

財団法人大阪土質試験所 正会員 鶴来 雅人
 財団法人大阪土質試験所 正会員 田居 優
 京都大学防災研究所 入倉孝次郎
 関西電力株式会社 古和田 明

1 はじめに 兵庫県南部地震以降、構造物耐震設計用入力地震動の作成や強震動予測を、対象地点に影響を及ぼすと考えられる断層を想定し、地震学の最新の知見に基づく方法により行う試みがなされるようになった¹⁾。それには、地震動の構成要素である震源特性、伝播特性、サイト特性を評価しておく必要がある。本検討では、これらの特性のうちサイト増幅特性の評価法に関する検討を行う。

断層モデルに基づく入力地震動の作成や強震動予測を念頭においた場合、地震基盤(せん断波速度3000m/sec程度)に対する増幅特性を評価する必要がある。既往のサイト増幅特性の評価法としては、1次元重複反射理論に基づき評価する方法、常時微動で得られるスペクトルの水平成分と鉛直成分との比を増幅特性とみなす方法²⁾、基準点とのスペクトル比により評価する方法などがあるが、いずれも地震基盤に対する増幅特性を評価するのは困難である。

そこで、観測記録から独立に推定される震源特性および伝播特性を取り除くことにより、地震基盤に対するサイト増幅特性を経験的に評価する方法を提案し、その有効性を検討する。

2 解析概要 ここで提案するサイト増幅特性は、観測記録から得られるスペクトルを「基盤スペクトル」で除することによって評価される(図1参照)。「基盤スペクトル」は対象地点直下の地震基盤における地震動のスペクトルで、震源特性と基盤内を伝わる地震動の伝播経路特性の積で定義される。震源特性はマグニチュード6よりも小さい地震では多くの場合 ω^{-2} モデルに従うことが知られており、その変位スペクトルは低周波数域で平坦で、断層サイズに関するコーナー周波数より高周波数域では周波数の2乗で減少し、さらに高周波数域ではより減衰が大きくなる性質を持つ。この減衰の大きくなる周波数は高域遮断周波数 f_{max} と呼ばれる。伝播経路特性は震源からの幾何学的減衰 $1/R$ (R :震源距離)と伝播媒質での波動エネルギーの吸収や散乱を表す Q 値によって表される。地殻媒質の Q 値は地震動スペクトルのインバージョンにより周波数依存型で表される。以上を考慮すると、地震モーメント M_0 の地震により震源距離 R 離れた岩盤での加速度スペクトル $A(f)$ は次式で表現される³⁾。

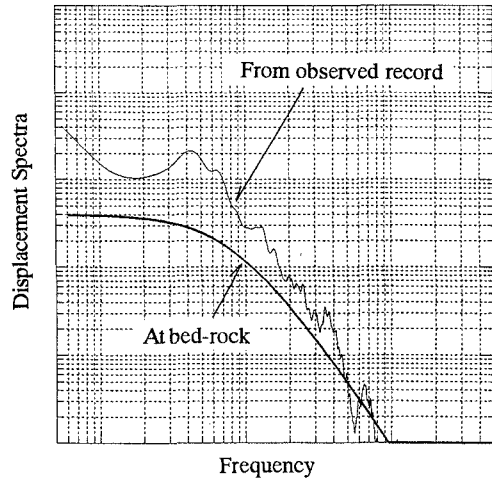


図1 サイト増幅特性算出の概念図

$$A(f) = CM_0 S(f)P(f)R^{-1} \exp\{-\pi fR/Q(f)\beta\}$$

ここで、 f : 周波数、 β : せん断波速度である。

この式に対象とする地震の地震モーメント M_0 、コーナー周波数 f_0 、高域遮断周波数 f_{max} を代入し、既往の研究により得られた Q 値を考慮することによって、「基盤スペクトル」が算出される。

