

# デジタル RT の概要と取り組み

## 1. はじめに

各種工業分野の製造プロセスの検査工程において、X線フィルムを使用するF-RT (Film-RT) が長年にわたり使用されてきた。F-RTにおける試験結果のデータは、フィルムを長期保存するため品質を維持しての保管管理が容易でなく、また現像時に発生する廃液処理も環境に少なからず影響を与えている。近年、デジタル技術および画像処理の目覚ましい進歩によりX線フィルムを用いないデジタルRT (Digital-RT、以下D-RTという) が、データの保管性や廃液処理(産業廃棄物)のない環境への配慮、DX (Digital Transformation) への適用性などで脚光を浴びている。

ここでは、D-RTについての概要と横浜検査部のD-RTへの取り組みについて述べる。

## 2. D-RT とは

D-RTは、従来のX線フィルムなどのアナログ情報をデジタルの形で映像化する手法およびデジタル出力を持つ検出器により映像化する手法である。RT体系におけるD-RTの分類例として下記のとおりに大別される<sup>(1)</sup>。

- ・ CR (Computed Radiography)
- ・ DDA (Digital Detector Array)

- ・ ラインセンサ
- ・ CT (断層)
- ・ フィルムデジタイザ

フィルムデジタイザ以外のいずれの方法も線源は従来のX線発生装置やガンマ線を使用しており、対象物を透過した放射線をデジタル処理することでいろいろな方式がある。

## 3. D-RT 分類

### 3.1 CR システム

輝尽性蛍光体を用いたイメージングプレート (Imaging Plate、以下IPという) からの情報をデジタル放射線透過画像(以下デジタル画像という)に変換するIPスキャナによって構成される放射線透過撮影システムである。IPは撮影後初期化して繰り返し撮影が可能であり、従来のフィルム同様巻き付けて使用することができる(図1)。

この方法は、IPにとったデータをIPスキャナで読み取る工程があるのでタイムリーに映像化することができない。また、繰り返し撮影可能であるが複数回使用による表面傷や蛍光体の劣化などにより、使用回数に限界がある。

### 3.2 DDA システム

フラットパネルディテクタ (FPD : Flat Panel

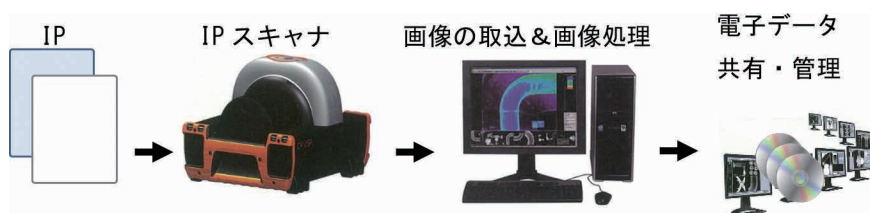


図1 CRシステム構成図

Detector) と呼ばれる電離放射線および透過放射線をデジタル化するため個々のアナログのアレイ(センサ)に取り込み、機器の入力領域に入射した放射線エネルギーパターンに対応するデジタル画像に変換・表示するためにコンピューターへ転送する装置を組み込んだシステムである(図2)。この方法は、高輝度特性による撮影時間の短縮や線量の低減が期待できるほか、アレイから直接データを取り込み処理できることから、タイムリーな撮影画像の確認ができ、検査の自動化に向いている。また複数のフレームを取り込んで平均化することによりノイズの少ない画像を得ることができる。高価でパネル自体を曲げられないのがデメリットであるが今後のD-RTの主流となる技術である。

### 3.3 ラインセンサ

CR、DDA システムの2方式が対象物・装置とも固定で撮影するのに対しラインセンサは、センサを直線上に配置し対象物もしくは装置を撮影しながら移動させることで、デジタル画像を形成する方法である。データの取り込み画像処理につい

てはCRやDDAと同じである。配管などの長物や大型構造物の撮影に向いている。

### 3.4 CT

ラインセンサが2次元撮影なのに対し、CTはX線管が、X線を出しながら体を一周しそれを対向する検出器で読み取りだすことで断面画像を構築し、その断層面を重ねることで立体的な画像を得る方法で、立体的な画像データにより問題のある位置情報をより正確にとらえることができるのが大きなメリットではある。しかし、3次元構築のためデータ量が膨大となり撮影とその画像処理に時間と技術を要する。

### 3.5 フィルムデジタイザ

この方法は、すでにF-RTで撮影されたフィルムを、フィルムデジタイザに取り込むことでデジタル画像化する方法である(図3)。これを画像処理することにより見やすい画像に変換することが可能であり、またデジタルデータとして保管可能なので保管環境に制限なくコンパクトに長期保管が可能になる。

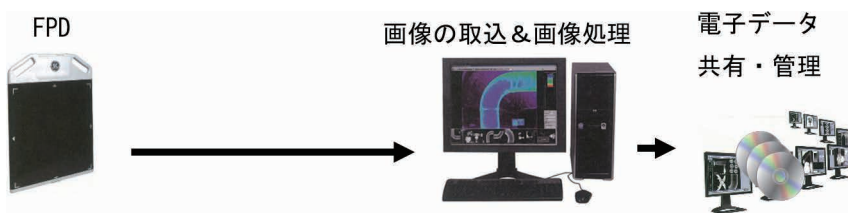


図2 DDAシステム構成図



図3 フィルムデジタイザ構成図

### 3.6 D-RT の適用例

IPでは0.2mm程度の配線やその接合部を確認することができ(図4)、DDAでは複雑な形状・広い透過厚においてもある程度のコントラストが得られている(図5)。

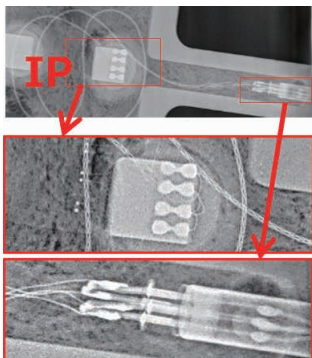


図4 ひずみゲージの透過画像 (IP)



