

小学生・市民を対象にした室内型防災教材の開発と学習効果

中川 肇* 湯川和樹**

Development and Learning Effects of Teaching Materials on the Indoor Type Disaster Prevention for Elementary School Students and Citizens

Hajime NAKAGAWA, Kazuki YUKAWA

ABSTRACT

This paper presents the vibration table test results of three types of indoor house model based on the earthquake accelerogram waves recorded during the 2004 Mid-Niigata Prefecture earthquake. The indoor house models are the wall structure models with flooring, carpet floors and the rocking base isolated model. The rocking base isolated device is composed of bearings arched in the lower part, steel balls and a stainless steel sheet. The experiment is carried out two-direction vibration tests for the behavior of furniture in the indoor room. Teaching materials of indoor house and these experimental videos are introduced through disaster prevention on-site seminars for elementary school students and citizens.

KEY WORDS: teaching materials of indoor house, disaster prevention education video on-site seminars, arrangement and behavior of the furniture during the earthquake

1. 序

1995年の兵庫県南部地震では、6434名の尊い命が奪われ、その90%が建物の倒壊、室内の家具が凶器となり、それらの転倒による圧迫、窒息死が原因である¹⁾。大震災以後、数年間、市民の防災意識は改善され、自主防災組織が数多く設立し、防災訓練が各地で実施されるようになった。兵庫県南部地震後、14年経過した被災地である神戸の街から震災に対する恐怖感、災害への備えは日増しに希薄になっている様に思える。ただ、震災を経験した市民の心の傷は決して消え去ることはない。

前報²⁾、³⁾において、兵庫県南部地震での教訓を風化させない活動として、兵庫県南部地震や2004年の新潟県中越地震で倒壊した木造住宅の地震時の挙動を再現できる、防災学習用木造模型教材を開発し、新潟県中越地震小千谷市の観測記録を本校の3次元地震波振動台で再現し、木造模型の地震時の挙動を確認した。また、実験の様子をデジタルビデオカメラで撮影し防災学習用DVD教材「健全・崩壊・免震くん」を製作し、平成18年12月より兵庫

県内の公立小中学校8件、市民講座6件の出前講座で紹介している。

本論では、筆者がかつて設計した20階建て鉄筋コンクリート造の集合住宅の一室を縮尺1/10の室内模型で再現し新潟県中越地震による振動実験を実施し、室内の家具、机、ベッドなどの什器が地震時にどのような挙動を示すかを確認する。また、実験の映像を収録した防災学習用DVD教材を開発し、これらの教材を出前講座で役立てたいと考えている。本論の最後に、この教材を用いた兵庫県内の公立小中学校、市民に対し実施した出前防災講座について報告する。

2. 室内模型教材の設計及び製作

室内模型は、筆者が過去に東京都江東区に設計した20階建てRC造集合住宅(図1)の一室(以下、洋室)を再現したものである。図2は、約8.2帖の洋室の平面図(縮尺1/10)及び室内に配置する家具、机、ベッドなどの什器を示している。模型の寸法は幅300mm、奥行き450mm、天井高240mmである。

模型の天井、壁は合板を、床は市販のフローリング材を、壁の仕上げ材は市販の内装材を使用している。床材はフローリング以外にカーペット、畳に簡

*建築学科 **㈱竹中工務店

単に変更することができ、床材の仕上げの違いが地震時の室内の什器にどのような影響を及ぼすかを確認できるように工夫をしている。本論では、図2に示す家具の足元や天井までの空間に補強をしない模型(以下、危険くん)、家具Aの足元に市販の転倒防止粘着マットを貼り付けた模型(以下、耐震くん)、室内模型の下部に転がり免震装置を設置させた模型(以下、安心くん)の3種類を製作している。写真1に危険くん、安心くんを示す。



(b)安心くん

写真1 室内模型試験体(continued)

