

## 対震橋脚システムによる耐震性向上策の提案と地震応答特性評価

(一財) 阪神高速道路技術センター 正会員 ○服部 匡洋  
 (一財) 阪神高速道路技術センター 正会員 安藤 高士  
 阪神高速道路株式会社 正会員 篠原 聖二  
 阪神高速道路株式会社 正会員 金冶 英貞

### 1. 目的

既設橋脚の耐震補強では RC 巻立て補強等が考えられるが、狭隘な都市空間での施工による周辺街路との干渉やアンカー削孔による既設橋脚の負担の増大が予想される。また、橋脚の耐力が上がり、基礎の補強が必要な場合には地下埋設物への干渉が生じるなどの恐れがある。本稿では、このような厳しい条件下にある既設橋脚の耐震性能向上方法の1つとして対震橋脚システムを提案し、その技術コンセプトを示すとともに、都市高速道路において標準的な橋梁モデルに対震橋脚システムを導入した解析モデルを作成し地震応答解析を実施することで、対震橋脚システムの適用性を検証することを目的とする。

### 2. 対震橋脚システムの技術コンセプト

対震橋脚システムは、既設橋梁の橋脚の間に橋脚を新設することにより、地震時の作用力を負担させるものである。新設橋脚を損傷させることにより地震動によるエネルギーを吸収させるため、新設橋脚は鉛直力を支持しない構造を基本としている。このため、新設橋脚と上部構造の接合部は遊間を有し、上部構造質量による地震時水平力のみを対震橋脚システムに伝達する構造が必要となる。

耐震設計において、レベル1地震時には既設橋脚にのみに地震力を負担させ、その損傷は弾性範囲内に留めることとしている。また、レベル2地震時には既設橋梁の損傷が耐震性能2を満足するように、地震時水平力を主に新設橋脚に負担させる。新設橋脚の損傷により地震エネルギーを吸収させ、復旧時には新設橋脚の修復による早急な復旧が可能となる。レベル2地震動を上回る超過外力に対しては、既設橋脚が鉛直支持力を失っても、対震橋脚に上部構造を支持させることができると考えられる。

図-1に示す今回対震橋脚システムに使用する鋼管集成橋脚とは、低コストの既製鋼管複数本組を基本単位に使用し、これら鋼管を履歴型ダンパー機能を有するせん断パネルによりひとつの柱とした構造を指す。

### 3. 地震応答解析による対震橋脚システムの効果の検証

#### 3.1 既設橋梁諸元 (標準的な橋梁モデル)

本検討において、対震橋脚システムにより耐震性能を向上させる既設橋梁は、道路橋の耐震設計に関する資料<sup>2)</sup>を参考とした。橋梁形式は5径間連続鋼 I 桁橋 (40m×5径間) とし、RC 橋脚 (橋脚高さ 10.0m) 及び杭基礎 (杭長 14.9m) で支持する構造である。また、支承条件はゴム支承による弾性支持である。なお、耐震設計上の地盤種別は II 種地盤とした。

#### 3.2 対震橋脚システム諸元

対震橋脚システムに用いる橋脚は、RC 橋脚、鋼製橋脚などが考えられるが、本検討では鋼管集成橋脚を採用した。鋼管集成橋脚は主として鋼管集成橋脚の設計製作架設手引き<sup>3)</sup>に準拠し設計する。対震橋脚システムとして使用する鋼管集成橋脚はフーチングレス構造である杭基礎一体型 (橋脚高さ 10.0m、杭長 14.9m) とした。鋼管柱に使用する鋼管は既製の鋼管である SKK490 とし、鋼管径は 800mm、鋼管厚は 14mm とした。また、横つなぎ材のせん断パネル部には低降伏点鋼材



図-1 鋼管集成橋脚 (西船場 JCT 完成イメージ)

キーワード 対震橋脚システム、鋼管集成橋脚、地震応答解析、耐震補強、鋼管杭  
 連絡先 〒541-0054 大阪市中央区本町4丁目5番7号 TEL 06-6244-9612

