

災害時下水直結式仮設トイレ用下水道管技術基準

平成25年度版

横浜市環境創造局

はじめに

近年発生した兵庫県南部地震（1995年1月17日）、新潟県中越地震（2004年10月23日）等の状況を見ると、地域防災拠点への避難者の受け入れは、安全な避難場所、食料及び医療の確保と共に、避難者の環境衛生、生理的・精神的安定確保の観点からトイレ対策は重要な課題となります。

1. 横浜市の被害想定

横浜市では、平成16年度に地震被害想定調査を実施し、この調査結果から、横浜市防災計画では、南関東地震、横浜市直下型地震、東海地震を想定地震としました。

地盤被害（液状化）の危険度がきわめて高い地域は海岸部の埋立地及び河口部付近であり、南関東地震での短期避難者は約50万人、横浜市直下型地震での短期避難者は約34万人と予想されます。

2. 横浜市の震災時トイレ対策

本市のトイレ対策は、発災直後に地域防災拠点に避難する人の初期トイレ対策として、地域防災拠点の水洗トイレを利用し、破損等により利用できない場合は地域防災拠点に備蓄してある備蓄仮設トイレ（くみ取り式）や備蓄トイレパックを使用します。

次に、区の災害対策本部はそれぞれの地域防災拠点における避難者の状況及び既設トイレの使用の可否、水道・下水道復旧の見通しを把握し、トイレが不足する場合はトイレ対策班（資源循環局）に仮設レンタルトイレの配備を要請します。

これを受け、トイレ対策班は仮設レンタルトイレの協定業者へ、地域防災拠点への仮設レンタルトイレ（くみ取り式）の必要数の搬入を要請します。

また、水道や下水道が復旧した後、仮設トイレの利用が長期間になると想定される地域防災拠点に仮設レンタルトイレ（水洗式）を搬入し、下水道に接続するための排水設備の工事を行い、仮設レンタルトイレ（水洗式）を設置します。

3. 災害時下水直結式仮設トイレ用下水道管整備の意義

発災後の混乱した時期に、仮設レンタルトイレ（水洗式）を必要とする地域防災拠点、特に液状化のおそれのある拠点に対して、短期間のうちに必要な資材と人員を確保し、緊急の排水設備の工事を実施できるかどうか大きな課題となっています。

そこで、今年度の横浜市防災計画（平成20年12月9日改訂）の改訂においては、「震災対策編」第2部第3章「地域防災拠点の整備」に、新たに「地盤の液状化が予想される場所にある地域防災拠点に仮設水洗トイレ用排水設備^{*}を順次整備します。」との一項を加え、上記の課題を解決することになりました。（^{*}現在は、災害時下水直結式仮設トイレ用下水道管と名称変更しました。

そこで環境創造局では、事前に整備する下水直結式仮設トイレ用下水道管は、耐震性があること、水道水が十分確保できなくとも節水型でトイレ機能を確保できること、専門知識や技術が無くても仮設トイレを設置し運用できることを前提に、地中に下水道管を設置し、いつでも対応できるようにしておくことが必要と考え、この技術基準等を策定しました。

目 次

§ 1	災害時仮設トイレの事例	1
§ 2	横浜市としての推奨方式	5
§ 3	災害時下水直結式仮設トイレ用下水道管の技術基準	7
	(1) 管の材質	9
	(2) ます	10
	(3) 貯留管の管径	11
	(4) 貯留管の勾配	12
	(5) 下水道管の管径および勾配	13
	(6) 貯留弁付マンホール	14
	(7) 貯留弁付マンホールの流出管の管径	15
	(8) 耐震対策	16
	(9) 液状化対策	20
§ 4	トイレ用水	21
§ 5	仮設トイレ用下水道管の設置場所	22
§ 6	仮設トイレ用下水道管の設置選定調査	23
§ 7	設計図面	24

§ 1 下水直結式の仮設トイレの事例

地域防災拠点等の下水直結式の仮設トイレについて、他都市で採用されている主な形式は次のとおりである。

- (1) Aタイプ：流水方式
- (2) Bタイプ：貯水・流水方式
- (3) Cタイプ：貯留方式

これらを事例検討し、横浜市に最適な形式を選定するものとした。

【解説】

各タイプ共、公共下水道に接続する下水道管を事前に設置し、1.5～2mピッチに汚水受入れますの設置をしている。下流は公共下水道に接続しており、震災発生時には、汚水受入れますに上屋を設置して、即時にトイレとして使用できる。

〈語句の説明〉

流水方式：トイレから管内に流入した汚物を常時あるいは定期的に水を流し、公共下水道に流す方式。

貯水・流水方式：管内にあらかじめ一定量の水を溜め、その管内に汚物を流入させ、一定人数が使用後に堰を開放し汚物を公共下水道に流す方式。

貯留方式：貯留管内に汚物を溜め、適時吸引車により汚物を処理する方式。

(1)について

管径は150mmを布設し、汚水受入れますは内径300mmを5基設置している。また、汚物を流す流水は非常用井戸水を使用する。設置場所は千葉市地域防災計画で避難所に位置付けられている小学校である。

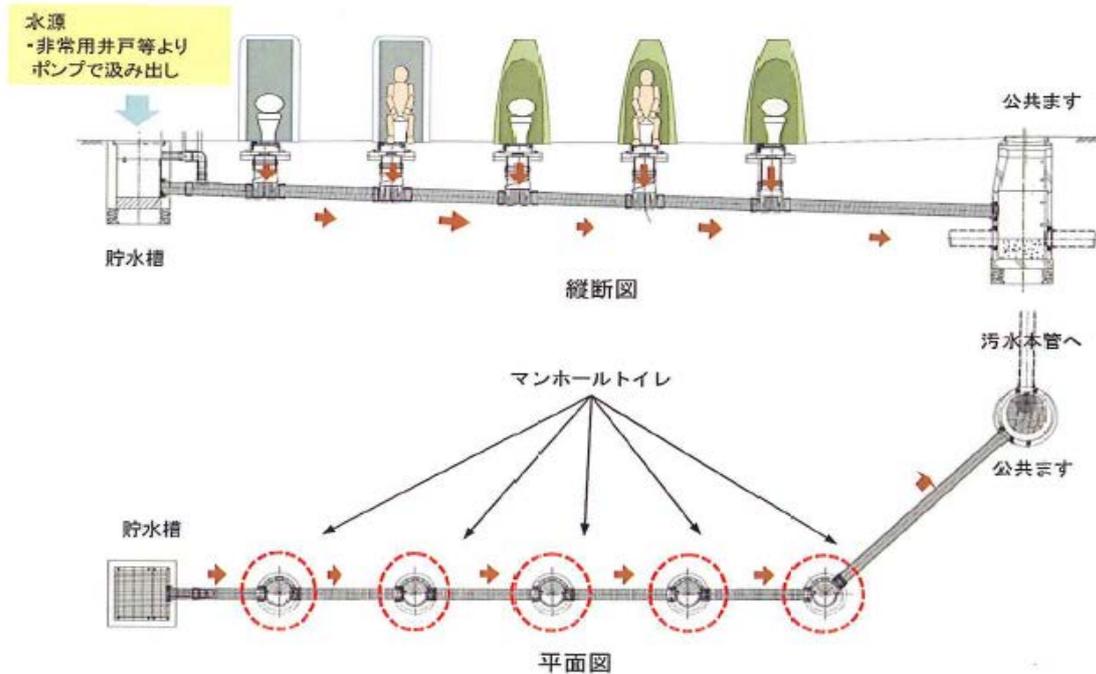


図-1 Aタイプ流水方式

ほかの事例として、横浜市神奈川区神大寺中央公園がAタイプである。

神奈川区神大寺中央公園では管径 200mm を布設し、汚水受入れますは内径 300mm を 5 基設置している。

(2) について

管径 450mm を布設し、汚水受入れますとなる内径 200mm の立ち上り管を 5 基設置している。罹災時、基本的には水源が確保出来ないことを前提に仮設トイレの下流部に貯留弁を設け、仮設トイレ用下水道管に約 800ℓの流水を貯水し、おおよそ 500 人が使用した後、貯留弁を開け一気に公共下水道に流す方式である。また、仮設トイレ用貯水はプールの水や非常用井戸水、雨水貯留槽等を利用している。設置場所は神戸市の地域防災拠点である小中学校である。

