

平成21年4月14日現在

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19560565
 研究課題名（和文） 居住者の地震時における総合的安全性からみた床仕上げシステムの評価方法
 研究課題名（英文） Evaluation Method of Floor Finishing System from a Viewpoint of Habitant's Total Safety under Earthquake
 研究代表者
 横山 裕 (YOKOYAMA YUTAKA)
 東京工業大学・大学院理工学研究科・准教授
 研究者番号：00231689

研究成果の概要：

床の下地表層部から什器、備品などまで全体を床仕上げシステムとしてとらえ、地震時における安全性を総合的に評価できる枠組みを確立した。具体的には、種々の床仕上げシステム試験体を作成し、振動台を用いて、実地震波を入力した場合と、仮に設定した簡易入力波を入力した場合の試験体の挙動を比較することにより、妥当な簡易入力波を設定した。また、設定した簡易入力波を用いて、床仕上げや什器、備品の固定方法などが耐震性に与える影響を体系的に整理した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2008年度	1,500,000	450,000	1,950,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学 建築構造・材料

キーワード：床仕上げ，耐震性，什器・備品，床固定，評価方法，振動台，簡易入力波

1. 研究開始当初の背景

世界有数の地震国である我が国では、地震が発生しても建築物を損傷、倒壊させないための構造的な技術が大いに発達し、その結果建築物自体の耐震性は飛躍的に向上してきた。しかし、巨大地震発生後の被害状況の調査結果によると、建築物の構造体は健全であるにもかかわらず、内部で家具が転倒しその下敷きとなったり、避難時に構造体上の二重床が破損しており避難路を確保できなかつたりといった、床仕上げや

什器、備品などに起因した被害が多数発生している現状が報告されている。また、このような被害は、近年重要視されている地震後の社会機能の速やかな回復の観点からも、大きな障害となることが容易に予想される。

一般に、床は、構造体の一部でもある下地層と、場合によって設けられる二重床などの中間層、およびフローリング、合成高分子系床材、カーペット、畳などの表面層から構成されている。このうち、下地層の

表層部は、中間層や表面層を固定する機能を要求されることも多々あることから、仕上げの一部とみなすこともできる。また、什器、備品などを、地震時の移動、転倒防止の観点から床に固定する事例も増加している。したがって、地震時の安全性を評価するためには、下地層の表層部から中間層、表面層および什器、備品などまでを床仕上げシステムとしてとらえ、全体の挙動を総合的に検討する必要がある。ところが、床仕上げや什器、備品などの地震時の安全性に関連する既往の研究は、そのほとんどが剛床における剛体の挙動を床表面と剛体底面との摩擦係数を要因として解析的に検討したものであり、床仕上げシステムとしての耐震性を実験的に把握、評価しようとした研究例は国内外を通して見あたらない。

2. 研究の目的

本研究は、床の下地表層部から什器、備品などまで全体を床仕上げシステムとしてとらえ、耐震性を総合的に把握、評価できる枠組みを確立するとともに、より安全なシステムを具現するための有効な資料を提示することを目的とする。

具体的には、対象とする床仕上げシステムの試験体を比較的小規模な振動実験により所定の入力波で加振し、その時の挙動を測定することにより耐震性を評価できる簡便な試験方法を確立する。さらに、確立した試験方法に基づいて、床仕上げや什器、備品の固定方法などとシステムの挙動との関係を詳細に検討し、これらの要因が耐震性に与える影響について体系的に整理する。

ここで、既存の製品の中から選択する形式がとられている床仕上げシステムの耐震性については、個々の物件ごとに詳細な設計を行う構造体とは異なり、製品の優劣や弱点を把握し劣悪なものを排除できる枠組みを整備することが肝要と考えられる。本研究は、このような観点から実施するものである。

3. 研究の方法

2007年度は、基礎的段階として、床仕上げシステムの耐震性に大きく影響する什器、備品の転倒メカニズムを把握するとともに、簡便な評価方法を確立するために必要な簡易入力波設定の可能性について検討した。その結果、

- ・ 什器、備品の転倒には地震波のうち短周期成分による傾きの大きさと長周期成分の位相との関係が複雑に影響するが、有利にも不利にも働く長周期成分の影響を相殺して全体的にみると、短周期成分による傾きが小さい程、転倒しにくいと評価できる

