

ストッパーを有する橋脚の地震応答特性に関する一考察

JR 東日本 研究開発センター 正会員 ○竹市 八重子
JR 東日本 研究開発センター 正会員 小林 薫

1. はじめに

従来、ストッパー（図-1、図-2 参照）は、橋脚より先行降伏させることで落橋防止の機能とともに、いわゆるヒューズ機能として橋脚本体や桁の損傷を低減することを念頭において設計が行われてきた^{1), 2)}。ストッパーを橋脚本体よりも先行降伏させるという設計思想は、橋梁システムにおいて、地震時の損傷をストッパーのみに集中させることで早期復旧を確保することを狙ったものとも考えられる。このような設計思想は、兵庫県南部地震以前のもので、検討に用いた地震動もそれほど大きなものではなかった。

現在の耐震設計³⁾では、復旧性を確保するために、損傷の程度を制限することを前提としたストッパーの設計となっている。ストッパーを有する橋脚の耐震性能を明らかにするためには、ストッパーの応答特性を考慮した検討が必要と思われる。本報告では、ストッパーを有する橋脚の地震応答性能の把握を目的として、1質点系および2質点系モデルによる基礎的な検討を行ったものである。

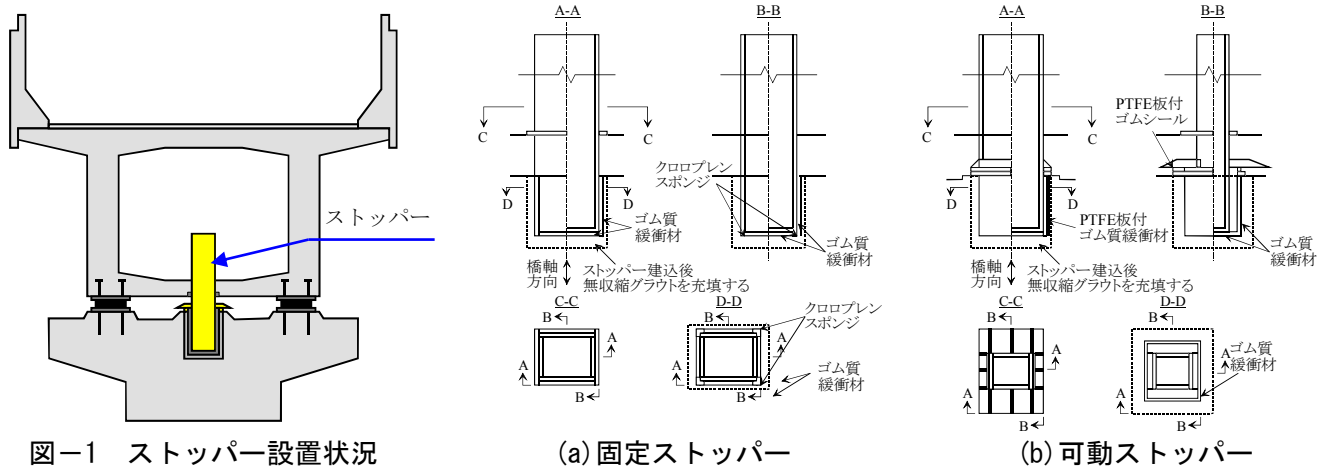


図-1 ストッパー設置状況

(a) 固定ストッパー

(b) 可動ストッパー

2. 解析概要

解析対象は、スパン 30m 程度の中規模橋梁とし、桁重量および列車荷重の合計は 9000kN、橋脚は 2770kN と仮定した。解析モデルを図-2 に示す。1質点系振動モデルは、構造物の振動特性が 1 次の固有モードで比較的精度よく推定できる場合に用いられ、通常の橋脚に適用されている。しかしながら、ストッパーが降伏する場合には、1質点系モデルでは振動特性を十分に評価できないことが考えられ、2質点系モデルを用いることにした。今回は、1質点モデルと2質点モデルにおいて、入力地震エネルギーが同じになるように解析条件を設定した。

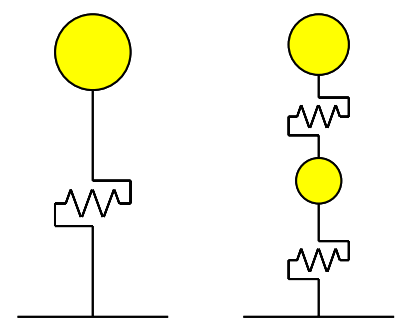


図-2 解析モデル

橋脚の復元力特性は、剛性低減型の Takeda モデルを用いた。ストッパーは、鋼角ストッパーを想定し、断面は 300×300mm とした。鋼角ストッパーの復元力特性は、可動側と固定側合わせて 5 本分の剛性を考慮し、Bi Linear モデルとした。

解析パラメータは、ストッパーの降伏震度 K_{sh} を 0.25, 0.30, 0.40, 0.50 とし、橋脚く体の降伏震度は $K_h=0.4$ で固定とした。構造物の 1 次固有周期は 0.6 秒とし、入力地振動は神戸海洋気象台 NS 波を用いた。

