

ノックオフ部材を用いた免震高架橋の地震時挙動に関する小型振動台実験

日立造船(株)(研究当時大阪市立大学) 正会員 ○石原和之
 大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 松村政秀
 大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 山口隆司

1. 研究背景とその目的

1995年に発生した兵庫県南部地震以降、主に下部構造へ作用する地震時の慣性力を低減できる免震構造が多く採用されている。また、一般に免震効果は橋軸方向にのみに期待され、橋軸直角方向には伸縮継手の損傷を防ぐため、上部構造の移動を制限する変位制限装置、例えば支承サイドブロック(以下、SBという)が設置されている。このとき、強地震時には橋軸直角方向にも免震効果を期待できるよう、1)常時・レベル1地震動に対し上部構造の移動を制限する変位制限機能、2)それを超える強地震動に対して、上部構造の移動制限を解放するノックオフ機能を付与したノックオフ型SBが提案されている。

本研究では、ノックオフ型SBのノックオフに伴う振動系の動的な応答性状を、免震高架橋を模した重り-ゴム支承からなる模型を用いる振動台実験により検討する。

2. 実験供試体および実験

実験に使用する供試体は、試設計した5径間連続鋼I桁高架橋を対象に、寸法縮尺比 $S=35$ で縮小したものとした。本実験では、1つの橋脚とその橋脚上の支承および1つの橋脚が支持する上部構造からなる振動系に着目し、相似則を考慮して、上部構造重量と支承のバネ定数を実橋と供試体で合わせている。対象橋梁および供試体の諸元を表-1に示す。図-1に

実験供試体の一般図を示す。支承には、丸形防振ゴムを4体使用し、上部構造には、おもりとして質量964.4 kgの鉄塊を用いている。また、おもり重心高さに載荷板を設け、この位置にSBを設置・衝突させる構造としている。

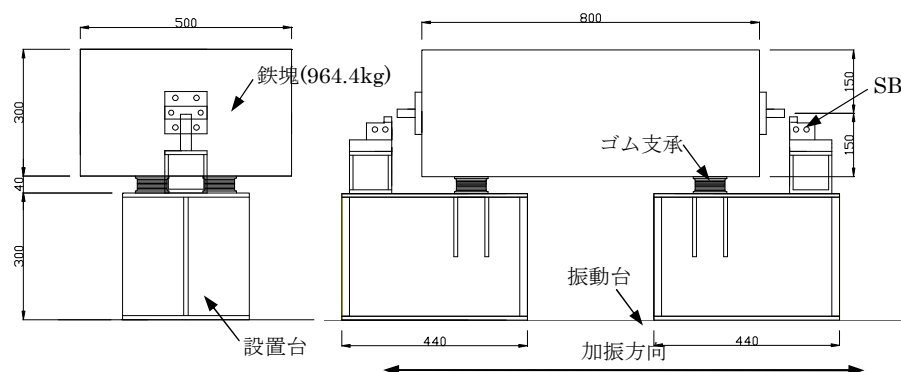
表-1 対象橋梁および実験供試体の諸元($S=35$)

	実橋	供試体	相似比
上部構造分担重量 /1 橋脚 (kN)	11,230	9.5	$1/S^2$
免震支承の等価剛性 /1 橋脚 (kN/mm)	31.9	0.7	$1/S$
固有振動数(Hz)	0.84	4.42	$\sqrt{S}$

図-2に実験に用いるノックオフ型SBの形状図、表-2に供試体の内訳を示す。寸法は、文献1)で推奨されている、スリット率85%に設定し、ノックオフ荷重がL1地震動に対応する設計水平震度程度($=0.3$)、またはその2倍程度($=0.6$)となるようなノックオフ型SBを作製した。また、文献1)で提案されている式(1)を用い設計ノックオフ荷重の算出している。

$$H_d = \beta \times \tau_u \times \frac{B \times C \times (A - C)}{(A - C - \mu h_l)} \quad (1)$$