- ・ 什器、備品が固定された床仕上げシステムでは、地震時に短周期成分により固定部が損傷、破損することが予想され、その程度を評価することが重要となるなどの知見が得られた。

以上より、2008年度は、地震波の短周期成分から加速度振幅の大きい数波を抽出、単純化することにより、耐震性評価のための簡易入力波を設定し、その妥当性を確認する。具体的には、耐震性の異なると思われる数段階の床仕上げシステム試験体(以降“試料床”と記す)を作成し、振動台を用いて、代表的ないくつかの実地震波を入力した場合と、仮に設定した簡易入力波に対する試料床の挙動を比較する実験を試行錯誤的に繰り返すことにより、妥当な簡易入力波を設定する。同時に、設定した簡易入力波に対する各試料床の挙動から、床仕上げや什器、備品の固定方法などの要因が耐震性に与える影響を検討、把握する。

4. 研究成果

以下に、本研究の経過、結果を要約して述べる。

(1) 振動台、試料床、模擬家具および入力波の概要

水平2方向に加振できる振動台上に試料床を設置し、その上に代表的な什器、備品を模した模擬家具を固定して加振実験を行った。実験の様子を、図1に示す。

図に示すように、試料床の床仕上げは、近年オフィスで多用されており、かつ什器、部品の固定などに柔軟に対応できると思われるフリーアクセスフロア(以降“FA”と記す)とし、なかでも耐震性の観点から弱点となる接合部などが多く存在する独立支柱タイプを用いた。ここで試料床の耐震性は、支柱(太さ)、パネル固定具(材質)、パネル(厚さ)、家具固定具(ビス本数)の部品ごとに強度の異なる数段階のものを組み合わせ

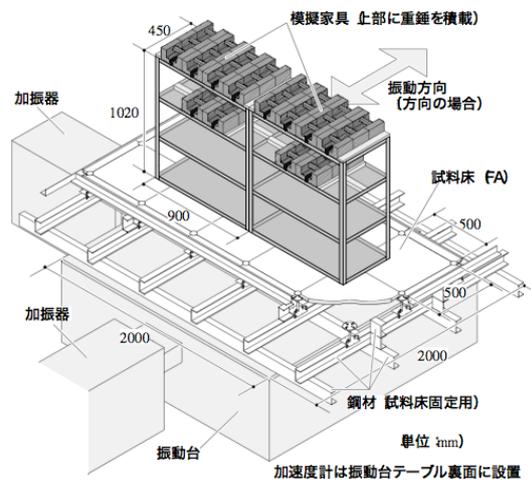


図1 実験の様子

る方法で変化させることとした。具体的には、はじめに最も強度の低い部品を用いた試料床で実験を行い、つぎの実験では損傷、破壊した部品の強度を1段階あげた試料床を用いる方法で、徐々に試料床を変化させた。

模擬家具は、図に示すように、オフィスで多く用いられる大きさ、形状の什器、備品を模擬したものとした。質量は書類をつめた状態を想定し約400kg、重心高さは約910mmである。図に示すように、模擬家具の端部が試料床のパネルの中央近傍に位置するよう、2体の模擬家具をビスで固定した。これらの条件は、いずれも予備実験の結果をもとに決定したものである。

入力波は、下記の5種とした。[]はその略称を表す。

- ・[中越2] 中越実地震波2方向(EW, NS)
- ・[中越1] 中越実地震波1方向(EW)
- ・[阪神1] 阪神実地震波1方向(NS)
- ・[応答1] 阪神応答波1方向(RC造10階建て建築物(1次固有振動数2.52Hz, 減衰定数2%)に阪神実地震波1方向(NS)を入力した際の10階の応答波)
- ・[簡易1] 簡易入力波1方向(FA単体の耐震性の簡易評価方法確立を目的とした既往の研究で設定された、図2に示す2Hz, 3波の正弦波を基本とした入力波)ただし、[中越2]は、2方向と1方向加

