

免震構造の課題：社会的な責務を果たすために



明治大学

小林 正人

1 はじめに

何か新しいことをはじめようとするとき、良いテーマや対象を見つけることは簡単ではありません。そのため、まずは自身の関心事について現状把握を行うことが一般的です。特に研究開発に関わる場合には、専門誌や論文のあとがきにある「今後の課題」を参照される方も多いと思われます。ここ数年内に関わった学協会の活動や出版物等において「免震構造の課題」をとりまとめる機会がありましたので、そのことについて述べたいと思います。

2 免震構造の課題

日本免震構造協会では、2017年に次世代免震システムの検討委員会（2017年4月～2019年3月）が設置されました。筆者はその中で、現状技術評価WGの主査を担当しました [1]。次世代免震システムの検討において、免震技術の課題抽出が活動目的の一つとなりました。その当時、日本免震構造協会原子力関係施設免震構造委員会が作成していた免震構造の高性能化に向けた開発ロードマップ（案）を、一般建築物にも適用することを検討しました。その結果、課題は以下の8つに分類されました。

(A) 設計法等、(B) 荷重・外乱、(C) 免震部材、(D) 施工、(E) 健全性評価等、(F) 一般社会との関わり、(G) 教育、(H) 研究開発

技術的な課題に加えて、技術の社会実装や普及に関することも考慮し、(F) と (G) の課題も取り上げました。特に普及に関する課題については、技術者中心ではなく、イメージ調査などを含めた有識者による検討が必要であること、教育の面では免震構造の研究者（特に大学関係者）が少ないことや、男女共同参画の必要性についても言及しました。

同時期に、日本建築学会免震構造小委員会（2017

年4月～2021年3月）の主査を担当しており、その活動の中で2020年11月に『大振幅地震動に対する免震構造の設計』を刊行しました [2]。この刊行物は、従来の設計用地震動のレベルを大きく超える地震動が予測・観測される中で、免震構造がどのように対応していくかについて、学会の立場からの考え方や対応事例をまとめたものです。筆者はこの刊行物のまとめの章を今後の課題も含めて執筆しました。本文では、「免震構造の性能は、一般社会にも広く認知されてきており、今後は社会的な責任を果たすことが求められるであろう。そのために取り組まなければならない免震構造の課題を…」と記載しています。しかし、実はこの記述の原案は、「今後の更なる期待に応えるための免震構造の課題を…」でした。学会内での査読の過程で、一部から「期待に応える」程度の軽い課題という印象を持たれてしまわないかという意見が出され、筆者らは、慎重に検討を重ねた結果、上記の表現に至りました。この経緯から、免震構造は期待に応えるだけでなく、さらに社会的な責務を果たさなければならない存在であることを認識することとなりました。

2020年12月に開催された日本建築学会振動運営委員会のシンポジウムでは、免震構造小委員会の4年間の活動報告とともに今後の課題を提示しました [3]。社会的な責務を果たすために取り組むべき課題として以下の5つを挙げました。

- (1) 継続的な技術者教育
- (2) 地震観測と計測システム
- (3) 大振幅地震動に対する免震技術と設計
- (4) 品質・性能保証
- (5) 激甚化する自然災害への備え

2016年熊本地震等の地震後の免震建物調査によって、免震可動部（Exp. J）以外にも設計上の配

慮不足によると思われる免震部材取付け部の被害や、地震計どころかけがき式変位計さえも設置していない建物が判明するなど、免震構造に対する信頼を損なう可能性のある状況が見受けられました。また、免震・制振部材に関する不正事案の衝撃も大きく、これらの現実を目の当たりにしたことから、筆者は強い懸念を抱きました。

その後、コロナ禍がはじまり、学協会の活動にも大きな影響がありました。その間に2023年は日本免震構造協会の創立30周年という話が浮上しました。2023年はまた、関東大震災から100年の節目の年でもあります。このため、日本免震構造協会は2022年に創立30周年記念・関東大震災100年委員会を設置しました。ここで筆者は関東地震100年WGの主査を担当することになりました。このWGでは、2023年11月23日～25日開催予定の第16回日本地震工学シンポジウム(16JEES)への協賛を行い、オーガナイズドセッションの企画や技術展示を計画しました。オーガナイズドセッションのテーマは「免震・制振技術の継承と革新:レジリエントな社会を目指して」です。その趣旨説明においても「今後は社会的な責務を果たすことが求められる」と述べて、そのための課題として「台風・豪雨・地震・津波など複合化・激甚化する自然災害への備え、カーボンニュートラルに貢献する技術開発、免震・制振部材の品質保証、国際競争力の強化、技術開発の停滞感・閉塞感の払拭など」を挙げています。

ここまで筆者が関わった「免震構造の課題」を振り返りましたが、課題は工学的なものに限らず、メガトレンドと呼ばれるような社会的な要素の強いものとも深い関わりを持つようになっています。これは免震構造が成熟しつつある技術であることの証とも言えます。このような状況の中で、免震構造が社会的な責務を果たすためにどのような課題に取り組むべきか、読者の皆様にもぜひ一度お考えいただきたいと思います。

3 社会的な責務を果たすために

これまで課題ばかりに言及しましたが、さらに重要なことは、その課題にどのように関わっていくのかということです。課題の中には教育や倫理に関連するものも多く、大学に所属する者としては、これらに最優先で取り組む必要があります。筆者が所属している大学の授業で、免震構造の特徴に関するアンケートを実施すると、毎年多くの学生が「免震構造は縦揺れに弱い」と答えます。これは、多くの免

