

平成13年9月21日(金) 13:30～15:30
虎ノ門パストラル 「橋の間」

中央防災会議
「東海地震に関する専門調査会」議事録
(第8回)

開 会

布村参事官 では、時間になりましたのでただいまから東海地震に関する専門調査会の第8回目の会合を開催させていただきたいと思えます。

それでは溝上座長、よろしくお願ひします。

溝上座長 本日は東海地震に関する専門調査会の第8回目として地震動、津波の本計算に入るための手法についての御審議をお願ひできたらと思えます。

それでは、きょうの議事は地震動分析等が主になりますので、これからの議事の進行は入倉先生にお願ひできればと思えます。どうぞよろしくお願ひします。

入倉委員 それでは、きょうの議事は私、入倉が進めさせていただきます。

まず最初に本調査会の議事の公開についてでございますが、前回同様、調査会の終了後速やかに記名なしの議事要旨をつくり公表することにしたいと思えます。また、審議内容については、不確実なことが多く含まれる中で、各委員には自由に御意見をいただきたいので、後日作成する議事録についても発言者を伏せた形で公表したいと思えます。

本件についていかがでしょうか。

〔「異議なし」の声あり〕

入倉委員 異議なしのようですので、そのように取り扱わせていただきます。

資 料 説 明

入倉委員 それでは、地震動の強さと津波の波高の本計算ための手法の検討に入りたいと思えます。

本日は事務局で資料を取りまとめさせていただきましたので、資料の説明を事務局からよろしくお願ひします。

横田企画調整官 それでは、資料に従って説明させていただきます。

資料1の1ページですが、強震動の評価のための試算という部分です。

前回の議論を踏まえ、今回、前回宿題になっていた部分と、断層モデルのアスペリティの中での、前回は応力一定という形で置いたわけですが、すべてのアスペリティのところでは変位が一定だったらどうかということも考えられますので、それらの2つのモデルを想定の上、Q値その他、非線形のところを入れた形での試算を行ってみました。

まず、各アスペリティの地震モーメント、変位量及び応力降下量という部分ですが、1つは、今申し上げましたように前回は応力降下量を一定という形で各アスペリティにそれぞれの変位量とかそういうものを振り分けたわけですが、逆に変位量が一定だとしてそれぞれのアスペリティの応力降下量はどのようになるのかという形で振り分けるという2つの考え方ができます。

(1) として変位量一定モデルと書いておりますが、これは仮にアスペリティの変位量が一定だとした場合にどうなるかということで、まずモーメントですが、これは面積に比例

する形でそれぞれのモーメントが振り分けられる。応力降下量は面積の $3/2$ 乗での比例関係で振り分けられるわけです。そこに書いてあるとおりの式になります。この場合の変位量ですが、変位量の推定についてはアスペリティ内のプレートカップリングを 1 として、150 年間に相当するプレートの沈み込み量が幾らになるかと。仮定としては平均的な形で 1 年間に 3.5 cm 動くとして、全部のアスペリティが同じだけカップリングして、ずるっとずれるという形を想定して変位量一定モデルを考えてみることにしました。

2 ページ目ですが、応力降下量一定モデル。これは前回説明させていただいたのと同じで、応力降下量一定ということでアスペリティ面積の $3/2$ 乗でそれぞれのモーメントを振り分けストレスドロップを求めていく。同時に変位量もそこに書いております剛性率で計算するという流れです。

この 2 つについて試算して評価してみようということですが、3 ページで地下構造。まず速度構造に対して S 波速度 $V_s3000\text{m/s}$ よりも速いところ、深いところの構造については、防災科学技術研究所の震源決定に用いられている地盤構造に合うように決めております。それから $V_s500\text{m/s}$ から $V_s3000\text{m/s}$ の速度構造の部分については、いろいろな調査に基づくものをベースにそれぞれのサイトの速度構造を決めていくという形をとっております。ただ、ボーリングのところでは N 値しかない場合には N 値と S 波速度の関係性を求め、その他、P 波とか密度については物理探査学会に示されている関係式から求めております。それから浅いところですが、 500m/s より遅いところについては、P S 検相等のボーリングデータがある場合はその地盤構造をもとに置き、それと観測された地震波形の伝達関数を見て微調整して決めていくという形で各サイトごとの速度構造を決めております。

それから Q 構造ですが、深いところの Q 構造は、前回 $100f^{0.7}$ という形で提示させていただいておりましたが、それらについて多少吟味をしました。文献的にどういうものを使われているかについては 3 ページの下の方に書かせていただきましたが、佐藤 (1984) の Q 値の解析結果が 12 ページの図 3 で、いろいろな線が引かれております。 $Q = 100f^{0.7}$ というのが平均値的なものという形で求められます。それから、固まっている一番下側になりますが、その部分にフィットさせると $150f^{0.7}$ という形で見えるのかなと考えられます。もし幅を持つとすると、この範囲程度となります。

実際にこの付近で発生した地震に基づいて何例か解析したのが同じく 12 ページの図 4 に示してあります。解析した地震は E q 1、2、3 と書いているものですが、その周波数と Q 値の関係という形でグラフにプロットしております。薄くて見えにくいですが、 $100f^{0.7}$ というのが破線で書かれた下の方にあります。 $150f^{0.7}$ というのが黒実線で書いてあります。これらからも 100、150 というのがほぼ妥当な範囲内にあるのではないかと考えております。平均的には図 3 から $100f^{0.7}$ です。ただ、今回解析したのは中部地域で、この地域については岩盤がかたい、逆に言うと Q が少し大きいのではないかとということもありますので、念のため中部地域に適用する場合は $Q = 150f^{0.7}$ についても試算し、検討することにしたいと考えております。

それから、 500m/s から 3000m/s の Q 値、少し浅いところですが、一般的に浅くなると Q

は小さくなっていくだろうと思われるわけですが、十分な解析結果がないので、同じQの100f0.7を適用したいと考えております。

500m/sより浅いところについては、13ページですが、いろいろな土質によるサンプルデータからせん断ひずみと減衰比についてのデータがありまして、そのデータの解析されたものを図5に示しております。収集した動的変形特性試験結果と書いてありますが、横軸がせん断ひずみ、縦軸が減衰比です。せん断ひずみが 10^{-6} あるいは 10^{-5} 、このあたりは大體線形に見える、一定であるということですが、このあたりの定数を用いてQを評価します。図6にそれを示しておりますが、サンプルデータとしては粘土とか砂とか4種類について頻度分布的に示しております。0.005、0.015と書いてありますが、これは幅を持たせたその中央値を書いてありまして、0~0.01、0.01~0.02、それぞれの間の頻度を表とグラフで示しておりますが、0.01~0.02、中央値として0.015をとっておりますが、ここが頻度が一番高いのではないかということで、この値をもとにQを推定することにしました。Qの推定については、減衰比とQ値との関係式を用いて推定して、0.015を入れてQ=35と推定しております。

これらをベースに強震動を計算していくわけですが、前回課題になりました浅いところの地盤については線形のままやると極めて大きくなり非現実的な値を示すと考えられます。実際には非線形になっているのでそれを適用するという御指摘をいただいております。5ページに浅部地盤の非線形応答について、適用したものをに入れております。非線形性の部分について、近似的ではございますが、等価線形手法というものが広く用いられております。それから、非線形の部分についてはYUSAYUSA-2という解析プログラムがありまして、今回はこのYUSAYUSA-2を用いて考えてみようとしています。ただ、まだ余り広く利用されているものではないので、実際に利用するに当たっては地盤定数とか、いろいろな調整が必要になると承知しておりますが、これを適用して計算してみようと考えています。

