

地点別の地盤増幅特性を考慮した応答スペクトルによる地震危険度解析

中央大学大学院
中央大学

学生会員 星井 秀之
正会員 佐藤 尚次

1. はじめに

近年、日本各地での主要地震源の活動度の調査が進んでおり、将来発生が危惧される大地震に対して、確率的に表現される機会が増えている。この中で、地震動強さの発生確率を卓越周期のベースで把握することは、重要な課題の一つである。既存の研究¹⁾では、地震動強さの指標に加速度応答スペクトルを用いて日本の7都市におけるUHS(等確率スペクトル)を算出し、地点間の地震危険度の比較を行っている。しかし、この研究では各都市の地盤特性がそのまま結果に反映される為、地域毎の細かな地盤特性の違いによる地震波の増幅特性の違いが反映しにくいと考えられる。そこで本研究では、市町村、そして町丁目毎に地盤特性を考慮した地震危険度解析を行っていくことを研究の目的とする。

2. 解析手法

2.1 想定地震

本研究では関東地方の比較的震源が浅い活断層を想定している。想定地震は、立川断層帯に発生するマグニチュード7.4、震源深さ約18kmの地震とした。

2.2 対象地点

首都圏直下型地震により経済的な影響が大きいであろう千代田区丸の内を解析対象とした。図-1に示す丸の内の4地点を対象地点とし、地盤柱状図については図-2に示した。

2.3 加速度応答スペクトル(工学的基盤面)

工学的基盤面($V_s=300\text{m/s}$)での加速度応答スペクトルの推定モデルは安中氏等(1997)によって提案された最短距離用 R_{ij} の推定式²⁾を用いた。

$$\log A_{ij} = c_m M_i + c_h H_i - c_d \log(R_{ij} + 0.334 \exp(0.653 M_i)) + c_o + \sum \delta_{kj} b_k + \varepsilon$$

A_{ij} : i番目の地震のj番目の観測点における地震強度(水平2成分の平均) b_k : k番目の観測点の地点補正値
 c_m, c_h, c_d, c_o : 回帰係数 M_i : 地震のマグニチュード
 δ_{kj} : Kro-neckerのデルタ H_i : 地震の震源深さ
 ε : 各記録に対するランダム変数



図-1 丸の内周辺

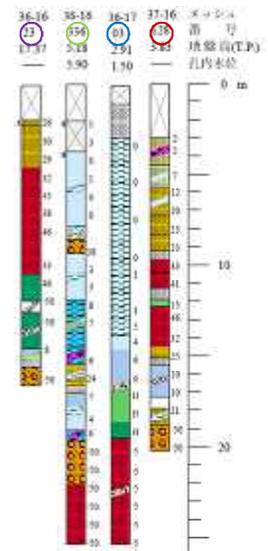


図-2 地盤柱状図

2.4 地盤増幅特性

地盤特性を評価するにあたっては、東京都土木技術センターのHPより公開されている地盤柱状図を基に地盤のモデル化を行った。まず地盤の増幅特性を評価する際に、立川断層帯から発生した地震動の模擬地震波³⁾を設定する。その設定した模擬地震波から地盤の増幅スペクトル³⁾を推定し、地盤増幅特性の評価を行った。工学的基盤面から地表面までの増幅スペクトルを算出する際、地盤柱状図に記載されているN値から表面S波速度に変換する必要がある。ここでは、 N_i をi番目の地層の平均N値として、道路橋示方書(耐震設計編)に記載されている以下の簡易式を用いて表面S波速度を算出した。

粘性土層: $V_s = 100 N_i^{1/3} \quad (1 \leq N_i \leq 25)$

砂質土層: $V_s = 80 N_i^{1/3} \quad (1 \leq N_i \leq 50)$

2.5 加速度応答スペクトル(地表面)

地表面による加速度応答スペクトルは、解析対象地点の工学的基盤面の加速度応答スペクトルに地盤の増幅スペクトルを乗じることによって算出した。想定した地震動モデルを基に、解析を行った工学的基盤面の加速度応答スペクトル、解析対象地点の増幅スペクトル、地表面の加速度応答スペクトルを図-3に示す。

キーワード: 地震危険度解析、加速度応答スペクトル、地盤増幅特性

連絡先: 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部土木工学科 tel.03-3817-1816 fax.03-3817-1803

