

I - B 20

耐震連結板の剛性が桁間相対変位に与える影響について

北海道大学大学院工学研究科 F 会員 林川 俊郎
 北海道大学大学院工学研究科 学生員 村井 健二
 北海道大学大学院工学研究科 学生員 佐野 雅章
 (株) 開 発 工 営 社 正 員 山下 敏夫

1. まえがき

1995 年 1 月の兵庫県南部地震では、種々の橋梁構造物が甚大な被害を受けた¹⁾。その中で、高架橋では鋼製橋脚の局部座屈による損傷ばかりでなく、高架橋を構成している支承や従来からよく用いられていたタイバータップの落橋防止装置に損傷が多く見受けられた。このため様々な種類の落橋防止装置が、現在考案されている。

そこで、本研究では鋼製橋脚を持つ 2 径間高架橋を対象とし、その動的非線形挙動を考える。特に上部構造を連結する落橋防止装置に着目し、かつ、隣接高架橋の影響を考慮できる解析モデルにより弾塑性地震応答解析を行い、落橋防止装置の剛性が 2 径間高架橋の大地震時非線形挙動に与える影響について検討する。

2. 解析モデル

2.1 上部構造・下部構造

本研究では、図-1 に示すような 2 径間高架橋を解析モデルとする。上部構造は支間長 40m、総重量 600tf の合成桁とした。解析に際してはこれを断面 2 次モーメントと総重量が等価な鋼断面に換算することとした。橋脚は鋼製橋脚を対象とし、断面幅を 2.2m、板厚を 0.05m の正方形箱形断面とした。また、橋脚高さは図-1 のように P1、P2、P3 すべて 20m とした。

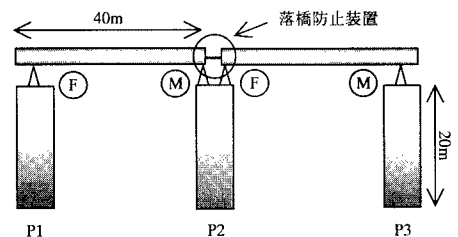


図-1 2径間高架橋

2.2 支承

支承は、鋼製の可動支承と固定支承を対象とし、1 つの支承を水平、鉛直、回転の 3 方向のばね要素にモデル化した。鉛直および回転方向は線形ばねで、水平方向は非線形ばねにより可動支承および固定支承を模擬している。鉛直ばねは支承部の鉛直方向の剛な結合条件を表すために十分大きなばね定数 ($1.8 \times 10^4 \text{tf/m}$) を設定し、回転方向ばねにはヒンジの条件を満足するように小さなばね定数 ($10.0 \text{tf} \cdot \text{m/rad}$) を設定した²⁾。本研究では、落橋防止装置による上部構造の基本的な応答変位性状を調べるために、可動支承のストッパーを考慮していない。

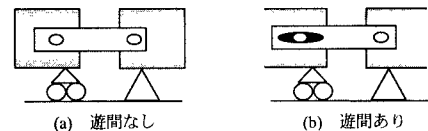


図-2 落橋防止装置

2.3 落橋防止装置

落橋防止装置については、支承と同様に水平、鉛直、回転の 3 方向のばね要素を持たせ遊間の有無を線形・非線形ばねでモデル化することとした。落橋防止装置の概略を図-2 に示す。また、落橋防止装置を表すばねの水平力と変位の関係は、図-3 のように設定している。ここでは、パラメトリック解析として落橋防止装置の剛性を変え、モデル①～④とした。なお、落橋防止装置の断面諸元は表-1 に示す。落橋防止装置に遊間がない場合、可動支承が動くと直ちに落橋防止装置が作用することを考慮した。その時の落橋防止装置の剛性を K_1 で表す。落橋防止装置に遊間 (4cm) がある場合については、可動支承が動き、桁が遊間 (4cm) をすべっている状態にあるとき、落橋防止装置の剛性には十分小さな値として K_1 (1.0tf/m) を用いた。この場合については、落橋防止装置は遊間をいっぱいを超え、変位が +4cm に達したとき引張に作用し、-4cm に達したとき圧縮に作用することを考慮した。その時の落橋防止装置にかか

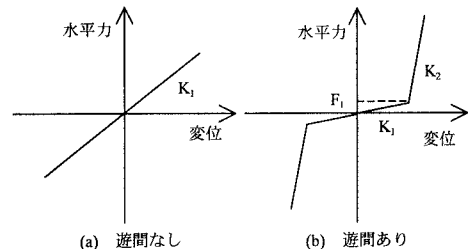


図-3 落橋防止装置の解析モデル

表-1 落橋防止装置断面諸元

線形モデル				
モデル	①	②	③	④
K_1 (tf/m)	1.0	1.0×10^2	1.0×10^3	1.0×10^4
非線形モデル				
モデル	①	②	③	④
K_1 (tf/m)	1.0	1.0	1.0	1.0
K_2 (tf/m)	1.0	1.0×10^2	1.0×10^3	1.0×10^4
F_1 (tf)	0.0412	0.0412	0.0412	0.0412

キーワード：耐震連結板、桁間相対変位、遊間

連絡先：〒060-8628 北海道札幌市北区北 13 条西 8 丁目 TEL：011-716-6170

る水平力を F_1 、落橋防止装置の剛性を K_2 で表した。

3.動的応答解析結果

3.1 桁間相対変位

図-4 は P2 橋脚上部の桁端の相対変位を示す。図中の破線は落橋防止装置の桁端相対変位が +4cm で引張、-4cm で圧縮に作用することを意味する。落橋防止装置に遊間がない場合、落橋防止装置の剛性が大きくなるにつれ、桁端相対変位は小さくなっている。落橋防止装置に遊間がある場合、落橋防止装置の剛性が大きくなるにつれ、遊間の一定範囲内に相対変位は小さくなっている。

