

南海トラフの巨大地震モデル検討会（第51回）

及び首都直下地震モデル検討会（第35回）

合同会議

議事録

内閣府政策統括官（防災担当）

南海トラフの巨大地震モデル検討会（第51回）  
及び首都直下地震モデル検討会（第35回）  
合同会議  
議事次第

日 時 平成27年 7 月31日（金） 9:59～12:05  
場 所 中央合同庁舎 8 号館 4 階407会議室

1. 開 会

2. 議 事

- ・長周期地震動に関する検討
- ・その他

3. 閉 会

○池田（事務局） それでは、定刻となりましたので、ただいまから「南海トラフの巨大地震モデル検討会（第51回）及び首都直下地震モデル検討会（第35回）」の合同会合を開催いたします。

委員の皆様には御多忙のところ御出席をいただきまして、まことにありがとうございます。

本日は小堀研究所の小鹿副所長、工学院大学の久田教授にも御出席をいただいております。どうぞよろしくお願いいたします。

本日は今村委員、金田委員、佐竹委員、橋本委員、平原委員、古村委員、室崎委員、山岡委員、山崎委員、岩田委員は御都合により欠席となっております。

続いて、お手元の資料を確認させていただきます。

まず議事次第、配席図、南海トラフの委員名簿、首都直下地震の委員名簿。

非公開資料1「長周期地震動に関する検討事項」。

非公開資料2「地盤モデルの修正」。

非公開資料3「高層建築物の揺れの推計手法」。

非公開資料4「表層地盤の取り扱い」。

非公開資料5-1「南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動に関する報告（たたき台）」。

非公開資料5-2「南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動に関する報告 図表集（たたき台）」。

以上です。不足がありましたら事務局までお伝えください。資料はよろしいでしょうか。

非公開資料につきましては、委員の方のみに配付させていただきます。

まず議事に入ります前に、記事概要及び議事録の公開、非公開について確認をさせていただきます。

議事概要は早急に作成し、発言者を伏せた形で公表します。また、議事録につきましては、検討会終了後1年を経過した後に発表者を伏せた形で公表することとなっております。

また、本日の資料につきましては全て非公開とさせていただきます。

なお、本日は会場の関係で上座と下座が逆になっております。申しわけございません。よろしくお願いいたします。

では、議事の進行は阿部座長にお譲りいたします。阿部座長、よろしくお願いいたします。

○それでは、議事に入りたいと思います。

まず最初は3つ、短い議題が続きます。

1つ目の議題として、長周期地震動の推計に用いる地盤モデルの修正についてです。それでは、事務局より説明をお願いいたします。

○（事務局）非公開資料2、これまでいろいろな観点からの技術的な検討を重ねてまいりまして、この検討会とは別に長周期地震動、地盤モデルにかかわる有識者の方が集まって

議論を進めてきました。その中で幾つかの議論をして検討会の中で御報告していなかった事項について、後ほど確認を含めて御説明したいと思います。

まず地盤モデルの修正でございますが、この検討会を始めた最初のころに中部圏については余り適切ではないのではないかとということで、もともと文部科学省でつくられた全国共通のモデルを使うということで作業を始めたのですが、中部圏は少し見直したほうが良いということで●●先生からのサゼスションを受けて直しております。その資料が非公開資料2の4ページにあります。観測結果という今回、点検したい部分ですが、修正前と修正後が真ん中にあります。それぞれ構造モデルを少し直したほうが良い。観測データにできるだけ回したほうが良いだろうということで、修正後という形で地盤モデルを直して、その結果のモデルの固有周期を書いたものが修正後です。

一番下に散布図で書いていますが、赤で書いてあるのが修正前の部分で、それぞれの観測点直下の地盤モデルの固有周期と、実際に観測されたH/Vの固有周期を比較したものです。修正前と修正後、左側のブルーが修正後ですが、このくらい合わせることができたということで、4ページは今回直した静岡でした。5ページの中部圏を前回直しました。これは今回ではなくて、この会の一番最初に直したものです。一部大きかったところはこのくらいにあったということで、中部圏はこれで今、検討を進めています。

その後、首都圏の検討に入って、首都圏のほうも整理したほうが良いのではないかとということで、6ページに首都圏での検討結果を示しております。一番下を見ていただくと、少しばらついている部分はシャープにした感じで修正しています。

いよいよいろいろな資料をつくりかけて出す直前ぐらいになってから、徳島だとか一部のところで少し大き過ぎるものがないかという計算結果が出たので、地盤モデルを点検しました。その結果は2ページに関西圏、大阪首都圏と和歌山の一部、それから、四国のほうを書いてございますが、観測データで見たもの。一番下に修正前のものがありますが、見てみると一部愛媛だとか徳島のところに観測されるよりもやや周期が長くなる傾向の地盤になっていることがわかりました。それらについて今回修正をした。修正した結果は徳島、高知、香川、愛媛と四国を分けております。左側のほうに修正前は赤で書いているものがあって、修正後のような形で全体を締めることができた。

大阪については点検をしたのですが、一番下にあります。それなりに修正前のものもよくまとまっているという感じでしたので、今回は特に直しませんでした。いろいろな形で解析をして、それぞれのリージョンごとに点検をしたと聞いておりますので、大阪については問題なかったかなと思っております。このような形で地盤を直しました。

直った結果の部分、どこがどのぐらい変わったのかということでわかりにくいのですが、8ページにももとの全国共通一次モデルから最終的にどのように直したのかということで、徳島のあたりに修正だとか、そういうものがある断面図で見えるようにしています。それから、深さごとの分布がずっと、修正の前後が見えるようにしていますが、修正した一番のポイントは、ずっと行っていただきましてページがついておりませんが、H/Vスペク

トルのこういう絵が出ております。黒いのがある観測点で観測されたH/Vのスペクトルをとったものです。複数ありますので、その平均をとったものが黒い太い線で書いてあります。

ピンクっぽい赤い線が構造から出した固有周期でございまして、それがどのくらい合っているかというようにして、浅いところの構造を直していきます。3キロぐらいの地震基盤の深さは今回、特によほどのことがない限り、そこは変えずに上にある層を少し修正して、卓越周期が大体合うように修正したという部分でございまして。左が修正後、右が修正前で、見ていただくと大分直って観測に近くなっているかなということがわかるかと思えます。

同様のものが2ページから、それぞれの場所ごとに書いてございまして、一部まだもう少し直したほうがいいのかという指摘を受けそうな場所もありますが、前に比べると格段によくなったのではないかと思います。横軸に周期で、縦にH/Vのスペクトルの形を示しております。それぞれの観測点ごとに点検しておりますので、観測されたデータを全部書いたのが薄いグレーの線になりまして、それを明確化してとったのが黒い線で、おおむねこの黒い線が中心付近にある程度のものにしていく。それぞれのスペクトルの左にあるのが、そのスペクトルに対応する構造でございまして、さらにスペクトルの右にあるのが構造でございまして、全体に左側が修正後、今回合わせたもの。それから、右側には修正前。場所の地点がさらに右側に地図があつて赤くなっています。このスペクトルの中の赤い線と黒っぽい平均的な線のおおむねのピークの場所が合っていると、大体構造的にはつくられたかなと整理をしたものです。

それから、我々の今回の計算は2秒以上をターゲットにしていますので、1秒以下のところはさほど重要ではないのですが、今後使うこともあるので、1秒以下のところも少し見えるように合わせているという部分であります。そういう形で見ただけならばと思います。従来のものより、先ほどの散布図で真ん中にシャープになっていたと思うのですが、このピークの位置が周期が長いほうのピーク、一番最初のピークの位置が全体によく合うようになったということにございまして。それが先ほどの散布図が締まったということ。

今回この形で計算を進めた。ただ、かなり広い範囲で、気づいたのはつい最近でしたので、全国を直すというのはとても無理だということで、今回のあくまでも検討の範囲をこのデータのあるところ、主として3大都市圏を中心とするというように取り扱わせてもらうことに。他の地域はこれから日本海溝、千島海溝、その他の検討が進む中で全体的に長周期の検討に必要なところを順次点検をして修正をしていく。したがって、これまで新潟とか富山とかいろいろなところ、周期が長いという部分で揺れやすいという絵をお見せしていたのですが、新潟、富山がどのくらい長いのか、合っているのかというのはとても点検できませんでしたので、これから見せるときはもう少し狭い範囲にして、特に三大都市圏を中心にするという形で今回まとめたいと思っています。

これが地盤の部分でございまして。

○それでは、御質問、御意見がありましたらお願いいたします。

○内容ではないのですけれども、このようにしてつくられた全国モデルというのは、最終的に公開されるのですか。公開というか、公開資料の中に絵としては含まれると思いますが、せっかくつくったからこれを使いたいと思う人が。

○（事務局）これまでもそうですが、大体データとして公表をしています。ただ、いつも内閣府のホームページで見られるようにしているのと、何かあると問い合わせてくださいとしているのですが、なかなか資料をお返しするまで時間がかかってクレーム、不満が出るのが時々あるやに聞いておりますが、基本的には公開しています。

○出てしばらくはそうやってホームページにあって、時間がたっていくと要するにホームページそのものがちゃんと維持されていけばいいのですけれども、せっかくですから何かちゃんとしたデータベースかどこかにあるといいかなと思います。

○（事務局）見やすくどうするかということと、それから、文科でも類似のものをつくっているので、最後はどこか共通にできることは共通にして、互いに活用できるような形についても検討したいと思います。

