

名古屋工業大学 学生会員 ○野村 直之
 名古屋工業大学大学院 正会員 永田 和寿
 名古屋工業大学大学院 学生会員 大竹 輝

1. はじめに

高度経済成長期に建設された鋼構造物は、近年老朽化の時代を迎えており、これらの鋼構造物の地震時における耐震安全性を確保することは極めて重要である。多くの腐食損傷に関する数値解析では、予め板厚を減少させたモデルに対して载荷が行われているのに対して、実際には荷重が作用している状態で腐食損傷が生じている。そこで、本研究では荷重作用時の板厚減少が耐荷性能に及ぼす影響について考察することを研究目的とした。

2. 解析概要

本解析では、汎用構造解析プログラム ABAQUS を使用した。その解析モデルの断面概略図を図-1に、解析モデルを図-2に示す。これらの図に示すように、腐食損傷をすべての角部に与え、損傷部の板厚は健全部(3.2mm)の半分(1.6mm)とし、損傷の範囲は断面の長さ方向に角部からすべて 5mm とした。橋脚部のダイアフラムの一枚目にあたる位置までは、角部に板厚減少を表現するために1要素8節点のソリッド要素を、それ以外の部分にはシェル要素を用いて要素分割し、ダイアフラムの1枚目より上部では、全てシェル要素で要素分割した。载荷部は剛体のはり要素を使用してその上端を载荷点とした。

ここでは、健全な断面のみを有するモデルを Model-1 とし、角部における損傷を有するモデルは、軸力を作用させた後に要素削除したモデルを Model-2 とし、要素削除をした後に軸力を作用させたモデルを Model-3 と呼ぶことにした。

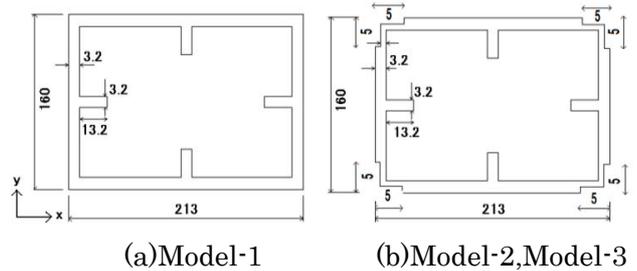


図-1 断面概略図

解析モデルの材料特性を表-1に示し、初期降伏変位および降伏荷重を表-2に示す。表-1の材料特性に関しては、鋼種 SM490 の引張試験の結果から算定している。また、初期降伏変位および降伏荷重は、解析モデルを Beronoulli-Euler ばりとして計算した値である。鋼材の構成則として移動硬化則を使用した。

载荷方法は、健全なモデルでは、はじめに一定軸力(降伏軸力の 15%)を作用させた状態で、降伏ねじり量の約 80%を変位制御で与えた。その後、図-3の载荷パターンに示すようなダイヤモンド型水平2方向繰り返し载荷を変位制御で行った。

水平2方向のそれぞれの初期降伏変位 δ_{y0} を基準として $(0, 0) \rightarrow (0.5\delta_{y0}, 0) \rightarrow (0, 0.5\delta_{y0}) \rightarrow (-0.5\delta_{y0}, 0) \rightarrow (0, -0.5\delta_{y0}) \rightarrow (0.5\delta_{y0}, 0) \rightarrow (\delta_{y0}, 0) \rightarrow (0, \delta_{y0}) \dots$ と初期降伏変位の3倍まで順次漸増させた4サイクルの载荷を行った。

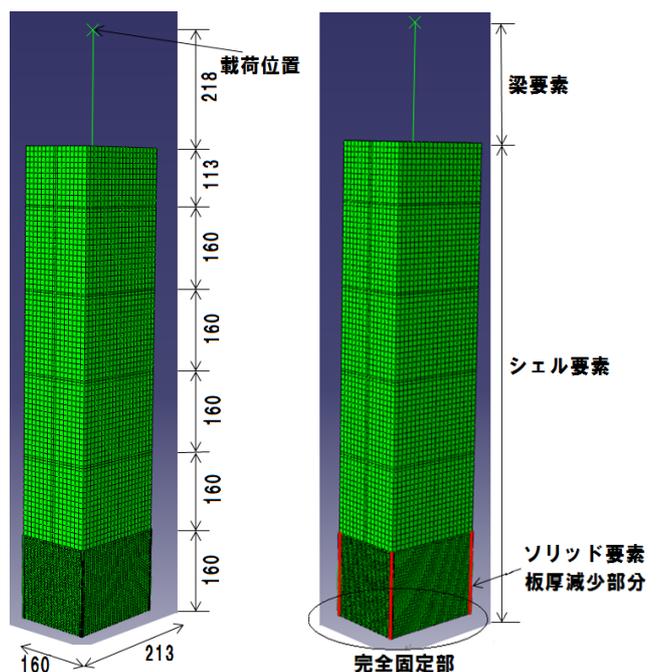


図-2 解析モデル(mm)

表-1 材料特性

E (N/mm ²)	σ_y (N/mm ²)	ν
2.09×10^5	403	0.282

表-2 降伏変位および荷重

	δ_y (mm)	H_y (kN)
X軸方向	6.53	47.7
Y軸方向	8.69	40.6

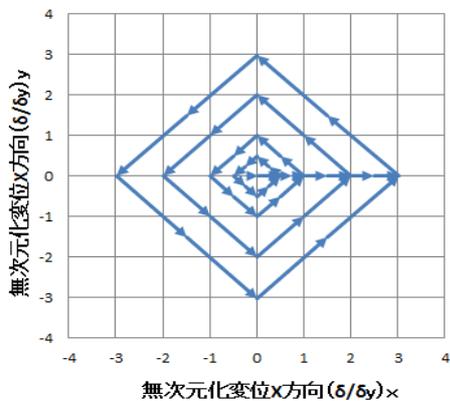


図-3 載荷パターン

3. 解析結果と考察

健全なモデルである Model-1 の X 軸方向の解析結果と載荷実験の実験結果を図-4 に示す. 同じく, Model-1 の Y 軸方向の解析結果と実験結果を図-5 に示す. これらの図より解析結果および実験結果の挙動は概ね一致しており, 載荷実験ならびに数値解析の妥当性を確認することができる.

