

平成13年4月3日 10:00～12:00
東海大学校友会館 「富士の間」

中央防災会議
「東海地震に関する専門調査会」議事録
(第2回)

開 会

○布村参事官 ただいまから、東海地震に関する専門調査会の第2回会合を開催させていただきます。

それでは、溝上座長、よろしくお願いいたします。

○溝上座長 おはようございます。座ったままで失礼させていただきます。

きょうは東海地震に関する専門調査会の第2回でございますが、地震動等に関する御審議をお願いしたいと思います。既に御案内のとおり、この調査会は、震源モデルの分析と地震動モデル等の分析と2つに分かれておりますが、主として震源モデルを検討する会の方は阿部先生に、地震動を検討する会の方は入倉先生をお願いするということで、議論のとりまとめをよろしくお願いいたします。

きょうの議題は、地震動分析にかかわること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いできればと思います。

入倉先生、よろしくお願いいたします。

○入倉委員 それでは、きょうの進行を私の方で進めさせていただきます。

本日は、地震動と津波ですね、津波も非常に重要な課題です。津波予測の検討についての手法その他について御審議をお願いしたいと思います。

本日いただいた御意見をもとにして地震動予測のデータ整理や津波に関するデータ整理、モデルの作成を事務局で進めていただいて、別途検討された震源モデルの結果をこれに適用することによって著しい被害が生じる恐れのあるエリア等をお示しできればと考えております。震源モデルの検討と後先になりますけれども、手法等については議論できると思いますので、きょうはよろしくお願いいたします。

資 料 説 明

○入倉委員 それでは、事務局から資料の説明をよろしくお願いいたします。

○布村参事官 それでは、私の方から説明させていただきます。資料1-1と参考資料が1-2で付いておりますので、そちらの方でよろしくお願いいたします。

1-1を開いていただきますと、最初に目次がございます、1枚めくっていただきますと1ページ目に、本調査会における検討全体の当面の流れが書かれております。先ほど座長からお話がありましたように、震源モデルの検討グループと、地震動、津波の予測に関する検討グループと真ん中に分けてありますが、先日の3月14日に全体の進め方のお話がございます、本日は、右側の4月3日の地震動、津波予測の検討方法の方に入らせていただこうと思います。これは、この後に地盤データ等の整理がございますので、一度やり方について御議論いただいております、7月中旬ぐらいに具体の検討に入りたいと思っております。

左側の方は震源モデルの方の検討グループでございます、来週の4月10日に、この前御議論ございました東南海、南海地震等について御議論をお願いしまして、その後、震源モデルの具体的な案を御検討いただいて、5月29日に両方合わせまして、全部データ等については整っていない段階でございますけれども、一度試算してみて、状況を両方で御確認いただきたいと思います。6月19日、それから8月等に向けて具体の震源モデルを固めて、結果として8月ごろには、一度全体のデータを合わせたアウトプットが出せればと思っております。

それから、右下の方に地盤液状化、斜面災害、長周期地震動等による被害の拡がりの検討がございますが、こちらの方はこれらに加えて、またそれによる拡がりやどの程度

あるか、この検討はここで入るというかもう少し前から、やり方等については5月とか7月の段階から御議論いただきたいと思います。具体的な整理はこの後ぐらいになるのかなと思います。それを受けまして、著しい被害を受ける区域の検討、東海地震の強化地域の前提になるようなところについて検討をお願いしたいと思います。

これはとりあえずのものでございますので、状況に応じて臨機応変にできればと思います。

それから、もう一枚めくっていただきまして、先日もお話が出ておりましたが、どういうアウトプットが要るか1回書いてみてほしいという御指摘もございましたので、整理してみました。

は、本調査会での検討によるアウトプット、aとbという2つの面があるかと思えます。aの方は、大規模地震対策特別措置法に基づく地震防災対策強化地域の指定のもとになる地震被害の拡がりに関するもので、前回の20数年前のときは震度6度以上ということで、それに相当する最大加速度分布が400ガルぐらいまでを整理してきておりますが、これだけだと、ある意味で細かい検討をしなくてもいい分がございますけれども、bの方に書かせていただいておりますように、この後、区域の変更等があった場合には、それに基づいて被害想定とか対策の検討をする必要がございますので、このときに手戻りになるようなことではまずいということで、それを配慮して、aの方の方法も考えておく必要があるというので、bの方、例えば強震動加速度波形などもアウトプットとして出していただけならと思っております。

は、大規模地震対策特別措置法に基づく強化地域の前提を検討していただくということでありますが、それはどんな性格かということでa、b2つ書かせていただいております。aの方は、事前予知されて警戒宣言が発令された場合に、人命の安全等を確保するために、避難や交通の制限、店舗等の営業停止等の規制、抑制を行うべきというか、それが必要十分な場所というところでの設定であります。

それから、bの方は、著しい被害が生じる恐れに対し緊急に防災対策の確立を図るべき地域ということで、例えば防災施設の整備であるとか、防災体制の整備がございますが、当然aにかかわるものもこれには含まれております。

は、特にbのようなことを考えると、当然東海地震に限らないその他の地震でも大きな被害が生ずる場合があるわけです。これらについては個別の地域防災計画を検討するその前提に、多分被害想定しているその場で使われておったり、また、特別に必要な場合には、南関東地域直下の地震のように、必要に応じて大綱を策定するということで整理されております。

は、以上のようなことから、b、aを分けておりますが、前回の20数年前の方もb、aは同じということで、特に人命に着目して、先ほど申し上げた震度6に相当する400ガル以上の地域と大津波の地域としております。これは参考資料の1ページから4ページに前回の報告を載せております。

は、今回のお願いは、強化地域の拡がりにかかる検討でありますけれども、以上のことを踏まえて地震動としては、最大加速度分布、震度分布、強震動加速度波形、それから、前回のときも中低層の建物の被害の分布が1つの拡がりをあらわすということでこの被害分布、それから、地盤液状化とか斜面の崩壊で、例えば1つの震度か何かで区切ったよりももう少し離れたところでも心配があるものがあるかないかという分布、それから、津波については津波波形、波高、伝搬速度、浸水域分布等はアウトプットとして必要かと思えます。

ただこれは、先ほど申し上げましたように、臨機応変に状況に応じてよろしく願いたいと思います。

その次のページは流れでございますが、3.地震動及び津波予測についての検討の流れを見ていただきますと、このフローの一番上のところは、先ほどの第1グループ、震源モデルを検討していただくものでございまして、震源位置、地震規模、変位関数、津波波源

域などが求められると、ここから下が今回の話題でございますが、地震動予測については震源断層面上での要素波形、深部構造については長周期と短周期を合わせたハイブリッド法、浅部構造については1次元等価線形法重複反射、これは後で出てきますが、そうした流れで強震動加速度波形、最大加速度分布、震度分布みたいなものを出していく。当然、過去の観測波形等による検証をあわせていこうというものでございます。

これは震源モデルとこの一連の流れとの間に、真ん中ぐらいに上、下の矢印があるように、フィードバックでさせていただきたいと思いますが、こういうものが求められた場合には、5の地震動による被害の拡がりということで、中低層の木造、非木造の建築物についての被害の分布を整理する。それから、地盤液状化、斜面崩壊、長周期地震動による被害分布等について、加えてどういう拡がりがあるかという検討を行って、左下の大きい矢印でございますが、地震動による被害が一定規模以上の地域を出してくる。

右側の流れは津波の方でございますが、先ほどのように震源モデルの方の整理を受けて、津波の発生、海底変動から、次に伝搬ということで深い海域については線形長波理論、浅い海域については非線形長波理論、遡上については非線形長波理論で整備して、津波波形、波高、到達時間、浸水域を整理していく。

これを受けて、大きな矢印の右下でございますが、一定の到達時間内で一定規模以上の津波の被害を受ける地域を出してこよう。ここで到達時間と書いているのは、東海地震の場合に事前の予知があるんですけれども、津波の場合については、地震が発生してから、少し遠い場所では到達時間の間にある程度アラームが流せますので、その辺も御議論いただければと思っております。それを整理しまして、東海地震全体の著しい被害を受ける区域をまとめていきたい。

点線で書いているのは、別途検討とございますが、詳細の被害想定とか対策の検討等については、これらの状況を受けて別途行うという流れかと思えます。

次に4ページでございますが、地震動の部分について、さっとこんな方法でということをお説明させていただきたいと思いますが、その後、津波もございまして、本日は先ほど入倉先生の方からございましたように、方法論を少し固めていただきまして、必要なデータとして、以下の方法としてこれでいいかと。データの整理とか検討に2~3カ月要するかと思いますので、本日その部分についてよろしくお願ひしたいと思えます。

4ページ以降でございますが、地震動予測のうちアウトプットは1キロメッシュごとに3つ。それから、震源モデルに基づいて強震動加速度波形を予測し、それに基づいてアウトプットを整理する。強震動加速度波形については、短周期成分と長周期成分を含む広い周波数帯域で予測する。それから、そのうち長周期成分の予測については、差分法で方程式を解いて整理していく。それから、短周期成分の予測については後で出てきますが、統計的グリーン関数法により整理させていただきたいと思っております。

次のページでございますが、先ほどの流れ図に従った順番でございます。は地震発生で、これは震源モデルに従って、断層位置、走向・傾斜、長さ・幅を設定し、すべり変位を考える作業をしたいと思えます。10年以上前は計算機能力も非常に弱く、単純化してやっていたところをもう少し精緻でやれるかと思えます。

