

長周期地震動(1-15秒)の経験的評価(1) - 硬岩サイトでの基準式とその残差に基づく全国の揺れ易さ評価 -

An empirical estimation of long-period earthquake ground motion (1) -Standard attenuation relation and assessment of shakeability-

湯沢 豊 [1]; 工藤 一嘉 [2]

Yutaka Yuzawa[1]; Kazuyoshi Kudo[2]

[1] 東電設計; [2] 日大生産工

[1] TEPCO; [2] CIT, Nihon Univ.

1. はじめに

全国各地におけるやや長周期地震動の揺れ易さ評価は、岡田・鏡味(1978)、Mamula et al. (1984)、座間(2000)等による先駆的研究があるが、評価地点は気象庁官署(気象台・測候所)に限られており、地域的により詳細な評価と地質構成との関係を明らかにする仕組みが必要である。最近、片岡・他(2006)は平均的スペクトルの予測式を作成して、全国の揺れ易さ指標を求め、これまでの情報を大きく改善した。ただし、平均値は観測点に依存しており、かならずしも地質構造とは結びつかず、各種地震学的情報との対応が難しい。そこで、本研究では、周期1秒~15秒の周期帯を重視し、全国の揺れ易さを新たに評価した。

2. 基準式の作成とデータセット

基準地震動は地震基盤で設定されるのが望ましいが、データセットの関係から、S波速度が2.0 km/s以上の地点のデータを用いることとし、減衰定数5%の加速度応答スペクトルによる経験式(距離減衰式)を基準式(評価周期を1秒~15秒の区間)とした。防災科学技術研究所のKiK-net約670地点のうち、地中測点におけるS波速度が2.0 km/s以上、かつ、地中測点に対する地表測点のフーリエスペクトル比(増幅倍率)が周期1秒以上で2以下となっている地点とした。つまり、表層の影響が少ない硬質岩盤の地表地震動と近似できる地点の記録のみを使用することとした。このように選定した硬質岩盤測点は161点で全体の24%に相当する。KiK-netにおいて記録が得られている1996年6月~2008年7月の約12年間における観測地震の中から、モーメントマグニチュードが5.7以上、震源深さが60 km以浅の15地震を対象とした。地域的偏りを避けるため、Mは大きくても余震などは対象から除外した。なお、モーメントマグニチュード及び震源深さはF-netによる。前述した15地震のうちKiK-netにおける硬質岩盤161地点で記録が得られている1,540記録(水平動2成分の合計)を用い、経験式の係数 $a(t)$ 、 $b(t)$ 及び $c(t)$ を回帰計算した。ここで、経験式の幾何減衰は、一般的に表面波として用いられる0.5とし、回帰計算は層別因子を用いた二段階回帰とした。

3. 全国の揺れ易さ

揺れ易さ係数は、KiK-netの硬質岩盤記録より求められた基準式から周期ごとに計算される値と、ある観測点における観測記録の残差を地震数分により平均したものとした。ここで、対象とする観測点はK-NET及びKiK-netの地表観測点とし、計算に用いる地震は、観測データの信頼性などを考慮し、モーメントマグニチュードが5.7以上、震央距離が500 km以内の地震とした。求められた結果と岡田・鏡味(1978)、Mamula et al. (1984)の結果を比較したところ、揺れ易さが大きい場所として帯広、酒田、新潟、東京・横浜、大阪、大分、鹿児島など、小さい地域として三陸沿岸、伊豆半島、紀伊半島、中国地方が共通しており対応が良い。また、その他の地域でも、堆積層の厚い地域では揺れ易さが大きくなっている。

基準式及び揺れ易さ係数を用いて2003年十勝沖地震の再現を試みたところ、基準式及び揺れ易さ係数ともに平均値の場合には観測値に比べ過小評価となるが、標準偏差を考慮した場合には対応が良いことが分かった。

謝辞: 防災科研K-NET, KiK-netの記録を使用させて頂きました。関係者の方々に感謝致します。また、笹谷努北海道大学教授、中村亮一氏には貴重なコメントを頂きました。なお、本研究は、原子力安全基盤機構の「平成20年度原子力安全基盤調査研究」による研究助成により行われました。

参考文献

岡田成幸・鏡味洋史: 日本各地におけるやや長周期の地盤特性の定量的評価の試み, 日本建築学会論文報告集, 267, 1978.

Mamula, L et al.: Distribution of Ground-Motion Amplification Factors as a Function of Period (3-15sec), in Japan, Bull. Earthq. Res. Inst. Univ Tokyo, Vol.59, 1984.

座間信作: やや長周期帯域における加速度スペクトルの半経験式的表現, 消防研究所報告, 89, 2000.

片岡正次郎・他: やや長周期地震動の距離減衰式と増幅率の地域性, 海溝型巨大地震を考える - 広帯域強震動の予測2 - シンポジウム論文集, 2006.