

I - B 234 常時微動観測結果から評価した最大水平速度増幅特性の検証

大阪ガス(株) 正会員 小川安雄 正会員 清水謙司
(株)大林組技術研究所 正会員 〇前島大吾 正会員 江尻譲嗣

1. はじめに

著者らは、強震時の地表面最大水平速度の簡便な評価手法¹⁾を提案している。震源を断層線としてモデル化し、工学的解放基盤の最大速度はJoyner&Boore式にディレクティブティ効果を付与した距離減衰式（以下JB式）²⁾で評価する。数km平方の地区ブロックごとにリファレンスサイトを設け、地盤情報や強震記録から表層地盤の増幅特性を設定する。ブロック内のリファレンスサイト以外の任意のサイトは、一般に地盤情報や強震記録などの情報がない場合が多いので簡便な常時微動観測結果を利用し以下のように設定する。常時微動H/Vの積分値をサイト間の揺れ易さを表す指標Vi値と定義し、リファレンスサイトの増幅特性にリファレンスサイトに対する任意のサイトのVi値比を乗じて任意のサイトの増幅特性をする。しかし前報¹⁾では検証に用いた強震記録や地盤情報が限られており、検証に用いた増幅特性や、その検証手法についても簡単に触れる程度にとどまっている。本論文では、Fig.1のフローに示すように、増幅特性を根拠の違いにより複数設定し、それぞれの増幅特性の妥当性を検討した。また兵庫県南部地震の際に強震記録が得られているサイトにおいて微動観測を実施し、その結果から得られるサイト間のVi値比と増幅特性の比を比較検証した。

2. Vampの定義

Vampは工学的基盤で浅い表層地盤による最大水平速度増幅特性³⁾として定義され、地表面の最大水平速度(PGVs)と工学的解放基盤の最大水平速度(PGVb)の比とする。既往の研究³⁾よりVampは表層地盤の非線形性の影響はないものとする。増幅特性の根拠となる情報の違いにより、ALVM、Vobjb、Vanlsの3種類を定義し、Vampはその総称である。

3. ALVMの妥当性検討

ALVMは表層地盤情報を基に、次式から求まる簡易増幅特性⁴⁾である。

$$ALVM = (Vs30/Vsb)^{-0.6} \quad (1)$$

ここにVs30は表層30mの平均S波速度、Vsbは工学的解放基盤のS波速度である。各サイトのALVMをTable 1に示す。一方Vanls(=PGVs/PGVb)は、地表面観測記録PGVs及び重複反射解析から得られるPGVbより求まる。PGVbには杉戸らの解析結果⁵⁾や鉛直アレー観測記録⁶⁾

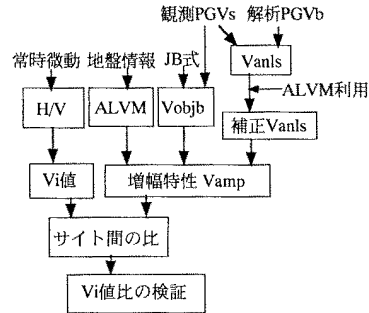


Fig. 1 Verification of Vi ratio comparing with Vamp ratio

Table 1 Vamp(ALVM and Vanls) on Sites

site	基盤 深度 m	S波速度 Vsb m/s	表層30m S波速度 Vs30 m/s	増幅特性 Vamp ALVM ratio	解析 基盤 PGVb kine	観測 地表面 PGVs kine	増幅特性 Vamp Vanls ratio
関電総研 EW	97	455	265.3	1.4	39.2	49.4	1.3
関電南南 EW	100	700	193.3	2.2	4.0	9.4	2.4
関電高砂 EW	100	460	266.7	1.4	45.5	43.1	0.9
関電赤穂 N124W	20	150	188.0	0.9	11.8	11.8	1.0
関電南港 N93W	70	340	212.9	1.3	17.2	20.3	1.2
大林都島 N82W	70	360	188.5	1.5	9.5	12.2	1.3
大林大正 N8E	58	360	163.6	1.6	20.3	27.9	1.4
大ガス倉合 N46W	3	310	325.0	1.0	129.7	129.8	1.0
ポートアイランド N34W	83	320	198.8	1.3	100.4	99.5	1.0
JMA神戸 N28W	24	410	292.7	1.2	90.0	104.1	1.2
関電新神戸 N12E	4	450	416.7	1.0	76.1	77.7	1.0
JR鷹取 N41W	13	330	303.3	1.1	133.5	153.3	1.1

