

# レーザー誘起ブレイクダウン分光によるコンクリート含有塩分計測—塩素濃度測定之感度評価—

## 背景

コンクリート構造物の耐荷性能は、外部から浸入する塩化物イオンを原因とする鉄筋の腐食により低下するため、塩素 (Cl) 濃度の定量測定は構造物の寿命を知る上で重要である。Cl濃度は従来、構造物から抜き取ったサンプルの化学分析によって測定されているが、測定に長時間を要することから、現場でCl濃度が計測可能な測定技術の開発が望まれている。レーザー誘起ブレイクダウン分光 (Laser Induced Breakdown Spectroscopy : LIBS) は、レーザー光を測定対象物に集光することによりプラズマを発生させ、そのプラズマからの発光を分光することにより、測定対象物に含有されている元素の種類および濃度を測定する技術であり、現場において遠隔かつリアルタイムでの計測が可能である。

## 目的

塩分含有コンクリート試験体を微粒子化してプレスしたサンプルを用い、LIBSによるコンクリート含有Cl濃度計測の測定感度を明らかにする。

## 主な成果

シングルパルスおよびダブルパルスレーザー光\*<sup>1</sup>を用いたLIBSにより、プレスサンプルからのCl発光を計測し、以下の結果を得た (図1、2)。

### 1. 受光遅延時間制御による測定感度の向上

レーザー照射と受光の遅延時間を制御することにより、レーザー照射直後の白色光ノイズを低減し、Cl発光 (波長837.59nm) の測定感度を向上した。これにより、Cl濃度が0.18kg/m<sup>3</sup>においてもCl発光強度をS/N比2以上で測定することに成功した。この結果より、本測定技術は鉄筋の腐食が開始するとされるコンクリート中のCl濃度0.6kg/m<sup>3</sup>\*<sup>2</sup>を検出可能である (図3)。

### 2. 定量計測の可能性とダブルパルスによる発光強度の増加

Cl濃度とCl発光強度の間に線形の関係が得られた。これにより、コンクリート含有Cl濃度の定量計測の可能性が示された。また、ダブルパルス計測において、二つのレーザー光の照射遅延時間を制御することにより、Cl発光強度を2倍に増加させることに成功した (図4)。

## 今後の展開

コンクリートの試験体を用いて、LIBSによるコンクリート含有塩分計測の実用性を明らかにする。

主担当者 電力技術研究所 高エネルギー領域 上席研究員 藤井 隆

関連報告書 「レーザー誘起ブレイクダウン分光によるコンクリート含有塩分計測—プレスサンプルを用いたCl濃度測定之感度評価—」電力中央研究所報告：H07012 (2008年7月)

\*1：今回の実験では、Nd:YAGレーザーの第2高調波 (波長532nm) を用いた。

\*2：日本建築学会において、「鉄筋位置におけるコンクリート中の塩化物イオン量が0.6kg/m<sup>3</sup>を超えたとき、鉄筋は腐食し始めるものとする」と定められている。

