

国鉄 構造物設計事務所 正会員 ○武友 憲重
国鉄 構造物設計事務所 正会員 梶葉 紀昭
国鉄 構造物設計事務所 正会員 市川 篤司

まえがき

最近、鉄道橋では鋼桁シュー座の変状例が多く報告されており、その原因の究明と対策が求められている。このシュー座の変状対策として、ゴムシューの鋼桁に対する適用が検討されている。ゴムシューはシュー座への衝撃を緩和し、また支点反力の均一化をはかることによりシュー座の負担を軽減する等の長所をもち、コンクリート桁ではすでに標準化され多くの実績をもつが、鋼鉄道橋にゴムシューを使用するには、桁の安定性、列車の走行安定性、ゴムシューの耐疲労性など未解明な点が多い。

ここでは、鋼鉄道橋の特性を考慮したゴムシューの疲労試験および実橋にゴムシューを使用した場合の桁の振動性状確認試験について報告をする。

1 試験の概要

1-1 室内疲労試験

鋼桁にゴムシューを使用する場合は、コンクリート桁に使用する場合に比べ、圧縮応力の変動幅が同じであっても下限応力が小さいことおよびたわみ角が大きくなること等、ゴムシューにとってきびしい使用条件となる。本試験は、市販されている3社のコンクリート桁用ゴムシュー（ $200\text{mm} \times 200\text{mm} \times 12\text{mm}$ 、ゴム厚 10mm ）について、繰返し圧縮応力を $5 \sim 60\text{kg/cm}^2$ 、回転角を $1/250$ 、最大水平せん断歪を 50% としこれらを同時に考え、 3Hz の周期により繰返し回数 200 万回まで行った。試験装置の概要を図-1に示す。

1-2 実橋敷設試験

実橋試験は、2橋梁（上路プレートガーダー鋼直結軌道式、スパン 6.0m 、上路プレートガーダー南束式、スパン 19.2m ）において実施した。それぞれゴムシューを使用した場合と鋼製シューを使用した場合の桁の振動加速度（支点部の主桁下フランジ）、たわみ（主桁支向中央部）、シュー座の振動加速度等を測定した。

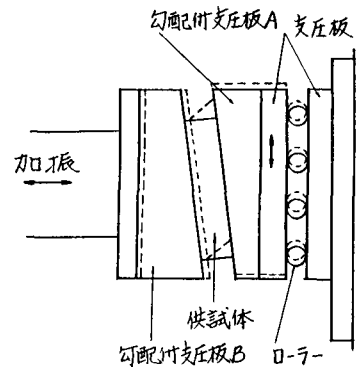


図-1 室内疲労試験装置

2 試験結果

2-1 室内疲労試験

疲労試験結果の一覧を表-1に示す。200万回載荷後の圧縮バネ定数の変化をみると、①②では2%増加したが、③は反対に低下した。一般に繰返し載荷後のゴムは、分子構造の変化によりバネ定数が増加する傾向にあるが、③はき裂による面積減少率が大きいため、形状変化の影響が大きくあらわれた。

供試体	静的圧縮バネ定数の変化率 (5~60%)	静的引張バネ定数の変化率 (5~60%)	動的引張バネ定数の変化率	上昇温度 (°C)	き裂の損傷度合 (mm)		き裂による面積減少率 (%)	寸法の変化(水変形) (%)	
					最大深さ	総長さ		厚さ	長さ
①	1.02	0.96	1.19	6	2	110	1	-0.4	0
②	1.02	0.98	0.94	6	7	119	2	-0.3	+0.3
③	0.94	0.84	0.93	7	20	317	20	-0.6	+0.2

表-1 室内疲労試験結果

めと考えられる。またせん断バネ定数は疲労試験前に比べて全て低下しており、その低下量は面積減少率とよく対応している。また永久変形は、厚さが最大-0.6%、長さが最大+0.3%であった。

