

下水道マンホールふたの調査・診断・更新に関する研究

研究第二部 研究員

田村 司郎



1 はじめに

マンホールふたは、管路施設の中でも唯一道路上に設置され、下水道管路施設と道路の性能・機能をあわせ持つことが求められる重要な施設である。

近年、ふた表面の摩耗によるスリップ事故や、集中豪雨によるふたの飛散等が数多く報告されているが、マンホールふたに関しては、下水道台帳で施設情報の記載が求められていなかったこと、維持管理に関する履歴情報を蓄積してこなかったこと、また、地方公共団体の厳しい財政状況も相まって、対処療法的な維持管理とならざるを得なかった。

厳しい財政状況の下、マンホールふたにおいても、日常生活や社会活動に重大な影響が及ぶような事故発生や機能停止は許されない。マンホールふたが果たす役割は、ますます重要かつ多岐にわたることから、中長期的な視点を踏まえつつ、ストックマネジメント手法を用いた計画的な維持管理が必要と考える。

2 研究目的

本研究は、マンホールふたの予防保全的な維持管理のために、性能劣化および機能不足によるリスクを評価する手法や、巡視、点検・調査から改築までの流れ、および事業実施の優先順位の考え方を示し、地方公共団体における効率的なマンホールふたの維持管理計画、改築計画（長寿命化計画）の策定に資することを目的とする。

3 研究成果

3-1 マンホールふたの維持管理計画策定

改築も含めたマンホールふたの維持管理は、マンホールふたが有する性能や機能を持続的に発揮できるよう、ストックマネジメント手法を踏まえた維持管理計画を策定する必要がある。維持管理計画は、マンホールふたのみならず、管路施設全体で捉えて策定することが重要である。この維持管理計画のもと、長寿命化支援制度を活用した改築計画を策定する。ストックマネジメント手法を踏まえたマンホールふたの維持管理計画策定にあたっては、以下の事項に留意する。

- (1) 時間軸による段階的なマネジメントの必要性
- (2) リスクの検討
- (3) マンホールふたの各種情報のデータベース化
- (4) 評価と見直し (PDCAサイクルによる継続的な改善)

3-2 維持管理の実施手順

ストックマネジメント手法を踏まえたマンホールふたの維持管理の実施手順は、大きく全体の維持管理計画と、個別の改築計画と、これを支援する維持管理データベースの構築からなる。図-1に本研究で検討したマンホールふた維持管理手順（案）を示す。

