

# 文部科学省国立機関原子力試験研究費による研究開発

## - 1 耐震設計用ハザードマップに関する研究

### Study on Earthquake Hazard Map for Seismic Design

(研究期間 平成 13～15 年度)

構造研究グループ

Dept. of Structural Engineering

大川 出

Izuru Okawa

**Synopsis :** The methodology for earthquake hazard mapping was studied, including the collection of historical earthquakes, ground motions, occurrences of earthquakes, properties of amplifications due to surface ground, and formations of databases to be utilized for the mapping, and also some attempts of making hazard maps were conducted.

**【研究目的及び経過】**近年の地震資料の蓄積（歴史データ、活断層調査結果、強震動、震度など）、および強震動予測手法の高度化に鑑み、これらのデータをまず整備し、構造物特性を考慮した地震荷重の地域格差を合理的に定めるものとしての地震ハザードマップについて検討する。本研究は、統計的検討を主体とした解析により、適切な構造物の応答特性指標を用いて、構造物の耐震性能に対応したハザード評価を行う予定である。

**【研究内容】**平成 15 年度は以下の各作業を実施した。

#### 1. 気象庁震度データの整備

近年、特に 1995 年兵庫県南部地震以降地表面での強震観測が充実し、震度計測も観測データに基づいて決定されるようになり、観測データの重要性が増している。しかしながら、ある地点での地震動予測の信頼性を高めるためには、数多くの長期間の観測データが一方で必要になる。現時点では、K-net や JMA の観測網の有用性を増強するためには今後の観測実績の充実に大きく依存するところが多い。

これらの新しい技術によるデータと比較的長期に亘々と継続されて蓄積されていたデータのリンク（効果的結合）が重要である。過去 80 年の歴史を持つ震度計測のデータは、貴重であり、最近、気象庁から公表された過去の震度データ（計測震度、および従来の人感震度を含む。1920 年代～現在）を整備した。また、対応する地震動データ（JMA だけでなく K-net データ）も収集し、整理した。各主要地震について震度分布図を作成した。

(1) 各地震における震度分布図（図 1）

(2) 震度に対応する地震動特性の評価と比較（図 2）

図 2 は、最近の 5 年間(1996-2000)に気象庁から公表された計測震度および震度計の波形情報を用いて地震動の応答スペクトル特性を震度ごとに分類して示したものである。各スペクトル値は水平 2 成分の加速度応答スペクトルの自乗和平方根としている。震度が大きくなると長周期部分のレベルが上がる。（この期間中に、震度 6 強を

記録したのは、2000 年 10 月 6 日の鳥取県西部地震だけであった。）震度 5 強では、少し伸びて 1 秒程度の卓越周期をもつものがある。

#### 2. 表層地盤増幅特性の評価

地震動特性を評価する上で、各地点直下の表層地盤増幅特性は、その影響が大であることから、非常に重要である。しかしながら、あらゆる地点の地盤条件が明らかにされているわけではなく、ボーリングデータ等の客観的データが揃っているところは大都市圏などに限られており、またそれらのデータが一元的に管理されているわけではなく、多数の機関に分散して存在するため、ハザードマップの評価に当たって、今後整備されるべき課題の一つとなっている。個別地点の地震動予測ではなく広域の地震危険度評価などには、国などが全国的に整備を進めている国土数値情報を用いて、地盤増幅特性を評価する手法がよく使われる。

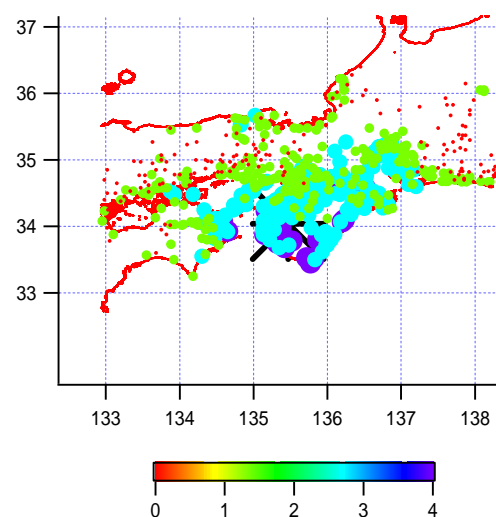


図 1 震源 (x) と各地の震度 (計測震度) の例

生データだけでなく生データと地盤物性とを結びつける経験式が重要であり、多くの実証データの蓄積が望まれていることである。このような、基礎データの取得と整備を行った。

