

## 減衰性能を向上させた地震時水平力分散型ゴム支承の開発(その2)

株式会社ブリヂストン 正会員 ○加藤 亨二  
株式会社ブリヂストン 正会員 中村 昌弘

### 1. はじめに

地震時水平力分散構造を有する橋の設計(分散設計)においては、平成14年道路橋示方書・同解説V<sup>1)</sup>(H14道示)や平成16年道路橋支承便覧<sup>2)</sup>(H16便覧)で動的照査法により耐震性能の照査を行なうことと規定されている。ここで用いる天然ゴム支承の等価減衰定数(heq)は、実績データから概ね0.03程度を用いると記述されており、実際の設計においても一般的に0.03が用いられている。分散設計において地震時の応答変位を低減させるためには天然ゴム支承のheqを向上させることが有効と考えられるが、その効果が定量的に示されることはこれまでに少なかった。今回heq=0.05を有する天然ゴム支承の開発完了に合わせ、動的解析によりその効果を定量的に検証した。

### 2. 解析概要

表-1および以下に示す解析条件等に基づき、動的解析を行い、支承の応答変位比較を行った。

#### (1)解析モデル

解析モデルは支承のheqの増加効果がより顕著に表れる①-1・1質点モデル、①-2・単独柱モデル(既往文献<sup>3)</sup>の5径間連続Iげた橋の内の一本柱モデル;図-1参照)と他部材の減衰・塑性化の影響や減衰の表現方法などにより支承のheqの増加効果にばらつきが表れる②実橋モデル(8径間連続鋼桁橋;図-2参照)の計3種類のモデルにより動的解析を行った。

#### (2)比較方法

上記解析手法に基づき、動的解析を行い、支承の応答変位比較を行った。その結果、地震時許容ひずみ照査( $\gamma_{max} \leq 250\%$ )に対して余裕がある場合には、支承の最適形状設計を行い、heqによる支承のサイズダウン効果についても比較を行った。支承の設計手法については、H14道示、H16便覧に準拠した。

### 3. 解析結果

#### (1)1質点モデル, 単独柱モデル

1質点モデル, 単独柱モデルでの支承ひずみ比較を図-3

表-1 動的解析条件

入力地震波	道示標準地震波(タイプ2)
地盤種別	I~III種地盤 <sup>※1</sup>
減衰	モード減衰
積分法	Newmark- $\beta$ 法( $\beta=1/3, 0$ )
積分時間間隔	0.002sec
支承heq	0.03, 0.05

※1 実橋モデルはI種地盤のみ

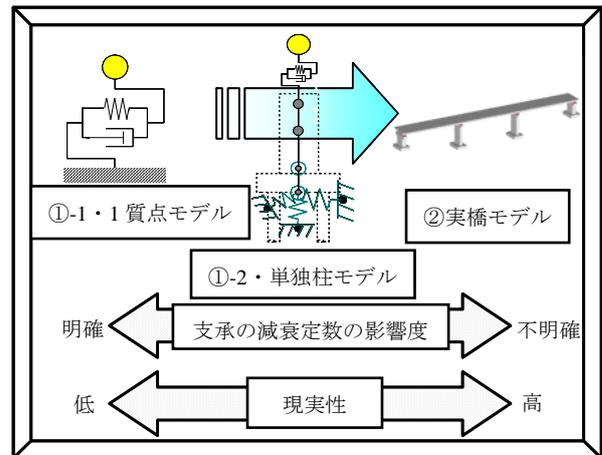


図-1 解析フロー

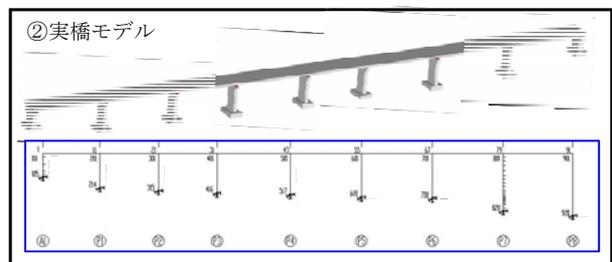


図-2 実橋モデル

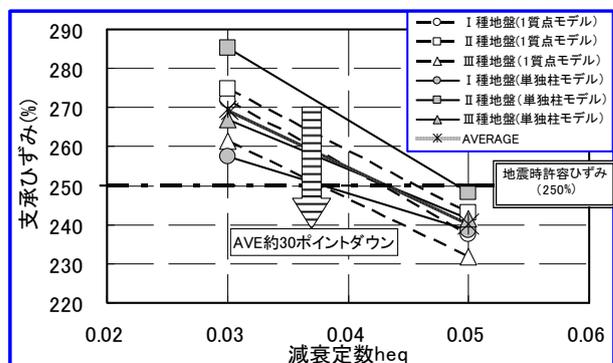


図-3 動解時支承ひずみ比較 (1質点, 単独柱モデル)

キーワード 橋梁, ゴム支承, 等価減衰定数, 動的解析, サイズダウン, 分散設計

連絡先 〒244-8510 横浜市戸塚区柏尾町1番地 TEL:045-825-7589 FAX:045-825-7676

に示す( $heq=0.05$  時最適形状). 支承の  $heq$  を 0.03 から 0.05 に増加させたことで, 支承の地震時応答ひずみ(%)は平均で約 30 ポイント低減できた. この応答変位の低減効果により支承の最適形状を再設計した際のゴム支承本体の体積比較を図-4 に示す. その結果, ゴム支承本体の体積は平均で約 20%のサイズダウン効果を確認できた.

