

腐食欠損した鋼鉄道桁の合理的な補修補強方法に関する研究

前橋工科大学 学生会員 ○市川晃希 東日本旅客鉄道 正会員 若狭周汰
 前橋工科大学 正会員 谷口 望 東日本旅客鉄道 正会員 小林寿子
 東日本旅客鉄道 正会員 平野雄大

1. はじめに

今後、経年劣化の進んだ鉄道構造物の増加が想定されている。一方で作業員の確保は難しくなり、メンテナンス量の増加にも対応可能な合理的な補修方法が求められている。本研究では、鉄道構造物に多く用いられている I 型断面鋼桁に着目し、腐食欠損した鋼桁の補修補強方法について研究を行った。現在は欠損部のすべてを覆う当て板補強が主流となっているが、新しい選択肢としてトラス補強¹⁾を提案し、三次元 FEM 解析から剛性や耐荷力にどのような効果が生じるか検討した。

2. 実験供試体

今回使用する供試体は図 1 に示す全長 1450mm、高さ 300mm の I 型断面単純梁とし、スパン中央部に 2 点载荷する。今回はウェブの腐食欠損に着目するため、断面高さに対してスパンの短いモデルを作成し、せん断降伏が先行するせん断卓越モデルとした。今回作成した実験供試体は、87.5mm×100mm の想定腐食部を支点付近ウェブパネルに三角形の開口欠損を設けることによって模擬する(図 2(a))。また比較用として腐食のない健全なモデルも作成する。

3. 解析手法

作成した解析モデルは、実験で使用した腐食モデル、健全モデルに加え、腐食モデルに対しては FB(38mm×t=8mm)とアングル材(40mm)を用いたトラス補強モデルも作成する(図 2(b))。補強効果については、荷重-変位関係、腐食部周辺のひずみ性状、せん断応力などを参考にし、図 2 の(a)に示す A 点に着目する。解析条件として桁本体はソリッド要素、トラスは諸条件を取り入れ接点共有によるビーム要素で再現する。構成則はバイリニア型とし、弾性係数 $E=2.0 \times 10^5 (\text{N/mm}^2)$ 引張降伏点 $\sigma=325 (\text{N/mm}^2)$ とする。

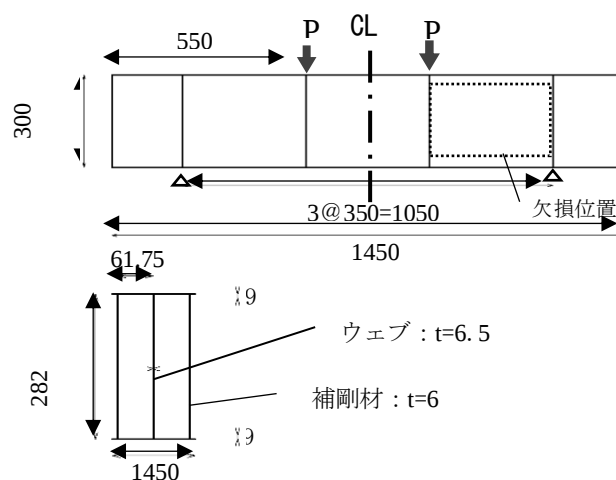


図 1 健全モデルの概要 (mm)

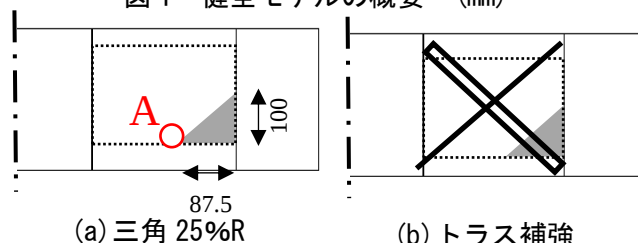


図 2 腐食欠損モデルの概要

4. 荷重-変位関係

図 3 に示す荷重-変位関係では、剛性は解析が実験よりやや大きくなり、その原因については今後検討していく予定である。また補強後の解析モデルに関しては腐食桁よりも降伏荷重や最大荷重も向上すると考えられ、今後の実験で確かめる予定である。

5. 荷重-ひずみ関係

ひずみ分布については A のひずみに着目し、図 4, 5 にまとめる。図 4, 5 より実験と解析は比較的似た挙動を示した。ただし、図 5 の z 軸方向のひずみに関しては、実験値のひずみの値が大きくなったが、これについては、今回は x 軸方向と z 軸方向で同じメッシュを選んだが、選んだ位置における実験における応力集中を厳密に再現できていない可能性がある。また図 6 の x 方向のひずみ分布より、想定腐食部の下の部分に圧縮のひずみが分布していることがわかる。これについては、図 7 の変形図より、荷重が伝わる際に A の位置が強く押され、三角形の斜辺

キーワード 鋼構造 腐食欠損桁 トラス補強

連絡先 〒3710816 群馬県前橋市上佐鳥町 460-1 前橋工科大学 社会環境工学科 TEL027-265-01111

が弓のような形に引っ張られたことにより，その両端に圧縮ひずみが分布したと考える．

6. 荷重-せん断応力関係

A の位置のせん断応力の値を図 8 にまとめる．この図より，腐食桁のせん断応力は実験による荷重をウェブ断面積で割ることにより算出した理論値と一致した．また解析の中盤から理論値とずれている部分に関しては部材が降伏を起こしたと考える．また，今回のせん断応力の最大値はウェブ鋼板の降伏せん断応力(188N/mm²)より小さくなった，これに関しては解析モデルの要素の降伏が関係していると考えられる．補強後はせん断応力の値が小さくなっており，斜め方向のトラス材が荷重を軸力として伝えたことによりせん断応力を負担しているものと考えられる．

