

配水管路網における管路の老朽化診断に関する研究

武蔵工業大学 学生会員 ○吉田 雅之
武蔵工業大学 正会員 長岡 裕

1.はじめに

日本の水道は、普及率が97%を超えており、国民の健康、快適な生活を維持する上で必要不可欠な施設であるとともに、日本経済の基盤として重要な役割を果たしている。このような状況のもと、水道は環境保全を考慮しつつ、安全・安心な水を持続的に安定供給していくことが必要不可欠であり、適切な施設の更新や維持管理が強く求められている¹⁾。

また、老朽管路の更新の遅れに伴い、腐食による漏水や破損事故の多発、赤水等の水質障害発生が増加が危惧されていることから、適切な診断・評価に基づいて予防保全措置としての管路更新への取り組みが急務である²⁾。

本研究では配水管路網内の水道水中に含まれる濁質に着目し、老朽化が見られる配水管前後の給水栓から採水した少量の水道水をガラス繊維膜及びセルロース膜を用いて吸引ろ過し、膜表面の堆積物を、蛍光 X 線分析(XRF)を用い分析し、簡易にかつ多くの濁質に関する量と質のデータを取得し、管路の老朽度の診断について検討する。

2.調査方法

2.1.調査地域及び調査日時

調査地域は関東 A 市の 4 地区で、老朽管の前後における公園等の蛇口などの給水栓から行った。調査地点はそれぞれ A-1,2,3,4 とする。配水管の概要は表-1 に示す。調査は 2008 年 11 月、12 月に行った。

表-1 各配水管網概要

場所	管種	敷設年度(年)	口径(mm)	管路延長(m)
A-1	铸铁管	不明	150	27
A-2	铸铁管	不明	100	66
A-3	铸铁管	不明	100	80
A-4	铸铁管	S41	200	1050

2.2.採水方法

採水は公園等にある蛇口などの給水栓から行った。給水栓からのサンプリングは採水前に蛇口から水を 1 分間出し蛇口付近の付着物を取り除き、採水を行った。採水した水はペットボトル(500ml)にいれ、研究室に持ち帰り、冷蔵庫に入れて保管する。

2.2. 分析方法

ろ過には吸引ろ過装置を用い、ろ紙はガラス繊維膜(孔径 $0.50 \mu\text{m}$)とセルロース膜(孔径 $0.45 \mu\text{m}$)を使用した。通水量は 500ml とし、ろ過面積を調整するために直径 5mm の穴を開けたシリコンゴム板を中間材として使用した。堆積物は蛍光 X 線分析(X-ray fluorescence : XRF) で定性分析を行った。ろ過後に精製水をろ過して、膜と堆積物合計のろ過抵抗膜を測定し、膜のみのろ過抵抗を減ずることによって、堆積物のろ過抵抗を求めた。

2.3. 計算方法

2.3.1. 濁質濃度

ろ過抵抗と定性分析で得られた含有率を基に、水道水中の濁質濃度に関する指標 αC を定義した。

$$M \cdot \alpha = R_c \quad (1)$$

$$\alpha C = \alpha (A \cdot M) / V \quad (2)$$

M : 単位面積あたりの質量 [kg/m^2] , α : 比抵抗(ここでは $10^{12} \text{m}/\text{kg}$ と仮定) , C : 濁質濃度 [mg/L] , R_c : ケーク層のろ過抵抗 [$1/\text{m}$] , V : ろ過体積 [m^3] , A : ろ過面積 [m^2]

2.3.2. ガラス繊維膜を用いた濁質の含有率計算

ガラス繊維膜の成分とろ過後の含有率から、ろ過後の濁質成分の含有率を算出した。本研究ではガラス繊維膜に含まれるナトリウムとカリウムの含有率をそれぞれ 0.0428, 0.0350 とする。濁質の含有率計算はこれらの値を使用する。

$$X_i = X \times \frac{Na_{bl} + K_{bl}}{Na' + K'} \quad (3)$$

キーワード 配水管 老朽管 水道水 濁質 XRF

連絡先 〒158-8577 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 武蔵工業大学 TEL03-3703-3111 (内線 3257)

$$Y_i = \frac{X_i}{\sum X_i} - X_{bl} \quad (4)$$

X_i : 各元素の増加率, X : ろ過後の各元素の含有率,
 Na_{bl} : ガラス繊維膜中の Na の含有率, K_{bl} : ガラス繊維膜中の K の含有率, Na' : ろ過後の Na の含有率,
 K' : ろ過後の K の含有率, Y_i : 濁質成分における含有率, X_{bl} : ガラス繊維膜中の各元素の含有率

