

発 行 2017年5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/







【表紙の写真】 「特殊高所技術」による橋梁の点検 (写直提供: 株式会社株殊真所技術

# COTENTS

# Prologue

- <sup>2</sup> 東京駅を 100年支えた鋳鉄柱
- 6 港都・横浜を 100年潤した鋳鉄管





# Column

- 32 鋳物の仕事師 富和鋳造株式会社 常務取締役 吉田 秀夫氏
- 36 埼玉県川越市の「時の鐘」 120 年前の"明治の姿"に復原









# Close UP



# 8 インフラメンテナンスの 道路・橋梁や下水道における 維持管理の最新動向と今後の展望——

- 10 INTERVIEW 1 道路分野から見た インフラ維持管理の課題と展望 東京都市大学学長 三木 千壽氏
- 16 道路の一部としてのマンホールふたの役割
- 18 INTERVIEW 2 下水道のストックマネジメントと 生産性革命

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 石井 宏幸氏



- 24 事例紹介
  - ●東京都清瀬市/千葉県成田市/兵庫県神戸市





27 Report

下水道管路施設の災害対策

- ~熊本地震の教訓を踏まえて~
- (公財) 日本下水道新技術機構
- (一社) 下水道管路データバンク
- NPO 法人日本トイレ研究所







# Prologue 1

# 東京駅を 100年支えた 鋳鉄柱

1914 (大正3) 年に開業した JR 東京駅。 100年以上にわたる歴史の中では、 関東大震災や東京大空襲により、 焼失、倒壊などの大きな被害を受けました。 その一方、戦災をくぐりぬけ、 2015 (平成27) 年に撤去されるまで 駅の上家を支え続けてきたのが、 第二乗降場に設置された14本の鋳鉄製の柱です。 現在、そのうちの2本は、開業当時の姿を後世に伝えるため、 駅構内にモニュメントとして展示されています。

また、これらの柱は、

鋳鉄が建築構造部材に使われた初期の事例です。 東日本旅客鉄道㈱と鋳造会社の日之出水道機器㈱は、 当時の鋳造技術を紐解こうと、 撤去後に共同調査を行っています。

東京駅を100年支えた鋳鉄柱。 その歴史をたどりながら、現代の技術により明らかとなった、

製造方法や材質特性などをご紹介します。

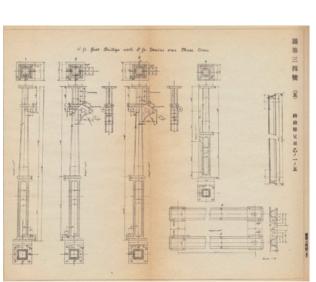
▲ 4本の乗降場がある開業当時の東京駅

# 鋳鉄柱の実力値を共同調査

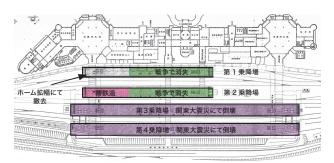
1914 (大正3) 年の開業当時、東京駅には4本の乗降場がありました。しかし、乗降場の屋根にあたる上家については、1923 (大正12) 年の関東大震災で第3乗降場と第4乗降場のものが倒壊し、1945 (昭和20) 年の東京大空襲では第1乗降場と第2乗降場の多くも焼失。開業当時のまま残ったのは、第2乗降場(現在の5番線・6番線ホーム=京浜東北線南行、山手線外回り)有楽町方面の約55m分のみとなっていました。

「この上家も老朽化が進んだため、支えていた14本の鋳鉄製の柱も含め、2015(平成27)年に取り替えることになりました。撤去にあたりプレス向けにアナウンスをしたところ、鋳造会社さんから『ぜひ調べさせてほしい』とアプローチがあったのです」

こう話すのは、東日本旅客鉄道株式会社(JR 東日本)構造技術センターの林篤次長(建築構造グループリーダー)。日本で鋳鉄が建築構造部材に使用されるようになったのは、19世紀半ばからのこと。鉄道でもこのころから採用されるようになり、当初は輸入材だったものの、1882(明治15)年に国産化され、1889(明治22)年に建設された東京鉄道局新橋工場の柱も鋳鉄製です。その後、鋳鉄は線路の上に架け渡される



▲ 鉄道法規類獎抄 工事附録圖面



▲ 東京駅乗降場上家の歴史

「跨線橋」の柱に多く使用され、1914 (大正3) 年には「鉄道法規類獎抄 工事附録圖面」に跨線橋の柱の標準的な仕様として図面記載もされました。乗降場の上家では、東京駅のほか神田駅、新橋駅、京都駅でも鋳鉄が使われていました。

東京駅の柱は、鋳鉄が建築構造部材として使用された初期の事例と考えられ、その製造方法や材質特性を明らかにできれば、我が国の鋳造技術の歴史を紐解くという点で、意義深いことになります。

「JR 東日本管内には、信越本線・柏崎駅など、鋳鉄の柱が使われた跨線橋が7ヵ所程度現存しています。鋳鉄の専門家の目で見てもらえば、そうしたものを維持管理していく上での新しい知見が得られるかもしれない。そんな思いもあって、共同で調査を行うことが決まりました」

# 鋳鉄ならではの高い造形の自由度

鋳鉄は、複雑な形状のものでも高い精度で製造することが 可能です。その特長は、東京駅の鋳鉄柱にも垣間見ることが でき、柱頭部には古代ギリシアにおける建築様式であり、植物 をモチーフにした「コリント式」の装飾が施されています。

「鋳鉄ならではの、高い造形の自由度が活かされていると思います」

柱脚部には『明治四十一年 株式会社東京堅鐵製作所』

JR 東京駅5・6番線ホームに展示されている鋳鉄柱のモニュメント



▲ 東日本旅客鉄道㈱構造技術センター 林篤次長 (建築構造グループリーダー)



▲コリント式の装飾が施された柱頭部 装飾の下には補強のためと推測されるバンド



▲製造年・製造会社が記された柱脚部

と刻印されており、駅開業の6年前に製造されたことがわかります。また、設置された当時の柱の色を明らかにするため、 塗装の調査を行ったところ、何層も塗り重ねられた形跡が見受けられ、一番下には緑色の層がありました。

「東京駅が開業したころの写真の色をカラーに変換し、絵葉書にしたものがあるのですが、そこに写っている柱も緑色。当時と同じ色であることが確認されました」(JR 東日本構造技術センター建築構造グループの川又篤副課長)

### 関東大震災にも耐え得る強度

鋳鉄柱は、下の模式図に示すように、①柱部、②接合部、 ③アーチ部、④トラス部、⑤飾り部で構成されています。大き な損傷はなかったものの、100年以上使われただけあり、亀 裂が生じていた箇所はあったようです。

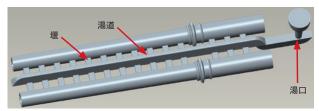
「接合部の付け根の辺りに見受けられました。ボルトの穴があったことで耐力が低くなっていたことに加え、力が集中しやすい部分だったということも影響しています。 亀裂があった部分の付近にはバンドが巻いてあり、これは推測ですが、補強するためではないかと考えられます」(同)

鋳鉄柱は中空構造になっており、その肉厚を超音波等によって測定した結果、最も薄い部分は14mm、最も厚い部分は34mmと偏りがあり、外径と内径で中心軸が10mm程度ずれていました。また、肉厚が薄い部分の外径表面には、鋳造の

際に発生するガスを抜く穴である「揚がり」が確認されたことから、柱を横に寝かせた状態で鋳造されたと考えられるということです。中空構造の鋳造の際には、空洞部分をつくるために「中子」と呼ばれる鋳型を入れますが、柱本体は約4mという長さがあるため、中子の変形や浮上がしやすくなり、偏りができたのではないかと推定されました。製造会社である東京堅鐵製作所については、当時の文献に「火鎔鐵爐」、「一個20 噸の鉅重物を鋳造」との記載があり、能力の高いキューポラ(溶解炉)が使われたことがうかがえます。

一方、柱の材質としては、リンを多く含んでいることが明らかになりました。リンには鋳鉄の耐摩耗性や耐食性を向上させる性質があり、現在でもエンジンのピストンリングや鉄道車両のブレーキ装置などに、リンを多く含んだ鋳鉄が使われています。また、リンの添加は、鋳造工程において、溶かした鉄の流れ(湯流れ性)を良くする効果もあるといいます。

「柱の材質は、国産の銑鉄 (鋳鉄の原料) とは異なり、リンを多く含む輸入銑鉄をベースとしていることがわかりました。 た



▲推定される鋳造方法の模式図。溶かした鉄は「湯」と呼ばれます。



▲ 東日本旅客鉄道㈱構造技術センター 建築構造グループ・川又篤副課長



▲鋳鉄柱の模式図



▲鋳鉄柱の断面。肉厚に偏りがあることがわかります。

だ、すべて輸入銑鉄であるとも言えないようで、国産銑鉄とブレンドされたとも考えられます。正確なところは明らかになっていませんが、湯流れ性の向上などリンに関する知見があって、こうしたことが行われた可能性もあります」(同)

強度については、当時の鋳鉄として妥当なものだということが確認されました(JIS G5501に規定される FC100 相当)。 また、鋳鉄柱は関東大震災にも耐えたことから、地震時にどのくらいの力が柱にかかるのか、シミュレーションも行われています。

「解析にあたり、柱の肉厚は薄い部分に合わせ、ボルトの 穴の影響も考慮しました。大きな応力がかかったのは、ちょう ど亀裂の場所と一致しましたが、鋳鉄の強度よりは小さな値。 鋳造欠陥も見られたため亀裂は生じましたが、上家全体として は地震に耐え得る余力があったと見ています」(林次長)

# 100年、200年というスパンで考える

共同調査は約1年にわたり行われ、その結果は2016(平成28)年の4月にまとめられました。林次長に、調査を振り返った印象をお聞きしました。

「鋳造会社さんからは、有益な知見が得られたと言っていただいております。我々としても、残存している鋳鉄構造物の安全性を知る一端となり、今後、維持管理をしていく上での1つの手掛かりがつかめたと思っています」

100年以上使われた東京駅の鋳鉄柱は、定期的な目視点検にもとづき、何層も塗装が施されたり、補強と思われるバンドが巻かれたりと、丁寧に扱われたようすがうかがえます。

「現代の技術を用いてきちんとしたものをつくり、適切に管理していけば、100年、200年という世界も決して非現実的ではない。鋳鉄柱は、そんな風にも感じさせてくれました。我々のようなインフラを扱っている企業は、そのくらい長いタイムスパンで物事を考えなければならないと思っています」

JR 東日本は約 1700 の駅、7500kmに及ぶ鉄道路線網など、膨大なストックを抱え、他のインフラと同様、老朽化対策や維持管理が大きな課題です。近年、より維持管理に注力する体



▲東京駅の5番線・6番線ホーム端(有楽町方面)にある鋳鉄柱のモニュメント(2本)



▲鋳鉄柱が撤去された時のようす(写真提供:共同通信社)

制へのシフトも進められており、林次長と川又副課長が所属する構造技術センターは、全社の技術を統括する重要な役割を担っています。

「例えば、以前は維持管理の専門部隊が単独で実施していた10年周期の『特別全般検査』に我々も同行するようにし、情報の共有化や、より技術的な側面からのアドバイスなどを行うことが可能になりました」

今回の調査を機に「鋳造会社さんからは、現在の鋳造技 術についても教えていただきました」とも話す林次長。

「東京駅の柱に使われているものとは別の次元に進んでおり、機械的性質が飛躍的に向上していることがわかりました。 鋳鉄は造形の自由度が高いことに加え、あらかじめ工場でつくれるため、現場施工の省力化が期待できそうです。鉄道は運行を止められる時間が短いため、施工やメンテナンスに時間的制約があります。鋳鉄は、こうした課題に対応できる可能性があると感じました」



▲開業当時の東京駅を描いた絵葉書(モニュメントの文字碑にも掲示されています)

# Prologue 2 港都・横浜を 100年潤した 鋳鉄管

▲ 115 年使われた横浜市創設水道管 (横浜水道記念館展示品)

人口約373万人を擁する日本最大の市、神奈川県横 浜市。今から130年前、当時のヨーロッパの先進技 術を取り入れた、我が国初の近代水道がこの地に誕 生しました。開港とともに急発展する横浜の中心部に、 人々の営みに欠かせない水を送り続け、今日の巨大 国際港都を築く礎となったのです。この時に埋設され たのが、遠くイギリスから運ばれた鋳鉄管。その一部 は 2002 (平成 14) 年に掘り出されるまで、100 年余 にわたり現役を務めました。その間なぜ腐食の大きな 影響も受けずに使い続けられたのか。そのメカニズム を解き明かした研究の成果とともに、「横浜水道」の 創設に至った道のりをたどります。

#### 横浜開港と水需要の拡大

江戸末期、100戸足らずの住民が暮らす半農半漁の小村 だった横浜。しかし、長い鎖国の時代も終わり、幕府は1859(安 政6)年、この村を開港場(外国との貿易に使用する港)に 定めます。開港とともに横浜は一躍、世界に開かれた日本の 玄関口として急発展していきました。

人口の増大、産業の振興に比例して膨らむ水の需要。し かし、沼や海を埋め立てて市街の拡張が行われたため、新し く井戸を掘っても塩水が混じり、飲み水には適しませんでした。 外国人居留地には洋館が建ち並び、文明開化の賑わいが街 中を彩り始めても、その裏側で横浜の人々は、水不足や疫病、 大火事の発生に悩まされていたのです。飲用水は、少量の井 戸水だけでは足りず、郊外で汲んだ湧水を高額で売り歩く行商 「水売り」が頼りでした。

水不足問題は深刻さを極め、日本人も居留地の外国人も、 水道の建設を求めましたが、維新直後の国や県に財政的な 余裕はありませんでした。そこで、横浜商人の有志が会社を 設立し、1871 (明治4) 年、木樋を使った水道の建設に着 手します。多摩川を水源とする稲毛・二ヶ領用水の鹿島田分 水口から横浜桜橋際までの約16キロに木製の管を埋め、2年 後の1873 (明治6) 年に給水を始めました。しかし密閉性が 悪い木樋は水が漏れやすく不衛生で、住民は安心して使えま せん。そのため使用料の徴収も滞り、運営会社は間もなく破綻。 神奈川県に引き継がれた満身創痍の木樋水道は改修が重ね られますが、結局、1882 (明治15) 年までの9年間で廃止 に追い込まれます。

## 115年使われたイギリス製鋳鉄管

再び水売りや井戸に飲用水を求めるしかなくなると、居留地 の領事官らが次に強く要望を上げたのが、浄水設備で浄化し た水を鉄製管路で圧送する「近代水道」の整備でした。日 本初の近代水道は、神奈川県が招いたイギリス人技師、ヘン リー・スペンサー・パーマー氏の指揮のもと、1885 (明治 18) 年4月~1887 (明治20) 年10月のわずか2年半で完成に至 ります。

2002 (平成14) 年8月、三井用水取入所(相模川と道志 川の合流点付近)から野毛山浄水場までの導水区間(約44 キロ) に埋設されていた管の一部が、横浜市保土ヶ谷区星川 で掘り出されました。1962 (昭和37) 年に工業用水道の送 水管に転用され最後まで使われてきた箇所でしたが、敷設替 え工事に伴い撤去され、115年に及んだ役割に終止符が打た れたのです。

この時掘り出された管が、横浜水道記念館(保土ヶ谷区川 島町) に展示されています。管は口径 15.5 インチ (呼び径 390mm) の鋳鉄製で、印籠形の継手部分の「R.L.& S」と いう陽刻は、R.LAIDLAW & SON 社(かつてイギリス・グラ スゴーに拠点を置いた工業品メーカー)の製品であることを示



▲掘り出し工事 (2002年8月20日) のようす (写直提供:水道産業新開社)



▲ H・S・パーマー





▲横浜水道の歩みを詳しく説明していただいた横浜水道記念館の相原博さん(左)と 藤又衛さん (水道記念館担当係長)

しています。当時はまだ日本に 水道用鋳鉄管の製造技術がな かったため、すべてイギリスから の輸入資材が使われました。管 の表面や内面には腐食で生じた 小さな孔や凹凸が無数に見られ ますが、とてもきれいな状態が保 たれていることに驚かされます。



▲継手部に刻まれたイギリスメーカ-

同記念館で説明員を務める相原博さん(横浜市水道局浄 水部)は「鋳鉄管は強度を持たせるため、(鋼管に比べ)管 厚が大きいつくりなので、多少の腐食減肉には影響を受けな かったのでしょう。また、終盤の40年は塩素滅菌しない工業 用水向けに使われたことも、内面腐食を回避できた一因では と、独自の見解を示してくれました。

#### 卓越した耐食性のメカニズム

特に防食処理を施していないのに、腐食の大きな影響も受 けず 100 年以上使われたイギリス製の「横浜市創設水道管」 は、のちに市内で埋設された国産の鋳鉄管と比べても、耐食 性に優れていることが確認されています。この明らかな違いは、 埋設場所の土壌腐食性や使用環境ではなく、使われた鋳鉄 の材料特性に起因するはず……。そんな着想から、自身の 博士論文(「球状黒鉛鋳鉄の腐食機構の基礎的研究」、2014 (平成26) 年3月) の中で、横浜市創設水道管の高耐食性 のメカニズムを読み解いたのが、公益財団法人日本下水道新 技術機構の桑原裕樹さん(当時・横浜国立大学大学院工学 府)です。

