

中央防災会議  
「東南海、南海地震等に関する専門調査会」  
(第7回)

説 明 資 料

平成14年12月24日

中央防災会議事務局

# ・東南海、南海地震についての強震動、津波の分布及び揺れによる建物被害等について

## 1. 今回の検討の結果について

東南海、南海地震の抜本的対策を講じるための検討をすべく、中央防災会議「東南海、南海地震等に関する専門調査会」では、まず、その対象となる地震像とそれによる被害の状況を検討し、これを基に、対策の内容を詰めることとしている。

今般、東南海、南海地震等については、その発生の仕方に様々なケースが考えられ、当調査会においては、

- (1) 想定東海地震、東南海地震、南海地震の震源域が同時に破壊される場合
- (2) 東南海地震と南海地震の震源域が同時に破壊される場合
- (3) 想定東海地震と東南海地震の震源域が同時に破壊される場合
- (4) 東南海地震単独で発生する場合
- (5) 南海地震単独で発生する場合

の5つの発生形態ケースについて検討することとしている。今回の検討の最も中心的な東南海、南海地震を併せた震源域で地震が発生した場合について、その想定される強震動の揺れの分布と津波の高さの分布がまとめられ、その代表的な被害の一つである揺れによる建物被害の状況が想定された。

本専門調査会の本来の目的は、被害想定等ではなく、防災対策の検討であり、その他のケースの結果を待たず、早期に防災対策の検討をすべく、今回できたものを取りまとめたものである。

その他のケースについては、まとめ次第、防災対策の検討に反映していく予定である。

## 2. 検討の流れ

強震動シミュレーションと古文書等の過去資料とは、以下のような特徴を持っており、今回の検討対象とする地震としては、南海トラフ沿いで過去に発生した宝永、安政、昭和の各地震での揺れのうち、各地点での最大のものを発生させる地震を、シミュレーションで再現した地震とすることとした。

- ・シミュレーションによる想定は、地震発生のメカニズム等を背景にしたものではあっても、パラメータ等の取り方でかなり数値が異なる。
- ・過去の実際の地震についての記録は古文書等に残っているものがあり、宇佐美他(1986)等によりそれを基にした当時の震度分布が想定されているが、当時の資料を基にしたものであるため十分な精度があるとは限らない。また、すべて

の地域の面的な震度等の分布を提供しているものではない。

### 3．防災対策の対象とする地震の規模等について

様々な地震発生の仕方や規模を想像することは可能であるが、予防対策等についての投資など具体的各種防災対策についての社会的合意は、過去実際に発生したような地震については得やすいと考えられるが、それ以上の規模の地震の発生に対して対策を行うことについては容易ではないと考えられる。

一方、一定の規模の地震に対しては備えられても、それを超える地震の時は全く対応できない（場合によってはカストロフィー的に窮地に立つ）というのは防災対策としては問題である。

このようなことから、過去実際に発生した地震と同様な地震に対して備えることを基本とし、それ以上の規模の地震についてはソフト対策等で対応すること等を検討していくこととしたい。

### 4．今回の検討結果の取り扱い

今回の検討結果は、検討中の防災対策における大まかな対策量等の基礎となるものである。

なお、宝永地震で大きな被害があったとされる大阪平野、奈良盆地等については、過去の被害記録が液状化被害であるとすれば説明がつくが、特殊な盆地的地下構造等の可能性もあり、さらに検討を重ねることとする。諏訪盆地等での地震動の継続時間は他の地域のものに比べ長く、地盤条件等により地震波が集中している可能性があり、これについても検討を重ねることとする。

### 5．今回の検討と地方公共団体等での検討

今回の検討は、東南海・南海地震の全体を捉えた防災対策の参考とするためのものであり、個別地域の防災計画を検討するにあたっては、より詳細な地域状況を踏まえた検討を行うべきである。中央防災会議レベルでは、地域での防災計画での共通事項に関する基本方針等と、全体を捉えた広域防災計画の確立等が目的である。

以下に今回の検討結果を取りまとめたので報告する。

## ．東海、東南海、南海地震の震源域等について

東海から南海地域で、過去に発生した地震の強震動が発生する領域（震源域）、規模及び発生の様態等は様々であるが、当調査会における検討では、中央防災会議「東海地震に関する専門調査会」、及び文部科学省の地震調査研究推進本部での震源域に関する検討成果を踏まえ、強震動計算の結果と過去の地震の被害実態とを比較検討し、必要な修正等を行い、最終的な震源域を設定する。

