

レーザスキャナ・デジタル写真測量併用型計測システムの開発

横山 大[†] 斎藤 博志^{††}

日立プラント建設株式会社[†] 日立プラントシステムエンジニアリング株式会社^{††}

1. はじめに

当社では、プラント据付工事での計測合理化やリニューアル工事での現況図作成などにレーザスキャナ計測の適用を図るとともに、遺跡や文化財への適用拡大も試みている。しかし、レーザスキャナ計測では機器設置が困難な個所や狭隘部での計測が出来ないこと、モデリングを効率的に行うための情報が少ないなど、様々な対象物へ適用するにはまだ多くの問題点がある。

そこで本研究では、プラントや遺跡、文化財へのレーザスキャナ計測の適用を図るため、レーザスキャナとデジタル写真測量を併用し、レーザスキャナ計測における死角部分への対応や効率的なモデリングを目的としたレーザスキャナ計測結果（以後、点群データと称す）とデジタルカメラで撮影した画像（以後、撮影画像と称す）との自動対応付けについて検討を行った。

2. 研究方法

本システム開発では、地上据置型レーザスキャナ（Cyrax2500，ライカジオシステムズ社）とデジタル写真測量市販ソフト（Photo Modeler Pro，ビクトリーソフト社）を使用し、レーザスキャナ計測の死角部分にデジタル写真測量を重点的に適用した。

デジタル写真測量に必要な基準長さについては、撮影画像上の点（基準点）に対応するレーザスキャナ計測結果を用いることにした。図1にデジタル写真測量の概念図を示す。デジタル写真測量ではカメラ位置や傾きを算出し、その結果から任意の計測点の位置を求める。その際には、(1)式に示す共線条件式と複数基準点の情報を用いて連立方程式を成立させ、これを解くことによってカメラ位置や傾き及び任意の点の位置を求めるが、任意の計測点の地上座標を算出するためには、複数の撮影画像についてカメラ位置を算出する必要がある。このように、デジタル写真測量を適用することでカメラの位置や姿勢情報が取得できるが、本研究ではさらに、これらの情報と点群データから擬似中心投影画像と呼ばれる撮影画像を仮想空間内に作成し、点群データと撮影画像の自動対応付けを行

うことで色付点群データの作成を行った。

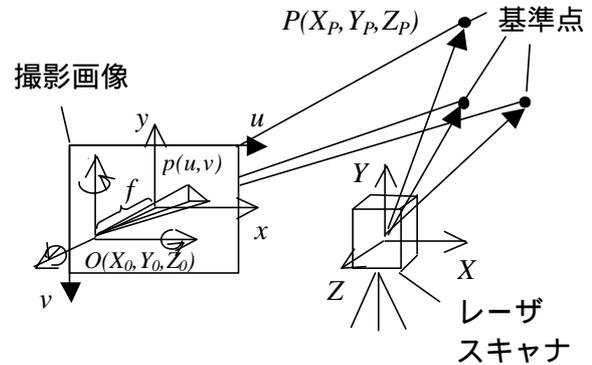


図1 デジタル写真測量概念図

$$\begin{aligned} X_p &= (Z_p - Z_0) \frac{a_{11}u + a_{21}v - a_{31}f}{a_{13}u + a_{23}v - a_{33}f} + X_0 \\ Y_p &= (Z_p - Z_0) \frac{a_{12}u + a_{22}v - a_{32}f}{a_{13}u + a_{23}v - a_{33}f} + Y_0 \end{aligned} \quad (1)$$

ここに、

$O(X_0, Y_0, Z_0)$: カメラの地上座標、

$P(X_p, Y_p, Z_p)$: 計測対象の地上座標、

$p(u, v)$: 画面座標、 f : 焦点距離

a_{ij} : , , (X Y Z 各軸におけるカメラ傾き) を含む回転行列

3. 現場適用結果

3.1 死角部分計測結果

デジタル写真測量を適用するにあたり、レーザスキャナ専用ターゲットを対象とした誤差の比較をレーザスキャナ計測結果との間で行い、300万画素のデジタルカメラで4枚の撮影画像を用いた場合、8m以内で最大誤差±10mmとなることを確認した。図2に精度の検討を行った際の計測状況を示す。

次に開発システムの実証を目的として、加工機を対象とした計測を行い、レーザスキャナ計測死角部分にデジタル写真測量を適用した。デジタル写真測量の計測結果をもとに作成したモデルとレーザスキャナの計測結果から作成した簡易3Dモデルの合成結果を図3に示す。この計測対象では、狭隘部のためにレーザスキャナ

