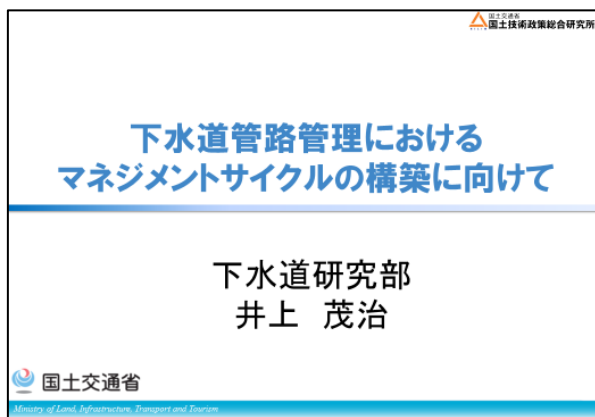
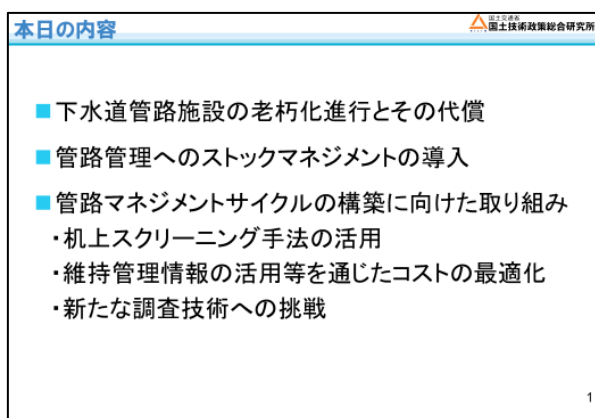


3.7 下水道管路管理におけるマネジメントサイクルの構築に向けて

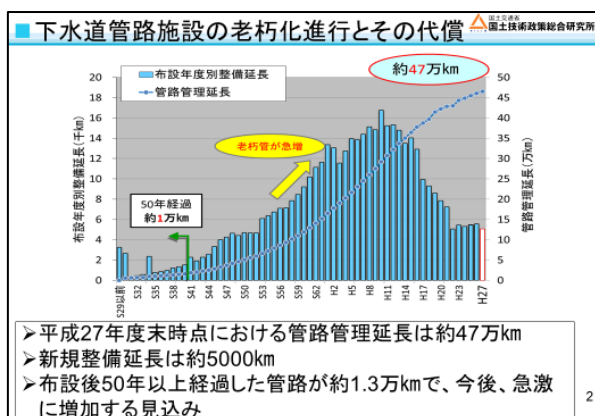
(下水道研究部長 井上 茂治)



それでは、私からは下水道管路管理におけるマネジメントサイクルの構築というタイトルでお話をさせていただきます。



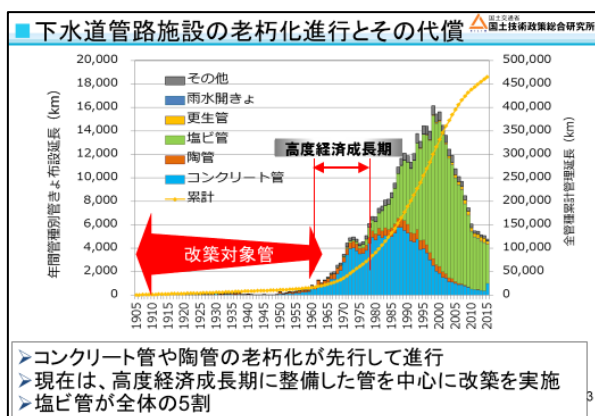
本日お話しする内容については、ここにありますように、下水道の管路管理についてです。特に下水道管路は老朽化が進行し、様々な現象が起きていますので、その現象をお伝えするとともに、それに対する国総研の取り組みをご紹介します。



