

コンテナ貨物大型 X 線検査装置

Large Container X-Ray Inspection Systems

高橋 光 幸	エネルギー・プラント事業本部エネルギーシステム事業部高エネルギーシステム部	課長
丸下 元 治	エネルギー・プラント事業本部エネルギーシステム事業部高エネルギーシステム部	課長
東 修	エネルギー・プラント事業本部エネルギーシステム事業部高エネルギーシステム部	課長
萬代 新 一	エネルギー・プラント事業本部エネルギーシステム事業部高エネルギーシステム部	課長

コンテナ貨物大型 X 線検査装置を 2002 年 2 月に大阪税関，神戸税関，2003 年 2 月には東京税関，名古屋税関，門司税関へ各々納入した．本装置は関税法に基づく輸出入貨物検査に使用するものであり，得られた X 線画像の解析情報から，コンテナ内などに隠匿された社会悪物品および申告外物品を発見し，摘発することを目的としている．コンテナを開披検査していた従来の方法に比べ，コンテナを丸ごと X 線によって透視できるため，効率的に検査することができる．本稿では本装置の概要について紹介する．

IHI installed large container X-ray inspection systems at the Osaka and Kobe customs in February 2002, and at Tokyo, Nagoya and Moji customs in February 2003. The system can inspect export and import cargoes according to the customs law. The purpose is to detect and expose illegal entrants as well as illegal and undeclared cargoes in the container and so on according to the analytic information of the X-ray image. The system can carry out more efficient inspection compared to the conventional open check of cargoes, because the system can acquire an image of the whole container diorama. The outline of the system is described.

1. 緒 言

輸出入貨物用コンテナ内のけん銃や覚せい剤など社会悪物品，また不正な輸出入申告物件などを摘発するための手段として，10 年ほど前から，コンテナを丸ごと自動的に検査する装置が欧米を中心に導入されてきた．我が国では，2001 年 3 月から財務省横浜税関で国内初の装置が稼働を開始し，コンテナ内に隠匿された密輸自動車が摘発されたことが新聞でも報じられた．その後，2002 年 3 月には，大阪税関，神戸税関で各 1 台，計 2 台が稼働を開始した．2003 年 3 月には，東京税関，名古屋税関，門司税関（博多）で各 1 台の計 3 台の装置が稼働している．2004 年には，さらに函館税関（苫小牧），東京税関（新潟），名古屋税関（清水），門司税関（北九州）でも検査装置の稼働が予定され国内で計 10 台となり，世界で最も多くの大型 X 線検査装置をもつことになる．当社は，1997 年以来，税関に 20 台以上の小型 X 線検査装置を納入した実績に基づき，これまでに東京税関，名古屋税関，大阪税関，神戸税関，門司税関の計 5 台の装置を納入している．

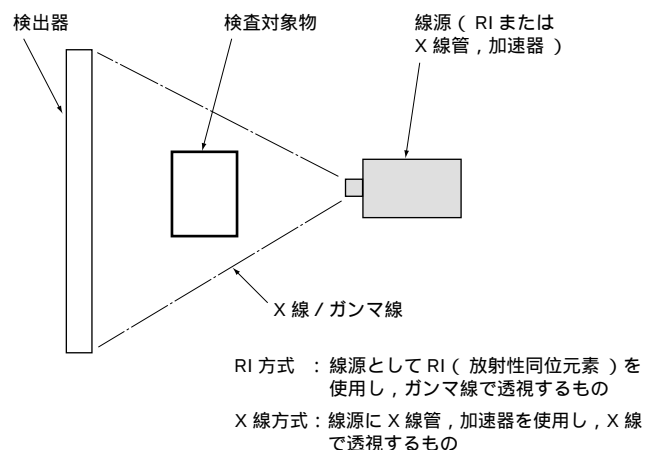
本稿では，当社の装置を中心としてコンテナ貨物大型 X 線検査装置⁽¹⁾の概要，特徴，現状，今後の展望について紹介する．

