

I - B346

鋼製免震支承の動的特性と慣性力低減に関する基礎実験

日本製鋼所 室蘭製作所	正会員	別所 俊彦
北海道道路管理技術センター	正会員	小山田 欣裕
北海道開発局 開発土木研究所	正会員	中井 健司
同上	正会員	佐藤 昌志

1. はじめに

橋梁の免震化を図る方法の1つに免震支承の適用がある。寒冷地において建設される橋梁に、この免震支承を適用する時には、温度依存性を議論することなく使用できる装置が有用となると考えられる。著者らは、この見地から幾何学的特性を利用して復元特性を発揮させ、相対移動に伴う摺動摩擦力により減衰を得るという両機能を備えた支承を考案し、単一要素についての性能試験を実施してきた。

しかしながら、本来橋梁における免震支承の役割は、橋脚と連成して上部の慣性力を低減させることにあるので、さらに上部構造・免震支承・パネ体・振動台で構成する応答実験を行い、各部の応答挙動を調査、検討した。

2. 免震支承の原理

本実験に用いた免震支承の構造を図1に示す。支承の構成は同形状の上吝と下吝、そしてこの間に挟まれる回転板(SUS304製; $t=150\text{mm}$)からなり、曲率半径球 $r=250\text{mm}$ の曲面で接触している。接触面には純PTFEが埋込まれている。

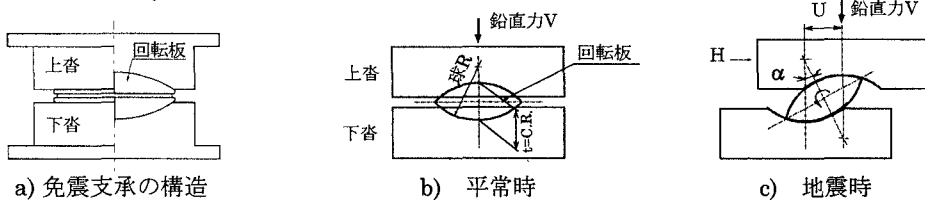


図1 免震支承の構造

原理としては式(1)に示すように復元力 H が、支承の支える上部構造の死荷重分担力 V と上下吝の相対変位量 U とによって表現される機構によっている。式中の α 、 ρ はそれぞれ回転板の回転角と摩擦角²⁾である。

$$H = V \times \tan(\alpha \pm \rho) \quad \text{----- (1)}$$

±: 回転板の回転方向により正、負を使い分ける

3. 実験方法

実験装置は図2に示すように上部構造部、支承部(免震、ローラー)、橋脚剛性を模擬するバネを挿入したバネケース、振動台、加振機とから構成されている。振動台は床面とリニアウェイ(ボールベアリング使用の直動摺動システム)を介して案内されており、摩擦の発生による加振機の負荷を軽減させると共に、移動の円滑化を図っている。加振機は22Kwの三相交流電動機とし、インバーター運転により0~120rpmまで制御を可能とした。電動機の回転軸には振幅を設定するため4種類(30,40,50,60 mm)の偏芯孔を設けたクランクアームを取付けている。支承は一方に免震装置を、他方に $\phi 50\text{mm}$ のローラーを用い、各2点ずつ分担している。免震支承の

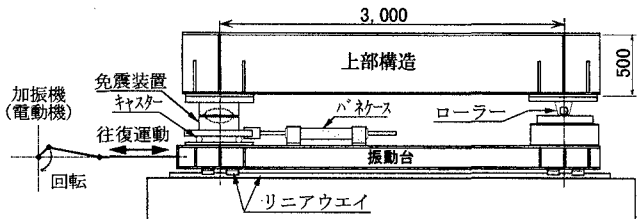


図2 実験装置

キーワード: 免震支承、幾何学的特性、応答実験

〒051 北海道 室蘭市 茶津町四番地 TEL 0143-22-9211 FAX 0143-23-5569

下沓は下面にキャスターを配置し、振動台上で振動方向に可動としたが、下沓の動きは振動台に固定したバネケース内のバネ($k=15\text{tf/m}$)により抵抗を受ける。

4. 実験結果

図3は設定振幅50mm、加振周波数1.8Hzにおける測定結果を示す。上部構造の絶対変位は、始動および停止時に大きな変位応答を示している。これは電動機の回転数が徐々に増大あるいは減少していく際に、振動台に与える加速度の変化率が最も大きくなるサイクルに出現する過渡現象と思われる。定常時には加振振幅の45%に応答変位は縮小した。一方、上部構造の絶対加速度は、低周波数域の通過に際しても増加せずに、定常時には40%程度に低減され、免震の効果が発揮されている。

