

ノックオフ型 SB を設置した高架橋の耐震性に関する研究

大阪市立大学大学院 学生員 ○浅田 直宏
川口金属工業(株) 正会員 吉田 雅彦

(株)帝国建設コンサルタント 正会員 坂井田 実
大阪市立大学大学院 正会員 松村 政秀
大阪市立大学大学院 正会員 北田 俊行

1. はじめに

免震支承を設置し、高架橋全体を長周期化することによって、地震時の慣性力を低減できる免震化高架橋では、橋軸方向のみの免震効果を期待することが一般的である。そのため、橋軸直角方向には上部構造の移動を制限するジョイントプロテクターとしての機能を担う支承サイドブロック(以下、SB という)が設置

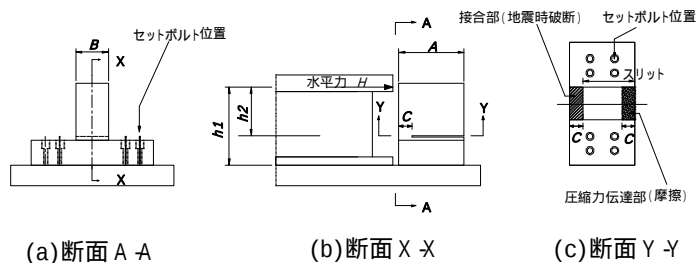


図-1 ノックオフ型 SB

されている。この支承 SB に、(i)常時やレベル 1 地震動程度以下の発生頻度の高い中小地震に対してはジョイントプロテクターとしての機能、および(ii)レベル 2 地震動などの強地震に対して移動制限を速やかに解放するノックオフ機能を付与することができれば、中小地震時には伸縮装置を保護でき、強地震時には橋軸直角方向に対しても免震効果を期待することができる。このような目的で、SB の圧縮側からスリット加工を施した破断特性の制御が容易なノックオフ型 SB(以下、CSB という)を提案し(図-1 参照)、静的および動的な载荷実験により、所定の荷重あるいは変位に達すると精度よく破断し、かつ破断荷重の制御が容易であることを確認している¹⁾。

本研究では、地震荷重を受ける免震高架橋に CSB を設置した場合の有効性を検証するため、簡易免震橋脚模型を用いた振動台実験、および CSB を設置した免震高架橋の地震応答解析を実施した。

2. 簡易橋脚模型を用いた振動台実験

CSB を設置した橋脚の振動応答特性を明らかにするため、図-2 に示す簡易免震橋脚模型を用いた振動台実験を実施した。また、CSB の簡易非線形モデルの構築のため、実験結果を再現する解析を行った。供試体は、ラーメン形式の橋脚、免震用ゴム支承、重り(1tonf)からなる。ここで、重り下面には、加振方向の重りの変位を拘束するアクリル板あるいは、スリットを設けて所定の作用力で速やかに破壊するように設計したアクリル CSB を設置する。入力波は、振幅 1mm で、振動系の固有周期と等しい 2.5Hz の漸増正弦波である。なお、解析では、アクリル CSB を図-3 の履歴特性を持つ非線形バネでモデル化した。すなわち、このモデルは、ある水平荷重(P_u)に達するとそれ以降の耐力が 0 となる履歴特性を有している。図-4 には、実験結果および解析結果を併せて示す。実験結果より、アクリル CSB の破壊まで、橋脚の応答変位は上昇し、アクリル CSB の破壊後は変位が減少し、スムーズに免震メカニズムへ移行していることがわかる。また、実験結果と解析結果は良好に一致しており、CSB のモデル化が妥当であることがわかる。

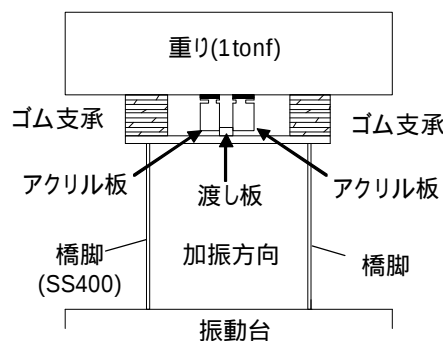


図-2 簡易免震橋脚模型

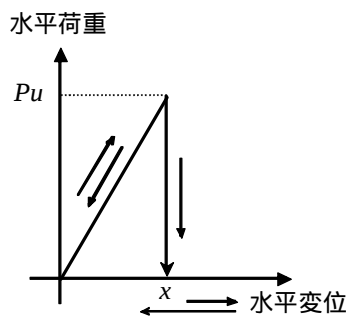


図-3 CSB のモデル化

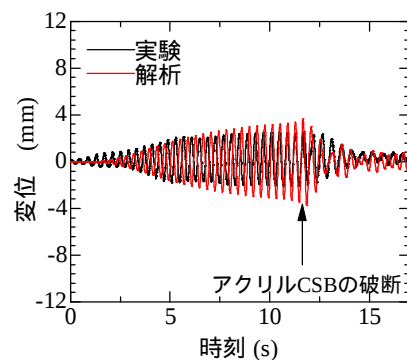


図-4 橋脚頂部の変位の時刻歴応答

キーワード ノックオフ型サイドブロック、免震構造、振動台実験、橋軸直角方向地震動。

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 TEL06-6605-2765

3. ノックオフ型 SB を設置した高架橋の地震応答解析

(1) 解析モデルおよび解析条件

ノックオフ型 SB の免震高架橋への適用性を検討するため、図 5 に示す 3 径間連続箱桁免震橋の橋軸直角方向に地震加速度を入力する場合を対象として地震応答解析を行う(Case-CSB)．また、比較のためノックオフ機能を有しない普通型 SB を設置した場合(Case-SB)，および SB を設置しない場合(Case-noSB)も併せて実施した．CSB および普通型 SB は、すべての橋脚上に設置し、それぞれの特性は静的載荷実験結果¹⁾を基に設定した．入力地震波は、兵庫県南部地震において東神戸大橋で観測された加速度波形(以下、L2 地震動という)である．

