

生産現場用 高速CTスキャンシステムの開発

アイシン軽金属株式会社

取締役社長 河原 嘉史

日本装置開発株式会社

代表取締役 木下 修

アイシン軽金属(株)	DC第2工場	川波 麻世
アイシン軽金属(株)	DC第2工場	浅井 真一
アイシン軽金属(株)	DC第2工場	福武 直人
日本装置開発(株)	代表取締役	木下 修
日本装置開発(株)	システム開発	平林 優治

はじめに

国内の自動車業界では、燃費向上のニーズが強く、薄肉化や材料置換、部品一体化による軽量化が進んでいる。アイシン軽金属では自動車高強度部品を鉄からアルミ化するための開発に注力してきた。部品をダイカスト工法でアルミ化する場合、製品強度に対しロバスト性が不足するという課題がある。この高強度部品のアルミ化実現に向け、高強度材料開発、高品質ダイカスト工法開発、内部品質の全数保証工程の確立が必要であった。

製品の内部品質の全数保証には非破壊で内部品質保証を実現する必要があり X線 CT 検査装置を用いることが最善であると考えられる。しかし、新規アルミ部品向けの全数保証体制を検討した際、従来の X線 CT スキャンシステムでは次の問題があった。

- ① 撮影時間が長い
- ② 新規アルミ部品サイズに対応した自動判定機能付随の X線 CT スキャンシステムが市場

に存在しない

- ③ 装置に耐環境性がないため専用の検査室を設ける必要がある

以上により、従来の X線 CT スキャンシステムでは新規アルミ部品の生産現場への導入が困難であったため、今回生産現場用の高速 CT スキャンシステムの開発に着手した。

開発のねらい

新規アルミ部品のダイカスト生産ライン構想では、高速 CT スキャンシステムを導入すること

表1 開発装置の弊社生産ライン導入課題

課題	必要な設備仕様
耐環境性	ダイカスト工場の粉塵・ミスト・高温という設置環境へ対応した仕様確立
安全性	人が作業する生産ラインへ導入するため、人体影響の無い仕様(放射線漏洩1 μ Sv/h以下)
生産ライン向けコンパクト設計	生産ラインコンセプトの一つである省スペース化対応するためのコンパクト仕様
高速性	生産ラインサイクルに合わせた全数検査に対応可能な高速性
判定精度	製品の要求品質を満たす判定精度確立
汎用性	開発新商品向けの専用設計とせず、様々なサンプル検証が可能な汎用性

で全数保証体制を構築する計画とし、生産ラインへの導入課題として挙げられる表1の項目に対し、計測技術開発・装置開発に取り組んできた。

装置の概要

図1に開発装置の外観図を示す。開発装置は起動後に自動で設備動作(テーブル移動、X線撮影)、CT演算、解析、良否判定までを自動で実施するため、生産ライン内の作業は製品の脱着作業と起動レバーを叩くことのみである。



図1 開発装置外観図

技術上の特徴

開発装置は、生産ラインに導入するための課題に対応した仕様を全て盛り込んでいる。次に開発装置の生産ライン導入課題に対する事項を述べる。

<耐環境性>

ダイカスト生産ラインに設置する検査装置として耐環境性を確立するために次の工夫を盛り込んでいる。

X線発生器およびカメラと制御盤は各々独立した防塵・漏洩対策を施した機密空間に配置し、個別に空調管理が可能な状態にした。これにより製品脱着時に設備前面扉を開放する必要があ

るが、機内で各々が独立した機密空間であることから粉塵やミスト飛散、高温が懸念される工場環境内での運用が可能となった。

<安全性>

搭載するX線発生器の最大出力値であっても最適な漏洩対策が盛り込まれており、開発装置の周囲におけるX線漏洩測定値は $1\mu\text{Sv/h}$ を保証出来ていることから、生産ラインの開発装置付近で作業員が作業しても問題ない。

<コンパクト設計>

測定可能サンプルサイズを $\phi 250$ までとしたときの機内機器配置、機構を最適化することで設備本体幅1,450mm、奥行き1,000mm、高さ1,500mm以下というコンパクト設計で生産ラインへの設置を可能とした。

<高速性>

新規アルミ部品の生産ラインサイクルは60秒以下で、開発装置でもラインサイクル内での撮影・検査完了が求められる。高速性を実現するため、下記の内容を盛り込むことで生産ラインサイクル内での検査・判定を完了させている。