予め腐食損傷したとされる要素を削除してから, 軸力およびねじりを作用させ繰り返し載荷を行ったモデルと, 軸力を作用させた後, 対象の要素を削除しねじりを作用させ繰り返し載荷を行ったモデルの X 軸方向の解析結果を図-6 に示す. また同じく Y 軸方向の解析結果を図-7 に示す. これらの図より, 予め要素を削除し, 軸力を考慮していない解析結果の挙動と, 軸力を与えた後に要素を削除し, 軸力を考慮した解析結果の挙動はほぼ一致しており, 要素削除に対する軸力の影響は小さいことが確認できる.

4. まとめ

今回の研究では, 荷重作用状態での板厚減少を考慮した解析手法に関する検討. 今回は, 降伏軸力の約 15%の大きさの軸力を与えたが, これは弾性域に収まる程度の軸力であり, 降伏軸力に近い大きな軸力が作用した場合や腐食損傷がさらに大きな場合や残留応力を考慮した場合等, 更なる検討が必要だとと思われる.

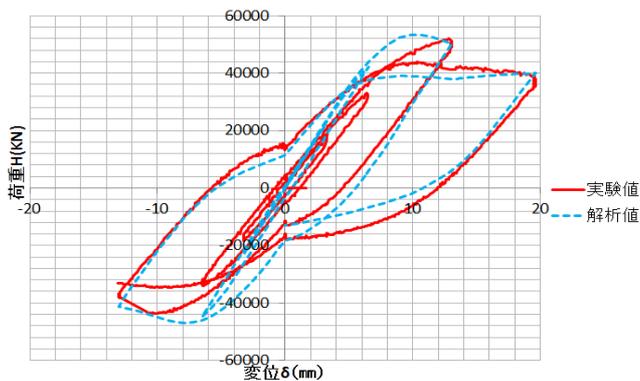


図-4 実験供試体と Model-1 の X 軸方向荷重-変位曲線

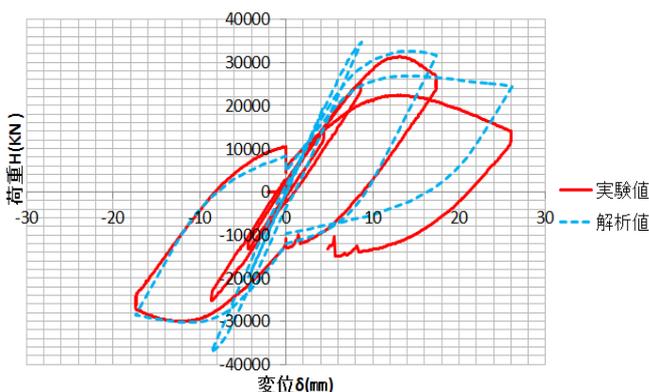


図-5 実験供試体と Model-1 の Y 軸方向荷重-変位曲線

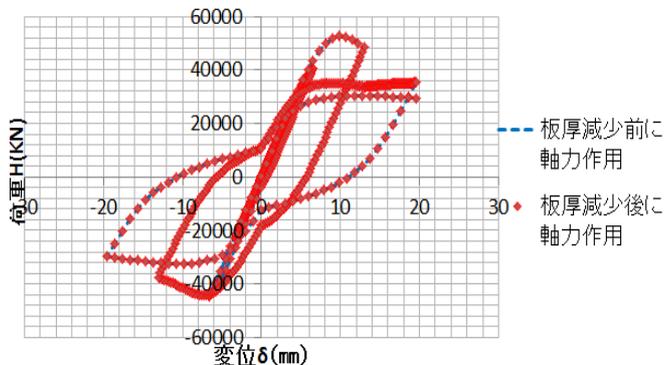


図-6 Model-2 と Model-3 の X 軸方向荷重-変位曲線

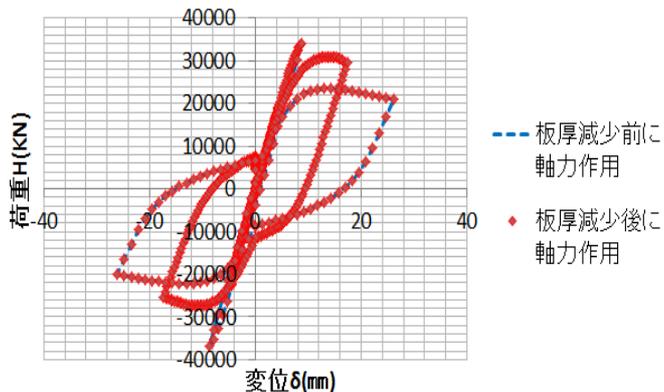


図-7 Model-2 と Model-3 の Y 軸方向荷重-変位曲線