

## 端横桁等の損傷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ており、主桁は端横桁や端対傾構等で連結された格子構造として機能している。このため、一部の鋼桁端部が腐食した場合でも主桁間で荷重が伝達されることが明らかにされている<sup>1)</sup>。しかし、伸縮装置の漏水等で損傷しやすい端横桁等の損傷が荷重伝達に与える影響は明らかではない。本研究では、充腹式端横桁の腐食および床版端部の剛性低下が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 に解析モデルの概要を示す。G-1 支点の腹板下端に断面欠損を与え、端横桁の板厚や床版剛性を変化させたときの載荷荷重  $P$  と支点鉛直変位量  $\delta$  の関係を確認した。支点鉛直変位量を評価に用いるのは、橋梁の使用限界状態を超えない範囲での検討を行うためである。解析には Midas/NFX<sup>2)</sup> を使用し材料非線形性を考慮した有限変位法解析を行った。

#### 2.2 材料特性

表-1 に使用する材料の構成則を示す。主桁等の鋼製部材は完全弾塑性モデルとし、床版コンクリートは文献 3) より鉄筋を考慮した弾塑性モデルとした。

#### 2.3 境界条件

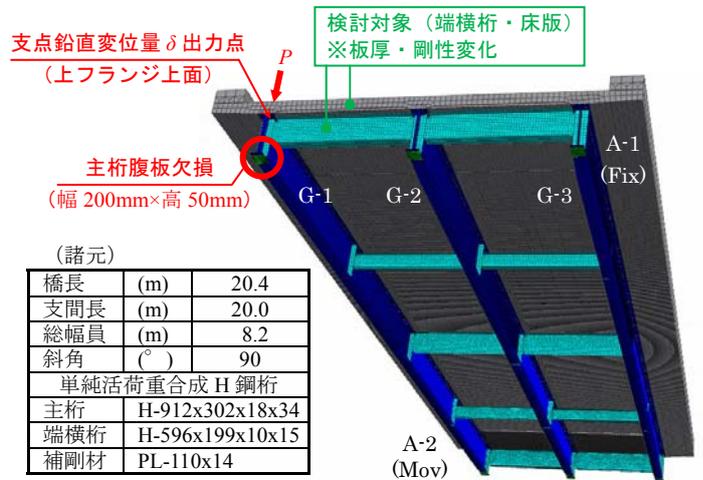
線支承を模擬するためソールプレート下面で直線状に鉛直支持し、支持軸回りの回転を許容した。一方、可動支点はこれに加えて橋軸方向の移動を許容した。床版コンクリートと鋼材はスタッドで連結された合成桁であるため剛結モデルとした。

#### 2.4 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た。舗装重量は有効幅員内に等分布荷重 ( $1.8\text{kN/m}^2$ ) として載荷した。活荷重である  $P$  は隣接する主桁間の荷重分配機能を明確にするため、外桁支点直上の床版上面に集中荷重として載荷する。ただし、解析モデルとしては床版の局部破壊を避けるため、 $500\text{mm}\times 200\text{mm}$  の圧力荷重として載荷した。

### 2.4 解析ケース

解析ケースを表-2 に示す。比較を行うための健全ケース、端横桁全体が腐食減厚したケース、端横桁腹板のみ減厚したケース、端横桁下フランジのみ減厚したケース、床版剛性を低下させたケース、主桁単体ケースの合計 18 ケースの解析を行った。



(諸元)

橋長 (m)	20.4
支間長 (m)	20.0
総幅員 (m)	8.2
斜角 (°)	90
単純活荷重合成 H 鋼桁	
主桁	H-912x302x18x34
端横桁	H-596x199x10x15
補剛材	PL-110x14

図-1 解析モデルの概要

表-1 材料の構成則

部材名 (■は図-1の色)	材質	弾性係数 $E$ (GPa)	降伏点 $\sigma_y$ (MPa)
主桁 ■	SM490Y	205	355
横桁 ■	SS400	205	245
補剛材 ■	SS400	205	245
ソールプレート ■	SS400	205	弾性体
床版 ■	RC	27	弾塑性( $\sigma_{ia}=2.07\text{MPa}$ )

