

南海トラフの巨大地震モデル検討会（第47回）
及び首都直下地震モデル検討会（第31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47回）
及び首都直下地震モデル検討会（第31回）
合同会議
議事次第

日 時 平成26年 3 月28日（金）13:30～15:20

場 所 中央合同庁舎 5 号館 3 階防災 A 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

○藤山参事官 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及び首都直下地震モデル検討会の合同会合を開催させていただきます。

委員の皆様には御多忙の中、御出席いただきまことにありがとうございます。

本日は委員の方々のほかに、東京理科大学の北村教授及び小堀研究所の小鹿副所長に御出席いただいております。どうぞよろしくお願いいたします。

お手元に配付しております資料ですけれども、議事次第に書いてございます1番から4番、枝番を入れて全部で10冊になっております。そのほかに北村教授からの提供資料がございます。説明の中にもし不足等ございましたら言っていただければと思っています。

会議開催に係る旅費につきまして、確認書をお配りしておりますので、会議終了後までに御記入していただければありがたいと思います。なお、非公開資料につきましては委員の皆様方だけにお配りをしております。

いつものことではございますが、まず議事に入ります前に議事概要、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。議事録につきましては検討会終了後1年を経過した後、発言者を伏せた形で公表することとなっております。

それでは、以降の進行を阿部座長にお願いしたいと思います。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。全て長周期地震動に関する議題を用意してあります。

まず最初に過去地震の再現についての議事に入りたいと思います。事務局より説明をお願いいたします。10分程度でお願いいたします。

○（事務局） それでは、まず非公開資料1-1、M7クラスの過去地震の再現と書いた資料で説明したいと思います。

資料としては最後のほう50ページをお開きいただければと思います。プレート境界型の地震でございますが、宮城県沖の地震について●●さんたちが検討したところ、どうやら長周期を計算する場合のSMGA、アスペリティと、短周期を計算する場合のSMGAを比べてみると、面積的には長周期のほうが広くし、かつ、応力降下量的にもその半分ぐらいの量にして計算するのがいいのではないかというような検討結果がございました。

実際、我々のほうもその部分にあわせて全体を点検しておこうということで検討を開始したのが、今回の検討資料でございます。検討会としましてはM8クラスの長周期地震動、2秒以上の差分法による波形を提示いたしますが、M7クラスについても同じく2秒以上の波を計算するというふうにしておりましたので、それについての検討について過去地震であわせて見て、短周期の震度を計算したSMGAを使う場合、どういうふうにしたらいいかということを点検したということが経緯でございます。

2ページを見ていただいて、まずプレート内の地震について、宮城県沖のプレート内と駿河湾の地震の点検をしたということでございます。あと、地殻内については兵庫県南部

地震、これまで解析している事例をもとに点検をした。

それから、M8 クラスは既に検討してきた大正関東地震、それから、南海トラフのほうでモデルとしてつくった昭和東南海地震について、波形がある部分を比べて見たということでございます。まだ括弧がついているのは 2003 年の十勝沖地震 Mw8.0 についてもあわせて検討しようと思ってございます。今回間に合いませんでしたので、次回には思っております。

ページを開くと 1 というものが出ています赤く彩りのあるものが出ております。プレート内の地震で既に経験的グリーン関数法をもとに解析された事例がございますので、これをもとに少し整理をしてみたということでございます。波形のほうはもともとよく合うようにつくられているということで、その波形をどの程度合っているか、観測とどの程度合うかどうかというものを、我々のほうで再度計算したものが 6 ページ以降に出ております。やや小さいところもございますが、おおむねいい結果が出せているのではないかと思います。

次に、その SMGA を使って震度分布がどのくらいあるかというのを見たのが 12 ページでございます。12 ページの上が観測された震度で、実際に先ほどの波形を合わせた SMGA をもとに、そのまま統計的グリーン関数法で震度を計算してみると、12 ページの左下のよう震度のパワーが足りない。そのパワーを合わせようとする、それよりも 1.5 倍近いぐらいの大きさにしないと合わないということがわかりました。そういう意味で先ほどのプレート境界 7.6 程度のものと同様に、SMGA で震度を計算する場合と波形を合わせる場合はやや差をつけて、SMGA の震度を計算するほうを強くする。面積もその分、狭くするというようなやり方をしないとイケないということは確認されました。

駿河湾の地震について、同じくモデルがあるものをもとに同じような点検をいたしました。震度分布を計算してみると 15 ページにございますが、震度分布を合わせようすると、やはり応力降下量を上げていかないとイケないということが、距離減衰の形で 16 ページに震度分布を合わせるようなものを示してございます。おおむね倍から 3 倍ぐらいに持っていかなければいけないという様子がわかります。

次に、神戸の地震で地殻内のものについて点検をするというのが 17 ページからの資料でございます。ただ、神戸の記録で見えますと、淡路島側の SMGA に相当するものは割と浅くして、かなり強い形でしたので、どうも本当にそんなに浅くて強いのだろうかということがございまして、北六甲と同じように深さを変えてみました。それが修正モデルと呼んでいる部分でございます。波形をもとのオリジナルのものと修正というもので両方ずつと比べたものが 19 ページからになります。比べてみますと赤が修正でブルーがオリジナルで黒が観測でございます。赤とブルーを見ると近いところからずっと出ておりますが、特に大きく変わるものはないということで、特段その浅くする理由もないので、同様の北側、六甲側と同じような置き方で計算することにいたします。

次に、その SMGA を用いて震度分布を同じように計算するのでございますが、点検の結果、38 ページ、オリジナルの震度分布ですと 6 弱が出る程度だということで、もう少しパ

ワーがないといけない。2倍ぐらいにする。オリジナルの4倍と書いてございますが、かなりこのくらい強くしないと、何となく6強が見えてこないというようなことがわかりました。そういう意味で大体 SMGA をセットすると、長周期の計算をするのは0.3~0.7 ぐらいの倍率で計算するのが妥当ではないかということになっていてるところでございます。

もう一つは、M8 クラス、大正関東と東南海についてもともと震度分布の災害にしたのですが、波形で点検しておくようにということでありましたので、その資料を非公開資料 1-2 で御説明したいと思います。

関東地震のほうですが、5 ページに本郷の速度波形の比較の資料を示しています。やや小さい感はありますが、黒が観測で赤が今回の計算した部分でございます。おおむねこの程度の合いになっているということです。特に波形で合わせたわけではないですが、この程度合っているということです。

6 ページが岐阜の記録を示してございます。やや小さい感はありますが、この程度。

7 ページが高田です。

8 ページが仙台で、仙台のほうはどちらも全体にやや小さくなって、この理由はもう少し北へ伸びる何か別のものが必要だったのかもしれない。あるいは構造がちゃんと合っていないので、構造によるものかもしれません。もう少し点検していこうと思います。

9 ページが瀬戸さんたちが合わせたモデルで、遠地近地の波形を合わせてインバージョンしたのですが、このモデルでプレートの形が瀬戸さんは1枚板でやっておりますので形は違いますけれども、その瀬戸さんのモデルをそのまま入れて、今の我々の構造モデルに入れて計算するとどうなるかということについての点検を始めております。

仙台までの計算はできてございませんが、12 ページ、やや瀬戸さんたちのほうが大きくなるようだというので、構造の違いによることだったのかもしれません。これらを含めて整理をしたいと思いますが、もう一つ、東南海地震について 22 ページ、東南海地震で東のほうの波形で 22、23 に示してございますが、大手町の波形と横浜の波形を示してございます。時刻のずれの部分は多少見えていないところがございますが、おおむねこの程度ぐらいには合っているということがわかりました。そういう意味でこの M8 クラスの大きいところを計算するにおいて、SMGA をそのまま用いて長周期で計算するということにしたいと思います。

以上でございます。

○それでは、御質疑をお願いいたします。

○質問よろしいですか。資料 1-1 の前半のところを教えてくださいたいのですが、この目的は、長周期地震動のモデルとして今ある統計的グリーン関数で求めた震源が有効であるかどうかということの確認をされたのでしょうか。

