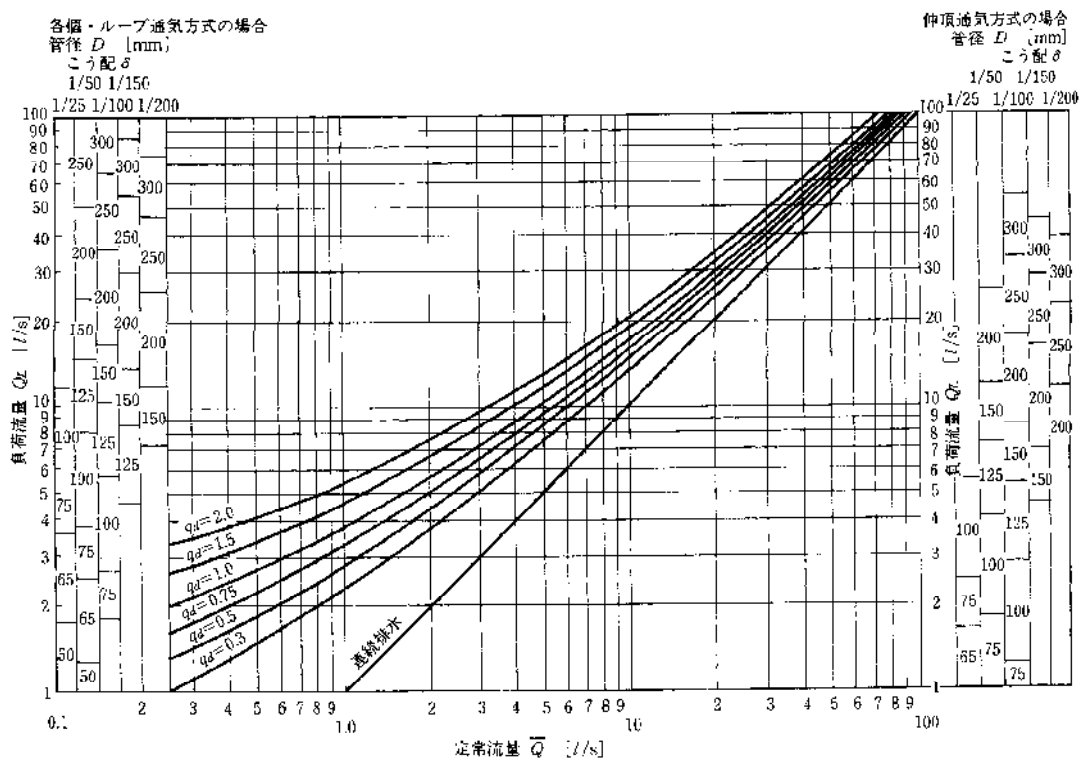
(SHASE-S 206-2009)

図 4-2-34 排水管選定線図 (立て管：ブランチ間隔数 $N_B \leq 2$)



(SHASE-S 206-2009)

図 4-2-35 排水管選定線図 (立て管：ブランチ間隔数 $N_B \geq 3$)

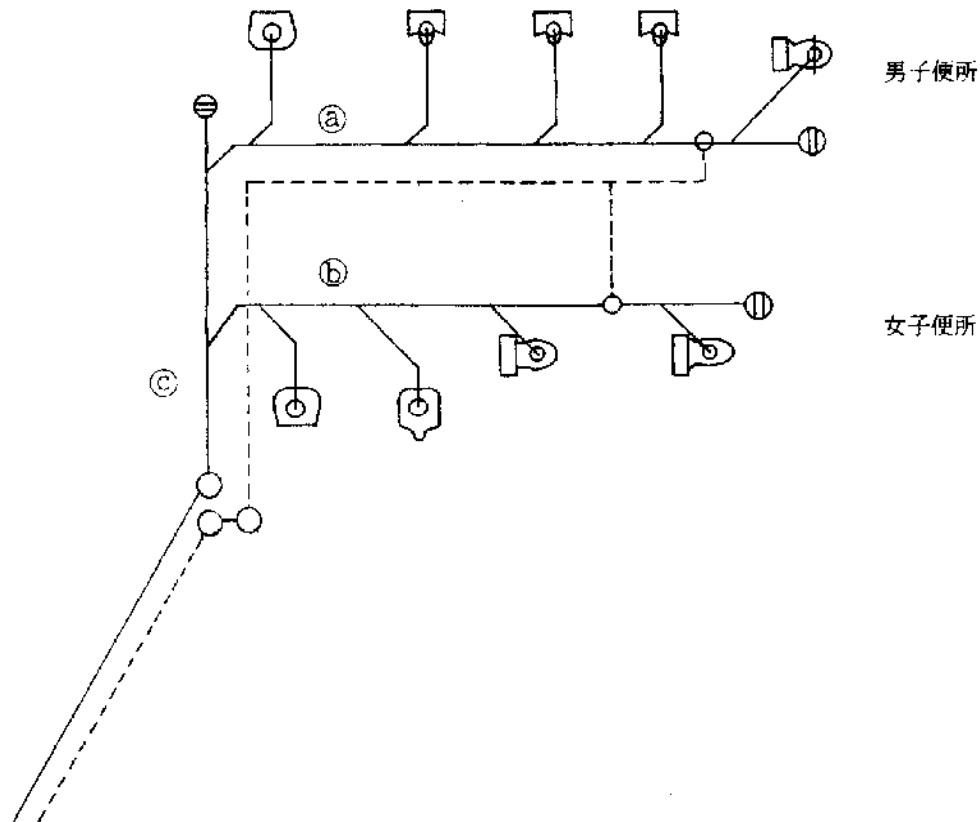


(SHASE-S 206-2009)

図 4-2-36 排水管選定線図 (横主管)

〔例題 3〕

下図のような男子用大便器 1 個、小便器 3 個、洗面器 1 個が設置されている横枝管の流量計算をして管径を求めよ。ただし、使用形態は即時式とし、通気管はループ通気管式、使用管材は塩化ビニル管（VU）を用いるものとする。



〔解説〕

男子便所の横枝管を①とすると、この横枝管に接続されている器具排水量（ q_d ）を表 4-2-14 より求めると、大便器は 1.5 (ℓ/s) 、小便器は 0.5 (ℓ/s) 、洗面器は 1.0 (ℓ/s) になっているので計算書に書き込む。

(排水流量計算書) 横枝管

(男子便所)

区 分				個数	qd (ℓ/s)	ω (ℓ)	T ₀ (s)	$\bar{q}$ (ℓ/s)	$\bar{Q}$ (ℓ/s)	N	Q _L (ℓ/s)
名称	階	記号	器具名								
			大便器	1	1.5	11	600				
			小便器	3	0.5	4	130				
			洗面器	1	1.0	3	170				
		合計									

器具排水量ωを表4-2-14より大便器、洗出し式は11ℓ、小便器小型は4ℓ、洗面器流し洗いは3ℓ、を表中に記入する。

次に平均排水間隔T₀を表4-2-15の任意利用形態欄の器具数、男子大便器1個の600(s)、小便器3個は130(s)、洗面器1個は170(s)、を得るので、計算書のT₀の欄に書きこむ。

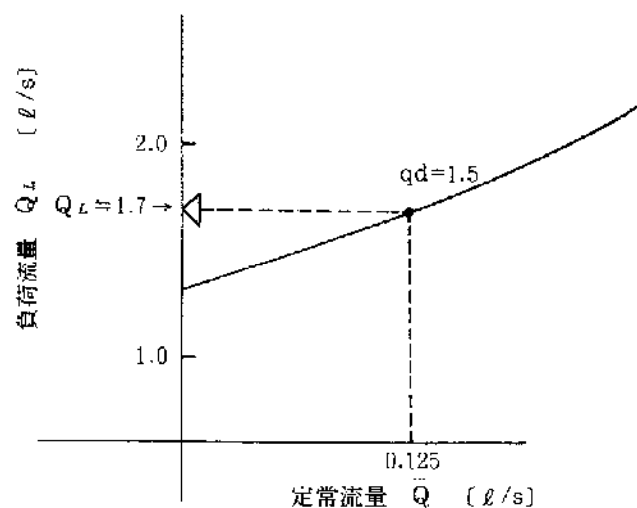
定常流量 $\bar{q}$ (ℓ/s)= $\frac{\omega}{T_0}$ であるから、大便器の $\bar{q}$ (ℓ/s)は、 $\frac{11}{600}=0.018$ 、

小便器は $\frac{4}{130}=0.030$ 、洗面器は $\frac{3}{170}=0.017$ の値を計算書の $\bar{q}$ 欄に記入する。

ω (ℓ)	T ₀ (s)	$\bar{q}$ (ℓ/s)	$\bar{Q}$ (ℓ/s)	N	Q _L (ℓ/s)	I (%)	通 気 方 式	所 要 内 径
11	600	0.018	0.018					
4	130	0.030	0.090					
3	170	0.017	0.017					
		合 計	0.125		1.7	1.0	ループ	

$\bar{q} \times \text{個数}$ を $\bar{Q}$ に記入する。大便器の $\bar{q}$ は0.018(ℓ/s) × 1 = 0.018、同様に小便器は0.030 × 3 = 0.090、洗面器は0.017 × 1 = 0.017、この $\bar{Q}$ の加算した値(0.018 + 0.090 + 0.017 = 0.125)の0.125の合計行の $\bar{Q}$ の所に記入する。

この横枝管②のqdは最も大きな値1.5と $\bar{Q}$ の計0.125をもとに図4-2-33の横枝管選定線図(勾配1/100)から交点を求めるとQ_L ≒ 1.7を得る。



この Q_L をもとに勾配 I を $1.0/100$ 、マニングの公式で所要内径を求める。ループ通気方式だから、満管流量の式

$$D = \left(\frac{Q_L}{31,000 \times I^{1/2}} \right)^{3/8} \text{ を用いると、} \quad (5) \text{ 式} \cdots \text{P 4-26}$$

$$\begin{aligned} D &= \left(\frac{1.7}{31,000 \times 0.01^{1/2}} \right)^{3/8} \\ &= \left(\frac{1.7}{31,000 \times 0.01^{1/2}} \right)^{3/8} = \left(\frac{1.7}{3,100} \right)^{3/8} \\ &= (0.000548)^{3/8} = 0.0598 \quad (\text{m}) \end{aligned}$$

即ち所要内径 59.8 mm を得る。ここでは大便器があるので管径決定の基本則（参照P 4-25(二)参照）によりトラップの最大口径以上であること。よって、 $\phi 100 \text{ mm}$ とする。

	$\bar{Q}$ (ℓ/s)	N	Q_L (ℓ/s)	勾 配 (%)	通気 方式	所要内径 (mm)	決定管径 (mm)
	0.125		1.7	1.0	ループ	59.8	100

同様に女子便所は下表の計算書のようにになる。

(女子便所)

区 分			個数	q d (ℓ/s)	ω (ℓ)	T ₀ (s)	$\bar{q}$ (ℓ/s)	$\bar{Q}$ (ℓ/s)	N	Q _L (ℓ/s)	I (%)
階	記号	器具名									
	㊸	大便器	2	1.5	11	280	0.039	0.078			
		掃除流	1	1.0	40	600	0.067	0.067			
		洗面器	1	1.0	3	170	0.017	0.017			
	合計							0.162		1.8	1.0

Q_L = 1.8、 I = 1.0/100、 ループ通気 (満流) マニングの公式にあてはめると

$$D = \left(\frac{1.8}{31,000 \times 0.01^{1/2}} \right)^{3/8} = 0.0611 \cdots 61.1 \text{ mm}$$

Q _L (ℓ/s)	勾 配 (%)	通気方式	所要内径 (mm)	決定管径 (mm)
0.078				
0.067				
0.017				
0.162	1.0	ループ	61.1	100

㊸は $\bar{Q}$ を 0.125 + 0.162 = 0.287、 qd = 1.5

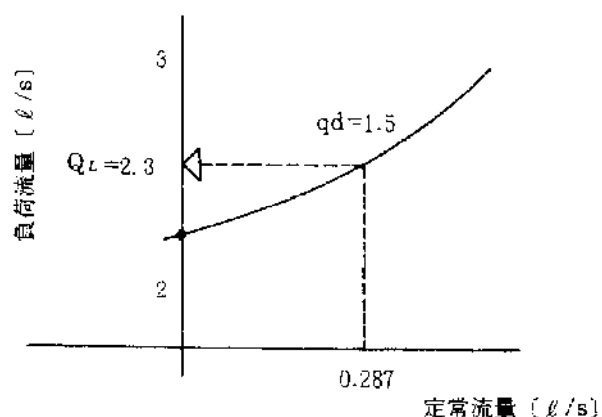


図 4-2-33 (横枝管) を使用して Q_L = 2.3 (ℓ/s) を得る。 I = 1.0/100、通気はループ方式とすると、

$$D = \left(\frac{2.3}{31,000 \times 0.01^{1/2}} \right)^{3/8} = 0.0670 \cdots 67.0 \text{ mm}$$