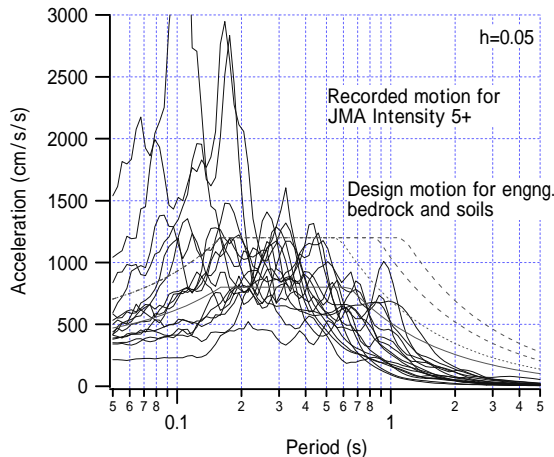


図 2 震度階 5 強に対応する観測記録の応答スペクトル

### 3. 基盤地震動分布の算定と最大値分布図の作成

主要断層のパラメータに基づいて、距離減衰式により各評価地点での特性振幅（最大振幅）を求めて、地図上図 2 震度階 5 強に対応する観測記録の応答スペクトルに分布図を作成した。また、表層地盤の増幅特性を加味して、地表における各特性値に変換し、同様に分布図を作成する。これと、地震発生直後に気象庁より発表された震度分布図とを比較し、推定手法の妥当性を評価した。震度を発表した地点での表層地盤特性については、公表されていないので、直近のメッシュポイントの国土数値情報に基づいてその影響を算定し、この手法に基づき各震源ごとに震源を中心とした地震動の分布図を作成した。

### 4. 強震動データのデータベース化に関わる整備

歴史的に見て最大振幅以外の各指標は検討が未熟であり、特に地震動の時間変動に関わる性質については、古い地震については、デジタル観測値の利用可能性がないので、検討が一般に進んでいない。

震源と、当該地域における深い地下構造の兼ね合いで長周期の地震動が卓越することがある。従来から工学の対象は浅い表層地盤すなわち地下せいぜい数十メートルの地盤であり、もっと深い地下構造については資料が乏しく、個々の地域・地点の解析モデルの作成など、定量的な評価を困難にしている。また、地震観測においても、今までの地震計が短周期地震動の観測に合った特性をもっていたために、長周期地震動をとらえた記録がまだ非常に少ないことが問題点として指摘できる。この特性は対象とする構造物の特性に大きく依存するので、種々の構造物への影響を検討すべきであろう。

### 5. 個々の構造物の応答特性に資する指標による検討

震度は、構造物への影響度を見るという観点からは、情報量が非常に不足している。特に、最近観測データが豊富にあるので、今後その利点を積極的に取り込むべきと考えられる。（特に継続時間など）

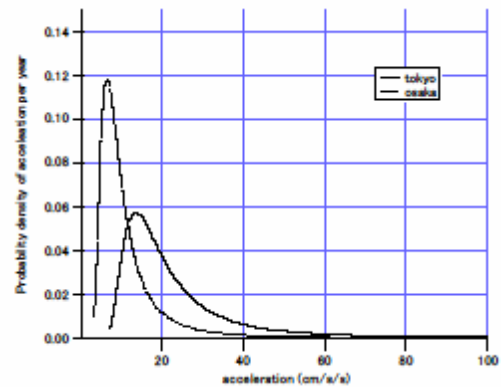


図 3 加速度値の年間生起頻度に関する確率密度関数

**[研究結果]** 初年度、第 2 年度は、主としてハザード解析ツールの整備、震源および歴史地震、被害地震、活断層などの公表されているパラメータの電子ファイル化、また活断層の情報に基づく、起震断層の具体的な位置、大きさの推定を行い、同様に電子ファイル化を行った。また、地震動については、既往の強震記録のデータベース化にも着手した。また、地震危険度解析手法に関する最近の研究を調査し、震源の地震履歴がわかっているものに関わる、確率統計的な危険度評価の方法を調査した。東京と大阪の加速度値の確率密度関数の検討例を図 3 に示す。また、ハザードマップを工学的に利用する場合には、対象となる構造物の設計に用いられる種々のパラメータを地震動（ハザード）パラメータと結びつける必要がある。このため、まず、どのような指標が設計に用いられるかについても検討した。たとえば、継続時間などは、構造物の地震応答に直接影響のある量であり、今後このようなパラメータと地震、地震動との関係について検討を行う必要がある。今後、急速に増大する強震動、震度に関するデータを目的に応じて効率的に利用するために、震度情報の整理について考察した。個々の地震の発生機構の予測誤差、生起確率、アスペリティ分布の設定の可能性、ばらつきなど、今後検討すべき事項は多い。また、確率統計理論の展開は、実績値をより精度よく説明する必要があり、より多くの地震動データの蓄積が第一義的に重要である。

### [参考文献]

石垣祐三、高木朗充、「気象庁震度データベースの整備及び活用例について」、験震時報、第 63 巻、pp.75-92、2000