

三次元画像計測技術を用いた鋼短柱の残存性能評価に関する検討

熊本大学大学院 正会員 ○安宅 直希

熊本大学大学院 正会員 松村 政秀

徳島大学社会産業理工学研究部 正会員 森山 仁志

1. はじめに

鋼短柱は都市内高速道路の鋼製橋脚や鋼橋などに多く用いられている。これらは重要度の高い公共構造物であり、一部が損傷しても路線の一部あるいは全体が機能しなくなるため、損傷によって寸断された道路の早期復旧は人命救助、都市機能の回復のため極めて重要である。損傷・変形した鋼構造物の残存耐力の評価が必要となることから、本研究では鋼短柱に純圧縮荷重を載荷し、その時の面外変形の三次元画像計測結果から残存性能評価が可能かどうかについて検討する。図-1 に本研究のフローを示す。

2. 点群データから FEM モデル構築

三次元画像計測によって生成された点群データは軸方向に対する傾きやスケールに差異があるため、傾きとスケールを三次元アフィン変換により補正した。図-2 に座標変換のイメージを示す。また三次元点群モデルの点群数は FEM モデルの節点数と比較すると膨大であり、かつノイズを含むため、点群データのすべての点を節点データとして用いるのは適切ではない。さらに、膨大なテキストデータを処理するのは多大な時間を要する。そのため点群データ同士の最小間隔を指定し、ダウンサンプリングを行う。さらに点群データを任意の間隔で抽出し、それらを平均化することで FEM モデルの節点データとしている。図-3 にダウンサンプリングと任意の位置における節点データの設定イメージを示す。

3. 鋼短柱圧縮実験と残存耐力評価

(1) 実験供試体

対象とする鋼短柱は板厚 5.8 mm、断面が 250×250 mm、軸方向高さ 500 mm の SM400A 材で、初期たわみは圧縮板の製作誤差^りである $b/150$ (b :板幅) を十分下回っていた。残留応力は溶接部近傍では降伏応力の約 0.8 倍程度の引張応力、板パネル中央付近では降伏応力の 0.2 倍程度の圧縮応力が確認された。

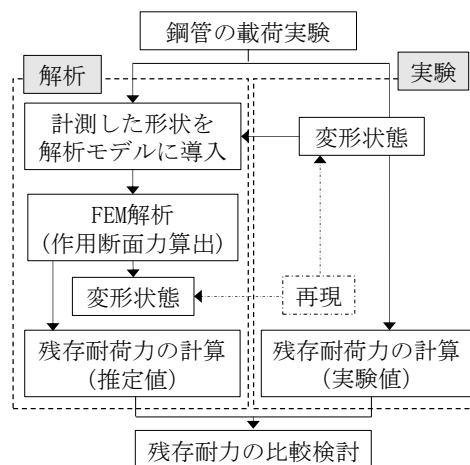


図-1 本研究のフロー

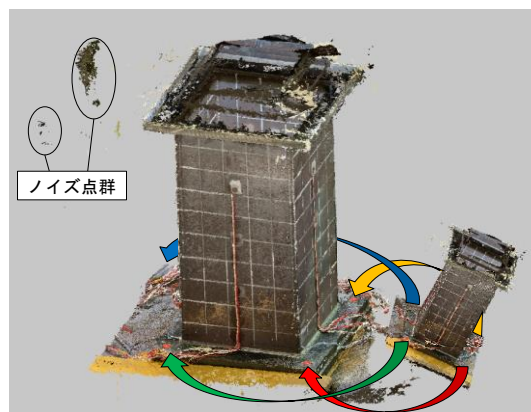


図-2 座標変換のイメージ

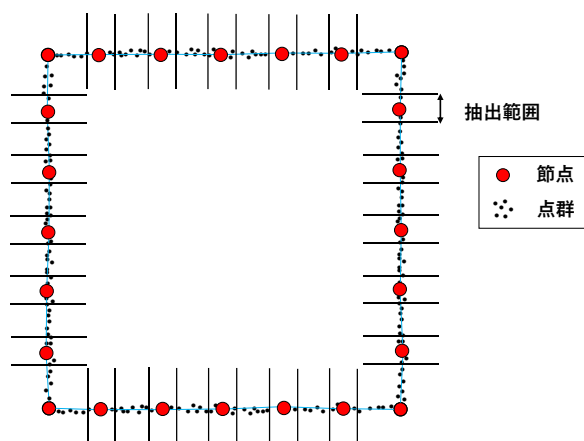


図-3 節点生成のイメージ

キーワード 三次元画像計測、点群データ、鋼部材、残存耐力推定、FEM 解析

連絡先 〒860-8555 熊本市中央区黒髪 2-39-1 熊本大学大学院自然科学研究科 TEL:096-342-3546

(2) 載荷方法・計測タイミング

変形を有する実構造物はある程度除荷されていると考え、面外変形を計測するタイミングは想定最大荷重を P_{max} から除荷された $0.2 P_{max}$ とした．面外変形を計測するタイミングを図-4 に示す．

