

技術ノート

微量放射線による透過画像撮影装置の開発

高田 茂^{*1)} 小山元子^{*2)} 大畑敏美^{*3)} 清水秀紀^{*4)} 鈴木岳美^{*5)}

Development of radiographic apparatus for low radiation

Shigeru TAKATA, Motoko KOYAMA, Toshimi OOHATA, Hideki SHIMIZU and Takemi SUZUKI

1. はじめに

放射線透過試験法は放射線利用の主要な分野のひとつである。しかし、これまでの放射線透過試験法は、必要とする放射線の量が多いため法令の規制を受け、どこでも自由にできるわけではなかった。もし、微量の放射線で透過画像を撮ることが可能になるなら放射線透過試験の利用範囲は一層広がるものと考えられる。そこで当所では、微量放射線透過画像撮影用として、I.I.(イメージ・インテンシファイア)とCCDカメラを組み合わせた可搬型装置を開発した。本報告では、このI.I.付冷却デジタルCCDカメラの特性と限界について述べる。

2. 方法

2.1 I.I.付冷却デジタルCCDカメラ

一般に放射線による透過画像の明るさと滑らかさは、検出部に入射する放射線の量に依存するので、微量放射線による画像は非常に暗くまた粗くなる。そのため、今回開発した装置では、まず放射線用I.I.により画像の明るさを増幅し、次に増幅された画像を冷却デジタルCC

Dカメラで撮影する方式を採用した。I.I.とは、光による像を光電子に変換し、この電子を高電圧により加速した後、蛍光面に衝突させて再び光による像を作る装置であり、像を数百倍に明るくすることができる。使用した放射線用I.I.では、直径10cmの入射面に放射線に対して感度の高い沃化セシウム(CsI)を塗布することで一次光画像を作っている。冷却デジタルCCDカメラは、受光面をマイナス50℃に冷却し、出力をデジタル化することで、感度とダイナミックレンジを高めたカメラであり、I.I.で増幅してもまだ十分に明るくない画像を明瞭に捉える働きをする。さらに、本装置では、CCDカメラからパーソナルコンピュータに転送した画像を積算したり、演算処理することで、粗さの改善を試みた。開発した装置の外観(I.I.とカメラ部)を図1に、装置全体の構成図を図2に示す。また、装置に使用したI.I.と冷却デジタルCCDカメラの主な性能を表1に示す。

表1 I.I.と冷却デジタルCCDカメラの仕様

<u>I.I.</u>	
型式	浜松ホトニクス製V5444P
入射窓	ベリリウム0.5mm厚, 100mm
入射面蛍光体	CsI
<u>冷却デジタルCCDカメラ</u>	
型式	浜松ホトニクス製C4880
有効画素数	1280 × 1024
ADコンバータ分解能	12BIT
平均暗電流	0.02 electron/pixel/sec - 50

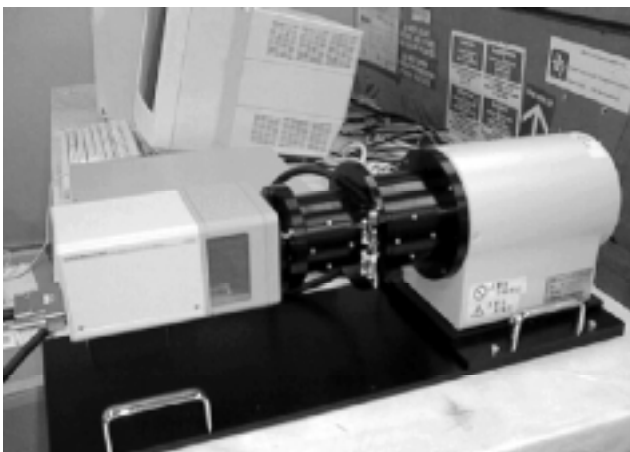


図1 冷却デジタルCCDカメラ(左)とI.I.(右)

3. 結果と考察

本装置と3.7MBq以下のアメリカシウム-241(Am-241)密封線源を用いて8cmの距離で撮影した腕時計の放射線透過画像の例を図3~5に示す。図3~5はそれぞれ露出時間を100秒, 10秒, 1秒に設定した像である。いずれの画像ともコントラストを強調する画像処理を施してある。図3から、本装置で100秒間以上蓄積露出するならば、分解能および滑らかさにおいて十分実用的な画像が得られることが分かる。この露光時間は

