

腐食損傷を受けたプレートガーダーの当て板補修による性能回復に関する研究

名古屋工業大学大学院 学生会員 ○小川 麻実  
 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 町田 幸大  
 大阪市立大学大学院 正会員 山口 隆司

1. はじめに

近年、経年劣化が進んだ鋼構造物の腐食に対する維持管理への重要性が高まっており、腐食箇所の補修による性能回復の評価は重要である。しかし、現状では当て板補修の性能回復の確認は、断面積から応力度を計算し、許容応力度を超えるかどうかを安全基準の指標としており、どの条件でも一律の基準で補修が行われている。また、今までの当て板補修に関する研究では桁端部に着目した研究が多く行われているが、中央部に着目しているものは少ない。

そこで本研究では、中央部の当て板補修について、解析により性能回復の確認を行うことを研究の目的とした。

2. 研究概要

供用後40年以上経つプレートガーダーの補修事例を基に解析を行った。本研究ではI形断面の縦桁を対象とし、曲げモーメントが最大となる支間中央部を対象とし曲げによる解析を行った。補修設計書の内容から、腐食による断面減少量は、上フランジとウェブを0.5mm、下フランジを5mmとした。当て板は不等辺山形鋼であり、補修位置は腐食量の著しいウェブ下部と下フランジである。

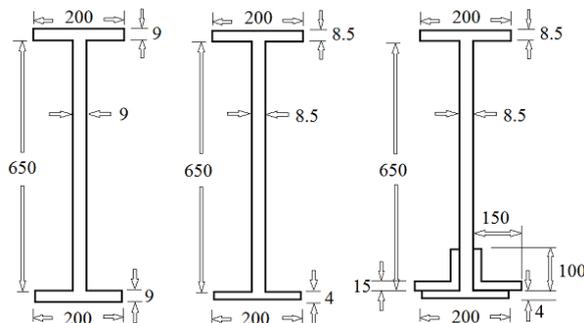
3. 解析モデル

本解析では、汎用構造解析プログラムABAQUSを使用した。縦桁中央部の垂直補剛材間の1パネルのモデル化を行った。解析モデルは、健全なモデル、腐食したモデル、補修モデルを作成した。①健全モデルと腐食モデルの比較、②板厚を変化させた場合(山形鋼板厚15mm, 9mm, 20mm)の検討を行った。補修後のモデルは、I形鋼と当て板の接触面はすべて結合しているものとした。健全なモデルをModel-1、腐食モデルをModel-2とした。Model-3は事例の寸法を用いたモデル(当て板の板厚15mm)、当て板の板厚を薄くしたモデル(当て板の板厚9mm)をModel-4、当て板の板厚を厚くしたモデル(板厚20mm)をModel-5とした。Model-1, Model-2,

Model-3の断面図を図-1に示す。

本解析では、垂直補剛材間を1パネルとし、荷重方法は、垂直補剛材位置に設置した剛体要素のシェルに回転変位を作用させることでI形鋼に曲げ変形を生じさせている。回転の中心位置は断面の中立軸とした。I形鋼、当て板(山形鋼)は、20×20mm程度の面を持つ8節点ソリッド要素、剛体要素部分は20×20mm程度の面を持つ4節点シェル要素を用いた。当て板補修を施す解析モデルを図-2に示す。

解析モデルの材料特性を表-1に示す。材料特性に関しては鋼種SS400の公称値を用いた。応力-ひずみ関係は完全弾塑性とし、そのグラフを図-3に示す。



(a) 健全モデル (Model-1) (b) 腐食モデル (Model-2) (c) 補修モデル (Model-3)

図-1 I形鋼断面図(単位: mm)

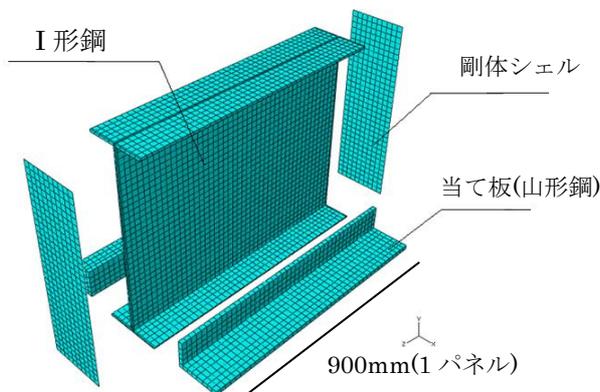


図-2 解析モデル(単位: mm)

キーワード 腐食損傷, 当て板補修

連絡先 〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学 TEL 052-735-5482

表-1 材料特性

E	$\sigma_y$	$\nu$
N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	
$2.0 \times 10^5$	245	0.3

