G&U Ground and Underground
2019.Vol.10

発　行　2019年7月
発行人　山木　幸夫
発行所　株式会社 G&U技術研究センター
〒350-0164
埼玉県比企郡川島町大字吹塚 732-157
TEL：049-299-1028　FAX：049-299-1026
URL：http://www.gucenter.co.jp/

G&U技術研究センターは、埼玉県川越市の北側、埼玉県の中央部に位置する川島町（かわじままち）に拠点を置いており、都内からは車で2時間程度の場所にあります。

アクセス

川越駅、桶川駅、鴻巣駅から車で約30分、圏央道「川島IC」より車で約５分

G&U Vol.10 Ground and Underground

都市の安全と安心を科学する技術広報誌

G&U

Ground and Underground

2019
Vol.10

管路施設のJIS その最新動向

G&U技術研究センター

G&U技術研究センター

G&U

Ground and Underground

2019 Vol.10

表紙の写真提供：PIXTA

CONTENTS

Close UP

管路施設のJIS その最新動向

Part 1 蓋JISの改正 —JIS A 5506—
～路上の安全を担う マンホール蓋の内圧対策と維持管理

8 Interview
「JIS A 5506」改正のねらいとポイント
下水道用マンホール蓋の“ガイドライン”に—
日本大学 教授 森田 弘昭 氏

14 事業体から見た「JIS A 5506」の改正

16 世界最大級の気象情報会社 ウェザーニューズにお聞きする
集中豪雨に関する
近年の傾向と防災・減災に向けた取り組み

17 解説 路上の安全を担うマンホール蓋の性能
——「JIS A 5506」改正の技術的ポイント——

20 豪雨時における管路施設の内圧対策
——管路施設全体の耐圧力検討の必要性——

21 マンホール蓋の表面模様を刷新
——長寿命化と取り替え判定の効率化に向け——

Part 2 コンクリートと金属の腐食対策 —JIS A 7502—

22 下水道構造物のコンクリート腐食対策

24 管路施設における金属の腐食対策の最新動向
——マンホール蓋の腐食に関する研究——

Part 3 管きょとマンホール蓋の維持管理 —JIS A 7501—

26 管路における維持管理の最新動向
——維持管理時代における管路との付き合い方——

28 マンホール蓋の維持管理手法

32 マンホール蓋の維持管理事例
●栃木県足利市／埼玉県越谷市

Part 4 マンホール蓋に関する国の施策

34 Interview
マンホール蓋の計画的な維持管理に向けた国の支援
国土交通省 水管理・国土保全局 下水道部
下水道事業課 事業マネジメント推進室長 那須 基 氏

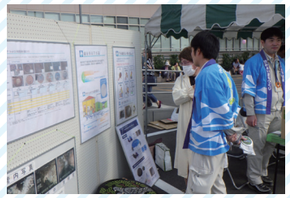
Prologue

2 公共空間に豊かさを添える鋳物照明柱
——構造物としての鋳物の可能性——

暮らしと鋳物

38 創業100年の鋳鉄メーカーが生んだ
「鋳物」のインテリアブランド
HinoLab M

40 G&Uインフォメーション



東京駅前の行幸通り。白御影石で舗装された中央の歩道の両端を、鋳物の歩道照明柱が彩る

Prologue

公共空間に豊かさを添える鋳物照明柱

――構造物としての鋳物の可能性――

行幸通り――東京駅丸の内駅前広場と皇居和田倉門を結ぶ、首都東京のシンボルロードです。イチョウ並木や白御影石で舗装された広い歩道が、復原された赤レンガ造りの東京駅舎から緑深い皇居の森へとまっすぐ伸び、厳粛で凛とした佇まいを醸し出しています。

陽が落ちると、この通りに明かりを届けるのが、車道や歩道に沿って立ち並ぶ、卓越したデザインの鋳物照明柱。この製造・設置にあたったのは、ヨシモトポール㈱というポール製品専門メーカーです。約30年前に初めて手がけた皇居周辺道路の照明柱を皮切りに、鋳鉄を活かした景観製品づくりにこだわり続けてきました。

同社の代表的な業績とともに、構造物としての鋳物の魅力やポテンシャルについて話を聞きました。

金属製品への大転換、そして景観事業へ

ヨシモトポール㈱（本社：東京都千代田区）は、おもに電力会社や通信会社向けのコンクリート柱のメーカーとして1961年に創業。しかし、昭和から平成への移行期、市場の先細りを見越して、主力をコンクリート製品から金属製品へと大胆に切り替えました。現在は、信号機や道路標識、道路照明や防災無線といった、公共インフラや情報分野などで利用される金属ポール製品をおもに扱う、ユニークな業態の会社です。

平成初期は、おりしもバブル景気の最盛期とあって、公共空間の景観づくりにニーズが高まっていました。その機運に着目し、工業量産品の製造に加えて、新たな市場として狙ったのが、デザイン性の高い照明柱などのストリートファニチャーによる景観事業です。

そして、金属ポールメーカーとして初めて本格的に取り組んだ景観事業が、当時の皇太子殿下（現天皇陛下）のご成婚記念パレード（1993年）を控えて行われた、皇居周辺道路の景観整備事業です。皇居を囲むパレードの経路沿いに、鋳物の歩道照明柱など計230本を製作・納入しました。これを契機に同社は、鋳鉄を駆使したデザイン製品を武器として、積極的に景観事業を展開するようになります。

「会社全体でみれば、景観事業はごく一部に過ぎません。しかし、そのごく一部が社会的には非常に大きな部分を占めているし、当社が最も得意とする分野でもあると自負しています」と、同社取締役・技術部長の北村仁司さんは話します。

鋳鉄の柔軟な造形性を活かしたデザイン

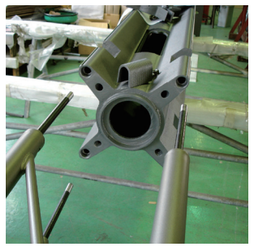
鋳造は自動車部品やマンホール鉄蓋など、「塊」的な形状のものを製造するのに非常に適している反面、数mという中空のポールをミリ単位の厚さでつくるには、きわめて不向きな方法です。鋳型に溶湯をムラなく行き渡らせるだけでも大変ですし、少しでも肉厚が不均等になると、冷え固まる時間にも差が出ますから、成型品はバナナのように曲がります。

しかし、同社はこの約30年間、数々の景観事業を手がけ、試行錯誤を繰り返す中で、その特殊な技術を確かなものに磨き上げてきました。同時にその過程で、鋳鉄の素材としての魅力や可能性を再認識し、ものづくりの幅をますます拡げていったのです。

たとえば、2004年から行われた四谷・新宿通りプロジェクト（東京都新宿区）で、同社が製作した高さ約12mの車道照明柱。下半分を鋳物、上半分をスチールで製作し、両者を接合して全体を完成させました。高い強度が求められるこれだけのスケールの構造物に鋳物を取り入れたのも、スチール部材との接合を行ったのも、初めての試みでした。

鋳物の下段柱の上端には、中央に丸穴が開いています。実はこの穴、初めは単なるデザインでしたが、内側の上面に作業口を設けて、この中で上段柱とボルトで緊結することを、設計段階で北村さんが考案。そのアイデアのおかげで、外にはボルトが露出せず、まるで上下段が一体構造に見えるよう接合できました。

▲四谷・新宿通りの車道照明柱。上：作業口を兼ねた丸穴のデザイン。下：鋳物とスチールをボルトで緊結



▲豊洲地区の車道照明柱。上：全高10mの外観。左下：上段柱と下段柱を４本の高強度ロッドで接合。右下：鋳鉄の柔軟な造形性が活かされた接合部のディテール

「こうした造形は鋼材の板金や溶接ではとても無理ですが、柔軟な造形性がある鋳鉄だからこそできることに気づきました。また、スチールともしっかり接合できたので、もっと大きな照明柱でもつくれる自信を持てたのです」

これとほぼ同時期に手がけた豊洲地区（東京都江東区）の車道照明柱（全高10m）も、鋳物の下段柱とスチールの上段柱の接合仕上げ。デザインは四谷・新宿通りの照明柱以上に複雑でしたが、こちらも鋳鉄の造形性を活かして高レベルの要求をクリアしました。上段柱の下端に突き出した４本の接続用ロッドを下段柱の穴で受けて、目立たない部分でボルト締めすることで、上下段を巧みに繋ぎ合わせています。

「このような接合の違和感がない仕上がりは、鋳物を使わなければ実現できません。これらの仕事の経験を境に、我々の景観製品づくりの技術も、デザインの

▲困難をきわめた行幸通りの車道照明柱の鋳造。
8.4mという長さから「傾斜鋳造」での製作となった

◀行幸通りの車道照明柱。灯具を含めると12mの長さ

レベルも一気に上がりました」

行幸通りにチーム力の集大成を

同社が手がけてきた数々の景観事業の中でも、代表的な業績に挙げられるのが、冒頭で触れた東京駅前・行幸通りの整備事業（2010～2012年）です。トータルデザインを託された検討委員会に、同社も構想段階から設計協力の形で関わり、デザイン事務所や設計コンサルタントなどとともに、東京の顔にふさわしい格調をたたえた空間づくりに向けて議論を重ねました。

「約30年前の皇居周辺整備では、『確かな素材と確かな技術で、確かなものづくりをしよう』と、大学の先生や専門家、デザイナーらとチームを組んで、初めての鋳物照明柱づくりに挑みました。この行幸通りの仕事も、委員会の座長からデザイナーまで同じ顔触れが揃い、『我々のチームの集大成にしよう。デザインも含め100年もつものをつくろう』と意気込んで取りかかりました」と、北村さんは振り返ります。

同社が第１期工事で製作を任された照明柱は、車道15本、歩道14本の計29本。高さ3.6mの歩道照明柱は難なく仕上がったものの、車道照明柱は鋳物の柱本体だけで約8.4m、上部の灯具を含めると12mを超える、かつて鋳造したことのない長尺物です。

「このものづくりチームが最初から一貫して守ってきたのは、鋳鉄という本物の材料を使って偽物はつくらないということ。だから、鋼管の構造材の表面を鋳鉄の化粧材で巻く『張りぼて』は絶対つくらないと決めていました。また、小分けにして鋳造しボルト接合する案も出ましたが、デザイン面や耐久性への影響も考え、設計担当だった私は最終的に『繋がない、一本物でいく』と決断したのです」

しかしながら、8.4mの柱の鋳造はやはり困難をきわめました。最初の試作では、金枠の継ぎ目から溶湯が漏れて工場が火事になりかけました。その後も、曲がりが出たり、表面が荒れたり、球状化せず強度が足りなかったり……。それでも、根気強く繰り返すうち、満足のいく仕上がりの柱を鋳造できるようになりました。

「最後には、デザイナーの要求以上のもの、自分でも納得のいく最高のものができました。こんな照明柱は日本のどこにも立っていないし、つくろうと思う人もいないでしょう」

皇居周辺にまた新しい灯り

同社では2018年度から、かつて設置した皇居周辺の鋳物照明柱の復元事業に取り組んでいます。既設照明柱のランプをLED化することで照度が落ちるため、まったく同じ形状の照明柱58本を新たに再現製造し、設置間隔が広い箇所に追加で据え付けて明るさを回復させるのが大きな目的です。

▲ヨシモトポール・
北村仁司取締役・技術部長

◀鋳鉄製品を含む標準製品カタログ
「PUBLIC FURNITURE」シリーズ

発注者（千代田区役所）からは、同社が保管してきた約30年前の木型を利用するよう要請されましたが、「木型は傷んでいるし、紛失した部品や図面もあります。また、鋳造の方法も今は大きく変わりましたから、当時の木型で同じ柱をつくるのはひと苦労でした」

それでも、新しい58本の照明柱は昨年度のうちに製作を無事終了。現在は現場での据付工事と並行して、既設照明柱の表面処理・再塗装などの修復作業も行っており、今年度中にすべての事業を終える予定です。

また、同社が培ってきたノウハウを活かした新たな展開として、機能性とデザイン性を併せ持った標準品（量産品）「PUBLIC FURNITUREシリーズ（パブリックファニチャーシリーズ）」の製品化にも乗り出したところです。

「まずは鋳鉄製の防護柵やボラード（車止め）をラインナップし、この春からカタログを配り始めましたが、すでに引き合いも多く、とても良い感触を得ています。新製品の開発とともに、鋳鉄とスチール部材を確かな強度をもって接合する新しい接合技術の開発も、引き続き鋳物メーカーさんと共同で行っています。もっと

皇居周辺の歩道照明柱▶

内容を充実させて普及を図っていきたい」と、言葉に力が込もります。

タイムレスな素材

同社が長年続けてきた、鋳鉄による景観製品づくり。そのこだわりの理由を訊ねると、「スチールと同等の強度がありながら、造形性だけでなく、耐久性も優れています。錆びに強く、何よりもエイジング（経年変化）がいい。塗装を塗り替えてでも、ずっとその場所で50年、100年と大切に使い続けてもらえる、そんなものづくりが叶う素材が鋳鉄だと私たちは考えています」と、北村さんは強調します。

さらに、「人が触れた時の風合いもとても優しく、日本人がロウソクの行燈の灯りにふと感じ取るものがあるように、鋳鉄も何か過去からのメッセージを発信する、タイムレスな素材だと思います。だからこそ、人が集まる場所に鋳鉄があることで、空間は豊かになります。また、昔の鋳物職人の知恵や工夫に学んで、今の私たちが再び、新しい技術として挑戦することもあります。そういう面でもタイムレスな素材。この仕事をすればするほど、鋳鉄の懐の深さを感じます」

◉

平成から令和へ――。時代は移り変わっても、皇居周辺を、行幸通りを行き交う人々の足元を、鋳物照明柱が放つ柔らかな光が、これからも絶えることなく、明るく照らし続けます。

CONTENTS

Part 1 蓋JISの改正 —JIS A 5506—
〜路上の安全を担うマンホール蓋の内圧対策と維持管理

Interview
「JIS A 5506」改正のねらいとポイント
下水道用マンホール蓋の“ガイドライン”に—
日本大学 教授　森田 弘昭氏

事業体から見た「JIS A 5506」の改正

世界最大級の気象情報会社 ウェザーニューズにお聞きする
集中豪雨に関する近年の傾向と防災・減災に向けた取り組み

解説　路上の安全を担うマンホール蓋の性能
——「JIS A 5506」改正の技術的ポイント——

豪雨時における管路施設の内圧対策
——管路施設全体の耐圧力検討の必要性——

マンホール蓋の表面模様を刷新
——長寿命化と取り替え判定の効率化に向け——

Part 2 コンクリートと金属の腐食対策 —JIS A 7502—

下水道構造物のコンクリート腐食対策

管路施設における金属の腐食対策の最新動向
——マンホール蓋の腐食に関する研究——

Part 3 管きょとマンホール蓋の維持管理 —JIS A 7501—

管路における維持管理の最新動向
——維持管理時代における管路との付き合い方——

マンホール蓋の維持管理手法

マンホール蓋の維持管理事例（栃木県足利市/埼玉県越谷市）

Part 4 マンホール蓋に関する国の施策

Interview
マンホール蓋の計画的な維持管理に向けた国の支援
国土交通省 水管理・国土保全局 下水道部
下水道事業課 事業マネジメント推進室長　那須 基氏

Close UP
クローズアップ

管路施設のJIS その最新動向

社会インフラは整備促進の時代から
本格的な維持管理の時代へと移行しつつあり、
持続可能な事業運営に向けて
ストックマネジメントの実施が求められています。
豪雨や地震といった自然災害の発生リスクに対する
防災・減災へ向けた対策も不可欠です。
本章では、マンホール蓋を中心に
下水道施設に求められる安全性や維持管理、対策の考え方について、
下水道に関するJISの最新動向や
今後の課題を交えて紹介するとともに、
マネジメントを促進するための
国の技術的・財政的支援についてもご紹介します。

「JIS A 5506」改正のねらいとポイント

下水道用マンホール蓋の“ガイドライン”に――

森田 弘昭 氏
日本大学 生産工学部 土木工学科
教授／工学博士

PROFILE【もりた・ひろあき】
1983年東北大学土木工学科修士課程修了、同年建設省（当時）入省。岡山県下水道課長、国土交通省都市・地域整備局下水道部下水道事業課町村下水道対策官、熊本市副市長、㈶下水道新技術推進機構研究第一部長、国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究官などの要職を歴任。2015年より現職。（一社）日本非開削技術協会の会長も務める。

昨年12月20日、「JIS A 5506」（下水道用マンホール蓋＝以下、蓋JIS）の7回目の改正が行われました。

23年ぶりの抜本的な改正となった今回は、近年の気候変動に伴う集中豪雨の頻発や社会の安全性向上に対する要請を踏まえ、マンホール蓋の種類や性能が見直されています。

蓋JISの原案作成委員会で委員長を務めた日本大学生産工学部の森田弘昭教授に、今回の改正のねらいやポイントなどをお聞きしました。

Interview

社会情勢の変化に応じ、強度や構造を改良 道路の一部として性能を向上させてきた

――まずは蓋JISのこれまでの改正の経緯やポイントについて、ご説明をお願いします。

蓋JISがたどってきた経緯は、下水道の歴史とリンクしています。制定された1958年は普及率がほんの数％だった時代で、1970年ごろから下水道の予算が大きく伸び、整備が急速に進みました。しかし、日本の経済活動が活発化する中では、交通量が増えたり車が大型化したりし、マンホール蓋の性能が追いつかなくなることがありました。蓋の材質には当初、ねずみ鋳鉄と鉄筋コンクリートが規定されていましたが、こうした背景から1972年の初めての改正では、より軽くて丈夫な「球状黒鉛鋳鉄」が追加されています。

下水道は、インフラの中でも一番遅く整備された施設です。水道と比べても10年、15年遅れています。インフラがまだ普及していなかった時代では、できただけで喜ばれていましたが、“最後のインフラ”である下水道に対しては、人々の要望が大きくなっていました。「下水処理場の臭いが気になる」「音がうるさい」など、いろいろな声があり、対応が求められる社会情勢になっていたのです。マンホール蓋に関しても車両走行時の騒音の問題などがあったことから、がたつき防止が可能な「勾配受け構造」が開発され、1987年の改正で規格化されています。

