

# 我が国が直面する地震危険度と免震技術への期待



東京大学生産技術研究所

目黒 公郎

## 1 はじめに

東日本大震災の発生前から、我が国は巨大地震が頻発する時期を迎えている。今後30年~50年の間に、マグニチュード（M）8クラスの地震が4、5回、M7クラスの地震はその10倍の40~50回、我が国を襲う可能性が高い。M8クラスの地震の代表が南海トラフ沿いの巨大地震、M7クラスの代表は首都直下地震である。政府中央防災会議は、東日本大震災を踏まえ、南海トラフの巨大地震による被害を、最悪の場合、死者・行方不明者が32万人を超え、全壊・流出・全焼建物が238万棟、被害総額は220.3兆円と試算した。同様に首都直下地震の被害は、死者・行方不明者が2.3万人を超え、全壊・全焼建物が60万棟以上、被害総額は95兆円である。両者を合わせた被害総額は315兆円以上、これは我が国のGDPの6割を超える。本稿では、このような環境下での防災対策の進め方についての私見を、免震技術への期待も合わせて述べさせていただく。

## 2 「防災から減災へ」は正しいのか？

東日本大震災以降、「防災から減災へ」という言葉を良く耳にする。「事前のハード対策だけで全ての被害を防ぐことはできないので、事後対応を含めて被害を最小化しよう」という意味のようだが、私自身はこの「減災」には、以下のような2つの理由から違和感を覚える。

1つ目は「防災」の定義に関する理解不足だ。防災に関する最も重要な法律「災害対策基本法」の第一章（総則）の第二条の二で、「防災は災害を未然に防止し、災害が発生した場合における被害の拡大を防ぎ、及び災害の復旧を図ること」と定義されていて、この中には災害対応も復旧も入っている。「防災から減災へ」と言っている人は、災害対策基本法の最初の部分も読んでいないのかとってしまう。

2つ目は、現在わが国が直面する規模の地震被害に対しては、事後対応を主とする対策では復旧・復興が困難なことへの理解不足である。有限な時間と資源を前提とする防災対策では、適切な優先づけが必要となり、通常はリスクの大小が基準として用いられる。リスクは、「ハザード×バルネラビリティ」で定義されるが、ハザードは「外力の強さと広がり×発生確率」、バルネラビリティ（脆弱性）は「ハザードに曝される地域に存在する弱いものの数」である。結果としてリスクは「起こったときの被害の規模×発生確率」になる。ここで、低頻度巨大災害と高頻度中小災害を比較すると、巨大災害では低頻度が効きすぎると相対的にリスクが小さくなり、その対策が後回しになることがあるが、ここには落とし穴がある。リスクの概念で優先順位をつけてもいいのは、「起こったときの災害の規模が対応母体の能力で復旧・復興できるサイズまで」ということ。「防災から減災へ」の言葉には、事前の抑止対策は難しいので、事後対応で被害の最小化を目指そうという意図が強く感じられるが、我が国が直面する災害は事後対応のみでは復旧・復興が困難な規模である。国の存続が重要であれば、事後対応で復旧・復興できない規模の災害は起こさないこと。すなわち、発災までの時間を活用した被害抑止対策で、発災直後の被害量を事後対応で復旧・復興できる規模まで減らすことが不可欠なのだが、中央政府の政策決定者を含め、現在、この認識が大きく欠如している。

## 3 総合的な災害管理とその意味

災害現象は「インプット→システム→アウトプット」の関係で考えると理解しやすい。インプットは風水害や土砂災害では台風や降雨、地震災害では地震の揺れや津波そのもので、これをハザードと呼ぶ。システムは自然環境特性と社会環境特性から構成さ

れる対象エリアの地域特性（社会システムとも呼ばれる）である。また地域の活動が時間的な影響を受けるので、システムには季節や曜日、発災時刻などの時間的な要因も含まれる。アウトプットは出現する物理的・社会的現象で、これがある閾（しきい）値を超えると被害や災害となる。災害の特性はハザードを受けるエリアの地域特性の影響を大きく受けるので、防災対策は自然現象としてのハザードの特性の理解に加え、対象エリアの人々の特性を含めた地域特性の理解が不可欠である。

巨大地震災害に対する我が国の取り組みは、現在の財政状況や少子高齢人口減少社会を考えれば、「貧乏になっていく中での総力戦」と言える。漢字の印象からか、防災が被害抑止対策のみと考えられがちなので、私はよりわかりやすい表現として、最近では「総合的な災害管理（マネジメント）」という用語を使うようにしている。これは「自助・共助・公助」の3者の担い手ごとに、図1に示す3つの事前対策と4つの事後対策を合わせた7つの対策によって、災害の影響の最小化を目指すものだ。