ほかの事例として、戸塚区戸塚小学校がBタイプである。

戸塚区戸塚小学校では仮設トイレ用下水道管として管径 350mm を布設し、汚水受入れます（内径 360、450、600、900mm）を 5 基設置している。

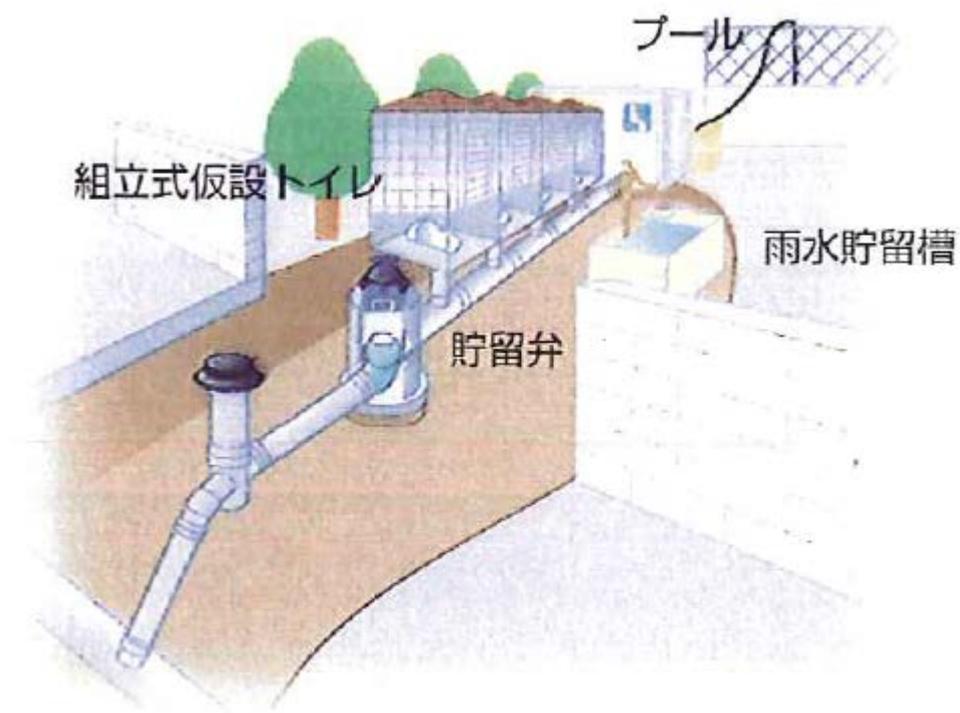
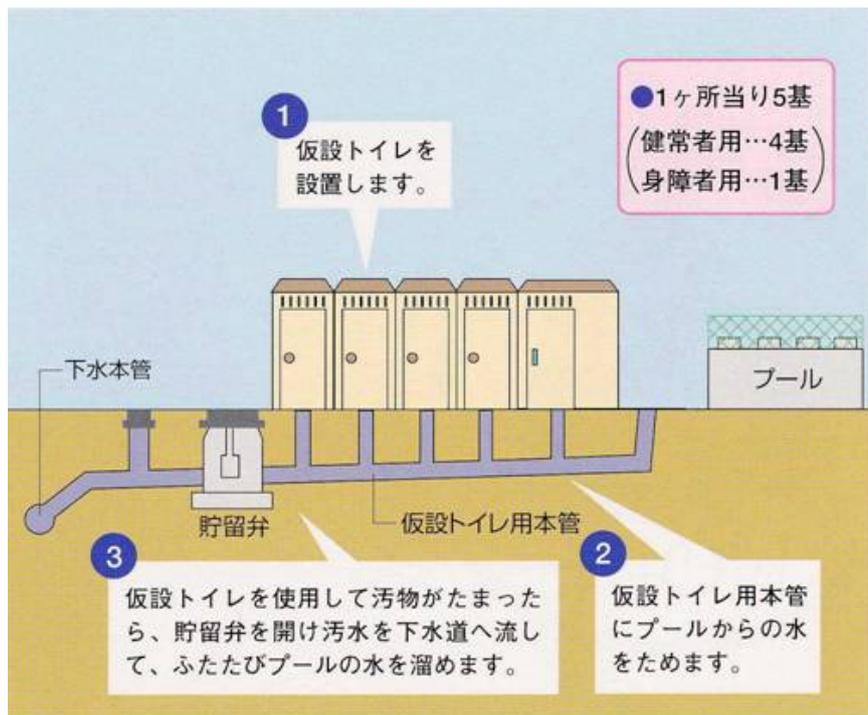


図-2 Bタイプ貯水・流水方式



図－3 Bタイプ貯水・流水方式（断面図）

(3)について

罹災時に基本的に水源が確保できないことを前提とし、大きめの口径の管を事前に埋設しておき、罹災時に汚物を一時的に貯留することを目的としている。

貯留式の設置の代表例として大阪市が積極的に採用しており、大阪市では、避難所の避難対象人口の1週間分の貯留量に応じて、管径600mmを必要延長埋設している。トイレを設置する立上げ管は内径300mmで、2.0m間隔で設置し、また、20m毎に維持管理用の内径900mm組立人孔を設置している。人孔の蓋は親子蓋を使用し、立ち上り管300mmのますと同様にトイレを設置できる構造になっている。

その他大阪市は、下流部を公共下水道に管径300mmの管で接続させており、容易に流水の排出ができるようにしている。また、ただ汚物を溜めるということを前提としているため、公共下水道には接続しているが、(2)貯水・流水方式のように貯留弁などは設置していない。

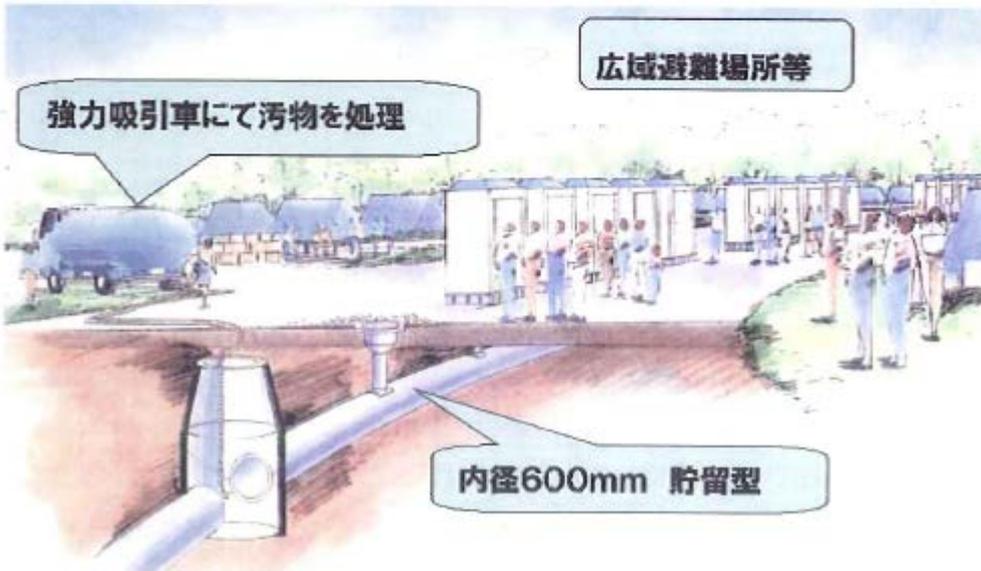


図-4 Cタイプ貯留方式

§ 2 横浜市としての推奨方式

横浜市における下水直結式の仮設トイレの方式は、原則としてBタイプの貯水・流水方式を採用する。

【解説】

以下Bタイプの貯水・流水方式を推奨する理由を示す。

(1) 節水型

震災直後には断水の可能性が高く、水の確保が難しくなる。その中で、おおよそ500人分の汚物量（1日一人あたり1回の排泄と考える）に対し、800ℓの貯水で処理をすることができ、一人当たりに換算すると1.6ℓ/人である。

また、平成10年度に横浜市と横浜市管工事協同組合で行った、仮設トイレを露出排水管で公共下水道に接続する実験では、約4ℓ/人が必要であるという結果があり、このことから比較すると、Bタイプの節水効果が優れていることが分かる。

(2) 衛生・環境対策

事前に埋設管部に定量の水を貯留することで、流入した汚物を軟化させて、定期的に、汚物を公共下水道に排出することができる。

また、Cタイプと比べ、貯留水で汚物を希釈するため、臭気の発生を軽減することができる。

(3) 給水方式

貯留水の流水により汚物を処理するため、トイレ使用毎に給水をする必要は無い。500人の使用ならば1日1回の給水で良いため、給水時間の選択が可能になり、下水処理水の到着する時間に合わせたり、夜間や人手が少ないときの給水は避けたりなど、計画的に給水をすることができる。