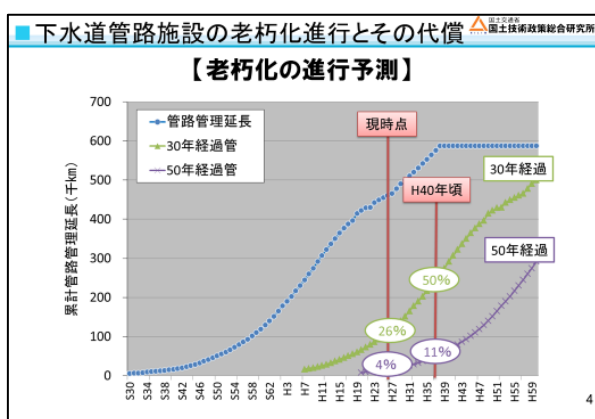
まず、管路管理の状況です。ここに示しましたように、下水道管は、高度経済成長期に急激に整備され、平成10年ぐらいをピークに、現在では、年間5,000キロメートルぐらい整備されています。これにより、トータルの整備量は、右上にございますように約47万キロメートルとなっています。これは、地球を12周回るぐらいの長さに相当します。下水道の管理者は約1,600団体ありますので、1団

体が管理している下水道管の平均長さは約300キロメートルになります。つまり、東京から仙台までの直線距離に相当する下水道管路を1団体当たりで管理しているというのが、下水道の管路管理の状況です。

下水道管路は土木構造物ですので、この中で特に 50 年経過管というのが耐用年数を迎えているストックに相当します。現在、まだ1万キロメートルという短い距離ではありますが、この急激な山をみていただければお分かりになられるように、今後ますます耐用年数を迎えるストックが増加するという状況にあります。



るに当たっては、今までのコンクリート管に対する老朽化対応だけではなく、このような塩ビ管への対応も重要になってきているというのが、今の下水道の管路を取り巻く状況です。



いましたように現在ごくわずかですが、何かしらの不具合が出てくる 30 年経過管の割合は、後 10 年しますと全ストックの半分以上を超えてくるというのが今後の見通しです。

その中で色分けをしました。下のブルーの部分で、管渠の中でも、材質がコンクリートでできている部分です。以前は、ほとんどこのコンクリート管と、少し見えにくいのですが、陶器でつくられた陶管が使われていました。高度経済成長期後、緑の部分が多くなっていますが、これは塩ビ管といわれるもので、軽量で、施工性の高い管渠が近年多く使われてきています。特に今後の老朽化を考

老朽化の進行状況を予測したのがこの図です。下水道以外の処理施設も合わせた人口普及率は9割に達しています。ですから、今後新規設置として残っている下水道管路の延長はわずかで、管路のストックとしては、最終的にここに示しますように、60 万弱キロメートルぐらいの距離になるだろうと予測しています。

耐用年数を迎える 50 年経過管は、先ほどい

■ 下水道管路施設の老朽化進行とその代償 国土技術政策総合研究所

H27年 下水道法改正により
管路点検が義務化!

- ・管路施設の老朽化、道路陥没事故の発生が顕在化
- ・従前の下水道法では、管路施設の点検義務がなかった
- ・計画的に点検している自治体は全国の2割程度
- ・硫化水素が発生する箇所は、劣化(腐食)進行が早く、事故に至り易い

- 老朽化に備えた適切な時期での点検・清掃
- 腐食の恐れの大い箇所は、**5年に1回**以上点検が必要
- 事業計画の記載事項として、新たに「点検の方法・頻度」等を追加。

5

きちっとした点検、管理が行われていく方向にあるというのが今の情勢です。

■ 下水道管路施設の老朽化進行とその代償 国土技術政策総合研究所

H26年度 下水道管路調査実施率
※TVカメラ等による管内調査(平成26年版下水道統計)
※1年間に調査した管路延長/総管路延長×100

全国 1.8%

- かつては、10年に1回の調査を目安(旧維持管理指針:Tカメラ調査の調査頻度)としていた
- この場合、調査実施率は10%程度
- 調査実施率は、政令市が押し上げている一面も

6

そのような中、平成27年に下水道法が改正されました。これ以前は、管路の点検については、10年に1回ぐらいという目安はありましたが、管理者の義務ではありませんでした。それがこの27年の法律改正で、特に腐食の恐れの大い箇所については、最低でも5年に1回は点検してくださいということが義務づけられました。このように、老朽化の急激な進行が懸念される中で、管路管理について、

ただ、一方で、管路調査の実施状況を示したのがこのスライドです。現在、全国で1.8%の管渠の点検調査しか行われていないというのが現実です。先ほど危ないところだけでも5年に1回という話をしましたが、このペースでいきますと、全延長に対しては50年に1回行うのが精一杯というのが今の状況です。特に管路管理を実施している1.8%のほとんどは政令指定都市で、古くから下水道を実施