2. コンテナ貨物大型 X 線検査装置の概要

2.1 貨物用検査装置の種類と特徴

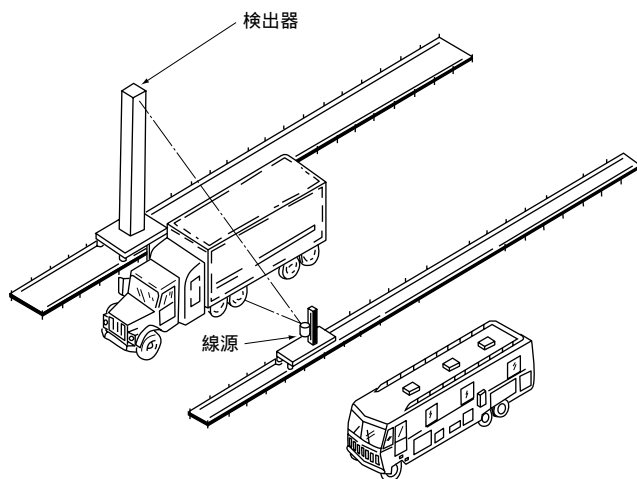
2.1.1 RI 方式と X 線方式

現在普及している貨物用検査装置には，大別して RI（放射性同位元素）方式と X 線方式がある（第 1 図）．RI 方式（第 2 図）は，線源として，セシウム 137，コバルト 60 などの RI を使用し，ガンマ線で検査対象物を透視する．X 線方式は，線源に X 線管または電子線型加速器を



第 1 図 RI 方式と X 線方式

Fig. 1 Radioisotope and X-ray inspection system



第 2 図 RI 方式構成図
Fig. 2 Configuration of radioisotope inspection system

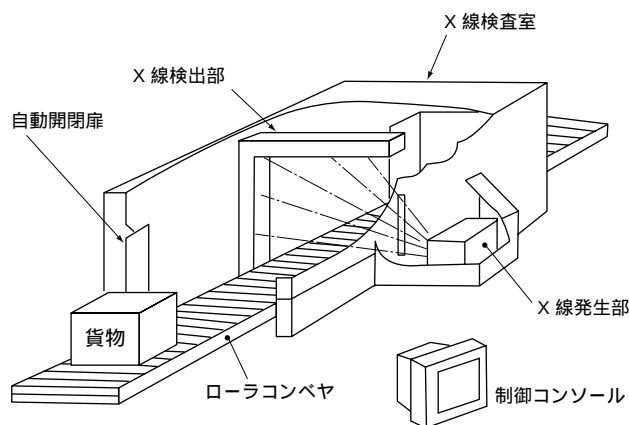
使用し、変換された X 線で透視する。RI 方式の特徴は、コスト的に安価であるが、線源エネルギーが 1 MeV (100 万電子ボルト) 前後に限定されていることから、透過能力が低い。線源に寿命がある。連続的に放射線を放出する。安全保管に注意が必要である、などの短所がある。一方、X 線方式は、エネルギーが可変で、特に線型加速器を用いる場合は、高エネルギーの X 線を使用できる。電源さえ切れれば X 線が停止する、という長所と、コスト的に高いという短所がある。

2.1.2 X 線方式の種類

X 線方式は、以下の 3 種類に分類される。

(1) 小型 X 線検査装置 (第 3 図)

エネルギー数百 eV (数百電子ボルト) の X 線を線源として用いる。エネルギーが低いため透過能力は低い。安価で、法律上特別な放射線取扱いが不要であるなどの長所がある。



第 3 図 小型 X 線検査装置外形図
Fig. 3 Outline of small X-ray inspection system

(2) 中型 X 線検査装置 (移動式、架設式) (第 4 図)

エネルギー 2.5 ~ 6 MeV (250 ~ 600 万電子ボルト) 程度の X 線を線源として用いる。エネルギーが比較的高いため、透過能力が優れる大型と比べるとコスト的、装置スペース的に優れるという特長がある。装置には全体で移動が可能な移動式および簡単な組立て、解体が可能な架設式の二つのタイプがある。移動式および架設式装置は、海外では実用化されているが、我が国では法律が整備されていないため使用できない。

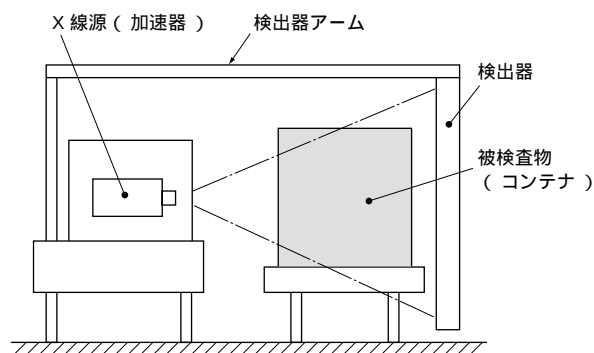
(3) 大型 X 線検査装置

エネルギー 9 MeV (900 万電子ボルト) 程度の X 線を線源として用いる。エネルギーが高いため、コンテナ丸ごとのような大きな検査対象物に対しても透過能力を発揮する。一方、装置および専用の建屋が大掛かりとなり、コスト的に不利となる。

