

R1019

化学分析による水道管の老朽化診断手法の開発

Development of aging diagnosis for water pipe system
by water quality measurement in supplied water見島 伊織^a, 石渡 恭之^b, 宇津野 典彦^b, 藤田 昌史^c, 片山 真祥^d
Iori Mishima^a, Yoshiyuki Ishiwatari^b, Norihiko Utsuno^b, Masafumi Fujita^c, Misaki Katayama^d^a 埼玉県環境科学国際センター, ^b 茨城県工業技術センター,
^c 茨城大学, ^d 立命館大学 SR センター^a Center for Environmental Science in Saitama, ^c Industrial Technology Institute of Ibaraki Prefecture,
^c Department of Urban and Civil Engineering, Ibaraki University, ^d The SR Center, Ritsumeikan University

老朽化した水道管の更新が急務の課題である。水道管の更新計画はその老朽度合い行われるべきであり、水道管ネットワークの老朽化状況を定量的に把握する手法が求められている。老朽化した水道管からは金属酸化物が検出されることが多い。よって、その主な構成成分である Fe に着目し、水道管中の懸濁態 Fe の K 吸収端 XANES 測定を行い、Fe の酸化数を検討した。異なる水道管では、Fe の酸化状態に違いが見られており、XANES 測定を行うことで水道管の老朽化に関する情報を得られる可能性があることが示された。

It is necessary to implement the replacement of water pipes against the aging. Therefore, the replacement schedule should be planned based on the stage of aging and the development of screening method to detect aging pipes is strongly required. The metal oxide is often detected from old water pipes. As Fe was the main architectural component, K-edge XANES measurements of Fe were performed. The difference in oxidation number of Fe was found among the water pipes. It was shown that there was a possibility that information on water pipes aging was obtained by measuring XANES.

Keywords: iron oxide, Fe K-XANES, water pipe

背景と研究目的: 近年、老朽化した水道管の更新や耐震化が求められているが、地方の水道事業体では必ずしも水道管の材質や敷設年数など、更新を計画的に進めるための情報が揃っていない状況にある。そのため、漏水してから更新するという後追いの対応がとられている例が多い。したがって、水道管ネットワークの老朽化状況を定量的に把握する手法が求められている。

一方で、老朽化した水道管からは赤黄の金属酸化物が検出され、その主な構成成分は Fe であることが多い。これは、水道管の老朽化により水道管内部の Fe が酸化され、Fe(II)として水中に溶出し、その後さらに酸化され Fe(III)となるためであると考えられる。これらのことから、水道管中の懸濁態 Fe に着目し、K 吸収端 XANES 測定を行いことで Fe の酸化数を検討し、水道管内の Fe の酸化数の相違について考察した。

実験: 茨城県日立市内の浄水場、配水池、

配水管などの水道水試料 (SampleA ~ SampleD) を直接採取した。その水試料 20L を 0.45 μ m の孔径のメンブレンフィルターでろ過し、懸濁物質をフィルター上に捕集した。

立命館大学 SR センター BL-3 にて、フィルター上の主要構成成分である Fe の K 吸収端 XANES 測定を行った。別途、Fe₂O₃ などの標準物質について同様の測定を行い、それぞれの結果を照らし合わせることで試料中の Fe の酸化状態を推定した。測定モードを水試料測定時は蛍光収量法、標準物質測定時は透過法とし、分光器は Si(220) を用いた。また、Fe は酸化しやすい物質であるため、水試料採取時の Fe の酸化状態を保持できるように、ろ過などの作業は迅速に行い、Fe を捕集したろ紙は試料を満たしたボトルに入れ試料水で水封することにより酸化を防いだ。XANES 測定時もフィルターを試料水で満たした状態を保つこととした。

