スリット付き支承サイドブロックの破断特性に関する実験的研究

大阪市立大学大学院　学生員　○浅田　直宏
（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　北田　俊行
川口金属工業（株）　正会員　吉田　雅彦
大阪市立大学大学院　正会員　松村　政秀
大阪大学接合科学研究所　正会員　金　裕哲

1. 研究背景および目的

地震時に上部構造の応答を制御するために免震ゴム支承を採用した高架橋には，上部構造の移動制限装置としての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 SB には，(ⅰ)レベル 1 地震以下の地震動（橋の供用期間中に発生する確率が高い地震動）に対しては伸縮装置の損傷を防止できるように上部構造の変位を遊間内に制限するジョイントプロテクターとしての機能，(ⅱ)レベル 1 地震以上の地震動に対しては，橋脚・下部構造の耐荷力以下の水平荷重で上部構造の移動制限を速やかに解放し免震メカニズムを阻害しないトリガーとしての機能，という主に 2 つの機能を併せ持つことが期待される．

著者らは上記 2 つの機能を伴わせもつ新しい SB 構造として，**図-1** に示すようなスリット付き SB を提案し，静的な載荷実験によりその有効性を検証してきた．しかし，実際の地震時には，桁が支承サイドブロックに速度を持って衝突する．そこで，本研究では，桁の衝突速度がスリット付き SB の破断特性に及ぼす影響を載荷実験により調べている．

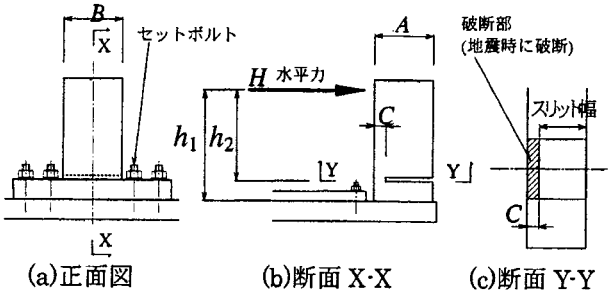
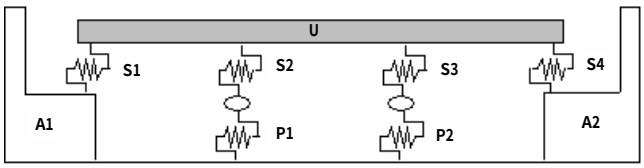


図-1　スリット付き SB

2. 地震時における桁と SB の相対速度

桁と支承サイドブロックとの相対速度を求めるため，3 径間連続鋼 I 桁橋の解析モデルを設定し，上部構造，支承，および橋脚の橋軸方向・橋軸直角方向に着目した高架橋の非線形時刻応答歴解析を行う．上部構造は RC 床版を有する．主桁間隔が 2.7mの 4 本主桁で，3 径間連続 I 桁とし各径間長はすべて 39m とした(**図-2**)．支承は，免震支承として，鉛プラグ入り積層ゴム支承を用い，一部反力分散型ゴム支承を用いる．**図-2** には，そのモデル図を示す．また，兵庫県南部地震の際に JR 鷹取駅構内地盤上で観測された地震加速度を入力した．

解析結果より，橋軸直角方向に生じる桁と SB との相対衝突速度は，橋軸直角方向の SB と上沓の遊間に相当する相対変位が 5mm のとき 0.25～0.3m/s であることがわかった．



A：橋台，P：橋脚，S：支承，U：上部構造

図-2　解析モデルの概略

3. 実験概要

載荷実験には，大阪大学接合科学研究所が持つ超高速衝撃構造評価システムの油圧式高速載荷試験機を用い，実物寸法を２分の１に縮小したSB供試体に強制変位を載荷した．載荷速度は，上記 2.の結果を参考に静的（0.00003m/s）から動的（0.5m/s）の間で 6 つ選定した．実験供試体は，SM490 材（引張試験結果より，降伏点 323.8 N/mm^2，引張強さ 521.6N/mm^2）を用いて製作した．また，式(1)より求まる想定破断荷重H'が 140kN付近となるようにスリット幅･率･位置を設計している．式(1)中の記号は**図-1** に示したとおりである．

$$H' = \tau_u \times \frac{B \times C \times (A - C)}{A - C - \mu h_2} \qquad (1)$$

ここで，τ_uはせん断強度，μは摩擦係数である．

なお，SB の圧縮側からスリットを設計，スリットの高さは 1.5mm とした．さらに，スリット上面と下面との接触に伴う摩擦力を低減する目的で，板厚 1mm の PTFE 板（摩擦係数 μ＝0.07 ）を挿入している．ここ

キーワード　：　支承サイドブロック，載荷速度，動的実験，破断特性．
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橋梁工学分野　TEL06-6605-2765