桑原さんは、横浜市創設水道管の試験片の化学組成や金 属組織を分析するとともに、各種の腐食試験により一般的なね

ずみ鋳鉄や球状黒鉛鋳鉄などとの比較調査を 行いました。すると、創設水道管は一般的なね ずみ鋳鉄と同様、黒鉛がフレーク状に分布した 金属組織ですが、化学組成の大きな特徴とし て、リンの含有量が突出して多いことがわかりま した。

一般的なねずみ鋳鉄では、鉄が腐食により溶

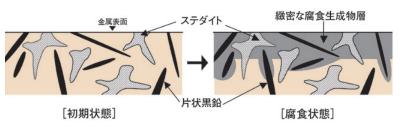
#### ■試験片の化学組成 (桑原氏の論文より引用・一部加工)

試験片	C 炭素	Si ケイ素	Mn マンガン	P リン	S 硫黄
横浜市創設水道管(φ 390)	3.32	1.76	0.63	1.590	0.053
横浜市創設水道管(φ 100)	3.37	2.24	0.43	1.740	0.083
一般的なねずみ鋳鉄製水道管	3.54	2.02	0.49	0.069	0.099
球状黒鉛鋳鉄	3.67	1.99	0.42	0.013	0.008
一般構造用圧延鋼材 (SS400)	0.11	0.24	0.61	0.024	0.020

解し、鋳鉄の中の黒鉛と一体となって、表面に「黒鉛化腐食 生成物層」を形成します。この層が下地金属の腐食に必要 な酸素の拡散を阻み、腐食の速度を低下させる働きをするの です。この鋳鉄にリンが多く含まれる場合は、リンが鉄・炭素 と結合し、非常に硬く耐食性に優れた「ステダイト」という組 織が金属中に網目状に形成されます。創設水道管の試験片 を分析した結果、模式図のように、このステダイトが腐食生成 物層に混ざり込むように分布し、腐食生成物層の緻密性を高 めるとともに、下地金属との密着性を高めるアンカーの役割を 果たしたことで、腐食の進行をさらに遅らせた可能性がある、 というのが桑原さんの結論です。

このように、腐食生成物(いわゆる「さび」)が生じる環境 では、鋳鉄にリンを加えることで耐食性が向上する仕組みが、 桑原さんの研究で科学的に解明されました。ただし、横浜市 創設水道管がつくられた時代は、耐食性ではなく、鋳造時の 湯流れ性(溶かした鉄の流動性)を良くするためにリンを加 えることが一般的だったようです。鋳造技術が進んだ近年は、 鋳鉄管の製造時にリンを添加する必要はなくなりました。むしろ、 硬いステダイトが金属組織中に分布すると、強度(靭性)の 低下につながるため、リンの添加は抑制されています。

現行の地方公営企業法では、水道管の法定耐用年数は 40年とされ、各水道事業者は通常、埋設後40~60年程度 を目安に敷設替えに取り組み始めていますが、対応の遅れか ら老朽化による事故も顕在化してきているのが現状です。そ の一方、前述の横浜市創設水道管に限らず、海外ではフラン ス・ベルサイユ宮殿の導水管 (1664年埋設) を筆頭に、200 年、300年と使われ続けている鋳鉄管が存在します。国内で も、横浜に次いで1889 (明治22) 年に近代水道が完成した 函館市で創設時の鋳鉄管が今も一部使われているほか、岡 山市、下関市、佐世保市でも100年以上前の創設水道管が 依然活躍中です。これらの長寿管も当時の鋳造工程のひと工 夫がもたらした、思いがけない恩恵なのかもしれません。



▲横浜市創設水道管の腐食形態の模式図(桑原氏の論文より引用・一部加工)





2012年12月に起こった笹子トンネル天井板落下事故により、インフラの老朽化という課題に対し社会の関心が高まりました。

適切な維持管理の必要性が認識され、

各分野で必要な法律や制度づくりの検討が始まりました。中でも先行して取り組みが進められたのが道路分野です。

2014年には道路法が改正され、

橋梁やトンネル等の5年に1回の近接目視などが義務化されました。 この考え方は、のちの河川法や海岸法、

下水道法の改正で創設された維持修繕基準にもつながっています。 橋梁の専門家の立場から法改正を牽引した

東京都市大学の三木千壽学長にインタビューし、法改正のポイントや、法改正を踏まえた道路分野の維持管理の現状と課題、

今後の展望などについてお聞きしました。



■ 聞き手:G&U 技術研究センター所長 山木幸夫

# "壊れるインフラ"笹子事故で認識広がる

――2013年1月に社会資本整備審議会道路分科会に道路メンテナンス技術小委員会が設置され、同年6月に中間答申が取りまとめられました。三木先生は同委員会の委員長を務められましたが、まずは同委員会が設置された背景や議論の内容についてお話しいただけますか。

直接のきっかけは2012年12月に起こった笹子トンネル天井 板落下事故です。事故の直後に委員会の設置が決定されま した。現在は、「道路メンテナンス技術小委員会」から、技 術をすべて統括する「道路技術小委員会」に名称変更され ていますが、当初はメンテナンスに特化した形でスタートしまし た。この点は重要です。おそらく社会資本整備審議会(以下、 社整審)の委員会名に、「メンテナンス」や「技術」といっ た言葉が入ったのは初めてではないでしょうか。

そもそも道路橋の設計で使われる「道路橋示方書」の中には設計供用期間の記載がありません。これは、道路橋の設計供用期間は「永久」と解釈すべきということです。要するに"経年によっては壊れない"という前提のもとでインフラは成り立ってきました。笹子トンネル事故により、それが"壊れる"ということが認識され始めたのではないでしょうか。

2002年の道路橋示方書の改訂の際、私は橋の所要性能として設計供用期間を書くべき、それを100年にすべきと強く主張しました。ところが、その主張は採り入れられませんでした。当時、ライフサイクルコスト(LCC)やアセットマネジメントといった言葉が出てきましたが、ライフ(寿命)を決めずにLCCはありませんし、供用期間を決めないでアセットマネジメントはないのです。そのあたりの整合性が取れていません。インフラのマネジメントをきちんと行うためにも供用期間を設定しなければなりません。供用期間が50年と100年では利子を考えると全然違います。供用期間を決めて初めて、LCCもアセットマネジメントも成り立つわけです。

その2002年の時には、疲労設計を道路橋設計の中に採り入れようともしました。ところが時期尚早であるということで見送りになった経緯があります。厳しい言い方をすれば、2002年の道路橋示方書に橋の設計供用期間は100年と書き、疲労設計を採り入れておけば、今のようなひどい状況にはなっていなかったと思います。

道路橋などの様々な構造物が壊れ始めたという認識は、実は 1990 年代からありました。1985 年頃から道路橋は傷んでおり、床版はもっと早い。決して今に始まったことではありません。私が日本道路協会から 1997 年に発刊した『鋼橋の疲労』という書籍では、1995 年までに道路橋に発生した疲労事例をまとめています。つまり 80 年代後半から 90 年代にかけて道路構造物の劣化は始まっているのです。道路構造物の疲労や腐食、コンクリート構造物の中性化やアルカリ骨材反応といっ

た現象は、その頃にすべて出ています。

2002年の道路橋示方書の改訂では、供用期間 100年も疲 労設計も採り入れられませんでしたが、そうは言っても心配との 声があり、大きなターニングポイントとも言える委員会が開かれま した。岡村甫先生(高知工科大学学長)が委員長を務めた 「道路構造物の今後の管理・更新等のあり方に関する検討 委員会 | (以下、岡村委員会) です。この中で様々なテーマ が取り上げられ、道路構造物の経年劣化現象に注意すべき、 使われ方によってマネジメントの仕方を考えるべきなどの提言が ありました。その時にアセットマネジメントの考え方が入ってきた わけです。そこで全体の考え方が整理され、次に国交省 OB の田﨑忠行さんが座長を務めた「道路橋の予防保全に向け た有識者会議」(以下、田﨑委員会)が設置されました。こ の会議では、岡村委員会のレポートを具体的な提案にする形で、 「点検の制度化」「保全の制度化」「技術開発の推進」「技 術拠点の整備 | 「データベースの構築と活用 | という5項目の 答申をまとめました。この内容が2014年の道路法改正にほぼ そのまま盛り込まれています。

この答申は2007年に出たのですが、その後、5、6年間は 具体策に向かって動きがありませんでした。そうしたタイミング で笹子トンネル事故が起こり、悠々としていてはいけないという ことで「道路メンテナンス技術小委員会」が設置され、私が 委員長に就きました。ここでは岡村委員会と田崎委員会の答 申をより具体化する方向に持っていきました。そして同委員会 でまとめた中間答申が道路法の改正案につながったのです。

■道路・橋梁の老朽化をめぐる主な出来事

年 月	出来事
1997年5月	日本道路協会より『鋼橋の疲労』(著者:三木千壽) が発刊
2002年3月	橋、高架の道路等の技術基準である『道路橋示方書』 が改訂
2002年6月	「道路構造物の今後の管理・更新等のあり方に関す る検討委員会」(委員長:岡村甫·高知工科大学学長) が設置
2007年10月	「道路橋の予防保全に向けた有識者会議」(座長:田 﨑忠行・日本高速道路保有・債務返済機構理事)が 設置
2012年12月	笹子トンネル天井板落下事故。コンクリート板が約 130m にわたり落下し、9人の犠牲者が出た
2013年1月	社会資本整備審議会道路分科会に「道路メンテナンス技術小委員会」(委員長:三木千壽・東京都市大学総合研究所教授)が設置
2014年4月	社会資本整備審議会道路分科会基本政策部会(部会長:家田仁・東京大学・政策研究大学院大学教授)が『最後の警告』を取りまとめる。道路の老朽化対策の本格実施を提言
2014年5月	改正道路法が成立。5年に1回の近接目視による点 検が義務付けられた

### すべての道路に対し同一の安全性を担保

――委員会で出された中間答申と、それを具体化した改 正道路法のポイントを教えてください。

それまでのレポートには記載されていなかった中間答申のポ イントとしては、地方公共団体の道路管理者に対し技術者が 不足していることを指摘した点です。私が最初に強調したの は、直轄国道にしろ、県道にしろ、市道にしろ、道路の上を 通る人や車は一緒だということです。すなわちすべての道路に 対し同一の安全性を担保すべきだと言ったのです。基本的な ことですが、今まではできていませんでした。地方公共団体で は特にひどく、道路管理者としての責任をきちんと果たせてい たとは言えません。そのため改正道路法では、安全性を担保 できないなら、国が面倒を見るという仕組みをつくりました。

また改正道路法では、5年に1回の頻度での近接目視によ る点検と、そのための点検要領をつくることを義務化しました。 しかも資格とまではいきませんが、点検はチェックを受けた人 間が行うようになっています。さらに、そのレポートはすべて中 央 (国) で確認できる仕組みになっています。

5、6年前、特に地方道において長寿命化計画の策定が 推進され、一斉点検が実施されました。その時のレポートを分 析したところ、これが疑問だらけ。要は点検できる人がいない のです。地方公共団体はそうした点検をほとんどコンサルに発 注しており、それが機能していなかったのだと思います。今回、 そうならないように、できないならできないと言える仕組みをつく り、機能させるようにしました。

改正道路法では道路構造物を橋梁、トンネル、舗装、土工、 附属物に分類した上で基本ルールとして5年に1回の近接目視 を義務付け、今のところ橋梁とトンネル、舗装の点検要領がで きています。舗装はライフを決められないという話もあり、これ からの課題です。それから橋梁について言えば、RC床版は 永久構造物と言われることがありますが、私は疑問だと思いま す。アメリカだと RC 床版は 30 年で取り替えるよう決められて いるのです。消耗品となると橋の設計の仕方が変わってきます。 構造物の特性を考えてライフを設定し、メンテナンスを考えてい く。5年に1回の点検期間が長すぎるのであれば、モノによっ ては変えていくべきというのが今の姿勢です。

改正道路法のポイントは大きく4つあると考えています。1つ 目は、地方公共団体が所管する道路に対し国が改築および 修繕を行えるようにした点。2つ目は道路管理者が点検を行う ことを法律に定めた点。3つ目が、そのレポートを国が調査で きるようにした点。4つ目は、のちの ICT 活用につながってい く観点から、道路管理者が、警察なしで過積載車を取り締ま ることができるとした点も挙げておきます。これら4項目は私のこ だわりでもありました。この内容をもう少し分かりやすく表現した



のが、家田仁先生 (東京大学・政策研究大学院大学教授) が座長を務める道路分科会がまとめた『最後の警告』という ものです。これですべての体制が整いました。1980年代の 問題提起から数えるとおよそ30年かかったことになります。

――道路メンテナンス技術小委員会の中間答申では、道 路の特性を踏まえた対応として道路占用物についても触れ られています。道路の管理を進める上では道路占用物が 大きな影響を与えると考えてのことなのでしょうか。この記 述に関するご見解を教えてください。

道路占用物が具体的に何を指すかというのは難しいのです が、下水道管や水道管などの埋設物を気にしているわけです。 下水道管は、老朽化や不具合など何らかの理由により破損し、 周囲の土砂などを引き込むことで、空洞もずいぶんつくってい ます。空洞が拡大すると道路陥没の危険性が高くなるため、 それらを含めてトータルで見なければいけないという意味です。 下水道管に起因する道路陥没事故の発生は看過できない問 題だと思います。道路埋設物の道路面に及ぼす危険性をきち んと評価して、素材や埋設深さの考え方も早急に点検していく 必要があると思います。

# 適切な点検へ、点検員の資格制度を開始

----道路メンテナンス技術小委員会で取りまとめられた中 間答申が改正道路法に活かされているという話ですが、社 会資本の7割近くを所管する国交省の事業のうち最初にメ ンテナンスを謳ったのが道路法かと思います。その次に港 湾、河川、少し遅れて下水道も法改正がなされましたが、 最初に取り組まれた道路法改正後の自治体の現状や課題、 今後の展望についてご教示ください。

まず道路が最初かというと、実はそうではありません。鉄道 の方がはるかに早い。大規模改築や更新の話が取り上げられ ることが多くなりましたが、東海道新幹線はずいぶん前から取 り組んでおり、12~13年前に財源の特別立法をつくっていま す。毎年500億円ずつ15年間、7500億円を貯め、東海道 新幹線のリハビリを行うといったものです。今から2年ほど前に スタートさせています。私はそれが財源確保も含めて一番よい モデルだと思っています。

道路法の改正で変わったことは、すべてを点検するように なったことではないでしょうか。いい加減なことをやったら罰せ られますから。ただ、その体制を整えるのが課題だと認識して います。

もう1つ大事な点は、今まで管理者によって損傷のレベル分 けが違いましたが、それを4段階に統一したことです。4段階は、 1が「健全」、2が「軽微な損傷」、3が「次の点検までに 詳細点検含め措置を講ずるべき」、4が「すぐに措置を講ず るべき」、です。ただ、その分布を見ると、初年度のデータで は2と3の分布が自治体系と有料道路系で全然違います。点

U 2017 vol.8 13 12 2017 vol.8 G&L

検員の差が出ているのです。これはまずいと私は指摘していま す。これから検証すべき課題だと思います。

### ――有料道路系と自治体系の点検記録の違いとは具体的 にどういうものですか。

3が自治体系は多く、有料道路系は少ないのです。問題は 点検員の技量のばらつきと、技量を保証する資格制度がきち んと整備されていないことです。資格をどうするかという議論が ありますが、現状は民間資格をそのまま使っています。ただ本 当に彼らが適切な点検を行えるかは分かりません。この点、10 日間の研修と試験を実施するアメリカの点検員資格が1つのモ デルになるかと思います。日本ではとりあえず道路管理者側の 技術者の教育がスタートしました。初級、中級、特別上級の 3つを組み合わせ、各地方整備局にレポートをすべて確認でき る人間を置こうとしているわけです。中級の講習の内容はアメ リカの点検員資格の講習とほぼ同じです。中級の講習を受け るのは半分が国交省、半分が都道府県の職員です。私は中 級と特別上級の研修で冒頭に話をしましたが、「あなたたちの 仕事はいい加減なレポートを拒否することです」と言いました。 民間の点検員を育てるより、そちらの方が早いと思ったのです。

もう1つ、法改正後の動きとして、点検業務の発注単位を大きくする取り組みが進んでいます。これまでで一番よくなかったのは、例えば市が発注すると、市内のよく知っている業者に決まってしまうことでした。こうした業者が点検の能力を持っているかというと怪しいわけです。きちんとした点検を怠ると今回の改正道路法では罪になりますから、点検要領に沿ってきちんと行われているかどうかを確認することになります。また、その確認のために発注者側、点検者側のトレーニングも必要なのです。