○（事務局）はい。基本的には統計的グリーン関数法で全部震度分布を確認している。この SMGA を用いて Nakamura、Miyatake の関数を入れて今、2 秒以上の波を計算しようとしておりますが、M7 クラスで計算する場合と M8 クラスで計算する場合だと、その用い方が

妥当かどうかというのを検討しているということでございます。M7 クラスの場合は約半分ぐらい、応力降下量半分ぐらい、面積を倍近く広げて差分法で計算しないと、震度のパワーはおおむねいいところを出したとしても、長周期 2 秒以上を出す際にはやや落として計算しないと、実際の観測データと合わないということが確認されたので、実際の Mw7.3 のプレート内の地震とか、6.8 の地震とかの 2 秒以上の波を計算する際には、やや落として計算したいということでございます。

○とすると、長周期地震に関する宮城沖の地震に対する計算結果と、観測した長周期を比較した上での修正ということで、震度は別に変わっていないということですね。

○（事務局）はい。

○わかりました。

○今、私もフォローしていなかったのですが、M7 はわかったのですけれども、M8 は。

○（事務局）M8 は 9 クラス、関東とか倍半分ぐらいの中には大体入っているようなモデルもそのままです。

○同じまま、SMGA と長周期は同じモデル。

○（事務局）はい。

○今の物理的な説明というのは、例えば M7 だと小さくしなければいけなくて、8 だとそのままでもいいということは、結局オメガスクエアが M7 では成立していないということになるのですか。

○（事務局）きょう●●先生いらっしゃらないのですが、M7 のときに統計的グリーン関数法と長周期の部分で見たときの出し方のところで十分点検をしていなかったのも、モデルのつくりのところに少し直しを入れなければいけないかもしれないと●●先生はおっしゃっていました。ただ、どうやら大きくなると合うのは、SMGA そのものが 9 クラスになるともともとかなり大きくなって、10 秒ぐらいの波を出すのは東北地方とか南海トラフとかも、ある程度のパワーを持つスクエアがあるのですが、小さくなるとこの中でも特に小さくてパワーの強いところだけが短周期を出しているというふうに理解するのかなというのが今、ぼんやりと出している。M7 クラスになると、このくらいの広がりの中で長周期が全体から波を出したらいいのですけれども、短周期はこの中のさらに応力降下量の高い小さいところだけが震度を形成するような波を、短周期の波を出しているのだろうかというのが今ぼんやり思っているだけで、まだ具体のところはこれから相談して決めたいと思います。

○M8 クラスの地震で合い方が倍半分だからいいというのは、常識とっていいのですか。倍半分ぐらいで合うのならば。

○（事務局）よろしいでしょうかということを、このくらいで合っているのでこれくらいでいきましょうということにしたいと思っております。

○私はわからないので、専門家の御意見はどうでしょうか。倍半分ぐらいで合っていればよろしいのでしょうか。

○例えば 6 ページから後に地震計との比較がありますが、これは地震計の記録との比較で

あって、地面の揺れの比較ではないわけですね。ということは実際にここに比較として述べてある地震計は、地面の動きに対して地震計の特性、地震計の応答を書いたものなので、普通は地面に戻すためには地震計の特性を取り除かなければいけない。

○（事務局）同じように合わせたつもりなのですが、ちょっと特性の部分をどこまで合わせ込んでいるかというので、もう一度確認してみます。

○いずれにせよ補正はしたということですね。では比較していいということですね。

○（事務局）そのつもりで用意を。

○岐阜とか方向によっては振幅も。

多分この合っていないのは、後続の表面波の部分ですから、震源の深さがここで使っているモデルはやや深いのかもしれないですね。5 km とか浅くするだけで表面波は強く出ますから、関東の近地波形記録を使った震源モデルのインバージョンでは深さはあまりセンシティブではないし、遠地の表面波を使って震源を決めるということは普通しないので、そこに効いているのではないか。だから地下構造モデルの計算法がもちろん正しいと信じれば、ここで想定する地震を置けば計算結果は正しくなるとは思いますが、ただ、その検証をしたことにはならないですね。

時間はないと思いますが、震源を 5 km とか浅くして、震源の深さによってこの表面波の部分が効くのかなというのを確認されるといいかもしれないです。というのは、S 波部分の振幅はいいところにいつている。後続の表面波のところだけが大きく違うような印象を受けます。

○（事務局）点検をしてみます。

○それでは、次の議題に移りたいと思います。次は M7 クラス及び M8 クラスの地震の長周期地震動の計算結果に関する議題でございます。事務局より資料説明をお願いいたします。

○（事務局）非公開資料 3-1、3-2、3-3 で説明したいと思います。

先ほどの点検の結果を入れて、今回試算したので見ていただいて、最終的には実はまだ計算できたので点検が十分にできていないところがあるということが先ほどわかりましたので、きょう簡単に御説明だけして、今後の出し方の部分で御議論をいただければと思います。

まず非公開資料 3-1 でございますが、M7 クラスのプレート内のものです。Mw7.3 で計算したもので、1 ページから出そうとしているものが、おおむねこの Mw7.3 のものに対応するモデルとしてつくろうとしている波形の部分でございます。

10 ページがもともとの深いもの、7.3 を 62MPa で計算しましたが、そのまま計算すると Nakamura、Miyatake を与えて計算したというのが 10 ページからのもので、これは参考で今回、用意いたしました。もともとの記録を計算して、途中での検討会でお見せしたときに、こんなに大きいのですかというのは疑問が出て、先ほどの検討に入ったというのが実際のところでございます。

2 ページ、3 ページで応答の分布図を示しております。その中でやや大きいところを取

り出しまして 4 ページにその場所の加速度、5 ページに速度、6 ページに変位を示しております。おおむねこの波形をベースに提示したいと考えております。特に 62 のものそのもので出したときのものが 10 ページからになります。こちらでこんなに本当に大きいのでしょうかというふうに意見をいただいたのが、変位の記録で 50cm 近い変位があるけれども、本当にこんなに大きいのでしょうかという質問が出たところから始まります。大体半分ぐらいにしますと、変位のほうは一番大きくて 30cm 程度ぐらいという書き方になっております。

M7 クラスの地殻内の計算をしました。こちらはまだできたばかりで変なところがあることがわかりましたが、2 ページ目に地殻内でセットしたモデル、15.4MPa でセットしたモデルのものと、その半分にした場合にしたものとを示してございます。平面図で見るとこのくらい応答の違いがあるということ。それでそれぞれ出しておりますが、波形で見ると資料が 15 のほうは先ほど見ておりまして、7、8、9 と 15 が出ています。

使おうとしているのは 10 ページからです。ちょっと計算の中で表示のどこかでミスがあって、EW がどうも大き過ぎる計算になっているようでございまして、12 ページの変位、EW を見ると 70cm を超える変位量になっております。ここまで大きくないようですので、点検をしてもう一度次回、計算し直したいと思いますが、イメージとしてはこの半分ぐらいのもので整理をしようと思ってございます。

M8 クラスは、今まで何回か説明させていただいている資料を再掲した部分でございます。揺らぎ場所による破壊の揺らぎとか、そういうことを含めながら最終的なものにしていきたいと思っておりますので、これについての説明は割愛させていただいて、後ほどの議論で思っております。

以上でございます。

○それでは、御質疑をお願いいたします。

資料 3-2 は M7 クラスの地殻内地震についての計算結果ですけれども、例えば出力の変位、9 ページを見ますと、これは断層直上における変位波形と書いてあるのですが、私はイメージできていないのですけれども、地殻内地震のどこに震源があって、何 km の深さであって、この断層直上というのはどこを言っているのかが全くイメージできないのですけれども。

○（事務局）東京の東部、首都機能直下のところにおいている 6.8 を計算した、震度分布を計算した地震で、深さが断層の上端が 5 km。それで Mw6.8 の地震。

