

## フォトンカウンティング型X線CTのダイカスト鋳巣 検査への応用

メタデータ	言語: ja 出版者: 静岡大学 公開日: 2015-04-23 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 菅, 公一 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.14945/00008260">https://doi.org/10.14945/00008260</a>

(課程博士・様式7) (Doctoral qualification by coursework, Form 7)

# 学位論文要旨

## Abstract of Doctoral Thesis

専攻：ナノビジョン工学

氏名：菅公一

Course :

Name :

論文題目： フォトンカウンティング型 X線 CT のダイカスト鑄巣検査への応用

Title of Thesis :

論文要旨：

Abstract :

自動車業界を中心とした生産部品にアルミダイカスト製品が多用されている。ダイカスト製品の製造においては鑄造時、空隙が内部に発生してしまう「鑄巣」があり製品の性能を劣化させる問題がある。ダイカスト業界における発生対策としてこの鑄巣を薬剤により埋め製品の性能を向上させる含浸技術がある。製品品質の保証までを考えると鑄巣対策の含浸が適正かどうかの判断が必要であるが非破壊検査としては圧力検査に頼っているのが現状である。これはこの他に直接定量的に観察する方法が確立されていないためである。直接的に観察するダイカスト製品の非破壊検査としては、超音波検査及び X-ray 透過像・CT 撮像が数多く用いられているが、鑄巣内の含浸剤確認及び定量までの報告は見られない。検査用 X線 CT 装置の高解像度化が進められているが、原理的にアルミニウムをはじめとする金属の X線 CT 画像においては、コンプトン散乱 (Compton Scattering) およびビームハードニング (Beam Hardening) による画像の劣化が存在し、画像に誤差を生じて定量的観察には問題がある。これに対し当研究室で開発した半導体検出素子を用いたエネルギー弁別可能なフォトンカウンティング型 CdTe 検出器はカウンターによる正確な係数と共にエネルギー弁別をすることが可能である。これを用いたフォトンカウンティングによる X線 CT 撮像では、金属の透過に問題のない高いエネルギーの情報を残して数十 keV 以下の低エネルギー情報をカットすることにより CT 画像上のコンプトン散乱による通常アーチファクトと呼ばれるノイズの影響を除去し、さらにエネルギー情報を用いてビームハードニングによる画像劣化を抑えることができる。医療分野では Dual Energy X-ray CT (また DXCT) によって内部構造の材質を識別して観測する方法が注目を集めている。CT 値と呼ばれるおおよその密度に従った断層像から、これを実効原子番号、電子密度に分離して CT 画像にマッピングする方法である。フォトンカウンティング CT ではこれを実現することが出来る。これらの技術をダイカスト製品の鑄巣ならびに含浸状況を定量的に計測する方法として、応用できるのではないかと考えた。

本論文では、まず前半部でアルミダイカスト用含浸技術の基本である、含浸方法、含浸剤や含浸設備について述べ、含浸とは何か、含浸における品質保証として重要な点は何かについて述べる。次に X 線 CT をアルミダイカスト部品に対する含浸状態の定量的評価に用いるために、更に X 線と物質の相互作用について述べ、本研究で用いたフォトンカウンティング CT 装置で特徴的なカドミウムテルライド検出器の特性と CT 断層像を得るための画像再構成法の関係、および材質識別につなげるための Dual Energy X-ray (DXCT) を説明する。

後半部では実際に現在行われているアルミダイカスト製品の非破壊検査の各方法、それぞれの特徴および課題について述べ、非破壊検査の観点から X 線 CT についての現状を考察する。次にフォトンカウンティング X 線 CT 型検出器の非破壊検査への応用について、従来の X 線 CT との違いに着目して解説し、X 線 CT では実現することの出来なかった DXCT 法を利用した含浸剤の材料識別について述べる。更に定量的観察について考察するため、ダイカスト製品及びアルミダイカストテストサンプルによる X 線 CT での計測結果と従来から定量的方法として信頼性の高い水没圧力検査による漏れ量との比較をおこなった。X 線 CT による断層画像から計測した測定結果は 1.1mm であり水没圧力検査の漏れ量より算出した平均口径 0.5mm とは若干異なる結果を得た。これにより鑄巣形状は多用であり平均口径のみで検討を行うことが適切でないという問題点が明確になり、複雑な形状を計測し実際の漏れ量と結びつけるために X 線 CT 計測の三次元 3D 化のさらなる必要性を確認した。また、フォトンカウンティング CT の特徴である材料識別においても DXCT 計測をおこない、従来の X 線 CT 断層画像上ではわずかな濃淡しか観察が出来なかったアルミダイカスト(アルミニウム合金)と鑄巣内の含浸剤(有機物)を実効原子番号により区別できることを確認した。実際に測定した DXCT 測定値は 12.2 と 7.6 でありアルミ実効原子番号 13、含浸剤 6.58 に対して現状まだ誤差を含むものの、測定対象の材質があらかじめ分かっている今回の計測対象のような場合には十分判別可能な近似値を得た。

これらによりフォトンカウンティング型検出器によるダイカスト製品内の鑄巣および含浸処理部品の CT 計測や DXCT 材料識別が定量的な計測法として用いることができ、含浸技術発展や品質検査に使用できる可能性を示した。