

I - 441 鋼鉄道橋への高減衰ゴム支承の適用（その1）

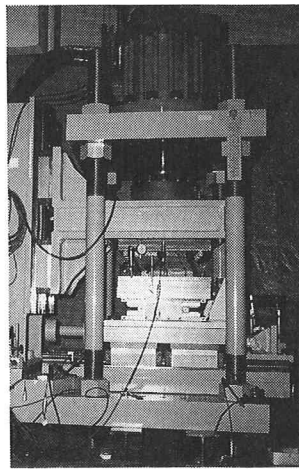
日本鉄道建設公団 正員 保坂 鐵矢 日本鉄道建設公団 服部 紳吾
 " " 玉木 史郎 ㈱ブリヂストン 正員 合田 研吾

1. はじめに

高減衰ゴム支承は、優れた免震装置として建築物をはじめ道路橋の免震においても実用化の段階に入っている。また高減衰ゴム支承は鋼鉄道橋の免震化においてもコンパクトな免震装置として期待されている。一方鋼鉄道橋用支承の場合は、要求される特有の機能、特に①温度変化にともなう桁伸縮による低速の水平繰り返し変形、②列車荷重による鉛直繰り返し載荷による変動（経年劣化）等を考慮した耐久性について、各種試験を行い、既に北総線都計道3, 4, 20架道橋および東葉線、白筋架道橋の合成桁において、積層ゴム支承（LRB）を採用している。引き続き、鋼鉄道橋への積層ゴム支承を採用するうえで、変位吸収能力、復原能力に加えゴム自身に減衰能力を有する高減衰ゴム支承について各種品質試験を行うこととした。本報告は、要求される機能、特性のうち、温度変化にともなう水平変位を考慮した状態での、列車荷重による繰り返し載荷に対する耐久性を評価した、動的圧縮疲労試験について報告するものであり、『鋼鉄道橋免震支承設計の手引』を策定するにあたり、素材試験の一環として実施したものである。

2. 試験概要

図-1に試験体、写-1に試験装置の概要を示す。試験は、試験体に70%（変位3.9mm）のせん断ひずみを与えた状態で、鉛直方向に加力を繰り返す方法で行った。鉛直荷重は50.46tf（面圧60Kgf/cm²）を載荷した状態で±16.82tf（面圧にして±20Kgf/cm²）の荷重振幅を振動数3.0Hzで300万回繰り返し与えた。なお、供試体に与える載荷条件は鉄道橋におけるゴム支承の適用条件（面圧60Kgf/cm²・せん断ひずみ50%）に対し幾分厳しく設定し、荷重振幅載荷速度は、高速列車の走行を想定した。また、本試験では試験機に生ずる曲げモーメントを小さくするため、予め供試体をその中心がアクチュエータの中心より19.5mm（せん断変形量の1/2）ずれるように取り付けた。高減衰ゴム支承の特性値の変動は、鉛直荷重の繰り返し回数75万回ごとに試験体を恒温室に一晩保管し、発熱の影響を除去して測定を行った。水平方向特性として、面圧60Kgf/cm²となるように鉛直荷重を載荷し、水平変位3.9mm（せん断ひずみ70%）の正弦波を振動数0.02Hzで与え、得られた履歴曲線から固有降伏強度 Q_d 、降伏後剛性 K_d 、等価粘性減衰係数 h_{eq} 、等価剛性 K_{eq} を求めた（図-2）。鉛直方向特性は、圧縮荷重を面圧で0～80Kgf/cm²に変化させ、この時の荷重-変位の傾きから鉛直ばね値を評価した。



写-1 試験装置

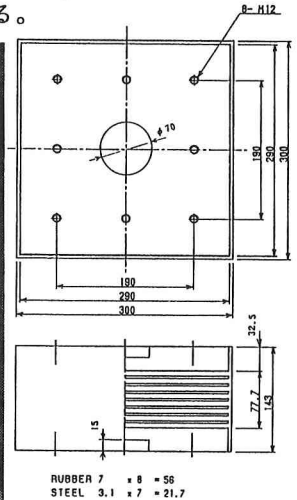


図-1 試験体

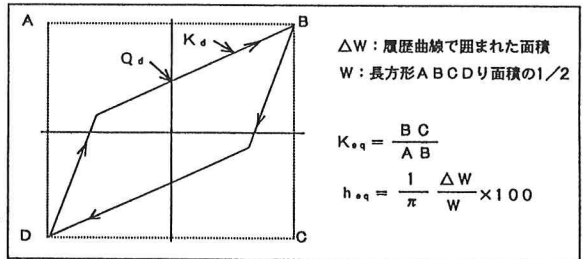


図-2 水平復元力特性値

3. 試験結果

水平方向特性として、鉛直繰り返し加力負荷前の履歴曲線と300万回負荷後のものを図-3に示す。これらの履歴曲線から求めた固有降伏強度 Q_d 、降伏後剛性 K_d 、等価粘性減衰係数 h_{eq} 、等価剛性 K_{eq} の圧縮繰り返しによる変化を、初期の特性を基準に図-4に示す。75万回の圧縮繰り返しによる特性は初期の値に対し、 Q_d は79.7%、 K_d は88.9%、 h_{eq} は89.6%、 K_{eq} は86.4%となった。また、最終的に300万回の繰り返し後には、各々74.6%、84%、89.6%、81.3%となった。鉛直方向特性も、同様に鉛直力-鉛直変位曲線を鉛直繰り返し加力負荷前のものと300万回負荷後のものを図-5に示し、これより求めた鉛直ばね定数 K_v の変化比を図-6に示す。この結果75万回の圧縮繰り返しによる特性は、初期の値に対し70.4%となり、最終的に300万回の繰り返し後には、65.5%となった。また、試験体の外観は300万回の鉛直繰り返し負荷を通じ、変化は認められなかった。