今、74万橋と言われていますが、15メートル以上の橋は17万橋です。しかし15メートル程度の橋は短すぎて点検のしようがなく、新しい橋も結構ありますから、構造的に調べなければならない橋は10万橋くらいかもしれません。そうなると、この分野がどれくらいのマーケット感があるのか。これは冷静に考えるべきだと思います。1、2回点検すれば十分な橋もあるかもしれません。そこで1回目の点検を2回目の点検にどうフィードバックするのか、どう活かすのかが議論になってくると思います。

点検し、診断する。人間の"からだ"と一緒です。点検し、診断した後、どこかおかしいところがあればモニタリングをします。何でもかんでもすべてにセンサーを付けてモニタリングする必要はありません。きちんとした点検が一番大事です。なぜ点検にこだわるかというと、点検で漏れてしまうと二度と浮いてこないからです。すべてが最初の点検という行為に関係し、そこで漏れてしまったものは、次の行為に何も入ってきません。74万橋のうち、3~4ランクの橋がきちんと選ばれているか。3ランクになった橋に対しては、詳細調査やセンシング、モニタリングなど、次に必要なことをやらなければなりません。

#### 優秀な技術者が評価される仕組みを

#### ――道路領域の維持管理における最新の国の動きはどうで しょうか。

国の大きな動きとしては、「SIP」(Strategic Innovation Program:戦略的イノベーション創造プログラム)があります。内閣府の総合科学技術・イノベーション会議の下で行われている取り組みで、メンテナンス関係で年間 40 億円くらいの予算が動いています。その1つの目玉がセンシングやモニタリングです。検査方法の合理化やアセットマネジメント、ロボットの活用、ビッグデータを使った橋の診断などもテーマです。こうした ICT を活用する上では、どこに何をどう使うかをきちんと考えなければいけません。

1つの例として、東京ゲートブリッジのモニタリングが挙げられます。私は設計段階から携わっていますが、約50個の光ファイバーセンサーを取り付けることにより、異常を早期に発見し、桁内点検の効率化や点検コストの低減を図っています。人口減少化等によりベテラン点検員が少なくなっていますが、そうした課題に対応できる技術として注目されています。

とはいえ、人がいないから機械に代える、人を育てるのが 面倒くさいからロボットに頼る、では理屈が通りません。ロボット よりベテランの人間が点検した方が早いこともあり、あくまで原 点は近接目視だと考えるべきです。

――鉄道も港湾も安全性を確保する取り組みは大きな組織では可能でしょうが、人が不足している中小規模の地方公 共団体ではどうなのでしょうか。

大事なのは、民間にプロをつくることです。日本でエンジニ



#### ◀東京ゲートブリッジ

2012年2月に開通し、約50個の光ファイバーセンサーでデータを計測する先進的なモニタリングシステムを採用。異常を早期発見し、100年以上の供用をめざしています。三木氏はゲートブリッジの技術検討委員長を務め、設計、施工を総合的にサポートしました。(写直提供・車百慙法等局)

アが育たないのは単価が安いからだと思います。能力のある エンジニアとそうでないエンジニアを同じ単価で使うからいけな いのです。人材育成は、組織の話も含めてレベルの高いエン ジニアを評価するような仕組みが必要です。

#### 輪荷重走行試験、床版の性能評価で期待

――橋の RC 床版については消耗品に近いようなものもあるとの話でしたが、これから既設の橋を全部取り替えるのではなく、使える部分を基本的には活かしながら、床版などを交換、修繕していくことが増えるかと思います。そうした際に、私どもの輪荷重走行試験の位置づけはいかがお考えですか。

輪荷重走行試験は、実車両の走行を移動載荷によりモデル化し、疲労劣化現象を再現、疲労耐久性を評価するものです。 床版の損傷などの背景から、輪荷重走行試験による性能評価のニーズは高まっていると言え、今後のさらなる活用が期待されます。

現状として、RC 床版の橋は数が一番多く、その RC 床版を鋼床版に取り替えるマーケットはもの凄く大きいと思います。 鋼床版は重量が RC 板の半分で、軽くなると基礎に対する負担が減り、耐震性能が一気に向上します。首都高は 250kmほど橋の部分があると思いますが、そのうち約80kmが鋼床版で、約150kmが RC 床版です。それを鋼床版にすることはよいことです。ただ工事が可能かどうかが問題です。パネルのサイズも限定されるし、取り付け方の問題も出てきます。

# ――片側車線を開放しながら床版を替える工法が開発されているようですが。

鋼床版の優位なところですね。アメリカのつり橋では床版の取り替えをほとんどそれで行っています。ジョージ・ワシントン・ブリッジが最初だったと思いますが、車線ごとにRC床版を外して鋼床版を入れ、交通開放する。作業時間は6時間くらいです。

アメリカの橋は寿命 100 年と設定されており、RC 床版の寿命は 30 年とされていますから、寿命の間に RC 床版は3回取り替えなければなりません。そのため、設計段階から床版をどこで切るかが決められており、三車線のうち一車線をクローズして床版を取り替えるというようなことができるのです。日本の首都高でやる場合もそうした方法を考えないといけませんし、そうした方法に耐えられるような床版でないと使えません。

# ――床版の新しい技術開発として高性能の鋳鉄床版について研究や共同開発をされている中、鋳鉄の床版分野への適用についてはいかがお考えですか。

鋳鉄床版については、可能性はあると思います。あるメーカーから提案がありましたが、それはいいねと言いました。従来鋳鉄と言うと、鋼鉄に比較して脆い素材として扱われてきましたが、球状黒鉛鋳鉄であればその点の問題はクリアできるで



▲ インタビュー当日は、当社の実験施設等を見学していただきました。

しょうし、第一に溶接の持っている欠点を克服できるわけです から。好きなように形をつくれますよね。もちろんコストの問題は ありますが。最近では、鋼材を使用した部材に高性能な鋳鉄 を使用する事例もあるようですが、溶接でつくりにくい部品は 鋳鉄に代わっていくと思います。

ただし、ほとんどの構造物が今は溶接でつくられているので、 溶接でつなげられない点をどのようにフォローしていくのか、知 恵を絞る必要があるのかなと思います。床版については鋳鉄 でもよいと思いますが、床版だけでは橋はつくれず、他の部分 とボルト等でつながなければなりませんから、つなぐ部分で工 夫が必要です。または、溶接でつなぐ必要のない部品類など、 鋳鉄の得意なものを探してもよいと思います。

# マンホールふたの安全性も担保すべき

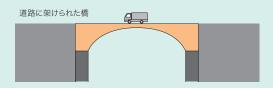
一本日は、マンホールふたに関する当社の実験施設等を見ていただきましたが、ふたに起因した道路の事故は多くなっており、機能不足のものについては取り替えが求められています。我々の業界では、取り替えを進める前提として、ふたタイプ変遷表を使い情報収集を行うことを提案しています。道路分野から見て、こうした取り組みについてはいかがお考えですか。

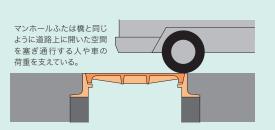
まず何より、そうした現状把握は必要でしょう。現状把握のためには、モービル・マッピング・システム(MMS)のように、路面の写真を撮っていくやり方が有効かもしれません。鉄道分野では、通常の走行速度でトンネルの中を撮影し、トンネルのライニング状況などを確認している事例もありますね。また、日本下水道事業団などが取り組んでいるような、空洞化調査と一緒にふたの現状を把握する方法もあります。

ふたの取り替えにあたっては、道路舗装とセットで施工し、コストを削減する方法があると聞きました。こうしたやり方は、役所のセクショナリズムに阻まれることも考えられますが、最初に申し上げましたように、国道だろうが県道だろうが、その上を通っている人は同じです。すべての道路に対して安全性を担保するためにも、こうした提案は通らなければならないものだと思います。

# 道路の一部としての マンホールふたの役割

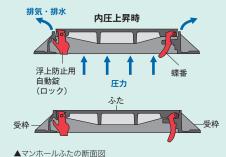
マンホールふたは下水道管路施設の中で唯一、道路上に設置され ている施設です。マンホールふたは、道路空間に架けられた小さな 「橋」と考えられており、橋や高架の道路等の技術基準である「道 路橋示方書 | に規定される設計自動車荷重に基づく設計基準に準 拠した設計がなされています。本コーナーでは、マンホールふたの 基本構造や、道路の一部としての安全性についてご紹介します。



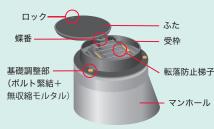


#### ■マンホールふたの基本構造……「ふた」と「受枠」と「機能部品」で構成、直径は 60cmが最も多い

マンホールふたは、「ふた」とふたを支 番(ちょうばん)」といった器具が装着さ える「受枠」で構成されており、ふたのれています。また、受枠はマンホール(躯 裏面には豪雨時の浮上・飛散や盗難を 体)とボルトによってつながれており、緊 防止するために、「ロック(錠)」や「蝶



ルタルが充填されています。



▲マンホールふたの立体図

(公社) 日本下水道協会の「下水道 マンホール安全対策の手引き(案)」では、 マンホールふたに求められる8つの安全 結部の空間には流動性の高い無収縮モ 性能が定められています。以下では、そ の中でも道路の一部としての役割から求 められる機能・性能をご紹介します。



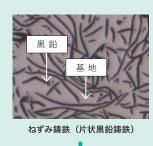
▲マンホールふたに求められる8つの安全性能

# ■破損、ガタツキ騒音への対策……片状黒鉛鋳鉄からダクタイル鋳鉄、平受け構造から急勾配受け構造へ

かつてマンホールふたは、片状黒鉛鋳 鉄や鉄筋コンクリートでつくられていました が、材質的に衝撃に脆く、破損の問題 が顕在化していました。

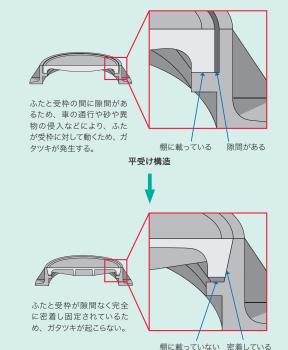
1960年代後半からは、強度が高く荷 重に耐えられるしなやかさ(靱性)のあ る「ダクタイル鋳鉄」の採用が進み、割 れは減少していきました。しかし、モータ リゼーションによる交通量の増大や車両の 大型化など、社会状況の変化もあって、 今度はふたのガタツキが問題になっていっ たのです。

この問題を解決するために、ふたと受 枠の支持構造は、ふたを受枠に単純に 載せるだけの「平受け構造」から、ふた を受枠にくさびの原理で食い込ませる「急 勾配受け構造」へと進化しました。



球状黒鉛鋳鉄 (ダクタイル鋳鉄)

片状黒鉛鋳鉄は黒鉛が花びら状に広く 分布しているため「基地」の連続性が 低くなり、強度が低い。ダクタイル鋳 鉄は黒鉛が球状に独立して存在するため 「基地」の連続性が高く、強度が高い。



急勾配受け構造

#### ■豪雨への対策……浮上・飛散防止、転落・落下防止の機能を付加し、安全性能が向上

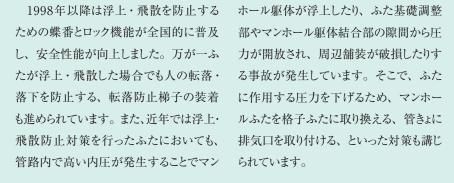
近年、下水道施設の処理能力を超え るような集中豪雨が増加しています。

集中豪雨の発生により大量の雨水が下 水道管に一気に流れ込むと、マンホール 内の水位が急激に上昇し、ふたの浮上 や飛散事故が発生します。1998年には、 豪雨時にふたが飛散したことで、通行人 が転落する人身事故も起こりました。



▲蝶番とロックにより内圧を安全に排出

落下を防止する、転落防止梯子の装着 管路内で高い内圧が発生することでマン





▲高い内圧により舗装ごと破壊 (写真提供:栃木県)

#### ■スリップ対策……表面模様に凹凸、雨の日などに効果を発揮

模様に凹凸をつけています。しかし、雨ドル操作やタイヤの種類によってスリップ

マンホールふたは、滑り止め対策としての日などの車両走行時には、急激なハン

することがあります。

これは、タイヤが雨にぬれると、路面と の間に水膜ができ、ふたの上ですべりや すくなることが原因です。さらに、表面の 凹凸は車両の通行により摩耗が進むこと でスリップの危険性が高まります。最近で は表面の凸部にできるだけ水が乗らない ような独立した突起模様を持つ、耐スリッ プ性の高いふたが開発され、車道の坂 道や交差点などに使われるようになってい ます。



▲経年によりすり減ったふた

▲機能不足によるふた外れ



▲スリップ防止型のふた

#### ■管理瑕疵による道路の事故……ふたに起因するものが2割、機能不足のふたが残存、適切な維持管理を

ち、マンホールふた等の道路上のふたに ラックなどが発生するため、道路の安全 性が増しています。 起因するものは、2割程度あります(平 成17年度道路管理瑕疵実態調査より)。 また、道路に設置された1400万基のマ ンホールふたのうち、機能が不足したふ たが少なくとも300万基以上あると言われ ており、リスクが潜んでいます。

さらに、ふたは経年により、表面の摩 耗や腐食による部品 (蝶番、ロック等) の減肉による機能部品の損失、道路舗

管理瑕疵による道路の事故の原因のう 装との段差、施工不具合による舗装のク 性向上に向けた適切な維持管理の必要





▲施工の不具合によって損傷した道路



老朽化施設が増大する下水道事業では、 いかに計画的かつ効率的に 点検・調査、修繕、改築を 進めていくかが課題になっています。 下水道法の改正を踏まえ、 平成 28 年度には新たな財政支援制度 「下水道ストックマネジメント支援制度」が 創設されました。 事業のさらなる効率化をめざし、 下水道の「生産性革命」についても

検討が始まっています。

(平成 28 年 10 月 28 日に収録)

# Interview 2

国土交通省水管理·国土保全局 下水道部

# 石井 宏幸氏

# 下水道のストックマネジメントと 生產性革命

# 施設全体の最適化をねらった支援制度 計画的な点検・調査も国庫補助の対象に

### ――ストックマネジメント支援制度の創設の背景や趣旨に ついて教えてください。

現在、布設されている下水管の総延長は約47万kmです が、このうち設置から50年を経過している管は約1.3万km にのぼります。これが10年後には約5.3万km、20年後には 約13万kmと、直線的ではなく、指数関数的・二次曲線的 な増加が予想されており、老朽化が今後急速に進むことが見 込まれています。また、下水道が原因の道路陥没の件数は 年間約4000件で推移している状況です。一方、計画的に管 路の点検・調査を実施している地方公共団体の割合は2、3 割にとどまっています。こうした背景から平成27年、下水道 法を改正し、計画的な維持管理や更新を推進するため、新た に維持修繕基準を創設しました。すべての施設を対象に適切 な頻度による点検や清掃などの維持管理の実施を義務化した ほか、とりわけ腐食の恐れの大きい管きょに関しては5年に1回 以上の点検を実施するよう基準として明記しました。また、合 わせて事業計画に点検の箇所や方法、頻度を記載していた だくよう求めています。

さらに、下水道法改正に基づき地方公共団体が進める取り 組みを支援するため、平成28年度にストックマネジメント支援 制度を創設しました。従前の長寿命化支援制度では個別施

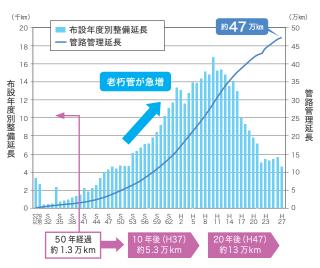
設ごとに支援を行ってきましたが、これを施設全体の最適化に 対する支援に切り替えることで、ストックマネジメントの導入が進 むことをねらいとしています。個別の施設ごとではなく、施設全 体を見据え、優先順位を付けて計画的に老朽化対策を進め ていく。この視点を取り入れたのが特徴の1つです。また、従 来から計画策定や改築に対し支援は行っていましたが、今回、 ストックマネジメント支援制度では、計画的な点検・調査の費 用も国庫補助の対象に含めています。この点は大きな拡充部 分と言えます。なお、制度の活用にあたってはストックマネジメ ント計画の策定を求めており、平成28年9月末現在、同計 画を策定している地方公共団体は福島県いわき市のみです が、福島県では県主導のもと、平成28年末までに全市町村 で策定済みとなるなど、同計画策定の取り組みが広がりつつ ある状況です。

ストックマネジメントは、地方公共団体が自ら必要性を感じ、 自発的に取り組んでいくべきものだと思っています。そこで国は、 ストックマネジメントを実施する上で参考にしていただけるよう、 平成27年11月に「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―2015 版―」を発刊しました。しかし内容 が高度で、特に中小規模の地方公共団体ではガイドラインを 参考に自前でストックマネジメントの実施方針を作成することは 難しいと思われますし、例えばコンサル等に外注してガイドライ ンに沿って作成する場合も、多くの費用や時間がかかることが 想定されます。こうしたことから、まずは可能な範囲で地方公 共団体が自ら実践していただくことが大事だと考え、中小規模 の市町村が直営で作成できるレベルのストックマネジメント実施 方針の簡易な策定例をつくり、平成28年10月17日付で通知 しました。通知に先立ち、下水道職員が4~5名の埼玉県の 2つの町にお願いし、実際に簡易な策定例を参考にして直営 で作成していただきました。その結果、2つの町とも大体5日以 内で作成が完了しましたので、国としても自信をもって通知しま した。ただ、これはあくまで簡易なもので、理想形ではありま せん。これを1つのとっかかりにして、実践しながら徐々にレベ ルアップしていただきたいと考えています。

