

## 全体討議

コーディネーター 渡邊 聡

(公財) 日本下水道新技術機構 技術評価部長兼企画部長

渡邊 (コーディネーター) : 私は横浜市の仕事が長かったのだが、管きよの仕事に関わる経験は現場での工事監督、設計、最終的には計画部門で、ストックマネジメントのイントロのようなところに携わってきた。

今日は4人の方の講演で、全国的な管きよ管理の実態や今後の見込み、あるいは最近の診断技術の紹介があった。また、実際の下水道の管理の現場でご苦労されている中でも、いろいろな実態とか課題についてもお話しいただいた。そして管きよ調査を効率化する取組みについて、日本下水道事業団と日本下水道新技術機構から取組みの報告があった。

これから1時間20分全体討議を行うが、前段はパネリストの皆さんとのディスカッションを行い、そして後段では会場の皆さんからのご質問、ご意見をいただきながら、パネリストの皆さんと討議を進めていきたい。

最初に、今日のご講演を踏まえて、私のほうでディスカッションのテーマを出させていただきます。

渡邊 : 下水道法が改正され、ストックマネジメントの新たな取組みが始まるわけだが、その背景となるのが管きよの老朽化で、深谷さんには、その実態として特色的なものなど、またJSの新井さんは全国の事情をご存じだと思うので、その面でお話しいただきたい。杉山さんの講演では東京都のかなり進んだ取組みを紹介していただいたが、取組みがどのような体制で行われているのか、お聞きしたいと思う、さらに下村さんには、実際に自治体を訪ねられているので、自治体の人たちが管きよに関わる調査診断にどのような取組みや考え方を持っているか紹介していただきたいと思う。

深谷 : 下水道の人・モノ・カネのうちモノについては、全国の都市を対象として、道路陥没の実態や、管きよの管理延長、点検・調査の実施率等について、国総研では平成17、18年くらいから調査を行ってきている。また特定の都市についてはヒアリング等を行いながら、具体的な状況を調べている。そういった調査の中で気がついた点を紹介させていただく。

まず点検・調査の実態については、全国平均の調査実施率は1%とお話しさせていただいたが、それを都市規模別に見てみると、一番点検・調査をされているのは流域下水道である。これは、延長が限られているし、流域関連公共下水道には多くの自治体が接続されていることもあって、しっかりと管理しなければならないという意識があるためである。次いで政令指定都市、中規模都市、小規模都市と規模が小さくなるに従って点検・調査の実施率は低くなっている。それは、技術者がいないとかお金がないとかが原因となっていると感じている。

特に気になっているのは、中小都市では実施率1%を切るくらいになっているのだが、さらにデータを細かく見ていくと、実はマンホールの蓋すら開けたことがないという都市が、中小都市のうち6割くらいを占めていることである。計画的な維持管理、さらには通常の点検・維持管理以前に、何もしていないという状況の自治体が多いのである。

また、陥没が発生している件数を都市規模別に見ていくと、政令指定都市が100件くらいのオーダーで発生しているのに対し、県庁所在都市や中規模の都市においては10件程度のオーダーに下がり、さらには町村レベルになると1件起きているかどうかというレベルで、非常に差が出てきている。これは当然、抱えている管路ストックの量が違うからということであるが、道路陥没の影響が大きくて問題である一方、年間1件起きるか起きないかという陥没に対して、独自の調査をしていくべきかどうか。非常に悩ましい問題である。

また、陥没が発生したとしても、社会的影響ということで考えると、大きな都市では交通量が多く影響が大きいのに対し、小さい都市では交通量が少なく影響が小さいという状況がある。

さらに道路陥没が発生している原因施設を見てみると、全体の4分の3くらいが取付管であり、これは先ほど東京都の杉山課長からも同様のお話をいただいたところである。取付管により発生する道路陥没の大きさは、50cm四方程度で、車のタイヤが落ちるか落ちないかくらいの大さがほとんどである。一方、本管が原因で発生する陥没は1mとか、場合によっては5mといった非常に大きな陥没に発展するケースもある。