3.分析結果

3.1. 流下距離と濁質濃度の関係

図-1 はセルロース膜における流下距離と濁質濃度の関係を表した図である。距離は上流部での採水地点を基準に計測した。全体的に流下距離が増加するにつれて、濁質濃度も増加する傾向にあることがわかる。このことより、老朽化がみられる区間を流下した地点でのサンプルの濁質濃度は流下前に比べて増加することがわかる。

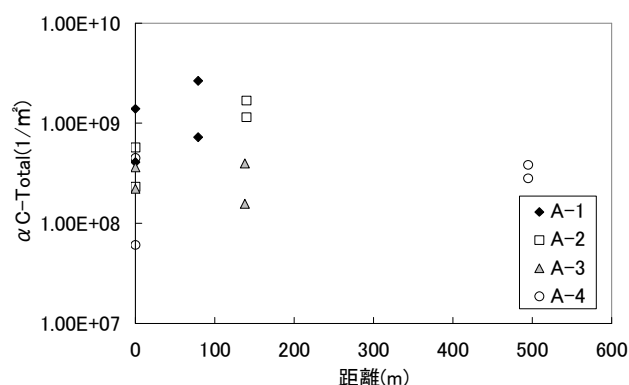


図-1 流下距離と濁質濃度の関係(セルロース膜)

3.2. ガラス繊維膜の分析結果

図-2 はガラス繊維膜を用いて捕集した濁質中の元素組成と濁質濃度との関係を示したものである。図-2 よりガラス繊維膜で捕集された濁質の主成分は O, Si であった。図より濁質濃度が上昇するにつれ C, Fe の含有が見られることがわかる。

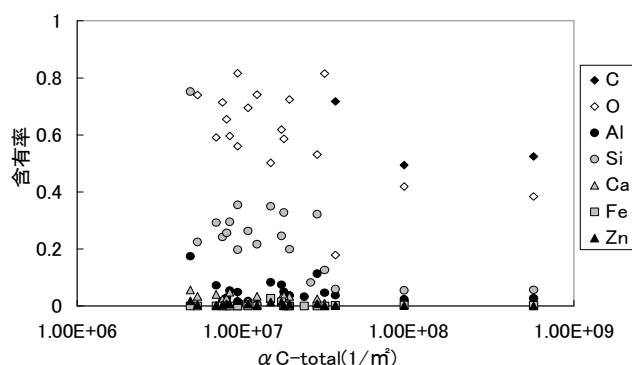


図-2 ガラス繊維膜を用いて捕集した濁質中の元素組成と濁質濃度との関係

3.3. セルロース膜の分析結果

図-3 はセルロース膜を用いて捕集した濁質中の元素組成と濁質濃度との関係を示したものである。ろ過に使用したセルロース膜自体に C と O が含まれるため、分析結果からは C と O は除外して計算してある。図-3 より、セルロース膜で捕集された濁質の主成分は Al と Si であった。また濁質濃度が上昇するにつれ、Si と Fe の含有率が増加し、Al の含有率が減少することがわかる。

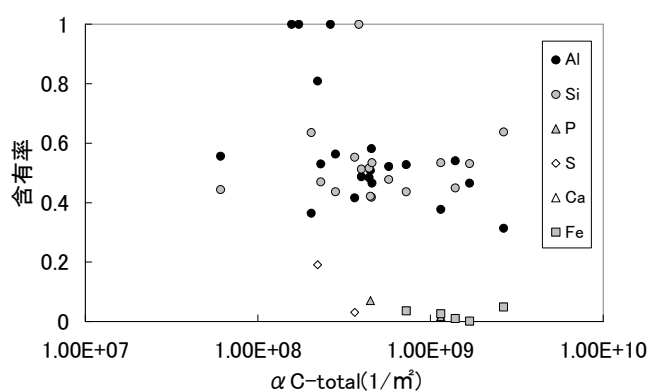


図-3 セルロース膜を用いて捕集した濁質中の元素組成と濁質濃度との関係

4. まとめ

ガラス繊維膜の分析結果からは C, Fe の含有が管路の老朽化診断の指標と考えられ、セルロース膜での分析結果からは Si, Fe の含有率の上昇が管路の老朽化の指標として考えられる。

給水栓からの調査では、使用頻度や給水栓の環境により給水栓自体に付着している濁質なども分析結果に影響していると考えられることから、今後の調査では給水栓の使用状況なども考慮していく必要があると考えられる。

5. 参考文献

- 1) 水道ビジョン (平成 20 年 7 月改訂) 厚生労働省健康局
- 2) 財団法人 水道技術研究センター:水資源の有効利用に資するシステムの構築に関する研究 (Epoch プロジェクト) 報告書:平成 17 年 3 月