

腐食損傷を受けた鋼板桁橋の当て板補修による性能回復評価に関する研究

名古屋工業大学	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、現状では当て板によって増加している断面積による応力度によって性能回復を評価していることが多く、必ずしも十分な性能回復の確認が行われていない。そこで、本研究では、腐食により断面減少した鋼板桁橋を対象とし、当て板補修による性能回復の詳細な解析を行うための基本的なモデルの構築と妥当性の検証を行った。

2. 解析対象

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。本研究では縦桁を対象とし、曲げモーメントが最大である支間中央部の1パネルでの解析を行った。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、当て板(アングル材)の断面寸法は150×100×15(mm)を使用した。

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。解析モデルは、健全なものをModel-1、腐食損傷により断面減少したものをModel-2、断面寸法が150×100×15(mm)の当て板による補修が施されたものをModel-3、当て板の板厚を9mmに薄くした場合をModel-4とした。その断面概略図を図-1に示し、Model-1の解析モデルを図-2に示す。

解析モデルを図-2に示す。本解析では、垂直補剛材間のI形鋼(図-2のA)を対象とし、垂直補剛材位置に設置した剛体シェル要素(図-2のB)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た。作用点は図1に示した断面の中立軸とした。载荷方法は、両端の剛体シェル(図-2のB)にX方向周りの回転変位を与え、このときの耐荷性能を評価した。I形鋼、アングル材はともにソリッド要素、剛体部分はシェル要素を用いた。I形鋼の要素分割については、垂直補剛材(剛体シェル要素)間を40分割、フランジの幅方向を8分割、ウェブの高さ方向を26分割とし

た。

Model-3とModel-4では、実際にはアングル材とI形鋼はボルト接合であるが、本解析ではボルトは考慮せず、完全に結合しているものとした。

また、解析モデルの材料特性を表-1に示す。材料

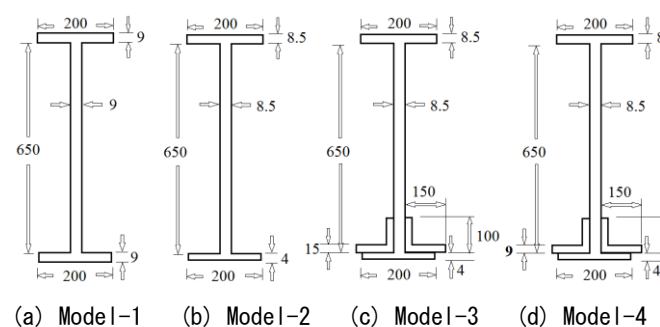


図-1 断面概略図(単位: mm)

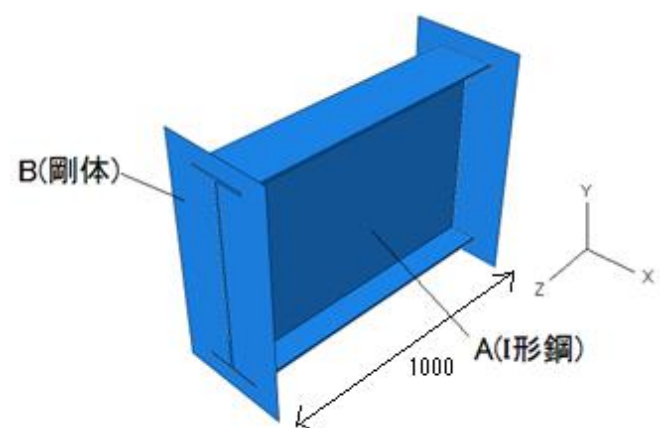


図-2 解析モデル(単位: mm)

表-1 材料特性

E (N/mm ²)	σ_y (N/mm ²)
2.0×10^5	245

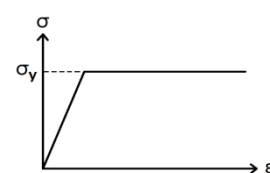


図-3 応力-ひずみ関係

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。

4. 解析結果と考察

図-4 に Model-1 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 M_y , 全塑性モーメントを M_p , 形状係数を f とする。これより、理論値と解析値がほぼ一致しており、本解析が妥当であると判断できる。

図-5 に最大曲げモーメントから 5%低下した時の Model-1, Model-2, Model-3, Model-4 の座屈の様子を示す。いずれも、上フランジに座屈が生じている。また、図-6 にこれらの曲げモーメント－曲率関係の解析結果を示す。図-5 より、腐食損傷を有する Model-2 は、健全なモデルである Model-1 の 20%近く耐力が低下している。また、補修後の Model-3 では、耐力が健全なものの 30%近く増加しており、大きく回復している。また、Model-3 に比べ当て板の板厚を薄くした Model-4 でも十分な性能回復が見られた。

