

# 防災・減災の強化に向けた更なる耐震補強報告（その4）

## —単弦ローゼ橋の耐震補強対策—

(株)片平新日本技研 正会員 ○西川貴志, 正会員 佐々木寛幸, 正会員 大淵智弘  
東日本高速道路(株) 北浦美涼, 西巻浩太郎

### 1. はじめに

高速道路では、地震によって被災しても速やかな復旧により緊急輸送路として機能させることが求められており、東日本高速道路株式会社では「更なる耐震補強」（平成28年熊本地震以降に実施する既設橋の耐震補強）に取り組むことで防災・減災に向けた耐震補強を実施している。本稿では、「更なる耐震補強」対象橋梁のうち、地震時の挙動が複雑であり、鋼部材の健全度の評価が困難な特殊橋梁型式の単弦ローゼ橋の耐震補強対策について検討した結果を報告するものである。

### 2. 対象橋梁概要

対象橋梁の上部工断面図（単弦ローゼ部）を図-1に、側面図を図-2に示す。一級河川を跨ぐ橋長528.3m、平面線形がR=3000mの曲線橋であり、下部工は68°程度の斜角を有している。橋梁形式は、2径間連続鋼箱桁+単弦ローゼ+3径間連続鋼箱桁である。上部工断面は、箱桁部が上下線分離構造(2主鋼箱桁)、単弦ローゼ部が上下線一体構造(補剛桁が1主3室の鋼箱桁)で、床版はRC床版である。下部工構造は全て上下線一体で、橋台形式は逆T式橋台、橋脚形式は壁式橋脚(P2, P3のみ中空)、基礎形式は場所打ち杭、地盤種別はⅡ種地盤である。単弦ローゼ橋の振動特性に着目するため、解析対象はP2-P3間の単弦ローゼ部を基本とし、遊間照査のため、箱桁部も含めた全体系での動的解析も実施した。

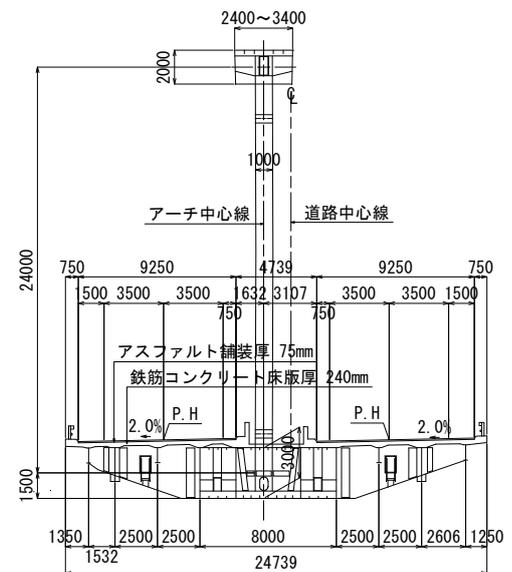


図-1 上部工断面図（単弦ローゼ部）

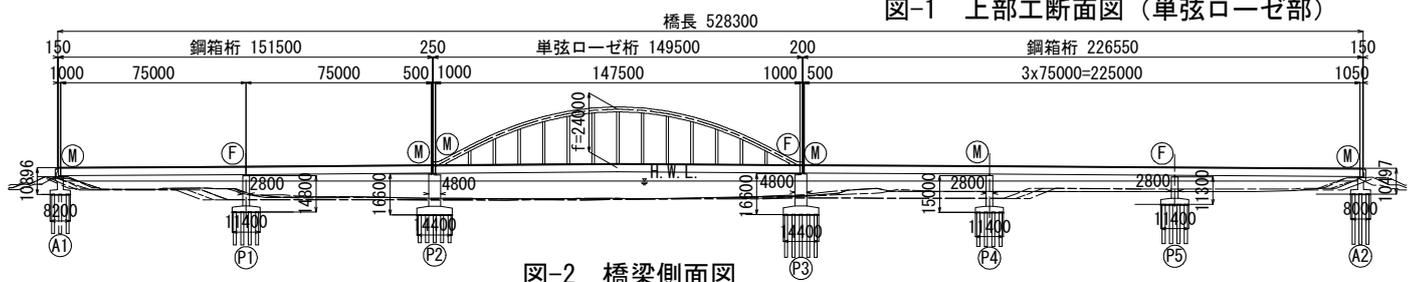


図-2 橋梁側面図

### 3. 解析条件および解析モデル

解析方法は、立体骨組モデルによる非線形動的解析とし、解析手法は、直接積分法(Newmark- $\beta$ 法 ( $\beta=1/4$ ), 積分時間間隔 $\Delta t=0.01$ 秒)とした。粘性減衰には Rayleigh 減衰を適用し、設計要領第二集(建設編)に従い、刺激係数が大きい主要モードを包括するように設定した。

