

### 3-1-3 下水道管きょ内に発生する侵入石の実態調査と

#### 効率的な維持管理について

東京都下水道サービス(株) 管路部 管路第三課 ○松平 晃典

#### 1. はじめに

東京 23 区の荒川以東に位置する足立区、葛飾区、江戸川区内（以下、東部 3 区という）全域の下水道管（以下管きょという）において、取付管支管口や本管ジョイント部等から侵入水とともに成長する鍾乳石のような固形物（以下侵入石という）が発生している。この侵入石は成長して管きょの断面を減少させ、最終的には管きょの閉塞を引き起こす恐れがある。

本研究については、昨年度に侵入石の実態調査及び基礎分析を実施しており、調査結果によれば、侵入石の主成分はカルシウムもしくは鉄であり、成分は管きょを覆う土壌もしくは地下水と相関関係があると考えられている。そのため、侵入石を抑制していくためには、土壌・地下水の影響を受ける箇所を特定し、成長速度を予測することが重要である。また、既に大きくなった侵入石については、維持管理に支障をきたしていることから、効率的に除去する方法を確立していくことも喫緊の課題である。

本稿は、侵入石の発生箇所に対する傾向を把握するとともに、成長した侵入石に対して短時間での除去を可能とするために、活用可能な既存機器を比較することで、効率的な維持管理方法について検討したものである。

#### 2. 侵入石発生箇所に関する調査・分析

##### (1) 侵入石発生箇所の把握

東部 3 区の過去 3 年分のミラー方式管路内調査工、単契清掃報告書から写真による目視判定により侵入石発生箇所及び既存の侵入石発生件数を抽出し、管きょ内で多く発生する箇所を解明した。

調査結果を図-2 に示す。侵入石については、発生確認件数 792 件のうち取付管支管口に付着しているものが発生件数の 78% を、本管ジョイント部に同 15% を占めることが判明した。取付管支管口については穿孔時に本管との間に空隙や亀裂が入ることで地下水が浸入、本管ジョイント部についてはパッキンの劣化もしくは地下水圧によるパッキンの押し出されにより水密性が低くなることで、地下水が浸透し侵入石が成長していくものと考えられる。

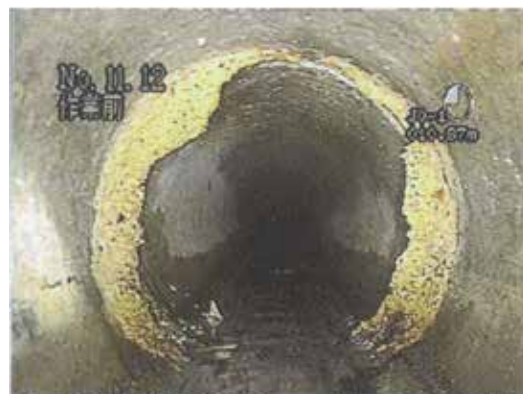


写真-1 侵入石発生状況



図-1 東部3区位置図

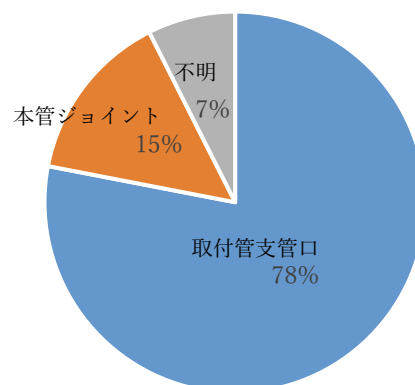


図-2 侵入石発生部位の割合

## (2) 侵入石が発生しやすい管種

抽出した侵入石発生件数について、侵入石発生管きょ件数に占める各管種の割合を図-3において斜線入りの線で表示する。単契清掃報告書では写真による目視判定から侵入石を特定し、ミラー方式管路内調査工からは調査結果で判定されたモルタル付着箇所を侵入石発生箇所とした。

