

# 市町村を対象とした地震被害想定システム

(財) 消防科学総合センター

防災システム課長 山瀬 敏郎

## 1. はじめに

地震被害想定調査は、従来から大規模地震の発生が懸念される地方公共団体で、具体的な地震対策を検討することを目的として実施されてきた。

1995年の兵庫県南部地震を契機に、都市直下型地震の危険性が再認識され、全国各地で地震被害想定の見直しや新たな調査が実施されている。現在のところ、都道府県ではすでに調査を完了し、報告書を公表しているところが多い。

しかし、市町村では、まだ政令指定都市をはじめとする一部の都市で実施しているにすぎない。これは、市町村で地震被害想定調査が不要ということではなく、必要性は感じていても多額のコストを要するため実施できないというのが実状のようである。

そこで、当センターでは、市町村においてできるだけ低コストで被害想定が行えるようなパソコンシステムを開発した。以下にシステムの概要について述べる。

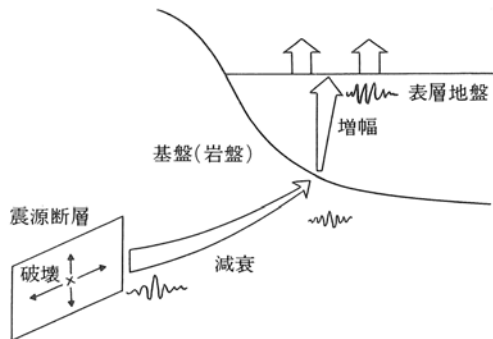


図1 地震波伝搬の模式図

## 2. 地震被害想定とは

断層の破壊により発生した地震波(せん断波:S波)は、地表から深いところにある固い岩盤(基盤)を伝わり、岩盤の上部の堆積層に入射する。地震波が基盤を伝わる時には、発生したときの波形をほぼ保ったまま震源からの距離に伴って減衰する。堆積層に入ると地震波は各層で入反射を繰り返す、これらが合成されて増幅して地表に現れる(図1)。地表に現れた地震波は、その強さや周期特性によって建物などの構造物を破壊し、大きな被害を及ぼす。

地震被害想定とは、このような地震波の減衰過程、増幅過程、構造物の破壊過程をモ

デル化し、地表での被害を定量的に予測することをいう。モデル化に関しては地震のメカニズムや構造物の特性を考慮した工学的なもの過去の被害状況に基づいた統計的なものなど 9 様々な手法が多く研究者により提案されている。

### 3. システムの概要

#### 3.1 開発方針

本システムは次のような基本方針のもとに開発を行った。

- ①汎用 GIS(Geographic Information System: 地理情報システム)を活用した操作性に優れたビジュアルなシステムとする。
- ②対象とする市町村域の細部(町丁レベル)にわたる被害程度が把握できるようなものとする。
- ③低コストで利用できるように、被害予測モデルは物理的な正確性よりも簡易性を優先させる。

#### 3.2 基本機能

- (1)震源の入力・保存

被害予測の前提となる震源断層の位置と断層パラメータを入力する。一度入力した震源は保存しておき、次から特定の震源を選択するだけで被害予測を行うことができる。

- (2)被害の予測

特定の震源に対する対象市町村域の被害状況を予測する。予測項目は次のとおりである。

- ①地震動
- ②液状化危険
- ③建物被害(木造, RC 造, S 造)
- ④火災被害(出火)
- ⑤人的被害(死者, 負傷者)
- ⑥ライフライン被害(上水道, 都市ガス)

