

## 曲げを受ける桁の下フランジにおける当て板補修部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  
JFE エンジニアリング 飯田将成

名古屋工業大学大学院 正会員 永田和寿  
大阪市立大学大学院 正会員 山口隆司

### 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。

既往の研究では、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荷重伝達機構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。モデル化した解析モデルの概略と一例を、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うことを想定した桁のモデルである。

腐食減肉の形状を図-3 に示す。腐食減肉は下フランジ上面から 6mm 減肉（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（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様に幅 100mm 施した。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。

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の結果を用いた。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、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。その他項目については道路橋示方書に準じて作成し、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

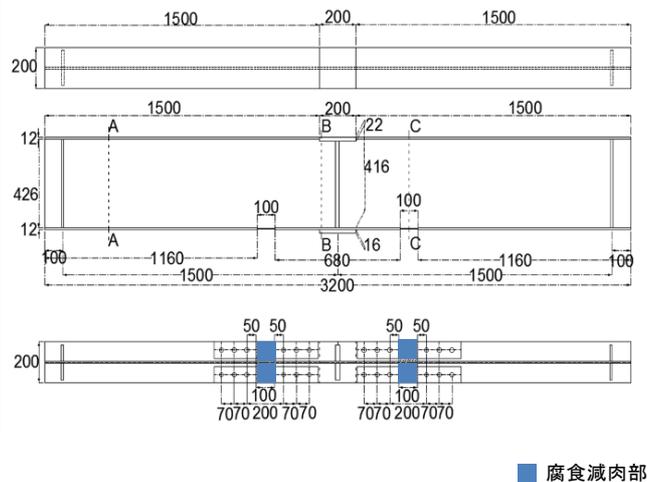


図-1 解析対象モデルの平面図と側面図  
(単位：mm)

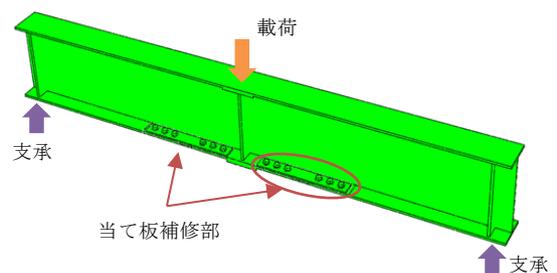


図-2 解析モデルの一例



(a) 片面腐食



(b) 両面腐食

図-3 腐食減肉の形状

表-1 材料特性

	板厚 (mm)	降伏応力 (N/mm <sup>2</sup> )	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

0.526) を用いた。

荷荷については上フランジ上面中央に、線荷荷となるように荷荷を与えた。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。荷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、活荷重分の荷荷を行った。

### 3. 解析結果と考察

#### 3.1 曲げの影響

応力測定位置を図-4に示す。また、片面補修と両面補修における荷荷荷重-応力関係を、図-5に示す。片面補修と両面補修ともに断面2の位置で初めに母材が降伏した。その後、断面1, 3がほぼ同時に降伏し、断面4, 5がほぼ同時に降伏した。腐食減肉部については、本荷荷終了まで降伏しなかった。このことから、曲げの影響を受け、腐食減肉部から1番遠いボルト位置(断面2)での降伏が先行することが考えられる。また、既往の研究より、要素試験では同様に腐食減肉部から1番遠いボルト位置での降伏後、腐食減肉部が降伏することがわかっている。このことから、曲げモーメントに勾配がある場合と、一様な荷荷を受ける場合とでは荷荷伝達メカニズムが異なることが考えられる。

#### 3.2 補修方法の影響

断面1から8の母材荷荷分担率を図-6に示す。片面補修と両面補修において、断面8の荷荷分担率は概ね一致することが確認できた。このことから、補修方法による腐食減肉部での荷荷分担には影響がな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荷荷伝達機構を明らかにするため、解析による検討を行った。以下にそのまとめを示す。

- 1) 曲げを受ける場合には、曲げモーメントの大きなボルト位置の断面での母材外側純断面先行降伏となること、要素試験とは荷荷伝達メカニズムが異なることがわかった。
- 2) 片面補修と両面補修では、腐食減肉部での荷荷伝達には影響がないことがわかった。

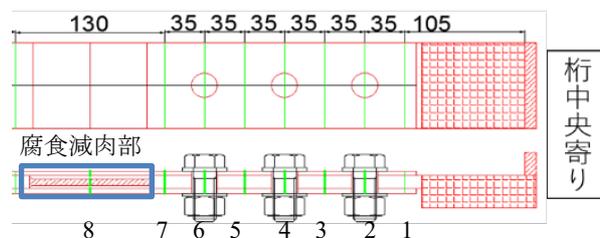
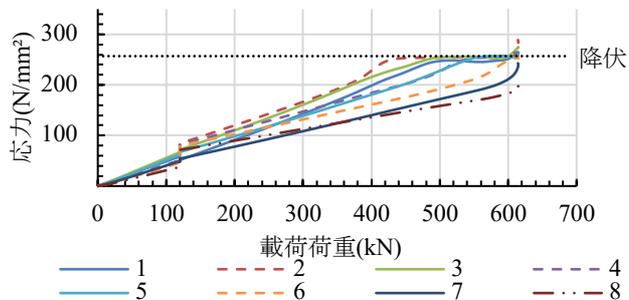
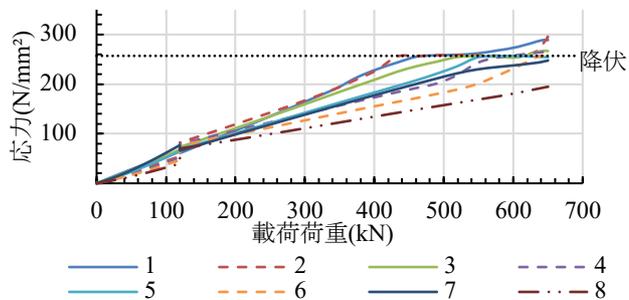


図-4 断面力測定位置

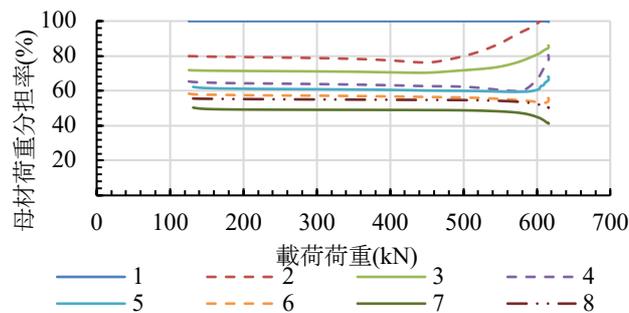


(a) 片面補修

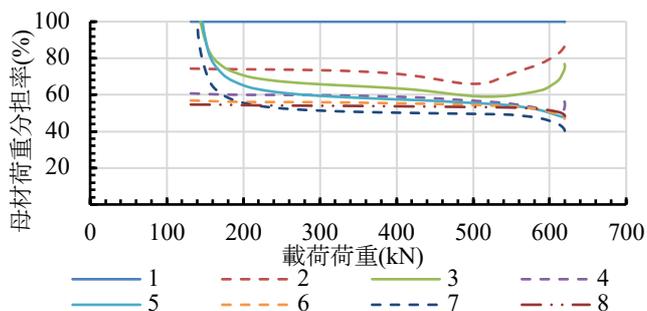


(b) 両面補修

図-5 荷荷荷重-応力関係



(a) 片面補修



(b) 両面補修

図-6 母材荷荷分担率