

# 免震の実力・擬似被害地震から学ぶ



京都大学防災研究所 教授  
 (独)防災科学技術研究所 兵庫耐震工学研究センター センター長

中島正愛

わが国の現代都市が、地震に対してかくも脆弱であることが露わになった1995年の阪神・淡路大震災からもう15年が経とうとしている。この大震災以降も、2000年鳥取県西部地震から2007年新潟県中越沖地震に至るまで被害地震は絶えることはなく、さらに、南海トラフの大地震(東海、東南海、南海)が今世紀中盤までに到来する可能性は極めて高いと認識されている。

耐震工学の歴史を振り返ると、1964年新潟地震における液状化、1968年十勝沖地震におけるRC柱のせん断破壊、1995年阪神・淡路大震災における数多く倒壊した古い(既存不適格)建物に代表されるように、この学問領域は古来「被害地震に学ぶ」ことからその技術を発展させてきた。滅多にやっこない大地震、強震動を正確に予測することの難しさ、経験を重視してきた建設技術の歴史等を考えれば、「被害地震に学ぶ」態度もうなずける。

だけれども、われわれの社会、特に大都市圏は、この40年間ですっかり様変わりした。1960年代初めには超高層ビルもなければ地下鉄路線も今ほど多くはなかったし、ウォーターフロントも閑散としていた。一方今を見ると、超高層建物が林立し地面の下はトンネルだらけ、ウォーターフロントも諸施設でふさがれ、そしてグローバリゼーションの名のもとに大都市は24時間いささかも休むことなく動いている。そんな密度の濃い社会、高機能への要求が止まない社会が、大きな地震を受けたら一体どうなるのだろう。

国の富が限られていたころは、命が助かれば幸いで資産を失うのもしょうがないと認識されていたものが、豊かになった今では、安全と人命保護は言うに及ばず、大地震の直後にも「生活の質の保証」に気配りしなければならなくなった。また経済が右肩上がりであれば、地震で資産を失ってもそれをバネに「スクラップアンドビルト」を実践できたけれど

も、社会が成熟する一方で少子化や高齢化も加速し、加えて「生活の質の保証」に対する要求がいやがおうにも高まる21世紀のわが国において、「被害地震に学ぶ」という姿勢はもう許されそうにない。被害地震を受けた後ではもう取り返しがつかず、過去に経験したことがない種類と大きさの被害に悩まされ、そして復興に対する人的物的資源が圧倒的に不足して、つまるところ、わが国がその後長い間立ち直れない可能性は十分にありうる。

今こそわれわれの想像力を最大限に活かして、現代都市を襲う地震被害の様相を的確に予見・予測し、実際の被害に先手を打って防御策を講じなければ、もう子孫に合わす顔がない。でも具体的には今なにができるのだろうか。「被害地震に学ぶ」は踏襲しつつもそれに一步先んじるために、「擬似被害地震に学ぶ」姿勢への転換をめざすべきだと、私は主張したい。なぜなら、わが国にはそれを可能にする仕組みがあるのだから。ご承知のように、先の大震災を契機に超大型の振動台設備(E-ディフェンス)の整備が進み、2005年以来各種の大型実験研究が展開されている。この施設がもつ特長や能力は、「擬似被害地震に学ぶ」絶好の場を提供してくれるはずだ。

先に、今では安全と人命保護はもとより大地震の直後にも「生活の質の保証」が求められる、と書いた。一方で、首都圏を始めとするわが国の大都市がますます巨大化し、そして濃密、高速、高機能への果てしない要求に応えるために急速に変化する社会の様相をみると、構造物が崩壊するような惨事は起こらなくても、その機能が失われれば社会が大混乱するであろうことは容易に想像できる。「擬似被害地震に学ぶ」は構造物の損傷や崩壊に限ったことではなく、構造物の機能保持や事業継続にも適用されるはずだ。