#### ――ストックマネジメントの先進的な事例を教えてください。

先進的な取り組みを以前から行っている地方公共団体とし ては仙台市や静岡市、堺市などが挙げられます。また、横浜市、 川崎市では担当部署をつくり、そこが中心となって取り組みを 始めています。ストックマネジメントは1つの部署で行うものでは なく、全庁的な取り組みになるため、"中の横展開"とでも言う のでしょうか。担当部署の職員を中心に、日常の維持管理を行っ ている担当課などの職員に働きかけを積極的に行い、機運醸 成も含めストックマネジメントの取り組みを推進しています。大 都市以外で言うと、群馬県前橋市では管路の維持管理にあ たって独自に優先順位をつける考え方を整理し、その優先順 位に従って計画的に点検・調査を行う取り組みを始めています。

# 耐用年数の 50 年を経過した管渠は、 10 年後には約 10%、20 年後には約 30%に増加



▲管路施設の年度別管理延長(H27年度末現在。国土交通省資料より作成)

徐々に大都市から一般市へという形でストックマネジメントの 取り組みは広がりつつあると感じています。また、繰り返しにな りますが、中小規模の地方公共団体などからはどう取り組みを 始めればよいか分からないといった声も聞かれましたので、全 体的な底上げを図る意味で簡易版の策定例を通知した次第

### ――管路施設の適切な維持管理における現状の課題はあり ますか。

現在、一年間で点検されている下水管の延長は1.8%とい う状況です。このペースで一巡させるとなると50年以上かか る計算です。耐用年数50年の施設を耐用年数期間で1回点 検するかしないかという状況は、状態監視保全とは言えないの ではないでしょうか。下水道法改正で腐食の恐れのある管きょ は5年に1回点検するよう基準をつくりましたが、その他の管きょ であっても少なくとも例えば15年に1回以上点検を行うとなると、 延長ベースで1年間に7%近い管きょが点検されなければなりま せん。つまり現状の4倍以上の点検量が必要になってくるわけ です。その実現に向けて様々な課題があるのではないかと思っ ています。

例えば技術的にどうなのか、あるいはコスト的にどうなのか、 そもそもやれるだけのマンパワーが民間も含めてあるのかといっ た課題です。それを可能とする技術や体制を用意しなければ なりません。技術で言うと、カメラ点検のスピードを向上させる のも1つの方法ですが、他にも例えば道路パトロールと合わせ た空洞調査から上手くあぶり出す方法なども考えられます。こ れは既に国土交通省のB-DASH プロジェクト(下水道革新 的技術実証事業)でも取り組んでいます。もちろん技術開発 の視点だけがすべてではありませんが、まずはこうしたコストを かけずスピードを持った技術を整理し、より多く揃える必要があ ると思います。



# 機能不足のふたは速やかな取り替えも必要 ふたは道路の一部としてのリスク評価も必要

#### ――マンホールふたの適切な維持管理へのご見解を。

マンホールふたは重要な施設であるため、地方公共団体にて管理方法を決めていただく必要があり、状態監視保全、時間計画保全等、適切な管理区分にて維持管理をお願いしたいと考えます。マンホールふたが他の施設と状況が大きく異なる点としては、どこにどのようなマンホールふたがいつ設置されたのかという基本的な情報を、地方公共団体がきちんと把握されていないケースも多々あるということです。結果的に飛散防止機能やガタツキ防止機能といった最近のマンホールふたでは当たり前に備わっている機能が備わっていないものが設置されたままになっています。必ずしも摩耗や腐食等の劣化ではなく、備えるべき機能が備わっていないマンホールふたについては速やかに取り替えていくようなことも必要だと思っています。

# ――施設のリスク評価についてはどう考えればよいでしょうか。

ストックマネジメントは基本的にリスクの高い施設について優 先的に点検・調査を行い、必要なものについては修繕、改築 を行うという考え方です。リスクの考え方は大きく2つあり、古

#### PROFILE

いしい・ひろゆき 岡山大学大学院(土木)修了。 平成4年に建設省に入省した後、九州地方整備 局都市・住宅整備課長(13年1月~)、岡山市 下水道局長(18年4月~)、日本下水道事業団 事業統括部計画課長(24年4月~)、国土交通 省下水道部下水道企画課下水道国際・技術調整 官(26年4月~)等を経て28年4月から現職。 広島市出身。

くなって故障が起きやすいかという時間軸的な観点と、万が ーその施設が壊れた場合に影響が重大かどうかという観点で す。後者は例えば下水処理場で汚泥移送ポンプが壊れても、 水処理機能に直ちに影響するケースはそれほど多くないと思い ます。しかし沈砂池から下水を汲み上げて処理槽に送るよう な動脈の主ポンプは、それが故障すると直ちに汚水の溢水に もつながるため非常に困ります。①事の重大さ、②壊れやす さと設置してからの経過年数、の大きく2つの組み合わせで優 先度を決めていきます。

マンホールふたで考えると、道路上に設置されている施設のため、道路交通の影響もあります。例えばふたの表面が摩耗して雨の時に滑りやすくなると交通事故の原因になります。しかもそこが歩行者や車の交通量が多い箇所だと影響は重大になります。そうした意味でふたの維持管理においては、道路交通の影響もリスク要因の1つです。したがって、管きょの重要度に基づき点検・調査や改築の優先順位を決めるだけでなく、交通量などを考慮した道路の重要度で決める考え方も必要だと思います。

ストックマネジメントに取り組む前提には、日常の維持管理で得られた情報が修繕、改築にうまく活用しきれていなかった現状がありました。例えば管きょの点検・調査を行うためにカメラを入れ、映像を撮りますが、地方公共団体はその映像を倉庫に収めて結局それがいざという時に情報として活用できないケースがあります。点検・調査の情報が分断され、修繕、改築につながらず、維持管理は維持管理で、不具合があった場合は補修してそれで終わってしまうような状況だったのです。そのため、日常で得られた維持管理の情報を活用可能な状態にし、それをうまく修繕や改築に活用していくのがストックマネジメントの重要なポイントだと思っています。

マンホールふたが原因となったスリップ事故などの情報をきちんと蓄積し、単に蓄積するだけでなく、それを優先順位付けにいつでも使えるような状態にしておくことも大切です。マンホールふたの事故事例に限らず、日常の維持管理で得られた情報の中でリスク判断に使えそうな情報について活用可能な状態でストックしておく。これはぜひ地方公共団体に実践していただき

たいと思います。

国も大きな管路陥没の情報に関してはセーフティネットの事故データベースの中で蓄積し、公表しています。28年度から運用開始している全国データベースでも、得られた情報を民間企業も含め何らかの形で使えるようにできないかと検討を進めています。

# ふたはまず基礎情報の把握を BCPの観点からも有効、ふた変遷表の活用も

## ――マンホールふたの維持管理において地方公共団体が まずすべきことは何でしょうか。

先程も申し上げましたが、マンホールふたの特徴として、「どこにどんな種類のふたをいつ設置したのか」が必ずしもすべて把握されていない点が挙げられます。そのため、まずはそうした情報を整理すべきだと思います。それにより、古くなっているマンホールふたがどこにあるかが分かるのはもちろん、浸水被害の発生が高い路線にもかかわらず飛散防止機能が備

わっていないマンホールふたが設置されていることや、交通量が多いにもかかわらずガタツキ防止の機能が備わっていないといった不健全な状態にあるふたの状況なども自ずと分かってきます。

国としてはまずそうした基礎情報の把握をやっていただきたいのですが、当然、地方公共団体からすると費用がかかります。ストックマネジメント支援制度では、施設の諸元および既存点検・調査結果等のデータの取りまとめも計画策定に必要な行為として支援が可能と考えています。どこにどんな種類のマンホールふたがいつ設置されたのかを調べることは、施設の諸元把握であるため、ストックマネジメント支援制度の枠組みで交付金による支援が可能です。

基礎情報の把握は、ストックマネジメントの観点からだけでなく、BCP (Business Continuity Plan:事業継続計画)の観点からも大事です。先般も熊本や鳥取で大地震が発生するなど地震のリスクが非常に高まっていますが、大規模災害が起こった際にまず必要となるのはマンホールふたを開けて中の

#### ■ふた変遷表 作成例

「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 財団法人下水道新技術推進機構)より作成

		タイプ1	タイプ 2	タイプ 3	タイプ 4	タイプ 5	タイプ 6	
	ふた表							
	・ふた表面にコンクリー 特徴 トが充填		<ul><li>・JIS 模様</li><li>・JIS 鍵穴が2箇所</li><li>・ふたと受け枠間に 隙間有り</li></ul>	・JIS 模様 ・JIS 鍵穴が 2 箇所	・亀甲模様・こじり穴有り	・亀甲模様 ・長バール穴 ・錠部閉鎖状 ・こじり穴有り	<ul><li>・都市デザイン模様</li><li>・長バール穴</li><li>・錠部閉鎖状</li><li>・こじり穴有り</li></ul>	
	ふた裏							
	特徴	・錠無し・蝶番無し	・錠無し・くさり式での連結	・錠無し (タイプにより有) ・くさり式での連結	・錠無し ・ふた裏リブ	・単一型錠機能 ・ふた裏蝶番方式 ・ふた裏リブ	・統合型錠機能 ・ふた裏蝶番方式 ・ふた裏リブ	
	推定設置年	~ S40 年代	~ S50 年代	S51 年~ S53 年	S54年~S60年	S61 年~ H5 年	H6年~H19年	
材	ふた	コンクリート	FC	FCD	FCD	FCD	FCD	
材質	枠	FC	FC	FCD FCD		FCD	FCD	
	支持構造	平受け <b>Wanning</b>	平受け	緩勾配受け 	急勾配受け	急勾配受け 	急勾配受け	
	MH との緊結状況	ボルト緊結なし	ボルト緊結なし	ボルト緊結なし	ボルト緊結なし	ボルト緊結	ボルト緊結	
	ガタツキ	×	×	×	Δ	0	0	
性能	破損	×	Δ	0	0	0	0	
能・	浮上・飛散	×	×	×	×		Δ	
・機能評価項目	不法投棄浸入	×	×	×	×		0	
評価	転落・落下	×	×	×	×			
項	雨水流入	×	×	× ×		×	Δ	
	スリップ	Δ	×	×	×	×		
	腐食×		×	×	×	×		

凡例:○性能として十分(初期のみ) △性能として不十分 □同一タイプにて対応可能 ×性能なし

状態を見る点検です。点検は、被災自治体だけで行う場合も ありますが、他都市から応援を受けて行う場合もあります。い ずれにしても、ふたを開ける際に開ける器具がうまく合わなけれ ば、迅速な調査もできません。そのため、どこにどういった種 類のマンホールふたがいつ頃据えられたかといった情報をあら かじめ把握しておくことは、大規模災害に備えることにもつなが ります。また、そうした情報を BCP の計画の中に位置づけて おくことも望ましいと思います。

情報を整理するにあたっては、例えばふた変遷表(21ペー ジの図) の活用が有効です。ふた変遷表とは、どういった種 類のふたが、どういった機能があり、どういった機能がないの かという情報が、いつ頃設置されたかという情報とともに一覧 表の形になっているものです。ふた変遷表で「このエリアでは このふたが多いしといった情報が一覧表で整理できていれば、 分かりやすいですし、情報整理に役立つのではないかと思い ます。

# ICTを活用した下水道版の生産性革命を 管理・更新時代に応じた CIM等の導入へ

――国交省全体の方向性として「生産性革命」がキーワー ドに掲げられていますが、下水道分野で検討されている 「生産性革命 | へ向けた具体的な取り組みについて教え てください。

省全体としては、「生産性革命」をテーマに、特に直轄 事業で調査・測量から設計、施工、検査、維持管理、更 新までのすべての建設生産プロセスで ICT などを活用する 「i-Construction | (アイ・コンストラクション) と呼ばれる取り 組みを推進しています。2025年度までに建設現場の生産性を 2割向上させる目標を掲げ、具体的には直轄事業を中心にド ローンによる3次元測量やICT 建機による施工を推進していく としており、既に導入している現場もあります。

下水道についても ICT を使って効率化を図る必要があると 認識しており、下水道部でも部内横断的に議論を行っていると ころです。例えば私が所属する下水道事業課の関係で言え ば、2つの論点があります。1つは、先程も触れましたが、下 水道施設の点検・調査を効率的に行う観点から、点検量を 飛躍的に増やせる ICT の活用方法があるのではないかとい うこと。もう1つは、日本下水道事業団を中心に先行的に検 討されていますが、3次元のデータで設計して施工管理、維 持管理につなげていく「CIM」(Construction Information Modeling) と呼ばれる取り組みです。これを下水道の現場に 導入して普及展開していく方向性があるのではないかと議論し ています。

これからの下水道の建設は新設よりも改築更新が中心に なってきます。これまでは何もない場所に土木施設をつくって設 備を入れるという流れでした。しかし、これからは例えば建屋



▲3次元モデルのイメージ図 (出所:国土交通省資料)

に入っている機械・電気設備を更新するような工事が典型だ と思いますが、もともと施設の中に機械・電気設備が設置され ているため、それを実際に施工する場合、足場をつくり、分解 し、どこから出して、どこから入れてという施工計画をつくる必 要があります。それを2次元で行うとなると、非常に煩雑です し、一定の経験を積んだ技術者でなければ2次元からそうし た流れをイメージするのは至難の業です。ミスも生じやすいの で手戻りもあります。2次元の図面ベースで上手くいくと思って も、現場に行くと配管が邪魔になってモノが通らなかった、あ るいは出せるはずの出口からモノが出なかったというケースもあ ると聞いています。CIM を使えば、そうしたミスや手戻りが生 じにくくなるメリットがあるのではないかと考えています。特に改 築更新がメインになってくるこれからの下水道事業にとっては、 3次元のCIM は非常に有効ではないでしょうか。それを下水 道に導入するためのいろんな取り組みを来年度以降スタートさ せたいと考えています。こうした CIM の取り組みを含め、ICT を使った下水道事業の効率化や社会への貢献を「i-Gesuido」 と呼んでいます。生産性革命というと、効率性を上げることを 考えがちですが、社会への貢献も含め、より幅広い視点で検 討しているところです。

# 維持管理を起点としたサイクルへ 道路など他部署との連携手法も視野に

──「マンホールアンテナ\*1 や「ICタグ\*2 | など、マンホー ルふたにも生産性革命と呼べるような技術があります。

管路の点検を今は1.8%程度しかできておらず、少なくとも これを4倍程度にする必要があると申し上げましたが、そうした 点検にマンホールふたが使えるとなると効率性は一挙に上がる のではないでしょうか。人間が動かず、いながらにしてリスクが 高くなっている箇所の情報が集まれば点検・調査の効率性は 上がります。マンホールふたは地上との唯一の接点ですから、 中に入って機器を据え付ける方法に比べると、ふたにモノを据 えることの方が設置作業も効率的です。そうした意味ではマン

#### i-Gesuido を支える 4 本の柱

#### BIM/CIM フ ストック (3次元モデル活用による設計・施工・維持管理の効率化) マネジメント

3次元モデルの導入によ 下水管渠の点検等維持管 理技術の開発、効率的な る業務の効率化 維持管理データの活用

> 【H27 改正下水道法等関連事項】 維持修繕基進

#### 3 水処理革命 省エネ、経費削減、集中管理

処理場等の集中管理、高 度な運転管理の自動化、 流入水質のデータ化

【H27 改正下水道法等関連事項】 新たな事業計画

△ 雨水管理 スマート化 2.0

管路内水位の見える化、 リスク情報の発信等

【H27 改正下水道法等関連事項】 水位周知下水道

▲「i-Gesuido」を支える4本の柱(国土交通省資料より作成)

【H27 改正下水道法等関連事項】

新たな事業計画

ホールふたは可能性があるところだと思いますので、是非そう した技術の開発が進み、実用化することを期待したいですね。

浸水被害の状況を面的に把握する技術もそうです。今は面 的にどこのエリアでどれくらい浸水しているかを即座に把握でき る仕組みはありません。マンホールふたに、どこの道路で何セ ンチくらい浸水が起こっているかという情報が即座に集まってく るような仕組みがあると、面的に浸水情報を把握するという意 味では非常に有効かもしれません。

――効率性という観点から言えば、マンホールふたは道路 の一部であるため、道路などの他部署と連携した取り組み も行われています。例えばマンホールふたを道路舗装工事 と同時に施工する手法もあるようです (下図)。

よいアイデアですね。ふたの取り替え手法として、ふたを単 独で施工するより効率的かつ経済的だと思います。道路部局 と連携した手法で言えば、その他にもモービル・マッピング・シ ステム (MMS) があります。 定期的に道路を走りながら、微 妙な凹凸の変化を追い、地下の異状を見つける手法ですが、 それと合わせて車載したカメラでマンホールふたも撮影し、点 検や、そもそもどういった種類のふたが埋まっているかを把握 する取り組みも行われています。1回の行為で複数目的のデー タや成果を得られれば効率性が上がります。こうした取り組み が地方公共団体で横展開していくことを期待したいです。

