

地点固有のやや長周期レベルの地震動特性に基づいた地震動算定法の検討

岐阜大学工学部社会基盤工学科 非会員 ○近藤拓巳
 岐阜大学流域圏科学研究センター 正会員 久世益充
 岐阜大学流域圏科学研究センター 正会員 杉戸真太
 朝日土質株式会社 非会員 佐藤鉄也

1. 背景と目的

東海地域では海溝型巨大地震の発生する確率が極めて高いとされている。こうした巨大地震を想定した地震動を算定する場合、周期数秒レベルの長周期地震動の影響が懸念される。さらに、長周期地震動は、着目地点周辺の深い基盤構造によっても増幅するため、この影響を考慮して地震動を算定する必要がある。

そこで本研究では、地域固有の条件によって励起される周期数秒レベルの地震動特性を観測記録より推定し、これを地震動算定へ活用する手法について検討する。

2. 長周期地震動の評価方法

地震動の算定は、地震動予測法 EMPR¹⁾を用いる。地域固有の長周期地震動特性を考慮するため、EMPR による地震動算定結果に、観測波形より得られる長周期特性を加えることとした。具体的には、想定地震の震源域周辺で過去に発生した地震により、着目地点付近で観測された波形を用いて、フィルター処理により長周期成分を抽出する。これを想定地震の地震規模を考慮し、以下の手順により振幅調整した後に、EMPR による波形計算結果に合成する。震源理論によると、S波の変位スペクトル Ω_0 は次式で与えられる²⁾。

$$\Omega_0 = \frac{M_0}{4\pi\rho R V_s^3} R_{\theta\phi} \quad (1)$$

ここに、 M_0 は地震モーメント、 ρ は媒質密度、 R は震源距離、 V_s は S 波速度、 $R_{\theta\phi}$ は複双力源の放射パターン係数である。

上式に基づいて、想定地震と観測地震のスペクトル比 $c(\omega)$ は、次式のように地震モーメントと震源距離より得ることができる。

$$c(\omega) = \frac{\Omega_0^{sim}}{\Omega_0^{obs}} = \frac{M_0^{sim} R^{sim}}{M_0^{obs} R^{obs}} \quad (2)$$

ここに、 $\Omega_0^{sim}, \Omega_0^{obs}$ はそれぞれ想定地震、観測地震の S 波の変位スペクトル、 M_0^{sim}, M_0^{obs} はそれぞれ想定地震、観測地震の地震モーメント、 R^{sim}, R^{obs} はそれぞれ想定地震、観測地震の震源距離である。

地震動算定では、式(2)より得られるスペクトル比を観測記録のフーリエスペクトルに乘じ、逆変換した波形を用いる。これを想定地震による、当該地点の長周期地震動として、EMPR による地震動算定結果と合成する。なお観測波形は EMPR の対象とする長周期成分が 4~5 秒程度以下であることを考慮し、ローパスフィルターにより抽出した周期 5 秒以上の波形を用いる。

3. 地震動算定結果と考察

地震動算定事例を以下に示す。図-1 に示すように、ここでは想定複合型東海地震(東南海、東海の連動型地震)[$M_w=8.3$, $M_0=3.25 \times 10^{28}$ (dyne·cm)]のシミュレーション波形と、想定地震の震源域周辺で発生した東海道沖地震[2004.9.5 23:57, $M=7.4$, $M_0=2.11 \times 10^{27}$ (dyne·

cm)]による、着目地点(岐阜県多治見市地点)付近にある KiK-net³⁾春日井地点(AICH11)の観測記録を用いた。想定地震・観測地震の地震モーメントと震源距離より、スペクトル比は $c(\omega)=28.8$ となった。次に地震動算定結果を図-2 に示す。観測波形(b)より抽出した長周期成分(c)を加えることで、EMPR(a)と合成波形(d)を比較して、加速度・速度波形は同程度であるが、変位波形が増大していることが確認できた。図-3 の加速度応答スペクトル($h=5\%$)を見ても、周期 5 秒以上が増大していることが確認できた。

