

構造解析を目的とした SfM による構造部材断面の測定法の検討

日本大学 学生会員 ○大久保 美里 松本 流成
日本大学 正会員 仲村 成貴

1. はじめに

3次元モデルの活用事例は年々増加しており、点群モデルを構造解析モデルへ変換して、数値解析を試みようとする研究例も報告されている¹⁾。数値解析により構造物の力学性能を把握する場合、部材寸法は必須の入力パラメータの1つである。構造部材の中でも鋼構造部材は部材長に比して部材厚が小さいため、断面形状の点群モデルを数値解析に使用できる精度で作成することは容易ではないと考えられる。そこで本研究では、試験体の断面縁の処理方法や撮影画像データの付加情報に着目し、SfMで生成した3次元モデルから断面形状を精度良く計測できる手法を検討することを目的とする。

2. 計測の概要

図1にSfM生成と計測の流れを示す。デジタルカメラで撮影した試験体の画像から点群モデルを作成した後、断面の寸法を計測した。図1の写真読み込みから寸法計測までの作業をアプリケーションソフトMetashape²⁾を用いて実施した。

(1)試験体：

図2に示す木製の立方体と鋼製のL型アンクル部材の2種類を用いた。L型アンクル部材は通信鉄塔の一部材である。図2中の寸法はノギスによる実寸値であり、本研究ではこの値を基準とする。断面縁の処理パターンを写真1に示す。立方体の断面縁には5パターン(I~V)、L型アンクル材には2パターン(I, II)のマスキングテープを貼り付けた。

(2)写真撮影とSfM生成：

写真撮影に用いたカメラはSONY社のデジタルスチルカメラDSC-HX90V(4.1mm)である。試験体に対して360°の方向から進行方向に80%以上の重複率(オーバーラップ)、横方向に60%以上の重複率(サイドラップ)を満たすように撮影した。撮影画像データへの付加情報として検討した3ケースを表1に示す。スケールバーおよびジオタグの有無を検討した。

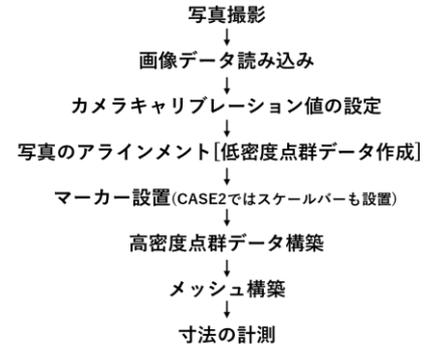


図1 SfM生成と計測の流れ

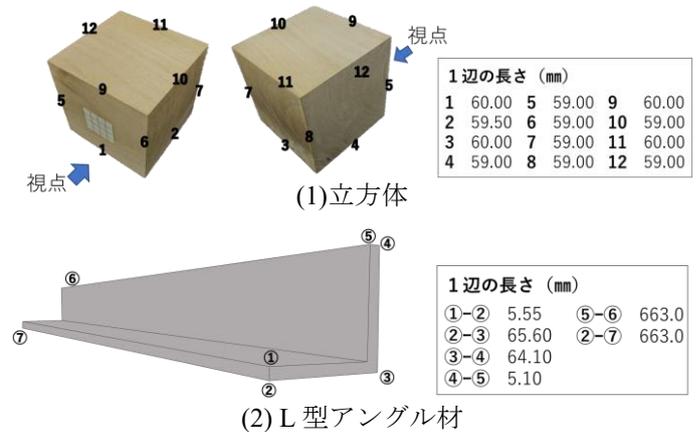


図2 試験体とその実寸値

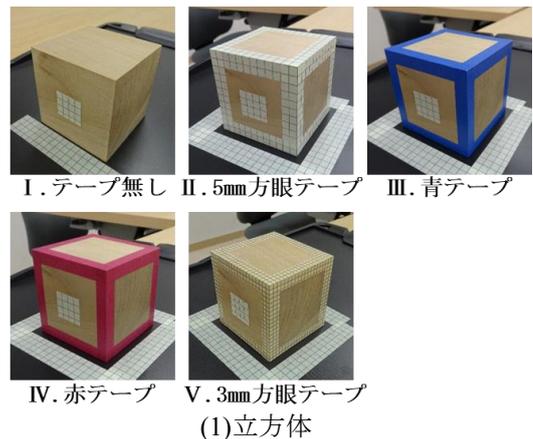


写真1 断面縁の処理パターン

キーワード SfM, 点群データ, 部材断面, L型アンクル材, 断面二次モーメント

スケールバーの有無は、長さの基準値として試験体に貼った 5mm 幅模様のマスキングテープを用いたキャリブレーションの実施有無を示す。ジオタグの有無は写真撮影時の GPS 信号の受信可否で設定した。