○その直上ということですか。

その 6.8 の応力降下量が 15.4MPa ですか。

○（事務局）それで震度分布を計算しています。

○ここでは応力降下量、デルタシグマの半分をして計算した結果ですと。

○（事務局）はい。それでもとの 15 の場合との比較をしたのです。基本的に 7、8 ぐらいのもので一体と思っています。

○それで計算したらこうなりましたというので、我々は承っておけばよろしいということ
でいいわけですか。

○（事務局）少し EW が変だったので、ちゃんと計算して出して。

○よくわからなかったのですけれども。

○（事務局）今日●●先生いらっしゃらないのですが、前回 Mw7.3 のプレート内の記録を
見たときに、こんなものでは実際とは違うし、建物はもちませんと言われて、実際の記録
とよく合わせたものにして出してもらいたいということで。

○前回と言われても前回は去年 12 月か何か。

○（事務局）済みません、前回というのは専門家だけ集まったときの。そういう意味では
モデル検討会としては今回が初めてです。

○そうですね。ということだそうです。よろしゅうございましょうか。

それでは、次の議題に移ることにいたします。次の議題は長周期地震動の構造物への影
響に関する議題でございます。まず事務局資料の説明からお願いいたします。

○（事務局）構造物等に関する影響をどういうふうに見るかということで、速度応答で見
るのが層間変形角その他いいのではないかというものを一度説明させていただいておりま
す。今回改めてそれらについて、我々の計算した長周期地震動の波形を用いてビルがどの
ように影響するのかということの検討をいたしました。この検討については●●さんたち
にお願いいたしましたので、それについての資料を説明していただくことに。

もう一点が、継続時間を含めて表示したほうがいいという御意見をいただいております
で、そちらについてこういう出し方はどうだろうかということで、●●先生から御提案が
ありましたので、それもあわせてそれぞれ説明していただきたいと思います。

それでは、よろしくお願いいたします。

○それでは、資料 4－1 で説明いたします。

1 ページめくっていただきますと、目的と検討は今、●●さんからお話ございました
が、以前に国交省さんの波とか、防災科研さんがつくられた波を使って、どんな波であっ
ても、どんな建物であっても大体横軸に Sv ないし pSv をとって、縦軸に最大層間変形角
をとるとよい対応関係にありますよというお話をしたと思うのですけれども、それと同じ
ことを内閣府さんがつくられた波に対して検討してみたという内容でございます。

1 ページにそれが書いてありまして、想定された長周期地震動波形に基づき、さまざま
なタイプの高層建築物を対象として応答計算を実施し、層間変形角を求めて、その関係
を見たということでございます。

建物がそこに 5 種類ありまして、鉄骨造が 30 階、60 階、45 階の平面形の違うもので、
短スパン側と長スパン側の両方向。それから、RC 造の 40 階建て。この 5 種類について
応答解析を実施しましたということでございます。

その細かいデータがずっとありますが、これは省略をしまして、実際に検討した内容が
10 ページ以降にございます。いただいた検討用入力地震動の一覧表というものがございま

して、宝永地震と大正関東地震で、いろんなところのいろんな地点での波形をいただいたということでございます。それぞれのスペクトルを書いてみて、そのスペクトルと今、言いました S30 から RC40 に至るまでの 5 種類の建物の固有周期を見ながら、横軸 S_v ですからいろんな S_v になるように、要するにいろんな大きさの波に対してのいろんな応答が得られるようにということで、かなりばらつきが出るようなことを考えて、その組み合わせを考えてみました。

例えば 10 ページの下図 3.1 は 30 階建ての S 造モデルですけれども、この橙色の破線のところは 1 次固有周期ですので、このところで大体いろんなレベルの応答になりそうということがわかります。似たようなことで 11 ページ、12 ページあたりに橙色の破線とスペクトルの交点あたりで応答は決まるだろうということで、 S_v ないしは pS_v がばらつくように、波と建物の組み合わせを考えて応答解析を計 15 ケース行っております。その 15 ケースというのは表 3.1 に示すとおりで、S30 については宝永 2 波、大正関東 2 地点、S60 については宝永の地震動 2 地点といったようなことで、全 15 ケースの応答解析を行いました。

その結果ですが、19 ページぐらいからずっとその結果が出てくるのですけれども、余り細かいことを言ってもしょうがないので飛ばしまして、最後結論ということで書いてみたのが 34 ページでございます。34 ページの上が横軸 S_v 、下が pS_v ということで書いてありますが、基本的な傾向としてはほとんど同じ、縦軸が両方とも最大層間変形角で、応答解析をやった中でどこかの階で最大が起きるわけなので、その全階において一番大きな層間変形角を示した値を描いているということでございます。

マークが違いますのは、5 種類建物がありますので、5 種類の建物の色とか形で分けてあるということでございます。ざっと見ると下の図でも上の図でもほぼ S_v と最大層間変形角はほぼ線形の関係にあるということがわかりますが、これは過去にやりました国交省の波とか、防災科研の波の傾向とほぼ一致していることが確認できましたということでございます。

おおよそ 100 カインぐらいになると、最大層間変形角が大体 100 分の 1 ぐらいになるかなということは見てとれるということで、200 カインぐらいを超えてくると、あるいは 300 カイン近くなってくると、層間変形角 0.02 で 50 分の 1 とか 60 分の 1 とか、それぐらいにかなり大きな値を示すので、かなり損傷が出てくるレベルになりますねということはこの図でわかるというものでございます。

それから、以上が検討の内容の結果の概要ですけれども、それ以外に層間変形角だけではなくて、せっかく応答解析をやったのだから加速度についても何かコメントをくださいというふうに内閣府さんから御要望がありましたので、ちょっと検討してみたというのが 35 ページから後ですが、加速度に対して一番厳しいのは家具の転倒だろうということで、家具の転倒についての検討を試計算ですけれども、やってみたということでございます。

そのときに使ったモデルが、多少変わった分布をしているほうがいいと思って 20 ペー

ジのところに S60、20 ページの左上の図をごらんいただくとこれは最大加速度なのですが、これは 60 階建ての S 造の加速度分布ということで、これはきれいに 1 次モードと 2 次モードが載っているような形をしていますので、これが例題としていいのではないかと、ほかの建物はほとんど 1 次モードしか出てきませんので、これを例として過去の転倒率というものを求めてみようかなと思って、試行的にやってみたということでございます。

ただ、そのときに通常は細かい話になりますけれども、36 ページにあります、線が 2 つ書いてあるのですが、通常は上の実線のほうの 2 % 内部粘性減衰というもので応答解析をやって、変形を見ている分には全く問題ないのですが、観測記録なんかを見ていると、内部粘性というものはずっと高次になるほど減衰がだんだん大きくなっていくという減衰系なのですが、むしろ各次一定減衰に近いなということがわかっていますので、そういった意味で家具の転倒用ということであればレーリー減衰ということで 1 次は 2 %、2 次に対しても 2 % とほぼ一定に近いような減衰を与えて解析をし直してみたものが図 6.1 の○でございまして、若干減衰が小さくなりますので、応答加速度も 2 割とか 3 割ぐらい大きくなっていることがわかるということでございます。

それに対して図 6.2 が、試算した最大応答加速度に対する家具転倒率の評価ということで、これは何かといいますと、その前の 35 ページのところの下参考文献 2 ですが、肥田、永野らということで、これは 3.11 の地震の後に主にマンション、高層住宅だと思うのですが、アンケートをとられまして、それで家具の転倒率が求められている。それを表現できるような転倒率の評価方法というものをこの論文の中で述べられておりまして、その手法を使って 6.1 の加速度分布を当てはめてみて、どれぐらい転倒率があるのだろうというので評価してみたのが図 6.1 ということでございます。白丸に対応するのが下の図の白丸ですので、白丸だけごらんいただきますと大体、最上階で家具の転倒率、1 が 100 % です。0.4 というのは 40 % ぐらいかなということで、中間階で 2 次モード系に対応しまして、それでも 20 % 弱ぐらいということが評価できるねということで、前のグラフをごらんいただくと、どの波形を見ても加速度は大体 300 ガルとか、せいぜい 400 ガルとかそんなものですので、おおむね似たような、どの建物でも似たような転倒率になるのではないかとすることは一応言えるかなと思います。

