

スケルトンカットの開発

1. はじめに

当社は、断面観察用超音波カッティング装置 CSX-100Lab を開発・商品化し、販売活動を行っている。この装置は、切断対象ワークをカメラで撮影し、操作画面上で切断位置を設定して切断するものである。

販売活動を推進する中で「外部からは見えないワーク内部の目標物を目印に切断位置を設定したい」というお客様の要望が増えてきたことを受けて、その要望に応える方法を開発、特許を取得し※1、「スケルトンカット」と名付け※2、装置のオプション機器として販売している。今回、その詳細を紹介する。

※1：特許登録番号：第 5789729 号

※2：商標登録番号：第 5740721 号

2. ワーク内部の目標物を切断する方法

2.1 従来の方法

図 1 に示すように、ワーク内部の目標物が見えるような透視（X 線）画像と操作画面に映し出されたワークの外観画像の両方に見える箇所を共通マークと設定し、目標切断位置との距離 L を手計算で求め、外観画像上で共通マークから L 離れた位置を切断する。

2.2 スケルトンカット

図 2 に示すように、透視画像と外観画像の両方に見える 2 ヶ所を共通マークと設定し重ね合わせた画像（以下、合成画像）を作成し、合成画像を見ながら目標切断位置を設定するため、手計算が不要となり、設定が簡単になった。