決定は φ 100 mm とする。この計算書は表 4-2-16 のようになる。

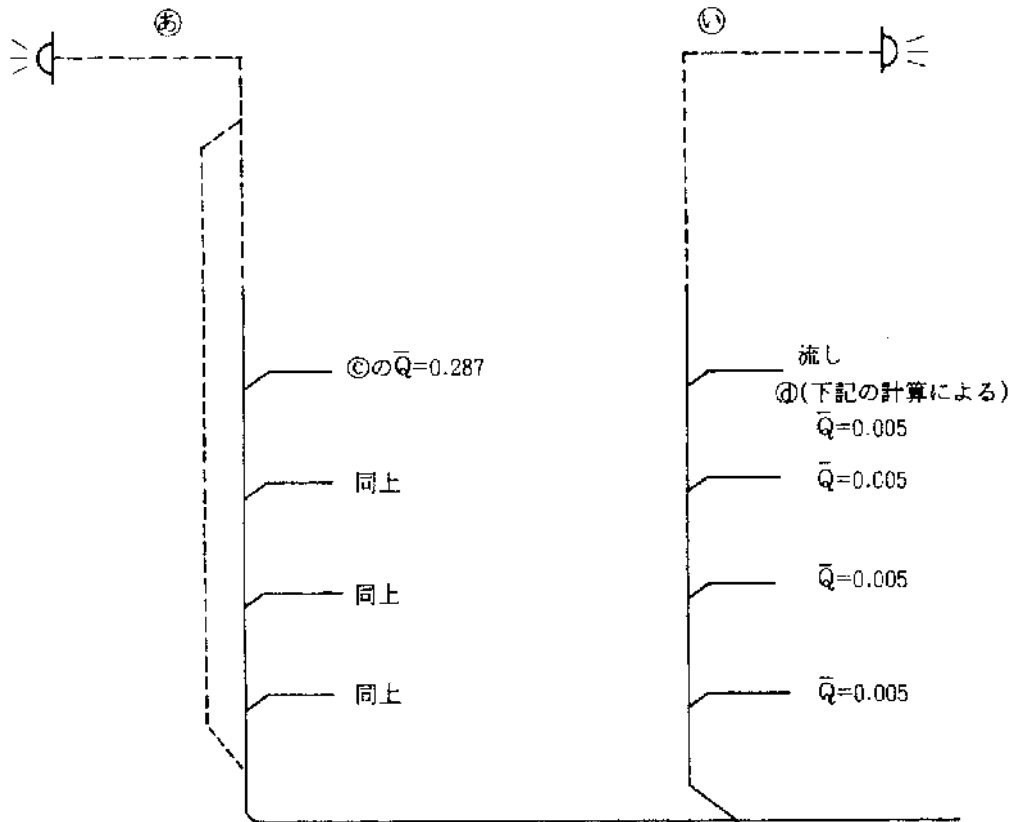
[例題 3]

表4-2-16 排水流量計算書

[illegible]

(例題 4)

(例題 3) の便所で 1 階から 4 階迄と各階に湯沸所 (流し) がある建物の立主管を求める。

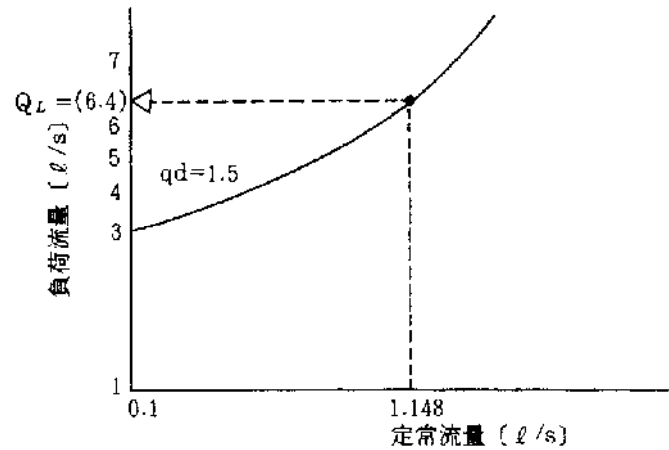


$$\text{流しの } \bar{Q} = 3 \ell / 600 \text{ s} = 0.005 \quad (\ell / \text{s}) = 0.005$$

[解説]

㊸の立主管は例題 3 の表 4 - 2 - 16 に示されているとおり $\bar{Q} = 0.287$ であるので $\bar{Q} = 0.287 \times 4 \text{ ケ所} = 1.148$ となり、 $q_d = 1.5$ となる。

ブランチ間隔は 4 になるので図 4 - 2 - 35 より、 Q_L を選定すると $\bar{Q} = 1.148$ 、 $q_d = 1.5$ との交点は 6.4 となり $Q_L = 6.4$ と記入する。



立主管排水流量計算書

区 分				個数	器具平均排水流量 $q_d(\ell/s)$	ω	T_0 (s)	定常流量 $\bar{q}$	定常流量計 $\bar{Q}$	ブランチ N	負荷流量 Q_L (ℓ/s)	勾配 (%)
名 称	階	記号	器具名									
立主管		㊸			1.5				1.148	$N \geq 3$	6.4	

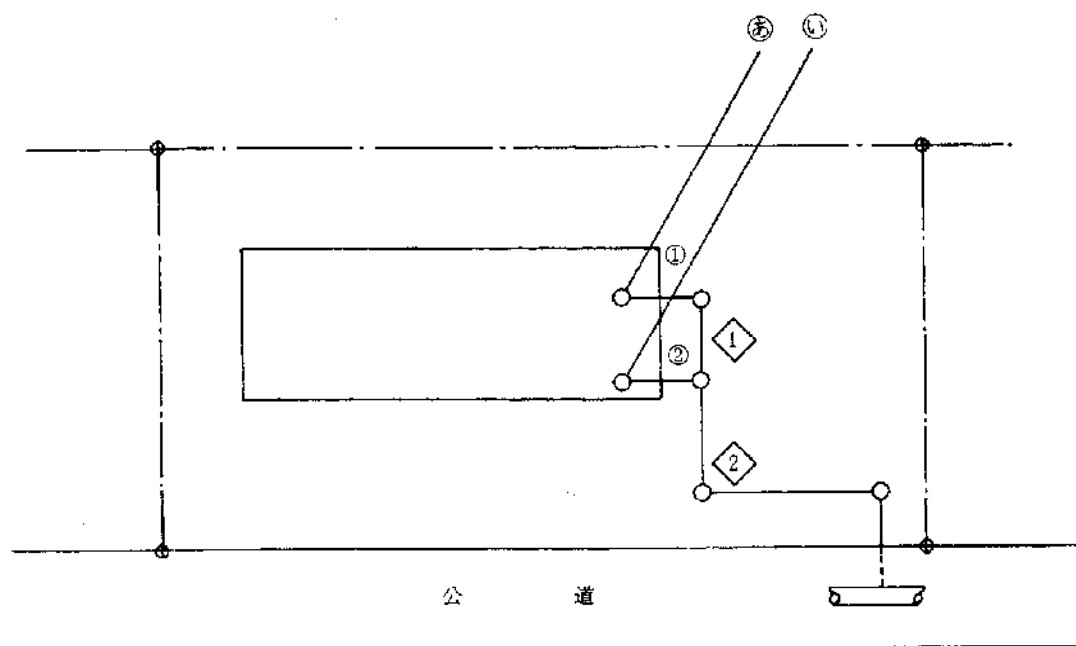
立管所要内径は通気方式が、通気立管方式（2管式）なので充水率 α は30%を取る。（9）式P 4-26 からDを導き出すと $Q_L = 4200D^{8/3}$ となるので呼び径 $\phi 100$ （実内径 107 mm）を使用する。 $D=0.0878 \div 90$ mm

T_0 (s)	定常流量 $\bar{q}$	定常流量計 $\bar{Q}$	ブランチ N	負荷流量 Q_L (ℓ/s)	勾配 (%)	通 気 方 式	所要内径 (mm)	決定内径 (mm)	備 考
		1.148	$N \geq 3$	6.4		2管式	90	100	

同様にして立管㊸を求めると表 4-2-17 のようになる。

(例題 5)

(例題 4) をもとに下図の横主管と屋外排水管を計算する。



〔解説〕

横主管①の Q_L は㊟の $\bar{Q}$ が 1.148 (ℓ/s) だから図 4-2-36 から Q_L を算出する (qd は例題 3 と同じく 1.5)

$$Q_L \doteq 4.8 \text{ となる。}$$

管径は $Q_L=4.8$ (ℓ/s)、勾配 $I=2\%$ とすると

計算式 (7) P4-26 $D = \left(\frac{Q_L}{15,500 \times I^{1/2}} \right)^{3/8}$ より

所要内径 0.1006 mmを得るので VU ϕ 100 (実内径 107 mm) とする。横主管は②は①の $\bar{Q}$ が、0.02 (ℓ/s)、 $q_d=0.3$ となり図 4-2-36 からは該当数値がないので横枝管の図 4-2-33 から算出する。 ($Q_L=0.32$) 管径は①と同様に計算すると所要内径 36.4 mmを得るが立管が ϕ 65 なので、 ϕ 65 とする。

屋外排水管①は横主管①の $Q_L = 4.8$ (ℓ / s) から半管流量の (7) 式を採用し (敷地排水管は半管流量とする) $I = 2\%$ とし、 $D = \left(\frac{Q_L}{15.500 \times I^{1/2}} \right)^{3/8}$ より 0.1006 を得るので $\phi 100$ とする。

同様に②は①の $\bar{Q}=1.148$ と②の $Q=0.02$ を加算すると 1.168 と $qd=1.5$ から Q_L
 $\div 4.9$ を得る。

管径は◇1と同様に $Q_L = 4.9$ 、 $I = 2\%$ から所要内径 0.1013 を得るので呼び径 $\phi 100$ （実内径 107 mm）を採用する。これを計算書にまとめると表 4-2-18 のようになる。

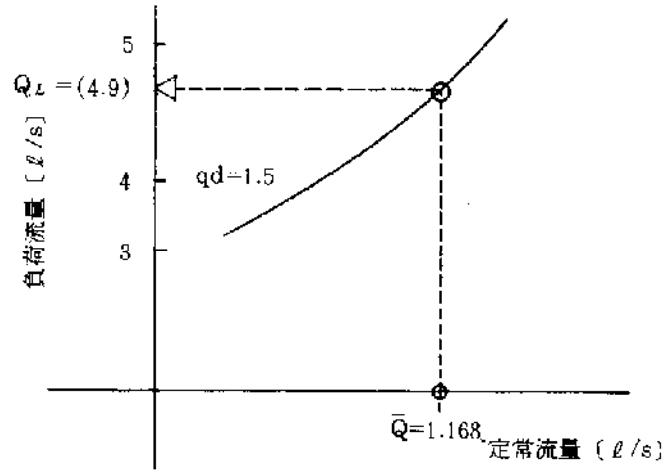


表4-2-18 敷地排水管排水流量計算書

[illegible]

(例題 5) における屋外排水管の水深 (h/d) を計算してみる。

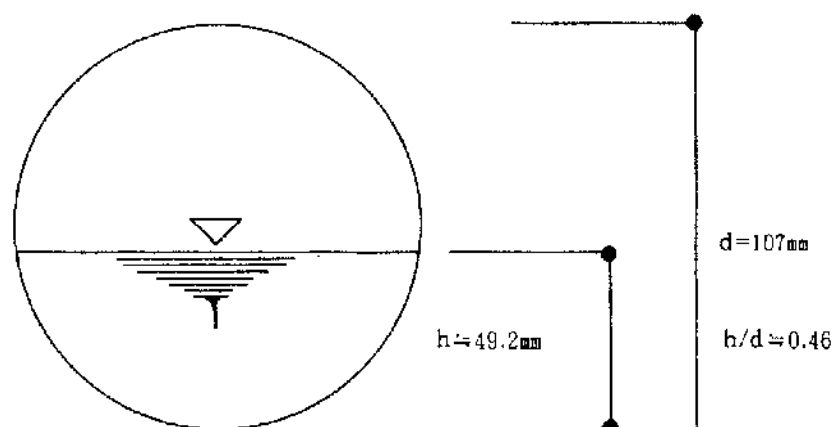
◇2 の $Q_L = 4.9$ (ℓ/s)

$$I = 2.0\%$$

$D = \phi 100$ (実内径 107 mm) ……管種は VU とする。

$\phi 100$ の VU に勾配 2.0 (%) で流した時の満管流量は表 4-2-5 から $Q = 0.0113$ (m^3/s)、 $V = (1.263 m/s)$ である。

◇2 の流量比は $4.9/11.3 = 0.433$ である。この流量比をもとに表 4-2-8 から水深 (h/d) を求めると約 0.46 となる。流速は満管流速の 0.96 倍、即ち流速 $V = 1.263 \times 0.96 \div 1.21$ (m/s) となる。



※ 基準では水深は 50%以下 25%以上、流速は 0.6 (m/s) 以上 1.5 (m/s) 以下 (最大 3.0 m/s) であるので、両方基準を満たしており適当である。