1995年には、道路の基準が変わったことを受け、最大荷重が20tから25tに改正されています。マンホール蓋は道路の一部でもあるため、道路の品質が良くなっていったことにあわせ、性能を向上させてきました。

豪雨時の安全対策に向け、製品規格を改正 施工、設置、維持管理に関する「附属書」も

――今回の改正のねらいをお教えください。

マンホール蓋は、社会情勢の変化や時代の要請に応じて、強度や構造を改良してきました。これに加えて近年は、地球温暖化に伴い多発している集中豪雨への対応が求められています。

豪雨が発生して雨が管路内へ一気に流れ込むと、マンホールの内圧が高まり、蓋の飛散につながることがあります。過去には蓋が外れたことでマンホール内に人が転落し亡くなるという、痛ましい事故も起きました。このため2005年には、日本下水道協会の規格「下水道用鋳鉄製マンホールふた」（JSWAS G-4、1997年制定）が改正され、「圧力解放耐揚圧性」や「転落防止装置」といったマンホールの内圧への安全対策が追加されています。

豪雨への対応が実質的には進められている一方で、蓋JISはこうした動きに追いついていなかった面がありました。近年の気候変動や社会の安全性向上に対する要請に応えるため、今回は「JSWAS G-4（2009）」の内容を反映させ、マンホール蓋の種類や性能といった製品規格を改正しています。また蓋の安全性能を長期に維持できるよう、施工要領、設置要領、維持管理要領を「附属書」として示したこともポイントです。

■「JIS A 5506」改正のポイント

目　的	主な改正内容
頻発する集中豪雨に対する安全性の普及促進を図る	「圧力解放耐揚圧性」と「転落防止性」を追加 内圧安全性能の不足からコンクリート蓋は削除
実際の使用における安全性と使用性の長期維持を促す	附属書で蓋の「施工要領」「設置要領」「維持管理要領」を示す
性能規定への動きに配慮する	蓋および枠の付図上で詳細な形状や寸法を排除 （表面模様は「凹凸模様」とだけ表記）
国外から品質の低い蓋が流入することを防ぐ	我が国の設置環境において、 蓋に要求される性能を国外に対して適切に示す

「圧力解放耐揚圧性」や「転落防止性」を追加
内圧安全性能の不足からコンクリート蓋は削除

――製品規格の改正とはどのような内容ですか。

豪雨時にマンホールからの空気圧や水圧を解放する「圧力解放耐揚圧性」、蓋が飛散した際のフェールセーフ機能としてマンホール内へ人が転落するのを防止する「転落防止性」を追加したことが大きな点です。また、マンホール蓋の開け閉めのしやすさを規定した「開閉操作性」、専用工具以外で容易に蓋を開放できないようにする「不法開放防止性」も追加しました。

今回の改正には、日本の設置環境で要求されるマンホール蓋の性能を海外に示すというねらいもありました。海外から日本に品質の低い蓋が流入するようなことになれば、国内での事故の発生につながりかねません。日本の基準をしっかりと周知していく必要があると考えています。

――蓋の「種類」も見直されたと聞いています。

さきほどお話ししたようにマンホール蓋の材料には、当初はねずみ鋳鉄と鉄筋コンクリートが使われ、その後、球状黒鉛鋳鉄が加わりました。しかし鉄筋コンクリートは、今回の改正の大きな目的である豪雨時のマンホールの内圧に対する安全性を持っていません。メーカー側としても今後、内圧安全性能を付加できないということから、蓋JISで規定している蓋の種類からは削除しました。ただし、すぐに使うのをやめてください、ということではありません。蓋JISで求める性能は満たせないため、あくまでこの規格からは外すということです。

マンホール蓋の種類に関連して、性能試験で採用する荷重強さも見直しました。従来規定していた「T-25」（25t車両に対応）に、大型車の通行の少ない道路や歩道用として普及している「T-14」の荷重区分を新たに加えています。従来、荷重の単位はkN（キロニュートン）で表していましたが、日本下水道協会の「JSWAS G-4」と同様、T荷重で示すこととしました。

性能規定に準じ、蓋の表面模様は削除
スリップ防止性能の規格化は今後の課題

――蓋の表面模様の図示についてはいかがでしょうか。

JISの付図上で示していたマンホール蓋の表面模様については従来の“一般的”な模様は削除し、「凹凸模様」とだけ表記することにしました。規格に模様例を示してしまうと、どうしてもそれに習えとなってしまいます。最近はデザインマンホール蓋が普及しているほか、蓋表面にスリップ防止性能がある蓋の導入も進んでいます。このため模様例を提示することは適切でないと判断しました。目立たない改正点かもしれませんが、世の中の趨勢として性能規定が主流になっているため、そうしたものに準じたという意味合いがあります。

――改正されたJISで「懸案事項」として記載された今後の課題についてお聞かせください。

マンホール蓋は道路の一部ですが、材質的には明らかに異なります。このため、特に雨が降った際はスリップの危険性があり、蓋は路面と同等のスリップ防止性能が必要です。スリップ防止性能については、かねてから基準を決めるべきではないかという話があり、今回の改正でも委員から要望が挙がりました。しかし、蓋の滑り抵抗の基準値や計測方法については、統一的に規定するに至っていないというのが現状です。これを踏まえ、スリップ防止性能の規格化については、次回改正以降の課題としています。

蓋の選定から管理までできる“ガイドライン”
現状追認型ではなく、踏み込んだ内容に

――製品規格の改正に加えて附属書を示したのは、どういった意図があるのでしょうか。

インフラが普及し、あたりまえのものになった今では、国民の評価が厳しくなっています。マンホールの蓋をつくりました、強度はこのぐらいあります、だけでは納得してもらえません。たとえば歩道にはこういうもの、車道にはこういうもの、雨がたくさん降るところにはまた違うものを設置しますといった具合に、適材適所での蓋の選定を示していく必要があります。

一方で、インフラが出来上がると残念なことに従事する人が減り、事業体の技術力は落ちていきます。事業体によっては、どのマンホール蓋をどういう風に設置すればいいのか、わからなくなるところも出てくるでしょう。一般的にJISは製品規格です。しかし今回の改正では、こうした状況を踏まえる必要がありました。これを見たら適切な蓋の選定から維持管理までができる、“ガイドライン”のようなものにしたかったという意図を持っていました。長く健全に使ってもらうことが最終目的であり、時代のニーズでもあるので、蓋JISが教科書的な役割を果たせるよう、丁寧に附属書をつくっています。

――附属書の内容をお教えください。

施工要領では、マンホール蓋の施工で必要な要件をまとめました。蓋のがたつき防止に向け、枠とマンホール上部壁とのボルト緊結や「無収縮流動性モルタル」を使用して調整部を施工することの重要性を示しています。マンホール上部壁とのボルト緊結ではナットを強く締め付けた場合、枠が変形し、がたつきが発生してしまうため、変形に留意した部材を使うことも明記しています。調整部施工では、道路面と蓋の高さを均一にするための充填剤に、流動性が高く硬化後に収縮しない「無収縮流動性モルタル」を使うことも示しました。この施工方法は、施工者の技術により出来栄えが左右されないため、施工品質の均一化が図れます。

設置要領では、設置する環境に適したマンホール蓋の選定方法を整理しました。どこにどんな蓋を設置すればよいのか事業体が迷わないよう、防水蓋、耐圧蓋、格子蓋、滑り防止蓋、防食蓋、除雪車対応蓋など、設置環境ごとに体系的にまとめています。

マンホール蓋の点検は画一的に行うのではなく、たとえば重要道路の蓋や腐食しやすい環境にある蓋は短い周期で実施するなど、設置環境や施設環境を考慮した対応が必要です。また、改築判定がなされた際には設置環境に適したマンホール蓋へ取り替える必要がありますが、あらかじめ設置要領の設定例を準備しておくことで適切な対策が可能になります。維持管理要領では、こうした点検頻度の設定例や、蓋の損傷劣化や機能不足の確認項目・判定基準などを示しています。なお、計画的な蓋の維持管理に関するノウハウについては、日本下水道新技術機構が発刊する「下水道用マンホールふたの計画的な維持管理と改築に関する技術マニュアル（2012年３月）に掲載されています。

――附属書でこうした要領を示すことについては、JISの原案作成委員会でも議論があったと伺いました。

JISは基本的に製品規格のため、施工や維持管理などの方法まで示す必要性については意見がありました。また日本規格協会やJISを管轄する経済産業省からも、少し違和感があるという話がありました。しかしこうしたかたちで改正を行うことは、ひいては国民のためになるはずです。製品の性能を担保し維持していくためにも現状追認型の改正ではなく、もっと踏み込んだ内容にしようということが、最終的には原案作成委員会の総意になりました。

おそらく他にあまり例のない建て付けのJISになり、画期的だったと思います。前例がなかったからこそ、規格協会や経産省から意見があったのでしょう。土木分野の材料系の規格では、同じようなかたちを望むところがあるかもしれません。改正された蓋JISがある意味ではトップランナーになり、他の規格の見本になってくれればとも思っています。

――ありがとうございました。

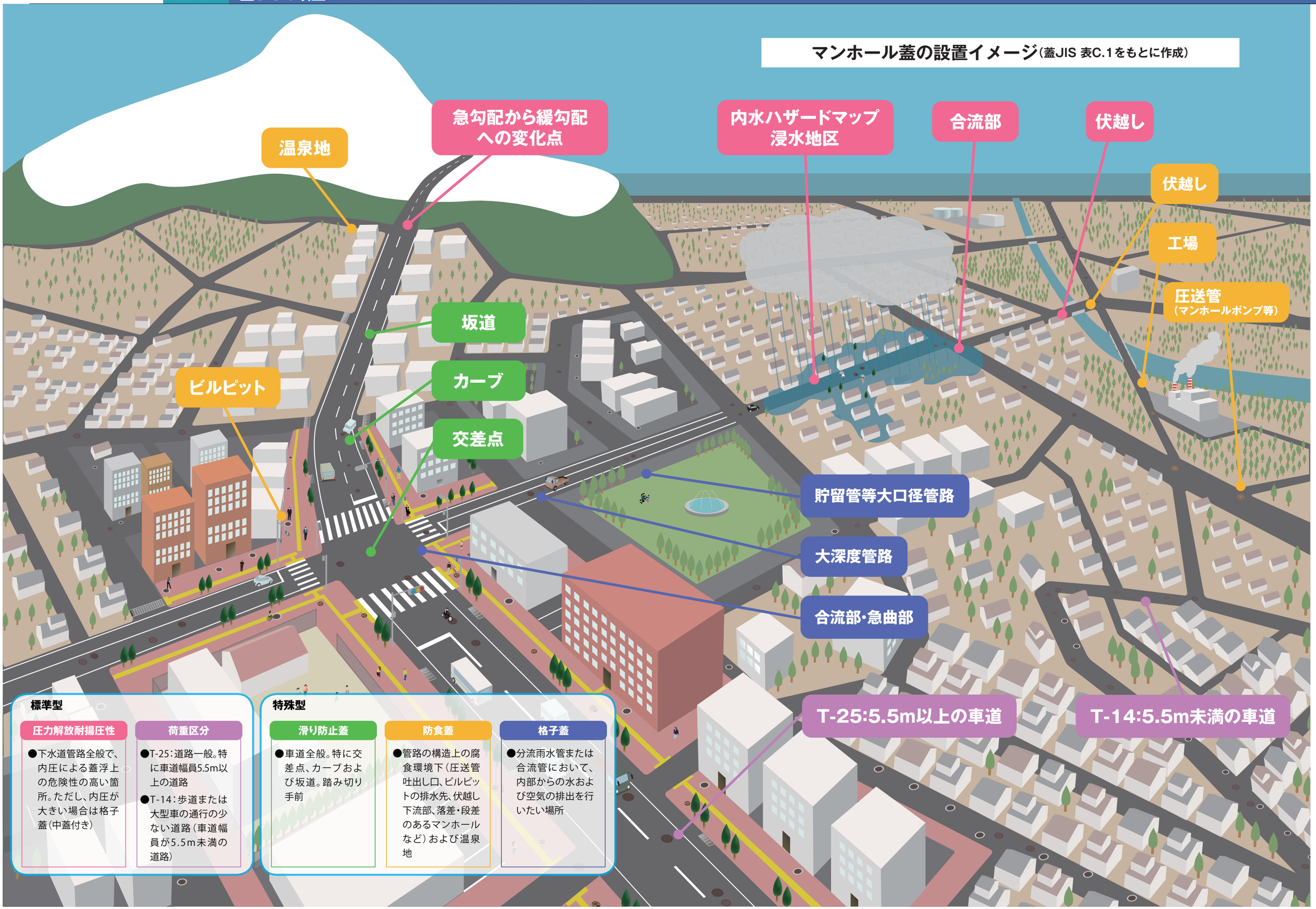
■ マンホール蓋の種類

区分	種類		
標準型	荷重区分	T-25	
		T-14	
	付加性能	不法解放防止性	
		内圧安全性	圧力解放耐揚圧性
			転落防止性
特殊型	防水蓋		
	耐圧蓋		
	格子蓋（中蓋付き）		
	滑り防止蓋		
	防食蓋		
	除雪車対応蓋		

◎マンホール蓋の設置イメージを次ページに掲載

Interview

マンホール蓋の設置イメージ（蓋JIS 表C.1をもとに作成）



標準型

圧力解放耐揚圧性

●下水道管路全般で、内圧による蓋浮上の危険性の高い箇所。ただし、内圧が大きい場合は格子蓋（中蓋付き）

荷重区分

●T-25：道路一般。特に車道幅員5.5m以上の道路

●T-14：歩道または大型車の通行の少ない道路（車道幅員が5.5m未満の道路）

特殊型

滑り防止蓋

●車道全般。特に交差点、カーブおよび坂道。踏み切り手前

防食蓋

●管路の構造上の腐食環境下（圧送管吐出し口、ビルピットの排水先、伏越し下流部、落差・段差のあるマンホールなど）および温泉地

格子蓋

●分流雨水管または合流管において、内部からの水および空気の排出を行いたい場所

事業体から見た「JIS A 5506」の改正

マンホール蓋の豪雨対策や計画的な維持管理の推進などを図るため、昨年12月に改正された「JIS A 5506」（下水道用マンホール蓋＝以下、蓋JIS）。今回の改正は事業体にとって、どのような意味を持つのでしょうか。蓋JIS改正の原案作成委員会に委員として参加した横浜市環境創造局の竹内徹也下水道計画調整部長と、同局政策調整部の児玉吉広技術監理課担当係長※に、事業体から見た蓋JIS改正の意義をお話しいただくとともに、同市における管路施設の維持管理や浸水対策に関する最新の取り組みをご紹介いただきました。

※現：道路局課長補佐（河川部河川企画課担当係長）

追加された「圧力解放耐揚圧性」重要性が伝わる内容になった

蓋JISの原案作成委員会は、委員長の森田弘昭日本大学教授をはじめ、国や事業体、関連団体、企業で構成されました。使用者である事業体からは、東京都、横浜市、千葉市、さいたま市が参加。委員の一人である横浜市の竹内徹也下水道計画調整部長は、当時をこう振り返ります。

「マンホール蓋に関する規格は、日本下水道協会の『JSWAS G-4』（下水道用鋳鉄製マンホール蓋）が最も普及していました。そのため、事業体が混乱しないよう、まずは蓋JIS改正が『JSWAS G-4』の内容に逸脱しないことが大事だと考え、委員会でもその旨を発言しています」

今回の改正の大きなポイントは、“安全性の強化”です。1998年に高知市で発生した集中豪雨によりマンホール蓋が飛散し、マンホール内に人が転落して死亡する事故が起こりました。これを契機として、蓋の安全性の強化が一層求められるようになり、蓋JISの解説文にも、こうした経緯を踏まえていることが書かれています。

「マンホール蓋は適切な設置や管理がなされなければ、転落事故などを引き起こす危険性があります。こうしたことを使用者である事業体が、きちんと認識できる書きぶりになっていると思います」（同）

今回の改正では、豪雨によってマンホールの内圧が高まった際に、マンホール蓋を浮上させて排気や排水を行う「圧力解放耐揚圧性」が追加されています。かつては横浜市でも、豪雨の際に蓋が吹き飛ぶ危険な場面がたびたびありました。蓋の飛散に伴い路盤材の砕石や骨材が飛び散り、自動車に直撃する事故も発生したといいます。こうしたことを踏まえ同市は、取り替えや新設を行う蓋にはすべて圧力解放耐揚圧性を持ったものを採用しています。

「我々のような経験をすれば、非常に大事な性能だということを実感できると思いますが、そうでない事業体では難しい面があるかもしれません。蓋JISでは圧力解放耐揚圧性の意味や仕組みが明確に示されているため、蓋の飛散防止の重要性が伝わる内容になっていると思います」（同）

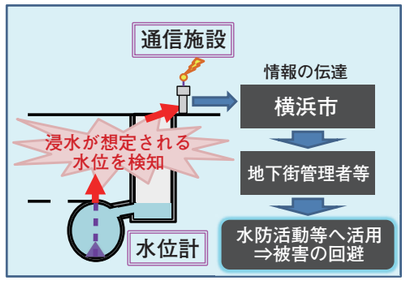
▼「圧力解放耐揚圧性」を持ったマンホール蓋。豪雨時におけるマンホールの内圧上昇の際には、蓋を浮上させて排気・排水を行う（横浜市内）

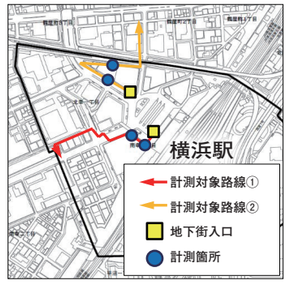
維持管理についても示されるストマネ観点の画期的な内容

蓋JISの附属書で「維持管理要領」が示され、維持管理の観点に「性能劣化」などが盛り込まれたことも、大きなポイントだと竹内部長は指摘します。維持管理要領には、性能劣化による確認項目と判定基準の設定例などが掲載されました。マンホール蓋の取り替えは道路の舗装工事に合わせて実施する場合や、地元住民から苦情等を受けて実施する場合など、周囲の状況に応じて行うケースが多く見受けられます。