(4) 流水形式

貯留管の急な勾配により、汚物と混濁した貯留水を一気に排出する。汚物は軟化しているため残留物も少なく、また、吸引車などによる管理は必要としない。

(5) 構造形式

貯留弁付マンホール以外は市販の製品で代用できるため、構造的に簡素である。

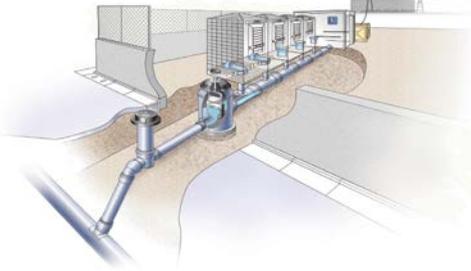
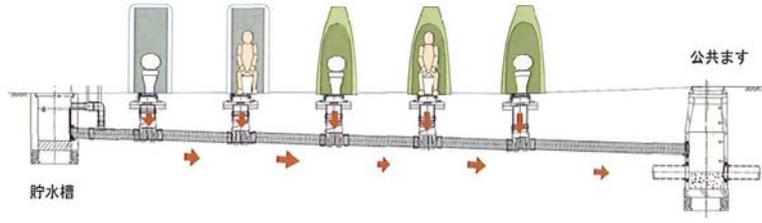
(6) 維持管理

衛生的で、節水、省力型であるので、維持管理が容易である。

尚、地域防災拠点によっては発災後多量の水を確保できる立地条件であり、常時排水設備に水を流すことが可能であれば、Aタイプの設置を推奨する。

下水直結式仮設トイレ比較表は表-1に示す。

表－1 下水直結式仮設トイレ比較表

方式	公共下水道接続型	
	貯水・流水方式	流水方式
概要図		
構造	貯留管として硬質塩化ビニル管を地下に埋設して、下流部に貯留弁付マンホールを設置する。使用前に一定の量を貯水する。流入した汚物を時間と共に軟化させ、公共下水道へ排出する方式である。	塩ビ管と塩ビ小型ますを設置する。水源より常時水を供給して、公共下水道へ直接排出する方式である。
材料形状	硬質塩化ビニル管、強化プラスチック複合管	硬質塩化ビニル管、強化プラスチック複合管
耐震性能	貯留管、貯留弁付マンホール部はゴム輪接合で対応する。立上り管は自在曲管継手で耐震性を確保する。	塩ビ管と塩ビ小型ますは、ゴム輪接合で対応する。
特徴	1) 貯水・流水方式は、給水を最小限に抑えながらも公共下水道へ直接汚物を排出することが可能であり、衛生的である。	1) 公共下水道へ直接汚物を排出することが可能であり衛生的である。 2) 常時水を必要とするため、計画的に水を確保できる水源を用意する必要がある。
施工性	貯留管の長さは工場現場に合せ出荷する。貯留弁付マンホールはプレキャスト製品である。現場作業は各製品の接合作業のみで比較的容易である。	塩ビ管と塩ビ小型ますの接続設置作業は比較的容易である。
水源・給水	1) プール、地下水(井戸水)、雨水、河川、下水処理水などを活用する。 2) 1回の貯水は約800ℓの水を必要とする。	1) プール水、地下水(井戸水)、雨水、河川などを活用する。 2) 常時水を供給する必要があり、水源の確保が課題である。
処理人数(標準仕様)	500人程度	500人程度
臭気	1) 1日に1回貯水した水に汚物を流入させ、500人程度使用した後に排出することから臭気の発生を抑えられる。 2) 汚物は公共下水道へ排出することから清潔である。	1) 常時水を排水設備に流し、汚物は公共下水道へ排出することから清潔である。
設置スペース(標準仕様)	10m×2m	10m×2m
設置工期(標準仕様)	3～5日	3～5日
維持管理	貯水を行えば500人程度の使用が可能であり、おおそ1日1回の貯水と流水を繰り返して使用する。	流水の維持、水量の確保が必要となりポンプ等の設備が必要となる。
直接工事費(標準仕様)	400万円程度	250万円程度
上部トイレ	仮設レンタルトイレ、簡易テント式、組立式など、バリアフリータイプにも適合できる。	仮設レンタルトイレ、簡易テント式組立式など、バリアフリータイプにも適合できる。
その他特記事項	1) 神戸市、世田谷区等で実績あり。	1) 千葉県で実績あり。
適用可否	施工実績も年々増えている。また、震災時に節水しながら臭気なども抑えられるため、衛生面・環境面においても優れている。インフラが再整備されるまでの長期間でも使用することが可能である。最低土被りに制限があるため設置箇所は限定される。	常時水を供給するため、臭気などを抑え衛生面・環境面において優れている。また、浅埋設することも可能である。常時水を供給するため多量の水源地を確保する必要があり、その対策も必要となる。

§ 3 災害時下水直結式仮設トイレ用下水道管の技術基準

災害時下水直結式仮設トイレ用下水道管は、レベル2地震動による地盤変動後も、機能を確保できる構造としなければならない。

また、排泄物を公共下水道へ排出させるための適切な掃流力を備える構造とする。

【解説】

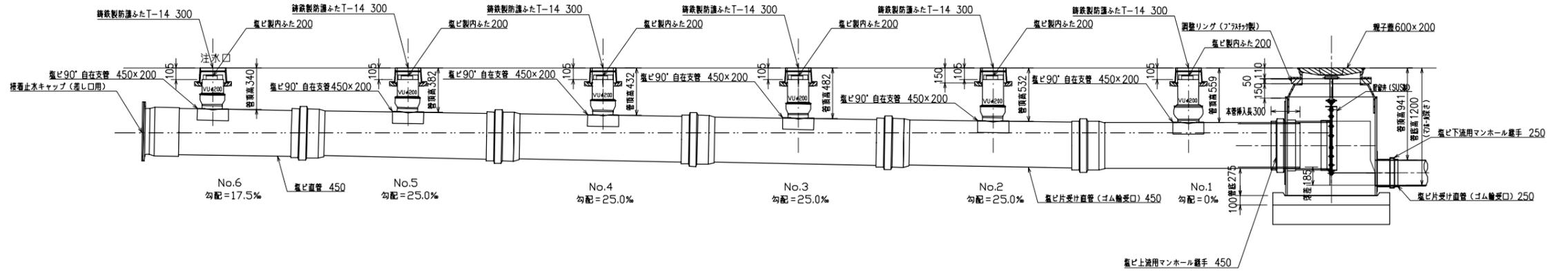
災害時下水直結式仮設トイレ標準構造図(参考図)は図-5に示す。

耐震性能については、主要な部分を「下水道施設の耐震対策指針と解説（(社)日本下水道協会）」に基づいた構造としている。(後項(8)「耐震対策」を参照)また、貯留弁付マンホールと貯留管の接続部、貯留短管と貯留短管の継手部の計算については、「下水道施設耐震計算例—管路施設編—前編（(社)日本下水道協会）」も参考としている。

排泄物の流出構造については、神戸市で採用されている仮設トイレ用下水道管の構造を準用し、後項(3)「貯留管の管径」と(4)「貯留管の勾配」の標準数値としている。

立地や使用条件により本基準の標準構造以外の設備を設置する場合は、貯水量と貯留管勾配などの条件が異なると排出能力が低下する可能性もあるので、構造ごとに検討を行い、適切に公共下水道に排水できるようにする必要がある。