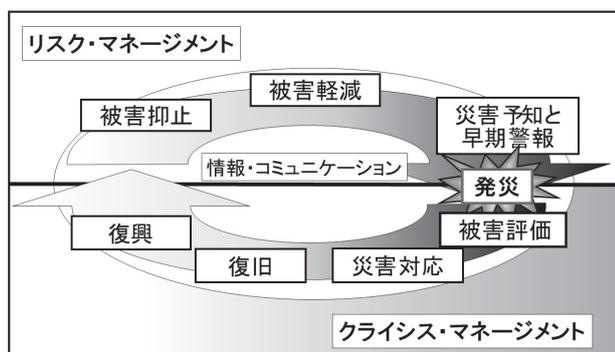


図1 総合的な災害管理のあり方

各対策を簡単に説明すると、最初の「被害抑止」は、主として構造物の性能向上と危険な地域を避けて住む土地利用政策によって、被害を発生させない対策。次の「被害軽減」は、被害抑止対策だけでは賄いきれずに発生する災害に対して、事前の備えで影響の及ぶ範囲を狭くしたり、波及速度を遅くしたりする対策。具体的には、対応のための組織づくり、事前の復旧・復興計画や防災マニュアルの整備、日頃からの訓練などだ。3番目は「災害の予知/予見と早期警報」で、ここまでが事前対策である。発災後にまずすべきことは「被害評価」で、被害の種類と規模、その広がりとなるべく早く正確に把握すること。次がその結果に基づいた「(緊急) 災害対応」で、そ

の主な目的は人命救助や2次災害の防止、被災地が最低限持つべき機能の早期回復である。これには被災地の回復までは入っていないので、次の「復旧」、「復興」が必要になる。「復旧」は元の状態まで戻すことだが、その状態で被災したことを考えれば不十分なので、改善型の復旧としての「復興」が必要となる。

我が国の財政と人的資源の制約を考えれば、今後は「公助」の割合は確実に減っていくことが予想され、これを補う「自助」と「共助」の確保と、その活動を如何に継続していくかがポイントになる。

#### 4 防災対策への意識改革 「コストからバリュウへ」

今後益々減っていく「公助」の不足分を、サステナブルな条件の下、どのように「自助」と「共助」で補っていけばいいのか。「自助」と「共助」の担い手は、それぞれ、個人と法人、そのグループやコミュニティ、そしてNPOやNGOである。彼らの「良心」に訴えかけるだけの防災対策には限界がある。防災対策が価値を高めたり、ブランドになったりする仕組み、努力した人や組織が得をする仕組み、すなわち防災対策に対する「コストからバリュウへ」の意識改革を実現する環境整備が重要だ。コストとみならず防災対策は「一回やれば終わり、継続性がない、効果は災害が起らないとわからない」ものになる。しかしバリュウを高める防災対策は「災害の有無にかかわらず、平時から組織や地域に価値やブランド力をもたらし、これが継続される」ものになる。

私の教え子が日本政策投資銀行で面白い防災ビジネスを展開し、ダボス会議でも高い評価を受けている。私はそのアドバイザーをしているが、そのビジネスとは企業の防災力を評価し格付けするものだ。エビデンスベースでクライアント会社の防災力を詳細に評価する。企業のトップから各部局の担当者までインタビューを行い、総合的な防災力を評価する。この評価結果が高い企業は災害発生時に企業活動が低下せず、銀行からすれば信頼性の高いビジネスパートナーである。ゆえに評価の高い企業へは、金利の安い融資が可能になる。すなわち、防災対策を推進が有利な融資を受けられるバリュウを生むということ。高いレベルの防災対策を継続することは有利な条件を維持することにつながるし、ハザードの有無にかかわらず企業はバリュウを受けられる。現

在私はこのシステムを、自治体や個別の建物にも応用する仕組みづくりを進めている。

## 5 免震技術への期待

現在の建築基準法における耐震性は、「レベル1地震動（建物の耐用年数内に1度以上発生する可能性のあるレベルの地震動）に対しては、利用者の生命はもちろん、建物が本来期待される機能を保持（主要構造体は概ね弾性的な挙動で応答）する。レベル2地震動（対象地域で考えられる最強の地震動）には多少の被害は許容するが、利用者の生命に損傷を与えるような破損を生じないこと」を目標にしている。この基準が我が国の地震被害の軽減に果たした役割は大きいですが、現在直面する巨大地震の危険性や想定される被害を考えると、人命を何とか守っても

地震の後に建物が利用できなかつたり、その補修や建替えに巨額の資金が必要になる状況は、復旧・復興において大きな問題を生む。

巨大地震が頻発し、事後対応のみでの復旧・復興が難しいレベルの被害が想定される我が国において、地震後の復旧・復興コストまでを加味して、地震に対して強靱な住環境を実現していくことの意味は大きいし、それを実現する上で最も可能性の高い技術の一つが免震構造であると思う。今後も不断の技術開発で、巨大地震の発生時にも人命と住環境の機能を、より高い信頼性で確保できる免震建物を実現していただきたいし、そのような建物が高く評価され、大きなバリュウを生む社会制度づくりを進めていくべきだと考えている。