## 端横桁腹板の腐食損傷の形状が支点部の耐荷性能に与える影響に関する解析的検討

(株)	構研エンジニアリング	正会員	○岩渕	直	北見工業大学	正会員	宮森	保紀
	北見工業大学	名誉会員	大島	俊之	北見工業大学	正会員	三上	修一

#### 1. はじめに

実橋梁は多主桁で構成された格子構造として機能 している.このため、腐食損傷を生じた主桁の支点 部が載荷荷重により変形し始めると、端横桁や床版 が隣接主桁へ荷重分配することで、損傷した主桁単 体の耐力を超える荷重が載荷される<sup>1)</sup>.一方、端横 桁の腹板に生じた腐食損傷の形状が、載荷荷重に与 える影響は不明である.本研究では、端横桁の腹板 に生じた腐食損傷の形状の違いが載荷荷重すなわち 支点部の耐荷性能に与える影響を解析的に検討する.

# 2. 解析モデル

2.1 解析概要

図-1 および表-1 に解析モデルの概要を示す. G-1 ~G-2 間の端横桁に,図-2 および表-2 に示す損傷を 与え,載荷荷重 P と支点の鉛直変位量  $\delta$ の関係を確 認した.G-1 主桁の腹板下端には,腐食損傷を模擬 した断面欠損を導入した.解析には Midas/NFX<sup>2)</sup>を使 用し材料非線形を考慮した有限変位法解析を行った.

## 2.2 境界条件

線支承を模擬するためソールプレート下面で直線 状に鉛直支持し、支持軸回りの回転を許容した. -方、可動支点はこれに加えて橋軸方向の移動を許容 した. また合成桁のため主桁と床版は剛結した.

#### 2.3 載荷荷重

死荷重は床版,地覆および鋼桁の各要素に質量を 考慮し,舗装重量は有効幅員内に等分布荷重(1.8 kN/m<sup>2</sup>)として載荷した.活荷重を模擬するPは隣接 する主桁間の荷重分配機能を明確にするため,外桁 支点の直上の床版面に一つの荷重として載荷した.

#### 2.4 解析ケース

表-2 に解析ケースを示す.端横桁に与える損傷の 幅は全て 100mm とし,下フランジに沿った横長の損 傷 (Type A, Type B) と,主桁との接続部に沿った縦 長の損傷 (Type C, Type D)を設定した.また,比較 のため損傷のない Case-0 と,腹板と下フランジの全 断面を欠損させた Case-100 を設定した.

キーワード 端横桁,腐食損傷,耐荷性能,荷重分配 連絡先 〒065-8510 札幌市東区北18条東17丁目1番1号 (株)構研エンジニアリング TEL011-780-2816



凶-1 麻朳モケルの城安

表-1 材料の構成則

部材名	材質	弾性係数	降伏点	
(■は図-1の色)	的頁	E (GPa)	$\sigma_{y}$ (MPa)	
主桁 ■	SM490Y	205	355	
横桁 ■ 補剛材 ■	SS400	205	245	
ソールプレート	SS400	205	弾性体	
床版 ■	RC	27	弹塑性(σ <sub>ta</sub> =2.07MPa)	



図-2 端横桁に与える腐食損傷の形状

表-2	解析ケース	
~ ~	74T V T Z Z Z	

タイプ	ケース名	$b/b_0$	タイプ	ケース名	$h/h_0$
	Case-A25	0.25	Туре С	Case-C25	0.25
Tumo A	Case-A50	0.50		Case-C50	0.50
Type A	Case-A75	0.75		Case-C75	0.75
	Case-A100	1.00		Case-C100	1.00
	Case-B25	0.25	Type D	Case-D25	0.25
T D	Case-B50	0.50		Case-D50	0.50
Туре В	Case-B75	0.75		Case-D75	0.75
	Case-B100 <sup>%1</sup>	1.00		Case-D100	1.00
健全	Case-0	0	全欠損	Case-100	₩2

※1 CASE-A100 と同様の形状のため、Case-A100 の解析結果を用いる ※2 端横桁の腹板と下フランジの断面を全て欠損

#### 3. 解析結果および考察

図-3 に解析結果の一例として Type A の載荷荷重 P と G-1 支点の鉛直変位量  $\delta$ の関係を示す. 損傷が拡 大すると, P はやや低下する. このうち,  $\delta$ =20mm の ときの損傷寸法 ( $b/b_0$  または  $h/h_0$ )と, 載荷荷重の低 下率  $P/P_0$ の関係を損傷タイプ毎に図-4 に整理する. ここで  $P_0$  は端横桁が健全な Case-0 の P とする.

## 3.1 横長の損傷タイプ (Type A, Type B)

図-4より,腹板の損傷の拡大に伴い P/P<sub>0</sub>は低下し, 損傷タイプによって低下傾向は異なることが確認で きる. Type A では, *h*/*h*<sub>0</sub>の増加に伴い P/P<sub>0</sub>は徐々に 低下し, *h*/*h*<sub>0</sub>=1.0 つまり端横桁の全幅に腹板下端の断 面欠損が生じると, P/P<sub>0</sub>は 0.97 に低下する. 一方, Type B では *h*/*h*<sub>0</sub>=0.25 で P/P<sub>0</sub>は大きく低下し, *h*/*h*<sub>0</sub>=1.0 まで P/P<sub>0</sub>の変化はわずかである.

## 3.2 縦長の損傷タイプ (Type C, Type D)

図-4 より、Type C では *h*/*h*<sub>0</sub> に関わらず *P*/*P*<sub>0</sub>の変化 は小さい.一方、Type D では *h*/*h*<sub>0</sub>の増加に伴い *P*/*P*<sub>0</sub> は大きく低下し 0.87 となる.ただし、腹板が全欠損 した Case-100 の *P*/*P*<sub>0</sub> である 0.81 までは低下しない.

### 3.3 載荷荷重の低下率に影響を与える要因

載荷主桁である G-1 主桁から離れた G-2 主桁付近 に損傷を与えた Type D で  $P/P_0$ が大きく変化した. 図 -5 に Case-A100, 図-6 に Case-D100 の von-Mises 応力 コンターをそれぞれ示すように,端横桁の腹板では Pの載荷位置から離れた G-2 主桁付近で大きな応力が 発生する. この付近に断面欠損が生じる場合に  $P/P_0$ が大きく低下すると考えられる. また,腹板が縦方 向に完全に断面欠損した Case-D100 でも Case-100 の  $P/P_0$  まで低下しないのは,端横桁は床版にスラブア ンカーで結合されており,残った端横桁が床版を補 剛し,荷重を伝達するためと考えられる.

#### 4. まとめ

端横桁の腹板に生じた腐食損傷の形状の違いが載 荷荷重に与える影響を解析的に検討した.同一の鉛 直変位量でも損傷形状によって載荷荷重は異なり, 荷重載荷位置から離れた縦長の損傷(Type D)が最 も載荷荷重を低下させることを明らかにした.

## 参考文献

 岩渕,宮森,大島,三上,齊藤:端横桁および床版に損 傷を生じた小規模鋼橋の支点部の耐荷性能に関する 解析的検討,構造工学論文集 Vol.66A,2020.

2) マイダスアイティ: Midas NFX User's Manual





図-6 von-Mises 応力コンター (Case-D100 : *δ*≒20mm)