このYUSAYUSA-2の中に非線形性をどのように入れるかということで、そこに書いてあるR-Oモデルという係数を用いて非線形応答の計算をさせていただきました。

それらを入れた強震動の試算結果ですが、15ページの図8に距離減衰との関係を示しております。

14ページの図7ですが、当たり前の部分ですが、まず最初にそれぞれのところから例に従って波形を解析をした線形のデータを入れる。そこで一旦工学的基盤、Vs700m/sぐらいのところですが、そこに戻し、そこから浅部地盤の非線形の応答の部分計算して地表面での地震波形を得るといふ形の計算をしております。一旦戻したところを工学的基盤からの入力波形という形で書いてありますが、等価線形と非線形についてそれぞれ計算した結果でございます。それから、先ほど言いました断層のアスペリティにつきましては、変位量を一定にしたり、応力降下量を一定にしたものを示しております。

図8の左側ですが、変位量一定モデル。右上に凡例として、 \square 、 \triangle 、 \circ として、 \square 、 \triangle 、 \circ のマークがあります。これはそれぞれのサイトの地盤定数を岩盤と軟弱なものということで大分類をしております。 \square が岩盤、 \triangle が沖積の地盤、 \circ がそのうちでもさらに軟弱なも

のという形で、が一番軟弱なものというイメージです。これを見ると が上にありまして、軟弱なものが増幅すると考えられます。

後ろに色つきで出ておりますが、が一番軟弱なもので、と書いているのはいわゆるかたい岩盤で、黒があつて、赤があつて、青が上にあるというイメージが見えるかと思えます。震源に近いところについては、前回も御指摘いただきました、大きくなり過ぎていておかしいのではないかという形がそのまま出ております。これが変位量一定にしたものです。

こちらは応力降下量を一定にして計算したもので、変位量一定の方がこの部分、やや大きいところが出ていますように見えますが、全体としてはほぼ同じ程度の減衰傾向を示すと見られます。これは $Q = 100f^{0.7}$ で行ったものです。

図9は $Q = 150f^{0.7}$ ということでは150で計算したのですが、当然のことですが、減衰しにくいのでやや上に上がっておりますのが、ほぼ同じような傾向を示すと考えられます。加速度については経験式よりちょっと上に、速度については大体経験式程度の幅の中に入っているという傾向が見られます。

図-10ですが、非線形を入れるとどのようになるのかということで計算した結果を示させていただいております。これは応力降下量を一定にしたモデルで、 $Q = 100f^{0.7}$ ということで Q は100を使っております。加速度については、先ほどこの辺にあったものが非線形性でぐっと小さくなる。特に震源に近いところ、かなり大きくなっていたところはほぼ経験式に近づいてきたのではないかと見られますが、少し離れたところは経験式よりぐっと下面に出た形になっております。速度については余り変わらない範囲に存在するということです。

非線形と線形とでどのくらい変わったのか、加速度、速度、震度を示したのがこのグラフですが、横軸が線形で縦軸が非線形を入れた場合です。これがイコールであれば45度の線上に乗るわけですが、加速度については軒並み下の方に下がっております。速度については、多少小さくなるところもありますが、この中で小さくなる程度です。震度については加速度の部分の影響が出ますので、こういうところにかなり小さなものが出るという形で、このグラフから見ますと少し下がり過ぎなのかなと。本来は地盤が悪くて大きく揺れるところのものが実際よりも小さく出過ぎた結果を示しているのかなと想定されます。

図11ですが、等価線形と非線形がどんな感じに見えるのか示させていただきました。これは変位量を一定にし、 Q は150にしたものです。これらの部分においては余り変わりませんので、ほかのモデルも基本的に同じとさせていただいて結構ですが、加速度、速度、震度。これが等価線形のもの、こちらが非線形のもので、等価線形のものについては、加速度は非線形のものに比べると異様に小さくなるものではなく、小さくなるものと同じぐらいのものがばらついて、こういう形で今まで広く利用されているのかなと思えますが、速度については等価線形のものに逆になり過ぎる形が得られております。この辺が非現実的なものと指摘されているところだと思いますが、今回、等価線形のところにこういうものがある、非線形は余りにも小さくなり過ぎるという結果を得ております。全体と

しては、パターンは示しているんですが、少し非線形降下が高過ぎたという形を得ております。

今後ですが、今回非線形を適用するに当たって、5ページのところにも関係しますが、地盤定数の入れ方によって線形により近くなる、あるいは、まさに水っぽくなってほとんど揺れなくなってしまう、その辺のパラメータ等の調整がかなり重要になると思われ、非線形を適用するに当たっては、場合によっては実際の観測波形と地盤定数の関係等についての調査・調整を行い、それぞれのサイトで適切になるような関係を求めた上で安政東海地震の東側部分の震度分布との整合性をとって、大体こんなものだろうというのがわかってから全体を把握できるようにしたいと思います。

資料には示しておりませんが、こちらの方で線形とか非線形のやつを入れるとどのぐらいの広がりが見えるかざっと入れております。まだ面的な計算はできておりませんが、それぞれのポイントごとに見ております。これは変位量を一定にして、線形で、Qが100のものでございます。数値は小数点の計測震度を示しております。赤が6.5で、7に対応するようなもの。オレンジが6強あたり、黄色が6弱あたり。黄色が6以上というような感じで見ていただければ結構ですが、こういうところに大きいのが出たりして、大体合っているようなイメージです。

これは変位量一定の線形と応力降下量一定の線形のもの。Qは同じ100ですが、傾向としては大体パターンを示しているように見えますが、応力降下量一定と変位量一定の違いは、こちらの方が東側の小さいアスペリティのところが強く地震波を出しますので、東側が応力降下量一定のものに比べると大きな揺れをもたらして、安政の東海のイメージにはこちらの方が合うのかなという感じがします。

今度はQを150にした線形のもので、先ほどよりも、こういうところを見ていただきますと若干大きくなってはおりますが、やや離れたところも同じように大きくなってはおります。もう少し離れたところは別の地盤でQが小さいのかなという話もありますので、それらも加味して使ってみたいと思います。

これは150に対して非線形を入れたものですが、甲府とかそういうところが地盤が悪くて大きく揺れるというので線形のときは期待したのですが、先ほど説明しましたとおり、地盤定数の調整が不十分なところからか、こういうあたりはぐっと小さくなってしまって、もう少し大きな揺れを期待していたんですが、非線形を入れるとほとんど揺れなくなってしまうということで、もう少しこの辺を調整していただいて、合うような形を見てから全体を計算したいと思っております。

強震動については以上でございます。これは先ほどのを上下に並べただけでございますので、割愛させていただきます。

7ページですが、津波の試算の御紹介をさせていただきたいと思っております。

前回、ケース1、2、3という形で計算させていただいて、パターン的にはケース1が大体合うのではないかとということでしたが、遡上高も入れて計算していくということで、今回は遡上高を入れた評価を行ったところですが、津波の計算をするに当たって、安政地