縦断図



落下口断面部貯留水深



平面図

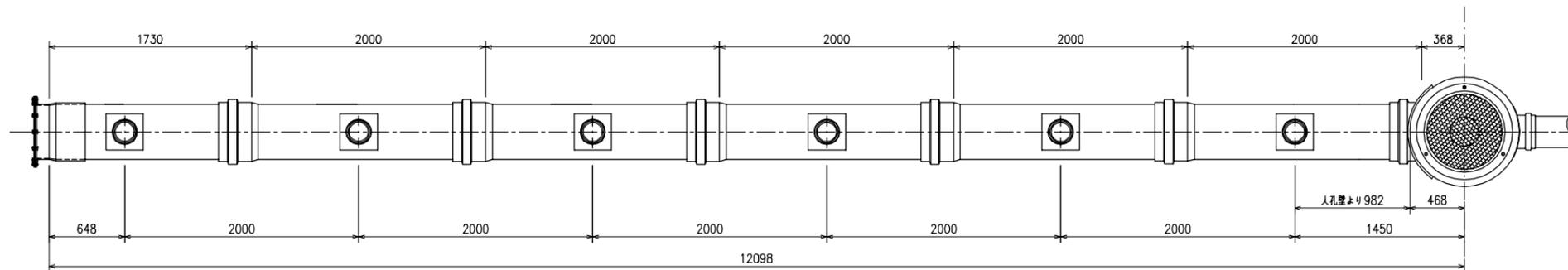


図-5 仮設トイレ標準構造図(参考図)

(1) 管の材質

仮設トイレ用下水道管および汚水受入れますに使用する管の材質は、硬質塩化ビニルとし、耐震性を有するものとする。

硬質塩化ビニル管は、日本下水道協会規格の管（JSWAS K-1）の使用を原則とし、JIS 規格等の他の管を使用する場合には、下記表にある日本下水道協会規格の数値の同等以上の製品を使用するものとする。

【解説】

硬質塩化ビニル管は内面粗度係数が小さく掃流力に優れ、汚水の滞留が少ない。また、軽量であり汎用性や加工性も高く様々な利点がある。震災時には現場の状況によっては部材の交換や増設などが行われる可能性もあり、上記の理由から硬質塩化ビニル管を使用する。

硬質塩化ビニル管の接合部は、地震動に耐えられる構造とし、屈折や伸縮性に優れたゴム輪受口を標準とする。

表-2 下水道用硬質塩化ビニル管 JSWAS K-1

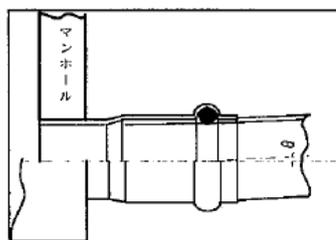
管径 (mm)	有効長 (m)	引張強度 (N/mm ²)		曲げ強度 (N/mm ²)	圧縮強度 (N/mm ²)	屈曲角 (°)		抜け出し量 (mm)	
		使用限界	終局限界			使用限界	終局限界	使用限界	終局限界
150	4.00	10.8	47	88	64.7	2° 00'	5° 00'	26	53
200								27	54
250								28	57
300								31	62
350								33	67
400								36	72
450								38	77
500								41	82
600								46	93

※ 屈曲角・抜け出し量については、直線施工された管きよに採用できる値であって、曲線施工時は別途考慮する。

※ 屈曲角・抜け出し量は、管きよと管きよ、及びマンホールと管きよの継手部で同一値。
この場合のマンホールと管きよの継手部はマンホール継手（JSWAS K-1）を使用した場合の諸元である。

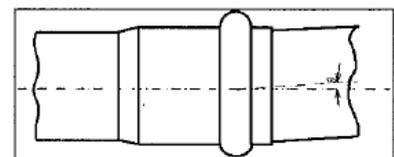
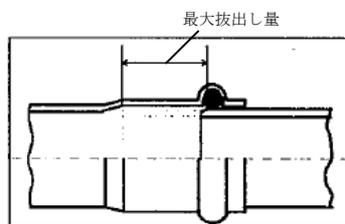
※ 屈曲角・抜け出し量については、管きよと管きよの継手部の諸元である。

※ 引張強度はゴム輪・接着接合の場合に使用し、曲げ・圧縮強度は、必要に応じ接着接合の場合に用いる。



θ : 屈曲角

マンホール継手部



θ : 屈曲角

(2) ます

仮設トイレの汚水受入れますは、仮設トイレが直接設置できる構造を基本とする。

立ち上げ管は内径 200mm 以上とし、1 施設にトイレ 5 基を接続することを標準とする。また、立ち上げ管の間隔は 2.0m を標準とするが、施設の設置場所が狭小で 2.0m 間隔の設置が困難な場合は、1.5m まで縮減できる。

【解説】

仮設トイレはメーカーにより単一の構造ではない（「§7 上屋の構造」に一般的な構造を記載）ため、受け入れますの口径の決定には、十分注意をする必要がある。

内径は排泄物を容易に受け入れるにはできるだけ大きい方が良いが、震災時の使用中のほか、日常におけるます内への落下などの危険性を考慮し内径 200mm を標準とする。

立ち上げ管の個数は、後述の貯留管の勾配により、上流になるに従い埋設深さが浅くなることから 5 基を標準とする。下流管が深く、基準の貯留管勾配と上流部の土被りが十分確保できるならば立ち上げ管を増やすことは可能であるが、使用する貯水量が増えることと、上流の貯留管内の貯留水位が低くなることに注意しなければならない。

【参考】

阪神・淡路大震災では、避難者 100 人に 1 基行き渡った段階で仮設トイレの設置についての苦情がかなり減っている。本基準では 500 人分の汚物を処理することを前提として、貯留管径や貯水量を決定しているため、立ち上げ管は 5 基が妥当としている。部材の組み合わせにより立ち上げ管は増設できるが、使用人数の面からも検討が必要である。

仮設トイレの上屋寸法を表-3に示す。利用者のプライバシー保護と、トイレの転倒防止を施すためには、ます間隔はできるだけ広いことが望ましいが、上記立ち上げ管の数と同様に、埋設する下水道管の延長が長くなると上流の埋設深さが浅くなるため、2.0m 間隔を標準とする。

なお、仮設トイレの設置が遅れる場合は、比較的幅が大きい非常用簡易トイレ（表-4を参照）を使用するケースも考えられる。狭小地により間隔を小さくする場合は、立ち上げ管の最小間隔は 1.5m を最低とする。

表-3 仮設トイレ上屋寸法表

	幅×奥行×高さ
A社	850×1125×2200mm
B社	870×1170×2260mm
C社	870×1085×2242mm

(3) 貯留管の管径

貯留管の管径は **450mm** を標準とする。ただし、これ以外の管径を採用する場合は、貯水量や勾配等とともに排泄物の排出に必要な掃流力を得られるように検討し、本基準以上の機能を有することとする。

【解説】

貯留管の管径は、神戸市で採用している仮設トイレ用下水道管では 500 人を処理するために管径 450mm としている。

震災時には、断水、停電等の障害で水源からの貯留水確保に人力で対応する場合は考えられるため、排水と給水は 1 日 1 回程度とすることが望ましく、また、水量が多ければ水源確保の問題や給水労力は増えるため、貯留管の管径は適度な大きさが求められる。

そこで、本基準においても神戸市に準拠し、500 人分の汚物の処理に最低限必要な貯水量と容積が確保できる管径 450mm を採用した。

なお、本基準の管径以外を採用する場合は、下記「避難者汚物量に対する貯水量」の数値を満たすことのほか、管径や設備延長による貯留量や貯留管の勾配等による排泄物の掃流力について十分検討をし、適切に汚物を公共下水道に排出できる構造とすることとする。

以下、貯留管径 450mm の採用経緯を記す。

実験では貯留管径 300mm、主要勾配 26.2%（最下流部の短管 0%、最上流部の短管 17.5%）、延長 8m の設備に貯留水 310ℓ を注水したとき、200 人分の汚物量（1 日一人あたり 1 回 200 g (0.2ℓ) の排泄と考える）を良好に処理できたことから、①一人の排泄量に必要な貯留水、②避難者汚物量に対する貯水量は下式となる。

$$310 \ell \div 200 \text{人} = 1.55 \ell \quad \dots \dots \textcircled{1}$$

$$310 \ell \div 40 \ell = 7.75 \text{倍} \quad \dots \dots \textcircled{2}$$

実験で得た一人あたりの排泄物を流下させるのに必要な貯留水は①より 1.55ℓ であることから、500 人の排泄物を処理するためには、

$$500 \text{人} \times 1.55 \ell = 775 \ell$$

の貯留水を最低貯水しておくことが必要である。したがって、表-5 に示すとおり管径 300mm の能力を上回るには、管径 450mm 以上の容積が必要である。

表-5 避難者汚物量に対する貯水量

管径(mm)	管延長(m)	貯留管主要勾配(%)	処理人数	貯水量(ℓ)	処理人数の汚物量(ℓ)	避難者汚物量に対する貯水量
300	8	26.2	200	310	40	7.75
450	13		500	800	100	8.0

