

# 鉄道橋ゴムシューの鉛直水平剛性と限界性能試験

日本鉄道建設公団 正会員 保坂鐵矢 池田学  
オイレス工業 正会員 ○池永雅良 川原壮一郎

## 1.はじめに

鉄道橋に使用されるゴムシューの性状については、常時における温度荷重や、列車走行時の活荷重さらに地震時荷重に対する特性が調べられている。これらは多くの場合、試験装置の制約等から縮小試験体を使用されることが多い。小型の試験体でもゴムシューの基本的な特性は確認できるものの、製造上の品質との関連性が高い限界性能については、実際に使用される大型のゴムシューによる確認が重要である。さらに、列車走行性に影響するゴムシューの鉛直剛性のばらつきを、実際に使用されるゴムシューで確認し、支承線内のゴムシューの鉛直剛性分布を調べる。

## 2. ゴムシュー

阿佐線物部川橋梁は橋長 378m の 4 径間連続 2 主板桁構造の鉄道橋である。図 1 に物部川橋梁の一般図を示す。桁は P1～P5、P5～P9 それぞれ 4 径間連続桁となっている。P1、P5、P9 は 540×490mm、P2～P4、P6～P8 は 790×740mm の平面寸法の 2 種類のゴムシューを各橋脚 2 個ずつ使用している。

限界性能試験に使用したゴムシューは P1、P5、P9 橋脚用で、図 2 に示す寸法形状のゴムシューである。試験体のゴムシューは製品として製作した中から、1 個抜き取った。ゴムの材質は天然ゴムで、せん断弾性率  $G = 10\text{kgf/cm}^2$  を使用している。想定地震におけるゴムシューの変位は 93.3mm で P1、P5、P9 橋脚用ゴムシューでは 127.6% のせん断ひずみとなる。

## 3. 試験方法

ゴムシューの試験は水平変形の無い状態での圧縮試験と、設計死荷重下でのせん断試験を行った。圧縮試験はゴムシューの沈み込みが設計値以上あることを確認する鉛直試験と、列車走行性に関する鉛直剛性試験の 2 種類行った。端支点用ゴムシューの圧縮試験の試験条件を表 1 に示す。せん断試験は想定地震の変形に相当する  $\pm 150\%$  せん断ひずみ試験を行った。以上の 3 種類の試験は通常の製品性能検査の試験で、全製品について実施した。製品の中から抜き取った 1 体はこれに加え  $\pm 250\%$  せん断ひずみ試験と破断試験を行い、ゴムシューの限界性能を調べた。せん断試験の試験条件を表 2 に示す。せん断試験は試