震の当時の海岸地形、標高がどうであったかでどこまで上ったのかの評価が重要になるかなということで、当時の状況はどうであったか復元することを考えてみました。

まず地震が発生したとき潮位がどのくらいであったのかということで発生当時の潮位を計算しますと、ほぼ満潮に近いところ、T.P 上おおよそ 50cm のときに津波が起こったと考えられます。それから地殻変動については、コサイスマミックな地殻変動がございますが、地震でほんと上がって、それから徐々に沈降して行って、次の地震でどんと上がるというのを繰り返しておりますので、安政東海の地震直後から今はもう少し下がっているだろうということで、地震直後のところまで復元してみようと考えました。ここの変化については、実際にはもう少しこういう感じかもしれませんが、とりあえず直線で変動していると考え、国土地理院の水準測量の 95 年間の結果をそのまま外挿して当時に戻すという形をとっております。それから陸上の土地利用形態等ですが、実際に津波は建物とか防波堤とか、いろいろなものが影響するわけですが、当時は建物は今のようにはなかっただろうということで、当時の建物を全部再現するのは極めて困難ですので、ほぼ田畑という形で考えていきたい。当然沿岸の防波堤とかそういうものはありませんので、そういうのは取り除くと。ただ埋立地だとか侵食等による海岸地形の変化については現在の地形をそのまま利用して計算するという形をとらせていただきました。

津波の試算方法は、基本的にはこれまで説明していたものですが、遡上高まで入れるということを書いております。

それから、遡上高の計算の部分においては家とか障害物は粗度係数、摩擦係数がどのくらいかということでランナップする程度を表現する形にしております。田畑のところは現在粗度係数は 0.02 という数値を置いているので、0.02 で計算してみました。

津波の試算のケース分け。ケース 1、ケース 2、ケース 3 は前回と同じですが、ケース 1 が基本の部分で、ケース 2 が沖側に東海断層系が割れたと。ケース 3 がトラフ上までずると、基本形の外側が割れたという、3 例について計算してみました。

計算結果ですが、9 ページに示しております。まず海岸の水位と遡上高ということで、前回と同様計算した結果を相田の K 及び に合わせる形で評価した表を書いております。ケース 1、ケース 2、ケース 3。海岸水位のところ、K が 1.68 で分散が 1.20。ケース 1 とケース 2 は前回と同じですが、基本的には同じものであると考えられます。沖合の東海断層系は駿河湾内には余りきかないということがわかります。ケース 3 も前回と同じですが、パターンのには波の高さとしてはケース 3 の方が大きいんですが、全体のパターンのにはケース 1 の方がよく合っているということについても同じでございます。

問題の遡上のところを見ても、上とパターンのには同じですが、K がケース 1、ケース 2 で 1.52、ケース 3 で 1.16 と。実際の観測値と試算した結果がほぼ同じ高さまで行っていけば K が 1 になるんですが、1.5 程度と、まだ大きいと考えられます。試算したのではまだまだその高さまで行っていないということがわかるわけですが、こちら、前回と同じ形で、横に観測点で、青で示しているのが羽鳥らの実測値のもので、赤で書いているのが今回の計算のもので、これが海岸水位、それから遡上高で、若干上がっておりま

すが、このくらい離れていると、少し小さいのではないかと考えられます。

これは前回示したものと同じですが、相田のK等を入れて補正した結果ですが、パターンのにはケース1の場合この程度、ここらあたりとか、こういうところ、大き過ぎるのではないかというところが一部ございますが、大体パターンとしては合っているというものです。

これはケース3の方で見たものですが、こちらが海岸の変位で、こちらが遡上の方で、若干上がっておりますが、完全に一致しないということについては先ほどと同じです。高さ的にはケース1よりこちらの方が波が大きくなるので、その分、上がって、倍率的には小さい数値となっております。遡上のところで1.16。この程度まで近づいておりますが、パターンのにはケース1の方がよく合うということです。

今回、遡上が実測値に比べて小さい原因として、遡上するところのパラメータと遡上の部分でもう少し適正になるよう見直してみようと。それから、今回、断層のすべり量を、約20kmのところの剛性率によって変位量を出しました。平均変位量としては2.85となっておりますが、実際にはもっと浅いところもありますので、剛性率をもっと小さくして平均変位量をもっと大きく掛けて、全体の高さをかさ上げするという形が必要なのかなと思っております。これらの部分を見直し全体が合うような形をとって、調整が行われた後、もう一度その結果を用いて東海の他の地域についても評価したいと考えております。

言い忘れておりましたが、10ページにアスペリティを置いた場所と破壊開始点を書いておりますが、今回の試算では破壊開始点のみ試算させていただいております。以上でございます。

入倉委員 どうもありがとうございました。

審 議

地震動の計算と津波の計算、きょうは2つ審議しなければならない事項があります。少し観点が違うということもありますので、最初に地震動に関して質疑をさせていただいて、それから津波に移ると。最終的には両方合わせて総合的な議論をするという形で進めさせていただきます。

それでは地震動の計算に関して御質問及び御意見を申し上げます。

突然結果を見せられても御意見を出しにくいかと思しますので、私の方で少し観点をまとめさせていただきます。

震源モデルのとり方に関しては、アスペリティの置き方とかそういうのはこの前御説明したとおりで、同じにしておりますが、この前は応力降下量一定という形をとりました。応力降下量はどうやって決めたかという、固着域に関してはカップリングは1として変位量を先に求めて、変位量とアスペリティの大きさから平均的な応力降下量を決めて、それを配分するという方法をとったわけです。アスペリティが大きいところでも小さいところでも応力降下は一定というモデルでやっておりました。そういう意味では、場所によって

変位量が違うわけです。変位量が小さいところも大きいところもあるという形のモデルです。この前、御指摘がありましたので、変位量一定という形での計算を今回はしておりません。どこが変わるかという、アスペリティを小さいと置いたところ、セグメントが小さいと置いた方が、当然のことながら応力降下量が大きくなる。セグメントとアスペリティを比例させておりますので、大きなアスペリティがあるところは応力降下量が小さい。その意味で東側の地震動が大きくなっております。

この2つは考え方にすぎませんので、どちらが正しいと決めるものではないと思うんです。実際の現象としては、すべてが応力降下量一定とか変位量一定という仮定は成り立たないと思うんです。最終的には検証は何かというと、安政のときの震度分布とどっちがよく合うかと。お見せただけではわかりにくかったかもしれませんが、場所によって違うわけですね。ある地域は変位一定の方が合うし、ある領域は応力降下の方がいいんじゃないかという感じになるわけです。そういうこともありますので両方ともお見せしたわけです。それがきょう皆さんに審議していただかなければならない重要なポイントだと思います。

その問題と、非線形の計算に関して、土質力学の分野では非線形の計算は昔からやられているわけですが、どういう砂だったらどうなるかという個々の事例の研究はあるんですが、広域に、いろいろな地盤が混ざり合った場合に地盤ごとにきちっとしたテストがされているかという、必ずしも十分な検証は非線形に関してはされていないような感じが私はしております。今回、ボーリングの結果から従来の文献などに合わせて機械的にパラメータを当てはめた形の計算をしていただいているんですが、いわゆる非線形の計算ではきき過ぎるといふか、小さくなり過ぎる。

従来の考え方を整理すると、線形、ちょっと大きいと等価線形が成り立って、非常に大きいところは非線形の計算がいいというのが連続的に変わるようなものにならないといけないと思うんですが、だから我々が今回用いている非線形の計算が、震動が中間ぐらいのときには等価線形と一致するような答えが出てくれば従来の考え方に合うと思うんですが、そうではなくて、連続的な、スムーズなコードになっていない。それはパラメータの選定に問題があるのかもしれませんが、多少問題が残っている。しかしながら、3つの例を示すことによって判断材料とはなすと思います。その辺をどう考えるか、皆さんの御意見をお聞きしたいと。

