

デジタルカメラ 3次元計測システム VBM を用いた 鋼 I 桁の面外方向変形の計測

琉球大学大学院 学生会員○山田昌樹, 琉球大学 正会員 下里哲弘, 正会員 有住康則, フェロー会員 矢吹哲哉,
(社)施工技術総合研究所 正会員 小野秀一, (株)横河技術情報 正会員 白石典之, 嶋村伸昭

1 はじめに

力学実験のたわみ計測には、変位計が一般的に用いられている。しかし、特に面外方向のたわみ計測に用いる変位計の設置には、治具作製やセットアップに多くの時間を要する。そこで本研究では、鋼 I 桁の耐力力実験におけるウェブ面外変形を対象に、デジタルカメラ 3次元計測システム VBM(Vision Based Measurement: NETIS 登録番号 KT-100022)を適用し、その計測精度について CDP 変位計と比較した。また、溶接残留変形の計測についてもレーザー変位計と比較した。なお、VBM は一眼レフタイプのデジタルカメラを用いて 3次元座標値を算出するシステムである。測定精度は、撮影距離の 20000 分の 1(測定距離 10m で 0.5mm)程度の誤差である。VBM は造船や橋梁など大型構造物の形状計測に用いられている。

2 計測方法

2.1 デジタルカメラ 3次元計測(3D 計測)

写真-1 に計測対象となる横 1409mm, 縦 1450mm の鋼 I 桁試験体及び計測点用ターゲットを示す。ターゲットは、3種類あり、計測点用、座標値の算出の際に複数の画像を接続するためのコードターゲット及び 3次元座標値に尺度を設定する長さが既知のスケールバーを使用する。各ターゲットの貼付にはマグネットを用いる。ターゲットの大きさは 3mm, 6mm, 12mm, 厚さ 1mm と小型であり、CDP 変位計と比べ、取り付けが容易である。

図-1 にウェブ面の 5 計測ラインとターゲット及び CDP 変位計の設置図を示す。ウェブの計測ラインとして、端部から 100mm 離れた位置に I ライン、以降は 300mm 間隔で II ラインから V ラインまで設け、ターゲット及び CDP 変位計はウェブ面の交点に 25 個設置した。

写真-2 にデジタルカメラによる計測状況を示す。各計測は、計測対象である試験体の周囲を移動しながら撮影距離や角度を変えて行い、計測に要する時間は約 2 分から 3 分である。

2.2 変位計によるウェブ面外変形計測

写真-3 に耐力力実験時のウェブ面外方向の CDP 変位計の設置状況を示す。CDP 変位計の設置には、写真-3 に示すように特別な治具が必要である。その治具の設置と CDP 変位計の取り付けで 1 日の準備作業となる。

2.3 レーザー変位計によるウェブ初期変形計測

写真-4 にレーザー変位計を用いたウェブ初期変形計測状況を示す。レーザー計測は、計測対象(1409mm×1450mm)の範囲を縦 10mm×横 10mm の間隔で行った。総計測点は 20160 点であり、計測に要する時間は 8 時間/片面である。また、レーザー変位計は基準距離 400mm で測定誤差 2 μ m 仕様を用いた。