時間の関係でさっとお話しさせていただきますが、6ページは、これを受けて地震動伝播、それも深部の方のやり方でございますが、上の四角で囲っているように、計算方法については3次元差分法、必要データは3次元広域地盤構造で速度、密度、Q値構造ということでしょうかというものでございます。

下の方で幾つか並べておりますが、上の5つ分ぐらいは、こういう差分法を使った理由を書いております。結果としては5つ目の黒丸にあるように、解の安定性、計算時間等から判断して、実用的なものとしてはこれでよろしいのではないかとということであります。

それから、やり方としては地震基盤よりも深いところの速度構造及び密度構造については、トモグラフィ結果、プレート形状の研究結果を利用する。それから、地震基盤から工学的基盤までの速度構造及び密度構造は、屈折法探査、重力解析結果を利用する。それが

ら、地震基盤までのQ構造については、構造境界は速度境界と一致させ、構造設定にはトモグラフィ結果を参照する。Q値は周波数に依存しないものとする。それから、地震基盤から工学的基盤までのQ構造は、自然地震記録の解析結果を参照する。

これは別途参考資料の10ページ、11ページ、12ページに、トモグラフィとか重力解析の図等を載せておりますが、そういう形で進めさせていただきたいと思います。

次に7ページですが、今度は短周期成分についてはどうかということで、計算方法は統計的グリーン関数法、必要データは先ほどと同じでございますが、3次元広域地盤構造としての速度、密度、Q値構造を得る。

また、下の方で書いているのは、上6つぐらいが統計的グリーン関数法を採用する理由でございます。経験的方法、経験的グリーン関数法というのがあるんですが、一部の点に限られているということで、観測波形記録のかわりに統計的パラメーターに基づいて計算するという統計的グリーン関数法によって今回整理させていただきたいと思います。

下3つぐらいはやり方を書いてございますが、走時及び見かけのQ値については、長周期成分予測に用いる3次元広域地盤構造を参照する。Q値の周波数依存性は、近年の研究成果を参照して考慮するというので整理させていただきたいと思います。それらを合わせまして、一番下の方に長周期成分と短周期成分の合成をはかります。

飛びまして次に9ページでございますが、地震動伝播で、今度は浅い方の伝播でございます。四角に書きましたように、計算方法としては等価線形法による1次元重複反射、データとして局所表層構造、これも速度、密度、Q値、動的変形特性を整理しようとしております。

上の5つで書いたところが大体この方法を採用する理由でございます。浅部は軟岩・土で構成され非線形性は無視できないし、1次元でモデル化をしたい。

下の5つぐらいが方法やデータのことでございますが、S波速度の得られていない地点においてはN値及び地質から推定、それから、密度の得られていない地点においてはS波速度及び地質から推定、それから、動的変形特性の得られていない地点においては層厚及び密度から推定するというので整理させていただきたいと思います。

10ページは増幅率のデータのことが書いてございますが、っております上の方法Aというのはメッシュによる最大増幅度分布、これは参考資料の11ページにメッシュの最大増幅度分布が載っております。それから、同じく参考資料の19ページには、この方法Bに当たるボーリングの存在状況がちょっと見えますけれども、そうしたボーリングのデータを用いた整理をしまして、このAとBを重ね合わせて整理させていただきたいと思っております。

方法Bの表の右側から2つ目の欄に、この前、先生でしたか、地盤データのお話がございましたが、詳しく書いてなくて恐縮ですが、現時点でデジタル化されたボーリング柱状図を調べてみますと、静岡県で1万本、大体2,000方キロ平方ですが、あと濃尾平野で1万3,000本、神奈川県足柄平野で1,100本ございますので、こうしたものがある程度データとしてうまく使えるのではないかと。参考までに、前回の20数年前のデータが1市町村で1カ所のモデルでございましたので、こういった点につきましては十分精度が上げられるかと思います。

それから11ページでございますが、これは先ほどの大きなフローにございましたように、強震動加速度波形、最大加速度分布、ガルです。それから、震度分布など出した後のことでございますが、書き方はよくないかもしれませんが、一応基本的な被害のエリアは、1つは前回と同じように最大加速度の分布で整理してみよう。それから、面的震度分布で1つは整理してみよう。3つ目に、にありますように建築物の被害、中低層の建築物ですが、これの分布を出してみようと考えております。方法は大体似通ったものかもしれませんが、たまたまEESというシステムの中で地震と被害に関する検討委員会をしておりますが、これの新しいデータでもうすぐ改定できますので、そのデータで一度出したり、その他ほかのシステムでも出してみようとしております。

参考までに、12 ページに E E S という政府全体の建物や人の被害の早期推計のシステムの手順が書いてございますが、これも同じように 1 キロメッシュで木造と非木造に分けてそれぞれの地盤データが入っています。卓越周期別、大まかでございますが築年別・地域別を加味して、1 キロメッシュ別の建物倒壊棟数を算出することができるようになっております。

それから、13 ページは地盤の液状化でございます。被害推定方法として、地盤の液状化強度と地震動によるせん断応力を比較する FL 法で液状化層厚、非液状化層厚を求めて、両者の厚さの比較により液状化に起因する地盤被害の有無を判定ということで、石原の方法をこの資料の 15 ページに図を載せておりますが、これによって整理させていただきたいと思っております。

それから、データ等でございますが、先ほどのボーリングデータ等をもとに整理できますので、それをもとに N 値、地下水位、密度、粒度分布データ等で検討を進めたいと思っております。

13 ページの下に斜面崩壊、長周期地震動による被害がございます。本日はまだ中身が間に合っておりませんで、斜面崩壊については、国土交通省の砂防の方で、土砂災害何とか法に関連した調査を今実施中でありますので、それを参考にしたり、あとは先生も御専門の立場から方法論について御教示願ひまして、今整理しようとしているところでございます。

飛びまして、17 ページから津波の関係でございます。

○事務局（長谷川） それでは、津波予測について御説明申し上げます。

津波予測の基本的方針としては、アウトプットとしては以下の 4 つのものとしたい。沿岸での津波の波形、沿岸での津波の波高、沿岸への津波伝搬時間、これは各々の沿岸、各地への津波の到達時間ということです。それから、陸域の津波の浸水域がどの辺までいくのか、こういうものを出力結果として出していきたいと考えております。

どういう方法に基づいて行うかというのが次の四角でございます。書き方が余りよくないんですが、これは津波伝搬の物理モデルに基づく数値シミュレーション計算を行って、その結果から予測を行いたいと考えております。その結果から、船舶・沿岸施設・港湾施設の被害推定のための沿岸部への津波波形、及び陸域の家屋・その他の被害推定のための遡上を予測する、こういう方針でやっていきたいと考えております。

次に 2 枚ほど紙がございますけれども、18 ページは、事務局としてこういう方法で推定を行いたいというものでございます。19 ページに横長の表が付いております。これを御説明したいと思います。

津波数値シミュレーション計算の各過程において使われている理論、手法ということで、シミュレーション計算の流れを簡単にまとめた場合、3 つぐらいに分けられるかと考えております。それが項目のところに出ております、A．津波の発生、それから、一旦生じられた津波が沿岸まで伝搬していくのが B の津波の伝搬、最終的に陸域にまで遡上し浸水被害が生ずるのが C というふうに分けてございます。

この 3 つに分けたものの中で、それぞれ流れの段階があるわけですが、その中で理論的なもの、手法的なものが何種類かあるということで、一般的なものですけれども、ここにまとめておりましてその特徴等を書き、一番右の欄でございますけれども、今回の検討で、このような形で採用してはどうかという事務局の素案でございます。

津波の発生ですが、の断層モデルで、基本的には震源モデルの検討のグループの方の検討結果を引き取って、それに基づいて行うことになるかと考えておりますが、大まかに分けますと平面矩形一様滑り断層モデルと、平成矩形の非一様滑り断層モデル。これは断層面上でのすべりの量を固定の値にするか、場所によって違うようなモデルにするかということでございます。これについては今の段階では決められませんので、採用するかどうかは二重丸で、どちらかを採用する形にこの場ではしております。

断層モデルを設定された後は、の弾性体の理論によって海底変動を計算します。

それから、海底変動の計算の後に、の津波初期波形ということで2つ書いていただきます。最初に、断層運動が瞬時に完了するとして、海面の初期上下変位、つまり津波の初期波形については、この海底変動の永久上下変位に等しいとする方法、それと断層運動が有限時間内に行われるとして、津波初期波形も動的に時間的に変位を変化させて与える方法でございます。

通常の場合ですと、断層運動が通常の破壊伝搬速度で生じる。すなわち津波の伝搬速度より早い速度で破壊が終了するとすれば、この上の方の瞬時に完了して海底変動を津波初期波形とするという方法でよろしいかと思って、ここでは二重丸を付けてございます。ただ、この後の御検討の中で時間的な変化を考えなければいけないというお話になりました場合には、2番目のところも採用する可能性があると考えております。

その下に参考と書いてありますけれども、地震発生で強い地震動により海底地すべりや土石なだれが海中に流入した場合、これも津波が発生することが考えられますが、これは特徴のところに書いてございますが、こういう地すべりなどが発生する場所、移動量等をあらかじめ設定するのは非常に難しいということで、今回の検討では検討を行わないということにさせていただきたいと考えております。