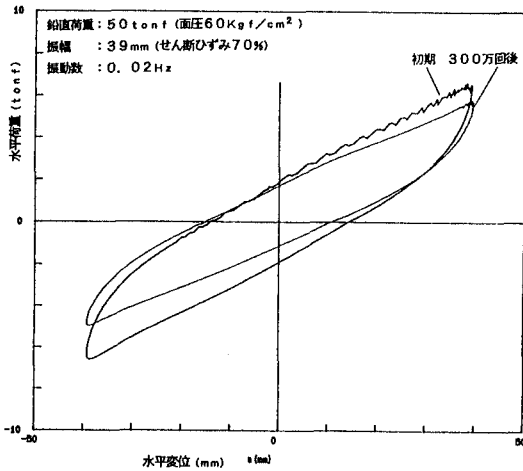


図-3 水平復元力履歴曲線

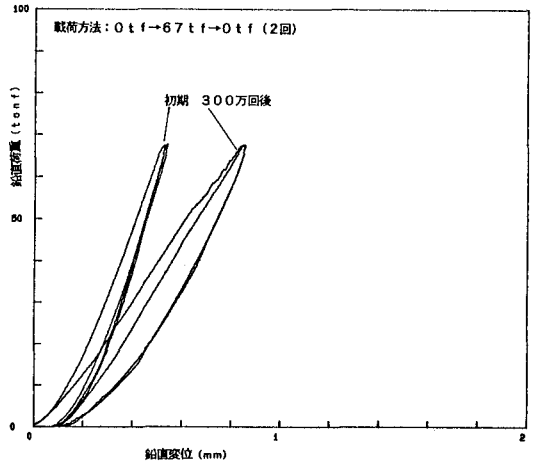


図-4 鉛直力-鉛直変位曲線

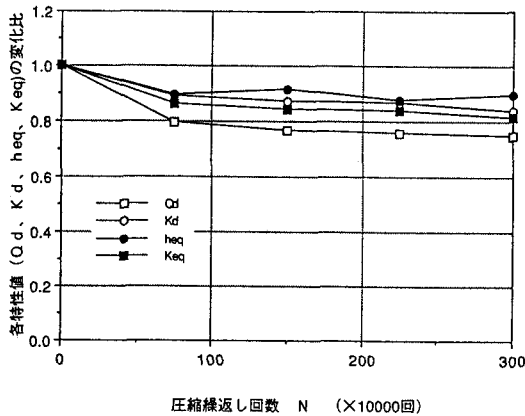


図-5 圧縮繰返しによる水平特性値の変化比

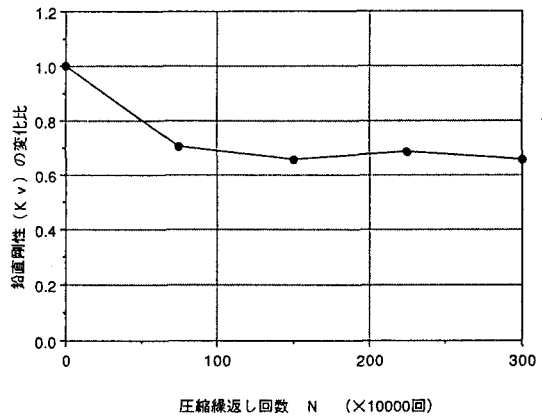


図-6 圧縮繰返しによる鉛直剛性の変化比

4. まとめ

列車荷重を想定し、高減衰ゴム支承に常時変位として70%のせん断ひずみを与えた状態での動的圧縮疲労試験を実施し、支承としての耐久性を評価した。試験の結果、300万回の鉛直繰返し負荷による支承の水平復元力特性の変化率は0.75~0.90と小さく、鉛直剛性の変化率は0.66であることが確認できた。鉛直剛性の変化率が比較的大きいのは、基準となる初期の鉛直剛性を測定後、試験体がせん断変形を経験したことによる軟化現象(ゴムのなじみ)に起因するものであり、せん断変形を経験した75万回疲労後の剛性を基準とすると、300万回疲労後の剛性比は0.93と非常に小さくなっている。また、試験中、試験体に亀裂やはく離等の異常は全く見られず、十分な耐久性を示した。なお温度変化に伴う桁の伸縮による繰返し水平変形を想定した低速繰返しせん断試験の他、鋼橋の特性を考慮した支圧分布に付いても現在試験中であり、これらはまとめ次第報告する予定である。また、これらの試験結果を踏まえ、鋼鉄道橋に高減衰積層ゴム支承を適用する場合の設計マニュアル作りを進めて行きたいと考えている。

参考文献

- 1) 玉木, 谷相, 長田: 鋼鉄道橋へのLRB支承の適用(その4) 土木学会第47回年次学術講演会(84年9月)