それから、これは前にどこかで御説明したか、ワーキングのほうだったかと思いますが、付録のところに去年 12 月に実施した E-ディフェンスでの実験結果をもとにして、同じように横軸 pSv、縦軸に最大層間変形角というものを書いてみたのが付図 1 でございます。似たような傾向に当然なるのですが、それで 100 カインのときに 100 分の 1 という、これも大体似たような傾向だなということなのですが、ただ、これはどんどん入力を上げていっていますので、その損傷が蓄積されていった状態での図ということなので、当然、右に寄るに従って上のほうにカーブを描くような形になっているというのが、それまでの損傷が累積されているからということだろうと思います。ただ、同じような傾向に

あることは実験でも確認できましたということでした。

以上です。

○それでは、●●先生。

○委員限りと書いてある、2月24日という長周期地震動の継続時間に関する検討について説明させていただきます。

まず概要なのですが、地震動波形のある程度のレベルを超えた範囲を実効継続時間にするという提案がされており、Trifunacが提案した方法ですが、波形のパワーを求めて、その全体の5%から95%の範囲を実効継続時間とするというものです。地震動の実効継続時間と構造物の応答がどういう対応をしているかというのを検討してみたらという●●先生の指摘で検討したのがこの結果です。

1ページめくっていただきまして、実効継続時間を加速度波形と速度波形について検討してみました。3ページ目がその結果なのです。地震動は2ページの下部に書きましたように、日本建築学会での長周期地震動の検討の際に出された●●の●●先生たちが行われていた3次元FEMによる計算波を使用しています。これは南海、東南海、東海地震の順番で発生するケースについて、2003年の中央防災会議の震源を使って計算された波です。

3ページの上の図が大阪における予測波、計算された波形の上が加速度波形で、このパワーを計算したのが次の図2です。地震動が始まってから100秒ぐらいからどんどんパワーが増えていきます。5%から95%の間を実効継続時間とすると154.0秒になり、2%から98%だと195.9秒になっています。加速度波形を積分してつくった速度波形についても検討してみた結果が下の図に載っており、5%から95%で145.9秒、それから、2%から98%で214.9秒になっています。加速度より速度波形の方が、実効継続時間が延びるのではないかと思っていたのですが、それほど変わらない結果になっています。

4ページ目が、同じ地震で名古屋における波を見たもので、これも上から順に加速度、速度波形について検討しています。

5ページからは、建物の応答と実効継続時間がどういう関係になるかを検討してみました。9ページ目が最後のページになります。高さが50階建ての建物と25階建ての建物の2つのモデルを使い、それぞれ1つはハの字型に制震ブレースを入れている制振構造の場合、1つはブレースのない純ラーメン耐震構造の場合で応答解析をしました。50階建てのほうは卓越周期の長い大阪の波を入れ、25階建てのほうは名古屋の波を入れています。

まず5ページに大阪の波を入れた50階建ての応答結果を示しています。長周期地震動の場合は建物にエネルギーがかなり、継続時間が長いので、入ってきます、図9の上の図は耐震モデルにおける、加速度パワーによる実効継続時間と入力エネルギーがどういうふうに建物に入ってくるかを比較したものになります。

これを見ますと5%から95%の範囲の154秒の間では、エネルギー的に見ますと1.7%から97.9%のエネルギーが入っている範囲に当たっています。それから、2%から98%のパワーの195.9秒の間ですと、0.2%から99.6%のエネルギーが入っている範囲になって

います。下の図は速度ですが、加速度と大体同じようになっており、パワーで見ると大体エネルギーが建物に入ってくる感じが表れています。エネルギーだけではわかりにくいと思い、その下の図 10 に、50 階建てでは下層部の 10 階が一番大きな層間変形を示すので、その層間変形の時刻歴波形と、先ほどのパワーの 5～95%の範囲と 2～95%の範囲を書いてみました。2～98%だと大体大きな揺れがある程度入り網羅されます。

6 ページ目に、制震モデルについて同じことをやってみたのですが、同じような傾向を示しております。

7 ページ目は、25 階建ての建物について同じことを行ってみました。この場合は 5～95%ですと 85.4 秒になっており、地震動の、エネルギーとしては 1.2～85.2%なので、この場合は少し入力エネルギーの入り方は少なめになっています。それを反映して下のほうに一番応答の変形の大きかった 5 層目の層間変形の時刻歴波形を書いているのですが、5%～95%でも入り切れなくて、2～98%だとほぼ応答がおさまっているところまで入っている感じになっています。この場合は加速度波形と速度波形では、少し差が出たようです。

8 ページ目が制震の結果になっております。

7 ページの図 14 の変形を見ていただくと、最初は 0 軸のところに層間変形が表れているのですが、200 秒ぐらいからがたっと下に下がって、マイナス 2 cm ぐらいのところで波形が動いています。これは残留変形といい、塑性化をして建物が傾いたまま状態に陥っていることになり、大きな地震動が来るともとに戻らないで変形をしたままの状況に陥ります。ここまで来ると建物のダメージがかなり大きくなっています。変形を見ていくと、建物のダメージがわかるものですから、このような方法で評価することも行っています。

以上の結果をまとめたのが 1 ページ目で、1 ページ目の最初のほうの表は建物のモデルを示しています。50 階建ては、耐震ですと 7.4 秒の周期のものが制震で 5.4 秒になっています。それから、25 階建ては耐震では 2.9 秒が、制震すると 2.2 秒になっています。それぞれ下のほうは 5～95%にした場合の実効継続時間、加速度の場合と速度の場合、それぞれエネルギーで見ると何パーセントぐらいまでその間で消費できているかを一覧表で示しています。

以上です。

○それでは、御質疑をお願いいたします。

○素人なので大変申しわけございませんけれども、大阪と名古屋の純ラーメン構造と全層制震ダンパー付与と書いてあるのですが、実際のビルにおいてこの 200m と 100m のケースで制震ダンパーというのは、どのくらいの割合でついているものですか。

○1995 年の阪神大震災以降ですと、制震ダンパーを入れる建物が増えてきています。2000 年以降だと多分鉄骨造の超高層は 100%近く、何らかの制震を入れていると思います。ただし、鉄筋コンクリート造の高層マンションになってくると、なかなか制震が効かないこともあって、100%はついていなくて、多分半分ぐらいの建物で最近ですと入れていると思

います。

○ありがとうございます。

○1つよろしいですか。検討された内容は大体理解したつもりなのですが、1つ継続時間の意味が少しわかりにくいかなと思ったのです。強震動の場合、こういうふうな波形のエネルギー、パワーで計算されていると思うのですが、この建物応答のときに応答は、例えば変位が6ページの制震のほうなので揺れは意外と小さいのかもしれないですが、ぱっと見た感じだと500秒ぐらい揺れているなという感じがするのですが、このときにここでおっしゃっている継続時間的なものの意味というのは、どういうふうに理解すればよろしいでしょうか。

○上のほうの6ページの図11を見ていただきますと、これが実際に建物に入っているエネルギーの時刻歴を書いています。構造体とかダンパーが吸収するエネルギー量の時刻歴を書いているものです。後のほうで揺れている部分については弾性応答をしており、余り建物自体にダメージを与えていない範囲になります。本当に建物が損傷する間の継続時間だとすると、このパワーでいいのではないかと考えています。

ただし、人が揺れをどう感じるかとなってくると、先生が言われるように後揺れは結構影響が大きいので、そこを見て500秒ぐらいしないとだめだろうと考えています。建物が受けるダメージからいくとこういうものでもいいのかなと考えています。何を対象にするかによって継続時間の考え方は変えなくてはいけないかと。私の出したものは、あくまで建物側からどの範囲でダメージがたまるか、これぐらいかなというので提案されているものを紹介させていただきました。

○大変よく理解できました。どうもありがとうございました。

○●●さんの2003年の震源モデルというのは、東南海、南海の2連動のモデルなのでしょうか。

○建築学会では、一応それを3連動にして。

○3連動のモデルですか。

○はい。

○わかりました。

3連動のモデルで大阪此花区のビルは持ちこたえるのでしょうか。

○此花は結構厳しいです。かなりダメージを受けて、そのままでは使えなくて、かなり補修が要るような状況になっています。それで制震を入れると大丈夫になるので、建築学会としては古い建物は制震改修をすれば助かる検討例を使わせてもらっています。

