

地震災害情報データベースに関する基礎的研究

辻原 治¹・沢田 勉²・山村 猛³

¹正会員 博士(工学) 和歌山工業高等専門学校助教授 環境都市工学科 (〒644 和歌山県御坊市名田町野島 77)

²正会員 工博 徳島大学教授 工学部建設工学科 (〒770 徳島市南常三島町 2-1)

³正会員 工修 四国建設コンサルタント (〒770 徳島市佐古 6-5-29)

国土数値情報、鉄道・道路網、土質、海底地形、空中写真、活断層、災害履歴等の情報から構成されるデータベース上に、地震動予測・津波伝播時間解析等のシミュレーションや、地震発生後津波波源域同定の機能を持たせた地震災害情報データベースシステムを構築した。

このシステムは、Microsoft Visual Basic を使用して独自に開発しており、災害情報を地図上でビジュアルに表現することを可能にしている。また、マウス操作を基本にした、操作性についても配慮した設計になっている。

Key Words : Earthquake disaster, Database, Geographic Information System

1. はじめに

地震災害による被害を最小限にとどめるためには、施設の耐震化等のハード面の強化を図りつつ、その限界をわきまえてソフト面の対策を推進することが重要である。とりわけ、災害情報システム確立の重要性が以前から認識され、各方面で独自のシステムが開発され運用もされている。

本研究は、国土数値情報(行政界、標高等)、鉄道・道路網、ライフライン網、地質、災害履歴(過去の地震による被害記録)等の情報から構成されるデータベース上に、地震動や津波到達時間の予測、また地震発生後の津波波源域同定等の機能を持たせた地震災害データベースシステムの構築を目的とする。

2. 地震災害関連情報のデータベース化

データベースの構成を図-1に示す。これらのデータは紀伊半島および四国を中心に収集しており、収集中のものを含む。

以下では、それぞれのデータについて簡単に述べる。

①数値地図

本データベースシステムの特徴は種々のデータをコンピュータの地図画面上に表せることである。その基図になるものとして、建設省国土地理院監修、(財)日本地図センター編集・発行のFDマップとよばれる数値地図を用いた。これは通常の25000分の1の地形図一面(約80km四方)の行政界・海岸線・道路・鉄道・河川等の線データと行政名・自然地名等の点データから構成されており、地図の骨格をなす情報である。

②道路網

前述のFDマップには道路情報として、高速道路および自動車専用道、一般道路、主要地方道、一般都道府県道があり、その他の道路については情報がない。そこで、専用の入力サブシステムを作成し、上記以外の道路についても画面上でマウスによる入力を可能にした。

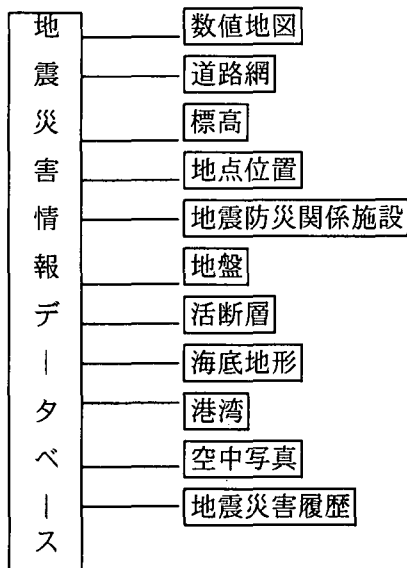


図-1 地震災害情報データベースの構成

③標高

建設省国土地理院監修、(財)日本地図センター編集・発行で縮尺 25000 分の 1 地形図に描かれている等高線から求めた数値標高モデル (DEM) データを用いた。標高点間隔は経度方向で 1.5 秒、緯度方向で 2.25 秒となり、実距離では約 50 m となる。また標高値は 0.1 m 単位で表現されている。

