

高減衰ゴム支承の初期履歴による地震時応答の影響に関する研究

HDR 研究会 ○高井智康 鵜野禎史 兼子一弘 山田博 加藤亨二 朝倉康信

1. はじめに

阪神淡路大震災以降、橋梁をはじめとする構造物の合理的な設計手法として、免震設計法が広まっており、なかでも長周期化、復元力機能、減衰性能をあわせもつ高減衰ゴム支承が多くの実績を積み重ねている。高減衰ゴム支承は初期状態すなわち製作直後での1サイクル目の履歴曲線は大きな剛性と減衰性能を示し、2サイクル目以降とは大きく異なる傾向がある。また、繰り返し载荷を受けた後、除荷してしばらくすると初期に近い状態にもどる特性を持つ。

本稿ではこの初期特性が上下部構造に及ぼす影響を解析的に検証することを目的とする。まず事前にせん断ひずみを漸増させた繰り返し载荷試験を行い、その履歴曲線に合致するように解析モデルを提案する。その提案した解析モデルを用いて動的解析を行い、地震応答特性を検証する。

2. 繰り返し载荷試験

高減衰ゴム支承の初期状態における履歴曲線を確認するため、JIS K 6411 に示されたせん断試験片(ラップシエア)を用いて繰り返し载荷試験を行った。図-1に供試体の概要を示す。供試体のゴム材質はHDR-S G12、形状は□25mm、厚さは5mmの2ブロックタイプとした。試験は変位制御とし、入力波をsin波、振動数を0.1Hz、表-1に示すせん断ひずみおよび回数で加振した。試験①はそれぞれのせん断ひずみを1サイクルずつ漸増させ、250%せん断ひずみを6サイクル加振した。試験②は初期状態から250%せん断ひずみを6サイクル加振した。試験③-a～dは50～200%のせん断ひずみを各1サイクル加振し、250%せん断ひずみを6サイクル加振した。各試験の加振変位は連続で加振した。

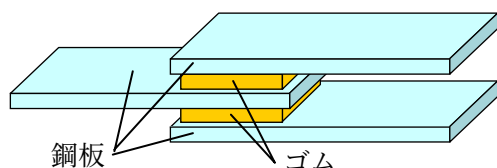


図-1 供試体概要

表-1 せん断ひずみと加振回数

	±50%	±100%	±150%	±200%	±250%
試験①	1	1	1	1	6
試験②					6
試験③-a	1				6
試験③-b		1			6
試験③-c			1		6
試験③-d				1	6

試験結果を図-2に示す。ここでは代表として試験③-a～dの結果を示す。各試験ともに現解析モデルと比較して初期履歴のせん断荷重が大きいことがわかる。また、試験③-dは試験③-a～cに比べ、250%せん断ひずみの1サイクル目加振時のせん断荷重が小さい。これは初期経験ひずみ(±200%)と最大経験ひずみ(±250%)の差が小さいためであると考えられる。また、+側(第一象限)と-側(第三象限)で同じせん断ひずみを経験すると一側のせん断荷重が小さいこともわかる。

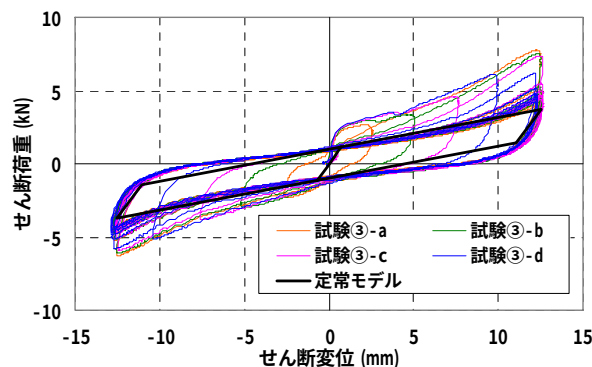


図-2 試験結果(試験③)

3. 解析モデルの提案

前述の繰り返し载荷試験で得られた初期特性を考慮した解析モデルを提案する。まず図-3に示すとおり初期状態で経験する履歴曲線を初期履歴モデル、繰り返し载荷により収束した履歴曲線を定常履歴モデル(現解析モデル)と定義し、2種類作成する。さらに途中の経験履歴によって2つの解析モデルの中間の履歴を描く構成則を決定する。図-4に代表として提案した新しい解析モデルと試験③-bの履歴曲線の比較を示す。

