

次世代型マンホールふたおよび上部壁 技術マニュアルの概要

1. はじめに

下水道の総管きょ延長は平成 16 年度末で 38 万 4 千 k m に達しており、管きょの延伸にともないマンホールの数も増加し、その数は 1 千数百万箇所となっている。また、交通量の増大や通行車両の大型化等、道路環境の変化にともない、マンホールふたの設置環境はより苛酷なものとなっている。

そのような状況の中で、①マンホールふたの飛散による事故の発生、②管きょの維持管理作業時の硫化水素による事故の発生、③ふたの開閉機器が統一されていないことによる災害時の広域支援活動における弊害の発生といった事象が報告されている。特にマンホールふたの飛散に関しては、マンホールふたの安全対策に関する検討を行うべく、国土交通省(当時建設省)下水道部に「下水道マンホール緊急対策委員会」が設置され、その後、平成 11 年 3 月に社団法人日本下水道協会から「下水道マンホール安全対策の手引き(案)」が発刊される等、マンホールふたの安全性に対する関心が高まっている。また、現在使用されているマンホールふたには、多種多様な開閉機器が存在しており、維持管理の煩雑さ、災害時の広域支援活動への障害発生等を招いている。

本マニュアルでは、今回開発した飛散防止型マンホールふた(次世代型マンホールふた)および維持管理作業性を考慮したマンホール上部壁(次世代型上部壁)の性能を明確にし取りまとめることを目的とした。また、マンホールふたの開閉機器に関する課題のうち、災害時の広域支援活動における障害への対応策、また、開閉機器の操作性について提案することを目的として、開閉機器ガイドライン(案)を取りまとめた。

2. マニュアルの概要

今回とりまとめた技術マニュアルは、次世代型マンホールふたおよび上部壁を導入する際の、基本的な計画・設計から施工および維持管理までの検討を行う場合に適用する。

また資料編には、次世代型マンホールふたおよび上部壁の試験結果のほか、工事費の積算やアンケート調査結果等をまとめている。

3. 次世代型マンホールふたおよび上部壁の特徴

3. 1 次世代型マンホールふたの特徴

(1) 食込み力を制御できる構造

現在、一般的である急勾配受け構造のマンホールふたは、ふたが枠に過剰に食い込むことにより、内圧の発生時にふたの飛散や、維持管理作業時にふたが開かない等の現象が生じている。次世代型マンホールふたは、この過剰な食込み力を制御できる構造とした。(図-1, 2)

(2) 限界状態における性能を規定

次世代マンホールふたは、耐用年数に達した状態、いわゆる限界状態※においても耐荷重、耐スリップおよびがたつき防止の各要求性能を規定し、これを満足している。

※国土交通省通達であるマンホールふたの法定耐用年数 15 年(車道用)を設計供用期間とし、この設計供用期間(15 年)経過時点で想定される状態

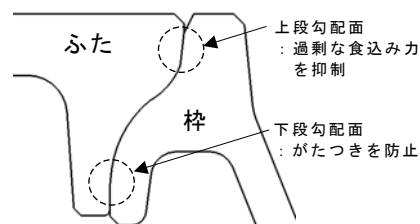
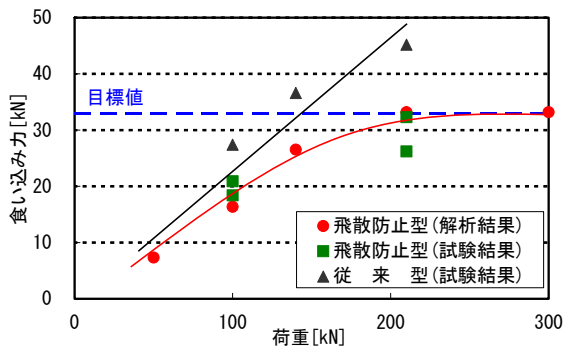


図-1 ふたと枠の支持構造



図－２ 食込み力と荷重の関係

3. 2 次世代型上部壁の特徴

(1) 作業者用入口径はφ700を標準(図－3)

作業者用入口径は、人の昇降動作に最も適したφ700を標準とした。ただし、一般的なマンホールふたはφ600であり、維持管理作業の頻度が低い箇所においてマンホールふたおよび枠の取替えに対応するためにφ600用の次世代型上部壁も有する。

(2) ふた飛散防止の補完機能としてインサートナットの引抜き強度を規定

ふたにかかる内圧の解放時において、インサートナットの引抜き強度が錠強度より小さい場合には、枠ごと飛散する可能性がある。次世代型上部壁に埋め込まれたインサートナットは、錠強度より大きな引き抜き強度を有する。