(4) 貯留管の勾配

貯留管の勾配は、最も下流側（貯留弁付マンホール側）となる短管をレベルとし、最上流側の短管は 17.5%、その間の短管は 25.0% を標準とする。

なお、上記勾配は標準構造における最適勾配であり、これ以外の勾配を採用する場合は、排泄物の掃流力について、貯留管径や貯留管延長等の条件からなる貯水量とともに検討をし、上記勾配以上の機能を有するものとする。

【解説】

貯留管の勾配は、神戸市が採用している貯留管径 450mm の仮設トイレ用下水道管に準拠し採用した。

最下流管は、地震時の水平変位を接続部の取り付け余長で吸収できるように、貯留弁付マンホールにできるだけ直角に取り付ける必要があるため 0% としている。

最上流管の勾配は、貯留管の主要な勾配により決定をする。流出実験では貯留管の主要勾配は 1.5 度 (26.2%) が最適という結果がでていますが、最上流管まで同様の勾配にすると最上流管の貯留水位が低くなってしまふ関係から、貯留管の主要部の勾配は 26.2%、最上流管の勾配は 17.5% を標準としている。また、本基準では施工性を考慮して主要部の標準勾配を 25.0% とした。

貯留管の勾配は、安定した掃流性を得るためにできるだけ同一の勾配であることが望ましいが、上記条件のほかに本設備全体の埋設深さや全長、貯水量などの条件を考慮し、上流部の管の勾配を変更する場合も生じてくる。

本基準で定めた勾配値は、標準構造において実験値をもとに得られた最適勾配であるが、設計時には使用条件や設置箇所の条件から汚物が良好に排出される適正な勾配を計画することとする。

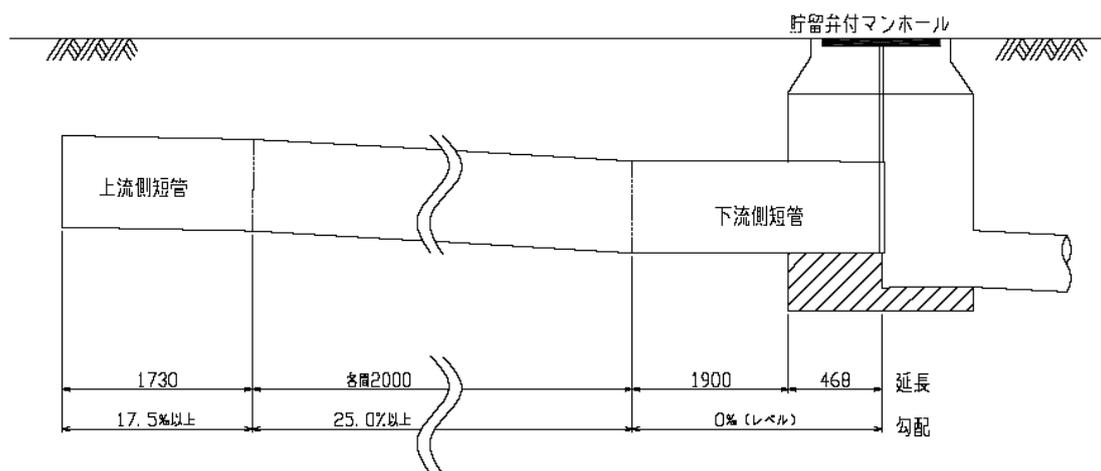


図-7 仮設トイレ用貯留管の標準管きよ勾配図 (参考図)

(5) 下水道管の管径および勾配

貯留弁付マンホールの流出管から既存の接続ますまでの下水道管は、管径 250mm とし勾配 9.0‰ を標準とする。ただし、既設等の取付管の管径が 200mm のときは、管径 200mm とし勾配 30.0‰ を標準とする。

【解説】

現存の横浜市下水道管理台帳のデータから、横浜市の小中学校にある接続ますの取付管径は 250mm 以上であることから、貯留弁付きマンホールから接続ますまでの下水道管は管径 250mm とする。

ただし、既存の取付管が管径 200mm の場合は、貯留弁付マンホール流出管径 250mm より異径継手を使用して、下水道管の管径を 200mm にする。(図-8 参照) また、排水の流れを阻害しないために、異径継手部分での勾配変化点をつくらず、貯留弁付マンホール継手から接続ますまでをできるだけ同一勾配にする。

管径 200mm 塩化ビニル管を使用するときの勾配は、管径 250mm 塩化ビニル管と流量が同程度の 30.0‰ とすることが望ましい。

流下能力一覧表は表-6 に示す。

表-6 流下能力一覧表

塩ビ管管径 (mm)	勾配 (%)	流速 (m/sec)	流量 (m ³ /sec)
250	9.0	1.494	0.0733
200	<u>30.0</u>	<u>2.351</u>	<u>0.0739</u>
200	12.0	1.487	0.0467

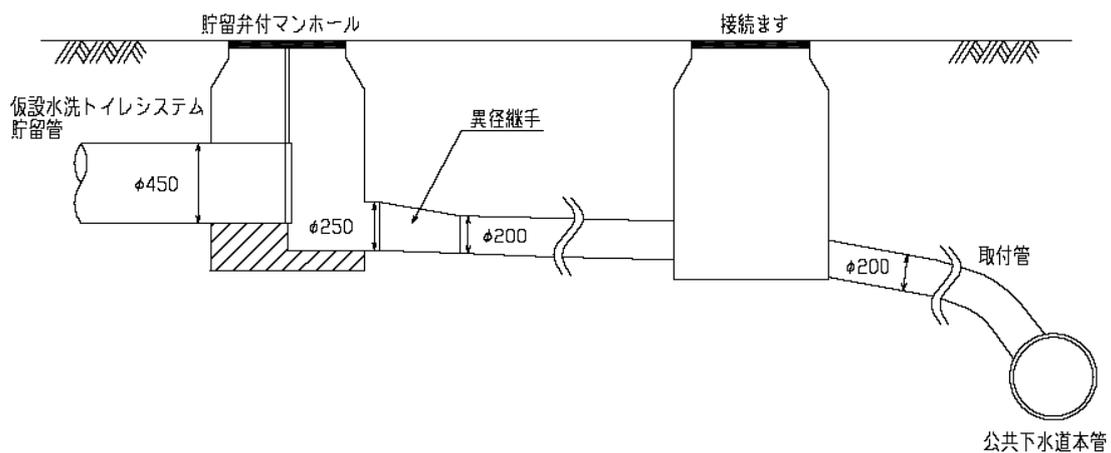


図-8 貯留弁付マンホール下流部管径 φ200 構造図 (参考図)

(6) 貯留弁付マンホール

貯留管の最下流側には、貯水を目的とした貯留弁付マンホールを設置しなければならない。また、設置する貯留弁付マンホールは、地震動に対し破損しない構造とする。

貯留弁は、人力で作動させることができ、特殊な技術を用いなくても容易に開閉ができる構造とする。

【解説】

平成 21 年 3 月現在において、本基準に適合し他自治体で設置事例がある貯留弁付マンホールは、神戸市で採用されているFRP製特殊マンホールのみしかなく、本市でもこれを採用する。ただし、上記製品と同等以上の機能を有するものが開発・生産された場合は、比較検討をするものとし、結果が良好であればこれを使用しても構わない。

神戸市採用の貯留弁付マンホールは、仕切弁、流出・流入口がセットになったプレキャスト製品で、部材の組み合わせの関係からマンホール深 1.20m、1.25m、1.46m、1.68m、1.80m、1.90m、2.02mがある。選定については、既存の下流接続ますの管底高と前項(5)下水道管の勾配から貯留弁付マンホールの排出口の高さを算定し、適切なものを使用する。

