

## 縮小模型によるスリット型サイドブロックの破断特性の検証

松村政秀<sup>1</sup>・吉田雅彦<sup>2</sup>・坂井田 実<sup>3</sup>・北田俊行<sup>4</sup>・森田征樹<sup>5</sup>

<sup>1</sup>正会員 博（工）大阪市立大学大学院助手 工学研究科都市系専攻（〒558-8585 大阪市住吉区杉本3-3-138）

<sup>2</sup>正会員 川口金属工業株式会社 市場開発部技術部長（〒530-0012 大阪市北区芝田2-6-23）

<sup>3</sup>正会員 株式会社帝国建設コンサルタント コンサルタント本部課長（〒501-3133 岐阜市芥見南山2-4-26）

<sup>4</sup>正会員 工博 大阪市立大学大学院教授 工学研究科都市系専攻（〒558-8585 大阪市住吉区杉本3-3-138）

<sup>5</sup>非会員 川口金属工業株式会社 市場開発部（〒530-0012 大阪市北区芝田2-6-23）

### 1. はじめに

近年、支承部の減衰性能により上部構造へ作用する慣性力を低減し、橋梁系全体を長周期化することによって、強地震動に対する橋梁系全体の安全性を確保する免震化橋梁の採用が増えている。この免震化橋梁では、免震支承における低い水平せん断剛性が確実に機能し、橋脚に生じる塑性化は副次的な状態に留まることが重要となる<sup>1)</sup>。すなわち、免震化橋梁において、免震支承が設計で期待される減衰性能を十分に発揮することが絶対的条件である。ここで、免震支承にはジョイントプロテクターとしての役割を担うサイドブロック（以下、SBという）が併設される場合が多い。したがって、SBは、ジョイントプロテクターとしての機能に加え、レベル2地震動が作用する場合には速やかに破断し免震支承の機能を阻害しない機能という2つの機能を併せ持つことが合理的な免震化橋梁の実現に繋がると考えられる。すなわち、レベル1地震動程度以下の地震動に対しては伸縮継手が損傷しない範囲内で上部構造の水平移動を制限し、かつ上部構造の地震時慣性力が設計で想定する水平力（例えば下部構造の保有水平耐力）以下で確実に上部構造の移動制限を解放することが、より合理的な信頼性の高い免震化橋梁の実現に繋がると考えられる。

著者らは、このような破断特性の制御が可能な新しいSB構造として、スリットを設けたスリット型SB構造とその設計法を提案している<sup>2,3)</sup>。その設計手法の妥当性については破断面の応力状態を再現した縮小モデルを用いた静的載荷実験結果に基づいて、適切なスリットを設けると、破断荷重および破壊形態を厳しく制御できることが示されている<sup>4,5,6)</sup>。しかしながら、これらの実験は、限られたスリットの形状設定で、また実

験データ数も限られているのが現状である。

そこで、本検討では、実寸法SBを忠実に縮小した供試体を用いた静的載荷実験により、スリット型SB構造における最適なSB形状とスリット寸法が破断特性に及ぼす影響を検証するとともに、ジョイントプロテクターとして用いられてきた従来のSB構造との破断特性の違いを、比較検証している。

### 2. 従来のSB構造およびスリット型SB構造

#### (1) 従来のSB構造と問題点

ジョイントプロテクターとしての機能を期待したSB構造として、表-1に示すとおり、断面縮小部の曲げ破壊を期待した構造、取付ボルトの曲げおよびせん断破壊を期待した構造等が採用されてきた。しかしながら、これらはいずれも、断面縮小部を設ける場合においても、破断に至るまでに著しい曲げ変形を伴うため、破断特性の制御が難しいと考えられる。一方、取付ボルトの破断を期待する構造については、使用材料の上限強度が保証されていないことに加え、ボルト破断後の撤去、すなわち、めねじ内に残ったおねじ部の撤去が困難であり、早期の復旧に課題が残ると考えられる。さらに、SBは鋼材の降伏応力を基準として設計されてきたため、実際のSBの破断強度が設計値どおりか否かについては十分に検討されていないのが現状である。