④地点位置

データベースの異なるファイル間で相互参照を可能にするようナリレーショナルデータベースとするためには、共通コードが必要である。GIS では地図上に種々の情報が表現されるため、その表示位置を特定するための情報を持たせる必要がある。『「どこで」「なにが」おこったのか?』の「どこで」に相当する地点名が一つの共通コードとなり得る。

本データベースシステムでは、地点名とその緯度・経度を独立したファイルとして表示位置等を参照させることとした。

⑤地震防災関係施設

消防署、警察署、土木事務所、水道局・浄水場、電力、NTT、発電所、港湾、公園・広場、病院・医院、学校等の施設の位置を入力するための専用サブシステムを作成した。これにより、地図画面上でその位置と名称が入力できる。それらを表示する場合は地図記号が用いられる。

⑥地盤

地盤データに関しては、ボーリング調査による結果が重要な資料となる。調査地点の緯度および経度、土層の数、土質、N 値とその地表面からの深度等の地盤データをテキストエディタを用いてファイルに追加登録する。それらは土質柱状図で表示される。

⑦活断層

活断層データは、新編日本の活断層¹⁾から読み取り、専用の入力サブシステムを利用して、コンピュータ画面を見ながらの入力を可能にした。

⑧海底地形

津波の問題を考える場合、周辺の海底地形の情報が必要となる。海底地形のデータは、海上保安庁刊行の海の基本図²⁾を基に、東経 132~139 度および北緯 32~35 度の矩形領域を 1 分刻みで水深を読み取り、コンピュータにデータ入力した。

⑨港湾

湾の形状、湾口の向き、湾内水深等を平面図および海の基本図等から読み取る。

⑩空中写真

数値地図に埋め込まれている各種の情報は、空中写真に重ね合わせて表示することでよりわかりやすいものになる。国土地理院発行の空中写真をイメージスキャナを利用して入力した。

⑪地震災害履歴

過去の地震あるいは津波による被害の記録からは多くのことを学ぶことができ、将来起こる地震の被害規模等を予測するのに大変役立つ。そこで、過去の大地震についてその被害記録を収集し、データベース化した。

3. 情報検索およびシミュレーション

3. 1 情報検索

登録されているすべてのデータは、地点名あるいはその位置 (緯度・経度) と関連付けられている。したがって、画面に表示されている地図の範囲内に登録されている情報は自由に検索できる。その際、地図は任意のサイズに拡大・縮小でき、また上下・左右・斜めの方向へのスクロールも可能である。

検索としては、前述の各データファイルから単独

に情報を取り出すのみならず、異なるファイル間のデータの相互参照や重ね合わせができる。

以下にいくつかの例を示す。図-2は1946年南海地震における和歌山県各地の津波波高³⁾を地図上に鳥瞰表示したものであり、図-3はそれを折れ線グラフで表している。また、図-4は同地震における和歌山県田辺市文理港周辺の津波による浸水域と標高とを重ね合わせて表示したもので、これより標高9mのあたりまで浸水していることがわかる。

