

## 当て板補修部の板幅に着目した荷重伝達機構に関する解析的検討

名古屋工業大学 学生会員 ○水野壮一郎  
名古屋工業大学大学院 学生会員 前原綾乃

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・目的

鋼構造物の腐食に伴い減肉した鋼材の性能回復をするための補修方法の一つに、当て板補修がある。しかし、当て板補修部の荷重伝達機構については未解明な点が多く、設計方法が確立されていない。本研究では、これまで検討がなされてこなかった当て板補修部の板幅に着目し、荷重伝達に及ぼす影響について検討を行った。

### 2. 解析手法

本解析では、汎用有限要素法解析ソフト ABAQUS を用いて弾塑性有限変位解析を行った。解析対象は、鋼材の腐食減肉部に当て板を当て、高力ボルト摩擦接合を行う当て板補修を想定したモデルとする。

解析モデルは、2面摩擦、ボルト1行配置、片側あたりボルト3本で、対称性を用いて1/4モデルとしたものとする。解析モデルの一例とモデル概略図をそれぞれ図-1、図-2に示す。使用するボルトの等級はF10T、サイズはM20（孔径22.5mm）とし、ピッチは70mmとした。当て板と母材の鋼種はSS400とした。材料特性は道路橋示方書に記載されているSS400、F10Tの公称値を用いた。

表-1に本研究の解析ケースを示す。既往の研究で行われている板幅100mmのほか、7種類の板幅のモデル（70, 80, 90, 110, 120, 130, 140mm）に関して検討を行った。母材の板厚を24mm、当て板の板厚を6mm、腐食率を50%とした。解析モデルの中央部は腐食を模擬し、長さ方向100mm、幅方向100mmの範囲で両側からそれぞれ25%ずつ一様に減肉させた。荷重は母材端部に強制変位として与え、設計荷重は母材純断面の降伏強度の75%とした。ボルト軸力は、設計荷重ボルト軸力として165kNを導入した。接触面は相互作用特性のパナルティ法を用いてすべり係数0.4（摩擦係数0.425）とした。

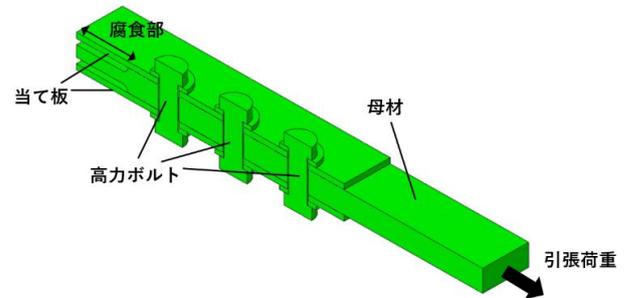


図-1 解析モデルの一例（1/4モデル）

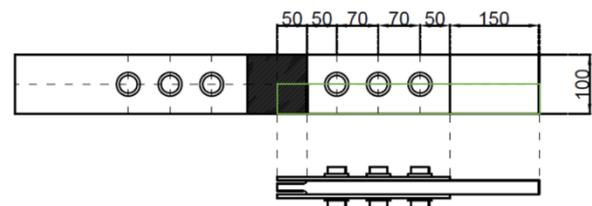


図-2 モデル概略図（case1）

表-1 解析モデルケース

解析ケース	板幅 (mm)	母材板厚 (mm)	当て板板厚 (mm)	腐食率 (%)	母材断面積率 (%)
case1	100	24	6	50	50
case2	70				
case3	80				
case4	90				
case5	110				
case6	120				
case7	130				
case8	140				

### 3. 解析結果と考察

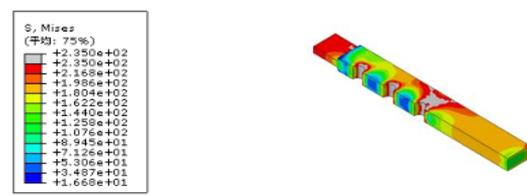
#### 3.1 応力分布

図-3にcase1, case2, case8における降伏時の母材Mises応力コンター図を示す。ここで、コバ面からボルト孔および腐食部端部まで降伏が伸展した場合を降伏と判定した。降伏時は板幅が小さいモデルほど内側から3本目ボルト純断面付近で降伏が広がりやすく純断面が先行降伏した。(c)のcase8では腐食部で降伏が斜めに広がり腐食部が先行降伏した。