キーワード ストッパー、地震応答解析、履歴吸収エネルギー

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市日進町 2-0 JR 東日本研究開発センター フロントサービス研究所 TEL 048-651-2552

3. 解析結果

図-3に解析結果の一例，図-4に1質点系モデルに対する2質点系モデルの履歴吸収エネルギーの比率を示す。図-4より，1質点系モデルと2質点系モデルの履歴吸収エネルギーを比較すると，解析条件の設定通りほぼ同程度となっていることが確認できる。

ストッパーの降伏震度と塑性率の関係を図-5に示す。2質点系モデルでは，ストッパーの降伏震度が大きいほど橋脚の塑性率はわずかに大きくなる傾向を示した。なお，1質点系モデルにおいても，塑性率は10程度であった。ストッパーが先行降伏する場合で，橋脚の降伏震度の6割程度とした解析モデル ($K_{sh}=0.25$ の解析モデル) では，ストッパーの塑性率が約40程度まで変形は進むが，ストッパーの履歴吸収エネルギーは，構造物全体系の2割程度しか占めていなかった。

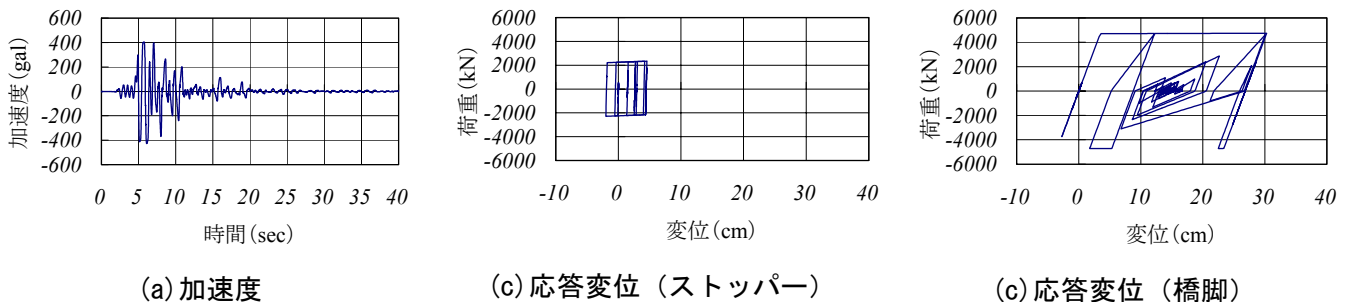


図-3 応答解析結果例 ($K_{sh}=0.25$, $K_h=0.40$ の場合)

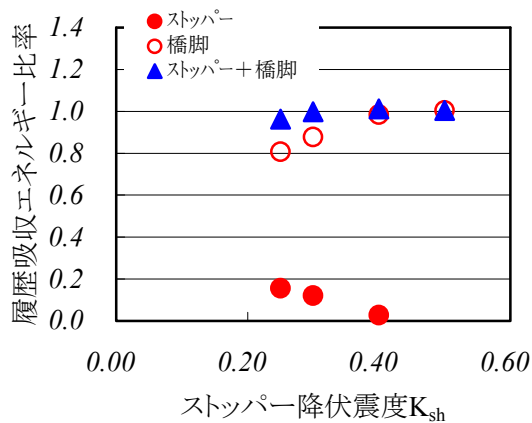


図-4 1質点系モデルに対する2質点系モデルの履歴吸収エネルギー比率の関係

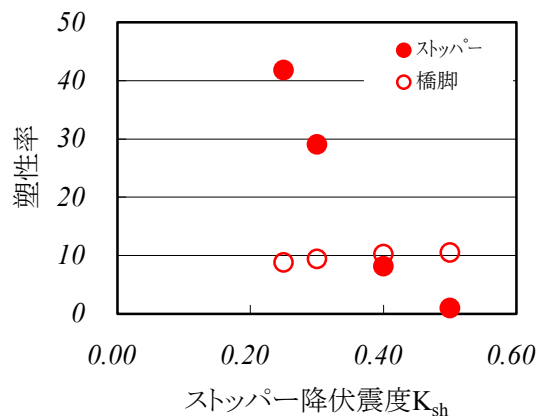


図-5 ストッパーの降伏震度と塑性率の関係

4. おわりに

今回の解析モデルおよび解析に用いた地震波においては，ストッパーの降伏震度を橋脚の6割程度にするとストッパーの塑性率は約40程度となり，ストッパーでの履歴吸収エネルギーは構造物全体系の2割程度しか負担できない結果となった。

【参考文献】

- 1) 土木学会：国鉄建造物設計標準解説（鉄筋コンクリート建造物および無筋コンクリート建造物,プレストレストコンクリート鉄道橋），昭和58年4月
- 2) 運輸省鉄道局監修・鉄道総合研究所編：鉄道建造物等設計標準・同解説（コンクリート建造物），平成4年10月
- 3) 運輸省鉄道局監修・鉄道総合研究所編：鉄道建造物等設計標準・同解説（耐震設計），平成11年10月