

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解析的検討

名古屋工業大学 学生会員 ○飯田将成 名古屋工業大学大学院 正会員 永田和寿
 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 正会員 山口隆司
 大阪市立大学大学院 学生会員 藤本高志

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の一例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。

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、モデル全体の1/4を解析対象とした。解析モデルケース一覧を表-1、モデル概略図を図-1に示す。本研究の基本モデルを case1 とした。解析モデルの中に case4 があるが、これは腐食により断面が完全に欠損したモデルである。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板厚を 18mm, 12mm, 6mm, 0mm と変化させたものと腐食損傷部の板厚一定で長さを 50 mm, 100mm, 150mm, 200mm で解析を行った。以上7つ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 F10 T, 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て摩擦係数は 0.4 を用いた。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は、道路橋示方書に基づいた値を 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。

表-1 モデルケース一覧

case	腐食部長さ (mm)	腐食率 (%)	母材腐食部板厚 (mm)	片側当て板板厚 (mm)
case1(基本モデル)	100	50	12	6
case2	100	25	18	3
case3		75	6	9
case4		100	0	12
case5	50	50	12	6
case6	150			
case7	200			

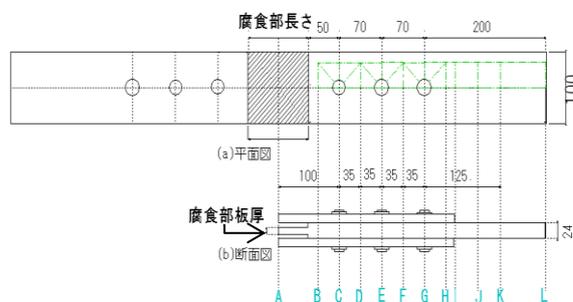


図-1 解析モデル例

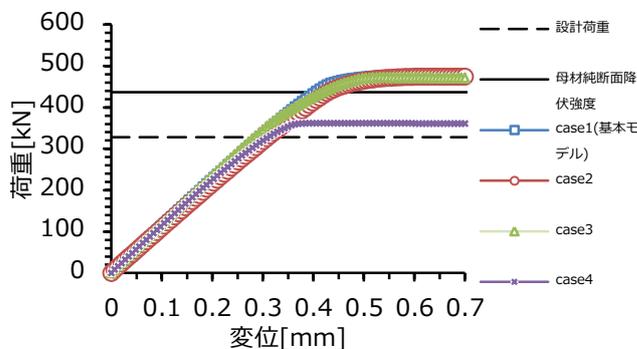


図-2 荷重-変位(深さ方向)

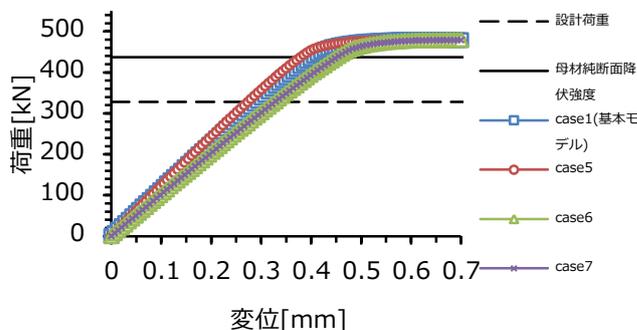


図-3 荷重-変位(長さ方向)

3. 解析の結果と考察

全体荷重と母材端部の変位の関係をそれぞれ図-2, 図-3 に, また, 載荷終了時の応力のコンター図を図-4 に, 母材の断面位置 A における母材荷重分担率と全体荷重の関係をそれぞれ図-5, 図-6 に示した. 母材荷重分担率は設計荷重時と比較し, 設計荷重は母材純断面降伏強度の 75% である.

図-2 より腐食損傷部の板厚が変化すると全体荷重と変位関係については case4 を除いて同じような挙動を示した. case4 は母材腐食損傷部が完全に欠損しているため当て板が先に降伏したと考えられる. case1, case2, case3 の詳しい降伏位置を図-4 の(a), (b), (c)にそれぞれ示す. これらの図より, case1, case2 は, 母材板厚が大きいため母材純断面降伏先行型, case3 は母材腐食部板厚が小さいため腐食損部降伏先行型に分かれていることも確認できる. 次に母材の荷重分担率に関して考察していく. 図-5 より, 腐食損傷形状変化の深さ方向について, 荷重分担率の結果は腐食率が case1 では 25%, case2 では 50%, case3 では 75%と変化するにつれて, それぞれの母材荷重分担率が約 80%, 約 60%, 約 40%となっていることが確認できる. これらの分担率は断面積率から計算される母材の荷重分担率よりそれぞれ約 5%, 約 10%, 約 15%高くなっていることがわかる. 腐食部の深さ方向の形状変化に関しては, 腐食率が大きいほど母材欠損分が元々負担していたと考えられる荷重が当て板に流れず結果的に母材が荷重を多く負担していることがわかる.