を搬入出来ず、デジタル写真測量を適用した。これらの3Dモデルは全て実寸法をもとに作成されているので、リプレース時のスペース検討等が可能になる。

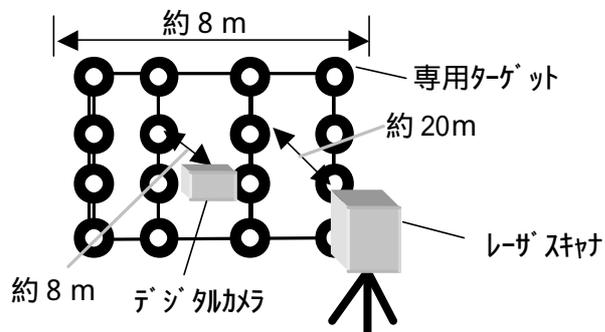
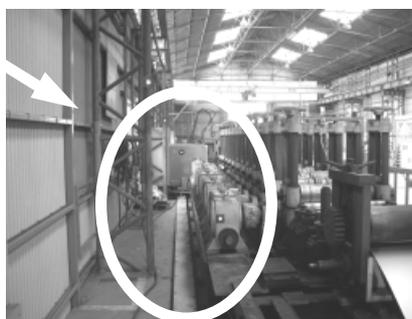
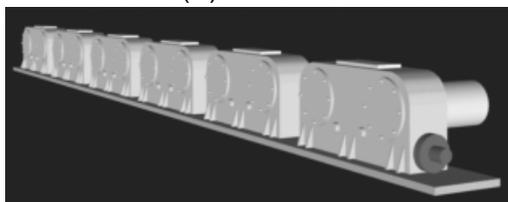


図2 誤差検討用計測状況

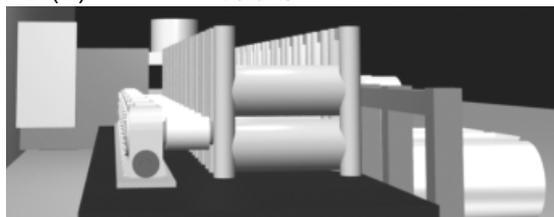
レーザースキャナ計測の死角部分



(a)計測対象



(b)デジタル写真測量による3Dモデル



(c)合成モデル

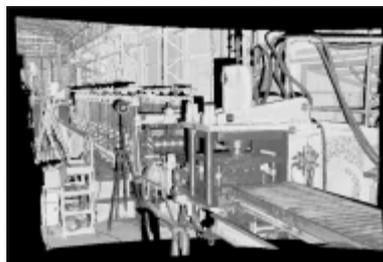
図3 3Dモデル

3.2 色付点群データ作成結果

色付点群データの作成結果を図4に示す。点群データに現場の詳細な色情報に対応付けることで現場状況の詳細な確認が可能となるが、色付点群データはファイル容量が大きくなりやすい。よって、リプレース時のスペース検討などには色付点群データを参照しながら作成した詳細3Dモデルを活用する。図5に詳細3Dモデルを示す。

ルを示す。

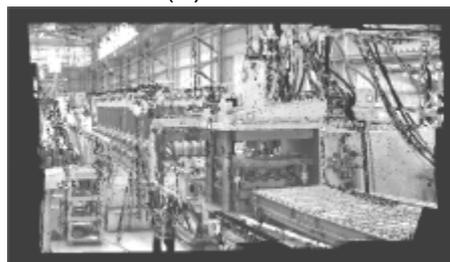
これにより、図3に比べてより正確なりプレース時のスペース検討が可能となる。



(a)点群データ



(b)撮影画像



(c)色付点群データ

図4 色付点群データ

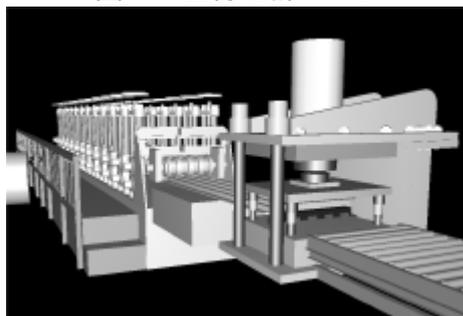


図5 詳細3Dモデル

4. おわりに

レーザースキャナとデジタル写真測量を併用したハイブリッド型計測システムを開発し、現場適用した結果、プラント現場で実用できる見通しを得た。今後は開発したシステムの適用範囲の拡大を予定している。

参考文献

- 1) イメージセンシング, 動体計測研究会(1997)
- 2) デジタル写真測量, 日本測量協会(2002)