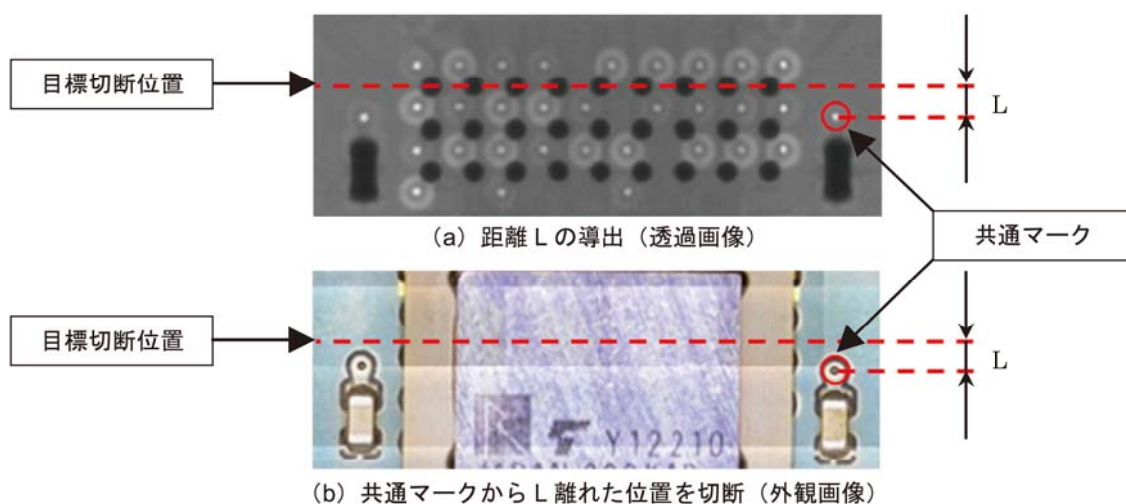


図 1 従来の方法

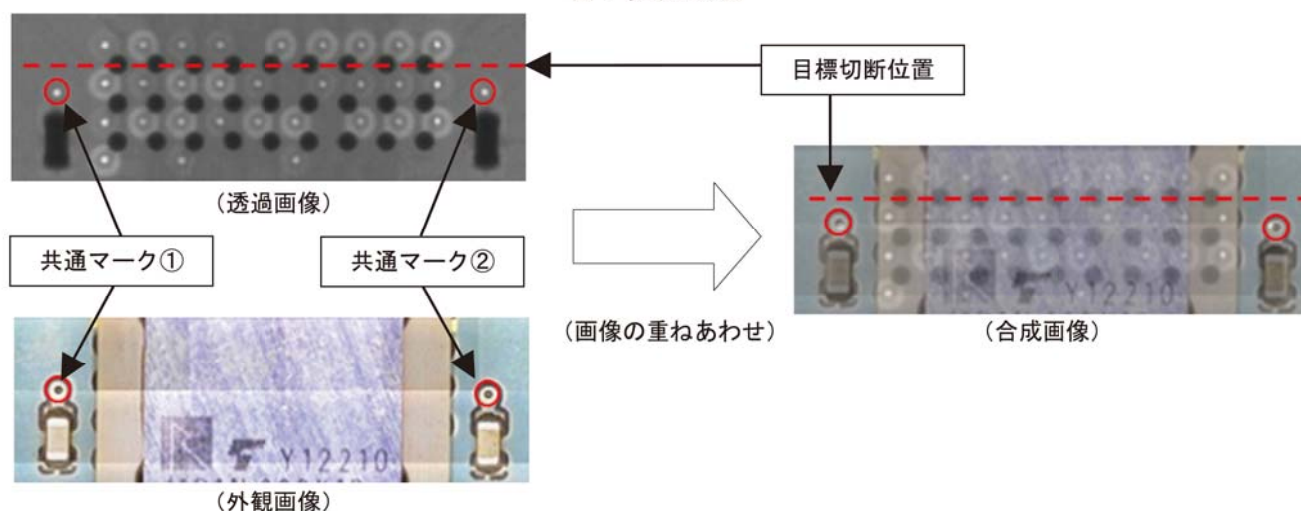


図 2 スケルトンカット

3. スケルトンカットの実現方法

3.1 システム構成

ノートパソコンから操作するため、図3に示すように、CCDカメラで撮影したワークの外観画像をノートパソコンに表示させるための映像分配器、信号変換器、PLCとの通信ユニット等を従来のカッティング装置のオブ

