

## 連続桁を受ける橋脚の地震時作用慣性力に関する一考察

㈱復建エンジニアリング 正会員 野田 幹雄

㈱復建エンジニアリング 正会員 井口 光雄

㈱復建エンジニアリング 石田 政治

㈱復建エンジニアリング 島内 孝志

### 1. まえがき

鉄道高架橋の中でも連続桁を支える橋脚の橋軸直角方向の設計計算において一般的には、鉛直反力比もしくはスパン分担比のうち大きいものを用いて設計計算を行うこととなっている。

しかし、橋脚の基礎形式や柱高さが異なる場合においては、上記の方法で設計することで危険側となる場合が生じる場合がある。実際の挙動等について詳細な検討を行うには全体系での動的解析が必要となるが、ここでは設計計算の実務という点を踏まえ、静的非線形解析を行うに当たって橋脚を個別に計算する場合の上部工慣性力の分担について、ケーススタディを行い考察を述べることにする。

### 2. 構造解析

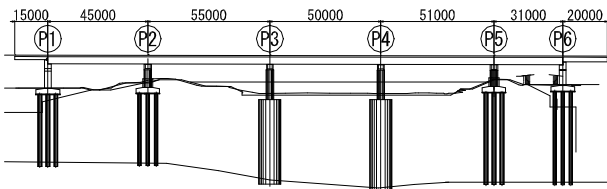


図1 全体図（側面）

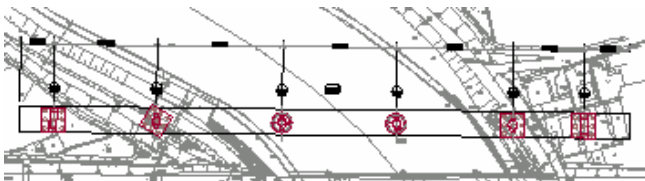


図2 全体図（平面）

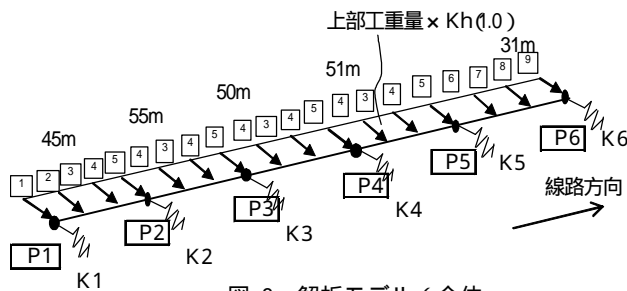


図3 解析モデル（全体）

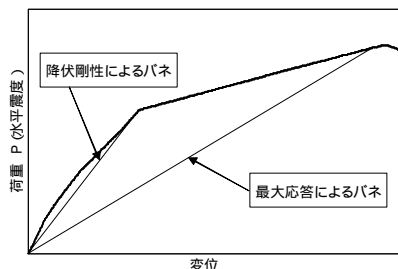


図4 バネ換算方法

#### （1）構造物概要

本検討に用いた構造物モデルは図1、図2に示すような上部工は5径間連続PC箱桁、下部工はP1・P6が壁式橋脚、P2・P5が円形橋脚、P3・P4が小判形橋脚となる鉄道橋である。基礎形式はP3・P4が鋼管井筒

基礎、その他が場所打ち杭基礎となっている。P2橋脚については、地形上の制約によりフーチング方向が他橋脚と異なっている。

#### （2）検討ケース

橋軸直角方向解析の際に必要な上部工慣性力の各橋脚への分担率を算定するため上部工を支持する橋脚をバネモデルに置き換え、図3に示すような連続桁を1本棒モデルとする全体系の解析を行った。このとき橋脚については、予め地震時に作用するであろう慣性力を想定し、断面を算定している。

橋脚をバネ要素に置き換える方法として、各橋脚の降伏剛性によりバネ剛性を算定する、降伏以降の剛性低下を考慮し最大応答まで考慮したものによりバネ剛性を算定する、これら2ケースの解析モデルを作成した。（図4参照）前者でのばね値算定方法は、各橋脚に単位荷重を載荷し発生する変位量により計算している。後者では、各橋脚毎にプッシュオーバー解析を行い最大応答時の変位量により求めている。