○国として2つのモデルが出るから、そこはうまく調整をしていただいたほうが。

○結構変わっているところはあるのですけれども、修正前のモデルのどういうところに問題があったとか、そういうことがもしわかれば。

○（事務局）上のほうのところ、徳島の例でいきますと、彼らはインバージョンをかけて振幅と周期と合わせるような形で観測データで構造を直している。大阪は大体それでうまくいった。徳島はもともと共通1次モデルをもらって、それをもとに計算をすると、自分たちのモデルはさらに深くしたほうが適切になるという答えしか出てこなくて、深くしたら他の先生からそんなに深くないだろうとあって、それなら直せないと言ってしなかったの、なぜそうなったかは知りませんとだけ言われて、そこは聞いてみます。

それから、地質構造に大分主眼を置いてエリアを広げたという書き方をしっかりしてこなかった。別府湾とか九州のほうの問題もあって、九州のほうも一緒にとったのですが、別府湾を外したものを構造探査で調べている。西のほうはまだこれからなので、別府湾だけは自信はあるけれども、その他はまだ使ってはだめと言われたので、九州は今回外すことにしました。

○関連して、資料の1次モデルは基本的には地質モデルをベースにつくって、こういう観測記録とのチェックは余りやっていないので、これはせっかくやられたのですから、今、御意見がありましたけれども、どのように修正したのか含めてしっかりと出していただくと、後ですごく役に立つ情報になります。

○（事務局）修正の仕方も含めてですね。わかりました。

○記録もどういう記録か。K-NETの記録を使ったのですね。どういう記録をもとに、どういう合わせ方をして修正したのか。そういうものも含めて残していただくと後で非常に役に立つ情報になると思います。

○それでは、大分時間も超過していますので、次に移りたいと思います。

次は高層建築物の揺れの推計手法についてでございます。説明をお願いいたします。

○（事務局）本検討会では周期2秒以上を対象にして差分法で計算をするということと、それより短い波については既に震度分布等を計算する際に統計的グリーン関数法で検討しているのだけれども、それを推本でやっているような両合わせで短周期から長周期まで含めてハイブリッドした形での波形合成をしたものはありませんと言っておりました。周期2秒以上だけの資料を用いて、さまざま検討していこう。

その中で特に注目される高層ビルの揺れの程度がどうかということで、特にビルの中にいる方々に家具固定の必要性だとか、地震で揺れたときに身の安全を守るにはどうすればいいのかということの注意喚起をするためのビルの中の揺れを計算しようと、高層建築物と書いてございますが、室内の揺れに相当する床の揺れです。特にここでは最上階の揺れを中心に検討しようと思っておりますが、その最上階の揺れを検討するにはどうしても2秒よりも長い、建物にとっての1次モードに相当する波形だけではなくて、2次モード、3次モードまで揺れた形で評価をしないと、加速度とか速度とか十分に正しく出ないのではないかという指摘を受けました。

そのことから、ここでは工学系でよく用いられている応答スペクトルの合成法、特に自然和平方根法（SRSS）を用いるということで資料をまとめたものでございます。

2ページ目、3ページ目は通常のビルの建物と、応答スペクトルによってモード分解をするということを書いてございます。3ページにそのイメージを書いてございますが、1次、2次、3次の固有モードであらわされる。それを出したものが実際のビルの内容。

実際のビルの検討では、それぞれフロアごとに刺激関数というものをあらわした形で計算ができるようにされておりますが、我々はその各フロアではなくて、一番上の最上階のものみに注目する。その刺激関数をまとめたものが2ページに書いています。その中で4ページの自然和平方根法（SRSS）と書いてある、これでもって近似的に出してみる。実際に波形を出して全部求めて足せばいいのですが、なかなか全部をするのは大変なので、それぞれのモードごとの最大値を計算して、それを操作することによって全体の最大値が近似的に出せるというそれぞれの方法があるということでございます。ここで3つ書いてございますが、我々は真ん中のSRSS法というものを使うことにしたということです。

実際にこの方法がどのぐらい適切かというものを見るのに、実際の観測データで見たものが7ページ以降に示しております。実際の観測データの1階の波形と一番上の波形、それぞれを応答計算して、モードごとに応答計算をして足して合成すると大体最上階の波形に近いものはつくられますということを確認するためのものです。

6ページに戻っていただきまして、とは言うものの、記録を見ても早いうちに短周期の波があって、2次モード、3次モードに相当する波が早いところであって、その後、表面波で大きく揺れるというので、1次モードのピークは後ろのほうに、2次モード、3次モードのピークは前のほうにある。これを先ほどの各モードのピークごとの二乗和の

ルートをとると正しく表現できないのではないかという懸念もありまして、前半と後半に分けるということも検討しました。

結論は、もともと誤差のある範囲で出しておりますので、結論は別にそれほど気にしなくて、それぞれモードごとのピークを計算するだけで前半、後半を分けて計算しても余り変わらないということがわかりましたので、全部をモードだけを計算して最大値を取って二乗和のルートで応答値を求めることにしたものでございます。

7ページからずっと書いている資料の右下にSRSS法の案1というものと案2の①、②というものがあります。この案1というのは全体の中のそれぞれモードごとの最大値の二乗和のルートをとったもの。案2の①、②というのは前半と後半に分けたものでございます。

7ページで見えますと、前半、後半に分けて、前半のほうで大体案1と同じぐらいになって、このくらいの差だという部分でございます。ずっとそうやってほかも同様に見ていただければと思います。波形そのものは実際の加速度の地下の波形と20階の観測記録、各固有周期の応答波形を右のほうに計算して、それを足したもの。それが合成波としてつくったものでございます。左側の一番下と真ん中を比べて、地上の応答記録を用いて、これとこれを比べていただくと、このくらい程度によく似た形でつくることができるというわけでございます。本当はその波形を全部そのように合成してやるのがいいのかもしれませんが、全部の地上の部分の正しく出しているかどうかとか、実際に検討してみると、SRSS法で十分だろうということがわかったということでございます。その検討結果はずっと後ろのほうに、14ページからグラフで、散布図で示しています。

この計算をするときに、減衰乗数は全部2次モード、3次モードも1次モードも全て2%で同一にして計算をしております。2次モード、3次モードで減衰乗数を変えたほうがいいという論文もありましたが、先生方の意見からそういうものもあるけれども、全部一緒にやって2%程度がいいのではないか。実際に確認したところ、おおむね1~2%変わらないということがわかりましたので、全部2%で計算をしております。

グラフをずっと見えますと、前半、後半を分けても余り変わらない。先ほどの資料のとおりでございますが、余り変わらないということが確認されましたので、今回、我々はSRSS法で1次モードは差分法で求めた計算から、2次モード、3次モードは統計的グリーン関数法で用いた波形から2次モード、3次モードを出して合計するという形をとることにしたということです。

それらの計算結果を後ろに示しておりますが、資料が出ておりませんでした、●●先生から例えばビルの20階相当あるいは30階相当にすると、何秒という固有周期がそこにぴたっと当たるわけではない。ある程度幅を持つのではないか。その幅を持った形で何階相当と出したら、固有周期は少し幅を持たせて最大値をとるというやり方がいいのではないかという御指摘を受けております。

それについて、きょう資料を添付してございませんでしたが、前回、±5秒を全部とろうかというお話をしていたのですが、短いときも長いときも同じ5秒、0.5秒というのも違

うかなと思いました。拡張スペクトルという方法があって、大体10%ぐらいでピークをとるという手法で既につくられているものがあることがわかりましたので、今回はこの計算手法で拡張スペクトルを用いて10%、2秒という2秒の10%をそこに入れる。5秒だと5秒の10%を入れるので、5秒だと±0.5秒になるのですが、3秒ぐらいを見ようとするすると±0.3秒、そういう形に入れていくという手法をとろうと思います。今それで最終的な先ほどの構造を入れ直したものを含めて全部計算し直して、最終結果で資料をつくり直そうと思っておりますので、次回るときにそれを見ていただければと思います。

もう一点の宿題でいただいております点で、●●先生から浅部の地表のところで増幅があるのではないかと。今回、我々の計算は工学基盤までをモデル化して、工学基盤より上の柔らかい部分は特にモデル化して計算しておりません。それだと過小評価になったりしているところがあるのではないかと御指摘を受けています。杭も打つからいいのではないかと、固いところまで打っているのだから大丈夫ではないでしょうかとか、そんなことを言っていたのですが、いろいろ調べていく中で、そういうことがあることも確認できましたので、そういう資料をまとめてこの中に入れております。

データとして実際どうなっているかという資料はなかなかないのですが、KiK-netで上下で孔中と地上とをはかった資料があるのですが、孔中と地上の振幅がどうなっているのかということだけまず資料として調べたものが2ページ、3ページでございます。これはほとんどは固いところにあるので、柔らかいところと固いところで大分違うのではないかと御指摘を受けましたので、つくったのが4ページですが、3ページの資料はボーリングデータの中で大体100メートル前後のものを選びました。200、300とか深いものも幾つかあったのですが、おおむね100メートル前後で深さが一定。下の層の深さが一定している程度のもの。それを選んでつくったものが3ページの下でございます。一番下と上の比をとったものです。短周期のほうがばらつきが大きく、全体として増幅している場所もある感じのものが見られます。ばらつきが大きいと資料ではある。

