

# 時系列的な地震災害制御工学の導入を急ごう！

鳥取大学工学部 正会員 ○野田 茂  
東京大学生産技術研究所 正会員 目黒公郎 山崎文雄

## 1. 阪神・淡路大震災

1995年1月17日5時46分52.0秒、近畿地方を直撃した「兵庫県南部地震」は、神戸市とその周辺都市、さらには淡路島を中心に、甚大な被害をもたらした。淡路島北端周辺の地下における活断層の動きが、この大地震の始まりである。震源地は淡路島北東約3kmの明石海峡（34° 36.4'N、135° 2.6'E）で、深さは14.3km、マグニチュードは7.2である。

世界でも有数の人口密集地帯である阪神間では、死者5,497人、行方不明者2人、負傷者36,829人と家屋倒壊（焼失を除く）179,267棟（3月27日現在）を出した。高速道路や近代ビル群が崩壊、交通、通信、電気、ガスや水道といったライフラインが壊滅的な被害を受け、街は廃墟と化した。この未曾有の都市直下型地震は、工業文明の粹をこらし、多くの人々がひしめく現代の大都市にとって、初めての試練となった。

## 2. 活きた地震防災研究の充実に向けて

テレビや新聞紙上での学者のコメントを見聞すると、大きく2つのタイプに分類できる。第1のタイプの研究者は、反省すべきところは素直に反省して真実に迫る姿勢をもち、この教訓をこれから活かそうと真剣に考えている。第2は、「関西も地震の危険性があると言ってきた」のコメントに代表されるように、地震発生後、災害発生の予言に関する種々の意見を述べる識者である。研究者は全てがわかる人間ではない。何がわかり、何がわかってないかを正直に真摯な態度で伝えることこそ、科学者の使命であろう。

地震の引き金となる地下の岩石破壊の力学的進行は、カオスを代表とする非線形過程であり、複雑な現象である。このため、地震観測は、全国的に一元化したハイテクを駆使して、積極的に実施されている。地震発生メカニズムのモデル化に関する研究も活発に行われている。一方で、最近、地震予知に関するプロジェクト見直しの議論が盛んである。「地震は本当に予知できるのか」と言うのが議論の根幹である。

素直に言って、地下で起こる地震の発生場所と時間を確実に予知することは容易ではない。しかし、地上に現れる震災地獄の可能性は予知できるであろう。このように考えると、今なすべきことは、地震予知のみに偏った計画を見直し、地震が起きた場合に被害を軽減する対策の研究に重点を移すことである。地震の発生を防ぐことはできないが、被害を最小に留めることは可能である。たとえ地震を予知することができても、地震は起こるのだ。

兵庫県南部地震では、専門家が想定する都市直下型地震の最悪に近いシナリオが現実のものとなった。我々は耐震基準を上回る破壊力の恐ろしさを経験した。この教訓を次世代に残すためにも、新しい発想と思想の下で、耐震工学をはじめとするあらゆる分野の英知を結集し、今回の経験を他山の石とすべきであろう。

兵庫県南部地震の被害の起こり方とその影響を見て、耐震工学の先端技術を都市全体に活かすにはかなりの年月が必要ながわかった。地震災害を軽減するためには社会の耐震化が大切である。その上で、地震動が都市に到来する直前に警報を出せば、一人でも多くの生命を守ることができる。防災のための情報を得るには費用と人材の確保が重要である。もちろん、精度の高い地震予報を出すための基礎研究の進展、危機管理や情報収集システムの強化などがいかに大切かは自明である。特に、時々刻々変化する動的状況を画像で直接受信することの意義は大きい。

## 3. 時系列的な地震防災システムの導入を！

災害時には、地震警報をはじめ、必要な情報を素早く正確に伝えなければならない。今回の地震では、地震発生直後の被害情報の迅速かつ正確な把握、救援活動のための道路の確保やライフライン機能の強化と復旧のための情報の重要性が改めて浮き彫りにされた。このため、災害情報を一元化する危機管理機構や緊急事態の非常用通信システムを統一的に運用する非常時通信管理センターの設立の必要性が強調されている。

今回の地震により、地震災害に直面し、地震発生直後からの各種の措置をリアルタイムに行うことの重要性が改めて認識された。今日の計算機処理・通信・遠隔制御などの技術を活かせば、リアルタイム地震防災