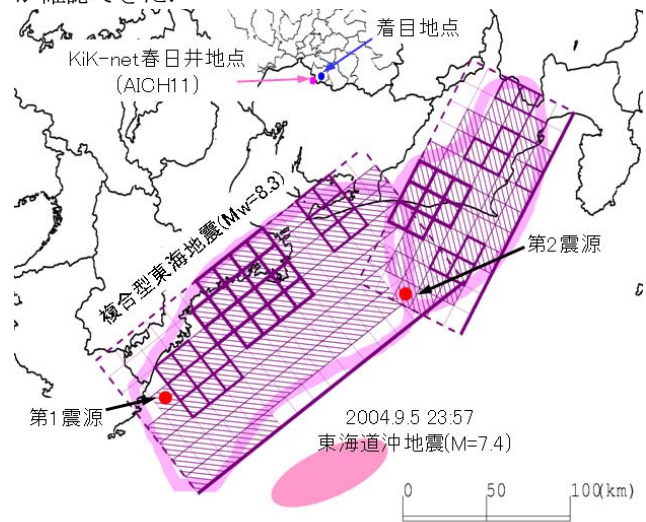
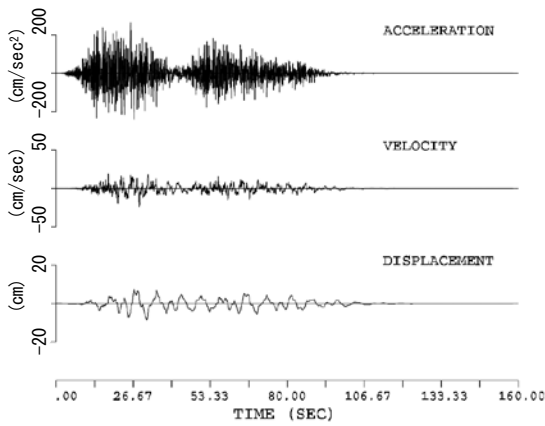


図-1 断層モデルと対象地点

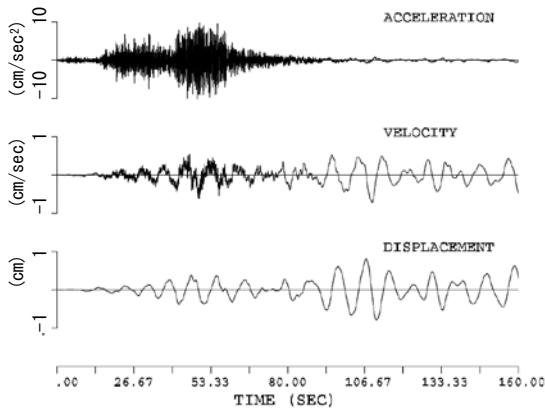
4. まとめ

本研究では、海溝型巨大地震の算定において考慮すべき地域固有の長周期地震動特性を、着目地点付近の観測記録より抽出して地震動算定に活用する手法の検討を行った。地域固有の地震動特性を予測地震動に反映させることができたが、特定の地震動観測記録を用いた結果であるため、よりの確に地震動特性を得るには、複数の地震動記録より推定できることが望ましい。

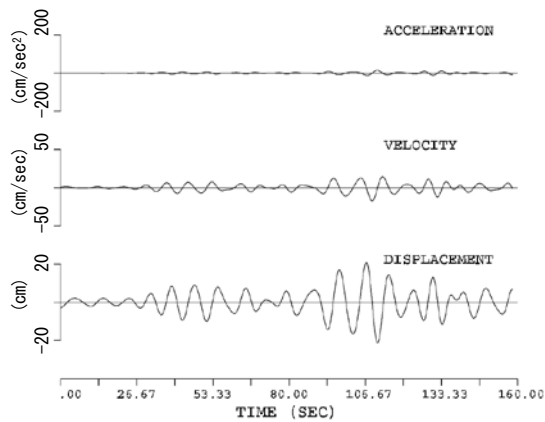
一例として、名古屋港地点周辺域の地震動特性を評価した事例を図-4 に示す。ここでは、EMPR における、震源・伝播経路特性である、EMPR における $M=6$ 相当の非定常パワースペクトルの重ね合わせ数(以下、重ね合わせ数)を用いて評価することとする。具体的には、図-4(a)に示すように、名古屋港周辺の K-NET 観測点(図-4(a)に示す 3 地点)の観測記録より地震動特性の評価を行う。観測記録は、当該地点で観測された、比較的規模の大きな地震として、地震 1: 紀伊半島沖地震[2004.9.5 19:07, $M=7.1$, $M_0=9.80 \times 10^{25}$ (dyne·cm)], 地震 2: 東海道沖地震 [2004.9.5 23:57, $M=7.4$, $M_0=2.11 \times 10^{27}$ (dyne·cm)], 地震 3: 能登半島地震 [2007.3.25 9:42, $M=6.9$, $M_0=1.13 \times 10^{26}$ (dyne·cm)]を用いる。図-4(b)に重ね合わせ数を比較した結果を示す。同図では、EMPR でモデル化された、重ね合わせ数に対する、観測記録の