#### (2) スリット型SB構造

図-1に示すように、スリット型SB構造は、SBのベース部直上に圧縮側からスリットを設け、引張側の接合部を破断部とした構造である。製作材料には、安価で安定した引張強度が確保できる溶接構造用鋼材を用い、加工が容易で強度のバラツキが加工精度に鈍感なス

表-1 従来のSB構造

| 型      | 形状図 | 特徴                                      |
|--------|-----|-----------------------------------------|
| 一般型    |     | レベル1地震動における弾性挙動を保証。                     |
| ノッチ型   |     | レベル1地震動における弾性挙動を保証。断面を縮小したノッチ部で曲げ破壊。    |
| 貫通孔型   |     | レベル1地震動における弾性挙動を保証。断面を縮小した貫通孔部で曲げ破壊。    |
| ボルト破断型 |     | レベル1地震動における弾性挙動を保証。セットボルトが引張破断またはせん断破断。 |

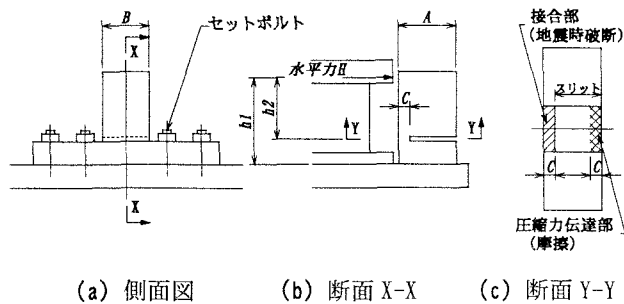


図-1 スリット型SB構造

リット構造を採用することで、実構造物への使用性に配慮している。SB破断後にはSBのベース部を取付ボルトごと取り替えることを前提としているため、破断したSBが橋下に落下しないようにチェーンなどで連結する。また、圧縮力の作用するスリット内には摩擦力を低減するためにフィラープレート（例えば、テフロン板）を挿入する。ここで、引張側の破断部には、SB頂部の作用水平力が漸増すると、作用せん断応力が局部的に高まり、SB自体の曲げ変形をほとんど伴わずにせん断破断が卓越した破壊が期待できる。したがって、取付ボルトやSBのベース部には塑性変形に伴う残留変形がほとんど生じないため、SBおよび取付ボルトの取り替えが容易であると考えられる。さらに、スリット寸法を変化させることによって、比較的容易に破断特性の制御が可能であると考えられる。