「管路施設では、劣化予測を経て、適切な対策工法のシナリオを策定し、ライフサイクルコストの低減効果が高い保全対策を実施するというストックマネジメントの考え方が広まりつつあります。蓋JISでもこうした観点が盛り込まれたので、管路とあわせて、今後はそうした方向で進んでいくべきだと考えています」（同）

横浜市が取り組む「水位周知下水道」の概要





▲管きょ内の水位を計測する「マンホールアンテナ」

管きょの清掃・調査と蓋の情報収集同時実施で効率化を図る

総延長１万1900kmもの管きょが布設されている横浜市では、昭和40～50年代に急激に整備が進められました。そのため標準耐用年数50年を経過した管きょは現在、全体の約７％程度ですが、今後はこれが加速度的に増え、20年後には70％近くになります。本格的な再整備時期の到来を見据え、ストックマネジメントの考え方を取り入れた計画的・効率的な再整備が求められています。

そうした中、管きょ内の清掃とスクリーニング調査を一体的に行う新たな取り組みを2018年度に本格的に開始しました。清掃用ノズルの先端にカメラを取り付け、管きょ内を清掃しながら簡易的なTVカメラ調査を同時に実施するもので、経過年数の古い順に年間約1000kmの管きょを調査していく計画です。

「このスクリーニング調査にあわせて、マンホール蓋の種類等に関する情報収集にも着手しました。横浜市には約52万基の蓋が設置されていますが、年間約７万基の情報収集を計画しており、７～８年かけて完了させる目標です」と話すのは、児玉吉広政策調整部技術監理課担当係長です。

▲管きょの清掃・調査を一体的に実施

同市では既に、市内に設置されたマンホール蓋を種類・機能別に分類した「横浜市下水道歴代図面集」を作成しています。これをもとに、約52万基の蓋がどの種類・どの機能に該当するのかという基礎情報を把握し、今後の最適な維持管理・改築を考える上での参考にしたい考えです。

浸水対策はハード・ソフト両面で「マンホールアンテナ」の設置も

近年頻発する豪雨等を背景に、横浜市の下水道事業では、浸水対策も大きなテーマになっています。同市では、自然排水区域は時間降雨量約50mm対応（５年に１回の大雨）、人口や資産が集中する地盤の低い区域は同約60mm対応（10年に１回の大雨）を基本に、浸水被害を受けた区域を優先して雨水幹線等の整備を進めてきました。

加えて、大規模な再開発「エキサイトよこはま22」が進む横浜駅周辺地区については、時間降雨量74mm対応に引き上げ、雨水幹線やポンプ場を新設するハード対策だけでなく、減災の観点からソフト対策にも力を入れています。横浜駅西口では、下水道から雨水が溢れる前に地下街管理者等を通じて一般市民に情報提供を行う「水位周知下水道」の2020年度指定をめざし、取り組みを進めています。この取り組みでは浸水情報をいかに市民に伝えていくかが課題だといいます。

「浸水対策に限りませんが、下水道事業の効果が一般の方々にきちんと理解されていないように感じます。たとえばその地域に雨水貯留管がなければどこがどう浸水するかなど、わかりやすくお示しする方法などを検討しています」（竹内部長）

なお、水位周知下水道の取り組みでは、マンホール蓋も一役買っています。蓋に水位計を取り付け、管きょ内の水位を計測する「マンホールアンテナ」を採用し、横浜駅西口の４ヵ所に設置しました。管きょ内水位をリアルタイムかつ遠隔で監視できるため、豪雨発生時に適切な対応を促すことが期待されています。

▲横浜市・竹内徹也下水道計画調整部長（左）、児玉吉広技術監理課担当係長

世界最大級の気象情報会社ウェザーニューズにお聞きする

集中豪雨に関する近年の傾向と防災・減災に向けた取り組み

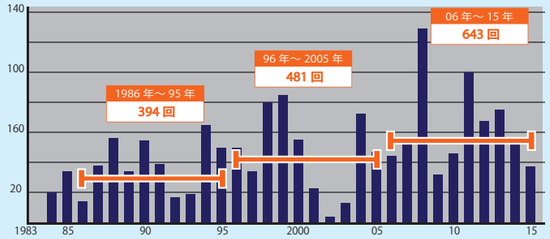
短時間大雨は長期的に増加傾向

気象庁は、数年に一度程度の短時間の大雨が発生した際に「記録的短時間大雨情報」を発表しています。近年の発生回数を10年単位の平均で見ると、1986～1995年は394回、1996～2005年は481回、2006～2015年は643回です。単年ごとではバラつきが見られますが、2006～2015年は1986～1995年の約1.6倍発生しており、長期的には増加傾向にあることがわかります。

記録的短時間大雨情報が発表された地点で懸念されるのは、様々な災害の発生です。１時間の雨量が50mm以上になると道路冠水や床下・地下の浸水が広範囲で始まり、内水氾濫や小さな土砂崩れ、マンホールからの水の噴き出しなどのリスクが急激に高まります。

“水害リスク”への備えを

世界最大級の気象情報会社であるウェザーニューズの調査では、2018年夏に「ゲリラ豪雨に遭遇した」と答えた人の割合は約半分。ゲリラ豪雨が帰宅時間帯を直撃し、公共交通機関の混乱や道路冠水、停電など、社会的に大きな影響をたびたび及ぼしたため、人々の記憶や印象に色濃く残ったことが明らかになりました。



▲「記録的短時間大雨情報」の発表回数
（気象庁発表、ウェザーニューズ調べ）

200人超の犠牲者が出た2018年の「７月豪雨」では、国や事業体が定めた“水害リスク”の高い地域のうち、最大で約80％の範囲で浸水・冠水被害が発生した可能性が同社の調査で判明しています。水害リスクが実証されてしまったかたちになり、ハザードマップや災害歴を活用する重要性が改めて浮き彫りになりました。

「災害リスクスケール」を提供

集中豪雨の防災・減災を図るため、同社は事業体向けに「災害リスクスケール」の提供を行っています。防災気象コンテンツサービスグループの中神武志グループリーダーは、「各事業体の職員配備基準を踏まえ、危機管理体制の『推薦ランク』を６段階で表すものです。降雨予測や被害履歴などを分析し、必要な体制を提示します」と話します。事業体は通常、気象庁の注意報や警報をもとに職員を配備しますが、より細分化された同スケールを使うことでメリハリをつけた最適な体制の構築が可能です。中神氏は「下水道の部署であればポンプの先行待機運転など、作業のタイミングを決めることにも活用できます」とも。同スケールは約250事業体に導入されています。

観測と“感測”で気象を予測

同社は気象庁などの公的機関から提供される観測情報と、独自に設置した施設で観測した情報、それにスマホアプリ会員である「ウェザーリポーター」から提供される情報をもとに、独自の解析モデルで気象予測を行っています。ウェザーリポーターが撮影した気象状況などの写真やコメントは“感測”情報と呼ばれ、１日平均18万通、台風時には25万通が寄せられます。

「豪雨の際には、マンホール蓋から水があふれている写真もウェザーリポーターから送られてきます。蓋が飛んでしまえば凶器になりますし、道路冠水時に蓋が開いた状態だと、転落などの危険性が高まります。マンホール蓋は豪雨の影響を受けやすいと聞いていますので、防災・減災のために対策が重要になると考えられます」（中神氏）

▲１時間50mm以上の雨は大規模な道路冠水を招く可能性も（提供：ウェザーニューズ）

▲取材にご対応いただいた中神武志氏（右）と広報の横田成美氏

写真提供：PIXTA

昨年12月に改正された「JIS A 5556」（下水道用マンホール蓋＝以下、蓋JIS）では、近年の気候変動などを踏まえて蓋の安全性能が追加され、性能を効果的に発揮するための施工要領についても明示されました。

蓋JISの原案作成委員会で委員を務めた日本鋳鉄管㈱の清水孝商品技術センター商品開発部長に、改正で追加された安全性能や施工要領などのポイントについて、技術的な観点から解説していただきました。

解　説

路上の安全を担うマンホール蓋の性能

――「JIS A 5506」改正の技術的ポイント――

蓋の圧力解放耐揚圧性と転落防止性を追加
集中豪雨に対する安全性の普及促進を図る

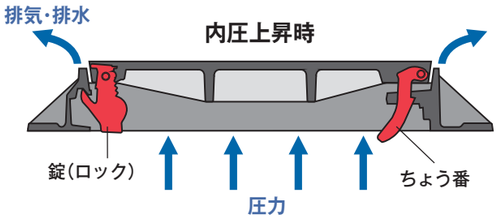
大雨が降り大量の水が一気に管きょへ流れ込むと、マンホール内の水位が急上昇し、水圧や空気圧でマンホール蓋が浮上・飛散するリスクが高まります。テレビのニュースなどでマンホールから水しぶきが上がったり、蓋が飛んだりする映像を目にすることがあるかと思いますが、近年は集中豪雨の影響でこうしたことが頻繁に起こっています。今回の改正の大きなポイントは、集中豪雨に対する安全性の普及促進を図るため、豪雨時にマンホールの内圧が高まりやすい箇所などを対象とした蓋の内圧安全性として「圧力解放耐揚圧性」と「転落防止性」の２点が追加されたことです。

蓋浮上時の車両走行安全性も確保
「錠<ちょう番<ボルト」の強度バランスを規定

「圧力解放耐揚圧性」はマンホールの内圧が高まった際に、「錠」と「ちょう番」と呼ばれる機能部品によってマンホール蓋を一定量浮上させ、すき間から排気・排水を行うものです。蓋の浮上中や浮上後の安全性を確保するため、浮上高さや内圧に対する錠とちょう番の強度、内圧が低下した後に蓋が自重で収納されることなどについても規定されました。

排気・排水する際のマンホール蓋の浮上高さは、国土交通省の「建設工事公衆災害防止対策要綱」に準拠し、20mm以下とされました。要綱では道などの段差について「やむを得ない場合でも２cm以内に止めるように」と記載されており、浮上中の蓋の上を車両が通行しても障害を与えないようにしました。

マンホール蓋を浮上させた後、さらに高い内圧が発生した場合には、錠が優先的に破断し蓋が開き、内圧を解放するように規定されました。ちょう番には錠よりも高い強度を持たせることで蓋との連結を維持できるようにし、蓋が飛散することを防ぎます。仮に錠と



▲浮上時のマンホールの蓋の断面図

ちょう番を同じ強度にしてしまうと、内圧で両方壊れた場合に蓋が飛散する可能性が出てきます。また錠とちょう番の強度が、蓋の枠をマンホール躯体に緊結するボルトよりも高いと、枠ごと飛散したり周辺舗装が破損したりすることにつながりかねません。蓋JISでは、内圧に対する錠とちょう番の強度（耐揚圧荷重強さ）についても定められています。

錠とちょう番の耐揚圧荷重強さの下限値は、マンホール蓋（急勾配受け構造）の食い込み力の最大推定値から60kN（キロニュートン）に、上限値は枠を緊結するボルトの保証強度から106kNに設定されました。ボルトは３ヵ所で緊結するため、３本合計の保証強度になっています。耐揚圧荷重強さが60kN未満であれば蓋の浮上のみによって内圧を解放し、60～106kNの範囲では錠は先に破断するもののちょう番は残るため、高い内圧がかかっても蓋が飛散したり枠ごと破損したりすることを予防します。蓋の機能部品強度は、「錠＜ちょう番＜ボルト」で設定されています。

転落防止装置の性能を規定
蓋が開放した際のフェールセーフとして

「転落防止性」については、蓋JISの「附属書A（規定）」にて、万が一蓋が開放した際に歩行者などがマンホール内へ落ちてしまうことを防ぐ「転落防止装置」の性能として規定されています。内圧で蓋が開放しても装置が枠から離脱したり破損したりしない耐揚圧荷重強さと、装置の上に人が乗っても壊れない耐荷重強さが定められました。また転落防止装置は、施工やメンテナンスの際に昇降するための「手持ち梯子」としての機能を持つ構造のものが望ましいとも示されています。

附属書の設置要領で蓋の適用箇所を示す
事業体ごとに蓋の設置基準をつくる必要も

蓋JISの「附属書Ｃ」に掲載された「マンホール蓋の設置要領の設定例」では、今回追加された「圧力解放耐揚圧性」の適用箇所について、「下水道管路全般で、

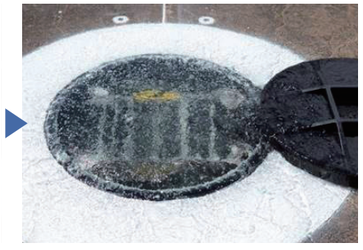
▲日本鋳鉄管･清水孝商品開発部長

内圧により蓋の浮上の危険性の高い場所」と大きな括りで示されています。

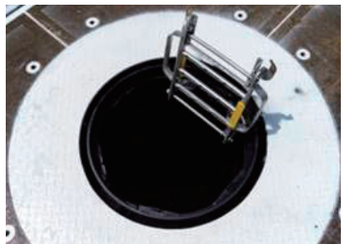
より具体的な箇所については、「下水道用鋳鉄製マンホールふた（JSWAS G-4-2009）」（日本下水道協会、2009年3月）の設置基準例に見ることができます。①ゲート閉操作を行うポンプ場流入部より上流、②地形的に急斜面から緩斜面への変化点、③管きょの急曲部から上流マンホール、④断面の縮小部とその上流マンホール、⑤地形が凹地となっている箇所、⑥浸水等により必要とする箇所――の６項目が挙げられており、管きょの流量が急に絞られるようなところなどが対象になると言えるでしょう。流量が絞られた手前では内圧が上がりマンホール蓋しか逃げ場がなくなるため、浮上・飛散の危険性が高まるのです。

「転落防止性」の適用箇所については、「浸水被害地区の安全確保が必要な場所」と「維持管理時に安全確保が必要な場所」の２つが示されました。お話ししたように、「マンホール蓋の開放に伴う転落防止」と「メンテナンス時などの作業者の安全確保」という２つの機能を転落防止装置が併せ持つためです。維持管理時に安全確保が必要になる具体的な場所としては、「労働安全衛生規則で高所作業となり、昇降時に安全性の確保が必要となる人孔深２ｍ以上のマンホール」や「点検頻度が多いマンホール（腐食のおそれが高い箇所など）」が例として挙げられています。

▲錠とちょう番で蓋を一定量浮上させ、内圧を完全に排出



▲さらに高い内圧が発生すると錠が破断し蓋が開放。 転落防止装置が正常に作動



▲転落防止装置は「手持ち梯子」としても機能

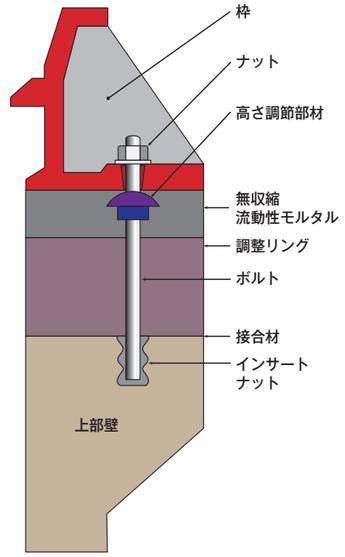
管路施設の構造は、事業体によって様々です。蓋JISで示された適用箇所を参考にして、各事業体が自分たちの管路施設にあわせ、マンホール蓋の設置基準をつくっていくことが必要になります。

マンホール蓋の性能を発揮するためには
基礎調整部の適切な施工が必須

マンホール蓋は、様々な時代の要請に応じて性能を向上させてきました。しかし、適切な施工が行われなければ、その性能は発揮されません。蓋の施工では、枠をマンホール上部壁にボルトで緊結することと、枠と上部壁の間に隙間ができないようモルタルで充填することが重要になります。蓋JISでは、「附属書B」で蓋の施工要領が明示されました。

蓋の枠とマンホール上部壁をボルトで３ヵ所緊結する際には、枠と周辺舗装との高さを調整する部材（調整コマ）を使用します。調整コマは高さ調整が容易かつ正確に作業できるものであること加え、ボルト緊結の際のナット締め付けによっても枠を変形させない性能を持つものを、３ヵ所すべてで使用することが示されました。枠が変形すると蓋とのかん合が不安定になり、蓋のガタツキが起こる可能性があるからです。ボルトはぐらつきのないようインサートナットに取り付け、適切な強度で緊結することが必要ですが、ナットを締め付け過ぎて枠が変形することは避けなければなりません。

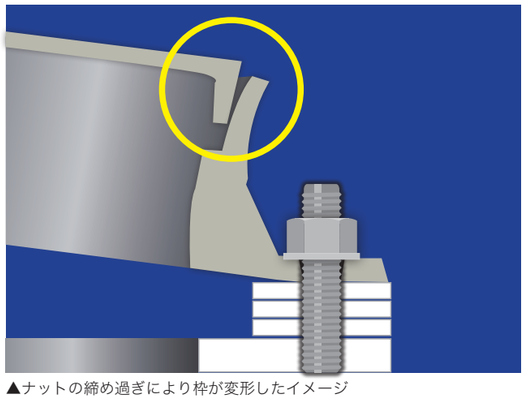
施工要領では、マンホール蓋の取り替え施工上の要件として、「あと施工アンカー」の使用についても言及されました。古いマンホール躯体では、ボルトのインサートナットがなかったり、インサートナットに取り付けたボルトがぐらついていたりすることがあります。こうした場合には、マンホール内圧が発生した際に枠が飛散する可能性があるため、必要な引抜強度を有する「あと施工アンカー」で固定することが必要になります。



▲マンホール蓋の施工断面図

枠とマンホール上部壁の間のモルタル充填に不具合があり、基礎調整部に隙間が発生してしまうと、雨水や地下水の侵入による周辺舗装の破損や枠のがたつきなどにつながるおそれがあります。蓋JISでは、流動性が高く硬化後に収縮しない「無収縮流動性モルタル」を枠と上部壁との基礎調整部に充填し、流し込み工法で施工することが記載されました。施工後数時間程度で道路開放が可能なほど超早強性を持つこのモルタルを使うと、枠と上部壁の間に隙間ができないよう充填することができます。