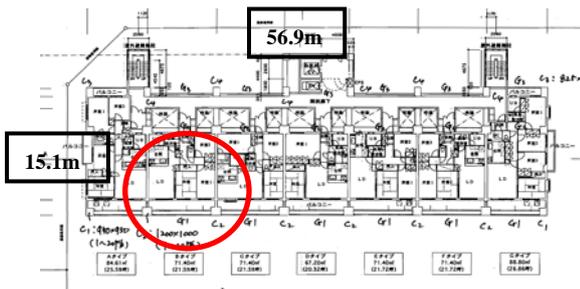


図1 20階建てRC造集合住宅(平面図)

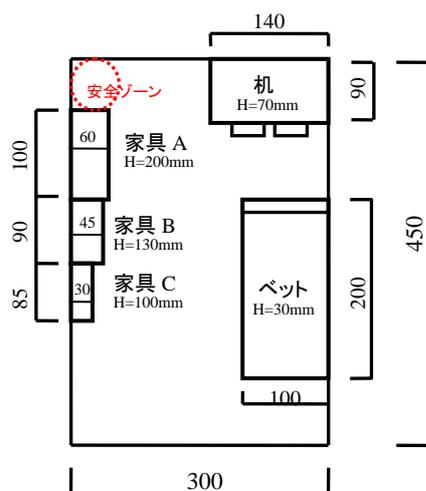


図2 室内模型平面図



(a)危険くん

写真1 室内模型試験体

3. 2方向振動実験の概要

本論では、2004年10月の新潟県中越地震小千谷市の観測記録を用いて写真1に示す3種類の室内模型の2方向振動実験を実施する。

2章で述べたように筆者がかつて構造設計した集合住宅の一室を模型で再現しているために、振動実験で使用する加振波は、予めコンピュータで計算した5階床の応答加速度(NS、EW方向)とする。この住宅の桁行方向(図1の長辺方向)は純ラーメン構造、張間方向(図1の短辺方向)は耐震壁付きラーメン構造で、各方向の解析モデルは、桁行方向が等価せん断型モデル、張間方向が曲げせん断棒モデルとし、各層の荷重変形関係は夫々、修正武田モデルと弾性モデルとする。図3に5階床の応答加速度(加振波)を示す。上段が桁行方向、下段が張間方向である。

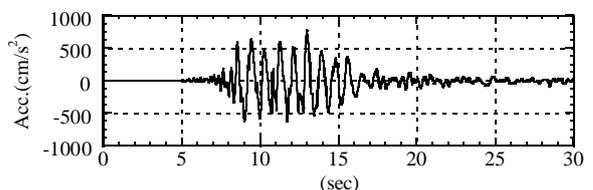
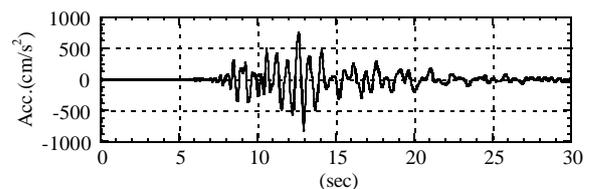


図3 振動実験に用いた加振波

図3に示す応答波を地震波とし、地震時に室内の什器がどのような挙動を示すかを確認し、移動距離を計測し今後の防災対策の役立つ資料を作成する。また、実験の映像をデジタルビデオカメラで撮影し、防災学習用DVD教材を製作する。

図1に示す集合住宅の一室を模型で再現し、コ

ンピュータ解析によって、5階床の応答加速度を加振波として再現しているが、5階以上の荷重及び固有周期は現実の構造物に近づけるように工夫はしているが、完全に一致するものではないことをここで述べておく。

4. 実験結果

写真2、3には、床材をフローリング材、カーペット材にし、家具に何も補強しない危険くんと家具の足元に転倒防止粘着マットを貼った耐震くんの実験前と実験後の様子が示されている。写真の中に、什器の静止位置（実験前を点線で表示）から移動した距離及び移動方向を矢印で示している。写真2より、危険くん（フローリング床）の場合、床材の摩擦係数が低いために、ベッドが室内の重心位置に向かって回転し、家具Aはロッキング運動をしながらベッドの上ののしかかるように転倒していることが判る。一方、耐震くんの場合、粘着マットを家具Aの足元に貼付けることでロッキング運動が減少し家具が転倒することはなかった。

