

I-B57 ランダム波入力時のLRBの動的特性に関する実験的研究

鹿島土木設計本部

正会員○南 浩郎*¹

鹿島技術研究所

正会員 山野辺慎一*²

北海道開発局開発土木研究所

正会員 佐藤昌志*³ 三田村浩*³

1. はじめに

鋼製免震支承と鉛プラグ入り積層ゴム支承（以下、LRB）の動的応答の周波数依存性および動的復元力特性の確認を目的とし、上部構造を表現する上載荷重を支承で支持する試験体を用いた振動実験を行った。本文では、上記のうちLRBを用いて行った振動実験について報告する。

2. 実験供試体および実験装置

本実験に使用したLRBを図-1に、諸元を表-1に示す。また、図-2に実験装置の全体図を示す。加振方法は、アクチュエータ（動的荷重： $\pm 200\text{tf}$ 、ストローク： $\pm 15\text{cm}$ ）の動きを、てこを用いて振幅を増幅させ、振動台を駆動するものである。また、LRBが負担する上部構造と上載荷重（ 20tf ）による慣性力を大きくするため、上部構造を支持するLRBは片側の2点とし、他方の支持は水平ローラによるものとした。

3. ランダム波加振実験

ランダム波で加振した状態でのLRBの動的復元力特性を把握するためにランダム波加振実験を行った。振動台への入力波としては、成分周波数 $0.5\sim 10\text{Hz}$ の間のフーリエ振幅が一定となるような擬似ランダム波、北海道東方沖地震での温根沼大橋および兵庫県南部地震での神戸海洋気象台の各地震記録とした。また、低温下でのLRBの振動特性を確認するために、常温での実験のほか、支承表面温度を -10°C 、 -20°C とした場合についての実験も併せて行った。

擬似ランダム波を入力した際の、振動台と上部構造の加速度波形と加速度のフーリエスペクトル、周波数伝達関数、およびLRBの水平変位と水平力の履歴曲線を図-3に示す。なお、図中の波線は支承表面温度を -20°C とした場合の実験結果である。

上部構造の応答加速度は、常温の場合、振動台加速度に比べ大きく低減している。また、上部構造加速度のフーリエスペクトルをみると 1Hz 付近にピークがあるものの 2Hz 以上の成分は急激に減少しており、LRBによる振動の長周期化の効果が確認できる。履歴曲線を見ると、支承を冷却することによって、せん断剛性が

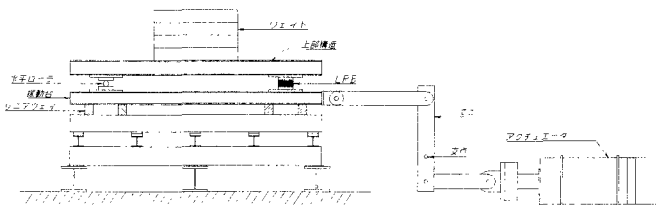


図-2 実験装置全体図

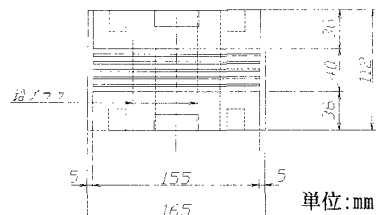


図-1 実験に使用したLRB

表-1 LRBの諸元

諸元	特性値
平面形状	155×155mm
高さ	40mm（ゴム5mm×6層、内部補強鋼板2mm×5枚）
鉛プラグ面積	平面形状の5.8%（ $\approx 1385\text{mm}^2$ ）
鉛プラグ形状・本数	$\phi 21.0\text{mm} \times 4$ 本
せん断弾性係数	8 kgf/cm ² （ゴム）