キーワード 高減衰ゴム支承, 初期履歴, 非線形履歴, 動的解析

連絡先 〒530-0012 大阪市北区芝田1-14-8 (株)川金コアテック 大阪支店 技術部 TEL: 06-6374-2877

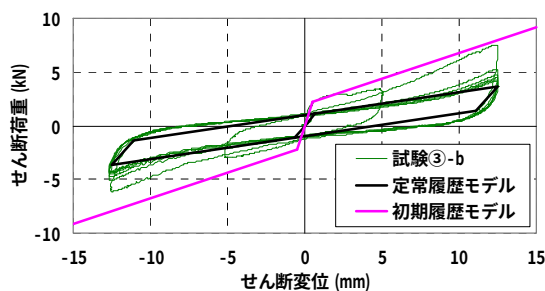


図-3 初期履歴モデル

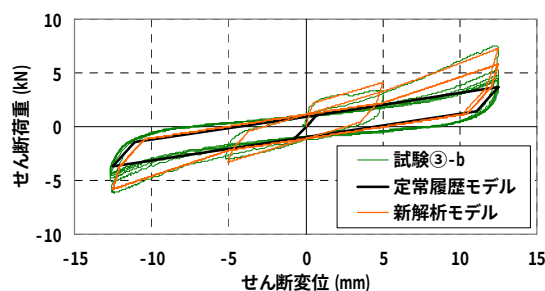


図-4 新解析モデル

4. 時刻歴応答解析

前述での初期特性を考慮した新解析モデルと現解析モデルとの比較解析を行った。解析モデルは上下部構造を単独柱とし、また、支承の概要についても併せて表-2 に示す¹⁾。また、入力波形については標準地震波形、Ⅱ種地盤のレベル2 タイプⅡの3波を用いた²⁾。解析結果を図-5～図-7 に示す。現解析モデルと比較して最大荷重は 1.2 倍程度大きくなり、最大変位については 0.8 倍程度小さく抑えられることがわかる。

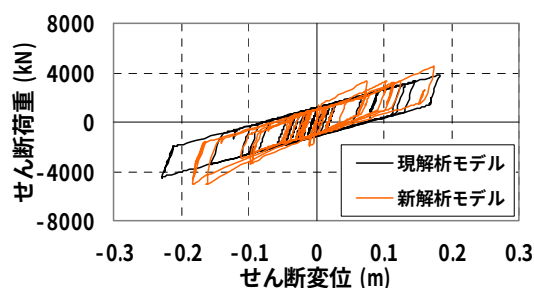


図-5 解析結果(Ⅱ-Ⅱ-1)

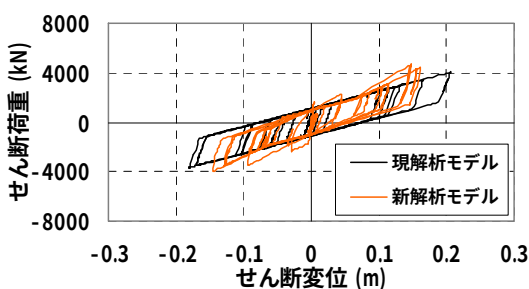


図-6 解析結果(Ⅱ-Ⅱ-2)

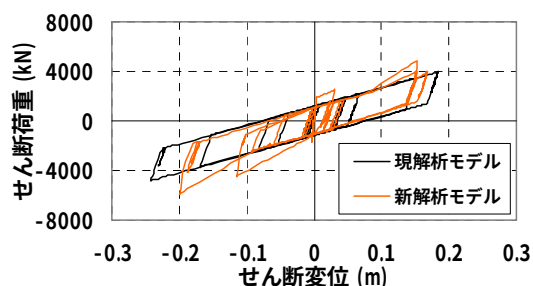
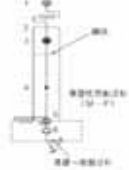


図-7 解析結果(Ⅱ-Ⅱ-3)

表-2 解析モデル

上下部構造	支承	
	橋軸寸法 (mm)	600
	直角寸法 (mm)	600
	1層 (mm)	14
	層数	8
	総厚 (mm)	112
	弾性係数 (N/mm ²)	1.2
	支承数 基	5

5. まとめ

本稿では高減衰ゴム支承の初期履歴による大きな剛性と減衰特性が上下部構造に及ぼす影響について、新たに解析モデルを提案し、解析的に検証した。

今後の課題としては解析事例の蓄積が挙げられる。橋梁のタイプによっては、初期の大きな剛性の影響で橋梁の固有周期が短くなり卓越周期に近づく可能性もある。また、最大応答変位が小さくなるため、支承形状を小さくできる可能性もあるため、支承の最適形状での動的解析を実施し、比較を行う必要がある。

また、実物大の製品を用いた振動台実験などにより解析モデルや時刻歴応答特性の妥当性も検証していく予定である。

HDR 研究会は以下の 5 会社で構成される。株式会社川金コアテック、横浜ゴム株式会社、東海ゴム工業株式会社、株式会社ブリヂストン、日本鑄造株式会社

謝辞

本解析のソフトの開発にあたり JIP テクノサイエンス大坪氏をはじめ関係各位に感謝の意を表す。

参考文献

- 1) (社)日本道路協会:「道路橋の耐震設計に関する資料」
- 2) (社)日本道路協会:「道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編」