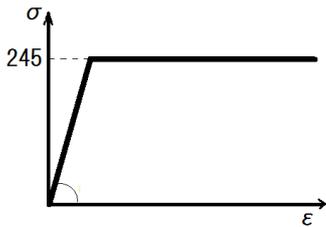


図-3 応力-ひずみ関係

表-2 Model-1の理論値と解析値の比較

	EI ( $\times 10^{14}$ ) N $\cdot$ mm <sup>2</sup>	My ( $\times 10^8$ ) N $\cdot$ mm	Mp ( $\times 10^8$ ) N $\cdot$ mm	f (Mp/My)
理論値	1.19	4.38	5.24	1.19
解析値	1.21	4.43	5.23	1.18

表-3 解析結果

	曲げ剛性 EI ( $\times 10^{14}$ ) (N $\cdot$ mm <sup>2</sup> )	下フランジ中央部の 応力度 $\sigma$ (N/mm <sup>2</sup> )
Model-1	1.21	194
Model-2	0.916 (25% ↓)	245 (26% ↑)
Model-3	1.66 (37% ↑)	81.6 (58% ↓)
Model-4	1.49 (23% ↑)	110 (45% ↓)
Model-5	1.75 (45% ↑)	69.7 (64% ↓)

4. 妥当性の確認

図-4に健全なモデルの曲げモーメント-曲率関係を示す。また、表-2に理論値と解析結果の比較を示す。ここで、曲げ剛性をEI, 降伏モーメントをMy, 全塑性モーメントをMp, 形状係数をf(Mp/My)とする。これより、理論値と解析値がほぼ一致しており、本解析の妥当性の確認を行うことができた。

5. 解析結果と考察

曲げ剛性と設計曲げモーメントM=3.49 $\times 10^8$ (N $\cdot$ mm)が生じたときの下フランジ中央部の応力度の解析結果を表-3に示した。( )内は健全なモデルとの比を示している。また、応力(Mises)のコンター図を図-5に示す。

腐食損傷により、健全なものよりも剛性が25%近く低下しており、下フランジに関しては、設計曲げモーメント時には降伏応力に達している。

また、当て板の板厚を変化させたModel-3, Model-4, Model-5の比較では、板厚が薄くなるほど下フランジの応力度は大きくなる。しかし、健全なものと比較しても、最も薄い9mmのものでも下フランジの応力度が45%近く低下できていることから、補修事例のModel-3の15mmでも十分余裕があり、薄くしたのものでも十分な補修効果がみられる。

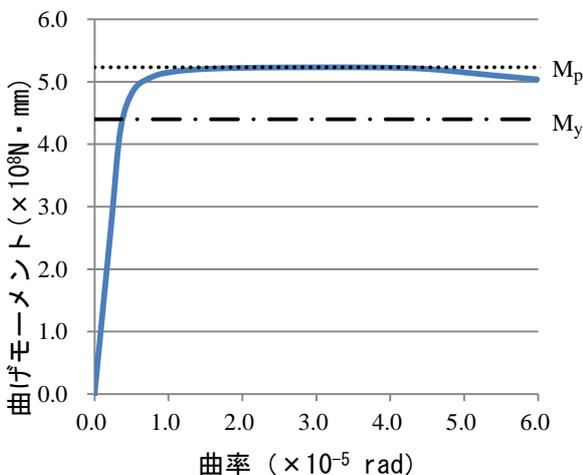


図-4 Model-1の曲げモーメント-曲率関係

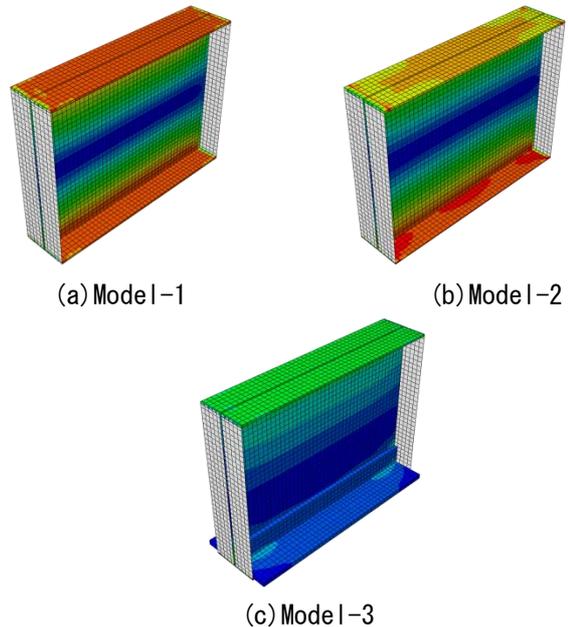


図-5 降伏時の応力コンター図

6. まとめと今後の課題

本研究では、当て板補修の1パネル簡易モデルを構築し、妥当性の確認を行った。また、性能回復に関して、下フランジに着目して検討を行った。今後は、ボルト接合部や当て板のスパン、接触面を考慮した検討を行い、補修による性能回復の評価することで、有効な補修・維持管理の提案につながるようにしたい。