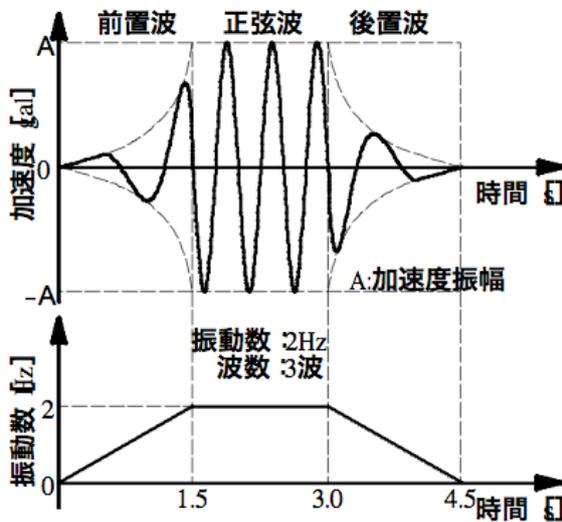


図2 簡易入力波の概要

振での挙動を比較する目的で用いたため、一部の試料床のみとした。

加振方向は、1方向の場合模擬家具の短辺方向、2方向の[中越2]では最大加速度の大きいEWを模擬家具の短辺方向とした。

実験は、入力波ごとに最大加速度100~200gal程度から加振を開始し、徐々に振幅を増大させながら試料床および模擬家具の状態を観察し、損傷、破壊が確認された時点で終了する方法で行った。

(2)実地震波, 応答波を用いた耐震性の測定および簡易入力波の適用性の検討

表1に、実験を行った試料床の概要、および各入力波での損傷、破壊箇所を示す。表に示すように、損傷、破壊した部品の強度を1段階ずつあげていった結果、最終的に5種の試料床で実験を行った。表より、いずれの試料床でも損傷、破壊箇所は入力波によらずほぼ共通しており、[簡易1]で当該試料床の弱点を把握できることがわかる。

図3に、試料床、入力波ごとに入力波の最大加速度と損傷、破壊の有無との関係を示す。図より、以下の事項が考察できる。

- ・試料床②の[中越2]と[中越1]の比較から、2方向加振時の試料床の挙動を、1方向加振時の挙動でおおむね代替できることがわかる。この一因として、使用した模擬家具の長辺方向と短辺方向の比が大きいことと、FAが構法上水平2方向の独立性が高い床であることがあげられる。
- ・いずれの入力波でも、試料床①~⑤の順に損傷、破壊する加速度(以降“破壊加速度”と記す)が大きくなっており、弱点を補強し全体としてのバランス水準を高めてゆくことで耐震性が向上していく様子が見えてくる。
- ・上述の通り、破壊加速度からみた試料床の序列は[中越1][阪神1][応答1]と[簡易1]で同じになっており、[簡易1]で床仕上げシステムの耐震性の優劣を把握できることがわかる。
- ・いずれの試料床でも、破壊加速度は[中越1]と[阪神1]、および[応答1]と[簡易1]が比較的近似している。また、[応答1][簡易1]での破壊加速度は[中越1][阪神1]より小さくなっており、[簡易1]で

表1 試料床の概要と入力波での損傷、破壊箇所

試料床					損傷, 破壊箇所				
No.	支柱(太さ)	パネル固定具	パネル(厚さ)	家具固定具	[中越2]	[中越1]	[阪神1]	[応答1]	[簡易1]
①	M8	プラスチック	14mm	ビス4本	-	バ固	バ固	バ固, 家固	バ固
②	M8	金属	14mm	ビス4本	パネル, 家固	家固	パネル, 家固	※	パネル, 家固
③	M8	金属	14mm	ビス8本	-	パネル	パネル, 家固	パネル	パネル, 家固
④	M8	金属	26mm	ビス8本	-	家固	家固	家固	家固
⑤	M8	金属	26mm	ビス12本	-	家固	家固	家固	家固

