

(別紙 1)

建設技術研究開発費補助金総合研究報告書概要版

研究課題名 = 高エネルギー可搬型X線橋梁その場透視検査の実用化
研究期間 (元号) = 平成 26 年度-平成 27 年度
代表者 (所属機関・職名) = 上坂 充 (東京大学・教授)
研究代表者 (所属機関・職名) = 上坂 充 (東京大学・教授)
分担研究者 (所属機関・職名) = 田辺 英二 (株式会社アキュセラ・代表取締役社長), 草野 謙一 (株式会社アキュセラ・研究員), 櫻井 栄男 (株式会社アクション・ジャパン・代表取締役社長), 石田 雅博 (国立研究開発法人土木研究所・上席研究員), 大島 義信 (国立研究開発法人土木研究所・主任研究員), 宇佐美 惣 (国立研究開発法人土木研究所・主任研究員)
補助金交付総額 (円) = 44,330 千円

研究・技術開発の目的 =

高エネルギー (950 keV、3.95 MeV) 可搬型 X バンド (9.3 GHz) 電子ライナック X 線源を使用し、RC 橋の直径 10 mm 以上の鉄ロッド・PC 橋のダクト中での 7 mm 鉄ワイヤを、実験室にて、部分角度 CT・Tomosynthesis・複数方向透視によって、1~2 mm の精度で形状判定できる技術を確立する。土木研究所にて実践試験を実施し、実際の橋梁現場でのセッティング・撤収の高速化、操作性の向上、その場データ分析・輸送・電源供給の技術も確立させる。

研究・技術開発の内容と成果 =

950 keV X 線源および 3.95 MeV X 線源を用いて、以下の研究目標を達成した。
(1)RC・PC 橋の直径 10 mm 以上の鉄筋について、950 keV X 線源と部分角度 CT・Tomosynthesis 解析手法を用いて、鉄筋径の減少を 1-2 mm、断面積比 1-2 % の精度で、30 分以内の測定・解析時間で判定する技術を確立した。
(2)PC 橋シース中の直径 7 mm の鉄ワイヤについて、3.95 MeV X 線源と部分角度 CT・Tomosynthesis 解析手法を用いて、鉄ワイヤ径の減少を 1-2 mm、断面積比 7-8 % の精度で、30 分以内の測定・解析時間で判定する技術を確立した。
(3)実際の橋梁現場でのセッティング・撤収の高速化のための技術を確立した。操作性の向上、その場データ分析・輸送・電源供給の技術も確立し、セッティング・撤収にそれぞれ 3 時間程度、実測定 2~3 日で 1 つの橋の検査と評価を完了することが可能となることを実証できた。X 線源に関しては、垂直下面方向照射などの機能を搭載させ、実際の橋梁現場での仕様が可能になるように改良を施した。

上記(1)~(3)によって、高精度な橋梁の検査技術および実際の橋梁現場での高速な試験技術を、実験室環境において確立することに成功した。今後は現場での適用と、検査技術としての実用化へ向けての取り組みが求められている。

研究成果の刊行に関する一覧表 =

[1] 特集・インフラ市場意趣争奪戦 (第 2 部ロボ・非破壊で限界突破)「研究室を飛び出す非破壊検査」, 浅野祐一、木村駿 (取材記事), 日経 BP 社 日経コンストラクション 平成 26 年 8 月号 P49~P51, 平成 26 年 8 月 25 日

- [2] Changheng Liu, Ryota Yano, Mitsuru Uesaka, Takeshi Fujiwara, and Katsuhiro Dobashi, "Backscattering X-ray System using 950 keV Linac for Non-destructive Inspection", The 2nd International Conference on Maintenance Science and Technology, ICMST-Kobe 2014, 平成 26 年 11 月 4 日
- [3] Mitsuru Uesaka, Katsuhiro Dobashi, Takeshi Fujiwara, Cuixiang Pei, Wenjing Wu, Joichi Kusano, Naoki Nakamura, Masashi Yamamoto, Eiji Tanabe, Seiji Ohya, Yukiya Hattori, Itaru Miura, Hidetaka Honma, Masahiro Ishida and Yoshitomi Kimura, "On-site nondestructive inspection by upgraded portable 950keV/3.95MeV X-band linac x-ray sources", IOP Publishing, Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics, Volume 47, Number 23, 平成 26 年 12 月 14 日
- [4]土橋克広, 上坂充, 藤原健, 『9.3GHz X バンドライナック非破壊検査装置の実用化』, 日本工業出版 検査技術, 平成 27 年 1 月号, 1-7 ページ
- [5]土橋克広, 上坂充, 藤原健, 『可搬型高エネルギーライナック X 線源による産業・社会インフラ診断原子力技術の新しい社会貢献』, 日本原子力学会誌, Vol.57, No.9, 604-607 ページ, 平成 27 年 9 月
- [6]三浦到, 上坂充, 草野譲一, 服部行也, 小野洋伸, 『X 線動画撮影技術による化学プラント装置内部流体の可視化』, 日本工業出版 検査技術, 9 月号, 32-36 ページ, 平成 27 年 9 月
- [7]上坂充, 橋本英子, 土橋克広, 藤原健, 草野譲一, 大矢清司, 三浦到, 大島義信, 石田雅博, 『可搬型 950 keV/3.95 MeV X バンド電子ライナック X 線源による産業/社会インフラ診断』, 日本加速器学会誌, Vol.12, No.3, 142-151, 平成 27 年 10 月

研究成果による知的財産権の出願・取得状況 = 該当なし

成果の実用化の見通し =

今後は、SIP プロジェクト「異分野融合によるイノベティブメンテナンス技術の開発(異分野融合によるイノベティブメンテナンス技術の開発)」(H26~30・内閣府)の中で、確立された技術を長野県妙高大橋での X 線透視検査に適用し、構造強度評価まで実施し、解体工法決定に貢献する。さらに実橋梁での試験実績を積み、特定検査手法として実用化させる見通しとしている。

950 keV X バンド(9.3 GHz)電子線形加速器 X 線源の産業インフラ非破壊検査について、東京大学・(株)アキュセラと共同開発・機器の最適化を行い、ここまで 9 回のオンサイト非破壊検査の実績がある。その非破壊検査応用について、(株)三菱化学が用途調査・探索・調整を行い、(株)日立パワーソリューションが非破壊検査を請け負って実施している。(株)関東技研が X 線源・検出器の駆動システムを製作している。上記の機器開発・最適化・市場開拓・非破壊検査の実施・実績の蓄積と改良に関する、東京大学東海キャンパスを中心としたコンソーシアムで出来上がっている。社会インフラの非破壊検査につき、X 線源開発・活用について上記のコンソーシアムに加え、土木研究所による橋梁構造健全性評価、(株)NEXCO 東日本・茨城県庁等地方自治体による用途調査・提供が行われている。

その他=無し