4ページは、今度その中で表層のスピードが遅いものと速いもの。固いところと柔らかいところ、それを分けたものです。柔らかいところは層で典型的に物すごい柔らかいところはなかったのですが、400メートル以下の部分も少しありましたので、400メートル以下を1つにしてまとめたのが左側。それから、1,000m/s以上のものをまとめたのが右側で、表層が固くなれば全体として余り増幅がない。長周期のほうは特に増幅がないことがわかります。

その下のグラフは、一番下の孔中のセンサーがどのくらいのスピードのところにあるのかということを示したもので、400よりも下のものは800~1,500ぐらいまでのところにピークが来ます。もう一つ、3キロぐらいのところもあるのですが、そのくらいの柔らかいところがあって、もちろん固いところになると3,000m/sぐらいの孔中のスピードがあったものが大半であることがわかりました。ただ、これはあくまでも反射していく前も含めて全部見ているので、長周期の部分についての増幅が少ないというのはほかに比べて言える

けれども、この資料だけでどのくらいということを行うのは注意が必要だという指摘も受けまして、実際に江東区のほう、層厚が厚いところの部分が特に心配だという御指摘でしたものですから、そこのボーリングデータを調べて数値計算を含め点検をしたものが5ページ以降でございます。資料が見にくいですが、上の四角の絵の中に小さくぼちぼちと書いてあるのがボーリングの場所で、それに相当する絵で沖積層の深さをプロットしたものが下の絵です。赤いところのほうが浅いので、緑になるところ、ブルーになるところのほうが高いところですので、こういうところのほうが高くなるのではないかと見られるところではあります。

6ページにボーリングデータは全部ないのですが、ボーリングデータのあるところ、それから、実際に我々がここをモデル化する際に、工学基盤をどの深さに置いているのかということも2本の断面図のところに書きました。浅いところで250メートル、深いところで450ぐらいの範囲なので、その表層の深くなっているところに必ずしも下の工学基盤のものが、深さが一致しているわけではないということもわかります。ここからずっと東にかけてさらに全体が高くなっていくので、その中でのもの。我々の計算結果は、この工学基盤の深さと、その上の厚さの部分で反映しているもので、表層の江東区が深くなっているということも特に反映した計算結果になっていないということもございまして、こういうことも今回の計算の中での留意事項としておく必要があるかなと。

数値的な計算は7ページ以降で、ボーリングデータがあったところの層構造を置きまして、そのボーリングデータから工学基盤までの下は構造がわからないのでそのまま工学基盤と同じ層厚が続くとして、どんと骨格を置いて、地震基盤のところまでモデル化をして、地震基盤にある入力波を入れて、それが孔中に相当する場所と地上に相当する場所で波形がどのようになっているのかというのを書いたのが7ページの右の部分です。左がそのモデル。PS001と書いている場所がどこかと言われると地名を書いておかなければいけないのですが、北のほうの、我々が持っている一番左側の部分で比較的柔らかいところ。それで見ると表層はこの場所では余り増幅はしていませんが、孔中のものに比べると2倍ぐらいの大きさになっていることがわかります。入力波に対して大体4～5倍ぐらいの振幅増になっています。孔中のものに対して2倍。

それから、同じような形でそれぞれの場所を示しています。8ページは上下分けて計算したものがどのくらい正しいか検討したもので、8ページは割愛します。

9ページは周期の違いを見ようということで、極稀というちょっと強いものを入れて、それで周期のずれを見てみようとしたものです。その周期のずれのところは10ページを。それで先ほどの分けてやったもの、8ページのところ。赤い線2つを見ていただきますと、極稀のほうはやや周期が延びていることが見えそうな気がするのですが、ただ、我々の計算がこれを本当に正しく反映できているかどうかかわからないので、御指摘を受けた傾向は見られそうなことはわかったのですが、そこまで正しくやるかどうかはわからないので、参考程度にとどめて少し大きくなる可能性があるということでもめました。

11ページ、3番目のところが70に対して150で大体2倍ぐらい。同じく極稀のものですが、15ページを見ていただいて、これも大体このくらいの厚さ、層厚が40～50メートルで浅いところだけありますので、このくらいの大きさになっているということでございます。

それから、PS013というところで見ると余り変わらない。403と439というので必ずしもそう大きく増幅していないような場所も見える。これは計算とか乗数の関係かもしれないので、このくらいの差があるということを言って、我々の計算は今回工学基盤までしかないので、あくまでも今後、細かい計算をする際には上も見ていただきたいと思いますという注意喚起で終わろうと思います。

この件については以上でございます。

○最初の話が高層建築物の揺れの推計手法でございました。

続いて表層地盤の取り扱いというところの説明がございました。

全部まとめて御質疑をお願いいたします。

○まず前半の変位と速度なのですが、観測波形のほうは絶対変位と絶対速度ですね。比較しているSRSSのモデルは通常、何かやってしまうと相対速度、相対変位を出す場合が多いのですけれども、両方同じもので比べていますか。

○（事務局）一応そのそうしたつもりですが、相対になっていますね。

○相対になっています。とすると、比べているものがひよっとしたら違うかもしれないですね。観測は積分している。

○（事務局）そうですね。最後のところの入力、応答のところの後で入力を入れているかどうか確認します。

○それだけ一度、確認したほうがいいかなと思いました。

後半のほうはどうもありがとうございました。増幅度の違いということと、本当はこのくらい厚いものがあると卓越周期も少し変動があるかなという気もしていて、多分この中の赤色と青色の線が比較してあるものが、2つに分けたときと全体を1つのモデルにしたときの差だと思えばよろしいのですね。

○（事務局）はい。見えるのですけれども、そこまで完全に言われるほどぴしとは。

○ぴしとは見えないですね。

○（事務局）注意として言われている中に書いておこうかなと。

○わかりました。統一計算の青色が少し赤色に比べて長周期のところにてこぼこがいっぱいあるというのは、何か理由があるのですか。ここはわからないですか。わかりました。

違うか。分割というのは2つの掛け算ではなくて、分割と書いてあるのは工学的基盤より上だけの話ですか。

○両方とも地震基盤からの増幅。

○ただ、例えば8ページの結果を見ると赤色のほうが1.数秒にしかピークがなくて、それより長い周期がないということは、工学的基盤より上だけの増幅特性ということはないですか。地震基盤からだったらもっと8秒とかが乗ってこないといけない気がして。比較を

するのは地震基盤からの掛け算の周期と青色の周期に変動があるかどうか。多分、赤が違っている気が。

○（事務局）それで今回、主として調べようとしたのが、強い地震波で揺れたとき。それから、そうでないときで固有周期は全体の揺れ方で、我々の持っている計算プログラム、我々のところで持っている非線形のやつとかいろいろ入れてやってみたのですが、ほんの少し非線形の中の何とかというものを使って少し周期が延びている傾向が見えたのですが。○私もわからなくなってしまったのですけれども、統一計算というのは何を意味するのですか。

○掛け算だったら変ですね。

○要するに基盤の定義が違うだけではないですか。工学的基盤と地震基盤の違い、そんな気がするのです。

○（事務局）赤とブルーは後ほど調べます。重要にした稀というのと極稀と書いているのは、これは入力波形を書いた。入力波形を強くして行って非線形性がどのようになるのかというのを見てみようというので、001の稀というところの7ページは入力波形が40で、その次が90、200、最後は200と40ぐらいで少し強くしている。

○そういう意味では強くすると、周期が1秒より長いところで増幅は大きくなっているということはあっていいのですね。

○（事務局）そういう傾向は見えてきた。それで固有周期全体が地盤の固有周期が長くなって、建物の部分に合ってくることもあるので注意が必要ではないかという御指摘を受けたので、それを確認するために入力波形の強さを変えて入れてみた。そういう傾向は見えるのだけれども、どのぐらいとか見えないので、そういう傾向もあるのでといったことを留意事項で書こうと思います。

○赤い線を見ればいいわけですね。

○（事務局）とりあえず赤い線だけ。

○9ページを見ればわかるのではないですか。1層目の出力波形が地表まで考えたものですね。基盤までのものが3番目の2と書いてあるから極稀の一番下が本来の計算で、だから一番下と一番上を比較して●●さんが心配されているのは出力波形、一番上のほうが周期が変わったり大きくなったりする。真ん中はE+Fだから途中の計算で一番下だと思うのです。2E同士で18層目の2Eと、3つ目の神戸波に関して18層目の2Eだと思うのです。

○18層目が地震基盤なのかがわかりにくい。何だろうと。

○だからそれを比較してどうか。それが青と赤になっていないと意味がないわけです。

○（事務局）今、具体の計算をした担当がいないので、そこは十分にわかりませんでした。済みませんでした。

入力のところは途中のところまで1回見てみようかという話をしていたので、その部分で途中のものと上までしたものというので分けた可能性。

○やっていることはそれでいいと思うのです。だから一番上のほうは非線形の影響で高周

波が落ちてしまっているから、長周期だけ見ればそんなに変わりませんよというのを言いたいのだろう。

○（事務局）というのできょうはスペクトルは。周期が長くなるという部分をやってみると、そういう傾向は見たのだけれども、明確には見えなかったので、乗数を変えるとかなり変わるので、●●先生からの御指摘の部分は注意事項に書くことでとどめたい。我々の計算そのものは工学基盤までの計算で出して、上の部分で周期が延びることがあります、あるいは震度増幅になることがあるので、それぞれのサイトで十分調べて実験をして対応してくださいということで書く。

