

建築物の地震対策と社会の防災意識

ふくわ のぶお
福和 伸夫

名古屋大学 減災連携研究センター 教授/センター長

1 はじめに

62歳を少し過ぎた私は、昭和を32年間、平成を30年間生きた。工学博士の学位を取得したのは平成元年5月、ゼネコンの研究職を辞して大学に異動したのは平成3年であり、現役生活の大半は平成だった。その間、建築耐震工学や地震工学の教育・研究に携わり、南海トラフ地震を始めとする防災・減災対策や、災害被害を軽減する国民運動などに関わってきた。

平成の始まりである平成元年は、天安門事件、ベルリンの壁崩壊、冷戦終結など、世界が激動した年である。日本では、消費税が導入され、年末には日経平均株価が史上最高値の38,957円44銭となるなど、バブルの絶頂期であった。

平成の30年間には、阪神・淡路大震災(1995年兵庫県南部地震)や東日本大震災(2011年東北地方太平洋沖地震)など、数多くの被害地震が発生し、耐震工学にとっては多難な時代だったが、様々な教訓も得られた。また、免震や制振などの新たな耐震技術が普及し、強震動の理解や耐震改修の進展など、耐震工学の成果が大きく花開いた時代でもあった。その間には、建築基準法の改正と耐震基準の性能規定化、構造設計一級建築士制度の創設、長周期地震動対策などの施策が進んだ。一方で、耐震強度偽装事件、免震装置や杭打ちのデータ不正などの負の事件も発覚した。

平成の30年間はその前の30年間に比べ、被害地震の発生数も、死者数も遥かに多い。災害対策基本法制定の契機となった、1959年伊勢湾台風の翌年

から1989年までの30年間と、平成の30年間を比較すると、宇津の被害等級3以上の地震は16個と24個、被害等級5以上の地震は平成のみで、等級5の1993年北海道南西沖地震(M_j^{*1} 7.8、死者・行方不明者230人)、6の1995年兵庫県南部地震(M_j 7.3、死者・行方不明者6,437人)、7の2011年東北地方太平洋沖地震(M_w^{*2} 9.0、死者・行方不明者約2万2,000人)と3地震ある。

1948年福井地震(M_j 7.1)の後に新設された震度階7だが、昭和には最大震度7の地震はない。一方、平成には、兵庫県南部地震、2004年新潟県中越地震(M_j 6.7)、東北地方太平洋沖地震、2016年熊本地震の前震(M_j 6.5)と本震(M_j 7.3)、2018年北海道胆振東部地震(M_j 6.7)と6度も経験した。南海トラフ沿いでの巨大地震が発生する30~40年前から地震の活動期を迎えると考えられており、南海トラフ地震発生準備過程と言えるかもしれない。

新たな時代が始まろうとする今、南海トラフ地震や首都直下地震などの切迫性が叫ばれている。科学の限界も明らかとなったことで、昭和の時代に掲げられた「地震予知」の御旗も降ろさざるを得なくなり、地震対策のあり方も変化しようとしている。本稿では、平成の30年間の被害地震を振り返るとともに、そこで得られた教訓、耐震に関わる新たな技術や施策、地震防災対策の動向についてまとめてみる。筆者の浅学菲才のため、欠落もあるかもしれないが容赦されたい。

*1 気象庁マグニチュード。気象庁の公式報告として使われる。

*2 モーメントマグニチュード。大規模地震の正確な測定のため、断層運動の大きさを反映し解析を行う。

2 平成の被害地震が耐震・防災に与えた影響

平成の30年間の地震を振り返ってみる。平成の初期は、1990～91年に雲仙普賢岳の噴火があったものの、大きな地震は1993年釧路沖地震(M_j7.5)までは起きなかった。その後は、津波が奥尻島を襲った1993年北海道南西沖地震、北方領土を襲った1994年北海道東方沖地震(M_j8.2)、三陸はるか沖地震(M_j7.6)など、北海道周辺での地震活動が活発だった。

1995年に起きた兵庫県南部地震では、震度7の強烈な揺れで建築物や土木構造物が甚大な被害を受け、6,000人を超す犠牲者を出した。その後の約10年間は、2000年鳥取県西部地震(M_j7.3)、2001年芸予地震(M_j6.7)、2004年新潟県中越地震(M_j6.8)、2005年福岡県西方沖地震(M_j7.0)、2007年能登半島地震(M_j6.9)、新潟県中越沖地震(M_j6.8)など、西日本での地震活動が活発だった。