### 3. 静的載荷実験

#### (1) 実験目的

a) 標準的なスリット型SB構造（以下、標準形状という）を

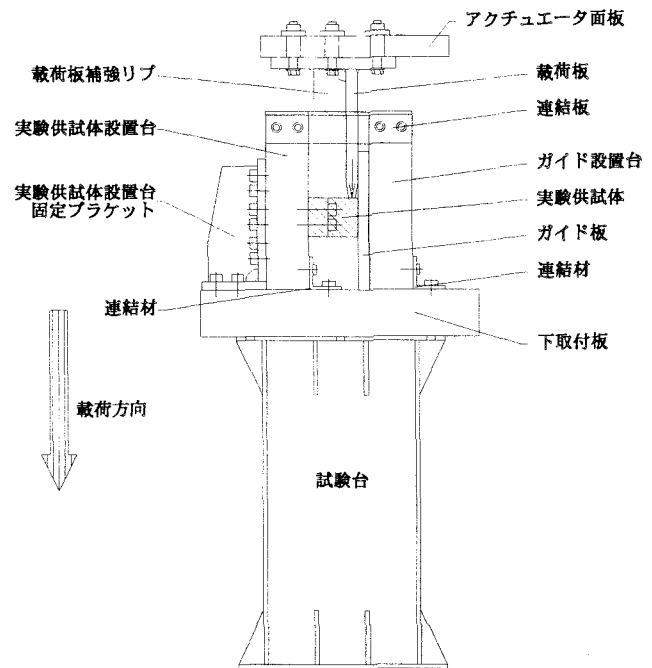


図-2 試験装置

表-2 鋼材の機械的性質（引張試験結果）

| SM490A<br>100<math>t \leq 160 | 降伏点または耐力<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 引張強さ<br>$\sigma_u$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 伸び<br>(%) | 備考    |
|-------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------|-----------|-------|
| 規格値 <sup>※</sup>              | 285 以上                           | 490～610                                    | 23 以上     | —     |
| 使用鋼材<br>$t=120\text{mm}$      | 364                              | 575                                        | 27        | ミルシート |
| スリット型<br>実験供試体                | 323.8<br>(0.89)                  | 521.6<br>(0.91)                            | 50.1      | 引張試験  |
| 従来型<br>実験供試体                  | 318.5<br>(0.88)                  | 518.8<br>(0.90)                            | 49.9      | 引張試験  |

( )内の値は使用鋼材との比率を示す。

設定し、破断特性のバラツキを確認する。

b) 標準形状から衝突部幅とスリット量とを変化させた場合の破断特性を確認する。

c) 従来型のSB構造のうち、一般型とノッチ型を対象として破断特性の確認およびスリット型SB構造との比較を行う。

#### (2) 載荷方法

図-2に示すように、実際の設置状態を90度回転させて設置したSB供試体に、1 MNアクチュエータ（最大変位 $\pm 150$  mm）を用いて鉛直方向の強制変位（載荷速度 $0.03$  mm/s）を、SBの破断が確認できるまで漸増させた。なお、破断に至らない場合には鉛直荷重が $750$  kNとなった時点で載荷を終了した。

#### (3) 使用鋼材の機械的性質

実験供試体の製作（厚板から削り出し）に使用した鋼材（SM490A材）を用いて事前に引張試験を行った。引張試験結果と同鋼材のミルシートの値を表-2に示す。同表より、使用鋼材のミルシートの値と引張試験結果

表-3 実物大モデルと 1/2 縮小モデルとの比較

(a) スリット型

| タイプ   | モデル    | 橋軸寸法<br>B (mm) | 直角寸法<br>A (mm) | アーム長<br>$h_2$ (mm) | 接合部<br>加工半径<br>R (mm) | スリット<br>厚<br>(mm) | 接合部<br>幅 C<br>(mm) | スリット率<br>(A-C)/A (%) |
|-------|--------|----------------|----------------|--------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|----------------------|
| スリット型 | 実物大    | 55             | 216            | 122.5              | 5.0                   | 3.0               | 32                 | 85                   |
|       | 1/2 縮小 | 28             | 108            | 61.3               | 2.5                   | 1.5               | 16                 | 85                   |

(b) 一般型

| タイプ | モデル    | 橋軸寸法<br>B (mm) | 直角寸法<br>A (mm) | アーム長<br>$h_2$ (mm) | 接合部<br>加工半径<br>R (mm) |
|-----|--------|----------------|----------------|--------------------|-----------------------|
| 一般型 | 実物大    | 46             | 216            | 122.5              | 5.0                   |
|     | 1/2 縮小 | 23             | 108            | 61.3               | 2.5                   |

(c) ノッチ型

| タイプ  | モデル    | 橋軸寸法<br>B (mm) | 直角寸法<br>A (mm) | アーム長<br>$h_2$ (mm) | 接合部<br>加工半径<br>R (mm) | ノッチ厚<br>(mm) | 橋軸ノッチ<br>深さ(片側)<br>(mm) | 直角ノッチ<br>深さ(片側)<br>(mm) |
|------|--------|----------------|----------------|--------------------|-----------------------|--------------|-------------------------|-------------------------|
| ノッチ型 | 実物大    | 86             | 216            | 122.5              | 5.0                   | 10           | 14                      | 15                      |
|      | 1/2 縮小 | 43             | 108            | 61.3               | 2.5                   | 5            | 7                       | 8                       |