5. まとめ

本研究では、I 形鋼と当て板が完全に結合しているものとして、腐食による断面積の減少と当て板補修による断面積の増加による耐荷性能を評価する解析モデルの構築を行い、モデルの妥当性の検証を行った。また今後は、当て板補修による性能回復を評価するために、ボルト接合部をモデル化し当て板補修部に着目した詳細な解析を行う予定である。

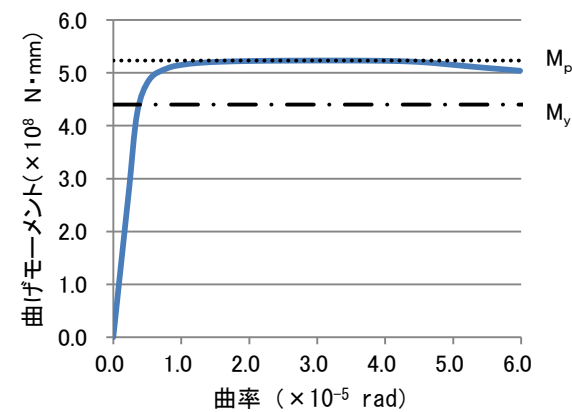


図-4 Model-1 の曲げモーメント－曲率関係

表-2 Model-1 の理論値と解析値の比較

	EI ($\times 10^{14}$) N·mm ²	M_y ($\times 10^8$) N·mm	M_p ($\times 10^8$) N·mm	f
理論値	1.19	4.38	5.24	1.1～1.2 ¹⁾
解析値	1.20	4.46	5.23	1.17

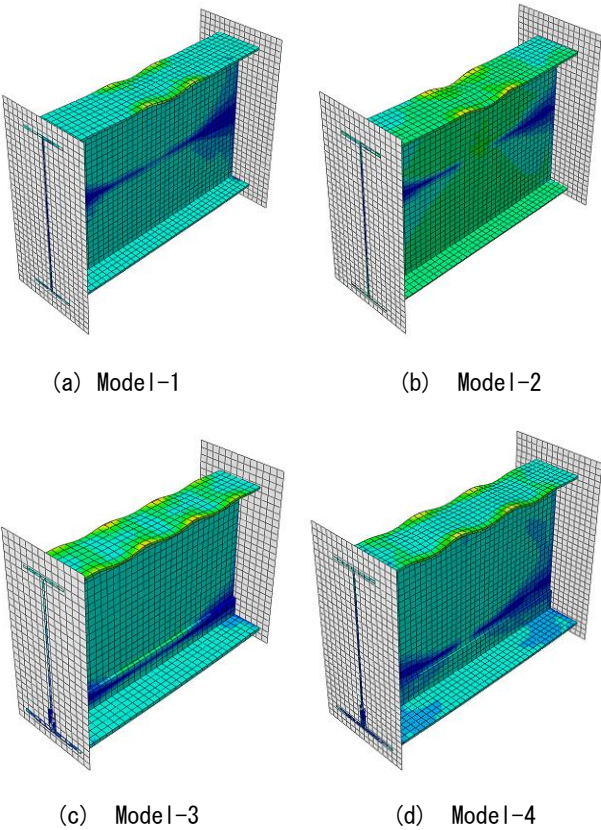


図-5 座屈の変形の様子

(最大曲げモーメントから 5%低下時)

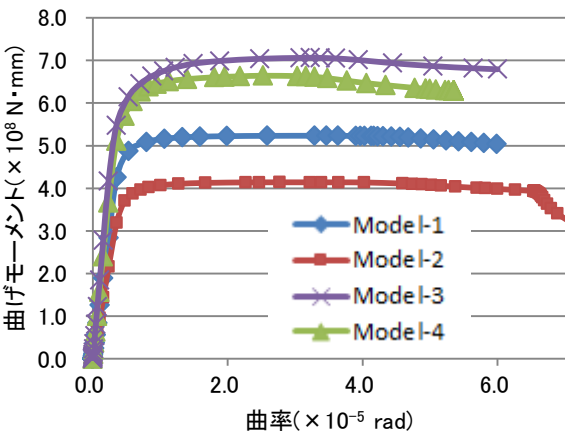


図-6 曲げモーメント－曲率関係

参考文献

1) (社) 土木学会：座屈設計ガイドライン，改訂第 2 版，2005 年 10 月．