

レーザー逆コンプトンγ線によるコンクリートの透過画像の撮影

東京大学生産技術研究所 正会員 ○金田 尚志
 (独)産業技術総合研究所 豊川 弘之
 東京大学生産技術研究所 フェロー 魚本 健人

1. はじめに

耐震強度偽造問題やアンカーボルト用の穴をドリルで開ける際に主鉄筋を切断してしまう施工ミスが表面化し、非破壊でコンクリート内部の配筋状況を確認する手法が望まれている。コンクリート構造物内部の調査・診断に各種非破壊検査手法が用いられているが、現在用いられている手法では、その測定範囲や精度等に制限があり、正確に内部の情報を得ることが難しいのが現状である。レーザー逆コンプトンγ線は、高い透過力と準単色、高指向性という利点があり、コンクリート内部の配筋状態や欠陥部の検出を行うのに有効なツールである。既往の研究で、小型コンクリートブロック供試体を用いて、配筋状況ならびに0.2mm幅以上のひび割れ検出に成功している¹⁾。そこで、レーザー逆コンプトンγ線の透過力を確認するために、コンクリート厚の異なる供試体を作製し、透過画像を撮影した。

2. レーザー逆コンプトンγ線 CTシステムの導入

レーザー逆コンプトンγ線はレーザーと電子の衝突(コンプトン散乱)により発生する²⁾。図-1のように加速させた電子にレーザーを照射すると、照射と逆方向に高エネルギーγ線が発生する。レーザー逆コンプトンγ線は従来のX線と比較し、以下のような利点がある。

- ①透過力の高い準単色線源
- ②吸収硬化によるカップング硬化がみられない
- ③指向性・密度分解能が高い

図-2はレーザー逆コンプトンγ線と通常の制動放射X線のエネルギースペクトルを示したものである。制動放射X線と比較し、エネルギーが高いことが確認できる。レーザー逆コンプトンγ線の導入により、従来技術では見えなかったもの(見えにくかったもの)を鮮明に見ることができるようになる。産業技術総合研究所では図-3に示すCTシステムを開発し、運用している。リニアックで発生させた電子を電子蓄積リング”TERAS³⁾”に入射・蓄積する。蓄積完了後、ビームラインシャッターを開口し、加速させた電子にレーザービームを照射すると、レーザーの逆方向にγ線が発生する。コリメータでビーム径を絞りCTステージ上の測定

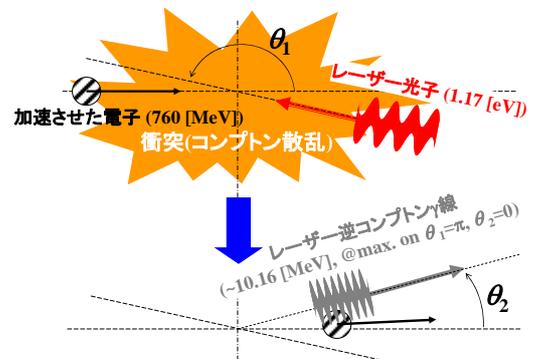


図-1 レーザー逆コンプトンγ線の発生原理

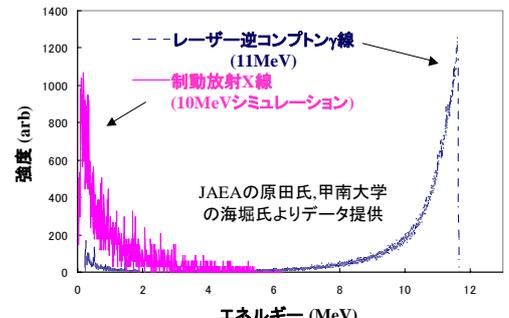


図-2 レーザー逆コンプトンγ線のエネルギースペクトル

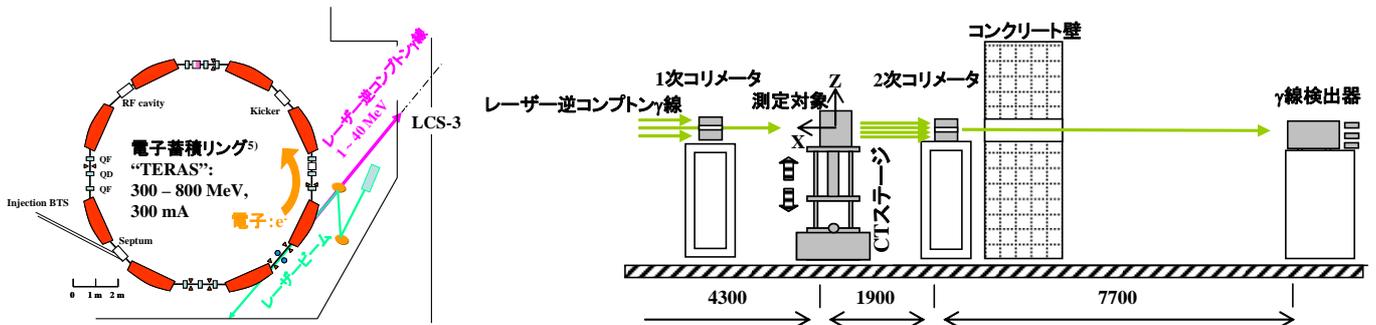


図-3 レーザー逆コンプトンγ線 CTシステム(産業技術総合研究所)

キーワード 非破壊検査, レーザー逆コンプトンγ線, 透過画像
 連絡先 〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1 東京大学生産技術研究所 都市基盤安全工学国際研究センター TEL 03-5452-6472