バネの挙動をみると57mmの振幅で振動が生じているので最大荷重は855kgfと計算される。下沓を含めた上部構造の質量は1900kgであり、加振加速度の70%の倍率と等価と考えられるが、上下沓を固定し一体化した時の固有振動数1.40Hzの影響もほとんど受けていないようである。上下沓には76mmの相対変位が生じたが、回転板の動きは円滑で問題なく機能した。図4にはこの条件での支承の履歴線図を示している。

他の設定振幅および加振周波数条件で行なった実験結果を総合すると、以下のことがいえる。

- 1) 低い周波数の時には免震支承は機能せずに、0.5Hzから相対移動した。
- 2) 支承を一体化した時の固有振動数に合致しても応答倍率への大きな影響はなかった。
- 3) バネの伸縮量は加振振幅の大きさより、加振周波数に影響される。
- 4) 本支承は、低周波数域では慣性力を増幅させず、さらに1.2Hzからは低減効果が見られた。
- 5) 上下沓に生じた相対変位量は1.8Hzで加振振幅の1.45倍程度となった。この倍率は加振周波数に影響される。

5. まとめ

本実験では、上部構造・免震支承・バネ体・振動台で構成される実験装置を用いて、各部の応答挙動におよぼす加振振幅および周波数の影響を調査、検討した。その結果、考案した支承の基本的な特性は把握することができた。

参考文献

- 1) 阿部, 藤野, Gardoni: 橋梁の耐震性能向上のための支承の最適設計, 第一回免震・制震コロキウム講演論文集, pp.423-429, 1996.
- 2) 小山田, 佐藤, 谷本, 別所: 幾何学特性を利用した免震装置の開発, 第一回免震・制震コロキウム講演論文集, pp.269-274, 1996.

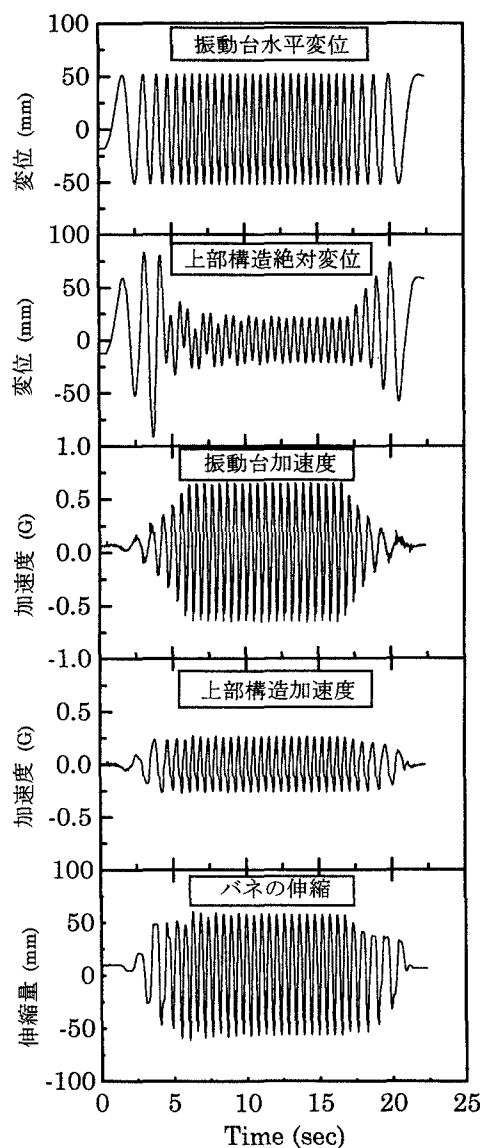


図3 測定結果

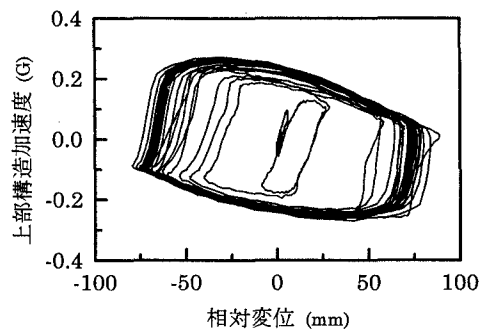


図4 履歴線図