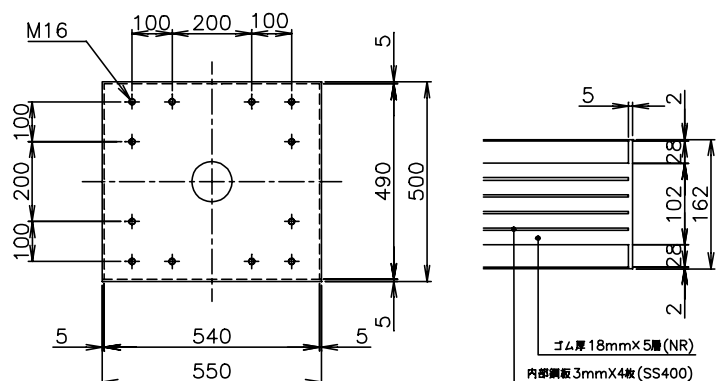


図 2 ゴムシュー

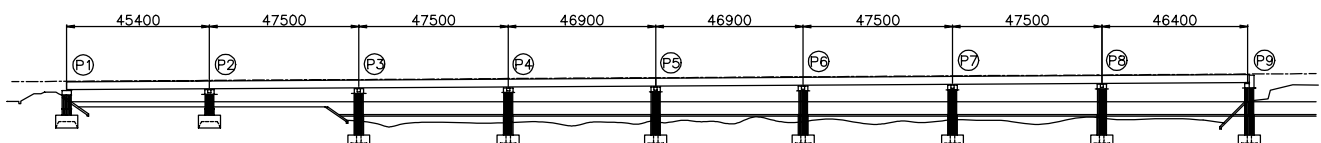


図 1 物部川橋一般図

キーワード：鉄道橋、ゴムシュー、破壊試験

連絡先：港区芝大門 1-3-2 芝細田ビル tel.03-3578-7933 fax.03-3578-7930

試験機の最大速度の範囲で変形を与えた。破断試験は一方向にゴムシューが破断するまで変形を与えた。

#### 4.試験結果

圧縮試験と $\pm 150\%$ のせん断試験の結果を図 3 に示す。測定された値の設計値に対する割合で示した。鉛直剛性 3 回目の測定値、せん断ばね定数は 5 回目の測定値である。鉛直剛性の規格値は設計値の $\pm 20\%$ 以内、かつ分布が $\pm 10\%$ 以内である。水平剛性の規格値は $\pm 10\%$ 以内である。鉛直剛性は設計値より高めに、せん断ばね定数は設計値より低めとなっていたが、いずれも設計の規格値内であった。製品間のばらつきは鉛直剛性、せん断ばね定数ともほぼ $10\%$ 以下となっていた。

せん断試験と破断試験の荷重—変位図を図 4 に示す。せん断ひずみ $250\%$ 試験では、せん断ひずみの大きい部分で荷重の増加が大きかったが、ゴムシューに損傷は見られなかった。ゴムシューの変形性能の規格値 $250\%$ 以上を満足していた。

破断試験の結果、ゴムシューは $315\text{mm}$ の変形で破断した。このときのせん断ひずみは $350\%$ 、水平荷重は $205\text{tonf}$ で $78\text{kgf/cm}^2$ のせん断応力となった。変形性能は規格値の $250\%$ に対し $1.4$ 倍あった。また、強度は $250\%$ 変形試験での最大荷重 $115\text{tonf}$ に対し、 $1.7$ 倍となった。せん断ひずみが大きい領域では、荷重の増加がより多くなるため、強度面での倍率が変形に比べて大きくなった。ゴムシューの変形性能は規格値の $250\%$ に対し、余裕があることが確認できた。

ゴムシューは写真 1 に示すように上部の 1 層目で破断した。このとき、ゴムシューの上下面が重なり合っている部分は、写真のように破断せず鉛直荷重を支持していた。

#### 5.まとめ

鉄道橋に実際に使用されるゴムシューの鉛直剛性、水平剛性のばらつきは $10\%$ 以下で小さかった。

ゴムシューはせん断ひずみ $350\%$ で破断した。規格値に対し、 $1.4$ 倍の安全率があった。強度面では変形量以上に余裕があることが確認できた。

表 1 圧縮試験条件

| 試験項目   | 鉛直荷重          | 回数 |
|--------|---------------|----|
| 鉛直試験   | 0 ~ 72tonf    | 3  |
| 鉛直剛性試験 | 72 ~ 180 tonf | 3  |

表 2 せん断試験条件

| 試験項目            | 鉛直荷重   | 振幅                 | 回数 |
|-----------------|--------|--------------------|----|
| せん断 $\pm 150\%$ | 72tonf | $\pm 135\text{mm}$ | 5  |
| せん断 $\pm 250\%$ | "      | $\pm 225\text{mm}$ | 5  |
| せん断破壊           | "      | 破断まで               | 1  |

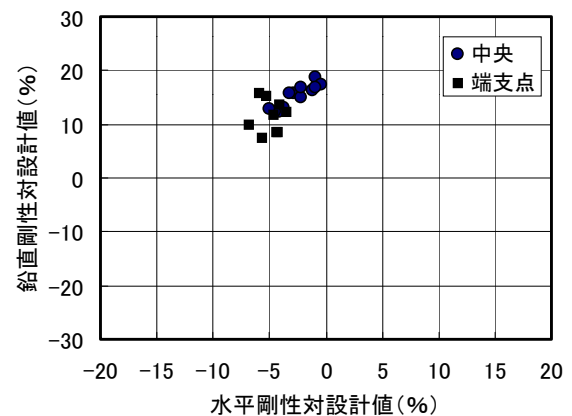


図 3 対設計値

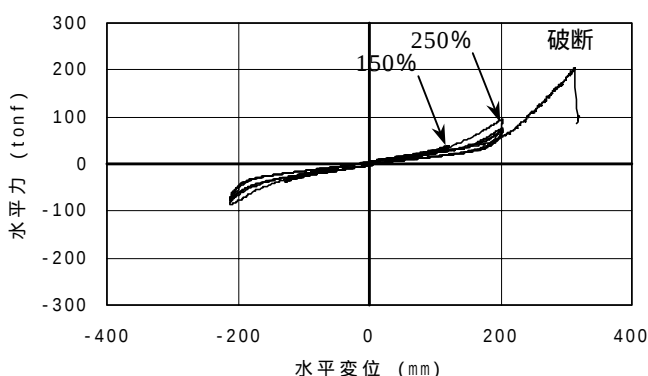


図 4 せん断試験



写真 1 破断状況