

可搬式 X 線検査システムの紹介

～テロ対策のためのセキュリティー機器の開発～

TMS 株式会社 代表取締役

小林 裕信 *Hironobu Kobayashi*

1. はじめに

現在、世界中でテロによる災害が発生している。近年、日本でも元首相の暗殺事件が発生しており、海外においても大統領選の最中に次期大統領候補者の暗殺未遂事件や、オリンピック開催中での高速鉄道の破壊行為など、世界中に衝撃が走る事件が多発している。このような状況の中、大規模テロや原子力発電所等の重要防護施設を意識したテロ対策が重要であり、かつ大規模施設や公共交通機関・ターミナル駅等の人の密集する場所でのテロ災害を未然に防止する手立てが必要となる。

弊社は、不審物等を迅速にかつ鮮明な画像により判断ができる「日本製の可搬式 X 線検査システム」を現場の運用環境に合わせてシステム製品化する機器開発・技術支援を実施している。本稿では、セキュリティー分野における「可搬式 X 線検査システム」及び可搬性を活かして産業分野・医療分野への応用を考慮した検査技術を紹介する。セキュリティー分野以外でも X 線検査システムとして新たな検査方法の事業化を検討する場合の参考になれば幸いである。

2. X 線検査とは

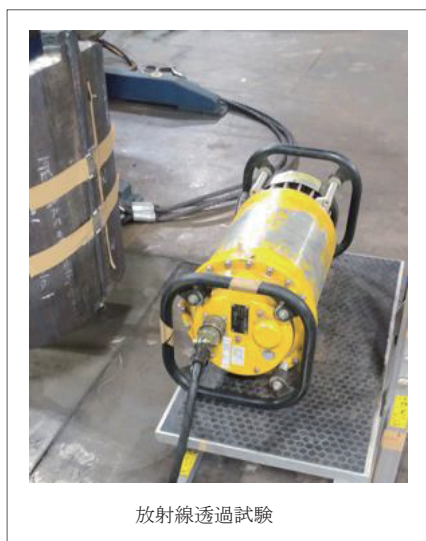
X 線を照射し、透過した X 線量を画像化することで測定対象の内部の状態を評価調査する検査方法で、一般的に医療ではレントゲ

ン検査と言われて馴染みがある。医療診断の他には空港での手荷物検査・工業製品や構造物の非破壊検査・美術品の鑑定などに幅広く用いられており、医療診断以外は X 線検査と呼ばれている。

(1) 市場における X 線検査機器の動向

日本において、X 線検査機器は X 線発生器（パルス式・連続式）、検出器（フィルム式・IP (Imaging Plate) 式・デジタル式）から構成され、取得された画像も従来のフィルム式の場合は専用の現像装置を必要とし、IP 式は現像しないものの専用のデータ読み取り装置が必要となる。また X 線の照射時間も長く検査結果の確認には30分～60分の時間を要することもある。近年の医療分野ではデジタル式の検出器が普及し、短時間診断が可能となってきている。また、セキュリティー分野・産業分野での X 線検査でもデジタル式検出器を採用した検査が広まりつつあるが、X 線を発生させる X 線発生器は一般的に可搬式と言われているものでも発生器本体が 20 kg～30 kg 程度で制御部及び AC 電源が必要（図1）となり、検出器がデジタル化され画像取得が簡素化されているにも関わらず、発生器が大型で質量が重い場合、特にセキュリティー分野における不審物検査には適していない。またセキュリティー分野や産業分野の非破壊検査では検査エリアが狭い場所も多く、可搬式の X 線発生器が採用されること

図1 既存の X 線発生器 (中央)



放射線透過試験

<https://atsuita.com/glossary/%E9%9D%9E%E7%A0%B4%E5%A3%8A%E8%A9%A6%E9%A8%93%EF%BC%88%E5%BC%89/>

が多いが、パルス式の X 線発生器は照射エネルギーが固定化されているものや照射エネルギー可変可能な機器もあるが、殆どが海外製である。(図2)

図2 海外における X 線爆発物検査装置 (MP-SEC)



<https://www.mp-sec.com/product/vidisco/>

図3 可搬式 X 線検査システム



検出器小タイプ

大型対象物分割撮影タイプ

3. 事業分野別 X 線検査への適応

(1) セキュリティ分野における不審物・爆発物検査

弊社は、従来の X 線検査システムを現場の運用環境に合わせてシステム製品化しており、可搬性と低線量照射による「運搬の簡便性、照射準備時間の低減、短時間での検査、低被ばく化」を実現した日本製のバッテリー駆動・ケーブルレスを特徴とした可搬式 X 線検査システムを開発している。(図3)

本装置は、不審物検査や爆発物検査用として普及してきており、既存の可搬式 X 線検査装置との違いは、現場の運用や環境に合わせた X 線発生器、検出器、画像処理装置であることである。

X 線照射を行う際には電離放射線障害防止規則 (第四十六条) (以下電離則という) に

より X 線作業主任者を専任させなければならない。また、電離則 (第十五条、第十八条) での照射エリアの規制等制約が非常に多く、X 線による不審物・爆発物検査を実施するためには準備時間の短縮と照射時の被ばく量の低減、遠隔操作による X 線照射検査が重要となる。