施工要領は、今までと違うことや新しいことを示しているわけではありません。調整コマや無収縮流動性モルタルの使用などは、以前からマンホール蓋の基礎施工の基本とされていたものです。しかし基本が浸透して当たり前のことになっていると思われていましたが、中にはおろそかになっているケースも見受けられます。施工要領が蓋JISで示されたことをきっかけに、適切な施工方法を再周知していくことも重要だと考えています。



▲ナットの締め過ぎにより枠が変形したイメージ

▲基礎施工が不十分だと舗装の破損が発生することもある

豪雨時における管路施設の内圧対策

――管路施設全体の耐圧力検討の必要性――

㈱G&U技術研究センター

豪雨になると下水管路の内圧が急激に上昇し、マンホール蓋の浮上・飛散、枠ごとの隆起などのリスクが高まります。さらに近年では、マンホール上部壁の浮上や破損、マンホール蓋とマンホール上部壁の隙間やマンホール躯体接合部の隙間から空気等が漏れ出すことによる舗装の損傷や浮きなどの大規模な被害事例も報告されています。これらの被害の要因には、マンホールや管路内の空気に対する排気能力不足に加え、内圧上昇に対する管路施設の耐内圧性能不足が挙げられます。

内圧上昇時の問題

豪雨により管路の内圧が上昇した場合、「蓋の外れや飛散」という問題があります。

蓋の外れや飛散は、平受け構造蓋や浮上・飛散防止機能のない蓋などで起こります。この対策としては、2018年12月に改正された「JIS A 5506」(下水道マンホール蓋)でも規定された「圧力解放耐揚圧性」を有するマンホール蓋への取り替えが有効です。また、腐食環境では、防食性能も求められます。

▲過剰食い込みによる蓋基礎調整部の破損状況

なお「蓋の浮上防止機能(圧力解放耐揚圧性)が作動しない」ことも有り得ることから、正常に作動することを日常の点検や調査等により状態を確認しておく必要があります。

急勾配受け構造蓋の過剰食い込み 枠ごとの浮上・飛散

がたつき防止性として現在標準的に使用されている急勾配受け構造は、蓋と枠がくさび構造であることから、車両荷重などにより蓋が枠に過剰に食い込んだ場合、密閉に近い状態になります。この状態で豪雨により管路の内圧が急激に上昇した場合、枠の固定強度(ボルトの強度)を超え、枠ごと浮上するおそれが出てきます。また、こうした問題は、蓋と枠が腐食劣化により固着してしまったケースでも同様の現象が見受けられます。

これらの対策としては、近年開発された過剰な食い込みを防止する「食い込み力制御タイプのマンホール蓋」※1※2や、蓋に排気用の穴が開いている「格子蓋」(グレーチング蓋)を採用することで排気能力を向上させることが有効です。また、格子蓋を設置した際は、臭気の漏れを防止する中蓋を設置することも有効です。

マンホール躯体の浮上 蓋との耐圧力の差異が要因に

豪雨による管路の内圧上昇の影響で、マンホール躯体が浮く事例も発生しています。これは、マンホール躯体の接合部の耐内圧性に起因しています。埋設深が深ければ深いほどマンホール躯体接合部は、躯体に土圧が作用していることから、本来の耐圧力以上の圧力に耐えることができます。しかし、埋設深が浅い位置にある上部壁の接合部では、マンホール蓋の食い込み力よりも耐圧力が低い傾向があるため、躯体の結合部から内圧が漏れることで躯体の浮きが発生していると考えています。

▲マンホール躯体から内圧が漏れている実験状況

出典:マンホール本体の豪雨時の内圧対策検討(下村常雄、伊藤雄二、桑原裕樹『下水道新技術年報』(公財)日本下水道新技術機構、2015年)

マンホール蓋だけでなく、 管路施設全体の耐圧力の検討を

マンホール蓋には0.1Mpa以下で圧力を解放するタイプも出ていますが、マンホール蓋だけ内圧対策を講じても、相対的に耐圧力が低い部分は損傷してしまう可能性があります。そのため、管路施設全体として耐圧力を検討していくことが必要であると考えています。

※参考文献
1.「次世代型マンホールふたおよび上部壁技術マニュアル」(2014年、(財)下水道新技術推進機構)
2.「鋳鉄製機能強化ふた」(2011年、(公社)日本下水道協会Ⅱ類認定資器材)

マンホール蓋の表面模様を刷新

――長寿命化と取り替え判定の効率化に向け――

日本電信電話㈱ アクセスサービスシステム研究所

上下水道や電気・ガスなどとともに、国民生活を支える通信事業。その中心的役割を担うNTTグループは、全国で約70万個ものマンホール蓋を維持管理しています。従来の蓋は「T」の文字を組み合わせた表面模様ですが、約50年ぶりにデザインを刷新し、2018年に耐久性や点検の効率性を大きく改善した新タイプの導入を始めました。開発・運用に至った背景や特徴などを、日本電信電話㈱アクセスサービスシステム研究所の後藤和彦主幹研究員に伺いました。

従来型より3倍の耐摩耗性 突起の摩耗量で交換時期を判定

NTTのマンホール蓋のうち、車道に設置された約60万個は、一律5年ごとに点検し、必要に応じて取り替えを行っているため、点検作業の省力化や維持管理コストの削減は大きな課題でした。そこで、従来品より点検・取り替え周期が長く、同時に点検時には容易に摩耗状態を確認できる蓋をめざし、約4年かけて完成させたのが「テーパーダイア鉄蓋」です。

「10年ごとのマンホール本体の点検頻度に合わせるため、耐摩耗性を少なくとも2倍に引き上げるとともに、より正確で効率的に点検できる構造にすることを具体的な目標に掲げました。もちろん、従来品と同等以上の耐スリップ性の確保も大前提でした」

▼NTT・後藤和彦主幹研究員

▲テーパーダイア鉄蓋

二段構造の模様(摩耗前後の変化)

テーパーダイア鉄蓋の表面には、四角形の突起と、六角形の上に四角形を重ねた二段構造の突起の2種類、約220個を組み合わせて規則的に配置しています。二段構造の突起の四角形部分(高さ4mm)が摩耗して、下段の六角形模様が浮き出ると、それが蓋の取り替え時期のサインです。これまでは通常、作業員が測定工具で測っていた摩耗量を、表面模様の変化で確認できるようになりました。さらに、摩耗の主な要因である砂が溜まりにくいよう、突起部の配列や大きさなどを最適化したことで、材質や製造コストを変えることなく、耐摩耗性を従来品の約3倍に向上できました。

「表面模様は、かなりの数の3Dモデルの中から絞り込んで、まず3タイプの供試体を製作し、輪荷重走行試験やすべり抵抗試験の結果から最終的に決定しました」

画像判定の簡素化が可能に 自動点検技術の実用化に向け前進

従来のマンホール蓋の点検では、まず作業帯を設け、点検員が路上に出て摩耗や段差を直接測定するため、費用や時間の削減に加え、現場の安全確保も大きなテーマでした。

これまでに、歩道や路肩などから取得した画像データを用いて摩耗や段差を自動判定するシステムを開発したり、カメラ等で撮影した画像により摩耗量を計測したりするなどの取り組みを行っています。しかし、従来型の蓋の場合は、摩耗しても模様が変わらないため、高度な演算処理や人的測定作業を行う必要があります。一方、テーパーダイア鉄蓋は摩耗すると六角形模様が浮き出すため、今後、形状変化を見極める簡易な画像処理で精度の高い判定につながります。さらには、現在検証中の車載カメラによる自動点検技術の実現にも可能性があります。

テーパーダイア鉄蓋は2018年3月から導入を進めており、取り替えコストは大幅に削減できると試算しています。

「画像判定技術の普及が進むにつれ、コスト面や安全面での導入効果がさらに高まることを期待しています」

▲輪荷重走行試験機で耐摩耗性を検証

下水道構造物のコンクリート腐食対策

下水処理場やポンプ場といった下水道施設では、施設内で生成する硫化水素に起因する硫酸の影響により、コンクリートの腐食劣化が問題になります。2015年３月、コンクリート構造物の機能を維持し、下水道施設の延命化を図るための国内の統一的な基準として、「JIS A 7502」(下水道構造物のコンクリート腐食対策技術)が制定されました。「JIS A 7502」の原案作成委員会で事務局を務めた(一社)日本コンクリート防食協会(以下、日防協)の佐伯恵三事務局長と三品文雄特別顧問に、同規格が制定された背景やその概要、下水道施設のコンクリート構造物の腐食対策における課題などをお聞きしました。

腐食対策技術の基本的事項を統一 国際展開での活用なども見据える

老朽化に伴い、大量更新期を迎えつつある下水道施設のコンクリート腐食対策事業については、今後、需要の増大が見込まれています。しかし中小の自治体を中心に熟練技術者の不足が懸念されていることに加え、同事業に関する国内の統一的な基準がないことが課題になっていました。こうしたことから日防協は2012年、腐食対策技術を先導的に研究してきた地方共同法人日本下水道事業団(以下、JS)とともに、(一財)日本規格協会のJIS原案作成公募制度に共同申請し、約３年をかけて「JIS A 7502」の制定に至っています。

「当時は、水ビジネスの国際展開が活発化し始めた時期でした。日防協とJSでは、『下水道施設コンクリート防食技術の国際化に向けた勉強会』を設置して検討を行いましたが、まずは国内の統一基準をつくることが将来的な国際展開に有用だという結論になり、JIS化をめざしました。たとえばプラントメーカーが海外に出ていく際に、コンクリートの腐食対策の明確な規格を示すことができれば、ひとつの強みになります。これとは逆に、海外企業が日本のコンクリート腐食対策市場に参入してくる可能性もあったため、こうした動きに対して、日本の基準をきちんと示す必要性も感じていました」

運転管理と点検を明確化 腐食対策の「概念図」を示す

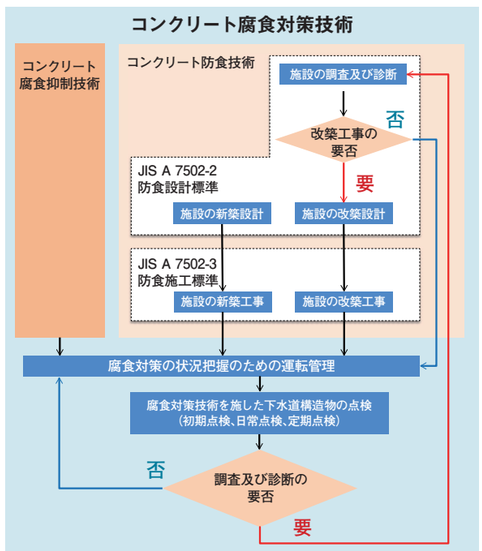
「JIS A 7502」は、第１部「基本概念」、第２部「防食設計標準」、第３部「防食施工標準」で構成されています。

第１部の基本概念ではまず、コンクリート腐食対策技術に「コンクリート腐食抑制技術」と「コンクリート防食技術」の２つがあることが明確化されています。「腐食抑制技術」は硫化水素の発生抑制のため、汚水および汚泥の滞留または腐敗の防止、換気・脱臭施設の設置などを行うこと、「防食技術」はコンクリート表面に防食被覆を行うことと定義されました。「腐食抑制技術」は研究途上であるため、「JIS A 7502」での具体的な事項の規定は見送られています。

基本概念でポイントになるのは、腐食対策における「運転管理」と「点検」の目的や項目などが規定されたことです。運転管理は「腐食抑制技術の実施状況を管理すること」が、点検は「腐食環境の把握、腐食対策の機能維持、改築のための基礎データの蓄積」が目的とされました。設計・工事から運転管理・点検までの一連の手順を示した「下水道構造物のコンクリート腐食対策技術概念図」も掲載されています。

▲汚泥処理施設における梁部の硫酸腐食

「施設を管理する自治体に、運転管理や点検を行っていただくことを明確化しました。腐食対策後に不具合が発生した場合、これまでは設計や施工の問題になりがちでしたが、適切な運転管理や点検により構造物の状況を適宜把握でき、不具合の原因特定やその対処をより迅速に行うことが可能です。『概念図』では、施設を管理する自治体とメーカーなどが役割を分担し、腐食対策を進めていくフローが示されています」



▲下水道構造物のコンクリート腐食対策技術概念図
(「JIS A 7502-1」附属書Aより引用・作成)

新築では既存の類似する施設などを参考に腐食環境を特定し、設計に着手しますが、改築では施設の現状の調査・診断を実施した上で設計に取り掛かるという違いがあります。このため「概念図」では、「新築」と「改築」のフローが分けて整理されました。

第２部の防食設計標準では、「防食被覆工法」の設計方法の標準が示されました。同工法は、有機系被覆材を用いる「塗布型ライニング工法」と工場で製作したシートを用いる「シートライニング工法」、セメントを主成分とする無機系被覆材を用いる「モルタルライニング工法」を対象としています。防食被覆工法の評価項目や試験項目、試験方法についても規定されましたが、要求性能は項目を示すに留め、具体的な要求値は各自治体が工法の特性や施設の環境などを考慮し、設定することとされました。

第３部の「防食施工標準」では、防食被覆工法の品質向上に向け、施工方法と検査項目、施工管理・検査での記録項目などが規定されています。

主な防食被覆工法

塗布型ライニング工法

▲防食被覆材を塗布して被覆する

シートライニング工法

▲工場製作の防食被覆層を貼り付けて被覆する

モルタルライニング工法

▲耐硫酸性に優れたモルタルで被覆する

JIS制定の成果も現れ始める 新技術踏まえ2020年の改正へ

「JIS A 7502」は、JSや東京都が独自に作成したコンクリート腐食対策に関するマニュアル類の改訂の際に、その内容が反映されるなど、国家基準としての活用が広がっています。(公財)日本下水道新技術機構が実施する「建設技術審査証明事業」(下水道技術)では「JIS A 7502」を受けて、審査証明方式が「開発目標型」から「基準達成型」(自治体にとってより有効な審査方式)に変わったコンクリートの腐食対策技術もあり、制定の成果が現れ始めています。

「JIS A 7502」は2020年３月の改正をめざし、見直し作業が進められています。制定後に実用化が進んだ新技術にも対応できるよう、第２部と第３部を中心に改正が行われる見込みです。

「JISは中立的なものでなければならず、新技術の参入が阻害されないようにする必要があります。新技術にも対応した試験方法や管理方法などを盛り込み、門戸を広げていく考えです」

耐用年数の設定などが今後の課題 蓋の腐食対策も重要、まずは周知を

JISの制定から改正へと進む下水道構造物のコンクリート腐食対策ですが、今後の課題にはどういったものがあるのでしょうか。

「既存の防食被覆工法がどのくらいの期間、性能を維持できるかについては、まだわかっていない部分があります。耐用年数は10年が標準で、10年間の性能保証も行われていますが、工法によっては10年ぎりぎりしか持たないものもあれば、それ以上使えるものもあります。JSでは昨年度から、防食被覆工法を施工した箇所のフォローアップ調査が行われ、各工法の再評価が進められています。こうした調査の結果も踏まえながら、耐用年数の設定や性能を維持するための適切な運転管理や点検のあり方について、考えていく必要があります」

コンクリート以外の金属の腐食対策についても、ご見解を伺いました。

「金属の腐食対策については、処理場・ポンプ場でもあまり進んでおらず、特に管路施設にあるマンホール蓋については、ロック機能やマンホール内圧に対する浮上防止機能など、性能面の陳腐化への対策を先行させたため、腐食や劣化に関するメカニズムの解明が遅れていると聞いています。蓋も硫化水素などの影響で腐食し、不具合があれば人命にも関わるため、対策は重要です。ただ、蓋が腐食することに対する認知度はまだまだ低いように思いますので、まずはわかりやすいかたちで周知していくことが必要なのではないでしょうか」

▲日防協・佐伯恵三事務局長(左)、三品文雄特別顧問

管路施設における金属の腐食対策の最新動向

―マンホール蓋の腐食に関する研究―

㈱G&U技術研究センター

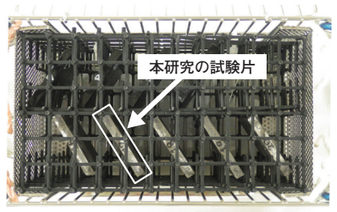
下水道施設の腐食に関してはJIS A 7502（下水道構造物のコンクリート腐食対策技術）が規定されている一方で、マンホール蓋などの金属に関しては遅れているのが現状です。マンホール蓋は各メーカーが腐食対策製品を販売しているものの、明確な評価基準が存在しないため事業体が積極的に採用するには至っていません。ここでは、金属（鋳鉄）を素材とするマンホール蓋の腐食について、東京都下水道局、地方共同法人日本下水道事業団との研究の最新動向を紹介します。

硫化水素濃度が0～100ppmの広い範囲で暴露試験を実施[1]

鋳鉄が素材のマンホール蓋は、硫化水素濃度の高いマンホール内で腐食の程度が激しくなることが経験的に知られています。しかし、硫化水素濃度と鋳鉄の腐食速度の関係を調べた研究例は少なく、一部の研究で示された両者の関係式は、根拠が明確ではありませんでした。そこで本研究では、硫化水素濃度が0～100ppmと広い範囲にて現地調査を実施し、硫化水素濃度が鋳鉄の腐食速度に及ぼす影響について調査しました。

暴露試験を実施した都内12ヵ所のマンホール内の硫化水素濃度を年４回測定し、年間平均硫化水素濃度を求めました。マンホール内に鋳鉄の試験片を１年間暴露し、質量減少量から腐食速度を求めました。

年間平均硫化水素濃度と腐食速度の関係を調べたところ、グラフに示すように濃度が高ければ高いほど、腐食が進行することが明らかになりました。



▲暴露用カゴに入れた試験片

また、マンホール内の結露水のpHを測定したところ、年間平均硫化水素濃度が高い（10ppm以上）と、結露水のpHが酸性であったことから、硫化水素から硫酸が生成されていることが確認されました。

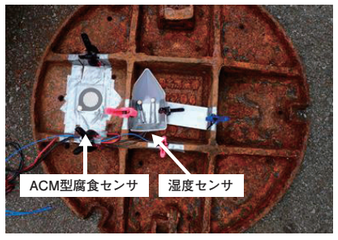
硫化水素が無くても湿度100%は海岸付近に相当する腐食電流[1]