(5) - 2 定常流量法による通気管管径決定

(イ) 必要通気量

通気管の必要通気量とは排水管内の流水によって誘起される空気の流れの全量をいい、排水量と流速に左右される。そこで接続する排水管の負荷流量によって必要通気量を決めることができる。表 4-2-19 に各種通気管の必要通気量 V (ℓ/s) を示す。

表 4－2－19 通気管の必要通気量および許容圧力差

通 気 方 式	種 別	必要通気量 V [L/s]	許容圧力差 ΔP [Pa]
各個・ループ通気方式の場合	各個通気枝管またはループ通気管	排水横枝管の負荷流量と同量	100
	通気立て管	排水横主管の負荷流量の 2 倍	250
	伸頂通気管または通気ヘッダ	排水横主管の負荷流量の 2 倍	250
	排水槽	排水槽流入負荷流量の 3 倍、またはポンプ吐出し量のいずれかの大きい数値	250
伸頂通気方式の場合	伸頂通気管または通気ヘッダ	排水横主管の負荷流量の 4 倍	250
	排水槽	排水槽流入負荷流量の 5 倍、またはポンプ吐出し量のいずれかの大きい数値	250

(SHASE-S 206-2009)

(ロ) 許容圧力差

通気管の許容圧力差とは排水系統に障害を起こさない限度内で通気の起点と終点との間に許容される圧力差をいい、水柱 25 mm以下でなければならない。表 4－2－19 に各種通気管の許容圧力差 ΔP (Pa) を示す。

(ハ) 通気管長

通気管の必要通気量の流れに対する抵抗はその通気長さに比例する。そこで配管の単位長さ当りの許容圧力損失 ΔP (Pa) を求め、これより必要通気量の流通に支障のない管径を決める。通気長さは通気管の実長に継手の局部損失相当長を加えたものである。通気の起点が二つ以上ある場合は原則として遠い方の起点を採用するが、排水管の負荷流量の特に大きい系統があればこれを採用する。表 4－2－20 に通気管の局部損失相当長を示す。

表 4－2－20 通気管設計用局部損失相当管長

(m)

呼び径 (A) 継手の種類	32	40	50	65	80	100	125	150
90° エルボ	1.2	1.5	2.1	2.4	3.0	4.2	5.1	6.0
45° エルボ	0.72	0.9	1.2	1.5	1.8	2.4	3.0	3.6
90° T (分流)	1.8	2.1	3.0	3.6	4.5	6.3	7.5	9.0
90° T (直流)	0.36	0.45	0.6	0.75	0.90	1.20	1.50	1.80
135° T (分流)	5.1	6.1	8.4	11.7	14.6	20.2	27.3	33.0
45° T (合流)	0.4	0.5	0.7	0.9	1.2	1.6	2.2	2.6

出典 空気調和・衛生工学会編：空気調和・衛生工学便覧（改訂第 9 版）、Ⅲ巻、1975

(a) 通気枝管

ループ通気管、 各個通気管などで、 起点は排水横枝管または器具トラップ
接続部で、 終点は通気立て管への接続部となる。

(b) 通気立て管

起点は排水立て管基部または横主管からの取り出し部分、 終点は伸頂通気管
への接続部とする。

(c) 伸頂通気管、 通気ヘッダー

起点は通気立て管との接続部、 終点は大気開口部とする。

(d) 管径決定の手順

管径決定は前述の基本則をふまえて、 次の手順により行う。

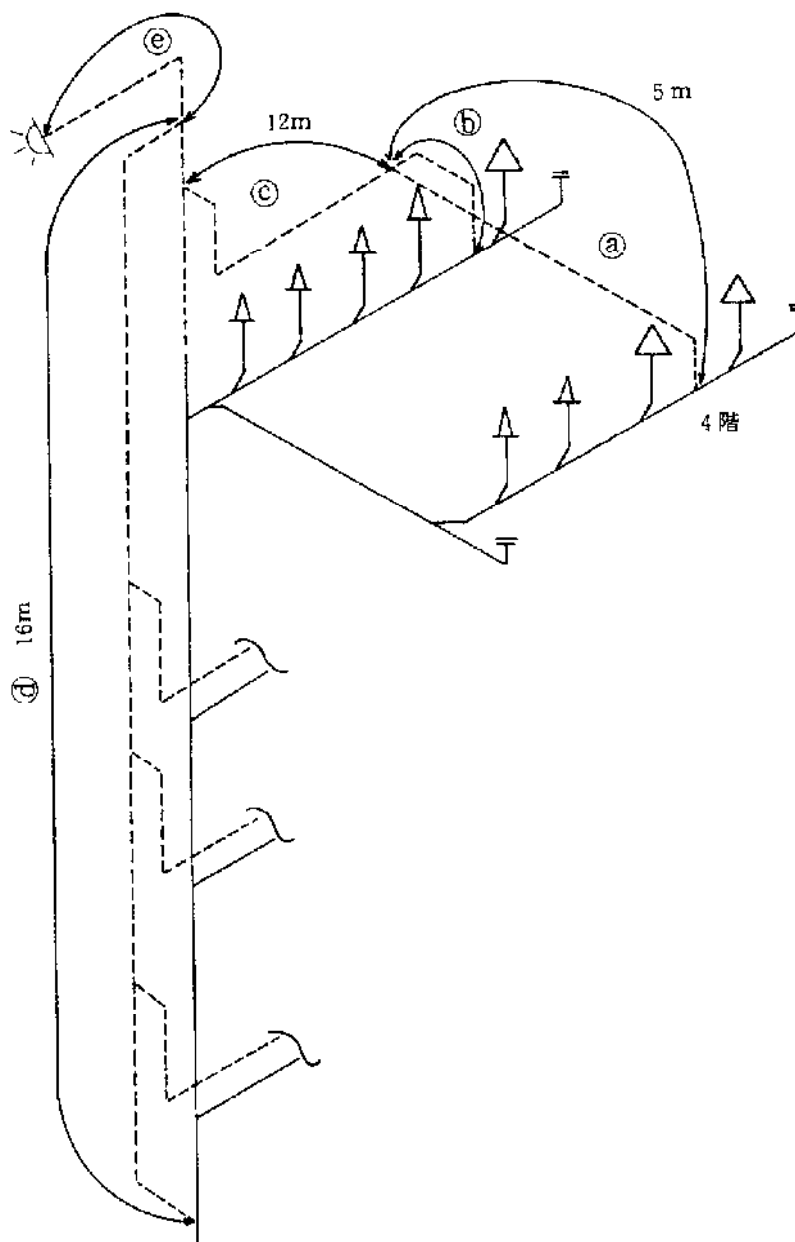
- ① 通気の起点と終点を定める。
- ② 通気の起点、 終点間の実長 ℓ (m) に局部損失相当長 ℓ_e (m) を加え、 通
気長さ L (m) を求める。 ℓ_e は配管中の継手の種類と数によって表 4
－ 2－20 より求めるが、 通常は通気管の実長 ℓ の 1/2 とみる。
 $L = 1.5\ell$
- ③ 許容圧力差 ΔP (Pa) を通気長さ L (m) で除し、 通気管の単位長さ当
りの許容圧力損失 $\Delta P/L$ (Pa/m) を求める。
- ④ 通気管各部が受けもつ負荷流量 Q_L (ℓ/s) から必要通気量 V (ℓ/s) を
求める。
- ⑤ 許容圧力損失 $\Delta P/L$ (Pa/m) と必要通気量 V (ℓ/s) より図 4－ 2－37
通気管損失線図を用いて通気管の管径 d (mm) を決定する。

表 4－ 2－21 定常流量法における通気管管径決定の順序

順 序	ℓ ℓ_e (表 4－ 2－20) ΔP (表 4－ 2－19) $Q_L \rightarrow V$ (表 4－ 2－19)	$\rightarrow L = \ell + \ell_e$ $\rightarrow \Delta P/L$ $\rightarrow d$ (図 4－ 2－37)
検 討	基本則管径以上	

(例題6)

下図に示す通気管①～⑤を求める。



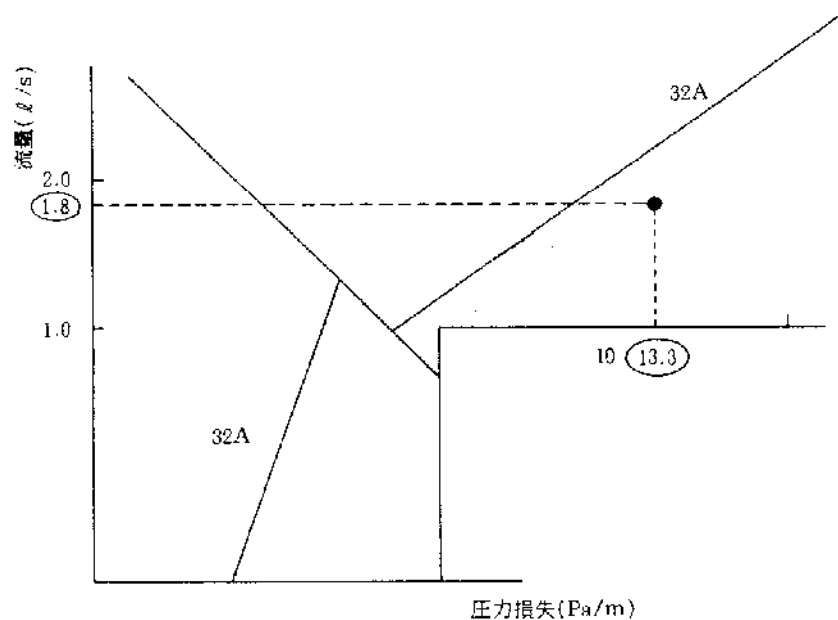
〔解説〕

各通気管の受け持つ負荷流量を、例題3の「解説」から見出す。必要通気量 V は表4-2-19から、ループ通気管の場合は排水横枝管の負荷流量と同量、通気立て管、伸頂通気管の場合は排水横枝管の負荷流量の2倍である。また、通気管の計算上の長さ L は、実長に局部損失相当長として、実長の $1/2$ を加算したものとする。許容圧力差 ΔP は、ループ通気管の場合は100 Pa、通気立て管、伸頂通気管は250 Paである。

㊤は例題 3 の計算書の (表 4-2-16) 記号㊤の $Q_L = 1.8$ であるから通気量 V は表 4-2-19 から排水横枝管と同量の $V = 1.8 (\ell/s)$ 、 $\ell = 5 (m)$

$\Delta P = 100 (Pa)$ 、であるから $L = 5 \times 1.5 = 7.5 (m)$

$\Delta P / L = 100 / 7.5 = 13.3 (Pa/m)$



横軸の $13.3 Pa/m$ と縦軸の $1.8 \ell/s$ との交点を求めると、管径ごとの通気損失線 32A より下方となるので、管径は 32 A が求められる。

㊦は同様に例題 3 の計算書の記号㊦の $Q_L = 2.3 (\ell/s)$ $V = 2.3 \times 2 = 4.6 (\ell/s)$ 、 $\ell = (12 + 5) m$ 、 $\Delta P = 250 (Pa)$ 、 $L = (12 + 5) \times 1.5 = 25.5 m$ $\Delta P / L = 250 / 25.5 = 9.8 (Pa/m)$

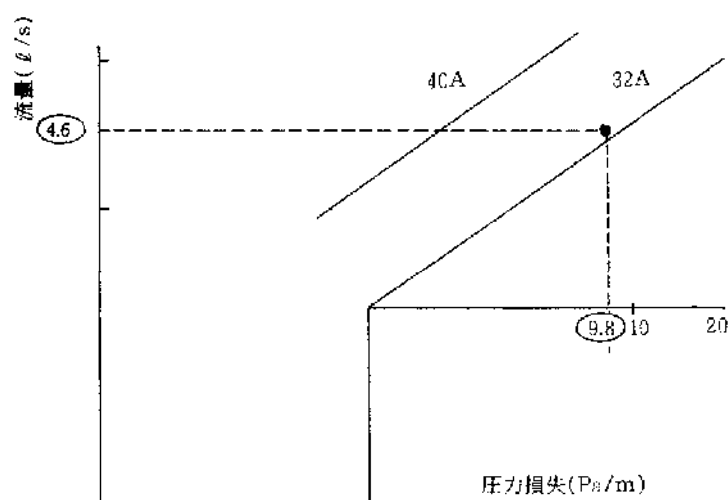


図4-2-37から40Aを得る。

㊦は例題4の排水立主管の $Q_L = 6.4$ (ℓ/s)、表4-2-19により $V = 6.4 \times 2 = 12.8$ (ℓ/s)、 $\ell = 16\text{m}$ 、 $\angle P = 250$ (Pa)、 $L = 16 \times 1.5 = 24\text{m}$ 、 $\angle P / L = 250/24 = 10.4$ (Pa/m)

