

腐食損傷部が当て板補修部の荷重伝達に関する検討

名古屋工業大学大学院 学生会員 ○飯田 将成
名古屋工業大学大学院 学生会員 小川 和花
大阪市立大学大学院 学生会員 藤本 高志

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. 目的

鋼構造物の腐食損傷部の補修方法の一つとして高力ボルトを用いた当て板補修がある。しかし、当て板補修部の荷重伝達メカニズムについては解明されていない点が多くある。本研究では、母材腐食損傷部の深さが当て板補修部の荷重伝達に及ぼす影響について解析的に検討を行った。

2. 解析手法

本研究では、汎用有限要素解析コード ABAQUS による弾塑性有限変位解析を実施した。解析対象は、腐食損傷により減肉した鋼材の性能回復を目的とする高力ボルト接合による当て板補修を想定したモデルとする。

解析モデルは対称条件を用いた 1/4 モデルとし、2 面摩擦、ボルト 1 行配置、片側あたりボルト 3 本の解析モデルの一例と解析モデルの概略図をそれぞれ図-1、図-2 に示す。

表-1 に本研究の解析ケースを示す。本研究では腐食損傷深さが荷重分担に及ぼす影響を検討するため、既往の研究で行われている腐食率 50%に加え、30%、70% に関しても検討を行う。母材の健全部板厚を 24mm、母材腐食損傷部板厚(16.8, 12, 7.2mm)、当て板の板厚(腐食量と同等の板厚を 100%とし他の板厚を 100%と比較し、50%, 150%, 200%)をパラメータとした。

解析モデルの設計条件は、減肉部(長さ方向 100mm、幅方向 100mm の範囲)に、両側からそれぞれ(15%, 25%, 35%)ずつ(合計 30%, 50%, 70%)一様な減肉が生じている。ボルトピッチ 70mm、高力ボルトの等級は F10T、サイズは M20(孔径 22.5mm)とし、母材と当て板の鋼種は SS400 とした。材料特性は道路橋示方書の公称値を用いた。

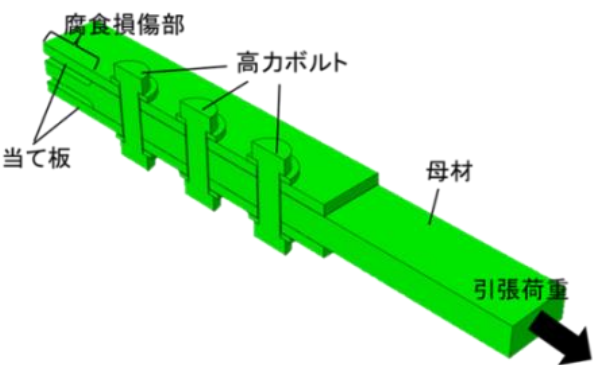


図-1 解析モデルの一例

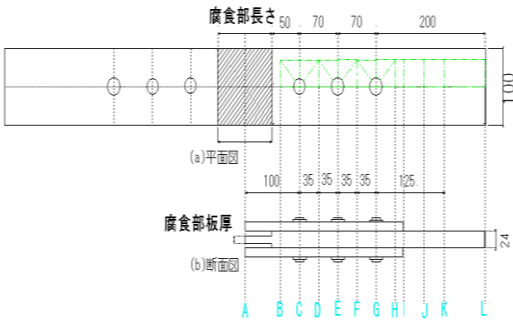


図-2 解析モデル概略図(単位:mm)

表-1 解析ケース

解析ケース	腐食率	腐食損傷部板厚(mm)	当て板板厚(mm)	母材荷重分担率(%)	断面積率(%)	母材荷重分担率 母材断面積率
case1	30%	16.8	1.8	84.9	82.4	1.03
case2			3.6	75.1	70.0	1.07
case3			5.4	65.9	60.9	1.08
case4			7.2	59.2	53.8	1.10
case5	50%	12	3.0	74.0	66.7	1.11
case6			6.0	58.8	50.0	1.18
case7			9.0	48.9	40.0	1.22
case8			12.0	41.9	33.3	1.26
case9	70%	7.2	4.2	51.2	46.2	1.09
case10			8.4	42.6	30.0	1.42
case11			12.6	33.0	22.2	1.49
case12			16.8	27.1	17.6	1.54

キーワード 当て板補修 腐食損傷部 荷重伝達

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

設計荷重は母材純断面の降伏強度の 75%とした。引張荷重は母材端部に強制変位として与え、ボルト軸力は、設計ボルト軸力を 165kN として導入した。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。

