

RC 造の地震被害モードを考慮した力学模型の開発

長谷川研究室
01312006 池上 元基

1. はじめに

既往の研究開発によれば、ゴムスポンジ模型を用いることで、建物の力学的挙動が理解しやすくなり、構造力学の教材として有用との報告がある¹⁾。そこで、ここでは同じゴムスポンジを用いて、RC 造の地震被害モード（形態）とそのメカニズム（機構）が理解しやすい力学模型を開発した。

2. 地震被害年表と RC 造の被害モード

まず、我国における RC 造の被害を整理するため、**図 1** に示すような地震被害年表を作成した。同図は 1923 年関東大震災から 2016 年熊本地震まで、我国の代表的な被害地震を発生順に列挙し、その被害の特徴を併記した。また、これには建築基準法など、我国の耐震規定の変遷も列挙し、被害地震との関係を明示した。これより、RC 造の被害で特筆すべきことは、1968 年十勝沖地震の被害といえる。この地震では荷重を支える柱のせん断破壊が目立ち、とくに学校建築における短柱のせん断破壊が問題となった（**図 1**①及び②）。これは帯筋が少ないために発生した被害で、十勝沖地震は昭和 46 年の法改正の嚆矢となった（**同**③）。

つぎに特筆すべきことは、1995 年兵庫県南部地震（阪神大震災）の被害である。この地震では法改正による耐震規定の差が明瞭に現れ、昭和 46 年の法改正以前に設計された多くの RC 造が柱のせん断破壊で倒壊した（**図 1**④）。一方、昭和 56 年以降の新耐震設計法による RC 造は、曲げ降伏が先行するため、中破程度に留まるケースが多く見られた（**同**⑤）。なお、阪神大震災においても短柱のせん断破壊が多く見受けられた（**同**⑥及び⑦）。

3. ゴムスポンジ力学模型の開発と実演

開発にあたり、ここでは長柱と短柱の被害に着目して、「コラムパーツモデル」と「フレームモデル」の 2 種類の模型を制作した。開発コンセプトは以下

の三点である。すなわち、①RC 造の被害の特徴をデフォルメして表現できる。②長柱と短柱の被害メカニズムを考慮する。③授業などでの活用を考慮してコンパクトな模型とする。

（1）コラムパーツモデル

写真 1a 及び**写真 1b** で示すように、長柱と短柱の柱頭にそれぞれ別途に水平力を与え、その変形が長柱と短柱で直接比較できるような力学模型を制作した。ゴムスポンジへのスリットの挿入、ゴムスポンジの着色効果など、制作方法については文献 1) に倣った。これより、長柱（**同 1a**）では曲げ変形と同時にせん断変形が、短柱（**同 1b**）ではせん断変形が卓越し、RC 造の柱の場合は**図 1**③に示したせん断補強筋の重要性が理解できる。

（2）フレームモデル

実際の建物は柱が袖壁・垂壁・腰壁などで拘束されているため、比較的短柱となるケースが多い。そこで、**写真 1c** で示すように、実際のラーメン構造を模擬した力学模型を制作した。ここに、短柱は垂壁と腰壁により曲げ変形を抑制し、また長柱は 1981 年施行の新耐震設計法のように、曲げ降伏が先行するモデルとして制作した。同写真から分かるように、垂壁に水平力を与えると、長柱では柱頭と柱脚に曲げ圧壊、短柱ではせん断破壊の生じる様相が確認できる（**図 1**⑤～⑦参照）。

4. まとめ

RC 造の長柱と短柱に着目し、その地震被害モードを適切に考慮できるゴムスポンジ力学模型を開発した。同模型によって RC 造の地震被害の様相が端的に表現できることから、今後は学習教材としての活用が見込まれる。