○質問よろしいですか。ほとんど素人同然ですけれども、ボーリングの位置図を地形との関係で見ますと006が山の手台地に当たりますね。その中の沖積の部分かもしれませんが、基本的には山の手台地の地質。そのほかのものは利根川低平地で、ここには最終氷期の谷を埋めているのもあるかと思えますけれども、条件が違う。工学的地盤の深度を見ても006は16.30mとほかのものより浅い。40～70と基本的に違う。場所の条件が違いますので、計算されたデータの見方もよくわかりませんし、専門の方に、そういう目で違うかどうかについて少し場所の条件を検討していただくことも結構重要なのではないかという気がします。御検討いただければ。

○（事務局）006は固いところで、余りデータがなくて次に関東圏をもう一回丁寧に検討するときに表層の部分を整理してみたいと思います。

○入力が神戸と書いてあるのは原波ではなくて告示スペクトルに位相を神戸を使ったとなるのですか。工学的基盤から上に入射して計算した。ちょっとやっていることが理解できない。

○（事務局）神戸波は観測データか告示波か。

○位相だけ神戸。

○非線形だったら通常のSHAKEを使った。そうすると液状化に対する注意というのは入れたほうがいいですね。

○（事務局）それで、その議論をし始めると難しくなり過ぎて。

○入れる必要はないですけれども、注意は必要。これで長周期にならないというのは多分違う。

○（事務局）それで非線形のやつは最後はやめて、周期が延びるといのは非線形でやっても少し強くなるとそういう傾向が見える。

○留意事項でいいと思います。

○20分オーバーしていますのでここまでとしますが、内容は相当に専門的なもので、専門的な方から御意見をいただくということはこれまでやってきたと思うのですけれども、今後も必要なら専門家の御意見を聞き取るように努力をしていただければと思います。

次の議題がきょうのメインでございます。次の議題、長周期地震動に関する検討事項に関して審議を進めたいと思います。事務局、資料の説明をお願いいたします。

○（事務局）非公開資料1、もともと今回の検討の中で過去地震を対象にした長周期地震動の検討というのがまず1つのメインで、南海トラフについては宝永、安政の東海・東南海、昭和の東南海と南海、5つの地震をターゲットにする。関東のほうについては大正関東地震。元禄は最大クラスなので主としたメインは大正関東地震。過去地震をメインにすることと、最大クラスを検討するという2つの大きなものがありました。

それらを検討する中で、特に最大クラスの取り扱いをどうするかというのが、当初の南海トラフの強震断層モデルをつくったときからのずっと課題でございまして、それをもとに長周期の最大クラスの設定というのを議論してきたというのが経緯でございます。

最大クラスの強震断層モデル、どのようにつくってきたのかということで、復習を兼ねて非公開資料の1ページ目の上、(1)最大クラスの強震断層モデルと書いてあるもの。2つの方式と書いてありますが、南海トラフで検討した最初の方式、これは2012年方式。それから、首都直下でも最大クラスを出しています。これは2013年方式で、今2つの方式がある。南海トラフの2012年方式はスケーリング則を入れて、かつ、系統的に面積で割って、応力降下量がそれぞれのSMGAで2個ある場合にはという当初の東海を使ったレシピを使って、今は応力降下量を全部一緒にするというレシピなので、そちらにするかどうかというのを議論したのですが、東海と同じにするのと、所詮、最後は観測に合わせてパラメーターCでたたいていくのでいいのかなと思って、パラメーターCでたたく方式をとるので、このやり方をしています。

それから、地表の増幅率はよく揺れるほうの増幅率を使っている。その矢印であります、やや大き過ぎる。もともと応力降下量そのものがSMGAの応力降下量大きいところで46.4か5ぐらいあったので、それはちょっと大きいのではないか。それから、パラメーターCをもう少し大きくして小さ目にしたほうがいいのではないかという意見。もちろんSMGAを一番陸域、下まで置いているのは大き過ぎではなかったのかという意見もございましたが、割愛します。

首都直下では、これらの検討での指摘を踏まえながら整理をして、SMGAの応力降下量は全て同一で、多少のばらつきはあるけれども、東北地方太平洋沖地震を見ると20~30程度なので、全部同一で計算するのがよからうということで、同一の応力降下量で整理するというようにしたものです。25MPaでやるとおおむね震度の整理ができる。

それから、地表の増幅率は平均的なものを見て、それぞれ場所ごとによって $\sigma$ 、よりよく揺れたり揺れなかったりできるような方式をとっていたほうがいいのではないかという意見もあり、 $\mu$ 式と書いていますが、平均のものを用いています。おおむね適切ではないかと思っている。

実はこの方式はまだ公表しておりませんが、南海トラフの過去地震の再現モデルの検討の際に行った方式でして、今回初めてそれが公表される。方式的には2013年方式と同じだと。そのときに、南海トラフについてはもう少しSMGAの応力降下量を大きくしていたほうが合わせやすかったので、こちらでは30MPaを用いています。増幅率は $\mu$ 式を用いてやる。

関東域、相模トラフ沿いに比べて南海トラフのほうがやや大きいということで、25MPaと30MPaぐらいの差があって、全体的なバランスがいいのではないかとということで整理をしています。

最大クラスをどうするかというときに、20~30の中のばらつきの中の30で、もともとが最大クラスだというように整理するか、20~30の中で決めたものに分散があって、さらに2割ぐらいふやすとするかというのは十分議論してごさいませんでした。南海トラフでは30でやったので2割ぐらいふやした36で最大クラスをつくるのはどうだろうかということの相談をしていたところでごさいます。きょうは本当に36を使いますかどうかというのが後半で相談したい。

首都のほうについては、幸いなことに25でやって2割増しにしたものもあって、最大でも30だというようにした場合の30でやったことと、仮に30にしても矛盾はあると思っていますということです。

最大クラスの長周期地震断層モデルの部分でごさいますが、実際に東北地方太平洋地震の整理を見ると大体おおむね20~30で、過去のやつも大体20~30ぐらいに合わせると合っていて、SMGAとすると平均的に25ぐらいの中でばらつきがあって20~30ぐらいにばらついている。最大でも30MPa程度だと見たほうがいいのではないかと考えているということです。

非公開資料5-2の図表集の中の5ページの下、図7と書いてあるところですが、東北地方太平洋沖地震でSMGAが求められた部分で、大きな40MPaと出したものとか10とか5というように出されたものがあるのですが、そのアウトライヤーと思われるものを除いてみると大体20~30ぐらい、小さいものは15とか、このぐらいの範囲にある。平均をとってこのばらつきの中で見るというのがあるのではないかと。20~30と書くより15~30です。失礼いたしました。最大でも30ぐらいまでにした。

もう一方、実は次のページをめくっていただいて、「しかし」とあるのですが、実はこの図表集の6ページ、非公開資料5-2の6ページを見ていただければと思います。SMGA、東北地方太平洋沖地震で入倉先生や●●さんたちがまとめられたSMGAを用いて、そのまま我々が使っている統計的グリーン関数法で震度を計算しています。先生方は経験的グリーン関数法を用いて強震動の点検をされていると思いますが、我々の方式で仮にやると、そのまま用いると6ページの上のようになりまして、やや震度が足りない。それを合わせようとすると40ぐらいにして $-\sigma$ ぐらいに、 $\sigma$ と $\mu$ と平均的なものをやるとこのくらいになる。北のほうがやや弱いのではないかとされているところで、余り気にしないで見るとこのくらいだと。そうだとすると、震度のほうから想定すると40ぐらいにしないといけないのだけれども、実際、統計的グリーン関数法はやや距離が出たときにQの問題もあって、早目に減衰が見られるというところもあるので、そのことも含めて改めて検討したほうがいいのではないかとということで、必ずしも40にして整理するというよりは、東北地方太平洋沖地震と日本海溝のほうは距離が離れているので、そういう目で見たらどうかというこ

とで整理をしたいと思っております。

そういう目で見ると表にまとめましたが、強震断層モデルでこれまで検討してきた。それから、今回南海トラフについては2003年のときにどうしたんだというものがあって、当時 $\sigma$ 式で $-\sigma$ の式でよく揺れる増幅率を用いてやったとき、20~25MPaを用いていました。今回は $\mu$ 式にして揺れにくくした分、再現したときに全体が大きくなって30MPaぐらい。最大クラスをどうするかというのがクエスチョンで36でいくか、30のままでいくかというので、あるいは最大クラスの強震断層は今回、特に望まれているわけではないので、再現のところでは過去地震だけの再現でとどめておくのも1つではないかと思っております。

前回の2012年方式は24~46で、46が強過ぎたのではというところもあるので、このくらい。

議論したいのは今回のところで、長周期地震断層モデルは過去地震を30でやりました。最大クラスも同じ30で計算することにしたいと思っております。これを30と仮に36にした場合というので、上が30でいいですかね。何となくちょっと弱いので上が30で、海の中をいっぱい全部書いているので海の中ばかりが赤く見えていますが、36にする際の根拠が少し弱く、もともとが過去地震のMにすると、前のもので見ると8.7とかかなり大きなマグニチュードというか、大きな地震になってございますので、もともとは最大クラスに近い。30ぐらいで全部合わせて最大クラスについても30で検討したというのが1つ。

後半にずっと2番目、3番目と書いているのは、南海トラフについては今のよう形で過去地震を全部計算した後、最大クラスを出して30付近で行いたい。ここはまとめて今回の報告書で取りまとめるのですが、実は相模トラフ沿いについて神奈川の南のほうをどうするのかというのは何かすごく大きいだけけれども、今後の技術的課題ということにして先送りしようかなと思っております。

