

1. はじめに

平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震（平成 23 年 3 月 11 日, M_w 9.0）では、各地で長周期の揺れが長時間続き、震源断層に比較的近い東北・関東地方太平洋沿岸のみならず、より広い地域に様々な被害・障害をもたらされました。地震動（地面の揺れ）の性質は、震源断層面とその破壊の特徴や地震波が伝播する地下構造の特徴などに左右されます。それ故、今回の地震の震源断層面が予め想定された複数の震源断層領域にまたがる広い領域に及んだことや、そこで発生した長周期成分を多く含む地震波が堆積層の中で増幅されたことなどが、このような様々な被害・障害の原因となっていると考えられます。この地震では、必ずしも長周期地震動によるものとされる重大な被害は報告されていませんが、将来、新たな大規模地震による長周期地震動が大きな被害を発生させる可能性もあります。

地震調査研究推進本部（以下「地震本部」と呼ぶ）が平成 21 年 4 月に策定、平成 24 年 9 月に改訂した「新たな地震調査研究の推進について―地震に関する観測、測量、調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策―」（以下「新総合基本施策」と呼ぶ）では、当面 10 年程度に推進すべき地震調査研究の主要な課題として、長周期地震動の調査研究の必要性が謳われました（地震本部, 2012）。地震本部地震調査委員会強震動評価部会では、新総合基本施策に先駆けて、平成 19 年度から、長周期地震動の予測手法とその予測結果の公表方法について検討してきました。その結果、まずは、想定東海地震と東南海地震を対象とした関東地方から近畿地方にかけての長周期地震動予測地図および宮城県沖地震を対象とした東北地方中部から関東地方にかけての長周期地震動予測地図を「長周期地震動予測地図 2009 年試作版」（地震調査委員会, 2009；以下「2009 年試作版」と呼ぶ）として公表し、続いて、南海地震（昭和型）を対象とした中部地方西部から九州地方にかけての長周期地震動予測地図を「長周期地震動予測地図 2012 年試作版」（地震調査委員会, 2012；以下「2012 年試作版」と呼ぶ）として公表しました。いずれも、工学的基盤面上での長周期地震動の予測結果を地図にまとめたものです。但し、後述するように、これらの試作版は、史上最大級あるいは想定最大級の地震を対象としたものではありません。

正確な長周期地震動予測のためには、対象地震の震源モデルと計算領域の地下構造モデルを高い精度で構築することが必要不可欠です。「2009 年試作版」では、1944 年東南海地震の際に破壊されなかった駿河湾付近のプレート境界のみが単独で破壊することを想定した震源モデル（想定東海地震モデル）、宮城県沖地震と東南海地震として対象地震としては最大級ではありませんが比較的詳しい情報が得られている 1978 年宮城県沖地震と 1944 年東南海地震の震源モデル（これらを「前イベント震源モデル」と呼ぶ）を用いて長周期地震動を計算し、構築した地下構造モデルと地震動計算手法の妥当性を検証しました。更に、過去のイベント（発生した地震）の震源モデルが得られていない想定東海地震の「特性化震源モデル」を新たに作成し、東南海地震によって検証した地下構造モデルを使用して、長周期地震動予測地図を作成しました。また「2012 年試作版」では、それまでの検討で得られた知見と課題を整理した上で地下構造モデルの作成方法に改良を加え、従来よりも更に短周期側（周期約 2 秒）に至るまで地震動を概ね再現できる地下構造モデルを作成し、南海地震（昭和型）

の前イベント震源モデルによる長周期地震動予測地図を作成するとともに、構築した地下構造モデルと地震動計算手法の妥当性を検証しました。

また、内閣府は 2015 年 12 月に「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」を公表しています。この報告書では、南海トラフ沿いの巨大地震が発生した際に想定される長周期地震動の地表の揺れの推計を、三大都市圏を含む関東から九州にかけての領域（日本海側を除く）で実施し、その全体像を明らかにしました。さらに、長周期地震動が卓越すると想定される三大都市圏において、地表の揺れを入力波として超高層建築物の揺れを推計し、構造躯体への影響や室内における家具の移動・転倒、人の行動難度を評価し、必要となる長周期地震動対策を取りまとめています。さらに、国土交通省では 2016 年 6 月に「超高層建築物等における南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動への対策について」をとりまとめ、長周期地震動の対策の強化を地方公共団体等の関係団体あてに通知しています。

本検討では、多数の高層建物が集中する首都圏を対象に相模トラフ巨大地震の長周期地震動を評価しました。2011 年東北地方太平洋沖地震を踏まえて公表された相模トラフ沿いの地震活動の長期評価（第二版）（地震調査委員会，2014）では、これまで考えられてきた固有地震モデルに固執することなく、想定し得る最大クラスも含めた地震の多様性を考慮した評価を試みるという方針が示されています。本検討では、これまでのような単一のシナリオ地震の評価ではなく、シナリオの多様性を考慮した評価を試みました。

今後、新総合基本施策に沿って新たな知見を反映させつつ、長周期帯域を含む広帯域地震動の調査研究を推進していく予定です。

2. 長周期地震動について

2. 1 長周期地震動とは

長周期地震動は、2003 年十勝沖地震（平成 15 年 9 月 26 日、 M 8.0）の際に、震央から約 250 km 離れた苫小牧市内で発生した石油タンク火災（図 2.1）や、翌年の 2004 年新潟県中越地震（平成 16 年 10 月 23 日、 M 6.8）の際に、東京都心の高層建物で発生したエレベーターの故障（日本建築学会，2007）などの原因の一つとして注目され、地震動による被害を考える上で極めて重要な課題の一つとなっています。2011 年東北地方太平洋沖地震では、首都圏で高層建物が揺れているのが肉眼で確認され、震源域から遠く離れた大阪市内の高層建物でも、長周期地震動の揺れによりエレベーターが停止したなどの影響が報告されています（例えば大阪府，2011；科学技術振興機構，2011）。例として、K-NET 新宿で記録された地震動を図 2.2 に示します。