

当て板補修部の腐食損傷の程度に着目した荷重伝達機構に関する検討

名古屋工業大学大学院
名古屋工業大学大学院
大阪市立大学大学院

学生会員
学生会員
学生会員

○飯田 将成
小川 和花
藤本 高志

名古屋工業大学大学院
大阪市立大学大学院

正会員
正会員

永田 和寿
山口 隆司

1. 研究背景・目的

鋼構造物腐食劣化の対策としてよく用いられる方法に当て板補修が挙げられる。しかしながら、当て板補修の設計方法は確立されていない。これは、当て板補修のメカニズムについては解明されていない点が多いためである。本研究では、特に母材腐食損傷部の形状の違いによる母材と当て板の荷重分担率の変化に着目し、当て板補修の荷重伝達の仕組みを解明することを目的とする。

2. 解析モデルと解析手法

本研究は、母材腐食損傷部の腐食部板厚と腐食部長さを変数として変化させて解析を行うために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、鋼材の腐食部分に当て板を当て高力ボルト接合を行う当て板補修を想定したモデルである。

モデル概略図を図-1 に示す。解析モデルは、2 面摩擦ボルト 1 配置、片側あたりボルト 3 本のモデルで、各部材は 8 節点ソリッド要素 C3D8I（非適合モード）でモデル化し、モデル全体の 1/4 を解析対象とした。解析ケースの一覧を表-1 に示す。本研究室の既往の研究で解析されているモデルが case1 であるため、本研究の基本モデルを case1 とした。解析モデルケースは母材板厚を 24mm で腐食損傷部の長さ一定で腐食損傷部の残存板厚を 18mm, 12mm, 6mm, と変化させたものと腐食損傷部の残存板厚を一定で長さを 50 mm, 100mm, 150mm, 200mm で解析を行った。以上 6 つの損傷程度のケースについて荷重伝達機構の検討を行った。これらの解析ケースにおいて、母材と当て板の鋼種は SS400 とし、ボルトは等級 F10T, サイズを M20, ボルトピッチは 70mm とした。これらの解析モデルで設定した接触面に働く相互作用特性とし摩擦係数は 0.425 を用い、摩擦の解析にはペナルティ法を用いた。ボルトの軸力の導入については、道路

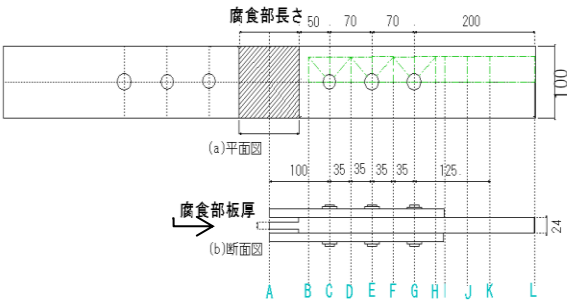


図-1 解析対象例

表-1 モデルケース一覧

case	損傷率(%)	損傷部長さ(mm)	腐食部板厚(mm)	当て板板厚(mm)	断面積率(%)
case1(基本ケース)	50	100	12	6	50
case2	25		18	3	75
case3	75		6	9	25
case4	50	50	12	6	50
case5		150			
case6		200			

橋示方書に基づいた値で、ABAQUS のボルト荷重機能を使用し、設計軸力をボルト荷重として加えた。引張荷重は母材端部に強制変位として与えた。

3. 解析の結果と考察

全体の荷重と変位の関係を図-2 に示す。腐食損傷部を板厚方向に変化させた場合、この関係には大きな変化が見られなかった。これは、腐食損傷を受けた量と同等の当て板の板厚で補修しているからであると考えられる。また、腐食損傷部の長さを変化させた場合、初期剛性に変化が確認でき、損傷部の長さが短いことで母材中央部の剛性が高くなっていることがわかる。そのため、降伏変位にも違いが生じ、腐食損傷部の長さが一番短い case4 で約 0.4mm, に対し一番長い case6 は約 0.5mm, となった。

次に、各断面位置での荷重分担率を図-3 に示す。各断面位置とは図-1 に示す A~L のことである。腐食損傷を深さ方向に変化させた場合、case2 においては、A~L の各断面において当て板の荷重分担率の変化 case1 と比較して小さい。一方で、case3 では、断面位

置 A における当て板の荷重分担率が約 60% であるのに対し、断面位置 G では約 20% であり、荷重分担率の変化が case1 と比べ大きい。したがって、腐食量が多い場合には腐食部に近い場所で荷重伝達が起こりやすいと考えられる。また、case4, case5, case6 より、腐食損傷を長さ方向に変化させた場合、各断面における荷重分担率の変化には大きな違いが見られず、荷重伝達は腐食損傷の長さの影響は小さいといえる。

図-4 に示すのは、軸力の低下と荷重の関係である。腐食損傷率が小さいモデルほど、軸力が低下しやすい傾向が確認できる。しかし、腐食損傷を長さ方向に変化させた場合の軸力の低下は全てのモデルで同様の挙動を示した。これは、図-3 で示したように、腐食損傷率の変化で荷重の分担率が変化しているからであると考えられる。