解析モデルは、ファイバー要素、はり要素、バネ要素によりモデル化した多質点系の立体骨組モデルとした。各部材で使用したモデル要素を表-1に示す。上部工については、断面内の塑性化状況を考慮した剛性変化を適切に考慮できるファイバー要素を使用した。また、圧縮域での座屈による降伏耐力の低下を降伏ひずみに座屈係数を乗じることにより考慮し、モデルに反映させた。上部工のモデル化状況を図-3に示す。

表-1 各部材で使用したモデル要素

部位・部材		モデル化
単弦ローゼ部	アーチリブ, 垂直材, 補剛桁, 端横桁, 横桁, 縦桁, 下横構	ファイバー要素(鋼材)
床版	RC床版	
支承	鋼製支承	線形バネ(固定), 非線形バネ(可動)
橋脚	P1~P5橋脚	M- $\Phi$ 要素
基礎	基礎-地盤	線形バネ要素(SRモデル)

キーワード 単弦ローゼ橋, 耐震補強, 非線形動的解析, ファイバーモデル, 免震化

連絡先 〒980-0811 宮城県仙台市青葉区一番町2-10-17 (株)片平新日本技研 東北支店 TEL022-722-3130

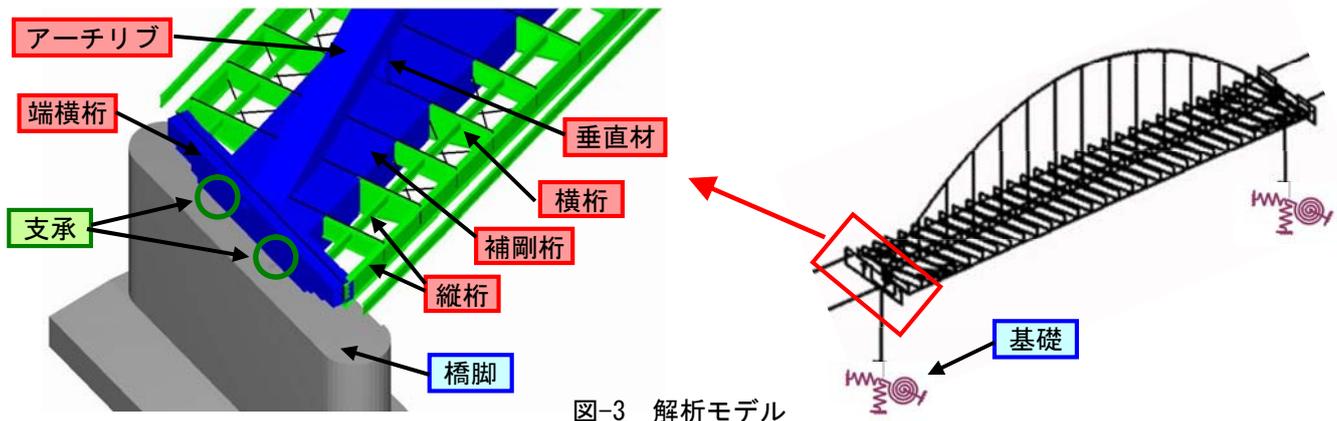


図-3 解析モデル

#### 4. 現況照査結果

橋軸方向地震時の現況照査結果を図-4に、橋軸直角方向地震時の結果を図-5に示す。橋軸方向地震時は、アーチリブの一部および垂直材の付根付近に塑性化が見られた。橋軸直角方向地震時は、橋軸方向より塑性化部材の数および程度とも顕著であり、ほぼ全部材で塑性化が見られ、特に垂直材において降伏ひずみに対して16.90倍の最大ひずみが生じていた。