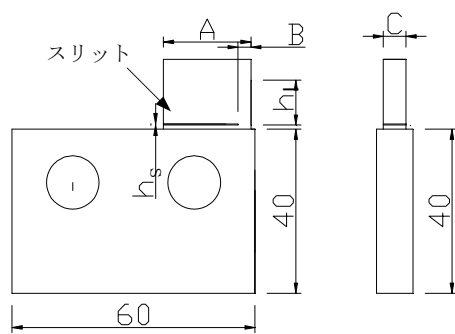
ここに、 H_d : 設計ノックオフ荷重、 A : 橋直方向幅、 B : 橋軸方向幅、 C : 接続部幅、 τ_u : せん断強度、 μ : スリット部の摩擦係数、 β : 載荷速度を考慮する補正係数($=1.1$)



(a) 正面図

(b) 側面図

図-1 実験供試体の一般図(単位:mm)



(a) 正面図

(b) 側面図

図-2 ノックオフ型SB(単位:mm)

表-2 振動台実験に用いるノックオフ型SB

供試体名	A (mm)	B (mm)	C (mm)	スリット率 ($A-C$)/A (%)	スリット高さ h_s (mm)	載荷高さ h_l (mm)	設計ノックオフ荷重 H_d (kN)
A-2-s5	21.6	5.6	3.2	85	0.3	11.0	6.2
A-2-s7	15.4	4.0	2.3		0.3	7.4	3.2

キーワード フィンガージョイント, ノックオフ構造, 破断特性, 免震構造

連絡先 〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138 大阪市立大学大学院 工学研究科 都市系専攻 橋梁工学分野 TEL&FAX 06-6605-2765