鋳鉄の腐食は硫酸だけでなく、水と酸素があれば進みます。つまり、湿度が高く、結露が発生すれば腐食が進行します。このため暴露試験では、腐食電流によって環境の腐食性をモニタリングする「ACM型腐食センサ」を用いて、腐食に関する湿度の影響についても調査しました。

試験の結果、硫化水素濃度が0.1ppm程度と低い場所でも、湿度が100％で結露が発生していれば、海岸付近での腐食に相当する電流値であることが確認できました。

なお、グラフに示した年間平均硫化水素濃度と鋳鉄の腐食速度の関係を見ると、濃度が低い範囲で腐食速度のバラつきが多いことがわかります。これは、低濃度の範囲では、硫化水素より湿度の影響が大きいためです。

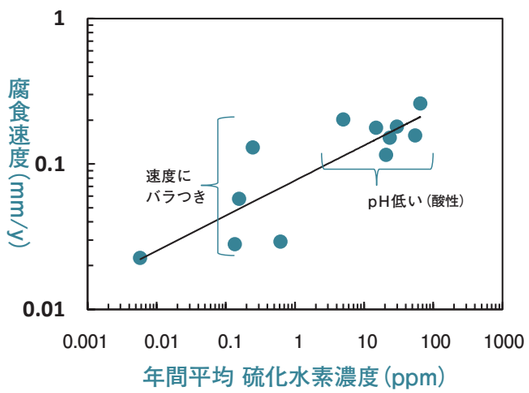
湿度と腐食速度の関係については、今後の課題として、引き続き調べていく必要があります。



▲蓋の裏に取り付けたセンサ類

硫酸水溶液を用いた浸漬試験方法マンホール蓋の防食工法を評価[2]

マンホール蓋の防食工法については規格等が存在しないため、性能を評価する試験方法の確立が求められています。実用金属を対象とした腐食試験としては、塩水噴霧試験や複合サイクル試験が一般的であり、試験槽も市販されていますが、いずれの試験でも試験液には噴霧状にした５％程度の塩化ナトリウム水溶液を使用します。下水道環境には塩化物イオンは少なく、このような試験は不適と考えられることから、本研究では一つの試案としてマンホール蓋の防食工法を評価するための浸漬試験方法を検討しました。



硫化水素濃度と鋳鉄の腐食速度の関係[1]

研究で検討した試験溶液と浸漬期間[2]

試験溶液	浸漬期間（耐用年数15年を想定）
pH=1.0の硫酸水溶液	36日

試験溶液は新規のものを使用するよりも、下水道環境における腐食試験で実績のあるものを用いることが適切と考えました。塗布型ライニング工法の耐酸性試験を参考に検討し、pH=1.0の硫酸水溶液を試験溶液に選定しています。

また、暴露試験において硫化水素濃度が50ppm以上のマンホール蓋の腐食速度と試験溶液における鋳鉄の腐食速度の関係から浸漬期間を36日に設定しました。この浸漬期間は、現場環境において防食効果がマンホール蓋の耐用年数（車道部）である15年間持続すると仮定した場合の期間です。

防食塗装試験片で赤錆の発生なし中性試験液への浸漬で精度向上[2]

この硫酸水溶液を用いた浸漬試験では、一般塗装と防食塗装の試験片ともに、外見上は割れ、膨れ、剥がれ等の劣化が認められませんでした。そこで劣化の判定をより認識しやすくするため、硫酸水溶液への浸漬後に中性試験液に浸漬したところ、一般塗装試験片では赤錆が発生し、防食塗装試験片では赤錆は発生しませんでした。一般塗装試験片では外見上、認識できない小さな劣化が進んでいた一方、防食塗装試験片では防食層の効果があったと考えられます。

防食性能を判断するには、硫酸水溶液を用いた浸漬試験で外観観察のみを行うよりも、さらに中性試験液に浸漬する方法のほうが赤錆の有無を確認できるため、試験結果判定の精度が向上すると考えられます。本研究の浸漬試験方法は試案の一つであり、今後もさらなる検証を重ねていく必要があります。

防食蓋は一般塗装蓋より防食性能が高いことを確認[3]

当社は、地方共同法人日本下水道事業団（JS）と防食マンホール蓋の性能確認に関する共同研究を実施しました。防食マンホール蓋の性能確認は、本来であれば現場での暴露試験が重要になりますが、JSが保有し、下水道環境を模擬（再現）できる装置「エイジトロン」にて硫化水素を用いた暴露試験を行いました。

共同研究では、一般塗装試験片と防食塗装試験片を用いて暴露試験を行いました。一般塗装試験片では硫化水素濃度が高くなると錆の範囲が広がる傾向となり、防食塗装試験片では硫化水素濃度が高くなっても錆は発生せず、一般塗装より防食性能が高いことが確認できています。この結果は、先に紹介した硫酸水溶液による浸漬試験と同じであり、浸漬試験の妥当性が確認されたことも意味しています。

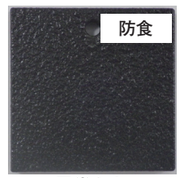
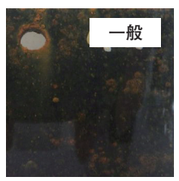
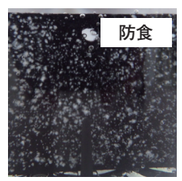
なお、共同研究についてはJSのWebサイト内に掲載されています。

塗装傷がある場合の防食性能確認できる試験方法などが課題

紹介してきたように、マンホール蓋の腐食対策については、様々な研究や取り組みを進めているところです。今後は、先述したように湿度と腐食速度の関係を調べていくことなどが課題になります。また、マンホール蓋は現場での開閉で塗装に傷がつくことから、傷がついた場合の防食性能を確認できる試験方法についても検討課題になると考えています。

■引用文献
（1）「下水道環境における硫化水素濃度と鋳鉄の腐食速度の関係」宮田義一（㈱G&U技術研究センター）、杉伸太郎（同）、篠原正（国立研究開発法人物質・材料研究機構）、池田潤考（東京都下水道局）、村田祐一（同）、下水道協会誌 Vol.56 No.676 2019/02
（2）「マンホールふたの防食工法を評価するための浸漬試験方法の検討」工藤祥子（東京都下水道局）、岸野文俊（同）、宮田義一（㈱G&U技術研究センター）、杉伸太郎（同）、篠原正（国立研究開発法人物質・材料研究機構）、第56回下水道研究発表会
（3）「エイジトロンを用いた下水道用人孔蓋の防食性能の確認及び腐食環境の確認（簡易提案型共同研究、No.265）」、JS技術開発年次報告書、平成29年度、https://www.jswa.go.jp/g/g01/g4g/18-001.html（日本下水道事業団・㈱G&U技術研究センター、共同研究報告書265-01、平成29年10月）

試験結果の概要[3]

	一般塗装試験片	防食塗装試験片
pH=1.0の硫酸水溶液（36日後）	異常なし	 異常なし
中性試験液	 赤錆あり（拡大）	 赤錆なし

管路における維持管理の最新動向

―維持管理時代における管路との付き合い方―

2016年度に「下水道ストックマネジメント支援制度」が創設され、施設全体の管理を最適化する取り組みが進められています。施設の劣化への対応が課題になる中、管路に関しては2013年に制定された「JIS A 7501」（下水道管路維持管理計画の策定に関する指針）が一つの指針となり、計画的な維持管理が行われています。同規格制定の事務局となった（公社）日本下水道管路管理業協会（以下、管路協）で現在、専務理事を務める酒井憲司氏に、管路における維持管理の考え方や最新動向をお聞きしました。

管路のトラブルは閉塞が多い

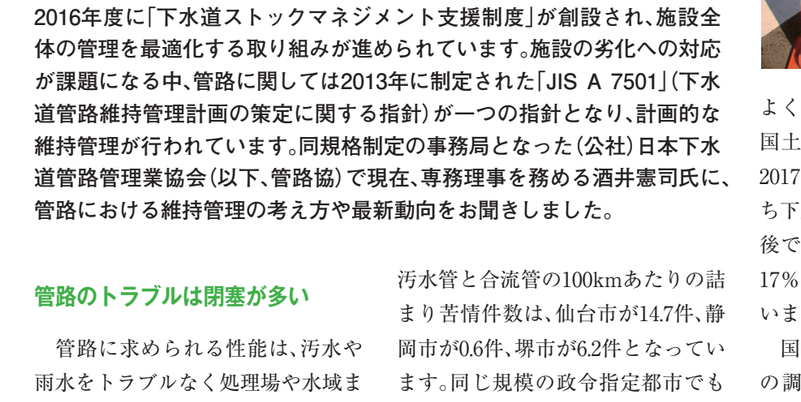
管路に求められる性能は、汚水や雨水をトラブルなく処理場や水域まで運ぶことです。トラブルには、閉塞による通水障害、道路陥没やマンホール蓋のガタツキによる交通障害、臭気や漏水といった環境障害などがあります。下水処理場やポンプ場のトラブルは維持管理の中で発見されることがほとんどと思いますが、管路の場合は、使用者を含む一般の方の苦情等で発見されることが多いのが特徴です。

管路のトラブルで一番多いのが閉塞です。公表されたデータが少ないのですが、仙台、静岡、堺の３市が2012年度にまとめたデータによると、汚水管と合流管の100kmあたりの詰まり苦情件数は、仙台市が14.7件、静岡市が0.6件、堺市が6.2件となっています。同じ規模の政令指定都市でもバラつきがあることが分かります。

閉塞が起きると、管路の清掃を実施する必要があります。下水道統計から過去３年分の全国データを抽出すると、年間の清掃実施延長は100kmあたり1.6～1.8kmです。これらは管きょ（本管とも呼ばれる）なのか取付管なのか、原因は何か、などは明らかではなく、今後の調査が求められます。

道路陥没の原因は管種で異なる経過年数より布設時期の影響も

管路に関するトラブルとして近年



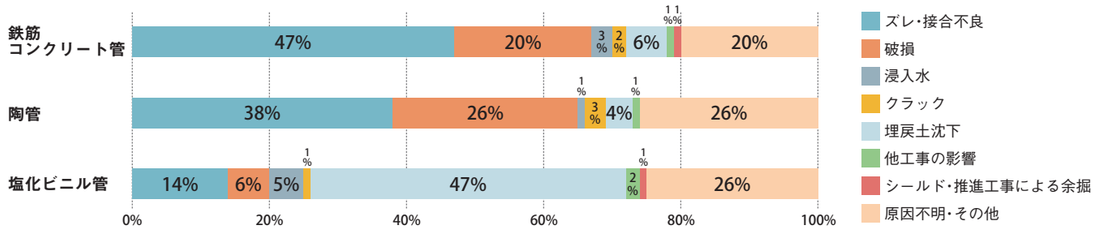
▲管路の布設年度と陥没件数の関係（出典：国土技術政策総合研究所資料）

よく話題に上るのが道路陥没です。国土交通省道路局によると、2015～2017年度で、道路陥没発生件数のうち下水道起因のものは年間2000件前後で推移しており、これは全体の約17%、占用物起因の70%強を占めています。

国土技術政策総合研究所（国総研）の調査では、2009～2015年度の７年間で下水道起因の道路陥没は２万5491件発生しています。このうち陥没のサイズが幅１m×深さ１m以上と大規模なものは約２%です。管きょ起因は全体の26%で、多くが取付管起因とされています。

管種による違いも明らかになっています。管きょ起因の道路陥没発生件数を管種別に見ると、鉄筋コンクリート管が59%、陶管が21%、塩化ビニル管（塩ビ管）が15%です。管種ごとの陥没原因を調べると、鉄筋コンクリート管と陶管ではズレ、接合不良、破損など管の不具合がほとんどですが、塩ビ管では埋戻し土の沈下という施工不良の割合が大きくなっています。

道路陥没の原因となった管路の布設時期を調査した国総研によると、2006、2011、2016年度に発生した道路陥没では、いずれも1972～1976年度に布設された管路から延長あたりの事故件数が増えています。下水道起因による道路陥没に及ぼす影響としては、従前考えられていた管路の「経過年数」より、「布設時期」の方が大きい結果となっています。この時期から増える理由として、1973年の陶管に関するJIS制定が指摘されています。



▲管種別に見た管きょ起因の陥没原因
（出典：平成27年度下水道関係調査研究年次報告書集、国土技術政策総合研究所）

下水道起因の道路陥没を減らすため、東京都では2000年度頃から陶管の取付管を塩ビ管へ交換する取り組みを進めています。2016年度には2000年度と比較して道路陥没の発生件数が約1/3に減少しています。

劣化とトラブルは分けて考える一度、管路を直に見てほしい

ストックマネジメントの普及により、管路について「劣化」という見方が出てきました。「劣化」と閉塞などの「トラブル」は分けて考えた方がよいと考えています。「トラブル」には油など下水に流す物質に起因するものや、管の不具合に伴うものなどが混在しており、発生を予測して対応することが難しい場合が少なくありません。一方、「劣化」は必ず起きるもので、その進行は点検や調査を行って初めて分かることから、計画的対応が取りやすいと考えています。

下水道法改正により維持修繕基準が創設され、これから点検や調査を本格化させる事業体も多いかと思います。少なくとも設置から20年を経過した管路を持つ事業体は、ぜひ一度、カメラ調査も含め、管路を直に目で見ていただきたいですね。その結果、異状がなければ、当面は法律への対応として腐食するおそれが大きい箇所の点検のみで構いませんし、異状があれば問題の把握と原因の解明に取り組み、徐々に調査範囲を拡大していただきたいと思います。

ある程度、点検や調査を実施済みの事業体は、自らの管路の劣化特性の把握、高リスク要件の整理など、次の段階に進むことができます。その中で、異状なしと判断した箇所を以後どう扱うかという課題がありますが、たとえば「経過観察」という考え方を取り入れるなど、工夫してみてください。

塩ビ管の劣化情報の収集が課題蓋は機能面の改善も

劣化への対応としては改築がメインになります。下水道統計によると、2000～2016年度の管きょの累積改築延長は6338kmで、総延長の1.4%です。管路施設に関しては、初期に設置された施設の改築が始まった段階です。どのように劣化するのか、修繕でどこまで使えるか、などの情報は十分とは言えません。管きょについては、陶管とコンクリート管の情報は比較的揃ってきましたが、総延長の半分強を占める塩ビ管については布設経過年数が浅いため、ほとんどありません。これから改築を迎える塩ビ管の情報収集と解析が今後の大きな課題です。

管路の維持管理において入口にあたるのがマンホール蓋であり、蓋が正常な状態にあることは管路の維持管理にとって基本といえます。マンホール蓋は地上から見え、一般市民と接する機会が多く、また、苦情も多い施設ですので、トラブルや劣化の情報を集めやすいと思います。改築においては、そうした情報を踏まえて、ガタツキ防止や飛散防止などの機能面の改善が図られることになります。

最新動向を踏まえ、JIS改正へ

管路協が制定の事務局を担当した「JIS A 7501」は、管路維持管理計画の策定に関する考え方を整理し、同計画に記載すべき項目等の統一化を図ったものです。健全な管路の管理や維持管理計画策定の能率化などを目的としたもので、管路協が作成していた手引きや下水道協会の維持管理指針などがベースになっています。マンホール蓋ももちろん対象施設に含まれています。

2013年の制定後、下水道法改正やストックマネジメント支援制度の創設、維持管理指針の改正など大きな変化がありました。こうした動きを踏まえ、「JIS A 7501」の改正に向けた作業に取り組んでおり、現在は、改正案を国土交通省に申出（提出のこと）し、審査を待つという段階です。今後の管路維持管理に役立つものとなってほしいと考えています。

▼管路協・酒井憲司専務理事

マンホール蓋の維持管理手法

▲JGMA・大石直豪事務局長

マンホール蓋の安全性や使用性を長期にわたり維持していくためには、材質や構造、性能・機能など、蓋の特性を考慮することが重要です。昨年12月に改正された「JIS A 5506」（下水道用マンホール蓋=以下、蓋JIS）では附属書で「維持管理要領」が示されるなど、維持管理の重要性があらためてクローズアップされています。マンホール蓋の適切な維持管理手法について、日本グラウンドマンホール工業会（以下、JGMA）の大石直豪事務局長にお聞きしました。

「特異性」を持ったマンホール蓋 材質、構造、性能・機能が短期間で進化

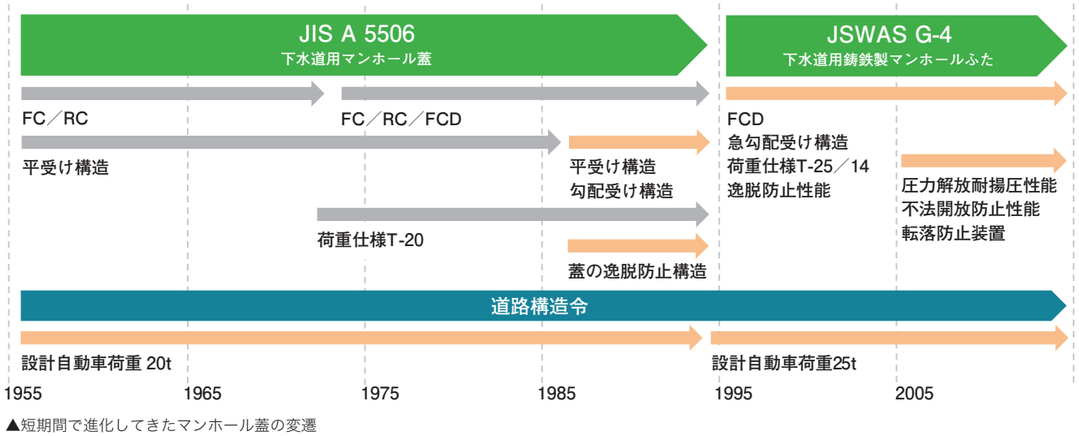
マンホール蓋は、下水道管路施設の中で唯一道路の表面に露出している一方で、その内面は管路の内部と同じような環境にさらされています。道路と同様の強度が求められるとともに下水道の腐食環境にも耐える必要があり、こうした点からマンホール蓋は、管路施設の中でも「特異性」を持った施設だと言えます。