記録はこの図表集の大正関東について、14ページ、15ページに過去の観測記録を幾つか比較したのがあります。やや小さい感はあるのですが、倍半分程度を中で見ると大正関東もこのくらい。上側が南海トラフでやや小さいところ、大きいところがありますが、大手町付近の計算はやや大きい成分もあるのですが、倍半分でこのくらいでやっている。東京あたりはそれなりにやっていると思うのだけれども、神奈川の直上の強いやつが見えないので、それについては比較する観測事例がないということから今後、M7の検討だとか、ほかの地震の検討を含めてさらなる検討が必要だということで、今回の報告書の中では引き続きの課題とさせていただきたいということで、相模トラフのほうは今回まとめずに、今回の検討の結果、南海トラフについての長周期地震動だけを公表、取りまとめ、相模トラフについては引き続きの課題にして改めてということにしたい。

そのことについて2番目、3番目をまとめたのが、その次のページ「以上のことから」と書いているのですが、相模トラフ沿いについては引き続きの検討課題とする。今回の報告書としては南海トラフだけとした。それから、相模トラフ沿いの巨大地震の長周期地震動を検討するに当たりまして、これまでかなりこの長い時間をかけて検討した部分と、も

し相模トラフということだけで検討会を起こすと首都だけが残ることになるので、先生方には両方の専門家の意見を聞きながら検討していきたいと思いますので、長周期地震動だけを検討するということについては、改めて会をつくって検討をするようにしたい。それから、首都のことなので我々はいつごろをめぐりと言っちゃんと守ったことがないと言って叱られますが、とは言えできるだけ早いタイミング、二、三年以内ぐらいで出さないといけないのではないかと思います。

前半の最大クラスについての過去地震については以上です。

○議論のテーマが2つ、3つあるようでございますから、分けて最大クラスの強震モデルとしてSMGAの応力降下量をどうするかということを中心に議論したいと思います。私も理解しかねるのですが、統一はできないのです。専門家の方の御意見をお願いいたします。

○問題は統計的グリーン関数法と経験的グリーン関数法で値が違う。どちらを信用するかといったら経験的グリーン関数法を信用せざるを得ないと思うのです。統計的グリーン関数法はいろいろなパラメーターがある中で、ただ、少し気になるのは包絡波形を使っているのですけれども、だからそれについて東北地震に適用したエンベロープ波形を検討しないと、この問題は要するに●●さんがやっているときに余り遠いところを意識しないで計算している可能性が高いと思うのです。今、言われるようにQ値の問題は当然大きく影響して、Q値が近いのと遠いのでは違ってきたために、エンベロープ関数が違ってくることが当然あるわけですから、やはり経験的グリーン関数法とパラメーターが一致するにはどうしたらいいかということをしていただく必要があるのではないかと。

どちらを信用するかということ、経験的グリーン関数法を信用せざるを得ないのですけれども、しかし、ここの計算が全て統計的グリーン関数法でされているわけですから、その適用性についてのコメントは必要だと思います。

○（事務局）東北地方の震度のSMGAからによる震度の再現の部分について、南海トラフであるともともと全体をまず4MPaスケールにして、10分の1ぐらいで40MPaでというので検討した結果、先生おっしゃられるような部分を十分に評価して40にしているかどうかということは当時はまだ検討が十分ではなかったもので、そこについては今後改めて距離の離れたところの震度をどう評価するかということで検討させてもらおうかなと思うのです。統計的グリーン関数法で見たときに東北地方が40なので、40を用いないといけないとか、そのようにしないほうがいいかなと思ひまして。

○むしろ手法の再検討をしたほうが一般化するときに困ってくると思うのです。これでわかったことは、統計的グリーン関数法は過小評価になることがあるわけですから、それは避けることを考えないといけないと思うのです。

○（事務局）改めまして次の日本海溝地震の会合のときを意識しながら、東北地方の深部の強震動の津波についてはもう一度距離の離れた部分をどのように評価するか、考えさせてもらえればと思います。

少し戻しまして最大クラスの応力降下量をどのくらいに置くか。もともと最大でも30、

ばらつきの中の最大を見たとして、その中のもともとのばらつきの最大で30でしたということで整理したほうが、上のほうをとったのでさらにそれがばらつく。それはどこまでも大きくなるので、経験的グリーン関数法をもとに整理された部分のばらつきの中の最大をとったとして30ぐらい。

○要するに既にここで検討して、答えを出しているものですから、変えたとしたらそれなりの根拠を明確にしないといけないのです。ただ、これを出された2012年その当時はやはり東北地震の解析はそれほど進んでいないときに採用しているということがありますので、その後のいろいろな資料をもとに今、言った考え方を再整理したということは、私は必要なことだと思いますけれども、いろいろなところで私も最大クラスの地震の決め方についてパラメーターの選定の根拠が薄弱であるということを生懸命言われたことがありますので、そうすると、常に内閣府の姿勢としては最も最新のデータで、信頼性ある最新のデータを集めて検討し直したということは重要だと思います。

○長周期地震動作成のレシピというのは、どこかで考えているのですか。

○もちろん、研究段階としては考えていますけれども、いわゆるオーソライズはまだ。

○そうですか。それとすり合わせる必要はないのですか。逆に内閣府がどういうものを作るかでレシピが変わるかもしれない。

○当然すり合わせをして答えは一緒にならないといけないと思いますけれども、スピード感の問題があると思います。データに応じて日進月歩していくものですから。絶対にこれだという最終案が内閣府とはいえ出せるものではないと思います。

○年内に答えを出さなければいけないとしたら、えいやと決めるしかないのではないですか。大きめの値を決めてしまう。

○（事務局）36は大き過ぎるかなと。

○それを幾つにするかというのをここで議論しても。

○そうですね。それはむしろいろいろなデータを集めて判断していかなければいけない。

○むしろ我々が知っているのは、もともとの解析されたばらつきがあるので、それが先ほどの5ページ。SMGAそのものは領域によらず大体15～30ぐらいの幅の中にある。それでSMGAそのもののモーメントは面積で変わってくるので、応力降下量と応力パラメーターとすると15～30、平均をすると21ぐらいで、その最大のものとして30ぐらい。最大クラスを考える際にも応力パラメーターとすると、最大で30ぐらいを提示するというようにしたい。これを上に上げていくと、毎回これがずれることになるので、地震ごとにちょっと上だとまた全体を上にして、どこへ行っても平均15～30の中であって、最大でも30ぐらいとして考えた。もちろんそれがずっと将来にわたり正しいとは思わないので、今後検討するとして、そのようにできればなど。もともと2割ぐらい大きくしようかというぐらいのところで検討させていただいたのですが、2割大きくしようかという2割が関東のときは2割ぐらい大きくして30ぐらい。南海トラフはたまたま全部30ぐらいであって、それを入力して長周期を計算するのが妥当かどうかというのは、平均21ぐらいの大きいほうで計算して、最大

クラスもその大きいものを用いて計算する。

○●●さん、何か御意見ありますか。

○今回は東北地方太平洋沖地震の知見をもとにやったということでまとめるしかないと思うのですけれども、そのときに統計的グリーン関数法は長周期がこれで、どこまで合うかというものを示せばいいと思うのです。だから統計的グリーン関数法はQ値だけではなくて、単なる1/R、直達実体波なので、そもそも遠くなれば小さくなるのですけれども、この30くらいの図のSMGAで使った長周期のモデルで再現できますというものを示せば、●●さんとかそういうやり方ですね。

○（事務局）一応●●さんたちがやって、こちらに既に示したものがあるので。

○だからそれで再現できているので、これをもとに南海トラフでもやりましたというストーリーではないですかと。

○（事務局）もう少しシンプルに。そうしましょうか。

○我々のところでもやっていますので、一度お見せします。●●さんのものと同じことをやって、●●さんの考え方で大丈夫だということはチェックしています。

○（事務局）北のほうは長周期が弱かったので、余り北は評価していないのですが、南のほうは大体あれなので、統計的グリーン関数法については課題があって、引き続き検討。長周期については東北地方太平洋沖地震をもとに、ここで用いられた応力降下量の最大のものをもって最大にする。

○落とすどころができたようですので、努力を。

もう一つ、ここの議題ではあります。宝永、安政東海、安政南海、昭和東南海、昭和南海プラス最大クラスと南海トラフ沿いの地震に限った報告書をまとめたい。相模トラフ沿いの巨大地震については、別の検討会を設けて二、三年かけてじっくりやりたいという事務局の意向でございますけれども、御意見をお願いいたします。

○これは●●さんいつも言われているのですけれども、もともと長周期を再現するために開発した方法ではないということもあって、短周期ならば重ね合わせがランダムになるという、それが経験的グリーン関数法もそうなのですが、そういうことを用いているんです。それが●●さんいつも御指摘のように、非常に近傍域でフェーズが重なり合って大きくなってしまふ。それは同じ形状のファンクションみたいなものを仮定していることになりまふので、長周期では重なってしまうわけです。それが本当かどうかというのはやはりその後の観測事実をもとに検証しないと長周期、特に遠いところはいいのですけれども、近いところは●●さんの指摘する問題は残っていると思うので、そこをぜひ検討してほしいと思います。

○（事務局）M7クラスのレベルについて検討していましたが、その中でも強いものを出すところと、やや周期の長いものを出すところ、同じSMGAの中でもそういう部分に関係して分布している。それを入れると震度を計算するときよりやや強くて、それが局所的にぎゅっと固まっている。やや広い範囲では長周期を出している。そのような形で近くと遠く

