

平成19年度原子力安全基盤調査研究

距離減衰式のバラツキの特性評価と

地震ハザード解析の高度化研究

平成20年2月

東京工業大学

平成 19 年度原子力安全基盤調査研究
(距離減衰式バラツキの特性評価と地震ハザード解析の高度化研究)

要 旨

本報告書は、平成 19 年度原子力安全基盤調査研究(距離減衰式のバラツキの特性評価と地震ハザード解析の高度化研究) についてまとめたものである。本研究では、対象地域に起こりうる様々な地震活動による影響を総合的に考慮して、原子力施設の耐震安全性を確認・検討するための地震ハザード解析の高度化を行うことを目的として、地震動強さバラツキの要因や特性について、過去の地震記録の分析による経験的な方法および断層モデルを用いた理論的な方法によって定量的に評価する。さらに、これらの結果を地震ハザード解析に反映させ、最大地動や応答スペクトルの地震ハザードマップを作成するとともに、歴史地震資料に基づく最大震度マップを改良し、両者のハザードマップを比較・検討する。上記の研究目的に対して、以下の項目について検討を実施した。

1) 地震動強さのバラツキに関する検討

日本で発生した逆断層タイプの地震での観測データを用いて、断層上盤効果について検討を行った。さらに、統計的グリーン関数法によるパラメトリックスタディーを行った。その結果、断層面の地表投影面の範囲にある地点では、周期 1 秒以下で下盤側に比べて上盤側で 3 倍程度大きな地震動強さになることを示した。この結果に基づき、断層上盤効果の簡便な補正係数を提案し、距離減衰式による予測値に適用したところ、従来に比べて距離 25km 以内での評価精度が向上することを示した。

統計的グリーン関数法を用いたシナリオ地震解析により地震動計算を行い、断層パラメータの不確実性が地震動強さのバラツキ特性に及ぼす影響を評価した。ここでは、マグニチュード $M_w6.5$ の横ずれ断層を想定し、アスペリティ個数とアスペリティの位置、破壊開始点を変化させたモデルを作成し、評価地点ごとに地震動強さのバラツキ特性を評価した。その結果、バラツキの対数標準偏差は、短周期側でほぼ一定で、0.5 ~ 1 秒より長周期側で

増加する傾向がみられ、この傾向は特にディレクティビティパルスの影響を受ける断層走向方向に位置する評価地点で顕著であった。また、バラツキの特性は断層距離が大きくなるにつれて小さくなる距離依存性がみられ、断層走向方向に位置する評価地点においては、ディレクティビティパルスの影響を受ける成分に於いて応答スペクトルの長周期側のバラツキの確率分布形に上下限值がみられた。

また、破壊開始点と破壊伝播速度とアスペリティ面積比の不確実性による地震動強さのバラツキを簡易的に評価したところ、断層走向方向の評価地点では全周期帯域にわたってアスペリティと破壊開始点位置の影響が大きいものに対して、走向方向ではない評価地点では短周期帯域でアスペリティ面積比の影響が大きくなることがわかった。本検討で得られた応答スペクトルのバラツキを、既往の距離減衰式の地震間誤差と比較したところ、米国の NGA プロジェクトで提案されている地殻内地震の距離減衰式の値と同程度となることがわかった。

2) 歴史地震資料に基づく地震ハザードマップの評価

地震ハザード解析結果の有効性を評価するために、地震タイプ別の最大地動のハザードマップおよび歴史地震資料に基づく最大震度マップを作成した。最大地動のハザードマップについては、最大速度の距離減衰式や国土数値情報による表層地盤の増幅率分布を利用し、距離減衰式による地震動強さのバラツキを考慮した上で、地震発生モデルや評価期間に基づく超過確率マップを作成した。歴史地震資料による最大震度マップについては、江戸期以前の地震による震度データに最近の明治期以降の震度データも加え、最大震度マップを作成した。

地震動強さのバラツキを変化させたときの最大地動のハザードマップと歴史地震資料による最大震度マップの尤度をそれぞれ算出し、両者を比較することで、歴史地震資料による最大震度マップをより適切に評価する地震動強さのバラツキについて検討を行った。地震動強さのバラツキについては、常用対数標準偏差で 0.13 のケースと 0.22 のケースについて検討したところ、地域による違いはみられるものの、バラツキ 0.22 のケースの方が最大震度マップと概ね整合する結果が得られることを示した。

3) 周期帯別の地震ハザードマップの作成

周期帯別の地震ハザードマップを評価するために、応答スペクトルの距離減衰式のバラ

ツキの大きさや評価期間などをパラメータとして、応答加速度の超過確率を評価した地震ハザードマップを作成し、歴史地震資料による最大震度データに対する尤度を比較した。

その結果、震度 7 のデータに対しては、バラツキの大きさを常用対数標準偏差 0.22 とした場合に最も尤度が高く、震度 6 のデータに対しては、バラツキが小さいほど尤度が大きい傾向がみられた。明治以前の資料による最大震度マップと比較すると、評価期間を 300 年とした場合の尤度が評価期間をこれよりも長くした場合に比べて大きいこと、評価期間を 133 年とした明治期以降の最大震度マップとの比較では、明治期以前のマップとの比較に比べて、震度 6 のデータの尤度が大きくなること、対象とする地震を内陸地震と海溝型地震に分けることにより、震度 6 のデータの尤度が大きくなること、がわかった。また、強震記録の解析により得られたバラツキを用いて周期帯別の地震ハザードマップを作成した。