

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の実験

東北学院大学工学部 環境建設工学科 ○学生会員 大槻 駿斗
非会員 岩澤 直也
正会員 李 相勲

1 はじめに

日本では古くから多くの地震を経験しその都度耐震技術を向上してきた。しかし日本のように地震が頻繁する発展途上国においては限られた材料や施工性の中で耐震性の向上を目指さなくてはならない。本研究はネパールの山岳地帯をモデルケースとしており、低コストで施工性の高い滑り免震工法を開発するため、現地でも調達可能な材料の摩擦係数を調べ、構造物のモデルを作成し震動台を用いた実験を行い、どの材料を用いれば加速度低減効果が発揮できるか検討した。建物基礎と構造物壁脚部の間に潤滑剤を用いることで大幅な免震効果を期待できると判断したため、構造物のモデルに改良を加え同様に潤滑剤の性能実験も行い比較検討した。

2 すべり免震について

免震工法には転がり免震、積層ゴム免震、すべり免震と大きく分けて3種類存在し、すべり免震に着目した。

すべり免震の仕組みは建物の柱の下に設置された低摩擦のすべり材が、表面処理を施した鋼板のすべり板の上をすべることで、地震の揺れを逃がすことができ、小さな揺れの場合は積層ゴムが変形し、大きな揺れの時にすべりが発生することである。すべり免震で実用化されているすべり材は摩擦係数が小さいPTFE材が多く用いられており摩擦係数も0.1前後もしくはそれ以下である。

一方、3次元有限要素解析を用いて、すべり支承と言われる免震装置の摩擦係数が0.2程度でも大地震に対して効果があるとの結果¹⁾が出ている。

本研究では、潤滑剤として用いるグリースが免震効果を発揮するか確認した。

3 動の実験

実験では図-1に示すような上部試験体と下部試験体を作製し、水平方向に稼働する振動台を用いた動の実験を行った。上部試験体には鋼板を重りとして載せ、ケースに応じて枚数を変更した。実験は、下部試験体と振動台を固定し、グリースを塗布し、その上に上部構造を載せ加振した。振動台の加速度および変位、上部構造の加速度および変位をそれぞれ加速度計、レーザー変位計を用いて計測した。また実験項目は表-1に示す。

評価方法は、震動し始めてからの滑り始めと滑り終わりの時点の平均加速度を 980cm/s^2 で除した値を摩擦係数平均値とする。また振動台の加速度と上部試験体の加速度を0.001秒間隔で計測した値から以下の式(1)を用いて滑り度を算出した。

$$\text{滑り度} = \frac{\text{振動台の加速度の絶対値}}{\text{上部構造の加速度の絶対値}} \quad (1)$$

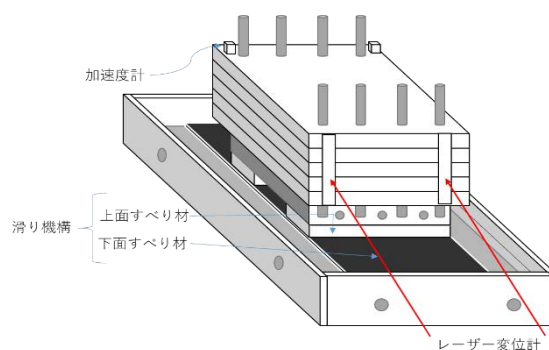


図-1 実験装置の概略図

表-1 実験項目

グリースの塗布量	100~600 g/m^2
面圧	鋼板 0, 3, 5, 7 枚
グリースの種類	混和ちょう度 238 前後
下スラブ表面の状態	ゴムシート, 木片均し