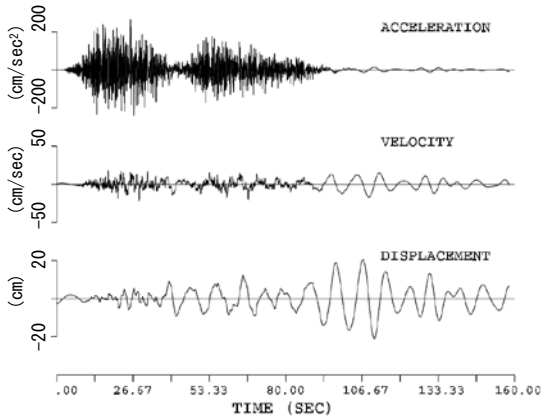
(a) EMPR によるシミュレーション波形



(b) AICH11 地点の観測波形 (東海道沖地震, NS 成分)



(c) 周期 5 秒以上を抽出, 振幅調整した観測波形



(d) 合成したシミュレーション波形

図-2 想定地震の地震動算定結果

比である. 同図より, 0.2~0.6Hz の範囲で卓越している傾向が見られる. この結果を踏まえて, 地域固有の地震動特性の推定, ならびに地震動算定を検討する予定である.

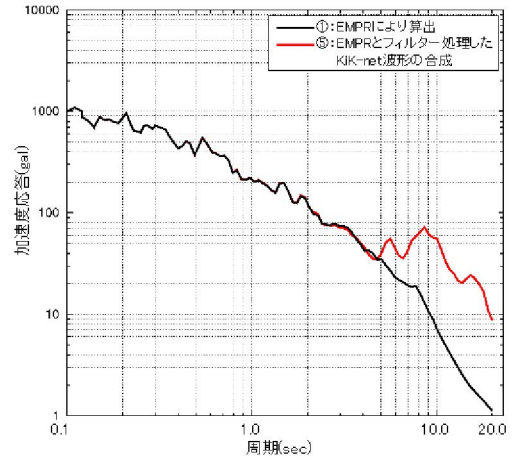
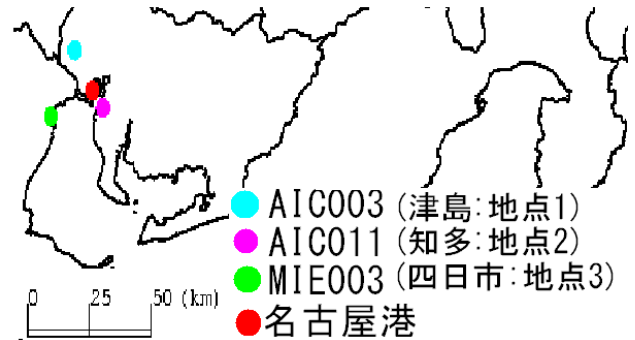
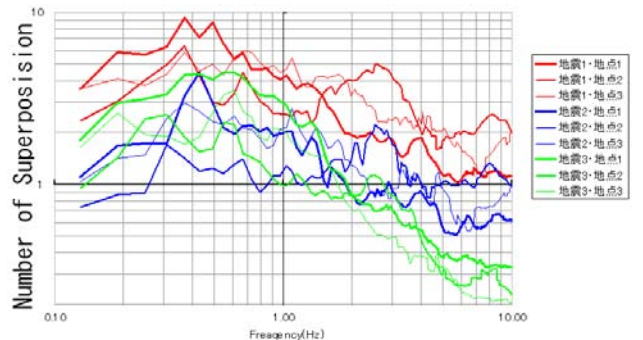


図-3 加速度応答スペクトルの比較



(a) 対象地点と観測地点



(b) 対象地震の観測地点ごとの EMPR の重ね合わせ数と観測記録の重ね合わせ数の比
図-4 名古屋港付近での算定結果

謝辞: 本研究では, 長周期特性の検討に KiK-net および K-NET の観測波形を用いた. 記して謝意を表す.

参考文献

- 1) Sugito, M, Furumoto, Y, and Sugiyama, T : Strong Motion Prediction on Rock Surface by Superposed Evolutionary Spectra. 12th World Conference on Earthquake Engineering Paper No.2111.(CD-ROM), 2000.
- 2) Brune, J. N., Technic Stress and the Spectra of Sensmic Shear Waves from Earthquakes, Journal of Gerphysical Research, Vol. 75, No. 26, pp.4997-5009. 1970.
- 3)防災科学技術研究所 基盤強震観測網 KiK-net : <http://www.kik.bosai.go.jp/kik/>
- 4)防災科学研究所 強震ネットワーク K-NET : <http://www.kik.bosai.go.jp/k-net/>