ション（スケルトンカット用機器）として追加した。

3.2 操作／作業／処理の流れ

ノートパソコン上の操作画面を図4に示す。画面右側に表示される操作手順に従って処理を進める（表1）。

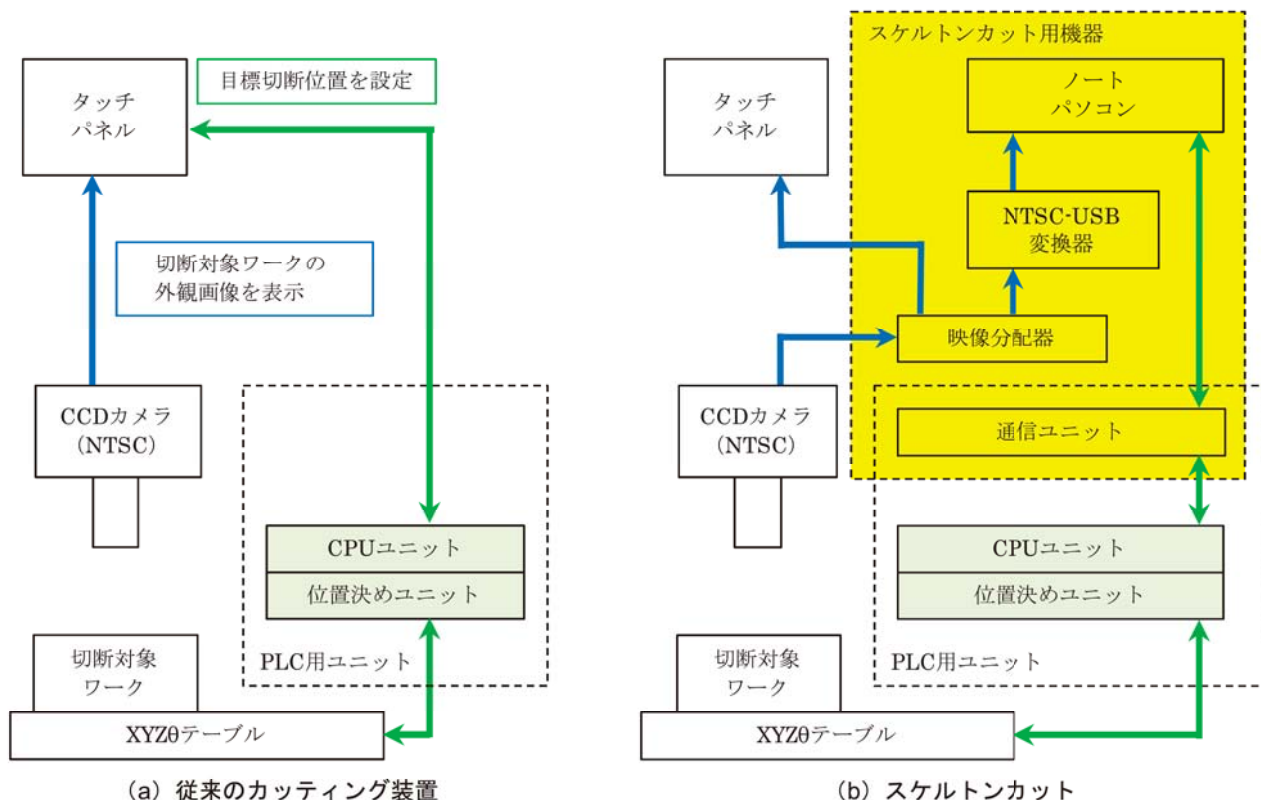


図3 システム構成



図4 ノートパソコン上の操作画面

表 1 操作／作業／処理の流れ

操作手順		作業／処理項目
透視画像の準備	事前準備	・ X 線撮影装置などでワークを撮影し透視画像データを作成する ・ 透視画像データをノートパソコンに保存する
	0:選択 [透視画像選択]	・ 透視画像データを読み出す
透視画像／外観画像 の重ね合わせ	1:透視 1 点目設定	・ 透視画像上の共通マーク 2 点を設定する
	2:透視 2 点目設定	
	3:透視 θ 合わせ	・ 透視画像上の切断ラインが水平になるように透視画像を回転する
	4:外観 1 点目設定	・ 外観画像上の共通マーク 2 点を設定する
	5:外観 2 点目設定	
	6: θ 合位置移動	・ 「7: 外観 θ 合わせ」 の操作で外観画像を重ねる目標位置に自動で xy 軸 (外観画像) を移動させる (詳細は 4.2 項参照)
	7:外観 θ 合わせ	・ 透視画像に外観画像が重なるように θ テーブル (外観画像) を回転する
	8:合成画像確認	・ 透視画像と外観画像の重なり状態 (精度) を確認する ・ 精度が悪ければ 「1: 透視 1 点目設定」 に戻る
切断位置設定	9:切断位置設定	・ 合成画像を見ながら切断位置を設定する (図 5)
	装置本体側で操作 (タッチパネル)	・ 切断条件 (切断速度, スピンドル回転数等) を設定した後, 切断開始ボタンを押す

