

開発途上国の組積造耐震化に向けた転がり免震に対する基礎的実験

東北学院大学 環境建設工学科 ○学生会員 今野 倅太郎
 東北学院大学 環境建設工学科 非会員 信田 悠杏
 東北学院大学 環境建設工学科 正会員 李 相勳

1. はじめに

本研究ではネパールの山岳地帯をモデルケースとし、低コストで施工性の高い免震工法の開発を目的としている。昨年度までは滑り免震の効果を検討したが¹⁾、組積造ならではの構造的安全性に関わるため、本年度はボールベアリングを使用した転がり免震の免震効果を検討した。振動台実験で摩擦係数を求め、ボールベアリングが持つ地震の揺れを建物に伝えずにボールで分散する特徴を確かめる。

2. 実験概要

実験では図1に示すような水平方向に稼働する振動台を用いた振動台実験を行った。建物の基礎として想定したベアリングを装着した図2のようなコンクリートを置き、その上に載せるコンクリートの個数によって鉛直荷重を調整した。表1は実験ケースの表である。測定にはスチレンボードと鉄板を緩衝材として使用し、ケース1と2はスチレンとし、ケース3から8は鉄板として設定した。ケース1から6でベアリングを使用し、ケース7と8は使用せずに実験を行った。加振については1ケースごとに振動数を1.0Hzから4.0Hzまで0.5Hzずつ変化させ、振幅は0.250Vp-pから1.500Vp-pまで0.125Vp-pずつ変化させた。1回ごとの計測時間は15秒間で設定し、1ケースにつき77回の実験を行った。また、梁には水平方向荷重を計測するロードセルを取り付け、摩擦係数は水平方向荷重の最小値と最大値の差の値を上スラブ荷重で除して算出した。図2はボールベアリングを装着したコンクリート試験体である。ボールベアリングはIM型ボールベアであり、質量は145g、材質はメインボールがS15CK、サブボールがSUJ2である。高さは31mm、幅が50mm、許容荷重は15kgである。

表1 実験ケース

ケース	緩衝材	ベアリング	コンクリート	上部スラブ荷重(N)
1	スチレン	あり	2つ	305.0N
2	スチレン	あり	3つ	452.5N
3	鉄板	あり	1つ	157.5N
4	鉄板	あり	2つ	305.0N
5	鉄板	あり	3つ	452.5N
6	鉄板	あり	4つ	600.0N
7	鉄板	なし	1つ	147.5N
8	鉄板	なし	2つ	295.0N

