

下水道事業における減災対策

～マンホールトイレの計画・設計～

古屋敷 直文

FURUYASHIKI Naofumi
株式会社東京設計事務所
東京支社
下水道グループ/下水道第1チーム
上席主幹



北川 侑瑛

KITAGAWA Yukie
株式会社東京設計事務所
東京支社
下水道グループ/下水道第1チーム
技師



はじめに

大規模地震等の災害発生時には、建物の被害や交通機関の運行障害等により、多くの被災者と帰宅困難者が避難所に集中する。このような状況下で上下水道が被災した場合、水洗トイレは使用できなくなり、トイレ不足が懸念される。平成23年3月に発生した東日本大震災では、トイレ不足による衛生状況の悪化、排泄を我慢したことによる健康被害等が報告されている。このようなことから、災害時のトイレ対策は重要な課題の一つとなっている。

近年、避難者のための災害用トイレとして、下水道管路に直結する「マンホールトイレ」が注目されている。平成21年度に創設された下水道総合地震対策事業では、被害の最小化を図る減災対策として、地域防災計画に位置付けられた避難所等に整備するマンホールトイレシステムが交付金の対象に追加された。こうした国の後押しもあり、各自治体では大規模災害の不測事態に備え、避難所等へマンホールトイレの整備を促進している。(表1)

一方、マンホールトイレの設置にあたっては、住民、行政、民間企業等の関係者との調整が必要であり、整備に向けた理解を得るためにもマ

ンホールトイレの計画と設計について十分な説明が必要である。本報告では、地域防災拠点に指定されている公立中学校でのマンホールトイレの計画・設計事例をもとに、マンホールトイレ設置にあたって考慮すべき要件を整理して紹介する。

マンホールトイレの形式

マンホールトイレは、図1に示すようにマンホールの直上に便器やテント等の上屋を設置し、汚物を直接下水道管へ流す仕組みのトイレである。排水構造は「本管直結型」「流下型」「貯留型」に分類される(図1)。

・本管直結型

下水道本管に立上り管(下水道本管へ汚水を排泄する管)を設置し、上流から流れてくる汚水を利用して汚物を流す仕組みである。このため汚物を流下させるための水の準備は不要であり、汲み取りの必要もなく衛生的である。ただし、下流の下水道管や処理場が被災した場合は使用できない。

・流下型

マンホールトイレと下水道本管を排水管で繋いで、河川等の水源からトイレ用水を常時供給して汚物を流す仕組みである。常に水を流すた

め衛生的であるが、大量の水を確保できる水源が必要となる。また、下流の下水道管や処理場が被災した場合は使用できない。

・貯留型

マンホールトイレからの汚物を貯留管に溜める方式で、下流部のマンホール内に弁を設置し、トイレ使用前に貯留管に水を貯め、汚物がある程度貯まった後、下流の弁を開けて排水管を通じて下水道本管へ一気に汚物を流す仕組みである。汚物の貯留ができるため、下流下水道管の被災状況に係わらず使用可能である。また、流下型に比べ給水量は抑えることができる。ただし、貯留量に限りがあり、下水道管へ排水できない場合は定期的な汲み取りが必要となる。

整備にあたって決定すべき項目

汚物を流下させる構造等の技術的視点とトイレ利用者および学校活動への支障の視点から、マンホールトイレを整備するための決定すべき項目を抽出した。

① 技術的視点

マンホールトイレを設置するためには、施工が可能で、利用時に汚物が詰まらない構造とする必要がある。そのために決めるべき事項とし

ては「排水構造の選定」「トイレ用水の供給方法」「汚水の排水方法」「設置位置」がある。

・排水構造の選定

下流の下水道管の耐震化状況やトイレ用水に使用できる水源確保等の観点から、設置場所の現場状況に合わせた排水構造を選定する。

・トイレ用水の供給方法(流下型、貯留型)

水源からマンホールトイレまでのトイレ用水の供給方法を決定する。災害時にトイレ用水の供給に負担がかからない方法が望ましい。校舎内にプールが設置されている学校ではプール排水管を分岐させ、マンホールトイレに接続する方法がある。分岐部分にバルブを設置し、バルブ操作のみで水の供給ができる。

・汚水の排水方法(流下型、貯留型)

マンホールトイレの排水管の接続先を決定する。接続先は、人孔、下水道管、敷地内最終ます等がある。流下側には人孔やます等を設置し、下流状況を容易に確認できる構造が望ましい。