してきた都市です。他の大部分の都市では、これからというのが現在の状況です。

■ 下水道管路施設の老朽化進行とその代償 国土技術政策総合研究所



U市:600mm、H5、破壊、長さ4×幅2×深さ1.5m

7

そういう中で、老朽化によってどのような現象が起きているのかを示したのがこの写真で、管渠にひびが入って破裂して、汚水があふれてきた様子です。汚水を水中ポンプでかき出す前の状況は、この右側の写真の状況です。川ではありません。これは道路で汚水があふれて、このような状況になっているものです。これが市街地で起きた場合には、公衆衛生上の問題が懸念されます。

■ 下水道管路施設の老朽化進行とその代償 国土技術政策総合研究所



S市: 150mm (取付管)、S47、接合不良、長さ0.5×幅0.4×深さ0.5m

8

また、このような事例もあります。大型車が通ったときに、このように道路に穴が空いて、車のはまってしまうという現象です。これも下水道管路の破損等の不具合により、土砂を引っ込んで、路面下に空洞が生じていたことで引き起こされた事象です。

■ 下水道管路施設の老朽化進行とその代償 国土技術政策総合研究所



O市

9

これも一例ですが、ほとんど見えないと思いますが、路面にちょっとした窪みが生じています。

■ 下水道管路施設の老朽化進行とその代償 国土技術政策総合研究所



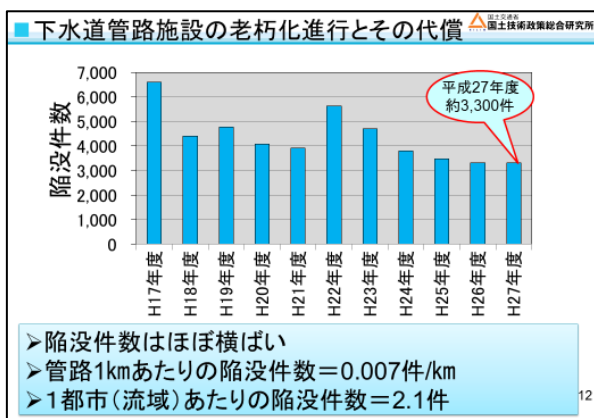
O市: 取付管、取付管接合部破損、長さ1.2×幅0.8×深さ0.7m

10

この部分の舗装をとったら、下にこれだけの空洞があいていたという事例です。深さ 70 センチメートルほどの空洞がありました。



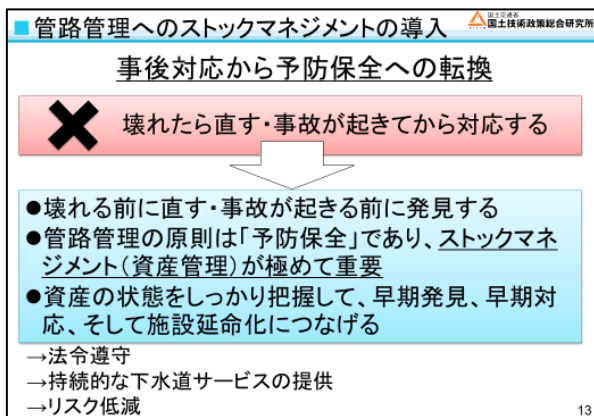
これが大きくなると、このような陥没が生じ、場合によっては、車だけではなく人も落ちてしまうという非常に危険な状況になります。



この図は、下水道に起因する道路陥没の発生件数の推移です。年間3,000件ぐらい起きているというのが今の状況です。1都市当たりでは、年間2件ぐらいの陥没事故が起きていることに相当します。冒頭いいましたが、50年という耐用年数を迎えた老朽管が1%ぐらいしかないにも関わらずこの数字ですから、老朽化がこのままの状況で推移した場合には、今後さらに危険な状況になるということ

とです。

なお、たまに件数が多くなっている年度がありますが、これは地震があったときの陥没件数です。まだ詳細は解明されていませんが、地震による地盤の緩みで下水道管に何かしらの不具合が生じ、土砂を引っ込んで陥没が生じてしまうのではと推測しています。この図では27年度までしか記載がありませんが、28年度も熊本等で地震がありました。その関係もあって、今のところの集計ですと大体4,500件発生しているということです。最近の平均的な3,000件を上回っており、地震があると陥没件数が増えるという傾向がここでも見られます。