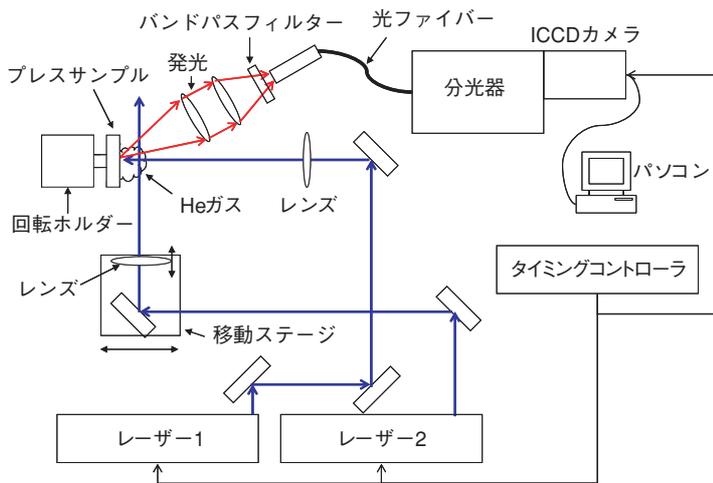


図1 LIBS計測実験系

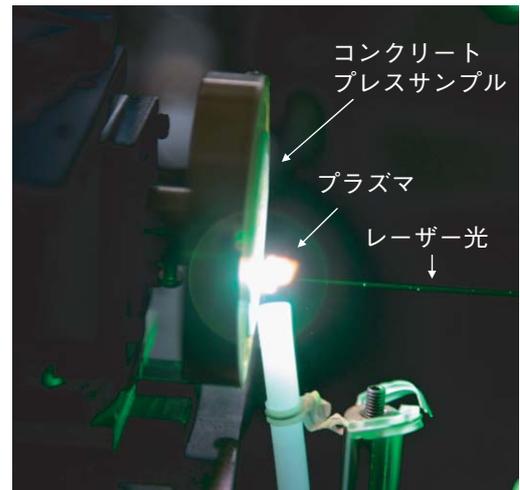


図2 プレスサンプル上のプラズマ生成

サンプルにレーザー光を照射した際に生成されるプラズマ中のCl発光を測定する。シングルパルス計測ではレーザー1のみ、ダブルパルス計測ではレーザー1とレーザー2を用いる。レーザー1でプラズマを生成し、レーザー2でプラズマ中の原子やイオンを再励起または再加熱する。

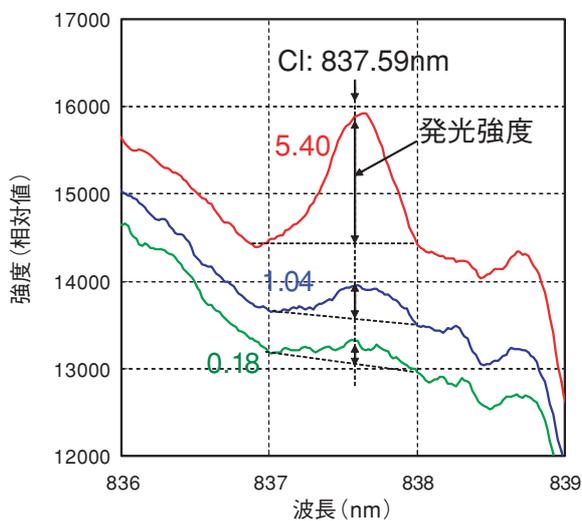


図3 Cl発光スペクトルのCl濃度依存性

シングルパルス計測における500ショット積算および5点移動平均。図中の数字はCl濃度 (kg/m³)。

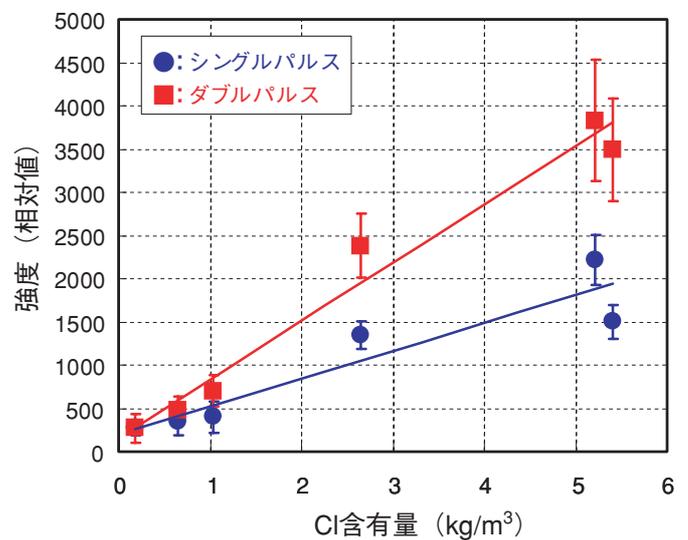


図4 Cl発光強度のCl濃度依存性

シングルパルス計測、ダブルパルス計測の双方において線形の関係が確認された。