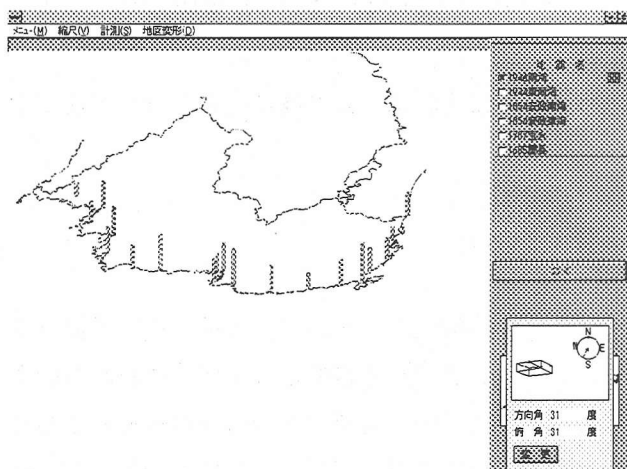


図-2 1946年南海地震における津波波高の鳥瞰表示

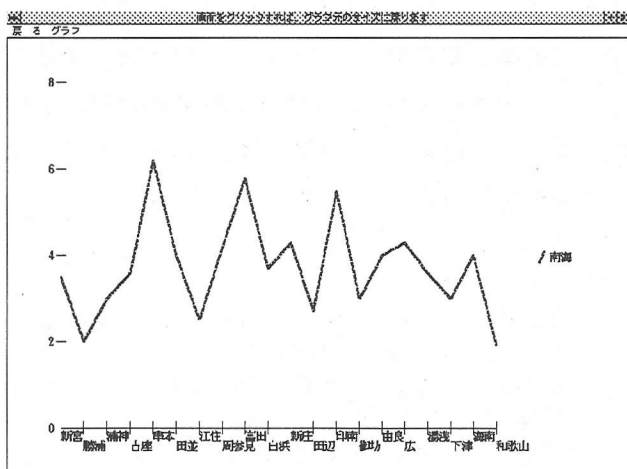


図-3 1946年南海地震における津波波高のグラフ表示

3. 2 地震動予測

想定地震に対する地震動予測法にはいくつかあるが、本システムでは、①地震観測記録の統計的回帰分析に基づく経験的予測式（距離減衰式）より最大加速度等を予測する方法と、②震源断層理論と強震記録を組み合わせる半経験的に地震動波形をシミュ



図-4 1946年南海地震における和歌山県田辺市文理港での津波浸水域と標高の重ね合わせ表示

レートする方法⁴⁾を用いた。

図-5には、南海トラフでM8.4の想定地震に対して距離減衰式⁵⁾により推定したⅠ種およびⅡ種地盤の最大加速度の予測値を示す。断層モデルは1854年安政南海地震に対するAndoモデル⁶⁾を用いた。

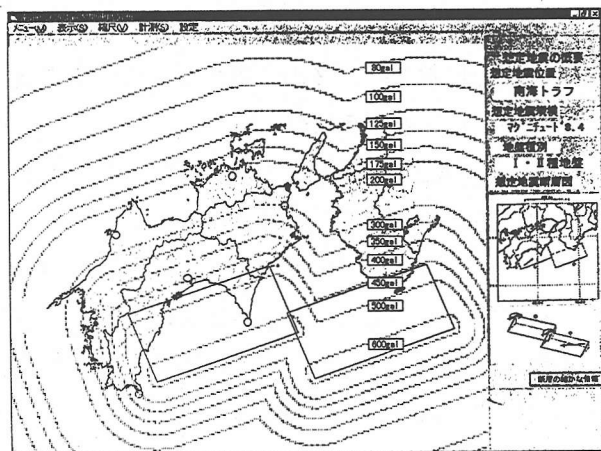


図-5 想定地震に対する最大加速度分布予想図

3. 3 津波到達時間の予測

地震発生後、津波の有無ならびに津波到達時間等の情報を早期に提供することが被害を軽減するうえで重要である。

本システムでは、点、直線あるいは楕円とした波源からの津波到達時間を求める機能を持つ。図-6は、1946年南海地震の震源を波源とする津波伝播時間のコンターであり、地震発生から5分ごとの津波到達位置を示す。ここでは、波の屈折や回折を無視