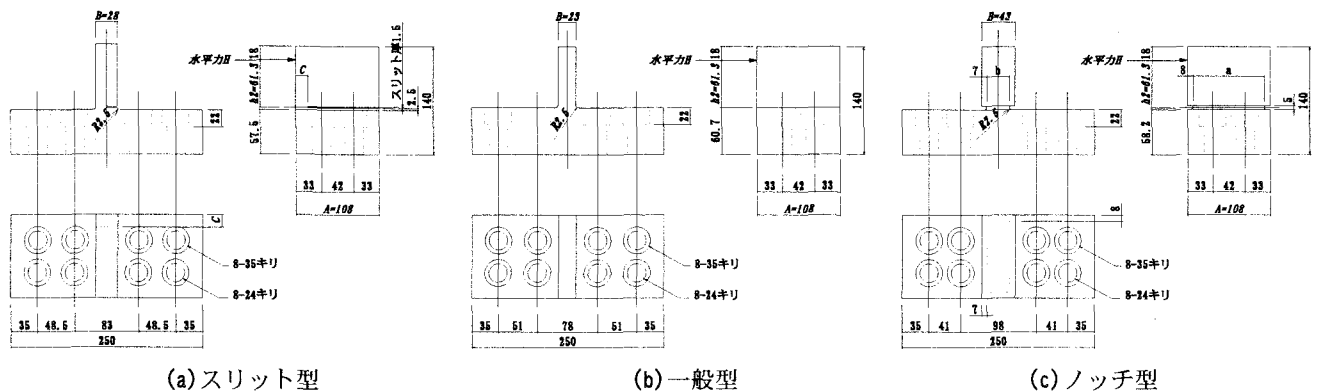


図-3 実験供試体の形状 (単位: mm)

とでは降伏点, 引張強さともに1割程度の差が認められる。なお, 実験供試体の設計強度評価には, 引張試験結果より得られた諸値を用いている。

#### (4) 実験供試体の設計

実験供試体は, 都市高架橋 (8径間連続プレートガーダー橋) の中間支点においてジョイントプロテクターとしての機能を担うSBの1/2縮小モデルとした。実物大SBは, レベル1地震時の作用水平力 $H$ を550 kN, および破断部から水平荷重の作用位置までの距離 $h_2$ を122.5 mmという条件で設計している。実験供試体は, スリット型構造, 破断断面に特別な加工を施さない一般型構造, および破断断面の縮小を目的として全周にノッチ加工を施したノッチ型構造の3種類とした。実物大SBのスリット厚および接合部の加工半径も含めて忠実に縮小して製作した。各実験供試体のレベル1地震時の作用水平力は140 kNである。表-3には実物大モデルと1/2縮小モデルの形状の比較, 図-3には各実験供試体の形状を示す。また, 表-4には実験に用いた実験供試体をま

とめて示す。

##### a) スリット型SB構造の設計

スリット型の構造を採用すると, 破断面における鋼材の圧縮力伝達部の面積は引張部と同等<sup>4),5),6)</sup>で, 破断時には圧縮引張とも全断面降伏状態にあると考えられるので, 破断部のせん断応力度 $\tau$ がせん断強度 $\tau_u$ に達した時に破断するものと考えられる。また, せん断力の一部が圧縮力伝達部において摩擦によって負担される。これらを考慮して, スリット型SB構造は, 図-3(a)中の記号を用いて, 以下の式(1), (2)により設計する。

$$\sigma_c = \sigma_t = \frac{H \times h_2}{(A - C) \times B \times C} \leq \sigma_a = \sigma_y \quad (1)$$

$$\tau = \frac{H \times (A - C - \mu h_2)}{B \times C \times (A - C)} \leq \tau_u = \frac{\sigma_u}{\sqrt{3}} \quad (2)$$

ここに,  $\sigma_c$ : 破断時にスリット部に作用する圧縮応力度,  $\sigma_t$ : 破断時に破断部に作用する引張応力度,  $\sigma_a$ : 許容引張応力度,  $\sigma_y$ : 降伏点,  $\tau$ : 破断時せん断応力度,  $\tau_u$ : せん断強度,  $\sigma_u$ : 引張強さ,  $\mu$ : スリット部の摩擦係数

