

氏 名	お 尾 崎 吉 明
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	博 乙 第 40 号
学位授与の日付	平成 7 年 11 月 28 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 題 目	軟 X 線写真の最適撮影条件
審 査 委 員	(主査) 教 授 金 森 仁 志 教 授 熊 尾 章 宏 教 授 久 保 田 敏 弘

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、ノンスクリーン・フィルム法を用いた軟 X 線撮影システムで、画質、特にコントラストの向上と撮影能率の向上を目的として、最適撮影条件を理論的に設定する方法を論じたものである。

まず、物理的コントラストと撮影条件の関係を求めるために、被写体物質の減弱曲線とフィルム特性曲線を、フィルム乳剤の X 線吸収エネルギー表示で表した方が、従来の X 線照射線量表示を用いる以上に精度が良いことを示した。これらの曲線を作るために、基礎データとなる被写体とフィルムの透過前後の軟 X 線スペクトルを高純度 Ge 検出器を用いて効率よく測定する方法を確立した。

つぎに、物理的コントラストを視覚特性で補正した心理物理的コントラストが最も良くなる濃度、すなわち最適濃度を求めた。

以上の結果から、最適濃度にする撮影条件を求め、検出できる限界の厚さの差と、撮影効率の二つの条件を考慮して、最適撮影条件を設定する方法を示した。

本研究は、従来、経験的に決められていた軟 X 線写真の撮影条件を理論的に究明し、合理的な設定法を示したもので、軟 X 線を用いた非破壊検査に大きく寄与するものである。本論文は、8 章からなっている。

第 1 章では、軟 X 線写真の活用状況をまとめ、本研究の目的と内容を述べた。

第 2 章では、X 線写真で画質と X 線の性質との関係を定量的に研究するため、基礎データである被写体透過前後の軟 X 線スペクトルを、高純度 Ge 検出器で測定する方法を述べた。検出器として、補正計算が複雑で扱いにくい、半導体検出器の中で最も分解能が高い高純度 Ge 検出器を用いた。測定データの補正法を検討した結果、6 mm ϕ $\times$ 5 mm の結晶用に計算した単色線レスポンス関数が、これ以上の大きさの結晶にも適用できることを見出したので、これを用いて精度よく光子数スペクトルを求めることができた。

第 3 章では、軟 X 線領域での光子数スペクトルの測定について述べた。軟 X 線撮影では、管電圧や被写体の厚さが広範囲に変わるので光子フルエンス率が数桁にわたって変化する。そこで、一般の軟 X 線発生装置で、管電流が 3 桁変わっても、管電圧波形と軟 X 線スペクトルの形が変化しないことを実験で確認し、管電流とコリメータの直径を変えて検出器の計数率を調節して、多くの条件について、光子数スペクトルを効率よく測定した。

第 4 章では、光子数スペクトルから被写体物質の減弱曲線を求めた。ここで、減弱曲線とフィルム特性曲線を表示するときの X 線量として、従来の X 線照射線量の代わりに、フィルム乳剤に吸収される X 線エネルギーを選んだ。二つの曲線を組み合わせて求めた厚さ-濃度曲線は、実験的に直接求めた曲線と良く一致することを確認した。

第5章では、フィルム特性曲線の勾配を最小識別コントラストで割って心理物理的に補正し、心理物理的グラディエントを求め、これが最も大きくなる濃度を最適濃度とした。この結果を使って、代表的な4種類のX線フィルムについて、最適濃度の空間周波数依存性を求めた。これは、周期的な構造の被写体の最適濃度を決定するのに役立つことを確認した。

第6章では、代表的な被写体であるステップ・エッジのイメージに対する最小識別コントラストと、第5章の空間周波数ごとに表した最小識別コントラストとを、光束発散度に換算し、比較した結果から、ステップ・エッジ・イメージの等価空間周波数を求めた。つぎに、この最小識別コントラストを使って、4種類のX線フィルムについてステップ・エッジ・イメージに対する最適濃度を求め、この結果を実験で検証した。

第7章では、ステップ・エッジ・イメージを例にして、最適撮影条件を理論的に設定する方法を述べた。撮影システムが決まれば、調整できる撮影条件は、線質に関する管電圧(kV値)と線量に関する管電流×撮影時間(mAs値)である。第4章と第6章で求めたデータから、まず、被写体の厚さごとに最適濃度にするkV値とmAs値の関係(曲線A)を作成した。つぎに、最適濃度にしたとき、被写体の厚さごとに検出できる最小の厚さの差 $\Delta T_{\min}$ とkV値との関係(曲線B)を作成した。kV値を高くすると、最適濃度にするためのmAs値は減少し、撮影時間は短くなるが、 $\Delta T_{\min}$ は大きくなる。そこで、検出したい厚さの差と撮影時間とのバランスを考えて、曲線A、BからkV値を選び、それに従ってmAs値を決めた。本研究の結果、従来、検出できないとされていた微小な厚さの差を検出できることを実証した。

第8章では、本研究の結果を総括した。

論文審査の結果の要旨

申請論文では、まず、広範囲の撮影条件に対して効率のよいX線スペクトル測定法を確立させて、スペクトルデータを用いて、フィルム乳剤のX線吸収エネルギーで減弱曲線とフィルム特性曲線を表示する方法を新しく提案した。次に視覚特性を考慮して、多くの条件について最適濃度を求め、これらのデータを組み合わせて、今まで経験的に決めていた撮影条件を最適にする方法を理論的に示して、実際に確認したものである。

本研究は、軟X線を用いた非破壊検査用の画像研究の基礎となる重要なテーマを扱い、いくつかの新しい提案をした、極めて独創性の高いものである。また論文内容の論旨の展開、および論文の構成も的確であると判断できる。非破壊検査用軟X線写真作成時に、画質を向上させて、しかも、短時間に効率よく多数の写真を撮影することは極めて重要な研究課題であり、本論文はこれに大きく貢献するものである。

論文の内容は、Journal of Photographic Scienceに5編、SPIE Proceedingsに1編、国内学会誌に英文1編、和文1編が掲載されている。以上8編のうち6編は申請者が筆頭著者である。

結論として、申請論文は学位論文に値するものである。

本論文は軟X線を用いた非破壊検査用写真の画質の向上と撮影能率の向上を目的としたものであるから、付記する専攻分野として「工学」が適当である。