の周期が長いところで区分けできる可能性もあるので、M7とほかのところ、観測記録はなかなかないので、この間インドのところの記録でいいものがあるかどうかまた御相談をしたいと思います。見に行ったほうが良いというならみんなで行くようなことも。直上の記録をどうするか、もう少し御相談して世界中で集めてみたいと思いますが、基本的にはM7で見たようなことがM8でもあるのかとか、そういうことをあわせて議論を進めていきたいと思います。

●●先生が前に、もう少し震源時間関数を工夫してみるとうまくいきませんかと言われてやってみたのですが、我々の当時の検討範囲でうまくいかなかったもので、そこについても御意見をいただけるなら、全体的な長周期の計算の仕方のところはもう少し工夫をして、現実的なのかどうか議論をさせてもらえればと思います。

○建物側から言うと、南海トラフが今回出て、それを受けて国交省さんが出されるわけですが、相模トラフも同じ流れになるのでしょうか。そうすると国交省さんはこれを受けてそれなりのものをまた出すという流れでしょうか。

○まだもちろん将来のことなのでどのようになるかわかりませんが、相模トラフについても同じような再現期間で起こるものだというのでこちらで整理がされれば、何らかの対応は当然必要になるのかなと思います。

○そうすると建物側にとって南海トラフは、東京で言うと5秒以上ぐらいなのですけれども、相模トラフだと3～4秒とか、そのあたりが結構厳しい可能性があるもので、余り間をあけて出されるとまた設計者のほうで混乱してしまうかなということもありますので、これはなるべく早く出されたほうが良いと思います。

○だけれども、南海トラフだけでも大分時間がかかっていますね。もう何年かかっているのか。

○もう少しスピードアップしていただくとありがたいなど。

○ということですが、事務局はスピードアップ。

○国内だとないのでインドとかメキシコとかチリとか、あの辺で押さえるしかない。その辺の知見で正直言うと余り大したことないのです。直上は。こんなばかでかいものが出るというのは見たことがない話なので。

○大きくならない計算を配慮しないといけない。

○今のままでちょっと違う。

○（事務局）記録があるとさらに検討は加速しますので、記録を集めてできるだけ早急にやります。遅くとも二、三年というぐらいの気持ちで。

○ほかよろしいでしょうか。

○1点だけよろしいですか。先ほどここの中の1番のところの最後のところに、最大クラスの震度分布として公表するか否かという疑問符が書かれていることは、今の議論の中に含まれていますか。

○（事務局）震度分布の最大クラスは何も議論していないので、長周期は計算したけれど

も、それで震度分布を計算するところだということを出されるけれども、これが最大クラスだと言って前のものを塗りかえることは特に。もともと意識はしていないので、最大クラスの計算のone of themとなるのですかね。

○この話は南海トラフ地震での被災地域の地震防災対策には相当影響があるキーワードなので、今どちらかというとも最大クラスの震度が非常に大きいので、ハード対策をややあきらめがちになっていますが、こういう結果も最大クラスの揺れの1つだよというように出てくると、少し頑張っただけでもハードも直しながら対策していこうかということにつながる可能性がある気がしますから、全く公表しないというよりは、できれば公表がされると対策を今、進めているところにとってはありがたいなと思います。

最大クラスの1つの参考というように言うか、どう言うかは結構重い話かなとは。

○（事務局）資料はつくって、このような形で、どうするかは次回そこだけ。

○私も●●さんの意見に賛成で、今回はこれまでの知見で最も収れんしたもの、前の最大クラスのとき、いろいろなお考えがあったと思いますけれども、陸側モデルというのは必ずしも根拠は薄いと思うのです。今回のほうが過去の最大クラスは押さえたものですので、●●さんの言うように防災対策に非常に有効な資料としてはなると思いますので、ぜひそういう形で公表してほしいと思います。

○建築サイドとしては、こういうものであればある程度頑張れる範囲になってきますから、対策は進んでいく可能性はあるかなと思います。特に堤防なんかは前の揺れだと余りにも強過ぎて、堤防の対策がなかなか進まない部分もありますが、こちらだったら何か頑張れる可能性はありますね。それから、津波避難ビルとかも壊れてしまうので意味がなくなっていたものが、意味を成し始める可能性があるので、ぜひ検討いただければと思います。

○防災担当として、心して見てください。

それでは、最後の議題、南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動に関する報告のたたき台について審議に移りたいと思います。資料説明をお願いいたします。

○（事務局）非公開資料5-1でございます。

たたき台と書いていて、実は前回のときに今回、案を示したいという話をしてございますが、まだ課題が幾つかあったりして案というところまでいっていませんで、今回はたたき台となっています。

簡単に説明をして御意見をいただいて、次回もう一度、今回も含めて一応案としてつくって、それを見ていただいて議論。前回のときにあと2回ぐらいで、きょうを入れると3回でと言っていたのですが、申しわけございません。もう一度、報告書をきちんと議論いただくためにあと2回で、それから、最終的な公表をどうするかまだ時期とか決まっていないので、そのためにもしかすると必要があればもう一回プラスアルファで、報告書のために御議論をいただければと思います。そのためのたたき台をつくっています。

今、御議論いただいた南海トラフのみでいくということで、実はタイトルが御議論いただいて了解を得ましたので、そのとおりとればできるようにもともとつくり込んでおりま

したが、南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動に関する報告ということで、タイトルは南海トラフ沿いの巨大地震の長周期地震動。検討した検討会は南海トラフの巨大地震モデル検討会と首都直下地震モデル検討会の両検討会による検討でございます。

「はじめに」のところでございますが、ポイントだけお示ししますと、これまで最大クラスをやれと言われて南海トラフ沿いの検討が必要ということで、相模トラフ沿いについても検討が必要ということを経済産業省の検討会から、専門調査会から言われていたこと。これのために強震断層モデルと津波断層モデルとつくって震度と津波についての検討のものはつくったのだけれども、長周期が課題だった。今回そのための検討を進めてきた。その検討に当たっては「京」を使って活用したということ。それから、これまで32回と書いてございますが、33になるかもしれません。

検討の結果、1ページの最後ですが、神奈川県の部分の直上の課題があるので、それはさらに検討が必要だ。南海トラフのほうはおおむね妥当な結果を得たということから、今回、南海トラフ沿いについての取りまとめを行ったということが書いてあります。

それから、本報告書で主としてと書いている2ページの第2パラですが、超高層ビルや石油タンクに及ぼす影響を検討する必要性が高い東京、名古屋、大阪等の三大都市圏における長周期地震動を推計したということで、地盤モデルがまだまだ全体を見直さなければいけない部分がありますので、その中でも主として東京、名古屋、大阪等の三大都市圏というように。

しかし、超高層ビルや石油タンク等への長周期地震動の影響は、個々の建造物の詳細な構造により影響が大きく異なる。本報告では震度分布等による被害推定と同様なマクロ的な被害推定による注意喚起の方式ではなく、高層ビルの最上階における揺れの状況を検討して、室内の家具固定の必要性、人の行動等に与える影響を評価して、高層ビルに居住する際の注意喚起の事項を取りまとめることをメインにしたいということです。

それから、超高層ビルや石油タンク等における具体的な長周期地震動対策については、この検討結果を参考にして関係省庁において別途検討を進めることを期待する。少し弱いかもしれません。住宅局のほうでこれを受けた連携をとる形をとっておりますし、消防庁でも検討が進められることになってございます。このところはもう少し具体的な形で書きたいと思います。

相模トラフ沿いについては、別途検討することになります。

今回、検討対象とする南海トラフ沿いの地震については、過去地震は5つの地震を検討対象にしたということ。最大クラスについても長周期地震動についても検討した。先ほどありました最大クラスの長周期地震動については、東北地方太平洋沖地震の事例をもとに検討した。このところはもう少し●●先生の御意見を入れたいと思います。

最後ですが、最大クラスの地震というのは発生間隔が数千年あるいはそれ以上と極めて長い。まれなものである。いつ起こるかわからないと言われているのだけれども、まれなものです。その中で一般的な建造物の設計基準に本検討会での結果を反映することは適切

でないと考える。ちょっと表現が強過ぎるかもしれませんが、そのようなことが言えれば  
いいかなと。

それから、本検討会における最大クラスの長周期地震動については、それぞれの建造物  
の供用期間や使用目的等を勘案して、建造物を設計あるいは管理する機関等において適切  
に活用されるようにしてもらいたいということで、表現等について意見をいただきたいと  
思いますが、仕様はそれぞれのところで考えてくれということです。

その次に「2. 長周期地震動について」と書いてありますが、長周期地震動の被害とい  
うタイトルにしたほうがわかりやすいかもしれないので、余りにも一般的な長周期地震動  
だけの説明だけではなくて、長周期地震動とはという特徴と、その被害がどのくらいか、  
何が懸念されるかということを書いておきます。

3 ポツは、震源断層モデルの特徴で東北地方太平洋沖地震を踏まえて先ほどの長周期も  
含め書いた図面でございますが、抜けがないかどうかもう一度点検をして整理したい。も  
ともと津波等で見た超大すべり域、あるいは大すべり域、超大すべり域があるというこ  
とで、それを前提にやられて、それとは別の場所にSMGAがある。先ほどの図表集のたたき台、  
非公開資料5-2の1ページの上のほうに、これまで使ってきた津波が発生する領域と地  
震波が発生する領域の違いの部分。それから、SMGAがどこにあるのかというのを見ると、  
今回の東北地方の結果を見ても、過去SMGAが解析されていたのと同様の場所の中にあるの  
ではないかということで、広がりや違うところがございまして、1ページの図2のあれで  
従来アスペリティと呼ばれていたような場所、そういうところにはおおむねそれに相当す  
るすべり量がある。

