

曲げを受ける桁の下フランジにおける当て板補修部の補修方法に関する解析的検討

名古屋工業大学大学院 学生会員 ○前原綾乃
大阪市立大学大学院 正会員 山口隆司

名古屋工業大学大学院 正会員 永田和寿
高田機工株式会社 正会員 和田均

1. 研究背景と目的

鋼橋劣化の主要因の1つに腐食が挙げられ、腐食に対する補修方法として当て板補修がある。しかし、当て板補修の荷重伝達機構に関して解明されていない点が多く、合理的な設計法が確立されていない。

著者らによる研究では、当て板補修部付近のみを取り出した要素試験体に対する一様な引張や圧縮を加えた場合の検討が行われてきた。本研究では、曲げを受ける桁の下フランジに当て板補修を行うことを想定し、当て板補修部には一様でない引張が作用する場合での補修方法による影響を明らかにすることを目的とし、解析による検討を行った。

2. 解析手法

本研究では、汎用有限要素解析コード ABAQUS を用いた弾塑性有限要素解析を行った。解析対象とした桁の図面と解析の概略を、それぞれ図-1、2 に示す。解析対象は、鋼材の腐食に伴い減肉した部分に、高力ボルトを用いた摩擦接合による当て板補修を行った桁である。

腐食減肉部をモデル化したものを図-3 に示す。腐食減肉は下フランジ上面から 6mm 減肉（図-3(a)、腐食率 46%，以下、片面補修とする）と、下フランジ上下両面から 3mm ずつ減肉（図-3(b)、腐食率 46%，以下、両面補修とする）を想定し、いずれも桁長さ方向に一樣に幅 100mm とした。片面補修は 1 面摩擦、両面補修は 2 面摩擦とし、いずれもボルト 1 行配列、片側あたりボルト 3 本とした。

解析に用いた材料特性を表-1 に示す。桁部材と当て板の鋼種は SS400 とし、材料特性は材料試験で得られた結果である。ボルトは M20F10T とし、材料特性は道路橋示方書での公称値を用いた。ボルトピッチは 70mm とし、設計ボルト軸力 165kN をボルト軸力として与えた。

要素の大きさを、当て板補修部は 1 辺 3mm 程度、

キーワード 当て板補修 桁 補修方法

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 TEL052(735)5482

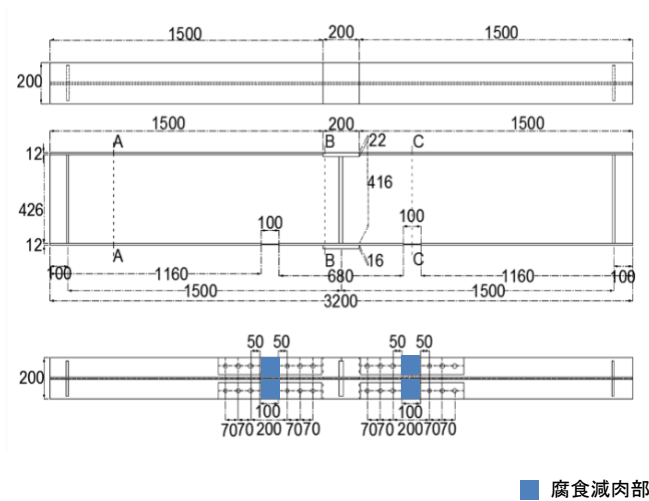


図-1 解析対象とした桁の平面図と側面図
(単位：mm)

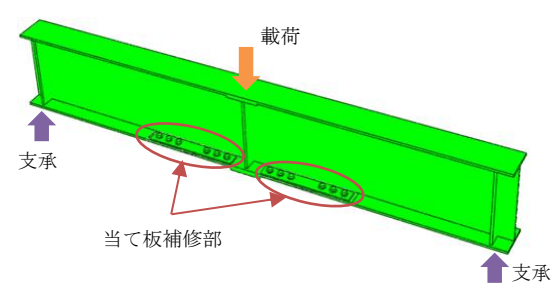


図-2 解析の概略

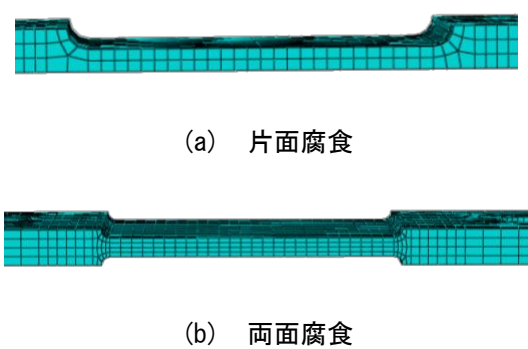


図-3 腐食減肉部のモデル化

表-1 材料特性

	板厚 (mm)	降伏応力 (N/mm ²)	ヤング率 (GPa)	ポアソン比
当て板	4.5	343.4	206.3	0.286
	9.0	278.4	206.5	0.279
母材	12.0	260.2	207.6	0.284

上フランジとウェブは1辺12mm程度の6面体非適合モード、ソリッド要素 C3D8I とした。すべり係数は、標準すべり試験により求められた $\mu=0.498$ (摩擦係数 0.526) を用いた。