津波の発生の次に津波伝搬でございます。伝搬のところで、これは支配方程式のところがでございますが、3つ挙げてございます。線形長波理論、非線形長波理論、3番目が非線形分散波理論。

1番目は、水深の深い部分ではこれを使って精度よく計算できるという実績がございますので、これはこのまま採用。それは沿岸近くで浅くなってきた場合には非線形の効果を考えなければいけないということで、2番目の非線形の長波理論を採用いたします。この2つを場所によって使い分けていこうと考えております。

3番目なんですけれども、非常に細かく見た場合に、沿岸に押し寄せる波が、特徴に書いてございますが、波状段波、いわゆるソリトン波を生起する場合があるということで、研究的なものは徐々に進んでおるようですが、これを実際に2次元の場で平面的な広がりを持つ場で解くのはまだなお難しいということで、今回は採用しなくてよろしいかと考えております。

支配方程式を実際に計算機にかけて解く場合に、それを数値積分する場合にはどうするかということで2つ挙げてございます。一般的に用いられているのは差分法でございます。これは計算が簡単であるということです。ただ、細かい地形の表現を行う際には、格子を非常に細かく設定する必要があります。2番目は有限要素法で、計算時間については差分法よりは多少かかりますけれども、小さい河川とか、非常に曲がりくねった部分とか、そういった複雑な地形の表現にすぐれるという特徴がございます。

この2つのもの、沖合の方から沿岸の遡上の大部分のところでは差分法で間に合うと思うんですが、場合によっては小さな河川まで遡上、浸水を予測しなければいけないことになりました場合は、有限要素法も使う局面が出てくるのかなと考えております。

Cの遡上・浸水でございますけれども、遡上域の推定として2つ挙げてございます。1番目は、実際にこの数値シミュレーションで直接的に計算していく方法、特徴としては、時系列で津波を表現することができる。

2つ目はレベル湛水法と呼ばれるもので、沿岸における津波の高さまで計算させて、その高さと同じ標高の地点まで一律に浸水するものとしているということで、非常に簡便に結果が出るんですが、実際に遡上の計算をしておりませんので、精度的には上の方法に多少劣るということで、今回は実際に計算を行う方法で行いたいと考えております。

それから、2番目は陸上での障害物の効果として3つ挙げてございます。上から下に行くに従って細かく見ていくという方法です。1番目と2番目は本質的には同じでございますけれども、津波の遡上の方程式において摩擦係数の項がございますので、その係数を多少大きくして対応させるという方法でございます。

3番目は、実際に広がりもある陸地での建物の大きさを直接表現できるくらいに細かい格子を使う。多分これは10m、20mという細かい格子を細分化しなければいけない。これはすべての構造物、建物の位置、大きさを把握していく必要があり、したがって計算時間も非常にかかるということでございます。今回は、上の方の摩擦係数を大きくする方法で対応していきたいと考えております。

それから、3番目は河川への遡上ということで、津波が陸に押し寄せた場合、河川をさかのぼってそこから両側の岸を通して広がり浸水域が広がるということがありますので、ここについてもきっちりと考えていこうということでございます。伝搬遡上の部分ですから、非線形の長波理論法を使って差分法、場合によっては有限要素法で積分を行っていききたいと考えております。

1ページ前に戻っていただきまして、ちょっと細くなりましたけれども、今申し上げたものをこのページにまとめてございます。

補足として、1番の遡上・浸水のところの3つ目でございますが、地震によって生じる地殻変動、これは沿岸の地域が沈降した場合には、より遡上の範囲、浸水の範囲が広がるということが考えられますので、これを考慮する。それから、潮位については多分満潮時が一番浸水域が広がるということで、これも考慮して計算を行いたいと思っております。それから下から2つ目ですが、津波による被害の拡がりはこうやって計算した浸水域に基づいて推定を行いたい。

なお、最後ですが、津波の力による建築物、構造物への影響については、津波波形そのものが予測されますので、その結果をもとに、この場ではなくて別途違う場で検討していきたいと考えております。

以上です。

審 議

○どうもありがとうございました。

事務局の用意していただいた資料は、かなり詳細にわたって、しかも全般的ですので議論は非常にしやすいと思います。非常に広範囲ですので、最初に全般的な考え方について御意見をいただいて、それから個別問題に入って行ったらいいんじゃないかと思うので、いかがでしょうか。特に震源の問題と地震動及び津波の問題についてはいろんな面で調整が必要だと思いますけれども、御質問をどうぞ。

○地震動の推定ですが、これは確率的な数値として取り扱うのか、確定論的に取り扱うのか。というのは、ここの最大加速度はこうだよというアウトプットを期待されているのか、平均的にはこうで分散がこうだと。最近の指針はそういうふうになっているんですけど、その辺どうなんでしょうか。断層からやるわけですから、断層のパラメーターとか決めたいものがいろいろ出てくるんじゃないかと思います。そうするとアウトプットは、ある分布で推定するようなことにもなるんじゃないかと思いますが、どういう方向をお考えになっているか。一番基本的なところでございます。

○私の方からコメントしますが、確率論の考え方は2つあります。1つは物理的な意味の確率論、あと今言われた点はどちらかというと不確実性みたいなものの確率論ですね。基本的に今回のような東海地震の想定がある程度確実視されていて、しかも短期間、我々が構造物の耐久年度以内に来るというものを考えたときには、基本的な方法としては確率論ではなくて決定論的な方法で考えていく、それがこの基本だと私は思っております。しかし、決定論的な方法の中で一つ一つのパラメーターに関して決めたい。またそれなりにいろんな方の判断、工学的な方は工学的な判断が必要であるというような場合も当然出てくるわけです。そういう場合に関しては一種のあいまい度、バリエーションは考慮した上で計算しないとできない。そういう意味で、御質問の趣旨をねじ曲げて申し上げないんですけども、決定論的な方法でやるというのが基本路線と私は考えています。しかし、バリア

ンスは考慮する。

○それも出てくるんですか。

○だから、バリエーションは考慮しないといろんな場合に問題がある。バリエーションをどう考慮するかは皆さんの御議論で決めるべきことかと思います。

○この調査結果に基づいて後ほどというか、ほかの研究会で構造物の被害を予測されることになるわけですね。そこで出てくる地震動というのは、いわゆる期待される平均的な強震動強度というものをここで出すということですか。

○基本的にはそうです。しかし、いろんな目的によって非常に危険性の高いものは、どちらかと言ったら大きめの方を考えるべきだとかそういうことがあると思いますので、バリエーションは考慮したいというのが一般的な私の考えです。

○わかりました。

○どうぞ。

○前回の全体会議でも議論になったんですが、この南海トラフには5つのスラブが東西にあるということで、例えば地震動にしても津波にしても、この5枚のセグメントがどういう形で割れていくのかというのが非常に被害に連関していきだろうと思っています。というのは、普通の地震であれば地震が起こって、あと予震で構造物が壊れるということが懸念されるわけですが、この南海トラフ上のセグメントの壊れ方によっては、地震が短期間の間に連続して起こるという形で構造物にそういう加速度がかかる、そういう想定は今までなされていないわけですね。いわゆる制震とか免震構造というのは、地震があってもかということしかやってない。だから、地震がダブルパンチで起こる、しかも揺れている間に起こるということは考えていない。

これは津波も一緒にして、今単独に東端のEという断層だけで津波が起こる、それで被害想定をやろうとしているんですが、1707年の宝永地震のように同時に壊れる、あるいは1854年の東海と南海の地震のように約30時間あいて起こるということ、いろんなパターンがあるわけです。例えば15分差で地震が発生すれば、津波の波が重なるということが十分考えられるわけです。これは今までほとんど考慮されていないということで、この断層がどういうふうに壊れていくのかというそのモデルは被害に非常に関係しますので、前回の議論の蒸し返しになりますけれども、勝手に東端だけ動くという想定ではまずいのではないかと思います。

○今の問題は非常に重要な問題で、まず事務局の考えをお聞きして、私としてはこの問題は震源のモデル化をどうするかということにかかわりますので、後から委員のコメントをいただきたいと思います。ここではそのことを十分配慮しつつ方法論を検討したいと思いますが、事務局の考えをお願いします。

○今お話がございましたように、10日の日に御議論いただければと思っておりますし、この最後のところで、各委員にこういうふうなことについての御意見はいかがでしょうか、というのを付けさせていただいておりまして、そこでまたと思えますけれども、基本的には前回も何人かの先生から御指摘がありましたように、ステージが2つあって、私どももそう思うんですけれども、防災対策としては、御指摘のように、大きなものが起きる可能性があるのであれば、それも含めてどうかという検討は必要かと思います。

ただ、もう一つの形は、前も申し上げましたような事前に警戒宣言を出して、空振りもあるかもしれませんが、避難を強いるとか、交通とか、商店も全部店を閉じると。その経済損失にしろ何にしろだれが責任を負うのかということまで含めたときのアラームの出し方というのと種類が2つありますので、それぞれに分けて一度整理してまた御議論をお願いしたいと思っております。