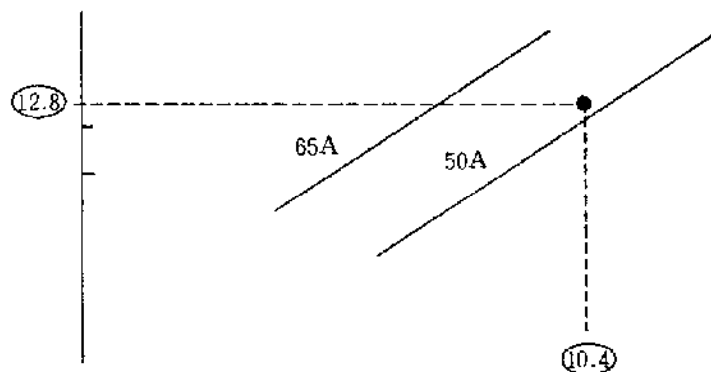
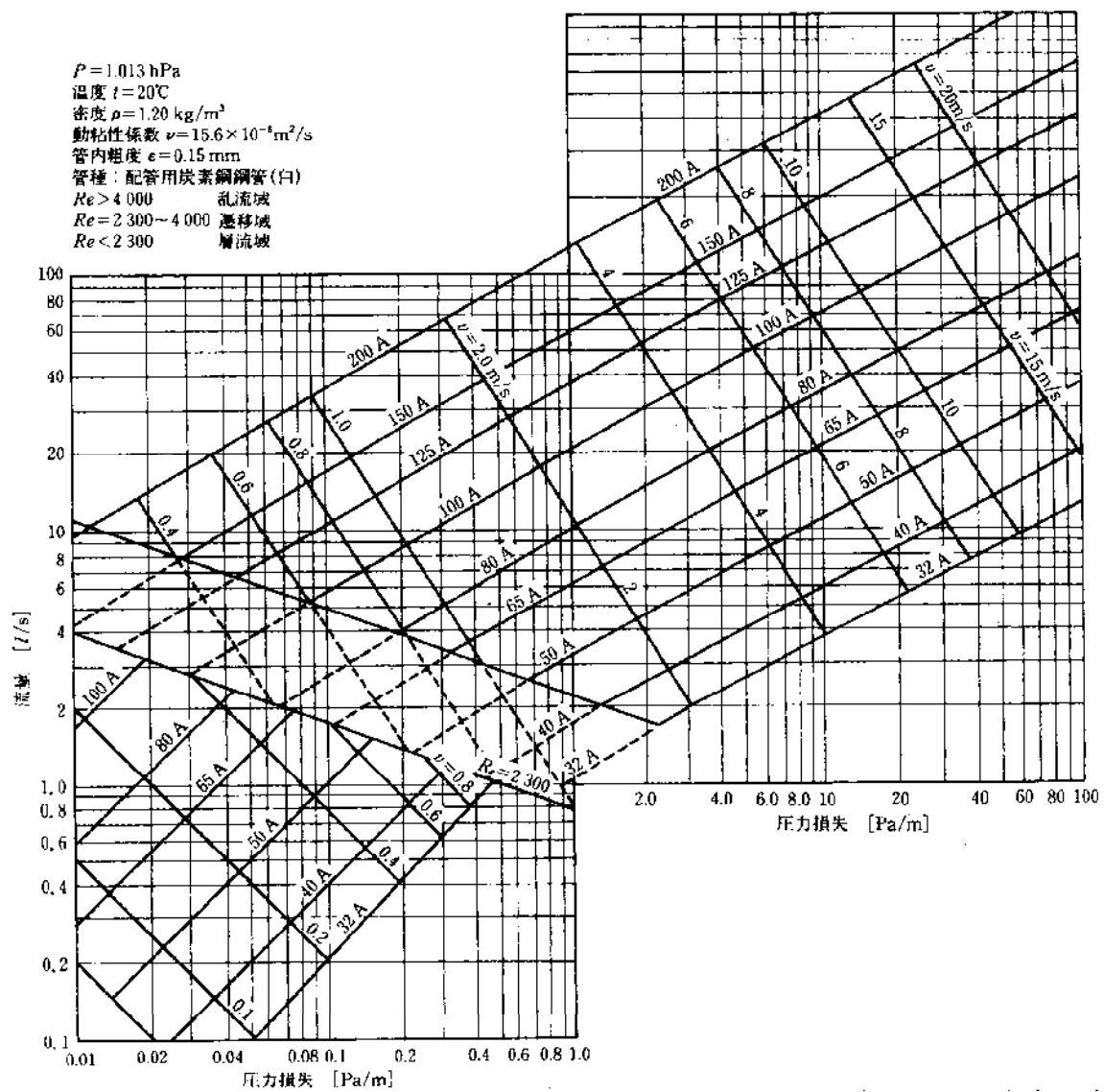


図4-2-37から65Aを得る。

㊦の V は㊦と同じだから $V = 12.8$ (ℓ/s) $\ell = 10.0\text{m} + 16\text{m}$ 、 $\angle P = 250$ (Pa)、 $L = 26 \times 1.5 = 39$ (m)、 $\angle P / L = 250/39 = 6.4$ (Pa/m)

図4-2-37から管径65mmとなるが、この管は伸頂通気管のため排水立管の管径100mmより小さくしてはならない。よって、100mmとする。

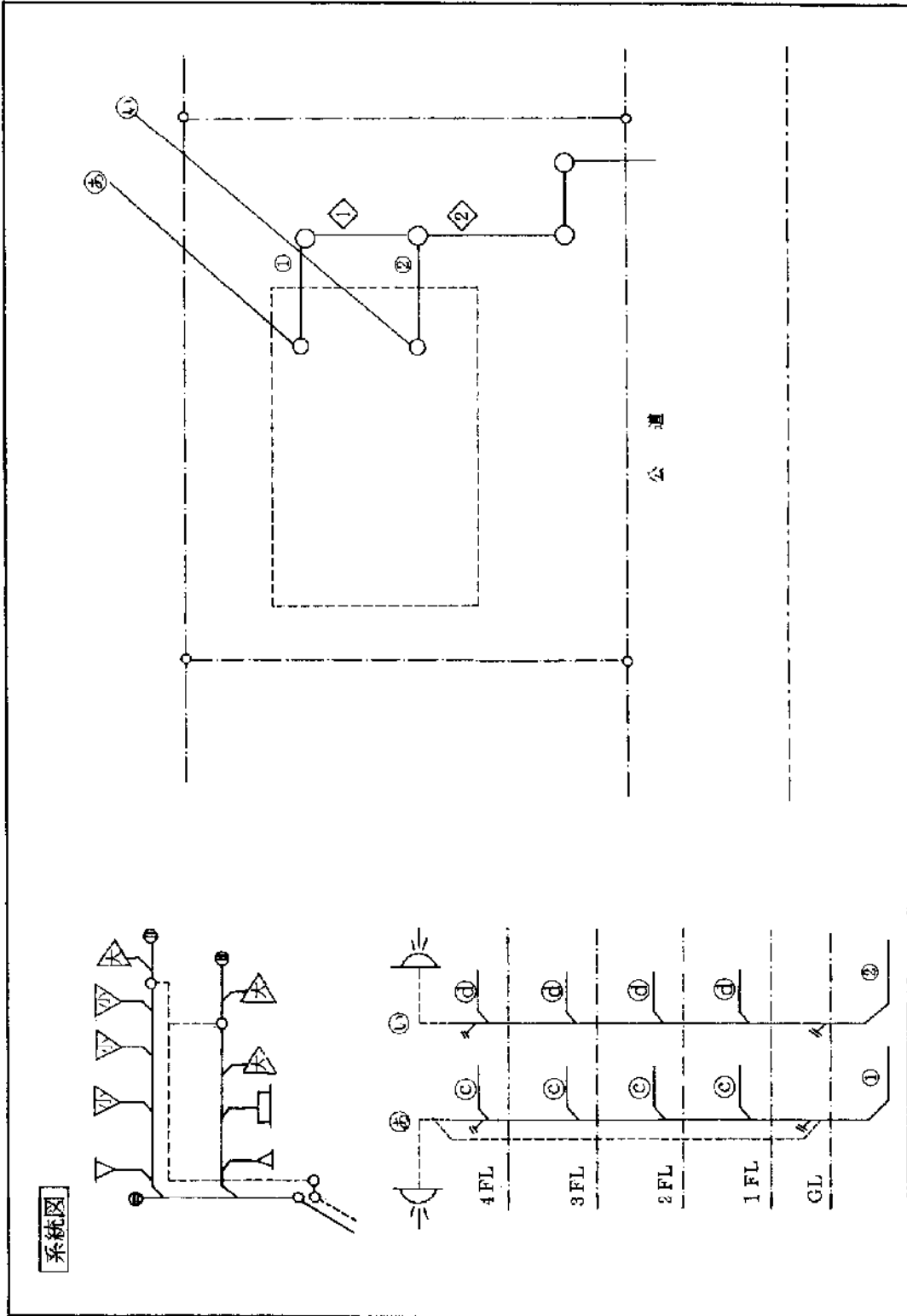


(SHASE-S 206-2009)

図4-2-37 通気管損失線図

排水流量計算書

区分		個数	器具平均排水量 $q_d(\ell/s)$	w	T_0	定流量 $\bar{q}$	定流量計 $\bar{Q}$	方計 N	負流量 $Q_L(\ell/s)$	勾配 I (%)	通気方式	所要内径 (mm)	決定管径 (mm)	備考
名称	階記号	器具名												
横枝管	4~1	③	大便器	1	1.5	11	600	0.018	0.018					
			小便器	3	0.5	4	130	0.030	0.090					
			洗面器	1	1.0	3	170	0.017	0.017					
			計		1.5				0.125	1.7	1.0	ループ	59.8	100
横枝管	4~1	⑥	大便器	2	1.5	11	280	0.039	0.078					
			掃除流し	1	1.0	40	600	0.067	0.067					
			洗面器	1	1.0	3	170	0.017	0.017					
			計		1.5				0.162	1.8	1.0	ループ	61.1	100
横枝管	4~1	⑤	(a+b)		1.5				0.287	2.3	1.0	ループ	67.0	100
横枝管	4~1	④	調理流し	1	0.3	3	600	0.005	器具排水管				50	
立主管		⑤	③×4		1.5		(0.287×4)		1.148	N≥3	2管式	90	100	
敷地排水管		④	①×4		0.3		(0.005×4)		0.020	N≥3	伸頂	64.4	65	立主管が65φ
		①	①		1.5				1.148		半管	100	100	
		②	①+②		1.5				1.168		半管	101	100	実内径107φ



(6) 器具排水負荷単位法

(6) - 1 器具排水負荷単位法による管径決定

(イ) 管径決定法の概要

排水管に生じる負荷は、器具の排水特性によるが、器具の排水特性は1回あたりの排水量、1回あたりの排水時間および単位時間あたりの流量などにより表される器具の種類による器具固有のものである。また利用頻度は使用者の数・性別、器具の種別・数・設置場所などの要素により著しく異なる。

表 4 - 2 - 22 各種衛生器具の排水単位 (NPC ASA A40. 8-1955)

器 具		付属トラップ 口 径 (注1) 近 似 (mm)	器具排 水負荷 単位数
大 便 器	洗浄タンクによる場合		4
	洗浄弁による場合		8
小 便 器	壁掛け型 (小型) (注2)		4
	ストール形 (大型)		4
	ストール小便器 (サイフォンゼット等)		8
洗 面 器 (注3)		30	1
手洗い器 (注4)		25	0.5
歯科用ユニット、歯科用洗面器			1
洗 髪 器			2
水飲み器			0.5
浴 槽 (注5) (住宅用)		40	2
	(洋風)	50	3
囲いシャワ (住宅用)			2
連立シャワー	シャワヘッド1個当たり		3
ビ デ			3
掃除用流し (注6)	{	65	2.5
		75	3
洗濯用流し (注6)			2

器 具	付属トラップ 口 径 (注1) 近 似 (mm)	器具排 水負荷 単位数
連合流し (注6)		3
連合流し (ディスプレイザ付)	トラップ	4
汚物流し	個 別 40	8
医療用流し (大型)		2
(小型)		1.5
実験流し		1.5
調理用流し 住宅用 (注6)	40	2
ディスプレイザ付 (住宅用)	40	3
ホテル・公衆用 (営業用)	50	4
ソーダファウンテンまたはバー用		1.5
パントリー用・皿洗い用・野菜洗い用	40	4
湯沸し場用	50	3
皿洗い器 (住宅用)	40	2
洗面流し 並列式		2
床 排 水 (注7)	{ 40 50 75	0.5
		1
		2
1組の浴室器具 (大便器・洗面器及び浴槽または囲いシャワ)		
洗浄タンク付		6
洗浄弁付		8
排水ポンプ・エゼクタ吐出量 3.8ℓ/min ごとに (注8)		2

(NPC ASA A40, 8-1955)

注1 トラップの口径に関しては、別に記してあるので、ここでは排水単位を決定するうえに必要なものの口径についてのみ特記した。

2 JIS U 220 型

3 洗面器はそのトラップが 30 mm でも 40 mm でも同じ負荷である。

4 主として小住宅・集合住宅の便所のなかに取り付けられる手洗い専用のもので、オーバーフローのないもの。

5 浴槽の上に取り付けられているシャワーは、排水単位に関係ない。

6 これらの器具 (ただし、洗濯用及び連合流しは、家庭的・個人的に使用されるものとする) は、排水管の管径を、決定する際の総負荷単位の算定からは除外してもよい。すなわち、これらの器具の排水負荷単位は、それらの器具の属する1つの系統 (枝管) の管径を定める際に適用すべきで、主管の管径の決定に際しては除外してもよい。