さてここで免震、「機能保持」の切り札としてそ

の適用は拡がり続け、「めんしん」という言葉も国民の間に浸透してきた。これも、日本免震構造協会会員諸兄を始めとする、免震の開発と普及に尽力いただいている関係者の不断の努力のたまものである。ただ、関係者はとうにご承知のように、免震は「被害地震」の洗礼を受けその威力の実証が積み重ねられてはきているけれど、まだ「まことの実力」が完璧に証明されたとは言いきれない。特に何が心配かといえば、南海トラフの大地震によって起こりうる「長周期地震動」に対する免震の実力である。なにせ免震は自身が長周期化しているので、長周期地震動に対しては相対的に揺れやすいはずだから。

この懸念に対して「擬似被害地震に学ぶ」機会を提供すべく、E-ディフェンスでは、災害時にこそ機能しなければならない医療施設への適用が増えている免震が医療施設の機能を完璧に確保しうるかどうかを調べる大型実験を、2007年度に始まった「首都直下地震防災・減災特別プロジェクト（文科省開発局）の一環として実施した。

この実験では、RC4階建て免震病院試験体をE-ディフェンスのなかに造った。この試験体に、断層近傍強震動（阪神・淡路大震災時JMA神戸記録等）、従来型設計地震動（基準化1940年エルセントロ波）、長周期地震動（模擬地震動）を入力して、また比較の対象としてRC4階建て耐震病院試験体に対する実験も実施することから、免震効果のほどを検証した。RC上部構造部分では、1階に撮影室、2階に診察室、3階に手術室、4階に病室と、実際の病院にできるだけ近い層配置とし、また各階には現実に近い設置条件に従って各種医療設備を配した。

さてこの免震病院試験体はどう揺れたのか。断層近傍強震動やエルセントロ波に対しては免震の効果はてきめんで、耐震病院試験体に比べて揺れ（床加速度応答）は遙かに減り、また各種機器や施設の機能も完璧に保持された。一方長周期地震動に対しては、両試験体の床加速度応答はほぼ等しいけれど、揺れの周期が長い分、キャスターが付いた各種設備（ベッドや人工透析器等）は、むしろ免震病院試験体の方が大きな動きを示し、ときとして設備類が衝突する様子も見られた。この実験は、キャスター付き設備ではキャスターをロックしておかないと、免震であってもそれが長周期地震動を受けたときには相当動くことを示し、一方で、医療施設はその機能上

の理由から、キャスターが付いた移動設備が極めて多い事実を目の当たりにさせた。擬似被害地震に学んだこの機会は、将来の免震技術開発に対して有益な教訓を与えてくれたと思う。

免震に関わるわが国の技術開発はなお旺盛で、最近では超高層建物への適用や超大型免震装置の開発も増えている。これらの努力がわが国の地震被害の軽減と社会と生活の安寧に大きく寄与することは疑いない。ただ「めんしん」に対する国民の信頼に引き続きけるためにも、新しい技術開発に対しては「擬似被害地震に学ぶ」姿勢を堅持していただきたいと願っている。

<参考文献>

佐藤栄児、井上貴仁、酒井久信、寛淳夫、小林健一他、古川幸他多数：震災時における建物の機能保持に関する研究：（その5）地震災害時における医療施設の機能保持評価のための震動台実験概要；（その6）地震災害時における医療施設の機能保持評価のための震動台実験の試験体概要；（その7）短周期地震動に対する耐震および免震構造の応答性状；（その8）長周期地震動に対する耐震および免震構造の機能保持性能；（その9）医療施設に設置した高架水槽の長周期地震動による加振実験について；（その10）情報通信設備の機能保持性能；（その11）震動台実験による設備配管系の被害状況；（その12）天然ゴム系積層ゴム+鋼製ダンパーと高減衰積層ゴムの応答性状；（その13）耐震構造での解析と実験結果の比較；（その14）解析結果と実験結果に対する考察；（その15）自動閉鎖式引き戸および折れ戸の震動台実験；（その16）実大実験による震災時の医療機器・什器の挙動に関する検討、日本建築学会大会梗概集、2009.8.