○どうぞ。

○私は戸建ての木造の耐震を中心に研究しているんですが、きょうは非木造、RCの専門の先生がお見えではないので、非木造というかRCや鉄骨のビルものはわかりませんけれ

ども、戸建ての木造のありふれた住宅に関して、神戸の地震以降、震動台での実験を何度か、学術的から言われるとあれなんですけれども、かなりデモンストレーション的なものでやってみました。その中で今おっしゃったようなかなり強烈な地震が、本震とちょっとした予震ではなくて、本震クラスが2回きたらどうかというのを、たまたまですが実験をやったことがあります。

余りそんなケースは想定していませんので、必ずしも本気でやったわけではないんです。神戸海洋気象台の記録でそういう実験をやったんですが、神戸海洋気象台は使用度が非常に短いものですから、実験をやっても余りおもしろくないんです。神戸海洋気象台の記録で、1回実物大の戸建て住宅規模のものを震動台で揺すって、結果は、見かけ上余り被害がない。外観上は壁にひび割れが入らない。そういうふうにおさまっていても、2回の全く同じ記録を入れるとかなり被害が進むということは常識的にも考えられるんですけれども、震動台上での実験でも実証されていますので、そういう意味では今のような本震クラスが相次いで2つ起こることになると、被害の様相はかなり変わってくると思います。

○それに対して多少私はコメントがあるんですけれども、それは後にして、震源の方での議論の可能性、もう最初から全般的なものを考えてやった方がいいのか、それともある固着域的なものを発想する方がいいのか、事務局としては、問題を2つに分けてやりたいというのが提案だと思えますけれども。

○そのこと自体が来週開かれる震源モデルの検討会の最初だと思うんです。先ほどの御意見ももちろん出発点になりますし、そうでない意見も出発点になって、そこで議論していきたいと思うんです。基本的に大事なことは、警戒宣言が出て、例えば津波対策のために32万人が避難を強いられる。いつ起こるかかわからない地震に備える体制を広域に広げるかどうかということまで絡んでくるわけです。もしそうでなければ、例えば地域防災計画とか大綱という防災計画で補おうとするか、そういうことを次回に議論したいと思っております。

○そのとおりだと思いますので、ちょっとだけ先生に対する私の考えを申し上げたいと思います。津波の場合は震源をどこに置くか非常に大きな問題です。当然地震動に関しても同じ問題はあるんですが、しかし今言われたような神戸海洋気象台クラスの同じような波形が2回起こるということは、今回のモデルでは余り考えなくてもいいんじゃないかと思うんです。というのは距離が非常な広域ですので、1つの地点を考えると、震源が近いところと遠いところという組み合わせに必ずなると思うんです。そういう意味では、できるだけリアリスティックな震源モデルを想定した上で地震動を計算することを私は考えた方がいい。

もちろん、特別なケースとしては考える必要はあるかもしれませんが、通常は神戸海洋気象台のようなものがすぐ近くに2つというのは、今回のような地震では余り考えなくてもいいのではないかと。それは私の感想に過ぎません。しかし震源に関しては、広域を考えるか、ある限られた領域にするかは非常に重要なことだと思います。

○今回の場合はM8クラスということですから、多分アスペリティーの大きさも大きくなるでしょうから、そこから出てくる波の継続時間は長くなるので、神戸海洋気象台が2発というのは極端ですけれども、それが重なり合ったような形でくることはあるので、1発きたときでおさまる被害がもっと大きくなるというのは定性的には十分考えられると思います。

○その辺は震源問題としては非常に重要だと思います。

○先生のお話は非常によくわかりました。そうすると構造物の被害から言うと順序が大事で、最初に短周期的なやつがきてある程度壊れて、その後でくるのが長周期だという場合はものすごく被害が進むし、逆に長周期的なやつが来て、最初は固いですから何とかしのいだやつが、次に短周期的にくればまだ楽だとか、どこで起こるかも知りますが、そういう起こる順序もかなり構造物の被害には関係してくると思います。

○わかりました。これは震源の検討のときに注文なんですけれども、どこで始まって、ど

ういうふうに伝わるかということが重要だと思います。

○後で質問しようと思ったんですが、今アウトプットの検討をしているんですが、ここで言うインプットですね。それで震源の検討会でのアウトプット、どこまでを必要とされていますか。

○ですから、今のようなものが一つの注文ですね。

○そこまでやるんですか。

○いや、注文だけであって、それができるかどうかは科学的な判断で。

○例えば5ページの図にありますように、断層はここですと。断層の走向とか、傾斜とか、長さとか幅、それだけを設定すると、入倉さんのレシピに沿ってアスペリティーは自動的に配置して計算するというチョイスもあるわけですね。

○しかしながら、破壊の開始というのは、科学的にある程度決まるものなら検討してほしいと思うんです。今先生が言われたのは非常に重要な点で、どこから開始するかというのは、もちろんわからない場合にはわからないなりの、それがあつ種の工学的な判断という考え方があるわけです。だから、わからないから計算しませんということは、少なくとも地震動計算や津波の計算ではあり得ないんです。何らかの判断をしないといけないんですけれども、それが科学的に証拠固めができるものでしたら、震源モデルの中でぜひ検討してほしいと思います。

○わかりました。

○よろしくお願いします。これは両震源モデルに対するここからの注文でもありますので。全般的なことにに関して、ほかにございましたら。

○最初の1ページ目に、本調査会における検討全体の当面の流れというのが大変わかりやすい資料かと思うんですが、この検討会の最終的なアウトプットというのは、最後の方を見ると、著しい被害を受ける区域の検討が最終的なアウトプットの一つになるんじゃないかと読めるんですけれども、ここで言う著しい被害とは何かということをちょっとお伺いしたいんです。

○これは2ページを見ていただきますと、のかぎ括弧で書いてあるところが大規模地震対策特別措置法の引用なんですけれども、こういう「大規模な地震が発生した場合に著しい地震災害が生じる恐れがあるため、地震防災に関する対策を強化する必要がある地域」ということで、この「著しい」という部分を、もう一個の参考資料で前回の報告が載せてございますけれども、参考資料の1ページがずっと地震の発生が書いてあって、2ページの4番に、その辺の著しいという地域の決める過程を書いてございます。

結果として、4の一番下のところに、「この場合、木造建築物等が一般的に著しい被害を被る地震動の強さという見地から震度6に相当する地震動加速度以上を一応今回の検討に際しての指定の基準とした」というのが現在でございまして、これが当時400ガルか何かで見ているんですけれども、前回はこうでございまして、同じような押さえ方として、当然最大加速度と、それから震度は震度で出せるかと思しますので震度の分布と、それから木造というのが、別に木造家屋、非木造とか建物だけに着目しているわけではありませんけれども、面的広がりから見るとそれが1つの重要な尺度だろうというので、それらについてその後の手法も含めて出してみるのかなと。そういうのを幾つか並べまして、今回の最後のところでもう一度、どういうところまでをとらえるべきかを整理できたらと思っています。

基本的にはどこかに書かせていただきましたように、東海地震の方は直前の予知がなされまして、それを受けて警戒宣言が発令されて、避難等事前のアラームを流すというところで。その事前のアラームというのは先ほど来お話が出ていますように、そんなにしないでいいのであればしない方がいいんです。それは経済的にも個人の生活にとっても非常に煩わしいことを強いることになるので、それをだれが補償するのかというのがあるので、わざわざ国会で決議して総理大臣の責務まで上げているわけですので。そういうことからすると、基本的には人命にかかわるところで非常に限定したものについて、事前の避難を

載せているのが一つのスキームになっている。そうすれば今の著しいというところは、人命に被害を及ぼすので次善の策を講じないといけないようなところを今回出していくのかなと考えられます。前回はその流れであるのかなと思っております。

○前回の検討では、多分直前予知ができるという前提でそういう警戒宣言が出て、津波とか斜面崩壊の危険の高いところにいる人はある程度事前に避難する。通常の方は自宅で待機するとか、勤務先のしかるべきところで待機する。そういうようなことがある程度前提で、そういう前提でこういう木造建物とか一般建築物の被害が問題となる著しい被害ではないかというお考えでこういうことをされたのではないかと思うんですけれども、先ほども少しおっしゃったように、直前予知が難しいかもしれないという考え方もあります。そうすると津波が起こっても避難が間に合わないかもしれない。それから、斜面崩壊の危険なところに人が住んでいても、その人たちが避難できない間に地震が起こるかもしれない。多少考え方が違ってきているんじゃないかと思うんです。

そうすると、対象とする著しい被害というのは、今回の場合はもう少し前回よりも広がってきて多様な被害を。あとは都市構造が変わっていますから、中高層マンションもたくさん建っているし、超大構造物も 25 年前と比べればかなり広がっていますから、社会構造が違っているということもあると思うんですけれども、そういう意味で著しい被害の定義が今回の場合はかなり広がってくるような気もするんですが、いかがでしょうか。

○先日来の国会でも、予知できるできないの話もちらっと出ておったんですけれども、20 何年前も基本的に同じ考えだと思うんですが、全部予知できるとは当然言ってなくて、直前予知ができるかもしれないと。予知されないまま発生する地震も当然ここにはあるかもしれない。だけど、何らかの異常変動が見られたときには何らかのアクションを起こして、その結果人の命が助かるのであれば、最大限その努力をすべきであるというのがこの法律体系かと思いますので、予知されないものがあるということを否定しているわけではないんです。

