



減衰性，変形集中が挙げられる．積層ゴム支承は，鋼板と薄いゴムを交互に積層・接着したもので，これにより鉛直方向の荷重に対しては，ゴムの横方向変形が鋼板で拘束されることにより高い鉛直剛性と耐力が得られる．一方，水平方向の荷重に対しては，ゴム部分のせん断変形は拘束されないため，低い水平剛性と大きな変形能力が得られる．

高減衰ゴム支承(以下 HDR)は，内部ゴムとして減衰性の高い特殊配合のゴム材料を使用したものであり，バネ機能とともにエネルギー吸収機能を併せ持つ積層ゴム支承である．

本研究では，KU と KAIST にてそれぞれ HDR 供試体に载荷を行うため，各施設における試験機の载荷能力を考慮して，スケールが異なる 2 種類の HDR 供試体を製作した．表-1 に実構造物スケールでの HDR の諸元と 1/5 および 1/4 スケールでの HDR の各大学の供試体諸元をそれぞれ示す．また，それぞれのスケールでの HDR 供試体の形状を図-2 に示す．

表-1 HDR の諸元

基数縮尺	支承番号	種軸 (m)	種軸直交 (m)	ゴム総厚 t (mm)	一次剛性 $k_1$ (kN/m)	二次剛性 $k_2$ (kN/m)	降伏荷重 $Q_d$ (kN)	等価剛性 $k_{eff}$ (kN/m)	等価減衰定数 $h_{eff}$
n=2	HDR1	0.600	0.600	0.168	37530	3560	419.90	4560	0.14
	HDR2	0.700	0.700	0.162	58500	5560	638.60	7437	0.15
	HDR3	0.700	0.700	0.162	59010	5600	645.20	7452	0.15
	HDR4	0.600	0.600	0.168	37530	3560	419.90	4560	0.14
n=1	HDR1	0.120	0.120	0.0336	3753	356	8.40	456	0.14
	HDR2	0.140	0.140	0.0324	5850	556	12.77	744	0.15
	HDR3	0.140	0.140	0.0324	5901	560	12.90	745	0.15
	HDR4	0.120	0.120	0.0336	3753	356	8.40	456	0.14
n=1/5	HDR1	0.150	0.150	0.0420	4691	445	13.12	570	0.14
	HDR2	0.175	0.175	0.0405	7313	695	19.96	930	0.15
	HDR3	0.175	0.175	0.0405	7376	700	20.16	932	0.15
	HDR4	0.150	0.150	0.0420	4691	445	13.12	570	0.14

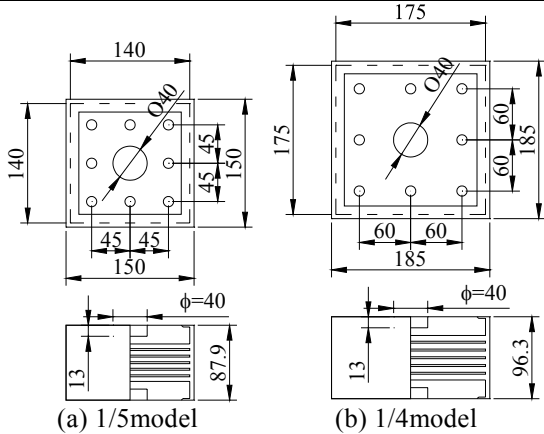


図-2 HDR 供試体図 (単位: mm)

製作した供試体は，HDR2 と HDR3 であり実構造物に対してそれぞれ 1/5 と 1/4 のスケールである．HDR1, 4 には载荷は行わない．



写真-1 HDR 供試体

対象としている高架橋モデルは，2 箱桁橋であり，1 橋脚あたりの支承は 2 個であるので， $n=2$  である．各橋脚の支承の数は 2 個であるが，実験では 1 個の供試体に対して载荷を行うので，各スケールにおける支承 1 個( $n=1$ )あたりの諸元を示している．

#### 4. 対象高架橋

##### 4.1 基本モデル

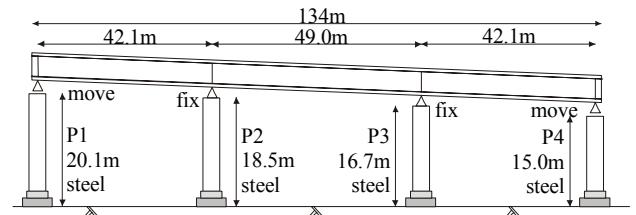
都市内における高架橋の地震時応答挙動を調べるため，文献 1)において示されている都市内の標準的な高架橋モデルを基本モデルにモデル橋(case1～case3 モデル)を設定した．基本モデルの構造概要および支承条件をそれぞれ表-2，表-3 に示す．また，基本モデルを図-3(a)に示す．