载荷については図-2 に示したように、上フランジ上面中央に、線载荷となるように荷重を与えた。支承は桁両端の垂直補鋼材の真下に位置し、3点曲げを模擬した。载荷ステップに関しては、本研究では死荷重分の導入後、当て板補修を行うことを想定し、死荷重導入後、当て板補修部のボルト軸力を導入し、活荷重分の载荷を行った。

3. 解析結果と考察

3.1 当て板補修部の挙動

Mises 応力測定位置とボルト位置を図-4 に示す。また、片面補修と両面補修における载荷荷重-母材応力関係とボルト軸力低下率をそれぞれ、図-5, 6 に示す。図-5 より、断面 2 では、両面補修の母材の方が载荷荷重で 100kN 程度先に降伏したが、断面 4, 6, 8 では、Mises 応力の増加にあまり違いは見られず、補修方法による大きな違いは見られないことが確認できた。また、図-6 より、载荷荷重が小さい場合には、どのボルトにおいても軸力の低下に違いが見られず、载荷荷重が大きくなった場合には片面補修よりも両面補修で軸力の低下が小さかった。これらのことから、補修方法の違いによる荷重分担への影響が小さいことが考えられる。

3.2 母材荷重分担率

断面 8 の荷重分担率を図-7 に示す。片面補修と両面補修において、断面 8 の荷重分担率は概ね一致することが確認できた。また、3.1 より腐食減肉部の応力の大きさにあまり違いは見られなかった。これらのことから、腐食減肉部のみに着目しても、補修方法による荷重分担への影響が小さいことが考えられる。

4. まとめ

本研究では、曲げを受ける桁の下フランジにおける当て板補修部での補修方法による影響を明らかにするため、解析による検討を行った。その結果、各応力測定位置において、Mises 応力に大きな違いが見られなかったことや、ボルト軸力の低下にあまり違いが見られなかったこと、母材荷重分担率にもあまり違いが見られなかったことから、補修方法による当て板補修部への影響は小さいと考えられる。

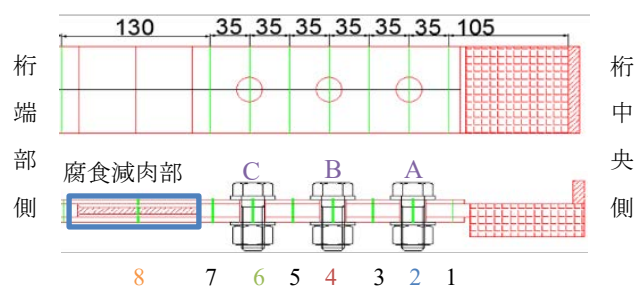


図-4 応力測定位置とボルト位置

(単位: mm)

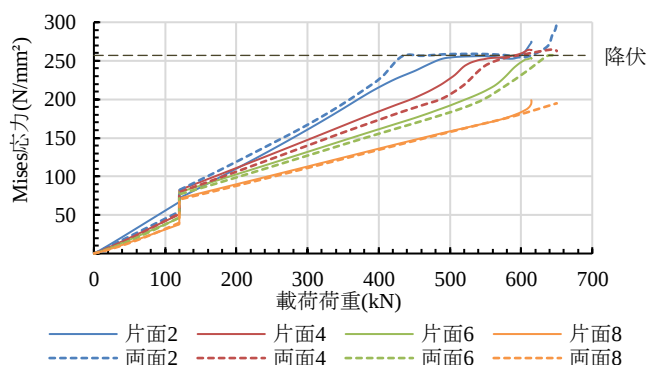


図-5 载荷荷重-母材応力関係

(数字は断面番号を示す)

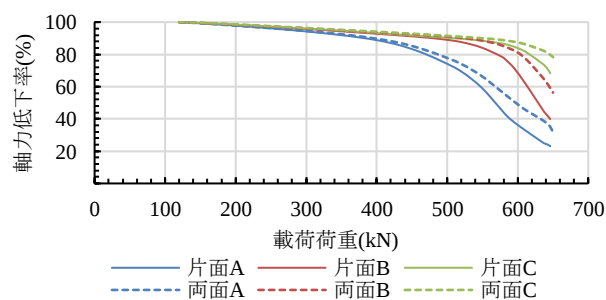


図-6 ボルト軸力低下率

(アルファベットはボルト位置を示す)

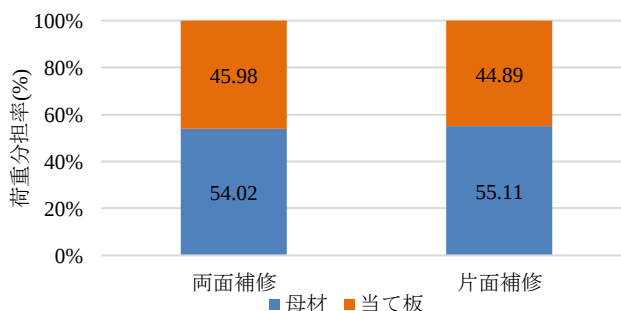


図-7 断面8 荷重分担率