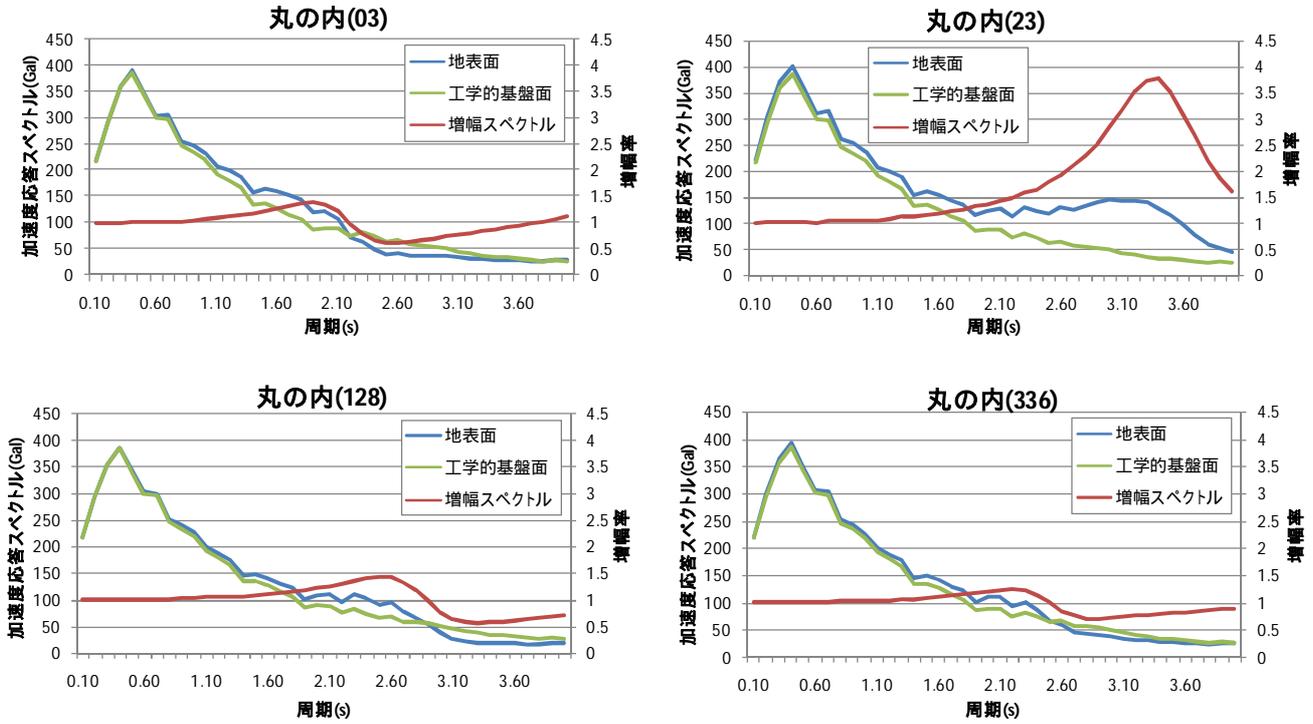


図-3 解析結果(丸の内)

3. 解析結果

地盤増幅特性は地震波の影響を受けることなく独立している。加速度応答スペクトルは安中氏の提案式を用いたことからある地点において断層別の比較を行っても地震動のマグニチュード、震源距離によって大きさは異なるが固有周期別ではほぼ相似形状となるはずである。そこで本稿では地域毎の細かな地盤特性を把握するべく丸の内4地点を対象地点として地震動強さ、地盤増幅特性の評価を行った。丸の内の地盤特性として短周期域では、地盤増幅が顕著に表れなかった。しかし、地点番号03や336の地点では、表層地盤において軟弱地盤が厚い層では固有周期が2.0秒付近でやや増幅傾向にある。また地点番号23では表層地盤において軟弱地盤が薄く、固有周期が長周期側に移行し、顕著に増幅していることが分かる。最後に、03や336の地点と23の地点の性格を持つ128の地点では固有周期がこの両者の間となった。図-3の解析結果から丸の内周辺でありながらも地点毎で地盤のもつ固有周期によって地盤の増幅率は異なり、その結果地震動強さにも影響を与えていることが確認できた。地盤増幅特性からも明らかなように細かな観点において固有周期毎に加速度応答スペクトル・地盤の増幅率を考慮する必要があると考えられる。

4. 今後の展開とまとめ

4.1 地震危険度解析

UHS(等確率スペクトル)は地震動強さが着目期間 t 年間に少なくとも1度地震動強さ y を超える確率 $P(Y > y; t)$, 以下の式より UHS のハザードカーブを地震活動毎に評価し、それを用いて算出していく。

$$P(Y > y; t) = 1 - \prod_k \{1 - P_k(Y > y; t)\}$$

また工学的基盤面の地震動強さを安中氏等の推定式より算出し、増幅スペクトルを乗じることで地表面での地震動強さからハザードカーブを算出していく。

4.2 まとめ

本研究は地盤特性による地震波の増幅を考慮した地震危険度解析を行っていくことを研究の目的としている。本稿では、工学的盤面から地表面までの地盤特性を考慮した地震動強さの評価を行った。この解析結果は地震危険度解析を行っていく上での準備段階という位置付けである。今後千代田区内の地震危険度解析を行いたいと考えている。

<参考文献>

- 1) 福島誠一郎：設計用スペクトルの確率論的相互比較(信頼性ワークショップ.2006)
- 2) 気象庁 87型強震計記録を用いた最大地震動及び応答スペクトル推定式の提案(第24回地震工学研究発表会講演論文集.1997.7)
- 3) 大崎順彦：新・地震動のスペクトル解析入門(鹿島出版会.1986.5)