表-2 基本モデルの構造概要

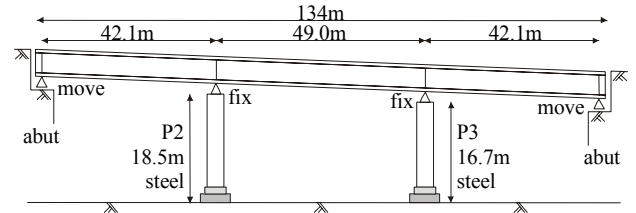
橋梁形式	3径間連続鋼箱桁橋
橋脚形式	円形断面鋼製橋脚
基礎形式	鋼管杭
橋長	134m
支間割	42.1+49.0+42.1m

表-3 基本モデルの支承条件

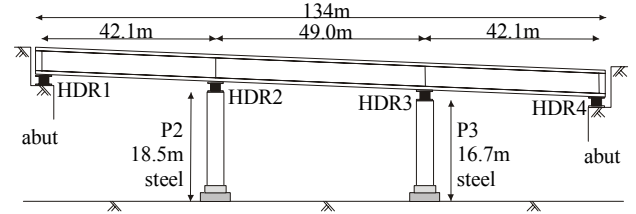
橋脚	P1	P2	P3	P4
支承数(数/基数)	2	2	2	2
支持条件	可動	固定	固定	可動



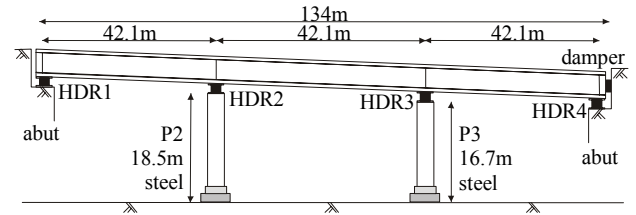
(a) 基本モデル



(b) case1 モデル



(c) case2 モデル



(d) case3 モデル

図-3 対象高架橋モデル

##### 4.2 case1 モデル

図-3(b)に示した case1 モデルは，基本モデルにおける両端の橋脚を橋台に置き換えたモデルである．まず，免震化されていない高架橋の地震時応答挙動を調べるため，case1 モデルにおいては，その支承を金属支承(図中の fix および move)とした．

##### 4.3 case2 モデル

図-3(c)に示した case2 モデルは，免震高架橋の地震時応答挙動と HDR の免震効果を調べるために，case1 における金属支承を HDR に置き換えたモデルである．