なお、津波を発生する領域（波源域）は、過去の事例から見て、震源域よりも拡がる可能性がある。このため、本調査会では、中央防災会議「東海地震に関する専門調査会」と同様、震源域と波源域をそれぞれ別に検討することとする。

### 1．過去の地震の震度分布から見た震源域

東海から南海地域に発生する地震の震源域については、中央防災会議「東海地震に関する専門調査会」、及び文部科学省の地震調査研究推進本部の検討成果によるものを初期モデルとし、経験的手法による震度分布と過去の地震による被害実態から推測された震度分布との比較検討を行う。

#### （1）過去の地震の震度分布

過去の5例の地震（宝永地震、安政東海地震、安政南海地震、昭和東南海地震、昭和南海地震）の震度分布から、比較検討の基となる震度分布を作成する。

これらの地震の震源域や規模はそれぞれ異なるものの、震度分布を見ると、次のような類似性が見られる。

##### 宝永地震と安政東海地震

紀伊半島東側より以東の震度分布は類似している。

##### 宝永地震と安政南海地震

大阪及び紀伊半島での震度6以上の地域は明らかに宝永地震の方が大きいですが、西日本における震度分布は、震度4と震度5の境界など、全体的には類似している。

##### 昭和東南海地震

昭和東南海地震は、安政東海地震に比べ規模の小さな地震であるが、震度6以上の地域は、宝永地震及び安政東海地震の静岡県中部以西の震度6の地域と、類似している。

##### 昭和南海地震

昭和南海地震は、安政南海地震と比べ規模の小さな地震であるが、震度6の地

点は、宝永地震及び安政南海地震の震度6の地域で観測されている。  
これらの類似性を踏まえ、比較検討の基とする震度分布を次のように作成した。  
宝永地震の震度分布に、安政東海地震の紀伊半島東側以東の震度分布を重ね、  
さらに、安政南海地震の紀伊半島西側以西の震度分布を重ねる。  
上記震度分布に、昭和東南海地震及び昭和南海地震の震度6以上の地点を重ねる。

このようにして作成した震度分布は、宝永、安政、昭和の各地震での揺れのうち、各場所における既往最大の揺れの震度を取りまとめたものとなるが、宝永地震と類似している既往地震の特徴を利用し、宝永地震の震度分布を再現したものともいえる。この意味から、この震度分布を、「宝永地震タイプの震度分布」と呼び、強震動計算の結果等との比較検討を行う。

## (2) 経験的手法による過去の地震の震度分布と震源域の評価

過去の地震の震度を重ね合わせて作成した「宝永地震タイプの震度分布」が適切であるが否かを確認するため、司・翠川(1999)の経験的な距離減衰の関係をもとに、破壊方向も加味して修正した経験式(中央防災会議「東海地震に関する専門調査会」)による震度分布と比較する。

経験式を用いて震度を推定する手法(経験的手法)は、断層の破壊方向、地殻構造などの影響を正確には表現できないが、これらの影響を包括した概観結果を与えていると見なすことができる。今回適用する経験式は、マグニチュード(M)8より大きな地震に対して適応できるように作成されたものではないが、そのような地震についても、全体的な距離減衰の関係は概ね成立すると考えられる。このため、まず、経験式のパラメータの評価を行い、今回の震度分布については、概ねM8程度の値を用い問題ないと思われる。

このパラメータを用いた経験的手法による震度分布と、過去の地震の震度分布とを比較すると、それぞれの地震の震度分布は概ね一致しており、逆に、宝永地震タイプの震度分布が経験的手法の震度分布と概ね一致していることから、宝永地震タイプの震度分布は、宝永地震を再現したものであるとして問題ないと思われる。

過去の地震の震度分布により適合するように、震源域の調整を行った結果、次のことが分かった。

安政東海地震の震源域は、西側領域を狭め、且つ熊野灘付近の境界をやや沖合に設定するほうが適合する。

宝永地震で見られる大阪の震度6以上の地域を再現するには、四国から紀伊半島にかけての震源域の境界を、紀伊半島西側の陸域にまで広げたほうが適合する。

紀伊半島先端付近の震度分布を再現するには、震源域の境界をやや沖合に設定するほうが適合する。

九州の震度5の地域を再現するには、震源域の西端側境界を、やや北西側に拡大するほうが適合する。

瀬戸内海から中国地方にかけての震度分布から見ると、四国の震源域の境界はやや北側に設定した方が良いと思われるが、その場合には、四国の震度6以上の地域が広くなり、適合性が悪くなる。

