

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基礎的実験

東北学院大学工学部 環境建設工学科 ○学生会員

篠原 綾太

非会員 高橋 辰瑠 李 東建

正会員 李 相勲

1 はじめに

地震の発生が多いネパールやインドなどの発展途上国では、住宅を建設するための環境が非常に乏しく、現場で入手可能な限られた材料、人力、技術を用いなければならない。本研究では、ネパールのヒマラヤ山岳地域の石積組積造の小学校建物を具体的な適用対象として、組積造の壁脚部にすべり機構を設けた低コストで施工性の高いすべり免震工法の開発することが目的である。

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、本研究では図-1に示すような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。

本研究では様々な試料を用い、試験体を滑らせ摩擦係数をもとめる実験を行うことで、免震装置として効果があるかを確認した。

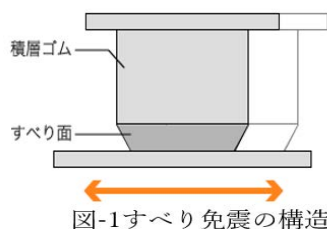


図-1 すべり免震の構造

3 静的実験

本実験では図-2に示すような下面にすべり面を施した上部試験体と上面にすべり面を施した下部試験体を作製し、静的実験を行った。上部試験体には、重りとして4つのコンクリート塊を載せてある。実験は、上部試験体とチェンブロックで繋ぎ、引張力を導入したときの荷重と変位をロードセルとレーザー変位計で計測する。重りや鉄板、上部試験体の合計の重量を垂直荷重とし計測されたすべり時の張力から以下の式(1)を用いて摩擦係数 μ 算出した。

$$\text{摩擦係数 } \mu = \frac{\text{滑ったときの張力(N)}}{\text{垂直荷重(N)}} \quad (1)$$

すべり面の構成ケースは表-1に示した6通りであり実験は1ケース当り3～5回行った。

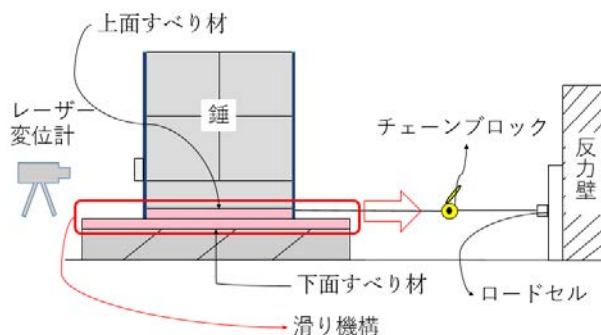


図-2 実験装置の概略図

表-1 すべり面構成ケース

番号	すべり面の仕様		試験体 記号
	上面	下面	
1	大理石	大理石	M-M
2	スタイロフォーム	大理石	S-M
3	バサルトファイバー	大理石	F-M
4	小石埋め込み	大理石	PE-M
5	小石埋め込み	コンクリート	PE-C
6	コンクリート	砂利敷き	C-P

キーワード：すべり免震、摩擦係数

連絡先 〒986-8537

多賀城市中央 1-31-1

TEL:022-368-7213

4 静的実験の結果

各すべり面構成ケースに対して行った実験で得られた加荷重(せん断力)－変位(すべり)関係曲線を図-3 に示す. また実験結果から式(1)を用いて摩擦係数を算出し, 各ケース別実験の摩擦係数の平均値を表-2 に, これらをさらに素材別にまとめた平均摩擦係数を表-3 に示す.

まず大理石同士のケース(M-M)の結果を見るとその平均値に大きな隔たりがあることが分かる. これは図-3 の M-M のグラフからも確認できるように, はじめは低いすべり荷重が途中から2倍ほど大きくなったからである. これは大理石の表面の傷による影響で, 傷がついた原因は傾きや面圧により生じたものと考えられる. スタyroフォーム-大理石(S-M)とバサルトファイバー-大理石(F-M)は, 摩擦係数が低い値を維持しており, 大理石の傷に影響されないことが分かった. 小石埋め込み-大理石(PE-M)は, 下面すべり面の大理石に複数の傷をつけた. 摩擦係数も非常に大きく不安定的に変化した. 小石埋め込み-コンクリート(PE-C)は, 摩擦係数が最も大きい結果となった. 下部スラブが砂利敷きのケース(C-P)は比較的に低い値を示したが, 載荷時にわずかではあるが試験体が傾く挙動を示した.

