

# ◎都市防災の将来

## 備えと臨機応変策

■菊地正幸

### 1 はじめに

一九四八年六月二十八日福井地震が起り、死者約三千九百名、家屋損壊約五万棟の被害を生じた。

以来約半世紀にわたり、日本では死者一千名を超えるような大被害地震は起こらなかった。いつしか、「日本ではもう大震災は起こるまい」という風潮が生まれた。

一九九四年一月十七日カリフォルニア州ノースリッジ市でマグニチュード六・七の地震が発生し、高速道路の高架橋が落下した。それを見た日本の工学関係者は、「日本ではマグニチュード七・九の関東地震並の地震が起きても壊れない構造になっている」、耐震補強をしたと聞いていたが、日本に比べればまだまだだ、といった談話を発表した。ちょうどその一年後、マグニチュード七・二の兵庫県南部地震が起こった。このとき阪神高速道路の高架橋が横倒しになった。その映像は我々地震関係者にとっても余りにもショッキングであった。皮肉にも、この様子を見た米国の

工学関係者は、「アメリカでは考えられないことだ」とのコメントを述べたという。

### 2 一災害に脆弱な都市の素因

大都市には最新の技術を生かした高層ビルや建築物が立ち並ぶ。これは耐震性がしっかりとれているので大地震が来ても倒れることはない。したがって大都市は地震に強いはずだと考えがちである。しかし現実はどうか。神戸のみならず東京も横浜も、古い住宅や一新しく見えても手抜き工事の建物を含んでいる。ひとたび大地震が来れば倒壊するであろう建物がごろごろしている。

震災後の神戸を歩いたときに見た一つの印象的な光景がある。そこには粉々に壊れた古い木造家屋、途中階から上の部分（おそらくは継ぎ足した部分）が転倒したビル、無傷のビル、の三つが同じ場所に存在していた（写真）。これが日本の都市の現実である。わが国の都市防災はこの現実に立脚して計画されなければならない。



阪神淡路大震災における神戸市の一角。粉々に壊れた木造家屋、途中階から上転倒したビル、無傷のビルが同じ場所に存在する。

- 1 はじめに
- 2 一災害に脆弱な都市の素因
- 3 一災害にどう対処するか
- 4 一被害想定的重要性
- 5 一横浜市に被害を及ぼす地震
- 6 一横浜強震計ネット
- 7 一おわりに

壊れやすい家屋であっても、それが空間的にゆとりのある場所に建っている限りはそれ自体の倒壊だけで事は済む。しかし、大都市にあつてはそうはいかない。ただでさえ少ない空間が倒壊した建物によって埋められ、災害救急活動を不可能にしたり、延焼を助長したりする。大震災のとき神戸長田区では、ほぼ一週間の間、人々の見ている前で建物が発火し続けた。何ら消火の手を打つことができなかった。水がない、いや、水はあつても消防車が現場にたどり着けないという状況であつた。

もともと日本の大都市は経済的効率の良さを追求すべく、持っている空間をどんどん狭めてきた。中心部には多目的の高層ビルを建て、それにより就業人口をどんどん増加させた。それに伴って周辺部の空間も住居やその他の建物で敷き詰められていった。実は、この「空間の欠落」こそ災害に対する都市の脆弱性の最も大きな要因である。また、電気・ガス・上下水道といったライフラインの整備も、裏を返せば災害の拡大・長期化の要因となる。ひとたび電力の供給がストップされると、高度に電化された家庭生活はたちまち苦渋を強いられる。さらにガスや水道の供給がストップされると、もはやそこで生活を継続することができなくなる。代替物や代替手段を持ち合わせていないからである。

### 3 一災害にどう対処するか

大都市の地震災害は、「めつたに起こらないが、ひとたび起こると被害が甚大になり得る」という特徴を持つ。この「稀ではあるが甚大な」災害にどう対処すべきか。都市の便利さ・機能を捨てることなく災害に対処するためには、少なくとも、日常的な備え（物資と組織と心構え）と発災時の臨機応変策が必須である。そのためには技術と資金が要る。しかし一体どれぐらいの投資をすべきなのか。これについて我々はまだ基本哲学を持ち合わせていない。

阪神淡路大震災では被害総額が十兆円を超えた。この結果があらかじめわかっているなら、例えば一兆円投資して被害総額を半分に減らすことができれば、十分に採算はとれることになる。しかし実際には、そのような被害総額は前もってわからないだけでなく、事後においても防災対策によってどれだけ被害が軽減されたか、算出するのが困難である。そもそも本当に大災害が発生するのかどうかもわからない。