そういう状況の中で、他のインフラの管理者からはまだそんな状況かといわれるかもしれませんが、下水道の管路管理についても、事後対応ではなく、予防保全に転換していきこうという考え方になってきています。

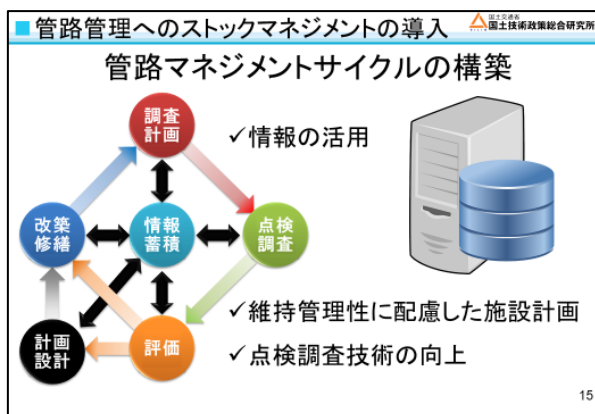
■ 管路管理へのストックマネジメントの導入 国土技術政策総合研究所

管路点検が義務化… 自治体の実状

- 管路維持管理費用の確保が困難
- 発注のための技術職員の不足
- 管路延長が長大で調査が追いつかない
- 調査困難な箇所が存在（圧送管、大口径等）
など

14

ます。



できるようにしていくというのが大きな目的です。また、もう1つの大きな意味があります。それは、今までほとんど何もなかった訳ですが、きちんとデータを蓄積し、各種情報を集めながらこのサイクルをつくりあげれば、民間がさらに自分たちのノウハウを入れていくことも可能になるだろうということです。

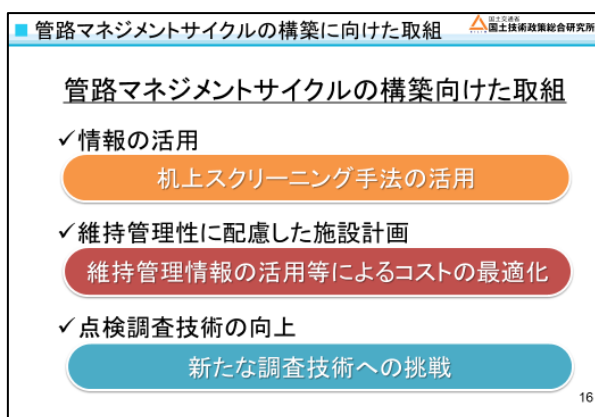
処理場などですと、機械、電気の更新は15年ぐらいで行われますので、50年ぐらいたった中では3回ぐらい更新が行われています。そうしますと、大体データも揃っていますし、そこに民間のノウハウも蓄積されていますから、処理場では性能規定に基づいて、包括民間委託という形で民間の能力等を発揮させながら、施設を維持管理することができるようになっています。

これに対して管渠については、先ほどいいましたように情報の集積はこれからです。なおかつ、こういうマネジメントサイクルもできていない中で、民間に頑張ってというのは無理があります。今後、管理者側で的確な人材の確保が難しくなる中で、民間がノウハウを発揮しながら、ビジネスとしてもやっていける世界をつくるためにも役立つと思っています。

しかし、管理を行う自治体の現状としては、お金がない、人がいない、なおかつ管理する施設のストックが膨大だということで、予防保全を実行するのはなかなか難しいといわれます。また、下水道の特徴の1つに止めることのできない施設だということがあげられます。施設を供用させながら、点検、管理をしなければならない、また、地下にあって対応しにくいということで進んでいない面もあり

そういう中、国総研では管路マネジメントサイクルの構築に向けて様々な調査研究を行っています。

1つは、他のインフラでもそうですが、調査から点検、そして評価をして、その結果を基に改築更新等につなげていくというサイクルを、下水道に適したマネジメントサイクルとして構築していくことを進めています。これにより、多様な公共団体が適切に管理運営