7 床排水は水を排水すべき面積によって決定する。

8 排水ポンプのみならず、空調機器や類似の機械器具からの吐出水も、同じく 3.8ℓ/min ごとに2単位とする。

備考 NPC ASA A40, 8-1955 はアメリカ規格全国衛生工事基準 (American Standard National Plumbing Code、旧 NPC ASA A40, 8-1955) の略

表 4－2－23 標準器具以外の衛生器具の排水単位
(NPC ASA A40.8-1955)

器具排水管またはトラップの口径 (mm)	器具排水単位
30 以下	1
40	2
50	3
65	4
75	5
100	6

これらの要素を関連づけてひとつひとつ計算していくことは非常に複雑であるので、器具の排水特性を表すものとして最大排水時流量を採用し、ある器具の最大排水時流量を標準器具（洗面器）の最大排水時流量で除し、器具単位を求め、これに同時使用率などを考慮に入れて定めたものが器具排水負荷単位である。管径の決定は、排水管の各部位における負荷を受け持つ器具の器具排水負荷単位の累計により、その数値に対応する

管径を表から簡単に求めることができるようにしてある。表 4－2－22 および表 4－2－23 に各種衛生器具の排水負荷単位を示す。

(ロ) 管径決定の手順

管径決定は前述の基本則をふまえて、以下の手順により行う。

- (a) 設置されている器具の器具排水負荷単位を表 4－2－22 および表 4－2－23 により求める。
- (b) それぞれの管の受け持つ器具排水負荷単位の累計を算出し、表 4－2－24 を用いて排水横枝管、排水立て管の管径を決める。

表 4－2－24 排水横枝管および立て管の許容最大排水単位

管 径 (mm)	受け持ちうる許容最大排水単位数			
	排水横枝管（注 1）	階数 3 またはブランチ間隔 3 を有する 1 立て管	階数 3 を超える場合	
			1 立て管に対する合計	1 階分またはブランチ間隔の合計
30	1	2	2	1
40	3	4	8	2
50	6	10	24	6
65	12	20	42	9
75	20（注 2）	30（注 3）	60（注 3）	16（注 3）
100	160	240	500	90
125	360	540	1100	200
150	620	960	1900	350
200	1400	2200	3600	600
250	2500	3800	5600	1000
300	3900	6000	8400	1500
375	7000	—	—	—

注 1 排水横主管の枝管は含まない。

(NPC ASA A40.8-1955)

2 大便器 2 個以内のこと。

3 大便器 6 個以内のこと。

(c) 表 4-2-25 を用いて
排水横主管、屋外排水管の
管径を決める。

(d) ポンプから吐出された排
水を排水横主管に接続する
場合は、表 4-2-22 から
器具排水負荷単位に換算し
て管径を求める。

換算 $f u D = 2 \times (\text{流量 } \ell / \text{min}) \div 3.8 (\ell / \text{min})$

**表 4-2-25 排水横主管および屋外排水管の
許容量最大排水単位**

管径 (mm)	排水横主管及び屋外排水管に接続可能な許容最大排水単位数			
	こ う 配			
	1/192	1/96	1/48	1/24
50			21	26
65			24	31
75		20※	27※	36※
100		180	216	250
125		390	480	575
150		700	840	1000
200	1400	1600	1920	2300
250	2500	2900	3500	4200
300	3900	4600	5600	6700
375	7000	8300	10000	12000

注 ※大便器 2 個以上のこと。 (NPC ASA A40.8-1955)

表 4-2-26 NPCにおける管径決定の順序

順序	1. 排水横枝管	$f u D$ (表 4-2-22) $\Rightarrow \Sigma f u D \Rightarrow D$ (表 4-2-24)
	2. 排水立て管	3 階建以下 $\Sigma f u D \Rightarrow D$ (表 4-2-24)
	3. 排水横主管	4 階建以上 $\Sigma f u D \Rightarrow D$ (表 4-2-24)
	4. 機械排水系統の合流	$\max f u D \Rightarrow D$ (表 4-2-24) $\Rightarrow D$ (大きい方)
検討	$\Sigma f u D$ $\Rightarrow D$ (表 4-2-25)	
	δ (表 4-2-3) 換算 $f u D$	

(ハ) 管径決定上の留意点

(a) 排水横枝管

管径が 75 mm の場合は大便器の接続は 2 個までとする。勾配は表 4-2-3 を参考にする。

(b) 排水立て管

表 4-2-24 を用いて算出するが、次の点に留意する。

- ① 十分な通気立て管とそれに接続する通気枝管を具備している場合に限り適用できるが、通気立て管のない伸頂通気管だけの場合は適用できない。
- ② 立て管の受け持つ階が三層を超える場合は、各階の排水横枝管の合計単位数だけで管径を決めてはならない。1 階分の合計または、1 ブランチ間隔の器具排水負荷単位の合計が、その欄に該当する立て管管径の許容値以内になっているかを確認し、もしも立て管が小さいときは、その下の欄をみ

て、 充分であることを確認して決める。

- ③ 排水立て管の途中にオフセットがある場合は、その角度が 45° 以内である場合は、 オフセット部位は立て管とみなされるので管径は立て管と同径である。

しかし、オフセットが垂直の立て管に対し 45° を超える場合の管径は、オフセット上部の立て管は通常の立て管として決定するが、オフセット部分の管径は排水横主管として決定する。

(c) 排水横主管

表 4-2-25 を用いて算出するが、横主管は同じ管径でも勾配によって許容される負荷単位数が異なるので、勾配の選定を間違わないようにしなければならない。また、設計時には 1.0/100 程度の緩い勾配で管径を決めておくことが望ましい。

(d) 排水管の用途による管径決定上の配慮

排水管の管径を決定する際に注意しなければならないことは、計算で算出された管径は、用途によっては、そのまま採用すると使用中に支障を来す場合がある。たとえば、厨房の排水管などは使用中に管壁にグリース分が付着しやすい。グリース阻集器を設置していても、グリース分が 100% 除去されることは不可能で、時間の経過とともに管壁は次第にグリース分が固着して管断面を縮小させる。したがって、このような場合には、実際に使用する管径は計算で算出した管径よりも、少なくとも 1 サイズ太い管径とすることが望ましい。集合住宅の台所流しの排水系統も同様の理由で管径をサイズアップすることが望ましい。

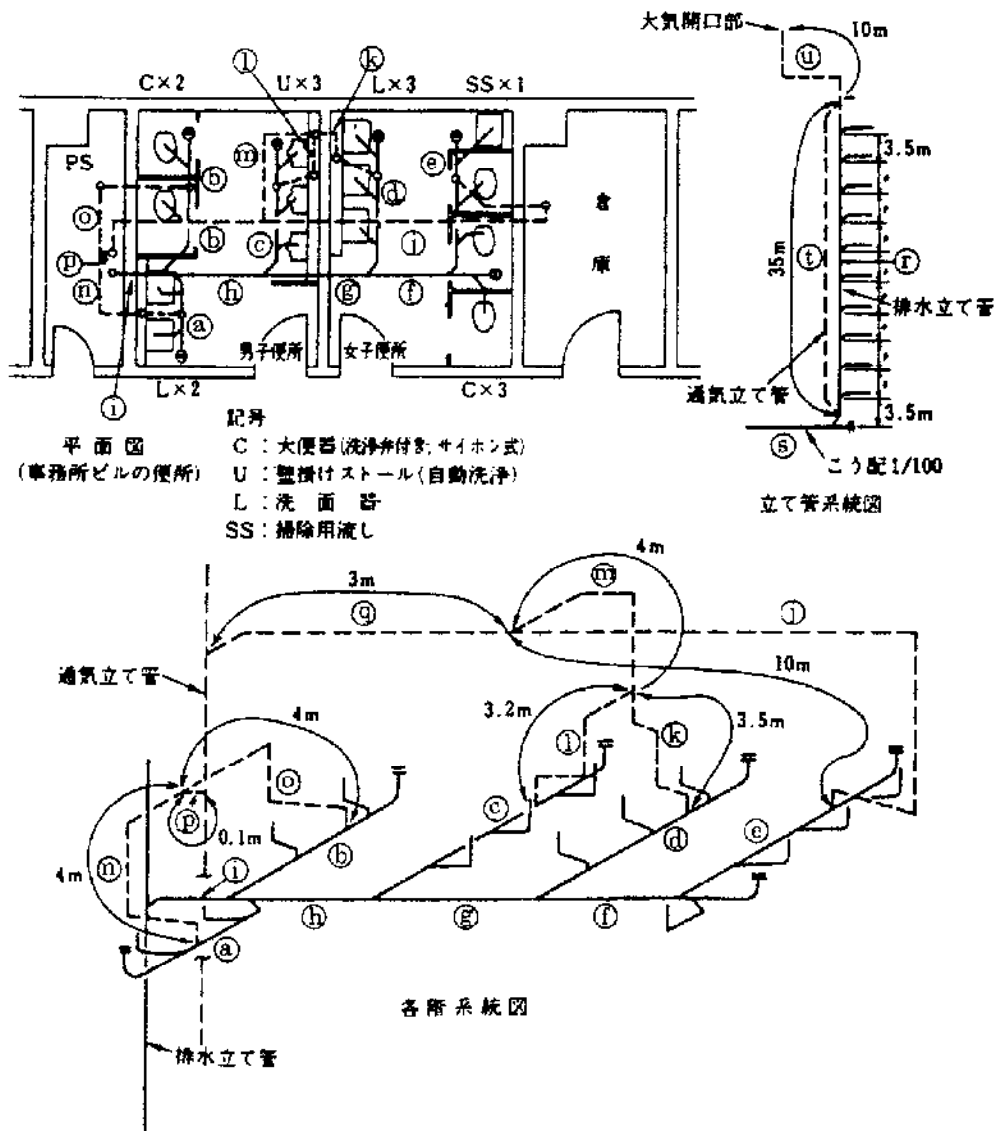


図 4 - 2 - 38

(例題 7) 器具排水負荷単位法による排水管管径算出例

図 4 - 2 - 38 に示すような便所がある。この図の排水横枝管管径①～④、排水立て管管径⑤、排水横主管管径⑥を器具排水負荷単位法により求めよ。

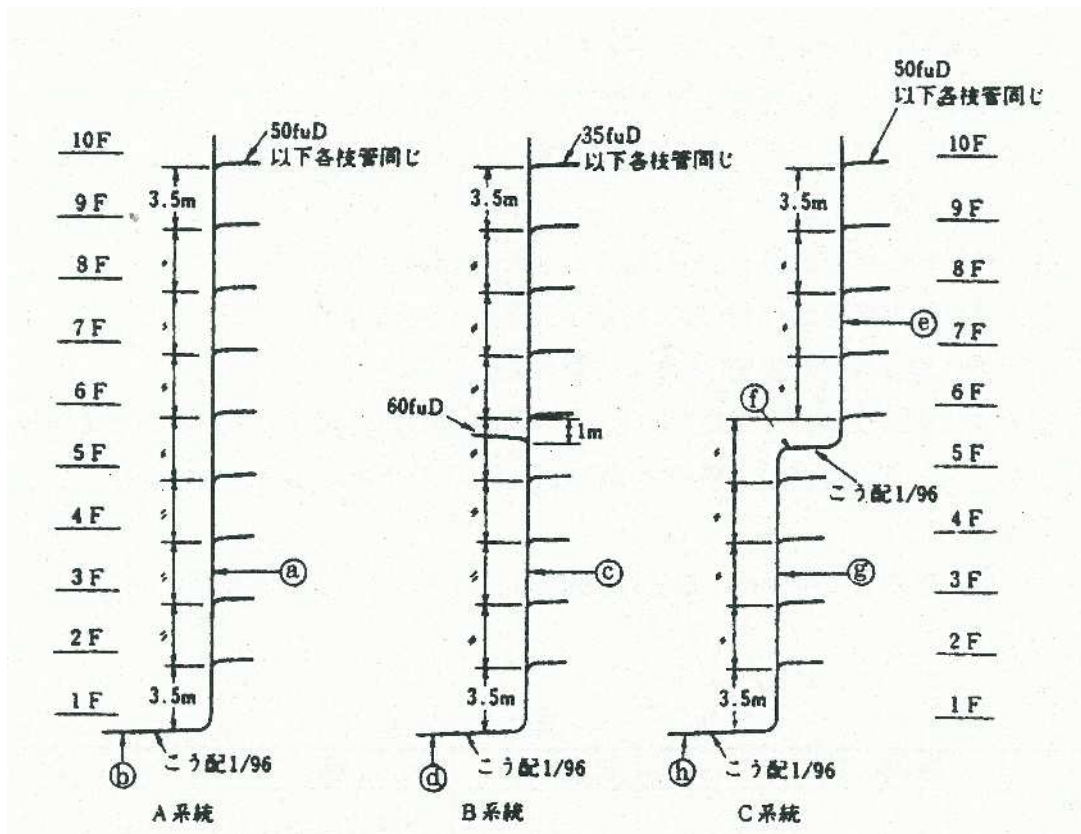
「解説」

- ① 受け持つ器具排水負荷単位 (fuD) は表 4 - 2 - 22 および表 4 - 2 - 24 から 2 fuD になり、管径 40 mm となる。
- ② 受け持つ器具排水負荷単位は 16 (fuD) で大便器の個数は 2 であるから、管径 75 mm となる。
- ③ 受け持つ器具排水負荷単位は 12 (fuD)、管径 65 mm となる。
- ④ 受け持つ器具排水負荷単位は 3 (fuD)、管径 40 mm となる。