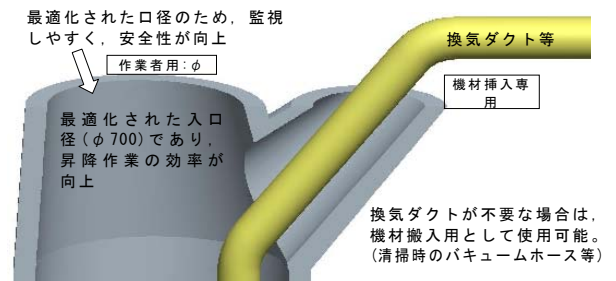
(3) ツイン斜壁は機材挿入専用の孔を有することで作業性が向上(図－3)

ツイン斜壁は、上記の作業者用入口径φ700に加え、φ300の換気ダクト等が挿入可能な機材挿入専用のφ400孔を有する。これにより、ダクトを挿入したままで、昇降作業や機材の搬出入が可能である。

なお、換気ダクトは換気量50m³/分程度が確保可能となる製品寸法(φ300)を設定した。これは、通常の維持管理作業における作業人数を4名と設定し、「下水道管路施設維持管理マニュアル1997年版、(社)日本下水道管路維持管理業協会」に示される必要換気量の目安である10m³/分/1人以上を基準としたことによる。

(4) 材質はレジンコンクリートを採用

次世代型上部壁の材質は、耐腐食性、耐久性に優れるレジンコンクリートを採用する。重量は鉄筋コンクリート製のものと比べて約40%軽くなる。



図－3 次世代型上部壁(ツイン斜壁)

4. 次世代型マンホールふたおよび上部壁の性能

次世代型マンホールふたおよび上部壁の性能は、「下水道マンホール安全対策の手引き(案)、平成11年3月、社団法人日本下水道協会」に示されるマンホールふたに求められる広義の安全機能8項目を満足する。要求性能を満たすことの検証方法として信頼性設計の考え方を基礎とし、表-1に示す試験項目を定めた。

次世代型マンホールふたおよび上部壁の性能の検証方法について、次世代型マンホールふたはJSWAS G-4、次世代型上部壁はJSWAS A-11およびJSWAS K-10に規定される試験方法を基本とした。また、下水道協会規格に規定されていない試験方法については、関連基準類および既往製品の実態調査にもとづいて定めた。

表－１ 次世代型マンホールふたおよび上部壁の試験項目 一覧

性能	試験項目		摘要
耐スリップ	次世代型マンホールふた	滑り抵抗試験(初期性能, 限界性能)	G-4参考
がたつき防止	次世代型マンホールふた	交互荷重試験(初期性能)	
		輪荷重走行試験(限界性能)	
耐荷重(破損)	次世代型マンホールふた	荷重たわみ試験	G-4
		耐荷重試験	G-4
		発生応力度試験(初期性能, 限界性能)	
		材質試験(Yブロック, 実体切出し)	G-4
		軸方向耐圧試験	K-10
耐腐食	次世代型マンホールふた	腐食試験(Yブロック, 実体切出し)	
	次世代型上部壁	耐酸性試験	K-10
浮上・飛散防止	次世代型マンホールふた	圧力解放性能試験	G-4参考
		圧力解放時の部品強度確認試験(錠, ちょう番および浮上ロック)	G-4参考
		ふた浮上性能試験(浮上しる, 車両通行, 浮上後ふた段差)	
	次世代型上部壁	圧力解放時の部品強度確認試験(インサートナット引抜き強度)	
転落・落下防止	次世代型マンホールふた	転落防止装置耐揚圧荷重強さ試験	G-4附属
		転落防止装置耐荷重強さ試験	G-4附属
不法開放防止	次世代型マンホールふた	不法開放防止性確認試験	G-4
		施錠強度確認試験	
雨水流入防止	次世代型マンホールふた	雨水流入防止性能試験	
	次世代型上部壁	接合部の水密性試験	A-11・K-10
施工性能	次世代型マンホールふた	枠変形防止性確認試験	G-4参考
		傾斜施工試験	
維持管理作業性		維持管理作業性確認試験	

※G-4：JSWAS G-4の本文に準拠，G-4 参考：JSWAS G-4の参考資料を参照，G-4 附属：JSWAS G-4の附属書に準拠，K-10：JSWAS K-10の本文に準拠，A-11・K-10：JSWAS A-11，K-10の本文に準拠
参照欄の空欄は本マニュアルにて定める試験方法である。

