

I-A 289

鋼鉄道橋の折れ角を模したゴムシューの回転疲労試験

日本鉄道建設公団 正 保坂 鐵矢
 “ 中川 俊隆
 オイレス工業 正 池永 雅良

1. はじめに

鋼鉄道橋の一般ゴムシューの設計上の基本的な考え方は支間30m 以下のプレートガーダー、合成桁SRC 桁への適用を前提にしている。最近の構造選定の要求から長大支間へのゴムシューの採用が求められ合理的なゴムシューの開発の一環として鋼桁用のゴムシューの性状を鉄道特有の条件を加えた試験により確認することとした。

2. 試験方法

今までのゴムシューの疲労試験では圧縮せん断疲労試験や、一定回転・一定せん断下での圧縮疲労試験はあるものの、回転について直接疲労試験した例はなかった。現行の設計法の支圧応力の規定と活荷重載荷による浮き上がりの規定について合理的な設計を行うため、回転試験によるゴム支承の評価を行なった。試験は静的載荷による圧縮試験と回転試験、そして動的載荷による回転疲労試験を行なった。

2.1 試験体および試験装置

試験体は表1 に示すように試験機的能力から最大平均圧縮応力150 kgf/cm² まで加力できる平面寸法とし、ゴム厚さは実橋に使用されるゴム支承の形状係数(5~10) となる4 種類について静的載荷試験をした。ゴムの材質はクロロブレンゴム、ゴムの静的せん断弾性率はG=8 kgf/cm² , 補強鋼板は厚さ1mm のステンレス板を使用している。

試験は図 1に示すように、回転加力ビームの上下にゴムシューをセットし50tonf プレスにより圧縮力を、回転加力ビームを3tonf サーボアクチュエータにより回転させた。

ゴムシューの変形量は上下のそれぞれの試験体に対し4 点の変位計を回転方向に試験体の寸法と同じ180mm の位置に取り付け、平均圧縮量や回転角の測定を行なった。

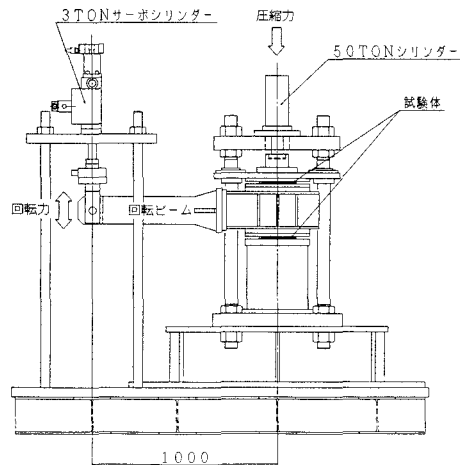


図1 試験装置

表1 試験体寸法

平面形状 (mm)	ゴム層	形状係数
180 × 180	8mm × 1 層	5.6
	6mm × 1 層	7.5
	6mm × 2 層	7.5
	5mm × 1 層	9.0

表2 静的圧縮試験条件

回転角	圧縮力 (kgf/cm ²)	ステップ
0 1/500 1/200	0 ⇒ 50	1
	0 ⇒ 80	2
	0 ⇒ 100	3
	0 ⇒ 120	4
	0 ⇒ 150	5

回転角1/200 は桁の折れ角1/640 に相当

2.2 試験条件

①静的圧縮試験 試験は1組の試験体で表1 に示すように回転角0 を与えた状態で5 ステップの静的な圧縮力を加え、圧縮力・圧縮変位・ゴム支承の圧力分布を測定した。さらに回転角1/500, 1/200 を与え同様の試験を行なった。

②静的回転試験 試験は表2 に示すように圧縮応力50kgf/cm² を加えた状態で2 ステップの静的な回転変形を与え、回転力、回転変位を測定した。さらに圧縮応力80, 100, 120, 150kgf/cm² を加え同様の2 ステップの試験を行なった。

③動的回転疲労試験 試験体は6mm × 1 層のゴム支承を使用した。試験は2組の試験体で表3 に示すように

圧縮応力 50kgf/cm^2 と 150kgf/cm^2 を一定 表3 静的回転試験条件

に加えた状態で200万回の動的回転疲労試験を行なった。静的回転試験の結果、圧縮応力 50kgf/cm^2 で回転角 $1/200$ が加わると浮き上がりが生じることが確認されたので、浮き上がりに対する評価試験として圧縮応

圧縮力 (kgf/cm^2)	回転角	ステップ
50 80 100 120 150	$0 \Rightarrow 1/500$	1
	$0 \Rightarrow 1/200$	2