(3) 残存耐力評価

残存耐力評価は、鋼短柱に純圧縮載荷を行い、ピーク荷重到達前に除荷した 2 パターンとピーク荷重到達後に除荷した 2 パターンの計 4 パターンで計測を行い、それぞれの計測結果に基づいて解析モデルを作成し、その再現解析を行い撮影時の変形状態からピーク荷重を経験したかどうかの判定可能かどうかについて着目する．ピーク荷重を経験していない場合と経験している場合では残存耐力や残存変形能等が異なるため、ピーク荷重を経験したかどうかの判定は極めて重要であると考えられる．具体的には、実験時に載荷・除荷を行って変形した供試体を点群データ化して FEM モデルを構築したのち、その面外変形を等倍した初期たわみを有する解析モデルを生成する．実験同様に解析した供試体の面外変形が最大となる位置、すなわち座屈モードに着目して残存耐力評価を行う．解析条件は一辺 12.5 mm の四角形板要素とし、載荷板部分はソリッド要素で構成した．材料構成則は材料試験結果を用いた．解析モデルを図-5 に示す荷重は強制変位により載荷した．このとき解析での除荷の程度は実験と同様にした．評価結果の一例を表-1 に示す．表中の黄色で塗りつぶした箇所に赤字で示された最大面外変位があれば判定 OK、そうでない場合は NG としたところ、計 8 パターンのうち、7 パターンはピーク到達の判定ができており、一定の精度が確認された．

4. おわりに

本研究では鋼部材の面外変形に着目し、残留変形を有した鋼短柱の残存耐力推定を三次元画像計測と FEM 解析により試みた．その結果、点群データに座標変換、ダウンサンプリング等適切な処理を行うことで FEM モデルの構築が可能であり、さらに残存耐力評価では実験と面外たわみが最も大きい位置に着目すると、ピーク荷重に到達したかどうかをある程度の精度で判定できることを示した．

参考文献

1) 日本道路協会：道路橋示方書，Ⅱ 鋼橋・鋼部材編・同解説，2017

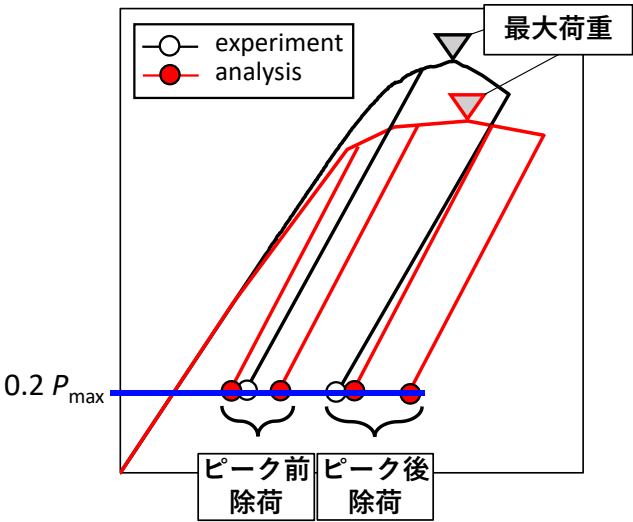


図-4 計測タイミング

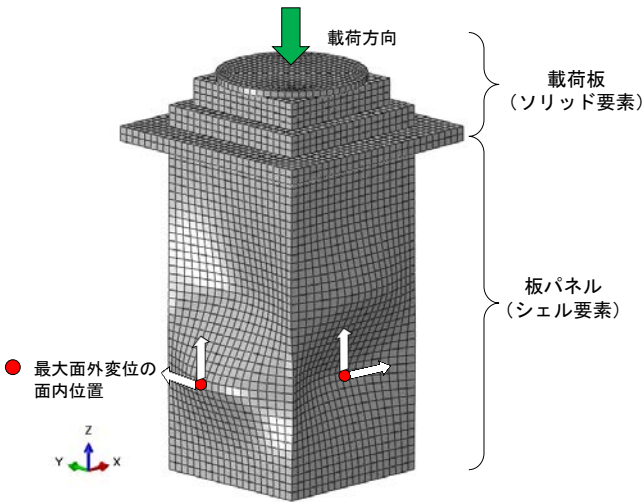


図-5 解析モデル

表-1 残存耐力推定結果

解析ケース	最大荷重前		最大荷重後		判定
	a_pl_a_0.2	b_pl_a_0.2	c_pl_a_0.2	d_pl_a_0.2	
No.1	87.454	87.431	137.535	184.342	OK
	162.431	162.428	237.274	237.223	OK
	131.227	131.220	106.215	103.081	OK
	253.133	287.508	150.133	150.157	OK
No.2	443.737	443.736	471.822	471.808	OK
	290.462	290.441	290.359	290.312	NG
	299.908	299.876	293.543	293.494	OK
	340.471	340.437	306.019	305.975	OK