・設置位置

工事車両が進入できることや埋設物が少なく掘削が容易であること等の施工性から決定する。貯留型を設置する場合は汚物の汲み取りができるよう、バキューム車が進入できる場所から決定する。

② トイレ利用者と学校活動の支障の視点

災害時は平常時よりもストレスが溜まりやすく、その原因の一つにトイレも含まれる。ストレスができるだけ溜まりにくく、安心してトイレが使用できるような利用者の立場に立ったマンホールトイレの整備が必要である。また学校での整備では、学校(生徒)側の立場に立った配慮も必

表1 災害用トイレの種類

設置	名称	特徴	概要	図(参考イメージ)	
仮設・移動	携帯トイレ	吸収シート方式 凝固剤等方式	最も簡易なトイレ。調達の容易性、備蓄性に優れる。		
	簡易トイレ	ラッピング型 コンポスト型 乾燥・焼却型等	し尿を機械的にパッキングする。設置の容易性に優れる。		
	組立トイレ	マンホール直結型		地震時に下水道管理者が管理するマンホールの直上に便器及び仕切り施設等の上部構造物を設置するもの(マンホールトイレシステム)。	
		地下ビット型		いわゆる汲み取りトイレと同じ形態。	
		便槽一体型			
	ワンボックストイレ	簡易水洗式 非水洗式		イベント時や工事現場の仮設トイレとして利用されているもの。	
	自己完結型トイレ	循環式		比較的大型の可搬式トイレ。浄化機能を有している。	
		コンポスト型			
車載トイレ	トイレ室 処理装置一体型		平ボディのトラックでも使用可能な移動トイレ。		

要である。これらの視点から決定すべき項目として「設置位置」と「管理手法」がある。

・設置位置

平常時の学校活動や地域活動の支障とならない場所とすることが最優先となる。そして、避難施設からマンホールトイレまでの距離が短い場所、雨天時に水が溜まらない場所、プライバシー保護のために目隠しのある場所から選定することが望ましい。

・管理手法

災害時に迅速な対応を可能とするため、通常時(未使用時)と災害時(使用時)の管理手法及び管理者(施設管理者、地域住民、自治体

等)を決定する。通常時はマンホールトイレの動作確認、点検、清掃等の維持管理が必要である。災害時はトイレ上屋の運搬、設置、水の注水、汚水の排水、バキューム車の手配等が必要である。

排水構造の選定方法

排水構造は設置する場所の条件に適した構造を選定する必要がある。本計画の選定フローを図2に示す。

下水道本管に直接流す本管直結型の場合は、汚物を流すための水が不要である。また汚物を下水道管まで流すための排水管が不要であることから工事費が安価となる。こ

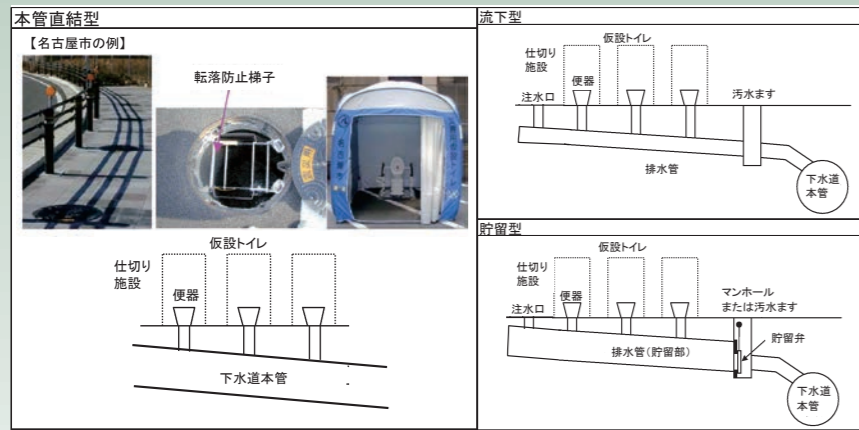


図1 排水構造の種類

ことから、「下水道本管が設置予定施設の敷地内を占有している」の条件により、本管直結型とそれ以外の排水構造に選別する。ただし、常時の流量が少ない管路では、汚物の堆積による詰まりが発生する可能性が高いため、「上流側の下水道本管が中大口径」を条件とする。

