

## 加速度応答スペクトルの距離減衰勾配の震源深さ依存性に関する検討

東電設計（株）技術開発本部 正会員 安中 正  
東京電力（株）建設部 正会員 川島 正史、原田 光男

### 1. まえがき

近年の高密度強震観測網（K-NET、KiK-net、気象庁 95 型震度計）の全国的な展開により、強震動データに基づき距離減衰式の適用性を従来よりもかなり詳細に検討することが可能になってきた。その 1 つの例として、2003 年 5 月 26 日宮城県沖地震（マグニチュード 7.1、震源深さ 72km）や 2001 年 3 月 24 日芸予地震（マグニチュード 6.7、震源深さ 51km）などの稍深発プレート内地震により、震央近傍で通常の距離減衰式による予測よりもかなり大きな最大加速度が観測されたことがある。この原因として、距離減衰勾配が震源深さにより変化している可能性が考えられることから、高密度強震観測網のデータを用い距離減衰勾配と震源深さの関係を検討した。また、その結果に基づいて、距離減衰勾配の震源深さ依存性を考慮した推定式の適用性を検討した。

### 2. データ

検討に用いたデータ<sup>1)</sup>は、K-NETとKiK-net、気象庁95型震度計による1996年6月から2002年12月までのマグニチュード（ $M_J$ ）5.0以上震源深さ200km以下の地震に対する記録と2003年5月26日に発生した宮城県沖地震（ $M_J$  7.1）に対する記録である。全体で、2018地点に対し、251地震24,655組の記録が得られている。251地震の中で、マグニチュードの比較的大きな17個の地震（ $M_J$  6.5程度以上を目安）に対しては地震断層面が設定されている。ただし、気象庁マグニチュードは2003年9月の改訂に基づき修正した。

### 3. 距離減衰勾配と震源深さの関係

個々の地震毎に、最短距離 250km以下のデータを用い地点特性を考慮して、距離減衰勾配を決定した。検討の範囲を 250km以下に限定したのは、それ以上の距離範囲では減衰構造（Q構造）の影響が無視できなくなると考えられるからである。地点特性は、最短距離を用いた推定式<sup>2)</sup>に対し、最短距離 250km以下のデータを用いて評価した。距離減衰の形は基準とした推定式と同様に、 $-c_d \log(R+0.334 \exp(0.653M))$ とした。4つの周期（0.02 秒、0.2 秒、1.0 秒、4.0 秒）に対する  $C_d$ と震源深さ（断層中心深さ）の関係を図-1 に示す。若干の例外は見られるが、震源深さが 100km程度以下の範囲では、震源深さが大きくなると距離減衰勾配（ $C_d$ ）がほぼ単調に増加する傾向がかなり明瞭である。ただし、震源深さが 100km以上になるとそのような傾向は見られない。

### 4. 距離減衰勾配の震源深さ依存性を考慮した推定式

図-1 の結果から、震源深さが 100km 以下の範囲で距離減衰勾配が震源深さ（断層中心深さ）に比例して増加すると仮定した次の式を用いて回帰を行った。

$$\log SA(T) = C_m M + C_h H_C - (C_{d0} + C_{dh} H_C) \log(R + 0.334 \exp(0.653M)) + C_0$$

ここで、 $T(\text{sec})$ は周期、 $SA(T)(\text{gal})$ は水平 2 成分の平均加速度応答スペクトル（減衰 5%）、 $M$  は気象庁マグニチュード、 $H_C(\text{km})$ は震源深さ（断層中心深さ）、 $R(\text{km})$  は断層面までの最短距離である。4つの周期に対する回帰結果を表-1 に示す。震源深さ 0kmと 100kmでは減衰勾配が 1.1~1.4 変化している。距離減衰の比較例を図-2 に示す。震源深さ依存性を考慮することによりデータの距離減衰の傾向に近づいている。

### 5. あとがき

稍深発プレート内地震による震央近傍の加速度応答スペクトルに関する距離減衰式の推定精度を改善する上で距離減衰の勾配の震源深さ依存性を考慮することが有効であることを示した。ただし、その物理的意味

キーワード：応答スペクトル、距離減衰、震源深さ、稍深発プレート内地震

連絡先：〒110-0015 東京都台東区東上野 3-3-3 TEL:03-4464-5562 FAX:03-4464-5595

や適用限界などについてさらに明確にする必要があると考えられる。

参考文献 1) 安中正・大金義明：地震観測記録に基づく地点特性を考慮した日本列島の地表面地震ハザードマップ，第 27 回土木学会地震工学論文集(CD-ROM), Paper42, 1-8, 2003. 2) 安中正, 山崎文雄, 片平冬樹：気象庁 87 型強震計記録を用いた最大地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論文集, pp.161-164, 1997.