表-1 に各計測の計測間隔と計測点を示す。

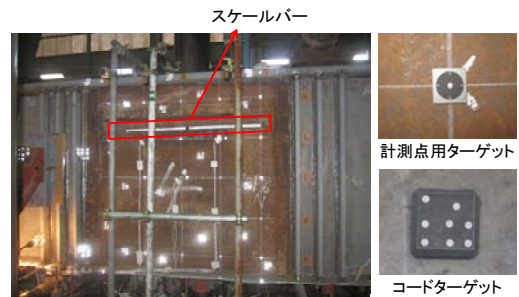


写真1 耐力力試験体およびターゲット

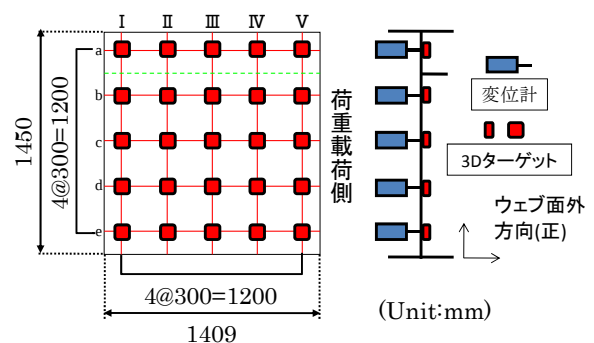


図1 ウェブ計測ラインとターゲット及び変位計設置図



写真2 デジタルカメラ3次元計測状況

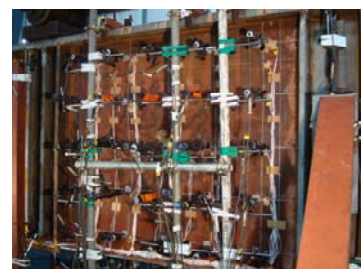


写真3 CDP変位計設置状況



写真4 レーザー変位計およびウェブ初期変形計測状況

キーワード 鋼 I 桁橋, デジタルカメラ 3次元計測, 面外変形, 溶接残留変形, レーザー計測
連絡先 〒903-0213 沖縄県中頭郡西原町千原 1 番地 琉球大学工学部環境建設工学科 TEL098-895-8666

3 計測結果

3.1 ウェブ面外変形

図-2 にウェブ面外変形の計測結果の比較の一例を示す。図-2 より各荷重ステップにおいて 3D 計測と変位計は同程度の結果となり、3D 計測によりウェブ面外変形を終局状態まで計測可能であった。なお、荷重 4500kN 時において 3D 計測と変位計の変形分布は同じ傾向であるが、変位量は異なる結果を示した。この原因としては、面外変形とともに鉛直変位も大きくなることで、変位計が初期の計測点からずれたことなどに起因したと考えられる。

3.2 ウェブ初期変形

図-3 に計測 5 ラインの 3D 計測とレーザー変位計によるウェブ初期変形の計測結果を示す。図より、3D 計測とレーザー変位計はほぼ同様の初期変形計測結果となった。

図-4 にウェブ初期変形コンター図を示す。ウェブ初期変形コンター図には、3D 計測点 25 点、レーザー変位計計測点 20160 点の計測結果を用いて作成した。図より、ウェブの初期変形コンター図は、3D 計測とレーザー変位計で多少の違いは見られるものの同程度の計測結果となった。

4 まとめ

- (1) デジタルカメラ 3 次元計測により、ウェブ面外変形は計測可能である。また、計測結果は変位計とほぼ同程度となった。
- (2) デジタルカメラ 3 次元計測により、ウェブ面外変形は終局状態まで計測できる可能性を示した。これについては、今後検討が必要である。
- (3) デジタルカメラ 3 次元計測により、鋼 I 桁のウェブ部材初期変形は計測可能である。また、計測結果はレーザー変位計とほぼ同程度となった。

謝辞

本研究では、ウェブ初期変形計測に用いる大型のレーザー変位計装置(X-Y 移動装置)の製作に対して、(株)東京鐵骨橋梁に多大な御協力を賜りました。ここに記して謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 株式会社 横河技術情報：デジタルカメラ 3 次元計測システム VBM(Vision Based Measurement)

表-1 各計測の計測間隔と計測点

計測項目	計測間隔(縦×横) (mm)	計測点数
3次元デジタルカメラ(3D計測)	300×300	25
レーザー変位計	10×10	20160
変位計	300×300	25

