

耐震化促進のための RC 建物倒壊模型の開発

RC建物
耐震化

倒壊
教材

模型実験

正会員 ○福和伸夫*
同 花井 勉**
同 石井 渉***

1.はじめに

東海地震や東南海地震・南海地震に対する地震防災戦略が策定され、耐震化の推進と意識啓発のための国民運動の展開が政府公約となった。耐震化については優遇税制と耐震改修促進法の強化というアメとムチの政策により、制度面と経済面の改善が図られつつある。合わせて、安価な耐震化手法の検討も精力的に行われ始めている。しかし、最も重要な国民の意識啓発が旨く進んでいない。筆者等は、数多くの啓発活動を実践すると共に、効果的な啓発のための補助教材として種々の防災教材を開発・実演してきた¹⁾。この際に、地震時に建物がどのように挙動し、倒壊に至るのかを分かりやすく示すことが大変重要だと感じている。

三木市にできた大型震動台では昨年木造の実大倒壊実験が行われ、建物内部の映像も放映されて大きな反響を呼んだ。今年には RC の実大建物も実験され、倒壊レベルまでの加振が行われた。これらの映像の啓発効果は極めて高かったが、実大震動台実験のみにイメージ構築を頼むのは難しいと思われる。

そこで木造倒壊模型に引き続きマンションなどの RC 建物の地震時挙動のイメージ構築に役立つ倒壊模型を作ることにした。そのきっかけは、鉄筋コンクリート建物の耐震強度問題に対する一般社会の強い関心に、分かりやすく答える教材の必要性を感じたことによる。本論文では RC 建物の倒壊の様子をリアルにするため試行錯誤により模型材料を決定していく過程を報告する。

2. 壊し方

RC 建物の倒壊した後の様子を被災現場で観察すると、木造建物のように完全に全階ぶぶれた例はほとんどなく、1 階又は中間階の崩壊により、その階のみぶぶれた建物が多く認められる(写真 1,2)。また、層崩壊の過程は一概には言えないが、倒壊の形状から見て図 1 のような順が代表的と思われる。

そこで今回の模型では柱内部のコンクリートが割れて鉄筋の間から飛び出し倒壊していく様子を強調する模型とした。



写真 1 1階崩壊



写真 2 中間層崩壊

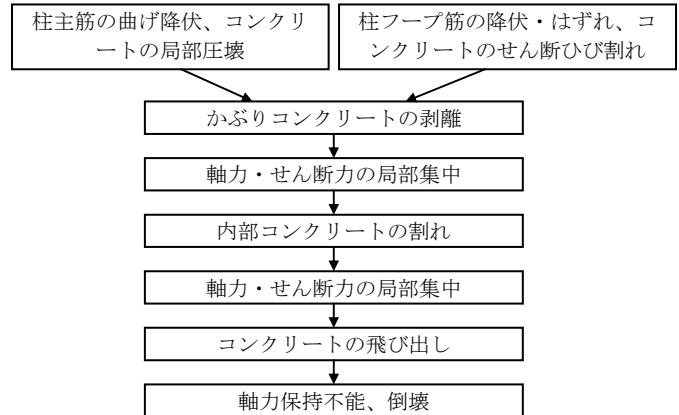


図 1 想定倒壊パターン

3. 模型材料の選択

表 1 に模型に使用した材料の変遷を示す。最初に試作したのは、アクリル性の版を縦に積み、その中にゴムを通した簡単な実験模型である。アクリルにコンクリートの役目を、ゴムに主筋の役割を任せた。これは、鉄筋の重要性を示すために耐震強度偽装問題が発生した直後に、解説用に試作したものである。その後、コンクリート柱をサイコロの積み重ねへと改善し、鉄筋をワイヤーを用いた初期作品から、曲げひずみを持たせるためのゴムの挿入、主筋の降伏を表現するためのハンダの仕様へと改善してきた。途中⑥⑦では、一般の方の目を意識して石膏を用いてコンクリートに見せかけて、子供向けのニュースでの解説用に試作してみたが、湿式で再現性が難しくオプションとして用いることにした。現時点での最終仕様の⑧では 1 階建てで主筋・フープ筋の本数の違いによる実験を行ったが、弱い柱の壊れたようす、強い柱の鉄筋の拘束性がうまく表現できた。

