

フィルターろ過と XRF 及び FT-IR 分析による配水管老朽度診断手法の検討

東京都市大学 学生会員 ○浅野 光・小佐野洋樹
 東京都市大学 正会員 長岡 裕

1. はじめに

配水管路における水質劣化には、水源水質、管材質、管老朽度などの要因が複雑に関与している。特に、配水管内壁の濁質が水道水と接触する際は水質が大きく変化するため、配水管の老朽度診断において、その水質変化を定量的に測定することは有効であるといえる。

そこで本研究では、配水管路網内の水道水中の濁質を収集、解析する診断手法に着目した。水道水の採水は概住の消火栓からではなく公園の蛇口等の給水栓を利用した。これにより、採水での効率向上とコスト削減を計ることで、配水管網全体の把握が可能となる。また、配水管内の質及び量の変化については、配水管流入前後の給水栓から採水した水道水を膜ろ過し濁質を捕集する。膜ろ過は、水道水中の懸濁物質の採取に有効な手段であり、濁質を濃縮することで少量の水道水で分析が可能となる。更に、膜表面の堆積物を蛍光 X 線分析 (XRF) による定性分析を行うことで、前後地点の濁質挙動から配水管内の状態を簡易かつ定量的に把握することが期待される。

本調査では、老朽管流入前後の濁質比較と老朽化していない管の流下した場合、水質にどの程度影響を与えるかの確認を目的とした。

2. 調査方法

2.1. 採水日時及び採水方法

採水は 2009 年 11 月 16 日 (月), 12 月 1 日 (火), 12 月 14 日 (月), 2010 年 12 月 3 日 (金), 12 月 17 日 (金), 2011 年 1 月 7 日 (金) に行った。調査地域は A 市の図-1 に示す領域であり、調査対象である配水管の詳細を表-1 に示す。配水本管の部分は水質に違いがないと仮定し注入点として A-1 と、配水管流入後の A-2~4 各地点において配水管直結の給水栓より採水した。

給水栓からのサンプリングは採水前に水を 1 分間出すことで給水栓付近の汚れなどを取り除いた。採取した水はペットボトル (500ml) に入れ研究室に持ち帰り、冷蔵庫にて保管した。

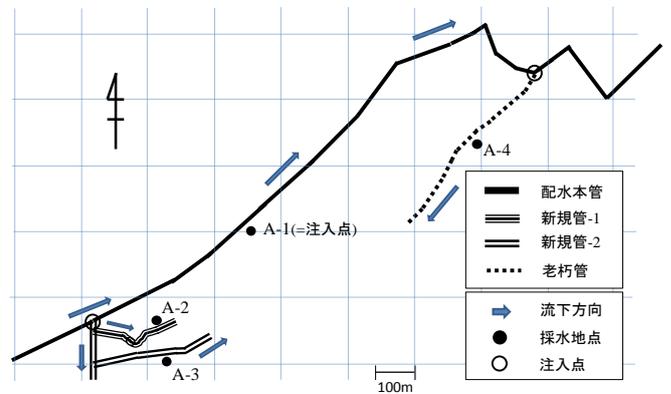


図-1 A 市調査領域図

表-1 調査管概要

管名	管種	敷設年数(年)	口径(mm)	管路延長(m)
新規管-1	DIP	H11,17	150,300,400	316
新規管-2	DIP	H16,17	150,400	451
老朽管	CIP	S41	200	495

2.2. 分析方法

ろ紙は PTFE 膜 (ポリテトラフルオロエチレン製:孔径 0.5µm) を使用した。ろ過は採水後即日中に加圧ろ過装置を用いて行った。通水量は 200ml とし、ろ過面積を調整するために直径 5mm の穴を空けたシリコンゴム板を中間材として使用した。膜面に捕集した堆積物を蛍光 X 線分析 (XRF) で濁質を構成する元素の定性分析を行い、フーリエ変換赤外分光光度計 (FT-IR) で元素の結合を分析し有機物の存在を推定した。

2.3 濁質濃度算出方法

XRF によって得られた元素の含有率 [wt%] をもとに以下の式 (1) を使用し、各元素の濃度 [mg/L] を算出した。XRF 結果より水道水中に F が含まれていないことが判明しているため、PTFE 膜に含まれる F を基準にしてその減少幅が他の元素の増加幅としている。

$$a = \frac{Y_{wt\%}}{F_{wt\%}} \cdot \frac{F_m \cdot A}{V} \quad (1)$$

a: 各元素の濃度 [mg/L] Y_{wt%}: サンプル水ろ過後の膜における求めたい元素の含有率 [wt%] F_{wt%}: 水道水ろ過後の膜における F の含有率 [wt%] F_m: 単位面積当たりの F 重量 [mg/mm²] A: 通水面積 [mm²] V: サンプル通水量 [L]

キーワード 配水管, 老朽化, 膜ろ過, XRF, FT-IR

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学

TEL: 03-5707-0104

E-mail: gikan_cool@yahoo.co.jp

3. 分析結果

表-2と図-2に今回実施した調査で得られた各地点での濁質濃度を示す。この濁質濃度は3回の調査結果を平均したものである。A-1及びA-4は昨年度¹⁾においても調査を実施しているため併せて使用した。また、計算結果からPTFE膜の構成材料であるF、CとXRFの検出精度上検出にばらつきのあるNを削除した。図-2より調査地点すべてにおいて同様の元素が検出された。また、注入点であるA-1と老朽管流入後のA-4を比較すると全体的に濁質濃度が上昇しているのに対し、新規管流入後のA-2、3ではA-1と比較して大きな差がないことがわかる。ここで図-3にFe、Si、Oの濃度に着目したものを示す。A-1とA-4を比較するとFeの増加幅が他の元素に比べて大きく、次いでSi、Oとなっている。これらの元素は新規管流入後のA-2、3においてはA-4と比較して増加の幅が小さいため、老朽化の指標になると考えられる。