図5 鋳造品の透過画像 (DDA)

## 4. F-RT と D-RT との比較

F-RT と D-RT との特性を比較すると表1のようになる。

F-RT と比較して D-RT は、まだ分解能については若干の差はあるが、D-RT については放射線感度やデータの取り扱い、画像処理など多くのメリットがあり、特に DDA については、リアルタイム性があり、結果を即時確認できるという大きな利点を有している。

表1 F-RT と D-RT との特性比較<sup>(1)</sup>

	F-RT	D-RT	
	FILM	IP	DDA
分解能	◎	○	○
放射線感度	△	○	◎
ダイナミックレンジ	○	◎	○
データの取り扱い	△	◎	◎
データの信頼性 (改ざんなど)	◎	○	○
画像処理	(○)	◎	◎
リアルタイム性	×	×	◎

## 5. D-RT への取り組み

当社では大型 X 線装置、小型 X 線装置、ガンマ線源、マイクロフォーカス装置、IP、DDA やデジタイザなどを保有しておりさまざまな放射線検査に対応可能としている。特に大型 X 線装置 (9MeV、0.95MeV) を有していることから厚肉に対応する放射線検査を得意としている。このことにより当社では、数年前から厚肉に対する D-RT 研究を行いさまざまな知見を得ている。

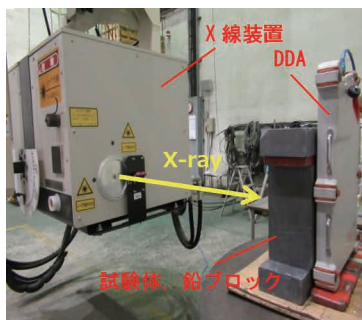
### 5.1 厚肉試験体への D-RT 適用研究

当社での D-RT に関する研究を紹介する。

板厚 70mm の鋼板に対して、F-RT のフィルム画像と D-RT の画像について比較した(図6)。

試験結果は次のとおり(図7、図8)。

フィルムはきめ細かい像質の透過画像(図7)であり DDA の方はコントラストが強調された透過画像(図8)である。双方の特徴が確認できる。透過度計を見てもフィルムと DDA の画像はほぼ同じであり、条件が整っていればフィルムと同等以上の結果が得られると考える。



試験体 : H215 x W195 x T70  
 ステンレス板  
 突合せ溶接試験片  
 X線装置 : 工業用直線加速器 Hextron 1(0.95MeV)  
 撮影媒体 : フィルム, DDA  
 ※散乱防止のため鉛で囲い、撮影距離、  
 露出時間等は最適条件とした

図6 X線装置、試験体および DDA

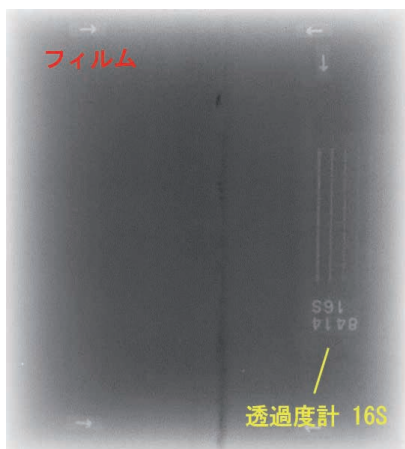


図7 フィルム透過画像

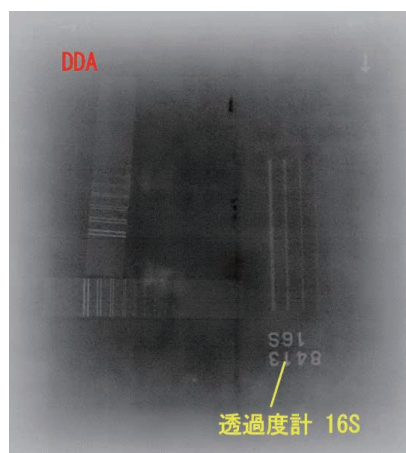


図8 DDA 透過画像

## 6. 今後の D-RT について

医療分野が先行していた D-RT も技術の発達により工業分野においても F-RT とほぼ同等の結果を得られるようになり、D-RT のメリットである作業性の良さ、データの保管性、画像処理やリアルタイム性が際立つ形となり工業分野での適用も広がっている。

また、デジタル化した膨大なデータを活用すれば、AI による“きず”の判定も可能であり、その研究はすでに始まっている。

当社では、今までの研究や実工事経験からさまざまな仕様での撮影技術やデジタイジング技術を習得してきた。今後は、撮影で得た膨大なデータ

を活用して今まで人の能力に頼ってきた“きず”の判定を AI による判定に取り組んで行こうと考えている。これからも新技術の開発に取り組み、その結果を反映することにより、社会への安全・安心へ貢献する。

## 文責

検査事業部 横浜検査部

部長

佐藤 雅保

## 参考文献

- (1) 工業分野におけるデジタルラジオグラフィの基礎とその適用：一般社団法人日本溶接協会 非破壊試験技術実用化研究委員会、2014