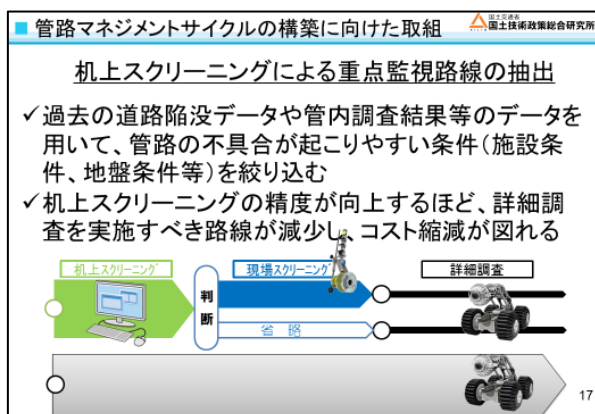


ったらしいのかを、コストを含めて最適化しながらやっていくための調査、検討です。

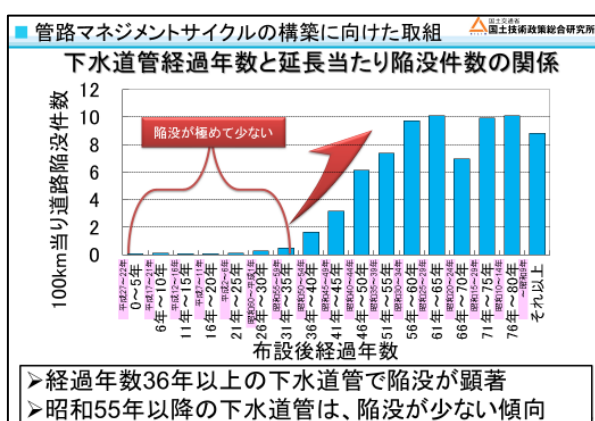
3つ目は、点検・調査技術についてです。様々な革新的な技術が出てきていますので、それをどんどん広めていこうというものです。

そのために何をしているのかということですが、大きく3つ挙げさせていただきました。1つ目は、情報の活用です。膨大なデータをしっかり使いながら、全ての延長を調査、点検するのではなく、重要な場所をきちんと重要度に基づいて、優先順位をつけながらやっていこうという手法です。

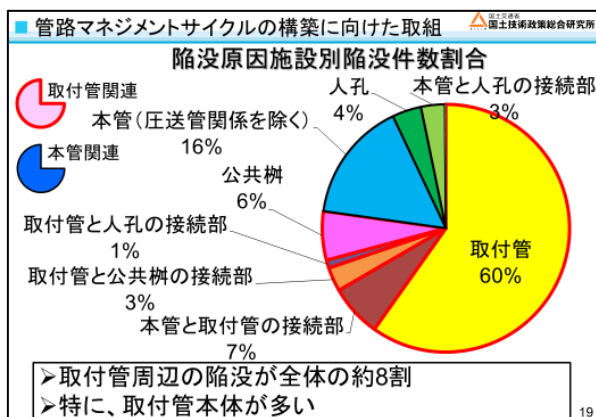
2つ目は、維持管理について、点検結果に基づいて、次の改築、更新等をどんな形でや



1つ目については、一般的な手法ですが、スクリーニングとして、まずは机上で優先順位をつけながら現地調査に入る箇所を抽出するとともに、現場に入るときにもいきなり詳細調査から入るのではなくて、場所によっては現場でもっとスクリーニング的な技術を使ってから詳細調査に入るということを、様々な施設条件とか地盤状況に基づいて判断する考え方を整理していこうというものです。

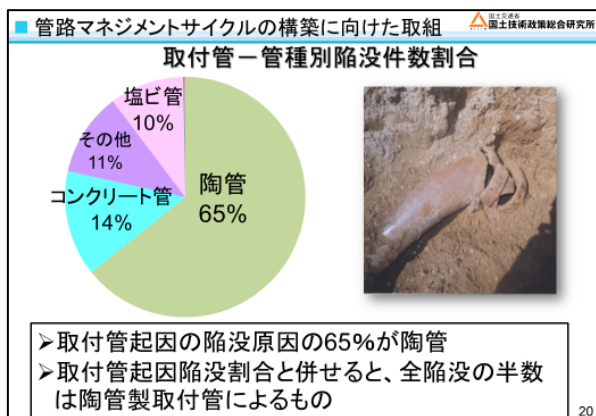


そのために必要な各種条件を、国総研では調べています。一例を、経過年数と陥没件数の関係を示した図から示します。敷設後、36年以上たった経過管については、この図にありますように、陥没件数がどんどん増加するという状況です。片や36年未満はほとんどありません。まず、ここで1つのスクリーニングができるだろうということです。