表-4 実験供試体諸元一覧

| 供試体<br>No. | タイプ   | スリット率<br>(A-C)/A<br>(%) | 接合部幅<br>C (mm) | 橋軸寸法<br>B (mm) | 直角寸法<br>A (mm) | A/B  | C/B  | アーム長<br>h <sub>2</sub> (mm) | 供試体数 |
|------------|-------|-------------------------|----------------|----------------|----------------|------|------|-----------------------------|------|
| A-1        | スリット型 | 85                      | 16             | 28             | 108            | 3.86 | 0.57 | 61.3                        | 3 体  |
| A-2        | スリット型 | 80                      | 22             | 28             | 108            | 3.86 | 0.79 | 61.3                        | 1 体  |
| A-3        | スリット型 | 90                      | 11             | 28             | 108            | 3.86 | 0.39 | 61.3                        | 1 体  |
| A-4        | スリット型 | 80                      | 22             | 23             | 108            | 4.70 | 0.96 | 61.3                        | 1 体  |
| A-5        | スリット型 | 90                      | 11             | 43             | 108            | 2.51 | 0.26 | 61.3                        | 1 体  |
| B          | 一般型   | —                       | 108            | 23             | 108            | 4.70 | —    | 61.3                        | 1 体  |
| C          | ノッチ型  | —                       | 92             | 43             | 108            | 2.51 | —    | 61.3                        | 1 体  |

ここで、橋軸直角方向の変形を極力抑え、衝突部での不均等な水平力の作用を避けるため、衝突部幅（橋軸寸法B）を実寸法レベルで55 mm（表-4のA/Bを4程度）、スリット幅を3 mm、スリット率を85 %とする形状を標準とし、その1/2縮小モデルである実験供試体A-1を標準形状とした。スリット加工の程度が破断特性に及ぼす影響を確認するため、標準形状である実験供試体A-1は3体製作した。次に標準形状と同形状でスリット率だけを80 %、90 %に変化させたもの、標準形状のうち衝突部幅を変化させ、さらに設計式に基づいてスリット量を変化させたものの計5種類の実験供試体を設計した。なお、1.5 mmのスリット内にはスリット上面と下面との接触にともなう摩擦力を低減する目的で板厚1 mmのテフロン板（摩擦係数 $\mu=0.07^{9) 10)}$ を挿入している。

#### b) 一般型SB構造の設計

一般型SB構造は、道路橋示方書Ⅱ鋼橋編<sup>9)</sup>（以下、道示Ⅱという）の「1025 合成応力度の照査」に準じて、SBはねじり変形をともなわないと仮定し、曲げモーメントによる引張応力度と曲げにともなうせん断応力度とがそれぞれ許容応力度内に入っても合成応力度が許容応力度を超えないという条件で設計する。ただし、許容引張応力度には安全率1.7および地震時の割増係数1.5を考慮したものを用い、許容せん断応力度にはvon Misesの降伏条件<sup>9)</sup>を適用し、さらに安全率1.7および地震時の割増係数1.5を考慮したものを用いる。これらを考慮すると、一般型SB構造は、図-3(b)中の記号を用いて、以下の式(3)～(5)により設計できる。

$$\sigma_c = \frac{H \times h_2}{1/6 \times B \times A^2} \leq \sigma_a = \frac{\sigma_y}{1.7} \times 1.5 \quad (3)$$

$$\tau = \frac{H}{A \times B} \leq \tau_a = \frac{\sigma_y}{\sqrt{3}} \times \frac{1.5}{1.7} \quad (4)$$

$$U = (\sigma_c / \sigma_a)^2 + (\tau / \tau_a)^2 \leq 1.2 \quad (5)$$

ただし、 $\tau$ は0.45 $\tau_a$ 前後であるので、およそ破断に関与しないものとする。ここに、 $\sigma_c$ : 破断部に作用する引張応力度、 $\sigma_a$ : 許容引張応力度、 $\sigma_y$ : 降伏点、 $\tau$ : 破断部に作用するせん断応力度、 $\tau_a$ : 許容せん断応力度、 $U$ : 合成応力度