キーワード：摩擦係数、加速度低減、滑り免震、グリース

連絡先 〒986-8537 宮城県多賀城市中央 1-31-1 TEL：022-368-7213

4 動的実験の結果

今回の実験では上部試験体のすべり面には先に行った予備実験で安定した滑りを見せたスタイロフォームを採用している．実験で得られた振動台と上部試験体の加速度から滑り度を算出したものを図-2 に示す．数値が大きいほどよく滑ることを示す．またパラメータごとに摩擦係数平均値と最終滑り度を表-2 ～5 に示す．まずグリースの塗布量の結果（表-2）を見ると $100\sim 300\text{g}/\text{m}^2$ 塗布した場合は，摩擦係数からも滑り度からもあまり滑り効果を確認することはできなかった． $400\text{g}/\text{m}^2$ 以上の塗布量では 0.18 以下の平均摩擦係数と 1.2 以上の最終滑り度を示しており，滑り効果または加速度の低減を確認できた．また鋼板は 1 枚 120kg あるが，重り無しの場合は今回行った実験の中で最も摩擦係数の値が大きくなった（表-3）．上下スラブの間にゴムシートを使用した場合最も大きい加速度低減効果を得られ，摩擦係数平均値も最も低い値となった（表-4）．グリースの種類では硬さを示す混和ちょう度が 238 の日本製のものが摩擦係数の値が低い結果となった（表-5）．硬めのグリースは振動台の加速度がピーク時によく滑る挙動を示し，軟らかめのグリースは下スラブへの染み込みが早いためか，加速度低減効果が小さくなった．

5 結論

グリースを用いた滑り免震に対する動的実験の結果から，以下の知見を得た．

- ・グリースの塗布量は $400\text{g}/\text{m}^2$ 以上塗布することで加速度低減効果がより得られた．
- ・ゴムシートを使用した場合に最も加速度低減効果が得られた．
- ・鋼板の枚数が 5 枚以上のとき，すなわち上部試験体の重量が大きい方が摩擦係数は小さく，滑り度の値が高くなった．
- ・グリースの粘性が高いとワーカビリティが悪く下スラブに塗布する際に，ムラが生じ摩擦係数が高く，滑り度の値も小さくなった．

参考文献

1)井川望，米田晴美，橘英三郎，檜府龍雄：すべり免震支承の振動台実験と数値解析による応答低減効果の検証日本建築学会技術報告書 第14巻第28号411，2008年10月

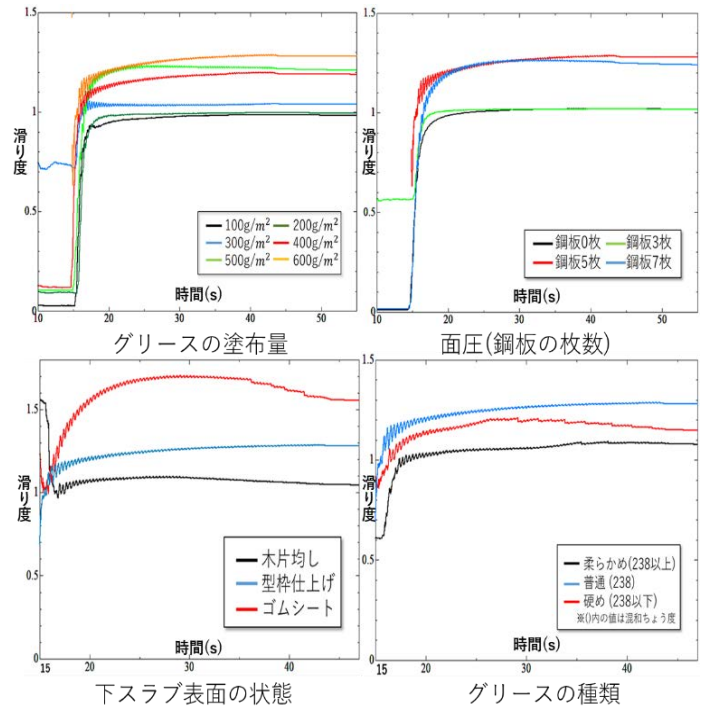


図-2 パラメーターの滑り度

表-2 グリースの塗布量

	摩擦係数平均値	最終滑り度
$100\text{g}/\text{m}^2$	0.35	0.98
$200\text{g}/\text{m}^2$	0.26	0.99
$300\text{g}/\text{m}^2$	0.20	1.04
$400\text{g}/\text{m}^2$	0.18	1.20
$500\text{g}/\text{m}^2$	0.17	1.20
$600\text{g}/\text{m}^2$	0.13	1.27

表-3 面圧(鋼板の枚数)

	摩擦係数平均値	最終滑り度
鋼板 0 枚	0.39	1.02
鋼板 3 枚	0.36	1.02
鋼板 5 枚	0.13	1.27
鋼板 7 枚	0.16	1.24

表-4 下スラブ表面の状態

	摩擦係数平均値	最終滑り度
木片均し	0.20	1.03
型枠仕上げ	0.13	1.27
ゴムシート	0.12	1.55

表-5 グリースの種類

	摩擦係数平均値	最終滑り度
柔らかめ	0.22	1.08
普通(238)	0.13	1.27
硬め	0.21	1.15