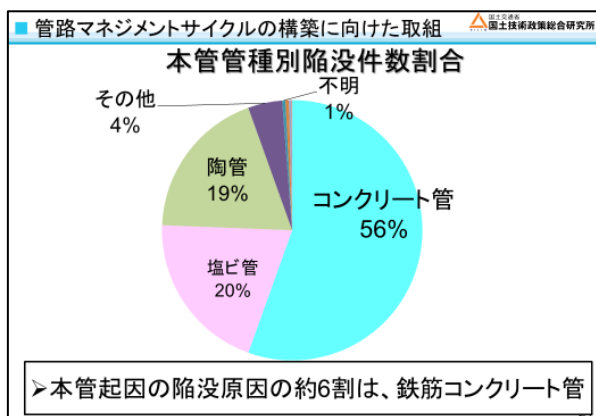


分となっています。残り 25%は本管に係わる部分ということが分かりました。

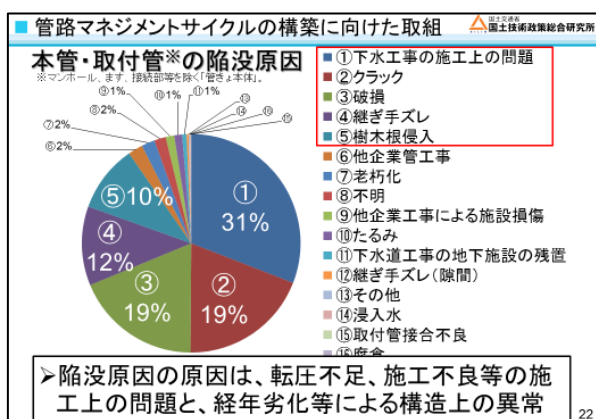
また、この円グラフは、下水道の陥没が起きる場所がどんな場所なのかというのを調べたものです。取付管というのは、下水道の本管に対して、各家庭や事業所からの下水を本管に流し込む管です。下水道の末端に位置するので、埋設深は浅く、かつ管径は細くなります。このため、地盤状況とかの影響を受けやすい部分です。陥没原因を調べてみましたら、4分の3ぐらいがこの取付管に係わる部分



なおかつ、取付管のうちどういう管種について事故が多いのかということも調べています。管種では、陶管が非常に多いという結果です。もともと古くは陶管がよく使われていたということもあるのですが、やはり割れやすい等ということで、ここに係わる部分が陥没の原因になる場合が多いということが分かりました。

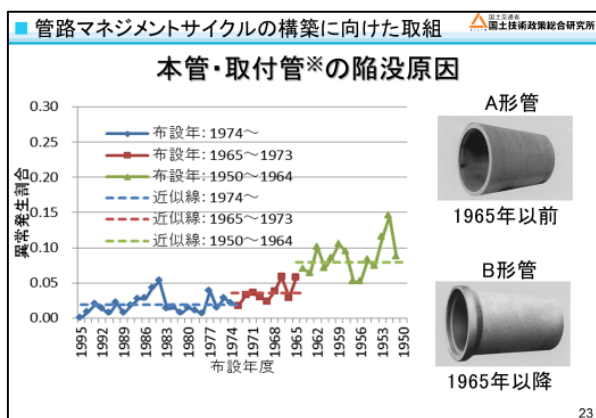


では、本管ではどうなのかといいますと、本管はコンクリート管が多いので、コンクリートの劣化メカニズムに起因して陥没等を起こすということが分かっています。



ここに挙げているのは、本管及び取付管の陥没原因です。①が最も多く、下水道工事の施工上の問題があげられています。材質に応じて適切な施工が必要であるということが分かってきています。また、クラックの生じ方など破損等の仕方も材質によって違いが見られます。陥没原因は、ここで挙げている5つの理由で9割方が占められているというのが現在の状況です。

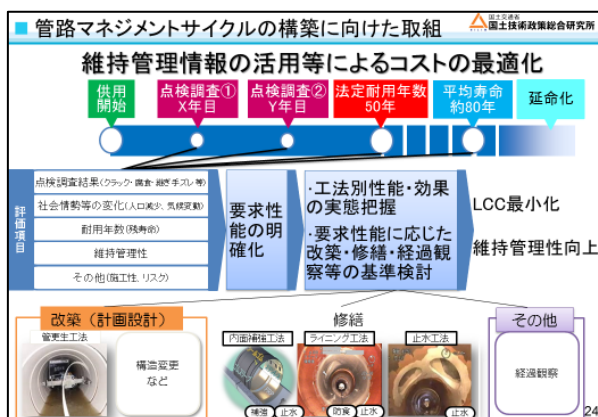
さらに、これらの原因の詳細を明らかにすることで、どんな場所に絞り込んで詳細調査等をおかければいいのかということがより明確になり、円滑な管路管理を進めていくことが可能になると思っています。