- ㊦ この系統は j のループ通気管を取り出しており、このループ通気管は f 系統に接続されている大便器 1 個の通気管も兼ねている。したがって e と f は同じ 1 つの系統としてとらえ、受け持つ器具排水負荷単位数は 26.5 (fuD) となり、管径 100 mm となる。
- ① ㊦と同じ
- ㊧ 受け持つ器具排水負荷単位は 29.5 (fuD) になるから管径 100 mm となる。
- ㊨ 受け持つ器具排水負荷単位は 41.5 (fuD) になるから管径 100 mm となる。
- ① 受け持つ器具排水負荷単位は 59.5 (fuD) になるから管径 100 mm となる。
- ㊩ 立て管の受け持つ器具排水負荷単位は $59.5 \times 10 = 595$ (fuD)、表 4-2-24 から管径 125 mm となり、一方、各階の 1 階分の単位数は 59.5 (fuD) であるから、立て管径は、125 mm で差し支えない。
- ㊪ 排水横主管で受け持つ器具排水負荷単位は 595 (fuD)、表 4-2-25 から管径 150 mm となる。

計 算 表

区 分	個数	f u D	Σ f u D	管径 (mm)		検 討
横枝管㊰ 洗 面 器	2	1	$2 \times 1 = 2$	40		1. トラップ口径より細くなっていない
横枝管㊱ 大 便 器	2	8	$2 \times 8 = 16$	75		1. トラップ口径より細くなっていない 2. 大便器 2 個で 75 mm である
横枝管㊲ 小 便 器	3	4	$3 \times 4 = 12$	65		1. トラップ口径より細くなっていない
横枝管㊰ 洗 面 器	3	1	$3 \times 1 = 3$	40		1. トラップ口径より細くなっていない
横枝管㊱① 大 便 器 掃除用流し	3 1	8 2.5	$3 \times 8 = 24$ + 2.5 26.5	100		1. トラップ口径より細くなっていない 2. 大便器 3 個以上で 100 mm である
横枝管㊱ ① + ㊰			$26.5 + 3 = 29.5$	100		上流より細くなっていない
横枝管㊱ ㊱ + ㊲			$29.5 + 12 = 41.5$	100		上流より細くなっていない
横枝管① ㊱ + ㊰ + ㊲			$41.5 + 2 + 16 = 59.5$	100		上流より細くなっていない
立て管①		$59.5 \times 10 = 595$ max fuD = 59.5		125 100	125	上流より細くなっていない
横主管㊪			595	150		上流より細くなっていない



- 注 1) 1Fの排水は単独で壁外へ排除しているものとする。
2) 通気管は省略してある。

図4-2-39

(例題8)

図4-2-39に示すような排水管の管径①～⑤を器具排水負荷単位法により求めよ。

「解説」

- ① 受け持つ器具排水負荷単位は $50 \times 9 = 450$ (fuD)、表4-2-24から管径100mmとなる。一方、各階の1階分の単位数は50(fuD)であるから、立て管管径は、100mmで差し支えない。
- ② 受け持つ器具排水負荷単位は450(fuD)、表4-2-25から管径150mmとなる。
- ③ 受け持つ器具排水負荷単位は375(fuD)、表4-2-24から一応125mmと求まる。しかし、6階の枝管は間隔が1mであるので、この間は0ブランチ間隔となり、6階の枝管の1ブランチ間隔の合計は $35 + 60 = 95$ (fuD) となる。したがって、表4-2-24から管径は100mmとなる。
- ④ 受け持つ器具排水負荷単位は375(fuD)、表4-2-25から管径125mmとなる。
- ⑤ 受け持つ器具排水負荷単位は $50 \times 5 = 250$ (fuD)、表4-2-24から管径100mmとなり、一方各階の一階分の単位数は50(fuD)であるから、立て管管径は100mmで差し支えない。
- ⑥ このオフセット部分は 45° を超えているので、排水横主管とみなされ、表4-2-25から管径125mmとなる。

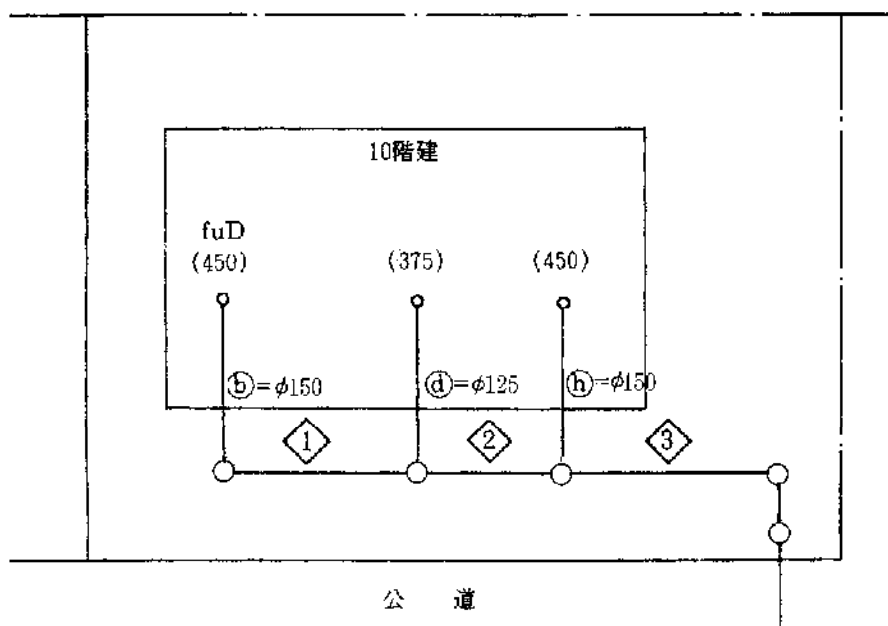
㊂ 受け持つ器具排水負荷単位数は $50 \times 9 = 450$ (fuD)、表 4-2-24 から管径 100 mm となるが、㊂が 125 mm なので 125 mm となる。

㊂ 受け持つ器具排水負荷単位数は 450 (fuD)、表から管径 150 mm となる。

(例題 9)

図 4-2-39 に示す系統の屋外排水管を下図のようにした時、マニングの公式に従って求める。

排水管材は塩化ビニル管 (VU 管) とする。



換算 $\text{fuD} = 2 \times \chi \text{ (}\ell/\text{min)} \div 3.8 \text{ (}\ell/\text{min)}$ の式より

◇1 の $Q_L = 14.25 \text{ (}\ell/\text{s)}$

$I = 1.5\%$

浜松市の基準によると

屋外排水管の $h/d = 0.5$ から 0.25 である。 $14.25 \text{ (}\ell/\text{s)}$ を半管流量とすると満管流量は 2 倍の $28.5 \text{ (}\ell/\text{s)}$ となる。

表 4-2-5 で、勾配 1.5% の欄を横に見ていくと $0.0285 \text{ (m}^3/\text{s)}$ は、 $\phi 150$ と $\phi 200$ の中間になるので $\phi 200$ を得る。

この時の流量比は、 $14.25 \text{ (}\ell/\text{s)} / 53.5 \text{ (}\ell/\text{s)} = 0.266 \text{ (}\ell/\text{s)}$ の間になるので $H/d = 35\%$ 、流速 1.4 (m/s) を得る。

同様に

◇2 の $Q_L = 26.125 \text{ (}\ell/\text{s)}$

$$I = 1.5\%$$

屋外排水管の $h/d=0.5$ この時の流量比は 0.5 だから

$$\text{満管流量} = 26.125 \times 2 = 52.25 \quad (\ell/s)$$

表 4-2-5 により $\phi 200$ を得る。

$$\text{この時流量比は } 26.125 \quad (\ell/s) / 53.5 \quad (\ell/s) = 0.488$$

h/d =約 49% 流速 1.65 (m/s) を得る。

◇ 3 ◇ の場合

$$Q_L = 40.375 \quad (\ell/s)$$

$$I = 1.5\%$$

屋外排水管の $h/d=0.5$ この時の流量比は 0.5 であるので

$$\text{満管流量} = 40.375 \times 2 = 80.75 \quad (\ell/s)$$

表 4-2-5 は $\phi 200$ までしか記載されていないので、(5)式、(P 4-26) により算出すると所要内径は 235 mm となるのでこれに一番近いサイズ $\phi 250$ とする。

(6) - 2 器具排水負荷単位法による通気管管径決定

(イ) 管径決定の手順

管径決定は、前述の基本則を踏まえて、排水管の受け持つ器具排水負荷単位数と通気管の長さにより決定する。

以下、通気管の部位ごとに要点を述べる。

(a) ループ通気管

排水横枝管の受け持つ単位長さにより、表 4-2-27 を用いて算出する。排水横枝管に枝分かれがある場合は、それぞれの排水横枝管ごとの器具排水負荷単位数と通気管の長さから求め、分岐横枝管の合流点より下流側の部分は、最も長い経路の通気管の長さを採用する。

(b) 通気立て管

通気立て管に接続している排水管の器具排水負荷単位数と、排水立て管に接続している通気始点から伸頂通気管の接続点までの通気立て管の長さにより、表 4-2-28 を用いて算出する。通気立て管を伸頂通気管に接続せずに、単独に大気開口する場合は、通気立て管の長さは通気始点から大気開口部までとする。

(c) 通気ヘッダー

通気ヘッダーに接続する通気立て管のすべての器具排水負荷単位数の合計と、通気管の大気開口部から最も遠い位置にある通気立て管の始点までの長さから表 4-2-28 を用いて求める。

表 4－2－27 ループ通気横枝管の管径

汚水または雑排水管の管径 (mm)	器具排水 負荷単位数	ループ通気管の管径 (mm)					
		40	50	65	75	100	125
		最大許容横走配管表 (m)					
40	10	6					
50	12	4.5	12				
50	20	3	9				
75	10	—	6	12	30		
75	30	—	—	12	30		
75	60	—	—	4.8	24		
100	100	—	2.1	6	15.6	60	
100	200	—	1.8	5.4	15	54	
100	500	—	—	4.2	10.8	42	
125	200	—	—	—	4.8	21	60
125	1100	—	—	—	3	12	42

(V. T. M a n a s)

表 4－2－28 通気管の管径と長さ

排水管 管径 (mm)	器具排水負 荷単位数	通気管管径 (mm)								
		30	40	50	65	75	100	125	150	200
		通気管の最長距離 (m)								
30	2	9								
40	8	15	45							
40	10	9	30							
50	12	9	22.5	60						
50	20	7.8	15	45						
65	42	—	9	30	90					
75	10	—	9	30	60	180				
75	30	—	—	18	60	150				
75	60	—	—	15	24	120				
100	100	—	—	10.5	30	78	300			
100	200	—	—	9	27	75	270			
100	500	—	—	6	21	54	210			
125	200	—	—	—	10.5	24	105	300		
125	500	—	—	—	9	21	90	270		
125	1100	—	—	—	6	15	60	210		
150	350	—	—	—	7.5	15	60	120	390	
150	620	—	—	—	4.5	9	37.5	90	330	
150	960	—	—	—	—	7.2	30	75	300	
150	1900	—	—	—	—	6	21	60	210	
200	600	—	—	—	—	—	15	45	150	390
200	1400	—	—	—	—	—	12	30	120	360
200	2200	—	—	—	—	—	9	24	105	330
200	3600	—	—	—	—	—	7.5	18	75	240
250	1000	—	—	—	—	—	—	22.5	37.5	300
250	2500	—	—	—	—	—	—	15	30	150
250	3800	—	—	—	—	—	—	9	24	105
250	5600	—	—	—	—	—	—	7.5	18	75

(NPC ASA A40.8—1955)

(例題 10)