地盤の非線形のことでお伺いしたいんですが、今おっしゃったように、パラメータを決めるというのが結構厄介な問題ではないかと思うんですね。パラメータの決め方というのは幾つかのやり方があって、代表的なやり方が1つあるというわけではないと思うんです。ここでどんな方法でお決めになったのか御説明がなかったので、具体的にどんなパラメータをお使いになったかわからないんですが、複数の方法でパラメータを決めて感度解析をするようなことが必要だと思うんですね。

この結果を見せていただくと、例えば18ページ、図11というのがありますが、非線形の加速度の結果というのが右上にあります。極端な例を見ると線形で800gal出ているの

に非線形だと 50gal しか出ない。これは受け入れにくい結果ですよ。明らかにパラメータを決めるときに問題があったのではないかという感じがするので、パラメータをどういうふうに決めたかというところからさかのぼって検討していただかないといけない。多分、手法がどうのこうのという問題ではなくて、大きい問題はどんなパラメータを使ったかということだと思います。

私もそれには同感です。基本的にここに使っている式、5 ページに書いてある Ramberg-Osgood モデルというのは一般的なモデルですので、これを適用する場合のパラメータ、個々の地盤特性がどうなるかということに関して、事務局から何かコメントがございましたら。そこはまだ十分検討されていないというさっきの説明のとおりなんです、何かございましたら。

強度的な部分については N 値をベースに決めたんですが、水の関係とか、そういうところが十分評価ができない。液状化すると思わないような地盤のところでも液状化的なイメージが出て、御指摘いただいたようにぐっと小さくなってしまったというのがございました。まだ細かく 1 つずつ当たっておりませんで、何例か、過去にやった手法をそのまま、あるサイトでよさそうだったのを広く当てはめてしまいましたので、細かく評価ができておりません。そこをどう調整するか、先生方と御相談させていただいて調整したいと思います。

これについては、こういう問題点があるということをお見せすることによって各先生の御意見を聞きながらパラメータの調整をさせていただきたいと思います。見方としては、非常に小さいところは線形の結果が正しいだろうと。ちょっと大きいところは等価線形、特に大きいところは非線形の結果を見るというような形で、きょうのところはフィルターをかけてごらんいただきたいと思うんですが。

最初に質問ですが、17 ページの図 10 で、加速度、速度について、断層最短距離に対して丸がたくさん打ってある。この丸はそれぞれの地点に対応していると思ってよろしいわけですか。全部で何カ所ぐらいあるのですか。

観測点そのものです。

わかりました。この調査会の主目的からいうと、余り揺れていないというか、遠くは余り関係なくて、加速度と速度のグラフでいうと左の方とか、それから右側の線形と非線形の比較がありますが、黒い点がいっぱい固まっているのは左下の方ですが、これはある程度離れたところなので、右の方のぱらぱらしているところが正しく推定される必要があると思ってよろしいわけですね。

そのとおりだと思います。そのほか、いかがでしょうか。

今の点は、今回は残念ながら十分な検討は時間的に間に合わなかったということで、しかし非線形の計算は当然考慮すべきだという前回の委員会の御指摘のとおり、これまでの経験式の比較からも非線形を入れないと合わないということが現実にございますので、先ほど言ったような形になるように、線形、等価線形、非線形の関係がきれいにつながるようなパラメータを選定していきたいと思います。

もう1つよろしいですか。

線形、非線形の比較を見ると、速度がどちらで計算しても同じような結果が出てくると考えられます。速度で評価すると線形、非線形によらなくていいということになりますね。今回、強化地域を決めるのに、前は震度6ということでしたでしょうか。強化区域を決める基本になる量はどうですか？いろいろアレンジをしていると思いますが。

300gal です。

そうすると、震度で決める、加速度で区域分けをする、速度で区域分けをする、何で見るかということと、どれが建物被害に一番密接に関係するかというのがポイントだと思っ
てよろしいわけですね。

今御指摘の点が最終的に一番重要になってくると思いますので、どういう観点でやるか、そういう意味では、木造家屋であるとか、RCの構造物であるとか、地盤ということで判断基準が違おうと思うんですが、皆さんの御意見をもとに基準を決めたいと。従来の加速度というような基準ではない形が今回はとれますので、御意見をよろしくお願いします。

1つお伺いしたいことは、変位量一定モデルと応力降下量一定モデル、両方出していた
だいたわけですが、最終的には、それをコンバインするということではなくて、どちらか
を採用したいということなんでしょうか。その意見を求めています。

そうですね。その意見を皆様にお聞きしたいんですが、先ほど言ったように、これは2
つの考え方を提示しただけで、どちらが正しいとは決められない。しかも、我々が最初の
段階で言ったのは、安政の震度分布が1つのキャリブレーションとなるでしょうとい
うことです。そういう意味では安政の震度分布をにらみながら判断基準にしたらどう
でしょうかというのが私の考えですが、先生の御意見をぜひお願いします。

地質の方からいくと、非常に浅いところということになりますが、それから先ほどの御
説明を聞く限りは、私は初めは物理的には応力降下量一定という方が説明がしやすいと思
ったんですが、応力降下量一定だと浅い方のアスペリティのすべり量、逆に浅い方が小さ
過ぎるんじゃないかというイメージを持ってしまっていて、きょうのお話だと5mちょっと
ということなので、例えば富士川断層とか、地表の地形・地質の変動量とかから考えますと、
それから震度分布の合致度を考えると、物理的にどうしてそうなるかという説明はなかな
か難しいかもしれませんが、変位量一定の方が駿河湾の奥の方、それから甲府盆地につ
いては合うのかなというイメージは持っていますが、それがどうしてかというのは、例えば
剛性率が浅いところと深いところで違ったりとか、いろいろな問題があるかと思いますが、印
象だけ述べれば変位量一定の方が駿河湾の奥の内陸については合うのかなという印象を持
ちました。

どうもありがとうございました。恐らく事務局もそういう印象で御説明いただいたと思
うんですが、変位量一定にすると、西側の方はセグメントを大きくしておりますので、応
力降下量は小さくなると。そういう意味で西側の方が変位量一定の方はちょっと小さいと
いうことで、東側は今言われたとおりだと思います。

関連して、変位量一定モデルですと小さいアスペリティはストレスドロップが大きいと

いうんですが、どのぐらいの値で、それが今までの地震の解析から見て受け入れられる範囲に入っているのかどうか教えていただきたいんですが。

応力降下量を一定にした場合が約 22Mpa、今回変位量を一定にしたので、一番大きいところで 40Mpa でございます。

例えば過去の大地震の解析で細かいアスペリティがわかっている場合に、一番大きいストレスドロップというのはどのぐらいの値が得られていますか。

20 ~ 30Mpa というのが時々ございますので、確かに少し大きいかなという印象はあるものの、100Mpa とかそういう話ではありませんので、とんでもないというふうには思いません。

御指摘のように、大き過ぎるとは思っていますが、ばらつきの範囲内ではないかと思えます。しかし、御推奨モデルというわけではありません。

安政でキャリブレーションするということだと、私が地質の方で気になるのは、安政の東海地震のときに富士川河口に地表地震断層が出たという考え方があるわけで、津波の方では小さい矩形の断層を端っこにつけて、それで 2.5 m の変位を与えて計算をしているというお話ですが、例えば駿河湾の奥の方、内陸 10km も行ったかどうか正確に覚えていませんが、そういうところに矩形の、非常に浅いところの断層をつけ加えたぐらいでは、駿河湾の中、甲府盆地に対して影響を与えないということなら検討する必要はないと思いますが、もし浅いところに矩形の断層、極端に言うと富士川断層の南の部分、それから駿河湾の一番奥から内陸 10km ぐらいのところまで矩形断層を与えて、何メートルぐらいの変位量が正しいかというのはよくわかりませんが、例えば応力降下量一定のモデルにそういう断層を加えて、甲府盆地あるいは静岡県東部の大きい震度が説明できるなら応力降下量のモデルでもおかしくないと思うんですが、そういう検討はなされているのでしょうか。