5 結論

様々な材料を用いたすべり免震に対する静的実験の結果から, 以下の知見を得た.

- ・スタyroフォーム-大理石(S-M), バサルトファイバー-大理石(F-M), コンクリート-砂利敷き(C-P)は, 摩擦係数が 0.223, 0.138, 0.239 と比較的に低い値を示した. その中でも, バサルトファイバー-大理石(F-M)は, 最も優れたすべり性能を示した.
- ・コンクリート-砂利敷き(C-P)は, 摩擦係数の値が比較的低い値を示しているため, 砂利の沈みによる傾きを改良することができれば材料への接近性から十分実用性がある.

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

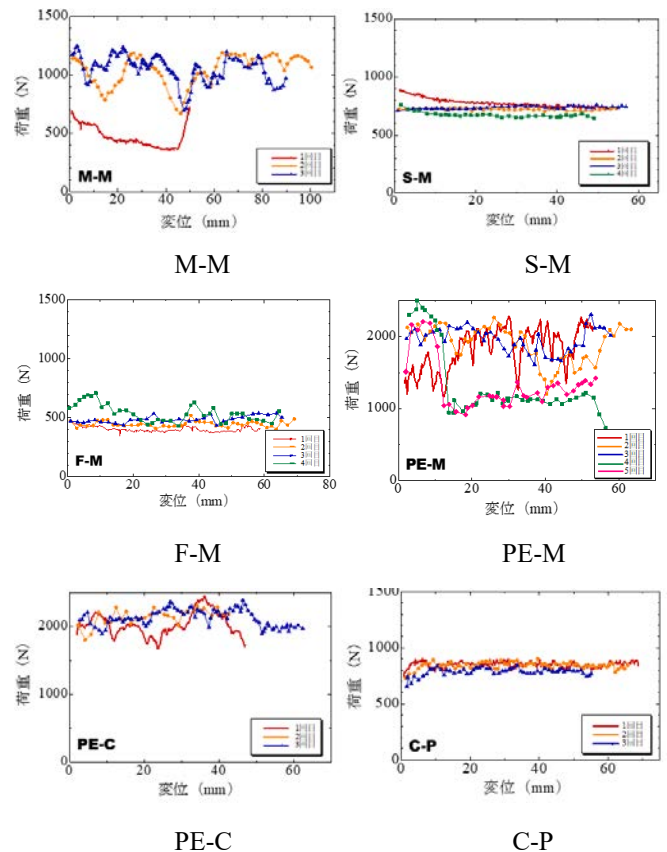


図-3 すべり面構成別の荷重－変位関係

表-2 ケース別摩擦係数の平均値

すべり面 構成	摩擦係数 平均値	すべり面 構成	摩擦係数 平均値
M-M①	0.136	PE-M①	0.568
M-M②	0.324	PE-M②	0.556
M-M③	0.327	PE-M③	0.570
S-M①	0.235	PE-M④	0.397
S-M②	0.219	PE-M⑤	0.404
S-M③	0.224	PE-C①	0.606
S-M④	0.213	PE-C②	0.657
F-M①	0.115	PE-C③	0.652
F-M②	0.136	C-P①	0.257
F-M③	0.137	C-P②	0.242
F-M④	0.162	C-P③	0.217

表-3 素材別平均摩擦係数

すべり面 構成	摩擦係数 平均値	すべり面 構成	摩擦係数 平均値
M-M	0.262	PE-M	0.499
S-M	0.223	PE-C	0.638
F-M	0.138	C-P	0.239