(1) 維持管理計画

1) 必要情報の収集・整理（現況把握）

ストックマネジメント手法を活用したマンホールふたの維持管理計画ならびに改築計画の策定は、必要情報の収集・整理（現況把握）が不可欠である。

2) 改築事業量の予測

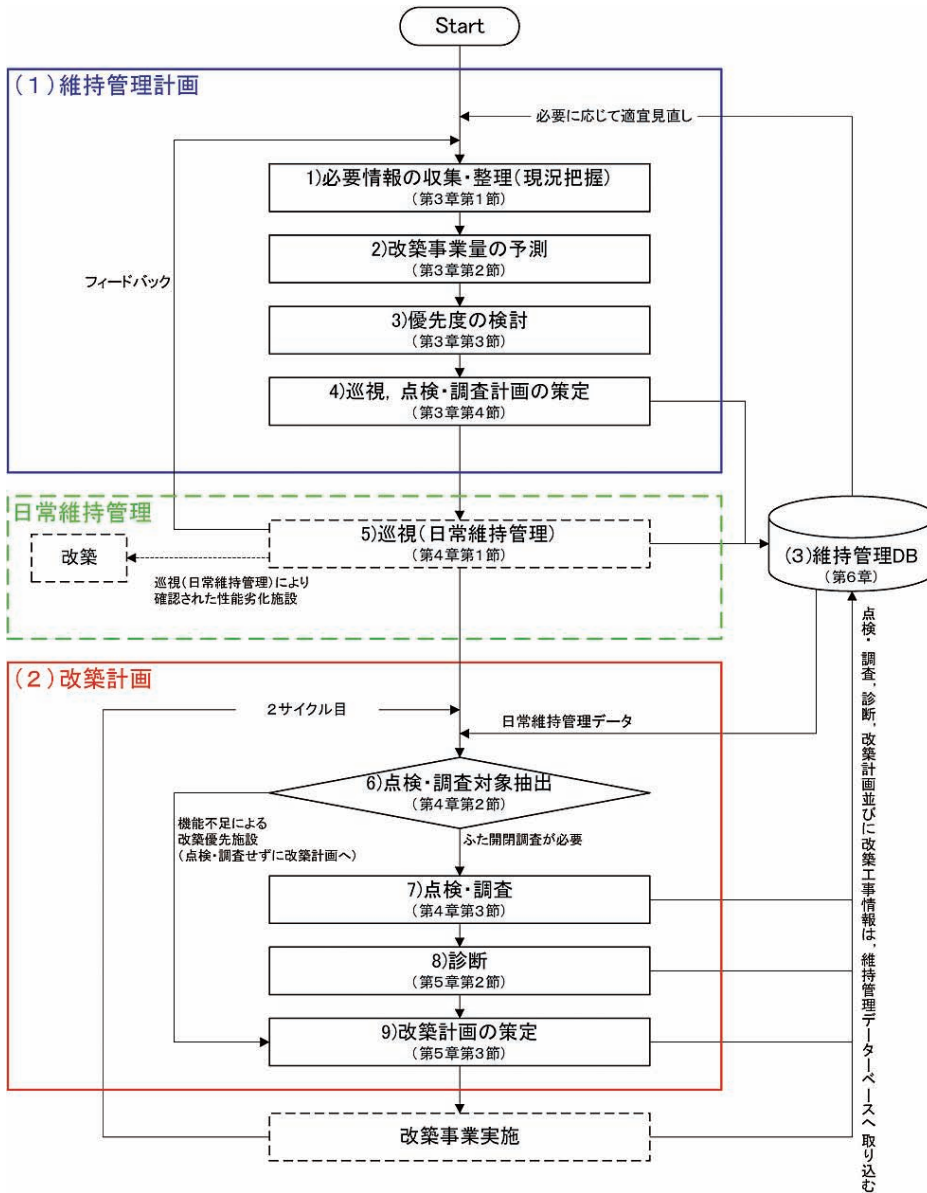


図-1 マンホールふたの維持管理手順 (案)

マンホールふたの性能劣化の程度を踏まえたうえで、ストックマネジメントの視点から、今後の改築事業量がどの程度必要となるのかを中長期的に予測する。

3) 優先度の検討

マンホールふたに関するマクロ的な改築事業量予測では、改築が必要となる場所や時期を把握することはできず、これを探り当てるための巡視ならびに点検・調査が必要となる。巡視ならびに点検・調査の優先度設定にあたっては、リスク評価の視点を踏まえて検討を行う。

4) 巡視, 点検・調査計画の策定

マンホールふたの巡視, 点検・調査計画策定にあたっては、優先度検討結果や地域特性を踏まえたうえで、

適正な管理基準を定めることが重要である。管理基準はPDCAサイクルを通じて適宜改善していく必要がある。この管理基準を基に、予算制約や事業費の平準化等も考慮しながら、巡視, 点検・調査計画を立案する。

(2)改築計画

5) 点検・調査対象箇所の抽出
改築計画を策定するためには、対象区域内の現況把握結果や日常の巡視結果に基づき、マンホールふたの点検・調査が必要な箇所の抽出を行う。

老朽化したマンホールふたには、設置環境に応じて求められる性能・機能を満足していないものも数多く存在している。このようなふたは、点検・調査を実施するまでもなく、予防保全の観点からも改築が必要と判断されることから、設置年代を基に抽出するのも有効である。

6) マンホールふたの点検・調査

マンホールふたの点検・調査が必要と判断された施設について、

点検・調査を実施する。なお、点検・調査時にはマンホール本体も合わせて実施すると良い。

7) 診断

マンホールふたの点検・調査結果に基づき健全度評価を行い、性能劣化の程度、改築の必要性の要否および緊急性について診断を行う。

8) 改築計画の策定

マンホールふたの診断結果に基づき、改築計画を策定する。なお、改築計画は、下水道長寿命化支援制度の一環として管路施設と一体的に計画するのが一般的であるが、マンホールふたのみの計画としても良い。