東南海・南海地震の震源域の東端は、想定東海地震の震源域の西側の境界よりもやや東側に拡大した方が、昭和東南海地震の静岡県内の震度6の領域をの再現性が良い。

### (3) 震源域とアスペリティの設置場所

経験的手法を用い、過去の地震の震度分布により適合するよう震源域を調整した特徴を踏まえ、震源域を変更する方式も考えられるが、震度の評価にあたっては、強震動波形計算により行うこととしている。強震動波形計算は、震源域内に強い地震動を発生させるアスペリティを適切に設定することにより行われるものである。

アスペリティは、プレートのカップリングがより大きいと考えられる陸域深部側におくことを基本とするが、上記の経験的手法による震源域の特徴を踏まえ、最初の強震動の試算にあたっては、次のとおり配慮するのが適切と考える。

熊野灘沖のアスペリティは沖合に設定する。

伊水道付近の震源域については、紀伊半島よりの最も深いところに強いアスペリティを設定する。

紀伊半島先端付近にはアスペリティを設定しない（或いは西側の沖合に設定）。

震源域の西端の境界は、震源域の初期モデルの検討においても曖昧で、震度分布から見て検討することとしていた。今回の結果を踏まえ、西端境界は北西方向にやや拡大し、その付近にアスペリティを設定する。

四国の震度6以上の地域を大きくしすぎないようにし、且つ瀬戸内海から中国地方にかけての震度分布がやや大きくなるようにするためには、強いアスペリティを四国の沖合に離れて設定する等の調整が必要である。

東南海・南海地震の震源域の東端の境界は、想定東海地震の震源域の西側境界よりもやや東側に拡大し、その付近にアスペリティを設定する。

上の考えに従いアスペリティを設置したいいくつかのケースについて、強震動を試算し、過去の被害実態と比較し検討する。

## ． 東南海、南海地震の断層パラメータ等

### 1 . マクロ的に見た断層パラメータ等について

断層パラメータについては、初期モデルとして設定した断層パラメータ等により強震動や津波の試算を行い、過去の地震時の被害実態との比較検討等も踏まえ、必要なフィードバックを行った上で、最終的な想定震源域及び断層パラメータ等を検討する。

#### ( 1 ) 地震モーメント及びマグニチュード

地震モーメント ( $M_0$ ) は、次の震源断層の総面積 ( $S$ ) と平均応力降下量 ( ) に関する相似則により推定する。応力降下量は、海域の地震で得られる平均的な値、3.0MPaとする。