#### ――最後に、管路施設のストックマネジメントの実現に向 け、業界へメッセージをお願いします。

ストックマネジメントは、下水道事業のサイクルの順番を変え ることだと思っています。今までは、計画、設計、建設、維 持管理という流れでした。これからは、維持管理があり、設 計、修繕、改築、そしてまた維持管理というサイクルになります。 今までは起点が計画でしたが、これからの下水道事業の起点 は維持管理です。管路管理に関わる人たちの重要性は今後 ますます大きくなってくると思います。そうした意味でも維持管 理の情報を大事にしていかないといけませんし、管路は処理 場やポンプ場と違って目に見えない施設ですから、管路管理に 携わっている人たちの役割の重要性も大きくなってきます。日常 の維持管理の情報をきちんと修繕、改築につなげていくような 取り組みを業界の方々の力を借りて進めていく必要があります。 官民が連携して管路のストックマネジメントを軌道に乗せていけ ればと考えています。





ふた単独の取替に比べ低コストで実施できる(G&U技術研究センター調べ)

▲舗装工事に合わせたマンホールふたの取替施工イメージ(右)とふた単独での取替イメージ

#### ストックマネジメント計画策定で「変遷表」を活用 東京都 平受けおよび緩勾配受け構造のマンホールふたは時間計画保全で改築 清瀬市

必要と判断されています。

東京都清瀬市は平成 28 年度、マンホー 1.8km の管きょと 273 基のふたの改築が ルふたに関するストックマネジメント計 画を策定しました。定期的な点検・調 査をせず、施設や設備の特性に応じた 周期(目標耐用年数等)で対策を講じ ルふたを位置づけ、これらの改築を行う こととしています。また、計画策定では マンホールふたの「変遷表」を作成し、 ます。

#### 長寿命化計画策定し、ふた55基を更新

清瀬市は流域関連事業として公共下 水道事業を実施しており、9処理分区に 約 180km の汚水管きょと約 7000 基のマ ストマネ計画策定で『変遷表』を活用 ンホールふたが設置されています。

「維持管理については、年に1処理分 区ずつマンホールふたを開け、計画的なメント計画の策定に着手します。 点検・清掃を行っています」

下水道普及率 99.9%と概成している市 は平成24年度に、20年先までの修繕・ 更新等の優先順位を示した「長寿命化 基本構想」を策定しました。これに基づが、タイプ・性能別の設置状況は把握し き平成25~26年度には、市北東部の 第9処理分区を対象とした長寿命化計画 の策定に向け、管きょ10.8km、マンホー ルふた544基の調査を実施。その結果、

した。更新が必要なふたのうち、ガタツ る「時間計画保全」の対象として、平 キや表面摩耗、腐食などが認められたも 受けおよび緩勾配受け構造のマンホー のは30 基程度と少なく、耐荷重不足や 転落防止機能がないなど、機能不足が 大半を占めていたといいます。 「マンホールふたは平成27年度に55

マンホールふたの調査項目と更新判定

基準は、国の手引き\*\*に基づき設定されま

現状把握や優先度の設定に活用してい 基を更新しました。ふたが設置されてい る道路の重要度も考慮し、交通量の多 い車道を優先しています」

> ※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)(平成25年9月国土交

長寿命化計画を完了させた市は、国 の新制度に対応するため、ストックマネジ

「ストマネ計画では、市全域の施設が 対象となり、それらの現状把握が必要に なります。マンホールふたについては、下 水道台帳で設置数などを管理しています ていませんでした。そこで、ふたの『変 遷表』を作成し、活用することにしたのと管理区分を設定。ストマネ計画では、

時間計画保全 状態監視保全 - 都市デザイン模様 - 短パール穴/長パール - 短パール穴 穴 - 短が開鉄状 - アヒミで有り 西表面 ・単一型叙機能 ・養薬媒養方式 かぎ無し・蜂巻無し 平受け 平受け 急勾配受け 級勾配受付

▲ふた変遷表 (清瀬市提供資料から一部抜粋・加工)

表です。変遷表を 活用すれば、ふた の表面を見るだけ で、設置年代や構 造、材質、性能・機 能などが判別できる ようになっています。 「変遷表があると、

別に分類した一覧



清瀬市都市整備部下水道課 植田雅康施設計画係長

とを誰でも判断することができます。改築 の優先度を効率的に決めていく上で、有 効なツールになりました」

## 平受けおよび緩勾配受け構造は 『時間計画保全』で改築

市は平成28年度に、29~33年度の 5ヵ年を事業期間とするストマネ計画を策 定し、マンホールふた約 400 基の改築を 位置づけました。

「マンホールふたの改築を先行して実施 します。管きょについては、平成29年度 から劣化状況の詳細な点検・調査を実施 した上で改築等の優先順位を決め、次 期計画に反映させる考えですし

市は、ガタツキ防止機能がないなど古 いタイプのマンホールふたである平受けお よび緩勾配受け構造のふたを『時間計 画保全』、それ以外を『状態監視保全』 時間計画保全に位置づけられたマンホー 『変遷表』は、マンホールふたをタイプ ルふたの改築が行われることになります。

> 「状態監視保全のマンホールふたは、 管きょの点検・調査と合わせ、状況の把 握に努めていきます。急勾配受けのふた にも、浮上防止機能などの一部の安全 機能がないものがあり、これらの改築優 先度の設定は今後の課題です。清瀬市 は、下水処理場を保有していないので管 路施設のメンテナンスに専念できるほか、 都市の規模が小さいため、新しいことに 『古いタイプで機 も比較的着手しやすい反面、職員の数 能が不足していてが少ないからこそ、効率的な事業推進が 危ない』といったこ 必要だと考えています!

# 千葉県 成田市

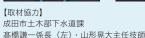
# マンホールふたの長寿命化計画策定で MMS を活用 1日 1000 ヵ所を調査 効率5倍、コストは半分に

ふた。その現状把握の効率化が課題に なる中、千葉県成田市は移動計測車両 を使った測量技術「MMS」(モービル・ マッピング・システム)により、ふたの タイプ判定や不具合等の調査を実施し、 長寿命化計画の策定に活用しました。

自治体が膨大な数を抱えるマンホール に点数を付け、優先度を決定していまし た。しかし、膨大な数があるマンホール ふたの調査には、大きな労力が費やされ ていたといいます。

> 「もっと効率的・効果的に現状を把握で きないものか。他の地区でも長寿命化計 画の策定が必要になる中、調査方法は 検討課題となっていました





#### ふたの長寿命化計画 調査効率が課題

印旛沼流域関連として下水道事業 を実施している成田市は、管路施設 571km、中継ポンプ場3ヵ所、マンホール ポンプ場 52ヵ所、マンホールふた約1万 8000基を管理しています。

(NT) 地区、市街地の小橋川および根 木名川地区の下水道施設について、20 年先までの改築・修繕方針を示した「長 寿命化基本計画」を策定しました。

「これらの地区では供用後40年を経過 した施設が多くあり、最も古い成田 NT 地区を中心に、マンホールふた表面のす り減りや管路のずれなど、老朽化による 不具合が発生していました」

市は基本計画をもとに、各施設の長寿 マンホールふたに関してはまず、昭和49 年供用の成田 NT 地区を対象に、平成 25~29年度を事業期間とする計画を策 定。各年100基の取り替えを行うことを 位置づけています。

# 90%以上の精度を確認、MMS を活用

そうした中、市の長寿命化計画策定 業務を受託していた企業から紹介された のが、MMSです。 カメラや GPS、レーザー スキャナーなどの計測機器を車両天板上 平成24年度、市は成田ニュータウン に搭載し、走行しながら道路周辺の3次 元位置情報を収集する技術で、マンホー ルふたのスクリーニング調査にも活用する ことが可能です。

市は効果を検証するため、平成20年 度に巡視調査を実施したマンホールふた 280基を MMS で再調査し、双方のデー タを照合します。その結果、①ふたタイ ふた調査では道路の重要度も加味 プの特定、②外観による不具合判定、 ③表面摩耗による不具合判定、④ふた / 受枠の段差の有無という各調査項目に 命化計画(5ヵ年計画)をつくりました。 おいて、90%以上の精度が確認されるこ とになりました。

「障害物があるところや車両からマン ホールふたが5m以上離れる箇所は、補 足する計測手法を検討する必要がありま したが、ふたの改築の要否を判断する上 計画策定にあたっては、調査項目ごとでは、十分な計測精度でした」

市はこの結果を踏まえ、小橋川および 根木名川地区のマンホールふた 5982ヵ 所の状況調査に MMS を本格的に導入 し、長寿命化計画を策定しました (H27 ~ 31、各年度 200 基の取り替え)。

「巡視調査は1ヵ所1500円の費用がか かり、日進量は200ヵ所ですが、MMS は1ヵ所700円で日進量は1000ヵ所。効 率は5倍になり、コストは半分程度に抑え ることができました」

# H32 のストマネ計画策定をめざす

マンホールふたの改築・修繕は、平成 31年度で長寿命化計画が終了し、32 年度からは市全域の下水道施設を対象と した「ストックマネジメント計画」に基づく ことになります。

「ストマネ計画の策定では、管路やマン ホールふたの優先度判定方法を調整す る予定です。これまでは施設そのものの 老朽化度を重要視していましたが、交通 量が多い車道や避難所に通じるルートな ど、道路の重要度も十分に加味していき ます。また、ふたの現状把握には引き続 きMMSを活用するつもりです。効率や コストに優れているということに加え、調 査結果が写真などのデータで残るため、 調査後の管理がしやすいというメリットもあ ります。ストマネ計画が予定通り策定でき れば、良いタイミングで長寿命化計画との 切り替えができると考えています



▲ MMS で撮影したマンホールふたの状況



▲ MMS の外観

#### "マンホールアンテナ式"で水位をリアルタイム計測 兵庫県 短工期で簡易に設置可能 汚水幹線の不明水対策で 神戸市

の不明水が問題となっています。市はこ ていました の対策を講じるため、「マンホールアン テナ」を活用した水位観測を平成 29 年1月に開始しました。

#### 不明水の浸入などで大雨時に溢水

マンホールからの溢水が起こっているの は、同市須磨区・長楽汚水幹線の流域 です。幹線上流の妙法寺区域で民間の 開発事業が大規模に進められ、流入量 が大幅に増加していることに加え、幹線 の老朽化による不明水の浸入が大きく影 ているマンホールふた裏側の3つのスペー 響しているとみられています。

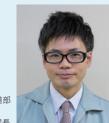
「溢水が発生するのは、台風など大雨 が降った時。幹線は満管状態になってし まい、マンホールから水があふれたり、周 辺家屋のトイレの水が逆流したりということ 組みになっており、データはクラウドサー が起きています!

市は汚水枝線へのバイパス管を設置し たほか、汚水管の誤接続の確認なども行 いましたが、抜本的な解決には至ってい ません。そこで、まずは溢水が発生して いる箇所の水位の動向を詳しく計測・把 握し、その上で対策を講じることを決めま
どこでも水位を確認することができますし、 す。

です。幹線道路からの抜け道になってい るため交通量が多く、時間をかけて大掛 かりな機器を設置することは難しい。また、

神戸市では、大雨時における汚水幹線 計測は5年間の暫定的なものと位置づけ

こうした条件から、導入できる計測技 術は短工期で簡易に設置できるもの。ま た、水位上昇に迅速に対応するため、"リ アルタイム"で計測できることも求められた 結果、「マンホールアンテナ」が活用され ることになったのです。



神戸市建設局下水道部 管路課管路係

#### リアルタイムで幹線水位を把握

#### データの蓄積によるメリットも

マンホールアンテナは、井桁構造になっ スのうち、両側にバッテリー、中央に伝送 装置を設置したもの。これに水位計など のセンサーを接続し、計測したデータをふます」 た表側に設置したアンテナから飛ばす仕 バーに蓄積されることになります。

「施工は水位計を設置し、マンホール ふたを替えるだけで済みますので、通行 が期待されていますが、神戸市の場合、 止めにする必要もなく1日で完了しました。 サーバーにパソコンやスマートフォンなど の端末からアクセスすることで、いつでも 不明水は大きな問題になっており、溢水な 水位が上昇するとメールでアラームが配信 「ただ、計測箇所は住宅街の交差点 されますので、確実に溢水に備えること が可能になっています」

> また、リアルタイムでの水位観測に加え、 観測データを蓄積できることも大きなメリッ

トだといいます。

「長楽汚水幹線の上流部では、別幹 線と分水を行っている箇所があります。 データの蓄積によって水位の傾向が見え てくれば、別幹線への流入量を増やすな ど、分水量の調整も検討できるようになり

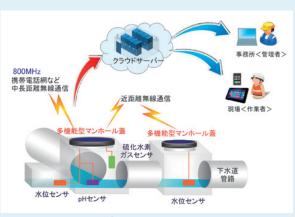
#### 地下街等の浸水対策でも活用候補に

マンホールアンテナを活用した水位観 測は、どちらかと言うと雨水管での活用 汚水幹線で活用されました。

「分流式を採用している自治体では、 どが起こっているところもあると聞きます。 マンホールアンテナ式の水位観測は、そう した自治体でも有効な手段になるのでは ないでしょうか」

コストに関しては、5年間の暫定的な利 用のため、大きなメリットは想定されていま せん。ただ、他の自治体においては、一 般的な水位計より LCC (ライフサイクルコ スト)を15%程度削減できるという試算も 出ています。

「水防法の改正により、地下街などを 抱える都市は水位を計測・周知しなけれ ばならなくなり、神戸市でも来年度、検討 を進めていく予定です。マンホールアンテ ナ式の水位計測は、そうした対策の中で 活用される技術として、候補のひとつにな ると考えています」



▲マンホールアンテナシステムの概要 (水位計のほか、pH 計などを接続することも可能)









▲写真提供:【上、右下】国土技術政策総合研究所(出所:http://www.nilim.go.jp/lab/bbg/saigai/h28/20160421kumamotogesuidou.pdf) 【左下】福岡市【中央下】国土交通省(出所:http://www.mlit.go.jp/common/001136237.pdf)

# 被災時の"受援体制"を強化すべき 実効性のある下水道 BCP ヘブラッシュアップ

公益財団法人 日本下水道新技術機構 研究第一部副部長 田邉 信幸氏

公益財団法人日本下水道新技術機構 (以下、下水道機構)は、熊本地震 における下水道施設の被害や、下水道 BCP の活用について、熊本県内の31 自治体を対象に調査(アンケートおよび ヒアリング)を実施しています。調査の 結果やそこで顕在化した課題、下水道 BCP のあり方などについて、研究第一 部の田邉信幸副部長にお聞きしました。

# BCP に基づく行動ができたのは 60% 上位計画などとの兼ね合い課題に

平成 16 年の中越地震、平成 19 年の す。下水道 BCP の運用に関してどんな

中越沖地震が大きな契機となり、国土交 通省は平成 21 年 11 月、「下水道 BCP 策定マニュアル(地震編)~第1版~」 を公表。その後、平成23年3月の東日 本大震災の教訓を踏まえて加筆改定が 行われ、平成24年3月に第2版(地震・ 津波編)が作成されています。

「下水道機構では国のマニュアルが作 られた当初から、自治体の下水道 BCP 策定を支援しており、様々な知見も蓄積し ています。熊本地震は、平成24年のマ ニュアル改定から初めての大きな災害で

課題があるのか、また課題があれば、そ の対策なども含めて我々から発信していく べきだろうと考え、調査を行いました」

下水道BCPには「簡易版 |と「網羅版 | があり、熊本県内における策定率は簡易 版も含めれば100%。しかし、その多くは 簡易版でした。下水道機構の調査による と、発災後、下水道 BCP に基づく行動

ます。

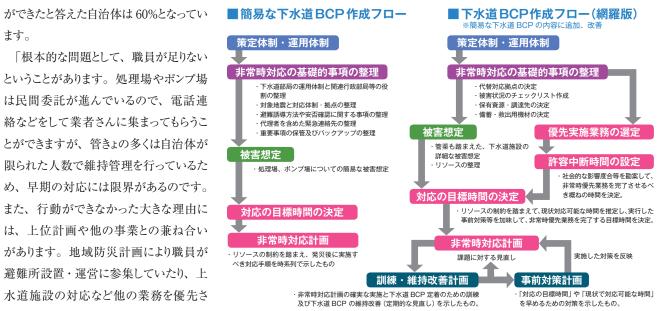
「根本的な問題として、職員が足りない ということがあります。処理場やポンプ場 は民間委託が進んでいるので、電話連 絡などをして業者さんに集まってもらうこ とができますが、管きょの多くは自治体が 限られた人数で維持管理を行っているた め、早期の対応には限界があるのです。 また、行動ができなかった大きな理由に は、上位計画や他の事業との兼ね合い があります。地域防災計画により職員が 避難所設置・運営に参集していたり、上 水道施設の対応など他の業務を優先さ せざるを得なかったりしたことで、下水道 BCPで位置づけられた業務に手が回ら なかったという声が聞かれました。上位 計画や他事業への対応を踏まえた上で、 緊急点検の人員配置などを考える必要が あります」