どうやら、大都市における災害対策の難しさは、技術的な問題だけではなく、基本戦略についてのコンセンサスがとりにくいことにもあるのかも知れない。

### 4 一被害想定的重要性

防災対策のコンセンサスは、まずもって、自分たちの住む都市の危険性を共通に認識するところから始まる。しかし極めて稀な地震災害の場合には、その危険性を直接体験を通して認識するということができない。したがって、被害のあつた他都市の実状を徹底的に調査分析し、そこに自らの都市の条件を加味し

てシミュレーションを行うことで被害を予想するしかない。

この意味で、自治体の行う被害想定は決定的に重要である。いつ起こるのかわからない災害のためにどれだけ税金を投資すべきかを判断する、ほぼ唯一の客観的基礎資料だからである。これについて私の知る限り、ほとんどの自治体は被害を過小に見積もりたがる。その理由は想定された被害に対して行政側の対策が問われるからだ、という。しかしこれは二重に誤りであろう。第一に、被害想定の結果が大き過ぎるからという理由で想定条件を緩めるのは不合理である。第二に、想定された被害に対して完璧な対処などあり得ないし、必ずしも責任を問われることでもない。最悪の可能性を知った上で、ではどうしたら災害を少しでも軽減できるか、と考えることが重要なのである。

### 5 一横浜市に被害を及ぼす地震

南関東地方は、複数の陸や海のプレートが出会う場所に位置する。そのため、地震から逃れられないのはもちろん、いろいろなタイプの地震に気を配らなければならない運命にある。何といてもまず注意しなければならないのは、大正十二年九月一日の関東地震（M7.9）のタイプの地震である。これは相模湾断層を震源とするプレート境界型の地震である。残念ながら、ここでの地震の繰り返し間隔はよくわかっていない。一七〇三年の元禄関東地震は同じタイプと見られているが、それ以外は不明である。

一方、古文書などから、これとは別のタイプの地震が過去に起こったことが知られている。また、三浦半島には地震を繰り返し引き起こしてきた活断層がいくつかある。さらに現在起こっている微小地震の分布（地震の巣）からも潜在的な地下の震源断層の存在が推測される。これらはいずれもM六〜七弱の規模であるが、震源が近いので決してあなごころとはできない。

阪神淡路大震災以降、多くの自治体が地震の被害想定の見直し作業を進めている。見直しにより最大震度六を七に変えたとか、マグニチュードも大きめに直したといった例が報告されている。しかしこれはあまり意味のあることとは思われない。もともとマグニチュードの想定は曖昧である。むしろ、実際的にも考え方の上でも重要なことは、発災状況の設定であろう。とくに時間帯の設定がポイントである。

多くの場合、条件設定としては日常の平均的なところを採用している。大地震の発生がラッシュアワーの時間帯に起こる、といった設定はほとんどなされない。被害推定が難しいというのが大きな理由であろう。しかし、言わずもがなであるが、これはあり得ない話ではない。将来的に通勤地獄を解消しない限り、常にあり得る状況である。被害想定段階でけちをすると、それ以上の災害が起こったときにお手上げとなる。最悪の条件はどのようなものかを必ず検討しておく必要がある。

## 6 一 横浜強震計ネット

神戸市の大震災は、海港都市として似たような立地条件を持つ横浜市に大変な衝撃を与えた。何かをしなければいけないという気運が地震学者や行政担当者にもちあがった。このような状況の下に、神戸の地震後まもなくして、横浜市の防災関連部署と市立大学の研究者から成る「地震懇話会」が発足した。当時横浜市立大学に属していた私も参加した。そこで地震情報を収集する既存システムの問題点が指摘され、その一つの改善策として、高密度強震計ネットワークの構築が検討された。

これは、強震計を市域に張り巡らし地震時の揺れを数分以内に収集して、被害程度を迅速に把握しようというものである。これにより、まずは初動体制の立ち上げを、次いで大被害の予想される場所とそうでないところを区別し、地図情報などと結び付けて、効果的な道路の確保のための初期情報を提供する。都市においては時間が経つにつれて、救援活動に必要な道路と空間の確保が難しくなる。まさに時間との勝負である。こうして、いろいろな観点から調査し検討した結果、強震計ネットワークが実現する運びとなった。