次に図-4に2010年12月17日採水分のFT-IRの分析結果を示す。図-4より波数3400と3300、1550(1/cm)のところに見られるピークによってアミノ基の存在が示唆される。スペクトルの特徴から第2級アミドが有力である。また、波数2330(1/cm)のピークはC≡N結合、波数2930、2850(1/cm)の周辺に見られるピークはC-H結合であることが示唆される。さらに各地点で比較すると、老朽管流入後であるA-4でもっとも大きなピークが確認された。

4. まとめ

老朽度診断の指標として配水管流入後におけるFe、Si、Oの元素濃度の増加量から配水管の老朽度を診断できる可能性が示唆された。またFT-IR分析の結果より、濁質中にアミノ基の存在が示唆された。XRF分析において不安定であるNの検出についてはFT-IRで補完できるものと推察する。

参考文献

- 1)工藤, 長岡:「フィルターろ過とXRF及びFT-IR分析による老朽管路内の水質挙動に関する調査」, 第61回全国水道研究発表会講演集, 2010年
- 2)長岡, 石原, 山中:「給水栓から採水した水道水中の濁質成分の分析による配水管路網の診断」, 第58回全国水道研究発表会講演集, 2007年

表-2 各調査地点での濁質濃度(mg/L)

	A-1(注入点)	A-2(新規管-1)	A-3(新規管-2)	A-4(老朽管)
O	0.0649	0.0794	0.1013	0.1506
Al	0.0081	0.0116	0.0114	0.0118
Si	0.0083	0.0111	0.0117	0.0272
P	0.0002	0.0005	0.0005	0.0003
S	0.0008	0.0007	0.0012	0.0010
Cl	0.0010	0.0016	0.0011	0.0023
K	0.0001	0.0003	0.0002	0.0004
Ca	0.0004	0.0004	0.0004	0.0005
Fe	0.0004	0.0009	0.0004	0.0017

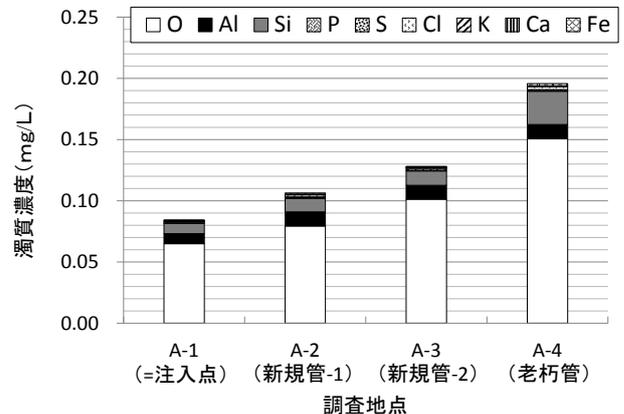


図-2 各調査地点での濁質濃度比較(mg/L)

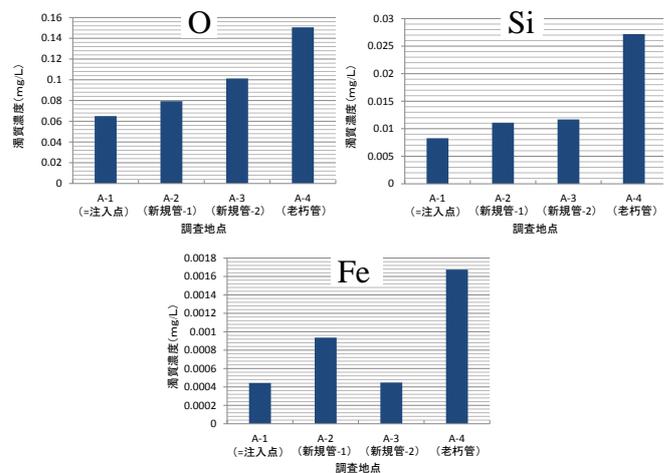


図-3 各調査地点でのO、Si、Fe濃度(mg/L)

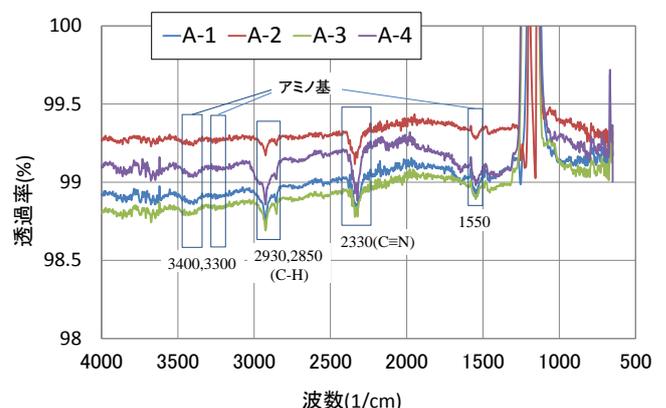


図-4 IRスペクトル結果(2010年12月17日)