○もう一つよろしいですか。3.11の揺れで大阪でもWTCのビルがかなり階段部分とか損傷いたしまして、それはよく知られているのですが、ああいう長周期地震動の場合でこういうふうに近似していくと、どういうケースに当たるのでしょうか。あのケースはどういう形になるのでしょうか。

○あのケースは最新モデルになってきます。今、制震改修をするというので検討されてい

ると思います。

○ダンパーが入っていなかったということですか。

○入っていなかったです。ダンパーで補強しようというのが今、検討されている最中です。でもなかなかうまく効かないというか、効かすのが難しいようです。建物によって効き具合が異なるようで、結構苦労されているようです。

○ついでにもう一つお聞きしますけれども、この制震モデルのほうが応答が小さくなる理由なのですが、9ページにまず固有周期が大分でもないが、2割程度短くなりますね。その影響とエネルギー吸収量が増えるのはどういうことでしょうか。例えば固有周期が変わるのは、場合によっては例えば名古屋だと50階建てにダンパーを入れると逆に周期が合ってしまうとか、そういう可能性もあるのではないかと思ったのですが、いかがでしょうか。

○例えば7ページの耐震の場合の入力エネルギーを見ていただきますと、fWpと書いてありますが、fWpは構造物が塑性化をすることによって吸収するエネルギーで、全体の入力エネルギーに対してかなりの割合でエネルギーを吸収しています。Whと書いたのが、構造減衰で大体鉄骨の場合2%としていますが、その2%で吸収するのがWhです。fWpとの間が構造減衰で吸収した部分です。

次のページの制震のところを見ていただきますと、Whがやはり2%減衰の構造減衰で吸収した部分で、dWpと書いていますが、その線から上のfWpとの間が制震のダンパーがエネルギー吸収している分です。fWpは骨組みがほとんど塑性化していませんので、入力とほとんど一致しており、ダメージを受けていない。入力エネルギーをダンパーが全部背負っているで、その分だけ構造体がダメージを受けていない。これがダンパーの一番の効果だと思います。

○わかりました。そういうふうに説明していただけるとよくわかります。どうもありがとうございました。

○事務局から質問はないでしょうか。

○（事務局）この結果も踏まえながら、継続時間の表示方法については前回、我々のほうで出しました一定の振幅以上の部分で出した継続時間と、きょう●●先生から提案いただいた部分、少し解析してみても継続時間についてどちらで出すか、あるいは参考資料として出そうと思うので、参考的に両方とも出すかとか、そういうことを次回、改めて御提案したいと思っております。

それから、層間変形角との関係については、先ほどの資料をもとにこういうこともあるということ。それから、家具の部分についてはきょうの結果の部分の踏まえながらなのですが、もともと我々の波は2秒以上しかやっていないので、もう少し短いところの応答については出していないので、十分注意して使ってくださいという留意事項とか、そのような留意事項の出し方を含めて整理してみようと思ってございます。少し解析した段階で次回、こういうふうに使いたいということで御提示したいと思います。よろしく願いいた

します。

○今の御発言に関連して、やはり目的を明確にしていadakないと、どの定義がいいのか判断できないと思うのです。先ほど●●先生おっしゃったように構造物の損傷のことを言うのか、室内の安全性を言うのか、どちらにポイントを置くのかとか、両方ポイントを置くので2種類の絵が出てくるとか、そういったことを事務局で整理していただいた上で議論しないと、これでいいのかどうかというのはなかなか判断できないと思います。

○（事務局）イメージ的にはその2つのポイントを置くしかないのかなというのがイメージで、一般論としての留意事項としたときに、層間変形角のほうで見ると建物を重視したことになります。家具固定等で見ると人間系の部分が多少入ってくるので、そちらの部分と、両方を見て留意事項を示すことになるのかなと思います。そこを整理してまた次回、御意見をいただければと思いますので、よろしくお願いいたします。

○ほかいかがでしょうか。

○（事務局）事務局から一番最後にお伝えしようかなと思ったのですが、今後の展開の大きな流れについて、今ちょうどそういうお話になっておりますので御説明をしたいと思います。

このモデル検討会としては、過去地震を含めて長周期の計算をしたときに、こういう分布で例えば速度、加速度が発生することがアウトプットで示すことができるわけですが、まさしく今日お示しして、●●さんあるいは●●さんからお話があったように、それがどういう影響を社会的に及ぼすのかということについてしっかりと説明する必要があるということで、現在、並行して今日来ていただいておりますけれども、国土交通省の住宅局さんにこのモデル検討会として検討してきた粗々のアウトプットをお渡しして、住宅の設計サイドで見た場合にこれをどう捉えるのかということ住宅局さん側としてかみ砕いていただいて、それで最終的に数カ月後、このモデル検討会としてのアウトプットを発表する際には、ただ単にその結果をお示しするだけではなくて、先ほど話題に出ておりましたように、特に高層ビルの建物についてどういうふうなコメントを述べるか。あと、対応としてこういうことをこれから考えていくということをあわせて公表する形にしないと、前から言っておりますように、黄色と赤と青の図だけをお示ししても要らぬ社会的な混乱というか、これは何を意味するのかということがわからないまま出ていく可能性があると考えておまして、それを今、住宅局さんをお願いをしているといいますか、データをお渡しして住宅局さんなりの対応としての計算を始めていただいているというのが今、置かれた状況でございます。

一般的な人のわかりやすい話でいきますと、先ほどの非公開資料4-1の34ページ、もう大分時間がたちましたので、どう言ったらいいのでしょうか。わかりにくいかもしれませんが、この4-1の34ページを見ていただきますと相関変形角、要するにこれが縦軸でいきますと0.02、0.005、0.01、ですから速度が100のところで見いただきますと、例えば先ほどお話があったように0.01が100分の1、要するに建物の層の傾きをこれ

であらわしているわけで、それが例えば今日お話があったように 100 分の 1 になったらどういうダメージを受ける。50 分の 1 にあったらどういうダメージを受けるということもあわせて、これが一般的な言葉で言うと損傷だとか大破だとか、そういう言葉になりますので、先ほど●●先生の説明の中にもあったように、ダメージを受けて補修する必要がある。一般の人はこれがつぶれるんですか、折れてしまうんですかというのが一般の方々の感覚だろうと思いますので、そうかと言っても大きな損傷を受けた場合には建物としては利用ができなくなるのかどうかということも含めて考える人が当然出てくるわけですので、この辺のところが必要に説明ができるようにしておかなければいけないかなと思っている。

非常にアウトプットが厳しい場合には、その説明がどんどん厳しくなるというところになるのですけれども、ですから対応も含めて御説明をしたい。一番きょうのモデル検討会最後のところで言おうと思ったのですが、今そういう作業をこれから並行して住宅局さんのほうにお願いをしているということです。それは建物のほうで、また、建物の中の家具固定と人間の感覚としてそれにどう対峙するのかという事柄については、またそれとは並行して別に用意しておく必要がある。ですから、大きく分けて建物と家具固定を含めた中にある人の行動といいますか準備といいますか、その大きく分けて 2 つを御用意する必要があるのかなと思っております。

○最近、都心では高層マンションが大変流行になっていて、入りたいと希望している人も増えてきているようなので、そういう人たちにどう説明するかというのも考えていかなければいけないのではないかと思います。

以上、よろしゅうございましょうか。それでは、長周期地震動の構造物への影響についてはここまでいたします。

それでは、最後に長周期地震動の計算結果の揺らぎなどに関する議事に移ることにいたします。資料説明を事務局よりお願いいたします。

○（事務局）それでは、非公開資料 2-1、2-2、2-3、2-4 で揺らぎがどのくらいあるのかということ、それから、それを踏まえまして最終的なアウトプットをどうしていこうかということでこれまでも説明させていただいておりましたが、おおむねどの程度の幅があるのかということとか少し整理できましたので、きょう御報告したいと思います。