流下型と貯留型は、汚物を排水するために水源が必要であるため、水源確保の観点から排水構造の選別を行う。

本管直結型は、汚水が水源となるが、それ以外の場合には、トイレ用水の確保が必須となる。このため、「トイレ用水の水源が確保でき

る」ことを条件とし、確保できる場合は流下型または貯留型とし、確保できない場合はマンホールトイレ設置不可とする。

また「複数水源の確保」の可否条件より、「一定の水量（河川等）が確保できる」ときは流下型を選定する。ただし、下流の下水道管が耐震化されていない場合は貯留型を選定する。一定の水量を確保できないが「限定的な水量（プール水等）が確保できる、または複数水源が確保できない」ときは貯留型を選定する。

水源が水道水の場合「設置予定施設までの水道管及び水道施設が耐震化されている」ときは流下型と

し、耐震化されていないときは貯留型とする。水道水は災害時に使用できる状況であっても、飲料用に優先され、災害発生直後からトイレ用水として使用できるとは限らないため、水道水以外の水源を確保することが望ましい。

設置位置の決定方法

マンホールトイレの設置位置の検討手順は、図3に示す3段階の手順で行った。最初に、学校施設の図面収集、現場踏査、学校へのヒアリングを行い、設置位置の候補を複数抽出する。次に、それらの場所でマンホールトイレが整備できるか評価し、設置が可能な場所を選定する。最後に、その場所の中から、学校や自治体のマンホールトイレ関連部署等と調整し、設置位置を最終決定する。ここでは、手順の2番目の設置位置の評価方法について説明する。