地震計の配置は、実際の管理運用面を考慮して、消防署（約二キロメートル間隔に九十地点）をベースとした。その上で、地盤の種類との兼ね合いで必要な場所に観測点を補い、最終的に百五十基の強震計配置案ができた。横浜市の面積は四百平方キロであるから、およそ一・五キロ四方に一基の割合である。

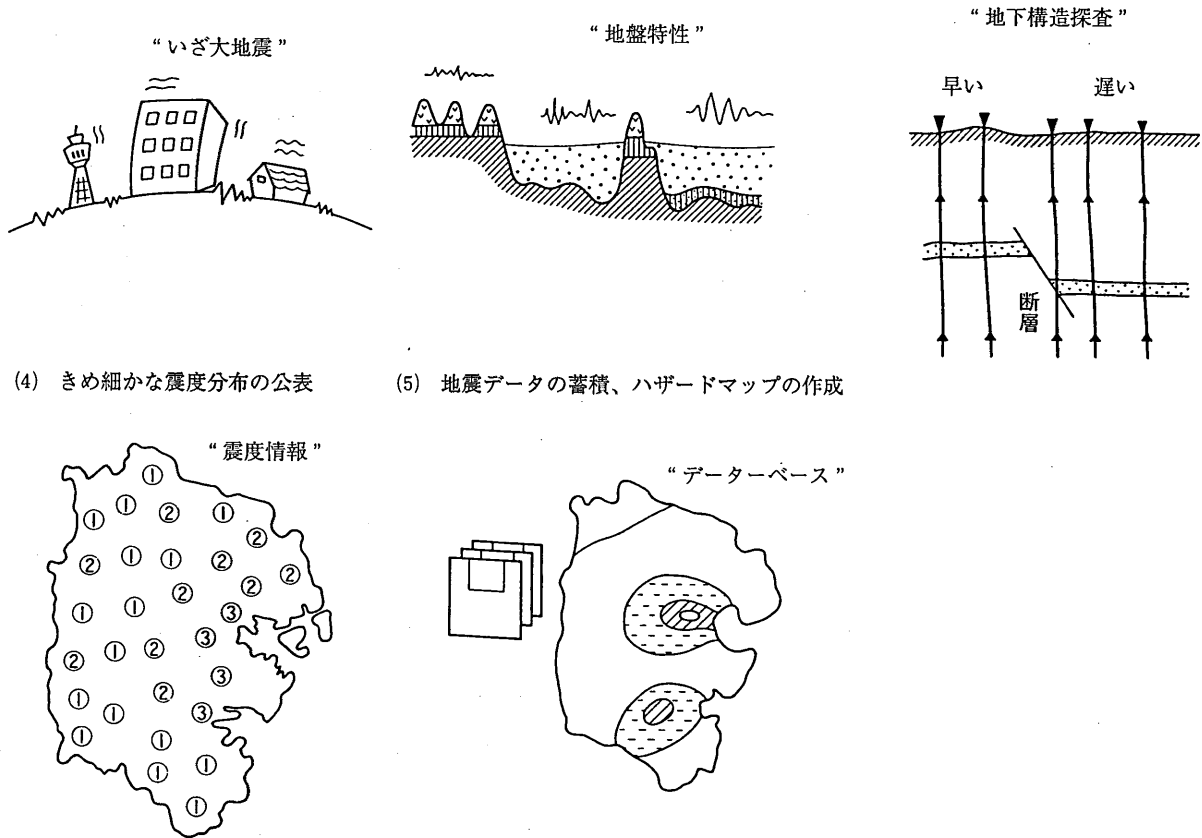
各観測点には波形データの収録・処理・送信を行うプロセッサとGPS装置（刻時用）が装備されている。揺れが一定のトリガーレベル（2ガル）を超えると、まず早期情報（最大加速度、卓越周波数、計測震度など）を算出し、ISDN回線を通して三つのセンター（市庁舎、消防本部、市立大学）に送信する。この早期情報自体はデータ量が少ないので、地震発生後二分ぐらいで全体の揺れの大きさが分布がディスプレイ画面に表示される。その後十五〜三十分で地震波形の全データが収集される。

