

サイト増幅特性に起因する震度増加量に関する理論的検討

財団法人 地域 地盤 環境 研究所 正会員 ○鶴来雅人
 京都大学防災研究所 正会員 澤田純男
 金沢大学工学部 正会員 宮島昌克
 金沢大学工学部 フェロー 北浦 勝

1 はじめに

地震動は震源特性・伝播経路特性・サイト特性で構成されている。昨今、特定サイトにおける耐震設計用入力地震動策定に際し、固有の震源特性・伝播経路特性・サイト特性を考慮して作成する事例が増えつつある¹⁾。著者らは、震度予測式についてもこれらの特性を考慮した式の開発を目指している。本検討では、サイト増幅特性による震度の増加量を定量的に把握することを目的に理論的検討を行った。

2 検討手法と解析結果

計測震度 I は観測波形をフィルター処理やベクトル合成処理を施した後、最終的に Kawasumi 式²⁾によって算出される³⁾ため、一般には「波形振幅が約 10 倍大きくなると震度が 2 大きくなる。」と考えられる。したがって、地震観測記録から得られるサイトのスペクトル増幅特性（振幅部分） $G(f)$ のある周波数範囲（ $f_1 \sim f_2$ ）における積分値を SE ，すなわち

$$SE = \int_{f_1}^{f_2} G(f) df \quad (1)$$

とし、理論的検討から得られる震度増加量を dI_T とすれば、

$$\log SE = 0.5 \times dI_T + b \quad (2)$$

なる関係が成立することが期待される。検討対象地点の SE と dI_T の散布データを基に最小 2 乗法により式(2)中の係数 b が求まり、これらの平均的な相関関係（図 2 中、実線）が得られる。また、この平均的相関関係との差（図 2 中、○と実線の差）を求めることが可能である。ここで震度増加量は、ある入射波（その計測震度を I_{in} とする）のフーリエ変換値にスペクトル増幅特性を乗じ逆変換することで、地表面応答波を得て、この応答波の計測震度 I_o との差（ $dI_T = I_o - I_{in}$ ）として算出される。

検討対象地点は大阪府域の 18 観測点である。各地点のスペクトル増幅特性は鶴来・ほかによる特性⁴⁾を用いた。スペクトル増幅特性の一例を図 1 に示す。図中太線が平均値、細線が平均値±標準偏差である。地震観測記録によるスペクトル増幅特性 $G(f)$ の着目周波数範囲 f_1, f_2 は 0.4Hz から 10Hz の間で 0.1Hz 刻みで設定し、その組み合わせは 4,656 通りである。4,656 通りの周波数範囲に対して SE と dI_T の散布データから式(2)中の係数 b および平均的相関関係との差を算出し、その差の平均値 D の小さいものから上位 10% 以内のデータを抽出した。解析では 0.1Hz 刻みで着目周波数を設定したが、細かい周波数刻みで検討することの必然性・優位性が認められなかったため、ここでは順位 1 位のケース以外は着目周波数が 0.5 Hz の倍数のケースを抽出した。その結果、着目周波数範囲を 0.4～7.0Hz とした場合に平均的相関関係との差が最も小さくなることが明らかとなった。ただし、着目周波数範囲を 0.5～7.0Hz とした場合でも、結果にはほとんど差が認められないことも明らかとなった。この場合の震度増加量とスペクトル増幅特性の積分値の関係を図 2(1)に示す。また、着目周波数範囲を 2.0～3.5Hz とした場合の両者の関係も図 2(2)に示す。この周波数範囲は差の平均値が小さいものから上位 441 位（上位 9.47%）に相当している。これより、上位 10% 程度に相当する周波数範囲では、平均的相関関係との差がやや大きくなっていることがわかる。アンケート震度調査から得られるサ