(1) 耐スリップ

次世代型マンホールふたの初期状態および限界状態における湿潤時のふた表面動摩擦係数は、限界状態において0.45(濡れたアスファルトのすべり抵抗値と同等)以上を有する。また、初期状態における動摩擦係数は、長期間における動摩擦係数の減少を勘案した値である0.60以上を有する。

動摩擦係数の測定は、ASTM規格および「舗装性能評価法―必須および主要な性能指標の評価法編一、平成18年1月、社団法人日本道路協会」に準拠し、ふたの測定用に改良を行った摩擦抵抗測定試験機DFテストR85を用いて行った(図-4)。



図－４ 動摩擦係数測定状況(DF テスタ R85)

(2) がたつき防止

①初期状態の評価方法

ふたの両端に表-2に示すような所定の荷重を載荷した際、次世代型マンホールふたの揺動量は0.5mm以下である。(図-5)

表－２ 揺動量測定時の試験荷重

呼び	400	600		700
載荷面積	125mm×200mm	200mm×250mm		200mm×250mm
荷重仕様	T-25	T-14	T-25	T-25
試験荷重	35kN	40kN	70kN	70kN



図－５ 交互荷重試験

②限界状態の評価方法

100kN の輪荷重を、限界状態を想定した規定回数 50 万回まで、繰返し載荷した際、がたつき音の発生および急激な揺動量の増加がない(図－6)。



図－６ 輪荷重走行試験

(3) 耐荷重強さ

次世代型マンホールふたの耐荷重強さは、初期状態および限界状態において、各項目の規定値に適合する(表－3, 表－4, 図－7)。

表－３ 初期状態におけるふたの耐荷重強さ

項目	性能
たわみ, 残留たわみ	活荷重に衝撃係数 0.4 を加えた衝撃荷重に、安全率 1.5 を乗じた荷重を載荷した時のたわみ量が許容値以下であること。
破壊荷重	活荷重に衝撃係数 0.4 を加えた衝撃荷重に安全率 5 を乗じた荷重以下で割れやひび等の破壊がないこと。
発生応力度	活荷重に衝撃係数 0.4 を加えた荷重を載荷した時に発生する応力度が、ふたの材料の許容応力度 235N/mm ² 以下であること。

表－４ 限界状態におけるふたの耐荷重強さ

項目	性能
発生応力度	初期寸法から 1.0mm 減肉させた製品に、活荷重に衝撃係数 0.4 を加えた荷重を載荷した時に発生する応力度が、ふたの材料の耐力 420N/mm ² 以下であること。



図－７ 発生応力度測定方法

次世代型上部壁の耐荷重強さは、JSWAS K-10 の軸方向耐圧試験に準拠し、主要な構成部材を組合せた状態で 150kN の荷重に耐える。(図－8)



図－８ 軸方向耐圧試験

(4) 耐腐食

次世代型マンホールふたの材料は、単位時間におけるテストピースの腐食減肉量を規定しており、ふた材料 0.5 g 以下、枠材料 0.8 g 以下である。

次世代型上部壁の材料は、JSWAS K-10 に規定される耐酸性を有する。

(5) ふたの飛散防止

呼び 600 以上の次世代型マンホールふたは、0.1MPa 以下でマンホール内の圧力を解放できる性能を有する。また、次世代型マンホールふたのふたと枠を連結する部品は、各項目の規定値（表－5）に適合する（図－9，図－10）。

表－5 次世代型マンホールふたおよび上部壁の圧力解放時の部品強度

項目	性能	
耐揚圧荷重強度	ふた裏面からの荷重(圧力)が錠，ちょう番および浮上ロックに加わったとき，規定値の範囲で錠が先に破損し，ちょう番および浮上ロックが破損しないこと。	
耐揚圧衝撃強度	試験荷重を繰返し 10 回載荷後，空気圧縮による浮上現象を生じさせたときに，錠，ちょう番および浮上ロックに破損が生じないこと。	
インサートナット引抜き強度	呼び 400	※1 本あたり 19kN 以上
	呼び 600	※1 本あたり 36kN 以上
	呼び 700	※1 本あたり 49kN 以上
施錠性(傾斜設置)	圧力解放時は傾斜角度 12%においても確実に施錠状態であること。 ※一般的な道路勾配の最大は 12%(道路構造令)	