なお、P2橋脚については、フーチングの向きが他橋脚と異なってい

キーワード：連続桁、地震時慣性力、プッシュオーバー、耐震設計

連絡先：〒810-0014 福岡市中央区平尾 2-9-8、㈱復建エンジニアリング福岡支社、TEL092(522)6511 FAX092(522)3559

表1 橋脚の構造形式とバネ定数

	柱高	柱形状	基礎	降伏剛性			最大応答剛性		
				水平変位 (mm)	バネ定数 (KN/mm)		水平変位 (mm)	バネ定数 (KN/mm)	
P1	11.0	矩形(壁式)	杭基礎	109.3	K1	45.746	543	K1	9.949
P2	10.5	円形	杭基礎	128.7	K2	38.850	533	K2	7.764
P3	16.4	小判形	鋼管井筒基礎	121.1	K3	41.288	644	K3	9.695
P4	16.3	小判形	鋼管井筒基礎	121.1	K4	41.288	644	K4	9.695
P5	9.8	円形	杭基礎	115.5	K5	43.290	525	K5	8.435
P6	9.3	矩形(壁式)	杭基礎	87.6	K6	57.078	569	K6	12.288

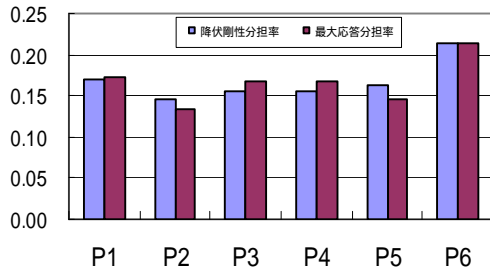


図5 検討モデルによる分担率

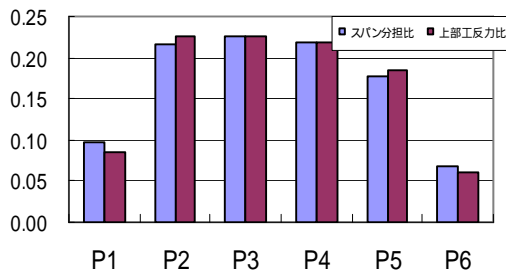


図6 スパン比・反力比による分担率

るが、橋軸直角方向への地震動入力を入力した立体解析を行い、弱軸方向への変位は無視できる程度であることを確認している。

### 3. 構造解析

解析結果を図5に示す。全荷重に対しての反力の値を読み取り、その割合を分担率としている。また図6にスパン分担比及び死荷重反力比による分担率を示す。

- (1) 降伏剛性による解析では両端に配置されたP1・P6橋脚にて分担率が大きな値を示す結果となった。中央部の橋脚については、分担率は小さくなった。
- (2) 最大応答での剛性による解析では終点方の橋脚が厳しい点については同じ結果となった。また中央部の橋脚が降伏剛性のケースより分担率が大きくなった。
- (3) スパン分担比及び死荷重反力比による分担率は両端が分担率が小さく、中央の橋脚がより大きい分担率を示している。

### 4. まとめ

解析結果に示すように、橋脚の剛性を考慮した分担率の結果では両端橋脚が中間橋脚より分担率が大きく地震時の条件が厳しくなり、スパン分担比や死荷重反力比による分担率の結果では中間橋脚の方が厳しくなる、という逆転する結果となった。これは、各橋脚の構造形式及び形状によるものであると考えられる。両端に位置する橋脚は、壁式橋脚であり橋軸直角方向に対しての剛性が高いのに比べて、その他の橋脚は円形もしくは円形に近い小判形であり橋軸直角方向に対しての剛性が比較的低いためと考えられる。また、柱高さも中間部が他橋脚に比べて高いこともこのような結果となったものと考えられる。両端の橋脚に関してスパン分担比及び反力比の考え方では、両端のスパンの半分程度の慣性力を分担することとなるため、今回のように橋脚の基礎形式や柱高さが異なる連続橋形式によっては危険側の設計条件を設定してしまう場合がある。従って、このような連続桁を支える橋脚で構造形式や形状が異なる場合においては、それらを考慮して上部工慣性力の分担を考えなければならない。

また、今回の2ケースの結果では両端橋脚の分担率が大きくなる傾向は変わらない結果となった。降伏以降の影響については不明確な点や作業の煩雑さもあり、降伏剛性による分担率が妥当であると考えられる。

### 5. おわりに

今後は、動的解析を行い降伏以降の剛性低下も考慮した場合の応答について検討を行う予定である。

#### 参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計、丸善、1999.10
- 2) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計 橋梁および高架橋耐震設計照査の手引き