キーワード: 増幅特性, 地震基盤, 基盤スペクトル, 観測スペクトル

連絡先: 〒550 大阪市西区立売堀4-3-2 TEL 06-539-2975 FAX 06-578-6254

$S(f)$, $P(f)$, C は以下に示すとおりである。

● $S(f)$ は ω^{-2} 則に従う震源特性 $S(f) = (2\pi f)^2 / \left\{ 1 + (f/f_c)^2 \right\}$

● $P(f)$ は高域遮断フィルター $P(f) = 1 / \left\{ 1 + (f/f_{\max})^n \right\}$

● C はその他の係数 $C = R_{\phi\theta} F_S P_R / 4\pi\rho\beta^3$

ここで, $R_{\phi\theta}$: ラディエーションパターンの係数 (=0.63), F_S : 自由地表面の影響による増幅を表す係数 (=2.0), P_R : エネルギー分配の係数 (=1.0), ρ : 密度 (=2.7g/cm³)

観測記録から得られるスペクトルと上式で得られる「基盤スペクトル」との比をサイト増幅特性として定義し, これを複数の地震で検討することにより対象地点での平均的なサイト増幅特性を求める。

解析対象地点は関西地震観測研究協議会による観測点(神戸大学, 神戸本山, 尼崎, 福島, 森河内, 弥栄, 豊中, 堺, 忠岡, 千早の10地点)である。

3 解析結果 福島, 弥栄, 堺の各地点のサイト増幅特性を図2に示す。図に示したサイト増幅特性は, 他の手法によって得られた結果⁴⁾(図中破線)と比較するため, 当該手法の基準点である千早のサイト増幅特性で基準化して示した。これより, 地盤調査等より考えられる特性と整合性のある結果が得られたと言える。また, 他の手法による結果と比較して高周波数域で定量的にはやや違いが見られるものの, 定性的には対応の良い結果が得られた。

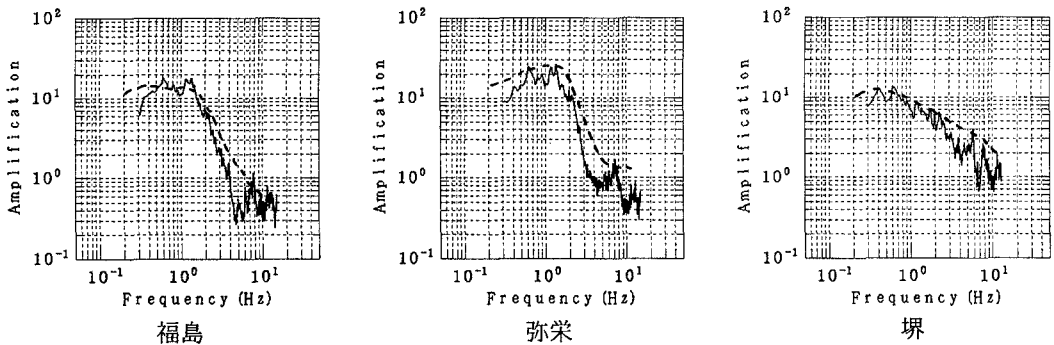


図2 各地点のサイト増幅特性

4 おわりに 本検討では, 観測記録から震源特性および伝播特性を取り除くことにより, 経験的にサイト増幅特性を評価する方法を提案し, その妥当性を近畿地方の強震観測点を対象に検討した。その結果, 提案手法には

- 地震モーメント, コーナー周波数が適切に設定できれば, 地震基盤に対するサイト増幅特性が比較的容易に評価できる,
- 岩盤とされている地点においても地震動が増幅されていることが確認された。本手法を用いれば岩盤観測点におけるサイト増幅特性も評価できる,

といった利点があり, 有効性が示された。なお, 検討に用いた記録は関西地震観測研究協議会(座長: 土岐憲三京都大学教授)により得られたものです。記して感謝いたします。

参考文献

- 1) 入倉ほか: 想定断層による強震動の予測方法—大阪府を例として—, 地震学会講演予稿集1996年度秋季大会
- 2) 中村豊: 常時微動の基づく表層地盤の地震動特性の推定, 鉄道研究報告, 4, pp.18-27.
- 3) Boore, D.M.: Stochastic simulation of high-frequency ground motion based on seismological models of radiated spectra, BSSA, Vol.73, pp.1865-1894.
- 4) 田居ほか: 大阪地域における地震動アレー観測による震源・伝播・サイト特性の分離, 地球惑星関連学会1995年度合同大会予稿集, p.605.