

限界状態設計法により設計された鋼連続合成桁の終局限界状態に関する解析的検証

(株)東京鐵骨橋梁 正会員 ○小野寺 吉政 (株)東京鐵骨橋梁 非会員 佐々木 力  
 東日本高速道路(株) 正会員 高久 英彰 東日本高速道路(株) 正会員 広瀬 剛  
 東日本高速道路(株) 正会員 本間 淳史

1. 目的

鋼橋の新たな設計手法である終局限界状態設計法を適用した金谷郷高架橋の終局状態における破壊シナリオ検証(リダンダンシーの検証)や安全性について、解析により確認する。破壊シナリオの検証では活荷重を漸増させて解析を行い、破壊プロセスについて順序立てて整理をする。終局限界時の断面の安全性では終局照査荷重に対して、橋の終局状態がどの程度余裕があるかを検証する。

金谷郷高架橋の構造一般図を図-1示す。

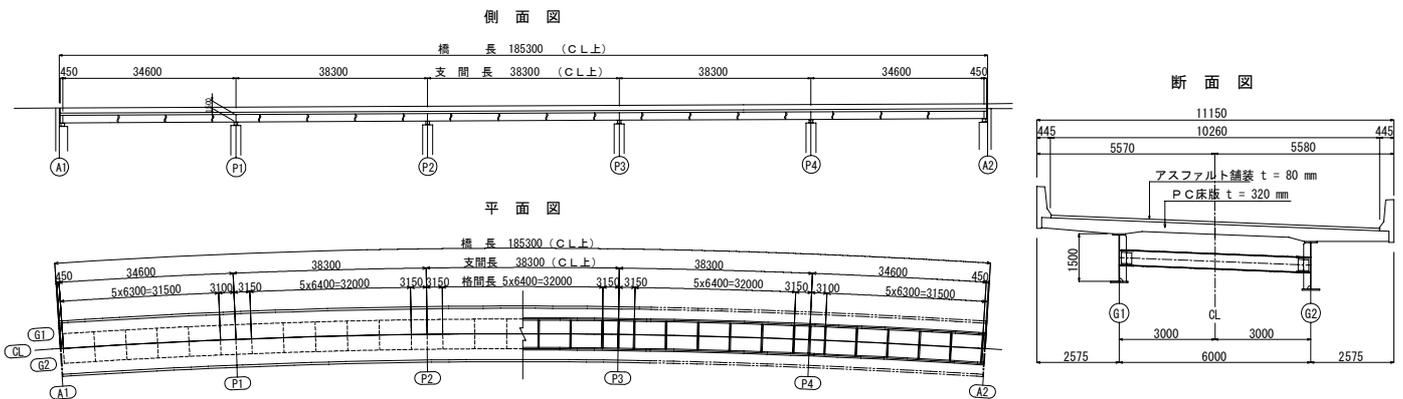


図-1 構造一般図

2. 解析条件

本解析はファイバー要素の骨組みモデルを用いた「弾塑性有限変位解析」を実施する。なお、使用ソフトは「DIANA Version9.2」を使用する。

(1) 解析モデル: 解析モデルは全径間を対象とし、幅員中央にて折り返した1/2モデルとする。床版と主桁をそれぞれ梁要素とし、その連結に用いるずれ止めはせん断ばね要素を用いて表現する。また、梁断面のファイバー分割は「床版11層」「主桁フランジ7層」「主桁ウェブ11層」とする。

(2) 材料構成則: コンクリートの材料特性を表-1、鋼材・鉄筋の材料特性を表-2に示す。ずれ止めのばね定数は第二東名高速中之沢橋における実験値を用いた。

(3) 荷重: 終局荷重は1.3D+2.0Lのため解析では1.3D+ $\alpha$ ×2.0Lとする。ここで、Dは死荷重、Lは活荷重(衝撃を含む)であり、荷重の漸増方法は死荷重(D)の1.3倍で固定とし、活荷重(L)の2倍を荷重倍率 $\alpha$ 倍で徐々に増加させる。また、活荷重の載荷ケースは正曲げモーメントが最大となる支間中央に着目した場合と、負曲げモーメントが最小となる中間支点部に着目した場合の2ケースとする。