$$= 2.436M_0 / S^{3/2}$$

なお、マグニチュード (モーメントマグニチュード :  $M_w$ ) は、次式に従い算出する。

$$\log M_0 = 1.5M_w + 9.1$$

#### ( 2 ) 平均変位量

平均変位量 ( $D$ ) は、次の地震モーメントと震源断層の総面積との関係式から算出する。

$$M_0 = \mu DS$$

ここで、 $\mu$  は剛性率で次式から求める。

$$\mu = Vs^2$$

は密度で2.8g/cm<sup>3</sup>とし、 $V_s$ はS波速度で3.82km/sとする。

#### ( 3 ) 地殻浅部における変位量

上の ( 2 ) に加えて、津波予測計算で用いる変位量設定の妥当性評価のために、地殻浅部における変位量を見積もる。 $\mu$  を一般的な値、

$$\mu = 3.0 \sim 4.0 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$$

とし、( 1 ) で求めた $M_0$ と、 $M_0 = \mu DS$  の関係式から妥当な浅部変位量の範囲を見積もる。

#### ( 4 ) 破壊伝播速度および $F_{\max}$

破壊伝播速度は次式による。

$$V_r = 0.72 V_s$$

F maxは兵庫県南部地震から推定された値、6Hzとする。

#### (5) 震源域のセグメント分け

震源域を単一の領域ではなく、沈み込むプレートの形状や地質構造の観点から、東南海地震及び南海地震の震源域を、概ね次の境界で領域（セグメント）に分割する。

##### [ 東南海地震の震源域 ]

三重県志摩半島付近の境界

遠州海盆西端の領域。

この付近には、杉山(1990)による地質構造単元の境界がある。

三重県尾鷲湾付近の境界

熊の舟状海盆南端の断層系の走行に不連続が見られる領域。これは、菊地・山中(2001)による1944年昭和東南海地震の断層変位量分布の変化する領域とほぼ一致する。

##### [ 南海地震の震源域 ]

紀伊半島西端付近の境界

東から西方に見た場合、震源の深さ分布が急激に変化し始める領域。

重力のブーゲ異常の急変する領域とほぼ一致する。

高知県室戸岬付近の境界

室戸舟状海盆と土佐海盆との境界で、海底地形の急変する領域。

高知県足摺岬付近の境界

土佐海盆の西端で、杉山(1990)による地質構造単元の境界付近。

#### (6) アスペリティの面積とそのおき方

アスペリティの面積は、概ね、各セグメントの面積の20%、或いは30%とする。

アスペリティは、20%の場合は1つとし、30%の場合には、アスペリティの大きさを約7：3の比率（Somerville et al. 1999）で、2つに分割する。

アスペリティの面積及びそのおき方は、菊地・経験的手法による震源域の特徴に加え、菊地・山中(2001)等の成果も参考にして設定する。

アスペリティの最終的な設定は、強震動の試算結果による震度分布と、過去の地震の震度分布及び宝永地震タイプの震度分布と比較検討し、適切なものを選定する。



## 2. ミクロ的に見た断層パラメータ等について

### (1) 小断層による断層の近似

3次元的に複雑な曲面構造を持つ震源域を、気象庁の震源分布等を参照して、約10kmメッシュの小断層約500個で近似する。

### (2) 走行、傾斜及びすべり角

各セグメント毎に、Sagiya(1999)によるバックスリップベクトルのすべり角の水平成分に関する逆方向の平均値と一致するように与える。強震波形の計算の際には、乱数を用いて、すべり角に対し $\pm 30$ 度のゆらぎを与え、強震波形の計算結果が極端なものとならないよう対処する。

### (3) アスペリティ全体の地震モーメント (Moa)

アスペリティは他の場所に比べてプレート間のカップリングが強い所で、破壊時にはアスペリティ以外の所よりも変位量が大きいと考えられる。

アスペリティの変位量をSomerville et al.(1999)の相似則から断層全体の平均変位量の2倍として与える。

このアスペリティの平均変位量と総面積から、 $M_o = \mu DS$  の関係式を用いて、アスペリティ全体の地震モーメント (Moa) を推定する。

### (4) 各アスペリティの地震モーメント(Moai)、変位量(Dai)及び応力降下量( $\sigma_{ai}$ )

各アスペリティの地震モーメントの設定は、全体的に見て断層の応力降下量が一定であるとして設定する。

- 各アスペリティの地震モーメントは、各アスペリティでの応力降下量を一定として、アスペリティの面積の $3/2$ 乗の重みで振り分ける。

$$Moai = Moa \times Sai^{3/2} / \sum Sai^{3/2}$$

Moai : i番目のアスペリティのモーメント

Sai : i番目のアスペリティの面積

- 各アスペリティの応力降下量は、次の地震モーメントとアスペリティ面積との関係式から算出する。

$$\sigma_{ai} = 2.5 Moai / Sai^{3/2}$$

$\sigma_{ai}$  : i番目のアスペリティの応力降下量

- 各アスペリティでの変位量は、次の地震モーメントとアスペリティ面積との関係式から算出する。

$$Dai = Moai / \mu Sai$$

Dai : i番目のアスペリティの変位量

- ・ 剛性率  $\mu$  は次式から求める。

$$\mu = \rho V_s^2 \quad (\text{密度} = 2.8\text{g/cm}^3, \text{S波速度 } V_s = 3.82\text{km/s})$$

- (5) アスペリティ以外の領域(背景領域)の地震モーメント( $M_{ob}$ )及び変位量( $D_b$ )  
想定震源全体の地震モーメント( $M_o$ )から、アスペリティ全体の地震モーメント( $M_{oa}$ )を引いた値を背景領域の地震モーメント( $M_{ob}$ )とする。

この地震モーメントと背景領域の総面積( $S_b$ )から、 $M_{ob} = \mu D_b S_b$  の関係式を用いて背景領域の変位量を求める。

- (6) 背景領域の応力降下量(  $b$  )

背景領域の応力降下量は、次の関係式から求める。

$$b = 2.436 M_{ob} / S_b i^{3/2}$$

- (7) 破壊開始点

破壊開始は、過去の東南海地震及び南海地震の解析、並びに宝永地震タイプの震度分布と比較した経験的手法の結果を参考にし、紀伊半島の南において試算した。

## ．強震動

### 1．地下構造

地震基盤 ( $V_s = 3000\text{m/s}$ ) および工学的基盤 ( $V_s = 700\text{m/s}$ ) の深さは、いくつかの領域での弾性波探査、常時微動探査により得られている成果から、平均的な深さ分布を内挿して求めた。その際、重力異常、深層ボーリングデータ及び地質構造を参照した。