- ① 検査テーブル・カメラの高精度同期化による動的撮影での高精度画像の取得

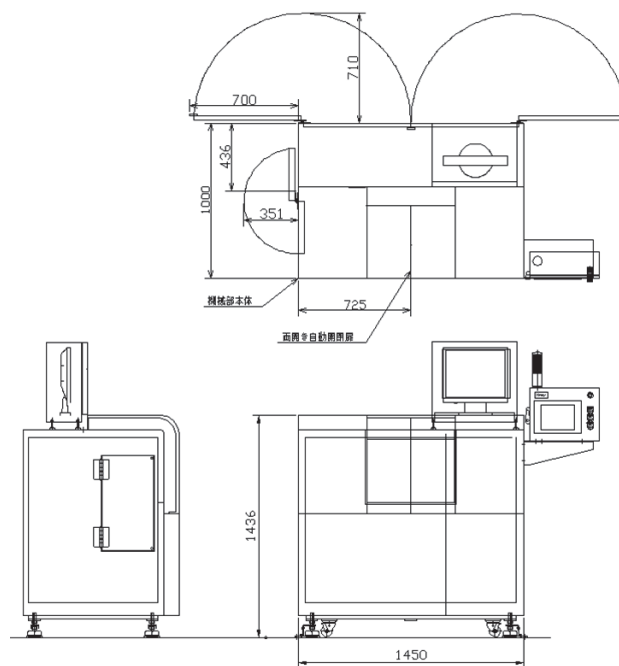


図2 開発装置外観寸法

表2 開発装置搭載のCT撮像方式

	①水平CT撮像	②水平ワレットCT	③斜めCT方式	④斜めワレットCT方式
撮像姿勢 (上面視)				
撮像姿勢 (側面視)				
視野範囲	Φ150	Φ290	Φ150	Φ290
特徴①	一般的な姿勢での撮像	FPDをワレットし、広範囲サンプルの撮像が可能	製品肉厚の薄肉部をねらい、透過性と拡大率を確保	左記に加え、FPDをワレットし、広範囲サンプルの撮像が可能
特徴②	-	ワレット無と比較して再構成後の画質が劣る	水平CT方式と異なる演算方法	ワレット無と比較して再構成後の画質が劣る

FPD：フラットパネルディテクタ

② GPU を用いた並列演算による CT 演算時間の大幅な低減

③ メカ動作、ソフト演算の最適化による演算遅延をさせないアルゴリズム等を盛り込み

<判定精度>

判定精度が良く、安定した結果を得るためには取得する撮影画像の精度を向上させることが重要である。しかし、開発装置は安全性の確保と低コスト化をコンセプトとしてあり、X線発生器出力を出来るだけ低くすることでX線発生器本体コストとシールドボックス製作コストを低減している。

X線の発生出力を低くしても判定精度を確保するため、開発装置には表2に示す4つの撮影方式に対応可能な機構を設けた。これにより様々なサンプル形状に対し、最適な撮影条件設定が可能となる。

従来の産業用X線CTスキャンシステムでは、X線を高出力して画像を取得するため製品部と欠陥部の輝度値の差が明確であり欠陥判定も容易であるが、本開発仕様では最適と考えられる撮影条件であってもX線の発生出力を抑えているため対象サンプルの形状によっては輝度値の変化が存在する。これに対応するため、輝度値の変化が存在しても欠陥部のみを高精度に検出可能なアルゴリズムを開発し導入している。

判定精度を検証する確認は撮影サンプルをフライス加工により加工表面を観察出来る状態と

し、解析により得られた断層画像との比較を0.5mmピッチで複数サンプルを用いて実施し、高い相関性が得られたため、判定精度を確保出来ていると考えた。

<汎用性>

様々なサンプル撮影に対応するため、製品セット治具は容易に脱着可能である仕様としている。今回は生産ライン内で連続稼働を目的としていたため、新規アルミ部品専用のセット治具と最適化した判定ソフトのパラメータ設定をしているが、先に述べた判定精度を確保するための撮影条件(X線発生器とサンプル、カメラの位置関係、発生器出力等)や欠陥検出アルゴリズムの各パラメータを複数個別に設定し品種登録出来る機能を搭載し、設備のタッチパネル上から任意に選択可能(現在は99品種まで登録可

品種選択	品種No. 1	品種Aの品番表示	次型 1
選択したい品種No.をタッチして「選択」ボタンを押して下さい			
品種No.	品番	次型	条件設定
1	品種Aの品番	1	済
2	品種Bの品番	2	済
3	品種Cの品番	3	未
4	品種Dの品番	4	未
5	品種Eの品番	5	未

メインへ 品種選択メニュー 品種選択前ページ 品種選択次ページ 選択

図3 品種設定画面(イメージ)

能)とすることで汎用性を確保している(図3)。また、自動判定機能のON/OFF機能もタッチパネルで選択可能なため、簡易的な解析から自動判定までニーズに合わせた解析を約60秒で実施することが出来る。

これら生産ラインへの導入課題を全て達成することで、生産現場向けの高速度CTスキャンシステムを確立することが出来た。

実用上の効果

新規アルミ部品を生産するラインの様子を図4に示す。生産ラインで作業者は図5に示す様に、「製品脱着」⇒「設備起動」という作業フローで作業する。

本開発装置を実現出来たことで、新規アルミ部品の生産ライン内での全数内部品質保証体制を確立出来た。また、新規アルミ部品の量産化を実現するために高品質ダイカスト工法の確立が必要であり本装置開発と同時に取り組んでいたが、生産ラインで即座に検査・解析が可能である本開発装置を活用することで新商品の生産準備期間の大幅低減に貢献出来ている。この様に高速性に加え耐環境性を備えた本開発装置を生産ライン内での全数検査以外の用途にも活用することで生産準備における工数を大幅に低減することが可能となる。実際に弊社内では本開発装置の約60秒待てば内部品質が分かるという利便性が好評で様々な製品評価にも活用している。



図4 生産ライン作業風景(脱着作業中)



図5 作業、設備動作フロー

知的財産権の状況

本開発品の装置に関する特許は下記の1件が申請中であり、下記以外の考案は固有技術保護のため、出願していない。

① 特開 2016-133397

名称：X線検査装置およびX線検査装置の調整方法

むすび

本開発で実現した生産ラインで全数内部品質を保証することは、ダイカスト業界では例がなく革新的なことである。特に自動車部品製造においては今後、軽量化部品開発には欠かせない装置となると考えられる。また、本開発装置の汎用性と低コスト仕様によりダイカスト業界のみならず様々な製造業界に適用が可能であり、今後の国内製造業の発展にも寄与出来ると考える。