用語は前回の首都直下のときに使った用語集。南海トラフのときに用語集をつけて、一  
部、首都直下のときに用語集を一部リバイスした部分、追加した部分がございますが、そ  
の2つをもう一度丁寧に見て、今回も後ろに用語集をつけたいと思います。その用語集に  
従った形でやるようにしたいと思います。アスペリティという用語はある特定のところを  
言うときのみで、全体としては余り使わないような形にしています。

5 ページ④は地震動で見るとサチュレートが見られて、M9だからといってM9まで大きく  
なるのではなくて、サチュレートが見られている。これは非公開資料5-2の3ページ、  
これまで南海トラフのときから使っていたものでございますが、おおむね8.2ぐらいでサ  
チュレートしているのではないかと。大きくなると最大の大きさというのは変わらなくて、  
その面積が広がる。もう一方、地震全体のモーメントと断層面積の間にスケーリング則  
があるということが書いてありますが、さらにSMGAのモーメントと面積の間にも同様のスケ  
ーリング則が成り立っている。これは首都のときにも使った部分でございますが、先ほど  
の非公開資料5-2の5ページ。それで大きな根拠の論点にした6番目の部分を、面積の  
大小によらず多少のばらつきはあるものの、おおむね15~30MPaの範囲にある。最大クラス  
についても15~30MPaの範囲にあって、場合によってはその最大というので、今回東北地方  
をして、その最大の全部を最大にして30で。

それから、統計的グリーン関数法にまずはやや課題が残っているので、距離の離れたところ。これについては引き続きの課題にさせてもらいたいということで、必ずしも東北地方で40に上げているから全部大きくするというようには使わないんだということを書いてみようかと思えます。きょうの御意見で修正しようと思えますが、そんなことを考えております。

6 ページが南海トラフ沿いの長周期地震断層モデルで、検討するのに別冊でこれまで何回か見ていただきましたが、強震断層モデル、過去地震の再現のもので、先ほど●●先生からの御意見も踏まえながら、それに相当する最大クラスをどうするのかということで、その最大クラスのもの。それらを参考という形で出せるようにしてみたいと思えます。

長周期地震動は30MPaで全部やった。最大クラスも30MPaでやったということ東北地方までの結果を含めた形で書こうと思えます。

6 ページの5は長周期地震動の計算手法を書いています。先ほど地盤構造モデルを修正したというので、修正したとだけここに書いてございますが、修正手法をどうしたかということについては別途図表集あるいは参考資料か補助資料か、別の形にもう少し丁寧に書くことにいたします。

浅い地盤での増幅の部分について、先ほど説明しましたが、ここは余りないと思っていたときの部分で余りないということだけは強調されているかもしれないので、浅いところはちゃんと丁寧に評価して検討する必要がある。

それから、差分法による計算の結果のところと書いてございます。ハイブリッドしないということと、モード合成法でやるという部分の後ろに書いている部分があるので、そことあわせてこの書き方はどうするか、もう少しだけ見直してみます。

「京」を用いた大規模計算を行ったというので、文科省からは「京」を用いたことを丁寧に説明していただきたいと言われております。この報告の中にも書き込む予定で、実はこれと別に報告がおくれているので、長周期地震動の中の一般論的なものでうまく書ける部分があると、書いてみようかと思えます。

9 ページ、過去地震の長周期断層モデルの妥当性の評価と書いてございますが、本当の近いところの記録はなくて、やや離れたところの記録になってしまうのですが、三大都市圏はそういう意味で近いとはいえ、名古屋はちょっと近いところがありますが、やや離れているので、おおむね妥当な結果を与えたという形で整理ができます。

高層建築物の揺れの推計は、先ほどのモード合成法で行いたいということで、基本的な部分は後ろで、ここには全体をわかるようにしてモード合成法の概要とその結果を簡単に書いていこうと思えます。

計算結果なのですが、地上での計算結果も何らかの形で出そうと思うのですけれども、参考資料には5%での応答スペクトルを全部載せようと思えます。先ほどデータが見られるようにして、工学系の方々が要求されている5%のものも見られるようにしようと思うのですが、こちらの今回の検討では特に5%の減衰での応答スペクトル値は載っていない

ので、そこはメーンの中に書かずに、その一方で地表がどの程度長周期が出ているのかを簡単には入れていたほうが良いと思うので、地表の揺れと書いてございます。加速度で見たりすると結構大きかったり、いろいろな部分があつて、まだ数値を最終点検してございませんが、簡単に書いて、その結果、高層ビルの上層階がどのようになるのかということで高層ビルの上層階の揺れのところで、これも間違いがないようにしないとイケないのは、ビルごとによって異なるので、あくまでもこういうものを想定したというのが1つの例だということで、誤解がないようにしないとイケないなと思います。

そして、人の行動に関する影響、構造物のところは抜いて家具と人の行動のところを整理してはどうか。前回の検討会の際に人と家具への影響というのは加速度か速度かという話があつて、どちらにも軍配を上げない形で書いたほうが良いという御意見をいただきましたので、どちらかというようにする。これは気象庁が長周期地震動の評価の部分で既に先行してつくられている部分がありますので、それを否定するような形にならない程度に、どちらにも軍配を上げない形で整理をして、重要なことは家具固定をしてくれということで、人が危険にならないように、身の安全を図ってくれと。外を見るとよく揺れるということ。

構造物への影響は、ここは住宅局さんが対応するのですけれども、まだまだ被害の様子のことについてはこれからの検討だということで、壊れるとか壊れないということは強くどちらかというのは言えないけれども、おおむね大丈夫。基本的には検討されたものは大丈夫な可能性があるけれども、改めて今回まとまった結果で点検をしてくれと。どこにつながるような形のもの。表現は住宅局さんと詰めて。それから、長周期地震動の対策でそれらの結果の部分を見ながらということですが、内閣府のほうで言うことは家具固定の推進、身の安全の確保を図ること。それから、住宅局さん、消防庁さんなどが指導する部分については8-2と8-3で、そちらへの展開がうまくできるような形で書いてみようと思っております。

そして、本資料を用いるに当たっての留意事項と今後の課題というのでありますが、あくまでも場所ごとのものを見ていたのではないので、領域ごとで全体を見てくれと。それから、長周期地震動は波の干渉とか強い場所が起こり得る可能性がある。今回は平滑化しているけれども、そういうことがある。場所によってでこぼこがあるということもそれぞれ出し合つて、個別の評価をしながら使ってくださいということ。

今後の課題のところですが、地盤構造についてはより正確な地盤構造を求める必要があるので、皆さん建造物をつくっている人も協力して、全体で取り組まれることが望ましいというようなことを書いてございます。こういう書き方でいいかどうか。

それから、建物には地震計があつて、どういう揺れになったとか、今後のさまざまな形での検討ができるように、影響の評価ができるようにということで、そういうものがあつたほうが望ましいなということで、そういうことも書いてございます。こういう形でいいかどうかと御意見いただければと思います。

今回の検討における大正関東地震の問題、統計的グリーン関数法、距離の離れたところと、もともと直上のパラメーターCの話がございましたので、セットを進める。

「おわりに」は、適切に評価したということと、それぞれのところをもう少し具体的に書いてくれとあって、改めて先ほどの今後の課題のところにも最後に書いてございますが、より早い段階で検討会を設置して検討を進めること。このような形で書いておりますが、この形でいかどうかということをお意見いただければと思います。

以上です。

○それでは、残り時間少ないですけれども、御質疑お願いいたします。

○11ページの近畿圏の速度は間違いですよ。

○（事務局）済みません、80の誤りです。申しわけありません。

○よろしいですか。構造物等への影響ということではなかなか書きづらいとは思いますが、先ほど大丈夫というお話があったのですが、大丈夫というのは何を以て大丈夫なのかということで、倒壊、崩壊しないだけが社会で求められているわけではなくて、例えば継続使用とか、この建物は継続して使用できるのかどうかとか、そういったことも非常に大きな問題なので、この書き方だとかかなりあっさりして、余り心配しなくてもいいよというようにも読めなくはなくて、いろいろなことが起こるけれども、それは個別に検討しなければいけないから、なかなか一般論として言いにくいとか、もう少し丁寧な説明が必要なのではないかと思えます。

○（事務局）書き方はちょっと相談を。

○こちらの検討会としてどういう結論を出されるかということですね。

○関連して、3ページの6行目のところの文章に少しひっかかる場所があって、極めてまれな最大クラスの地震は、発生間隔が数千年あるいはそれ以上と考えられることから、一般的な建造物の設計基準に本検討会での検討を反映することは適切ではないと考えられる。ここまで言い切ってしまうのかどうかというのは気になります。

後ろのほうで地震規模がある程度以上、大きくなると強震動そのものは変わらないんだと言っていることとここで書いていることは、相当矛盾しているもので、必ずしもM9までならなくても8クラスであったって、振幅レベルそのものは余り変わらないということの後ろで言っているわけですから、ここまで書かないほうがいいように思えます。

