

フィルターろ過による濁質濃縮法と XRF 及び FT-IR 分析を用いた 老朽管診断手法の検討

東京都市大学 学生会員 ○濱田 亮
東京都市大学 正会員 長岡 裕
東京都市大学 学生会員 小佐野 洋樹

1. 研究背景・目的

配水管の多くが高度経済成長期に敷設され老朽化が進行している。老朽管の更新作業を進めるためには管内の劣化状況を見極める事が重要であり効率良く多数の管路状態を把握出来るよう簡易的に非開削、非破壊で行える新たな老朽管診断手法の確立が求められている。配水管の劣化要因として敷設後、長期間管内壁と水が直接触れ鉄錆が発生し強度が下がる点が挙げられる。そこで管内の水質変化に着目した。本研究では老朽管流入前後の蛇口で採水した水道水中の濁質をフィルターろ過により捕集、蛍光 X 線分析(X-Ray Fluorescence:XRF)とフーリエ赤外分光光度計(Fourier Transform InfraRed spectrophotometer:FT-IR)による分析を実施した。蛇口より採水することで簡易的に多数のデータを収集でき、また膜ろ過によって少量の試料で濁質の濃縮が可能となる。この手法での老朽化判断指標の作成が本研究の目的である。

2. 調査概要

調査は 09, 10, 11 年度にかけて行いいずれも A 市内にて採水した。図 1 に 09, 10 年度、図 2 に 11 年度における採水地点、表 1、表 2 に調査管概要を示す。09 年度は図 1 の A-1,2,3,4 点での老朽管流入前後において採水を行い、10 年度は 09 年度 A-4 地点にて行った。11 年度は採水地点を変更して図 2 の老朽管流入前、流入中、流入後の 3 地点である。採水前に十分に水を出すことで蛇口付近の濁質を落とし、各地点 500ml ペットボトル 2 本分採水した。研究室に持ち帰った後、ろ紙に PTFE 膜(公称孔径 0.5 μ m)を用いてろ過した。ろ過装置は加圧ろ過装置を用いて通水量を 200ml とした。加圧ろ過装置内には直径 5mm の穴が 2 箇所空いているシリコン製の中間材を使用し通水面積を狭めて単位面積当たりにより多くの濁質を濃縮可能とした。

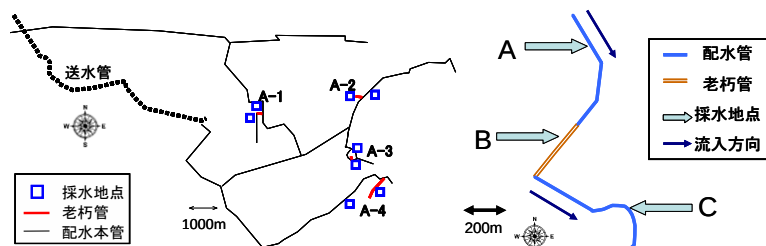


図 1 09, 10 年度採水地点

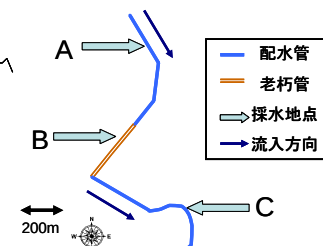


図 2 11 年度採水地点

表 1 09 年度調査管概要

管名	管種	敷設年度(年)	口径(mm)	管路延長(m)
A-1	CIP	不明	150	27
A-2	CIP	不明	100	66
A-3	CIP	不明	100	80
A-4	CIP	S41	200	495

表 2 11 年度調査管概要

管名	管種	敷設年度(年)	口径(mm)	管路延長(m)
配水管	DIP	-	200,300,400	-
老朽管	CIP	S42	250	300

3. 分析方法

ろ過後の膜表面の成分を XRF を用いて分析した。この XRF の出力結果である元素の含有率を元に式(1)を使用し、各元素の濃度を算出した。

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

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]

次に、ろ過後の膜表面に対して FT-IR を使用して有機物内の官能基の測定をした。

キーワード 配水管 老朽度診断 フィルターろ過 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 TEL03-5707-0104(内線 3257)

4. 分析結果

老朽管流入前の地点を基準として老朽管流入地点との値の割合の比較を違うオーダー同士でも容易に出来るように老朽管の値を基準点の値で割る。図3に基準点に対する老朽管でのO, Al, Si, P成分の増減割合、図4にS, Ca, Fe成分の増減割合を示す。図4よりFeの値は各地点共に基準点に対して高いものを示したことから老朽管内に鉄錆が発生していると示唆される。