深部から地震基盤までの速度構造は、独立行政法人防災科学技術研究所での震源決定に用いられている地震波速度構造を参照し作成した。

工学的基盤から地表までの速度構造は、ボーリング調査結果を参考に作成した。ボーリングのないメッシュの速度構造については、類似の地層及び微地形区分を有し、かつそのメッシュから最も近いメッシュのボーリングデータを当てはめた。この際、信頼できる30m以深の掘進長のボーリングデータが5本以上あるメッシュでは、ボーリング調査結果を参考にした速度構造を定め、そうでないメッシュでは、松岡・翠川(1994)の方法に従い今回新たに求めた関係式により、微地形区分から推定した表層30mの平均S波速度の値と等しくなるよう、速度構造を修正した。

### 2．強震波形計算

強震波形の計算にあたっては、工学分野での活用も念頭におき、工学的基盤までは、地震学的に想定される振幅スペクトルに確率的な位相を与えて作成した小地震波形をグリーン関数とし、設定された断層モデルに従い波形合成を行う、いわゆる統計的グリーン関数法を用いた。

工学的基盤から地表までの強震波形の計算は、多くの強震波形計算で行われているのと同様、垂直入射とし、地盤の非線形性については、工学的基盤から  $V_s = 300\text{m/s}$  までは線形計算で行い、それより浅いところについて非線形計算を行った。

地表における震度の計算においては、中央防災会議「東海地震に関する専門調査会」と同様、地表の強震波形から求めた震度と、工学的基盤の強震波形から求めた震度に表層地盤の増幅率を加味して計算した震度とを比較し、適切な方を採用する方式とした。

### 3. 強震波形計算結果の評価

各種設定のもとに計算された結果について、過去の地震記録から得られた最大加速度および最大速度の距離減衰等、および歴史地震の被害実績による震度分布との比較を行った。

#### (1) 最大加速度及び速度の距離減衰

最大加速度の距離減衰は、福島・田中(1990)の経験式により、最大速度の距離減衰は、司・翠川(1999)の経験式と計算結果を工学的基盤( $V_s = 700\text{m/s}$ )と地表とで比較した。

##### 工学的基盤における距離減衰

加速度、速度とも経験的な距離減衰とほぼ一致しており、強震動波形計算の方法及び断層パラメータはほぼ妥当なものと評価される。

##### 地表における距離減衰

加速度、速度とも経験的な距離減衰と概ね一致しているが、やや増幅率が小さいようにも思われる。これは、非線形計算に用いた地盤常数等の設定によるものと考えられ、今後さらに検討を重ねることとするが、今回の試算結果は、実用上の大きな問題は無いと思われる。

#### (2) 東南海・南海地震の震度分布

東南海・南海地震の震度分布は、宝永地震タイプの名古屋以西の震度分布及び、昭和東南海地震の静岡以東の震度分布と比較すると、大阪、奈良盆地などの地域を除き、概ね一致した結果となっている。また、経験的手法で求めた東南海・南海地震の震度分布と比較しても、比較的良く一致している。

震度は、非線形計算による強震波形から求めた震度と、工学的基盤の震度に表層地盤による増幅率を加味した震度を比較し適切な方を採用する方式としている。今回の非線形計算においては、現存するデータのみでは、揺れが小さいにもかかわらず過度な減衰を示すものもあり、広域で揺れの大きな地域を評価するためには、個別地盤の状況を相当詳細にとらえ検討する必要があることが分かった。

今回求めた震度は、次に述べるような問題は残っているものの、実用上、全体の地震の被害像を捉えるには問題ないと評価できる。

##### ・大阪平野、奈良盆地等の震度について

宝永地震で大きな被害があったとされる大阪平野、奈良盆地等については、今回の強震動波形計算結果では過去の被害実態から推定される震度ほど大きな震度が得られなかった。過去の被害記録が地震の主要動付近による震動被

害ではなく、液状化による被害であるとするれば説明がつくが、特殊な盆地的地下構造や地盤条件等により、地震波が増幅されていた可能性もあり、さらに検討を重ねることとする。諏訪盆地等で観測される地震動の継続時間は他の地域のものに比べ長く、地下構造や地質条件等により地震波が集中している可能性があり、これについても検討を重ねることとする。

