

ストッパー拘束効果が連続した構造物群の地震時挙動に及ぼす影響

(財)鉄道総研 正会員 ○原田 和洋 (財)鉄道総研 正会員 曾我部正道
(財)鉄道総研 正会員 谷村 幸裕 (独)鉄道・運輸機構 正会員 金森 真
鉄建建設(株) 正会員 柳 博文 日本交通技術(株) 正会員 黒田 聡

1. はじめに 鉄道の地震時の安全性を向上させるためには、線路方向の連続性を考慮した地盤や構造物の地震時の挙動評価、さらには、その上を走行する車両の挙動を評価していく必要がある。高架橋梁区間において構造物の連続性を考慮するためには、力を伝える支承部のモデル化が重要となる。

そこで本研究では、鉄道 RC ラーメン高架橋の調整桁に用いられることが多いゴムシューと鋼棒ストッパー構造を対象に、支承部の回転変位拘束効果に関する検討を行った。具体的には、鋼棒ストッパー方式の桁支承の実物大供試体を作成し載荷実験を行った。この結果を踏まえ、支承部の拘束条件の違いが高架橋の地震時挙動に及ぼす影響について数値解析により検討した。

2. ストッパー拘束効果による実験検討

2-1. 実験概要 図-1に供試体構造図を示す。供試体は固定側、可動側の2体を製作し、載荷試験を実施した。供試体は、ストッパーを設置している下部工、外力をストッパーに伝達する上部工で構成されている。下部工を床に固定し、上部工に対し、3方向から水平力を載荷することにより試験を行った。上部工は L3500×W700×H600、下部工は L3500×W1300×H1100、および水平力を伝達する鋼棒ストッパーφ100を2本配置し製作した。可動側は、さや管とストッパーの遊間を橋軸方向に片側 35mm 確保した。

2-2. 載荷方法 図-2に載荷方法を示す。上部工に対し、2本のジャッキの押し引きにてねじり力が生じるように加力した。また、1本のジャッキにてストッパーを結ぶ上部工の橋軸直角方向へ加力した場合についても検討した。橋軸直角方向は荷重制御、橋軸方向への載荷は変位制御で行った。表-1に載荷ケースを示す。固定側は、case1: 横荷重 0tf とし、両側からジャッキ位置で±5mm 変位させ、正負交番で1サイクル、case2: 横荷重 50tf 載荷後、両側からジャッキ位置で±5mm 変位させ正負交番で1サイクルで行った。可動側は、case3: 横荷重 0tf とし、両側からジャッキ位置で±35mm 変位させ、正負交番で1サイクル、case4: 横荷重 75tf 載荷後、両側からジャッキ位置で±50mm 変位させ正負交番で1サイクル行った。

2-3. 実験結果 図-3に各載荷ケースでのストッパーの荷重-変位図を示す。固定側の case1 では、施工性の観点から 2mm の遊間を設けたため、初期の傾きは緩やかであるが剛性が徐々に高まり、その後直線的な関係となる。case3 では、遊間の 35mm 間

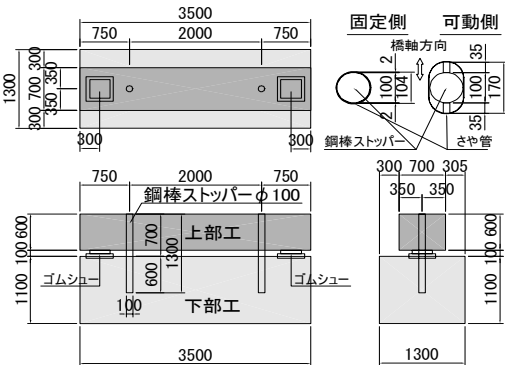


図-1 供試体構造図

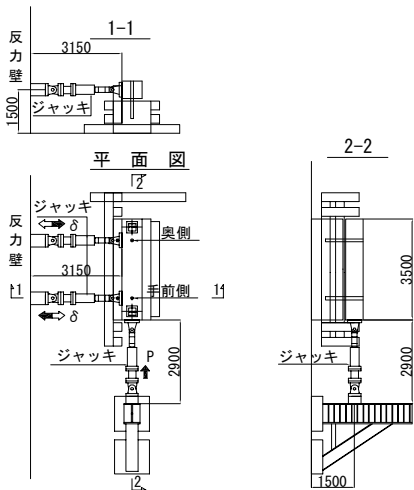


図-2 載荷方法

表-1 載荷ケース

	載荷ケース	変位 δ (mm)	横荷重 P (tf)
固定側	case1	5	—
	case2	5	50
可動側	case3	35	—
	case4	50	50

キーワード 鉄道 RC ラーメン高架橋, 調整桁, 地震時応答解析, 角折れ, 回転拘束, ストッパー
連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38

(財)鉄道総合技術研究所 コンクリート構造 TEL: 042-573-7281 FAX: 042-573-7282

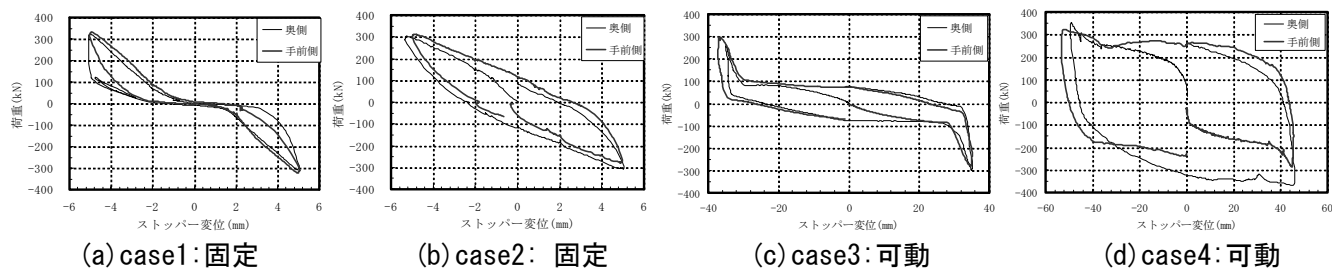


図-3 実験結果(荷重-変位図)