また、規格によっても陥没の状況が変わってきているという例がこの図です。1965 年に境に規格がA形管からB形管が変わっています。構造的には、ソケットの部分があるかないかという違いです。従来は、ソケットの部分がない、いわゆる寸胴型で、これをモルタルやカラーといわれるものでつなぎ合わせて下水道として機能させていました。しかし、このモルタルやカラーの部分は弱く、そこが

原因で土砂等を引き込んで、陥没を起こすという状況でした。

それに対してB形管というのは、つなぎの部分の改良されたものです。これが使われることで、1965 年以前の異常の発生割合に対して、数値がぐっと減っています。また、1974 年ぐらいに一段数値が低下していますが、このときにはコンクリート管の強度が影響しています。さらに、塩ビ管も普及したということで、異常の発生割合が低下してきているという状況がみられています。ですから、こういう使われている管の材質や規格等が分かれば、どこを重点に点検すべきなのかということも分かってくるということです。



次に2つ目の詳細です。これは、先ほどの情報を使いながら、点検、調査した後に、それらの結果をもとに改築をするのか、修繕で済みますのか、経過観察をすればいいのかということに判断を、様々な条件を整理し考え方を示すことで、的確に行えるようにしようというものです。

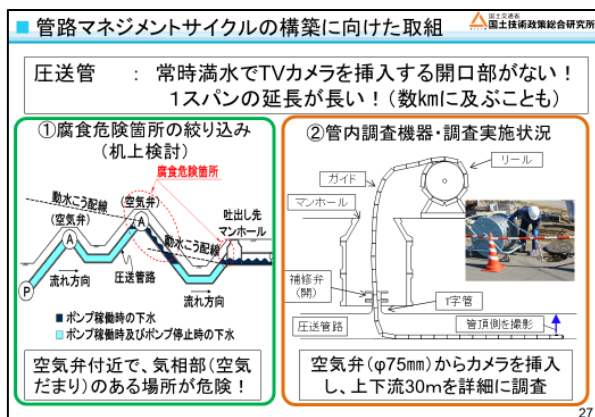


3つ目の詳細は、点検技術の高度化についてです。TVカメラを使った従来の詳細調査技術では、1日300メートルぐらいの点検・調査しかできませんでした。これは、人が下水管の中に入って目視によって点検調査する約半分の速度です。ですから、それを2倍にしようということで、従来は異常箇所を見つけると機器がその場で止まってカメラで詳細確認していたのを、まずは止まらないでずっと

全線を撮影し、その後、画像診断により異常箇所を見つけるという手法の技術の開発を支援したり、先ほどもいいましたように、材質等によって管の不具合が生じる箇所がある程度特定されますので、管口カメラなど、それに適した技術の開発を支援したりしています。また、図の下に示すように、ドローンを飛ばして点検等を行う技術であるとか、道路でも使われている技術ではありますが、空洞探査技術を活用したりしながら、点検、調査技術のさらなる効率化等を目指しています。



中でも空洞探査技術は、道路で使われている技術ではありますが、下水道の特性として陥没の生じる原因となる箇所が、本管ではより深いところになること、陥没事故の多い取付管では逆に浅いところですが路面の端になること等があげられます。ですから、通常の道路のレーダー探査の範囲からは外れる可能性がありますので、それを見つけられるというのが技術開発の目標です。



また、下水道では、圧力をかけて下水を送水する管など点検調査が困難な箇所が存在します。このような人が入れない、あとテレビカメラも入れられないような箇所において、腐食等の危険箇所を絞り込む調査技術として、このようなスネーク型の点検・調査技術等の実証も行っています。



医療の分野では、小さいカプセルを飲んで体内の状況を把握するという技術もありますが、下水道でも同じような技術が適用できるのではないかと考えています。様々な分野と連携しながら、そのアイデアをもとに様々な技術開発を進めていくことも重要と考えています。管路管理については、まだまだこれからの分野ですので、皆様と一緒に考えていただければと思っています。ご清聴ありがとうございました。

うございました。

——了——