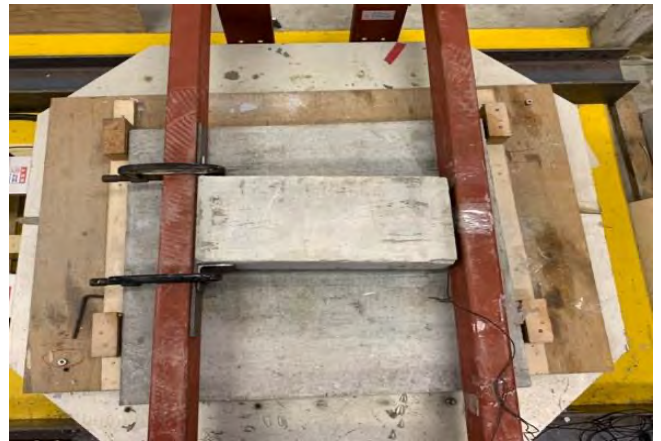


図1 実験装置の概略図



図2 ベアリングを装着したコンクリート試験体

4つのベアリングをコンクリートに装着した。許容荷重が600Nなので、実験ではコンクリート4つまで上部スラブとして使用することが可能である。

キーワード：転がり免震、摩擦係数、ボールベアリング

連絡先 〒985-8537 宮城県多賀城市中央1-31-1 TEL：022-368-7213

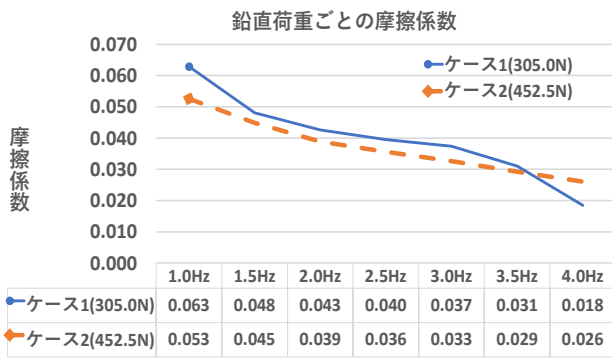


図3 振動数ごとの摩擦係数を抽出したグラフ

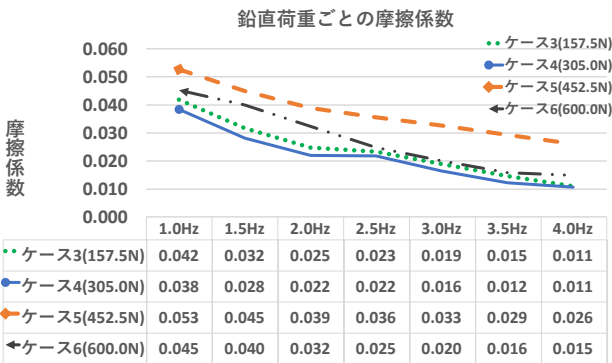


図4 振動数ごとの摩擦係数を抽出したグラフ

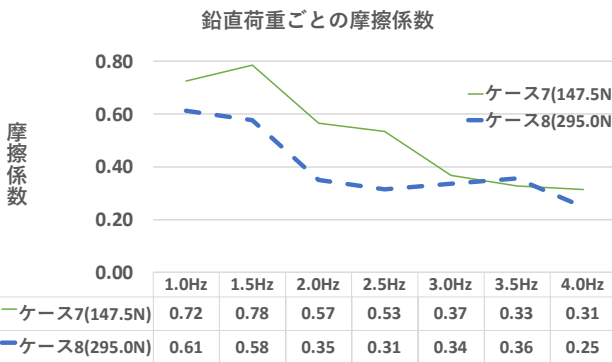


図5 振動数ごとの摩擦係数を抽出したグラフ

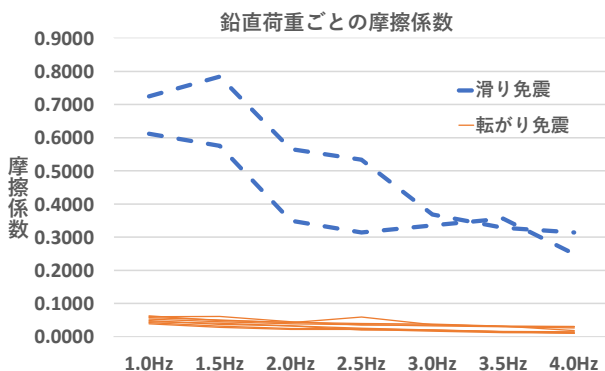


図6 振動数ごとの摩擦係数を抽出したグラフ

3. 振動台実験の結果

図3から図6は各振動数ごとの摩擦係数の最大値を示す。図3より、スチレンボードを緩衝材として使用したケースでは摩擦係数は0.07を下回り、ケース1の最大摩擦係数は0.063、ケース2では0.053であった。図4より、鉄板を緩衝材として使用したケースでは、ケース3の最大摩擦係数は0.042、ケース4では0.038、ケース5では0.053、ケース6では0.045であった。ベアリングを使用したケースでは振動数の増加に伴って摩擦係数は減少する傾向が見られた。図5より、ベアリングを使用しなかったケースでは、それぞれ最大摩擦係数が0.78と0.61だった。図6は全ての実験ケースを表したグラフである。青色で示した折れ線がケース7とケース8であり、オレンジ色に示す折れ線はベアリングを装着したケース1からケース6である。ベアリングを装着したすべてのケースで摩擦係数が0.100を下回る結果となった。この結果から、ボールベアリングが持つ揺れを上部スラブに伝えずに内部のボールで分散する特徴が確認できた。一方、ボールベアリングを使用しなかったケースで摩擦係数が非常に大きい値を示しているのは、上部スラブと下部スラブの表面で平らで機密性の高い状態になったためと考えられる。

4. 結論

- ・ボールベアリングを用いた転がり免震は摩擦係数0.053を下回り、十分に免震効果を発揮することを確認した。
- ・ボールベアリングを用いた実験ケースの摩擦係数の最大値について、ボールベアリングの最大許容荷重600Nの25%では摩擦係数0.042、50%では0.038、75%では0.053、100%では0.045だった。よって、上部スラブの荷重と摩擦係数の間にあまり関連性はないと考えられる。
- ・周波数(1.0Hzから4.0Hz)の増加に伴って摩擦係数は減少する傾向があり、今後摩擦係数を求める際には低周波数を中心に実験を進めていく所存である。

参考文献

- 1) 大槻 駿斗, 岩澤 直也, 李 相勲: 発展途上国の組積造耐震化に向けたすべり免震に関する動的実験, 令和2年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集, I-24, 2021年3月