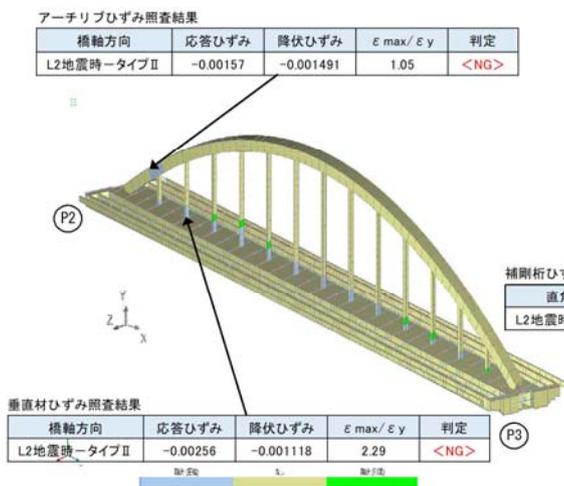


図-4 現況照査結果（橋軸方向）

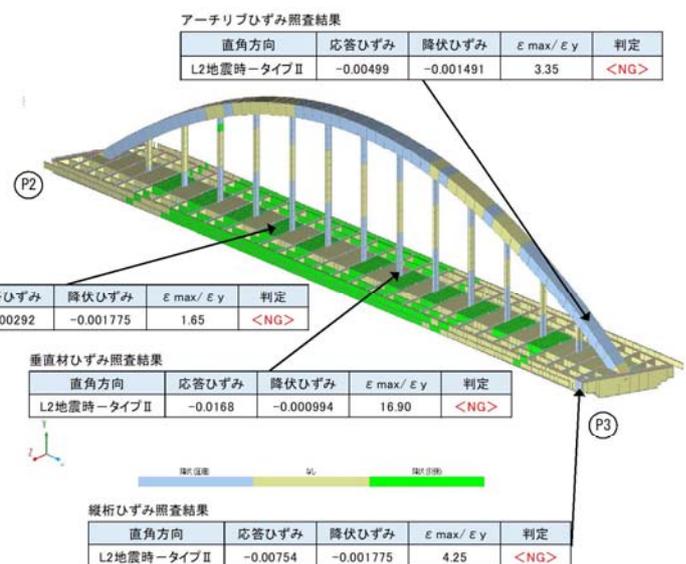


図-5 現況照査結果（橋軸直角方向）

#### 5. 耐震補強検討

図-6に現況照査時の橋軸直角方向の変形状況を示す。アーチリブが補剛桁を支点として大きく変形しているのが分かる。これが現況照査結果においてアーチリブや垂直材の塑性化が顕著となった要因と考え、地震力の低減とアーチリブ単体での振動の抑制を目的として、支承免震化の検討を行った。これにより、アーチリブや垂直材の塑性化が抑制されたが、支承変位が大きくなり、隣接桁と衝突するという問題が新たに生じた。そのため、免震支承の剛性調整と橋軸方向のダンパー設置により、支承変位を抑制することとした。支承変位を抑制したことにより、橋軸直角方向地震時において、垂直材に塑性化範囲が残ることとなったため、これらについて部材補強（当て板）を行い、全ての部材が弾性域を越えないように耐震補強する方針である。

**謝辞：**本耐震検討を進めるにあたり、東北大学運上教授、東北学院大学中澤工学部長からは多大な助言を賜りました。厚く御礼を申し上げ、感謝の意を表します。

【参考文献】1) 日本道路協会：道路橋示方向書・同解説，V 耐震設計編，平成24年3月

2) 土木学会：鋼・合成構造標準示方書，2018年5月

3) 東・中・西日本高速道路株式会社：設計要領第二集 橋梁建設編，2017.7，橋梁保全編，2019.7

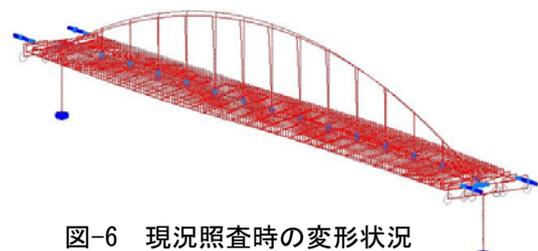


図-6 現況照査時の変形状況（橋軸直角方向）