これらの試験結果から、①②の製品については実用上十分な疲労耐久性能を有しているものと考えられる。

2-2 実橋敷設試験

桁の振動加速度、シュー座の振動加速度、たわみの試験結果を表-2,3に示す。ここでは、主に、シューの差異(ゴムシューと鋼製シュー)に起因した鋼桁の挙動の差異に着目して考察を行う。

下フランジの加速度およびシュー座の加速度について、シューの差異による挙動は、車両、乗車率などの違いにより判別するのは難しいが、大きな差異は認められない。また加速度の下

測定項目	シュー 列車種別		鋼製シュー				ゴムシュー			
			気動車		貨物列車		気動車		貨物列車	
シュー座の最大加速度(G1)			0.005	0.007	0.028	0.011	0.007	0.004	0.004	0.004
支点部の主桁下フランジの最大加速度(G2)			0.013	0.111	0.320	0.131	0.076	0.128	0.095	0.120
たわみ (mm)			5.09	5.01	6.39	6.80	6.10	6.78	9.83	10.44
加速度の減り度 (G2/G1)			2.6	15.9	11.4	11.9	10.9	32.0	23.8	30.0

表-2 実橋敷設試験結果(スパン19.2m)

測定項目	シュー 列車種別		鋼製シュー				ゴムシュー			
			通勤電車		貨物列車		通勤電車		貨物列車	
シュー座の最大加速度(G1)			0.33	0.59	0.12	0.11	0.14	0.12	0.18	0.23
支点部の主桁下フランジの最大加速度(G2)			3.92	2.91	0.68	0.91	2.49	2.69	2.10	5.51
たわみ (mm)			1.46		1.56		2.20		2.98	
加速度の減り度 (G2/G1)			11.9	4.9	5.7	8.3	17.8	22.4	11.7	24.0

表-3 実橋敷設試験結果(スパン6.0m)

フランジからシュー座へ至る変化としてとらえた加速度の減りについては、ゴムシューと鋼製シューとの間では明らかにゴムシューの加速度の減りが大きく、シュー座への振動が緩和されたと考えられる。

たわみについては、ゴムシューを用いた桁のものが大きい。これは、計算たわみより大きな値であり、その理由は2つ考えられる。第1に、ゴムシューは桁のたわみ変形の影響により偏圧状態となり見かけのバネ定数が低下する。第2に、シュー相互間に下座が存在すると反力が均等に配分されず反力が集中したところに大きな支点沈下が発生しめかけのたわみ量が増大する。たわみの増大は、桁端部の角折れが列車の走行およびレールの応力に与える影響を考えると不利な状態とならるが、鋼桁のたわみ限度から考えると、測定されたこれらの値は特に問題となる値ではない。

あとがき

市販されているゴムシューについて疲労試験を行い、実用上は満足できる疲労耐久性が確認できたが、製品によってはバラツキもあることから、今後実用にあたってはさらに厳しい条件での疲労耐久性について検討し、その基準値を定めたいと考えている。また、実橋試験において鋼製シューに比べ種々の相点が確認されたので、今後次のような検討を行い、逐次施工実績を積んでいくと同時に、各種形式の鋼桁に応じたゴム支承の標準化を行ってきたい。

- (1) 鋼製シューでは、水平力をシュー下面のリブ、スタッドでとらせていたのに対し、ゴムシューではストッパー、アンカーボルトなどで水平力を負担させるため、地震時水平力の大きい道床式、合成桁等死荷重の大きい桁の支承構造ディテールについての検討を行う。
- (2) 長大スパンと比較的軽量な閉床式の振動性状が車両におよぼす影響を検討し適用可能な範囲を明らかにする。

(参考文献)

橋田敏之、菊池一成、西山佳伸：コンクリート桁用ゴムシューの設計および試験、構造物設計資料 N0.57、JS54.3
日本道路協会：道路橋支承便覧、丸善株式会社、JS57