

# 中央自動車道 鶴川大橋における 耐震補強対策について

築山有二1・山本 将2・長谷川敏之3・玉田和也4

<sup>1</sup>日本道路公団 東京建設局 構造技術課 課長代理 (〒105-0014 東京都港区芝3-39-9 住友不動産田町ビル) E-mail: Yuuji.Tsukiyama@jhnet.go.jp <sup>2</sup>日本道路公団 東京建設局 構造技術課 E-mail: Susumu.Yamamoto@jhnet.go.jp <sup>3</sup>駒井鉄工株式会社 設計部 次長(〒555-0041 大阪市西淀川区中島2-5-1) E-mail:hase@komai.co.jp <sup>4</sup>駒井鉄工株式会社 設計部 大阪設計1課 係長 E-mail:tama@komai.co.jp

中央自動車道富士吉田線上野原IC~大月JCT間では、往復4車線道路の6車線化工事を進めている. その中の1橋である鶴川大橋は、橋長約484mの上下線分離構造で上部工形式が鋼連続トラス橋等からなり、橋脚高さ43mのフレキシブル橋脚を有している. 両側に車線を拡幅する本橋は、上下部工共に既設部・新設部一体化構造としている. 拡幅後の構造に対し、平成8年道路橋示方書にて耐震照査を行った結果、補強対策としてフレキシブル橋脚は炭素繊維補強にて橋軸直角方向のせん断耐力を増加させるとともに、既設トラス橋のピン支承を免震支承に取り替え発生する水平力の低減を図る構造とした. フレキシブル橋脚の耐震補強では、模型実験、非線形動的解析等を行ないその妥当性を照査した.

*Key Words* : Continuous truss bridge, I-shape flexible pier,Seismic safety evaluation, Seismic reinforcement, Carbon fiber reinforcement

# 1. はじめに

中央自動車道富士吉田線の上野原 IC から大月 JCT 間は約 30 年前に建設されたが,その後の交通 量の急激な増加により交通渋滞が頻発し,往復4車 線道路を両側へ1車線拡幅する改築事業を進めた.

(図-1, 写真-1)

鶴川大橋は橋長484m,総幅員11.25mで最大支間長 105mの連続トラス橋等からなる長大橋である.下部 構造は橋脚高43mのI形断面高橋脚(以下,「フレキ シブル橋脚」という.)・壁式橋脚・門型ラーメン 橋脚,基礎工は直接基礎・くい基礎・ケーソン基礎 と多岐にわたっている.新設拡幅部3.6mを既設橋と 一体化させるにあたり既設橋の適用設計基準が30年 以上昔であること,車両の大型化に伴う対応が必要 であること,フレキシブル橋脚を有するトラス橋の 拡幅事例は極めて少ないことなどの課題が山積して いた.鶴川大橋下り線の側面図を図-2に,フレキシ ブル橋脚の断面図を図-3に示す.

ここでは拡幅後の橋梁に対する耐震補強対策につ いて述べる.



Fig.1 Location map



Phot.1 Views of Tsurukawa Bridge



P6橋脚

0.0

C.0-

-0.0

### 2.1 橋脚の拡幅方法

フレキシブル橋脚の 拡幅は図-4に示すとおり 既設橋脚と新設柱の間 に耐震壁を設ける構造 とした<sup>1)</sup>.これにより拡 幅後もフレキシブル橋 助としての特性を保つ ことができる.図中の 番号は施工順序を示す.

#### 2.2 非線形動的解析

拡幅後の橋梁全体モ デルによる非線形動的 解析のモデル図を図-5に 示す.また,解析条件 を次に示す. (1)解析モデル

上部構造:拡幅後の 4主構の全体剛性を1 本梁モデル(線形モデ ル)に換算,橋軸直角

方向の解析では床版の剛性も考慮.

支承:大規模地震時には橋軸,橋軸直角方向とも に免震支承の履歴特性を考慮.

橋脚構造:拡幅後の柱と耐震壁を等価な1本梁モ デルに換算(トリリニア非線形モデル)



Fig.4 Sequential order of widening work

バイリニアモデル(免震支承

Fig.5 Analytical model

BR (SEC) フレキシブル検察(神戸啓洋気変的NS)

Fig.6 Time history of displacement: Top of P6

#### 2.3 耐震システム

耐震性の照査には設計時点での基準である平成8 年12月版の道路橋示方書<sup>2)</sup>を用いた.照査の結果, 橋軸及び橋軸直角方向に対し,既設の鋼製ピン支承 のアンカーボルトの破断,あるいは抜け出し等の損 傷が,また既設のフレキシブル橋脚の橋軸直角方向 に対し,せん断耐力不足が生じることが判明した. この対策として,既設のピン支承を橋梁の長周期化 及び減衰効果を考慮した免震支承に取替えることと



#### Fig.7 Flow chart

した.下り線の場合,常時及びレベル1地震時まで はP5橋脚を固定支承とした一点固定形式であるが, レベル2地震時にはストッパーが壊れて全支承位置 で免震支承が有効に作用する分散固定形式へ構造系 を変更させる.橋軸直角方向についても同様に構造 系の変更によってレベル2地震時に対処した.