図－9 浮上試験機による圧力解放試験



図－10 インサートナット引抜き強度試験

(6) 転落・落下防止

転落防止装置の耐揚圧強度は，JSWAS G-4 附属書に準拠し，呼び 600 ふたの自動錠の上限強度 106kN から換算した圧力 0.38MPa 以上を有す

る。また，転落防止装置の荷重強さも JSWAS G-4 附属書に準拠し，人の体重を最大で 150kg と設定し，これに安全率 3 を乗じた 450kg 以上の強度を有する（図－11）。



図－11 転落防止装置耐荷重試験

(7) 不法開放防止

次世代型マンホールふたは，保安面を考慮して専用の開閉機器のみで開閉でき，バールやつるはし等の開閉機器以外の工具では，容易にふたが開かない（図－12）。



図－12 開閉機器以外の工具による開ふた確認状況

(8) 雨水流入防止

冠水することが考えられる場所等に設置する次世代型マンホールふたは，下水処理施設の能力に与える影響を最小限にとどめるため，雨水流入防止性能を有する。下水処理施設に許容される流入量は処理施設ごとによって異なるが，次世代型マンホールふたからの流入量は 100ml/min 以下である。また，次世代型上部壁とマンホール直壁等の接合部の水密性の確認は，JSWAS A-11，K-10 に準じて試験を行っており，水圧 0.1MPa において接合部からの漏水はない（図－13）。

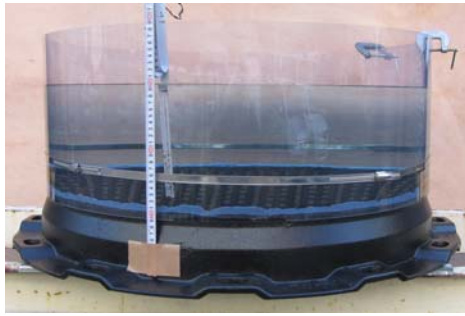


図-13 雨水流入試験状況

3.3 開閉機器ガイドライン（案）

(1) 災害時の広域支援活動における対応策

現在使用されている開閉機器は、多種多様な先端形状を有しており、災害時の広域支援活動に支障をきたしている。多くの自治体が開閉機器の統一化を望んでいるが、多大な費用の発生やセキュリティの低下等の課題があるため、統一化へ向けた動きを行っている自治体は少ない。

このため、災害時の広域支援活動における対応策として、先端取替式の開閉機器を各自治体が備蓄する方法を提案した(図-14)。



図-14 先端取替式開閉機器の例

(2) 開閉機器の望ましい操作範囲

開閉機器の操作時の状態は、以下の範囲になるよう設定することが望ましいことを人間工学にもとづいた評価を行い検証した(図-15)。

- ① 食込み力解除操作時の
開閉機器の角度：90 ～ 110°
- ② 食込み力解除用手握り部の
操作位置の地上高さ：60 ～ 80cm
- ③ ふたとの接合部から開閉操作用
手握り部までの長さ：60cm

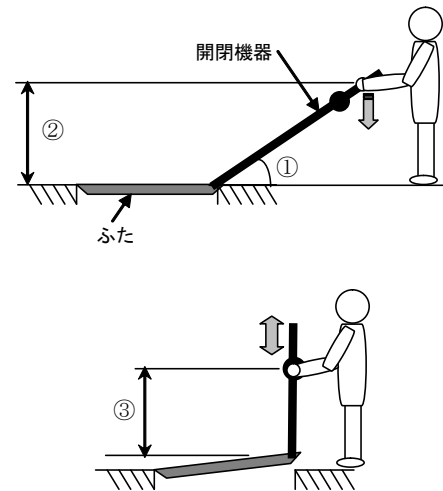


図-15 開閉機器の望ましい操作範囲

5. まとめ

本マニュアルは、次世代型マンホールふたおよび上部壁の概要、適用範囲、構造および特徴等について説明し、期待できる導入効果を示した。また、これらの性能を明確にしたうえで、次世代型マンホールふたおよび上部壁を採用する場合の計画、設計、施工、維持管理に係わる技術的事項や手順を記載し、技術マニュアルとして取りまとめた。また、技術マニュアルに加え、開閉機器のガイドライン（案）もとりまとめており、災害時の広域支援活動における対応策および望ましい開閉機器の形状を提案した。

今後、本技術マニュアルの適切な利用が図られ、次世代型マンホールふたおよび上部壁の普及と発展に役立てられることを願うとともに、開閉機器の統一に向けた検討の一助になれば幸いである。