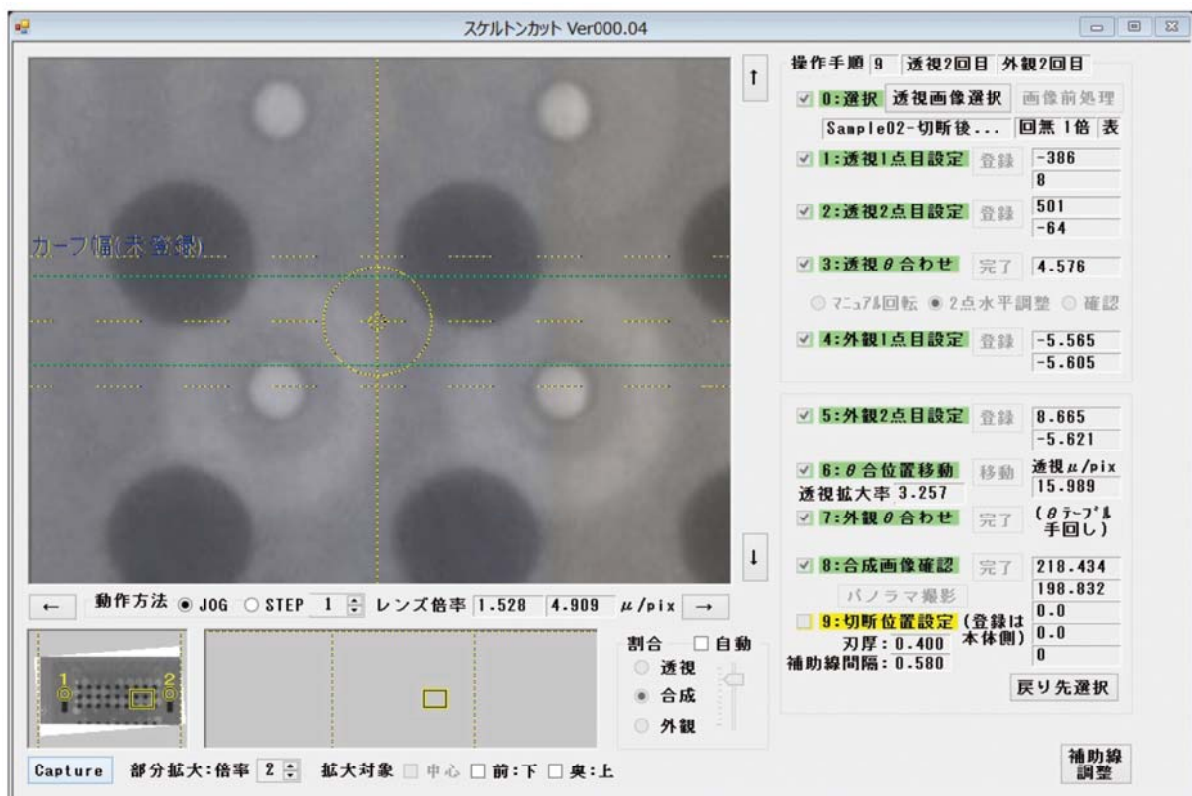


図 5 切断位置設定

4. 技術的ポイント

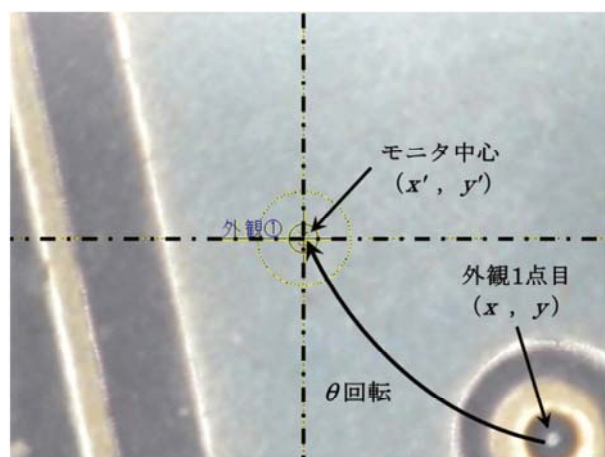
4.1 θ 合位置移動

共通マークの xy 座標を設定した後、合成画像を作成するために外観画像 1 点目の共通マーク（以下、外観 1 点目）が操作画面上のモニタ中心に合うようワークを移動させる。外観 1 点目の回転前の座標を (x, y) 、回転後の座標を (x', y') 、回転角を θ とし、以下の計算式によってワークの平行移動距離 $(x'-x, y'-y)$ と回転角度 (θ) を計算し、ワークを自動で平行移動させることができる。

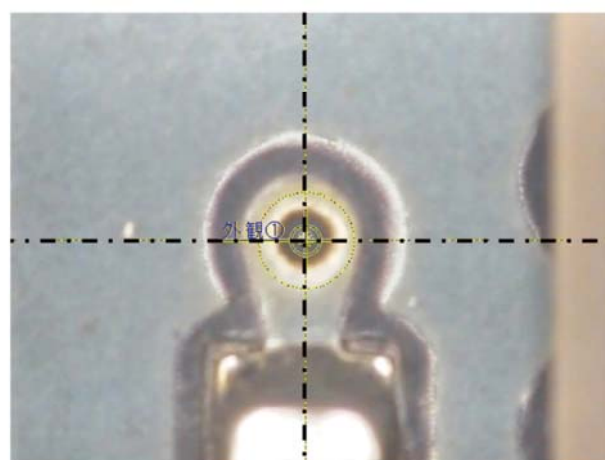
$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

図 6 に示すように、外観 1 点目がモニタ中心に合うよう θ テーブルを回転させれば、合成画像を作成できる。

装置の仕様上、ワークの回転は手動で行うため、オペレータにテーブルの回転量を如何にして伝えるかが重要である。



(a) 回転前



(b) 回転後

図 6 θ テーブルの回転による外観画像の角度調整

4.2 ソフト開発環境／対応 OS

① ソフト開発言語：Microsoft® Visual C++®

② 画像処理関連：OpenCV®^{※3}

※3：インテルが開発・公開したオープンソース
のコンピュータビジョン向けライブラリ

③ 対応 OS：Microsoft® Windows® 7, 8.1, 10

5. おわりに

現在のところスケルトンカットのご利用者数は、カッティング装置をご購入済みのお客様を含め、徐々に増えつつある。今後も開発を継続し、X 線画像特有の投影歪みの問題など残された課題の解決を目指したい。

梶原 賢司（装置事業部）