マンホール蓋は、材質や構造、性能・機能を時代の要請に応じて短期間で進化させてきたという特徴もあります。マンホール蓋の適切な維持管理を進めるためには、こうしたことを踏まえておく必要もあるため、今回はまずマンホール蓋の規格などを軸にして、進化の変遷をたどってみたいと思います。

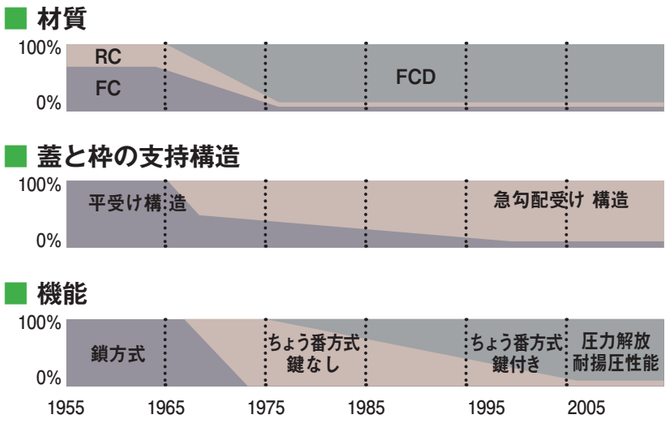
マンホール蓋の規格としては、1958年に制定された蓋JISがあります。制定当初、材質にはねずみ鋳鉄（普通鋳鉄）と鉄筋コンクリートが、蓋と枠の支持構造には、蓋を枠に単純に載せる「平受け構造」が規定されていました。強度については試験方法に「おもり落下方式」が採用され、50kgの鉄製モンキー（鉄のおもり）を１mの高さから落下させて割れないことが要求性能となっていました。

日本の高度経済成長に伴い、車両通行量の増加、車両の大型化などが進む中では、マンホール蓋の強度不足やがたつき、騒音など様々な課題が顕在化し、対応が図られていきました。

1972年に行われた蓋JISの改正で、重車両荷重やマンホール蓋の軽量化に適した「球状黒鉛鋳鉄」（ダクタイル鋳鉄）が材質に追加され、強度は20tの荷重強さが設定されました。1987年の改正では、蓋と枠の支持構造に関して、長期にわたりがたつき防止が可能な「勾配受け構造」が追加されたほか、蓋の逸脱防止のため、蓋と枠とを連結するちょう番などを設けることも規定されています。1995年には、道路構造令での設計自動車荷重の改正にあわせ、蓋の荷重強さを20tから25tに変更する改正が行われました。



▲短期間で進化してきたマンホール蓋の変遷



▲マンホール蓋の材質、蓋と枠の支持構造および機能の構成比率（イメージ）

マンホール蓋の材質や枠との支持構造、機能の構成比も見てみたいと思います。材質はねずみ鋳鉄（FC）から球状黒鉛鋳鉄（FCD）へ、蓋と枠の支持構造は平受け構造から急勾配受け構造へと大きくシフトしています。機能に関して言うと、マンホール蓋とマンホール上部壁の連結は鎖方式が主流だった時代がありましたが、硫化水素の影響が大きい過酷な施設環境下では、鎖が腐食してなくなってしまうケースもありました。そこで、蓋と枠とをちょう番で連結する方式が導入され、さらにロック機能も付加されてしていきました。近年では集中豪雨の頻発を受け、マンホールの内圧対策となる「圧力解放耐揚圧性」も普及し始め、昨年12月に改正された蓋JISにも追加されています。

どの時代もメーカーの開発が先行し、それをJISなどの規格が後からカバーしていくというかたちになっています。事業体の抱える課題や社会的なニーズを受けて、メーカーが製品開発を進め、材質置換やイノベーションが起きてきたという経緯があります。

設置環境に応じた適切な使い分けを 少なくとも300万基の蓋が老朽化している

このように時代とともに進化を遂げてきたマンホール蓋ですが、一方では設置環境に応じた適切な使い分けがなされていないケースも見受けられます。

先ほどお話ししたように、1995年の蓋JISの改正により、蓋の荷重強さは25tに規定されました。しかし改正前の荷重強さ20tの蓋が取り替えられずに、設置されたままになっている場合があります。また今回の蓋JISの改正では「圧力解放耐揚圧性」が追加されましたが、豪雨対策はこの性能があればすべて大丈夫というわけではなく、大量排気が必要なところなどではグレーチング式の「格子蓋」を使った方が良いケースもあります。腐食しやすい環境では、防食蓋を採用することが求められるでしょう。今回の蓋JISの改正では、附属書でマンホール蓋の設置要領の設定例も示されました。こうしたものを参考にしながら、現在設置されているマンホール蓋が環境に適合しているかどうか、管理する事業体にはあらためて確認していただくことも必要と考えています。

2003年の国土交通省の通知により、マンホール蓋の「標準的耐用年数」は車道部が15年、その他が30年と設定されています。マンホール躯体の耐用年数が50年のため、マンホール蓋もそれと同様と見られることもありますが、「管路の一部」と「道路の一部」という両面を持つ蓋の特異性を踏まえ、かなり短い設定になっています。マンホール蓋は地下空間と地上とを結ぶ重要な「インターフェース」ですので、設置環境や耐用年数を意識した維持管理を行わなければなりません。

JGMAでは、全国に設置されているマンホール蓋の数を管きょの延長などをもとに約1500万基と推計しています。国土交通省下水道部の公表によると、管きょの総延長（2016年度末現在）は約47万km。マンホールの設置スパンが概ね30mに１ヵ所ということを考慮すると約1566.7万基のマンホール蓋があることになり、これに設置スパンを伸ばしているケースなどを加味した結果、全国の設置数は約1500万基と見ることができます。

JGMAでは「老朽化したマンホール蓋」の数についても推計しています。老朽化が始まる起点を耐用年数の「30年」とし、設置後30年を超過したマンホール蓋の数を試算すると約580万基になります。この中にはすでに取り替えが行われたものもありますが、それを考慮しても、少なくとも300万基もの老朽化蓋があることが推計されます。これらは老朽化だけでなく、現行の蓋に比べ機能が著しく不足し、陳腐化したものが含まれている可能性も高いため、早急な対策が求めら

れるところです。

蓋は台帳に属性情報がないケースが多い ストマネ計画で蓋が外されてしまう懸念も

マンホール蓋の計画的な維持管理を進めていくためには本来、下水道台帳で蓋の数量や設置年度といった属性情報を整理することが必要です。しかし多くの事業体の台帳では、「マンホール」という項目はあるものの、「マンホール蓋」については属性情報を記載していないのが実情です。どこにどの蓋が、どのような状態で設置されているのかが、わかっていないケースが多いのです。2016年度にスタートした下水道ストックマネジメント支援制度を活用し、マンホール蓋の計画的な維持管理を計画に盛り込むためには、何よりもまず基礎情報を把握しなければなりません。ストックマネジメント支援制度では下水道施設全体を俯瞰し、計画を立案することが求められていますが、こうした状況ではマンホール蓋がストックマネジメントの計画から外されてしまうことも懸念されます。

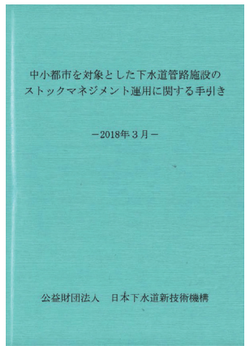
蓋の変遷表を作成して「全体把握」を 標準歩掛りが示され、発注もしやすく

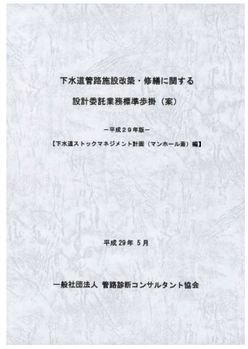
ただ、台帳に記載してこなかった事業体がこれからすべてのマンホール蓋の情報を収集・整理しようとすると時間もお金もかかり、大変な作業になります。そこで施設の諸元把握として、マンホール蓋の「変遷表」の活用が有効です。設置されているマンホール蓋のタイプごとに材質や支持構造、機能、推定設置年などを一覧表にしたもので、これらと台帳データ（マンホールや管きょの築造年）を紐づけることによって、タイプ別のおおまかな設置数を把握することができます。「全数把握」ではなく、「全体把握」を行うものと考えてください。変遷表については国土交通省からも有効なツールという評価をいただいており、変遷表を活用したマンホール蓋の基礎情報の把握に関連する業務はストックマネジメント支援制度の交付対象にもなっています。

マンホール蓋メーカーはかなり以前から変遷表の作成を提案してきており、2012年３月に（公財）日本下水道新技術機構が発刊した「下水道用マンホールふたの計画的な維持管理と改築に関する技術マニュアル」では変遷表作成の手順が掲載されるなど、周知も進んできました。ただ、歩掛りについてはこうしたマニュアルなどでも示されてこなかったため、事業体が変遷表作成業務を発注しづらかったという面があったのも事実です。

こうしたことを受け、（一社）管路診断コンサルタント協会から「下水道管路施設改築・修繕に関する設計委託業務標準歩掛（案）【下水道ストックマネジメント計画（マンホール蓋）編】」が2017年に発刊されました。歩掛（案）の作成においては、JGMAも特別委員として参加しています。マンホール蓋の変遷表作成業務や変遷表を活用したタイプ判定、修繕・改築計画策定業務などの標準歩掛りが示され、これをもとにマンホール蓋に特化した業務を発注する事業体も出てきています。

2018年３月には、（公財）日本下水道新技術機構が



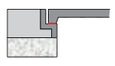
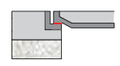
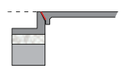
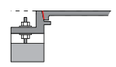
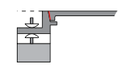
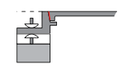


「中小都市を対象とした下水道管路施設のストックマネジメント運用に関する手引き」を発刊しました。技術力に課題を抱える中小都市にターゲットを絞り、管路施設に特化したストックマネジメントの手順などをまとめたものですが、マンホール蓋の変遷表を活用した全体把握や台帳に掲載すべき情報などについても紹介されています。事業体にはこうしたマニュアル類を活用しながら基礎情報を把握し、適切な維持管理につなげていただきたいと考えています。

■ マンホール蓋変遷表の活用例

1. タイプ変遷表の作成

出典：中小都市を対象とした下水道管路施設のストックマネジメント運用に関する手引き（2018年３月、(公財)日本下水道新技術推進機構）

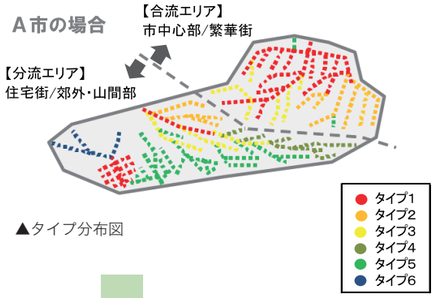
		機能がない古いタイプ		一部の機能・性能なし		安全機能・性能あり	
		タイプ１	タイプ２	タイプ３	タイプ４	タイプ５	タイプ６
	蓋表						
	特徴	蓋表面にコンクリートが充填	・JIS模様 ・JIS鍵穴が2箇所 ・蓋と受枠間に隙間あり	・JIS模様 ・JIS鍵穴が2箇所	・亀甲模様 ・長バール穴 ・錠部閉鎖状 ・こじり穴有り	・都市デザイン模様 ・長バール穴 ・錠部閉鎖状 ・こじり穴有り	・都市デザイン模様 ・長バール穴 ・錠部閉鎖状 ・こじり穴有り
	蓋裏						
	特徴	・かぎ無し ・蝶番無し	・かぎ無し ・くさり式での連結	・かぎ無し （タイプにより有） ・くさり式での連結	・単一型錠機能 ・蓋裏蝶番方式 ・蓋裏ノブ	・統合型錠機能 ・蓋裏蝶番方式 ・蓋裏ノブ	・統合型錠機能 ・蓋裏蝶番方式 ・蓋裏ノブ
推定設置年		～S40年代	～S50年代	S51年～S53年	S61年～H5年	H6年～現在	H20年～現在
材質	蓋	コンクリート	FC	FCD	FCD	FCD	FCD
	枠	FC	FC	FCD	FCD	FCD	FCD
支持構造		平受け	平受け	緩勾配受け	急勾配受け	急勾配受け	急勾配受け
							
	MHとの緊結構造	ボルト緊結なし	ボルト緊結なし	ボルト緊結なし	ボルト緊結	ボルト緊結	ボルト緊結
安全性能項目	がたつき	×	×	×	○	○	○
	破損	×	△	○	○	○	○
	浮上・飛散	×	×	×	□	○	○
	不法投棄侵入	×	×	×	□	○	○
	転落・落下	×	×	×	□	□	○
	雨水流入	×	×	×	×	△	△
	スリップ	△	×	×	×	□	□
	腐食	×	×	×	×	□	□

2. タイプ判定（既設マンホール蓋のタイプ別推定設置数の把握）

タイプ変遷表の「推定設置年」と、台帳データ（マンホールや管きょの築造年）を紐づけることで、タイプ別の推定設置数を把握できる。

処理区	処理分区	マンホールNo.	竣工年度	位置	蓋タイプ
○○処理区	AA処理分区	03211_001	昭和57年度	1.A5.dbae30.1428c6ea.3e	4
○○処理区	AA処理分区	03217_003	昭和61年度	1.A5.dc2a2a.1428c6ea.75	4
○○処理区	AA処理分区	03217_002	昭和57年度	1.A5.dc3fe2.1428c6ea.73	4
○○処理区	AA処理分区	03218_019	平成19年度	1.A5.e50bb2.1428c6ea.88	6

▲台帳データ



▲タイプ分布図

3. リスク評価・優先度の検討（例）

タイプ変遷表でマンホール蓋の性能・機能を大分類化し、これをリスクの発生確率とすることで、リスクマトリクスに基づく点検や改築の優先度を設定できる。

▼リスクマトリクス

		被害規模（影響度）		
		歩道	その他道路	緊急輸送路・避難路 国・県道・主要地方道 または 重要な管路（または） 侵入常襲エリア
機能がない古いタイプ	発生確率	4	7	9
一部の機能・性能なし	発生確率	2	6	8
安全機能・性能あり	発生確率	1	3	5

マンホール蓋の維持管理事例

「変遷表」を活用し、取り替え判断には独自の規定を運用
基礎調整部施工に関する性能を規定

栃木県足利市

栃木県足利市は、管路施設の長寿命化基本計画を策定する際にマンホール蓋の「変遷表」を作成しています。また、蓋の取り替えの診断基準や、マンホール蓋の性能を最大限発揮するための基礎施工についても独自に規定し、長寿命化計画に関わる業務で活用しています。

管路施設の長寿命化計画を策定 変遷表で機能や設置年を把握

足利市は1963年度に公共下水道事業に着手し、下水道普及率(2017年度末現在)は県内で2番目に高い76.4%。管路施設に関しては、2018年度末までに管きょ737.7km、マンホール蓋2万0438基を整備しています。

市は2013年度、足利処理区の管路施設を対象とした長寿命化基本計画を策定しました。基本計画では、同処理区の中でも早期に整備を進めた合流区域274haの長寿命化を行うことを決め、2014～2015年度に調査を実施しています。

また、合流区域に設置されたマンホール蓋の状態や機能を確認のうえ、14タイプ程度に分類し、材質や支持構造、機能、推定設置年などを一覧にした「変遷表」を作成しました。

「変遷表の活用により、蓋の表面を見るだけで機能や設置後の推定経過年数などがわかるようになりました」

変遷表は、長寿命化計画の策定だけでなく、日常の点検時にも活用しているほか、新しく下水道課に配属になった職員が、市内マンホール蓋の概要を理解する助けにもなっているといいます。

長寿命化基本計画を踏まえ、2017～2020年度を事業期間とする長寿命化計画を策定し、マンホール蓋に関しては調査を実施した736基のマンホール蓋のうち、82%を取り替えの対象としました。

蓋の取り替え診断基準を規定 県道・国道などでは機能強化蓋

長寿命化計画でのマンホール蓋の点検・調査結果は、「下水道管路施設の点検・調査マニュアル(案)」(2013年6月、(公社)日本下水道協会)にある判定基準をもとに危険度をA～Eランクで判定しています。

また、判定を行ったマンホール蓋の取り替え診断には独自の診断基準を設けています。

「標準耐用年数を超えた蓋で、Aランクの判定となったマンホール蓋は取り替えの対象としています。ただし、蓋表面の残存模様高さは、2mm以下でAランク判定ですが、3mm以下になっている場合でも取り替えの対象としています。足利市では、長寿命化計画以外でも舗装の打ち替えなどに伴いマンホール蓋を取り替えていますが、次回の打ち替えまでの期間に蓋表面の摩耗が進むためこのような基準としました。また、標準耐用年数を超えていなくても、状態が悪いものや備えるべき機能がないものも、取り替えを行う場合があります。一級および二級市道や県道・国道に設置するマンホール蓋には、機能強化型を採用することも定めています」

▲取材にご対応いただいた足利市上下水道部下水道課の今井純夫副主幹、大須賀優花主査、横山礎広主幹(左から)

基礎調整部の適切な施工が重要 使用部材を性能規定

市は今年度に下水道ストックマネジメント全体計画を策定し、調査を実施した後、2021年度にストックマネジメントの改築実施計画をつくることを予定しています。マンホール蓋に関しては、足利処理区の合流区域に設置されたものを中心に、計画的な維持管理や取り替えを実施していく考えです。

マンホール蓋とマンホール上部壁の間の「基礎調整部」の施工については、使用部材の性能を規定し、適切な施工の実施についても気を配っています。

「良い性能や機能を備えたマンホール蓋でも、基礎調整部の施工がきちんとなされなければ品質は担保されません。昨年12月の『JIS A 5506』(下水道用マンホール蓋)の改正では施工要領が明示されたと聞いており、施工の重要性を改めて認知するよい機会だと感じています」