*1)技術評価室

*2)精密分析技術グループ

*3)情報システム技術グループ

*4)城南地域中小企業振興センター

*5)精密加工技術グループ

X線フィルムやイメージングプレートよりも短く本装置の優れた点である。しかし、これらの方法で撮影した同様の画像に較べると、灰色の階調が弱く白黒二階調の画像に近づいている。これは、入射面の画像をI.I.で数百倍に増幅した結果、I.I.の出力像のレンジ幅が非常に広がってしまい、CCDのダイナミックレンジに収まらなくなったためと考えられる。こうしたダイナミックレンジの問題を解消する方法として、イメージングプレート法などで使われている画像階調を対数圧縮することが考えられる。しかし、本装置の場合、I.I.に対数圧縮機能を持たせることは困難と思われる。別の方法として、I.I.の増幅度を下げることが考えられる。本装置の場合、I.I.の増幅度が固定であるので実際に確かめてはいないが、CCDカメラの性能が高いので、I.I.の増幅度を下げても十分画像を撮影できると思われる。

10秒間以下の短時間露出では、図4、5のように満足な画像は得られなかった。これは装置の性能の問題ではなく、放射線の絶対量が少ないことに起因する量子雑音が大きく現れているためである。量子雑音とは、画像を小さな画素に分けた場合、全体として一様に放射線が入射するとしても、個々の画素に入射する放射線数は同一にならず本質的にばらつく現象のことである。ばらつきの程度は、理論的に標準偏差が画素当たりの平均入射放射線数の平方根になるので、入射放射線数が少ないとどうしても画像の粗さ、荒れとして表れてくる。対策として、構成画素数を減らして個々の画素面積を増やすことで、画素当たりの入射放射線数を増加させる方法や隣合う画素間で平均化する画像処理法が考えられるが、いずれの方法も画像の分解能が低下するので大幅に改善することは難しい。

本装置は可搬型を目的に小型部品を用いて製作したが、I.I.とCCDカメラ部分だけで、重量が約20kg、寸法が700×170×240mmになった。また、形状も運搬しにくいものになった。実用化するためには、軽量化と取扱いの容易な形状に構成し直す必要がある。

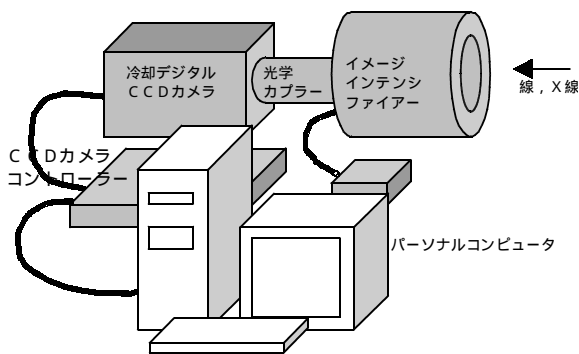


図2 装置全体の構成

4. まとめ

X線用I.I.と冷却デジタルCCDカメラを用いた装置により、3.7MBq以下という非常に小さな線源からの線でも、物体の透過画像を撮影することが可能になった。明瞭な画像を得るには、100秒以上の露出が必要であるが、イメージングプレートや写真フィルムより短時間で画像を見ることができる。また、画像の概要を知るだけなら、もっと短い露出時間でも画像を見ることができるので、物体の位置や姿勢を変えながら、最適条件での撮影を行うことも可能である。現在の日本では、3.7MBq以下の密封線源は許可や届出なしで保持・使用できるので、本装置は、さらに改良を重ねることで放射線透過試験法を一層普及させる助けになると思われる。



図3 Am-241 線を8cmの距離から100秒間露出した画像

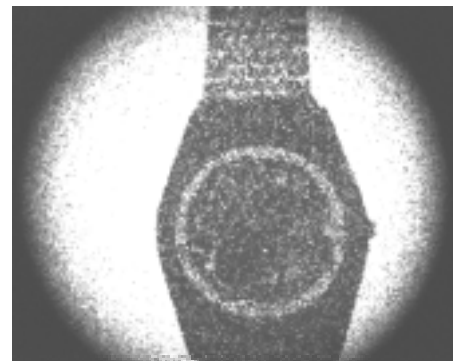


図4 Am-241 線を8cmの距離から10秒間露出した画像

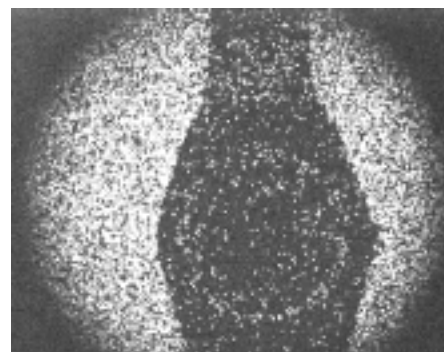


図5 Am-241 線を8cmの距離から1秒間露出した画像
(原稿受付 平成13年8月6日)