3. 解析結果

3. 1 全体挙動

図-3 に深さ方向に関して腐食損傷の深さを変化させた場合の全体の荷重(母材端部に強制変位を与えた時の中央部の断面力)と変位(母材端部中央)の関係を示す。当て板板厚は、各損傷形状において、減肉量と同等の当て板で補修したモデル case2, 6, 10 に関して示した。破線のグラフは case2, 6, 10 における当て板補修をしていない場合の母材の挙動に関して示した。それぞれのモデルに関して減肉量と同等の当て板板厚の場合、母材腐食損傷部中央において、どのモデルに関しても母材と当て板の断面積の和が同じであるため、耐力が同様に回復していることが確認できる。

3. 2 腐食率と荷重分担率に関して

母材中央部の母材と当て板の荷重分担率は、断面積率の影響が大きいことが既往の研究でわかっている。しかし、表-1 で示したように断面積率は各モデルで異なっており、腐食損傷率の影響を示すために母材荷重分担率を断面積率で除した値を用いた。この値の評価方法は、母材荷重分担率と断面積率の値が近いほど値は 1 に近づき両者の関係性が高いことが示される。

図-4 に各腐食損傷率と母材荷重分担率を断面積率で除した値の関係を示す。荷重分担率は設計荷重時の母材腐食損傷部中央の値である。図の緑で示すマーカーは case1, case5, case9 を示している。これらのモデルは当て板板厚が減肉量の 50%であるため十分な補修ができていないことが確認できる。

腐食率 30%の場合、前述した値は 1.07~1.10 となっており断面積率に近い値を示している。しかし、腐食損傷率 70%の場合であると、値が 1.42~1.54 となっており断面積率との差が大きくなっている。このことから腐食損傷(深さ)は、荷重分担に影響を与えることがわかる。

また、各腐食率において、断面積率を変化させた場合、腐食率の小さい 30%では、板厚を大きくしても値

はそれほど大きくならない。しかし、腐食率の大きい 70%では、板厚を大きくするにつれ、値の変化も腐食率 30%の場合と比較して大きくなっていることが確認できる。このことから、腐食率が大きくなるにつれ、断面積率の影響がより大きくなることが考えられる。

4. 結論

腐食率が大きくなるにつれ、断面積率から想定される母材荷重分担率に従わず母材がより荷重を多く分担することが確認できた。また、当て板の板厚を大きくするにつれ、母材荷重分担率/断面積率の値は大きくなった。このことから、過度に当て板板厚を大きくしても断面積率から想定される荷重より大きな荷重を受け持つことがわかった。

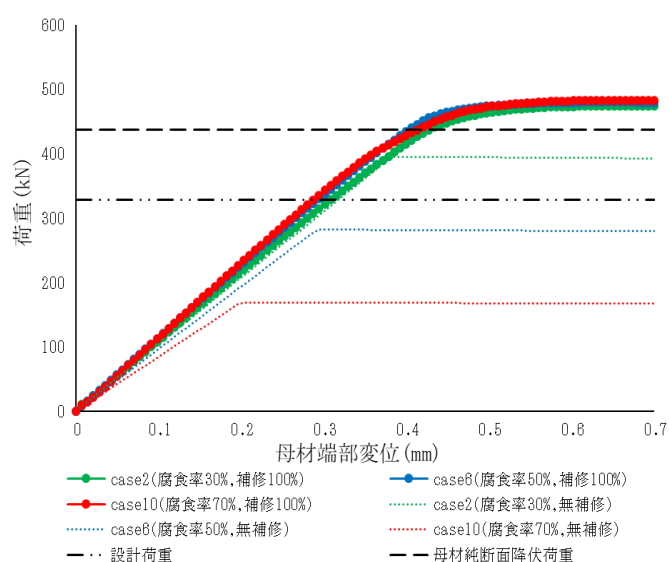


図-3 母材端部変位と引張荷重の関係

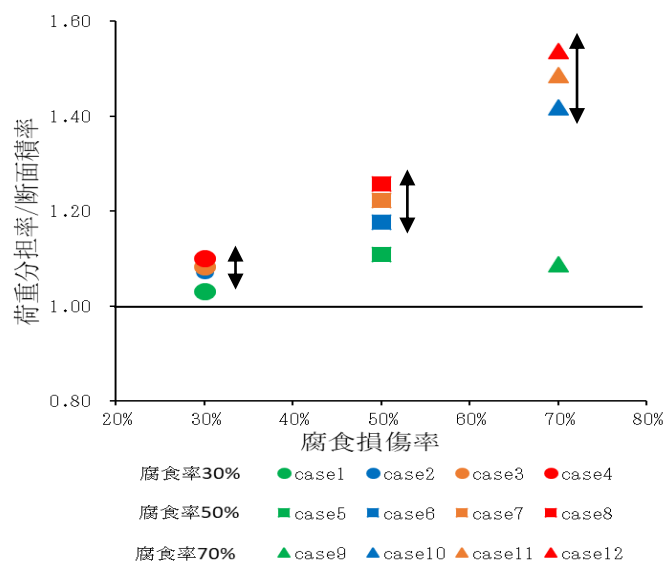


図-4 腐食率と荷重分担率/断面積率の関係