

下水道マンホール改築工法に求められる性能と課題

（株）ホープ ○熊谷 光記

日大生産工 佐藤 克己・森田 弘昭 日大名誉教授 阿部 忠

1. はじめに

下水道普及率が80%¹⁾を超えた現在、老朽化した施設の維持管理は、喫緊の課題である。マンホールは、上部から通過車両による活荷重や下水道特有の硫酸によるコンクリート腐食など過酷な条件下にある。また、人口減少に加え、節水型製品や機器の普及により、下水道料金収入の減少や土木技術職員の減少などで下水道経営の悪化が懸念され、限られた事業費で適切に維持管理していくストックマネジメントが下水道管理者に求められている。本研究は、マンホール改築工法、とりわけ更生工法を開発するにあたって、主に文献²⁾を参考に、基準書や要求性能について整理し、その課題について検討する。

2. 更生工法で準拠する基準

マンホールは、管きよ内を維持管理するために必要不可欠で、管きよへの唯一のアクセス施設である。作業員や機材の搬入口であることを考慮すると、安全性の高い構造でなければならない。このため、老朽化したマンホールを更生する場合は、新設マンホールと同等の性能が求められる。そこで、まず新設マンホールの設置基準・指針をTable. 1に、使用する材料の試験基準をTable. 2に示す。

一方、老朽化したマンホールを改築する際は、設計施工時と更生時の基準・仕様との差異を確認し、必要に応じた措置を講じる必要がある。また、改築が必要なマンホールは、コンクリー

ト腐食が進行している場合が多く、すなわち腐食しやすい環境下にあるため、防食に対する対策、さらには管理者が定めた長寿命化計画に沿った施設にするなど種々の検討を行う必要がある。これらの基準、マニュアルをTable. 3に示す。マンホールの長寿命化計画策定手順では、長期修繕・改築計画を立案し、マンホールの劣化度を診断し、対策が必要であれば、改築工法もしくは修繕工法、そしてLCC比較などを行い、更新、更生工法、防食工法の選定を行う。さらに更生工法は、自立・複合型マンホール更生工法のいずれが最適かを検討する。

3. 更生工法に要求される性能

マンホール更生工法への要求性能を自立型と複合型に分類してTable. 4に示す。両者の差異は、「既設マンホールとの一体化」であるが、

Table. 3 更生工法で準拠する技術資料

技術資料名	発刊年	発行者
下水道用マンホール改築・修繕工法に関する技術資料	2014年	機構
管きよ更生工法における設計・施工管理ガイドライン	2017年	協会
下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術及び防食技術マニュアル	2017年	JS
ストックマネジメント手法を踏まえた下水道長寿命化計画策定に関する手引き(案)	2013年	国交省

機構：「公益財団法人日本下水道新技術機構」の略
協会：「公益財団法人日本下水道協会」の略
JS：「地方共同法人日本下水道事業団」の略

Table. 1 マンホール設置基準書・指針

技術資料名	発刊年	発行者
下水道施設計画・設計指針と解説	2019年	協会
下水道維持管理指針	2014年	協会
下水道施設の耐震対策指針と解説	2014年	協会

協会：「公益財団法人日本下水道協会」の略

Table. 2 使用材料の試験方法と規格基準

マンホールの試験方法と規格基準	JSWAS	発刊年
下水道用鉄筋コンクリート製組立マンホール	A-11	2006
下水道硬質塩化ビニル管	K-1	2010
下水道用強化プラスチック複合管	K-2	2017
下水道用内挿用強化プラスチック複合管	K-16	2013

JSWAS：日本下水道協会規格

Table. 4 更生工法に要求される性能と規格基準

要求性能	更生工法		規格基準
	自立型	複合型	
耐荷性能	○	○	JSWAS A-11, JIS K7035, K7039, K7161, K7171, K7181
耐久性能	○	○	別表(Table. 5)
耐震性能	○	○	下水道施設の耐震対策指針と解説
水理性能	○	○	下水道施設計画・設計指針と解説
環境適用性能	○	○	環境対策基本法など
維持管理性能	○	○	下水道施設計画・設計指針と解説
既設マンホールとの一体化		○	腐食抑制技術及び防食技術マニュアル

Performance and Issues Required for Sewerage Manhole Renovation Methods

Mitsunori KUMAGAI, Katsumi SATO, Hiroaki MORITA and Tadashi ABE

Table. 5 要求される耐久性性能と規格基準

要求性能	規格基準
耐薬品性	JSWAS K-1, K-2, K-16
耐硫酸性	JSWAS K-2, K-16, JIS K7034
耐劣化性	JIS K7116
水密性	JSWAS K-2, K-16
耐摩耗性	考慮しない