こういった実態を考えると、取付管対策を行えば陥没件数は減ることになるが、取付管が原因で陥没するものはサイズも小さく社会的な影響も小さい。これに対して大きな陥没は件数は少ないけれども社会的影響が大きいので、どちらをターゲットにするか。これも非常に難しい問題である。

そういった点を含めて今後、どこから優先的に実施していくべきか、いろいろなデータで分析していく必要があると考えている。

新井：マンホールの蓋も開けていないという話があったが、中小の自治体は問題意識がないということを実感している。特にJSは中小の市町村を中心に支援しているが、そういった自治体でいかに問題意識を高めていただくかが重要だと思っている。

今回、下水道法の改正が行われた中でも、事業計画の中身が従来の整備から機能の維持に重点が変わってきているので、JSとしてもこの機会に、自治体の皆さんと一緒に考える機会を作りたいと考えている。

深谷さんからはモノの実態をご紹介いただいたが、人・モノ・カネのうち人については、ご承知のとおり自治体の技術者が減少している実態があるので、管理の中身を含めて、JSとしてしっかり支援していきたい。

それからお金の面で、財政が非常に厳しいという状況がある。また、中小の自治体にとっては維持管理よりも整備拡大に注力しており、維持管理にはまだお金を回していないの

が実態かと思う。そのため、全体像を把握した上で問題意識、必要な投資があると自覚を持っていただくようにしていきたいと思う。

下村：下水道機構研究第二部としては、管路技術の研究開発を担当しており、主に雨対策と管路の老朽化対策、ストックマネジメントをテーマに取り組んでいる。自治体、国からの受託研究や、民間企業との共同研究というかたちで進めているが、今回講演した衝撃弾性波を使ったストックマネジメントについては、現在、幾つかの自治体と一緒にやらせていただいている。

先ほどご説明したように、衝撃弾性波法で求めた数値で耐用年数を決め、全体の事業量を把握し、計画を立案していくという作業になるのだが、そのような取組みを実施している都市は、お金がある政令指定都市に限られている。それ以外の小さい都市では、先ほど来のお話にあるように人もいないし、お金もない。また、ストックマネジメントと言われても、やり方もわからないというような状況である。

とはいえ、管はどんどん劣化してくるので、道路陥没も問題であるが、雨天時浸入水、不明水で悩んでおられる自治体がとても多い。雨水を料金をかけて負担して処理していくということになるので、少しでも不明水の問題を何とかしたいという自治体が多いのである。その原因も管の老朽化に起因するものがウェイトとして大きいので、しっかり関心を持って計画を立てて対応していただくことが大事である。

この不明水の問題については、お金をかけて実施しても、なかなか効果が見えづらいという面があり、せつかく絞り込みの調査をやって、不明水の侵入が多い箇所を特定できたとしても、お金がないから管の補修は先送りすることにしたり、対策を取ったとしても、別の箇所から不明水の侵入があってイタチごっこみたいなことになってしまい、水処理費用が下がってきたという実感が持ちづらいというところがある。

こういったことなどから、管の老朽化対策は急がれる。将来計画を立てて確実に対策していくことが大事である。訪問した中小の都市にはそのように申し上げている。

杉山：東京都の下水道事業における維持管理は、直営、民間事業者、そして管理団体の3者で進めているが、直営の部分では、経営方針の策定、重要な施設の維持管理、水質管理等の業務を行い、管理団体は出張所の業務などを担ってもらっている（直営の部分も少し残っているが）。それから点検業務や工事などの業務については、民間事業者に発注している。

そのうち出張所業務は、23区の9割くらいを管理団体で行ってもらっているが、道路陥没があったときには管理団体が出動して対応し、そこで民間事業者に補修の工事などを指示するという準コア的な業務まで対応していただいている。

また、工事を行う際には、下水道台帳を活用し、インターネットで一般の方々に大部分を公表しており、ホームページから工事概要が見えるようになっている。下水道台帳につ

いては、部内的にはどういった場所でどのくらい老朽化が進んでいるのかなど予防保全のための計画作成に使ったり、道路陥没などで出動する際の情報として活用している。

●渡邊：空洞調査技術について、実際に携わってきたところを踏まえ、ご存じの点があればお話しいただきたい。

深谷：空洞調査については、B-DASH プロジェクトで今年度、予備的な検証という位置付けであるが実施をしているところである。

よく言われるのが、なぜ下水道管理者が空洞調査をやらなければいけないのか、それは道路管理者に任せればいいのではないのかということである。もっともな話であるが、下水道管理者としては、空洞を見つけるというのは維持管理の一義的な目的ではなく、下水道管の損傷を見つけるのが一番大きな目的である。我々としては、地下探査の技術を活用して、下水道管の異常を間接的にでも発見できないかという観点から研究を進めている。