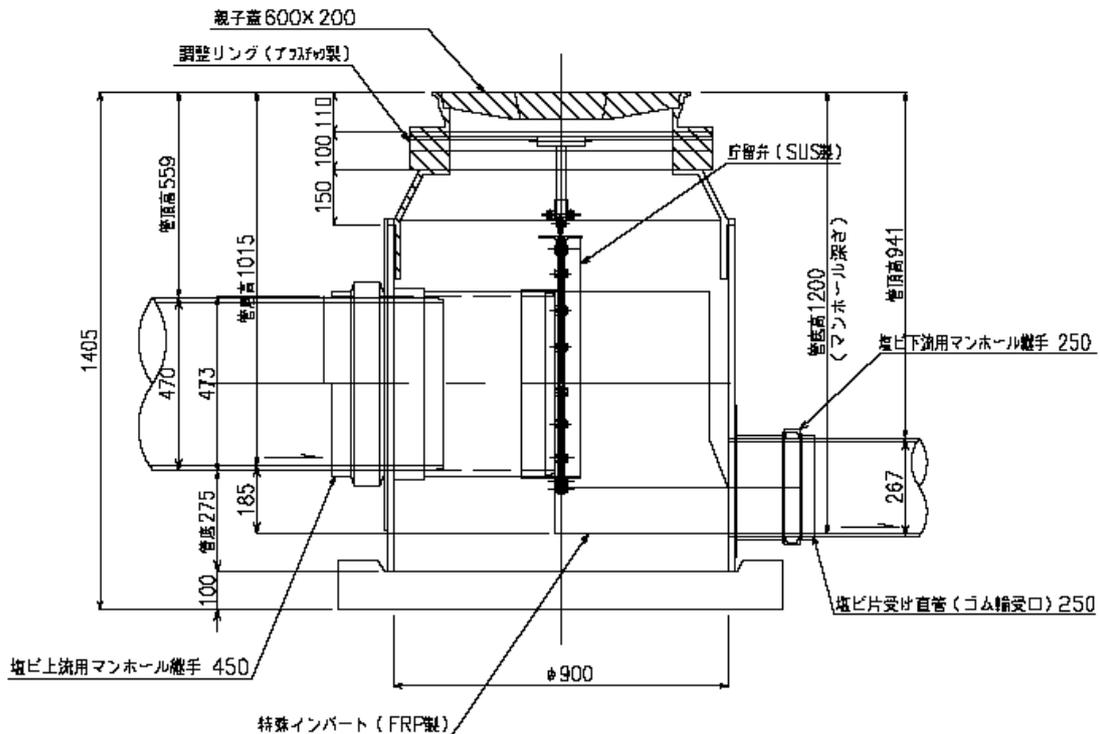


図-9 貯留弁付マンホール構造図(参考図)

(7) 貯留弁付マンホールの流出管の管径

貯留弁付マンホールの流出管径は、貯留管から排出された汚物の流出をできる限り阻害しないものとする。

【解説】

本体貯留管内の汚物を貯留弁の開放により一気に流出させるとき、流出管の管径は同一以上であることが望ましいが、下流部設備の管径を考慮しサイズダウンする必要がある。標準として、流出管径は既設または新設の下流取付管の管径以下のものとする。

なお、神戸市採用の貯留弁付マンホールは流出管径 250mm であるが、既設の取付管径がφ200mm の場合は、前項「(5) 下水道管の管径および勾配」に従う。

(8) 耐震対策

災害時下水直結式仮設トイレ用下水道管の耐震対策は、下記項目について行う。

ア)、イ)、ウ) については「下水道施設の耐震対策指針と解説 ((社)日本下水道協会)」(以下「指針と解説」)に基づいて検討する。

エ) については、地震動の水平変位を吸収する構造とする。

オ) については地震動後も開閉機能を損なわず、繰り返しの操作でも破損しない構造とする。

また、本設備は「指針と解説」では「その他の管路」の区分に分類されるが、安全側をみてレベル2地震動の値を用いて検討をする。

【検討する部位】

- ア) 貯留管
- イ) 貯留弁付マンホールと貯留管の接続部
- ウ) 貯留短管と貯留短管の継手部
- エ) 貯留管と立ち上り管の接続部
- オ) 貯留弁

【解説】

ア) 貯留管について

貯留管は下水道用硬質塩化ビニル管のゴム輪付片受け直管を使用し、立ち上げ管相互が地震動による変位にそれぞれ影響を与えないように、立ち上げ管1箇所に対し貯留短管1本を使用する。標準構造では前項(2)「ます」のとおり2.0m間隔で立ち上げ管を設置するので、貯留短管は2.0mを標準とする。また、次項イ)、ウ)の接続部の屈曲角、拔出し量においては貯留短管の長さに比例して増加するので、貯留短管は短いほど本設備の耐震性能は向上することになる。

しかし、接続部が多くなると地震動による変位箇所が多く生じる可能性があり流下能力の低下が考えられること、部材点数が多くなると材料費が高くなることなどデメリットもあるので、貯留短管の長さの選定には注意を要する。

イ) 貯留弁付マンホールと貯留管の接続部について

接続部の構造は、「指針と解説」第3章に準じて検討をし、ゴム輪接続を標準とする。

第3章第2節「差し込み継手管きよの耐震設計」においては、本設備「その他の管路」はレベル1地震動において検討することになっているが、本基準では安全側をみてレベル2地震動の値を使用して算出する。

貯留短管の貯留弁付マンホールへの差し込み長は、貯留短管と貯留短管の継手部と同等の耐震性を有していることが必要なため、ゴム輪から77mm以上を差し込むこととする。

従って、①地震動の影響（屈曲角）、②地震動の影響（拔出し量）、③地盤の液状化に伴う影響（永久ひずみによる拔出し量）の算出結果についても、前項（1）「管の材質」表-2に記載の耐震性能値の許容範囲に入るようにする。

また、貯留短管と貯留短管の継手部には拔出しについては許容があるものの、突込みには貯留短管の軸力方向による圧縮抵抗のみしかない。そこで、突込みに対しては貯留弁付マンホール部で吸収できるように、差し込んだ貯留短管と貯留弁の間に余長を設けるものとする。

【参考】

神戸市採用の貯留弁付マンホールは、変位吸収部分として約30cmを設けている。

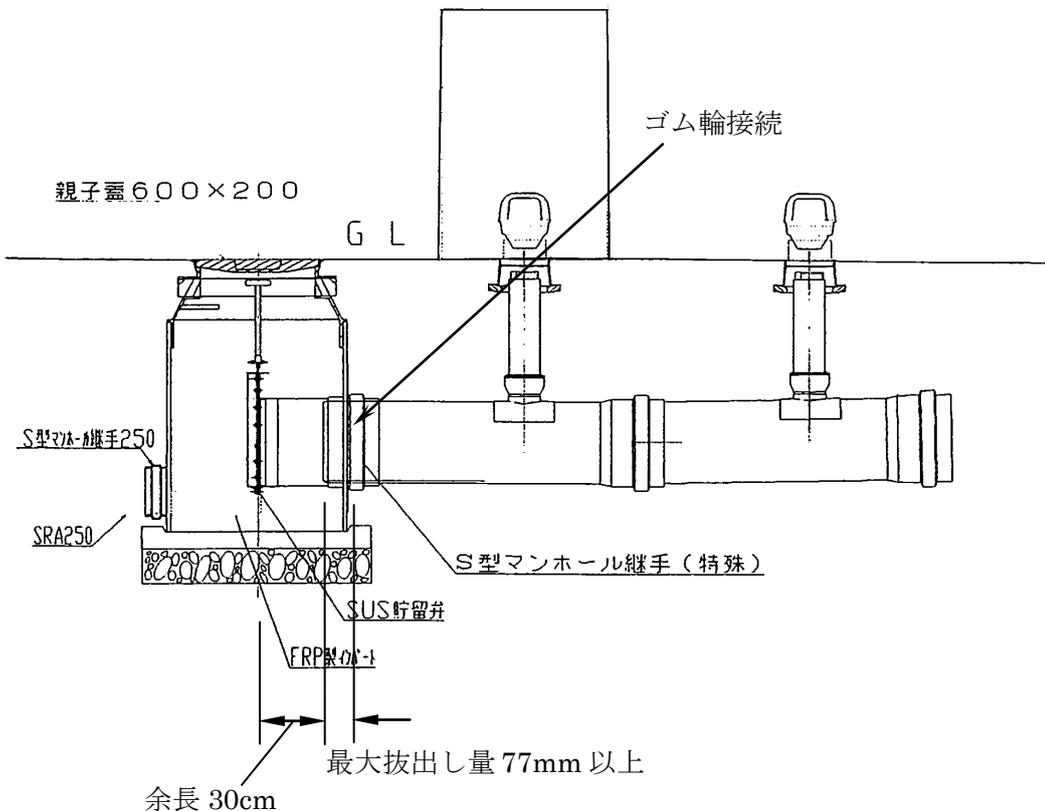


図-10 貯留弁付マンホールと貯留管の接続図

ウ) 貯留短管と貯留短管の継手部について

接続部の構造は、「指針と解説」第3章に準じて検討をし、ゴム輪接続を標準とする。第3章第2節「差し込み継手管きよの耐震設計」においては、本設備「その他の管路」はレベル1地震動において検討することになっているが、本基準では安全側をみてレベル2地震動の値を使用して算出する。

