添接板近傍に腐食損傷を有する鋼桁の曲げ耐荷力

長岡技術科学大学	学生会員		○高森敦也
長岡技術科学大学	正会員	宮下	剛, Pham Ngoc Vinh
高速道路総合技術研究所	正会員		原田拓也
日鉄ケミカル&マテリアル	正会員		秀熊祐哉
ものつくり大学	正会員		大垣賀津雄

1. はじめに

既設鋼橋の添接板近傍には、その形状に起因して、 腐食損傷が多く発生している.しかし、この腐食損傷 が、鋼部材の力学挙動に与える影響について検討した 事例は少ない.

これまで、著者の研究グループでは、CFRP シートを 用いた補修工法に関する検討の中で、添接板近傍の腐 食損傷が鋼桁の力学挙動に与える影響を把握すること を目的として、添接部を有する鋼桁(H350×350×12 ×19×3100)を対象に、健全な試験体(ケース N)と 添接板近傍の腐食損傷をザグリ加工で模擬した試験体

(ケース S) の 4 点曲げ試験を実施した. この中では, CFRP シートを用いた補修効果を評価することを目的 に, FEA を実施し,添接板の滑り等は再現できていな いものの,弾性域における応力分布や鋼材の材料非線 形性を考慮した荷重-支間中央鉛直変位の関係につい て,実験結果と FEA が概ね一致する結果となった.

2. 研究目的

本研究では、過去に作成した FEA モデルの腐食損傷 量をパラメータとして、鋼桁の材料非線形性及び幾何 学非線形性を考慮した複合非線形 FEA を実施する.具 体的には、図1 に示す試験体で腐食損傷を模擬したザ グリ加工部の欠損幅 b₂及び板厚減少量 t₂をパラメータ とし、曲げ耐荷力の把握を行う.得られた結果は、上 下フランジにあるザグリ加工部が自由突出板の一部で あることから、自由突出板の耐荷力曲線で整理する.

3. 解析概要

図2にDIANA10.3を用いて作成した FEA モデルを, 表1にパラメトリック解析の解析ケースを示す.解析 ケースのNとS 68%が実験ケースのNとSに対応する.

境界条件は実験の支持条件に合わせてピン支持とロ ーラー支持としており,鋼材(SS400)の材料モデルは, バイリニアモデルとし,弾性係数を200 GPa,ポアソン



表1 パラメトリック解析ケース

解析 ケース	腐食部 の幅 (mm)	ザグリ部		板厦	残存	
		<i>b</i> _z (mm)	tz (mm)	減少量 /19 mm	板厚 /19 mm	備考
Ν	-	-	-	0 %	100 %	実験ケースN
S_84%	20	20	3	16 %	84 %	-
S_68%			6	32 %	68 %	実験ケースS
S_53%			9	47 %	53 %	1-
S_37%			12	53 %	37 %	12
S_21%			15	79 %	21 %	-
S_5%			18	95 %	5 %	-
L_84%			3	16 %	84 %	-
L_68%			6	32 %	68 %	-
L_53%	40	40	9	47 %	53 %	12
L_37%			12	53 %	37 %	-
L_21%]		15	79 %	21 %	-
L_5%			18	95 %	5 %	-

比を 0.3,降伏点を 245 MPa (ミルシート),2 次勾配を 弾性係数の 1/100 とした.

FEA モデルに使用した要素は、ウェブに 8 節点曲面 シェル要素 (CQ24S)、上下フランジに 20 節点ソリッド 要素 (CHX60) である. 試験体の製作状況にあわせて、 支間中央でウェブを接続せず、上下フランジで接続し ている. ただし、添接板のボルト等はモデル化してい ない. FEA モデルのメッシュサイズは、25 mm を標準 とし、ザグリ部は 5 mm とした. FEA モデルの節点数な らびに要素数は、99,294 と 19,368 となった.

4. 解析結果

図3に,載荷荷重と支間中央変直変位の関係を示す. 図中の点線は,健全な試験体 N の初期剛性の理論値で

キーワード 鋼桁, 添接板, 腐食損傷, 曲げ耐荷力, FEA, 残存耐荷力 連絡先 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学 TEL: 0258-47-9641 ある. 今回の FEA モデルでは、ボルトや添接板間の境 界面など、連結部を厳密にモデル化していないため、 添接板の滑り等は再現できないものの、実験結果と FEA の初期剛性ならびに最大荷重は概ね一致している.

図 4 に各解析ケースの載荷荷重と支間中央変直変位 を示し、図5には横軸に母材厚(=19 mm)に対する板 厚減少量の比を、縦軸に解析ケースNの最大荷重 P⁰max に対する各解析ケースの最大荷重 P_{max}の比(残存耐荷 力)として整理した図を示す.

板厚減少量が母材の約 50%となる S_53%の解析ケー ス以降, ザグリ部では局部座屈による変形が卓越し, これに伴い,曲げ耐荷力の低下が大きくなった.一方, 母材厚に対して 15%程度の板厚減少量では,健全なケ ースと比較して,初期剛性ならびに剛性変化,最大荷 重について大きな相違は見られない.この結果は,点 検によって発見された腐食損傷に対するプライオリテ ィを設定する上で,有益な知見といえる.

5. 残存耐荷力評価

以上より得られた結果を自由突出板の耐荷力曲線で 整理する.図6が自由突出板の耐荷力曲線を基準に, 実験結果ならびにFEAによるパラメトリック解析結果 を整理したものとなる.ここで,横軸は自由突出板の 幅厚比パラメータ *R*^{*R*}である.図内には実験結果もプロ ットしている.

図 6 から、パラメトリック解析結果は、 R_R が 0.5~0.7 の範囲で宇佐美式に近く、 R_R が 0.7 を超える範囲では宇 佐美式と福本式の両方に近い.また、ザグリ部の幅が 20 mm から 40 mm になると、より両式へとパラメトリ ック解析結果は漸近する.これは、ザグリ部の幅が 20 ~40 mm と狭い場合でも、自由突出板として評価して 良いものと思われるが、現時点では限られたケースで の検討結果であるため、ザグリ部の幅がより広くなる 場合についての検討も必要である.

6. まとめ

本研究では、添接板近傍の腐食損傷が鋼桁の曲げ耐 荷力に与える影響を把握することを目的として、損傷 量をパラメータとした FEA によるパラメトリック解析 を実施した.得られた残存耐荷力を自由突出板の耐荷 力曲線で整理した.

参考文献

 福本唀士:鋼骨組構造物の極限強度の統一評価に関する 総合的研究,科学研究費補助金研究成果報告書,1990.



字佐美勉, 葛漢彬: 薄板集成短柱の強度推定法, 構造工 学論文集 A, Vol.42, pp.171-178, 1996.3.