の確立はもはや夢ではない。地震発生直後に観測データをリアルタイムに収集し、1)震源情報を即時に決定する、2)地震動の時空間特性を早期に推定する、3)人的・物的被害を時々刻々に把握する、4)災害の拡大を抑制するための方策を考えるなど、オンライン・リアルタイム処理に関する研究は早急に実現化されなければならない。

都道府県・市町村は、予め、人口分布や地盤状況、建物やライフラインの敷設場所などをデータベース化する。さらに、活断層の周辺や市街地の何カ所かに強震計を設置しておく。地震発生の場合には、即座に地面の揺れの情報やヘリコプターを使った空撮映像が災害対策本部に伝達され、予め整備されたデータベース情報と照らし合わせながら、必要な個所的に確な手を打つ。現在のシステムでは、各地の揺れがわからないために、早期に適切な手が打てない。各地の揺れがわかれば、被害の発生とその規模が即座に予測できる。その後も随時入ってくる情報によって時系列的に被害の変化がわかり、的確な処理ができる。被害のリアルタイム情報の把握により、行政は迅速かつ効率的な救援活動ができる。

高度情報化社会が急速に発展している今日、地震時の早期情報伝達・情報管理・危機管理システムの構築は緊急に実施すべき課題である。統合的な行政情報管理システムには、地域の自然・社会環境のデータベースの整備と、常にその情報を更新しておくことが重要である。これらの作業にはGIS(Geographic Information System)の活用が不可欠であるが、我々はこのための先端技術をもっている。

上述の観点から、ここでは、危険な地震の発生をいち早く認知して災害軽減を図るシステム、いわゆる地震緊急情報システムまたは早期地震検知警報システムの確立を急ぐことを提案したい。著者らは、文献1)において、地震防災対策の一環として、地震動評価の点から面への展開とオフラインからオンライン(リアルタイム)への展開の必要性を強調してきた。これまでの研究は、地震現象のシミュレーション、地震動予測や地震防災にかかわる事前対策などのように、じっくり腰を落着けたオフライン的研究が中心であった。事前対策が整いつつあることを考えれば、我々は、これまでの対策に加えて、地震の最中あるいは直後の地震防災対策をもっと講じなければならない。

「リアルタイム地震防災システム」の研究は、現在はその緒に着いたばかりであるが、現有の知識や技術を活かして現在実際に稼動しているシステムもいくつかある。これらは、大地震が発生したとき、揺れが到達する前に地震情報を出して電車を止めたり、ガスを早期に停止して被害を少なくし、あるいは各地域ごとの被害を推定して最適な復旧計画などを迅速に判断するのに役立っている。即応体制を素早く整えるには、地震情報の最適な伝達がカギとなる。切迫する危機を知らせ、情報欠乏がもたらすパニックを防ぐ上からも、我々は「リアルタイム地震工学」の確立を急がなければならない。

地震観測データのオンライン処理解析手法の開発、リアルタイム地震情報の利用技術の進歩、GISを用いた人的・物的被害予測法のリアルタイム化やマルチメディア情報通信システムの普及などを背景として、新しい地震防災システムの構築は今や社会的要請でもある。仮定や想定条件を導入することをできるだけ避け、今まさに起こっている情報を活かした精度の高いデータに基づいて対策や行動をとることが大切である。

#### 4. 将来を見据えて

今回兵庫県南部地震が起こるまで大都市直下を強い地震が襲った場合、具体的にどのような災害が発生するのか、誰もが未経験であった。我々は、兵庫県南部地震の教訓を活かし、第2、第3、第4の都市直下型地震に備えなければならない。

大規模火災の発生、莫大な数の倒壊したビルや住家、交通手段の途絶やガス・水道・電気・通信網などのライフラインの切断、大量の避難民や埋立地盤の大規模液状化現象など、我々は大都市固有の災害を目の当たりにした。大量の負傷者の救護、避難民の誘導、帰宅困難者の救援、初動体制や危機管理のあり方など、解決を迫られる問題が山積みしている。災害に強い都市改造は地震対策の第一歩であり、日頃の備えと心構えが大切である。

自治体の境界を越えたリアルタイム地震防災システムの確立を目指すことこそ、今や、我々が求められている姿であることを強調して、本小文を締めくりたい。

#### 参考文献

- 1)野田 茂・目黒公郎：リアルタイム地震工学を目指して、第22回地盤震動シンポジウム(1994)地盤震動研究の新たな展開—面的・即時的評価への取組み—, pp.95~112, 1994年10月.