

画像計測技術によって得られた初期たわみを用いた 角型鋼管の圧縮耐荷力予測

熊本大学 学生会員 ○牛塚悠太 熊本大学 正会員 葛西 昭
 熊本大学 正会員 上田 誠 熊本大学 学生会員 神代悠平
 (株) 栄泉測量設計 江山栄一

1. はじめに

本研究は、鋼構造物の面外たわみに着目した耐荷力予測に関する基礎的研究の一環として行われるものである。無補剛箱形断面鋼管(以下、供試体)の圧縮実験結果と画像計測により得られた供試体表面の初期状態を組み込んだ有限要素法(以下、FEM)適用モデルに対し、圧縮実験と同様な変位荷重を解析上で載荷し、得られた結果を比較する。また、得られた結果を元に、画像計測から得られた供試体表面の情報を解析モデルに組み込む手法の適用性について考察する。

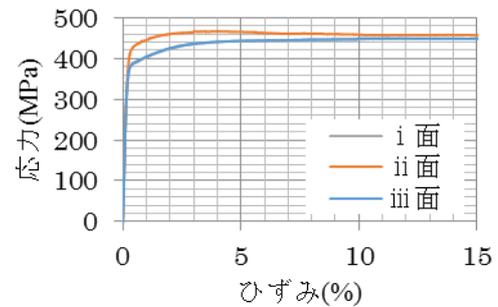


図2 引張試験結果

2. 実験の概要

2-1 引張試験

解析に必要な材料特性を得るべく、供試体のシーム面を除く3面から引張試験片を作成し、引張試験を行った。得られた応力-ひずみ関係は図2(各面の対応は図1参照)のとおりで、平均して求めた材料特性は、弾性係数203GPa、降伏応力286MPaであった。これらの結果をFEM解析モデルに組み込んだ。なお、この供試体は、圧延鋼板を冷間加工して角形鋼管として仕上げている。そのため、降伏棚などの存在しない応力-ひずみ関係となっていることに注意されたい。

2-2 圧縮実験

図3に示す供試体の圧縮実験を行った。供試体の諸元は表1に記す。実験にはアムスラー型試験機を使用し、載荷は1回目0.25mm→除荷→2回目1mm→除荷→3回目1mm→除荷→4回目1mmのように載荷と除荷を繰り返し行った。実験風景は図4に示す。

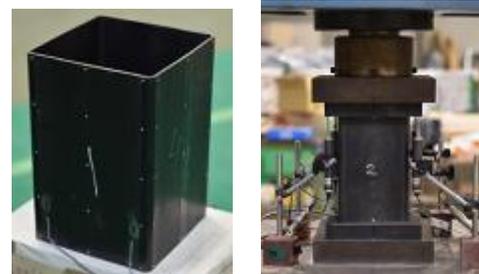


図3 対象となる供試体 図4 圧縮実験風景

2-3 画像計測

供試体表面の初期状態を得るべく、画像計測を行う。図5、図6に示すような位置に設置したデジタルカメラにより撮影した。用いたカメラおよびレンズの性能は表2に示す。

表2 使用したカメラおよびレンズ

カメラ	
製品名	D750
形式	レンズ交換式一眼レフ レックスタイプデジタルカメラ
有効画素数	2432万画素
画質モード	RAW12ビット/14ビット (ロスレス圧縮、圧縮)
レンズ	
製品名	AI AF Micro-Nikkor 60mm f/2.8D
最短撮影距離	0.219m
最大撮影倍率	1.00倍
フィルターサイズ	62mm
大きさ	約70mm(最大径)×74.5mm
質量(重さ)	(約)440g