そういう検討を実はしております。そういう検討と等価なモデルにしちゃっているんですね。そういう検討でもいいんですが、そうすると前回決めた震源のモデルと調整が必要だったので、検討はしております。

結果としては、そんなにきかないんですね。特に神奈川の西の半分と甲府盆地の方へ行くところに安政東海のときには少し大きい揺れが出ているのが、出てこないんです。計測震度で 0.3 ~ 0.4 程度上がったりはするんですが、傾向が顕著に出るようにはならない。ただ、この上下みたいに、変位量一定モデルだと東へぐっと寄る感じになります。メカニズムは先ほどのお話のようすし、応力降下量一定モデルだと逆に西側の方がぱっと出ると。

先ほどお尋ねの中に加速度、速度、震度のお話をどうしていくのかとあったんですが、先ほどできていますようにキャリブレーションの世界は安政東海の、この図で薄く 6 とか 5 の線が書いてありますが、これしか合わせる方法がないと。これと、先ほどの経験式の減衰式ぐらいですので、安政東海のやつは震度ですから、結局震度で合わせる必要は出てくるなと思っています。それはキャリブレーションの世界で、その次にどういう地域設定かというときは、この 3 つのファクターを全部考えてどれが妥当かという整理かなと思っています。

どうもありがとうございました。

そのほか、ございますでしょうか。

今回、変位量一定という考え方と比較をされたんですが、アスペリティがないところ、ここも変位量一定にするんですか。

バックグラウンドの全体としてのモーメントで動いているもので、まずストレスドロップのところを決めて、バックグラウンドについては全部一緒にしております。前回御説明させていただきましたが、まずアスペリティのところを決めて、それを残りのバックグラウンドのところに押し込んで、バックグラウンドとしては全部同じすべり量としています。

例えばアスペリティのところは5 mで、ほかのところは全部3 mとか、そんな感じですか。

最初に面積をここで決めていただきましたね。そして平均的なストレスドロップは3Mpaというのをこれまでの経験的なものから決めましたね。そうするとトータルなモーメントが出ますね。その後で、アスペリティのモーメントが決まれば残りの部分がバックグラウンドになると。

前はバックグラウンドも応力降下量一定でやったわけですね。今回はアスペリティの方を変位一定にしたのとあわせて、背景の方も変位一定に考え方が変わるということですか。それは前回はそうだったんですか。

結果的にバックグラウンドのところは残りが決まってしまうので、変位量一定の形で置いてしまいますので、どちらにしても、バックグラウンドを一緒にすればストレスドロップも応力降下もバックグラウンドとしては全部一緒になります。

わかりました。

もう1つだけ、地形・地質的に気になる場所なんですが、変位量一定モデルにしますと、浅いところも5 mを超える変位量をアスペリティのところに与えるわけで、ちょっと気になるのは、安政の地震のときには地殻の上下変動というのも現実にはあって、きょうはいらっしゃいませんが、石橋先生が20年ほど前に御前崎、日本平のところ、富士川の西岸とかが3 mとか5 m、3 mか2 mぐらいですか、正確に覚えていませんが、そういう隆起があったということをまとめられているんですね。今回、変位量一定モデルで浅いところも5 mぐらいの変位量があるとすると、上下変動が最終的にどうなったかという図も見せていただいて、基本的にはセグメントの中の、例えば浅い方のアスペリティをどこに置くかによって、本来は陸域しかありませんが、できれば陸域の地殻変動とできるだけ合うところに置いていただいた方が私としては理解がしやすいという気はするんですが。

今のところ、最終的に上下変動がどうなったかという結果を出していただいているので、できればそういう図も見せていただければと思いますが。

津波の方でしか上下変動を評価に入れておりませんで、強震動の方は特に入れてなかったもんですから、今度試算してみます。

今に関連して質問したいんですが、強震動のモデルと津波のモデル、周期として無限大のところと短周期の強震動で同じモデルを使うという根本思想があるんでしょうか。違

ってもよろしいかと思っているんですが、そこをまずお尋ねしないと。

前回、個々の強震動計算をしたと同じ変位量を全部与えたものと、全体の平均的に同じ変位で割れたものの津波を評価しまして、ベースとしては海の水がどのくらい動かされるかによるので、今回も津波の方の計算については全体がどのくらい動いたかということで、全部を変位で動かしたもので津波計算をしております。最終的に強震動の方でモデルが決まりますと、それに合わせて1枚板、今回は2.85ですが、3 m、4 m、プレートは形状に動かしておりますが、今度は、全体が4 mで動いた場合と、個々のポイントごとに変化があった場合の津波の比較をしておこうと思っておりますが、今の印象では変わらないと思っておりますので、津波については平均的なもので計算しております。

質問の趣旨がうまく伝わっていないんですが、アスペリティの問題ではなくてモーメント全体として、強震動で求めたモーメントと津波で、あるいは地殻変動で求めたモーメントは違ってよろしいのではないかと。むしろ地殻変動や津波の方が大きいのではないだろうか。そういうモデルを考えていらっしゃるのかという質問だったんだけど、今のところはどちらも同じモーメントで計算されていると考えてよろしいのですか？

ベースの基本形のところについてのモーメントは同じで、津波の計算の場合は、その外側に出しています。その部分でいくと、評価しようとするところではモーメント的には、津波を計算する最大のものは津波の方が大きくなっております。

19 ページの図 12 に、ケース 1 というのが強震動でモデルに使ったものと一緒で、ケース 3 というのが特別に津波の試算のためにつけ加えたモデルです。きょうの報告だと、安政と比較したらケース 1 でもいいんじゃないかという報告だったんで、ケース 3 の重要性も心にとめておいた方がいいと思います。

キャリブレーションの件ですが、質問させていただきたい点は、キャリブレーションとして安政東海地震を押さえている。これはよろしいんですが、先ほど出ていた図のやや内陸沖合の距離になりますと、想定される東海地震と安政、それから 44 年の東南海地震を含めますと距離的にはほぼ似たような場所がありますね。そういう場所での東南海地震と安政の東海地震の場合の揺れを比較したときに、安政の場合にはどの程度調査が詳しくいつているかわかりませんが、東南海地震の場合には相当揺れたという記載がありますね。その波はかなり長周期の波で、距離的に見ると同じぐらいだと。そういうときに、実際にモデル計算したときに安政東海地震だけにリファーマーして、さして大きくなかったという結論になったけど、実は東南海地震のときには相当大きな揺れであったという相矛盾した実測のあれがあった場合、キャリブレーションとして、ある局面としては東南海地震を対象としておかなければならない地域も内陸にはあるんじゃないかという気がいたしました。

その辺を加味して、例えば長野あたりのどこか、同じようなイメージのところがありますので、そんなふうにしたいと思います。

全体的には、先ほどから距離減衰という中でキャリブレーションのところの評価をしながら、特に海域のということで東南海地震も特に加えて、全体的な減衰といえますか、伝播がおかしくならないような形で評価していきたいと思っております。