一般的な建造物というときに、言葉の使い方が気になるところがあって、前に出した強震動の震度分布のようなどときには、この種類の書き方はまだ許される気がするのですが、高層建物までこれと同じように一般的な建築物と考えるのかどうか、ちょっとここではわからなくて、長周期地震動に関する報告の中で一般的建築物と書くと、少し取り扱われ方が微妙だなという気がします。ここで言っている一般的建築物というのは民生という意味ですね。だから高層建物も含む一般的な建築物。それは今までの考え方としては、それでもおかしくはないと思いますけれども、少し言葉の使い方に気をつけないと誤解を生みそうな感じがします。

○その部分で細かい話ですけれども、今、●●先生がおっしゃったところの3行目で、東北地方太平洋沖地震は多くの云々で、唯一の最大クラスと書いてあるのです。東北地方太平洋沖地震が唯一の最大クラスで、それが発生間隔が数千年からそれ以上というように読めてしまうのも矛盾すると思うのです。東北地方太平洋沖地震というのは、あそこの巨大地震というのは地震本部では五百数十年とか600年になっていると思うので、それとも矛盾するので、その頻度の間隔の捉え方が変わってくると思うし、この前に過去地震のところでは淡々と過去の地震を挙げているだけで、これをどう使うかということは書いていないのです。最大クラスだけ何かこのように書いてあると、ますます使い方がわかりにくいと思います。

○（事務局）先ほどの30で最大クラスもという部分で、資料をうまく対比しながら、最大クラスを物すごくターゲットにしているというより、余り変わらないので、少し大きいところまで。

○非常に今までのところを引きずるので、こういうところの書き方は非常に悩ましいと思いますけれども、例えば通常、建築の人たちで地震動の場合はよくわからないので何とも言えませんが、極めてまれに起きる事象というのは再現期間は400～500年を考えているような気がしていて、もしもそうだったとすると十分に時間的には無視できない時間であると言えないわけでもなくて、この辺のハンドリングは非常に悩ましいのです。だから余り全然関係ないよと言い過ぎてしまい過ぎると、いろいろところで矛盾を抱えてしまう可能性もあるなという。

○（事務局）南海トラフについてはというので、南海トラフは前回の骨子をまとめたときも悩みながら発生頻度は極めて低いと。数千年あるいはそれ以上と書いたと思いますが、当時の大臣から1万年と言えないかとかそういうこともあって悩むところがあったと思いますが、その表現を入れて先ほどの東北地方で書かれているそこと矛盾がある。それから、唯一という部分がどこにかかっているかわからないような形に直します。

先ほど●●先生から言われた最大クラス、ここで今回出した最大クラスをどのように捉えるのかという部分については、一度変えてまた御意見をいただけるようにして、住宅局とも相談をしながら案文をつくりたいと思います。また御意見をいただいて、余り変にミシン目を入れ過ぎたようにならない程度にもうまく検討できるようにということです。

○今のとも関係して、建築基準法の最低限の基準には合わないと思うのですけれども、こういうものは本来、設計者と話し合っただけで決めるものなので、最低限ではないけれども、万が一の対策は必要だという万が一の話では必要なもので、その辺を工夫されるといいのかなと思いました。

非公開資料5-2の図1で、これは強震動生成域と大すべり域、超大すべり域と書いてあるのですけれども、これは長周期のモデル化でSMGAではなくて大すべり域と超大すべり域で今回どう扱ったのか、何か説明が要ると思うのです。

○（事務局）この20秒以上より長いものは大すべり域。

○結果的にないということですか。これはあくまで短周期のモデルと見てしまうので、あとできたら何で平野部が揺れるのか、地震地盤、工学基盤で平野が長周期に揺れるという何かポンチ絵的なことを入れていただいたほうがいいのかと思いました。

あと、免震と超高層の扱い方がちゃんぽんになっていて、超高層という表題の中に免震が書いてあったり、免震であっても室内対策は必要ですので、その辺は整理されたほうが。何も擁壁にぶつかるだけの話ではないですから。

あと、先ほど「京」を使ってとあったのですが、ぜひK-NET、KiK-netもちゃんと使って役に立っていますので、入れていただきたいなと思います。

あと、モニターが今後の課題と書いてあるので、これは立派な対策ですね。今、超高層から特に都心部は外に出ないでくれというのは、こういうものはやっていないとわからないですから、しっかり地震計を置いて即時判定と長期の修繕なんかで役に立つものなので、対策の中に入れておいていただいたほうがいいのかと。

○よろしいですか。15ページの家具固定の推進のところなのですが、これが高層マンションなどですと、住民が市販の家具固定装置を使う可能性があると思うのですが、今の市販されている家具固定装置は金具式とかゴム式とかいろいろありますけれども、性能にかなりばらつきがありまして、こういった長周期にどこまで対応できるのかなというのが若干疑問に思いました。ですので、これを見ていると固定すれば大丈夫みたいなメッセージで受け取られる可能性もあるかもしれないのですが、もう少しこれに関しては本当にこれで耐えられる装置はどういうものなのかとか、ガイドラインをつくるとか、将来的には方向性が示されるといいのかなと思いますので、そこら辺を検討いただけたらと思います。

○どこの役割でしょうね。

○（事務局）実は家具固定はもう少しちゃんと書いてみようかなと思って、最初議論を始めたのですが、なかなか難しいなということがわかって、再び一般論に戻そうかなと。どうしたらいいのか。

○オフィス家具関係は協会がいろいろな対策を出しているのでリンクを張るなり。普通の固定は一般だと思うので、長周期特有の大変形でキャスターが動いたり、いろいろ何とか協会って対策を。

○東京消防庁で実験とかやっていて、報告書も出ていますので、そういうものを引用して、よりよいものを目指すような書き方をしたらよろしいのではないかと思います。

○（事務局）ガイドラインの話は忘れて、今、が言ったようなことについて整理したいと思います。

○どうぞ。

○戻って恐縮ですけれども、最大クラスの地震といったときに2011年東北地方太平洋沖地震は多分最大クラス。南海トラフについては宝永は最大クラスとはここでは。

○（事務局）最大クラス相当になるのだと思うのです。

○だからそのイメージが揺れているのです。例えば東北地方太平洋沖地震は最大クラスと言っても地震本部の評価では500年だから、非常にまれではないわけです。だけれども、建物の寿命などに比べれば非常に長いけれども、その辺を少し決意して、500年と言うと橋とかそういうものは500年ぐらいいつかもしいかなので。

○（事務局）南海トラフでの想定した最大クラスは、前回の報告書でまとめた結果を踏まえて数千年あるいはそれ以上という表現にしていたと思うので、東北地方のほうでも最大クラスで、南海トラフのほうでの一番大きなものと、実は●●先生はもともと宝永は最大クラスの1つではないかというぐらいの規模だったのではないかというお話も。

○最大クラスは何だというイメージを、つまり最大クラスというのは滅多に起きないものだから、考えなくてもいいという。

○（事務局）誤解を与えないほうがいい。

○だからデータがないとか経験がないから本当は余りよくわからないけれども、ここではこのようにしましたよというイメージを少し。現に東北にはあった。宝永もそういう可能性がある。南海トラフにもそういうものが過去にあったというぐらいは言ったほうがよくて、それが数千年に1回ではなくて、数百年に1回というのは考慮しなければいけない対象で、だけれども、10年に1回という話ではないよということで、それと一緒になのですが、マグニチュードみたいなものと応力降下量についても結構苦労して決めているから、これについても少し図表ではスケールリング則みたいなものを出されると思いますが、最大クラス、まれにしか起きないものの応力降下量は非常に不確定さがあるけれども、ここではしたということを割と近いところで、不確定なことはいっぱいあるけれども、何もかも不確定だとか書いてはかえって混乱すると思いますが、せめて最大クラスの頻度みたいな形と応力降下量というのはかなりなじみの薄い、だからプロにはわかるけれども、でもプロだって36にするのか30にするのか、どうやって決めたかというのはよくわからない話なので、これはそもそも難しい話であるけれども、過去の例から決めたということを割と最初のほうに。いわゆるSMGAをどこに置いたなんていうのも結構防災上の観点から決めているわけですから、一旦内閣府が出ると内閣府モデルというのは流布するので、しかもこれがどこかに最大クラスなんて枕詞がついてしまうと、これ以上はあり得ない。少しそこは考慮されたほうが。

○（事務局）それと、現時点での科学的知見をもとにしたもので、今後見直しが必要。

○時間が過ぎましたけれども、ほかにぜひ言っておきたいことがありましたらお願いします。

○対策の話で、中の人間の話も今、消防法も改正されて震災対応するようになって、組織がちゃんと震災対応になるといろいろある。後で気がついた点を送らせていただきたいと思います。

○それでは、きょうも活発な議論ありがとうございました。

ここには書いていませんけれども、もし気がつかれた点が後ほどありましたら、事務局

へ御連絡いただければ対応していただけるものと思いますので、よろしくお願ひいたします。

それでは、事務局お願ひします。

○池田（事務局） どうもありがとうございました。

次の開催なのですけれども、9月上旬を予定していますが、詳細な日程調整は改めて御連絡させていただきます。よろしくお願ひします。

きょうお配りした非公開資料5ですが、まだたたき台の段階ということで、今回御意見をいただいたものを踏まえて改めて修正したものをお配りしたいと思いますので、今回の非公開資料5につきましては回収させていただきますので、よろしくお願ひいたします。

資料の送付を希望される方は、お手元の封筒に名前を記入いただきまして、資料を置いてください。よろしくお願ひします。

それでは、以上をもちまして本日の検討会を終了させていただきます。ありがとうございました。