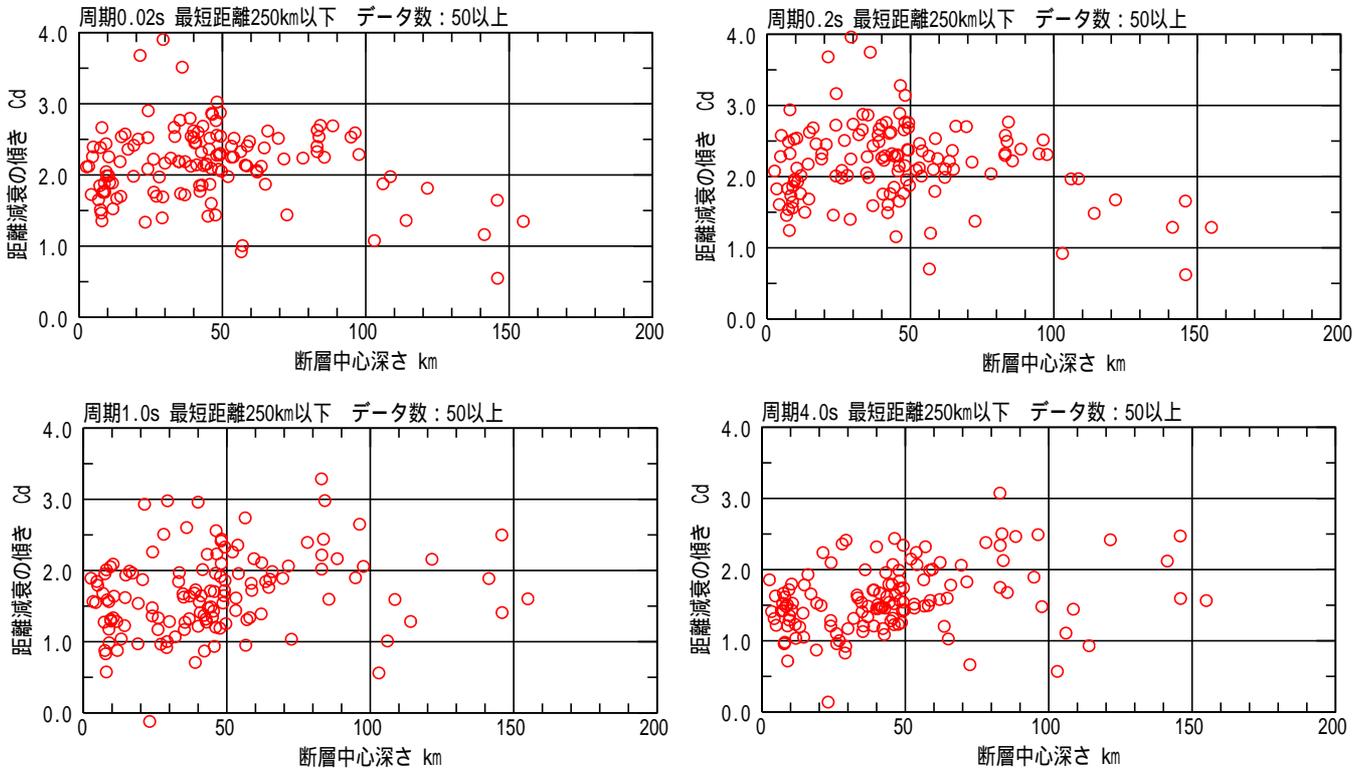


図-1 距離減衰勾配と震源深さ（断層中心深さ）の関係

表-1 回帰係数の周期による変化

| 周期     | $C_m$ | $C_h$  | $C_{do}$ | $C_{dh}$ | $C_o$  |
|--------|-------|--------|----------|----------|--------|
| 0.02 秒 | 0.548 | 0.0400 | 1.853    | 0.0140   | 1.281  |
| 0.2 秒  | 0.535 | 0.0398 | 1.776    | 0.0138   | 1.524  |
| 1.0 秒  | 0.718 | 0.0355 | 1.204    | 0.0134   | -1.292 |
| 4.0 秒  | 0.886 | 0.0270 | 1.217    | 0.0110   | -3.175 |

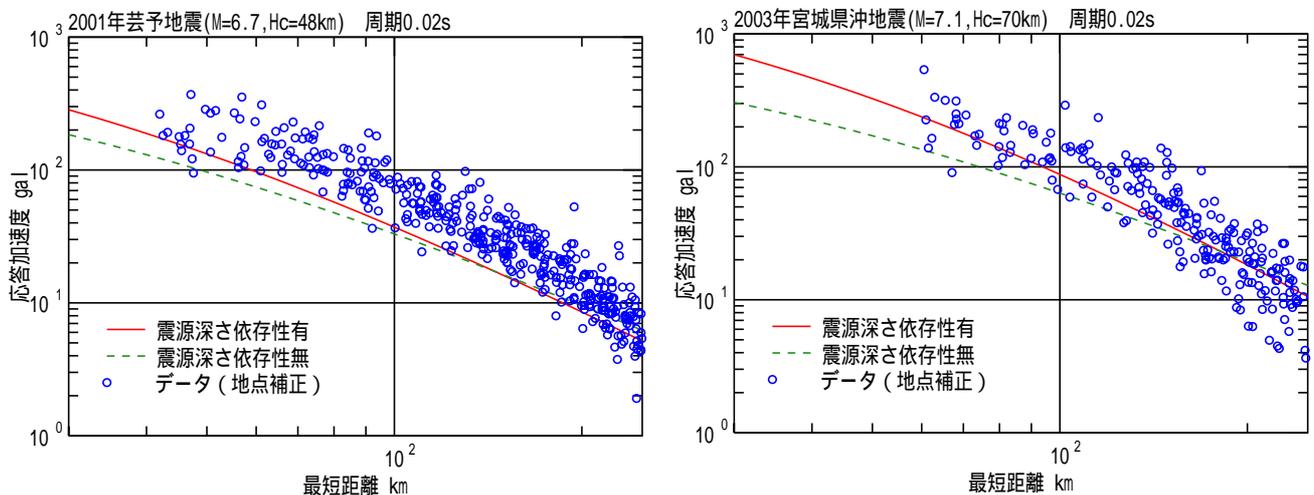


図-2 稍深発プレート内地震の応答加速度の距離減衰と推定式による減衰曲線の比較例