そのほか、ございますでしょうか。

不勉強なんですけど、1854年の安政東海地震のときの震度階分布は、きょうの資料にもありますが、宇佐美先生のマップからなんですけど、このときの震度の決め方はどういう根拠に基づいて、あるいはどういうデータに基づいて震度5とか震度6となっているか、今でなくても結構ですが、教えていただければと思います。

例えば震度7は、今回の計測震度になる前は家屋の倒壊率30%以上というようなことだったですね。我々建築屋からいうと、少なくともこのときの建物と今の建物と全然違うという認識もあるので、このときにどういう建物が壊れたか、今とは直接結びつかないという気がしているんですが。

今の震度と、多分半分ぐらい調節されていると思います。江戸時代の建物の方が弱いということで、たしか0.5だったと思いますが。

震度6のところは今おっしゃったような感じで、大体これを見てそれなりにと思うんですが、震度7のところは昔の建物の評価がちょっと入っているところがありまして、それは相当ずらさないと使えないなと思っているんですが、今回、7がどこかということで御整理をされたのは余り使わないで、6とか5のところはこれを使えるのかなと思っております。

そのほか、ございますでしょうか。

地震動と津波と両方の話が出てきてしまったので、津波の話を中心にもう少し議論を深めて、もう一度地震動と津波の関係に戻る形にしたいと思います。

既に津波についても御指摘がありましたけど、特に津波の問題に関して御意見をお願いしたいと思います。

先ほどから伺っていて不思議なことがあるんですね。最終的に津波の高さが1.5倍ほど違うという説明があったんですが、これはいろいろマジックナンバーがあって、1.5に近いんですね。今回、断層面積が石橋さんとか旧国土庁のモデルよりも1.6倍ふえています。それから石橋さんがモデルをつくってそれに対して津波の計算を行うとほぼ合うというのが出ているんですが、そのときの断層の変位量が4mなんですね。今回の平均のすべり量が2.85mなんです。これは1.5倍になるんですね。だから今回の断層のすべり量は以前のモデルより1.5倍小さいすべり量で計算しているわけです。その結果Kでいう1.5という数字が出てきて、5割ほど違うのは断層の変位量が小さく出ているということで、安政の津波の高さをキャリブレーションに使うならば、津波の方から見れば今回の断層モデルの1.5倍にしなければいけない。すべり量を4mほど認めていただかないと津波の高さは再現できないということになるんですね。

その1つが、事務局の提案にありますように、浅いほど変位量を大きくするという考えに立つ。今回の断層モデルのほとんどは陸の下なもんですから、津波にはきかないところなんですね。海の部分の上下変動量が津波にきくとすれば、浅いところで変位量を大きくするというモデルが津波の方からは期待されるというのが私の印象でございます。

大変重要な御指摘で、事務局もそう考えていると思うんですが、何かコメントございま

すか。

そのとおりでございます、4 mの変位のものが計算が間に合わなかったものですから、至急計算します。

津波に関しては先ほどの御指摘の問題点があると私も思います。これについてはこの次までに今の御指摘のような形で計算し直すことにさせていただきたいと思います。

幾つかあるんですが、まず、東と西の端っこというのは地名でいったらどこまで計算されているのでしょうか。比較の対象になったKとかの値を教えてくださいなんですが。

それから、この計算結果というのは何時間計算しているのでしょうか。

今回は駿河湾の中で下田のちょっと西側にある、伊豆半島の西に入ったところなんです。一番左は、下島のちょっと西の御前崎のこっち側のところまで。

そうですか。

細かい計算をしておられるので質問も細かくしますが、相田のK、でやるというのは、モデルとしてトータルでどうかという議論なんです。防災の方から考えると比ではなくて、例えば大津波警報というのは3 m以上で出ますから、3 m以上のところがどうなっているのかというのが大切なんです。つまり分母で割っちゃっているのもみんな同じウェイトで出てきているんですよ。津波の低いところも高いところもみんな同じ計算になっちゃっているんで、ケース1、ケース2、ケース3でそれぞれセグメントをふやしてやっておられるということは、地域的に、伊豆半島の西岸とか駿河湾の奥とかでKとかの値が計算ごとに変わってきているはずなんです。ここまで計算をやられているんだったら、その結果をうまく使って、どの部分が改良されているのかということが出てくるはずなんです。それを一発でやっているから1.5とか、余り改善されていないような値がずっと出ていますが、そういう細かい検討がこの計算では出てくるはずですよ。それをやらなければいけない。

防災から考えると、津波の波高の高いところがどうかというのが肝心なんです。波高の高いところを分母で割っちゃっているから比になってしまっているんで、同じウェイトでどうでもいいところも入っちゃっているんですね。それはKとかを使うときに要注意ですね。それが1点です。

それから、第何波が大きいかというのも大事なんですね。避難を考えると、どれぐらいの余裕があるかというアライバルタイムに関係してきますので、何時間計算して、第何波が一番大きくて、それが何時間何分経過したあたりなのか、そういう情報が必ず要る。それが1854年の安政東南海地震に合っているのかどうか。例えば下田に大きな津波が来ているんですが、それが地震後の経過時間とその計算結果とどのぐらい合っているのか、高さだけでなくアライバルタイムをきちっと評価しないと。これだけ細かいセグメントを動かしておられるんだったらそこまでやるべきだと思うんです。地域差を議論しないと、ファイナルにその図だけで合う合わないとやっちゃうと荒っぽ過ぎるんじゃないかなという気がするんですが。

それはさっきの2.8mとか4 mというものと関係してきますので、これだけやるとセグ

メントだけですべり量を変えることもできるんですね。だからどの地域のKとかが改善されるのかを見て、逆にすべり量を地域的に変えるということも可能だと思うんですよ。しかも津波の波高の大きいところに焦点を当ててやらないと、2 m以下の津波はほとんど人的な被害は出ませんから、そういう防災の面からの評価もこの際やっていただきたいというのが僕の質問です。

防災面からの御指摘のとおり評価するつもりで動いております。まず全体的な断層としての変位量をどのぐらいに押さえるかというグロスの部分の評価をして、大まかにこんなものかなというのをとらえておこうということで、今回はKとで評価しました。先ほど阿部委員からも御指摘がありましたように、全体として変位量そのもの、グロスとしてそれを上げないといけないだろうと我々も思っています、全体を合わせて、それから個別のところに行きたいと思っています。その際には副次的な、トラフ側まで割ってしまうものとか、そういうのも考慮しながら入れたいと思っています。

それから計算時間について、過去の津波波形はないんですが、御指摘があったような部分についてもわかる範囲で、波形そのものも計算してございますので、評価の対象に入れようと思っております。前は2時間ぐらいやったんですが、2時間の半分ぐらいで最大波があったもんですから、今回はとりあえず1時間での評価をしておりますが、最終的には3時間から4時間ぐらい、もう少し長い時間の計算をして、トレースを見ながら評価するつもりでございます。

南海地震のときの津波の計算の経験からいきますと、駿河湾の中で多重反射しますので、結構おくれた時間に大きい津波が観測される可能性がありますので、遠州灘のあたりだとそんなことは起こらないんですが、駿河湾内というのは要注意地域ですので、よろしくお願ひします。