▲足利市におけるマンホール蓋の基礎調整部の施工状況(左)
枠と周辺舗装との高さを調整する「調整コマ」(矢印部)を適切に設置

マンホール蓋の維持管理事例

「簡易点検」で腐食劣化や機能不足を把握
長寿命化計画の策定等で「変遷表」を活用

埼玉県越谷市

下水道長寿命化支援制度や下水道総合地震対策事業の適用を受け、マンホール蓋の計画的な取り替えを実施している埼玉県越谷市。「簡易点検」により蓋の腐食劣化や機能不足の把握に努めているほか、長寿命化計画の策定等では「変遷表」も活用しています。

簡易点検は2周目を実施中

1972年度に中川流域関連公共下水道事業に着手した越谷市では、市街地整備はほぼ完了し、下水道普及率(2017年度末現在)は83.3%に達しています。管路施設に関しては、2018年度末までに管きょ894.9km、マンホール蓋2万8698基を整備しています。

マンホール蓋の維持管理では、車両や歩行者の安全を確保するため「簡易点検」を行い、腐食劣化や機能不足などの把握に努めています。市は2007～2013年度の7年をかけ、市内のすべてのマンホール蓋の簡易点検を実施しました。

「現在は、2周目の簡易点検を進めているところです。蓋を一つひとつ開けて状態を確認し、腐食が進んでいるものや、ちょう番や錠がないなどの浮上防止機能が不足しているものは取り替えの対象とします。腐食した蓋については、その状態を撮影し、画像データを収集・管理しています」

長寿命化計画策定で変遷表を作成 市民に対するPRでも一役

市は2013～2015年度を事業期間とし、越谷第7-3処理分区の管路施設に関する長寿命化計画を策定しました。布設後20年以上を経過し、重要路線に布設された管路施設を対象とした計画で、マンホール蓋に関しては同処理分区に設置された234基のうち、91基の取り替えを実施しています。

長寿命化計画の策定に際しては、マンホール蓋の「変遷表」を作成しました。変遷表は、設置されている蓋のタイプごとに、材質や支持構造、機能、推定設置年などを一覧表にしたものです。蓋の表面を見るだけで、機能不足や設置後の推定経過年数などを把握することができ、また、取り替えの優先度を決める際にも活用しています。

変遷表は、市民に対する下水道事業のPRでも一役買っているといいます。

「『越谷市民まつり』では、下水道課のブースを設けています。そこで変遷表のパネルを掲示することにより、マンホール蓋が持つ機能の移り変わりをわかりやすく紹介できています」

市は2016～2020年度を事業期間として、越谷第5処理分区、越谷第7-1処理分区および越谷第10処理分区の管路施設に関する長寿命化計画も策定しています。

地震対策事業での取り替えも 冠水地区では機能強化蓋

下水道総合地震対策事業によるマンホール蓋の取り替えも行っています。下水道総合地震対策計画の第1期(2013～2017年度)では、危機管理課が作成した「液状化危険度マップ」で危険度が「極めて高い」エリアにあるマンホール躯体の浮上対策とあわせて、マンホール蓋の取り替えを行いました。現在は2018～2022年度を事業期間とする第2期を実施しているところです。

▲取材にご対応いただいた越谷市建設部下水道課の西村友和技師、松尾雄一課長、鈴木正徳主査(左から)

これらのほか、市民からの通報やクレームに応じたものや、水道事業に関連した道路復旧にあわせて行うものなど、単独費によるマンホール蓋の取り替えも行っています。また、冠水リスクの高いエリアでは、雨水流入防止性能を持った機能強化蓋への取り替えを進めています。

「2018年度に下水道ストックマネジメント計画を策定しました。マンホール蓋の管理区分は『状態監視保全』とし、現在進めている調査を踏まえて、改築実施計画に位置付ける箇所を決めていきます。また、管きょやマンホール蓋等の情報は1999年度から下水道台帳システムで管理していますが、最新の状態を維持していくためには、委託によるデータ更新を速やかに行う必要があります。さらに、これまでに蓄積してきた維持管理情報を有効活用するためには、より高機能なシステムにバージョンアップする必要も感じています」

▲「越谷市民まつり」で蓋の変遷表を紹介
(写真左上のパネル)

Interview

マンホール蓋の計画的な維持管理に向けた国の支援

国土交通省 水管理・国土保全局 下水道部
下水道事業課 事業マネジメント推進室長※
那須 基氏
※現 日本下水道事業団事業統括部長

全国に約1500万基あるとされる下水道用のマンホール蓋。下水道事業が建設から管理の時代に移る中では、膨大なストックの老朽化への対応が不可欠です。下水道事業を所管する国土交通省は、蓋の計画的な維持管理を着実に進めるため、技術面や財政面など、様々な観点から支援を行っています。今回は、国土交通省水管理・国土保全局下水道部下水道事業課の那須基・事業マネジメント推進室長（当時）に、マンホール蓋に関連した国の施策や予算制度、技術的支援についてご解説いただきました。これにあわせて、昨年12月に「JIS A 5506」（下水道用マンホール蓋＝以下、蓋JIS）が改正されたことへのご見解や、マンホール蓋業界へのメッセージについてもお話しいただきました。

老朽化施設の増大、頻発する自然災害 中小都市の技術力不足は深刻な課題に

――まず下水道事業全体を取り巻く現状についてご説明をお願いします。

下水道が普及し始めて50年以上が経ち、施設の老朽化が進んでいます。とりわけ昭和50年代から平成にかけて公共事業が盛んだった時代に、下水道も多くの資産が蓄積されました。その時代につくられた施設をいかに長期間にわたって健全に使っていくか。今後、10年、20年が経過し、耐用年数を超える施設が増大する時期をどう乗り切るか――。これらを大きな課題として認識しています。

近年は災害対策も重要なテーマです。昨年も７月豪雨や台風21号、北海道胆振東部地震などの自然災害が頻発し、管路施設で言えば、豪雨によって内圧が高まりマンホール蓋が飛散するリスクが増加し、また老朽化した管きょが地震や水害で破損して地上に影響を与える事案がありました。

老朽化施設の増大や頻発する自然災害に加え、下水道事業を支える地方公共団体、特に中小都市の技術力が不足していることも深刻な課題です。こうした諸課題を抱える中、下水道施設の適切な維持管理・改築をどう進めていくかは今後、一層重要なテーマになると考えています。

維持管理起点のマネジメントサイクルを推進

――そうした諸課題を受けて、国はどのような施策を考えているのでしょうか。

適切な維持管理・改築に向けて、国はストックマネジメントの取り組みを広く普及させたいと考えています。ストックマネジメントは、直訳すれば「資産管理」です。下水道の資産を経営面も含め、身の丈に合った形で適切に管理していこうという点がポイントです。

ストックマネジメントとあわせて、「維持管理を起点としたマネジメントサイクル」という考え方も定着させていきたいと思っています。点検や調査などの日常の維持管理情報を次の計画に生かし、計画的な改築更新につなげていくというイメージです。

“見える化”にも取り組んでいます。ストックマネジメントの取り組み状況を数値化し、100点満点で評価する「SM通信簿」や、2015年の下水道法改正で創設した維持修繕基準の遵守状況などをまとめた「下水道管路メンテナンス年報」を広く公開しています。地方公共団体が自らの状況を把握し、他の団体と比較することにより、ストックマネジメントの取り組みをより一層推進する力にしていただきたい、というねらいがあります。

ストマネ制度では主要な管きょの蓋が対象 蓋の基礎情報の収集・整理、調査も支援

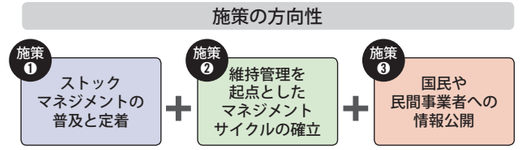
――適切な維持管理・改築を進めるための国の財政支援制度についてご説明をお願いします。マンホール蓋に関連するポイントはどのあたりでしょうか。

下水道施設の改築更新に対する国の財政支援は、2016年に創設した「下水道ストックマネジメント支援制度」に基づいて実施しています。この制度の基本的な考え方は、事業体にストックマネジメント計画を作成していただき、それに従い施設のリニューアルを図っていただくということに尽きます。

マンホール蓋も他の施設と同様に、ストックマネジメント計画の中に点検や計画的な取り替えを位置づけていただく必要があります。主要な管きょに設置され、処分制限期間（車道７年、その他15年）や標準耐用年数（車道15年、その他30年）を超過し、老朽化や機能不足等により陳腐化したマンホール蓋が対象になります。

ストックマネジメント計画にマンホール蓋を盛り込む際、下水道台帳に設置年代や種類・機能といった基礎情報がない場合は、これらを収集・整理、調査する必要がありますが、こうした業務も当然財政支援の対象となります。国としてもマンホール蓋の計画的な取り替えが行えるよう、しっかりと制度設計を行っていますので、諸元把握や点検・調査のデータとりまとめ

今後のストックマネジメントおよび老朽化対策
（国交省資料より作成）



「SM通信簿」2018年３月末の実施結果（都道府県単位）
（国交省資料より作成）

都道府県名	平均点	順位
北海道	18.5	29
青森県	52.6	10
岩手県	73.0	4
宮城県	86.2	2
秋田県	64.3	6
山形県	83.6	3
福島県	97.6	1
茨城県	10.0	39
栃木県	19.0	28
群馬県	11.9	36
埼玉県	10.5	38
千葉県	12.2	35
東京都	24.4	25
神奈川県	17.7	30
新潟県	29.4	23
富山県	29.4	23
石川県	8.0	44
福井県	14.5	31
山梨県	14.3	32
長野県	30.1	21
岐阜県	23.3	26
静岡県	22.9	27
愛知県	47.8	14
三重県	35.4	17

都道府県名	平均点	順位
滋賀県	34.5	18
京都府	31.9	20
大阪府	55.1	8
兵庫県	8.3	43
奈良県	32.4	19
和歌山県	3.2	46
鳥取県	0.0	47
島根県	11.6	37
岡山県	14.1	33
広島県	30.0	22
山口県	8.5	42
徳島県	10.0	39
香川県	68.8	5
愛媛県	10.0	39
高知県	5.9	45
福岡県	61.1	7
佐賀県	51.8	11
長崎県	40.6	15
熊本県	48.5	13
大分県	54.3	9
宮崎県	49.4	12
鹿児島県	35.8	16
沖縄県	13.6	34
合計	32.7	

▲機能のない蓋

▲腐食した蓋

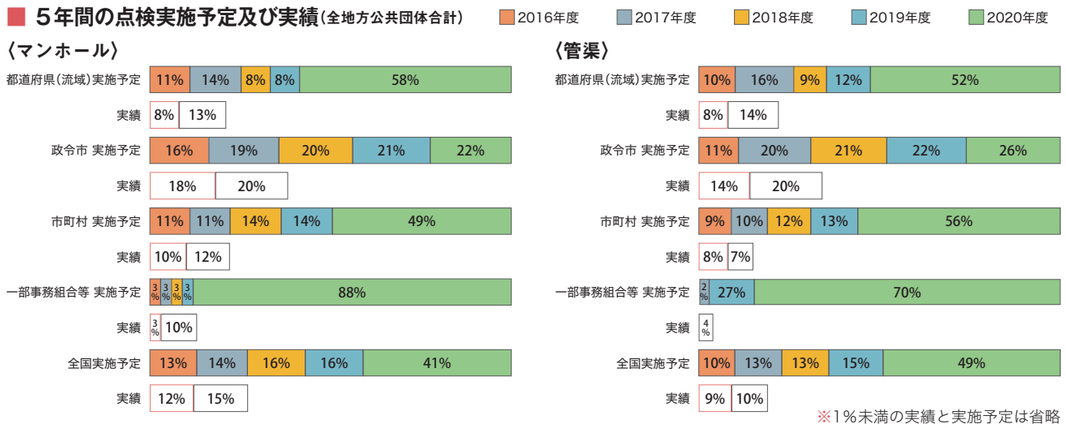
▲摩耗した蓋

2017年度における管路施設の点検実施状況（腐食のおそれの大きな箇所）
（国交省『下水道管路メンテナンス年報』より作成）

■ 点検実施数

集計区分	対象数	点検実施数	点検実施率	点検実施数（累計）	点検実施率（累計）
マンホール（箇所）	112,179	16,516	14.7%	30,381	27.1%
管渠（km）	5,446	567	10.4%	1,069	19.6%

■ ５年間の点検実施予定及び実績（全地方公共団体合計）



※1％未満の実績と実施予定は省略

を考えている地方公共団体には、適切に制度を活用していただきたいと考えています。

また、ストックマネジメントの推進にむけて「下水道事業のストックマネジメント実施に関するガイドライン」などの技術的支援も整備しております。

総合地震対策事業と浸水被害軽減総合事業 主要な管きょ以外の蓋も一定条件で対象に

――下水道ストックマネジメント支援制度以外に、マンホール蓋に関連する財政支援制度はありますか。

「下水道総合地震対策事業」では、同事業の計画対象地区に設置された管路施設のうち、地震が発生した際に管きょの点検が困難になるおそれがあるマンホール蓋の取り替えを財政支援の対象としています。「下水道浸水被害軽減総合事業」では、同事業の計画対象地区に設置された管路施設のうち、浮上や飛散のおそれがあるマンホール蓋が財政支援の対象です。

▲機能不足による蓋の外れ

▲地震による蓋の横ズレ

お話ししたように、ストックマネジメント支援制度での財政支援の対象は、あくまで主要な管きょに設置されたマンホール蓋に限定しています。一方、総合地震対策事業と浸水被害軽減総合事業では、主要な管きょ以外に設置されたマンホール蓋でも、計画対象地区に設置され、かつ一定の条件を満たすものであれば、対象になり得るようになっています。

「下水道マンホール緊急安全対策」の運用も継続しています。これは、平成10年に豪雨の影響で蓋が外れたマンホール内に歩行者が転落し、死亡事故が起きてしまったことを受けて創設したものです。浮上および飛散等のおそれのあるマンホール蓋の取り替えを財政支援の対象に位置づけています。この制度の運用により安全なマンホール蓋への取り替えが進み、その後、蓋の飛散などによる転落事故は幸いにも起きていません。ただ、転落事故がないだけで、近年の豪雨により蓋が外れてしまうケースはあると聞いていますので、今後も対策を進めていく必要があると考えています。

総合地震対策事業や浸水被害軽減総合事業、下水道マンホール緊急安全対策事業を活用して、適宜マンホール蓋の取り替えを進めていただければと思います。

蓋の取り替えは「３か年緊急対策」の活用も

――国の財政支援では、「防災・減災、国土強靭化のための３か年緊急対策」も注目されています。

政府は昨年の７月豪雨や台風21号、北海道胆振東部地震などを受け、重要インフラの緊急点検を実施しました。「３か年緊急対策」は、その結果などに基づき、特に緊急に実施すべきハード・ソフト対策をとりまとめたものです。

下水道事業も、浸水対策や耐震化、耐水化など６項目が対象になっており、管路施設に関しては「緊急輸送路等に布設されている下水道管路に関する緊急対策」という項目が設けられました。緊急点検では、緊急輸送路等に布設されている重要な幹線約８万kmを点検した結果、マンホール浮上防止対策が未実施の管きょ約7000km、耐震化が確保されていない管きょ約４万kmが判明しました。そのため、過去に液状化が発生した埋立地区等の緊急性が高い地区のマンホール浮上防止対策約200km、管きょの耐震化約600kmを対象に、2018～2020年度の３ヵ年で重点的な財政支援を行い、早急に対策を完了していただく措置を講じています。マンホール蓋の取り替えについても、この緊急対策の中で支援が可能ですので、活用していただきたいと考えています。

蓋JISでは豪雨対策や計画的維持管理を推進 改正内容は国の施策の方向性と一致する

――昨年12月に、蓋JISが改正されました。この改正に対するご見解をお聞かせください。

改正のポイントは、安全・安心の取り組みを強化したことと、計画的な維持管理を後押ししたことだと考えています。冒頭お話ししたとおり、下水道施設の老朽化や災害対応が重要な課題になっている今、非常に時宜を得た内容になっていると思います。

国は事業体に対して、ストックマネジメントの考え方に基づき適切な管路施設の点検をお願いしています。今回の改正では、「附属書」に維持管理要領などが示されているため、事業体がマンホール蓋の適切な点検を進める際に、良い参考になるのではないでしょうか。近年は豪雨被害が頻発しており、国も浸水対策に力を入れています。改正では豪雨対策として、蓋の浮上・飛散を防止する「圧力解放耐揚圧性」と人の転落を防止する「転落防止性」が規定されました。この点も、国の施策の方向性と一致していると思います。

――最後に業界へのメッセージをお願いします。

まずは国、地方公共団体、企業が連携して、よりよいインフラをつくっていくという共通認識を持つことが大事です。様々な課題を業界だけで考えるのではなく、国や公共団体と一緒になって進めていただければと考えています。

地方公共団体の人手不足が深刻になっていることを踏まえると、今後はこれまでなかったような大胆な発想を持つことがより必要になってくると思います。これは私の１つのアイデアに過ぎませんが、マンホール蓋の取り替え時期をお知らせしてくれる仕組みなんてどうでしょうか。IoTを駆使して蓋が自動的に信号を送るような仕掛けでもいいですし、サービスの一環として人間が教えてくれる形でも構いません。

維持管理・改築の時代になって、民間企業の役割はますます期待されています。たとえば設備系の企業であれば、メーカー的な役割だけでなく、メンテナンス専門の子会社を持つなどして、維持管理の段階においても大きな役割を担っています。マンホール蓋の業界も、「モノを売る」から「サービスを売る」というように考え方を転換してみてはいかがでしょうか。これは国が進めるマネジメントサイクルの確立にもつながります。ぜひご一考いただければ幸いです。

――ありがとうございました。

【なす・もとい】

1991年３月北海道大学大学院修士課程修了、同年４月建設省入省。2002年７月国土技術政策総合研究所下水道研究室主任研究官、2007年４月国土交通省近畿地方整備局建設部都市調整官、2008年４月浜松市上下水道部下水道工事課長、2011年７月国土交通省下水道部流域下水道計画調整官、2013年４月同部下水道事業課町村下水道対策官、2015年５月UR都市機構経営企画部投資管理チームリーダー、2016年７月堺市技監、2018年７月国土交通省水管理・国土保全局下水道部下水道事業課事業マネジメント推進室長、2019年４月日本下水道事業団事業統括部長。北海道出身。