(2) 解析結果

最も橋脚の降伏変位(0.089m)が小さい橋脚 P2 に着目する．図 6 および図 7 に、それぞれ、L2 地震動入力時の橋脚 P2 の応答変位の時刻歴、および上部構造と支承の相対変位の時刻歴を示す．図 8 には、免震支承の荷重-変位関係および支承 SB の作用力の時刻歴を示す．Case-noSB では、地震波入力当初より支承部の相対変位が大きく、橋脚の応答変位も降伏変位以下であり、免震化していることがわかる．Case-SB では、ノックオフ機能を有しない普通型 SB は破壊せず、免震支承の変形を拘束するため、橋脚に過大な反力が作用している．すなわち、設計で期待する免震機能が得られず、橋脚の降伏荷重に達していることがわかる．一方、Case-CSB では、CSB の破断(約 5.6 秒)までは、上部構造と支承の相対変位が小さい．しかし、CSB 破断後は、免震支承が有効となり、橋脚の応答変位も降伏変位以下に抑えられている．なお、CSB 破断時、急激な相対変位の増大等は認められず、スムーズに免震メカニズムに移行したと考えられる．これらより、CSB を免震高架橋に用いると、加速度の小さい地震に対しては、伸縮装置を保護でき、大きい地震には、橋軸直角方向にも免震効果が期待できることが明らかとなった．

4. まとめ

本研究では、ノックオフ型サイドブロックの設置効果を検討するため、簡易橋脚模型を用いた振動台実験およびその動的応答解析、さらにノックオフ型 SB を設置した高架橋の地震応答解析を実施し、次の結論を得た．(1) ノックオフ機能を有する SB を設置したときの振動応答特性を、数値解析により再現可能であることを確認した．(2) 従来の普通型 SB では、免震支承の変形が拘束されるため、橋軸直角方向の免震効果が期待できない．ノックオフ型 SB を用いると、所定の荷重および変位で破断した後、橋軸直角方向に対しても免震効果が期待できることを明らかにした．

参考文献 1) 松村政秀, 吉田雅彦, 坂井田実, 北田俊行, 森田征樹: 縮小模型による支承サイドブロックの破断特性の検証, 第 8 回地震時保有耐力法に基づく橋梁等構造の耐震設計に関するシンポジウム講演会論文集, pp.191-196, 2005.2

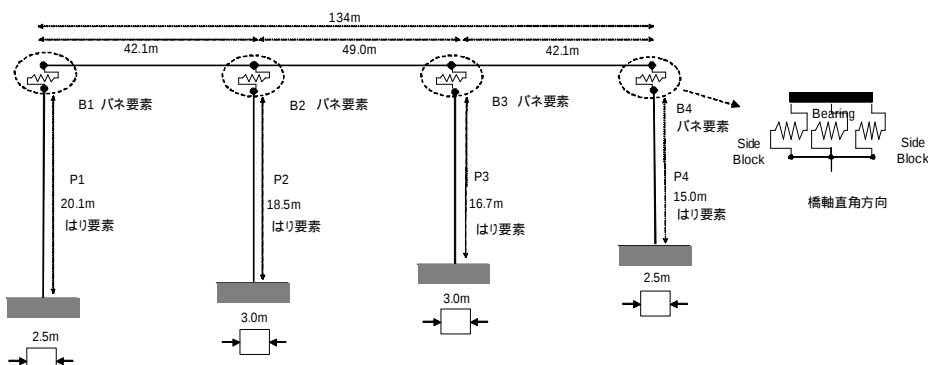


図 5 解析モデル

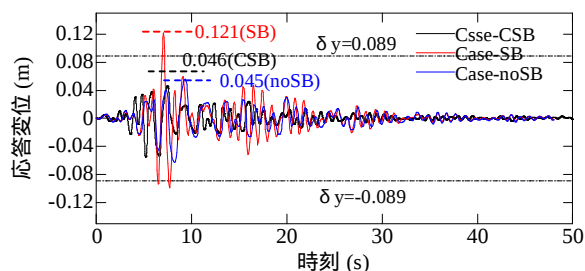


図 6 橋脚 P2 の応答変位の時刻歴

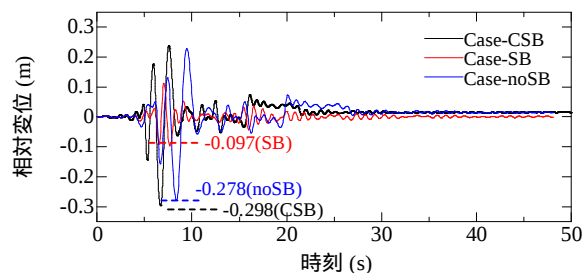


図 7 上部構造と支承との相対変位の時刻歴(P2)

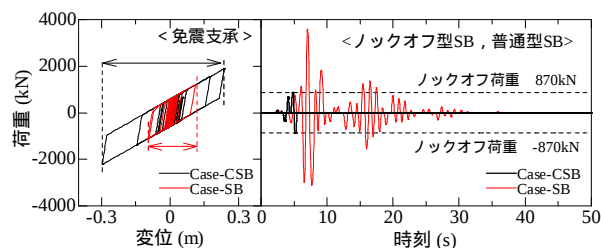


図 8 免震支承の荷重-変位および支承 SB の応答