写真3より、危険くん、耐震くん（カーペット材）とも家具A～C 或いはA、Bは地震時に転倒しているが、机やベッドは殆ど移動することはなかった。これは、フローリング床に比べ、床材の摩擦係数が高く、家具など背の高い什器は一旦、ロッキング運動が開始されると殆ど転倒する結果となっている。市販の粘着マットはカーペットなどの仕上げ材への接着には適合しない。

カーペット床に転倒防止粘着マットの効果は全くないため、写真4に示すように、家具Aと天井との隙間を充填するように600gの錘を隙間に敷き詰めた実験を行う。これは筆者が防災出前講座で以前から市民の方に勧めている安価な家具補強工法の一つで筆者の自宅でも実践している。写真5に実験結果を示す。写真5より、天井との隙間がなくなれば、家具Aが転倒することもなく、家具Bのみが南に5mmほど移動していることが判る。つまり、市販の突っ張り棒や金物で固定しなくても天井との隙間を埋めることで家具は転倒せず、安価な補強である。

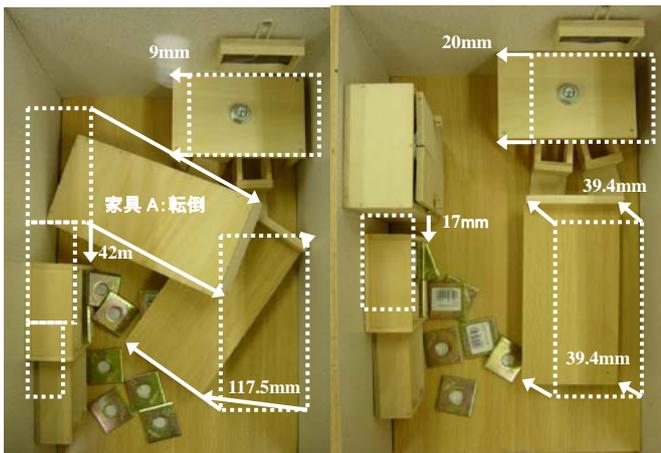


写真2 危険くん(左), 耐震くん(右)の実験結果

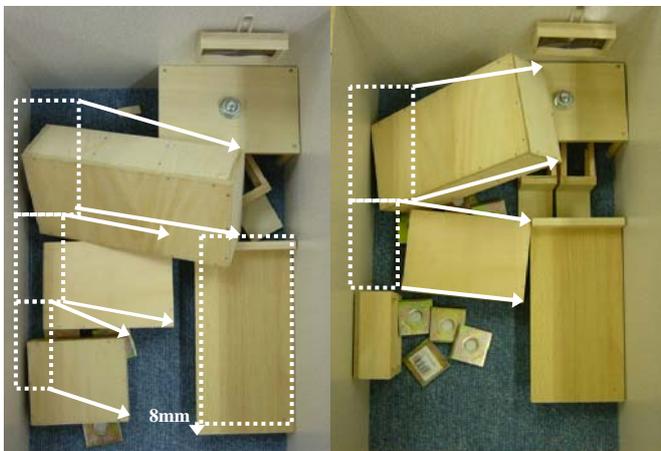


写真3 危険くん(左), 耐震くん(右)の実験結果



写真4 天井の隙間を錘で補強

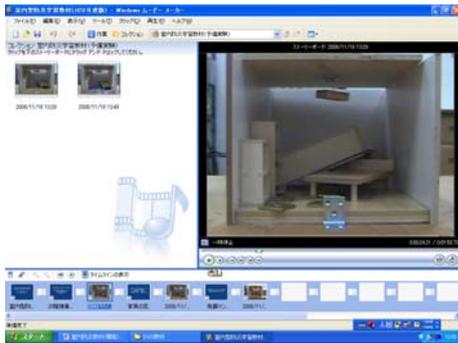


写真5 危険くんの実験結果

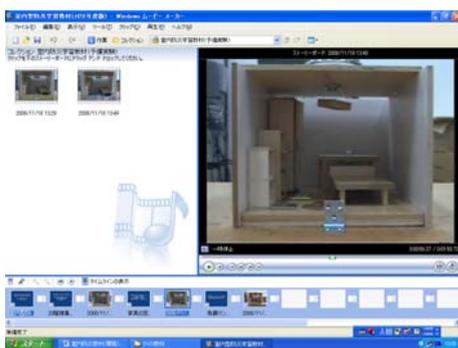
写真2に示した2種類の教材の実験状況をデジタルビデオカメラで撮影し、写真6に示す防災学習用DVD教材「室内型防災学習教材の開発（危険くん、耐震くん、安心くん）」を製作した。