(3)維持管理データベースの構築

維持管理データベースは、ストックマネジメントを支える最重要ツールであり、維持管理に際しては、マンホールふたの維持管理に関する各種情報を、登録・運用できる情報システムの構築が必要である。

4 優先度設定の考え方 (例)

マンホールふたの巡視、点検・調査計画の策定は、性能劣化や機能不足から想定されるリスクを基に優先度の評価を行う。リスクの大きさは、不具合の発生確率（不具合の起こりやすさ）と被害規模（事故による被害の大きさ）の組み合わせで評価する。

4-1 マンホールふたの不具合と発生確率

マンホールふたの不具合には、ふた裏リブの腐食進行による破損防止性能の低下、ふた表面の摩耗による耐スリップ性能（すべり抵抗）の低下、勾配面の摩耗進行によるがたつきなどがある。

①破損防止性能に関する劣化傾向

マンホールふたの破損防止性能の低下は、主にふた裏面の腐食により強度に影響するリブ厚や高さ等が減肉することによって生じる場合が多く、この関係について破損防止性能の劣化傾向を推定した。

本研究結果に基づくふた裏面の腐食速度に関する確率密度曲線を基に10%、20%、50%の信頼度における腐食速度を用いて腐食が限界量に達するのに要する年数を算定した。この年数を基準とした破損防止性能に関する優先度ランクの設定例を紹介する（表-1）。

表-1 破損防止性能に関する優先度ランクの設定 (例)

優先度 ランク	腐食環境下 における 設置後経過年	設定根拠
大 起 こ り 易 さ の 不 具 合	1 20年以上経過	塑性変形を生じる腐食量に達している可能性があるマンホールふたの割合が50%であるため、優先度を最も高く設定する。
	2 経過15年以上 20年未満	塑性変形を生じる腐食量に達している可能性があるマンホールふたの割合が20%であるため、優先度を2に設定する。
	3 経過10年以上 15年未満	塑性変形を生じる腐食量に達している可能性があるマンホールふたの割合が10%であるため、優先度を3に設定する。
小	4 経過10年未満	塑性変形を生じる腐食量に達している可能性があるマンホールふたの割合が10%未満であるため、優先度を最も低く設定する。

なお、今回設定したマンホールふたの腐食環境は、「下水道管路施設腐食対策の手引き（案）」平成14年5月(社)日本下水道協会（以下、「腐食対策の手引き」と言う）に記されている硫化水素の発生に起因する一般的なコンクリート腐食箇所と同様であったことから、優先度の簡易な設定手法として、「腐食対策の手引き」に記されているコンクリート腐食環境条件を参考に設定することも可能である（表-2）。

表-2 コンクリート腐食環境条件に基づく破損防止性能に関する優先度ランク設定 (例)

優先度 ランク	コンクリート腐食環境条件		
大 起 こ り 易 さ	1 I種	硫化水素(H2S)の発生要因近傍で、硫化水素ガスの滞留が多く、腐食が厳しい環境をさす。	平均H2S濃度: 50ppm以上
	2 II種	硫化水素(H2S)の発生要因に近傍し、硫化水素ガスの滞留があり、腐食速度が比較的遅い環境をさす。	平均H2S濃度: 10~50ppm
	3 III種	硫化水素(H2S)の発生要因に近傍しているが、硫化水素ガスの滞留は少なく、腐食速度が低い環境をさす。	平均H2S濃度: 10ppm未満
小	4 I・II・III種以外	-	-

②スリップ防止性能に関する劣化傾向

スリップ防止性能は、フィールド調査結果に基づくマンホールふたの設置環境とふた表面の摩耗速度を基に、①と同様に10%、20%、50%の信頼度における、摩耗速度を用いて蓋表面の摩耗量が限界量に達するのに要する年数を算定した（表-3）。

表-3 スリップ防止性能に関する優先度ランクの設定(例)

優先度 ランク	劣化環境下 における設置 後経過年数	標準環境下 における設置 後経過年数	設定根拠
大 起 こ り 易 さ	1 35年以上	55年以上	模様高さが3mm以下になっている可能性があるマンホールふたの割合が50%であるため、優先度を最も高く設定する。
	2 25年以上 35年未満	40年以上 55年未満	模様高さが3mm以下になっている可能性があるマンホールふたの割合が20%であるため、優先度を2に設定した。
	3 20年以上 25年未満	35年以上 40年未満	模様高さが3mm以下になっている可能性があるマンホールふたの割合が10%であるため、優先度を3に設定した。
小	4 20年未満	35年未満	模様高さが3mm以下になっている可能性があるマンホールふたの割合が10%未満であるため、優先度を最も低く設定する。