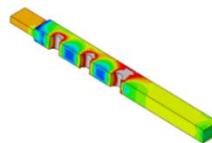
#### 3.2 荷重-変位関係

図-4に腐食部、純断面の位置における荷重-変位曲線を示す。荷重は断面の各要素にかかる断面力を合

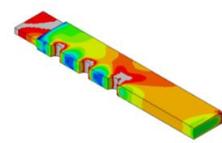
計した値を用い、変位は全体変位を用いた。(a) の case2 では腐食部は降伏せず、変位 0.5mm 程度で純断面が降伏した。(c) の case8 では、腐食部が変位 0.4mm 程度で降伏し、その後純断面が降伏した。これらの結果より板幅が小さい場合は純断面降伏先行、板幅が大きい場合は腐食部降伏先行となる傾向が見られた。



(a) case1

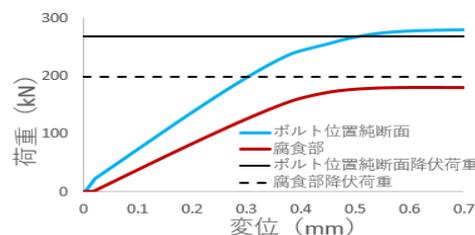


(b) case2

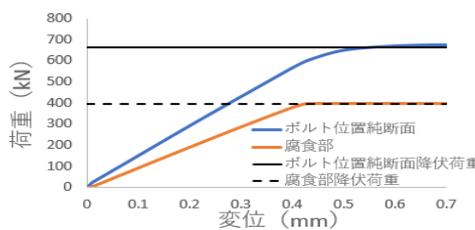


(c) case8

図-3 応力分布



(a) case2



(b) case8

図-4 荷重-変位曲線

### 3.3 ボルト軸力-荷重関係

図-5 に case2 と case8 の軸力-荷重曲線を示す。どちらのケースも一番外側のボルト軸力が著しく低下したことが確認できた。これは一番外側ボルトの純断面付近が降伏し、板厚減少することにより軸力が低下するからであり、当て板補修部における一般的な現象である。(b) の case8 は(a) の case2 と比べ、内側から 3 本目ボルトの軸力低下は小さいが、1 本目と 2 本目のボルトは低下が大きい。これは、case8 は腐食部降伏先行であり、腐食部の降伏に伴い母材全体で板厚が減少したためと考えられる。

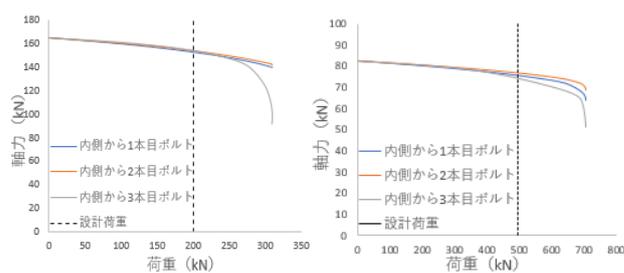
### 3.4 母材荷重分担率

表-2 に各ケースの設計荷重時における母材荷重分担率を示す。既往の研究により、母材には母材断面積率の約 1 割増し程度の荷重が伝達されることがわかっている。本研究で解析したケースでは、どのケースにおいても設計荷重時における母材荷重分担率が 60%程度の値を示した。この結果より、板幅に関わらず母材には母材断面積率の約 1 割増し程度の荷重が伝達されると考えられる。

## 4. まとめ

本研究では、当て板補修部の板幅が荷重伝達に及ぼす影響について検討を行った。以下にそのまとめを示す。

- 1) 設計荷重時では板幅に関わらず腐食部が降伏せずに、当て板補修の役割を維持していることを確認した。
- 2) 幅が小さいほど純断面降伏先行、大きいほど腐食部降伏先行の傾向があることがわかった。
- 3) 母材荷重分担率は板幅の影響を受けにくく、板幅に関わらず母材断面積率の約 1 割増し程度の値を示すことがわかった。



(a) case2

(b) case8

図-5 軸力-荷重曲線

表-2 設計荷重時における母材荷重分担率

ケース名	母材荷重分担率 (%)
case1	58.70
case2	57.73
case3	57.94
case4	58.31
case5	59.14
case6	59.67
case7	60.24
case8	60.91