

積層ゴムすべり支承の減衰効果

(株)千代田コンサルタント 正会員 ○橋本 晃, 勝谷 康之
九州産業大学 フェロー 水田 洋司
(株)構造計画研究所 正会員 荒木 秀郎, 金山 亨

1. はじめに

積層ゴム支承の被覆ゴムとコンクリート製上部構造とのすべり機構を利用した積層ゴムすべり支承を機能分離型支承として用いた場合の減衰効果について報告する。同様なすべり機構を利用した研究¹⁾がすでにあるが、本研究で用いたすべり特性はすべりの安定化をねらって、積層ゴム支承すべり面のゴムにスリットを入れたものである。この実験結果から得られたすべり特性を汎用動的非線型解析プログラム R E S P - T (構造計画研究所) に組み込み、5 径間連続橋の地震応答解析を行ない、減衰効果について検討した。

2. モデル橋梁

解析に用いたモデル橋梁は図 - 1 に示す 5 径間連続の P C 桁橋梁で、橋脚断面形状は 4.0m × 2.5m である。また、橋脚の履歴モデルは武田型の M - θモデルとした。

3. 提案する機能分離支承構造

各橋脚天端に配置した提案の機能分離型支承構造を図 - 2 に示す。ここに、機能分離は図 - 3 に示すように、上部構造鉛直力を 2 個の積層ゴム支承から成る反力分散支承と 2 個の積層ゴムすべり支承で支持する方式である。すなわち、地震時水平力は 2 個の分散支承で柔らかく支持し、積層ゴムすべり支承で摩擦減衰を期待する構造である。

4. 数値解析

4.1 解析タイプ

表 - 1 に示す様に、数値解析のタイプとして、各橋脚に分散支承を配置した解析タイプ A (分散橋梁) と機能分離型支承を配置した解析タイプ B (機能分離橋梁) を設定した。ここに、すべりの特性値は形状係数 $S=8.33$ 、载荷の振動数 0.75 Hz 、面圧 5.0 MPa の実験結果によるものである。また、各支承は地震応答解析で求められた応答値により支承本体の性能照査を行っている。

4.2 固有値解析

モデル橋梁の振動特性を得るために固有値解析を実施した。また、この結果を用いて時刻歴応答解析に用いるレイリー減衰の係数を設定した。分散橋梁の 1 次固有周期は $T=1.274\text{ sec}$ 、機能分離橋梁では $T=1.314\text{ sec}$ となり、機能分離橋梁が長周期の傾向にある。また、この時の有効質量比はそれぞれ 58.2%、58.0% である。

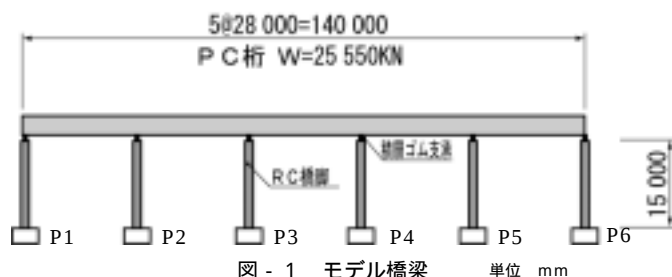


図 - 1 モデル橋梁 単位 mm

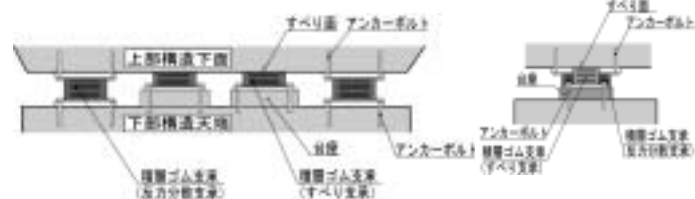


図 - 2 機能分離型支承

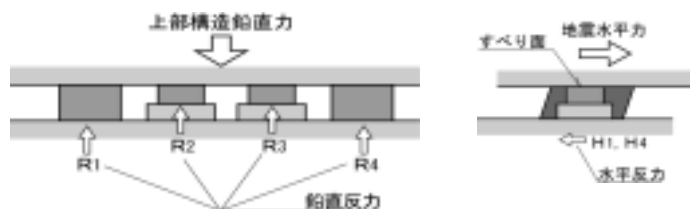


図 - 3 機能分離方式

表 - 1 解析タイプ

解析タイプ		支承形状 $a \times b \times \Sigma t e$ (単位 mm)	
		P 1, P 6	P 2 ~ P 5
A	分散橋梁	600 × 650 × 135	650 × 650 × 145
		600 × 1000 × 138	800 × 800 × 115
B	機能分離橋梁	400 × 450 × 80	650 × 650 × 80
		400 × 450 × 80	650 × 650 × 80

) a, b: 平面形状 $\Sigma t e$: ゴム総厚

キーワード 積層ゴムすべり支承 機能分離型支承 減衰定数 パワースペクトル すべり支承履歴ループ
連絡先 〒810-0041 福岡市中央区大名1丁目15番33号 (株)千代田コンサルタント TEL 092-752-1601

4.3 正弦波による時刻歴応答解析

モデル橋梁に対して，周期 1.0sec，加速度振幅 1.0m/sec^2 の正弦波を 10.0 秒間与えた後に自由振動させ，減衰定数を算出した．この自由振動の時刻歴図を図 - 4 に示す．これより，機能分離橋梁は分散橋梁より大きな減衰効果を有することが判る．ここに，分散橋梁での減衰定数は概ね $\eta=2\%$ ，機能分離橋梁でのそれは概ね $\eta=8\%$ である．また，この時の周期はそれぞれ， $T=1.28\text{sec}$ ， $T=1.28\text{sec} \sim 1.0\text{sec}$ である．