どうもありがとうございました。今後津波に関する防災の検討のときには、重要な指摘ですので、よろしくお願ひします。

津波に関してほかに御意見ございますでしょうか。

今計算されている2.85mというのは、バックグラウンドのところのすべりとか、どういう形で2.85mに設定されているんでしょうか。

全部、2.85mですと動くと。昔の1枚板のやつだとすると、1枚が全部同じ変位量で動くという形の計算です。

そのほか、ございますでしょうか。

2.85mと言われたんですが、ここはカップリングが1.0としていますね。150年間で3 cmとすれば4.5 mぐらいになるんですが、そこはどう調節したのかしら。昔聞いた覚えがあるんですけど忘れまして。

カップリング1.0は、アスペリティのところ全体がもう少しずるずるといっているだろうと思います。ただ、津波計算をいわゆる1枚板でするときにどのぐらいの変位量を与えるかというのは、一番最初のころは剛性率が幾らから幾らで、変位量は多分3~4 mぐらいの幅の中だろうという御説明をさせていただいていたんですが、20kmの深さ剛性率を

フィックスした形での津波計算になったものですから、2.85mと小さめのものが出てしまったと思っております。先生が御指摘された全体的に4m、それがグロスのベースにある形で、全体のかさ上げといえますか、津波の計算を行って、それから遡上高のところというトータルでの評価をしたいと思っております。

よろしいでしょうか。

はい。

2.85mは地形・地質の方から見ても小さ過ぎて、私は5mぐらいあってもおかしくないんじゃないかと直観的には思います。

津波に関する問題点、いろいろ御指摘がありましたので、それは十分配慮して最終的な計算をしていただくことにして、津波と地震動、まだ言い足りない点がたくさんあると思いますので、どちらでも結構ですので御意見をよろしくお願いします。

10ページの図1のアスペリティのあるところの図ですが、すべり量を一定とした場合には、2のところから出てくる波のエネルギーを逆に小さくしているわけですね。うがった見方をすると、愛知県とか西の方への影響を最初の応力降下量一定とするモデルより小さくするということですね。さっきは駿河湾の内部のことだけ言っていたんですが、遠州灘沿岸とか、さっきもお話がありました、西の方の安政や東南海の被害が過少になっていないかどうかというのもきちんと評価をしておいていただかないと、変位量を一定するのは確かに東の方は合うんですが、西の方を逆に小さくすることになりますので、それが本当にいいのかどうか、検証されていればいいんですが、ちょっと気になるんですが。

事務局、お願いします。

私どももそれは非常に気にしていますので、初めの方で先生のお話にもあったんですが、そういうことを踏まえて、例えば防災対策上から考えるとどっちかの論理と心中していいか、ひょっとしたら両方の最大公約数を考えるべきなのか、その辺が要るかと思います。意図的にどちらを小さくとか、どちらを大きくというのはなくて、全部等身大で整理をしたいと思っています。

今の御指摘のとおりで、そういう意味で安政の東海地震のときの震度分布というのはキャリブレーションであると考えておりますので、地域的にはどちらが合うかということを経済的に判断する方がいいのではないかと。事務局で言われた形で最終的な判断に使っていただいた方がいいのではないかと私も思っております。

今のに多少関連しているんですが、例えば10ページの図1を拝見しますと、3番目のアスペリティの位置なんかは、2波、3波になると余り関係ないのかもしれませんが、駿河湾内の多重反射なんかがあるとすれば、どこをたたくかによってある沿岸だけが大きくなったりすることが考えられますので、この位置は逆に観測地から決まってくるかもしれないという印象があるんですが、それはともかくとして、ここで出そうとしているのは安政東南海地震の再現なんでしょうか。そうではなくて、あちこちにアスペリティを考えてみると一番各地とも津波の波高が大きくなるようなものを考える。どういうモデルを最終的に考えられているんでしょうか。

安政東南海地震が完全に再現できても、それが我々の目的ではないかもしれないという気もするんですが。ちょっと変わったときに全然違ったところが津波が大きくなったりすると、逆に安心情報を出しかねないといいたいでしょうか、どういうモデルをここでつくられようとされているのかという質問なんですが。

津波の場合と地震動の場合を分けて回答をお願いしたいと思います。

津波の場合については、最初から御指摘がありましたように、場合によっては副次断層とか、トラフまでずるっと行ってしまいうタイプのものが起こるかもしれないので、それらを含めて評価しようと思っております。

強震動の方については、直接は外とは違うので、アスペリティの中に強さの評価がされるので、それを置いて強震動を計算します。そのときには安政東海というのを1つのテキストにして、それはほぼ再現できている、とてつもなく変なものではないということに基づいて評価していこうというふうに、断層を追加する形で津波の方は評価するし、強震動の方はアスペリティという形の調整をするというイメージでアプローチしております。

わかりました。先ほど言われたように、津波に関しては、変位量を変えたりする細かいモデルまでは踏み込まないと思ってよろしいですね。

それぞれの断層の中で、この場所の変位量だけを大きくするとか、そういうアプローチで行くのか、全体をグロスにわっとやって、トータルでやりながら副断層とかそういうものを入れた形で大きめの津波が出るという形のものの評価なのかというのは、もう少し全体を見たいと思います。個々のポイントごとに変位量を大きくするとすると、どんな考え方をするのか、かなり難しいと思っておりますので、一応全体に説明できるような感じで、津波の高さ、特に防災面を意識した高さのところの評価にアプローチしたいと思っております。

被害のことを考えた場合、強震動は大体1秒ぐらいからハイサイクルのところを考えているわけですか。

実際には、もうちょっと長周期のこととか、大型構造物が濃尾平野にはかなりあると思うんですが、その辺は考慮されているのか、これで十分なのか、ちょっとお伺いしたいんですが。

今回、そういう意味では短周期の強震動の解析を中心に安政東海とのキャリブレーションを行っておりますが、あわせて長周期側についての波形も計算して、それがどのような形で再現といえますか、キャリブレーションするのは難しいんですが、長周期波形を防災対策としてどう生かしていくのかという検討を並行してすることになるのかなと思っております。

よろしいでしょうか。これまでお見せしたのはどちらかというと震源モデルをどういうふうに決めるかということが中心になっていたので、統計的グリーン関数法という形で考えていますので、一応この計算の中には低周波も入っていることは入っております。しかしながら低周波に関しては、最初に申し上げましたように三次元構造を考慮した理論的な計算をやりますと言っているんですが、これについては、今まで感度解析が中心でしたの

で、それは入っておりません。しかしながら最終的にはそれも入れて、少なくとも10秒ぐらいいまでは精度のある計算結果が望ましいと私も思っております。それは事務局の方で準備しておりますので、この次までにはでき上がると思っておりますが、それでよろしいでしょうか。

津波と地震動の計算を別個にやっていくわけですが、津波の方はいわゆる断層上の海の深さというのが大きく影響しますから、地震動よりももう1つ変数が多いんですね。ということは、逆に現実のデータに合わせやすく調整できるということなんですね。その辺を余りリジッドに考えていただくと、被害は津波の方がはるかに大きいんですから、それを念頭に置いていただきたいと思いますよ。強震動は媒介のところは変えようがありませんので、ただ今度は断層モデルが西へずっと膨らんできてかなり海域の深いところが入っていますので、アスペリティが小さくても津波自身は大きくなる可能性も持っているわけで、その辺は計算しながらデータを見ればわかりますので、よろしく願いいたします。

