

緩衝機能を有する落橋防止装置の動特性に関する解析的検討

鉄道総合技術研究所 正会員 ○後藤 貴士* 鉄道総合技術研究所 正会員 村田 清満*
鉄道総合技術研究所 正会員 高山 智宏* シバタ工業株式会社 浮島 徹**

1 はじめに

鉄道の耐震標準¹⁾では、支承部は原則として大規模地震に対する損傷は許容するが、落橋はさせないこととしている。しかし、落橋防止工の設置空間の制約から、その施工が困難な箇所が多く残されているのが現状である。そこで、ダウンサイジングし、かつ地震力作用時の桁と落橋防止用反力壁との衝突力を低減させ、下部構造への負担を抑える新しい落橋防止装置を開発し、その設置効果の検証を目的として、実在する多径間の桁式高架橋をモデルとし、耐震標準に則り非線形時刻歴応答解析を行った。

2 落橋防止装置の構造

開発した落橋防止装置を図-1に示す。装置は、FRP（ガラス基材ビニールエステル樹脂）剛性体を外殻とし、繊維積層ゴム弾性体を内部緩衝材としている。これは、中小規模地震動に対してはFRPにより桁の移動を抑え、大規模地震動に対しては、FRPの破壊と繊維積層ゴムの変形により衝撃エネルギーを吸収しようとするものであり、FRPが座屈崩壊した後の繰り返しの揺れに対しては、繊維積層ゴムの変形によりエネルギーを吸収するという2段階のばね特性²⁾を持つ。図-2は、この特性をモデル化したものである。

3 時刻歴応答解析

解析は、多径間高架橋のうち3径間を対象とし、P2橋脚の橋軸方向に着目して非線形時刻歴応答解析を行った。高架橋のモデル化には、支承条件の差異、橋脚の非線形性および落橋防止装置の履歴特性、地震応答解析を行う際の橋脚、上部構造、基礎、支承条件などの相互作用および隣接桁の左右からの影響を考慮する必要がある。適用モデルを図-3に示す。RC橋脚のモデル化は曲げモーメント-曲率関係において、ひび割れ時-降伏時-最大時を結ぶトリリニアモデルを骨格曲線とし、履歴特性を武田モデルとする非線形性を設定し、減衰定数は0.05とした。地盤ばねのケーソン基礎への影響は弾性的な挙動を示すものとし、水平、回転の2方向のばね要素により考慮した。ただし、鉛直方向については固定と仮定した。次に、桁支承のモデルを図-4に示す。なお、解析は、材料非線形を考慮した骨組構造解析プログラムを使用し、時間積分法はニューマークβ法（ $\beta=1/4$ ）を使用した。積分間隔は0.001secとした。入力地震波は、地盤区分よりL2地震動のG4波（スペクトル適合波）を使用した。

本検討においては、落橋防止装置を橋軸方向に1支点あたり4基用いるものとし、反力壁のみのケース（case 1）および反力壁に緩衝材を設置したケース（case 2）との比較を行った。

4 解析結果

図-5に、P2橋脚固定支承側の落橋防止装置位置での1基あたりの水平力-水平変位関係を示す。結果から、case 1は1MN以上の衝突力が発生しているのに対して、case 2の最大水平力は0.49MNとなっている。また、可動支支承側についても同様の傾向であった。次に、P2橋脚基部の曲げモーメント-曲率関係を図-6に示す。case 2はcase 1に比べ、応答曲率の最大値がおおよそ20%低減されていることが分かる。

5 おわりに

本解析から得られた結論を以下にまとめる。

- 1) 桁の落橋防止用反力壁への衝突反力は、新しく開発した落橋防止装置を用いることにより低減される。
- 2) この落橋防止装置を用いることにより、橋脚基部の塑性化が低減される結果となった。

Key Words：落橋防止装置，ダウンサイズ，FRP，繊維積層ゴム，時刻歴応答解析

* 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 TEL.042-573-7280 FAX.042-573-7472

** 〒674-0082 兵庫県明石市魚住町中尾 1058 TEL.078-946-1515 FAX.078-946-0528

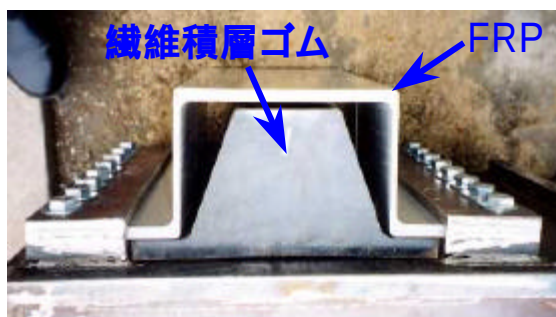


図-1 落橋防止装置(断面)