はゴムシューと上部工との摩擦により緩やかに推移し、その後、ストッパーと上部工が接触したところで傾きが急になる。横荷重を載荷した case2, 4 では、横荷重なしの場合と比べ荷重変位曲線が膨らむ傾向にあった。

3. 連続した構造物群の地震時の解析検討

3-1. 解析概要 2. の鋼棒ストッパー固定、可動部の荷重変位図より、解析に用いる骨格線のモデル化を行った。上記骨格線を用い、支承条件の違いによる連続した構造物の挙動について検討を行った。図-4 に解析モデルを示す。モデルは、3 ラーメン高架橋と 2 単版桁で構成している。単版桁を支える支承の鉛直周りの回転条件をパラメータとした。表-2 に解析パラメータを示す。model1 では、実験値より設定した鋼棒ストッパーの剛性を用い、バネとしモデル化を行った。支承 A・C は固定側、支承 B・D は可動側とした。可動側は、ストッパーとさや管との遊間を考慮し、スリップ型バネモデルとした。図-5 にバネモデル図を示す。model2 は、両端の支持をピン結合とした。model3 は、model1 支承 A・C のバネを剛とし、支承 B・C はバネを外しピン結合とした。入力地震動は G3 地盤 L2 地震動スペクトル II を使用した¹⁾。

3-2. 解析結果 図-6 に model1 の支承 A, B ストッパーバネの荷重変位図を示す。図中にモデル化したストッパーバネの骨格線を示す。支承 B の可動側の変位はストッパーの遊間内に収まっていることが分かる。図-7 に各 model の R2, L2 列の C1 上層梁節点における時刻歴応答変位を示す。図-8 に支承部におけるラーメン高架橋と単版桁との折れ角(平面)を示す。ストッパーの剛性を考慮した model1 の挙動は、model2 に近い挙動となった。このため、ストッパーの拘束構造は、固定-ピンの拘束条件ではなく、実際には両端ピン結合に近いことが分かる。

4. まとめ 実供試体を用い鋼棒ストッパーの拘束効果の確認実験を行った。実験結果のストッパーの荷重変位関係から、ストッパーのバネモデルを設定し、そのバネを用い連続した構造物の数値解析を行った。解析結果より、連続した構造物の地震時挙動は回転条件により異なることが分かった。今後は、L1 地震時の解析及び鋼角ストッパーモデルでの検討を行っていく。

参考文献 1) (財)鉄道総研：鉄道構造物設計標準・同解説(耐震設計)P. 367

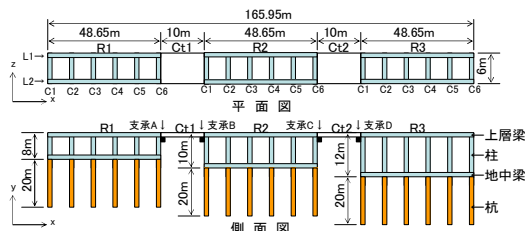


図-4 解析モデル

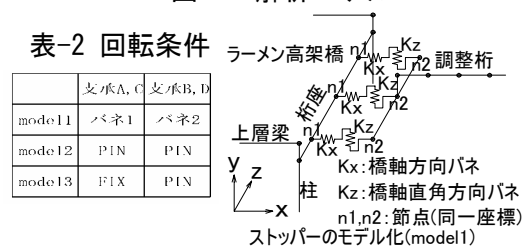
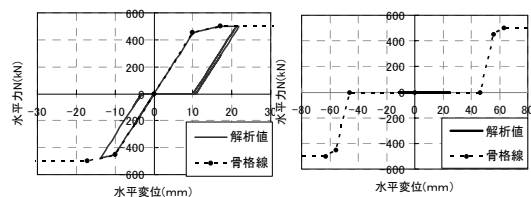


図-5 バネモデル



(a) 支承 A: 固定 (b) 支承 B: 可動

図-6 model1 ストッパーの荷重-変位図

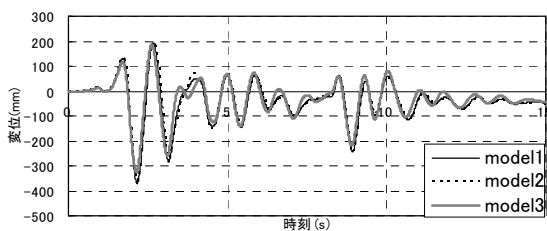
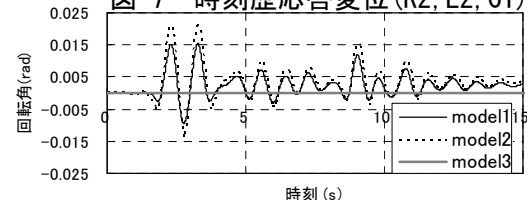
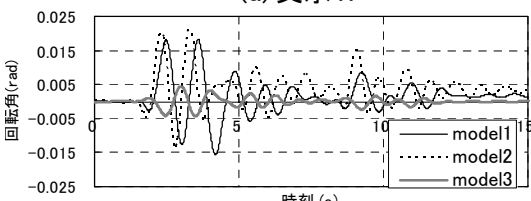


図-7 時刻歴応答変位 (R2, L2, C1)



(a) 支承 A



(b) 支承 B

図-8 支承部の折れ角