一方、2003年十勝沖地震(M_j8.0)では長周期地震動によるタンク火災が着目され、東北地方では、2005年宮城県沖地震(M_j7.2)、2008年岩手・宮城内陸地震(M_j7.2)が続き、2011年三陸沖の地震(M_j7.3)の2日後に、東北地方太平洋沖地震が発生した。大津波と原発事故に加え、長周期地震動や液状化、ため池決壊、タンク火災、天井落下、帰宅困難など様々な被害が発生した。その後、多くの余震に加え、長野県北部地震(M_j6.7)、静岡県東部地震(M_j6.4)、福島県浜通り地震(M_j7.0)などの誘発地震が発生した。

2016年には熊本地震や鳥取県中部の地震(M_j6.6)が起き、2017年には島根県西部の地震(M_j6.1)と大阪府北部の地震(M_j6.1)に続き、北海道胆振東部地震(M_j6.7)が発生した。この地震では、広域の土砂崩れやブラックアウトによる全道停電が話題になった。そして、本年になっても熊本や胆振東部で余震が続いている。これらの被害地震を

経験する中、耐震対策や地震防災対策のあり方も大きく変わってきた。中でも兵庫県南部地震と東北地方太平洋沖地震の与えた影響は大きい。

兵庫県南部地震では、旧耐震基準による既存不適格建物の存在が甚大な被害の主な原因であった。このため、震災後、耐震改修促進法が制定され、耐震化の推進が図られることになった。被害の中心は古い木造家屋であり、重要・先端構造物に偏りがちだった耐震研究のあり方に一石を投じた。この地震を受けて、耐震化の実証研究のため、兵庫県三木市に世界最大の振動台「E-ディフェンス」が建設された。

観測記録は少なかったものの、揺れの強さは耐震基準で想定したものを上回り、新耐震基準の妥当性が確かめられた。一方で、建物階数による被害率の差が明確に認められ、建築物の真の耐震的実力に関する疑問は残ることになった。

また、当時普及し始めていた免震建物が、地震の揺れを大きく減じたことで、免震の有用性が実証され、地震後、免震建物が急増した。このことが、その後の免震・制振技術の向上や強震動予測研究の推進につながった。

この地震まで、主たる関心はプレート境界周辺の地震に向けられ、活断層による地震は必ずしも注目されていなかった。都市直下の活断層が生み出したパルス状の強烈な揺れは、それまで考えられていた地震動とは大きく異なるものであり、強震動評価の重要性が認識された。

この地震の後、東海地震の直前予知に偏っていた地震対策のあり方が見直され、地震防災対策特別措置法が制定され、地震調査研究推進本部(地震本部)が設置された。その後、地震本部は、活断層調査、堆積平野地下構造調査、強震観測、地震の長期評価などを推進し、これらの調査結果を活用して、2005年以降に地震動予測地図を策定・公

表してきている。

一方、建築界では、1998年に建築基準法が改正され、建築確認・検査の民間開放、中間検査制度などの導入、建築基準の性能規定化などが行われた。これに伴って2000年より、構造計算の新たな検証法として限界耐力計算法が導入された。また、木造の金物規定やバランス計算が強化された。

2005年には耐震強度偽装事件が発覚し、2006年に建築基準法や建築士法が改正され、構造計算適合性判定制度や構造設計一級建築士制度が創設された。

兵庫県南部地震の発生で、西日本が地震の活動期に入ったと考えられるようになり、南海トラフ地震に関する議論も活発化した。2001年の中央省庁の改編で新設された内閣府に、中央防災会議が移管されて以降、様々な防災施策が展開された。特に、東海地震の震源域の見直しや、それに伴う東南海地震、南海地震に関する検討が精力的に実施された。この中で、耐震化推進の必要性が議論され、災害被害を軽減する国民運動が推進されるようになった。また、巨大地震に対する長周期地震動の懸念が示された。

正にこのタイミングで十勝沖地震が発生し、苫小牧の石油タンクが長周期地震動のスロッシングにより炎上したことで、長周期地震動に対する関心が高まった。この地震以降、高層ビルに制振装置が設置されることが一般的になった。また、各所で長周期地震動に対する検討が行われるようになり、Eーディフェンスを用いた実験も実施された。

そして、2011年に東北地方太平洋沖地震が発生した。巨大津波による甚大な被害や福島第一原発事故を招き、計画停電、液状化、長周期地震動、天井落下などの課題も突きつけられた。

この地震の後、津波に関しては、2011年に国土交通省告示で「津波浸水想定を設定する際に想定

した津波に対して安全な構造方法等を定める件」が定められた。また、官庁建物の被害が大きかったため、2013年に「官庁施設の総合耐震・対津波計画基準」と「官庁施設の津波防災診断指針」が制定され、2017年には国土技術政策総合研究所から「災害拠点建築物の設計ガイドライン(案)」が公表された。

天井に関しては、2013年に建築基準法施行令を改正して天井脱落防止に関する規定を定め、脱落によって重大な危害を生ずるおそれがある天井を「特定天井」として、規制を強化した。