強震計ネットワークは大地震時の早期被害状況の把握以外にもいろいろな用途がある（図1）。まず規模の小さい地震の記録を使って、日常的に、地盤の振動特性を調べることができる。既知の地盤構造に対する理論計算と実際の観測データを比較すれば、計算手法や地盤構造の妥当性をチェックできる。また、きめ細かな震度分布を市民に公表することにより地震に対する注意や関心を喚起することができる。さらに、深い地震について波の到達時刻や波形を用いれば地下構造を調べることが可能である。加えて、大地震に際しては後世にしっかりと残した強震動のデータベースを残すことができる。兵庫県南部地震では神戸市に震災の帯が現われたが、ここで実際にどのように地面が揺れたのか、本当のところは分からない。強震計が設置されていなかったためである。

強震計ネットワークは今年五月から完全稼働となり、すでに貴重なデータが収集されている。図2は本年七月九日に起こった千葉

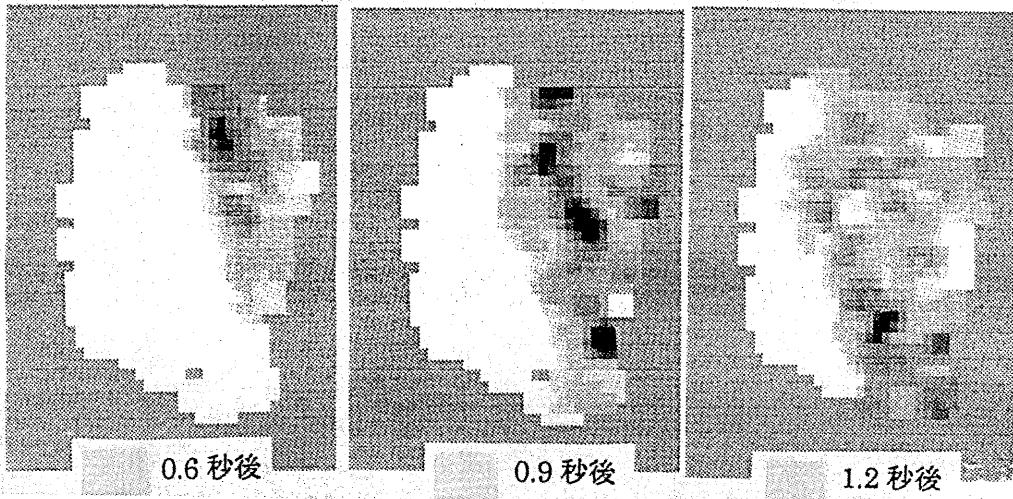
図一 高密度強震計ネットワーク多目的活用

- (1) 大地震字の早期被害状況把握 (2) 各地点の表層の地盤特製の調査 (3) 深い地震の波の到達時刻の差から地下構造を探る



— 特集・大都市の防災・危機管理 ① 都市防災の将来

図二 強震計ネットが促えた市域の地面の揺れのスナップ震源は千葉県北西部。色の濃さが揺れの大きさを示す。



県北西部を震源とする地震の際の地面の揺れである。○・三秒間ごとの各地点の最大加速度をスナップ写真に示したものである。振動が南西方向に進むにつれ、地下の構造の不均一性を反映して振幅の大きいところが島状に現われていることがわかる。このようなデータがいろいろな地震について蓄えられれば、どの方向の地震でどこが揺れやすいといったきめ細かな地震動のデータベースができる。それにより、揺れやすいところでは家屋の耐震診断を優先的に行ってもらおうとか、将来的には都市造りにも役立てることができよう。

## 7—おわりに

大地震直後は被害の甚大さがまだ記憶に残り、災害対策への社会的理解も得られ易いが、やがて時間とともに防災意識が急速に低下し、災害対策は形骸化していく。これは、稀な甚大災害の宿命とも言える。したがって、この地震対策を考えるにあたっては、防災意識の熱いうちに基盤システムをつくり後世に残すこと、そしてそのシステムを何らかの形で日常的に活躍させることが大切である。

このような観点から、横浜市の強震計ネットワークシステムは阪神大震災を教訓として残された都市の防災対策の一つとして大いに評価される。願わくは、他の大都市（例えば政令都市）も含めて国レベルの施策として進

められるよう期待したい。

繰り返しになるが、都市防災の基本は事前の備えと発災時の臨機応変策である。最近の科学技術の発展は、これをうまく活用すれば、たとえ災害をゼロにすることはできなくても、その軽減が可能であることを示している。折しも、国の地震予知計画が「警報発令」を目標としたものから、より現実的な課題追求へと見直されようとしている。「地震を予知して右往左往するより、予知しても動き回る必要のない都市造りを」進めるべきであろう。

△東京大学教授▽