表-1　実験供試体の寸法および想定破断荷重

橋軸寸法 B(mm)	直角寸法 A(mm)	アーム長 h_2(mm)	接合部幅 C(mm)	スリット率 $(A-C)/A$　(%)	使用鋼材引張強さ σ_u(N/mm^2)	想定破断荷重 H'(kN)
28	108	61.3	16	85	521.6	141.5

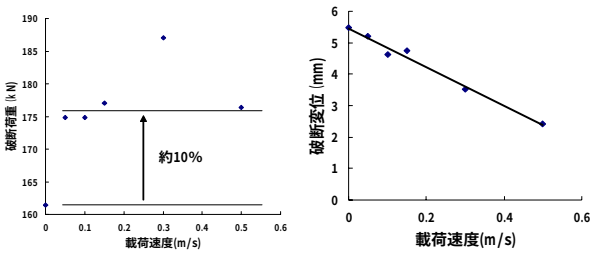
表-2　実験結果の一覧

載荷速度 (m/s)	スリット率 (A-C)/A　(%)	想定破断荷重 ①(kN)	破断荷重 ②(kN)	破断変位 (mm)	破断荷重制御率 ②/①(%)	載荷速度依存率 ②/161.4(%)	破面の角度 (度)
0.00003	85.2	141.5	161.4	5.48	114.1	------	12.6
0.05			174.8	5.21	123.5	108.3	8.4
0.10			174.8	4.62	123.5	108.3	6.7
0.15			177.0	4.76	125.1	109.7	6.0
0.30			187.0	3.51	132.2	115.9	4.3
0.50			176.4	2.43	124.7	109.3	3.8

で，スリット率は，過去に行われた静的破断実験結果によると想定破断荷重H'と破断荷重との比（破断荷重制御率）が最も高いスリット率 85%[1]とした．**表-1** には，実験供試体の寸法，および想定破断荷重H'をまとめて示す．

4.　実験結果

図-3 には，載荷速度別の破断変位と破断荷重の関係を示す．**図-4** には，載荷速度 6 パターンの作用荷重と載荷位置における変位の関係を示す．いずれの実験においても，最大荷重に到達後，速やかに破断したため，SB の破断は，最大荷重点と定義する．**表-2** には，想定破断荷重，載荷速度別の破断荷重，および破断変位をまとめて示す．なお，同表の載荷速度依存率とは，動的載荷実験における破断荷重を静的載荷実験における破断荷重（**161.4kN**）で除したものであり，載荷速度の違いによる破断荷重の変化率を表している．**表-2** より，スリット型 SB の破断荷重制御率の変動は小さく，速度依存性が小さいことが確認できる．実験データ数が限られており，載荷速度と破断荷重との関係の定量的な把握には至らなかった．しかし,動的に載荷すると，静的な載荷に比べて，破断荷重が約 10%上昇し，破断変位は，小さくなる．したがって，SB に要求されるジョイントプロテクターとしての機能を満足する上でスリット付き SB が有効であることがわかる．



(a)　破断荷重　　**(b)**　破断変位

図-3　載荷速度と破断変位および破断荷重の関係

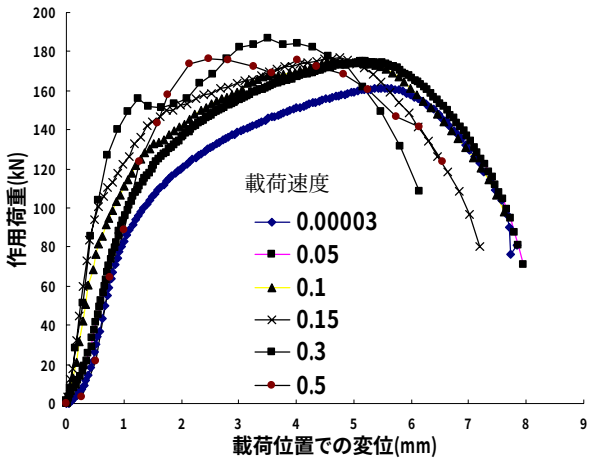


図-4　荷重-変位関係

5.　まとめ

破断荷重および破断変位をコントロールすることを目的として提案されているスリット付き SB に動的な荷重が載荷する場合の破断特性を，載荷実験により検討した．その結果，以下のことが明らかになった．(1)動的載荷の場合，静的載荷に比べ，破断荷重が 1 割程度上昇する，(2)載荷速度が増すと，破断変位は減少する．

なお，本研究は，科学研究費・若手研究Ｂ「免震支承を有する橋脚への高機能サイドブロックの設置効果」の一環として行ったものである．

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，土木学会第 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