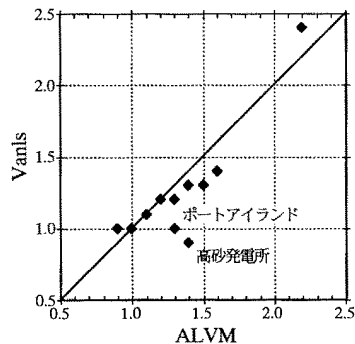


Fig. 2 Comparision of Vamp (ALVM and Vanls)

keyword: 表層地盤増幅特性 最大水平速度 常時微動観測 H/V Vi値

連絡先 〒204 東京都清瀬市下清戸4-640 (株)大林組 技術研究所 tel 0424-95-0957

の地表面観測波を入力地震動とし地中観測波を満たすように周波数依存型1次元重複反射解析により逆解析で最適な地盤構造モデルを設定し、同モデルを用いた同解析の結果、及び詳細な地盤情報を用いた同解析の結果を用いる。各サイトのPGVs, PGVb, VanlsをTable 1に追加する。Vanlsは解析に詳細な地盤情報を要する為、対象サイトは限られるが、信頼性が高いのでALVMの比較検証に用いる。両者をFig.2にプロットし比較すると、よい対応を示しALVMを簡易増幅特性として使用できる事が分かる。ただし高砂やポートアイランドのように液化化が生じたサイトでは、PGVs, Vanlsとも小さくなる。

4. Vobjbの妥当性検討

Vobjbは、兵庫県南部地震の地表面観測記録PGVsとJB式からのPGVbとの比で求まるVampである。VobjbがVampとして有用であるかを前章で検証したALVMと比較検討した。ただしVsb=500m/sとした。Fig.3に横軸に断層からの距離d、縦軸にVobjb/ALVMの比をプロット（黒丸）し、指数近似曲線を求めた。断層近傍でVobjbが過小評価されている事を示している。JB式は断層近傍でPGVbを過大評価する傾向があり、VobjbとALVMの差をJB式の距離に起因する歪によるものだと考えた。従ってこの近似曲線をJB式の距離に関する補正関数とし、PGVbに乘じてVobjbを補正した。補正後のVobjb/ALVMの比を再プロット（白丸）し近似曲線を求めるとほぼ1.0となり、多少のばらつきはあるものの、距離の歪をとり除いたVobjbはALVMと同様にVampとして用いられる。

5. サイト間のVi値比とVamp比の関係

強震記録や地盤情報のあるサイトにおいて常時微動観測を実施した。サイト間のVi値と増幅特性Vamp（ALVM, Vobjb, Vanls）を比較した。Vi値の基となる微動H/Vは特定の基盤でなく、インピーダンス比の大きい層間の境界からの増幅特性を示すと考えられるので、共通の基盤構造をもつと思われる地区において基準点を設定し、サイト間の比をとった。Fig.4よりVi値比が増幅特性の比になっている