①地震動の影響（屈曲角）、②地震動の影響（拔出し量）、③地盤の液状化に伴う影響（永久ひずみによる拔出し量）の算出結果は、前項（1）「管の材質」表-2に記載の耐震性能値の許容範囲に入るようにする。

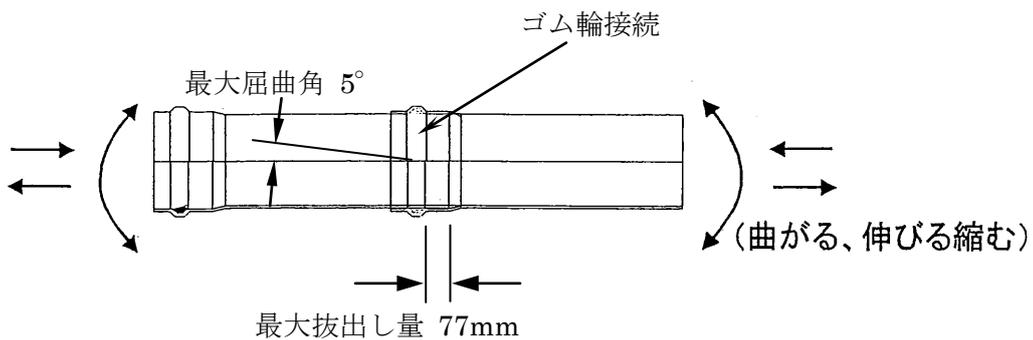


図-11 貯留管接続部構造図

エ) 貯留管と立ち上り管の接続部について

地震の発生に生じる地盤の水平方向の変位を吸収できる構造とし、図-13に示すとおり受口の可とう角がゴム輪接続より大きい自在受口支管を使用する。また、立ち上り管の鉛直方向の変位も考慮し、自在受口支管と立ち上り管との接続はゴム輪接続とする。材質は、硬質塩ビ製の貯留管や立ち上り管との接続が容易なものを使用する。

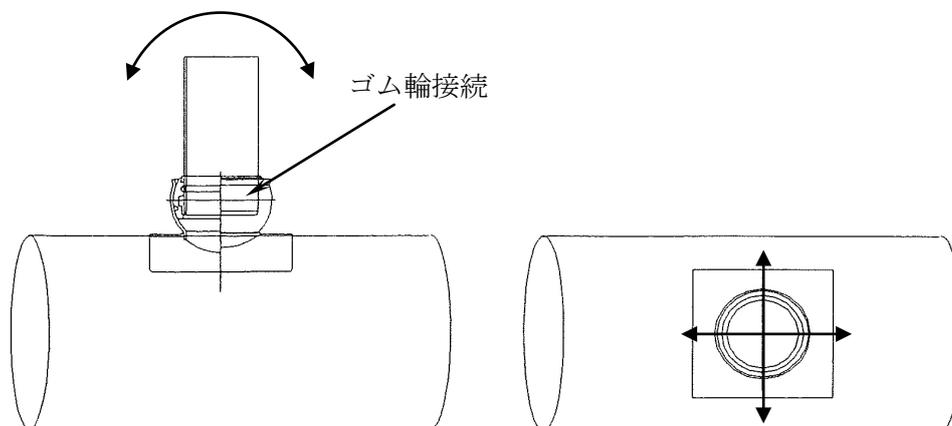


図-12 立ち上り管部構造図

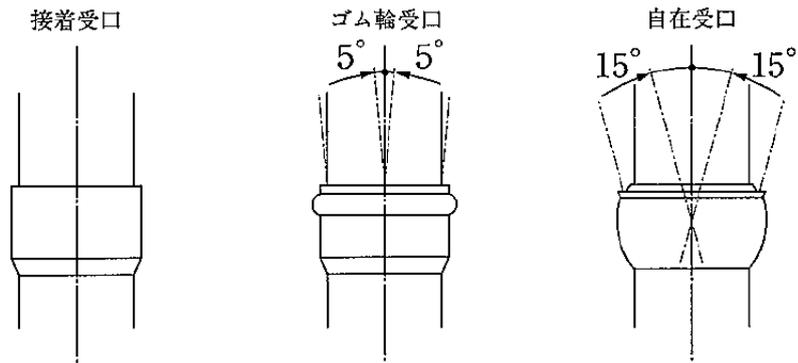


図-13 受口の構造による振れ角度

オ) について

地震動後も開閉機能を損なわず、繰り返しの操作でも破損しない構造とする。

本設備は止水性を損なうと水洗機能が低下するため、貯留弁と弁を受ける枠は、外力や温度による形状の変化が少ない材料を使用する。また、貯留管の水圧が作用している状態でも、特殊な道具や技術を用いなくて容易に開閉ができることが必要である。

(9) 液状化対策

埋め戻し材の液状化による下水道管の浮上を防止するため、下水道管の埋め戻しは、改良土埋め戻しを標準とする。

【解説】

横浜市下水道耐震設計指針（管きよ編）（平成18年横浜市環境創造局）に準拠し、下水道管の埋め戻しには、液状化の恐れのない埋め戻し材（生石灰が添加された改良土または砕石等）を使用すること。

出典：下水道施設の耐震対策指針と解説－2006年版－社団法人日本下水道協会

表 3.8.4 (参考) 埋戻し部の液状化対策と概念図

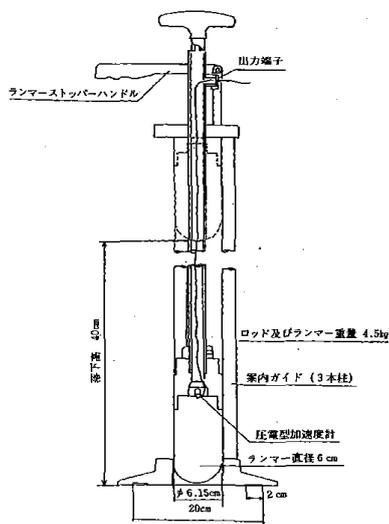
埋戻し方法 ^{注1)}	①埋戻し土の締固め	②砕石等による埋戻し	③埋戻し土の固化
概要図			
埋戻し材料	良質な砂、または埋戻しに適した現地発生土。	透水性の高い材料（砕石等）で地下水より上方まで埋戻す。 (例えば、10%通過粒径(D ₁₀)が1mm以上の砕石、または、排水効果の確認されている材料)	現地発生土あるいは購入土。
施工管理	締固め度で90%程度以上。 ^{注2)} なお、90%程度以上でも周辺地盤が軟弱な場合には液状化した実験事例があることから、現地の特徴に留意することが必要。	道路管理者の基準に従う。 (例えば、締固め度90%程度以上 ^{注2)})	液状化被害防止と再掘削を考慮した強度を確保する。 (例えば、現場における一軸圧縮強度の平均値で、50 KPa～100KPa)
特徴等	十分な締固めを行うことにより、埋戻し部の過剰間隙水圧を小さくすることができるため、液状化に対する効果は大きい。	マンホール・管路近傍部の過剰間隙水圧が消散するため、液状化に対する効果は大きい。	埋戻し部が非液状化層となるため、液状化に対する効果は大きい。

「下水道地震対策技術検討委員会報告書」³¹⁾に加筆

注1) 埋戻しは、道路管理者等の埋戻し基準にも従う。

注2) 土質試験等により転圧管理を行う。転圧管理方法としては、表3.8.5のような例がある。

そのほか、図3.8.3に示す衝撃加速度試験、あるいは球体落下試験を用いる例もある。



(参考) 衝撃加速度試験の概要

【試験装置】

- 試験機は、先端に直径 6.15cm の半球状、総重量 4.5kg の鋼鉄製ランマーを装備する。
- ランマーの上部には圧電型加速度計が装備され、地表面衝突時の衝撃加速度を出力端子から送信ケーブルを經由して外部の計測器へ出力する。
- 計測器は、バッテリー、キャリブレーション機能、ゼロクリア機能、プリント機能等を備え、測定値を取込んで整理できる。

【室内試験による基準加速度の設定】

- あらかじめ埋戻し材料を用いて室内における締固め試験を行い、衝撃加速度に対する乾燥密度や締固め度の関係を実験的に整理し、基準締固め度に相当する基準加速度を定めておく。