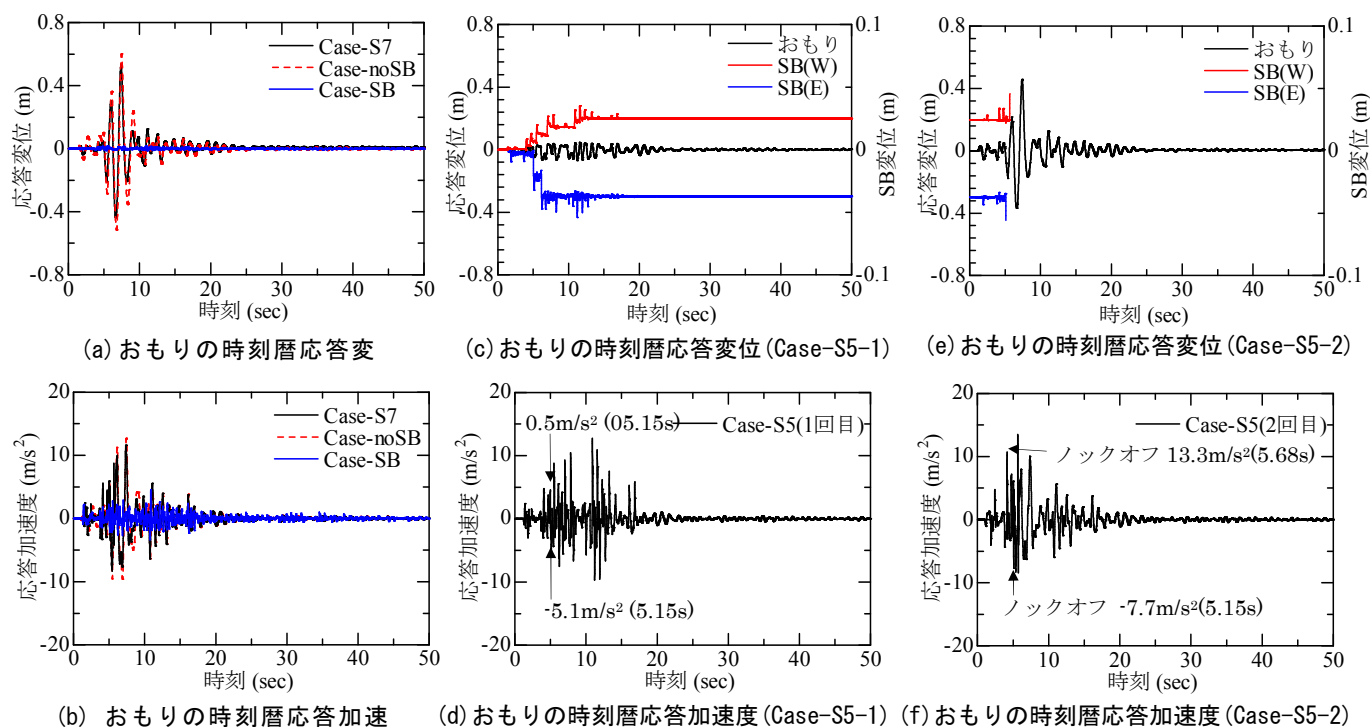


図-3 各ケースの時刻歴応答変位および加速度

表-3 に実験の加振ケースの内訳を示す。設置する SB の種類を変えた 4 ケースの実験を行う。入力波はポートアイランドで観測された、III 種地盤に対するレベル 2 地震動タイプ II の地震波を、相似則を考慮して、時間軸に対し 1/対し 1/√35 倍、振幅倍率は 1.0 倍とした。

表-3 加振ケース

ケース	SB 設置状況
Case-noSB	設置なし
Case-SB	SB 設置
Case-S7	A-2-S7 設置
Case-S5	A-2-S5 設置

3. 実験結果

図-3 に各ケースの応答変位および応答加速度の時刻歴を示す。ここで、時間、変位、加速度は、実時間に換算して示している。

ロックオフしない SB (Case-SB) では、支承の変形が拘束され、おもりの応答変位が小さいことから、免震機能を発現できないことがわかる。

一方、Case-S7 では、ロックオフ前はおもりの変位が拘束されているが、5.15 秒で一方のロックオフ型 SB が、5.68 秒でもう一方が破断し、おもりの変位が増大、すなわち免震系に移行したことがわかる。またロックオフ時には、急激な変位および加速度の増大は見られず、スムーズに免震系へ移行している。

また、Case-S5 では、1 回目の加振において、ロックオフ型 SB は破断せず、加振終了までおもりの変位を拘束した。続いて、2 回目の加振を行ったところ、5.15 秒で一方のロックオフ型 SB が、5.68 秒でもう一方が破断した。ここで、2 回目の加振ではおもりの応

答加速度が、ロックオフ時である 5.15 秒で -7.7m/s^2 、5.68 秒で 13.3m/s^2 であったのに対し、1 回目加振の同時刻では、 -5.1m/s^2 、 0.5m/s^2 であった。そのため、1 回目の加振により残留変位が生じ、おもりと SB の遊間が拡大したことで、おもりの応答加速度が大きくなり、2 回目ではロックオフしたと考えられる。このことから、SB との遊間により SB に作用する荷重が変化するため、遊間についても地震時挙動に与える影響を今後検討する必要がある。

4. 結論

本研究では、ロックオフ部材が高架橋の地震時挙動に及ぼす影響を検討するため、免震高架橋を模した重り-ゴム支承からなる模型を用いる振動台実験を行った。その結果、ロックオフ型 SB のロックオフ時に、おもりの応答変位には、急激な変位の上昇は認められず、スムーズに免震化することがわかった。しかし、遊間が大きい場合、もしくはおもりと衝突によりロックオフ型 SB に残留変位が生じ遊間が大きくなる場合には、ロックオフ型 SB に加わる荷重が増大することから、遊間および残留変位がロックオフ型 SB に与える影響を検討する必要がある。

謝辞 本研究の実施には、科学研究費補助金(課題番号 21686042)の補助を受けました。ここに記して謝意を表します。

参考文献 1) 吉田雅彦, 坂井田実, 松村政秀, 北田俊行, 森田征樹: 支承サイドブロックにおける破断特性制御構造の静的破断試験, 土木学会地震工学論文集, Vol.26, 2003.12