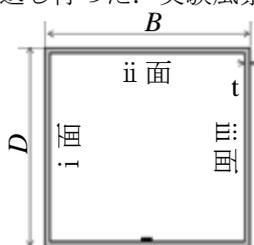


図1 供試体断面

表1 供試体寸法

鋼種	STKR400
B(mm)	150
D(mm)	150
t(mm)	3.2
断面積 A(mm ²)	1853

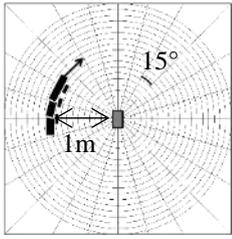


図 5 画像計測 1

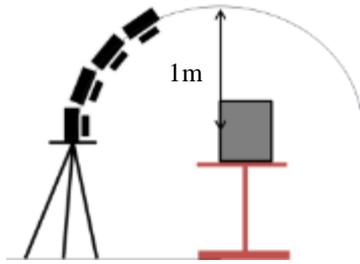


図 6 画像計測 2



図 9 実験結果と解析結果の客観的比較

3. FEM 解析モデルへの初期状態の導入

2-3 より得られた画像データを三次元画像計測に入力し作成したモデルは点の集合で構成され、その点は座標として与えられる。このデータを文献 3)に従って、FEM 解析モデルに適用した。このデータをもとに作成した FEM 解析モデルは図 7 に示す。

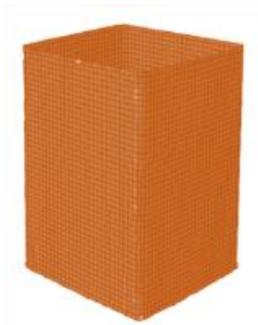


図 7 供試体の初期状態を含む FEM 解析モデル

4. 結果の比較と考察

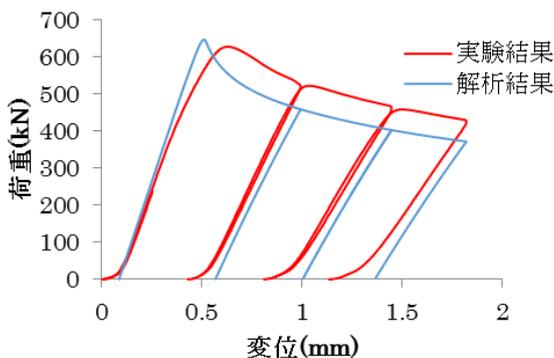


図 8 実験結果と FEM 解析結果の比較

表 3 実験と解析のピーク荷重比較

	1回目	2回目	3回目	4回目
実験結果(kN)	239.00	627.50	522.00	458.00
解析結果(kN)	268.29	646.36	457.90	402.13
ピーク荷重の ずれ(%)	12.26	2.98	14.28	14.18

実験から得られた荷重-変位曲線と、FEM 解析から得られた荷重-変位関係を比較すると図 8 のようになる。図 8 より、荷重-変位線の傾きは違うものの、載荷 2 度目の荷重の最大値がほぼ同じ値になっているのが読み取れる。今回の FEM 解析結果は、冷間加工時に発生する残留応力を含んでいないが、実際の供試体には残留応力が含まれている。ここでの傾きの違いは上記が原因である。

また、実験では圧縮する際、載荷板と供試体は接触しているだけであり供試体の断面は拘束されておらず、実験では除荷と同時に断面の変形がみられるが、現在の FEM 解析にはその断面の変形は再現されていない。そこで実験の状況なるべく忠実に再現した解析については、当日発表することとする。

図 9 では面外たわみの分布について、除荷後の供試体と、解析上で鉛直方向に圧縮した試験体の外観の客観的な比較を行っている。面外たわみは、実験と解析で似たような範囲に生じているが、まったく同じとは言いがたい。しかし、2 回目の載荷後の耐力のずれは 3% 以内に収まっている(表 5 参照)。

5. 参考文献

- 1) Agisoft LLC : Photoscan Users Manual Professional Edition Version 1.0 2013.
- 2) CARLO TOMASI, TAKEO KANADE : Shape and Motion from Image Streams under Orthography: a Factorization Method , International Journal of Computer Vision, 9:2, 137-154, pp.1-18, 1992.
- 3) 牛塚悠太 : 画像計測技術を援用した鋼管の圧縮耐荷力予測に関する研究, 熊本大学工学部社会環境工学科平成 27 年度卒業論文, 2016.