対象を透過したビームを γ 線検出器で検出する。コンピュータで処理を行った後、透過画像を得る。

3. 実験概要

図-4 のように、軸方向筋と横方向筋を配置した供試体を作製した。レーザー逆コンプトン γ 線そのものは、厚さ 1.5m 以上のコンクリートを透過する十分なエネルギーを有しているが、CT ステージのキャパシティの都合上、本実験では供試体サイズが制限されている。

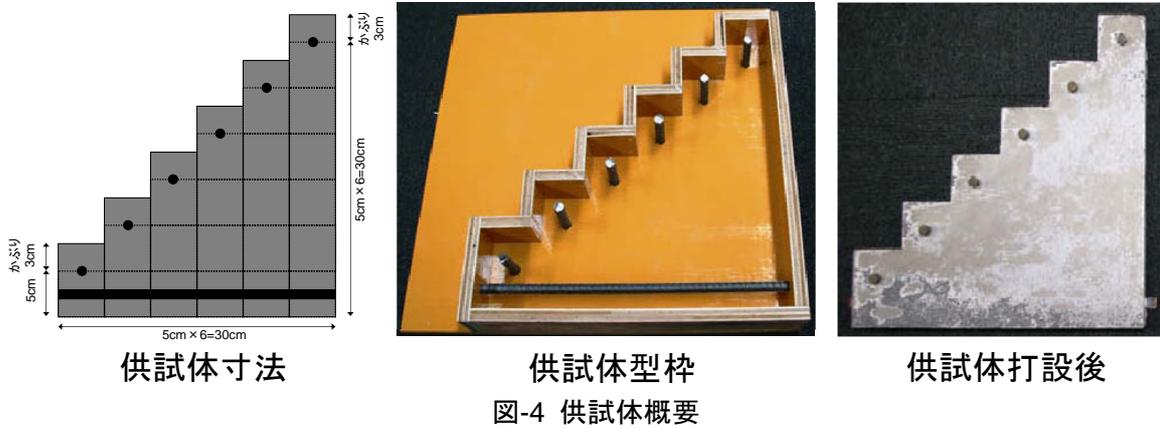


図-4 供試体概要

供試体をステージに載せ図-5 の矢印の方向で透過画像を撮影した(ステージの稼動域の都合上、点線の左側と右側で別々に撮影している)。コンクリート厚が 330mm と厚い場合でも、鉄筋像が得られている。一般に用いられている X 線発生装置でこの厚さのコンクリートの透過画像を撮影する場合、コントラストをつけるためには 10 分以上の照射時間が必要であるが、今回の実験条件では、スキャン時間が 2mm/秒と 1mm² あたり 0.5 秒の照射時間でこのようなコントラストを得ることができ、高い透過力が確認できる。

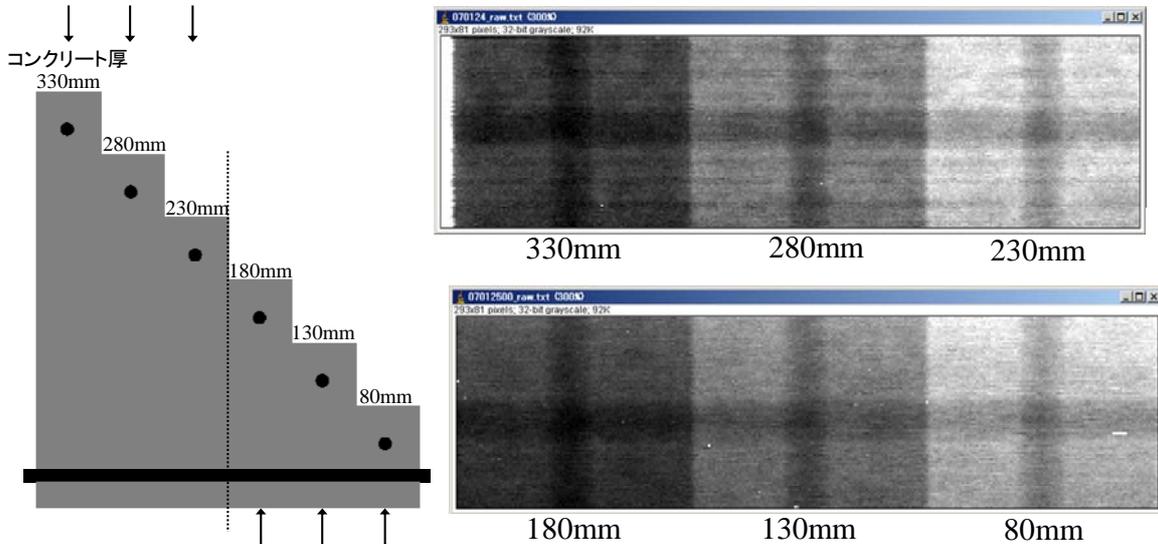


図-5 透過画像の撮影

4. まとめ

レーザー逆コンプトン γ 線を用いてコンクリート供試体の透過画像の撮影を行った。コンクリート厚が厚い場合でも、短時間で透過画像が得られることが確認された。本技術の実構造物への適用は、先の話となるが、この技術が活かされれば、コンクリート構造物のみならず、各種プラント、産業製品の検査に有効と考える。

参考文献

- 1) 金田尚志・豊川弘之・魚本健人:レーザー逆コンプトン γ 線によるコンクリートのラジオグラフィ, 第 9 回新素材及びその製品の非破壊評価シンポジウム論文集, 日本非破壊検査協会, pp.61-66, 2007
- 2) R. H. Milburn:Phys. Rev. Lett. 10(3), pp.75-77, 1963
- 3) H. Ohgaki, H. Toyokawa, K. Kudo, N. Takeda, and T. Yamazaki:Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Res., A455, pp.54-59, 2000