図 4-2-38 に示す通気管管径①～⑩、㊸、㊹ を器具排水負荷単位法により求めよ。

「解説」

- ① 排水横枝管径 100 mm、受け持つ器具排水負荷単位は 26.5 (fuD)、通気管の長さは 10m、表 4-2-27 から管径 75 mm となる。
- ㊸ 排水横枝管径 40 mm、受け持つ器具排水負荷単位は 3 (fuD)、通気管の長さは 3.5m、表 4-2-27 から管径 40 mm となる。
- ② 排水横枝管径 75 mm、受け持つ器具排水負荷単位は 12 (fuD)、通気管の長さは 3.2m、表 4-2-27 から管径 65 mm となる。
- ㊹ 排水横枝管径は大きいほうをとり 75 mm、受け持つ器具排水負荷単位は 15 (fuD)、通気管の長さは長いほうをとり 7.5m、表 4-2-27 から管径 65 mm となる。
- ③ 排水横枝管径 40 mm、受け持つ器具排水負荷単位は 2 (fuD)、通気管の長さは 4m、表 4-2-27 から管径 40 mm となる。
- ④ 排水横枝管径 75 mm、受け持つ器具排水負荷単位は 16 (fuD)、通気管の長さは 4m、表 4-2-27 から管径 65 mm となる。
- ⑤ 排水横枝管径は大きいほうをとり 75 mm、受け持つ器具排水負荷単位は 18 (fuD)、通気管の長さはいずれも同じで、4.1m、表 4-2-27 から管径 65 mm となる。
- ⑥ 排水横枝管径 100 mm、受け持つ器具排水負荷単位は 41.5 (fuD)、通気管の長さは最も長い距離をとり、13m とする。表 4-2-27 から管径 75 mm となる。
- ㊴ 排水立て管径 125 mm、受け持つ器具排水負荷単位は $59.5 \times 10 = 595$ (fuD)、通気立て管の長さは 35m : 表 4-2-28 から管径は 100 mm となる。
- ㊵ 排水立て管径 125 mm、受け持つ器具排水負荷単位は 595 (fuD)、通気管の長さは $35 + 10 = 45$ m、表 4-2-28 から管径 100 mm となるが、この通気管は伸頂通気管なので、排水立て管管径より細くしてはならないから管径 125 mm となる。

計 算 表

区 分	排水管管径 (mm)	f u D	通気管距離 (m)	通気管管径 (mm)	備 考
ループ通気管①	100	26.5	10	75	基本則以上である。
②	40	3	3.5	40	
③	75	12	3.2	65	
④	75	15	7.5	65	
⑤	40	2	4	40	
⑥	75	16	4	65	
⑦	75	18	4.1	65	
⑧	100	41.5	13	75	
通気立て管 ⑨	125	$59.5 \times 10 = 595$	35	100	伸頂通気管管径は排水 管管径より細くしては ならない。
伸頂通気管 ⑩	125	595	$35 + 10 = 45$	100	
				↓ 125	

(例題 11)

図 4 - 2 - 40 に示す通気管の管径①～⑧を求めよ。

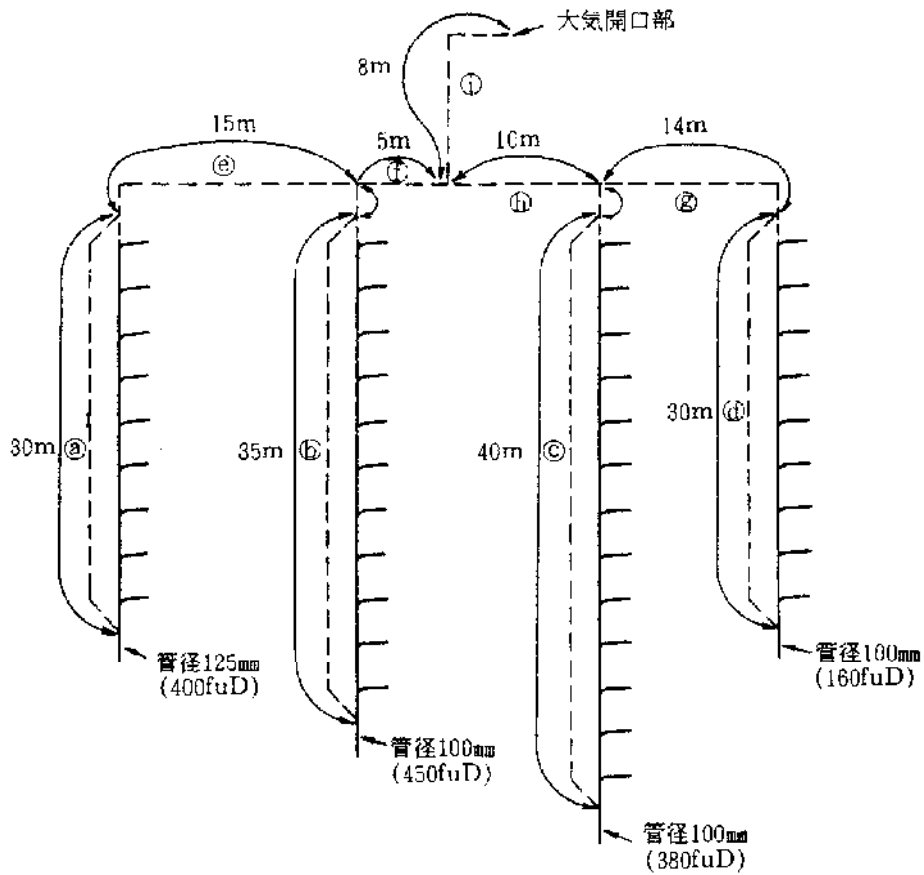


図 4 - 2 - 40

「解説」

- ㉔ 排水立て管 125 mm、受け持つ器具排水負荷単位数は 400 (fuD)、通気管の長さ 30m、表 4-2-28 から管径 100 mmとなる。
- ㉕ 排水立て管 100 mm、器具排水負荷単位数 450 (fuD)、長さ 35m、表から管径 75 mmとなる。
- ㉖ 排水立て管 100 mm、器具排水負荷単位数 380 (fuD)、長さ 40m、表から管径 75 mmとなる。
- ㉗ 排水立て管 100 mm、器具排水負荷単位数 160 (fuD)、長さ 30m、表から管径 75 mmとなる。
- ㉘ 排水立て管 125 mm、器具排水負荷単位数 400 (fuD)、長さ $30+15=45$ (m)、表から管径 100 mmとなるが、この管は、伸頂通気管なので排水立て管より細くしてはならないから、管径 125 mmとなる。
- ㉙ 排水立て管 125 mm、器具排水負荷単位数 $400+450=850$ (fuD)、長さ最長距離 $30+15+5=50$ (m)、表から管径 100 mmとなるが、e が 125 mmなので 125 mmとなる。
- ㉚ 排水立て管 100 mm、器具排水負荷単位数 160 (fuD)、長さ $30+14=44$ (m)、表から管径 75 mmとなるが、この管は伸頂通気管なので排水立て管より細くしてはならないから、管径 100 mmとなる。
- ㉛ 排水立て管 100 mm、器具排水負荷単位数 $160+380=540$ (fuD)、長さ最長距離 $30+14+10=54$ (m)、表から管径 100 mmとなる。
- ㉜ 器具排水負荷単位数は、 $400+450+380+160=1390$ (fuD)、長さは、通気始点から最も遠い距離をとる。 $30+14+10+8=62$ (m)、表から管径 150 mmとなる。

(例題 12)

地下に排水槽があり、これに流入する排水管に接続している器具は、大便器（洗浄弁式）5個、壁掛け小便器ストール3個、洗面器3個、掃除用流し1個、流し2個である。この排水槽の通気管管径を求めよ。ただし、設計条件は下記による。

- ① 排水ポンプの吐出量は 300ℓ/min とする。
- ② 通気管の長さは 50m とする。

「解説」

排水槽に流入する排水管に接続している器具の器具排水負荷単位数は、大便器 $8 \times 5 = 40$ (fuD)、小便器 $4 \times 3 = 12$ (fuD)、洗面器 $1 \times 3 = 3$ (fuD)、掃除用流し $3 \times 1 = 3$ (fuD)、湯沸し流し $3 \times 2 = 6$ (fuD)、合計 64 fuD。

一方、排水ポンプの吐出量を器具排水負荷単位に換算すると、 $300 \times 2/3.8 = 157$ (fuD)、したがって、負荷の大きい排水ポンプの吐出量を基準にする。

表 4-2-28 から管径 75 mmとなる。

(7) 雨水管

合流式下水道の場合、管きょの大きさを決定する最大の要素は、最大雨水流出量である。

浜松市における雨水系統の排水設計には

- ・給排水設備基準（換算屋根面積）
- ・合理式

のいずれかの方法で設計計算する。比較的小規模の敷地については、原則として、合理式による。

雨水排水は、浸透ます等により地下浸透を考慮するものとする。

ただし、土地・建物の状況により、設備することが不相当と管理者が認めたときは、この限りではない。

(a) 屋根面積、排水面積

- ① 屋根面積または排水面積はすべて水平に投影した面積とする。
- ② 中庭、ドライエリア、または屋上から立ち上がっている塔屋の外壁面、およびセットバックのある面などは、垂直面に 30° の角度で雨が吹きつけるものとして、外壁面の $1/2$ を下のエリアなどの面積に加算する。
- ③ 雨水立て管
雨水立て管の管径は表 4－2－29 により決定する。
- ④ 雨水横管
雨水横管の管径は表 4－2－30 により決定する。

(例題 13)

最大雨量 100 mm/h 地方で、260 m²の屋根面積に必要な雨水立て管の管径はいくらか。

表 4-2-29 により 197 m²~425 m²の間になるので 100 mm とする。

(例題 14)

最大雨量 80 mm/h 地方で、管径 100 mm の雨水立て管が許容し得る屋根面積はいくらか。

100 mm 管が雨量 100 mm/h のときに受け持ち得る屋根面積は表 4-2-29 により 425 m²であるから

$$\frac{425 \times 100}{80} \div 531 \text{ m}^2$$

(例題 15)

最大雨量 70 mm/h 地方で 220 m²の屋根面積に適当な雨水立て管の管径はいくらか。

$$\frac{220 \times 70}{100} \div 154 \text{ m}^2$$

すなわち、最大雨量 70 mm/h 地方での 220 m²は、100 mm/h 地方の 154 m²に相当する。ゆえに、雨水立て管管径は、表 4-2-29 により 75 mm

(b) 汚水雨水等合流管の管径決定

① SHASE に基づく管径決定

合流式の排水横主管及び屋外排水管と、雨水横主管または雨水屋外排水管を接続する場合、またポンプ、空気調和用機器等から、連続的または継続的な排水を受け入れる雨水横主管または、雨水屋外排水管の管径は、その負荷流量 Q_L (ℓ/s) を屋根面積に換算して雨水の屋根面積に加算し表 4-2-30 により決定する。なお、換算値は次による。

表 4-2-29 雨水立て管の管径

管径 (mm)	許容最大屋根面積 (m ²)
50	67
65	135
75	197
100	425
125	770
150	1,250
200	2,700

1) 屋根面積は、すべて水平に投影した面積とする。

2) 許容最大屋根面積は、雨量 100 mm/h を基礎として算出したものである。したがって、これ以外の雨量に対しては、表の数値に、“100/当該地域の最大雨量”を掛けて算出する。

3) 正方形または長方形の雨水立て管は、それに接続される流入管の断面積以上をとりまた内面の短辺をもって相当管径とし、かつ“長辺/短辺”の倍率を表の数値に乘じ、その許容最大屋根面積とする。

(SHASE-S-206-2009)

表 4－2－30 雨水横管の管径

管 径 (mm)	許 容 最 大 屋 根 面 積 (m ²)								
	配 管 こ う 配								
	1/25	1/50	1/75	1/100	1/125	1/150	1/200	1/300	1/400
65	137	97	79	—	—	—	—	—	—
75	201	141	116	100	—	—	—	—	—
100	—	306	250	216	193	176	—	—	—
125	—	554	454	392	351	320	278	—	—
150	—	904	738	637	572	552	450	—	—
200	—	—	1,590	1,380	1,230	1,120	972	792	688
250	—	—	—	2,490	2,230	2,030	1,760	1,440	1,250
300	—	—	—	—	3,640	3,310	2,870	2,340	2,030
350	—	—	—	—	—	5,000	4,320	3,530	3,060
400	—	—	—	—	—	—	6,160	5,040	4,360

- 1) 都市の下水道条例が適用される地域においては、その条例の基準に適合させなければならない。
- 2) 屋根面積は、すべて水平に投影した面積とする。
- 3) 許容最大屋根面積は、雨量 100 mm/h を基礎として算出したものである。したがって、これ以外の雨量に対しては、表の数値に“100÷当該地域の最大雨量”を乗じて算出する。

なお、流速が 0.6m/s 未満または 1.5m/s を超えるものは好ましくないので除外してある。

(SHASE-S 206-2009)

(i) 負荷流量 1 ℓ/min ごとに、雨量 100 mm/h において 0.6 m²の屋根面積とする換算屋根面積 A' (m²) = 0.6 (m²) × 負荷流量 Q_L (ℓ/min)

(ii) 雨量 100 mm/h 以外に対しては、“(0.6×100) / 当該地域の最大雨量”により補正する。

(例題 16)

最大雨量 70 mm/h 地域で、負荷流量 60ℓ/min の排水を屋根面積に換算するといくらか。

$$\begin{aligned}
 A'(\text{m}^2) &= 0.6 \times Q_L (\ell/\text{min}) \\
 &= \frac{0.6 \times 100}{\text{当該地域雨量}} \times Q_L \\
 &= \frac{0.6 \times 100}{70} \times 60 \\
 &= 51.4 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

