

5. 課題と将来展望

これまでの長周期地震動予測地図では対象とする周期は基本的に3.5秒以上としていました。これは、固有周期が3秒から13秒程度と言われる石油タンクを対象とした場合には十分ですが、建築物を対象とした場合には30階から40階以上の超高層建物に限られていました。本検討では、対象となる構造物の範囲を拡大するために、地震動の計算周期の下限をこれまでの3.5秒以上から1秒程度に拡張することを目指しました。「2012年試作版」では、前イベント震源モデルを周期2秒まで拡張する方針が採用されましたが、特性化震源モデルについては検討が行われていませんでした。そこで、本検討では、特性化震源モデルを周期2秒まで拡張する新たな方針を取り入れました。対象周期拡張のため、震源モデルへのアスペリティサイズ以下の不均質の導入と地下構造モデルの改良を行いました。前者の検証は2003年十勝沖地震を用いて実施しましたが、この領域では地下構造モデルの精度および解像度が十分ではないため、今回解析手法が検証された周期範囲は2秒以上となり、目標とした1秒程度への拡張には至りませんでした。その他、以下のような課題も残されています。

- 今回の解析周期帯域は1.2秒以上ですが、2秒より短い帯域の計算結果が十分な精度を持つかは検証できておらず、周期2秒の応答値の精度向上については、今後の課題です。
- 今後、計算周期を1秒以上に拡張するためには、深部および浅部地下構造モデルの精度および解像度の向上と観測記録の蓄積が必要です。加えて、地下構造モデルに関する課題としては、地震波伝播における内部減衰の地域差や地盤物性の不均質性による散乱の影響があります。
- 震源モデルへの不均質導入手法の検証に使用した2003年十勝沖地震は、M8クラスの地震としては断層近傍の観測記録が数多く得られている地震です。しかし、相模トラフの地震に比べると震源断層の位置が深く、相模トラフの地震のように震源断層から近い場合の検証が十分行われたとは言い難く、更なる検討が必要です。
- 本検討では、三次元差分法による計算は工学的基盤までです。こうした表層の地盤においても三次元効果があるとする指摘もありますが、その効果を考慮するためには、表層地盤を含めた地下構造全体を一体としてモデル化した差分法解析を行う必要があります。しかし、現在の計算資源では、本検討で扱うような広域の評価においてこうした解析を行うことは現実的ではなく、この点は将来の課題としました。
- 本検討では、シナリオの多様性を考慮した長周期地震動評価を試行しましたが、取り上げた多様性は相対的に影響が大きいと思われる総アスペリティ面積と震源断層面積との比、アスペリティ配置と破壊開始点のみです。その他の断層パラメータにもばらつきがあり、それが計算結果に影響することは自明ですが、こうした多様性は考慮できていません。現在、個々のパラメータのばらつきを定量的に評価する知見はありませんが、将来的には実現象のばらつきを説明できるように個々のパラメータのばらつきを設定する方法を確立することが必要です。
- 上記に関連し、シナリオの多様性として取り上げた3つの要因についても、例えば複数

のアスペリティ配置の確からしさの差までは考慮できておらず、個々のシナリオの重みはすべて1としています。アスペリティや破壊開始点の配置により地震動の大きさは大きく異なりますので、もし次回の相模トラフ M8 クラスの地震でも 1923 年大正関東地震と同じアスペリティや破壊開始点の配置になる可能性が高いとすると、重みを 1:1 とした今回の評価結果では、例えば本来の地震動よりも小さな評価結果になっている地点があることとなります。今後はこのような知見を評価に盛り込むための取り組みが必要です。

- 相模トラフ沿い巨大地震のような海溝型巨大地震の浅部の振る舞いとその多様性およびそれが強震動に及ぼす影響はまだ十分に解明されておらず、浅部のすべり速度時間関数は、強震動予測レシピで標準としている中村・宮武(2000)ではなく、smoothed ramp 関数を用いましたが、そのモデル化については今後の課題です。
- 本検討では地下構造モデルとして関東地域の浅部・深部統合地盤構造モデルを用いましたが、地震本部では引き続き地下構造モデルの改良を行っています。
- 本検討で使用された地下構造モデルは、陸域と海域の調査結果に基づき構築されていますが、陸域の観測記録を再現するように調整されています。海溝型地震の長周期地震動は、陸域のみならず海域の地下構造モデルの影響も大きく受けるため、今後は海域の観測記録も再現するような地下構造モデルの更新が望まれます。

今後は、上記課題の解決を目指し、震源モデルや数値計算手法の調査研究、地下構造モデルの改良を進めます。また、今回の成果を南海トラフ等他の海溝型地震や、同じ相模トラフでも長期評価により発生確率が高いとされている M7 クラスの地震による長周期地震動の評価に展開するとともに、長大な活断層による地震を対象とした長周期地震動についても取り組んでいきたいと考えています。

なお、4 章でも述べましたように、今回試行したシナリオの多様性は、あくまでも当該領域のマクロな地震動の多様性を表現することを狙ったものであり、個々のメッシュレベルのミクロな検討には限界があることに留意願います。

参考文献（URL は 2016 年 9 月現在）

- 青井真・早川俊彦・藤原広行, 2004, 地震動シミュレータ : GMS, 物理探査, 57, 651-666.
- Boore, D. M., 2010, Orientation-Independent, Nongeometric-Mean Measures of Seismic Intensity from Two Horizontal Components of Motion, Bull Seismol. Soc. Am., 100, 1830-1835.
- 防災科学技術研究所兵庫耐震工学研究センター, 2008, 実大三次元震動破壊実験施設 (E-ディフェンス) パンフレット.
- 中央防災会議, 2008, 平成 20 年版防災白書.
- 中央防災会議, 首都直下地震モデル検討会, 2013, 首都直下の M7 クラスの地震及び相模トラフ沿いの M8 クラスの地震等の震源断層モデルと震度分布・津波高等に関する報告書.
- 榎田竜太・長江拓也・梶原浩一・紀 暁東・中島正愛, 2009, 大振幅応答を実現する震動台実験手法の構築と超高層建物の室内安全性, 日本建築学会構造系論文集, 74, 467-474.