#### 3.3 基礎データ

- (1)広域地図

対象とする市町村域とその周辺を含めた広範囲の地図である。市町村境界の形状だけから成り、震源断層を入力するときにいる。

- (2)行政区画

対象市町村域の行政区画(町丁目)で形状と属性により構成される。属性は被害予測



図2 被害予測計算のユニット区画

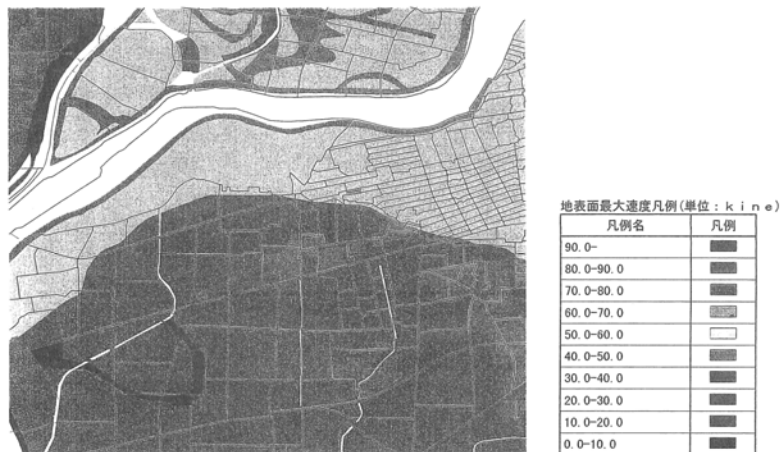


図3 地図出力の例(地表最大速度)

で用いる人口,世帯数,建物数上水道管や都市ガス管の総延長などである。

### (3) 地形区分

堆積層による地震波の増幅の程度は,地形とある程度の相関があることが認められている。そこで,対象市町村域の地形分類図をもとに地形境界の形状を入力し,行政区画と重ねることによりできる区画をユニットとして被害予測を行う(図2)。

## 4. 被害予測モデル

### 4.1 地震波の減衰過程

震源断層で発生した地震波が基盤を減衰しながら伝搬する過程は,距離減衰式を適用して計算する。距離減衰式は,過去の様々な地震を様々な距離で観測した記録から地震動のレベルが震源からの距離とともにどのように減衰していくかを示した統計式である。一般に,ある地点の基盤での最大速度

や最大加速度が,地震の規模(マグニチュード)と震源断層からの距離の関数として表わされる。

### 4.2 地震波の増幅過程

基盤から入射した地震波が増幅する過程は,距離減衰式で得られる入射点での最大速度や最大加速度に,堆積層による増幅率を乗ずることによって計算する。増幅率は,ボーリングデータに基づく地震応答解析の結果と地形区分を考慮して決定する。例えば,地表のある地点の最大速度を計算するとき,直下の基盤上の最大速度に,計算地点と同じ地形区分に属し最も近くにあるボーリングデータによる増幅率を乗ずるといった方法を用いる。

ボーリングデータは市町村が保有しているものを使用し,地震応答解析は被害想定システムとは別途に行う。

### 4.3 構造物の破壊過程

増幅されて地表に現れた地震波は,地震動により直接,あるいは地盤を液状化する

行政区名	木造建物棟数	木造建物倒壊数	木造建物被害率(%)
A町1丁目	511	152	29.8
A町2丁目	300	86	28.8
A町3丁目	493	133	27.1
B町1丁目	730	220	30.2
B町2丁目	442	121	27.4
B町3丁目	372	113	30.5
B町4丁目	419	132	31.5
C町1丁目	212	68	32.0
C町2丁目	453	121	26.8
D町1丁目	280	84	29.9
D町2丁目	390	104	26.6
⋮			
合計	11,813	2,062	17.5

図4 一覧表出力の例(木造建物被害)

ことにより、建物など地上の構造物や地中の埋設管を破壊する。このような破壊過程に伴う建物倒壊、死傷者、出火、上水道管や都市ガス管の被害を計算する。予測モデルは、兵庫県南部地震をはじめとする過去の地震での被害状況に基づいた統計的手法を適用する。