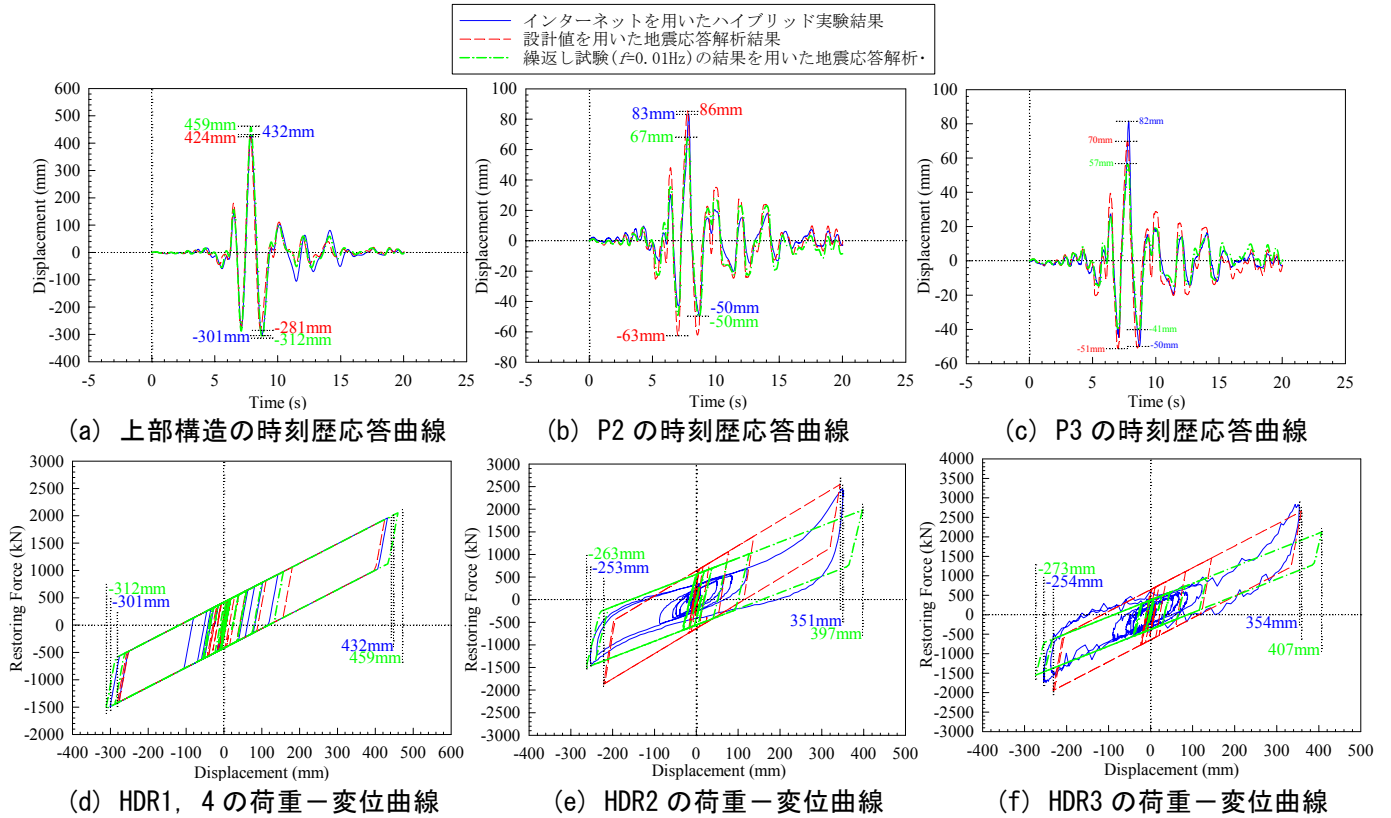


図-8 case2の地震時応答挙動

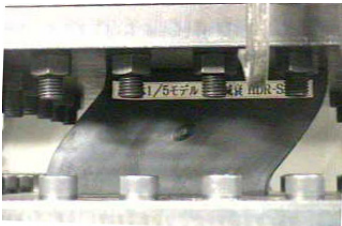


図-9 HDR 供試体の変形状況

#### 5.4 case3

桁間緩衝材は、バネ剛性をHDR2( $n=2$ ,  $s=1$ )の等価剛性の16倍したものとした。桁遊間の余裕量は、15mm程度とされており<sup>2)</sup>、case1モデル(既設構造物)における上部構造の最大応答変位は316mmなので、遊間の長さは、330mmとした。緩衝材は、上部構造の応答変位が200mmになった段階で復元力を返すように設定した。case3での上部構造の時刻歴応答曲線を図-10に示す。

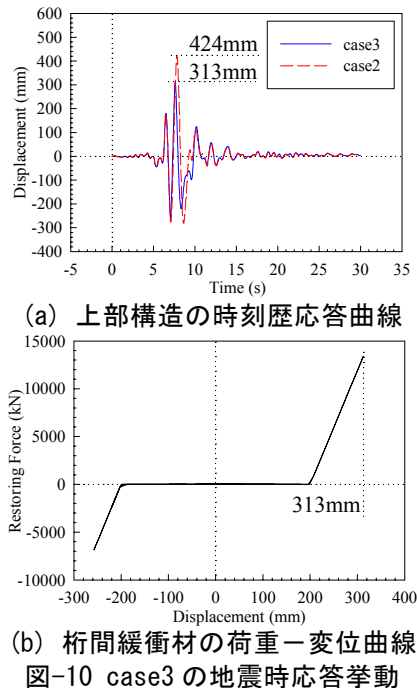


図-10 case3の地震時応答挙動

#### 6. まとめ

- 1) 非免震高架橋システムに対する、INHBexによる地震時応答挙動シミュレーションでは、2つの鋼製橋脚橋脚に局部座屈変形が生じた。
- 2) 免震化した高架橋モデルの固有周期は、非免震高架橋モデルの固有周期の2倍程度となった。
- 3) 免震高架橋システムに対する、INHBexによる地震時応答挙動シミュレーションでは、橋脚に局部座屈変形が発生せず、HDRの高い有効性が示された。
- 4) 桁間緩衝材を設置した免震高架橋モデルでは、緩衝材の剛性を適切に設定すれば桁衝突の回避が可能である。しかし、免震高架橋に桁間緩衝材を設置するには緩衝材の力学的性能等を十分に検討する必要がある。
- 5) 3大学間でインターネットを用いたハイブリッド実験を行い、国際間、複数サイト間での開発した同実験の適用性を確認した。

#### 参考文献

- 1) (社)土木学会・(社)日本鋼構造協会：橋梁システムの動的解析と耐震性，2000.4.
- 2) (社)日本道路協会：道路橋示方書(V耐震設計編)・同解説，丸善，2002.3.