表4 動的回転疲労試験条件

実験No.	圧縮力 (kgf/cm^2)	回転角	振動数 (Hz)
1	50	$0 \sim 1/200$	2
2	150	$0 \sim 1/200$	2

力 50kgf/cm^2 で回転角 $1/200$ の疲労試験を行なった。試験は途中50万回ごとに寸法の変化、外観の状態、および圧縮応力 150kgf/cm^2 までの静的圧縮試験を行ないゴム支承の特性の変化を調べた。

3. 試験結果

①静的圧縮試験 圧縮ばね定数の測定値を図2に示す。ばね定数は圧縮応力 15kgf/cm^2 ～最大値までを直線で結び測定値とした。ばね定数は圧縮力が大きくなるに従い高くなる傾向があり、 150kgf/cm^2 では 80kgf/cm^2 の10%増となっている。また回転が生じるとばね定数は下がり、 $1/200$ の回転ではおよそ5%の低下となる。いずれの場合も大きな変化ではなく使用上問題とはならない。

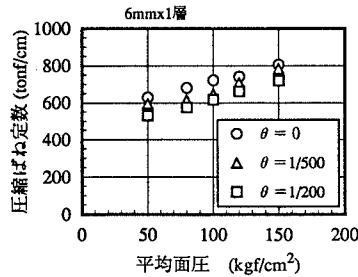


図2 圧縮ばね定数

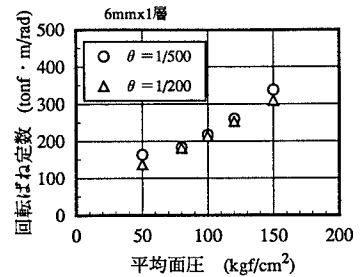


図3 回転ばね定数

②静的回転試験 回転ばね定数は面圧 80kgf/cm^2 で $1000 \sim 3000\text{tonf m/rad}$ であった。面圧が高い程硬くなっている、面圧が高いとゴムに対する回転の影響が大きいことが分かった（図3）。回転により浮き上がりが発生したのは $6\text{mm} \times 1$ 層では圧縮応力が 80kgf/cm^2 以下で回転角が $1/200$ の時、 $5\text{mm} \times 1$ 層では回転角が $1/200$ の時すべてと圧縮応力 50kgf/cm^2 回転角が $1/500$ の時であった。

③動的回転疲労試験 図4に示すように200万回の疲労試験の前後における静的圧縮試験による圧縮ばね定数の変化は面圧 150kgf/cm^2 で-10%以下、面圧 50kgf/cm^2 で-5%以下と、変化の程度は小さく使用上問題はない。

4. 試験結果のまとめ

今回の試験の結果以下のことが確認されゴムシューのより合理的な設計法が提案できる見通しとなった。

①ゴム支承に回転による浮き上がりが発生しても、200万回の繰返し回転疲労で破損することなく充分使用できることが確認できた。

②ゴム支承に回転による最大圧縮ひずみが17%生じる条件（圧縮応力 150kgf/cm^2 、回転角 $1/200$ ）でも200万回の繰返し回転疲労により破損することはなかった。

以上の点から、浮き上がりが生じて最大圧縮ひずみを規定することにより合理的な設計が可能となる目安がついた。また、平均圧縮応力 150kgf/cm^2 を載荷し、繰返し回転を与えた場合でも疲労で破損することなく、現在の圧縮応力の規定をより高めても使用できることが確認できた。

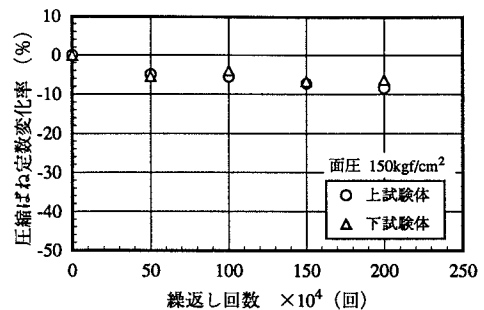
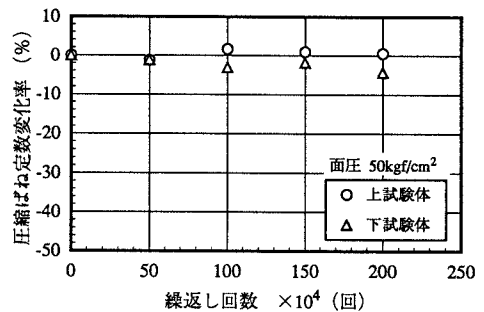


図4 圧縮ばね定数の変化