

水道管内に存在する堆積物・付着物の組成および物性

宇都宮大学 学生会員 ○石木田 卓良, 宇都宮大学大学院 鈴木啓介
宇都宮大学地域デザイン科学部 正会員 山岡 暁, 宇都宮大学工学部技術部 六本木美紀

1. 背景・目的

赤水などの水質障害や流速低下などは、国内外に関わらず水道事業の大きな問題である。これらの問題は、一般的に管内に水以外の物質が蓄積することが原因といわれている。

管内の問題に対する研究は、配水管ではいくつか報告がある。例えば、石渡らは、配水管に蓄積した堆積物や付着物の化学組成を調査し、堆積物や付着物の組成が管内流水の水質と管種から影響を受けていることを明らかにした。一方、導水管を対象とした調査研究は少なく、導水管内の水以外の物質について明らかになっていない^{1),2)}。

そこで本研究では、導水管内の堆積物と付着物を対象に、組成や物性からその特徴を把握することを目的とする。

2. 方法

導水管内の堆積物と付着物を採取し、それらの組成および物性の分析を行った。

(1) 採取方法

導水管の洗浄中に排出された固形物及び水を採取した。採取地域は国内 Y 市を対象としている。洗浄時に排出された固形物は、堆積物や付着物、浮遊物として分類し、判別の難しいものは堆積物・付着物として扱う。なお水は、原水、管内の水及び洗浄排水を採取した。Y 市の管内状況を写真-1 に示す。

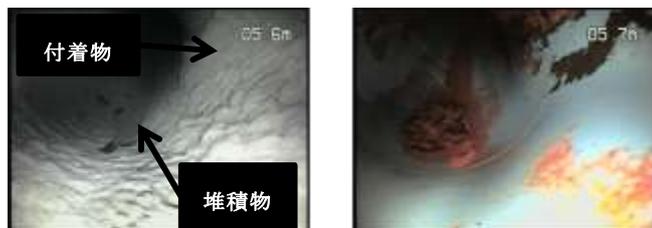


写真-1 Y市管内状況 (DIP φ150) (左:洗浄前 右:洗浄後)

(2) 分析方法

採取した固形物を対象とし、組成分析を行った。蛍光 X 線分析法による元素分析を JIS K 0212 及

び JIS K 0215 に準拠して実施した。また、物性として、密度とせん断強度を測定した。測定に用いた試料は、自然乾燥させた堆積物と付着物を混在させたものを粒子が均一になるまで乱したものをを用いた。密度は土粒子の密度試験を JGS 0111-2000 に準拠して行い、せん断強度は三軸圧縮試験を JGS 0524-2000 に準拠して実施し、土の強度定数である粘着力 c (kN/m²) と内部摩擦角 ϕ (°) を求めた。

採取した水中に分散浮遊する不溶性で水の濁りの原因となる懸濁物質の測定を行った。さらに、懸濁物質を強熱し、揮発させることで、有機物の質量の測定を JIS K 0102 に準拠して行った。

3. 結果

(1) 水と固形物の概要

採取した固形物を写真-2, 3, 4 に示す。原水と同時に採取した浮遊物は、茶褐色で水中を漂う状態が確認された。堆積物は褐色で粒子状であり、付着物は黒色で層構造を有することが確認された。採取した水を写真-5 に示す。排水は洗浄の過程で茶褐色から褐色に変化し、最終的には緑がかった黒色に変化した。



写真-2 浮遊物 写真-3 堆積物 写真-4 付着物



写真-5 採取した水(左から2本目より図-2の横軸に対応)

(2) 組成

図-1 に示すように浮遊物・堆積物・付着物の質量割合で 1%以上の構成元素は、O, Fe, C, P, Si, Ca

であった。状態に違いがあるにもかかわらず、元素とその質量割合はほぼ同一であることが確認された。この結果は、流入した浮遊物によって堆積物や付着物が形成されていることを示唆している。最も多く検出されたOはその他の元素と化合したものであり、主成分はFeである。次いで含有量の多いCは、微生物等の有機物の成分の可能性がある。