(2)実橋モデル

実橋モデルでの支承ひずみ比較を図-5 に示す( $heq=0.05$  時最適形状). 各ピア毎にばらつきはあるものの, 支承の  $heq$  を 0.03 から 0.05 に増やすことで, 支承の地震時応答ひずみ(%)は全ピア平均で約 18 ポイント低減できた. この応答変位の低減効果により支承の最適形状を再設計した際の金具を含めた支承重量比較を図-6 に示す. 各ピア毎に支承の形状決定根拠が異なるため, ばらつきはあるものの, 支承重量は平均で約 9%のサイズダウン効果を確認できた.

4. 考察

- (1) 質点モデル, 単独柱モデル解析において, 支承の  $heq$  を 0.03 から 0.05 に増加させたことで, 支承の応答変位の低減効果が顕著に表れた. 一方, 実橋モデル解析の場合は, その低減効果が顕著に表れているピア(支承)とそうでないピア(支承)があり, 応答変位の低減効果にはピアごとにばらつきがある. これは, 橋脚の塑性化など他部材の減衰効果やそれらに起因する地震力の分担率の変化などが複雑に影響し合っているためと考えられる.
- (2)  $heq$  の増加による支承の応答変位の低減によって支承のサイズダウン効果を確認できた. 実橋モデル解析において支承のサイズダウンを図る場合, 各支承毎にその形状決定根拠が異なるため, 応答変位の低減率に比例したサイズダウンとはいかない. 今回の実橋モデルの場合, 回転吸収照査や $-0.3Rd$ の引張応力度照査などが主な形状決定要因になっている支承が多くあった.

すなわち, 地震時の挙動が主な形状決定要因である支承と上述の他の照査項目が主な形状決定要因である支承が混在していたため, そのサイズダウン効果にはピア毎に顕著な差が表れた.

- (3) 上述の通り, 支承の  $heq$  増加によって支承の応答変位の低減が顕著に表れる設計とそうでないもの, またそれらの応答の低減により支承をサイズダウンできる設計とそうでないものがあると考えられる. しかしながら, 支承の形状決定要因において地震時の挙動が支配的である場合には, 支承の応答変位の低減により概ね 10%程度の支承のサイズダウンを図ることができ, 橋梁全体の設計最適化にも有効であると考えられる.

参考文献

- 1) 日本道路協会 道路橋示方書・同解説 V耐震設計編, 平成14年3月
- 2) 日本道路協会 道路橋支承便覧, 平成16年4月
- 3) 日本道路協会 道路橋の耐震設計に関する資料, 平成9年3月

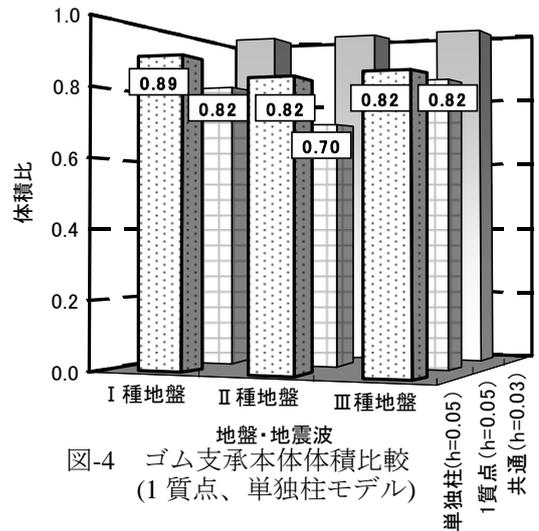


図-4 ゴム支承本体体積比較 (1質点、単独柱モデル)

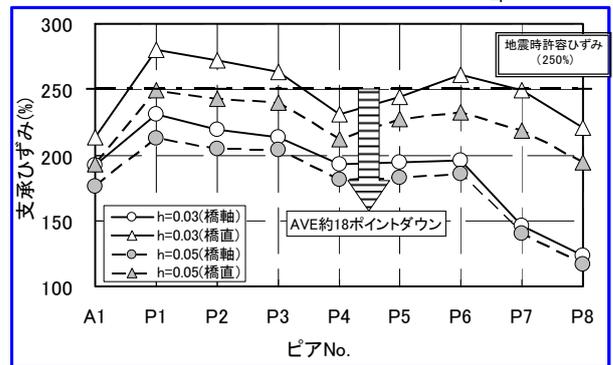


図-5 動解時支承ひずみ量比較 (実橋モデル)

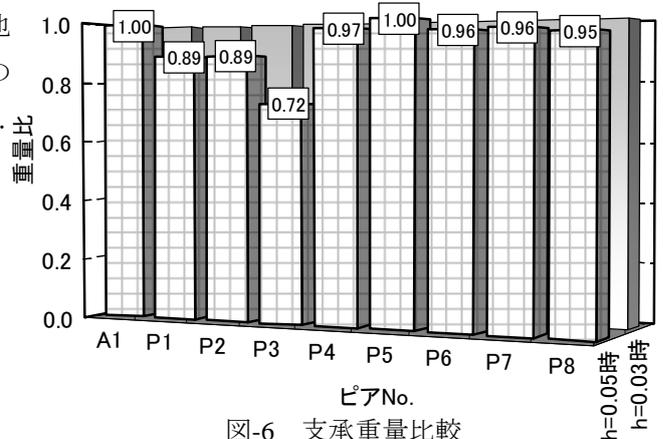


図-6 支承重量比較 (実橋モデル)