手順の1番目で複数抽出した設置候補地の中から「絶対的条件」と「相対的条件」を設定した。

絶対的条件は、マンホールトイレを整備するために必ず必要な条件

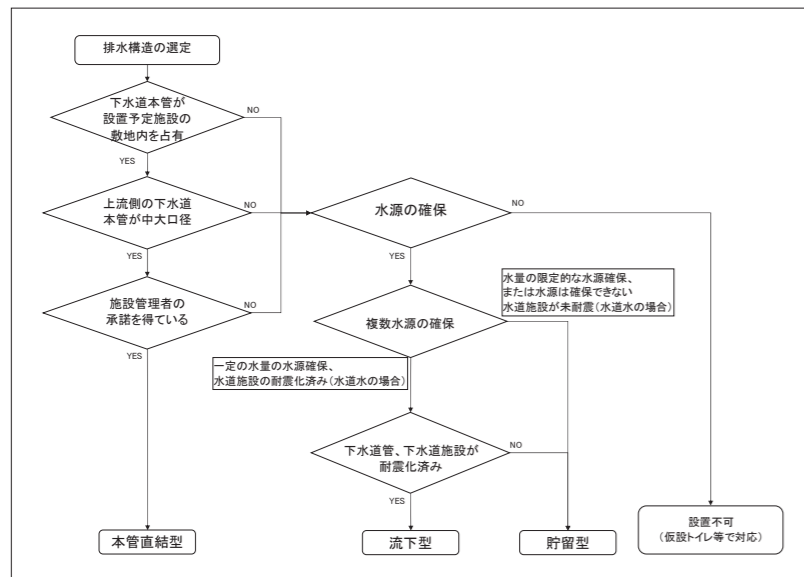


図2 排水構造の選定フロー

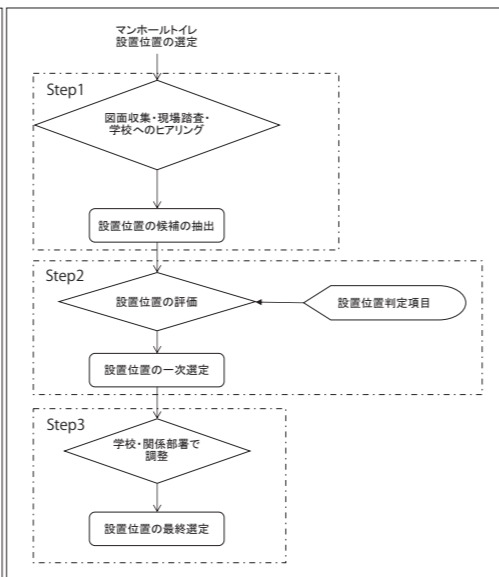


図3 設置位置の選定フロー

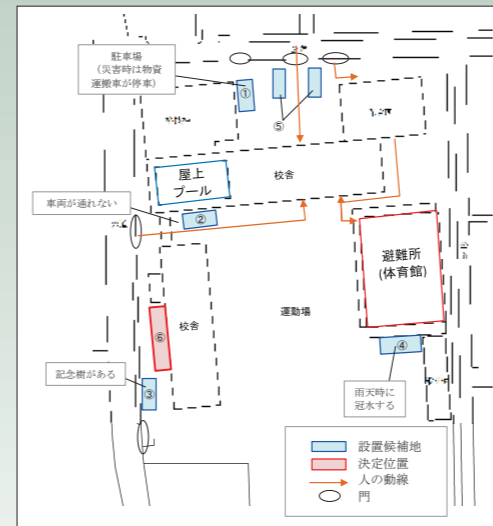


図4 設置候補地(例)

である。条件項目には、前述した技術的視点とトイレ利用者および学校への支障の視点から、「トイレ用水の確保、下水道管への接続、平常時の支障、車両の進入、掘削の可否」の5項目を設定し、この条件項目を全て満たす位置を設置可能な場所とした。条件を一つでも満たさない場合は、設置不可となる。

表2 設置位置の優先順位(例)

			重み	①	②	③	④	⑤	⑥
絶対的条件	1	トイレ用水の確保が可能か	プール用水	○	○	○	○	○	○
		井戸水	×	×	×	×	×	×	
		その他	×	×	×	×	×	×	
	総合	-	○	○	○	○	○		
	2	下水道管への接続の可否	-	○	○	○	○	○	
相対的条件	3	平常時の支障(行事、授業)	-	×	○	○	○	○	
		4	車両の進入が可能か	○	×	○	○	○	
			工事車両 バキューム車	○	×	○	○	○	
	総合	-	○	×	○	○			
	5	掘削の可否(記念樹、利用形態等)	-	○	○	×	○		
相対的条件	6	避難施設からのアクセス	2	-	-	-	○	○	
		生徒の動線との重複 距離・傘の必要性	1	-	-	-	○	×	
	7	近隣住民の協力	2	-	-	-	○		
	8	雨天時の水溜りの有無	2	-	-	-	×		
	9	近接している家屋の有無	1	-	-	-	○		
	10	目隠し(緩衝緑地等)の有無	1	-	-	-	×		
11	支障物(埋設物等)の多少(施工性)	2	-	-	-	○			
総合評価				×	×	×	○	○	
設置候補の順位			11	-	-	-	8	7	8
				-	-	-	1	3	1

1例として示したものである。排水構造は敷地内下水道本管がない、水量の限定的な水源が確保できることから、図2のフローより貯留型となる。各設置位置を前記の条件で評価し優先順位を付けたものが表2である。①～③は絶対的条件を満たさないため設置不可である。④～⑥は相対的条件より評価し、④または⑥の位置が設置に適している。しかし、学校と自治体との協議により、雨天時に冠水しないこと、目隠しがあることから写真1に示した位置に決定した。ただし、避難施設からの距離が長いこと、埋設物が多いことが留意点である。



写真1 設置位置(例)

相対的条件とは、絶対的条件を全て満たした場所から、トイレ利用のしやすさ、近隣住民への配慮、施工のしやすさ等、より良い場所を選定するための条件である。

条件項目はトイレ利用者と近隣住民の視点に重点を置き、「避難施設からのアクセス、近隣住民の協力、雨天時の水溜り、近接している家屋、目隠し、支障物」の6項目を設定した。

また条件項目に重み付けをし、設置位置に優先順位を付けた。

図4は調査・設計を行った学校の

まとめ

今後、マンホールトイレを整備する自治体が増加することが予想される。以下にマンホールトイレを公共施設や公共用地に設置する際の留意事項を示す。

- ・設置場所の詳細図面等の資料が不足している場合、建物の位置関係や地盤高等の測量、埋設物の詳細な位置や深さを把握するための試掘作業等の詳細調査が必要である。
- ・災害時は断水も想定され、限られた水源では、トイレ用水は後回しにされやすいため複数水源の確保が望ましい。
- ・災害時にマンホールトイレをスムーズに使用するために、平常時と災害時の管理体制を確立し、日常の維持管理や地域住民への周知、防災訓練での設置訓練を行うことが重要である。

<図・表出典>

- 表1 「下水道BCP策定マニュアル～第2版～(地震・津波編)」平成24年3月
- 図1 「下水道BCP策定マニュアル～第2版～(地震・津波編)」平成24年3月