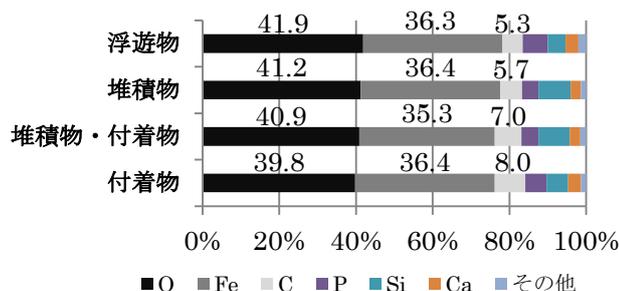


図-1 固形物を構成する元素の質量割合

(3) 密度

付着物の乾燥密度は 0.95g/cm³ であり、試験結果より間隙を除いた固体部分の密度は堆積物が 3.25g/cm³、付着物が 2.95g/cm³ である。構成元素の主成分が Fe であるため、一般的な土粒子の密度 (2.5~2.6 g/cm³) に比べて高くなったと考えられる。また付着物の間隙率は 67.8% であり、付着物は多くの間隙を有することがわかった。

(4) 三軸圧縮試験

三軸圧縮試験の結果より、粘着力 c=5kN/m²、内部摩擦角 φ=38° であることがわかった。この結果は、珪砂のような砂質土と同様である。しかし付着物は管内流速 1m/s では流されない。そのため付着物の粒子間には化学的な結合や細菌が生成する生物膜による影響を受けていると考えられる。

(5) 浮遊物質 (SS:suspended solids)

SSの結果を図-2に示す。SSを強熱した際の残留物である強熱残留物 (VTS:volatile total solids) と VSS の合計が SS である。

(6) 揮発性浮遊物質 (VSS:volatile suspended solids)

VSSの結果を図-2に示す。グラフ上部の数字はVSSとSSの比であり、SS中の有機物の割合を示す。洗浄時の条件が異なるため、各試料のSSの重量が変化しているが、有機物の割合は平均20%程度で、

ほぼ一定である。Y市では地下水を水源としているため、流入する浮遊物は無酸素状態下にあり、有機物は嫌気性細菌またはその細菌による生成物の可能性がある。

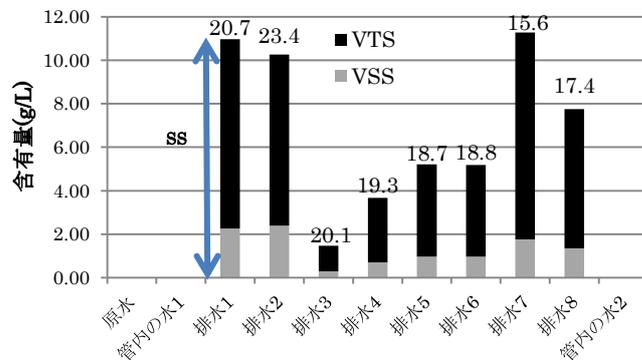


図-2 採取した水のSSに含まれるVTSとVSSの含有量

4. まとめ

①同一の導水管から採取した浮遊物と堆積物、付着物は組成がほぼ同一であった。構成元素で質量割合が1%以上のものはO, Fe, C, P, Si, Caであり、主成分はFeである。

②付着物は多くの間隙を有しており、管内に流入した浮遊物で構成され、物理的要因に加え、化学的な結合や細菌の影響を受けたと考えられる。

③堆積物と付着物、浮遊物には有機物が質量割合で約20%含まれており、水源が地下水であるため、有機物は嫌気性細菌またはその細菌による生成物の可能性がある。

5. 今後の課題

導水管内の堆積物と付着物の組成と物性をさらに解明するために、以下に取り組む必要がある。

- ・本研究の結果はY市で採取した堆積物と付着物を用いた結果である。現在、国内0市でも同様の調査、分析を行っている。今後も対象地域を増やし、傾向と差異を調べる。

- ・試料は洗浄によって乱されている。採取方法を改善し、採取した試料で、一面せん断試験を行う。

謝辞：本研究を行うにあたり、データを提供していただいた中里建設(株)の皆様へ深甚なる謝意を表します。

参考文献

- 1) 石渡恭之, 加藤健, 見島伊織, 藤田昌史:水道管路のライニング管および硬質塩化ビニル管における水中カメラ画像および懸濁物質組成の調査, 水環境学会誌, Vol. 39, No. 2, pp. 43-50, 2016
- 2) 石渡恭之, 加藤健, 藤田昌史:モルタルライニング管にみられる懸濁物質の特徴と細菌の存在状況, 土木学会論文集(環境), Vol. 71, No. 7, III_421-III_425, 2015