

地震動アレー記録データベース (SMARD) に基づく地震動変換係数の検証

京都大学工学部 正員 杉戸真太  
 京都大学防災研究所 正員 亀田弘行  
 京都大学 大学院 学生員 ○山本裕之

1. はじめに

著者ら<sup>1)</sup>は、表層地盤の非線形増幅特性を考慮した地震動マイクロゾーニング技法の一つとして、地震動変換係数 $\beta$ を提案した。この変換係数 $\beta$ は、N値分布から連続量として得られる地盤の軟弱さの指標 $S_n$ <sup>2)</sup>と基盤までの深さ $d_p$ を用いて、表層地盤の非線形性の影響を考慮して基盤地震動を沖・洪積地盤の地震動に変換するものである。ところで、この変換係数 $\beta$ はシミュレーション地震動を用いて算出したモデルにすぎず、実際にマイクロゾーニング技法として使用するためにはその信頼性を実データにより検証する必要がある。本報では、昨年16の研究機関からのアレー観測記録の提供により共同開発された「地震動アレー観測記録データベース (SMARD)<sup>3)</sup>」の地震動のデータを用い、変換係数 $\beta$ の妥当性について検討した結果を報告する。

2. 地震動変換係数 $\beta$ の概要

著者らによる地震動変換係数 $\beta$ は、局所的な地盤特性及び地盤の非線形性の影響がほとんどないと考えられる工学的基盤<sup>4)</sup>(せん断波速度 600~700 m/s 程度の基盤面)のレベルで与えられる地震動強度を $Y_r$ 、堆積層を有する地盤での地震動強度を $Y_s$ とすると次のように定義される。

$$Y_s = \beta \cdot Y_r \quad \text{----- (1)}$$

$$\beta = \beta(S_n, d_p, Y_r) \quad \text{----- (2)}$$

変換係数 $\beta$ は工学的基盤での地震動強度 $Y_r$ の関数とすることにより、入力レベルに応じた非線形増幅特性を考慮した係数としている。本報では、最大加速度と最大速度の変換係数について検証を行なった。図-1に種々の $S_n$ 、 $d_p$ による最大加速度・最大速度の変換係数 $\beta_a$ ・ $\beta_v$ の推定値を示した。

3. データベースSMARDに基づく地震動変換係数 $\beta$ の検証

3.1 使用データの概要

地震動アレー観測記録データベースSMARD<sup>3)</sup>の中には、16の研究機関による35の強震観測地点での強震記録が納められている。この中から24の観測地点を選定し、56地震による580成分により検証を行った。表-2に24の強震記録観測地点と使用した成分数、地震数等を示す。ところで、SMARDのデータを使用するにあたり、①SMARDの強震観測地点では工学的基盤面が解放基盤でない ②基盤面での強震記録が得られていない地点がある、という問題点がある。これを解決するために継続時間を考慮した等価線形化手法を用いて地中の基盤での地震動を解放基盤における地震動に補正したものをを用いた。

3.2 検証結果

24の観測地点のうち東大生研・研究所内A-地点での地盤構成を表-1に、地震動の増幅率と地震動変換係数の関係

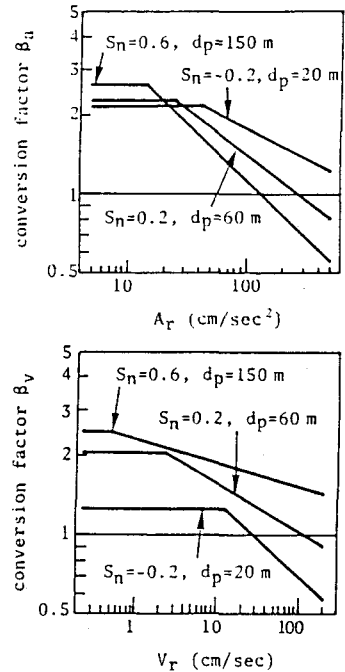


図-1 種々の $S_n$ ・ $d_p$ による $\beta$ の推定値

を図-2に示す。図中、線形領域でのデータの増幅率の平均値を-----線で示した。この地点では実データのばらつきは大きい、 $\beta$ はその平均値を比較的よく推定している。紙面の都合上、他の地点については当日示す。表-2に24の観測地点における $\beta_a$ 、 $\beta_v$ を用いた地表面地震動の推定値と観測値のばらつきの標準偏差 $\sigma_a$ 、 $\sigma_v$ を示す。