震建物が鉛直地震動に対する免震機能を有していないことを曲解したWeb記事を参照したことによる影響のようです。このような誤った情報に惑わされず、原理や事実に基づいた正しい理解を広めるための人材育成が、人工知能が著しく進化する現代において、ますます重要になってくるものと思われる。基本的なことかもしれませんが、免震構造においては、その原理や仕組みが正しく理解され、これが身近な地域の地震防災とどのように関わっているのかを理解してもらうことが、教育の観点から重要と考えます。以降は、筆者が秋田市内のある高校で行った出張講義の様子について紹介したいと思います [4]。

秋田市は1983年日本海中部地震により、特に津波による大きな被害を受けました。地震が起こった5月26日は「県民防災の日」と定められています。そのため、生徒たちは日本海中部地震についてよく知っていました。これに関連させて、震度が観測される地点や観測施設を見たことがあるか質問してみました。予想通りですが、あまり良い反応はありませんでした。高校に最も近い震度観測点は、図1に示す八橋運動公園で、そこには写真1のK-NETの強震観測施設があります。八橋運動公園は生徒たちにとって馴染みのある場所ですが、強震観測施設やその中にある強震計についてはほとんど認識していませんでした。そのため、この強震観測施設で記録されたデータがネットワークを介して蓄積され、データベースになっていることも含めて解説しました。また、生徒たちには2011年東北地方太平洋沖地震の経験がありますので、実際にこの観測施設で記録された地震動波形を見せて、当時の揺れが震度4(計測震度3.9)であったことを思い出してもらいました。

講義は理系クラスを対象としていましたので、ニュートンの運動方程式を学習していることを前提に、地震動の加速度データを用いて建物(振動モデル)の揺れ(応答)を計算できることを図2のように説明しました。さらに、地震応答スペクトルにも少し踏み込んで説明しました。地震応答スペクトルの理解があれば、免震構造の原理(固有周期を伸ばし、減衰を大きくする理由)や仕組み(アイソレーターとダンパーの役割)を理解することができます。この内容には生徒たちから大きな反響がありました。

講義も終盤となり、再び生徒の身近な話題に戻すために、近所に免震建物があるか尋ねてみました。

強震観測

震度観測点

秋田市の拡大図

・ 気象庁

→ 山王

・ 地方公共団体

→ 河辺和田

・ 防災科学技術研究所

→ 八橋運動公園 (やばせ)

K-NET AKT010 秋田

所在地: 秋田県 秋田市 八橋運動公園1-1

出典: 震度観測点 (気象庁) <https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/intens-st/>

図1 震度観測点 (気象庁の提供データに一部加筆)



写真1 強震観測施設 (K-NET AKT010 秋田)

地震動に対する建物の応答

地震動に対する応答

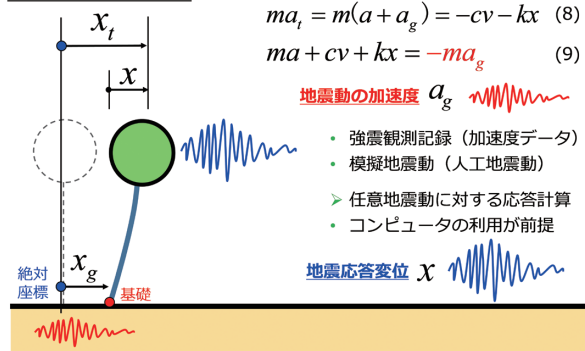


図2 任意地震動に対する1自由度系の運動方程式



秋田市庁舎

写真2 秋田市庁舎

事前に調べていた生徒も多く、すぐに秋田市庁舎やNHK秋田放送局が挙がりました。講義の前に、写真2の秋田市庁舎を訪れ、免震可動部 (Exp. J) や免震建物の表示などを撮影し、授業でこれらを紹介しました。免震構造の原理をすでに知っている生徒たちは、これらが免震建物の変位に対応するためのものであることをすぐに理解してくれました。講義も終わりに近づき、最後の質問を生徒たちに投げかけました。「秋田市庁舎の1階が周囲の地面よりも高いのはなぜでしょうか」という問題です。ヒントなしではなかなか答えは出ませんでした。が、「日本海中部地震」というヒントを与えると、すぐに津波!という声が上がりました。

このような講義を通じて、免震構造と地域の災害対策との関係を、高校生に強く印象づけることができたと考えています。

4 おわりに

これまでの学協会の活動を中心に、社会的な責務を果たすための「免震構造の課題」について述べました。また、課題に対する教育面での取り組みとして高校への出張講義の様子を紹介しました。本稿執筆中の4月にはトルコ・シリア地震災害調査速報会が日本建築学会等で開催され、5月には石川県珠洲市で震度6強を観測する地震が発生しました。被災された方々の一日でも早い回復をお祈りするとともに、免震技術が真に社会的な責務を果たし、将来の地震被害の大幅な軽減に貢献することを願い、本稿をまとめたいと思います。

参考文献

- [1] 日本免震構造協会:次世代免震システムの検討委員会報告書,2021
- [2] 日本建築学会:大振幅地震動に対する免震構造の設計,2020
- [3] 日本建築学会:シンポジウム「東日本大震災から10年ー建築振動分野の課題と展望」資料,2020
- [4] 2023年1月10日秋田魁新報採録記事
<https://www.meiji.ac.jp/koho/news/2022/mkmt0000024w9b-att/a1671698377068.pdf>