地震波が増幅される要因として、盆地側の堆積地盤と山側の基盤岩の境界で2次的に生成される地震動による増幅、いわゆる「盆地端部効果」（1995年兵庫県南部地震のとき「震災の帯」ができた大きな理由の1つと考えられているもの）があげられる。宝永地震のとき大阪盆地内で生駒断層付近に平行に大きな被害地域が報告されているのは、この「盆地端部効果」の可能性があるととも考えられるが、このような被害分布は安政南海地震や昭和南海地震ではあまり顕著に見られない。これらを解明する方法として、盆地内への地震波の入射角の評価を行い、強震動波形の詳細な解析を実施する必要があると思われるが、この評価を行うには、歴史地震の震源過程について詳細に解明されることが不可欠である。

# 津波

## 1. 津波の波源域とそのセグメント化

### (1) 波源域について

津波を発生する領域（波源域）は、過去の事例から見ても、地震動を発生する領域（震源域）よりも拡がることもある。断層が急激に滑ることにより強震動が発生する。津波は、強震動を発生させる急激な断層の変位のみでなく、それよりもやや緩やかな断層の変位に伴う海底の地殻変動によっても発生するため、震源域よりも波源域の方が広いことがある。

強震動の検討において、初期モデルより震源域の西端をやや拡げて評価した。津波の波源域は、それよりさらに西側に拡がっていた可能性があり、これが九州地方に大きな津波をもたらした原因であると指摘されている。このことから、津波の検討においては、波源域として、震源域よりもさらに西側に断層を加え評価する。

### (2) 波源域のセグメント化

強震動は、局所的に存在するアスペリティから発生するのに対し、津波の高さは、断層の局所的な変位よりも、マクロ的な変位が支配的になる。実際、中央防災会議「東海地震に関する専門調査会」の検討において、素傘毎に断層の変位量を変化させたモデルと、再部位の変位量で断層全体を一様に変位させたモデルの津波の高さを比較した結果、これら両者にはほとんど差はなかった。このことから、今回の検討においても、津波の波源域における断層の変位量は、深さ方向に対して一様として試算する。

しかし、今回検討の波源域はトラフ方向に長大であることから、これら領域全てが一様変位とすることは不適切である。このため、震源域のセグメント分けの境界を踏まえ、波源域について、概ね50km程度でセグメント化し、それぞれのセグメントの断層変位量は一様として、過去の津波の高さに適合するよう各セグメントの変位量を評価することとする。

なお、断層の破壊速度を踏まえ、順次、各セグメントが破壊していく場合の津波の高さと、各セグメントが同時に破壊するとした場合の津波の高さを比較した結果、破壊が進行する波源域の先端付近で順次破壊するとした場合の津波の方が大きいことが分かったが、その差は高々1割程度であった。このことから、今回の津波の試算にあたっては、各セグメントは同時に破壊するとして計算することとする。

## 2. 過去の地震に伴う津波の高さ分布

過去の5例の地震（宝永地震、安政東海地震、安政南海地震、昭和東南海地震、昭和南海地震）の津波の高さから、比較検討の基となる津波の高さ分布を作成する。

これらの地震の津波の高さを比較するため、各地震の発生当時の潮位をそれぞれの津波の高さから減じ、T P 海水面からの津波の高さ分布を求めた。これを見ると、それぞれの地震の波源域や規模はそれぞれ異なるものの、次のような特徴が見られる。

### 宝永地震と安政東海地震

紀伊半島の勝浦より以東の津波の高さは、概ね同程度である。

### 宝永地震と安政南海地震

土佐湾の須崎付近から、紀伊半島の袋付近までの津波の高さは、概ね同程度である。

### 昭和東南海地震

昭和東南海地震の津波は、宝永地震及び安政東海地震のものに比べ、熊野灘の一部を除き、小さな津波である。

### 昭和南海地震

昭和南海地震は、宝永地震及び安政南海地震のものに比べ、紀伊半島の一部の地域を除き、小さな津波である。

これらの特徴を踏まえ、比較検討の基とする津波の高さ分布を次のように作成した。

宝永地震、安政東海地震及び安政南海地震の津波の高さを重ね合わせ、同一地点で津波の高さの資料が複数ある場合は、最大値をその地点の津波の高さとする。

このように作成した津波の高さ分布は、既往最大の津波の高さの資料であるが、宝永地震、安政東海地震及び安政南海地震の津波の高さの類似性の特徴を利用し、宝永地震の津波の高さ分布を再現したものであるともいえる。