暮らしと鋳物

形状の自由度が高く、熱や摩耗に強い鋳物は、古くから幅広い分野で使われてきました。このコーナーでは、わたしたちの身近なところにある鋳物に注目し、紹介していきます。

適度な重みで高いホールド感があるメモホルダー“Slope”。流れる弧が優美なスロープを描きます。

HinoLab M

創業100年の鋳鉄メーカーが生んだ「鋳物」のインテリアブランド

時をたくわえ、今に滲む。

鉄が醸し出す重厚さや存在感。鋳物特有の曲面や鋳肌と呼ばれる表面のテクスチャーによる、温もりや繊細な柔らかさ。道具として使われる中で染みついた擦れや錆に、時の経過や懐かしさ。趣深い「鋳物の風合い」を、日常の生活に取り入れて楽しんでほしい――。「鋳物」のインテリアブランド「HinoLab M（ヒノラボ エム）」には、そんな想いが込められています。

「鋳鉄の魅力を生活の中に広めていきたい」企画立案からデザインまで“ラボ”で行う

溶けた高温の金属を型に流し込み、冷えて固まった後に型から取り出して作られた製品を「鋳物」と言います。鋳鉄、アルミ鋳物、銅鋳物などの種類があり、曲面を含む有機的で複雑な形状を一体成型出来ることから、デザイン性に優れた製品を生み出すのに優れた技法です。古来より、鉄瓶・花器・灯篭などの生活用品にも使われ、最近では鋳物の鍋やフライパンといったキッチンウェアも注目されています。

「HinoLab M」は、1919年創業で今年100周年を迎えた日之出水道機器㈱が2016年に立ち上げた、「鋳物」のインテリアブランドです。同社は創業以来、鋳鉄を用いたインフラ関連の公共資器材を製造販売しており、近年では、産業機械用部品、建築用構造材にまで事業領域を拡大しています。「100年間携わってきた鋳鉄という素材の魅力を生活の中に広めていきたい」との想いから、このブランドが生まれました。よりクリエイティブなデザインを生み出すため、企画立案、クレイ粘土や３Dプリンターを使った原寸大モデルの制作による検討から最終デザインの確定まで、工房（ラボ）で行っています。

ブランド名は、“ヒノデ”の“ラボ”に由来しています。これに、「manufacture」（製造）「making」（ものづくり）「multi」（多様）を意味する「M」を加え、「HinoLab M」と名付けられました。

“鋳物の風合い”が感じられるプロダクト「黒染め技法」をベースに手作業で仕上げる

制作では、プロダクトの形状を写し取った砂型に1500度の溶けた鉄を流し込んで成型します。鉄は温度が下がると粘度が上がり、肉厚の狭いエッジ部分やロゴなどの細かい部分には流れにくくなります。このため、鉄の流れのコントロール、砂や鉄の成分管理、温度管理などにノウハウを注ぎ込んでいます。創業100年の経験の上に新たな技術を開発し、デザイナーが意図する形状やテクスチャーに込められたコンセプトまでも忠実に再現して、「鋳物の風合い」が感じられるプロダクトを生み出しています。

仕上げ処理は、作られてから50年を経過した鋳物の「錆」をベンチマークに、100種類以上の試作の後にたどり着いた「黒染め技法」がベースになっています。独自の表面処理と研磨を施し、一品一品手作業で仕上げられています。それぞれのプロダクトは、長い時を経て作られる黒錆を再現した「錆仕上げ」、クリアコーティングを薄く施した「クリア仕上げ」、黒の塗装を施した「ブラック」の３種類から、仕上げ方法を選ぶことができます。

1

2

3

1 ブックエンド“Gate”。柔らかさとシャープさの両面を持ち合わせ、鋳鉄の重厚さが安定感をもたらします。
2 クリップホルダー“Tower”。塔のようにそびえ立つ姿が印象的です。
3 【上】ランプシェードとソケットカバー“Antique”。縦のラインが美しく、トラディショナルなフォルムは部屋に落ち着きを与えます。
【左下】ペンスタンド“Column”。古代ヨーロッパ建築の柱を彷彿させ、空間を引き締めます。
【右下】トレイ“Ridge”。無作為なラインで構成されたフォルムは愛着を深めます。

ステーショナリーからインテリアまで21種類のプロダクト・ラインナップ

鋳鉄の魅力を常に身近に感じてほしいという想いから、プロダクトは書斎の机上に置かれるペントレイ、レターラック、カードホルダー、ブックエンドなどのステーショナリーからスタートしました。その後、書斎周りを彩るランプシェード、ウォールフックなどにもラインナップを広げ、これまでに21種類のプロダクトをリリースしています。

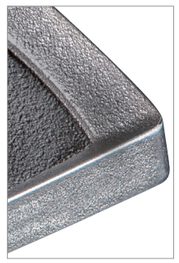
「HinoLab M」は今後、インテリアプロダクツの拡充を図るとともに、より多くの方々に鋳物の良さを感じてもらえるよう、インテリア以外での鋳鉄表現の可能性に挑戦していくことも考えているといいます。

3種類の仕上げ方法

錆仕上げ

長い時を経て作られる黒錆を再現した仕上げ方法です。一つひとつ手仕事で磨き処理を加えた後、特殊な処理を施すことで黒錆を生成させる手法で、クラシックな雰囲気が魅力です。

クリア仕上げ



鋳物の素材そのものの風合いを活かすため、表面にクリアコーティングを薄く施した仕上げ方法です。錆仕上げ同様に、一つひとつ手仕事で磨き処理を加えており、擦り減った表情が魅力です。

ブラック

鋳肌の表情はそのままに黒の塗装を施しています。ムラがなく、ややツヤのある黒い表面は、鋳物のフォルムをはっきりと浮かび上がらせます。

G&Uインフォメーション

G&U技術研究センターについて

グラウンドマンホールと
その周辺の道路までを含めた地上空間と、
マンホール本体および管路までを含めた
地下空間を主たる研究領域として、
これからの時代に向けて必要とされる
「都市空間における高度な安全環境の創出」を目指しています。

Photo diary ～私たちの日常～

G&U技術研究センターは、路面と地下空間に視点を据え、そこにあるマンホール蓋や本体、
周辺管路を対象とした研究・試験業務に、日々取り組んでいます。

■ 2018年10月に輪荷重走行試験の2号機を導入

2016年10月に橋床版の輪荷重試験の受託業務を開始してから蓄積してきた経験やお客様の要望を受け、2号機には次の３つの特徴を持たせました。①３mと4.6m、２つの走行範囲で試験が可能、②荷重は最大で490kN（50t）まで載荷可能、③載荷荷重の誤差は±５%以下を実現。

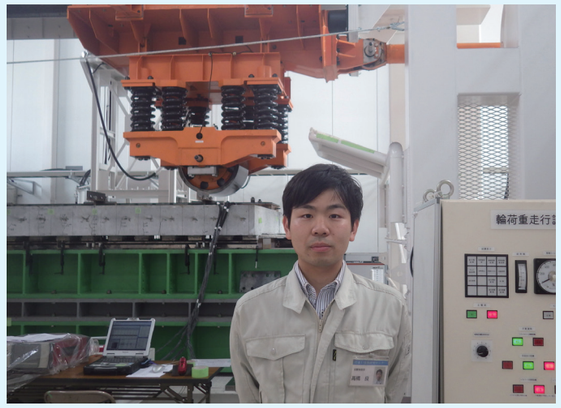
走行範囲について、これまで（国研）土木研究所や㈱高速道路総合技術研究所では３mという条件下で試験が行われてきましたので、同じ条件で試験ができる仕様としています。一方、4.6mは１号機の走行範囲を踏襲した形です。１号機による試験において、走行範囲が長いことで一度に複数の条件で試験を行えるとお客様よりご好評いただいたことがきっかけです。

荷重について、１号機は土木研究所の階段式載荷法に準じて392kN（40t）が最大でしたが、２号機は高耐久性床版を破壊に近い状況まで試験したいというお客様の声に基づき、490kN（50t）まで対応できるようにしました。

誤差について、１号機はもともとマンホール蓋の耐がたつき性能の評価試験機として導入したため、実車に合わせてサスペンション構造の車輪部となっていますが、橋床版の試験では、このサスペンション構造が継手の微小な段差による衝撃荷重や載荷荷重の変動を軽減させることがわかりました。この経験から2号機にもサスペンション構造を取り入れ、載荷荷重の誤差を±５%以下で実現しました。

2号機は以上のような特徴を有した輪荷重走行試験機です。新たに完成した2号機を通じて土木業界に貢献してまいりますので、お気軽にご相談下さい。

▲輪荷重試験の状況

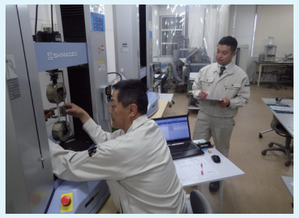


▲試験担当の高橋です
輪荷重試験のことはお任せ下さい

■ 試験検証

鋳鉄材（マンホール蓋など）をはじめ、プラスチック管材やコンクリート材の耐久性試験などの専門的な試験検証を行っています。当センターは、国際MRAに対応したISO/IEC17025に適合した登録試験所（JNLA080255JP）です。

プラスチック材試験では、（公社）日本下水道協会の「管きょ更生工法における設計・施工管理ガイドライン」に準拠した機械・物理試験や耐薬品試験、管材の性能試験（粗度係数測定・追従性試験等）などを評価・検証するとともに、お客様の実情に合わせたソリューションもご提案しています。



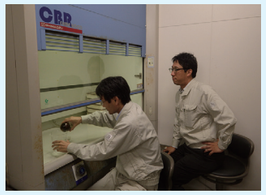
▲プラスチック管材の引張試験

▲マンホール蓋の荷重試験

■ 研究開発･コンサルティング

研究開発では、公的研究機関や大学などとの共同研究や意見交換、蓄積された各種データを基盤とした研究を通じて現象メカニズムの解明を行い、リスクを未然に防止するために必要となる技術の研究開発を推進しています。

コンサルティングでは、お客様の課題や問題解決に向け、研究開発によって蓄積した技術データやフィールドデータを基盤とした最適なソリューションをご提案していきます。



▲防食対策品の性能評価の妥当性検討

▲水理シミュレーションによる内圧試験

▲腐食や内圧などの実態把握と対策提案

▲研修や見学を通じたコンサルティング

お客様のニーズの多様化、高度化に対応できますよう、日々スキルの向上に努めております。お困りごとなどがございましたら、お気軽にお問い合わせください。

見学会のご案内

マンホール蓋に求められる様々な安全性能を明らかにする性能検査をはじめ、当センターが取り組んでいる研究内容の紹介、施設のリスクについての説明や体感を目的として、毎月２回の見学会を実施しています。

事業体や業界関係者だけでなく、JICA（国際協力機構）を通じて海外の方々や、一般の方々も多数来場され、「マンホール蓋の奥深さを体感でき、そのリスクを身をもって知ることができた」などのご意見をいただいています。

見学会では、マンホール蓋に関わるリスクなどを模擬実験（デモンストレーション）と、映像や模型を併用して説明を行っています。実際に見て、その音を聞いて、迫力や危険性を感じていただくことで理解が深まるよう配慮しているほか、一般の方々には専門用語を使わずにわかりやすく説明するよう心がけています。中でも好評なのが、普段は地下に埋まって見ることができない下水道管路施設を忠実に再現している「水理シミュレーションモデル」と、豪雨時の下水道管路内の現象を実際のマンホール蓋で再現する「浮上試験機」です。

読者のみなさまもぜひ、体感なさってください。詳しい内容やお申込みの方法は当センターのホームページをご覧ください。

http://www.gucenter.co.jp/topics/kengaku.html

▲2019年度ミス日本「水の天使」谷桃子さんによる展示場での模擬体験

■ 技術広報誌G&U バックナンバーのご紹介

バックナンバーは当センターのホームページからダウンロードしていただけます。
http://www.gucenter.co.jp/pablication.html

第９号（2018年）
Prologue「鋳鉄製大砲をつくり出した世界遺産・韮山反射炉」
「鋳鉄製ブロックで築く耐震補強壁」
Close Up「インフラの耐久性を考える
耐久性の確保と効率的な維持管理の最新動向」

第８号（2017年）
Prologue「東京駅を100年支えた鋳鉄柱」
「港都・横浜を100年潤した鋳鉄管」
Close Up「インフラメンテナンスのこれから」

第７号（2016年）
Prologue「知られざる鋳物の実力」
Close Up「インフラマネジメント時代における腐食のリスクとその対策」

第６号（2015年）
Prologue「暮らしと社会を支えてきた鋳物」
Close Up「安全への知恵と工夫」

第５号（2011年）「東日本大震災」におけるマンホール及びその周辺の「液状化」の被害について」

第４号（2010年）「安全性の第三者評価について考える」

第３号（2008年）「長寿命化次世代につなぐ安全」

第２号（2006年）「なぜ、すべるのか？
道路環境の安全を考える」

第１号（2006年）「性能規定化の動向とマンホールふた」

■ 出版物

マンホールの博物誌（発行：ダイヤモンド社／税抜2,800円）
「水と道路と人々の交差点」

■ 研究実績のご紹介

〈凡例〉
【腐食】金属（鋳鉄）の腐食メカニズム・環境調査手法・防食対策
【豪雨】蓋やマンホールの飛散防止対策、雨水桝の落葉づまり
【維持管理】維持管理性向上のためのマンホールについての研究
【舗装損傷】蓋周辺舗装のひび割れ・段差発生メカニズム
【スリップ】蓋表面のすべり抵抗評価方法
【液状化対策】マンホール浮上防止対策、埋戻し土の液状化診断方法
【震災被害調査】震災時のマンホール被害事例報告

1. **【腐食】下水環境におけるACM型腐食センサを活用した鋳鉄の腐食環境評価**［下水道研究発表会講演集 54号（2017年度）、（公社）日本下水道協会］
2. **【腐食】下水道環境におけるACM型腐食センサの活用事例**［腐食センターニュース（No.077）、腐食センター］
3. **【腐食】球状黒鉛鋳鉄の腐食機構の基礎的研究**［日本溶射学会誌 溶射（Vol.54 No.1 2017）、（一社）日本溶射学会］
4. **【腐食】下水道環境におけるマンホール鉄蓋の腐食機構の基礎研究**［下水道協会誌2016年８月号（Vol.53 No.646）、（公社）日本下水道協会］
5. **【腐食】ACMセンサを用いたマンホールふたの腐食環境評価**［下水道研究発表会講演集 53号（2016年度）、（公社）日本下水道協会］
6. **【腐食】マンホール鉄蓋の腐食劣化に関する基礎的研究**［下水道研究発表会講演集 52号（2015年度）、（公社）日本下水道協会］
7. **【腐食】マンホールふたにおける腐食が強度低下に及ぼす影響評価**［下水道研究発表会講演集 45号（2008年度）、㈳日本下水道協会］
8. **【豪雨】雨水桝ふたの落葉詰まりによる排水性能検証実験**［下水道研究発表会講演集　54号（2017年度）、（公社）日本下水道協会］
9. **【豪雨】ゲリラ豪雨によるマンホールふた飛散事故の発生現況と防止技術のいま**［月刊下水道2016年6月号（Vol.39 No.7）、㈱環境新聞社］
10. **【豪雨】改良型雨水桝等の排水性能に関する調査研究**［下水道研究発表会講演集 52号（2015年度）、（公財）日本下水道協会］
11. **【豪雨】豪雨時の下水管渠内空気流動解析モデル**［下水道研究発表会講演集 46号（2009年度）、㈳日本下水道協会］
12. **【維持管理】「下水道用マンホール改築・修繕工法」に関する共同研究について**［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―、（公財）日本下水道新技術機構］
13. **【液状化対策】ジオテキスタイルを用いたマンホール浮上防止対策工法の簡易実験事例**［下水道研究発表会講演集 51号（2014年度）、（公社）日本下水道協会］
14. **【液状化対策】マンホール周辺埋戻し土の液状化診断方法について**［下水道研究発表会講演集 50号（2013年度）、（公社）日本下水道協会］
15. **【舗装損傷】マンホール周辺舗装の温度変化による膨張収縮と隙間発生に関する検証研究**［下水道研究発表会講演集 49号（2012度）、（公社）日本下水道協会］
16. **【舗装損傷】マンホール周辺舗装の破損状況に関する基礎的調査**［第29回日本道路会議（2011年度）出版社、日本道路会議］
17. **【スリップ】マンホール蓋のすべり抵抗評価方法について**［第29回日本道路会議（2011年度）、日本道路会議］
18. **【舗装損傷】マンホールふたの枠形状と施工方法に着目した周辺舗装の破損調査事例**［下水道研究発表会講演集 48号（2011年度）、㈳日本下水道協会］
19. **【舗装損傷】マンホール周辺舗装の段差・ひび割れに関する研究 ―調査事例報告―**［下水道研究発表会講演集 47号（2010年度）、㈳日本下水道協会］
20. **【スリップ】歩道におけるマンホールふたのすべり抵抗評価方法の研究**［下水道研究発表会講演集 44号（2007年度）、㈳日本下水道協会］
21. **【維持管理】マンホールふたの維持管理性向上に関する研究**［次世代型マンホールふたおよび上部壁技術マニュアル、㈶下水道新技術推進機構］
22. **【震災被害調査】東日本大震災のマンホール被害事例報告**（調査年月2011年３月、４月）
23. **【震災被害調査】岩手・宮城内陸地震マンホール被害調査**（調査年月2008年６月）
24. **【震災被害調査】中越沖地震マンホール被害調査**（調査年月2007年７月、８月）

編集後記

今号では管路施設のJISを中心に、様々な立場の方からお話をうかがい、図や写真も交えながらわかりやすい広報誌を目指しました。プロローグの鋳物照明柱の取材では、作り手の方の鋳鉄への愛着を感じることができたと同時に、改めて鋳鉄ならではの造形性、風合いを認識することができました。本誌の制作にあたり、お忙しい中取材にご協力頂いた皆様に御礼申し上げます。

●編集事務局U

編集協力：公共投資ジャーナル社　アートディレクション&デザイン：中井辰也
制作進行・印刷：ダイヤモンド・グラフィック社