表-2 解析ケース

損傷状態	ケース名	端横桁断面または床版剛性残存率 (%)		
		腹板	下フランジ	床版
健全	Case-ALL100	100	100	100
端横桁全体損傷	Case-ALL75	75	75	100
	Case-ALL50	50	50	100
	Case-ALL25	25	25	100
	Case-ALL0	0	0	100
端横桁腹板損傷	Case-WEB75	75	100	100
	Case-WEB50	50	100	100
	Case-WEB25	25	100	100
	Case-WEB0	0	100	100
端横桁下フランジ損傷	Case-LFLG75	100	75	100
	Case-LFLG 50	100	50	100
	Case-LFLG 25	100	25	100
	Case-LFLG 0	100	0	100
床版損傷	Case-SLAB75	100	100	75
	Case-SLAB50	100	100	50
	Case-SLAB25	100	100	25
	Case-SLAB0	100	100	0
(主桁単体)	Case-S	0	0	0

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

### 3. 解析結果および考察

#### 3.1 載荷荷重と鉛直変位量の関係

図-2 に載荷荷重  $P$  と G-1 桁の支点鉛直変位量  $\delta_{GI}$  の関係を示す。主桁の腹板下端に損傷を与えた Case-S は、主桁健全時の支点耐力を下回り  $P=1056\text{kN}$  で一定となる。一方、端横桁断面を考慮した Case-ALL100~0 は、Case-S よりも大きい  $P$  が載荷される。これは、端横桁や床版を考慮することで支点単体の耐力を超える荷重に抵抗できることを示している。

#### 3.2 端横桁腹板が耐荷性能に与える影響

図-3 に端横桁腹板の断面残存率  $A_{E,WEB}$  と荷重倍率  $P/P_{WEB0}$  の関係を示す。ここで  $P/P_{WEB0}$  は端横桁腹板の全損時の載荷荷重に対する各ケースの載荷荷重の割合を示す。 $A_{E,WEB}=100\%$  のとき、 $A_{E,WEB}=0\%$  と比較して約 1.2 倍の荷重に抵抗できることが分かった。また、 $P/P_{WEB0}$  の傾向に  $\delta$  の影響はないことが分かった。

#### 3.3 端横桁下フランジが耐荷性能に与える影響

図-4 に端横桁下フランジの断面残存率  $A_{E,LFLG}$  と荷重倍率  $P/P_{LFLG0}$  の関係を示す。 $A_{E,LFLG}=100\%$  においても  $P/P_{LFLG0}$  は 2~3% であり、下フランジの断面減少は載荷荷重にほぼ影響を与えないことが分かった。これは腹板と比較して相対的に断面積が小さい上、端横桁には主にせん断力が生じるためと考えられる。

#### 3.4 床版コンクリートが耐荷性能に与える影響

図-5 に床版の剛性残存率  $E_{C,SLAB}$  と荷重倍率  $P/P_{SLAB0}$  の関係を示す。 $E_{C,SLAB}=100\%$  では  $P/P_{SLAB0}=1.6$  ~ 2.0 程度となり、端横桁の板厚減少と比較して床版の剛性低下は載荷荷重に大きな影響を与えることが分かった。

### 4. まとめ

端横桁各部材の腐食損傷や床版の剛性低下が支点头部の耐荷性能に与える影響を解析的に検討した。端横桁や床版を考慮し、一定の沈下を許容する状態では支点単体の耐力を超える荷重を載荷できる。また、端横桁腹板の板厚減少および床版の剛性低下は、支点沈下後の支点头部の耐荷性能に影響を与える。

- 1) 有村, 有山, 船越, 山口: 桁端部に腐食劣化の生じた鋼 I 桁橋の耐荷性能評価に関する解析的検討, 土木学会論文集 A1, Vol.73, No.1, pp.232-247, 2017.
- 2) マイダスアイティ: Midas NFX User's Manual
- 3) 土木学会: 2017 年制定コンクリート標準示方書 [設計編], pp.480-499, 2017