② N. P. C に基づく管径決定

合流式の排水横主管や屋外排水管と接続する場合は、屋根面積を fuD に換算し fuD に加算し表 4－2－25 により決定する。なお、換算値は次による。

- (i) 屋根面積 $A \leq 93 \text{ m}^2$ の場合は換算 $fuD = 256$ とする。
- (ii) 屋根面積 $A > 93 \text{ m}^2$ の場合は換算 $fuD = 256 + (A - 93) / 0.36$ により算出する。
- (iii) 雨量 100 mm/h 以外の地域では 93 m^2 、 0.36 m^2 に $(100/\text{当該地域の最大雨量})$ を乗じて補正する。

(例題 17)

最大雨量 60 mm/h 地域で、屋外面積 250 m^2 を受け持つ雨水立て管がある。これを、 fuD に換算するといくらか。

$$100 \text{ mm/h に換算した屋根面積 (m}^2\text{)} = 250 \times 60 / 100 = 150 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\text{換算 } fuD = 256 + \frac{(150 - 93)}{0.36} \div 414$$

(例題 18)

最大雨量 60 mm/h の地域に図 4-2-41 に示す配管がある場合、a 点以降の排水横主管の管径を求めよ。勾配は $1/50$ とする。

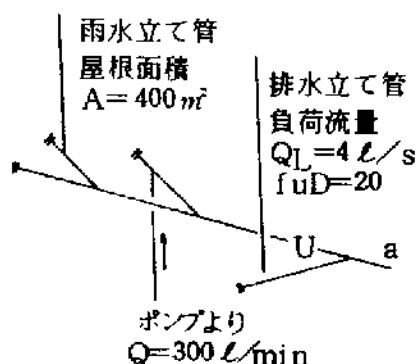


図 4-2-41 排水横主管の管径決定

$$100 \text{ mm/h に換算した屋根面積 (m}^2\text{)} = 400 \times 60 / 100 = 240 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\textcircled{1} \text{ 換算 } fuD = 256 + \frac{(240 - 93)}{0.36} \div 664$$

$$\text{ポンプより 排水ポンプ吐出量 } Q = 300 \text{ l/min}$$

$$\textcircled{2} \text{ 換算 } fuD = 2 \times \text{流量 (l/min)} \div 3.8 \text{ (l/min)}$$

$$= 2 \times 300 \div 3.8 \div 157$$

負荷流量 4 l/s の排水を屋根面積に換算し

$$A' \text{ (m}^2\text{)} = 0.6 \times Q_L \text{ (l/min)}$$

$$= \frac{0.6 \times 100}{60} \times 4 \times 60$$

$$= 240 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\textcircled{3} \text{ 換算 } f_u D = 256 + \frac{(240 - 93)}{0.36} \div 664$$

勾配は 1/50 換算 $f_u D = \textcircled{1} + \textcircled{2} + \textcircled{3} = 1485$

表 4 - 2 - 25 から 管径 200 mm

(c) 合理式による方法

住宅団地、工場などの広大な敷地の雨水排水管は合理式によって求める。

① 敷地面積 500 m²未満

雨水ますは、浸透式とする。

② 敷地面積 500 m²以上

雨水排水量算出は、合理式による。なお、下水道直接放流量は、下水道計画雨水量とし、それ以上の雨水量については、浸透ます及び浸透井戸による浸透式、雨水調整槽による間接放流式とする。

ア. 下水道直接放流量

3年確率とする。

イ. 浸透式

① 浸透ます

透水性のますの周辺を碎石で充填し、集水した雨水を側面及び底面から地中へ浸透させる施設をいう。

② 浸透井戸

底面や側面に孔があるものや透水性の空隙を有するもので、浸透ますより規模の大きい施設をいう。

(i) 降雨強度公式

$$Q = \frac{1}{360} \cdot I \cdot C \cdot A$$

Q : 流出量 (m³/s)

$$I = \frac{4500}{t + 40} \quad (3 \text{ 年確率降雨強度})$$

C : 流出係数

A : 排水面積 (ha)

t : 流達時間 (分)

$$I = \frac{1479.8}{t^{0.7} + 7.5702} \quad (7 \text{ 年確率降雨強度})$$

表 4－2－31 地表面の工種別流出係数

工種別	流出係数	工種別	流出係数
屋 根	0.85～0.95	間 地	0.10～0.30
道 路	0.80～0.90	芝、樹木の多い公園	0.05～0.25
その他の不透面	0.75～0.85	こう配のゆるい山地	0.20～0.40
水 面	1.00	こう配の急な山地	0.40～0.60

(ii) 流出係数C

排水区域内に降った雨は、一部は蒸発、あるいは地下に浸透することとなるが、降雨時間内にその残部が即時に下水管に流入するわけではなく、一部は、停滞、滞流により時間をかけて下水管へ流入する。

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。

表4－2－31に工種別基礎流出係数標準値を示す。

この流出係数の算定は、排水区内の土地の工種別面積をいろいろな方法で測定し、これに工種別の流出係数を用い総合平均流出係数として算定する。

用途別総括流出係数標準値

敷地内に間地が非常に少ない商業地域や類似の住宅地域。	0.80
浸透面の野外作業場などの間地を若干持つ工場地域や庭が若干ある住宅地域。	0.65
住宅公団団地などの中層住宅団地や一戸建て住宅の多い地域。	0.50
庭園を多く持つ高級住宅地域や畑地などが割り合い残る郊外地域。	0.35

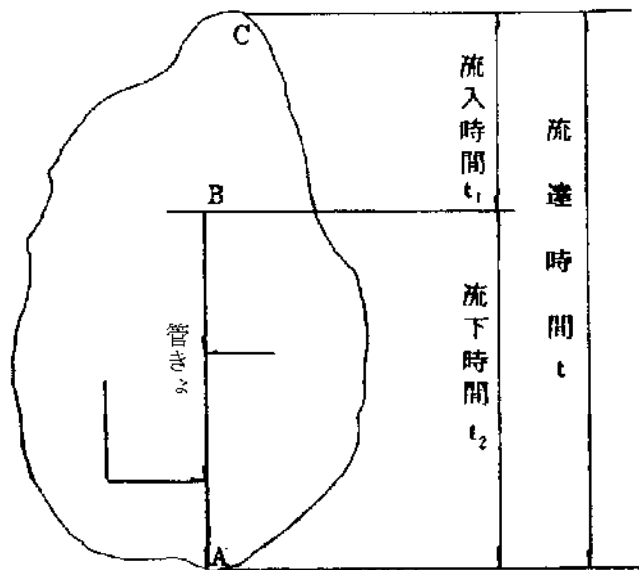
(例) 道路 1500 m²、屋根 2000 m²、空地 1000 m²

$$C = \frac{1500 \times 0.85 + 2000 \times 0.90 + 1000 \times 0.20}{1500 + 2000 + 1000} \div 0.73$$

(iii) 流達時間 t

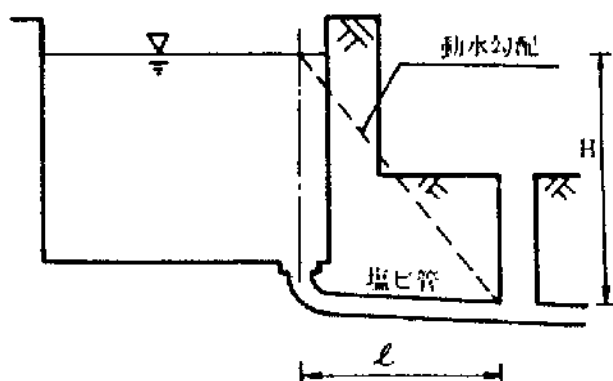
流達時間 t は、 流入時間 t_1 と流下時間 t_2 の和である。

- ア. 流入時間とは、 雨水がその排水きょの受け持つ流域の最遠隔の地点から地表面を流れて、 排水きょの基点に達するまでの時間で、 普通 3 ～ 7 分程度で、 排水設備の場合は、 5 分を標準とする。
- イ. 流下時間とは、 排水管最上流から、 最下流まで流達するに要する時間で、 排水系統の最長延長を、 仮定の平均流速（普通 $1.0 \sim 1.2 \text{ m/s}$ ）で割って求める。



(8) プール排水

(イ) マニングの公式による流出量の求め方



例) 左の図のように排水の流量をますの手前で流量 $0.0245 \text{ m}^3/\text{s}$ 以下におさえるには、管径をいくりにすればよいか。ただし、プールの最高水面高から、ます流入管の管高さ H を 2.2m 、プール排水口からます流入口までの長さ l を 20m とする。

排水管はVUを使用するとマニングの(5)式P4-26により

$$D = \left(\frac{Q_L}{31000 \times I^{1/2}} \right)^{3/8} \text{ だから}$$

$$I = 2.2\text{m} \div 20\text{m} = 0.11$$

$Q_L = 24.5\ell/\text{s}$ を(5)式に代入し計算すると

$D = 103.8 \text{ (mm)}$ となる。これはVU100mm (実内径107mm) に相当する。

プール等の排水時間の求め方

1 排出時間計算式

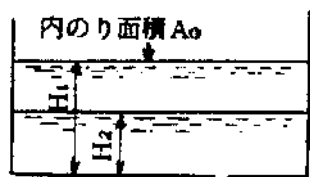
図に示すような水槽があり、このなかの水が水位 H_1 から H_2 になるまで水を排出した場合、その時間を t 秒とすれば、以下のようなになる。

排水口の流速は、トリチェリの定理から $v = \sqrt{2gh}$ であるが、水位により流速が変化するから、 H_1 から H_2 への中間の水深を平均流速と仮定する。

$$Q = \frac{C A \sqrt{2g H_1} + C A \sqrt{2g H_2}}{2}$$

流量 Q に時間 t をかけると排出した体積であるから、

$$t \cdot Q = A_0 \times (H_1 - H_2)$$



排水口(有効断面積 A)

(注) 排水口の断面積はストレーナがある場合は、その部分を除外して計算する。

断面積の計算が面倒な場合は、排水口の有効内径を基にした面積に、ストレーナの形状に応じ、流量係数 $0.4 \sim 0.7$ を乗じて算出してもよい。

$$\begin{aligned}
t &= \frac{A_0 \times (H_1 - H_2)}{Q} \\
&= \frac{2A_0(H_1 - H_2)}{C A (\sqrt{2g H_1} + \sqrt{2g H_2})} \\
&= \frac{2A_0(\sqrt{H_1} + \sqrt{H_2})(\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2})}{C A \sqrt{2g}(\sqrt{H_1} + \sqrt{H_2})} \\
&= \frac{2A_0}{C A \sqrt{2g}} (\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2})
\end{aligned}$$

t : 水位 H_1 から H_2 までに要した排水時間 (s)

A_0 : 水槽内のり面積 (㎡)

A : 排水口の有効断面積 (㎡)

C : 流量係数

H_1 : 最初の水深 (m)

H_2 : 最終の水深 (m)

g : 重力の加速度 (9.8m/S²)

この式からわかるように、最終の水深 H_2 を 0 にした場合、つまり水槽の水を全部排出した場合の排水時間 t は次のようになる。

$$= \frac{2A_0}{C A \sqrt{2g}} \sqrt{H_1}$$

ただし、この計算式は排水口で開放した場合の計算式である。実際に排水口からすぐ開放されることは少なく、配管である程度延長されている場合がほとんどである。その場合は排水時間を多少長くとる。しかし、配管が短い場合はとくに考慮しなくてもよい。

「計算例」

幅 12.5m 長さ 25m、水深 1 m のプールがある。このプールの水を排出し終わる時間を求めてみる。ただし、排水口径は 100A と 125A の二通りについて検討してみることにする。

(解) プールの内のり面積は、 $12.5 \times 25 = 312.5 \text{ m}^2$ 、排水口の断面積は 100A で 0.0078 m^2 、125A の場合は 0.0123 m^2 、流量係数を 0.7 とすれば、

1) 排水口径 100A の場合

$$t = \frac{2A_0}{C A \sqrt{2g}} \sqrt{H_1} = \frac{2 \times 312.5}{0.7 \times 0.0078 \times \sqrt{2 \times 9.8}} \times \sqrt{1} = 25856 \text{ s} = 7 \text{ 時間 } 11 \text{ 分}$$

2) 排水口径 125 A の場合

$$t = \frac{2A_0}{C A \sqrt{2g}} \sqrt{H_2} = \frac{2 \times 312.5}{0.7 \times 0.0123 \times \sqrt{2 \times 9.8}} \times \sqrt{1} = 16396 \text{ s} = 4 \text{ 時間 } 33 \text{ 分}$$

2 排出水量算定式

$$Q_{\max} = C A \sqrt{2 g H_1}$$

前例により計算する。

(1) 排水口径 100 A の場合

$$Q_{\max} = C A \sqrt{2 g H_1} = 0.7 \times 0.0078 \times \sqrt{2 \times 9.8 \times 1} = 0.0242 \text{ m}^3 / \text{ s}$$

(2) 排水口径 125 A の場合

$$Q_{\max} = C A \sqrt{2 g H_1} = 0.7 \times 0.0123 \times \sqrt{2 \times 9.8 \times 1} = 0.0381 \text{ m}^3 / \text{ s}$$

この式からもわかるように、排水口径を大きくすると流量が過大になるので、排水先の排水能力を十分考慮し、排水時間と合わせて管径を決めなければならない。