キーワード：LRB、振動実験、動的特性

連絡先 *1：〒107-8502 港区赤坂6-5-30

TEL 03-5561-2189 FAX 03-5561-2156

*2：〒182-0036 調布市飛田給2-19-1

TEL 0424-89-7077 FAX 0424-89-7087

*3：〒062-0931 札幌市豊平区平岸1条3丁目

TEL 011-841-1111 FAX 011-824-1226

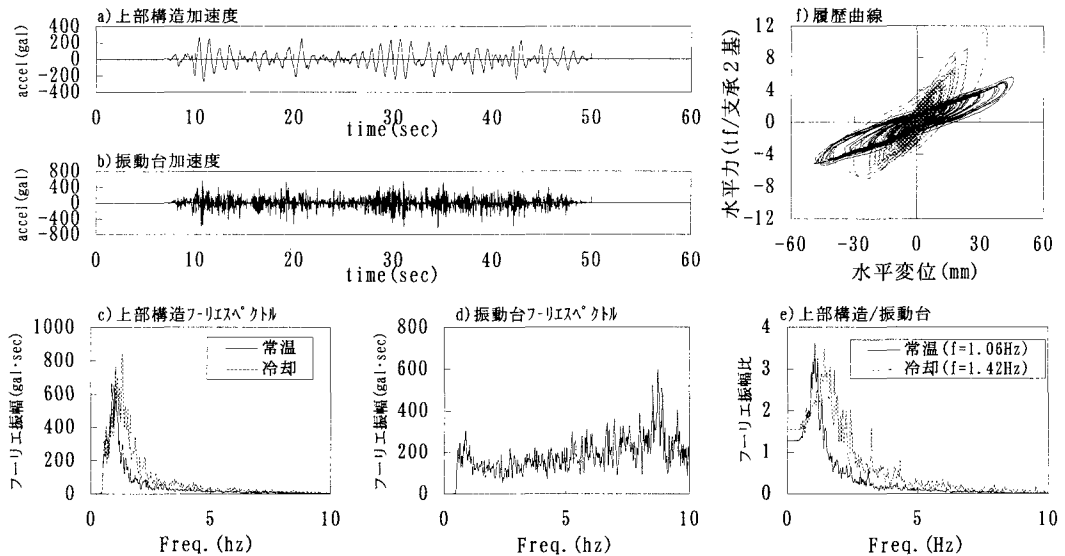


図-3 ランダム波加振実験結果（擬似ランダム波）

増加することが確認できる。また、同様の理由から、伝達関数についてもピークの振動数が、常温の1.06Hzから1.42Hzへ高振動数側へ変化している。なお、LRBの常温での履歴曲線は「道路橋の免震設計法マニュアル(案)」²⁾の計算値と比較すると小さくなっている。LRBについては、繰り返し载荷により等価剛性、等価減衰定数が低下することが確認されており³⁾、今回の実験でもせん断ひずみが最大1.9程度までの大变位で繰り返し载荷を行ったために、その影響が現れたものと考えられる。

擬似ランダム波での応答変位と同程度の振幅の正弦波加振時の履歴曲線や、振動台実験後の支承の

静的繰り返しせん断载荷試験を参考にして、LRBの1次剛性および2次剛性を求めてバイリニアのモデルを作成し、振動台加振速度を入力として解析を行った。図-4は、LRBの相対変位が最も大きかった擬似ランダム波を入力したケースを一例として示したものであるが、実験値と解析値は良く一致する。

【参考文献】

- 1) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説V耐震設計編，平成8年12月，2) (財)土木研究センター：建設省道路橋の免震設計法マニュアル(案)，平成4年12月，3) 建設省土木研究所：免震支承の動的特性に及ぼす温度依存性および疲労特性に関する実験的研究，土木研究所資料，平成8年11月，4) 南，山野辺，林：振動実験によるLRBの振動特性について，土木学会北海道支部論文報告集第55号(A)，pp264～269，平成11年2月

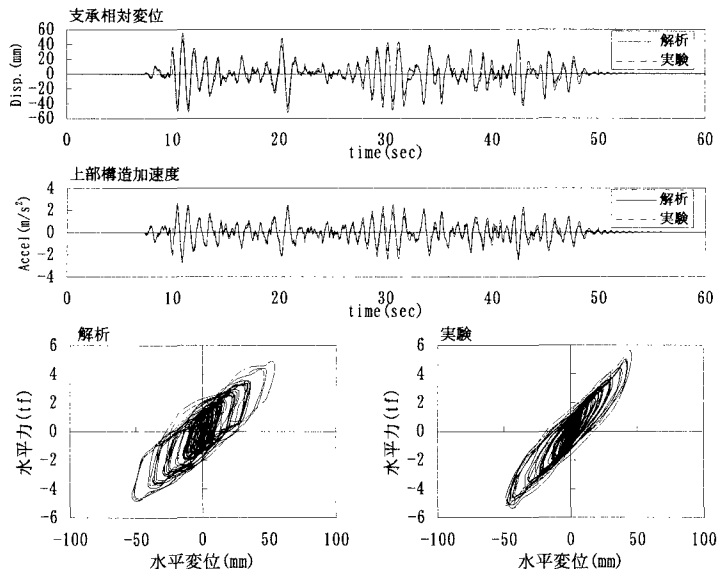


図-4 実験値と解析値の比較（擬似ランダム波，上載20tf）