

免震建物の利用者の声



東京理科大学

永野 正行

筆者はかつてゼネコンの研究部署に所属しており、地震波伝播の理論評価、建物・地盤の動的相互作用を専門とし、免震建物については基礎構造の解析や入力地震動評価等に関りを持っておりました。ただ、免震建物の設計自体やデバイスの開発等には関わっていないので、免震構造ど真ん中のプロというわけではありません。一方、大学に移ってからは、免震建物と関わる機会も徐々に増えてきました。今回の巻頭言も、下記の地震被害調査絡みで依頼を受けたものと思います。浅学非才の身ではございますが、筆者の免震構造との関わりや考えていることを紹介させていただきます。

令和6年能登半島地震が発生して約半年経ちました。この地震では、多くの人的被害、建物被害が発生しました。津波・火災・液状化等の複合的な災害による被害が発生したものの、基本的には地震の激しい揺れに起因するものであり、大地震が発生したときの被害の大きさを実感いたします。この度の大地震で被害に遭われた現地の皆様には、改めてお見舞い申し上げます。免震建物については、2024年3月の報告会でお伝えしたように、ほぼすべての建物で構造被害を免れただけではなく、建物の機能継続についてもその免震効果を発揮したと言えそうです。特にこの地震で有名になりました七尾市に建つ免震病院では、「医療を止めない」を合言葉に、トップの皆様の強いリーダーシップのもと、病院スタッフが一致団結して医療に携わり、その様子は大変素晴らしいものでした。地震後、比較的早い時期に2回ほど病院を訪問する機会が得られ、地下ピットに入りけがき記録のトレースを含む調査を実施しました（写真1）。このとき、3月の報告会でも講演を頂きました担当理事の方には、大変丁寧にお話しをいただきました。「この病院を免震建物にして

本当に良かった」。このコメントを伺い、建築構造に関わる技術が人の命を救い、これだけ人を喜ばせることがあるのかと、初めて感動いたしました。

先に述べたように免震建物には入力地震動評価に関りを持っておりましたので、地震動が増幅し長周期化する軟弱地盤では、その耐震設計には十分に注意を払う必要があるという意識は持っておりました。市街地の海沿いに建つ場所で、免震構造を計画するのは少し勇気がいったかと思います。3月の報告会でもお話があったように、計画時にここに免震構造を提案したのは1社だけだったとのこと。事実、建物周辺では地震発生後に液状化や側方流動、地震動の増幅に伴う建物被害等も起きました。報告会では構造設計を担当されたその1社のゼネコンの方からもお話がありましたが、当該建物では液状化対策も行われ基礎もしっかり作られておりました。建物周辺の地盤で沈下が起き、一部ライフラインの不具合等は見られたものの、建物全体は傾斜することもなく健全であり、周辺からのアクセスも概ね良好であったようです。この地震の状況だ



写真1 七尾市に建つ免震病院でけがき記録をトレースしている様子（2024年1月15日）

けからの判断にはなりますが、近隣住民、周辺自治体の医療拠点、避難拠点としての役割、市街地に近くアクセスが良い点等を考えると、多少地盤の悪い場所に計画されていても、工夫をして免震構造にすることにより、多くの方を救える可能性があることを認識しました。

筆者の研究室では、都市部に建つ超高層集合住宅への入力地震動や建物応答に関する研究に取り組んでおります。特に2011年東北地方太平洋沖地震は、首都圏に建つ超高層集合住宅が初めて経験する大きな地震であったかと思えます。以降、強震記録や解析モデルを用いた建物応答評価、杭基礎での動的相互作用効果等に関わる検討を進めてきました。一方、実際の建物内部の被害状況や揺れの様子までは、強震記録や計算だけではなかなかわかりません。そこで地震発生後に、首都圏に建つ超高層集合住宅の居住者を対象に、地震時の室内の様子等に関するアンケート調査を実施いたしました。調査対象は耐震構造のRC造建物が多かったのですが、一部免制震構造の建物についても調査を行いました。これらの結果を図1、2に示します¹⁾。室内被害（タンス、冷蔵庫、食器棚等の移動状況、建物の内装材の亀裂）に関し、免震建物の結果は耐震構造よりも大きく減少する結果となりました。アンケート調査で得られた建物の揺れに関する自由記述コメントの一例²⁾を表3に示します。免震建物では揺れ、被害の低減に関し、耐震構造に比べ肯定的な回答が比較的多かったように思います。大地震時の免震建物における室内被害の低減効果は明らかで、生活機能継続の観点からは極めて重要なことです。