腐食部形状の長さ方向の変化が図-3 に示す荷重-変位関係, 図-6 に示す荷重-母材荷重分担率関係に与える影響はわずかであることが確認できる. 図-4 の(d), (e), (f)より長さ方向に腐食形状を変化させたすべてのモデルにおいて母材純断面降伏型であることがわかる. また, 図-6 より腐食損傷形状変化の長さ方向の結果は, 荷重分担率でいえば, 5%程度しか差異がなかった. 深さ方向の損傷部形状変化は母材損傷部板厚, 当て板板厚, 双方変化させているのに対し, 長さ方向は腐食損傷部板厚, 当て板板厚どちらも一律であったためであると考えられる. さらに, 腐食損傷の程度が小さい case5 では母材中

央の剛性が高くなるので母材荷重分担率が case7 と比べて 5%程度異なると考えられる.

4. まとめ

解析結果より, 腐食損傷の形状の長さや深さの変化が母材荷重分担率の変化に影響しているのではなく, 既往の研究結果より母材の断面積率が関係していると考えられるものの腐食損傷の程度の高さによって母材腐食部中央剛性が変わるなど荷重伝達にも変化を与えるため注意する必要がある. 今後はさらに解析を行い, 腐食損傷形状変化と断面積率の違いによる荷重分担率の挙動の変化について調査し, 荷重伝達機構の詳しい考察を行う予定である.

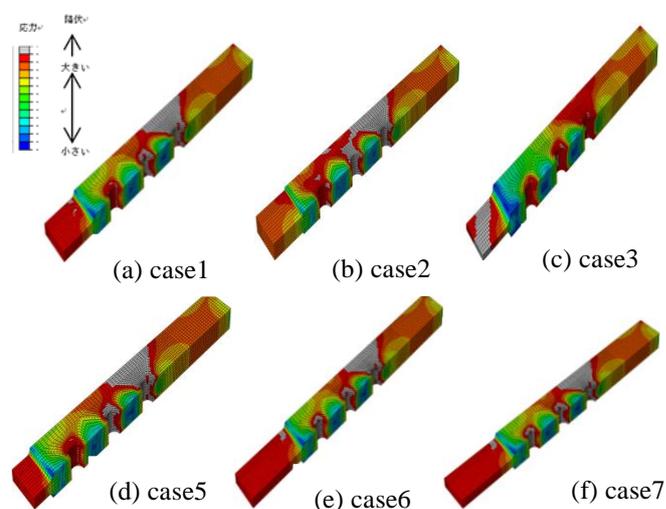


図-4 載荷終了時の応力のコンター図(母材)

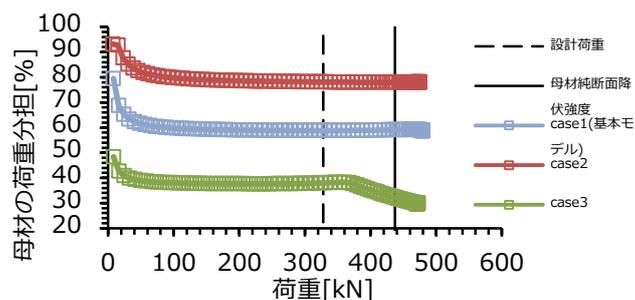


図-5 荷重-母材荷重分担率(深さ方向)

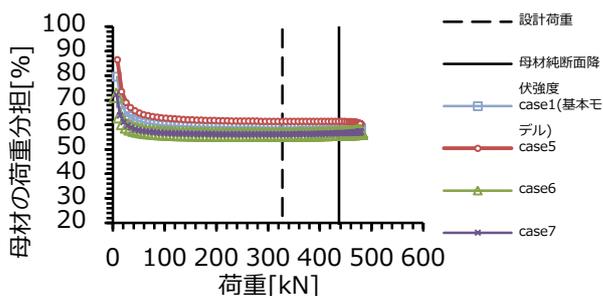


図-6 荷重-母材荷重分担率(長さ方向)