【参考文献】

- 1) 東本大晶：力学的挙動を表現できるゴムスポンジ構造模型の開発，ものづくり大学 2015 年度卒業・制作・設計梗概集，129-130，2016。

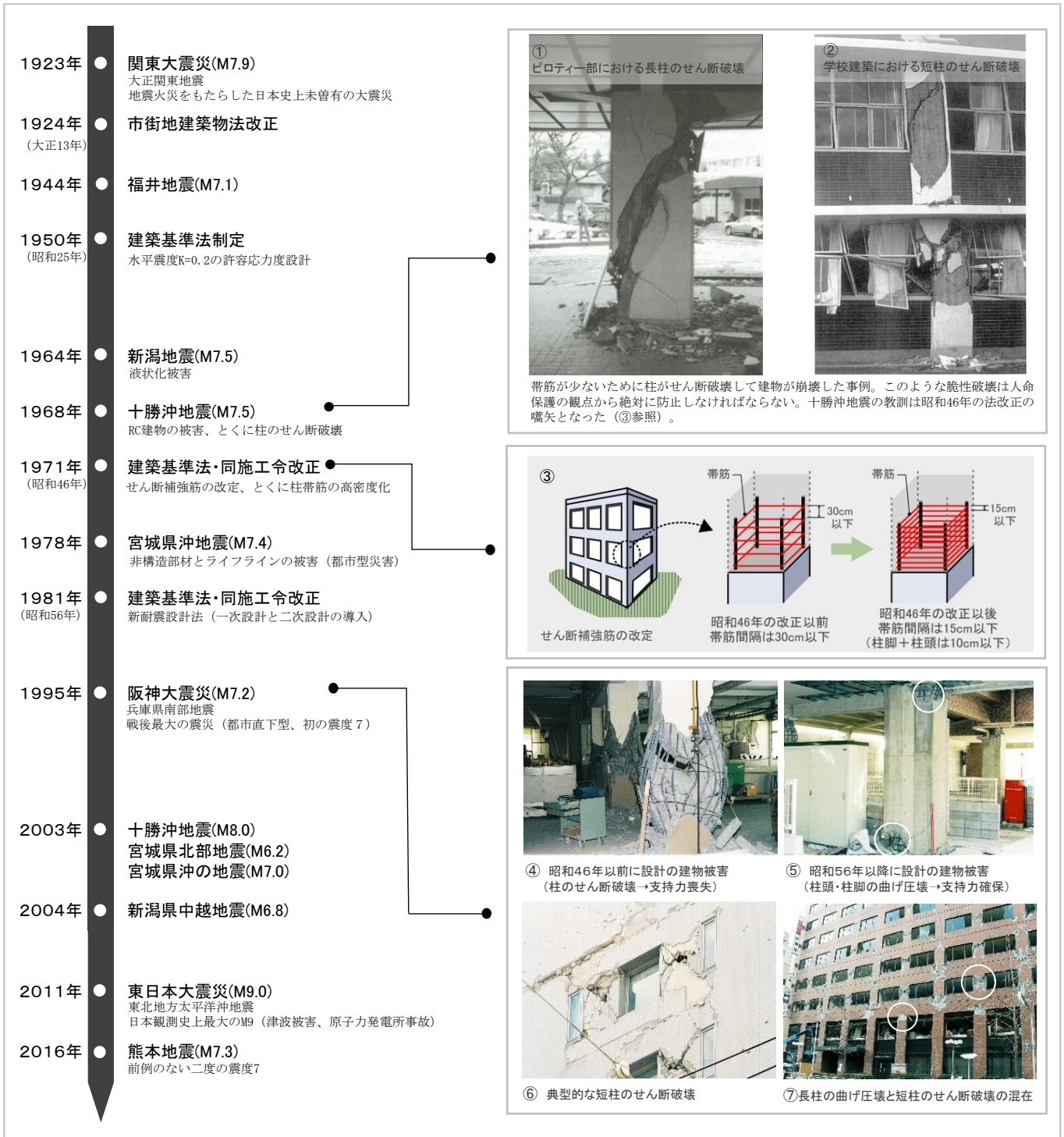
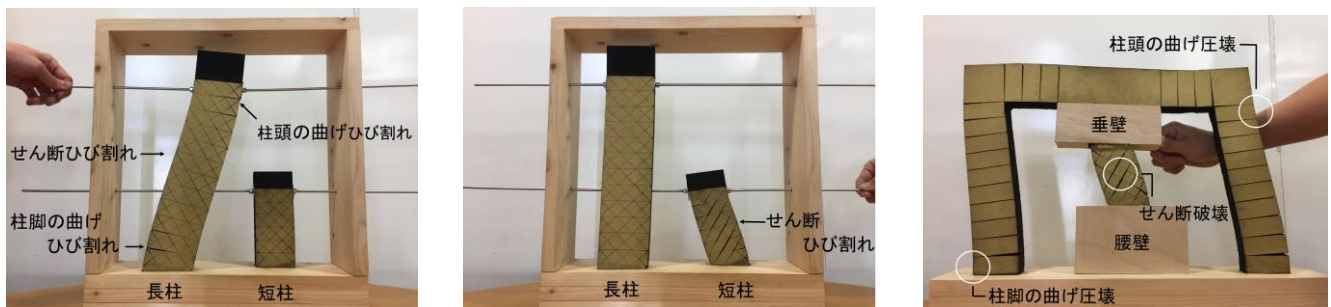


図1：地震被害年表



(a) 長柱の曲げ・せん断変形

(b) 短柱のせん断変形

(c) ラーメン構造における長柱と短柱の変形

写真1：ゴムスポンジ力学モデルによる地震被害モードの実演