

腐食欠損した鋼部材の補強方法に関する研究

前橋工科大学 学生会員 ○関口 穂
前橋工科大学 正会員 谷口 望

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 山本 達也
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 小林 寿子

1. はじめに

近年、高度経済成長期に建設された構造物が一斉に更新時期を迎えている。しかしながら、更新が必要な構造物が増加しているのに対し、十分なメンテナンスが行えるかどうか難しくなっている。本研究の対象となっている鉄道用の鋼構造物は高度経済成長期以前のもが多く、より一層メンテナンスの必要性が増しており、効率の良いメンテナンスを目指す必要がある。

その中でも今回は腐食欠損した鋼桁に着目し、その補強方法について研究を行うこととした。

研究では三次元FEM解析を用いて、腐食欠損のある桁にどのような補強をすれば、健全桁と同等の耐力を得ることができるのか、また従来の当て板補強と主流ではないトラス部材による補強を再現し、腐食欠損桁の剛性や耐荷力にどのように影響するかを検討した。

2. 解析方法

解析にあたって、I型断面単純梁の静定構造の鋼橋をモデルとした。検討上は梁1本に着目してモデルを組んでいる。(図1)

本研究を行う上で事前に2種類の欠損桁で計4パターンの補強を用いた実験を行った。

腐食欠損桁の種類はウェブ部分に欠損がある桁(図2)、下フランジに欠損がある桁(図3)とする。実験における補強部材の設置としては、ウェブ欠損桁はFB(32mm×t-8mm)による当て板補強(図4左上)、FB(32mm×t-8mm)とアンゲル材(40mm)によるトラス補強(図4右上)、フランジ欠損桁はFB(32mm×t-8mm)とアンゲル材(40mm)によるトラス補強(図4左下)、上記トラス補強とFB(38mm×t-6mm)によるフランジ補強とする。

研究の手順としては、まずウェブ部分に欠損がある桁(図2)・下フランジに欠損がある桁(図3)のモデルを作成した。そして、事前に実施した実験で使用し

た4種類の補強方法を再現した補強モデルを作成・検討した。

それを踏まえた上で、新たな補強パターンを提案し、その補強効果について確認する。また、比較用として欠損の無い健全な桁のモデルも作成するものとする。

解析において補強部材を部材・寸法(断面・断面二次モーメントなど)のデータを取り入れ、線材要素で表現する。



図1 解析対象鋼橋のサイズ

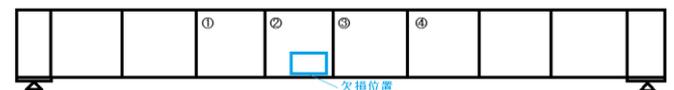


図2 ウェブ欠損サイズ(91mm×150mm)



図3 下フランジ欠損サイズ(180mm×1400mm×6mm)

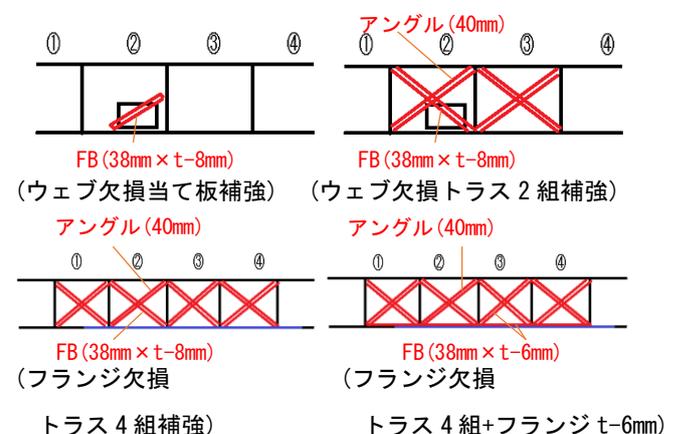


図4 実験における補強部材の設置図

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 TEL027-265-0111

表1 各モデルのたわみの比較 (98kN×2 載荷時)

	たわみ (mm)	健全桁モ デルとの 比較	実験値 (mm)
健全桁	9.83	1.00	—
ウェブ欠損桁	9.94	1.01	7.76
ウェブ欠損桁 当て板補強	9.91	1.01	7.01
ウェブ欠損桁 トラス2組補強	9.93	1.01	8.11
フランジ欠損桁	12.5	1.27	9.13
フランジ欠損桁 トラス4組補強	11.3	1.15	9.02
フランジ欠損桁 トラス4組 +フランジ t=6mm 補強	10.8	1.10	9.61

表2 各モデルの降伏荷重と終局耐力の比較

	降伏荷 重 (kN)	終局耐 力 (kN)	実験での終 局耐力 (kN)
健全桁	156	176	—
ウェブ欠損桁	147	159	214
ウェブ欠損桁 当て板補強	150	159	218
ウェブ欠損桁 トラス2組補強	147	162	215
フランジ欠損桁	102	132	172
フランジ欠損桁 トラス4組補強	108	135	182
フランジ欠損桁 フランジ t=6mm +トラス4組補強	120	153	226

表3 新補強案のたわみの比較

	たわみ (mm)	健全桁モデル との比較
健全桁	9.83	1.00
フランジ t=30mm 補強	9.47	0.96
フランジ t=20mm 補強	9.93	1.01
フランジ t=20mm +トラス補強	9.86	1.00

表4 新補強案の降伏荷重と終局耐力の比較

	降伏荷重 (kN)	終局耐力 (kN)
フランジ欠損桁 フランジ t=30mm 補強	162	153
フランジ欠損桁 フランジ t=20mm 補強	147	153
フランジ欠損桁 フランジ t=20mm +トラス4組補強	147	156

3. 解析結果と考察

実列車が通過した際に生じるひずみと同等なひずみの条件(98kN×2)を載荷した各モデルの載荷点のたわみを表1に示す。

表1より、ウェブ欠損桁については健全桁と比較して初期剛性において大きな影響を受けなかった。これは欠損部分が桁の断面二次モーメントに大きな影響を与えていないため、補強前モデルと補強モデルに差が小さくなったと考える。フランジ部分の欠損については健全桁と比較して初期剛性を大きく下げる結果となった。2 パターンの補強を用いても、初期剛性は上昇したが、健全桁の初期剛性には戻らなかった。

各モデルの降伏荷重と終局耐力の比較を表2に示す。

表2より、ウェブ欠損桁の降伏・破断時の荷重を見てみても大きな変化は見られず、トラス補強による効果の確認は、フランジ欠損桁を用いて検討することとした。フランジ欠損桁については、トラス4組補強、フランジ t=6mm+トラス4組補強の順で耐力の上昇が確認できた。

ここでフランジ欠損モデルを用い、新たな補強案を提案する。フランジ補強部材の厚さ t を変えることで健全桁の初期剛性・耐力まで回復させ、補強効果について確認することとした。そのたわみの比較を表3に、降伏荷重と終局耐力の比較を表4に示す。

表3より、フランジ補強部材の体積を、欠損部分の体積と等しくなるように設定した t=30mm 部材では初期剛性が健全桁を上回った。より効率のよい補強方法を提案するため、t=20mm 部材とトラス部材を用い、補強した。その結果、初期剛性を健全桁の初期剛性とほぼ同等の値に近づけることができた。

表4からは、降伏荷重については差が生じたが、終局耐力については、大きな変化がなかった。

4. まとめ

研究で扱ったフランジ欠損桁においてフランジ部分の t=20mm 部材での補強により、全桁の耐力と同等の数値を得ることができた。

トラス補強についてはフランジ補強が困難な場合、トラス部材での補強も有効であると考えられる。