それから、今の広がりについては幾つか並べたところで、この委員会の中でも御議論いただければと思います。当然昔と構造物の状況が違っているのはそのとおりでございます。極端な話、ある程度の対策が済めば、逆にエリアが小さくなってもいいんじゃないかという御意見もお聞きしたことがあります。その辺は今言い切ってしまうものではありませんが、考え方としては、この法律の趣旨に従えば、人命に多大な影響を与えるかもしれないエリアを基本に、前回と同じような材料、加えて今整理できる材料は並べたところで御議論いただければと思います。

○今の著しい被害ということに関連して 2 つばかり御質問したいんですが、20 年前の検討で震度 6 とおっしゃっていて、それが地表最大加速度 400 ガルと。多分その当時は河角式の範囲で、震度 6 が 250 ガルから 400 ガルだったと思うんです。まずそこで、今の 400 ガルとおっしゃったのはちょっと違うなと。恐らく 250 ガル以上じゃないかなと。私は前回の資料を今持っていないのでわかりませんけれども。

それと、これを今回に適用する場合に 2 つ問題があって、従来の体感震度は計測震度に変わっていますので、恐らく計測震度で例えば 6.0 なのか、それとも 5.5、いわゆる 6 弱の下限なのかという問題があると思うんです。もう一つは、加速度と震度という関係は気象庁も公式には使っていないし、現在の地震計の加速度でいくとずっと大きくなって、恐らく 250 ガルが現在だと 400 ガルぐらいになっているという問題があるので、この辺は誤解を招きやすい。特にアウトプットの ということで、しっかり震度 6 とか 400 ガルと書いていますと、これが甚大なる被害に直接リンクするかなという心配があるので、恐らく後ほど訂正されるのではないかと期待しています。まず 1 点目はそれです。

○別に資料の言いわけではありませんが、2 ページのこれは現行のと書いてございますように、現行のやつはこういうことをしたというので、そのことを頭に描いて整理しないといけないという意味でございまして、今回別に 400 ガルにしようとか、震度 6 にしようということより、先ほどの被害の状況から、人命のことを考えてこういうところまで考えな

いといけないと思いますので、幾つか並べてみてまた御議論いただければと思います。

○ちょっとよろしいですか。前の結果は我々の方法で計算していただいたのでちょっと補足させていただきますが、当時から河角式は最大加速度を過小評価して、震度5と6の境界が250ガルは適当ではないんじゃないかという議論がありまして、それで幾つかの強震記録、限られた強震記録を検討すると、やはり300から400ガルぐらいの間が震度5と6の境界だろうということですし、あとは同じような方法で、実際に過去に起こった地震に対して最大加速度分布を計算すると、やはり300から400ガルぐらいの境界が大体震度6の範囲を押さえているというような経緯があって、こういうふうにされたということだと思います。

○事務局、2ページは前回のものですね。

○現行の強化地域はというので、ちょっと言葉足らずがあるかもしれませんが、そういう意味でございます。

○1ページから2ページにあるのは、前回に決めた報告ということでよろしいんですか。これは昭和54年の資料と考えてよろしいわけですね。

○参考資料は当時のものでございます。

○

だから、ここに「今回の」と書いてあるのはこの調査会のことを言っているわけではないんですね。2ページの今回の指定基準としての今回の意味は、この調査会という意味ではないんですね。

○この参考資料はすべて昔のものでございますので、頭に54年5月のものということを示しております。

○そういうことですので、別にこの委員会ではないということです。

○全体の流れについてなんですけれども、震源モデルの設定から強震動や津波の予測に至るまで、非常に決定論的でリジッドなスキームだと思うんです。例えば資料1の6ページの枠で囲ったものの下に、短周期は別として、ここに書いてあるのは短周期ではないでしょうけれども、「震源と地盤が一意的にモデル化されれば」と書いてあるのが象徴的だと思うんですけれども、震源断層モデルを一応一意的に想定して、そこから計算する。それは、前回の会合の最後の方でも私は発言したんですけれども、かなり恐い作業だなという気がします。

というのは、震源モデルの方の議論で、全員一致で一意的なものが出るか出ないかもわからないし、仮に出たとしても、将来研究や観測が進んだときに、やはりこれはちょっと違うんだということになる可能性もないわけではない。地震動の、特に遠方なんかでは、多少震源モデルが変わっても、むしろ広域的な地下構造とか局地的なサイトエフェクトの方が効くでしょうからまあいいかもしれませんが、でもスキームとしては、もとが変われば変わってくるものですね。非常に進んだ理論とか計算法でやっているわけですから。それを先ほど不確実性は考慮するとおっしゃいましたけれども、単にあるモデルのすべり量や何かの不確実性を越えた、極端な話やはり78年当時の中央防災会議のモデルに近い方がいいかもしれないということになったときは相当変わってくるわけで。だから、たった1つのモデルでリジッドに計算するというのは、やはり何か恐い気がします。

特に津波の場合、遠地、例えば銚子がどうなるか、四国がどうなるかというならまだいいかもしれないけれども、駿河湾の中の津波というと、中央防災会議のモデル、78年当時のモデルと、それから、最近気象庁が想定しているモデルとでは、海底の地殻変動も非常に違うでしょう。気象庁のモデルの断層面の上端の深さが私はよくわからないんですけれども、かなり内陸に寄っているわけですから。そうすると駿河湾沿岸の津波は単純に計算すると非常に違ってくる恐れがあって、その辺を先ほど御説明のあったスキームで一本で進んでしまっているのかなということを、非常に感じます。

○基本的にはそのとおりだと思うんです。もちろんそれを避ける方法は、最初から震源の分布自体を確率論的にやってしまう方法もあるんですけれども、地震動の計算自体はラン

ダムな震源モデルをつくるということだけになりますので、幾つやったらその平均値をとろうかというその種の方法は私はあり得ると思うんです。震源モデルの検討の中で幾つかの想定すべきモデルがあれば、それを考慮するというのが私は一番いいと思うんです。しかし、どうしてもそれが無いという場合にはもうランダムバーをつくる以外にないわけです。そのコンセンサスはかなり難しい問題がありますけれども、基本的には私は震源モデルの中で複数のモデルがあれば複数を考慮するということは、決してこの方法の中で妨げになるものではないと考えています。津波に関しても同じだと思います。先生の方から何かコメントがございましたら。

○また津波の個別のところではしゃべろうと思っていたんですが、今おっしゃるように、東海地震が起こると早いところで数分で津波が来るところがありまして、そういうところではこの断層モデルをどう設定するかによってころっと変わります。特に時間もさることながら波向の分布が変わりますから、それをどうアウトプットするのかというのは、これから考えておかなければいけない問題だと思います。

それから、全体にわたってなんですが、20 数年前と比較して被害の出方が変わると思うんです。というのは産業構造が変わっておりまして、大規模な装置工業というのがあって、これが非常に大きな被害を受けるだろう。例えば昨年の東海豪雨でも、愛知県だけで1兆円の被害が出ているんです。これはどういう被害の出方をしているかということ、数値制御している工作機械が大きな被害を受けて、それで工場が立ち行かなくなっているというのが被害の大きな原因なんです。今回もし東海地震が起こったときに、例えばITというのは非常に精度のいる作業をやっておりますから、これがちょっと地震で狂うだけで膨大な被害が出る。これは20数年前にはちょっと考えられなかったことで、ここではライフラインとか建物は被害の評価の対象になっているんですが、今回の東海地震になると産業被害を考えておかないと、ここの沿岸地帯の産業構造が壊滅的な打撃を受ける。そういうことで、そういう企業に対するウォーニングもセットで、住民と企業をセットでウォーニングの対象にしなければいけない。これは随分前とは変わっていると思います。

○どうもありがとうございました。

○相互の研究成果のやりとりといいますか、そこら辺のところを書いてないので少し気になっているんです。例えば津波による浸水等を議論するときに、当然地盤の液状化による防波堤の倒壊等があるわけですね。そういった相互のやりとりみたいなものもどこかに書いてあった方がいいような気がします。いかがでしょうか。

○複合災害の話ですね。

○現実には今大阪府でも兵庫県でもやっているのは、鉄扉が全部あいている場合どうなるかとか、被害をある程度想定した上で津波がどう来るかということでやっておりますので、余りプリミティブに現在のインフラが被害、例えば港湾構造物等が被害を受けない状態でやってくるものは説得性に欠けるといいますか、現実には地震でかなり被害を受けて、そこに津波がやってくるということが東海地区では十分想定されますので、地震被害と連動したような形で津波被害が起こるという被害想定をやらないとまずいと思います。

○ちょっとよろしいでしょうか。全体の枠組みですけど、この研究会でやるべきことですが、物、物の被害というか、構造物の被害は建物だけをやると。あとは液状化の分布とか斜面の崩壊の分布を見て、指定地域が妥当であるかどうかをやろうとしているんじゃないでしょうか。ライフラインがどうだとか、個々の構造物は後ほどまた別の研究会をつくっておやりになるということですから。今の議論は、そういう構造物を入れないと議論ができませんよということなんです。例えば液状化でも、危険物、高圧ガス施設がどういう分布しているかをカウントしてやっていくかどうかということだと思っておりますが、いかがでしょうか。

○物でどう分けるかではなくて、区域、地域を求めることが目的ですので、それに合わせて必要なものであればやるけれども、その中の詳細な対策をどうするかというのは別途後

日でいいんじゃないでしょうかということ、言葉で限定的にしているつもりではないんです。地域でという意味で、その地域を考える場合におっしゃったようなことを考える必要があれば、当然入れることになるかと思います。