図-3によれば、鉄筋コンクリート管及び陶管が侵入石発生件数のほぼ全てを占めていることがわかる。一方で、布設経過年数26~40年の管きょが約8割を占める東部3区では、当時主流であった鉄筋コンクリート管及び陶管が侵入石発生件数の大多数に寄与しているとも考えられるため、全管きょ数に占める管種別の布設割合を同図において実線で表示し、斜線入りの線と比較することでこれらの管種が侵入石の発生しやすいものか検証してみた。

図-3を分析したところ、鉄筋コンクリート管は全スパン数の61.4%を占めているのに対して、侵入石発生件数の割合は71.7%と1割程度高くなっている。支管口と本管との間の空隙や亀裂、本管ジョイント部のパッキンからの地下水の浸入は鉄筋コンクリート管に多く見受けられる事象であると考えられ、結果侵入石が付着しやすい管種であると判断された。

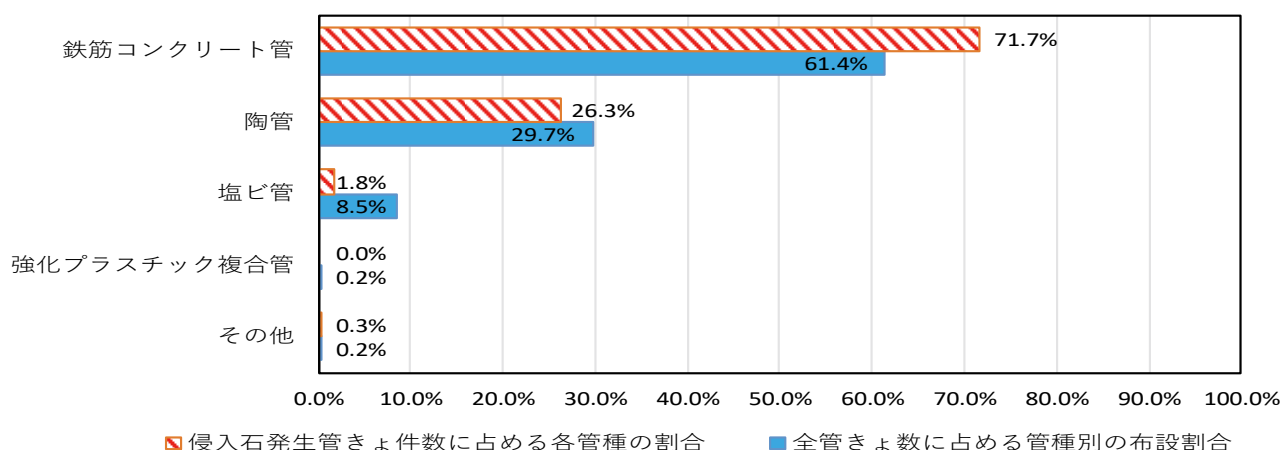


図-3 管種別侵入石発生割合及び布設割合

## 3. 侵入石を効率的に除去する方法

侵入石の発生しやすい箇所、管種が判明したことを踏まえ、効率的に除去できる工法について検討した。

### (1) 侵入石除去技術の分類

侵入石除去が可能な既存技術について調査し、図-4に示す侵入石除去方法に分類した。除去方法としては、水圧により剥がす、カッターにより削り取るといった物理的な方法、薬品により溶かす、破碎するといった化学的な方法がある。現在、侵入石の除去作業は主として高圧噴射による一穴ノズル工法を採用している。一つの機械で本管・取付管部にも対応でき、除去精度が高い反面、機器操作に熟練を要し、清掃時間長くなることが課題となっている。そこで、本管、取付管それぞれの部位に対応した機器を開発し、各機器の操作が容易になれば効率化が図られると考えた。また、除去精度の緩和により扱う機器の選択肢を増やし、最適な組み合わせをすることで効率的な除去につながると考えた。