長周期地震動に関しては、2016年に国土交通省から「超高層建築物等における南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動への対策について」が示された。

地震防災面でも、「マグニチュード9.0」という超巨大地震が日本でも発生することが分かったため、最大クラスの地震を考えることの必要性が認識された。また、ハードとソフトを組み合わせ、少しでも被害を減らす「減災」の考え方が浸透した。そして、南海トラフ地震の対策検討が本格化することになった。

2016年に発生した熊本地震では長周期のパルス的な地震動が、2018年に発生した大阪府北部の地震ではブロック塀の転倒やエレベータ停止の問題が目撃された。また、北海道胆振東部地震では火山堆積物の大規模な土砂崩壊や、火山灰土の液状化、広域停電などの課題が現れた。

この間には、2015年の免震用積層ゴムや杭打ちのデータ不正、2018年のオイルダンパーのデータ不正など、建築界の信頼を失う不祥事も起きた。

このように、平成の30年間は、耐震や地震防災にとって紆余曲折した時代であった。

3 新たな時代に向け理科から社会科へのシフトを

南海トラフ地震は、今後30年間の地震発生確率が70~80%と評価され、最悪、死者32万3,000人、全壊家屋240万棟、経済被害220兆円が予測されている。発生が確実視され国難とも言える事態が懸念される地震だが、一昨年、現代の科学では確実な発生予測は困難との見解が示された。一方で、観測の整備により異常な現象は検知しやすくなっている。このため、一昨年11月より震源域で異常な現象が観測された場合、気象庁が南海トラフ地震に関連する情報(臨時)を発することになった。

臨時情報の活用は、不確実な情報を災害被害軽減にどう活かすかという正解のない難題である。論理的な思考の理科としての答えではなく、曖昧かつ多様な社会科としての答えが必要になる。異常が観測され、地震発生の可能性が相対的に高まったとは言えるが、地震がいつどこで起きるか分からない。そんな不確実な情報だが、命を守ることを最優先しつつ、社会機能を維持する必要がある。

震源域の半分で地震が起きた場合(半割れケース)には、被災地支援に全力を挙げつつ、残りの地域は日本社会を支えながら後発地震に備えなければならないが、公の力にも限界がある。一部割れケースやゆっくりすべりケースでは、さらに対応の仕方に悩むだろう。

命と生業、理科と社会、支援と準備、公と私、統一性と多様性などの様々な葛藤の中で、対策のあり方を合意形成する必要がある。昨年末に、中央防災会議の作業部会で基本的な方向性がまとめられ、3月末に、ガイドラインが公表された。今後、国→県→市町村→企業・住民とボールが投げかけられる予定である。それぞれが当事者意識を持って考えると、「突発災害への備え=自助」が基本であることが分かる。また、自助では困難なことは共助で、共助で無理なことは公助でと、企業・

住民→市町村→県→国へとボールを投げ返すことになる。各々の立場で自助のレベルを上げ、さらに市町村連携、隣接県連携などを進め、それでもできないことを国に上げていく。このキャッチボールをし続けることで、社会合意が進み段階的に対策が深まる。社会合意を民主的に進めることで、日本社会がさらに成熟することを期待したい。

30年前には夢だったスマートフォン、IoT、クラウドコンピューティング、電気自動車、自動運転などが実現しつつある。一方で、地球温暖化による気候変動、世界の人口増と日本の少子高齢化による人口減、大都市への人口集中と地方の衰退、国家予算の10倍にも及ぶ多大な債務など、課題山積である。ゆとりのない社会の中で、品質や安全の確保も難しくなっている。公にのみに頼るのではなく、あらゆる力を結集して社会や都市・建物の安全のあるべき姿を考えていく必要がある。

南海トラフ地震は、広域が同時に被災する超巨大災害であり、地震後に誘発地震や風水害などが加われば複合災害となる。被害規模は甚大で、保険などでカバーできるものではなく、抜本的に被害を軽減するしかない。

今一度、自然への畏怖の念を取り戻し、社会や個人のあり様を見直し、被害を減らしたい。「彼を知り己を知れば百戦殆うからず」という格言がある。敵(地震外力)を知れば、「君子危うきに近寄らず」と危険を避ければよい。己(耐震性)を知れば、「転ばぬ先の杖」と備えること(耐震補強)ができる。その結果、「備えあれば憂いなし」と、災害を乗り越えられる。さらに、自律・分散・協調型の共助社会をつくることができれば、「災い転じて福となす」ことも可能となる。上杉鷹山が語ったように、「為せば成る、為さねば成らぬ何事も、成らぬは人の為さぬなりけり」である。次世代のために、勇気を持って防災・減災に取り組んでいきたい。