ちなみに、MMS（モバイルマッピングシステム）とか GPR（地下空洞探査）という技術はすでに確立されており、道路業界では一般的に使われている技術である。特に GPR については、最近では海外でも注目されている技術で、日本の企業が海外に技術提供したりしている。我々はもう一歩進んで、下水道管の損傷を見つける技術をやろうとしているところである。

杉山：東京都の実態を申し上げますと、これは東京都だけかも知れないが、例えば国道の中では埋設企業者間で負担金を負担し、道路管理者に空洞調査などもやっていただいているという部分もある。

取付管については、かなり深い場所にある取付管とか、24 時間営業の店の前など開削が難しいところについては、一部取付管の更生をかけていることもあるが、そういった陥没による社会的影響が大きいところについては、管内から空洞を調べる機械を使って空洞化調査を実施しているところもある。

新井：先ほどご紹介した画像認識型カメラ技術については、探査深度 1.5m が実用化されているが、新しい方式で深さ 5m を探査する技術を実証しようとしている。本管に起因する道路陥没は影響が大きいということもあるし、深いところにある取付管もあるので、深いところでの空洞を含めて調査する技術について取り組んでいるところである。なお、取付管に起因した空洞も対象とした改良も検討している。

●渡邊：早く、安く、効率的に点検、調査を行うために、幾つかのスクリーニング技術が出てきたわけだが、机上でのスクリーニング技術も含めて、スクリーニング技術に対する考え方などをお聞かせいただきたい。

深谷：スクリーニングには大きく分けて、机上スクリーニングと実際に施設に機械を入れて行うものの2種類がある。今回、スクリーニングをB-DASHで実証してガイドラインを公表したのは平成26年度だが、その後、実際に機械を入れてスクリーニング調査をやった実績については、ガイドライン公表後1年以上経過したが、西条市だけで、そのほかの実績は把握しておらず、我々としてはどんどん使っていただきたいという思いはある。たまに管口カメラは使っているとの話は聞いているが、それが点検に使っているのかスクリーニングに使っているのか掴めていない。いずれにしてもB-DASHで実証されたスクリーニング技術が浸透するよう努力した。

もしかしたら、スクリーニング調査をやろうと思っても、やはりお金がかかることなので、難しいのかなという気がしている。そういった自治体では、机上スクリーニングをどんどん入れて、まずはできるところから進めていただくのがいいのかなと思っている。

新井：深谷さんから挙げていただいた西条市については、政令市などに比べると比較的老朽化が進んでいないが、今後老朽化が深刻になりそうだという問題意識を持たれていた。すぐさま改築につながるような老朽化はあまりないだろうという前提ではあるが、その問題意識から調査をしたという状況である。今年も何件かお話があるが、関心が高いのは、すでにかなり老朽化が進んでいるというよりは、これから深刻になるだろうという、中核市やそれよりもやや小さいくらいの団体である。

●渡邊：現場でのデータとストックマネジメント、アセットマネジメントとの関連性などについて、杉山さんから話したい。

杉山：陥没件数や浸水の有無などの現場情報を、台帳システムの中に盛り込むことによって、予防保全の対策なども組める。逆に、現場の情報の蓄積を予防保全に活用し得ることから考えると、台帳の整備にはかなり手間はかかるが極めて重要なものである。

ただ、台帳に何でも彼でも詰め込んでしまうと、結局はモラルハザードではないが入力も徹底されなくなる。いずれにしろ台帳整備には相当な手間と努力が必要になってくる。つまり、台帳をしっかりと入力、管理できるものにしていきつつ、一方で計画に活用していけるものにするのが、課題なのではないかと思う。