#### ストックマネジメントからバールリストへ 取り組み連携させ、調査を円滑化

熊本地震では、管きょに関して、約 6800kmの緊急点検、約2000kmの概略 点検、約190kmの詳細調査が行われ、 被災延長は86.3kmに上りました。概略点 検では、約9万ヵ所のマンホールふたを開 けて、目視による内部状況の確認が行わ れています。

「点検では、マンホールふたの開放が 困難だった箇所もありました。道路の崩 落や家屋の倒壊により、ふたががれきで 埋まっていたり、地震によってふたがアス ファルト面にめり込んだりしていたのです。 道路の応急復旧の際、ふたの周辺を舗 装したために、開かなくなったものもあった ようですし

また、マンホールふたの開閉方法が特 殊であったため、開閉に使用する専用の 器具(バールキー)がなかった、あるい はキーの穴を塞ぐ部品が腐食などで固着 していたというケースもありました。熊本 市内では、10ヵ所以上のマンホールふた の開放が困難になり、開閉方法の指導を メーカーが行っています。



▲下水道 BCP 簡易版と網羅版の作成フロー(日本下水道新技術機構提供資料より作成)



- ※正式な開閉手順書があるものはメーカー情報に基づき記載し、無いものについては自治体情報に基づき記載した。開閉操作にあたっては、労働安全衛生法等を遵守し、安全確保に留意すること。 ★:常業高量法集・「日本マンホール報告を | IPI viv nanotias in humainani 14.
- ▲マンホールふた開閉パールリストの作成例

「バールが合わない、足りないという問 題は各地で散見されました。ふたの種類 とそれに合うバール、開閉の方法を事前 に把握しておくことは重要です。また、被 害状況の調査などは短期間で一気に行 わなければならないことを考えると、バー ルの種類・数ともに適切に備えておく必要 もあるでしょう

こうした問題への対応としては、「マン ホールバールリスト」や「開閉手順書」 を作成しておくことが有効です。

「どんな種類のふたがあり、どんなキー を使って、どのように開けるのか、写真 で視覚的にわかるようにしておくと調査時 の広域支援活動の円滑化にもつながりま す。また、バールリストを作成するために は、どこにどんなふたがあるのか、位置 や種類を把握することが前提となるため、 ふたの適切な管理を考えるきっかけにもな ります。自治体は今後、下水道施設のス トックマネジメントを進めることが求められ、 ふたの管理を効率化する『変遷表』をつ くることもあると思いますが、それをバール リストに展開することも可能です。下水道 BCPの取り組みと、ストックマネジメントの 取り組みを連携させることもできるのです」

#### " 実効性のある " 下水道 BCP に PDCA でブラッシュアップ

全国の自治体では、下水道 BCP の策 定率は92%に達しているものの、「網羅 版」の策定率は36%(H28年3月末現在、 国交省調べ) にとどまっています。国の 事務連絡では、網羅版への移行が求め られています。

「網羅版に移行することももちろんです が、下水道 BCP をより "実効性のある" ものにしていくことが重要です。これは、 支援自治体を受け入れる準備、『受援体 制』の強化ということにもつながっていきま す。被災自治体が自らできることには限界 がありますので、いかに円滑に支援をし てもらうかについて考えておかなければな りません。マンホールふたの開閉手順を 盛り込んだバールリストを作成し、下水道 BCP に盛り込むこともその方法の1つで しょうし

「下水道 BCP を作ることは、目的では なく、災害対策や危機管理のスタート」 と田邉氏は強調します。

「作った後もブラッシュアップをしていくこ とが必要です。やり方がわからないという 声も聞きますが、まずは BCP に基づく訓 練をしてみることです。訓練をすれば、足 りないこと、問題点が見えてきますので、 それらの対策を反映させていく。また、 下水道 BCP の作成や更新を、県がリー ドしていくという方法もあります。下水道



▲沖縄県内自治体による下水道 BCP 合同図上訓練(平成 29年1月12日、同県那覇市の沖縄産業支援センター

機構では、沖縄県のとりまとめのもと、県 下市町村とともに、下水道 BCP に関す る共同研究を実施しており、今年1月には これらの自治体が集まった図上訓練も行 いました。計画、訓練、振り返り、反映 という PDCA サイクルをまわすことで、下 水道 BCP の実効性は向上していくと考え ています |

# 下水道管路データを無償で保管して災害時に提供 災害復旧の効率化に貢献、中小自治体の活用めざす

一般社団法人 下水道管路データバンク 理事 伊藤 岩雄氏

一般社団法人下水道管路データバンク (GPD: Gesuido Pipe Databank) は、平成28年7月に設立され、9月 にサービスを開始しました。自治体の 下水道管路データを預かり、災害時に 迅速に提供する無償のクライシスマネジ メント支援や、維持管理情報のデータ ベース化によるアセットマネジメント支 援を展開します。サービスの内容や今 後の事業展開等について、伊藤岩雄理 事にお聞きしました。

#### 下水道管路データをバックアップ

災害により自治体の下水道管路施設が 被害を受けた時、施設データにスムーズ にアクセスできれば、復旧活動や外部か らの復旧支援の受け入れ、災害査定の 資料作成などを迅速に進めることができま す。下水道管路施設は市民生活に欠か せないインフラ施設であり、BCPの観点

からも適切なデータの保管が求められて います。下水道分野に携わる4社(積水 化学工業(株)、管清工業(株)、(株)日水コン、 日之出水道機器(株)) はこうした認識で一 致し、ノウハウを結集して GPD を設立し ました。

基本サービスは、下水道台帳の管路 データを無償でクラウドサーバーに保管 し、災害時に提供するものです。

「先の熊本地震でもそうでしたが、自治 体職員も被災しているような状況で、必 要なデータを迅速に引き出して使用した り、復旧支援者に提供したりするのは容 易なことではありません」

過去には、阪神・淡路大震災において、 庁舎の崩壊により、被害調査に必要な下 水道台帳が使用できなくなったことがありま



▲下水道管路データバンク サービスの流れ



メージ(下水道台帳に示される 管路情報と関連付けて、維持管 理情報を管理することが可能)

一括登録も可能

調査結果エクセル(定型)から一括取込



▲アセットマネジメントに向けた管路データ分析イメージ (管路情報、維持管理情報を分析し、管路管理 PDCA

した。この時はたまたま電算化作業中で、 契約業者が保有していたデータを引き出 すことができ、他都市が同じ台帳システム を使用していたために、出力することもで きました。しかし、こうしたリスクへの対応 を考えると、役所の庁舎とは別の安心で きる場所にデータのバックアップをとってお くことが重要になります。

自治体の下水道管路データの形式 は GIS (Geographic Information System: 地理情報システム)、CAD、 PDF、紙など様々ですが、GPD ではい ずれの形式でも受け付け、必要に応じて 自治体等がパソコンで容易に使用できるよ うなレベルまで加工する有償サービスも行 います。

また、被災した自治体は災害査定を 行って公費充当部分を決め、復旧工事 を進めていくことになるため、災害査定 に向けた1次調査、2次調査を効率的に 行うことが重要です。 そこで GPD では、 「データバンクシステム機能」を用意しま した。通常は GPD の事務局側にある書 き込み機能を、災害発生後は被災自治 体側に切り替え、情報を追加できるように するものです。調査結果をクラウド上の下

水道台帳データとリンクさせて保管したり、 診断結果を管路データと関連づけて示し たり、復旧箇所の縦断面図を作成したり することができます。これにより、発災か ら査定完了までの時間を短縮することが 可能となります。

## 維持管理情報をデータベース化 アセットマネジメント支援も

もう1つのサービスの柱となるものがア セットマネジメント支援(有償)です。下 水道台帳データとともに、維持管理情報 もデータベース化し、データの分析や最適 な維持管理計画の策定などを支援します。

ノ・カネの問題への解決策として PPP (Public Private Partnership) が注目 されていますが、これを実行する上で最 も欠けているのがデータの管理です。特 に清掃、テレカメ調査、マンホール調査、 苦情処理、修繕・改築など、日々の維持 管理履歴を適切に管理し、維持管理計 画の立案などに活用している自治体は少 ないのが現状です。維持管理履歴をデー タベース化することで、アセットマネジメン トに活用することができるほか、市民から の苦情等に対しても迅速、効果的に対応 することが可能になるのですし

行業務なども行います。自治体では下水 道台帳の閲覧希望者への対応に多くの 手間や時間をかけています。そこで、自 治体が GPD にアクセスできる ID とパス ワードを発行し、住民や民間業者などに 閲覧してもらうのです。これにより自治体 職員の負担を軽減するとともに、閲覧希

望者がわざわざ役所に訪問する手間を省 くこともできます。

#### すでに複数の自治体から申し込み 「中小自治体に活用してもらいたい」

GPDは設立以降、自治体に向けた PR 活動のほか、執行体制の整備、シス テムの高機能化などを進めています。自 治体からの問い合わせも増えており、す でに複数の自治体からの無償サービスの 申し込みも受けています。伊藤理事は、 今後の事業の発展に手応えを感じていま

一方、自治体に安心してサービスを利 「下水道施設の老朽化や、ヒト・モ 用してもらうためには、自治体の意向を踏 まえたサービスの改善が重要となります。 例えば、大切な下水道管路データを民間 に預けることに不安感を持つ自治体があ るかもしれません。これに対して GPD で は、サービスの提供にあたり自治体とデー タ保管契約を締結し、その中で守秘義務 について規定するとともに、クラウドを活用 して ID やパスワードを管理して、協会員 でもデータに自由にアクセスできない仕組 みをとっています。こうした情報管理を徹 底し、自治体に理解してもらうことも必要と なります。

「まずは契約実績を積み重ねていきた GPD ではこのほか、閲覧サービス代 いですね。中小自治体の中には、下水 道施設の老朽化が進み、お金も技術者 も不足しているようなところが少なくありま せん。特にそうした自治体にこのサービス を活用していただきたいと考えています。 また、この事業はいったん始めたら、途 中で止めることはできません。責任を持っ て続けていく考えです |

# 災害時のトイレ衛生対策は人命に関わる問題 国のガイドラインを後押しに、自治体は行動計画を

NPO 法人日本トイレ研究所 代表理事 加藤 篤氏

NPO 法人日本トイレ研究所は、「『トイ レ』を通して社会をより良い方向へ変え ていくこと」をコンセプトとして活動し、 災害時のトイレ衛生対策にも積極的に 取り組んでいます。熊本地震後も被災 地に入り、マンホールトイレ等の活用状 況を調査しました。災害時におけるトイ レ対策の現状と課題について、加藤篤 代表理事にお聞きしました。

#### 避難所で最も必要なのは「トイレ」

加藤氏は「災害時のトイレ衛生対策は 人命に関わる問題 | と指摘します。トイレ 衛生対策が不十分だとトイレに行かずに 済むよう飲食を控える人が出てきます。そ の結果、健康を害する人や時に命を落と す人も出てくるほか、集団感染症の危険 性も孕んでいます。

日本トイレ研究所は阪神・淡路大震災 以降20年以上にわたり、この問題に取り 組んできました。

「しかし、東日本大震災や先の熊本地 震でも、『避難所で困ったもの、必要なも の』の1位はやはりトイレでした。様々な 災害用トイレが開発され、自治体が少し ずつ備蓄を進めていますが、その数は圧 倒的に少なく、本質的な改善には至って いません

マンホールトイレについても、現在の整 備数は全国で約2万基(約7000人に1 基)。「マンホールトイレ整備・運用のため のガイドライン | (後述) では、1基あたり の使用想定人数を50~100人としてお り、備蓄数がまったく足りていないのが現 状です。

## マンホールトイレが活躍 さらなる質の向上もめざすべき

日本トイレ研究所は熊本地震の後、被 災地に入り、マンホールトイレなどの災害 用トイレの活用状況を調査しました。熊本

市では、4ヵ所の中学校に前年度整備さ れたばかりのマンホールトイレがあり、避 難所の衛生対策として活躍しました。

「マンホールトイレはすぐに設置して使 用できることや、段差がないフラットな構造 のため高齢者でも使いやすいことが特徴 で、これはもともと建設現場用に作られた 仮設トイレにはない大きなメリットです。被 災地でもこれらの点が好評でした

その一方、調査では課題も明らかにな りました。

「例えば、マンホールトイレまでのアプ ローチを雨に濡れないようにしたり、照明 をつけたりすることが必要です。マンホー ルトイレの上屋のテントはコンパクトで備蓄 性には優れるものの、使用感、安心感で は改善の余地があります。災害時だから トイレはありさえすればいい、という時代 は終わりました。これからは質を向上させ、 行きたくなるトイレを作るべきです!

#### 国交省、内閣府がガイドラインを公表 自治体の動きにも期待

こうした中、平成28年3月に国土交 通省が「マンホールトイレ整備・運用のた めのガイドライン | を、4 月に内閣府が「避 難所におけるトイレの確保・管理ガイドライ ン」を公表するなど、国から新たな動き がありました。

「『マンホールトイレ整備・運用のため

のガイドライン のポイントは、 災害時のトイレ衛生対策が人 命に関わる問題という視点が 入ったことや、避難所におい て良好なトイレ環境を切れ目な く提供するため、携帯トイレ、 マンホールトイレ、仮設トイレと いった様々な種類の災害用り イレの特性を踏まえ、面的に 対応すべきという考え方が示 されたことです。また、快適



理してあります。今後、都道府県や市町 村が災害時の行動計画にどう落とし込む か注目しており、その動きを推進していき たいと考えていますし

#### 人材育成、防災トイレ計画の策定を

災害用トイレの質量両面の充実ととも に、災害時に適切に対応ができるように 専門知識を有する人を育てることも大きな 課題です。そのため、日本トイレ研究所 では「防災トイレアドバイザー」認定講 習会を開催しており、国、自治体にもそう した人材育成を呼びかけています。

また、避難所、事業所、病院、商業 施設等避難拠点における「防災トイレ計 画」の策定も提唱しています。

「トイレに関する司令塔は誰か、どうい う段取りで何をすべきか。こういうことを災 害発生時にいきなり対応しようとしても難し いので、計画を作っておくべきです。下 水道 BCP にも、防災トイレ計画を盛り込 むことが必要だと考えています」



▲熊本地震の被災地に設置されたマンホールトイレ

# 竹事師

富和鋳造株式会社 常務取締役 吉田 秀夫氏



### 努力、責任感、負けず嫌いが生んだ「現代の名工」

戦後間もなく、鋳物の世界の真ん中で生を受けた吉田秀夫さん。生家はキューポラ(円筒形の溶解炉)で湯(鋳造のために溶解した金属)をつくり、近隣の鋳物工場に卸す「焚き屋」を営んでいました。その焚き屋を手伝っていた叔父が独立して創業した鋳物工場に、学校を出てすぐに就職。東北などから集団就職で上京してきた養成工たちと、工場の寮で寝食を共にしながら、今はあまり使われなくなったパープレス(機械式プレス機)やフットプレス(通称・蹴飛ばし)、剪断機などの機械類の製作に明け暮れていました。休日は月にわずか2日か3日。それでも実直に働くうち、鋳造の基本的な技術を着実に身に着け、やがて工場長を任されるまでになりました。

しかし1997 (平成9) 年、社長である叔父の一存で工場を閉鎖。その矢先、見ず知らずの人物から再三、面会を求める電話が入ります。「うちで一緒に働かないか」という富和鋳造株式会社・飛髙利美社長の熱心な誘いでした。その前年、急逝した先代から工場を継いだばかりだった飛髙社長は、自身の右腕となる有能な人材を求めていました。吉田さんの長年培った技量、真摯な仕事への向き合い方を、飛髙社長は人づてに聞いていたといいます。

工場閉鎖を機に少しゆっくり休もうと考えていた吉田さん、「考えておきます」と茶を濁して帰るつもりで、初対面の席に渋々出向きました。しかし、飛髙社長の話を聞くや否や、その熱い思いにほだされます。「『お前が必要だよ』と言われると、男は『ぜったい頑張るから』という気持ちになるよね。『この人についていけば間違いない』と直感したよ」と振り返る吉田さん。その場で「わかりました」と、富和鋳造への入社を快諾したのです。

48歳、管理職待遇で中途入社の吉田さんに、飛髙社長はエリート教育を施しました。あちこちの講習会に参加させ、鋳







▲吉田さんを鋳物の匠に磨き上げた飛髙社長(右)。 社業だけでなく鋳物産業の振興にも二人三脚で臨む最良のパートナーです。

物の理論を一から習得させます。それまでの「ただ働けばいい。 腕さえ良ければいい」という仕事環境から一転、ひたすら勉強に打ち込む毎日に。社長の期待に応えたい、という責任感、 そして、現場を統率する立場として、元から居た職人たちに 技能や知識で負けられない、という負けず嫌いの性分も頑張り を支えました。

