

発光バクテリアによるコンクリート製下水管きよの評価

福島工業高等専門学校 正会員 ○十亀 陽一郎
 福島工業高等専門学校 正会員 江本 久雄

1. はじめに

近年、わが国では高度経済成長期に建設された社会基盤施設の更新時期を一度に迎える。本研究で対象としている下水道施設においても同様の状況で、さらに、コンクリート製下水管きよは硫化水素による早期劣化も起こる。管きよが破損した場合は、地表部での道路陥没や下水道サービスの停止による市民生活への影響が考えられる。そのため、このような管きよの点検調査が重要であるが、点検方法^{1),2)}としては、カメラ調査を含む目視調査により行われる。しかしながら、この方法では、調査に非常に手間暇がかかり、その評価は専門技術者による判断が必要である。調査の状況としては、例えば、いわき市の場合総延長1,060kmのうち49km(約5%)といった状況である。他の市でも同様の状況である。

そこで、本研究では、下水管きよの評価方法として、深海魚メヒカリに共生している発光バクテリアの発光強度により下水を評価することで、コンクリート製管きよの評価につなげる方法を提案する。この方法により、簡便に評価でき下水管きよ網の劣化予測の精度が向上し、効率的・定量的な維持管理につなげることが期待できる。

2. 発光バクテリアの発光強度による評価の考え方

発光バクテリアの発光強度による評価の前提条件としては、硫化水素を主な劣化要因として仮定している。図-1に下水管きよの腐食概念³⁾と本研究の評価対象を示す。液相部の下水を採取し、発光バクテリア懸濁液と混和することで、生体に有害な物質(ここでは主に溶存硫化物を想定)を発光強度により総合的に評価する。液相部から生成された硫化水素によってコンクリート製下水管きよが劣化する。つまり、液相部を発光バクテリアの発光強度で評価することで、コンクリート製下水管きよの評価が可能となる。

また、ここで用いる発光バクテリアの発光強度が、生存に有害と考えられる液体と懸濁した場合に、影響を受けること^{4),5)}を確認している。コンクリートの評価としては、発光強度が大きい(明るい)ときは健全で、発光強度が小さい(暗い)ときは劣化の傾向にある。

評価手順としては、図-2に示すようにメヒカリを採取し、共生している発光バクテリアを採取する。それを培養し、評価したい下水を採取し、培養液と懸濁する。その後、発光強度計を用いて発光強度を計測する。最後に、この発光強度を用いてコンクリート製管きよの状態を評価する。

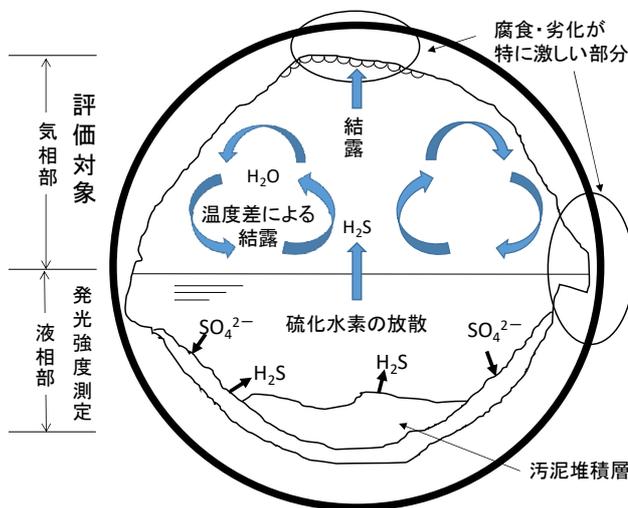


図-1 下水管きよの腐食概念と本研究の評価対象

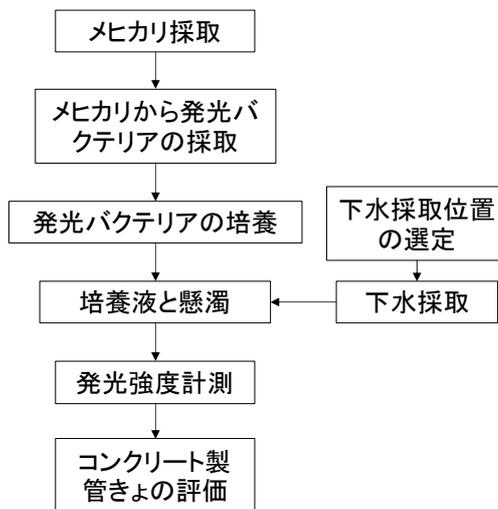


図-2 発光バクテリアによる評価手順

キーワード コンクリート製下水管きよ, 発光バクテリア, 発光強度, 評価, 維持管理

連絡先 〒970-8034 福島県いわき市平上荒川字長尾30 福島工業高等専門学校 TEL0246-46-0808(江本)