筆者が所属している大学のキャンパスには、幸いなことに免震建物が2棟建設されています。いずれも強震観測が行われており、地震時における建物の挙動分析等を実施しています。そのうちの1棟は2011年東北地方太平洋沖地震を経験しておりますが、残念ながら本震時の強震記録は上書きされ残っていませんでした。ただ本震後、多くの学生が余震の恐怖を免れるために、大学近くのアパートではなくこの免震建物の中で過ごしていたと聞いております。このときはキャンパス内の他の強震記録や非免震建物の室内被害に目が向いており、学生らに対ししっかり聞き取り調査などをして状況を把握しておけばよかったと思います。

大地震発生時の建物の揺れ方を検証するには、強震観測で得られる記録を分析するのが一番ですが、そのような建物は極めて稀です。この場合、実際に

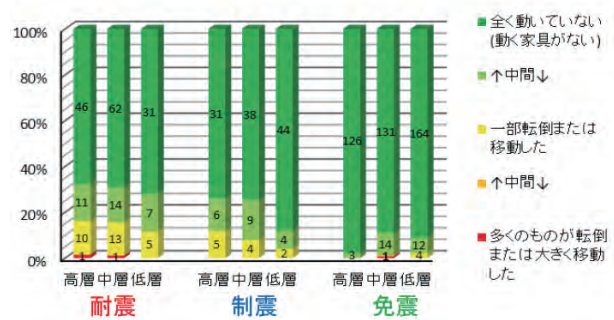


図1 超高層集合住宅の構造形式の違いによるタンス、冷蔵庫、食器棚等の移動状況¹⁾

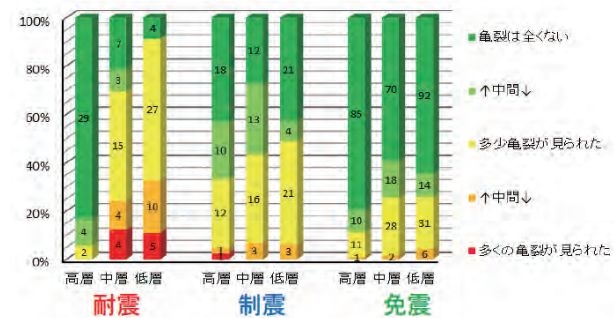


図2 同一地域（横浜・川崎）に建つ超高層集合住宅における内装材の亀裂被害¹⁾

表1 3.11 本震時における超高層集合住宅の室内の揺れに関わる自由記述項目の一例²⁾

耐震	<ul style="list-style-type: none"> ・揺れが止まらず船酔いの様になり、数時間立ち上がれず、散乱した部屋の中で横になるしかなかった ・どこかにつかまって膝を曲げて足を踏ん張って立っているのが精いっぱいだった
制震	<ul style="list-style-type: none"> ・かろうじて立ち上がることは出来たが、一箇所に立っていることが難しかった ・まるでゴンドラのアトラクションに乗っているようだった ・制震装置を「信じる」しかない
免震	<ul style="list-style-type: none"> ・歩けないことはない ・あまり揺れを感じない ・立って歩くこともできたが、例えるなら走行中の電車の中を歩いている感じに近かった ・免震住宅が有効との安心感は多少持てた

建物の中にいた利用者の声は貴重な資料となります。既にアンケート調査をベースとした研究はいくつか行われていると思いますが、系統立てた調査方法は確立されていないと思います。様々な制約があり難しいことは重々承知しておりますが、このような声を地震後に集め、それを広く周知するような体制を作ることができないものかと考えております。特に、耐震建物との対比に着目して免震構造の安全性や機能継続効果を提示することができれば、免震建物の普及にも大いに役立つかと考えます。

参考文献

- 1) 永野正行, 鈴木賢人: 構造形式の違いに着目した2011年東北地方太平洋沖地震時の超高層集合住宅の体感と室内被害調査, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 21022, 構造, pp.43-44, 2016
- 2) 鈴木仁那, ほか: 耐震・制震・免震の違いに着目した超高層集合住宅における居住者の行動難度評価, 日本建築学会技術報告集, 第29巻, 第72号, pp.683-688, 2023