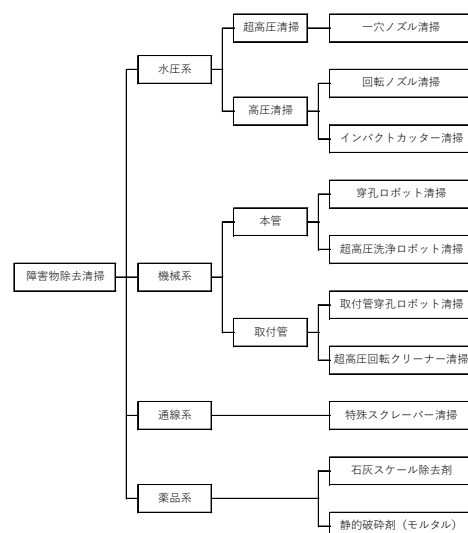


図-4 侵入石除去工法

### (2) 本管用チェーン回転ノズル清掃

本管に発生する侵入石はジョイント部で円周方向に広がる。面的に分布する侵入石を効率的に除去する方法として、高圧洗浄車のホース先端に鎖(チェーン)のノズルを設置し、チェーンの高速回転によってスパン全体の侵入石を叩き壊しながら除去する方法が有効と判断した。写真-2に示す本管用チェーン回転ノズルは、一箇所焦点を当て侵入石を剥がし落とし除去する従来の工法と比較して面的な除去が可能であり、機器の扱いが従来のものと比較し容易である。また、本機器は侵入石やモルタルの他土砂や木根も同時に除去できるため、施工性が高まり、結果コスト縮減につながると期待される。



写真-2 チェーン回転ノズル式清掃機器

### (3) 取付管用穿孔ロボット清掃

本管に発生する侵入石の78%が支管口付近に発生していることから、効率的な除去が可能となる機器について検討した。写真-3に示す取付管穿孔ロボットは、先端に取り付けたビットが360°自在に回転する構造であるため、侵入石が取付管の至るところで発生しても除去可能と考えられる。また、本機器は更生管削孔機を活用したものであり、モルタル、木根等の除去にも流用可能であり、更に、従来の高圧噴射による方法では対処できない箇所や土被りが深く他企業管の輻輳により開削工法による管取替施工が困難な箇所で大きな効果を発揮するものと期待される。



写真-3 取付管穿孔ロボット

工法名		①チェーン回転ノズル清掃	②取付管穿孔ロボット清掃
と従来の比較法	日進量	1.8倍(推定)	1.4倍(推定)
	コスト	施工性向上により縮減	開削工事不要により縮減
	施工性	向上	向上
特長		<ul style="list-style-type: none"> <li>日進量の増進</li> <li>施工コストの低下</li> <li>熟練技術不要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施工困難な箇所でも対応可能</li> <li>コスト縮減</li> <li>更生管穿孔、モルタル・木根除去に準用可能</li> </ul>
課題		<ul style="list-style-type: none"> <li>適用管種の限定</li> <li>除去精度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>除去精度</li> </ul>

表-1 各機器の概要

## 4. まとめ

侵入石の発生しやすい部位や管種、成長速度について分析した。また、既に発生した侵入石については効率的な除去の可能性を探った。

本機器を導入することにより、本管で発生した侵入石を面的で効率的な除去が可能となり、操作性の容易さにより施工性も高まる。また、取付管においては、これまで対応に苦慮した箇所での作業が容易になり、結果として維持管理に対するコスト縮減を進めることができるものと考えられる。さらに、従来使用されている機器を流用することで初期投資が抑えられコスト縮減に繋がることで機器の普及することが期待される。

一方で、管きよを損傷させずに侵入石の除去を試みると、侵入石の付け根部分が残存することとなる。しかしながら、除去精度を高めると、たるみ等の原因により回転するチェーンノズルが管きよと接触し、管種によっては損傷をきたすことが懸念される。

今後は機器の改良、施工精度の向上を積み重ね、実地検証した上で導入を図ることとする。

参考文献：「下水道管内に発生する侵入石の実態調査と基礎分析」(第57回下水道研究発表会講演集)