ただ、これは従前から各種防災対策でいつも議論になるんですが、施設管理者に、こういう地震ですよとだけお伝えすればそれで改善されるものと、そういうことは関係なしにここまでは被害がいくぞというところとは表裏一体みたいなところがありまして、その辺は整理していく過程で御議論をお願いできたらと思っています。どちらにしても、地域、区域として取り入れるところはどこかというのが今回求めるところでございまして、何もこのものだけに限ってというつもりはありません。

○今のまとめは非常に重要なので、ここでの検討は、著しく被害を受ける地域はどの地域かということをもとめる。それに対する個別対策は別のところで検討いただけるということですね。だから、著しい被害地域を考える上で、今の複合災害が問題になれば検討するということですね。

全般的なお話があったんですけれども、個別の問題と切り離して議論しているとまずいと思いますので、個別の問題に関して手法に関していろんな疑問、先ほど先生からも手法そのものに対する疑問も出されておりますので、御意見いただきたいと思います。

○建物被害の12ページなんですけれども、甚大な被害との関係がすごくあると思うんです。この中で、木造にしても非木造にしても建物倒壊という言葉を使っているんですね。これはE E Sのシステムでどういう評価をしたかにもよるんですが、通常倒壊というと、ある建物の1つの層が壊れるとか、完全に瓦礫になるとか、そういうかなりひどいやつを言って、罹災証明レベルで、まあ建っているけど全壊判定するというのは全壊という言葉を使うと思うんですが、これはどちらを意図しているんでしょうか。それがまた甚大なる被害というときの定義にもかかわってくると思うんです。

○事務局で何かお考えがあったら話して下さい。

○まさにおっしゃるとおりで、罹災証明のものが即先ほどの人命云々ということではございません。言葉は今、全壊とか、倒壊とか、幾つかの言葉が未整理の状況で。この場だけではなくていろんな場面で作業の現場でそうなっているので、それを今区分しようとしたり、罹災証明そのものも、こういったものが全壊なのかを整理しようとしております。倒壊というのはその辺の区分を特別しておりませんが、ここも基本的には、先ほど申し上げました人命にかかわるものの整理をしておく必要があるかと思います。

○私もこれはちょっと気になっているんですが、11ページのところでは、地震と被害に関する検討委員会の結論を利用すると書かれていますので、今のような議論があれば多少、直接利用するというふうに規定しない方がいいんじゃないか。

○これらを利用するというので、これも1つのツールだなというだけでございます。それから、ここに書いてある「地震と被害に関する検討委員会」でも御指摘のような部分が問題で、全壊というものと人命に影響するようなある程度ぐしゃっといくような倒壊というものを区分して考えないといけないなと思って、今整理しようとしているところです。

○要するに、ここでの議論が取り入れられるような方法を考えておいていただきたいと思います。何か今のことに対するコメントはございますか。

○今のに関連して、この「地震と被害に関する検討委員会」で見直しがされているんですが、それは主として木造建物が主ではないかと思います。非木造建物についてはそれほど十分な検討がされてないので、ここで検討を進めていただいた方がいいかと思います。

○個別問題、各御専門の先生いろいろな考えがあると思いますので、順番にやっていくと時間がなくなってしまうといけないので、どの問題でも結構ですのでよろしく願います。

○津波の計算は、ほぼ手法は確立していますからそのあたりはいいんですが、17ページのアウトプットのところで抜けているのが継続時間、すなわち、我が国では津波の高さが2

mを超えると人的な被害が出ております。ということは、例えば私どもは南海地震が起こると避難所に6時間は滞在してほしいということを言っているんです。大体大阪湾に入ってくる津波は50分ぐらいの周期を持っていますから、それが大体6波高い。これは歴史的にもわかっておりまして、数値計算でも出ております。だから、一旦避難されたら6時間はそこに滞在してほしいと言っているわけです。

気象庁から大津波警報が出たときに、いつ解除するのかというのが非常に難しい問題だと思うんです。通常は非常に解除が遅れる。住民は苛立って勝手に帰ってしまうことも起こる可能性があります。アウトプットのところでは、この地域では何時間高い津波が継続するという情報を出さないと、1波めで助かったらもう大丈夫だと素人判断されると非常にまずい。そういう繰り返しの継続時間をアウトプットでぜひお願いしたい。

それからもう一つは、船舶です。東海地震だけに限定しても、清水とか焼津に非常に大量の船舶が通常係留しておりますので、これにどういう指示をするのか。船舶は非常に大きな被害を起こす可能性を持っているわけです。例えば津波と一緒に陸上に上がってくる場合も想定される。それが例えば火災を起こす。C重油が漏れて非常に広範囲な環境汚染を引き起こす。これまでの津波災害はどちらかといったら、漁港とか大都市域で被害を発生させてないということがあって、津波対策がともすれば都市以外の津波被害を想定したものになっておりますので、被害対策を考えていただいて、この津波予測のアウトプットをもう一度検討いただくことが大事ではないかと思います。

○事務局、コメントございますか。

○さっきの被害対策を考えてというところについては、現時点でまだ明確にできないんですけれども、先ほどと同じなんです、これが事前のエリアとしてここで整理すべきかどうか一度吟味した形で御提案させていただいて。いずれにしろ、そういう対策がこの場であろうが別な場であろうが重要なことであれば、それは当然検討、対策されるべきだと思っておりますが、ここで地域エリアとしてとらえるべきかどうかについては整理してからまた御相談したいと思います。

○今の問題で、例えば17ページのアウトプット以外のところで、環境変化とか環境被害という言葉が入っていればカバーできるんじゃないでしょうか。船舶・沿岸施設・港湾施設の被害推定のための云々と書いてありますね。

○ちょっと気にするのは、今ここで決定する必要はなくて、1回並べてまた御議論いただければと思うんですけれども、先ほど申し上げましたように事前規制の話と対策の話と2種類あるので、対策としてはおっしゃることはすべて大事かと思うんですが、事前規制みたいな話のときに、今どういうところまで社会的に受け入れてもらえるかというのがありまして、大事ではあっても、空振りがあるかもしれないけど、そうしろということまでやれるかどうかについての吟味が必要かと思います。環境がどうでもいいということではありませんが、人命云々となれば、それはそうかなということで法的にはできている感じがいたしますので、また整理して御相談したいと思います。

○今回のここでの検討、全体会議でやるべきことですが、基本的には大震法の枠内で、著しい被害を受ける地域が、例えば地震に対する警戒を発令したときにどう対策するかということが、どうしても大震法の枠内での議論が一つ必要だろうと思うんです。ただ、そのときに今の問題、現時点で被害が起こる可能性をどうふうにとらえるかという時点で、今の先生の指摘が重要なんじゃないかと思います。具体的にその対策をここでやるべきだという意味、ここの議論の範囲を超えたいと思いますけれども、被害想定、被害の予測という観点では重要だろうと思いますので、少しここでの議論としてまとめていきたいと思います。

○要は被害抜きにこういう議論するのは間違いなんです。なぜかという、この会議の目的は、東海地震が起こって津波が発生したときに、その地域の人的、物的被害をどう減らすかということですから。どう起こるかじゃなくてどう減らすか。それにつながるようにどう起こるかということを考えないと。どう起こるかを先に考えてそれで被害がどうかと

というのは逆なんです。そうすると、これまで出ていないような被害形態を洗い出さないと、そこで実はそれにつながるような起こし方というかこれを考えないと。地震動の設定だって、それを考えないと。いわゆる物理的にこうだからこうだという一方通行ではなくて、被害からそういう起こり方は起こらないのかというアプローチも要るんです。というのは、我々はすべてわかっているわけではなくて、非常に不明確なファクターがある。となると物理的なメカニズムでわからないところもやはり入れなければいけない。そういうジレンマがあるんですが、やはり被害の出方をきちっとやっておかないと。

卑近な例ですが、今まで漁船が陸上に上がってどうなったかという議論はあったんですが、今回のこの地震が起これば、多分 1,000 トンを超えるような船が陸上に上がる。道路を閉鎖してしまう。それに対処するにはどうしたらかといったら、災対法では何の決定もなされていない。そうすると災害対は遅れるのは目に見えているわけです。そこをここで議論するかどうかは別として、そういうことを想定した外力というものを考えないと、考えてませんでしたでは、この調査会としては申し開きのしようがないんじゃないですか。

○先ほど来の被害について、そういうことが排除されていいとは決して思っておりませんで、そこは全く意は同じなんですけれども、それと何度も申し上げたように、2面に分けて一度頭の整理をしないといけないんじゃないかと思っております。やり方についてどうするかは、また見えたところだと思いますが、例えば並行して別途な調査会を立て方がいいのか、この中で一緒にやった方がいいのか、いろんなやり方があるかと思います。いずれにしろ、被害の想定と対策については全くおっしゃるとおりなんですけれども、それともう一つ、事前の警戒エリアだってそれを踏まえたものとして構成されるべきだと思います。あわせて、ある程度のところは整理していかないといけないと思っておりますが、被害の想定と対策についての詳細をずっとやれば、それはそれで相当な検討になりますので、ここで主要なものとしてどこまで取り込むべきかという整理を1回していきたいと思えます。