3.2 落橋防止装置の水平力と変位の関係

図-5 は落橋防止装置の水平力と変位の

関係を示す。落橋防止装置が、+側で引張、-側で圧縮に作用する。落橋防止装置に遊間がない場合、いずれのモデルにおいても落橋防止装置に発生する水平力はそれほど大きくはない。落橋防止装置に遊間がある場合、剛性が大きいモデル④において、引張側で落橋防止装置に大きな水平力が発生している。これは、落橋防止装置の剛性が大きいために伸縮できずに、その分大きな水平力が発生するものと考えられる。

3.3 橋脚下部の曲げモーメントと曲率の関係

図-6、図-7 は P1、P2 両橋脚下部の曲げモーメントと曲率の関係を示している。落橋防止装置に遊間がない場合、剛性が大きくなると、両橋脚の履歴ループが均等化していることが確認できる。これは、落橋防止装置の剛性が大きくなるにつれ桁の連続化が起こり、上部構造に作用する地震力を P1、P2 両橋脚で負担しているためと

4.あとがき

本研究では、鋼製橋脚を持つ 2 径間高架橋を対象とし、落橋防止装置の剛性が高架橋全体の非線形挙動に与える影響についてパラメトリック解析を行った。落橋防止装置に遊間がない場合とある場合ともに、落橋防止装置の剛性を上げることにより、桁間相対変位は抑えることができる。落橋防止装置に発生する水平力に関しては落橋防止装置に遊間がない場合、大きな水平力は発生していない。しかし、落橋防止装置に遊間がある場合、落橋防止装置の剛性が大きいモデル④において大きな水平力が発生している。P1、P2 両橋脚下部の曲げモーメントと曲率の関係をみると、落橋防止装置の剛性が大きいモデル④において桁の連続化が起っていると考えられる。桁の連続化が起った場合、落橋防止装置に遊間がない場合において、上部構造の地震力をバランス良く 2 本の橋脚が負担し合っていると思われる。今後、落橋防止装置の遊間と剛性の兼ね合いを十分検討して適切に決める必要があると考えられる。

参考文献：1)土木学会鋼構造委員会鋼構造新技術小委員会：鋼構造物の安全性の調査報告－阪神大震災における鋼構造物の被害報告と今後の耐震設計について、土木学会、1995.5、 2) 林川俊郎・椋平剛史・小幡卓司・佐藤浩一：支承部の違いによる高架橋の大地震時挙動、土木学会北海道支部論文報告集、第 53 号(A)、pp.106～109、1997.2

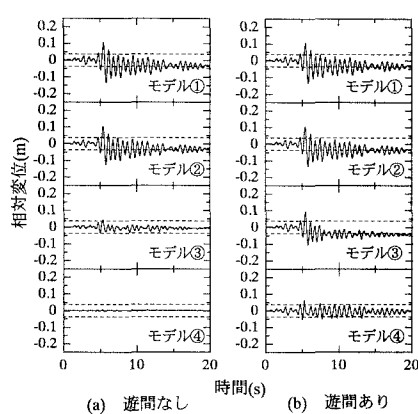


図-4 桁間相対変位

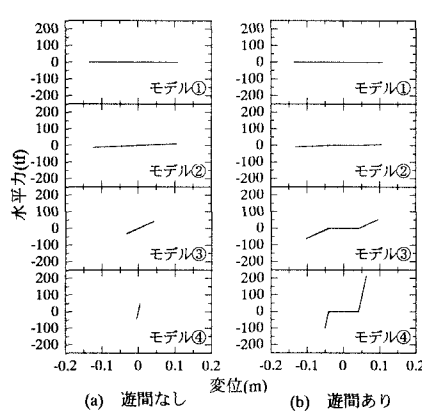


図-5 落橋防止装置の水平力と変位の関

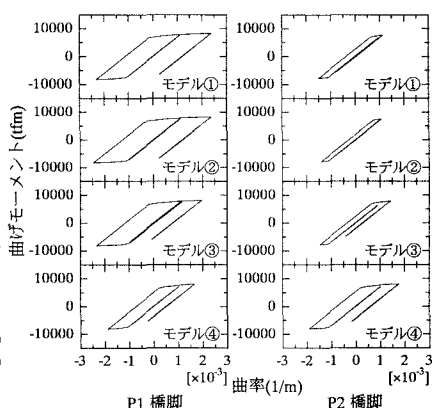


図-6 橋脚の曲げモーメントと曲率の関係（遊間なし）

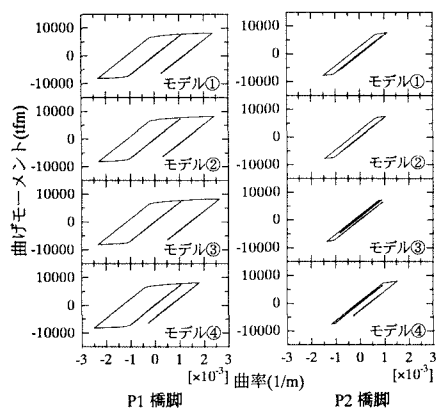


図-7 橋脚の曲げモーメントと曲率の関係（遊間あり）