

徳島大学工学部 学生員○片岡智哉

徳島大学工学部 正会員 三神 厚

徳島大学工学部 正会員 澤田 勉

1. はじめに

次の南海地震の発生確率は、今後 30 年間で 50%を超えている。できる限り精度良い地震リスク評価を行い、適切な防災対策を講じるためには、表層地盤の増幅特性を正確に評価することが重要である。徳島県地震防災アセスメント調査委員会では、増幅特性の評価に翠川らの経験式¹⁾を用いている。これは 1987 年千葉県東方沖地震で得られた強震記録をもとに作成された経験式であり、深さ 30m までの平均 S 波速度から比較的簡便に最大速度振幅の増幅率を評価できる。しかし、この経験式は、ローム層が堆積する関東平野の地域性を反映しているが、他の地域で用いる妥当性については疑問が残る。また、単一の地震から作成されたものであるため、一般的な地震特性を反映しているとは言えない。本研究では、翠川らの経験式の問題点について検討するため、複数の地震から得られた強震観測記録を用いて四国地域における最大速度振幅に関する増幅率の経験式の作成を試みた。

2. 解析対象とした強震記録

解析に用いたデータは 2000 年鳥取県西部地震(M7.3)、2001 年芸予地震(M6.4)および 2004 年紀伊半島沖地震(M7.4)の際に、防災科学技術研究所 K-NET²⁾および KiK-net³⁾で観測された強震記録である。

ここで、これら 3 地震について徳島県貞光町の KiK-net 観測点(TKSH02)の GL-100m で得られた加速度記録のフーリエスペクトルの比較を図 1 に示す。なおここでは地震動強度を揃えるために、最大加速度を 100gal に規準化した。図 1 から同じ観測点についても各地震で基盤のスペクトル特性が大きく異なることがわかる。これは各地震における震源特性および伝播特性の違いに起因するものである。本来、地盤増幅特性は振動数に依存する関数であるため、基盤に入射する地震動の周波数特性が異なれば増幅特性も変化する。ここでは、現時点で利用可能な基盤のスペクトル特性の異なる 3 つの地震を考慮した。

また対象とする地盤データは K-NET、KiK-net において四国(愛媛県、香川県、高知県、徳島県)の観測点で得られた PS 検層結果を用いた。

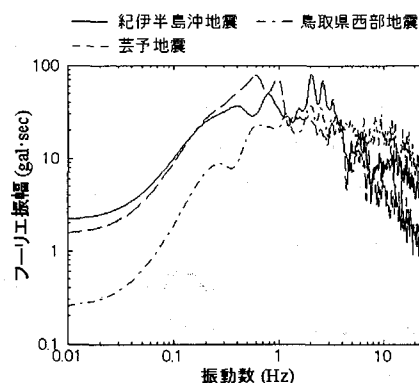


図 1 基盤のスペクトルの比較

3. 地盤特性と増幅率の算出法

(1) 地盤特性

地盤特性を代表する指標として深さ 30m までの平均 S 波速度(V_{s30})がよく用いられる。しかし、K-NET 観測点では PS 検層結果およびボーリングデータが最深で 20m までしか存在しない。そのため、表 2 に示す司・翠川⁴⁾の方法に倣い PS 検層の最下層以深の S 波速度構造を以下のように決定した。

表 2 平均 S 波速度の推定に用いた条件⁴⁾

最下層の深さ (m)	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0	27.5
最下層の S 波速度 (m/s)	500	400	350	250	200	100

①最下層が岩盤の場合は、その S 波速度が深さ 30m 続くとして平均 S 波速度を算出した。②最下層が岩盤でない場合、PS 検層の最下層までの深さとその S

波速度が表 2 に示すような条件を満足する場合には、最下層の S 波速度が深さ 30m まで続くとして平均 S 波速度を算出した。なお、これらの方法で S 波速度が推定できないものや $Vs30 = 1000\text{m/s}$ 以上となる観測点は除外した。