まず非公開資料 2-1 でございますが、破壊伝搬の揺らぎということで乱数を与えて伝播速度を変えるような形で 7% 入れて揺らがしてみました。計算上は今、5 つの乱数を用いて計算しております。それから、揺らぎがない場合はどうなるのかという御指摘がありましたので、今回その揺らぎがある場合とない場合を資料として用意いたしました。絵が小さくて見にくいのですが、1 ページ、2 ページのところで、1 ページの一番上が伝播の揺らぎがない場合、それから、その下が揺らぎがある 5 つの乱数で揺らがした場合の平均を書いてございます。乱数自体でどのくらい揺らぐのかというのが 1 ページ目の一番下から 2 ページの資料 4 つ、乱数①～⑤と書いているのが各乱数ごとによる違いの部分でございます。今おおむねこの平均をとる形で整理をして出していこうとしているものが 1 ペー

ジの真ん中の部分でございます。それと揺らぎなしのもので見て、やや揺らぎなしのものが2秒、これは2秒の部分ですが、やや小さいということがわかります。

3ページが3秒でございます。地震は宝永地震のもので見てでございます。揺らぎなしでいいのではという話もございましたが、揺らぎなしでもやや短周期のところでは弱いような感じがする部分がございます。

5ページに4秒、7ページに5秒、9ページに6秒、11ページに7秒、13ページに8秒というふうに続いております。だんだん大きくなると余り変わらぬ同じ程度になるということが、周期が長くなると同じ程度になるということがわかるかと思いますが、この程度の差だということでございます。

同じように安政東海の部分を19ページから、並びは同じでございます。大体のイメージも大体同じような感じかなと思ってございます。それから、安政東海に続きまして、その次に37ページに大正関東のものを入れてございます。感じとしては先ほどの資料と同じでございます。資料の並びも同じようにしてございます。

ということで、破壊伝播のほうで見た揺らぎでやや2秒、3秒、4秒あたりを見るのには、もともとふくらました部分があるので乱数を入れて見るということにしたいと思いますが、ない場合にはこういうふうになりますということも参考資料で出すかどうかとか、今後資料をつくっていく段階でまた御意見をいただければと思います。

非公開資料2-2でございます。SMGAの揺らぎと書いてございますが、揺らぎではなくてSMGAの場所による違いがどのくらいあるのかという資料でございます。1ページ目と2ページ目を見ていただければと思います。速度応答の2秒の応答のものを示してございます。場所の揺らぎの部分で真ん中に置いたものを基本ケースと呼んでございます。1ページの上側がもともと震度を再現したもので、基本ケースと呼んでいる部分でございます。そして計算上はSMGA全体を左へ1ブロック、SMGAのブロックだけ全体を左へ、右へ、北へ、深いほうへ、浅いほうへというふうにずらしてございます。2ページにそのずらした部分を示してございますが、SMGAを東ケースと書いているのが全体を右へずらしたものです。そして西ケースが左へ、北ケースが上に、南ケースが下に出したものでございます。絵が小さくて見にくいですが、やや南にしたほうが強くなっているところとか見えるかと思えます。

1ページの下の方の図は、この基本ケース、それから、東、西、北、南ケースの5つのケースの最大値を重ねて、その最大値でプロットしたものです。強い地震波、地震動が出るところはおおむね同じようなところに出ているのですが、これがずれた分だけ、ずれますよということがわかるかと思えます。計算上は基本ケースをベースに示して、あと、この東、西、こういうことがこの範囲で起こることがありますということで留意事項にしたいと思ってございます。2秒のもの、それから、次が3秒、その次が4秒、5秒、6秒とずっと応答の部分を示してございます。10秒までは書いてございます。

それから、どのくらいずらしたら違うのかということを知るように資料を整理してみ

ようかなと思ってつくったのですが、単にぎらぎらするだけの資料になりまして、19 ページ、東と基本をとって、差をとってみて書くと単にぎらぎらとするだけの資料で余り意味がないものになっています。それから、放射状に強いところが出るところがずれた分だけ帯状に見えるとか、そういう特徴が見えるかと思います。そういう目で見ておいていただければと思います。色合いが急に赤い色合いになるのが 27、28 で、やや南にやると何となく全体に強いのかなという色合いが見えるかと思います。

同じようなことをずっとしてございますが、これを拡大した部分をその後に示してございますが、少し統計的にどのくらいの比率で違っているのかということで資料を整理いたしました。45 ページに資料のイメージを出しておりますが、もともと空間的にかなり大きな 70 とか 100km ぐらい、SMGA の設置場所によってこの山が出るようですので、かなり大きな空間フィルターをかけて、そのフィルターを書いたものを基本ベース軸として、そこからの上にあるものと下にあるものというふうに山、谷と整理してございます。上にあるものを山側、下にあるものを谷側。

45 ページの真ん中のところで SMGA を東側にずらすと全体にこれが右にずれるというので、少しずれたイメージのものを出してございます。SMGA が 1 個分だけ、メッシュサイズ 1 つ分だけずらしますので、そうしたときに山の部分で重なっている山&山と書いてございますので、基本も山だけれども、東にずらしても山のところ。基本は谷だけれども、東にずらしても谷というので、後ろに出てくる山&山とか谷&谷というのは、大きいところ同士を比較したものでございます。もともとずらすと従来基本で谷が多いところだったものが山になることがございますので、利用するときに基本ケースを出すと、周辺で大きいところのすぐ隣が小さいからと安心してもらっては困りますが、そこは同程度ぐらいの強さがある可能性がありますよという事項のメッセージを書こうと思ってございます。

この山&山同士をどのぐらい違うかということで示そうとした試みが 46 ページでございます。左上が（基本ケース）－（フィルター後）と書いてございまして、言葉の定義がまだ十分整理できていなくて申しわけございません。赤とベースになるものと、ブルーの差をとったものでございます。それから、縦軸のほうが EAST-kihon と書いてございますが、基本と東側をずらしたものの差をとっている。その差が小さいところというのが山&山におおむね近い、谷&谷に近いところですが、縦軸が下のほうにあると山&山か谷&谷のところになっている。上のほうにいくと山と谷がずれたところだと思っていただければと思います。

それから、横軸のほうが右にいくと、もともと基本で大きいところが右側に示されます。この右側のほうにいつている部類のところを見て、分布が少し見えるかと思いますが、この分布を少し見てみようとしたのが 46 ページの右側にあるヒストグラムでございます。山&山、谷&谷で、谷&谷は余り小さいので見ても意味がないので山々同士ぐらいを見ていく。分散をとってみるとおおむね 2～3 割ぐらい、基本のところから 2～3 割ぐらいのばらつきの中で示されているようだということがわかりました。大きい場合には 1.5 倍ぐ

らいになるということもあるのですが、おおむね2～3割ぐらいの部分でばらついているということで、大きいところは場所を変えたり乱数が違っていろんな状況でやや大きくなるけれども、それは2～3割程度のばらつきがありますということで見ていただければと思います。それから、大きいところのすぐ隣はSMGAがずれると大きくなる可能性があるのですが、そういうところは注意してくれということのメッセージを出したいと思ってございます。

破壊開始点の違いでどの程度違うのかということで、これも以前示した資料でございますが、非公開資料2-3、全部の資料を計算していないので、今後、最終的な報告に向けて違いがあると、このくらい違いますということを出しておこうと思います。1ページに破壊開始点をもっとマーキングしておかないといけなかったのですが、上から東から破壊した場合、真ん中、中央から破壊した場合、西から破壊した場合ということで3つのケースを示してございます。東からの破壊は津波の大すべり域と同じで、愛知県の沖合ぐらいのところから割れ始めたものでございます。それから、中央から破壊した場合は全部のモデルは同じですが、潮岬沖のところから割れたもの。西から破壊した部分は四国の西側から割れ始めた部分を置いてございます。

それぞれの3つの破壊の違いでどのくらい変わるかということをして2ページ以降で示してございます2秒の応答スペクトルの部分です。東、中央、西と順番に並んでございます。西から破壊して東のほうに全体に赤くなる、東が赤くなるというイメージ。東から上がるとやや四国あたりぐらいから中央からの破壊に比べてやや色が大きくなる。こういうことがあるかと思います。破壊開始点の違いで少し大きくなる場合がありますということと同じように整理して、その場合、今回のケースではどの程度違うかということをして先ほどと同じような形でグラフを入れようと思います。

