

汎用デジタルカメラを用いた各種写真計測方法の検証

西松建設（株） 正会員 水分 登 山田 隆之

西松建設（株） 正会員 ○岩崎 哲

倉敷紡績（株） 山本 実

1. 目的

近年、開発・実用化が進められた3次元写真計測システム（Kuraves-K；倉敷紡績（株）製）を用い、容易かつ比較的精度良く体積や高さを計測する手法を検証した。検証項目は以下の3項目である。

- 1）試験孔の体積測定（水置換試験の代用）
- 2）ダンプトラックの積載土量の計測
- 3）埋立工事における揚土天端高さの計測

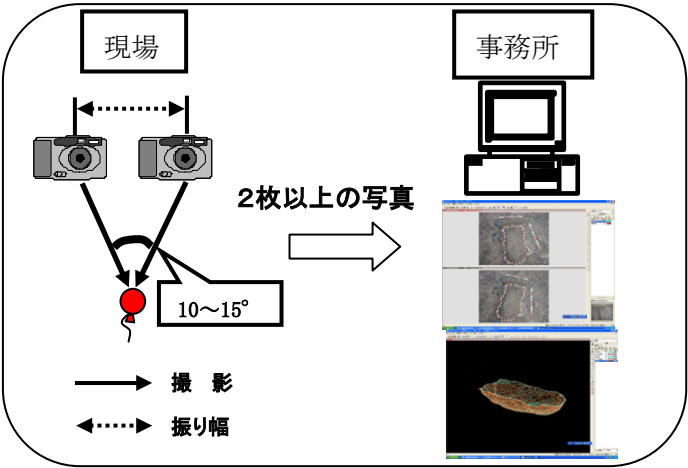
本論は、上記の項目について、従来の計測方法との比較し、その結果を報告するものである。

2. 3次元写真計測システムの概要

3次元写真計測システムは複数点から撮影した2枚以上のデジタル画像を基に、3次元データを作成し、等高線図、縦横断面図および体積計算等の処理を行うものである（図－1）。

このシステムの特徴を以下に示す。

- 1）一般に市販されている高解像度デジタルカメラが使用出来る。
- 2）撮影した複数のデジタル写真に長さが認知出来るものが、共通して撮影されていれば計測可能である。
- 3）現地での作業時間が短時間であり、コンピュータ処理により容易に計測可能である。



図－1 3次元写真計測概念図

3. 試験孔における3次元写真計測の検証

従来、現場密度を測定する方法として、水置換による現場密度試験がある。

しかし、この試験法の問題点として、体積を測定するために多大な労力と時間が必要とされることが挙げられる。そこで、関西国際空港2期空港島転圧試験において水置換試験の試験孔の体積測定において3次元写真計測を行い、検証を行った。検証内容を表－1、検証状況を写真－1、写真計測と水置換の検証結果を表－2に示す。

表－2より全体的に写真計測での体積の方が、2％程度大きくなっている。これは、水置換の体積についてビニールシートの補正を行っていないためと考えられる。

解析時間は、30分程度であり、水置換による計測を行う手間を考慮すると、写真計測は容易かつ迅速に、試験孔を測定可能である。

表－1 検証内容

	規格・寸法	個	実施日
試験1	φ1.0m 深さ 0.60m	1	7月26日
試験2	φ1.0m 深さ 0.30m	1	7月29日
試験3	φ1.0m 深さ 0.60m	1	
試験4	φ1.0m 深さ 0.60m	1	8月1日



写真－1 検証状況

表－2 検証結果

	写真計測 (m³)	水置換 (m³)	差分 (m³)	比率 (%)	誤差 (%)	平均誤差 (%)
試験1	0.254	(0.255)	-0.001	99.7	-0.3	1.0
試験2	0.183	(0.179)	0.004	102.2	2.2	
試験3	0.261	(0.256)	0.005	102.0	2.0	
試験4	0.242	(0.242)	0.000	100.0	0	