バ固: パネル固定具 家固: 家具固定具 - : 実験せず ※: 模擬家具のダメージの影響で正しいデータが取得できず

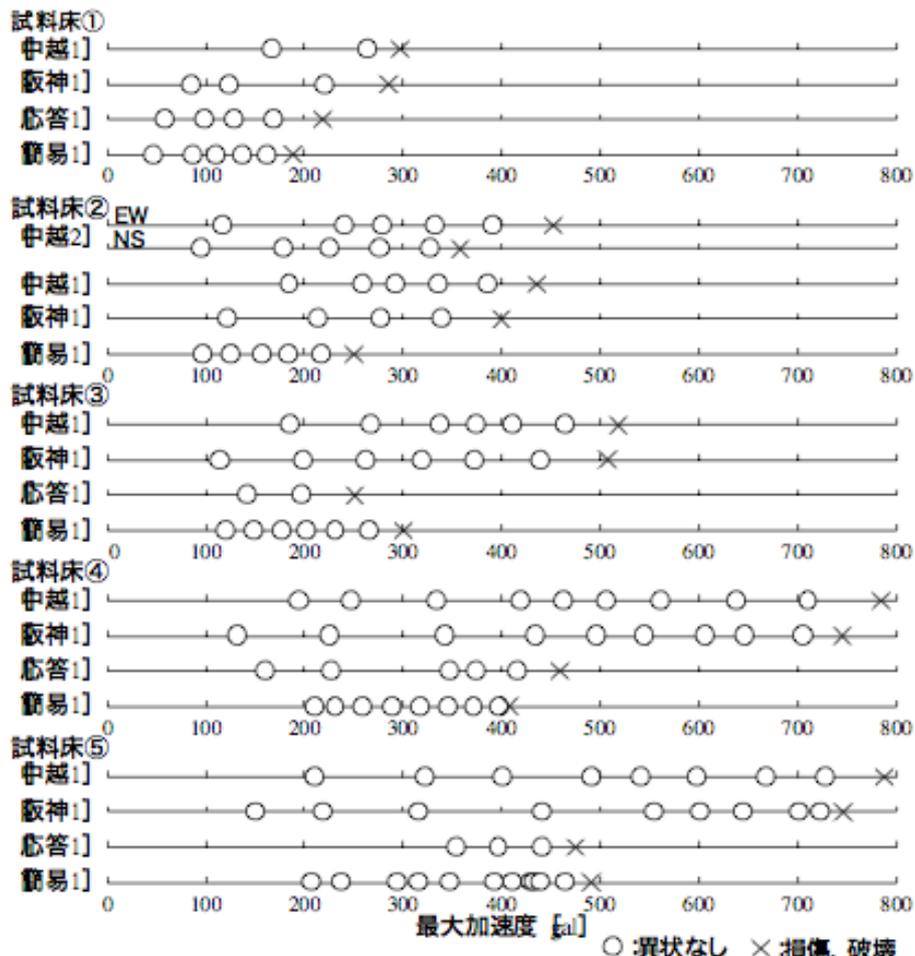


図3 入力波の最大加速度と損傷、破壊の有無の関係

種々の実地震波、応答波による破壊加速度の下限を把握できる可能性がうかがえる。

以上であるが、最大加速度に近い振幅での振動の継続時間が比較的短い[中越1][阪神1]の方が、比較的長い[応答1][簡易1]より破壊加速度が大きかったことから、強い振動の継続時間が破壊加速度に影響している可能性があると考え、簡易入力波の正弦波の部分をもとに1波、3波、5波と変化させて破壊加速度を比較する追加実験を行った。その結果、実験の範囲では正弦波の部分の波数による大きな差はみられなかった。すなわち、3波を基本とした簡易入力波が、強い振動の継続時間の観点から実用上十分な長さを有していることがわかった。

(3) 結論

床仕上げシステムの耐震性評価のための簡易入力波の可能性について検討し、既往の研究で設定された2Hz3波の正弦波を基本とした簡易入力波で、耐震性からみた床仕上げシステムの優劣や弱点をおおむね把握できることを明らかにした。また、簡易入力波に対する各試料床の挙動から、弱点

を補強し床仕上げシステム全体としてのバランス水準を高めてゆくことが、耐震性向上の観点から重要であることを明らかにした。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

① 横山 裕, 横井 健, 吉田 泰: 3方向加振時と水平1方向加振時のフリーアクセスフロアの挙動の比較, フリーアクセスフロアの耐震性の簡易評価方法に関する基礎的研究, 日本建築学会技術報告集, 第14巻, 405-410, 2008年, 査読有

[学会発表] (計1件)

① 横山 裕, 田村大地, 吉田 泰: 床仕上げの耐震性の評価方法に関する基礎的研究, 家具の転倒メカニズムの把握と簡易入力波設定の可能性に関する実験的検討, 日本建築学会大会学術講演, 2008年9月19日, 広島大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

横山 裕 (YOKOYAMA YUTAKA)
東京工業大学・大学院理工学研究科・准教授
研究者番号：00231689

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

小野英哲 (ONO HIDENORI)
東北工業大学・工学部・教授
研究者番号：80108240

横井 健 (YOKOI TAKESHI)
東海大学・工学部・講師
研究者番号：00401547