津波計算の結果との比較検討は、この津波の高さ分布（以下、「宝永地震タイプの津波の高さ分布」と呼ぶ。）を用いて行うこととする。

## 3. 津波の計算方式

津波の計算は、以下の方法による。

### (1) 津波波源

- ・波源域の各セグメントについて、弾性体理論に基づき海底地殻変動（垂直変動

- 量)を求める。
- ・海面初期変位は、上で求めた各セグメントの海底地殻変動量の合計と等しいとし、変位は全地点で時間差なしに与えられるものとする。
- (2) 津波伝播・遡上計算
- ・深い海域においては線形長波理論により、また、浅い海域においては海底での摩擦及び移流を考慮した非線形長波理論により計算を行う。
  - ・陸上の遡上部分においては、家屋等、障害物の効果は粗度係数で表現する。
  - ・試算は差分法により数値的に行う。深海部では大きな(1,350m)メッシュ領域とし、沿岸部に近づくにつれてより小さな(450m、150m、50m)メッシュ領域を設定して計算する(遡上域は50mメッシュ)。
- (3) 積分時間
- ・外洋は地震発生から3時間まで、瀬戸内海は12時間とした。
- (4) 地形データ
- ・国土地理院発行の50mメッシュ標高データ、および一級河川横断断面図を用いて作成する。
- (5) 海底地形データ
- ・水路部発行の、沿岸の海の基本図(縮尺:1/10,000~1/50,000)及び海図(港泊図。縮尺1/3,000~1/15,000)を用いて作成する。
- (6) 陸上の土地利用形態等の考慮(留意事項)
- ・過去の地震の津波との比較を行うときは、陸上での粗度係数を田畑での値の相当する0.02とする。また、現在の沿岸堤防等の線型構造物は存在しないものとする。なお、埋め立て地等の復元は非常に困難であることから、現在の地形をそのまま利用する。

#### 4. 波源域の各セグメントの断層変位量の推定

宝永地震タイプの津波の高さに適合するように、津波の波源域の各セグメントの断層変位量を推定した。

推定手順の概要は、次のとおり。

想定東海地震の波源域の断層変位量は、中央防災会議「東海地震に関する専門調査会」の検討結果、基本断層4m、A断層1.5m、B断層4m、D断層4mに固定する。

その他のセグメントについては、初期変位を4mとして非線形最小二乗法により求めた最適値と、初期変位を12mとして同手法で求めた最適値とを比較して確定する。

これら両者の結果は、各セグメントで殆ど一致しているが、足摺岬西側の



セグメントの変位量は、一致しなかった。このため、他のセグメントの変位量を固定し、このセグメントだけの変位量を非線形最小二乗法により推定した。

なお、各セグメントの最終的な変位量は、0.5m単位のラウンドナンバーとする。

各セグメントの変位量による津波の計算結果は、宝永地震タイプの津波高さの良い一致を示しており、それぞれのセグメントの変位量は、強震動計算のアスペリティの設置場所とも比較的整合していると思われる。

また、過去の地震時の地殻変動と、今回求めたモデルによる地殻変動を比較すると、高知県須崎付近での大きな沈降や、室戸岬の大きな隆起なども比較的良く一致しており、その他の地域の地殻変動とも整合的である。

## 5 . 東南海・南海地震の津波の高さ

東南海地震と南海地震が同時に発生した場合（東南海・南海地震）の津波の高さを計算する。この場合の波源域は、想定東海地震の波源域を除く領域とし、各セグメントの断層変位量は、上記で求めた変位量とする。

計算された津波の高さと、過去の津波の高さを比較すると、遠州灘の国府付近以西は、宝永地震タイプの津波の高さとほぼ一致しており、比較するデータは少ないものの、それより以東の白須賀、舞阪付近では、昭和東南海地震の津波の高さと概ね一致しており、東南海・南海地震の津波の高さとしては妥当なものであると評価できる。

津波は、TP海水面に対して計算している。津波による海面の変化は、正にここで計算した津波の高さであるが、満潮時に津波が来襲した場合にはその潮位分を加味した高さまで津波が来襲する。また、地震により地殻変動で沈降が予想される場所では、その量に相当する分だけ時間とともに海水面が高くなる。逆に、隆起した場所では、海水面は低くなり、その量に相当する分だけ津波が来襲する高さが低くなることになるが、必ずしも、実際の地震時にはその場所が隆起するとは限らないことに留意する必要がある。