(3)断面寸法の計測：

Metashape のシェード表示上で定規機能を用いて断面の寸法を計測した。

3. 計測結果

計測結果の評価には、図 1 に示した試験体の寸法（実寸値） X_i と計測値 x_i の較差 $(X_i - x_i)$ と次式の RMSE で評価した。

$$RMSE = \pm \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - x_i)^2} \quad (1)$$

(1) 立方体：

断面縁の処理 5 パターン (I~V) に対して、付加情報 3 ケース (CASE1, 2A, 2B) の計 15 項目を検討した。表 2(1)に計測結果を示す。スケールバー無 (CASE1A) よりも、有 (CASE2A, 2B) の方が、格段に精度が高かった。さらにジオタグを付加しない CASE2B で最も高い精度が得られた。断面縁の処理方法では、マスキングテープを貼り付けた 4 パターン (II~V) がほぼ同等に良好な精度を得られた。

(2) L 型アンゲル材：

立方体での結果を受けて、画像データの付加情報は CASE2B (スケールバー設置・ジオタグ付) とし、断面縁は I (テープ無) と II (5mm 方眼テープ貼り付け) の 2 パターンを検討した。表 2(2)に計測結果を示す。さらに、計測値を用いて図 3 に示す座標に関する断面二次モーメントを算出した結果を実寸値や設計で用いられる値と併せて表 3 に示す。断面縁の処理では II (5mm 方眼テープ貼り付け) が実寸値に近く、設計用の値とほぼ一致した。

5. おわりに

木製立方体および鋼製 L 型アンゲル材を対象として、断面縁に施した処理や画像データの付加情報と、SfM モデルにおける断面形状の測定精度との関連を調査した。スケールバーを設置し、試験体と背景の境界を明瞭にすることで設計値と同等の値を得ることができた。今後は、材質や背景、試験体の大きさなどを変化させて測定精度を調査する予定である。

謝辞 L 型アンゲル部材について那須電機鉄塔株式会社の新

岩吉昭氏より情報提供いただきました。

参考文献 1)鈴木早苗, 宮森保紀, 齊藤剛彦, 山崎智之, ムンフジャルガル ダンビーバルジル, 三上修一: 鋼構造部材の 2 次元点群モデル構築と FEM データへの自動変換に関する検討, 土木学会論文集 F3(土木情報学), Vol.75, No.2, pp.I_141-I_149, 2019. 2)Agisoft: Metashape <Professional 版> 日本語操作マニュアル Version1.6

表 1 画像データの付加情報ケース

CASE	スケールバー	ジオタグ
1 A	無	有
2 A	有	有
2 B	有	無

表 2 計測結果

(1)立方体

CASE1A【スケールバー無, ジオタグ有】 (mm)					
断面縁の処理	I	II	III	IV	V
較差平均	31.48	1136.46	26.83	527.96	171.38
RMSE	31.48	1136.50	26.83	527.98	171.38
CASE2A【スケールバー有, ジオタグ有】 (mm)					
断面縁の処理	I	II	III	IV	V
較差平均	-0.53	0.11	-0.19	-0.52	0.22
RMSE	0.57	0.46	0.33	0.55	0.37
CASE2B【スケールバー有, ジオタグ無】 (mm)					
断面縁の処理	I	II	III	IV	V
較差平均	-0.43	0.05	0.02	-0.08	-0.14
RMSE	0.53	0.18	0.03	0.30	0.29

(2)L 型アンゲル材

CASE2B【スケールバー有, ジオタグ無】 (mm)				
断面縁の処理	I		II	
部材	計測値	較差	計測値	較差
①-②	6.09	0.54	5.66	0.11
②-③	64.80	-0.80	65.3	-0.30
③-④	65.40	1.30	63.7	-0.40
④-⑤	4.96	-0.14	5.67	0.57
平均	—	0.2250	—	-0.0050
RMSE	0.8126		0.3831	

表 3 L 型アンゲル材の断面二次モーメント I_y, I_z

CASE2B【スケールバー有, ジオタグ無】 (mm ⁴)				
断面縁の処理	I	II	実寸値	設計用
I_y	403472	281872	281300	294000
I_z	238208	249104	254755	294000

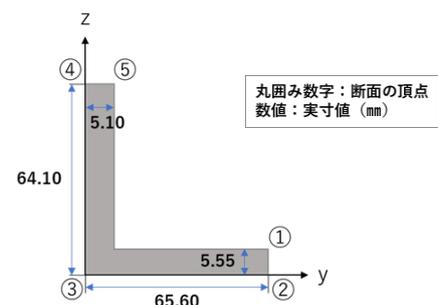


図 2 L 型アンゲル材の断面と座標