

I-312 鋼鉄道橋へのLRB支承の適用（その3）

日本鉄道建設公団 正会員 谷相理嗣
 " " 井口光雄
 オイレス工業 " 下田郁夫

1 はじめに

鉛プラグ入り積層ゴム支承（LRB支承）は、優れた免震装置として主に建築物を対象に多くの実験が行われ、既に実用段階に入っている。

鋼鉄道橋においても、耐震性の向上と水平力の分散を図るため、二径間連続部分合成桁にLRB支承を適用してきた。LRB支承の適用を、より広範な鋼鉄道橋に対して考える場合、その機能・特性に対する要求事項は建築物とは異なり、

- ①温度伸縮に対するせん断繰り返し耐久性
- ②列車荷重による繰り返し載荷に対する耐久性

等の確認が重要な課題であると考えられる。

そこで今回、桁の温度伸縮を意識した低速変位のせん断耐久性についての試験を行った。

本報告は、『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LRB支承の低速度下のせん断耐久性試験について報告するものである。

2 試験目的

LRB支承は、せん断荷重—せん断変形の履歴曲線において図-1に現わす履歴特性を示すことが知られている。支承の剛性や減衰に寄与する履歴特性は、地震応答を意識した多くの高速繰り返し試験結果に基づきLRB支承の動的特性値として定式化されているが、これらの特性値は、せん断荷重の載荷速度と歪レベルにより変化すると推定される。

橋梁にLRB支承を適用する場合、支承には鉛直荷重と同時に桁の温度伸縮による低速度の繰り返しせん断荷重が常時作用することとなる。今回の試験は、このような載荷状態におけるLRB支承の履歴特性を把握する目的で実施した。

3 試験概要

図-2に試験体・図-3に試験設備の概要を示す。

試験は、フラットジャッキにより鉛直荷重 $P=40t$ （面圧 $\sigma_c=70\text{kgf/cm}^2$ ）・ロードセルによりせん断変位 $\delta=\pm 28\text{mm}$ （せん断歪 $\gamma=70\%$ ）を供試体と与え、1時間4サイクルの載荷速度（ $V=0.02\text{cm/sec}$ ）で5000回の繰り返し載荷を行った。なお、試験体と与える鉛直荷重およびせん断歪は、鉄道橋におけるゴム支承の適用条件（面圧 $\sigma_c=60\text{kgf/cm}^2$ ・せん断歪 $\gamma=50\%$ ）より若干厳しく設定した。

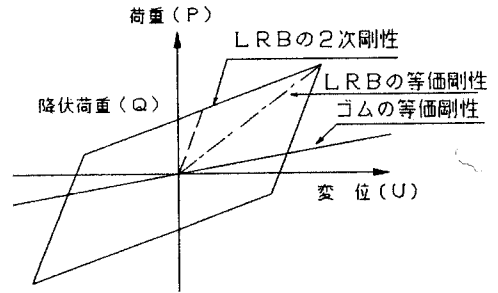


図-1 LRB支承の動的特性模式図

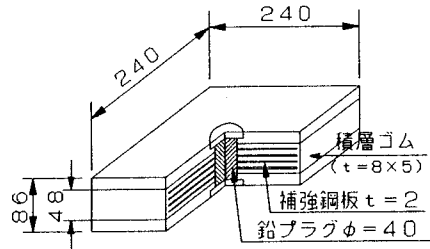


図-2 試験体概略図

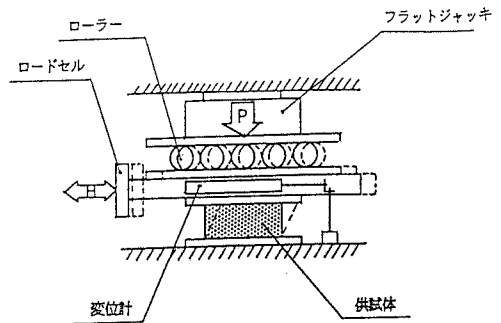


図-3 試験設備概要図

4 試験結果

今回の試験から得られた履歴特性の一例を図-4に示す。また、『道路橋の免震設計法ガイドライン（案）』（以下ガイドラインという）から求めたLRB支承の動的特性値・静的特性値と今回の試験結果を表-1に示す。

試験結果から、支承の降伏荷重・剛性・減衰係数は繰返し回数の増加にともない減少する傾向にあることが確認された。しかし、減少量は1～7%と小さく、本試験結果を基に1日1サイクルの変位が繰り返されるものと仮定して回帰計算により求めた100年後（36500回後）の低下率でも3～12%程度と推定されることから、LRB支承の特性に支障をきたす程のものではないと判断される。

また、今回の試験から求めた特性値は、ガイドラインから求めた動的特性値に比べ降伏荷重が90%程度・2次剛性が45%程度・等価剛性が60%程度といずれも小さい値を示している。一方、ガイドラインの静的特性値から求めた等価剛性値は、本試験結果から求めた等価剛性値と良く一致した値となっており、LRB支承の履歴特性が低速変位に対して柔らかくなる傾向を現わしたものと判断される。

5 まとめ

今回、試験結果からLRB支承の低速変位下における履歴特性として、

- ① 等価剛性が動的特性値の60%程度に低減され、支承のせん断歪70%に対する水平抵抗力は鉛直荷重の6%程度（ $\mu = 0.06$ ）であることが確認された。
- ② 5000回までの繰返し試験の結果、支承の特性値は比較的安定した状態を保ち、せん断繰返し载荷に対し十分な耐久性を有することが確認された。

これらの結果から、常時において桁の伸縮により発生する水平抵抗力は現行の可動支承に対する摩擦抵抗力（ $\mu = 0.1$ ）を考慮すれば十分であると推定される。

今後、列車の繰返し荷重を想定した耐久性試験等を行い、鉄道橋に対するLRB支承の設計法を確立して行きたいと考えている。

【参考文献】

- 1) 井口、加地：鋼鉄道橋へのLRB支承の適用について（土木学会第45回年次学術講演会）
- 2) 国土開発技術センター：道路橋の免震設計法ガイドライン（案）
- 3) 井口、谷相：鋼鉄道橋へのLRB支承の適用（その2）（土木学会関東支部技術研究発表会）
- 4) 日本鉄道建設公団：鋼鉄道橋免震支承設計の手引（案）

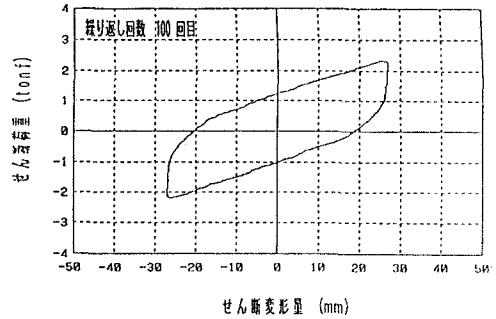


図-4 荷重－変位の履歴曲線

繰返し回数	降伏荷重 Q (kg)	2次剛性 K2 (kg/cm)	等価剛性 KB (kg/cm)	減衰係数 he (%)
設計値				
動的	980	975	1325	----
静的	-----	-----	821	----
100回	1111	462	833	28.8
200回	1116	463	832	29.1
500回	1096	442	829	28.0
1000回	1105	426	828	27.6
2000回	1091	421	818	27.4
5000回	1085	419	810	26.9

注) ① 設計値は『道路橋の免震設計法ガイドライン（案）』により求めた値

② 静的設計値の等価剛性は、ガイドラインに示されている低速変位により生じるせん断力を変位量で除して求めた値

表-1 試験結果一覧表