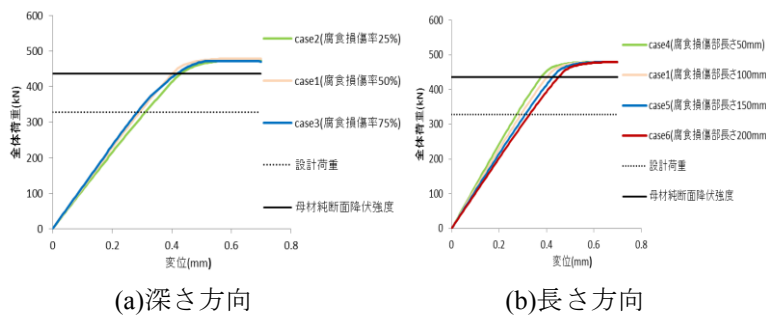


図-2 全体荷重と変位の関係

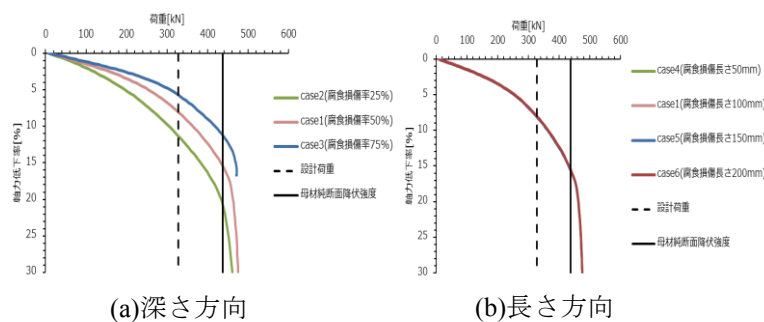


図-4 軸力の低下と荷重の関係

図-5 に示すのは、case1 の降伏荷重時における当て板の応力のコンター図である。また、コンター図より、それぞれのボルトの間はあまり大きい応力が生じておらずボルト孔周辺に大きな応力が発生している。また、荷重の伝達はボルト周辺を始点とし、ボルト孔を避けるようにして伝達されていることも確認できた。

4. まとめ

腐食損傷部を深さ方向に変化させた場合、全体の挙動に変化は生じなかった。しかし、荷重分担率は、腐食損傷率が大きいモデルほど各断面における荷重分担率の変化も大きく見られ、腐食部付近で荷重が伝達されやすいことが確認された。

また、腐食損傷部を長さ方向に変化させた場合、腐食損傷部の剛性に変化が見られたが、深さ方向に比べて荷重分担率と軸力には変化が確認されなかった。

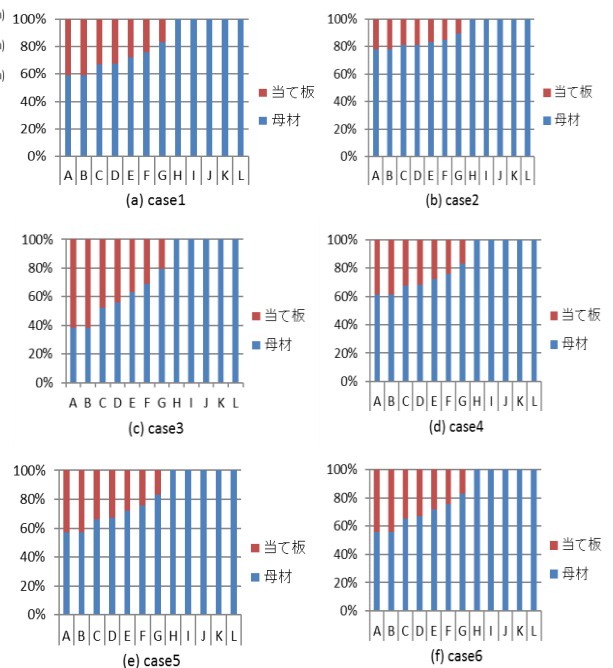


図-3 各断面位置の荷重分担率の関係

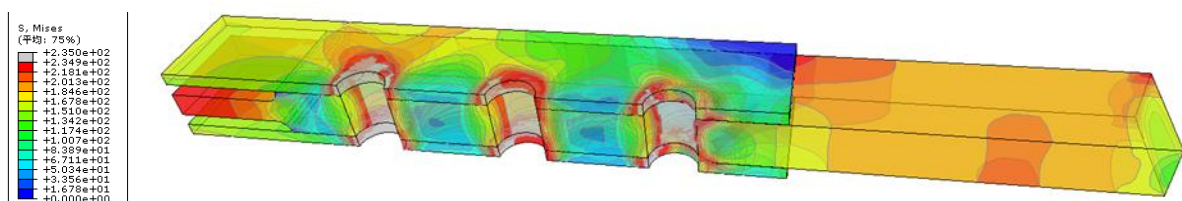


図-5 解析対象の主応力コンター図(case1 純断面降伏荷重時)