これは複合型で施工したマンホールが下水道マンホールとして必要な耐荷性能を保持するために最も重要な事項が既設マンホールと更生材の一体化であり、一体化することによって作用する土圧、活荷重、地震時荷重などの外力に対応できるためである。また、耐久性性能は、自立型、複合型ともに求められ、同一の性能である。これをTable. 5に示す。

耐荷性能については、自立型は更生材のみで耐荷性能を照査、確認するが、複合型は既設マンホールの残存強度と更生材が一体となって耐荷性能を構造計算、試験による確認を行う必要がある。具体的照査、確認方法は、自立型は水平ならびに鉛直方向荷重に対して構造計算および試験による照査を実施し、JSWAS A-11による外圧試験を行い、側方および鉛直方向の破壊荷重値が規格値以上であることを確認する。一方の複合型は、限界状態設計法による強度確認を行い、既設マンホールの残存耐荷力評価を反映して複合型の終局耐荷力を評価、そしてJSWAS A-11による外圧試験を行い、破壊荷重規格値以上であること、さらに充てん材が硬化収縮することなく既設マンホールとの付着力と充てん材自体の圧縮強度が設計値以上に発現できていることを確認する点が自立型との相違点である。

環境適用性能には、施工時に要求される騒音、振動、大気汚染、臭気対策などがある。特に更生工法に使用する種々の接着剤の原料である化学物質が気化して、それが管きよから宅内排水管を伝わって家屋内に侵入し、住民から頭痛や吐き気といった身体的苦痛が報告される事例がある。これは、施工中のみならず、施工後ある程度時間が経過してもマンホール内の高温多湿が原因で気化することもあり、注意が必要である。このため、工法を開発するにあたっては、人体に影響のある化学物質の使用は避けるなどの安全性への配慮が必要である。

マンホールは、元来、形状や内寸法、そしてそれらの用途が定められている³⁾。しかしながら、劣化したマンホールを更生する場合は、当初の断面を確保できない場合が多い。これは、既設マンホールの劣化や腐食した部位をはつ

り処理するものの、補強する更生材や充てん材の増厚量の方が大きいからである。このため、維持管理性能は、更生後に断面が減少したマンホール内空間においても、①ヒトや機材の昇降②管路の清掃・浚渫作業③テレビカメラ機器の挿入④管きよの更生作業、などが確実に実行できるかといった性能であり、この性能が保持できない場合は、上下流マンホールにその機能や役割を分担できないかなどを検討して維持管理に支障がないことを下水道システム全体で検証する必要がある。

改築が必要と診断されたマンホールは、耐荷性能もしくは耐硫酸性能に問題があったものが多い。耐荷性能については、占用する道路の形状や等級が変わり、設計時に考慮していなかった土圧や活荷重が作用することによるコンクリート部材のクラックを伴う劣化が多い。一方の耐硫酸性能は、下水道施設内に発生する硫化水素ガスがコンクリート表面内に硫酸として結露してコンクリートを腐食させる下水道特有の腐食現象に対して求められる性能である。また、腐食によって改築が必要と診断されたマンホールは、腐食しやすい環境下にあるといえるため、改築後もより高い耐硫酸性能が求められる。このため、改築にあたっては、十分な防食層を形成できる材料や工法の選定が重要になる。

4. まとめ、今後の展望

マンホール更生工法を開発するにあたっては、既設マンホールの性能と同等もしくはそれ以上の性能が要求される。また、これらを確認するためには、多くの基準と試験によって証明する必要がある。さらに今後の下水量の減少による管きよ内の汚水の滞留などを考慮すると硫化水素が発生する箇所が増大することが推測できる。このため、更生工法を開発にあたっては、耐硫酸性能や耐荷性能をはじめ、多くの要求性能を十分に満たしながらもLCCが最小となる技術の開発が望まれる。

参考文献

- 1) (公財)日本下水道協会, 都道府県別の下水処理人口普及率,
<https://www.jswa.jp/sewage/qa/rate/#>
(参照2022-10-01)
- 2) (公財)日本下水道新技術機構, 下水道用マンホール改築・修繕工法に関する技術資料 -2014年12月-(2014)
- 3) (公財)日本下水道協会, 下水道施設計画・設計指針と解説 前編 -2019年版-(2019), pp. 320-324