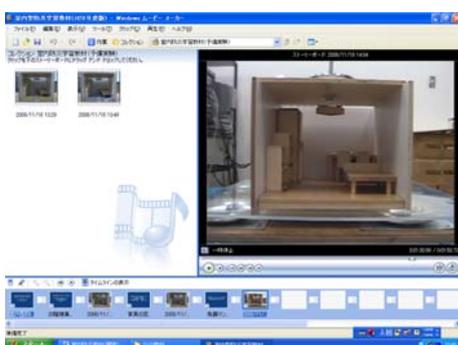
(a) タイトル



(b) 危険くんの振動実験



(c) 耐震くんの振動実験



(d) 安心くんの振動実験

写真6 防災学習用DVD教材

5. 室内型防災教材の学習効果

2～4章で紹介した室内型防災学習教材を用いて、平成21年1月に稲美町立母里小学校(5年生60名)、同町立天満東小学校(6年生57名)、明石地区税務

連絡協議会研修会(職員44名)、姫路市市民防災大学(市民106名)、2月に明石市立魚住小学校コミセン(児童、保護者、市民の計40名)、淡路市立仁井小学校(全児童28名、保護者の計56名)、3月に加古川市の建築物耐震化フォーラム in 東播磨(市民158名)において、7件の出前防災講座を実施した。

出前講座は小中学生、市民の学習するレベルに応じて講演する内容を考えており、現在の小学生は、阪神淡路大震災後に誕生した児童で震災を知らない世代であるので、阪神淡路大震災の被害状況を説明しながら、クイズ形式を取り入れ防災学習に取り組んでもらっている。以下に小学校での出前講座(所要時間45分)の内容を示す。

- ① 地震はなぜ起こるの？
- ② 阪神淡路大震災を振り返ろう
- ③ 大地震に対する身近な備え
- ④ 明石高専防災学習教材の紹介
- ⑤ 防災クイズ

なお、市民に対する出前講座は上記の①～⑤の項目を少し高度に説明し、また地域防災力の向上や行政の危機管理について説明している。講座の最後に「自分の寝室の危険度予測」という作業をして頂き、家具が地震発生するとき、「凶器」とならないかを対話形式で確認している。

写真7、8が稲美町立天満東小学校、姫路市市民防災大学での出前講座の様子を示している。



写真7 稲美町立天満東小学校



写真8 姫路市市民防災大学

写真7より、小学生とは身近な防災というテーマで熱心に防災学習をしている様子が判る。一方、写真8より、市民の方とは、出前講座で実施している防災確認試験を通じて、過去の歴史地震、住宅の耐震診断、耐震補強（家具の固定方法を含む）、大地震への身近な備えを学習して頂いていることが判る。また、市民、中学生への防災学習の最後にアンケートを実施し、防災学習の改善点を把握することに役立てている。アンケートでは、以下の6項目について実施している。

- ① 対象年齢、学年、性別は？
- ② 本日の防災学習はどうでしたか？
- ③ 地震には色々な顔を持っていることを知っていましたか？
- ④ 地震に強い建物には色々あることを知っていましたか？
- ⑤ 室内模型教材はどうでしたか（自由記述）
- ⑥ 自分の部屋の危険度チェックはどうでしたか？

本論では、紙面関係上、明石税務署職員研修会、姫路市市民防災大学、加古川市耐震改修フォーラムでのアンケート結果、①、②、⑤の項目について報告する。表1は、項目①の人数（年代を含む）、性別を、表2は項目②の防災学習の評価、表3は室内模型教材に対する自由記述を示している。

表1 受講生の男女の割合(項目①)

年代	人数	比率 (%)
10代	13	5.4
20代	13	5.4
30代	13	5.4
40代	16	6.7
50代	59	24.6
60代	81	33.8
70代	45	18.7
合計	240	100.0