●渡邊：JSはJS法の改正で管路に関わる取組みも進めていくことになったが、JSの支援について考え方をお聞かせいただきたい。

新井：JS法の改正で管きょについても業務範囲が広がっているが、いろいろな分野で広く管きょの支援ができるかという点、現状の体制ではなかなか難しい部分もあるので、今

のところ個別にお問い合わせがあった段階で協議させていただきながら支援できるかどうか、その都度対応させていただくというかたちになっている。

中小規模の自治体では管きよの維持管理をしっかりやっていきたいが難しいというのが実態かと思うが、創設された「下水道ストックマネジメント支援制度」を活用するなどしていくことで、少しずつ点検・調査が浸透していくのではないかと、計画的な取組みができるのではないかと見ている。

●渡邊：今後の技術開発の方向性やニーズなどについてお話しいただきたい。

深谷：B-DASHではノンストップで走り抜けるTVカメラを実証させていただいたが、それを通じて、管の中をこれ以上速く走らせるのは無理かなと感じている。というのは、取付管の突出しとか、いろいろな障害物が管の中にあるので、機械を速く走らせようとしても物理的に無理である。

国総研が今考えているのは、無駄をなくすということである。機械の準備、後片付け。それから今は1スパンずつ、マンホールの蓋を1個ずつ開けて機械を入れて回収するという段取りで調査を進めているのだが、実はその手間が非常に多いというのがわかってきた。そのため、我々が今目指しているのは、マンホールを飛ばして連続的に、何スパンも進めるような足回りを持った機械を開発することである。ということで、いろいろなロボットメーカーの方やロボット工学の先生などにヒアリングをさせていただき、どこまで性能の向上が図れるのか、またどのくらいの性能が必要なのかについての調査研究を進めているところである。

さらに理想を言えば、管きよの中を走らせるのはもう諦め、飛ばす、あるいは地上から透視するといった技術開発を進めていく必要があるのかなと思う。

杉山：今後の技術開発ニーズはさまざまあるが、昔から欲しいと思っていてなかなか板についてこないのが、水位が高い幹線の調査技術である。東京都の場合は、水位を下げるためには基本的にポンプの運転等でできるものは調整するけれども、それができないものについては代替幹線を造ってそちらに汚水を回して水位を下げてから調査するという方法を取っている。しかし、代替幹線を造るにしても時間がかかる。水位が高い、流量があるような状態で、一定程度幹線内を把握できる技術の実現が、かなり古くて新しい課題なのかなと思っている。

新井：先ほど少しだけ紹介したが、B-DASHで実証してきた技術についても、その後、重量を軽量化する取組みであったりとか、ライトをもう少し明るくするとか、管径ももう少し大きいものもできるようにするとかなど、いろいろな条件にさらに適応できるかたちでの改良を常時進めてきている。引き続きその面での取組みを進めていきたい。

それから、空洞調査がしっかりできるような技術開発も進めていきたい。実態としてカメラを入れるにも入れられない場所も多々あるほか、老朽化していないのだけれども何らかの原因で空洞ができていることもあるので、あまり老朽化に捉われずに本管の管理をしっかりやっていく技術としての空洞調査技術の確立を進めていきたい。

下村：道路陥没の大きな原因である取付管は、布設替えできれば問題はないが、布設替えできないところもかなりあるので、下水道機構の研究第二部としては、改築修繕の手法を考えていきたい。

それから東京都の杉山課長からもあった水位が高い状態、圧力状態にある満管状態の管における劣化度調査も大きな課題になっている。バイパスラインがあれば別だけれども、それがなくてどれくらい傷みが来ているのか全く把握できていないというケースも多々あり、それが大きな陥没の原因になっている。その調査の手法についても今後展開していく必要がある。

#### ●会場からの質疑

Q、下村講師 p 38 の腐食環境はどのように決めるのか

下村：硫化水素濃度が高い、また高濃度発生が予測される場所としている。濃度がどれくらいというような明確な規定はない。

Q、腐食環境は基本的には硫化水素発生によるもので殆どの下水道管で起こりうることであり、腐食環境がよく分かれば事前の対策や調査の頻度を上げられ一歩踏み込める。今回発表では視認調査が主であるが、例えば赤外光で見れば腐食の進んでいるセメントの内部と表面との差が見えないだろうか