「鋳物の理論を吸収するほどに、階段をどんどん上っている実感、自分の可能性が広がる喜びがありました」。ほどなく鋳造技能士1級の資格を取得すると、飛高社長に勧められるまま、様々な競技大会にも参加して、遺憾なく実力を発揮します。川口市市長賞を皮切りに、翌年には埼玉県知事賞を受賞、さらに最優秀県知事賞に上り詰めるなど、数々のタイトルを手中に。こうして積み上げた功績が高く評価され、2009(平成21)年には、卓越した技能者に付与される「現代の名工」に選出。さらに2013(平成25)年には「黄綬褒章」受章の栄に輝きます。

「みんなが働いている中、講習会や勉強会、海外も含め各地の視察にも行かせてもらえた。手間暇かけて育ててくれた社長や会社に、やれることを精一杯返したい。そういう意味でも、多くの先輩方を飛び越して『現代の名工』に選ばれた時は本当に嬉しかったね」



#### 1キロから20トンまで 手込めで一点物をつくる醍醐味

富和鋳造は、現在41人の従業員を擁する、川口では最 大規模の鋳物会社。扱う製品は1キロから20トンまで多彩で すが、機械造型での量産品ではなく、手込め造型による小ロッ ト・単品の製造を専門に手がけます。上下水道用のバルブが 主力製品で、特に公共事業向けの大型バルブなどの大物鋳 造を得意としています。

「鋳物をつくる本当の面白さを知ったのは、この会社に入っ てから。年中同じものだけつくっていたら、それ以上のものをつ くれる人間にはなれません。でもこの会社は一つひとつ、手込 めで違うものをつくる仕事。大きい一点物にも挑戦できます。同 じ形の製品でも、大きさが違えば湯の流れも仕上がりも変わる。 そこに技術の差が現れるし、つくるまでの緊張感、できた後の 達成感が、大物をつくる面白さですよ」

富和鋳造でこれまで請け負った最大の製品は、自動車部品 を製造するプレス機械用の金型。13年前、古い得意先から 注文が飛び込みました。金型は上型・下型それぞれ約20トン。 1つは大手機械メーカーに応援を頼み、1つを自社でつくること を決断しました。

20トンの湯を扱うとなると、何か間違いがあれば工場は文字 どおり「火の海」。大事な職人たちの命に関われば、その責 任は工場長である自分や社長に及びます。それでも、「富和さ んを見込んで頼んでいるんだから」という客先の言葉に腹を括 りました。リスクを理由に断るのは簡単。しかし、うちはそれだ けの仕事もできるんだという実績を刻むため、あえてリスクを選 びました。

「『やれるか』と聞かれたら『やれる』と言うのが男だし、 鋳物師の誇り。『やれる』と言った以上は必ず成し遂げるつも りで臨みました。それ以降も『この先もずっと富和さんに』と お付き合いが続いているから、やった甲斐はありましたよし

鋳込みの当日、吉田さんは明け方3時に出社し、電気炉の

# 「最強の鉄球」でテレビ出演、「川口のために、やって良かった」

「現代の名工」に選ばれて間もなく、突然、テレビ局から依 頼が入りました。当時、人気を博したバラエティ番組「ほこ×たて」 (平成23年1月~25年10月、フジテレビ系列)で、「最強 の壁」と対決する「最強の鉄球」を製作してほしい、という ものです。与えられた期間は1週間足らず。時間的に失敗は 許されません。工程の最初から最後までテレビカメラが張り付く 緊張感の中、吉田さんの長いキャリアの中でも初めての、鉄球 の製作に打ち込みました。

「形自体はすごく単純。でも、つくるのは本当に難しいんだ よ」。球体は中心をまっすぐ垂直に芯が通らないと、吊るした 時にバランスが崩れて傾ぎます。つまり、見た目の丸さだけでな く、ど真ん中に重心を持つ「完全な球体」にしなければなら スイッチを入れました。工場には4トン炉が2基あるだけなので、 それぞれの炉で溶かした計8トンの湯を、まず取鍋 (鋳造時に 型に湯を注ぐ容器)に移します。ドロップ(温度低下)しない よう取鍋を加温しつつ、一方で新たに8トンを溶かして、さらに その次の湯も……、という具合に、複雑な工程を経て、すべ ての用意が整ったのは夕方4時。この間、もちろん食事も休憩 も取らず、付きっきりで目を配り続けました。

そしていよいよ、鋳型に3ヵ所設けた湯口から、3つの取鍋 を同時に傾けて一気に湯を流し込みました。長時間かけた準 備も、鋳込みはほんの1分30秒の勝負。2分、3分経つともう 製品にはならない。事前に周到に練り上げた「鋳造方案」で、 今回は1分30秒で入れ切ると決めていました。その型の大きさ・ 形状にふさわしい時間で「早く、穏やかに」湯を入れるのが 鉄則です。計算どおり、ちゃんとガスが抜けているか、鋳型の 隅々に湯が回っているか……、中は見えませんから、自分を信 じるしかありません。自分は見込まれた人間、やれる力を持っ ているはず。そう自らに言い聞かせながら、湯口に勢いよく注 がれる湯を見守ったそうです。



▲ 20 トン級プレス金型の鋳造時の光景

ない。そのためには、鋳込んだ湯を同じ密度で固めて、全体 を均一の比重にする必要があります。また、鋳込んだ湯は球 の表面側から中心側へと徐々に冷えて固まるので、引け巣(湯 が固まる時間差により生じる空洞) を抑える湯の入れ方も工夫 しました。ワイヤーロープやフックを通す「吊り環」を、芯に的 確に、頑強に取り付けるのも難題でしたが、飛髙社長と知恵 を絞り、細工を凝らしてクリアしました。

こうして完成した直径約1.1メートル、重さ5トンの無垢の鉄 球とともに、吉田さんも計4回にわたり番組に出演。熾烈な闘 いを繰り広げてお茶の間を盛り上げ、「現代の名工」の秀で た技量、そして「鋳物のまち川口」の名を全国に強く印象付 けたのです。

テレビの影響力は絶大でした。地元は大いに活気づき、新聞・ 雑誌の取材も相次ぎました。出先や旅先で見知らぬ人から突 然、「あの吉田さんですよね?」と声をかけられて戸惑うこともし ばしば。それでも、「何をつくるにも面白さはあるけど、鉄球は 特に面白かった。それに、少しは川口の役に立てたはずだから、 本当にやって良かったと思いますよ」

この「最強の鉄球」は今、テレビ局から寄贈されて富和鋳 造の工場内に保管されています。また、原寸大のレプリカも製 作して工場の事務所前に展示され、工場見学に訪れる子ども たちの人気の的となっています。「たたら祭り」など地元のイベ ントにも持ち出し、時には吉田さん自身も会場に出向いて、盛 り上げ役を買って出ています。



▲工場に展示された「最強の鉄球」のレプリカ

#### 自分の知識・経験を少しずつ伝え、任せていきたい

吉永小百合さん主演の大ヒット映画「キューポラのある街」 の舞台となった川口。映画が公開された昭和30年代半ば、 約700社もの鋳物工場がここでひしめき合うように操業していま した。しかし現在、その数は最盛期の1/10以下。しかも「実 際に自社で製品をつくっているのは30社程度じゃないかなしと 言う告田さん。

現在、会長を飛髙社長、実行委員長を吉田さんが務める 埼玉鋳物技能士会では、「会社同士が手をつないで、技術 的にも底上げを図っていこう。いったん川口に来た仕事は外に 逃がさない連携体制を固めて、みんなで会社を続けていこう」 と会員に呼びかけています。そのため、富和鋳造の工場は、 同業者も見学自由。地方の技能士会も招いて意見交換会を 開き、「海外に仕事が流れないよう、日本全国で結束してがん ばろうよしと鼓舞しています。

鋳物産業の将来を支える人材の確保も重要です。「今年、 ものつくり大学(埼玉県行田市)で3年生に鋳物づくりを教え ています。みんな熱心に講義を聴きノートを取るけど、実際に つくらせると上手くできない学生が多い。自分の若いころは、『教

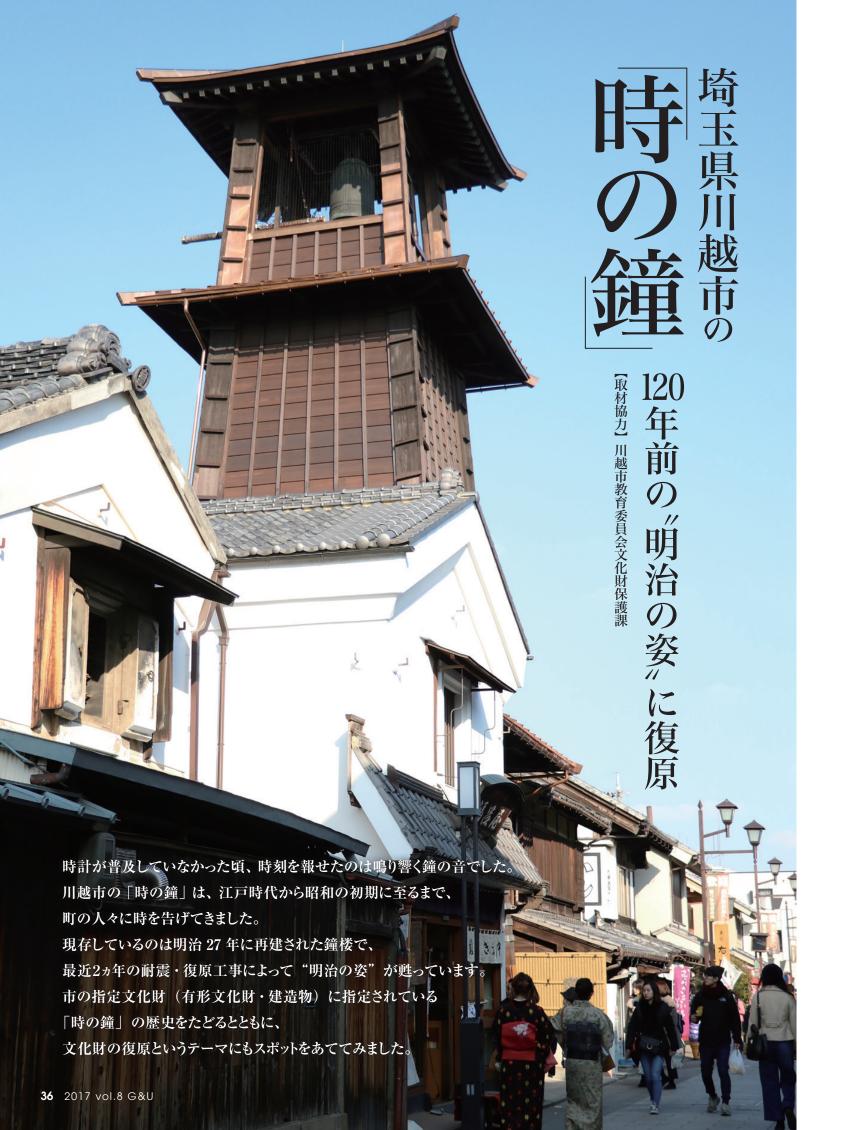
えて』と頼んでも誰も教えてくれませんでした。でも今は『見 て覚えろ』『さっき言っただろ』じゃ通じないんですね。手取り 足取り『これはこうやるんだよ』と根気強く指導しなきゃいけな い時代になったと感じます」

それでも、学校で学んだ鋳物づくりを職業にしたいと、富和 鋳造の門を叩く意欲的な若者もいます。現在、工場で一番若 い職人は24歳。30歳台も多数、現場の主力として活躍して います。そういう若手の存在を頼もしく思うとともに、彼らに自 分の知識や経験をできる限り伝えつつ、将来を任せられる形を つくる必要があると感じています。

そんな思いもあって昨年夏、工場長の役職を返上した吉田 さん。今も工場には日常的に顔を出しますが、職人たちの仕 事ぶりに、以前ほど事細かく口を挟みません。

「自分たちで考えて頑張っている、伸び盛りの連中を伸ばし てやるのが今の自分の役目。だから、『わからない時は聞きに 来い』とだけ声をかける。でも、彼らも行き詰まってくると、わりと 気兼ねなく『常務、ちょっと見てくれ』と来てくれる。それもまた 嬉しいんだよね」。ふと緩んだ吉田さんの表情が印象的でした。



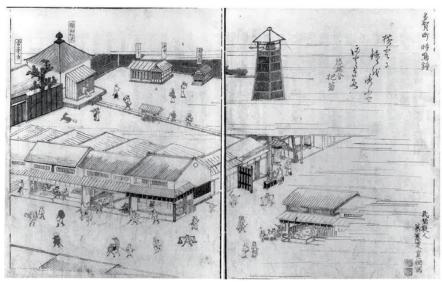


# 江戸初期(約400年前)に創建

「時の鐘」は寛永4~11年(1627~1634年)に、川越藩主・ 酒井忠勝によって創建されています。その年次は定かではありませんが、多賀町の常蓮寺境内という記録が残っているため、 現在と同じ場所です。酒井侯は江戸幕府の重臣でした。大 名や一部の豪商しか時計を持てなかった時代に、川越城内には"時計の間"があったと伝えられています。城下で暮らす 武士や町民たちに、藩が時刻を報せたのです。

# 江戸と結ぶ「舟運」ルート、川越の繁栄

寛永 16 (1639) 年、松平伊豆守信綱が川越藩主になります。 「知恵伊豆(出づ)」と称されたほどの人物でした。"徳川六 人衆"の一人として武家諸法度、参勤交代、鎖国など幕藩 体制の基礎を築き、三代将軍家光や四代将軍家綱の側近中 の側近として活躍しました。信綱侯は「舟運」の重要性を熟 知していました。川越の近くを流れる新河岸川に河岸(船着場) を造り、新河岸川~荒川を通って江戸(浅草花川戸)につな がる舟運ルートを築きます。これが川越と江戸を結ぶ水上のア クセスになり、川越に大きな経済効果をもたらします。江戸に 物資を送る拠点(経由地)として、武州の米や野菜、特産 品などを大消費地・江戸に運びました。運ぶだけでなく江戸 の物品を川越に持ち帰り、後年には人の往来も活発になります。 「世に小京都は数あれど、小江戸は川越ばかりなり」と謳わ れるほどに、江戸の文化がいち早く流入する町として大いに 繁栄します。この舟運は鉄道の開通により廃止されるまで、約 300年にわたって物や人を大量輸送する役割を果たしました。 「時の鐘」で時刻を報せることは、当時の川越の繁栄ぶりか らすると、武士だけでなく商人や町民にとっても、日常生活に 欠かせない"情報"だったと思われます。



▲安永5(1776)年再建の鐘楼に、行伝寺から借りた鐘が吊られています。これらは安政3(1856)年の大火で焼失しました。 出所:『武蔵三芳野名勝図会』(享和元 (1801)年)

#### ■時の鐘 年表

年 号	西暦	城 主	記事	記録等
寛永 4 ~ 11	1627~ 1634	酒井忠勝	常蓮寺境内に創建。鐘は小川氏鋳造。	鐘銘(松平大和 守家記録)
承応 2	1653	松平信綱	椎名兵庫鋳造。形小さく音低いので 外して会所に置く。	川越素麺
宝永年中	1704~ 1711	秋元喬知	甲州谷村の時の鐘を移す。沼上七郎 左衛門正次・河野七郎左衛門良正鋳 造。長久の音と呼ばれる。	川越素麺など
享保 18	1733	秋元喬房	鐘撞堂の上に火の見櫓をつける。	川越素麺
宝暦 3 頃	1753	秋元凉朝	建継ぎした櫓が壊れる。	多濃武の雁
明和4	1767	松平朝矩	前橋から入封。太鼓で時を報せる。	松平大和守家記 録
明和5	1768	松平朝矩	長喜院の鐘を借りる。	同上
明和7	1770	松平直恒	新たに小川五郎右衛門為勝が鋳造。	同上
安永3	1774	松平直恒	大火により焼失、長喜院の鐘で時報。	同上
安永 5	1776	松平直恒	鐘楼再建。鐘は行伝寺から借用。鐘 の全長3尺6寸・周囲8尺・重さ 1000 斤。	同上
嘉永 2	1849	松平斉典	新たに鈴木重次郎が鋳造。重さ 306 貫・全長 6 尺・直径 3 尺。音が低く、 再度行伝寺の鐘を借りる。	同上
安政3	1856	松平直侯	大火により、焼失。大蓮寺の鐘で時 報。	同上
安政 4	1857	松平直侯	鐘楼堂完成。鐘は広済寺から借りる。	同上
文久元	1861	松平直侯	新たに小川五郎右衛門栄長鋳造。重さ170貫・全長4尺7寸3分・直径2尺5寸。	同上
明治 26	1893		3月17日、川越大火により焼失。	
明治 27	1894		鐘楼再建。矢沢四郎右衛門鋳造。棟 梁関根松五郎。重量 186 貫 250 匁・ 全長 1.3m・外径 82cm。	矢沢家文書等
昭和 33	1958		川越市指定文化財(有形文化財・建 造物)に指定。	
昭和 50	1975		川越市文化財保護協会が自動鐘打機 を寄贈。	
平成 8	1996		環境庁が「残したい"日本の音風景 100選"」に認定。	