## 5. 予測結果の出力

被害予測の結果は、画面に表示して任意に拡大・縮小したり、必要に応じてプリンタに出力することができる。システムの出力内容は次のとおりである。

- ①基礎データや被害程度をランク別に色分けして示した地図(図3)。
- ②行政区画別の基礎データや被害状況を示した一覧表(図4)。

## 6. 活用にあたっての留意点

### 6.1 震源の設定について

被害予測の前提となる震源は、システムを利用する市町村が、周辺の活断層のなかから確実度、活動度、地震が発生したときの影響の大きさなどを考慮して設定する。

活断層で発生する地震の最大規模は、断層が長くなるほど大きくなる

といわれている。また、活断層での地震の再来周期は、平均変移速度が大きくなるほど、すなわち活動度がCからAに向かうほど短くなる。最終活動からの期間(空白期間)が再来期間に近いか超えている断層では、地震発生の可能性が高く要注意といえる。

しかし、A級の活断層でも再来期間は1000年のオーダーであり、要注意といっても近い将来に大地震が発生する危険があるとは限らない。また、多くの活断層では空白期間は歴史資料に頼っており、それ以前の活動についてはわかっていない。したがって、活動度が低いC級の活断層でも、空白期間が長く要注意である可能性もある。

さらに、存在が明らかになっていない活断層も多くあると考えられており、いつどこで大地震が発生するか全くわからないといつてよい。

このようなことから、被害想定の結果を公表する場合には、前提とした地震が差し迫っているということではなく、防災対策の目安とするため、もしも地震が発生したらどの程度の被害が見込まれるかを試算したものであることを明記しておくべきである。

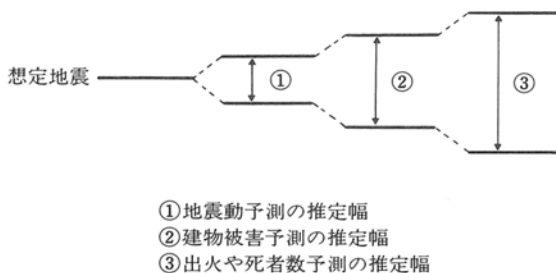


図5 被害予測における推定幅拡大の概念

## 6.2 予測結果の示し方について

一般に地震被害想定調査では、例えば建物倒壊が4,347棟、出火件数が24件、死者が219人といったように、被害が細かい数値として示されている。これは、どのような予測式を用いても、データを入れて計算すると精度に係わらず結果として細かい数値が得られ、この値をそのまま示しているにすぎない。

本システムでは、過去の地震データに基づく統計的手法を用いて地震動を計算し、地震動から建物倒壊数を計算し、さらに建物倒壊数から出火件数や死者数などを計算している。このような統計的手法による予測には推定幅が伴い、被害状況を予測していく過程で、図5に示すように推定幅が拡大していくことは容易に想像できる(想定どおりの地震が発生したとして)。

被害想定を行う場合、この推定幅を考慮して、ある区画での最大速度〇～〇kine、建物倒壊〇～〇棟、死者〇～〇人といったような上下限值で予測結果を表示すべきである。しかし、処理や表示が煩雑になること、推定幅まで示している手法が少ないことな

どの理由により、推定幅の中央値だけを表示する場合が多く、このシステムでもこのような表示のしかたをとっている。

この中央値や推定幅は、予測式を作るときに使用したデータにより決まり、どの予測式を用いるかによって大きく異なることもある。したがって、結果として得られる細かい数値にはあまりとらわれることなく、防災対策を検討するうえでの大まかな目安であることを認識しておく必要がある。

## 7. おわりに

ここで述べたシステムは、市町村においてできるだけ低コストで地震被害想定が行えることを目的として開発したものである。

しかし、このシステムを利用するためには、基礎となる地形分類図を航空写真判読により作成する必要がある。面積が大きい市町村ではこの作業にかなりのコストを要し、省力化のための研究が今後の課題となる。

また、被害予測モデルについても、新しい研究成果を取り入れて、より信頼性の高いものに更新していく必要がある。

システム導入についてのお問い合わせ

消防科学総合センター

防災システム課山瀬・渡辺

TEL 0422-49-1113

FAX 0422-46-9940

E-mail yamase@isad.or.jp