# 桁端部の腐食が鋼橋桁端部の耐荷力性能および崩壊モードに及ぼす影響

名古屋大学大学院	学生会員	〇井比	亨
名古屋大学大学院	正会員	北根	安雄

## 1. はじめに

長期間供用されている鋼橋下端部の桁端部付近にお いて、腐食損傷が進行している事例が確認されてい る.また、桁端部付近で腐食による欠損を有する鋼橋 を対象に、そのせん断力に対する耐荷力および変形特 性を詳細に検討した研究が報告されている<sup>1)</sup>.しか し、腐食領域とその残存板厚の変化が、鋼橋桁端部の 耐荷力特性と崩壊モードに及ぼす影響については詳細 に把握されていない.

本研究では、鋼橋桁端部で発生する腐食領域および 残存板厚の違いが、鋼橋の耐荷力特性および崩壊モー ドに及ぼす影響について、数値解析<sup>2)</sup>により明らかに することを目的とする.

#### 2. 数值計算法

対象とする鋼橋は、土木構造物標準設計で規定され る支間長 30mの単純プレートガーダー橋<sup>3)</sup>の桁端部と する.また、表-1 および図-1 は、対象とする鋼橋桁 端部における各部材の形状とバイリニア型で表現した 対象鋼種の応力-ひずみ関係を示す.

図-2は、対象とする鋼橋桁端部の数値解析モデルを 示す.同図(a)より、対傾構間を支間とする鋼桁として モデル化を行い、支点部にせん断力が生じるように、 支間中央の断面に対称条件および y 軸方向強制変位を 導入する.また、対傾構による拘束を考慮するため、 上フランジの端部の z 方向変位を固定する.次に、考 慮する腐食領域は、同図(b)に示す赤色の網掛け領域 とし、ウェブの腐食幅は 220mm、腐食高さは 100mm で統一する.なお、これら鋼桁で考慮する初期不整 は、同図中に示すウェブ領域に初期たわみを導入して いる.そして、数値解析モデルの使用要素は、ソール プレートにソリッド要素(C3D8R)、それ以外にシェル 要素(S4R)を使用し、一辺が約 10mm の要素サイズと して有限要素離散化を行う.

表-2 は、以上で述べた鋼桁の健全および腐食モデル の構成を示す.同表中の腐食領域は、図-2(b)に示す領 域を意味している.なお、各腐食モデルで4パターン の減厚を考慮しており、合計 21 のモデルの数値計算

表-1 各部材の形状および鋼種



 健全
 無
 100

 ウェブ両側
 A+B
 75

 ウェブ桁端側
 A
 75

 ウェブ中央側
 B
 25

 補剛材両側
 C
 0

 (ウェブ+補剛材)両側
 A+B+C
 0

2)を実施した.

## 3. 数値計算結果

図-3は、ウェブ両側腐食および健全モデルの荷重と 変位の関係を表す.同図より、腐食モデルの荷重と変 位の関係は、残存板厚が小さくなるに従い、健全に比 べて最大荷重および最大荷重時の変位が小さくなるこ とがわかる.

図-4は、各腐食モデルの最大荷重と残存板厚の関係 を表す.同図の縦軸は腐食モデルの最大荷重を健全モ デルの最大荷重で除した値(最大荷重比)を、横軸は腐食 領域の残存板厚を意味する.同図より、ウェブ腐食を 考慮したモデルの場合、最大荷重比の低下率は、中央 側、桁端側、両側の順に大きくなることがわかる.ま た、残存板厚が0%の時の最大荷重比は、0.58(ウェブ両 側)、0.73(ウェブ桁端側)、0.89(ウェブ中央側)、0.69(補 剛材両側)、0.17(ウェブ+補剛材両側)となり、ウェブと 補剛材の両方が腐食する場合、最大荷重比が著しく低 下することがわかる.

表-3は、各腐食モデルの最大荷重時の崩壊モードの 分類を示す. 同表中の各崩壊モードについては、図-5 に示す最大荷重時から面外変形の進展が開始する網掛 け領域から決定し、(i)桁端側ウェブの腐食領域、(ii) 桁端側ウェブ,(iii)桁端側ウェブ+補剛材,(iv)桁端側 ウェブ+補剛材の腐食領域,(v)桁端側ウェブ(腐食外 側)の5種類の領域の局部座屈から崩壊モードを決定し た. 同表より、ウェブ腐食を考慮したモデルの場合、 残存板厚の減少により,崩壊モードが桁端側ウェブの 腐食領域から桁端側ウェブに移行する.これは、腐食 領域の残存板厚の減少により、桁端側ウェブの拘束が 小さくなることによる. また, 補剛材の腐食のみを考 慮する場合,桁端側ウェブおよび補剛材の局部座屈が 発生する.以上から,鋼桁の腐食損傷による補修補強 を適用する際には、腐食状態の違いが鋼橋の耐荷力特 性および変形特性に及ぼす影響を考慮し, 適切な補修 範囲を決定する必要があるといえる.



表-3 最大荷重時の崩壊モードの分類

品博モード	腐食モデル		
朋族モート	モデル名	残存板厚(%)	
i	ウェブ両側	75, 50	
	ウェブ桁端側		
	ウェブ中央側	50, 25, 0	
	(ウェブ+補剛材)両側	75	
ij	ウェブ両側	25,0	
	ウェブ桁端側		
iii	補剛材両側	75, 50, 25, 0	
iv	(ウェブ+補剛材)両側	50, 25	
V	(ウェブ+補剛材)両側	0	



図-5 最大荷重時の面外変形図の例(残存板厚=0%)

### 4. おわりに

本研究で得られた結果は、つぎの通りである.(1)ウェブ桁端側腐食を考慮した鋼桁の最大荷重は、ウェブ中央 側腐食に比べて平均約10%小さくなる.(2)ウェブおよび垂直補剛材の腐食が鋼桁の最大荷重の低下に及ぼす影響 は著しく大きくなる.(3)対象としたウェブ腐食を有する鋼桁の最大荷重時の崩壊モードは、腐食領域の残存板厚 の違いにより変化する.参考文献1)臼倉誠、鈴木康夫、山口隆司、三ツ木幸子:腐食した桁端部の耐力特性を踏まえた崩 壊プロセスからの分類とその分析、土木学会論文集 A1(構造・地震工学), Vol.73, No.2, 443-455, 2017. 2)Dassult Systems Simulia: Abaqus 6.14 User's Manual, 2014.3)全日本建設技術協会:建設省制定 土木構造物標準設計第23巻、1994.