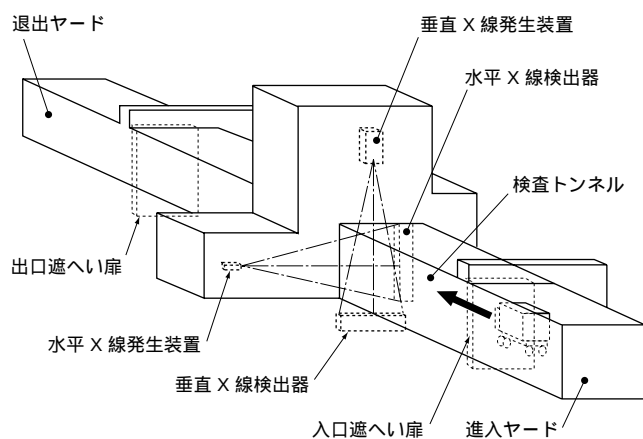
2.2 コンテナ貨物大型 X 線検査装置

2.2.1 装置概要

本装置は、X 線でコンテナ貨物の内部をトラックの荷台に搭載したまま検査する装置であり、船舶用の大型コンテナを開梱することなく検査できる。このことから、従来に比べ、検査時間が大幅に短縮され、物流の効率化・迅速化につながる。電子加速器から発生するエネルギー 9 MeV (9 百万電子ボルト) 程度の X 線で、水平および垂直の 2 方向から同時にコンテナ内部を透視し、画像処理装置で透視画像を処理し、画像の濃淡分布などを作画して異物の混入を検査する。X 線発生部は、放射線発生装置として文部科学省の許認可を必要とする高エネルギーの加速器であるため、1 m 以上の遮へいコンクリートに囲まれた建屋に収納されており、約 1.5 ~ 2 万 m² の敷地スペースを必要とされている。装置の構成は以下のとおりである (第 5 図)。



第 4 図 移動式 X 線検査装置概念図
Fig. 4 Basic concept of mobile X-ray inspection system



第 5 図 大型 X 線検査装置全体図
Fig. 5 Outline of large X-ray inspection system

(1) X 線検出装置

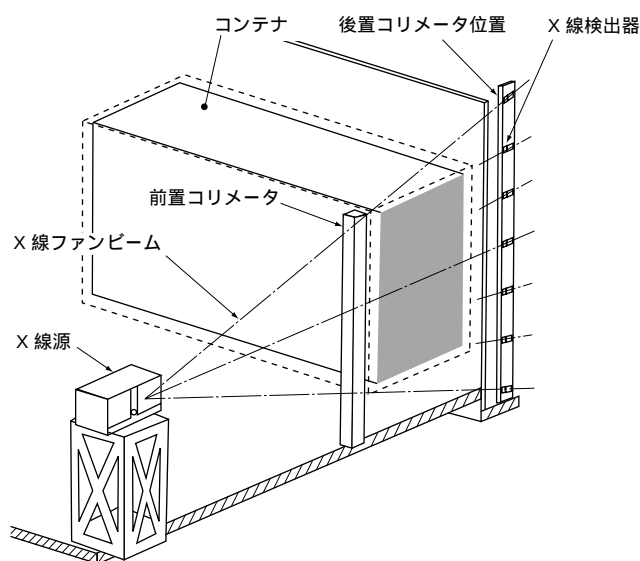
X 線を発生させる電子線型加速器, X 線の照射範囲を必要部分に限定するコリメータ, X 線を受光し, 画像データ処理するためのシンチレータを用いた X 線検出器から成る (第 6 図)。

(2) 中央制御装置, 画像データ処理システム

装置を安全に制御, 自動運転するための中央制御装置, X 線検出器で集積されたデータを配信, 表示するためのコンピュータ端末および検査予約, 輸出入手続き書類の検査業務全般のデータ処理を行うコンピュータ端末を含む画像データ処理システムから成る。

(3) 搬送装置

検査対象のコンテナ車両を X 線検査トンネル内を自動的に搬送させるシステムで 2 台の搬送台車などが



第 6 図 X 線検査概念図
Fig. 6 Basic concept of X-ray inspection

ら成る。

(4) 遮へい扉

コンテナ車両の出入口での X 線漏えいを防止するための遮へい扉。

(5) 建屋および付帯設備

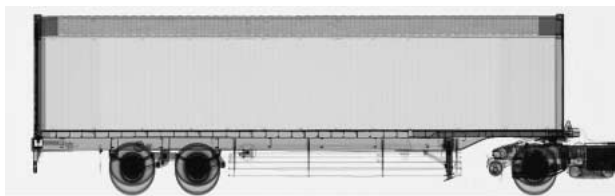
装置を収納する長さ約 100 m の X 線検査トンネル, 中央制御検査室, 検査担当官の居室および付帯機械設備・電気設備から成る。