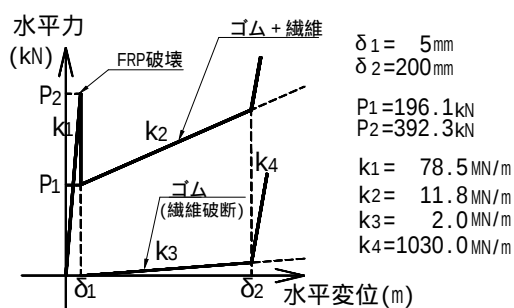
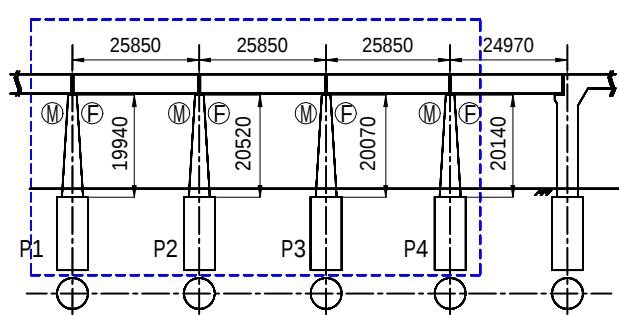


図-2 装置ばね特性



：モデル化範囲

図-3 多径間高架橋の概略とモデル化

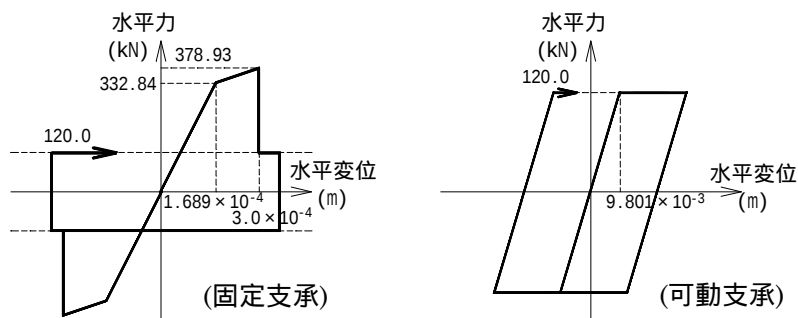
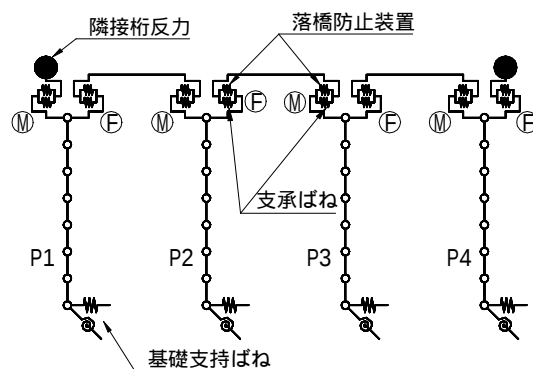


図-4 支承のモデル化

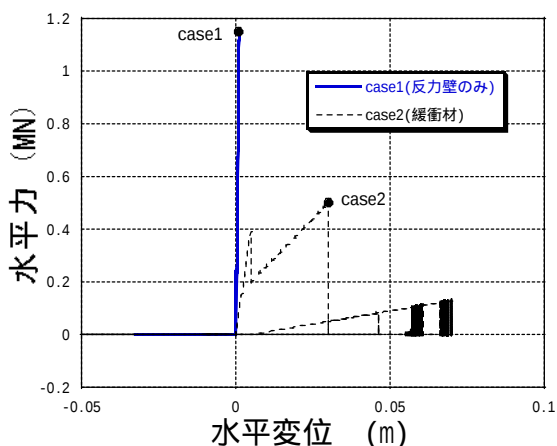


図-5 水平力 - 水平変位(固定支承側)

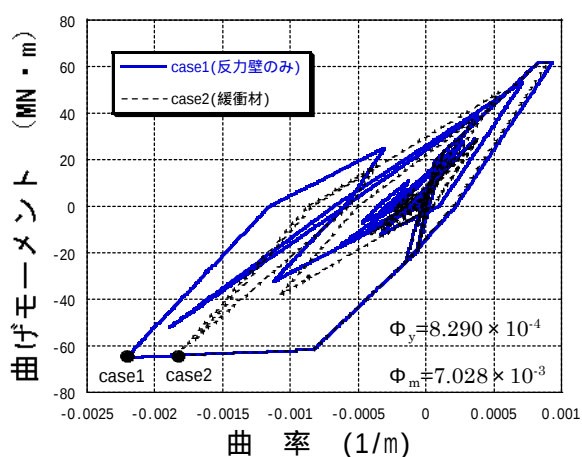


図-6 橋脚基部の曲げモーメント - 曲率(P2)

参考文献

- 1) 運輸省鉄道局監修 鉄道総合技術研究所編: 鉄道構造物等設計標準・同解説(耐震設計), 1999.11
- 2) 浮島徹, 村田清満他: 2段階バネ特性を活用した落橋防止壁用緩衝材の実験的研究, 第3回耐震補強・補修技術, 耐震診断技術に関するシンポジウム講演論文集, pp.81~86, 1999.7
- 3) 高山智宏, 村田清満他: 新形式落橋防止装置に関する解析的検討, 鉄道総研報告 Vol.14, pp.29~34, 2000.1