

デジタル写真解析による PC セグメント寸法計測

三井住友建設株式会社

正会員

○掛橋

孝夫

三井住友建設株式会社

正会員

益子

博志

日本大学

正会員

佐田

達典

1. はじめに

PC セグメントによる高架橋等の現場ではセグメントを現場内ヤードで製作し、PC セグメントの製作と品質管理を行っており、毎日製作される同一形状の PC セグメントの各部位の寸法を作業員が手作業で計測している。この作業は PC セグメントの品質を検査するにあたっては必要な作業であるが、非常に作業効率が悪く、人為的な誤差を含む可能性もある。そこで、デジタル写真を解析することで作業効率を上げつつ人為的誤差を含まない PC セグメントに特化した寸法計測システムの開発を行った。

2. システム構成

計測に使用する機材は、PC セグメントを高解像で撮影するデジタル一眼レフカメラ、写真解析と帳票出力用のパソコン、カメラのキャリブレーション用の基準点、カメラと PC セグメントの位置関係を補正する基準マークで構成される。表－1 に機材の仕様を示す。

3. 計測手順

計測はキャリブレーション作業と寸法計測作業の 2 つの手順で行う。

(1) キャリブレーション作業

PC セグメントとカメラとの位置関係を求めるために行う。本システムではカメラは固定して現場で製作される PC セグメントを毎回ほぼ同じ位置に設置されることを前提条件としているため、最初に PC セグメントとカメラの関係を精密測定する必要がある。キャリブレーション作業は PC セグメント表面に 4 箇所基準点を設置して写真解析で算出する。

(2) 寸法計測

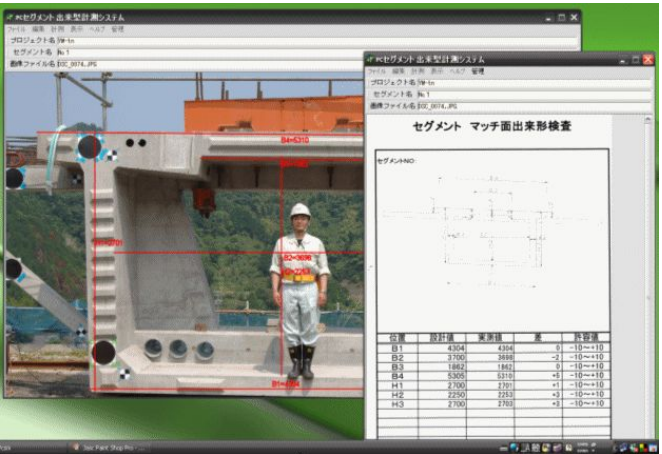
写真－1 のように PC セグメント表面に基準マークを 4 つ貼り付け、デジタルカメラで撮影する。キャリブレーション時と位置関係が異なるので、撮影された画像データ内の基準マークの寸法・形状をキャリブレーション

表－1 機材仕様

機材	仕様
デジタル一眼レフカメラ	撮像素子:CMOS センサー, 記録画素:4,288x2,848, レンズ:35 mm
解析・帳票出力用パソコン	CPU:Pentium4 3GHz, メモリ:1GB, HDD:160GB, モニタ:17インチ液晶モニタ, OS:Windows XP Pro.
基準点	座標が既知な写真測量用ターゲット ※4点必要
基準マーク	寸歩・形状が既知なマーク ※計測対象のサイズに合わせてサイズを決定、4点以上必要