3. 下水採取および発光バクテリアによる評価結果

本研究では、下水を2017年5月29日から31日の3日間でいわき市内の駅前、住宅地、工業地帯から計18箇所から採取した。その採取方法を図-3に示す。効率的に採取するために、図-3中の手順2で使用する治具を作成した。また、採取箇所は事前に目視調査が実施された箇所で、採取時にもランク評価を行うためにカメラ撮影などを行った。ここで、ランク評価¹⁾は、管の腐食で構造上影響のある異常を評価したもので、ランクAは鉄筋露出、ランクBは骨材露出、ランクCはそれ以外の腐食となっている。目視調査の結果は、緊急度²⁾として評価されているために緊急度の定義と目視の結果からランク評価¹⁾に変換している。

管きよの目視によるランク評価と発光強度による評価結果を図-4に示す。なお、発光強度の評価は、相対評価となるためコントロールを基準とした値となる。

4. 考察

本調査では、17箇所において図-4から“ランクB”から“C”へ、さらに“劣化なし”と劣化の程度が軽くなるにつれて発光強度による評価も健全の傾向を示し、コンクリート製下水管きよの状態を概ね正しく表現できている。5月29日の1箇所のみが、外れ値を示している。ランク算出方法が緊急度からのランクの算出、駅前であるため使用環境の変化などのため、採取した下水との相関がずれたと推察する。

5. まとめ

本研究で得られた成果を以下にまとめる。

- 1) コンクリート製下水管きよの評価方法として、簡便に劣化状態を把握するために、発光バクテリアの発光強度によって評価する方法を提案した。
- 2) コンクリートの評価としては、発光バクテリアの発光強度が大きい（明るい）ときは健全で、発光強度が小さい（暗い）ときは劣化の傾向にある。
- 3) 下水採取を18箇所で行った結果、コンクリート製管きよのランク評価と発光強度による評価の傾向は同様の傾向を示した。

謝辞：本研究を遂行するにあたり、下水管きよの選定および採取にご協力いただきました「いわき市生活環境部生活排水対策室下水道事業課」の皆様、メヒカリの採集をして頂きました福島県水産試験場水産資源部の皆様、蛍光光度計を快く貸していただきました福島高専羽切正英先生に感謝の意を表します。また、本研究は、日本科学協会 平成29年度笹川科学研究助成(29-808)、公益信託 成茂動物科学振興基金、JSPS 科研費(16K18827)の研究助成のもと推進できましたことに感謝申し上げます。

参考文献

- 1)長谷川健司：下水道管路施設維持管理マニュアル-2007年版、(社)日本下水道管路管理業協会、2007。2)技術委員会：下水道管路施設改築・修繕に関するコンサルティング・マニュアル(案)、(社)管路診断コンサルタント協会、2016。3)須賀雄一：硫酸によるコンクリート腐食、いまさら訊けない下水道講座、地方共同法人 日本下水道事業団、No.49、2005。4)江本久雄、十亀陽一郎：発光バクテリアの発光強度による下水管評価方法に関する研究、土木情報学シンポジウム講演論文、pp.279-282、Vol.42、2017。5)十亀陽一郎、江本久雄：発光バクテリアを用いた下水水質評価と下水管きよ劣化評価へのアプローチ、土木学会東北支部技術研究発表会、VII-58、2018。



図-3 下水採取の手順と方法

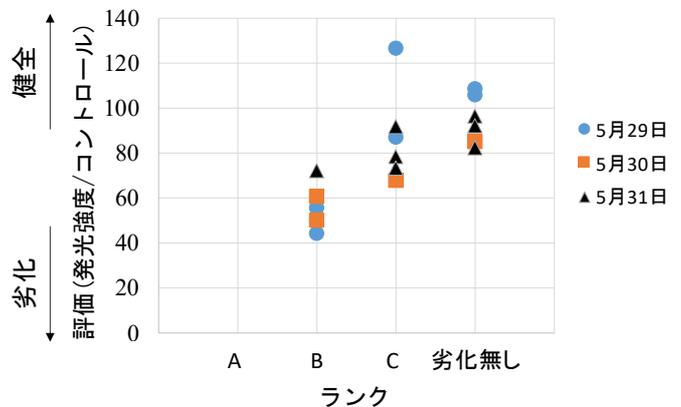


図-4 管きよのランク評価と発光バクテリアによる評価