#### c) ノッチ型SB構造の設計

ノッチ型SB構造も一般型SB構造と同様、道示Ⅱの「1025 合成応力度の照査」に準じて、SBはねじり変形をともなわないと仮定し、曲げモーメントによる引張応力度と曲げにともなうせん断応力度とがそれぞれ許容応力度内に入っても合成応力度が許容応力度を超えないという条件で設計する。ただし、引張応力度は引張強さの85 %以下とし、せん断応力度はvon Misesの降伏条件<sup>9)</sup>から決まる許容せん断応力度以下とする<sup>11)</sup>。これらを考慮して、ノッチ型SB構造は、図-3(c)中の記号を用いて、式(6)～(8)により設計できる。

$$\sigma_c = \frac{H \times h_2}{Z} \leq \sigma_a = \sigma_u \times 0.85 \quad (6)$$

$$\tau = \frac{H}{a \times b} \leq \tau_a = \frac{\sigma_y}{\sqrt{3}} \quad (7)$$

$$U = (\sigma_c / \sigma_a)^2 + (\tau / \tau_a)^2 \leq 1.2 \quad (8)$$

ただし、 $\tau \leq 0.45 \tau_a$ であり、 $\tau$ は破断に関与しないものとする。ここに、 $\sigma_c$ : 破断部に作用する引張応力度、 $Z$ : 断面係数（ $=a \times b^2/4$ ）、 $\sigma_a$ : 許容引張応力度、 $\sigma_u$ : 引張強さ、 $\tau$ : 破断部に作用するせん断応力度、 $\tau_a$ : 許容せん断応力度、 $\sigma_y$ : 降伏点、 $U$ : 合成応力度

以上のとおり、a)スリット型SB構造は破断部を $\tau \equiv \tau_a$ とすることでせん断破断を期待した設計手法であり、一方、b)一般型SB構造およびc)ノッチ型SB構造は破断部が延性的な破断を呈する設計手法であることが分かる。

#### (5) 実験結果

表-5には破断荷重（想定破断荷重と実験破断荷重との比較）を、図-4と図-5には荷重-変位関係を示す。各実験供試体の破断特性について以下に考察する。なお、スリット型の共通事項として、表-5によると、形状をA/B $\equiv$ 4となる時最も破断制御率が高いことが確認できる。

##### a) A-1（スリット型標準形状）

3体の実験破断荷重は、いずれも設計で想定した最

表-5 実験供試体諸元一覧

| 供試体 No.  | タイプ   | スリット率<br>(A-C)/A<br>(%) | A/B  | C/B  | 最大変位<br>(mm) | 実験破断荷重<br>① (kN) | 想定破断荷重<br>② (kN) | 破断制御率<br>①/② |
|----------|-------|-------------------------|------|------|--------------|------------------|------------------|--------------|
| A-1-1    | スリット型 | 85                      | 3.86 | 0.57 | 9.2          | 152.1            | 140.7            | 1.08         |
| A-1-2    |       |                         |      |      | 10.1         | 155.8            |                  | 1.11         |
| A-1-3    |       |                         |      |      | 9.9          | 155.0            |                  | 1.10         |
| A-1-avg* | スリット型 | 85                      | 3.86 | 0.57 | 9.7          | 154.3            | 140.7            | 1.10         |
| A-2      | スリット型 | 80                      | 3.86 | 0.79 | 11.6         | 215.3            | 188.2            | 1.14         |
| A-3      | スリット型 | 90                      | 3.86 | 0.39 | 8.8          | 109.3            | 93.6             | 1.17         |
| A-4      | スリット型 | 80                      | 4.70 | 0.96 | 11.6         | 191.3            | 157.4            | 1.22         |
| A-5      | スリット型 | 90                      | 2.51 | 0.26 | 12.4         | 184.8            | 144.6            | 1.28         |
| B        | 一般型   | —                       | 4.70 | —    | 25.7         | 751.4*           | 140.7            | 5.34         |
| C        | ノッチ型  | —                       | 2.51 | —    | 19.5         | 751.2*           | 140.7            | 5.34         |