○津波に関連するんですが、これは震源モデルの方のアウトプットにも関連するんですが、基本的にはこれはプレート間地震と考えていて、1枚の矩形の断層モデルが何かを出す。それが何枚かの矩形を組み合わせたようなものになるかもしれないけど、基本的にはそういうメインのプレート境界断層面のモデルを出すということだと思うんですけれども、現実には、東海地震に限りませんが、プレート間の大地震が起これば、ほぼ必ず上盤の中の枝分かれの高角断層が動くと思うんです。それが沿岸の津波には非常に大きな影響を与える。

だけど、それは今まさにおっしゃった物理的にわからない、起こってみなければわからないところが非常に強いと思うんです。ですからどうしようもないんですけれども、そのことはぜひ御考慮いただきたいと思います。安政東海地震とか過去のものを見ても、多分それによると思われる津波の非常に複雑な挙動というのがありますよね。思いがけないところで非常に高い津波が出るということもある。

○私どもは例えば南海地震津波の計算は、今おっしゃっているように紀伊水道側で上盤が3層ぐらいに割れるという仮定で計算しております。だから、非常にプリミティブなものでやっていただいた後、詳しい計算は先生おっしゃるようなモデルで追加していかないといけないだろうと思います。実際の津波は多分そういう形でやってくると思うんです。ただし、事前の警戒の区域分けなんかをある程度、倍以上も変わるような結果ではないですから、地域によってかなり変わることも事実なんですけれども、そういう計算も研究サイドではやっておりますので、そういう成果をどんどん入れていただいたらよろしいかと思います。何でもここでやるというのは無理ですから、津波の計算については非常に細かい検討もやっておりますので、また機会があればそういうことを御紹介したいと思います。

○今のコメントは、地震動を計算する場合にどのように考慮するかということにも効いてくると思うんです。それが非常にゆっくりした動きだったら、地震動にはほとんど影響し

ないということになるんですけれども、非常に急激なものだったら当然地震動にも影響することになると思うんです。その辺は震源モデルのところでは御検討いただきたいと思います。

もう一つは、地震動そのものを計算するときに、要するに強震動というのは津波とちょっと違って、全体を一様にとすると強震動は小さくなってしまいうんです。だから、どこか局部的に大きなすべりがあるということで地震動が大きくなったり、構造物に被害を引き起こすようなものができるわけです。今回のモデルを考えるに当たって、その後の研究としては固着域がわかるようになった。固着域は、地震学で皆さんが言うところのアスペリティーそのものだとは思うんです。固着域がわかれば、それは強震動の予測に非常に重要なデータになるわけです。

しかしながら、本当にコンセンサスが震源モデルの検討の中で得られるかどうかは非常に難しい問題だと思うんです。コンセンサスが得られれば、それが一番リーズナブルなモデルとして強震動を安心して計算できるんですが、もし得られない場合は先ほちょっと言ったような形で、例えば都市を想定して危険サイドがどうかという計算に、今度は物理を離れてどちらかという工学的な被害が大きくなる場合を想定したらどうかという別の判断になってしまいうんです。そこについては震源モデルの検討で、どこまで科学的にコンセンサスが得られるか。得られない部分については今先生が言われているように、我々が警戒すべき都市の被害という観点からは、どういうふうに震源を考えたらいいかを想定せざるを得ないと私は考えています。これについては、できるだけ震源モデルの方で絞り込みをお願いしたいと思います。

○次回は5月29日ですよね。きょうはその方法論について議論しとかなないといけないんでしょうか。まだ余裕があるのか。

○きょうはいろんな議論をもとに、後から事務局にまとめていただきます。問題点はきょう出していただきたいと思います。

○地盤と液状化について1点だけ伺いたいと思います。10ページですけど、いわゆるメッシュデータ、面的な連続データと、それから方法Bででしょうか、離散的なボーリングデータ、これを組み合わせる。大変結構だと思うんですが、実際にはどういうふうに組み合わせるか非常に難しい話になるのかなと思います。地図が2枚出てきて、ボーリング地点ではこうだ、メッシュデータではこうだとするのか、またそれが違ったときにどう判断するのか。できれば相互にメッシュデータをボーリングデータで変えていくとか。メッシュデータは随分つくられたと思いますけど、非常に陳腐化されている。それから人為的な判断が入っているというのがありますから、新しくボーリングが出てきたら、それによってメッシュデータを変えていくような方法論をぜひともお考えいただきたいと思います。非常に難しい注文だと思いますが、お願いしたいと思います。

それからもう一点は、これも非常に細かいことで恐縮ですが、15ページの上の図でございいます。これは石原先生の図ですが、これは液状化によって地表面に噴砂とか地割れが出ないということでありまして、家屋の被害推定をするにはこれでいいだろう。直接基礎のものですね。ただし、産業施設のように基礎があるようなものについては要注意でありますから、これだけでおやりになると、今回はそれはやりませんけれども、その次に使うときにここは液状化の影響がないということで素通りすると、基礎のあるものについてはぐあい悪いことになりますので、御注意いただきたいと思います。

○どうもありがとうございます。個々の手法に関してきょう十分議論できる時間はとれないと思いますので、できれば問題点を指摘していただくことと、あと個々の手法に関してはいろんな分野の先生がおられますので、事務局に御提案いただけるといいんじゃないかなと思います。できればきょうディスカッションができるといいと思いますので、ほかにも個別の手法に関する疑問点がありましたら、どうぞ御指摘ください。

○4ページの地震動予測の基本方針で、今の先生のお話とも関係するんですが、メッシュの方は1kmメッシュが割とはっきり書かれていて、恐らくこれが現実的だろうかなと思い

すけれども、1 km メッシュでやっても、ほとんどいいようなところと入り組んだところとあります。例えば建物が全然建ってないような田んぼの延々と広がっているところは2 km メッシュでも3 km メッシュでもよくて、都市部で特に崖地と入り組んだ谷があるところなどは、この辺の地域の要衝はまちごとに恐らく500mメッシュであるんじゃないかと思います。そういう使い分けというか、対象地域によってこのメッシュの切り方を変えることは多分なさるんだというふうに期待してよろしいですか。

○可能であればと思いますが、どの程度の可能性というか、ずっとそこに入り込んだおかげでその検討が膨大で、労力とベネフィットも考える必要があります。先ほど先生の方からお話がありましたように、どちらの先生のお話にしても、個別に手法については逆にこちらの方からも細かいことで教えていただきたいと思いますので、それを含めて整理してまとめていきたいと思います。

○それはぜひお願いします。ここでは方法Aと方法Bという2つの提案がなされているわけですね。それを組み合わせてやるという意味で書かれているんですか。

○10 ページは先ほど申しましたように、基本的には重ねて使えるものを重ねて使うというものでございます。

○わかりました。ほかに個別の手法に関して御意見ございますでしょうか。

○もう一つですが、2 ページの一番下の地震動の方で、アウトプットに変更していくと書いてあるんですけれども、最大加速度、これは前回の震度と最大加速度を直結するような形でできていますが、強震動加速度波形が出てくれば、速度であろうが、変位であろうが、震度であろうが、とにかく全部出てくると思うんですが、各地点ごとに強震動加速度波形はこういうもの出すというのを出すという意味ですか。それをもとにして最大加速度は幾らになる、震度は幾らになるというようなものでしょうか。

○そうです。

○そうすると強震動加速度波形がこの1 km メッシュ、ボーリングのある点ごとに出てくると思ってよろしいわけです。

○はい。

○わかりました。

○多少方法Aと方法Bにかかわるんじゃないかと私は思ったんですが、方法Bに関してはそれなりにデータがきちっとあるから、少なくともこの手法にのっとった計算が可能なんですね。方法Aというのは、データのないところも何とか無理やり出そうというわけですから、それは何らかの補完、外装にするのかそこを計算するのか、少し検討する必要があります。

○津波のところですが、津波の計算は沿岸部での波高を計算するのが基本だと思うんです。例えば沿岸部で4 mの津波が出たときに、実際に事前に警戒宣言が出て避難するときは、津波に襲われる可能性のある場所ということで避難するんですが、その辺をこの計算ではどう考えるか。

実際には、津波が遡上して人命に影響を与えるようなところまでが避難する地域だと思うんですが、現在のところ、これは静岡県がお考えになることなんですけれども、浸水したところ、もうひたひたと波が寄せるところまで現在避難するようになっているんですね。そのために32万人という数が出ていますが、実際に津波の被害が起こるときは沿岸部に限られるんですが、著しい津波被害が予想される区域をどう設定するかもお考えいただかないと、本当に遡上まで計算してやるのか、沿岸部の高さだけで区域が指定できるのか、そういう面もぜひ検討してほしいんです。

○ここでは、遡上まで計算すると書かれていますね。

○さっきありましたように、河川にしてもすべてやるかどうかというのがありますが、各地の現在の津波の関係でも若干地域地域で混乱しているところがありまして、遡上についても、ある程度とらえるべきものはきちんととらえておく必要があるという感じがしております。

