

# ストラット拡幅により非対称構造となる PC 箱桁橋 の耐震性評価と実験検証

じょうよう  
— 城陽第二高架橋西 —



要約

中村雄一郎  
大阪支店 土木技術部  
(九州支店駐在)

松井利将  
大阪支店 土木工務部  
(九州支店駐在)

徳島純  
大阪支店 土木工務部

## 概要

新名神高速道路 城陽第二高架橋は、主桁断面の片側のみをストラットで支持された張出し床版を有する PC 箱桁橋である。張出し床版拡幅後の有効幅員は 14.28m、ストラット拡幅側の床版張出幅 5.96m の非対称断面構造となっている。

上部構造断面が左右非対称構造となること、一般的な左右対称構造に比べて片側の床版拡幅部の張出長が大きいことなどから、構造振動特性に注意を払う必要がある。そこで、十分な構造安全性を担保するため、地震時におけるストラット接合部の挙動を明らかにする解析的検討を実施した。床版拡幅用のストラット構造は、その実績としては少なからずあるものの、床版機能の一部として耐力確認を実施し使用している例が多く、動的解析時などにおいても「荷重（質量）」として評価されているのみで、地震時のストラットの動的挙動を把握・評価している事例は非常に少ない。

そこで、部分的なソリッドの詳細モデルと、ストラットや拡幅床版部も要素として組み込んだ骨組みモデルとの両者の固有振動数やモードの比較・検証・調整を行うことで、ストラット部材を有する適正な骨組みモデルとして設定した後に、全体系の骨組みモデルに対して動的解析を実施することによりその地震時挙動を把握した。また、これらの解析の妥当性を検証するため、実橋における振動実験を実施し、橋梁全体の固有振動数を検証した。

本稿では、これら解析内容と振動実験について報告を行うものである。

## 非対称性を考慮した地震時応答解析と実橋における固有値の検証

### 1. 解析モデルの設定

ストラット接合部の地震応答に着目した数値解析を行うためには、拡幅部の形状、剛性、および質量分布を適切にモデル化する必要があるが、これらの要素は通常の耐震設計に用いる平面骨組みモデルでは表現できない。そこで、本検討では三次元非線形 FEM 解析による検討を組合せることを試みた。すなわち、ストラット構造をモデル化した全体系骨組み解析モデルによる非線形動的解析を実施することとし、この骨組みモデルのモデル化にあたって、単径間の部分ソリッド詳細モデルと骨組みモデルの固有値解析を行い、比較・調整を行うことでその入力値を得ることとした。(図-1、図-2)

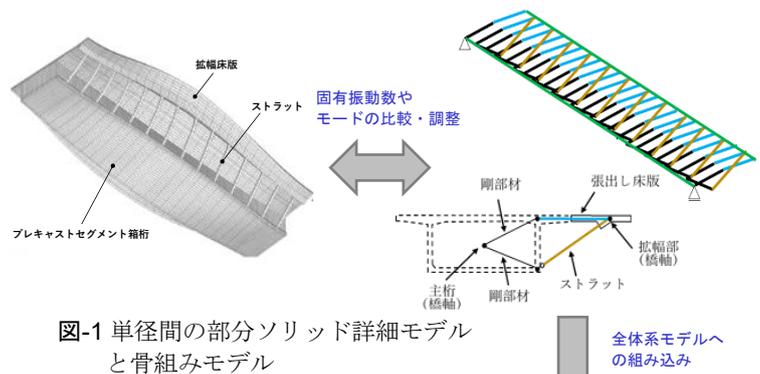


図-1 単径間の部分ソリッド詳細モデルと骨組みモデル

### 2. ストラットの安全性評価

作成した全体系骨組みモデルにより動的解析を行い、地震時におけるストラットに発生する応答値を主にストラット基部を中心に確認した。その結果、①ストラットは軸力卓越部材であり、曲げモーメントおよびせん断力の応答値は微小であった。②ストラットに発生する軸力は、橋軸方向加振時よりも橋軸直角方向加振時の方が大きくなる。③支点部と比較して、支間中央部のストラットの方が発生する応答値は大きくなった。その上で、ストラット部の軸力は、「地震時最大軸引張力 (Nq-) < 死荷重時の軸圧縮力 (Nd)」かつ、「地震時最大軸圧縮力 (Nq+) + 設計荷重時の軸圧縮力 (Nd+Nl) < 許容軸圧縮応力度より算出される圧縮力の制限値」であり、ストラットの地震時における軸引張・圧縮に対する安全性は担保されていることが確認できた。

### 3. 振動実験

固有振動数の計測については、車両踏台落下法による強制加振によって実施した。橋面上で実験車両 (13 t ラフタークレーン) の前輪を踏台から落下させ衝撃加振させ、鉛直 1 次モード、ねじり 1 次モードを励起させるように落下点を設定した (写真-1)。固有振動数の計測結果、解析値と実測値を比較すると、実験値は鉛直 1 次では約 0.9Hz (3.96Hz→4.87Hz)、ねじり 1 次では約 2.8Hz (7.14Hz→9.93Hz) 高い値となった。要因としては、実験時には舗装等が施工されていないため、床版重量が軽くなった影響と主桁剛性が想定よりも高い可能性があるが、各固有振動数と推察される振動数の振動モード図を合わせて検証した結果、想定したモード図が得られたため、本実験により得られた固有振動数は妥当と判断した。

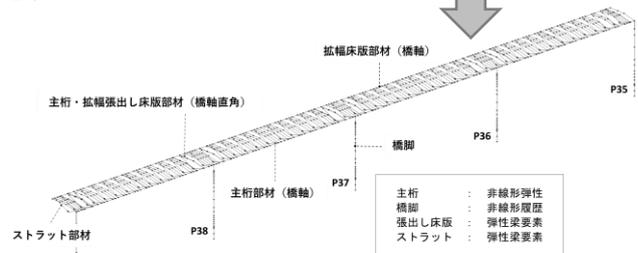


図-2 全体系骨組みモデル



写真-1 振動実験と計測状況

**Key Words**: ストラット, 非対称断面, 固有値解析, 実証実験