キーワード 3次元写真計測システム、デジタルカメラ、測量、計測、3次元レーザースキャナ

連絡先 〒540-8515 大阪府大阪市中央区釣鐘町2-4-7 西松建設(株)関西支店土木部 TEL 06-6942-8855

4. 重ダンプトラック積載土量の3次元写真計測の検証

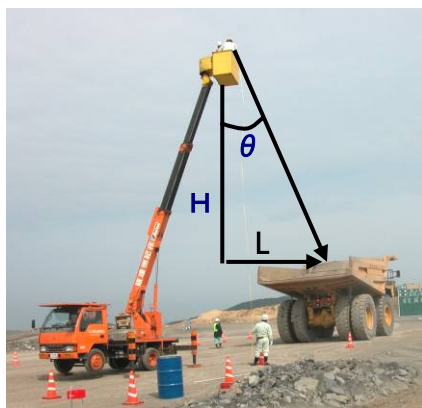


写真-2 撮影状況

従来、土量を検収する方法として光波による検収がある。

ここでは、容易で迅速な3次元写真計測システムを用いて、土量検収への作業性および実用性を検証する。高所作業車からの撮影距離、撮影高さの撮影条件を変化させ、最適な条件の検証を行った（写真-2）。 表-3 撮影条件

	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5
アングル θ	50°	45°	35°	20°	
高さ H	4.0m	5.0m	7.0m	4.0m	
振り幅	2m に固定				
撮影距離 L	5m に固定			1.5m	

※ 重ダンプのバessel高さは、地上+3.5mである

その最適条件で半載車1台、満載車3台の計4台について計測した。

検証は、まず空車の状態（写真-3）を撮影・計測を行った。次に岩砕土を積載した状態（写真-4）で撮影・計測し、空車状態との差分を計算させることで土量を算出した（図-2）。



写真-3 空車状態



写真-4 積載状態

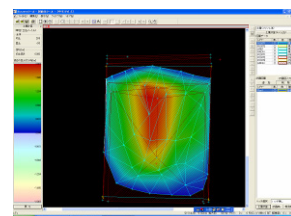


図-2 土量算出

光波検収土量を参考基準値とした場合、撮影条件については、撮影高さの最も低い位置（ $\theta = 50^\circ$ ）で撮影したものの方が精度が良かった。測定精度については、3%程度の中に収まっており、良好な結果が得られた（表-4）。

表-4 検証結果

撮影車	計測結果 (m ³)	光波検収 (m ³)	差分 (m ³)	比率(%) 計測/光波	誤差(%)
半 載 車	28.8	29.6	-0.8	97.3	2.7
満載車 No. 1	51.0	50.6	0.4	100.8	-0.8
満載車 No. 2	51.6	52.9	-1.3	97.5	2.5
満載車 No. 3	51.6	52.8	-1.2	97.7	2.3

5. 揚土天端の面的管理手法における検証

ここでは、揚土天端の面的管理という観点から、3次元写真計測と大量の点群を短時間で計測することが可能な3次元レーザースキャナを使用して、従来の計測手法（RTK-GPS、光波測距機、レベル測量）と作業性および実用性について比較検証した。検証方法を以下に示す。



写真-5 検証範囲(40m×40mでの範囲)

- 1) 精度検証範囲は 80m×80m とし、カメラ撮影とレーザースキャンは高所作業車上から行った。
- 2) 検証用座標点において RTK-GPS、光波測距機、レベル測量により 41 点測量した。
- 3) 3次元写真計測では、検証範囲を4分割（計測用写真計8枚）した。

精度・作業時間ともに、3次元レーザースキャナが優れていた。3次元写真計測は、写真-5に示すように平面が斜に撮影されるため、遠方になるほど画像情報量が少なくなり、精度のばらつきが大きくなったと考えられる。

6. まとめ

3次元写真計測は撮影条件が非常に重要である。検証により、揚土天端計測については、計測範囲が広く撮影条件の設定が困難であるため、作業性および実用性ともに不利であった。一方、試験孔のような比較的狭い範囲の計測では、作業性および実用性ともに結果は良好であった。今後もこれらの新技術の作業性や実用性について、更に検討を進める必要があると考える。今回の検証は、関西国際空港用地造成（株）および関西国際空港（株）建設事務所の協力を得て行った。紙面を借りて御礼を申し上げます。