③がたつき防止性能に関する劣化傾向

がたつきが発生したマンホールふたは取り替えられていることも多く、本研究では有効なデータを得ることができなかった。

④浮上・飛散防止機能に関する機能不足箇所の傾向

マンホールふたの浮上・飛散の起こりやすさについて

は、性能劣化傾向と同様に発生箇所とその設置環境等の関係について統計的に解析し、発生確率を算定するのが望ましい。

本研究では、「安全対策の手引き（案）」に記されている条件を参考に、マンホールふたの浮上・飛散が起りやすいと想定される箇所について、アンケート調査を実施し、AHP法（階層化意志決定法）による優先度評価を行った（表-4）。

表-4 浮上・飛散が起りやすいと想定される箇所の優先度ランク設定（例）

優先度 ランク	設置環境	設定根拠
大 起り易さ 小	1 合流、分流雨水で、浮上・飛散が起りやすいと想定される箇所	AHP法によるマンホールふたの浮上・飛散が起りやすいと想定される箇所の重み係数算出結果を参考に設定した。
	2 分流污水で、浮上・飛散が起りやすいと想定される箇所	
	3 合流、分流雨水で、浮上・飛散が起りやすいと想定される箇所	上記設置環境以外においても、マンホールふたの浮上・飛散は発生する可能性があるため、ランク付けの対象とした。
	4 分流污水で、浮上・飛散が起りやすいと想定される箇所	排除方式別の優先度は、AHP法によるマンホールふたの浮上・飛散が起りやすいと想定される箇所の重み係数を参考に設定した。

4-2 不具合による被害規模

マンホールふたの不具合による被害規模は、維持管理情報や地域特性を考慮したうえで、想定されるリスクをもとに評価する項目（設置環境等）の設定を行い、ランク付けする必要がある。

本研究では、これらのリスクが発生した際に与える被害規模について、人的被害および車輛事故の観点を踏まえた以下の設置環境に対して、アンケート調査を実施し、AHP法による優先度評価を行った。

マンホールふたの不具合による被害規模が大きいと想定される箇所の優先度ランク設定例を紹介する（表

表-5 ふたの不具合による被害規模が大きいと想定される箇所の優先度ランク設定（例）

優先度 ランク	設置環境
大 事故による 被害規模	1 国・県道、主要地方道、都市計画道路等の主要な車道
	2 主要施設付近、通学路
	3 歩道
小	4 その他一般車道

—5)。

4-3 リスクマトリクスによる優先度設定

マンホールふたに関する「不具合の発生確率」と「不具合による被害規模」をもとにリスクマトリクスを作成し、評価を行う。「ストックマネジメントの手引き」を参考に作成した、破損防止性能に関するリスクマトリクスによる優先度設定例を示す（表-6）。

これらの優先度設定例は、今後のPDCAサイクルの実践により、適宜見直しが必要である。

表-6 破損防止性能に関するリスクマトリクス（例）

腐食環境下における 設置後経過年数	優先度							
	高	12	13	14	16			
20年以上	↑	4	8	10	15			
15年以上 20年未満	↑	2	5	9	11			
10年以上 15年未満	↑	1	3	6	7			
10年未満	低							
		低	→	→	→	→	→	高
		その他の 一般車道	歩道	主要施設付 近、通学路	国・県道、 都市計画道 路等の主要 な車道			

5 おわりに

本機構では平成23年1月から、日本グラウンドマンホール工業会、次世代型高品位グラウンドマンホール推進協会、オリジナル設計(株)、(株)三水コンサルタント、中日本建設コンサルタント(株)、(株)日水コンならびに本機構の7者の共同研究として、本研究を実施し、このたび技術マニュアルに取りまとめた。

本技術マニュアルは、マンホールふたの計画的な維持管理に関する考え方を、ストックマネジメントの考えを用いて整理を行ったものであり、計画的かつ総合的な見地からマンホールふたの維持管理における課題の整理と、対策の立案手法について取りまとめを行ったものである。