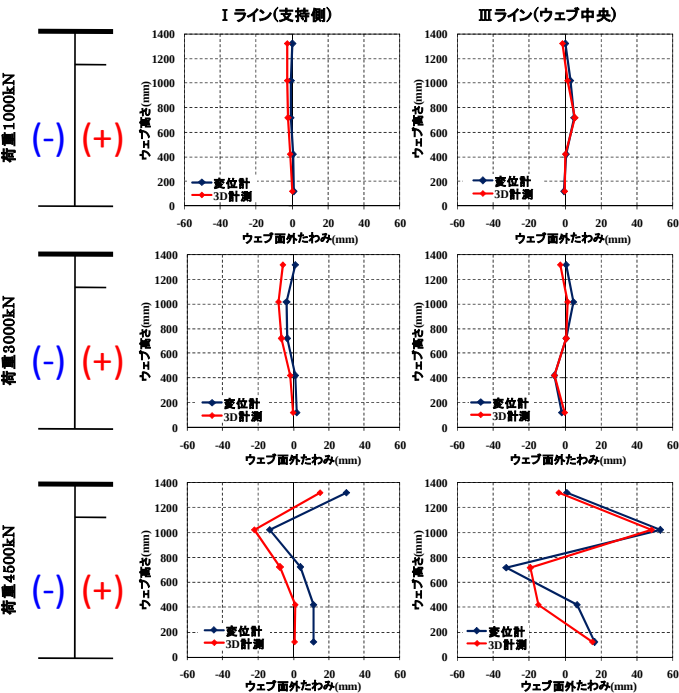


図 2 ウェブ面外変形の計測結果(3D 計測と変位計)



写真 5 耐荷力試験終了時のウェブ面外座屈モード

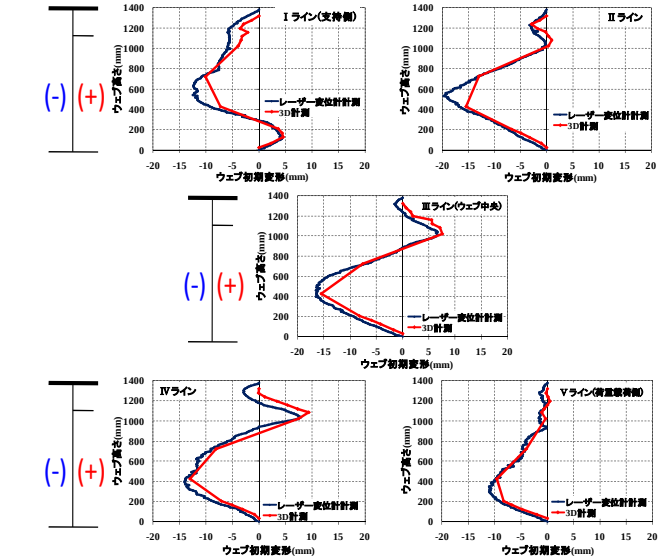


図 3 ウェブ初期変形の計測結果(3D 計測とレーザー変位計)

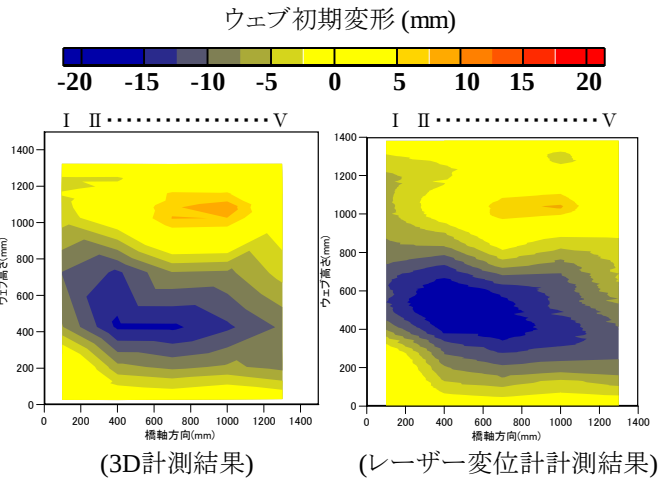


図 4 ウェブ初期変形コンター図
(3D 計測とレーザー変位計)