性別	人数	比率 (%)
男性	192	80.0
女性	48	20.0
合計	240	100.0

表2 防災学習の評価(項目②)

	回答数	比率 (%)
役にたつ	182	75.8
普通	55	22.9
役に立たない	3	1.3

表3 防災学習教材の評価(項目⑤)

自由記述	回答数	比率 (%)
地震時の家具の動きが模型で再現できており、判りやすい 実験映像による説明がよい	109	69.9
教材の実験を通じて自宅で家具の配置、固定方法について検討してみたい	17	10.9
安心くんに興味を持った 免震構造の良さ	16	10.3
家具の配置が自由に変更できるのでよい	7	4.5
実際に教材、実験を見てみたい	3	1.9
上下方向を考慮した実験をしてほしい	3	1.9
既存住宅に免震構造は適用可能でしょうか	1	0.6

表2より、防災学習の評価について、75.8%の市民の方が「役に立つ」という評価で学習内容は適切であると言える。表3より、防災学習教材において、市民の方の意見では、「実験映像を通して地震時の家具の動きが観察できる点及び自宅での家具の配置、固定の仕方について検討したい」に対する意見が多いように思える。しかし、自由記述の中で、「上下方向の振動実験を実施してほしい」、「防災教材、実験を実際に見てみたい」という意見があり、今後検討してみたい。ただ、防災教材の実験は、本校で出前講座を実施することは可能であるが、実験室のスペースの関係で難しく、現在はDVD教材で学習して頂いている。

最後になりますが阪神淡路大震災では、6434名の尊い命が奪われ、亡くなられた方は無念であったと思う。この出前講座を通じて小中学生、市民に対し「命の大切さ」を今後も伝えていきたいと思う。

6. 結語

阪神大震災を契機に、日本の耐震規準（建築基準法）、地域の防災対策が見直され、市民防災活動（自主防災組織の活動）が活性化されている。しかし、震災後14年が経過すると神戸の町は復興され、震災の記憶を残すものは数少なくなっている。ただ、震災を経験した人の心の傷は決して消え去ることはない。

本論では、市民への防災意識の再確認と次の大地震で被害を出さないために、室内模型の振動実験を行い、家具への補強の必要性や配置によって地震時に家具が凶器になることを指摘した。実験結果から軽々に結論を述べることはできないが、それらが示す幾つかの工学的知見を述べる。

- ① 3種類の室内模型（危険くん、耐震くん、安心くん）の振動実験を行い、家具などの仕器が地震時にどのような挙動を示すかを確認し、今後

の防災対策に役立つ資料が得られた。

- ② 防災学習 DVD 教材を小中学生や市民の防災学習に適用した結果、多くの方に、家具への補強の必要性や免震構造にすることによって、室内の家具などの什器の挙動が異なることを理解して頂いた。

なお、文献 3) の木造模型教材及び本論で開発した室内模型教材を用いて今後も県内、県外の小中学校、市民向けの出前講座を実施する予定である。

防災出前講座を希望される学校、市民の方は、明石高専建築学科中川研究室 (078-946-6224) まで連絡を頂ければ幸いです。

謝辞

本研究の実施に際し、平成 20 年度明石高専教育研究支援経費・共同プロジェクト「小中学生・市民を対象にした室内型防災学習教材の開発と実践」(研究代表者：中川肇) の補助を受けました。

また、防災出前講座に参加して頂きました稲美町立母里小学校、同町立天満東小学校、淡路市立仁井小学校、明石市立魚住小学校の児童の皆さん及び明石税務署の職員の方、姫路市市民防災大学、加古川市の建築物耐震化フォーラムに参加して頂きました市民の方々に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 総務省消防庁：阪神・淡路大震災関連情報データベース
- 2) 中川肇、長嶋隆一：防災意識向上のための木造模型教材の開発、明石工業高等専門学校研究紀要、第 49 号、pp.103-107 (2006)
- 3) 中川肇：中学生・市民を対象にした防災学習教材の開発と実践、明石工業高等専門学校研究紀要、第 50 号、pp.41-46 (2007)