11ページから、同じように差をとって単にぎらぎらするだけなのであまりいい絵ではないので、とりあえずここだけで終わろうと思いますが、同じような形で統計的な処理をしているのが21ページ以降でございます。それぞれの部分でどのくらい違うかということをして同じく整理して、2～3割ぐらいの範囲内で、これもそのぐらいで終わるのではないかと考えてございます。もう少し丁寧に資料を整理して分散をまとめたいと考えております。

計算結果の平滑化ということで、魚の骨という言い方をしていましたが、非公開資料2-4、3ページを見ていただこうと思います。少し絵が小さいのですが、東京のところに縞模様が、干渉縞が見えるというのがございました。たまたま構造で1つの構造、今回入れた構造で見るとこういうことが起こり得る。実際の構造がこのとおりかどうか違うので、こういうことが起こり得る可能性があるけれども、この計算結果の場所でそういうことが起こるというわけではないということを含めて留意事項にしようと思ってございますが、こういう干渉縞が起こり得る。この干渉縞だけの絵を出すと大きな誤解をするだろうということで、これを何となくなめらかにするというフィルターをつくりました。

それでなめらかにして出すと7ページのようなイメージになります。移動平均を全部に

かけながら3回の空間フィルターにして、一番下のタイプのもので整理するというふうにした部分でございます。先ほどの SMGA の場所による空間的なものも、このようなフィルターで示してみようかと思ったのですが、空間を大きくすると全体がなめらかになり過ぎて、ぼんやりしたものになると増幅、やわらかいところとそうでないところの区別ができなくなりましたので、大きくするのはやめて、この魚の骨の干渉縞をとる程度、 9×9 までのフィルターでとめておこうと思います。

このフィルターをかけた結果が 15 ページからに示してございます。少し拡大した部分でございますが、魚の骨の状態、干渉縞の状態が少し丸まって見えるかと思います。こういう形でアウトプットを出し、かつ、先ほどの干渉縞のようなこともありますということ留意して判断しておこうと思います。

それから、この資料でずっと計算している中で、一番最後のほうのところももう少しわかりやすくする必要がありますのですが、51 ページを見ていただければと思います。51 ページにラインで A、B と書いた赤線を 51 ページ下側の図で書いてございます。この A のラインと B のラインごとに、各応答の違いがどういうふうに見えるかということでとった資料が 52 ページでございます。52 ページが A、下側のラインで、52、53 とそれぞれ 2 秒、3 秒、4 秒、5 秒というふうにあります。これは場所によって関東付近は割と地盤の固有周期が長くなっているんで、5～7 秒ぐらいの周期のものが卓越してくるようになるのですが、場所によってはそんなに大きくならないところがあったりしますよということで、注意の呼びかけをどうするかということの資料にしようと思いますが、例えば 52 ページの 2 秒、3 秒のところを見ていただく、と左のほうにちょっとした山があります。右へいくと少しだらだらと下がっております。6 秒の 53 ページの上側の資料を見ていただきますと、右側の 2 秒、3 秒のところでは山があったところは、そんなに山がなくて、左のほうにいくとぐっと上がって行って、6 秒ぐらいの値は大体 50 か 60 ぐらいの値になってございまして、3 秒のデータで比べると 20cm/s ぐらいの値が 6 秒ぐらいになると 50～60 になって 2～3 倍ぐらいに増幅しているのですが、一番左のあたりは短周期のものが多いいということがわかります。同じようなことは B のラインでも見えますので、こういう場所による違いとか応答の違いとか、こういうこともうまく整理をしながら出していければと思ってございます。

今回、SMGA の場所による違いを先ほど非公開資料 2-2 で示しましたが、南海トラフでは特に付加帯近くで割れると、東京のほうに大きな長周期の地震動が増幅して伝わる可能性があるということが指摘されてございますので、そのような資料についても用意しようと思ってございます。随分前に一度お見せしたのですが、これは潮岬沖をアウターライズのところ、5 km のところ、10km のところ、20km のところ、それぞれのところにポイントソースを置いてどう割れたかということで示したものです。実際の増幅との関係では紀伊半島沖の地震がありましたので、その地震の地図記録と合わせたもので一度整理をして、それで誤解がないような形で示したいと思います。左上がアウターライズと書いてござい

ますが、外側で起きたもの。それから、5 km のところで起きたもの。下の段になって 10km のところ、20km のところと左から右へ並んでいきます。

動画で用意できればよかったのですが、まだそこまでできていないです。スナップショット的に用意しています。ここの秒数が破壊からの時間を示しております。57 秒のところです。57 秒までの伝播してきたもの。全部蓄積した部分がこれでございます。ちょうど 57 秒の時点のものでございますので、この部分を見ていただければと思いますが、少し進めてください。スナップショットわかりにくいので、一番最後にしてくれますか。おおむね最後ぐらいになるとアウターライズのもの、深さ 5 km のもの、それから 10km、20km とあります。もちろん外側を通ると東側のところ、こういうところに、ここは伊豆半島です。房総半島で海のところが強くなっております。こういうところが大きくなるのですが、実は関東の陸域の中に大きくなるのは、おおむね 10km ぐらいの深さの部分のほうは少し大きくなるようだというので、この違い。20km の深さになるとそこまで増幅されてではなくて、少し小さくなります。このような場所による違いとか、そういうこともわかるようにして資料として用意してみたいと思います。

次回ぐらい、一応最終アウトプットに近いようなイメージで我々のものも用意しながら出し方を含めて御意見、御指摘をいただければと思いますので、どうぞよろしくお願いいたします。

以上でございます。

○それでは、御質問、御意見ありましたらお願いいたします。

もう揺らぎの検討は、結局はこういう結果になりますよということを、これも承っておけば何か意見をとんでも私にはわかりませんが、専門の方から。

○この表現とかまとめ方なのですが、まずは干渉縞、例えば地盤モデルのメッシュサイズとか、そういったものに起因する干渉縞が出るおそれがあるから、空間フィルターをかけましょうというのはデフォルトでかけるということでしょうか。かけた上で、今度は予測結果の不確定性といいますか、予測結果には不確定性がありますよということをどう表現していこうかということになるかと思うのですが、そのうちの 1 つが乱数系列をどのようにするかでこれだけ変わりますよということがありますね。それから、アスペリティの位置を若干動かすだけでこのくらい。この辺は誰も正解がわからないから、本質的に含まれる不確定性で、あとは破壊開始点がどこかというのは一種のシナリオというか、こういう真ん中から壊れるシナリオを考えればこうだし、東から壊れるからこうなるというようなことで、そのシナリオの違いでこのくらいありますよということで、ただ、そのときに標準値というのは何になるのですか。

○（事務局）今のところ標準値は、基本ケースで紀伊半島の潮岬沖から割れ始めたもの。震度に関しては統計的グリーン関数法の計算からそこから割れはじめたもので震度分布を合わせていますので、それを基本にしようかなと思っております。ただ、1 つの我々がつくったモデルで少しずれると、このくらい大きくなる場合がありますという形の留意事項

にしていければと思っております。そういう意味で基本ケースをベースにしようと思っております。

それから、先ほどの干渉縞については、我々のつくったたまたまの構造で見える干渉縞が先ほどのように見えるのですが、実際のデータでも類似したようなケースが見えないことはないので、その資料を用意して、実際においてああいうことが起こる可能性もあるということの留意を逆にしておこうかなと思っております。ですから東京で見たときに場所によって少しずれると揺れの強いところと弱いところがあることがあるので、そういうことについて注意しておいてもらいたい。我々が出すのは大体揺れの強いところの部分で、先ほどのフィルターをかけたアウトプットを出して、もしかするとたまたま波が重なって強くなるようなところとか、隣は何もないのだけれども、2～3 km ぐらいで強く揺れるところ、揺れないところ、そういうことが起こる可能性があるので、今後さらに構造をきちんと調べてもらえるということで、メッセージだけは出しておこうかと思っております。そのあたりも一度、特に干渉縞のところについては実例を含む資料が弱いものですから、それらを含めてまとめ方に十分注意する必要があるのかなと思っておりますので、また御意見をいただければと思います。