\*:実験終了時の荷重であることを示す。

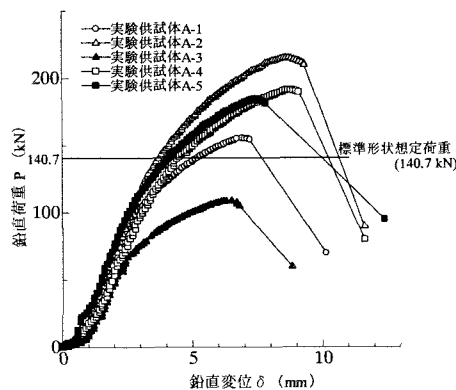


図-4 スリット型荷重-変位図

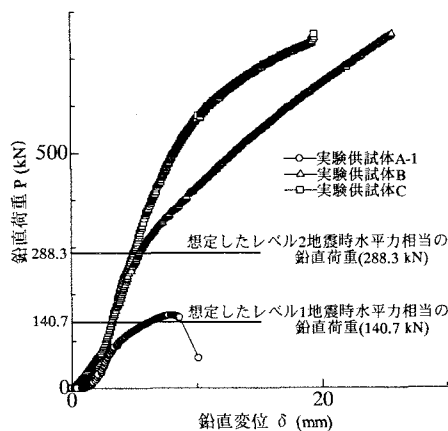


図-5 荷重-変位図

大荷重を1割程度上回り、最大変位は10 mm程度であった。3体の破断荷重および最大変位ともに同等な値が得られ、スリットの加工に起因するスリット型SB構造の破断特性のバラツキは極めて小さいものと判断できる。なお、実験破断荷重が想定破断荷重を1割程度超えた主な要因として、載荷板とガイド板との間の摩擦力の分担が考えられ、今後この効果を取り除くための検討が必要である。

#### b) A-2, A-3 (スリット型-スリット率の変化)

この2体は、外形寸法が標準形状と同じでスリット

率のみを変化させた構造であるが、式(2)より算出される想定破断荷重を15 %程度超えた荷重で破断に至っている。ここで、実験破断荷重を想定破断荷重で除して求まる破断制御率を定義すると、表-5より、スリット率を85 %とし、 $A/B \approx 4$ かつ $C/B \approx 0.6$ とする時、破断制御率が最も1.0に近づくことが確認できる。すなわち、式(2)は、今回、標準形状として設定したスリット率85 %の場合にスリット型SB構造の破断荷重を比較的容易、かつ精度良く算定できることが確認できる。

#### c) A-4, A-5 (スリット型-橋軸寸法Bの変化およびそれともなうスリット率の変化)

この2体は、標準形状に対して衝突部幅(橋軸寸法B)を変化させた構造であるが、いずれの実験結果も設計で想定した最大荷重を25 %程度超えた荷重で破断に至り、最大変位も12 mm程度まで増大した。標準形状から得られた結果と比較して、荷重、変位ともに制御性が乏しい結果となっている。

#### d) B (一般型), C (ノッチ型)

実験供試体B, Cともに、作用水平荷重は、設計で想定した最大荷重をはるかに上回り、レベル2地震時の想定荷重を超えても破断には至らなかった。すなわち、供試体B, Cのような破断に至るまでにSB構造自体の曲げ変形が顕著に生じるタイプのSB構造では、破断特性の制御が困難であり、免震メカニズムを阻害する可能性が高いことが判断できる。

#### (6) 設計に用いる鋼材の引張強さ

表-2に示したように、鋼材の引張強さは鋼材規格値、ミルシート、および引張試験結果ではそれぞれ異なる値を得た。通常、SBの設計は、鋼材を手配していない段階で行うことから、レベル1地震動相当の地震動による作用水平力に対して、スリット型SB構造が破断しないためには、鋼材の引張強さの下限値を設計に用いる必要がある。

表-6には、引張強さが鋼材規格の下限値をとる場合

表-6 使用鋼材規格値の下限值を用いた場合の想定荷重

| 供試体<br>No. | タイプ   | スリット率<br>(A-C)/A (%) | 実験破断荷重<br>① (kN) | 想定破断荷重<br>③ (kN) | 破断制御率<br>①/③ |
|------------|-------|----------------------|------------------|------------------|--------------|
| A-1-1      | スリット型 | 85                   | 152.1            | 132.2            | 1.15         |
| A-1-2      | スリット型 | 85                   | 155.8            | 132.2            | 1.18         |
| A-1-3      | スリット型 | 85                   | 155.0            | 132.2            | 1.17         |
| A-1-avg    | スリット型 | 85                   | 154.3            | 132.2            | 1.17         |