○可能性はどうですか。

○多分東海地方に限定するなら、基本的には地震が起こってから津波防災をやる時間はないと思うんです。現実には逃げるしか方法はないわけです。となると今おっしゃるような、どのぐらいの波高のときに被害が出てくるのかということが問題になるわけです。我が国の場合は1896年の明治山陸津波から細かいデータがありまして、避難しない場合、波高が2mを超えると、ということは市街地氾濫が起こると人的被害が出るという実績があるんです。だから、ひたひたでも逃げるのかという議論ですけれども、実績としてはひたひたでも亡くなっている方があるということですから、市街地氾濫が起こるところはやはり逃げていただかなければいけないだろう。

アメリカのアラスカとかハワイは、津波の高さについては、ウォーニングを出してないんです。到達時間だけ出しているんです。というのは、場所が少し変わると随分津波の特性が変わるわけです。津波というのは長波というか、海底から海面まで水が動いているから非常に反射率が高いんです。複雑な湾に入ってくると、いろんな波が重なって計算精度が逆に時間が過ぎれば過ぎるほど落ちてくるという宿命みたいなものがあって。だから、10時間計算してその精度がいいのかというと、絶対そんなことは現実にはないわけです。駿河湾のようなところでは多重反射という問題も発生するので、そういうことを考慮していくと非常に難しくなってくる。

ここでフローチャートを書いているんですが、現実には、例えば第1波のピークのところを到達時間とするのか、市街地に水が上がってくるのを到達時間にするのか、これでも随分違うと思うんです。普通わかりやすいのは第1波の到達時間なんですが、でも市街地氾濫はそれより前に始まっているので、特に川を遡上してくるやつはそれでまず氾濫が起きるから、津波の伝搬時間も何をもって伝搬時間とするのかという、この辺も被害の出方とリンクさせないと、機械的に第1波が来る時間をということになると、非常にまずいと思います。

○どうぞ。

○御指摘のとおりと思っております。まず浸水域の計算のところについても、足元のひたひたまでやるのか、もう少し20cm程度で見るのか、そういうことも少し議論いただいて、著しいエリア、当然そこには時間も加味した形での検討をしたいと思っております。それに耐えられる必要なデータについては、ここで計算して議論いただければと思っております。

○そのほかございますでしょうか。

○地震動の予測で、長周期成分と短周期成分を別々に計算するハイブリット法という最新の方法で非常にいい方法だと思うんですが、この長周期成分を計算するときに、3次元の広域の地盤構造をつくらなければいけない。例えば東京から名古屋までの3次元構造をつくるとなるとかなり大きなデータですし、あとは陸域の構造はある程度わかっていると思いますが、海域の地盤構造はなかなかわからなくて、特に相模湾の構造は、東海地震と東京の間にありますので、東京の地震動を考える上では、相模湾の構造はかなり効いてくるんです。これがまたよくわかってなくて、かつ非常に大きな領域をモデル化しなければいけないということで大変難しいと思うんです。そのモデルをつくることも難しいし、それを実際に計算機が今の記憶容量で解けるのかどうか。その辺でどこかを何か簡略化しないと、全部まじめにやると多分解けないんじゃないかということも心配するんです。

○そのとおりで、まず震源域をどういうふうに考えるかによって、震源域が大きくなればすべての領域を差分法で解くのは不可能だと思うんです。その場合、この理論の方の計算自体も一種のハイブリッドで考えないといけない。それは皆さんにコメントをいただいた上で、震源領域をどう考えるかということと、計算領域をどういうふうに考えるか。著しく被害を受ける可能性が高いところに関して非常に、そこを先に考えるということですので、そこに関してはできるだけ精密なモデル化をした方がいいんじゃないかと思うんです。震源からやや遠いところは、すべて震源から3次元構造モデルを考えてやるというのは、

実際には不可能ですので、その辺は震源モデルと地下構造との関係で手法は改めて検討し直す必要があると私は思っております。

○今の計算領域の件ですけれども、大事なことを忘れていました。東海地震とかあの辺の地震が起こると、昔から地震道と言われている言い方があるんです。例えば甲府盆地とか諏訪盆地は、特異点的に震度が大きくなって建物被害が出ているんです。ですから、ぜひそのあたり計算して、飛び地であっても危険な場所は指摘していただきたいと思うんです。

○わかりました。それは前もって予測しておかないと計算しにくい問題がありますので、先ほど言いましたように遠いところを全部理論的にやるというのは不可能ですので。しかし、統計的グリーン関数法は途中をある程度はしよって、そこに関しては統計的な地震動の性質を使う。それはみんな甲府盆地に至るいわゆるQ、伝播パス構造がどうなるかということを観測記録で押さえておけば、今御指摘のことはできますので、その辺また事務局と手法について検討させていただきたいと思います。

そろそろ時間になってしまいました。きょうはいろんな面で御議論いただいて、モデル、手法に関して必ずしもここで方向性が定まったということはないと思うんですが、事務局からの説明で大震法の枠組みにおける期待されるアウトプットがありますので、それをまず第一に我々は考えなくちゃいけない。しかしながら、そのときに皆さん御指摘のようにどういう形で被害が起こるかということを想定しながら、つまり被害予測を正確にしながら、著しく被害を受ける地域を見直すという形でやれば、一応皆様の御意見のまとめになるのではないかと思います。

手法そのものに関してきょうは十分議論できませんでしたので、各先生、御専門の観点から見た場合の手法の問題点については事務局にお寄せいただくということで、第2グループに関する次回のときに事務局から改めて提案させていただくという形にさせていただきますと思います。

それでは、きょうの地震動及び津波の検討については終了させていただいて、溝上先生に交代したいと思います。

閉 会

○溝上座長 どうもありがとうございました。御審議をまとめていただきました。

次回でございますが、これは第3回目になりますが、4月10日、火曜日の午後2時からとなっております。ここでは東海地震の震源モデルに関する議論が行われることとなりますが、その際には、きょうもそれから第1回の会合でも話が繰り返し出てまいりました南海地震、東南海地震について、どういう考えでこれから取り扱っていくかという審議を含めてお願いしたいと思います。予知の可能性を含んだ東海地震と、それから南海地震、東南海地震の関係については、きょうもかなり議論が出ましたけれども、各委員のお考え、御意見をぜひ伺わせていただきたいということで、事務局の方からそれについての資料等説明があると思いますが、よろしく願いいたします。

○布村参事官 A4の一枚紙で、中央防災会議「東海地震に関する専門調査会」(第3回)の御議論についてというものをお配りさせていただいております。これは今座長の方からございましたように、次回の第3回の調査会のときに各委員のお考えを出していただければということで、できればそれについてメモでもいただければと思いますし、関係する資料等いただければそれをセットしまして、当日を迎えたいと思います。10日でございますので、できましたら9日のお昼前までにいただければセットの関係でさせていただきますが、もうちょっと早目にいただければありがたいですし、当日になって何かということであれば、それはそれなりの手配をさせていただきます。

それから、御参考までに下の方に(1)から(8)まで例えばこういうことということで、何も限定的な言葉で書いてございせんし、1つのことについて角度を変えてダブッ

ても書いてありますので、これ1個1個についてという意味ではございませんが、以下の
ような点のお考えをぜひ聞かせていただければということで書いております。これに限る
必要はございませんが、かつ部分的で結構でございますので、とりあえず書かせていた
いております。きょう御欠席の委員の方にもメール、ファックス等配らせていただきま
すので、よろしく願いしたいと思います。

○吉井政策統括官 若干補足して、いろいろきょうも御意見をお伺いしながら、若干議論
の進め方の順序の議論もあるのかなと思っておりましたが、私どもも全国の地震とか津波
の想定される被害に対して、どういうふうに対策を講じたらいいかということは、別に東
海地震に限らずやらなければならないと思っておりまして、例えば近畿圏、中部圏等にお
ける大綱みたいなものも早急に検討に入ろうと思っております。その場合には南海地震も
一番念頭に置かなければならないと思っています。

ただ、どこからどこまで切り離して議論してくれというのは非常に難しい話だと存じま
すが、たびたび事務局から申し上げて恐縮ですが、その中でも東海地震は大規模地震対策
特別措置法という特別のスキームができておりまして、そのところが最近いろいろ議論
があるので、そこをとりあえずお願いしたいということでお願いしております。

また、きょうの第2回の次の議論にも関係しますが、予知できるできないにかかわらず、
それはできないけどやるべきだということは当然やらなければいけないと思っておりま
すし、そこについてはいろいろ教えていただいて、御意見いただいてやっていかなければな
らないと思っています。例えば南海地震について被害想定をここで議論しないでくれとい
うつもりはなくて、そこは次のそういう場面での議論にぜひ使わせていただきたいと思
います。ここでの1つのアウトプットは、例えば東海地震の被害の想定はこれでいいのかど
うかみたいなことを主眼にお願いしたいという趣旨でございます。御指導をよろしくお願
いしたいと思います。

○委員 この(1)から(8)までの御質問に例えばメールでお答えするのに、この紙と
同じものをメールで送っていただけるとありがたいので、よろしくお願いします。

○布村参事官 そうさせていただきます。先生以外の委員にもメールで送らせていただ
きます。

今後の日程でございますが、別途紙をお配りしてございますように、それから、先ほど
の資料の最初の方にございましたように、大変お忙しいところ恐縮でございますが、4月
10日、火曜日、午後2時から虎ノ門パストラル、その後15日、29日という予定でよろし
くお願いしたいと思います。

事務局からは以上でございます。

それでは、どうもありがとうございました。本日はこれで第2回の専門調査会を終了さ
せていただきたいと思います。ありがとうございました。