表-1 コンクリートの材料特性

弾性係数 (GPa)	$E$	34.3	
圧縮側	設計圧縮強度 (MPa)	$f'_{cd}$	40.0
	設計圧縮強度時のひずみ	$\epsilon_{cm}$	0.002
	終局ひずみ	$\epsilon_{cu}$	0.0035
引張側	引張強度 (MPa)	$f_{ct}$	2.7
	引張強度到達後の残留強度 (MPa)	$f_{ctse}$	0.500
	ひび割れ限界ひずみ	$\epsilon_{cr}$	$8.0 \times 10^{-5}$
	終局ひずみ	$\epsilon_{ctu}$	0.001

表-2 鋼材・鉄筋の材料特性

弾性係数 (GPa)	$E$	200.0		
材質別材料強度		SM490Y	SM570	SD345
降伏点強度 (MPa)	$\sigma_y$	335.0	430.0	345.0
破断応力 (MPa)	$\sigma_u$	490.0	570.0	490.0
破断ひずみ <sup>*)</sup>	$\epsilon_u$	0.210	0.200	0.200

キーワード 限界状態設計法, 破壊シナリオ検証

連絡先 〒302-0038 茨城県取手市下高井 1020 (株)東京鐵骨橋梁 設計部 TEL0297-78-1119

### 3. 解析結果

(1) 支間中央着目 (正曲げ最大) : 破壊プロセス・荷重-変位関係を図-2 に示す.  $\alpha=0.8$  で支間中央部の下フランジとウェブで塑性化が開始する.  $\alpha=1.0$  (終局荷重) で支点部の下フランジとウェブに塑性化が開始する.  $\alpha=1.2$  で支間中央部のウェブ中央まで塑性化が進展し, その後, 変位が急激に増加する. そして  $\alpha=1.4$  で支間中央部, 支点部で全断面塑性化する. スタッドのずれ変位は最大で 1.3mm であり, ずれ止めに損傷を与えるほどではない.

(2) 支点部着目 (負曲げ最大) : 破壊プロセス・荷重-変位関係図-3 に示す.  $\alpha=0.9$  で支間中央部および支点部の下フランジとウェブで塑性化が開始し, 支点部の床版にひび割れが発生する.  $\alpha=1.15$  で支点部のウェブ中央まで塑性化が進展する. その後,  $\alpha=1.25$  で変位が急激に増加する. そして  $\alpha=1.45$  で支点部が全断面塑性化する. スタッドのずれ変位は最大で 1.0mm であり, ずれ止めに損傷を与えるほどではない.

### 4. まとめ

(1) 金谷郷高架橋の破壊プロセスとしては, 以下の事象が確認された.

1) 支間中央着目 : ①支間部の塑性開始⇒②支点部の床版のひび割れ⇒③支点部の塑性開始⇒④支間部の塑性が進行⇒⑤支点部の鉄筋塑性化⇒⑥支間部の鉄筋塑性化⇒⑦支間部, 支点部の全断面降伏となる.

2) 支点部着目 : ①支間部, 支点部で塑性開始, 支点部の床版のひび割れ⇒②支点部の塑性が進行⇒③支間部の塑性が進行⇒④支点部の鉄筋塑性化⇒⑤支間部の鉄筋塑性化⇒⑥支点部の全断面降伏となる.

(2) ずれ止めの最大変位は 1.3mm であり, ずれ止めに損傷を与えるほどではない.

(3) 終局時の耐荷力は,  $\alpha \geq 1.0$  を十分満たしている.