新井： 赤外線のアイディアはあるがまだ実証に至っていない。

深谷： 腐食の点検技術について昨年 B-dash 公募したが応募がなかった。次の段階を検討中。法改正により腐食のおそれのある場所について 5 年に一回点検義務が制度化されたので民間企業の応用可能な技術のアンケート調査実施を検討中。

杉山： 基本的には目視なりカメラで腐食箇所は大体把握できると考える。従来からビルピット、伏越上下流など腐食が起こりそうな箇所は分かっているので、テレビカメラ、国道の重点調査などスクリーニングはできると考える。

Q、道路には各種埋設管があり、事故の際など台帳システムが統合されているといいように思うがどうだろうか。また、画像認識型カメラと衝撃弾性波装置を日本の技術で組み合わせ一体化できるなどしたらありがたい。道路上からのレーダー探査もあり、幹線道路し

か視点がない道路管理者が絡む。これらの連携をどうしていったらいいのだろうか

杉山：データはそれぞれの管理者が膨大な情報を持っていて統合は現在難しいが、情報のやりとりで、対処している（占用申請時の資料を基に道路管理者において、一部埋設台帳作成）。レーダー調査は幹線道路が中心で5年に一回くらい検査するようになっている。空洞が見つかったら原因者が対応する、下水道が多い。不明な場合は協議して調整。

渡邊：横浜でも幹線道路で2年くらい前から道路管理者が調査を行い、道路管理者と占用事業者が費用負担。取り組みが広がれば効率的になると思う。

**Q、新井講師 p 14 の性能諸元で検出率 75% とか適合率 70% とあるが、軽微な損傷だったのでこうなったのかなど状況を教えていただきたい**

新井：検出率はクラックについていうと実際70箇所あって、そのうち83%の58個を検出でき、ABCのランク分けを含め分かったのが適合率80%であったということである。17%について検出できていないが、このうち大きなものはないので深刻なものはほぼ把握していると考えている。

**Q、下村講師 p 32 国総研資料の健全率のグラフで1年に1%くらいで健全率が下がっている。それから3つのグラフとも特異点が共通してあり、50年前のところで健全率が急に下がっている。オリンピックの頃で建設ブームで品質が下がったのだろうか。このように別の視点から見るところがあるのではないか**

深谷：経過年数でなく、つくられた年代によって傾向が違うことが最近分かってきた。コンクリート管の規格が何回か変わってきている。強度や連結部がモルタルからゴムにかわったなど。データの蓄積は必要であるが、これらの要因でどう変わってきているか今後調べていきたい

**Q、計画に基づく毎年の点検調査について制度的に交付金補助対象となるのだろうか**

新井：関心が高いところで、要項などについて現在財務省と協議がされていると思う。期待している

**Q、陥没を助長する原因として地下水侵入が問題であると考えますが、これに関連して極端な事例があったら教えていただきたい。**

深谷：現在道路陥没のメカニズムを探るための土槽実験をしている。高さ1m 幅2m、

奥行き60cmくらいの土層のなかにクラックを入れた塩ビ管を入れて空洞がどう成長していくか観察。現在のところ地下水位の影響が大きく、水位が高くなると同時に空洞が急成長する様子が観察できている。地下水位は季節などによって変動が大きいと思われ、同じように侵入水量も変動するので管路調査も季節を考える必要があるかもしれない。

●渡邊：最後に感想など一言いただきたい

深谷： 自分も参考になった。次の段階に移っていくことが必要であるが、管路の状態や人・金の現状と見通しなど現状分析が大事

杉山： 東京都は古くからの管路が多く更新費、体制の確保が厳しい状況になっている。予算の確保を含め周囲の理解が重要。その際、各種技術が大きな役割を持つ。調査やコスト縮減などしっかりやってくれているのだなという理解が次につながるので技術開発が大事。

新井： 現状把握をしっかりしていく必要があるが、小さい公共団体が特に課題である。JSも効率的に業務が進められるよう努めていきたい。

下村： 機構の研究テーマも管路の維持管理に重点を移している。皆さんの協力で共同研究が進めばありがたい。