結果、および、考察： 標準物質のK吸収端 XANES測定の結果をFig. 1 に示す。いずれの標準物質も 7110~7120eV付近で強度の急激

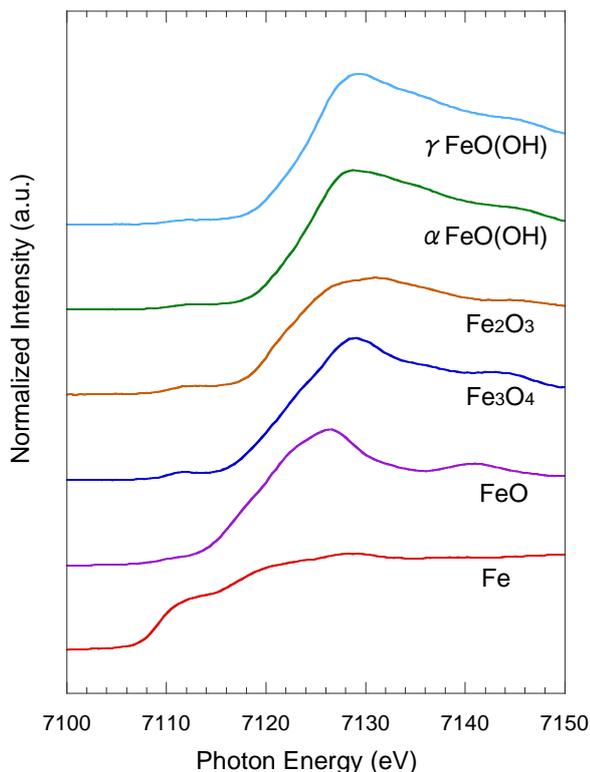


Fig. 1. Observed Fe K-edge XANES spectra of standard material.

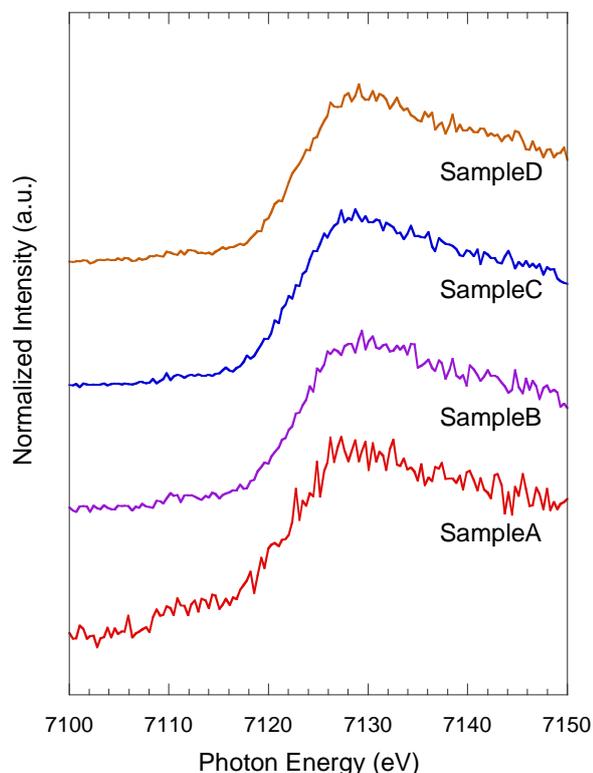


Fig. 2. Observed Fe K-edge XANES spectra of water sample.

な上昇がみられたが、Feの酸化数の低いものほど、低エネルギー側に強度の上昇位置があった。Feにおいては、明確なピークはなかったが、他の標準物質にはピークがあった。FeOおよびFe₃O₄では7145eV付近にも緩やかなピークが観察された。また、α FeO(OH)とγ FeO(OH)のスペクトル形状は酷似していることから、これらの判別は困難であると考えられた。また、Fe₃O₄はある程度、FeOとFe₂O₃のスペクトルで説明可能であった。

水試料のK吸収端XANES測定の結果はFig. 2 に示したとおりであり、標準物質に比べスペクトルにノイズが大きかった。これは、水試料中の懸濁態Fe濃度が0.01mg/L程度と低く、フィルター上に捕集したFe量が少なかったためであると考えられた。いずれのスペクトルも大きな違いはないが、吸収端位置およびスペクトルの形状に若干の差異が見られた。

実際の水試料には0価のFeを含有しているとは考えにくいいため、水試料中のFe形態をFe₃O₄、FeO(OH)で説明することとし、スペクトルのフィッティングによりその割合を求めた。

FeO(OH)の割合を計算し、別途ICP-AESで測定したFe濃度と合わせて考えると、FeO(OH)の量は、

SampleA < SampleB、SampleC < SampleD の関係にあり、流下方向にFeO(OH)の量が上昇しており、2価で溶出したFeが流下に伴ってFeO(OH)に酸化された可能性があった。このように異なる水道管では、Feの酸化状態に違いが見られており、XANES測定を行うことで水道管の老朽化に関する情報を得られる可能性があることが示された。

今後の課題： 今後、採取する試料量を増やし、フィルター上のFe捕集量を増加させることで、試料スペクトルのノイズを減少させ、綿密な解析を行う予定である。また、得られたFeの形態に関する情報と、他の金属や溶存酸素などの水質分析結果の情報、また敷設年などの水道管に関する情報などを総合し、多角的に統計解析を行うことで、Feの酸化状態と水道管老朽化の関係性を詳細に調べる予定である。

論文・学会等発表 (予定)

[1] Y. Ishiwatari, I. Mishima, N. Utsuno, M. Fujita, 4th IWA-ASPIRE Conference & Exhibition, 2011

[2] 見島伊織ほか, 第46回日本水環境学会年会, 2012