事がわかる。ただ湾岸埋立部のVi値は増幅特性を過小評価する事を示唆している。断層極近傍のJR鷹取はJB式の誤差が補正しきれていない事も考えられる。また神戸大の強震観測サイトは地下トンネル内にあり、微動観測サイトは地上である。解析から求め信頼性の高いVanlsを増幅特性Vampとして用い、同様の検討を行った結果をTable 2に示す。ただしTable 1で示したVanlsでは工学的解放基盤のS波速度が各サイトにより異なっている為、ALVMの式(1)を用いて、Vsb=500m/sとして補正した。Fig.4に追加プロット（三角）した補正Vanlsの基準点に対する比はVi値比と良い対応を示す事が分かる。以上より表層地盤の増幅特性Vampを常時微動から得られる指標Vi値で評価できる事を示した。観測記録および解析結果等を御提供頂いた多くの機関の方々に感謝いたします。

参考文献 1) 小川, 清水, 土岐, 江尻, 前島: 常時微動観測結果を用いた最大速度増幅特性の検討(京都市域の場合), 第2回都市直下地震災害総合シンポジウム論文集, b-22, PP.243-246, 1997.11 2) 後藤, 江尻, 土岐: ディレクティブティ効果を考慮した内陸活断層による最大地動の評価法, 第31回地盤工学研究発表会, PP.1117-1118, 1996 3) 末富, 吉田: 兵庫県南部地震における地盤の非線形挙動(その2), 土木学会第2回阪神淡路大震災に関する学術講演論文集, PP.65-72, 1997 4) 翠川: 地震断層と地盤条件を考慮した地表面最大加速度・最大速度分布の推定, 日本建築学会第8回地盤震動シンポジウム, PP.59-64, 1980 5) 関口, 杉戸, 岡, 矢島, 田口, 加藤: 兵庫県南部地震における鉛直アレー強震記録に基づく地震動非線形増幅特性と地盤震動解析法の検討, 阪神・淡路大震災に関する学術講演論文集, 1996.1 6) 秋田, 古和, 尾崎, 前田: 地震観測記録に基づく地盤の震動特性について, 日本建築学会近畿支部研究報告書, 1996 7) 安井: チューブ構造による41階RC建物の耐震設計 (その11) 地震観測(2)-兵庫県南部地震-, AIJ大会梗概集, PP.947-948, 1995

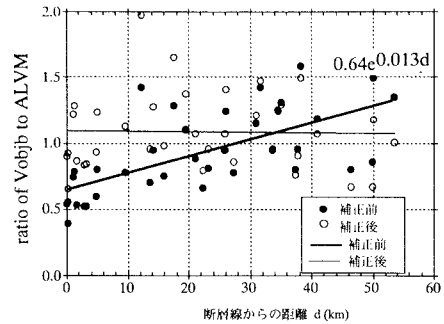


Fig. 3 Relationship between distance from fault and ratio of Vobjb to ALVM

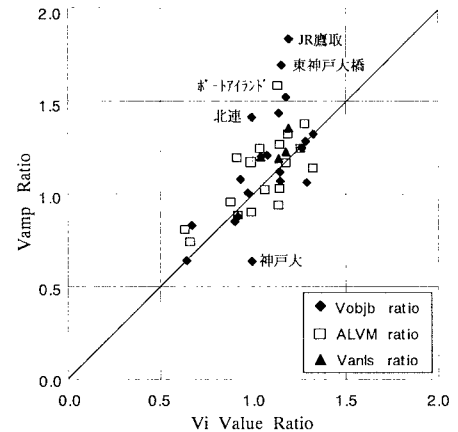


Fig. 4 Relationship between Vi value ratio and Vamp ratio

Table 2 Vi value ratio and Vamp ratio estimated by analysis (Vanls)

	Vsb (m/s)	Vanls	Vi値	Vanls (補正)	Vi値比	Vanls比 (補正)
新神戸変電所	450	1.0	8.5	1.1	基準点	基準点
ポートアイランド	320	1.0	9.7	1.3	1.1	1.2
貨倉供給所	310	1.0	10.0	1.3	1.2	1.2
神戸海洋気象台	410	1.2	8.8	1.3	1.0	1.2
JR鷹取	330	1.1	10.1	1.5	1.2	1.4