7. まとめ

今回の実験と解析の比較結果より，荷重変位関係もひずみも剛性が合わなかったが耐力についてはおおむね評価できた．またひずみに関しても降伏後はおおむね実験値と一致した．以上より，解析による剛性は実験値に対応しておらず，今後詳細について検討していく．また解析におけるトラス補強は耐力力の回復が示唆された．今後実験でも効果を確認したい．

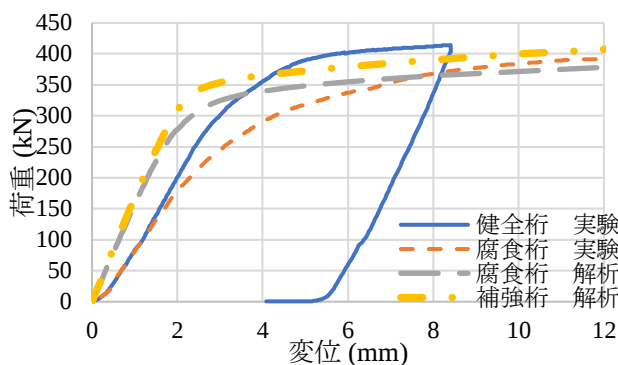


図 3 荷重-変位関係

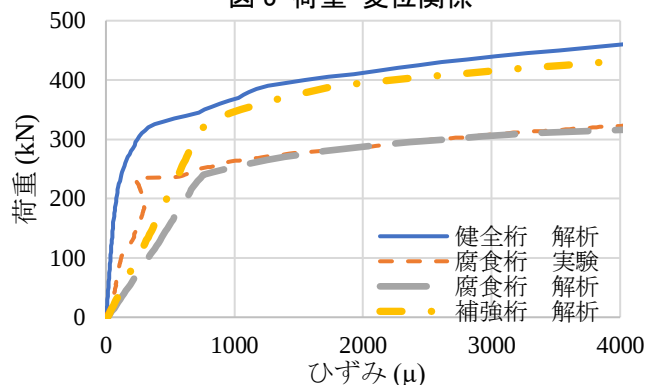


図 4 荷重-x 軸方向のひずみの関係 (A)

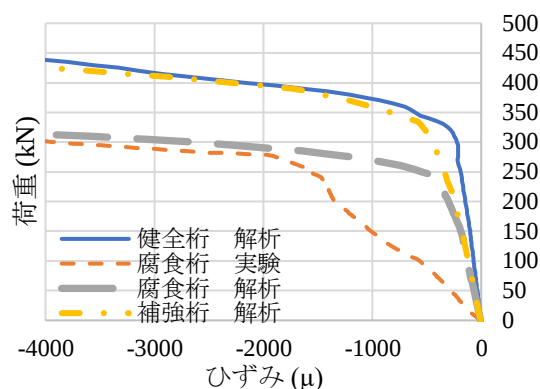


図 5 荷重-z 軸方向ひずみの関係 (A)

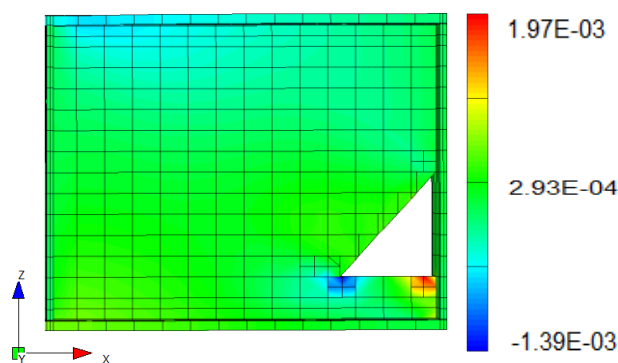


図 6 x 軸方向ひずみコンターズ図 (200kN 载荷時)

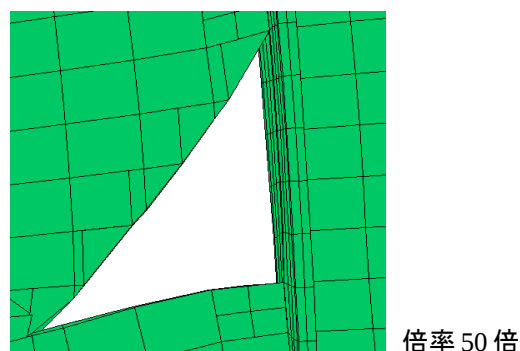


図 7 想定腐食部の変形図 (200kN 载荷時)

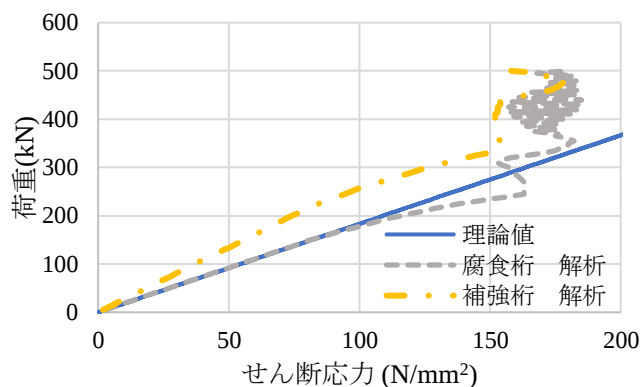


図 8 荷重-せん断応力関係 (A)

参考文献

- 1) 木村杏菜，谷口望：腐食欠損した鉄道用鋼桁の合理的な補修方法に関する研究，2020，関東支部大会