開発したシステムは、X 線発生器の質量は、バッテリー式で質量が約 3 kg 程度と一般的な X 線発生器の 1/10 程度であり、検査システム機器総質量でも約 6 kg と非常に小型・軽量である。X 線照射検査は、画像処理パソコン側から Wi-Fi による遠隔操作が可能であり、検出器画像も無線での受信が可能のため、オールバッテリー式でケーブルレス化を確立している。

但し、爆発物が無線電波により爆発する可能性もあるため、有線ケーブル接続にて遠隔で検査が可能となるようなシステム化もしている。また、X 線作業主任者を必要としない

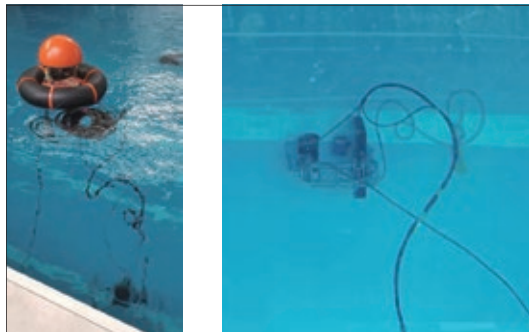
図4 X線作業主任者を必要としないX線検査装置



図5 リュック収納式X線検査システム



図6 水中におけるX線検査システム



X線発生器、検出器、画像処理装置を搭載した「トランク式X線検査装置」・「デリバリBOX式X線検査装置」(図4)も可搬式のX線検査装置として手荷物検査用に供給している。また装置からX線発生器、検出器、画像処理装置を取り外して不審物、爆発物の場所に持参して検査が可能な2WAY式を実現させている。現在は、「リュック収納式X線検査システム」(図5)を開発し、運搬時に両手を使わずにリュック(すべての機器を収納:総質量約9kg)を背負うことで運搬可能なX線検査システムを製品化し、セキュリ

ティー分野への展開を進めている。更には、X線検査は水中で行うことは困難とされてきたが小型・軽量機器であることから、耐水圧30m水深でも検査可能なシステムを開発している。(図6)

(2) 産業分野における配管溶接・腐食配管・部材検査

産業分野では、非破壊検査事業会社が全国で約600社以上あり、X線検査(放射線透過検査)を行っているが、労働安全衛生法・同施工令、労働安全衛生規則、電離則の規則の中で事業化している。溶接配管の検査においては、日本工業規格(JIS)Z3110:2017(溶接継手の放射線透過試験方法—デジタル検出器によるX線及びガンマ線撮影技術)に則って検査及び評価を実施する必要があり、従来からの一般的なX線発生器とフィルム式やIP式の検出器を採用している企業も多く、デジタル式検出器を採用して溶接部の検査を実施している企業は、まだ少ないようである。

弊社は、セキュリティー分野で培ってきた技術を活用し、産業分野向け可搬式X線検査システムの開発を進めている。被ばく線量の低減化のために照射エネルギーの低エネルギー化、線量低減化により鮮明画像を取得する制御+画像処理ソフトウェアを構築し、検査対象物の限界があるものの、一般の企業でも活用可能な「可搬式で小型・軽量かつ簡易に活用できるX線検査を可能としたシステム」を製品化している(図7)。

近年は、社会インフラ分野の鉄道機器設備保守・プラント配管保守・鋳物部材等のX線検査を進めており、小型・軽量である特徴を活かし検査対象物を回転させずに360°方向の検査が可能な回転式X線検査装置を鉄道関係会社に納入し、検査したい場所に運搬して検査できる製品化も進めている(図8)。また本装置は、手動で回転させて(6°毎)回転

動画の取得も可能である。

(3) 産業分野から在宅・災害用可搬式医療レントゲン装置への展開

近年の高齢化社会や自然災害が急増している状況の中で、2019年頃から世界的なコロナ感染による医療崩壊、訪問診療の

増加、医療設備が無い高齢者施設や自宅、更には災害・被災地で使用可能な可搬式の医療設備も重要な位置づけになりつつあるが、医療用レントゲン装置の可搬式も約80 kg程度と重く、AC電源が不可欠であり、特に災害現場では電源の確保困難な面もあり支障をきたしている。セキュリティ分野、産業分野の可搬式X線検査システムを可搬式医療用レントゲン装置として総質量10 kg以下を目指し、これまでの技術を在宅・高齢者施設での訪問診療や災害現場での迅速な診断が可能な小型・軽量の医療レントゲン装置の製品開発を医療レントゲン装置製造メーカーと連携し開発を進めている。

4. まとめ

今回、バッテリー駆動式の小型・軽量X線発生器とデジタル検出器を活用したX線検査システムを紹介した。従来からの一般的なX線発生器に比べ照射エネルギーは、60 kV~120 kVまでとしているため、検査対象物としてより厚い鉄材等の透過検査に限界

図7 産業分野 X線検査システム (配管溶接)



図8 回転式 X線検査装置システム



はあるが、X線照射時間もパルス式で最大1秒程度のため被ばく量も非常に少ない検査が可能であり、今後の非破壊でのX線検査の参考にして頂ければ幸いです。

こはやし 小生のぶ

東京電機大学 電子工学部卒業1983 (昭和58)。富士電機製造株式会社 (現富士電機株式会社) 入社、放射線測定装置開発従事。富士電機株式会社 (東京事業所) センター長就任、その後新事業として可搬式 X線検査装置を開発。定年退職を機に TMS 株式会社設立、セキュリティ分野・産業分野の新たな X線検査システムの製品化・事業化。2020年4月より静岡大学工学部電子工学研究所客員教授。