○予測結果には不確定性が避けられないので、不確定性があるんだということがわかると思いますか、ただ、不確定性ばかり言っているかもしれないので、何かの値があって、それから、これくらいの幅で変動し得るんだという、要するに答えは1つではないということは強調していただいたほうがいいのではないかと思います。

○（事務局）モデルで見ると倍半分ぐらいの部分があって、今回計算した乱数とか、ちょっとずらしたりする範囲では2～3割ぐらいのばらつきがありますという、大きく不確定性についてはそんな感じになろうかと思っています。

我々の計算した結果、先ほど事務局から住宅局と相談している中で、我々は差分法によってこういう計算をするのですが、住宅局さんのほうでそれをもとに今後のビル設計等の指針になる告示波をどうするかとかということで、別の方法で全体的に示していく方法を検討いただいているので、次回にはその部分もと思っております。ちょっと御紹介を。

○●●の●●でございます。

我々も内閣府さんからデータをいただきながら、御存じいただいているかもしれませんが、3年ほど前に長周期対策をやろうとしてパブリックコメントまでいきましたけれども、その際に東日本の地震が起きまして、その後こういう内閣府さんですとか、そういう形でどういような、さらに大きな地震を想定すべきかどうかという御議論をされるということで、その結果を踏まえて対策を見直そうということで、我々よく情報をいただいていたところでございます。

今回こういう形である程度データがまとまっていきますので、我々として正直なところ、今回の結果、資料3－3が南海トラフの関係だと中心になるのかなと思っておりますけれども、これを踏まえて関東関係は正直なところ、以前のパブリックコメントをそんなに

大きく出るというイメージではないのかなと思っているのですが、名古屋ですとか大阪、静岡というあたりは従前、我々が考えてきたものよりはかなり大きい地震を想定しなければならないという、恐らくこれは提案になるだろうと思いますので、これを踏まえて我々のほうは前回やったパブリックコメントの見直しで、やりかけたものの見直しをして対策を検討していきたいと考えてございます。

私のほうからそういう形で、できるだけ内閣府さんが出されて、それが半年、1年ほどたってからうちの対策ということになると、皆さんどうすればいいのだろうと、実際に設計される方はどうすればいいのだろうということになると思いますので、できるだけそれは時間をあけずに対策を打っていきたいと考えておりますので、また情報提供をよろしくお願いいたします。

○揺らぎの話は非常に興味を持っています。というのは設計をする場合には、基本ケースと言われたのですが、基本ケースが来る可能性が高いので、それについてはある程度の安全を確保する設計を先ずはしなければいけない。告示はそのレベルになると思います。ただし、●●先生が先ほど言われたように揺らぎがあるので、もっと大きくなる可能性があるとなると、そういった地震に対してはどう設計するかは、建物側でも考えていかなければならないことだと思います。

そのとき、どう揺らぎを発注者や一般の人に説明するかということを、非常に危惧をしています。今までですと確率的な話で、今後100年だったらこのレベルだけれども、もっと大きくなるから、このレベルについては多少の損傷があるが、人命は守りますとか説明をしてきました。今回、聞いていますと、ある地震の震源モデルをつくって計算できたとしても、その中の地震波で揺らぎといいますかばらつきがあるので、ある幅で見ておかないといけない。そのとき、どう建物の設計をすべきか、構造設計の研究者や技術者で議論になっているところです。

そのこのところを行うためには性能設計だという言い方をして設計しているのですが、その揺らぎ幅が余り大き過ぎると、性能設計の範囲内を外れてしまうぐらい大きな損傷を受けることもあるので、どう設計していくか、議論の的になっています。

前回、パブコメのときは平均的なレベルだけ示されたのですが、データとして1シグマぐらいのばらつきのものも出されており、それについてはどう発注者に説明しようか、まだ解決がつかないまま今に至っています。そこをどう説明すれば良いか、手がかりを与えていただけると、実際にそれを使う側はすごく助かります。適切に私が理解しているかわからないのですが、そういう状況にあることがわかっていただきたいと思いますし発言をしました。

○その揺らぎですが、破壊の揺らぎとか強震動生成域が少しずれるという範囲であれば、今みたいに乱数をたくさんやって、それで、その結果を求めて正規分布をすることを確認して、平均±何とかシグマというので結果の揺らぎというのは出せると思うのです。これはいいです。

もう一つ問題なのは、長周期独自の問題として破壊が西からいくのか東からいくのかによって、それが向かってくる側で大分大きくなる。これは揺らぎではなくてシナリオなのです。それぞれに例えば南海トラフの地震が潮岬から壊れる可能性が 80%ですよ、東海からは 10%で日向灘から 10%でということがわかれば、重みづけをして平均で出せるかそれはわからないですね。シナリオの重みはイコールなのです。

なので A というシナリオ、B というシナリオ、C というシナリオがある中で、その平均をとるなんていうのは無茶で、これは揺らぎとは別にこういうシナリオの場合はこの地点はこう、ここはこう、こうという出し方が必要になってくると思います。継続時間も変わりますし、揺れも違うので。だから震度の出し方と同じようにやれる部分があれば、長周期は長周期でまた違うやり方をしなければならないものがいっぱい出てくる。

●●先生が心配されるので、今回ここ内閣府では例えば最大クラスの津波に対応するような最大クラスの長周期は多分出さないと思うのですが、それまで考慮すると大体直感ですが、50 倍ぐらひは小さいものが出てくる。それを含めて平均これだというわけにはいかないので、かなりばらつくものだということをシナリオタイプで出すしかないのかもしれない。それは結果が出てくるころの段階で多分、重要な議論になると思います。

○（事務局）一応、関東で示したのは 2 割ぐらひ増やして最大クラスと見るとというものを計算結果もあわせて出しますが、それを含めて見ていただいて、どういう出し方がいいとか、今、●●委員がおっしゃったことを含めて議論いただければと思います。今のところモデルで見ると倍半分ぐらひの、ソースそのもので何となく倍半分ぐらひの範囲では再現できたかなというのが 1 つあったのですが、倍半分だといいいかなと思いつながら、でも倍になると壊れるというふうに、なかなか難しい問題のところにあるのかなと思ってございまして、わかる範囲で資料を提示して、それをどういうふうに伝えていくかということで御相談いただければと思います。住宅局さんともそのあたりは十分詰めながらと思っています。よろしくお願いします。

○また倍半分が出てきましたけれども、地震動で倍半分はいいのですかと聞いたのは、津波のことが頭にあって、津波の高さの倍半分というのは大変なもので、10m の津波が 20m の津波なんて言われたら壊れるものは壊れてしまいますので、それで地震動のほうは倍半分でいいのですかと何度も聞いているのです。津波の高さはリニアに変わるものですから倍半分は大変なものなので。

○（事務局）先ほどの●●さんの話で、倍が来るとほとんど 100 が 200 になりますから、やはりちょっと大変。だからそこを含めてどういうふうに整理していくか。

○それから、●●委員の指摘の揺らぎとシナリオは違うんだというものも事務局はちゃんと頭に入れておかないと、やはり混乱してしまうと思うのです。そのシナリオも倍半分でもいいなんて、平均して倍半分とするのは筋違いだと思いますので、十分意識していただきたいと思います。

ほか御意見ありましたら。では特にないようございしますが、もし後で気がつかれたこ

とがありまして事務局に御連絡をいただければと思います。

それでは、時間が早いようですが、本日も活発な御議論ありがとうございました。これにて本日の議事を終了いたします。それでは、連絡事項をお願いいたします。

○藤山参事官 どうもありがとうございました。

途中でお話しましたように、こちら側の計算も含めまして住宅局さん側の検討を含めましてお時間をいただきたいと思いますと思っております。次回は5月末ごろか6月をめどに開催をさせていただきたいと思っております。また日程等を調整させていただきまして、御連絡を差し上げたいと思います。どうぞよろしくお願いいたします。

資料の送付を希望される方は封筒にお名前を御記入いただければ、事務局から送付させていただきます。冒頭にお伝えしましたように、旅費に関する確認書について該当の方は御記入して、机の上に置いていただければと思います。どうも長い時間ありがとうございました。