事務局、コメントをお願いします。

先ほどのお話にもあるんですが、わかりやすさから強震動の話をしめると、安政東海の再現は一応してみないといけないんだろうと思っております、正直なところ逆に小さ過ぎて合わないというところで苦慮しているんですが、安政東海の再現をした後、防災対策上はどういう変化までは考えないといけないかと。どこまで考えるか、考えられることは全部入れることがいかにどうかについては疑問ですが、社会的にどこまでか、多分この専門調査会と強化地域の指定の調査会と、法律上の仕組み上そうなるんですが、両面からどれをとるべきかということが必要になってくるかと思いますが、安政の再現はきちっとやっておきたいと。加えてどこまで変化形をとるかというステップを踏ませてもらいたいと思っております。

冒頭におっしゃったことの繰り返しになるかもしれないんですが、安政の東海と比べて検証するというに加えて、不均質モデルでも均質モデルでもいいんですが、地殻変動の計算の図を見せていただいて、そもそも石橋モデルをつくったときには駿河湾の上下変動を説明するというのでつくりましたよね。新しく変えるからには上位コンパチブルでないという意味がないので、地殻変動はこのモデルでもちゃんと再現できるということは通過するステップかと思っておりますので、ぜひ見せていただきたいと思います。

全く同じことですが、この前は私、いなくて申しわけないんですが、このようなアスペリティを置いた場合には安政のときの地殻変動が説明できないような気がするので、さっき言われたように、このアスペリティ配置で説明が直観的にできないと思うんです。例えば2のところでは沈降だったと思うんですね。ここにアスペリティで大きな逆断層の変位を与えたら定性的にも合わない。それから、記憶ですが、安政のときの地殻変動は富士川河口から御前崎まで大体3mクラスで、私の印象では板のように隆起したように思うのに、海岸沿いを見るとパッチを横切ったり、なかったり、随分まちまちの結果が出てくるのではないかと。ぜひ計算してみたいと思います。与えた変位量で地表で本当に安政のと

きに観察された量が説明がつくかどうか見ていただきたいと思います。

よろしいでしょうか。

震源モデルとしてはそれが非常に重要なことだと思うんですが、それがうまく合わなかった場合にどうするかは皆さんで議論しないといけないと思うんですね。ここで考えているのは、最初のときに決めた松村さんとかのモデルで、固着域がどこにあるかというようなことを前提に、固着域で一番カップリングが大きかったらという、そういうモデルを決めておりますので、それが制約条件に入っておりますので、もちろんアスペリティの中でどこに置いたらいいかということで、先ほど言われたようなことがうまく解消したらいいんですが、今はどちらかという強震動の安政のモデルを再現するというので、その辺は今まで検討しておりませんので、どういう結果が出るか私も予想が付きません。

地殻変動については、津波のモデルはモードが違うので、そちらの方での評価が主体になるのかなと思っております。実際には、まさに変位量が今回は2.85と小さいのではないかと思います。それを4mぐらいにすると上下動の変化も地殻変動的には説明できます。それらを入れて地殻変動の方の説明の部分と、強震動のところとは場合によってはモデルを分けて、最後はとんでもなく離れたものにはならないので、そこは分けながら評価したいと思います。

それは非常に重要な点だと思いますね。周期帯域が違いますので、統一的なモデルができればそれに越したことはないですが、統一的なモデルに固執しちゃうと、地殻変動は津波に非常にききますので、地殻変動が合わない津波が当然合わないということになるので、そのチェックは必要だと思うんですが、地殻変動を合わせるのと地震動を合わせるというのが同じ問題かどうかは結果を見て判断せざるを得ないと思うんです。

すべり角は、今のひずみのGPSとかの観測で固定しちゃっているんですか。すべり角によっては地殻変動とかがかなり違ってくる可能性があると思うんですが。

一部、そのところの調整は今後検討しないといけないかなとは思っておりますが、今のところは固定した形で、昔の1枚板に似たような形の地殻変動を求める。それを周期波形にして津波計算するという形をとっております。

断層へのすべり角75度というのは本当にいいのかなと、ちょっと気になるんですけど。

その辺の問題はもちろん出てくると思うんですが、この会の運営としては、震源に関するモデルを決めて、一応その線で計算をして、計算の過程でもう一度震源モデルも考え直した方がいいんじゃないかという議論は事務局の側から出ていたと思うんですが、とりあえず安政の震度分布とか津波をターゲットとすると説明可能であるということで、震源モデルはいじらない方針をとっているわけですね。最終的にそれがどうしても必要だということならば検討せざるを得ないとは思いますが。

特に今の地殻変動の御指摘は津波の精度に影響してきますので、ぜひ検討をお願いしたいと思います。

今言われた75度というのはA断層のものですか。

ええ。

あれはむしろぐっと大きくなるぐらいに浅いところまで海底が割れるまでへりをくっつけたので、どちらかという津波を大きくするセンスで置いております。そういう意味では角度についてはもう少し検討したいと思います。

そのほか、ございますでしょうか。

そろそろ議論は出尽くしたと考えてよろしいでしょうか。

特にございませんか。

本日はいろいろな角度からの御意見をいただくことができました。特に強震動に関しては2つのモデルを提示したわけですが、そのどちらを採用するかということに御質問が集中した件に関しては、安政の震度分布を参考に、どちらか一方を採用するということではなくて、地域的にどちらを採用するか決めることが必要ではないかと私は思いますが、そういう線で事務局に検討してもらおうと。

もう1つ重要な点、強震動に関しては、非線形の問題、非線形のパラメータの選定に関しては今回お示した計算例は問題があるのではないかと御指摘で、それは事務局からの御報告でもそのとおりですので、パラメータに関して適切な感度解析を行って最終的な強震動の計算をしていただくと。それが特に強震動に関する御指摘だと思います。

津波に関しては、先ほどからいろいろ御指摘がありましたように、変位をどう見積もったかということに関して、この計算では過少評価の可能性がある。少なくとも安政の津波が再現できるような形で変位を見直すと。その場合は深さによる剛性率の違いとかそういうことで検討し直すということと、もう1つ新しく御指摘された点は、地殻変動の観測結果がある。地殻変動は非常に周期の長い変動でございますので、津波には大きく影響すると思いますので、津波の計算と同時に地殻変動を計算して、モデルが整合的であるかどうかの検証に使っていただくと。それが津波に関する御指摘だと思います。

もう1つ、最後にまとめるに当たって重要な点は、強化地域を指定するのにこれをどう使うかということに関する問題点がございました。これについては、事務局からの回答で、とりあえず安政に関する再現はモデルの検証ということですが、強化地域をどうするかということは必ずしも安政の結果に合うだけではない判断が必要であると思いますので、どういうパラメータを強化地域の指定のパラメータにするかはいろいろな分野で違うと思いますので、この次までに個別に各委員の御意見をお伺いするような形でまとめていかなければいけないかと思えます。

その辺が私の気がついたまとめですが、抜けている点がございましたらご指摘願います。

何かコメントございますでしょうか。

では、きょうの審議結果を踏まえて事務局にまとめていただくという形にしたいと思います。

最後に、議事録等の取り扱いについて、冒頭にお諮りしましたように名前を伏せた形で公表としたいと思います。御自身の発言を除き、どなたがどのように発言したかについては対外的に明かさないように、よろしく願いいたします。

今後の予定でございますが、次回、第9回会合については、当初は10月15日、月曜日

とお伝えしておりましたが、各委員の御出席の関係もあり、その次の週の10月22日、月曜日の15時から、今度は全体会合として、きょういろいろ御指摘のありました問題も含めて御審議いただくことはもとよりですが、全体会合としてこれまでの議論を通しての御検討もお願いしたいと考えております。

そのほか事務局から。

では、きょうはどうもありがとうございました。

閉 会