今後、個別防災対応を検討するにあたっては、大きな津波が来襲するまでの時間、その時の潮位、海岸堤防等の高さ、津波の引き波の大きさなどを考慮する必要がある。また、沈降地帯についてはその量も加味し、隆起地帯については津波の高さから隆起量を減じないこととするのが適切と考える。

## ． 東南海、南海地震に係る被害想定について

東南海、南海地震に係る被害想定について、地震の揺れ及び液状化による建物被害、これによる人的被害等の試算を行った。

被害想定全体については、本年度中を目途に検討を進めているところであるが、揺れによる建物被害等は防災対策検討の基礎となることから、各項目に先立ち、検討を行った。

なお、実際の地震による被害は、建物についても津波、火災、斜面崩壊等による被害があるほか、建物だけでなく各種構造物等の被害も想定される。これらについては、本年度中を目途に検討を行う。

### 1 ． 地震の揺れ等による建物被害、人的被害等の想定について

#### ( 1 ) 揺れ及び液状化による建物被害について

##### 揺れによる建物被害について

建物の全壊数の検討に当たっては、木造建物と非木造建物とに分けて、それぞれ阪神・淡路大震災等過去の地震被害における震度と建物被害との関係から、建物全壊棟数を算出した。木造建物については、建築年次別（昭和 37 年以前、昭和 38 年～昭和 55 年、昭和 56 年以降）の被害率のデータが整理できることから 3 区分し、震度と建物全壊率との関係を求めた。

##### 液状化による建物被害について

液状化による建物被害の算出にあたっては、通常の被害想定で実施しているように、まず、各メッシュにおけるボーリングデータ又は微地形区分からメッシュ毎の液状化危険度（PL 値）を算出するとともに、新潟地震における事例をもとに液状化現象が各液状化危険度毎でどの程度発生するかを求めた。次に、関東大震災、新潟地震等の被害実例をもとに、液状化が発生した場合の建物全壊率（木造、非木造）を設定し、これにより建物被害数を求めた。

以上をもとに、揺れによる被害と液状化による被害の重複を調整し、揺れと液状化による建物被害を算出した。

地震動による建物全壊棟数（概数）

	木造	非木造	合計
関東	-	-	-
北信越	-	-	-
東海	約 104,000	約 19,000	約 123,000
近畿	約 25,000	約 3,000	約 28,000
中国・四国	約 33,000	約 5,000	約 38,000
九州	-	-	-
合計	約 162,000	約 27,000	約 189,000

液状化による建物全壊棟数（概数）

	木造	非木造	合計
関東	-	-	-
北信越	-	-	-
東海	約 34,000	約 9,000	約 44,000
近畿	約 26,000	約 7,000	約 33,000
中国・四国	約 8,000	約 2,000	約 10,000
九州	約 1,000	-	約 1,000
合計	約 70,000	約 18,000	約 88,000

地震の揺れと液状化による建物全壊棟数（地震動、液状化合計）（概数）

	木造	非木造	合計
関東	-	-	-
北信越	-	-	-
東海	約 138,000	約 29,000	約 167,000
近畿	約 52,000	約 10,000	約 61,000
中国・四国	約 41,000	約 7,000	約 48,000
九州	約 1,000	-	約 1,000
合計	約 232,000	約 45,000	約 277,000

- : わずか

(2) 揺れ及び液状化による建物被害に係る人的被害(死者)について

人的被害については、阪神・淡路大震災等過去の建物全壊数と死者数との関係をもとに、人的被害(死者)を算出した。

次に、地震発生時間を考慮した滞留場所別の人口を求め、これをもとに人的被害を推計した。夜は夜間人口を、昼間は昼間人口を基にし、その間はパーソントリップ調査のデータを用いて時間別の滞留者数を求めて人的被害(死者)を算出した。

なお、液状化による被害に関しては、一般的に近年ほとんど死者が発生していないとされていることから、人的被害(死者)はないものとした。

建物全壊による死者数(人)(概数)

	5時			12時			18時		
	木造	非木造	合計	木造	非木造	合計	木造	非木造	合計
関東	-	-	-	-	-	-	-	-	-
北信越	-	-	-	-	-	-	-	-	-
東海	約4,400	約200	約4,500	約1,800	約300	約2,100	約2,600	約200	約2,900
近畿	約1,200	-	約1,200	約400	-	約500	約600	-	約700
中国・四国	約1,600	-	約1,700	約600	約100	約700	約800	約100	約900
九州	-	-	-	-	-	-	-	-	-
合計	約7,200	約200	約7,400	約2,800	約400	約3,200	約4,100	約300	約4,400

- : わずか