の破断想定荷重と実験破断荷重とを比較して示す。同表によると、標準形状としたスリット型SB構造は、破断想定荷重を15 %程度上回った荷重で破断することがわかる。引張強さが鋼材規格の下限值をとる場合と、今回実験供試体の設計に用いた鋼材の引張試験結果に基づく引張強さをを用いる場合との想定破断荷重の差異は6 %程度であり、式(1)、(2)により実用上、十分な精度でスリット型SB構造の設計が可能であることがわかった。

#### 4. まとめ

- (1) 従来から用いられているジョイントプロテクターとしてのサイドブロック (SB) 構造のうち、一般型およびノッチ型のような降伏点を基準とした設計手法のSB構造は想定破断荷重で破断しない恐れがある。想定破断荷重を超えて速やかに (想定破断荷重の1～2割増し程度) 破断する構造の採用が望ましく、改善が必要であることを指摘した。
- (2) 今回提案しているスリット型SB構造は、形状をA/B≒4かつ接合部CをC/B≒0.6で決定する時、スリット率は85%となる。この時、他のスリット率に比べ、破断制御率が高いことが確認できた。
- (3) 溶接構造用鋼材 (SM490A) を用いて製作したスリット型SBは、破断特性にバラツキが少ないことを載荷実験により確認した。
- (4) 従来型のSB構造では、SB自体の曲げ変形が顕著に顕れるため、破断特性の制御は困難であることを載荷実験により明らかにした。
- (5) 設計時の引張強さ $\sigma_u$ として、鋼材の規格値、ミルシートおよび引張試験結果を比較したところ、破断制御の観点から、鋼材規格値の下限值を用いても、十分に破断制御をできることが確認できた。

謝辞：本静的破断試験の実施にあたり、大阪市立大学大学院工学研究科都市系専攻の後期博士課程2回生田中賢太郎君の協力を得た。ここに記して謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説，Ⅴ.耐震設計編，2002.4
- 2) 坂井田 実，吉田雅彦，鈴木 威，坂下清信，松村政秀，北田俊行：破断特性制御型支承サイドブロックの構造提案，土木学会第 58 回年次学術講演会講演概要集，I-393，pp.785-786，2003.9
- 3) 坂井田 実，吉田雅彦，北田俊行，松村政秀：支承サイドブロックにおける破断特性制御構造の提案，土木学会第 27 回地震工学研究発表会梗概集，土木学会地震工学委員会，310，p.259，2003.12
- 4) 吉田雅彦，坂井田 実，鈴木 威，坂下清信，松村政秀，北田俊行：破断特性制御型支承サイドブロックの静的破断実験，土木学会第 58 回年次学術講演会講演概要集，土木学会，I-380，pp.759-760，2003.9
- 5) 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実験，土木学会第 27 回地震工学研究発表会梗概集，土木学会地震工学委員会，311，pp.260，2003.12
- 6) M.Sakaida, M.Yoshida, M.Matsumura, T.Kitada : Static breaking test of rupture controllable side block of bridge bearings, *Bridge Maintenance, Safety, Management and Cost*, International Association for Bridge Maintenance and Safety (IABMAS), pp.393-395, 2004.10
- 7) (財)日本規格協会：JIS ハンドブック 2，鉄鋼Ⅱ (棒・形・板・帯／鋼管／線・二次製品)，p.29，2001.1
- 8) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説，Ⅱ.鋼橋編，2002.4
- 9) 炭村 透，鵜野禎史，北沢理仁：各種すべり材の摩擦特性に関する基礎的研究，第 6 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論文集，地震工学委員会，土木学会，pp.397-402，2003.1
- 10) ニチアス(株)：フッ素樹脂製品，ナフロン素材，2002.12
- 11) 阪神高速道路公団：ゴム支承標準化(案)，1995.7