濁質増減の割合に加え老朽管の違いをより明白にするため、濁質の質にも着目する。図5に各サンプルで安定して検出されたSiを基準と設定し、それぞれ浄水場、管内鉄錆と由来が判明しているAl, Feとの比を各採水地点ごとに示す。図5よりFe/Siは各地点ごとに値の増減が安定してなく老朽管による影響は確認できなかった。一方Al/Siは一地点を除き値が下がる傾向を示したために老朽管による影響が示唆される。

次に図6に2011年11月29日採水分のFT-IRの分析結果を示す。図6よりピーク位置からC-H結合, CN三重結合, アミノ基(-NH₂)の存在が示唆される結果³⁾となった。老朽管流入によるピーク位置の差は見られず、過去の結果においても同様のピークを示している。

5. まとめ

各採水地点において老朽管を経ることで濁質成分の増加が確認された。特に管内に発生した鉄錆由来と考えられるFeの増加の傾向は安定して各地点共に高いものであった。加えて濁質の質に着目するとAl/Siが老朽管を減ることで値が下がった。このXRFの結果によって老朽管の影響がみられ特にFe, Al/Si値が老朽化判断指標となりえると示唆される。

FT-IRの分析結果では濁質中の有機物にアミノ基(-NH₂)の存在が示唆されピークの特徴より第二級アミドが有力である。しかし老朽管によるピーク位置の変化は確認できなかった。

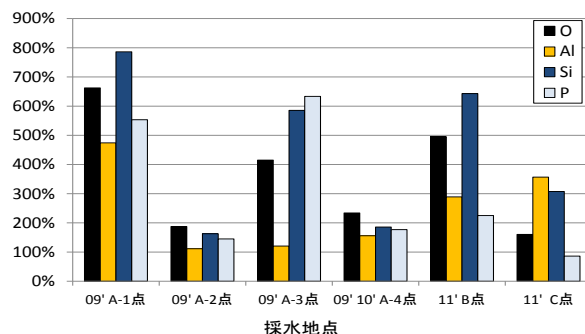


図3 基準点に対する老朽管のO, Al, Si, P成分の増減割合

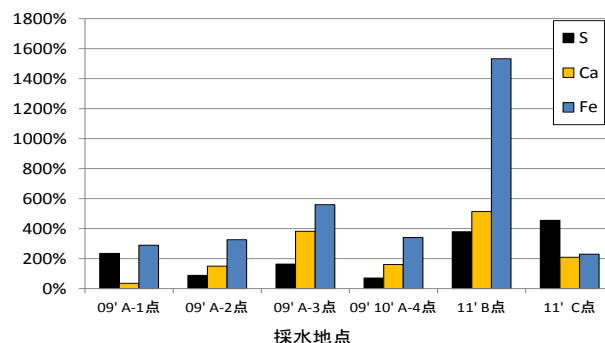


図4 基準点に対する老朽管のS, Ca, Fe成分の増減割合

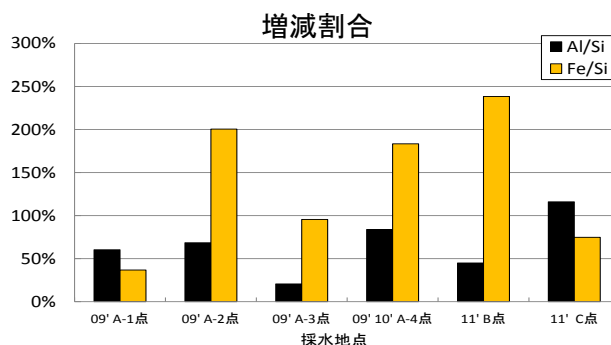


図5 各採水地点別でのFe/Si, Al/Si値

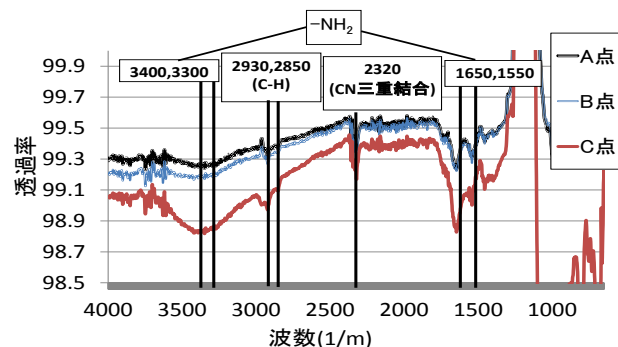


図6 2011年11月29日採水分IRスペクトル

参考文献

- 1) 篠原雄斗: 膜ろ過及びXRFとFT-IR分析を用いた配水管内の水道挙動に関する調査, 土木学会関東支部第37回関東支部技術研究発表会, 2010年
- 2) 浅野光: 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, 土木学会関東支部第38回関東支部技術研究発表会, 2011年
- 3) 新津隆士: 10年使える有機スペクトル解析, 三共出版, p95-p104, 2005.4