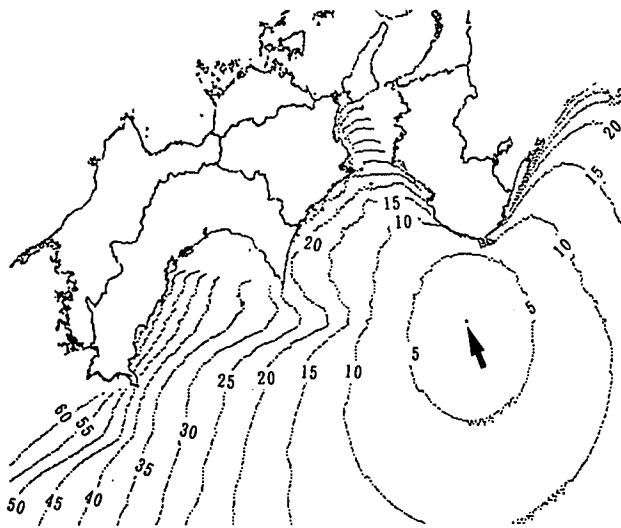


図-6 1946年南海地震の震源を波源とする津波伝播時間

している。

3. 4 津波波源域の同定

地震発生後に津波の波源域を推定することができれば、津波到達時間の高精度化はもとより、地震断層位置の特定とその後の余震活動について重要な情報を提供すると考えられる。

従来津波波源域の決定には検潮所を出発点とする津波の逆伝播図を利用した方法が用いられている。ここでは、波源域の同定問題を、任意点への津波初動到達時間および周辺の海底地形を既知とする最適化問題に置き換え、これに数理計画法を適用する。

津波の波源は点、直線または楕円として、同定問題を定式化した。

図-7は1946年南海地震の際、和歌山県の勝浦、すさみ、徳島県の日和佐、高知県の手結、下田への津波到達時間の実際の記録を用いて楕円波源として同定を行った結果である。逆伝播図法によって求められた波源³⁾との対応もかなりよい。

ここでのシミュレーションは陸地への第一波到達時間を用いているが、陸に津波が到達する前に波源域を同定し、それより周辺各地への津波到達時間を

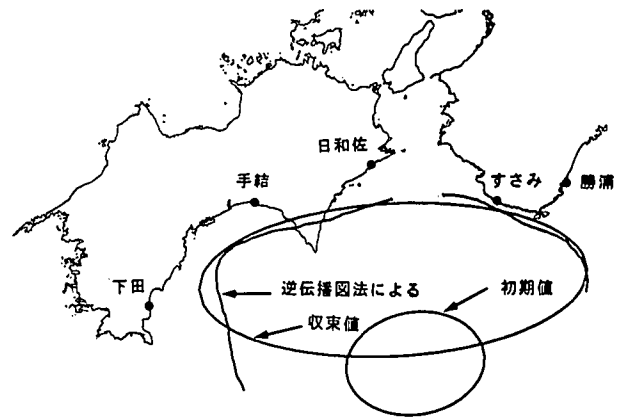


図-7 1946年南海地震における津波波源の同定結果

求めるようにすれば、より高精度の予測が可能になる。

4. おわりに

従来の災害情報システムは、事前の被害予測シミュレーションを主たる目的として作成されたものがほとんどであるが、地震発生後時間の経過とともに変化する各種の情報を収集し、整理・分析・加工そして被害予測の修正等の処理を行って、情報の必要とするところへ伝達する機能を有する総合的なシステムの構築が望まれる。そのためには今後、基盤となるデータベースおよび被害予測機能の充実とともに、システムに双方向の情報通信機能を持たせる取り組みが必要である。

参考文献

- 1) 活断層研究会編、新編日本の活断層—分布図と資料—、東京大学出版会、1991年
- 2) 海上保安庁刊行、大陸棚の海の基本図、たとえばNo.6602号東海・紀伊沖、1993年
- 3) 羽鳥徳太郎、東海・南海道沖における大津波の波源、地震2、第27巻、pp.10-24、1974年
- 4) 杉戸真太、非定常地震動の統計的予測モデル、土木学会論文集、1985年
- 5) 福島美光、地震波の発生・伝播の理論を背景とした入力地震動の経験的予測、東京工業大学学位論文、1994年
- 6) 佐藤良介、日本の地震断層パラメータ・ハンドブック、鹿島出版会、1989年