2.2.2 X 線検査の流れ

コンテナ車両運転手は, 建屋進入ヤードに入り, 所定の場所で車両を停止させ, 下車する。地下部分に設置された搬送装置 (第 1 搬送台車) が, 車両前輪部分を持ち上げ, 入口遮へい扉が開いた後, X 線検査トンネル内を自動走行する (毎分 20 m 程度)。検査トンネル中央部で, 車両はいったん停止し, 第 1 搬送台車から開放される。第 1 搬送台車は, 次のコンテナ車両を迎えるために進入ヤードへ戻る。入口遮へい扉が閉まった後, コンテナ車両は, 検査トンネル中央部で, 第 2 搬送台車によって持ち上げられ, 退出ヤードに向かって自動走行を開始する。ほどなく, X 線発生装置からコンテナに X 線が照射され, 画像データを収集する。X 線照射が終了した後, 出口遮へい扉が開き, コンテナ車両は退出ヤードに移動する。コンテナ車両が退出ヤードの所定位置まで移動した後, 第 2 搬送台車は停止し, 出口遮へい扉が閉まる。第 2 搬送台車が, 退出ヤードに移動する間, 第 1 搬送台車は, 次の車両を検査トンネル中央部に搬送する。さらに進入ヤードでいったん下車した運転手は専用の通路を通して, 退出ヤードで待機する。出口遮へい扉が閉まった後, 車両に再び乗車し, 建屋外へと移動する。X 線検査結果が判明するまでは, 敷地内駐車場で待機する。1 台のコンテナ車両の X 線照射終了後, 中央制御検査室で, 検査官がコンピュータ端末で X 線画像データを分析し, 不正物品の有無を判断する。X 線検査画像例を第 7 図に示す。以上のサイクルを, 周期的に繰り返すことで, X 線検査業務が行われる。

2.3 税関向け装置

大阪税関, 神戸税関向けコンテナ貨物大型 X 線検査装置は 2002 年 3 月に稼動を開始した。また, 東京税関, 名古屋税関, 門司税関向けの同装置は 2003 年 2 月に納入し, 3 月に稼動を開始したところである。一例として東京税関コンテナ検査センターの概観を第 8 図に示す。



第 7 図 X 線検査画像例
Fig. 7 Example of X-ray inspection image



第 8 図 東京税関コンテナ検査センター
Fig. 8 Tokyo customs container examination center

3. 今後の展望と課題

現在、経済のグローバル化の進展に伴い、国内、国外を一体とした調達・生産・販売活動が広範に展開されてきており、国際物流分野におけるコスト削減、輸出入に要する時間の短縮などが緊急の課題であるとともに、麻薬など社会悪物品や盗難車両などの水際阻止という社会的要請も強まっている。したがって、空港、港における手荷物検査、貨物検査、大型貨物検査など総合的な検査体制の整備が、国際協調のもと必要となっている。

大型 X 線検査装置は、従来の小型検査装置、中型検査装置と、その適用範囲を補完し合うことで、これらのニーズに十分こたえることが可能である。大型 X 線検査装置は、コスト面、スペース面での改善を施すことで、その透過能力を生かし、潜在的需要を掘り起こすことが必要である。そのための改善策として、以下のことが考えられる。

(1) 高スループット化

検査の各工程時間を短縮することで、現状では 1 時間に 20 台の検査台数を増加させる。

(2) 省スペース

検査トンネル構造、車両待機スペースを三次元的に工夫することで、建屋、敷地スペースを削減する。

(3) X 線照射方式

現在の水平、垂直 2 方向に X 線照射を加えて、三次元的画像透視とする。

(4) 画像処理方式

1 台のコンテナの画像分析に、検査官が数分掛かっているが、画像処理方式のインテリジェント化で、時間を短縮する。

4. 結 言

今回、稼動を開始した東京税関、名古屋税関、門司税関向けコンテナ貨物大型 X 線検査装置を含め、国内では 6 台の同装置が稼動している。このうち 5 台を当社が納入し、X 線検査は順調に実施されている。この大型 X 線検査装置の製作に、社内外の多くの専門家の方々から指導を受けながら事前の技術検討や調整試験を実施し、短納期の厳しい条件のなかで無事に納入することができた。今後も納入した装置の保守メンテナンスを通じて税関の検査に貢献していきたいと考えている。

— 謝 辞 —

コンテナ貨物大型 X 線検査装置の製作に当たり、東京税関、名古屋税関、大阪税関、神戸税関、門司税関の関係各位から多くのご助言とご協力をいただきました。ここに記し感謝の意を表します。

参 考 文 献

- (1) 萬代新一：コンテナ貨物大型 X 線検査装置 放射線と産業 96 号 2002 年 pp.62 - 70