写真－1 計測状況



図－1 計測結果出力

キーワード 写真計測、セグメント、寸法計測、

連絡先 〒270-0132 千葉県流山市駒木 518-1 三井住友建設㈱技術研究所 TEL 04-7140-5201



写真-2 計測箇所

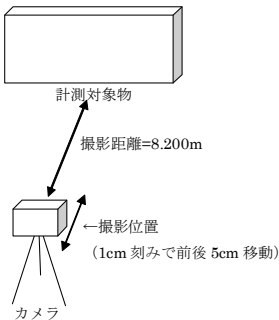


図-2 計測条件

表-2 計測精度 単位: mm

計測箇所	実測値	撮影位置											
		-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	
①	299	-0.9	-0.3	0.7	-1.3	0.1	-0.1	1.2	-0.6	-1.3	-1.3	0.8	
②	284	4.1	1.3	4.2	3.7	0.3	1.5	-5.0	-5.0	0.8	-2.3	2.0	
③	300	-1.0	-1.0	-0.6	0.8	0.9	-1.0	1.1	1.2	0.0	-0.1	0.8	
④	2,100	-0.6	-0.2	-0.6	0.2	-0.3	1.3	1.0	-0.5	0.1	-0.2	1.3	
⑤	299	1.1	1.2	0.5	1.2	1.1	-1.1	-1.4	0.6	-1.3	-0.0	-0.3	
⑥	285	0.5	1.8	-1.1	-3.0	-3.8	-2.9	-0.6	-0.2	2.8	-0.7	3.4	
⑦	299	-1.2	0.4	-0.7	-0.2	1.1	-0.3	-1.2	-0.8	0.7	1.1	-1.1	
⑧	2,100	-0.8	0.9	0.2	-0.8	0.7	0.2	1.3	0.4	-0.7	0.1	0.7	
⑨	5,096	0.6	-0.6	1.0	1.2	-0.9	-0.6	-0.2	0.8	0.7	0.7	-0.3	
⑩	5,100	1.0	0.7	-1.4	-0.5	-0.1	-0.6	1.2	-1.2	0.2	0.4	-0.4	

データから写真解析して実際の寸法・形状と比較し、キャリブレーション時とは異なる位置関係から生じる基準マークの歪を算出する。この歪は PC セグメントとカメラの距離、x y z 軸の 3 軸方向に関する傾きによるものなので、4 つの基準マークの写真解析結果が実際の寸法・形状になるよう、3 軸方向の傾きの補正を行った後に縮尺を補正するために撮影距離を修正する。傾きと距離の補正後に、予め設定した各部材の寸法を計測する。

4. 計測精度

表-2 は横幅 5.1m、高さ 2.1m の計測対象に関して、撮影距離を 8.2m とし、撮影距離を 1cm 刻みで前後 5cm 動かして撮影した画像から各部位の寸法を計測した結果である (写真-2、図-2 参照)。なお、2mm 以上の誤差が発生している部位は切り欠き部分になっており、計測処理中で計測箇所の輪郭抽出誤差により生じたものである。

5. 特徴

現場で製作される PC セグメントの寸法計測作業に特化することにより現場作業の効率化と高精度かつ人為的な誤差を最小限に抑えることが可能となった。以下に本システムの特徴を示す。

- (1) 本システムは同一形状の PC セグメントの寸法を、繰り返し効率的かつ高精度に測定可能である。
- (2) カメラは固定、PC セグメントは毎回ほぼ同じ位置に設置されることが前提条件でありカメラと PC セグメントが毎回同じ位置に設置されれば寸法は 2mm 以下の誤差で計測可能である。
- (3) PC セグメントの設置位置に数センチの位置誤差が発生する場合、形状・寸法のわかっている基準マークを PC セグメント表面に 4 箇所貼って撮影し、写真画像上で認識した基準マーク寸法と実際のマーク寸法を比較することによって撮影距離を調整し、収束計算によって撮影距離を補正する。この手法により撮影距離が数センチ変動しても 2mm 以下の誤差で寸法計測することができる。
- (4) 基準マークは単に貼るだけでよく、位置を測る必要はないので、撮影作業は簡便である。
- (5) 撮影後の解析・帳票出力は自動処理されるため人為的な計測誤差が生じない。

6. おわりに

キャリブレーションデータと寸法、形の既知な基準マークを利用することで PC セグメントとカメラの位置関係を補正することが可能となり、精度的には実際の寸法計測に適用可能であると思われる。実現場へ適用するにあたっては、誤差要因となる計測箇所の輪郭抽出精度の向上と、今後、更なる計測精度向上と現場での取り扱いやすさを目指して開発を進めていく予定である。