【現場における測定】

- 現場において埋戻し表面に試験機を鉛直にセットし、試験機のランマーを 40cm 高さから鉛直に自由落下させたときの衝撃加速度を計測する。
- 衝撃加速度と基準加速度を比較し、締固め度が基準値以上であることを判定する。

なお、軽石質未風化火山灰のように締固め曲線で最大乾燥密度が得られない土に対しては、球体落下試験（直径 9.04cm、総重量 4.07kg の鋼鉄製の球体もしくは半球体を 60cm 高さから自由落下させる試験方法）を用いる。

図 3.8.3 (参考) 衝撃加速度試験装置³²⁾

§ 4 トイレ用水

仮設トイレ用水は、震災後は断水が生じる可能性があることや、衛生の確保等を念頭に置いた場合、欠かせない。トイレ用水の水源として下記のものが考えられる。

- (1) プールの水
- (2) 下水処理水
- (3) 河川水
- (4) 井戸水
- (5) その他

仮設トイレ用水は、1ヶ所あたり2個以上の水源を確保することが望ましい。また、プールの水を仮設トイレに給水する方式はポンプ圧送とする。

【解説】

地域防災拠点である小中学校にはプールがあり、その水は十分期待できる。一方、災害時に火災が発生した場合には、消火用水として使用される可能性もあり、貯留水が不足する事態も想定されるので複数の水源を用意するものとする。

必要となる水量は800ℓであり、貯留水の1日当り放流回数は1～2回である。貯留水を仮設トイレに給水する方法は、ポンプによるものとする。

§ 5 仮設トイレ用下水道管の設置場所

仮設トイレの設置場所は次の内容を検討し決定しなければならない。

- (1) 既存の接続ますを利用することを原則とする。
- (2) トイレ用水の利用が容易な位置を選定する。
- (3) 管理者である教育委員会と協議し、運動場等の利用に支障がない位置を選定する。
- (4) 非常時における、緊急車両や物資搬入車両の入場を想定し支障のない位置を選定する。
- (5) 貯留水の補給や、下水処理水の運搬車両の横付けが可能となるよう配慮する。

【解説】

(1) について

公共下水道に接続する下水道管は、上流側である貯留弁付マンホールにおいて管径250mm、最小土被り0.94mである。既存の接続ますまたは人孔は、これを接続する高さが必要になる。公共下水道の管径が250mm、土被りが1.20mとすると高低差が0.26mであるので、下水道管の勾配が9.0‰の場合、その延長は29m以内である。

(2) について

プールに近接した場所が望ましい。給水は1回あたり800ℓである。

(5) について

プールの水は消火用水でもある。したがって、貯留水は不足することが想定される。その場合、河川水や下水処理水の車両運搬が不可欠となるので、車両の横付けが可能となるよう配慮するものとする。

§ 6 仮設トイレ用下水道管の設置選定調査

仮設トイレの設置選定に関しては、事前調査、現場調査および測量を実施する。

- (1) 事前調査
- (2) 現場調査
- (3) 測量

【解説】

(1) について

- ・ 排除方式は合流式か、分流式か。
- ・ 排出先の公共下水道の確認
- ・ 公共下水道本管の埋設深等の調査

(2) について

- ・ 既設接続ますの位置の確認および状況
- ・ 既設取付管の確認および状況
- ・ 既設の下水道管の状況
- ・ 既設の排水設備の位置および規格
- ・ 樹木および池等の障害物の位置

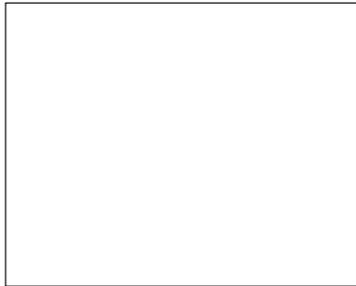
(3) について

- ・ 既設接続ますの深さおよび規格
- ・ 現況地盤高

図名	平面図・縦断面		
工事件名	〇〇小学校仮設水洗トイレ建造工事		
施工場所	〇〇区〇〇〇丁目〇番地先		
縮尺	図示	図番	1/1
号線番号			
地形図番号	54-45.46		
調査	調査	調査	設計
横浜市環境創造局			



位置図



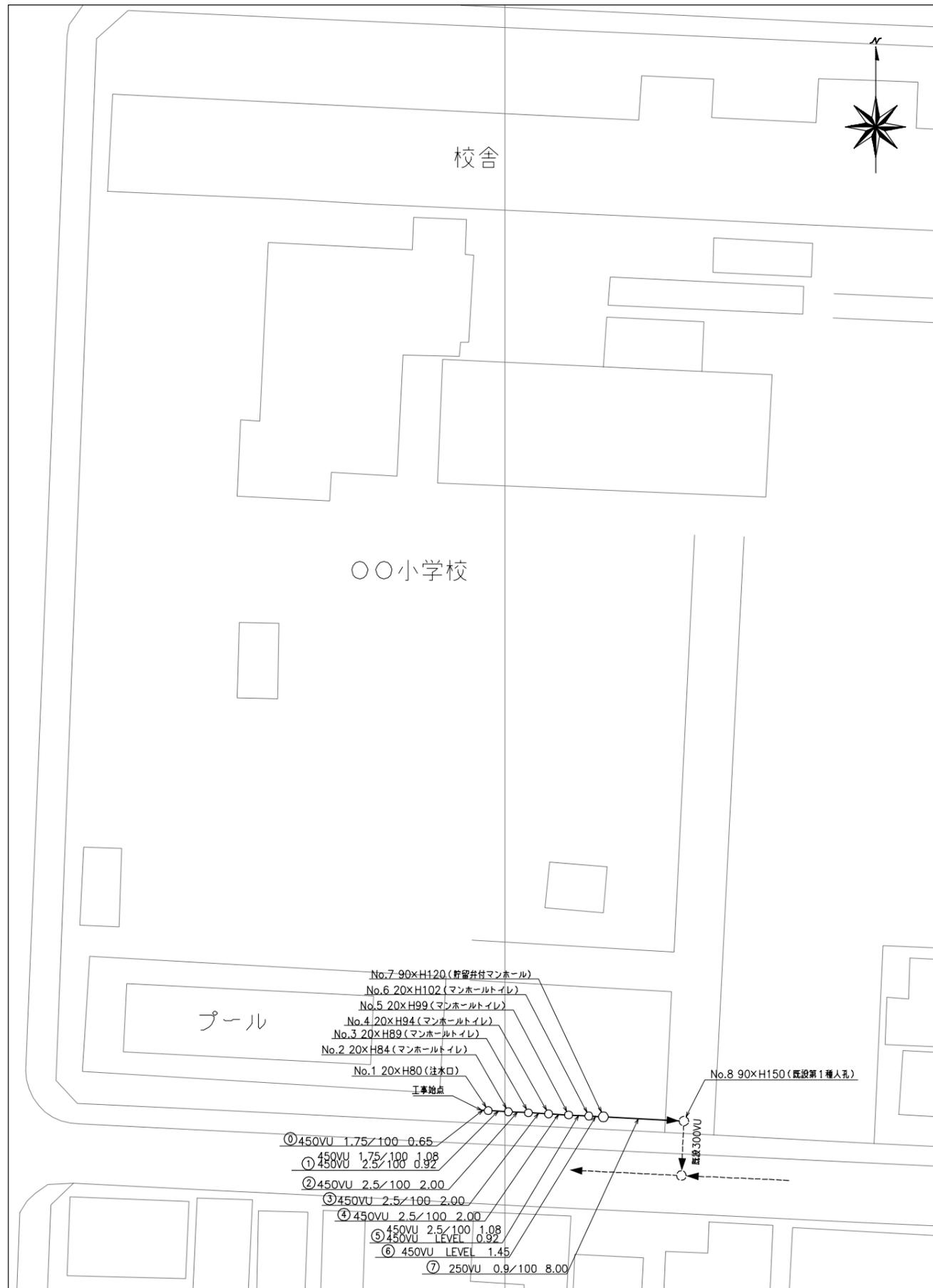
凡例

記号	名称
	新設管渠およびます
	既設管渠および第1種人孔

使用水準点(年月日)

標石番号	既設第1種人孔
〇〇区〇〇〇丁目〇番地先	
標高(M)	2.00

平面図 縮尺1:250



縦断面図 縮尺 縦1:100 横1:250