上記の構造系の変更を行っても補いきれない橋脚 のせん断耐力の不足分については、構造系の補強を 行う.その補強方法としては、フレキシブル橋脚と しての本来の特性を損なわないように橋脚の剛性を 極度に上げない工法をとることとし、過度なコンク リート巻き立て等の工法は採用せず、炭素繊維シー ト(以下、「CFS」という.)による補強を基本と することとした.

本橋における耐震システムの検討フローとその結 果を図-7に示す.

## 3. 耐震補強の施工

# 3.1 既設橋脚の炭素繊維補強

フレキシブル橋脚の耐震補強箇所については,橋 脚の柱部ではせん断に対する十分な帯鉄筋を有して いるため,鉄筋量の不足する橋脚の壁部のみに CFS を貼付けする非閉鎖型の部分せん断補強とした (図-3参照).

# (1) 確認実験

I 型断面のフレキシブル橋脚の破壊過程の確認と

補強効果の確認のために以下の2種類の実験を行った<sup>3)</sup>.

#### 1) CFS端部の固定方法確認実験

固定方法の確認実験は、柱部・壁部アンカー固定 型(TYPE-A)、壁部アンカー固定型(TYPE-B)の2種類 について行った(図-8).本実験は壁部分にせん断ク ラックが発生した後、そのクラックが開く応力状況 下における CFS の挙動および柱部と CFS との応力伝 達が有効に働くための最適な固定方法を確認するた めに実施した.

実験結果より、固定ジグのアングル材の回転変位 は TYPE-A, B ともに同等であり、CFS の断面欠損及 び施工性を考慮して TYPE-B を採用することとした.



TYPE-A Fig.8 Test specimen

TYPE-B

2) せん断補強効果確認実験

I型断面のフレキシブル橋脚のせん断破壊形態の 確認及び CFS のせん断補強効果確認を行う目的で, せん断力が卓越する逆対称載荷方法(図-9)により試 験を実施した. CFS 試験体は 1/6 スケールの無補強 (CASE1)および CFS 補強(CASE2)のそれぞれ 1 体ずつ の合計 2 体で行った(写真-2).



Fig.9 Alignments of shear test



Phot.2 Demonstration test using a 1/6-scale model reinforced by carbon fiber

実験結果の一例を図-10 に示す.実験結果より, 橋脚壁部に CFS を貼付することで,フレキシブル橋 脚のせん断耐力は向上する一方で曲げ剛性には変化

# がないことが確認できた.

破壊の進行は、始めに壁部の全幅に1本のせん断 ひび割れが発生し、次に壁部のみの範囲内において せん断ひび割れが増加し、荷重増加に伴い徐々に柱 部にもひび割れが伸びていく形態をとることがわか った.



Fig.10 Result of shear test

以上の実験結果の他に,既設コンクリートの劣化 状況,あと施工アンカーの引抜き強度,炭素繊維シ ートの貼り付け部の接着強度等については現地試験 を行い,品質の向上を図った.

#### (2) 現場施工

既設橋脚の CFS による耐震補強の施工手順を下記 に示す.

炭素繊維補強:炭素繊維の貼り付け面は接着強度を確保するため既設コンクリート面のブラスト処理を行う.炭素繊維の目付け量は,600g/m<sup>2</sup>~200g/m<sup>2</sup>の範囲である.

② 固定金具の確実性の確保【写真-3】既設コンク リート面は平坦ではないため、固定金具が確実に炭

素繊維の接着性 を確保出きるよ うにコンクリー ト面と固定金具 の隙間が生じな いように樹脂剤 を注入し,炭素 繊維補強の定着 を確実に行った. 表 面 処 理 (3) 工:炭素繊維シ ートは可燃性が 高く衝撃に弱い ため,これらに 対して保護と景 観性を考慮して. 炭素繊維上に表 面処理を行った. 施工後の状況を 写真-4 に示す.



- 3.2 支承取替
- 3.2.1 ジャッキアップの検討

既設橋の支承取替において、中間支点では図-11 に示すように既設の支点上ガセットを拡幅し、支承 を挟んだ橋軸方向の2点でジャッキアップを行うこ とにした<sup>4)</sup>.そのため橋脚天端もジャッキアップ用 に橋軸方向へ拡幅する必要があり、コンクリートブ ラケットを拡幅用に施工した.下部工の拡幅による 付加質量の地震時非線形動解への影響については問 題がないことを確認している.



Fig.11 Structure of an intermediate support

# 4. あとがき

鶴川大橋の拡幅及び耐震補強では、既設の橋梁特 性を保持しつつ拡幅と耐震補強の両方の条件を満足 させる必要があった. さらに、現場での施工性も考 慮した耐震補強方法を提案し、実証実験を積み重ね、 種々の問題を明確にしたうえで実際の施工を行った. 本報告が、今後の耐震補強工事に対し何らかの参

考になれば幸いである.

#### 参考文献

- (財)高速道路技術センター:中央自動車道改築(上 野原~大月間)橋梁拡幅検討報告書(その1~3), 1993,1994,1995.
- 日本道路協会:道路橋示方書・同解説,V耐震設計編, 1996.12.
- 3)日本道路公団東京建設局 上野原工事事務所,炭素繊維補強実験報告書,1998.10.
- 4) 安松敏雄,築山有二,関根信哉,渡辺陽太,長谷川敏之,玉田和也:中央自動車道鶴川大橋拡幅工事の設計・施工,橋梁と基礎,pp. 10-17, 2001.7.

(2003.10.14受付)