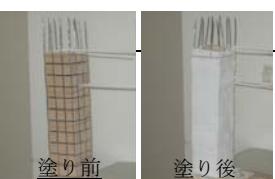
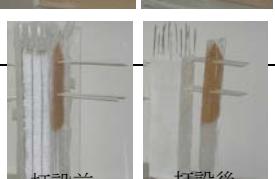
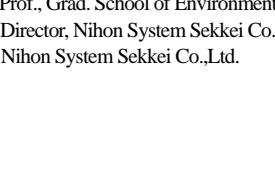
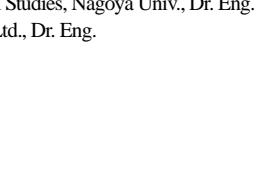
4. 今後の展開

今回は柱の曲げ破壊による倒壊模型であったが、今後は腰壁を挿入した短柱のせん断破壊による倒壊模型も予定している。また、鉄筋、断面の違いによる壊れ方の表現、さらには実験の再現性にも気を配り改良を重ねていくつもりである。

謝辞 TV用試作模型では東海テレビ、NHKにご協力いただいた。ここに、記して謝意を表する

参考文献 1) 福和伸夫ほか: 耐震化促進のための木造建物倒壊実験教材の開発, 日本建築学会技術報告集第 22 号, 2005. 12

表1 試作模型の変遷

No.	コンクリート	主筋	フープ筋		
①	アクリル板	ゴム	—		
	■アクリル板積み上げ、中に主筋ゴム通し ▲板どうしがせん断ズレして崩壊。ゴムはすれ防止の役割のみ				
②	プラスチック角	モール	針金		
	■プラスチックサイコロ組み上げ、針金拘束 ▲サイコロが歪まないため、曲げ挙動が現れず、粘りもなく一気に崩壊				
③	バルサ角	プラスチック棒	銅線		
	■サイコロ間にクッションゴム挿入 ▲プラスチック棒の主筋の伸び見られず、サイコロ崩壊後も直線を保ったまま				
④	バルサ角	ハンダ	銅線		
	■主筋をハンダとする ▲曲げ挙動も現れ、主筋の終局形もリアルだが、SETUP 時の姿が RC に見えない				
⑤	バルサ角石膏塗り	ハンダ	銅線		
	■周囲に石膏を 1mm 塗り仕上げ ▲ハンダの溶かし定着が抜けて実験終了				
⑥	スチロール樹脂玉 石膏塗り	ハンダ	銅線		
	■骨材としてスチロール樹脂玉、セメントベーストとして石膏を使用 ▲リアルだが掃除が大変、繰り返し実験不可				
⑦	石膏+石灰	ハンダ	—		
	■TV 用に見た目を重視。主筋本数に差をつけた強い柱、弱い柱を実験 ▲一応曲げ挙動を示したが、石膏の固さ調節が難しい				
⑧	バルサ角	ハンダ	銅線		
	■③のハンダ定着を縛り型に変更。主筋量、フープピッチを変えた強い建物、弱い建物を同時加振 ▲強い建物は何回もの加振に耐えて粘りも発揮。弱い建物は瞬時に圧壊した。崩壊形はリアルだが、弱い建物の粘りが少しほしい				

* 名古屋大学大学院環境学研究科 教授・工博

** 日本システム設計 取締役・工博

*** 日本システム設計

* Prof., Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr. Eng.

** Director, Nihon System Sekkei Co.,Ltd., Dr. Eng.

*** Nihon System Sekkei Co.,Ltd.