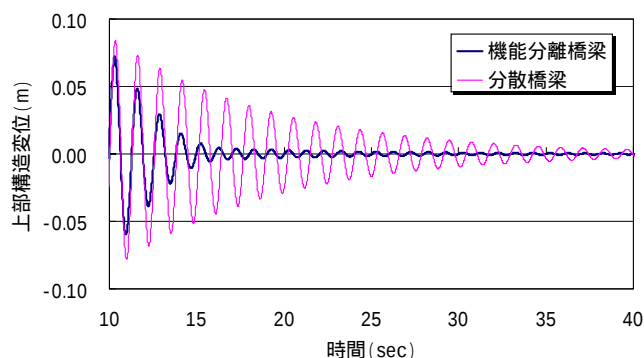


図 - 4 自由振動

4.4 標準波による時刻歴応答解析

地震時の応答特性を得るために時刻歴応答解析を実施した．ここに，入力地震波は道路橋示方書²⁾に規定された標準波のうち 種地盤におけるタイプ 地震の A 波を用いた．図 - 5 に上部構造の応答変位のパワースペクトルを示す．これより，機能分離橋梁のパワースペクトルは周期 $T=0.5\text{sec} \sim 1.3\text{sec}$ では分散橋梁のそれより小さくなり，周期 $T=1.3\text{sec} \sim 1.5\text{sec}$ の長周期域では大きくなっている．ただし，最大値を示す周期はどちらも $T=1.24\text{sec}$ であった．

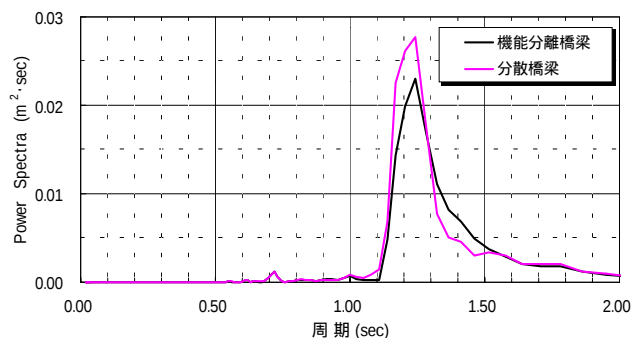


図 - 5 上部構造の応答変位パワースペクトル

図 - 6，7 に P2 橋脚基部の履歴ループを示す．また，図 - 8 にすべり支承の履歴ループを示す．橋脚基部での塑性ヒンジ部の最大回転角は，分散橋梁では $\theta=0.00424\text{rad}$ に対し機能分離橋梁のそれは $\theta=0.00339\text{rad}$ と小さくなっている．

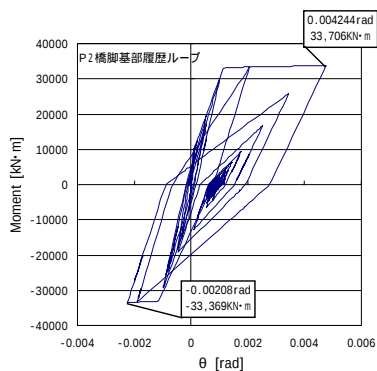


図 - 6 橋脚基部履歴（分散橋梁）

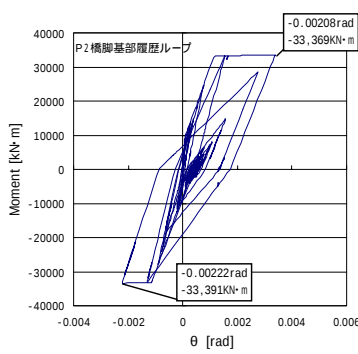


図 - 7 橋脚基部履歴（機能分離橋梁）

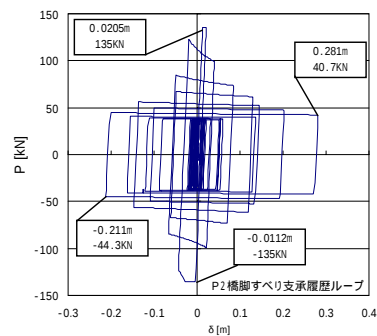


図 - 8 すべり支承履歴ループ

5. まとめ

積層ゴムすべり支承を機能分離支承として橋梁に利用した機能分離橋梁の地震時挙動に関する検討を行い，以下の事が判明した．

- 積層ゴムすべり支承を機能分離支承として用いると支承ゴム体積を 10% 程度分散橋梁より低減できる．
- 周期 1 秒の正弦波加振後の自由振動において，機能分離橋梁の 4 倍の減衰定数が得られた．
- 周期 1.3sec 以下の振動では機能分離橋梁は高い減衰効果が得られた．
- 機能分離橋梁の橋脚基部塑性ヒンジの最大回転角は分散橋梁のそれより小さくできる．

参考文献

- 1) 水田洋司・橋本晃：ゴムとコンクリートのすべり摩擦を利用したすべり支承とその減衰効果，構造工学論文集 Vol. 49A, pp.611-621, 2003 年 3 月
- 2) 道路橋示方書・同解説 耐震設計編 平成 14 年 3 月 社団法人 日本道路協会