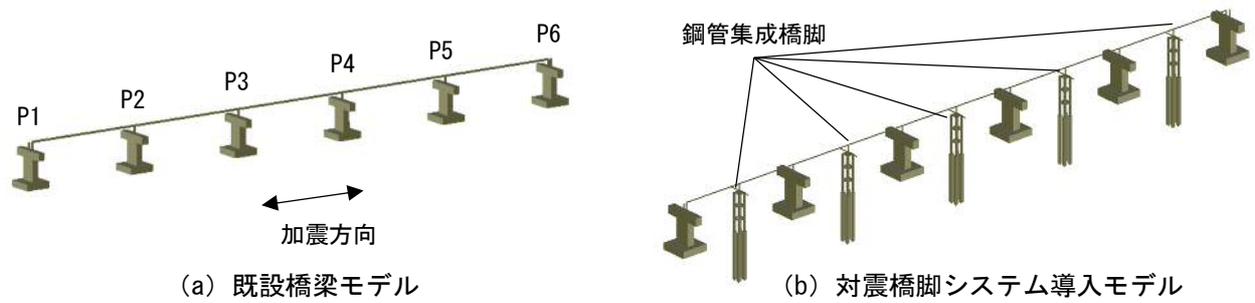


図-2 対象既設橋梁

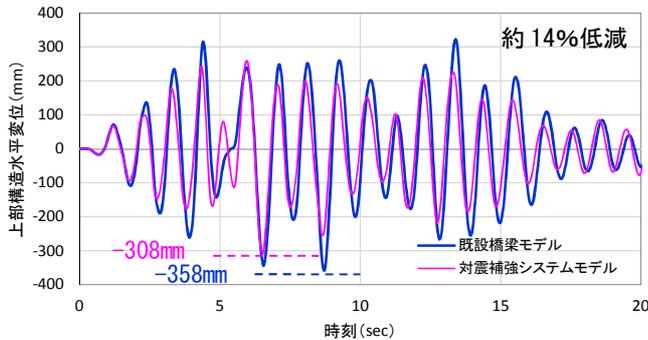


図-3 上部構造水平変位の比較

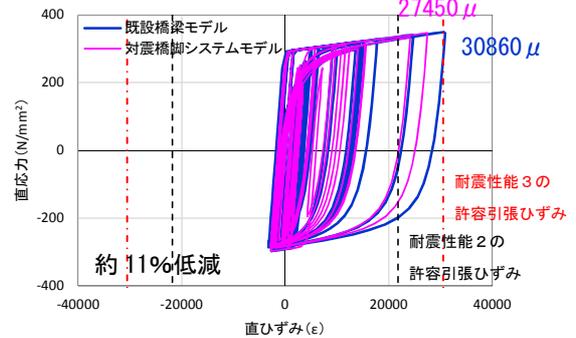


図-4 既設橋脚基部最外縁鉄筋ひずみの比較 (P1 橋脚)

LY225 を、フランジ部には SM570 を使用し、せん断パネルのサイズは 400mm×9mm とした。鋼管杭は鋼管柱と同様に SKK490 を使用し、径 1200mm、厚さ 14mm とした。なお、本検討では、上部構造と対震橋脚の遊間は 50mm とした。

### 3.3 解析モデル・解析条件

本検討における解析では 3 次元 FEM 解析ソフトウェア SeanFEM を使用した。また、入力地震動は道示標準波のタイプ II-II-1 を使用し、橋軸方向に加震した。積分時間間隔は 0.005 秒とし、減衰モデルには全体 Rayleigh 減衰を使用した。

図-2 に既設橋梁モデル及び対震橋脚システム導入モデルを示す。既設橋梁の橋脚基部及び対震橋脚システムとして使用する鋼管集成橋脚の鋼管及びせん断パネルはファイバー要素でモデル化した。また、上部構造は弾性梁要素、ゴム支承はばね要素でモデル化した。

### 3.4 地震応答解析による対震橋脚システムの効果の検証

図-3 に対震橋脚システム導入前後の上部構造変位時刻歴 (P1 橋脚側桁端部) の比較を示す。導入前の上部構造の最大変位は 358mm であるのに対し、導入後は 308mm であることから、対震橋脚システムの効果により上部構造変位が低減されることが確認された。

また、図-4 に既設橋梁の P1 橋脚基部最外縁鉄筋ひずみの比較を示す。導入前の鉄筋ひずみは 30860 μ、導入後の 27450 μ であり、既設橋脚の鉄筋ひずみも低減されたことから、既設橋脚に対する耐震性能向上効果が確認された。

## 4. 結論

阪神高速道路では、西船場 JCT 改築事業において、対震橋脚システムの導入を検討し、狭隘な現場条件下において、本システムが一般的な耐震補強工法よりも経済性や施工性に優れていることを確認した。本稿では、標準的な橋梁モデルに対する地震応答解析により対震橋脚システムの効果を示した。本検討で得られた知見は下記の通り。今回の解析モデルにおいて上部構造と鋼管集成橋脚の遊間を 50mm とした場合、1) 既設橋梁の上部構造変位は約 14% 低減された。2) 既設橋脚基部最外縁の鉄筋ひずみは 11% 低減された。

### 参考文献

- 1) 谷口・堀岡・杉山：西船場 JCT における既設橋梁拡幅部の耐震設計，第 18 回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集，pp295-298，2015. 7
- 2) 日本道路協会：道路橋の耐震設計に関する資料，1997. 3.
- 3) 阪神高速道路：鋼管集成橋脚の設計製作架設手引き，2015. 7