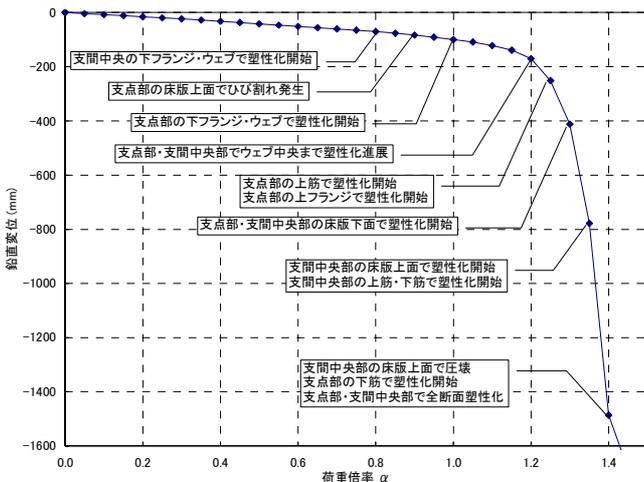


図-2[支間着目]破壊プロセス・変位-荷重図

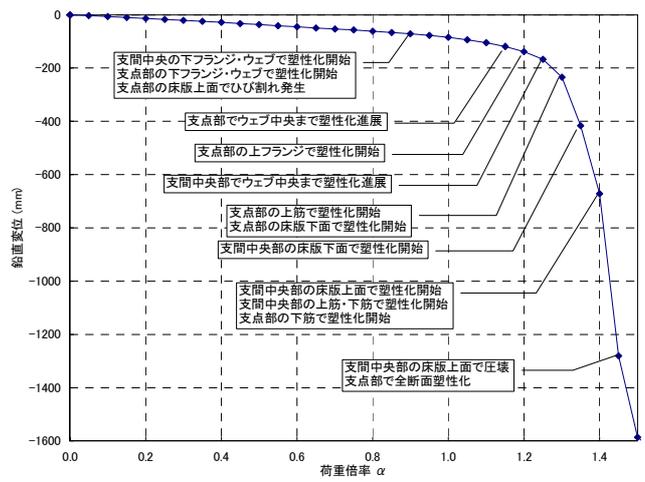


図-3[支点着目]破壊プロセス・変位-荷重図

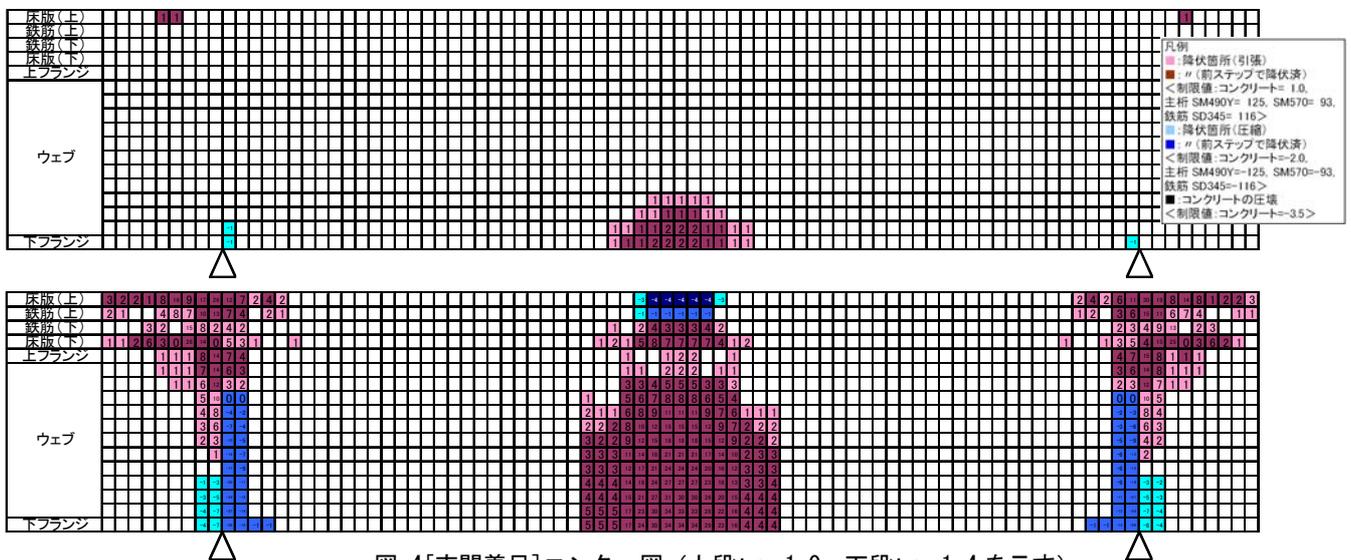


図-4[支間着目]コンター図 (上段:  $\alpha=1.0$ , 下段:  $\alpha=1.4$  を示す)