# 大火のたびに鐘楼再建

松平信綱は承応2 (1653) 年、江戸幕府の御用鋳物師・ 椎名兵庫に依頼して鐘を造りますが、形が小さく音も低かった ようです。その後、甲州谷村から転封して川越藩主になる秋 元喬知は、谷村城下の鐘に替えました。その鐘は遥か遠くま で鳴り響き、音色は「長久の音」と語り継がれるほどの逸品 でした。しかし、秋元侯は山形へ国替えになった時に、鐘を 持ち去っています。

木造家屋ばかりの時代ですから、火災が頻繁に発生しました。「時の鐘」は時刻を告げるだけでなく、一方では火の見

槽の役目も果たしました。大火が発生すると、鐘を連打して危険を知らせたのです。大火で鐘楼が焼けてしまった時は、寺の鐘を借りて時報を撞きました。鐘楼を再建すると、また大火に遭い、別の寺から鐘を借りてくるなど紆余曲折が続きます。そして、明治26(1893)年に川越大火と呼ばれる大火災に見舞われます。町の3分の1が焼け、1302戸が焼失したと記録されています。この大火の翌年に再建された「時の鐘」(四代目)が、現在の原形です。

		昼の時間					夜の時間					
	明六つ	朝 五つ	昼四つ	昼 九つ	昼 八つ	タセつ	暮六つ	夜 五つ	夜 四つ	夜 九つ	晩 八つ	晩 七つ
	卯 (う)	辰 (たつ)	巳(み)	午(うま)	未(ひつじ)	申(さる)	酉(とり)	戌 (いぬ)	亥(い)	子(ね)	丑 (うし)	寅(とら)
5:	00 7	00 9	:00 11	00 13	:00 15:	00 17	00 19	00 21	:00 23	:00 1	:00 3	00 5:0

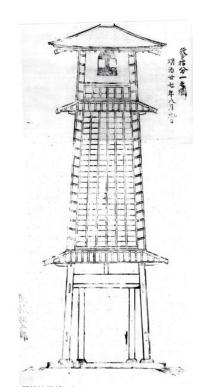
▲江戸時代の時刻

# 江戸時代の時刻について

江戸時代の時刻には、日出と日没を基準にする「不定時法」 が採用されていました。

明六つ (日出) と暮六つ (日没) を昼夜の境にして、それぞれを六等分し、一刻 (いっとき、約2時間) としていました。時刻の呼び名は「数」と「十二支」の両方が使われ、数は九つから四つまで下がると、九つに戻るという不思議な数え方になっています (上図)。明六つ (概ね $5:00\sim7:00$ )の次は、朝五つ  $(7:00\sim9:00)$ 、昼四つ  $(9:00\sim11:00)$ と続き、四つまで下がると昼九つ  $(11:00\sim13:00)$  になります。現在でも使われている "おやつ" の時間は、昼八つ  $(13:00\sim15:00)$  からきています。このほか、一刻を四等分する数え方もありました。一刻 (約2時間) の4分の1は概ね30分です。よく使われる「草木も眠るうしみつ時」は、 $11:00\sim3:00$ )を四等分した3つ目の時間帯、つまり現在の時刻では深夜2時から2時30分くらいを指しています。

川越では「時の鐘」を時刻の数だけ撞いたと記録されています。明六つは6回、朝五つは5回、鐘を鳴らしました。また、一刻と一刻の中間にも3回撞いていたようです。



▲関根松五郎による 明治 27 (1894) 年の立面図

# 明治の再建 川越商人と著名な実業家が援助

明治 26 年の川越大火で、町の中心部にあった「時の鐘」は焼失しています。町全体が甚大な被害を受けていたにもかかわらず、川越の商人たちは「時の鐘」の再建に奔走しました。川越商業銀行を創業した竹谷兼吉や川越を選挙区としていた高田早苗が中心になって寄付金を集めました。高田早苗は大隈重信と東京専門学校(後の早稲田大学)の創設に関わった人です。明治天皇の下勅金も投じられました。このほか、川越に縁のある著名な実業家(渋沢栄一、原善三郎など)が資金援助したため、大火の翌年(1894年)に再建されています。関根松五郎が棟梁として高さ16mの鐘楼を建て、矢沢四郎右衛門が鐘(全長 1.3m、外径 82cm)を鋳造しました。これが現在ある「時の鐘」で、当時の建物や鐘が今も使われています。

### 30年余りの中断、昭和50年に復活

大正 14 (1925) 年にラジオ放送が始まり、時報をラジオで聞けるようになります。「時の鐘」で時刻を報せる意味がなくなって、廃止の動きが出てきます。そんな時に岩内太郎という方が鐘撞きを志願し、毎日欠かさず、時刻どおりに鐘を撞き続けました。ところが、昭和に入って戦時色が強まってくると、警防



▲大正元 (1912) 年頃の川越町。右上に時の鐘が見えます。出所:『埼玉県写真帖』(大正元 (1912)年、川越町)



▲揚屋工事。建物を油圧で50cm ジャッキアップしています。

上の理由から鐘撞きは中止されます。その後30年余り、中断されたままの状態でした。時の記念日とか、特別な日にだけ撞いていたようです。

昭和33(1958)年、「時の鐘」は川越市の指定文化財に指定され、それを機に川越のシンボルでもある「時の鐘」を復活させたいという声が高まります。昭和50(1975)年、川越市文化財保護協会が自動鐘打機を寄贈し、「時の鐘」は再び川越の町に時を告げることになりました。手撞きから機械撞きに変わりましたが、昔と変わることなく一日に4回、時を告げています。小江戸川越の風情を漂わせる音色は、平成8(1996)年に環境省の「残したい"日本の音風景100選"」にも認定されました。

#### "明治の姿"に戻す、復原工事

「時の鐘」には年間約700万人の観光客が訪れます。観光客や近隣住民の安全を考慮して、川越市は平成25年に建造物の耐震診断を実施しました。その時、合わせて復原方針を検討しています。昭和35年以来の大改修です。復原にあたっては、明治の再建時に使われた関根松五郎の計画図や大正初期の外観写真などが残っていたため、"明治の姿"に戻すことがテーマになりました。

文化財の復原は調査しながらの修理になります。 老朽化した部分だけを取り替えて、使えるものは活かします。 また、明治の姿に戻すために、後年に加えられた改良は取り除くという方針も立てられました。

#### (復原方針)

- ① 主柱のコンクリート基礎を撤去し、礎石立ち(礎石に直接、 柱を載せる)。
- ② 昭和の大改修時に張り替えた外壁の下見板を交換し、再建当時の割付けに張り直す。
- ③後世につけ加えられた外壁の小窓をなくす。
- ④ 最上階の開口部分を広くして、鴨居(昭和初期にガラス窓をつけた跡)を撤去する。
- ⑤ 屋根の銅板葺きを葺き直す。
- ⑥ 屋根頂部の四角い飾り (露盤) を若干小さくする。

#### (建物の概要)

構 造:鐘楼門、木造3階(3重4階)高さ約16m、 銅板葺き

建築年:明治27(1894)年

文化財の設計を手がけるコンサルや実績のある市内業者の選定から始め、耐震・復原工事は平成27~28年度(平成27年6月16日~29年1月13日)の2ヵ年で実施しています。 鐘楼を支える4本の主柱の補強が一番の難工事でした。周辺に広いスペースがないため、その場で揚屋工事(建物を油圧で50cmジャッキアップ)を行い、主柱の下部を切り落として「金輪継ぎ」という伝統的な手法で根継ぎしています。また、明治の「礎石立ち」に戻すため、昭和初期に加えられた主柱を保護するコンクリート基礎を撤去して、明治の礎石に直接、主柱を乗せました。その際、地震による浮き上がりを防ぐために、鉄筋コンクリートの強固な耐圧盤(58t)を地下に設けて、建造物(18t)を支える主柱と耐圧盤をアンカーでつないでいます。

再建時の「礎石立ち」に戻したため、降雨の影響なども考えられるとして、今後は定期的な点検を欠かさず行っていきます。また、現在の技術で"復元"(元の姿と同じものを新たにつくる)した方がコストは安く、安全性も高まるのですが、文化財の保存を目的にしていますから、可能な限り原形を残す"復原"(変化したものを元の姿に戻す)を心がけたようです。工事中に発掘された受玉石や間知石などの出土物についても、大切に保存されています。

最後に、明治の鐘楼は関東大震災や東日本大震災でも壊れませんでした。武蔵野台地という地盤の強さを考慮しても、120年余りの歳月が経過していますから、建造物の強靭さや当時の木造建築技術の確かさがうかがわれます。

#### 取材にご対応いただいた川越市教育委員会文化財保護課の皆さん







副課長 田中 敦子さん 主剪

主幹 内田 和則さん 間瀬 亜紀子さん

**38** 2017 vol.8 G&U



# ① 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

G&U 技術研究センターは、

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ふたや本体、 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。

#### ■試験検証

鋳鉄材(マンホールふたなど)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 更生工法の設計・施工管理に関するガイドライン(案)」に準



▲芬香試除



▲プラスチック材引張試験

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・追随性試験等)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。









▲輪荷重走行試験



▲モルタルの流動性

#### ■研究開発

公的研究機関や大学などの学際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。



▲マンホールふたテストピースの腐食試験



▲コンクリートの腐食調査

#### ■コンサルティング

お客様が抱えておられる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ます。



▲雨水桝の実態調査



▲マンホールふた調査による性能評価



▲打ち合わせのようす



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。



# G&Uレポート

#### ■輪荷重走行試験機改良について

平成 28 年 10 月に輪荷重走行試験機の改造および試運 転が完了し、橋床版の輪荷重走行試験にも対応できるように なりました。

これまで G&U の輪荷重走行試験機は、主にマンホールふたの耐ガタツキ性能を評価する試験機として設計されていたため、トラック用タイヤで 10t の荷重までしか載荷することができず、橋床版の輪荷重走行試験に必要な 40t の荷重に対応することができませんでしたが、今回の改造により対応できるようにしたものです。

なぜ、我々が橋床版の輪荷重走行試験に着手したのかと言うと、輪荷重走行試験の稼働率をなんとか上げたい!との思いからです。創業以来輪荷重走行試験の利用を占めていたマンホールふたの試験が減ってきており、その危機感から輪荷重走行試験の需要調査を行ったところ、ふたと同様に橋も老朽化の問題があり、改築/更新に向けた開発が盛んに進められているものの、その開発されたものを最終的に評価する輪荷重走行試験ができない状況であることがわかりました。さらに輪荷重走行試験機を保有している機関/企業は、全国で10ヵ所

程度しかなく、試験待ちが発生している状態が続いているとのことでしたので、橋の輪荷重走行試験に取り組むことにしたわけです。しかしながら、我々にとって橋は、これまで経験のない分野であるため、橋の輪荷重走行試験の権威である大阪大学 松井繁之名誉教授にご指導いただくとともに、輪荷重走行試験の経験豊富な施工技術総合研究所にご協力をいただき、試験機の改造を進めて来ました。改造に際しては、輪荷重 40tの検証方法の具体化や試験機の初期トラブルの改善に苦労しましたが、なんとか試験を受注できる形にすることができました。

橋床版の輪荷重走行試験は、挑戦し始めたばかりで、これ

から勉強していくことが たくさんあると思います が、お客様が求めら れている試験を提供で きるように取り組んで まいります。これからも ご支援よろしくお願い します。



▲試験のことならお気軽にご相談ください。

## ■海外における活動 ~ベトナムにおける下水道管路の腐食環境調査~

G&U 技術研究センターでは、海外での活動として平成 28 年度にベトナムの下水道管路腐食環境調査を行いました。

ベトナムは経済成長が進んでいますが、首都ハノイでも下水 道普及率は7%(2010年)と、下水道整備は大きく遅れており、 伝染病の蔓延等の衛生問題が懸念されています。

今後、下水道の普及拡大が想定されるなか、日本の下水 道と同様、腐食による下水道管路施設等の腐食劣化が予想 され、重大事故の未然防止に向けた効率的かつ効果的な対 応が求められます。

そのような状況のなか、ベトナムの下水道管路の腐食環境 を調査し、防食製品の採用によるライフサイクルコスト視点で の有効性評価など、効率的・効果的な下水道整備に向けて、



▲調査対象マンホールのふたの裏側 設置後 1 年程度で激しく腐食が進行

まずは現状の腐食環境を把握することを目的に調査を行いました。

具体的な調査内容としては、現地の下水処理場の流入マンホール等において、硫化水素濃度の測定やコンクリート(管材)や鋳鉄(マンホールふた材質)の現地暴露試験等を行いました。当該マンホール内の最大硫化水素濃度は160ppm以上で、半年程度にもかかわらずコンクリートのテストピースが部分的に腐食するなど、日本と同様、厳しい腐食環境であることが確認されました。

今後、日本の腐食対策技術の採用によるライフサイクルコスト視点での評価等を行い、ベトナムにおける効率的な下水道整備に貢献できると幸いです。



▲現地暴露試験状況 籠に鋳鉄やコンクリートのテストピースを入れて試験



# 見学会のご案内

G&U 技術研究センターでは、マンホールふたに求められる 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 が取り組んでいる試験研究の状況を体感いただくことを目的とし て、毎月2回の見学会を実施しています。

この見学会には、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、「マンホールふた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、マンホールふた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ふたで再現する「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



▲2016 年度ミス日本「水の天使」の須藤櫻子さんによる 展示場での模擬体験

※ミス日本「水の天使」: 生命の豊かさを支える美しい水のための人々の努力と、世界の水インフラの発展に貢献できる日本の素晴らしい経験と技術をわかりやすく伝える役割を担う。



▲ JICA (国際協力機構)を通じて海外のみなさまを お招きして



▲「マンホールを極めるツアー」を下水道広報プラットホーム (GKP)と共催

# アクセスマップ

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7分



#### ■技術広報誌G&U バックナンバーのご紹介



#### 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 |

序章ではマンホールふた等の材質である鋳鉄にスポットを当て、 1964年の東京オリンピックで脚光をあびた聖火台の誕生秘話から、鋳造技術の最前線と未来像までを取り上げている。本編では、社会インフラ全般の老朽化の中でも特に「腐食」に焦点を当て、腐食が引き起こす社会的リスクを明らかにしながら、様々な対策や取り組みについて紹介。



#### 第3号(2008年)

#### ■長寿命化 次世代につなぐ安全

「長寿命化」を取り上げて、社会生活の基盤を支える都市、道路、下水管路、マンホールふたの視点から、「寿命」という不確定要素が多く介在する現象を、それぞれの現状や取り組み、今後の技術的な課題や展望などを考察する。



#### 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」

序章ではマンホールふた等の材質である鋳鉄にスポットを当て、 鋳物の特長や魅力について基礎的な情報を紹介し、本編では、 昨今の局地的豪雨による浸水被害の視点から、鋳物のメリット を生かした浸水対策における鋳物の活躍等について、国の動 向や最新情報を交えながら紹介。



#### 第2号(2006年)

#### ■なぜ、すべるのか? 道路環境の安全を考える

二輪車のスリップ事故や、歩行者の転倒事故など、クローズアップされる道路の「すべり」。 その原因とメカニズムを探り、すべてに関係するそれぞれの現場で分析を行って、これからの道路環境の安全を考える。



#### 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

2011年3月に発生した「東日本大震災」における被害を、マンホールおよびその周辺の「液状化」の観点にて取材。地域別の被害状況を写真で詳細に描写し、今回の震災における液状化の特徴や今後の対策などを考察する。



#### 第1号(2006年)

#### ■性能規定化の動向とマンホールふた

より高度な「安全」を求める市民の要望が高まるなか、あらゆる分野で性能規定化への動きが加速し、様々な取り組みが行われている。あらためて「市民の安全」の視点から、あるべき 姿の性能規定を探る。



#### 第4号(2010年)

#### ■安全性の第三者評価について考える

近年発生した耐火材の偽装事件などは、性能評価の問題点を 暴露する大きな事件であったが、その背景には、意図的な不 正行為を行う企業があるだけでなく、性能評価の制度上の不備 があったとも言える。これらを教訓に、安全性を評価する仕組 みはいかにあるべきか、性能検証を行う試験機関はいかにある べきか、第三者評価について考える。

パ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



■出版物

#### マンホールの博物誌

#### ■水と道路と人々の交差点

マンホールふたの歴史、過去、現在、そしてこれからの問題・ 課題。その変遷をたどるとともに、ざらに進化を続ける次世代 技術の胎動をわかりやすく紹介する。 ダイヤモンド社(税抜 2.800 円)

#### 編集後記

今号の制作にあたっては、「100 年」「長寿命」という言葉をキーワードとし、東京駅の鋳鉄柱、横浜水道 創設管、川越の時の鐘というコンテンツを検討しました。また、クローズアップのとびらにもご紹介した通り、適 切なメンテナンスによって 100 年以上使用されている橋梁もあるそうです。今号の取材においては、インフラを長 期にわたり使用するためにはメンテナンスが不可欠で、特にメンテナンスの基本である点検・調査の重要性、そ れらを支える人材の育成が重要であるというお話が強く印象に残りました。

冒頭の東京駅の鋳鉄柱、横浜水道創設管については、G&U 技術研究センター内において展示することを検討しております。ご興味のある方は是非足を運んでください。

今号の制作にあたり、取材先、その他関係者様等、多くの方のご協力を頂きましたことを改めて御礼申し上げます。

●編集事務局U