#### 4. まとめ

実データを用いて地震動変換係数 $\beta$ の検証を試みた。

1. 今回の検討で取り上げた最大地動のようなある瞬間の強度は、その増幅率に大きなばらつきがあり、 $S_n$ 、 $d_p$ という簡単なパラメータのみでは個々の大きなばらつきまでは十分推定できない。しかしながら、平均的な特性はある程度表現できる。
2. 使用した強震記録の中心は最大加速度で数gal程度、最大速度で0.数kine程度であり $\beta$ の非線形領域の検証を充分に行うにはデータ不足であると言わざるを得ず、この点に関しては今後の強震記録の充実を期待したい。
3. 一方、地震動全体のパワーの増幅特性については応答スペクトル $\beta_s$ 、非常常スペクトル $\beta_\alpha$ との比較により検討を進めている。

表-2 各強震観測地点の地震数と成分数、及び $\sigma_a \cdot \sigma_v$

No.	強震記録観測地点	地震数	成分数	$\sigma_a$	$\sigma_v$
1	東京電力・新富士-地点	3	1 2	0.8609	0.9411
2	竹中・研究所内-地点	3	1 2	0.3258	0.3857
3	鹿島・柏名町-地点	2	8	0.5786	0.5229
4	鹿島・王子団地-地点	8	2 0	0.4288	1.1225
5	大林・横浜-地点	6	2 4	0.7030	0.5211
8	筑島・三番-地点	3	1 2	0.6282	0.4332
7	東京ガス・国府工場-地点	2	8	0.3459	0.8825
8	水島臨・三郷団地-地点	9	3 6	0.4104	0.4478
9	久保田工工・下長-地点	3	6	0.4147	0.5082
10	大蔵・雑和-地点	2	8	0.1228	0.5425
11	大蔵・八戸-地点	2	8	0.3758	0.7893
12	大蔵・草川-地点	2	8	0.5212	0.6843
13	練水・神奈川-地点	9	3 6	0.4868	1.5178
14	小塚・研究所内A-地点	3	1 2	0.8745	0.3876
15	小塚・研究所内B-地点	4	1 6	0.3877	0.3227
16	日本鋼管・扇島-地点	2	8	0.2161	0.7588
17	日本鋼管・市原田-地点	4	1 2	0.3018	0.3075
18	岡村組・研究所内A-地点	1	4	0.3847	0.1110
19	岡村組・研究所内B-地点	1	4	0.1818	0.1041
20	東大生研・研究所内A-地点	2 4	9 2	0.2529	0.3268
21	東大生研・研究所内B-地点	2 4	9 2	0.4088	0.2584
22	東京器・A-地点	1 7	8 8	0.3482	0.3023
23	東京器・B-地点	1 3	6 2	0.4358	0.4288
24	熊谷・安田町-地点	7	2 4	0.4407	0.4288

表-1 地盤構成

層番号	土質分類	層上面の深さ(m)	層厚(m)	Vs(m/s)	$\rho(g/cm^3)$
1	2	0.0	5.00	140.00	1.35
2	3	-5.00	3.50	320.00	1.50
3	3	-8.50	6.00	320.00	1.70
4	3	-14.50	10.88	320.00	1.70
5	3	-25.38	14.62	420.00	1.80

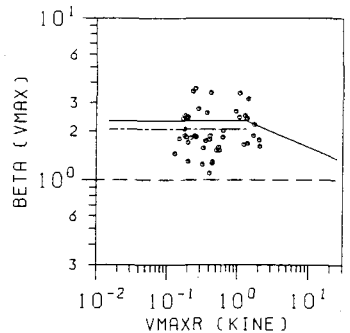
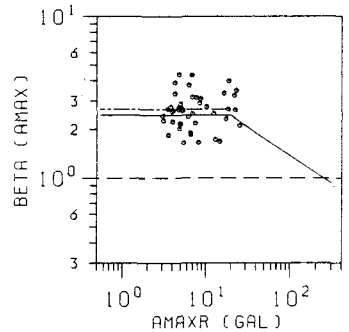


図-2 地震動の増幅率と地震動変換係数の関係

#### 参考文献

- 1) 杉戸・亀田・後藤・広瀬：京都大学防災研究所年報、第29号B-2、昭和61年4月、pp. 41-58.
- 2) Kameda, H., M. Sugito and H. Goto Proc. 3rd Int. Microz. Conf., 1982, Vol. III, pp. 1463-1474.
- 3) 杉戸・亀田・高山：京大耐震研究報告、No. 87-4、昭和62年4月.
- 4) Sugito, M., Kameda, H. Proc. of JSCE, SE/EE, Vol. 2, No. 2, 1985, pp. 149-159.
- 5) 片山恒雄・佐藤暢彦・大保直人：地盤及び埋設管の地震時ひずみに関する研究、Rep. No. 84-02(06)、東京大学生産技術研究所、耐震防災工学研究室 1984年