



大学高専連携事業

応力発光体を用いたコンクリート構造物の損傷評価システムの開発

東京都立大学 中村 一史
修士 俣野 厚志

東京都立産業技術高等専門学校 宮川 睦巳
専攻科 吉開 俊平

研究背景と目的

2019年度の台風15号, 19号のような大規模化している台風が発生すると, 配電柱など膨大な数が敷設されている屋外コンクリート構造物が同時多発的に, 異常な外力に曝される. そのような構造物に対して, **災害後に短時間で健全性を把握することは, 都市機能を維持するうえで急務な課題となっている.**



しかしながら, 構造物ごとに累積外力の程度を, 災害直後に一挙に把握することは一般に困難である. **課題は, 受けた累積外力の程度を迅速・簡易に測定し, 構造物に加わるエネルギーと損傷(疲労の蓄積)の関係性を即時に評価できることである.**

本研究では, **応力発光体(以降, ML (Mechanoluminescence) と称す)およびCNN (Convolutional Neural Network) 技術を活用することで, 累積外力の程度を簡易に把握し, 損傷程度を迅速に評価できるシステムを構築する.** すなわち, 弾性域から破壊時に至るまでMLの発光現象をリアルタイムに遠隔から把握するシステムを構築し, 膨大な数が敷設されている実コンクリート構造物のレジリエンス強化に資する健全性評価法を提案する. 前年度の成果として, 企業との共同研究により, CNN技術を用いた画像処理技術による損傷度評価システムが稼働している. このシステムを用いて, 2021年度から電力中央研究所との共同実験を予定している.

ML技術とは

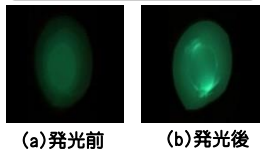


図1. MLを塗布した紙コップを潰したときの発光現象

MLは外部からの力により発光する光機能材料であり, 本研究では, 欠陥制御型ユーロピウム賦活アルミン酸ストロンチウム $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}$ (SAOE) 粉体に着目する. この応力発光スペクトルは520[nm]付近, 発光色は可視光で緑色, 最大輝度が約10[cd/m²] 得られる. これは, およそ蛍の光よりやや強い発光となる. **ML発光による輝度分布は必ずみエネルギー分布と相関関係があることが既往の研究で確認されている.**

独創的な点および期待される成果

AI技術とML技術を駆使して, **構造物を広域かつ簡易的にモニタリングすることができ, 構造物の損傷度と健全性を評価する. これによりインフラ設備の長寿命化やLCC(Life Cycle Cost)抑制に貢献する.**



研究概要

コンクリート構造物の破壊メカニズムの解明

図2に示すように, 不均質な岩盤やコンクリート供試体にMLを塗布し, 図3に示す初期段階の破壊から, 最終的な破壊にいたるまでの累積蓄光量(エネルギー)と損傷(疲労の蓄積)の関係性から破壊のメカニズムを解明する.

CNN技術による損傷箇所および損傷度評価

図4に示すように, CNN技術を用いて, モニタリングによる破壊発光をリアルタイムに収集し, 広域, かつ簡易的に損傷箇所の特定制および損傷評価システムの確立と検証実験を行う.

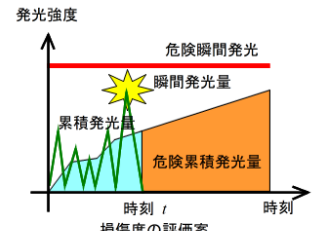
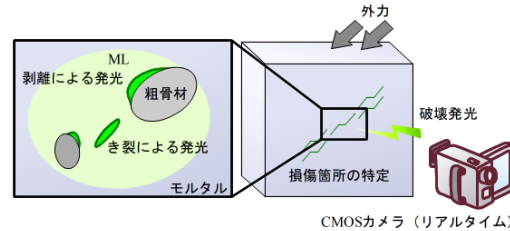


図2. MLを塗布コンクリート構造物の破壊発光の取得

図3. 時間経過による累積発光量および瞬間発光量による損傷度評価

2021年度研究目標

1. 破壊実験と損傷度評価: 開発コンクリート供試体にMLを塗布し, 初期段階の破壊から, 最終的な破壊にいたるまでの累積蓄光量と損傷(疲労の蓄積)の関係性から健全性を定量的に評価する.
2. CFシート接着を用いた鋼橋の疲労き裂, 断面欠損部の接着補修による健全性評価を行う.
3. 電力中央研究所(電中研)が共同研究に加わり, インフラ設備に関する健全性評価法の検討を開始する.

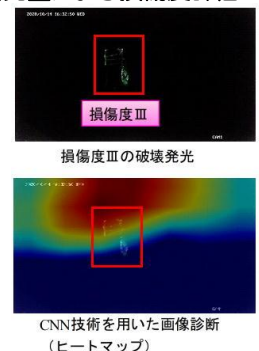


図4. コンクリート供試体の破壊発光とCNN技術による損傷度評価