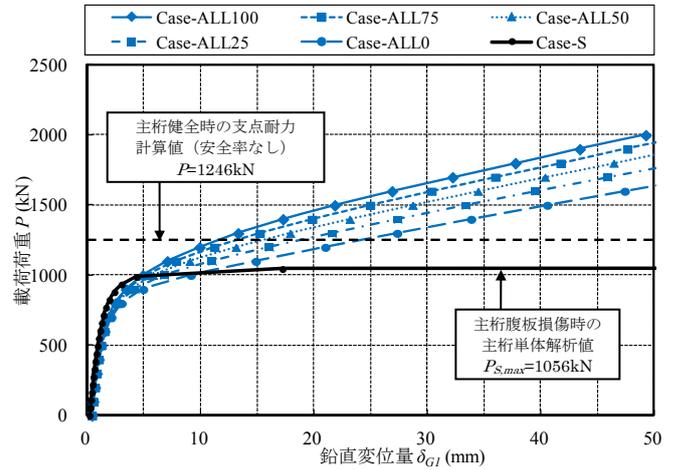


図-2 載荷荷重と鉛直変位量の関係

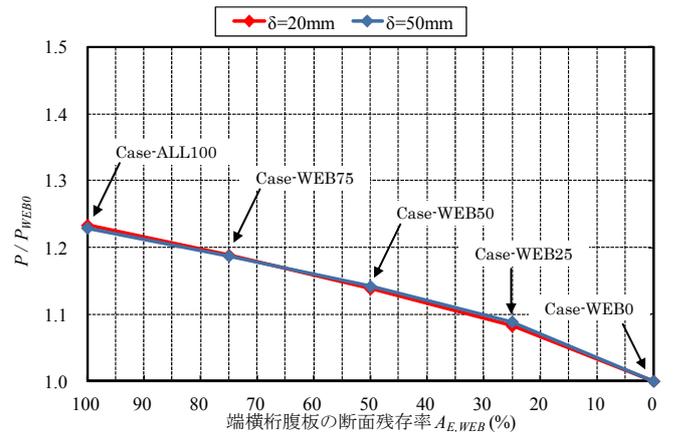


図-3 端横桁腹板断面残存率と荷重倍率

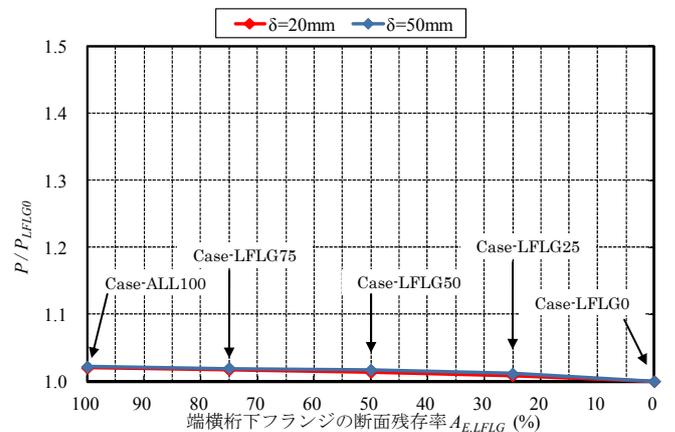


図-4 端横桁下フランジ断面残存率と荷重倍率

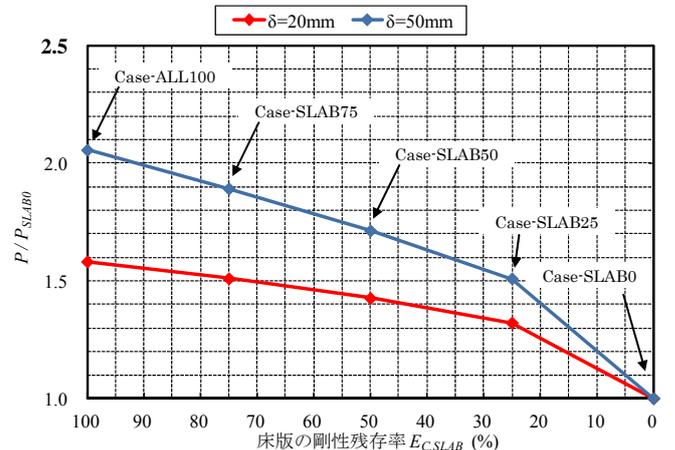


図-5 床版の剛性残存率と荷重倍率