キーワード：サイト増幅特性、震度増加量、理論的検討

連絡先：〒550-0012 大阪市西区立売堀 4-3-2 TEL 06-6539-2975 FAX 06-6578-6254

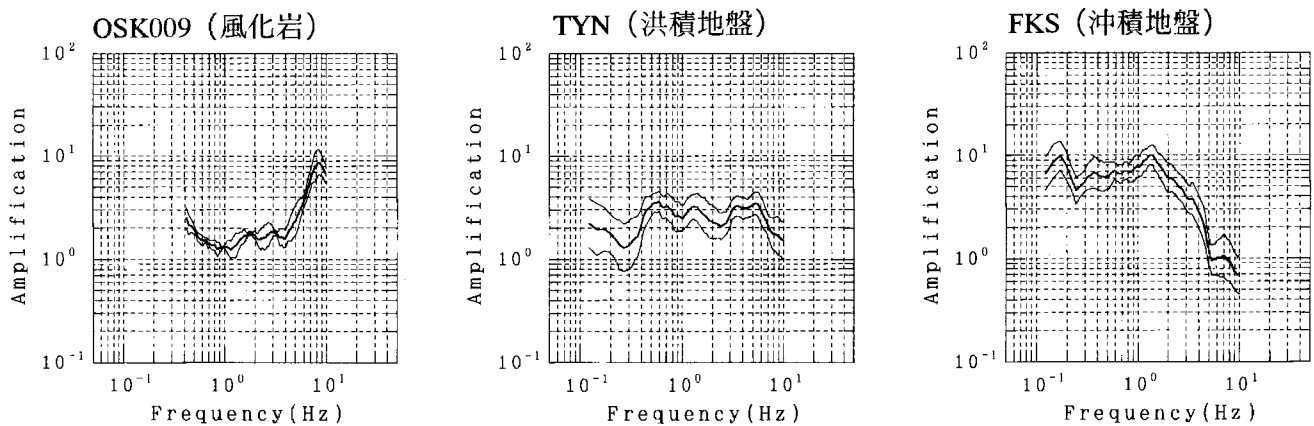
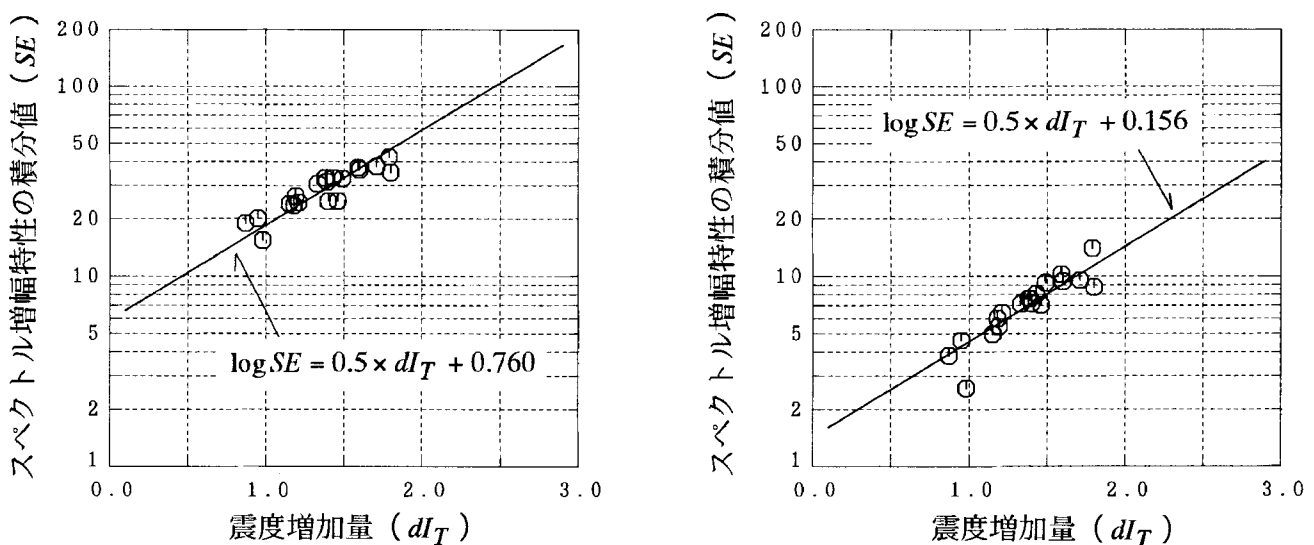


図1 観測記録から得られるスペクトル増幅特性の一例（太線：平均値，細線：平均値±標準偏差）



(1)着目周波数範囲：0.5～7.0Hz

(2)着目周波数範囲：2.0～3.5Hz

図2 震度増加量とスペクトル増幅特性の積分値の関係

イト増幅特性指標と観測記録から得られるサイト増幅特性を比較した結果では最適周波数範囲が 0.5～9.0Hz とされており⁵⁾，今回得られた周波数範囲（0.5～7.0Hz）はこの結果と概ね対応している。

3 おわりに

サイト増幅特性による震度の増加量を定量的に把握することを目的に，地震観測記録から得られるサイトのスペクトル増幅特性と理論的検討から得られる震度増加量との比較を行なった．その結果，観測記録から得られるスペクトル増幅特性の 0.5～7.0Hz に着目した場合，理論的検討による震度増加量と良く対応することが明らかとなった．得られた結果は合理的な震度予測式を開発する上で有益な情報をもたらすものと考えられる。

参考文献

- 例えば，入倉：大阪およびその周辺地域の地震防災のための想定地震と強震動の予測，第 24 回地盤震動シンポジウム，pp.91-100，1996.
- Kawasumi：Intensity and magnitude of shallow earthquakes, Travaux Scientifique, BCSI, Series A, 19, pp.99-114, 1954.
- 気象庁監修：震度を知る，ぎょうせい，1996.
- 鶴来・澤田・宮島・北浦：関西地域におけるサイト増幅特性の再評価，構造工学論文集 Vol.48A, pp.577-586, 2002.
- 鶴来・澤田・宮島・北浦：アンケート震度調査および地震観測記録から得られるサイト増幅特性の関係について，第一回日本地震工学研究発表・討論会梗概集，p.39, 2001.