(2) 増幅率の算出

増幅率の算定には、K-NET および KiK-net の観測点で得られた加速度記録を用いた。各地震記録は加速度波形を速度波形に変換する際に基線の補正をするため、 $\cos$ 関数で立ち上がる低振動数カットフィルターを用いて補正した。この処理を行った後、加速度記録を数値積分して速度記録を求めた上で、水平 2 成分の時刻歴の 2 乗和の平方根から最大速度振幅を求め、K-NET および KiK-net の地表記録とそれに対応する KiK-net 地下記録の最大速度振幅比で増幅率を算出した。

4. 表層増幅効果経験式の作成

以上より 2000 年鳥取県西部地震(M7.3)では 23 地点、2001 年芸予地震(M6.4) では 30 地点、2004 年紀伊半島沖地震 (M7.4) では 44 地点の対象観測点を抽出した。各観測点で求めた $Vs30$ と増幅率を集計して(1)式を用いて経験式を作成した。

$$\log(ARV) = a + b \log(Vs30) \quad (1)$$

ここで、 ARV : 増幅率、 $Vs30$: 深さ 30m までの平均 S 波速度、 a, b : 回帰係数を表す。

各地震から求めた回帰式を図 3 に示した。また図 3 には翠川らの経験式も示した。

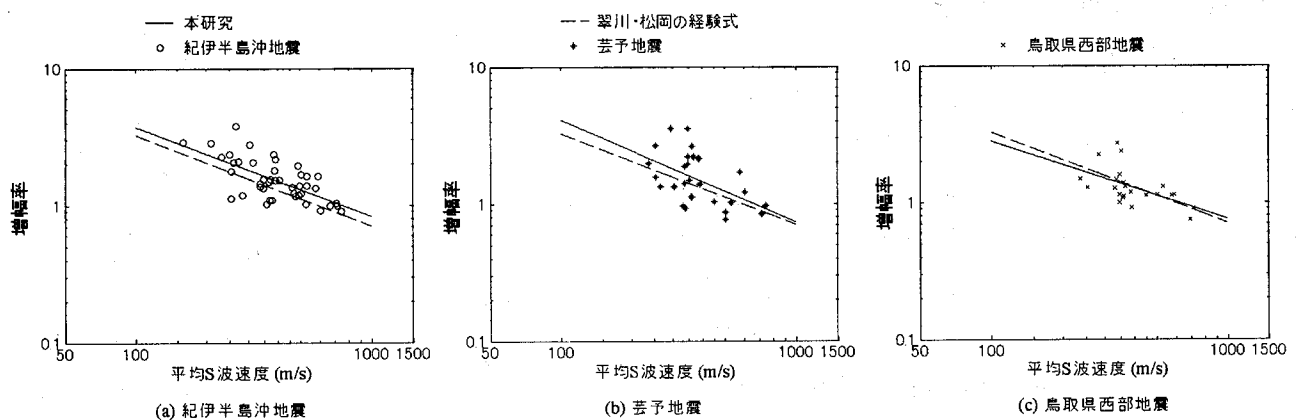


図 3 各地震における回帰式

翠川らは経験式を作成する際に基盤の地震動強度を距離減衰式より決定し、平均的な地震動強度を用いている。それに対し本研究は、K-NET と KiK-net の観測記録を直接的に使用し、増幅率を算出するだけであるが、いずれの地震においても翠川らの経験式と類似した結果が得られた。

5. まとめ

四国地域において K-NET および KiK-net で観測された 3 地震の強震記録を直接的に用いて表層地盤による地震動増幅経験式を作成し翠川らの経験式と比較した結果、いずれの地震においても類似した結果となった。

参考文献

- 1) S Midorikawa, M Matsuoka and K Sakugawa (1994): Site Effects On Strong-Motion Records Observed During The 1987 CHIBA-KEN-TOHO-OKI, Japan Earthquake, Ninth Japan Earthquake Engineering Symposium, pp.85-90
- 2) 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/>
- 3) 防災科学技術研究所：強震ネットワーク(K-NET), <http://www.k-net.bosai.go.jp/k-net/>
- 4) 司宏俊，翠川三郎：断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式，日本建築学会構造系論文報告集，No.523，pp.63-70，1999.9