

非定常地震動予測モデルにおける地盤条件の影響に関する考察

京都大学工学部 正会員 後藤尚男・亀田弘行・杉戸真太

京都大学工学部 学生員 ○得津明弘

1 はじめに

非定常地震動予測モデル¹⁾で用いられる地盤パラメータ S_n は、地表面近傍の軟弱さを反映するパラメータであった。本研究では、さらに深部の地盤条件として表面層厚 d_p (m) を定義し、 d_p を考慮した地震動予測モデルを提案する。

2 表面層厚に関するデータ

上記の解析のため、表面層厚データを本研究室所有の強震記録の各観測点について収集した。その際、基盤層としての判断基準は、岩質であること、S波速度が $700 \sim 800 \text{ m/sec}$ 以上、を原則とした。得られた結果を、地点名・強震記録資料元・表面層厚・当該地点の強震記録数について表-1にまとめた。

表-1 表面層厚の得られた地点一覧

地点名	資料元	表面層厚 (m)	強震記録数
富田-S	S	14.5	4
鋼路-S	S	100.0	4
鋼路気象台	WA	14.0	2
青森-S	S	112.3	4
八戸-S	S	180.0	4
塩釜工場-S	S	15.0	2
品川-S	S	35.0	2
山下家-S	S	35.9	2
細島-S	S	51.0	6
飯島橋	D	22.0	4
新石坂橋	D	120.0	4

S: 運輸省港湾技術研究所
WA: 気象庁

D: 建設省土木技術研究所

3 表面層厚と地震動のパワーのばらつき C_o との関係

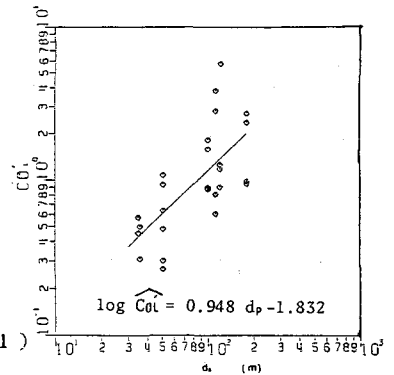
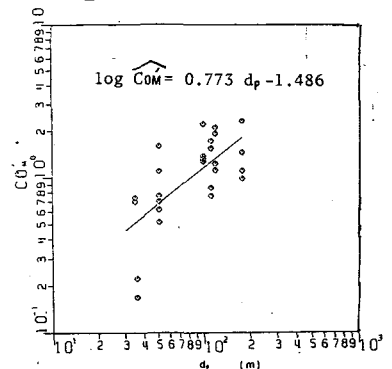
表面層厚の影響を、各振動数域毎に調べる目的で、従来 $0.13 \sim 10.03 \text{ Hz}$ の振動数域で、一律に算出されていた地震動パワーのばらつき C_o を、対数軸上でほぼ3等分した各振動数域において算出し、それぞれ $C_{OL} \cdot C_{OM} \cdot C_{OH}$ とする。ただし、 C_o は式(1)で示すように $M \cdot \Delta$ の回帰式により推定される強度パラメータ $\hat{\alpha}_m(f)$ と、それに対応する実記録の $\alpha_m(f)$ との対数振動数軸上での面積比である。

$$C_o = \int_{\log f_L}^{\log f_U} \alpha_m(f) d(\log f) / \int_{\log f_L}^{\log f_U} \hat{\alpha}_m(f) d(\log f) \quad (1)$$

S_n より得られる C_o の推定値 $\hat{C}_o(S_n)$ からのばらつき $C'_{OL} \cdot C'_{OM} \cdot C'_{OH}$ を(2)式で表わす。

$$\begin{aligned} C'_{OL} &= C_{OL} / \hat{C}_o(S_n) \\ C'_{OM} &= C_{OM} / \hat{C}_o(S_n) \\ C'_{OH} &= C_{OH} / \hat{C}_o(S_n) \end{aligned} \quad (2)$$

S_n は地表面から $25 \sim 30 \text{ m}$ 程度の地盤の軟弱さを表わすパラメータであるので、ここでは $d_p > 30$ のデータについてのみ、 d_p による式(2)のパラメータの直線回帰分析を行なったのが図-1～図-3である。回帰式は次の通り。

図-1 パラメータ C'_{OL} と表面層厚 d_p 図-2 パラメータ C'_{OM} と表面層厚 d_p

$$\begin{aligned}\log \widehat{C_{OL}} &= 0.948 dp - 1.832 \\ \log \widehat{C_{OM}} &= 0.773 dp - 1.486 \\ \log \widehat{C_{OH}} &= 0.695 dp - 1.401\end{aligned}\quad (3)$$

(3) 式による $\widehat{C_{OL}} \cdot \widehat{C_{OM}} \cdot \widehat{C_{OH}}$ の大小関係は dp の値により変化する。(表-2 参照) そこで, $\widehat{C_{OL}}$ と $\widehat{C_{OM}}$, $\widehat{C_{OM}}$ と $\widehat{C_{OH}}$ を, 各振動数域の中央の点で直線により結んだものを $\widehat{C_0}(dp, f)$ として C_0 の推定に利用する。 $dp < 30$ では dp は C_0 に影響せず, $dp > 200$ では $dp = 200$ の時の $\widehat{C_0}(dp, f)$ の値をもって一定とする。

$30 < dp < 200$ では次式の通り。

$$\widehat{C_0}(dp, f) = \begin{cases} (0.0519 dp^{0.773} - 0.0234 dp^{0.748}) \log f \\ \quad + 0.00132 dp^{0.748} - 0.0296 dp^{0.773} & (0.13 < f < 1.14) \\ (0.0631 dp^{0.695} - 0.0519 dp^{0.773}) \log f \\ \quad + 0.0357 dp^{0.773} - 0.00366 dp^{0.695} & (1.14 < f < 10.03) \end{cases} \quad (4)$$

$\widehat{C_0}(dp, f)$ により強度パラメータ $\alpha_m(f)$ は次のように表現できる。

$$\alpha_m(f) = U_z'(f) \cdot \widehat{C_0}(dp, f) \cdot \widehat{C_0}(S_n) \cdot \widehat{\alpha_m}(f) \quad (5)$$

ここに $U_z'(f)$ は, 地盤パラメータ S_n に加え dp を考慮してもなお残るばらつきである。

(4) 式の $\log U_z'(f)$ の各振動数域ごとの標準偏差は, 0.258, 0.236, 0.208 となり, dp を考慮しない場合の値, 0.280²⁾を下回ることから, $\alpha_m(f)$ 推定における信頼性の向上が確かめられた。

4 おわりに

表面層厚を考慮することにより, 強度パラメータ $\alpha_m(f)$ 推定における信頼性が高くなることが確かめられた。しかし, 新しいモデルにより実際に地震動予測を行なった結果によれば, 表面層厚が大きく軟弱な地盤に対する予測地震動は極端に大きくなる。このような場合には, 推定した地盤ひずみを再検討するなどして, モデルをより現実に即したものにすることが今後の課題であろう。

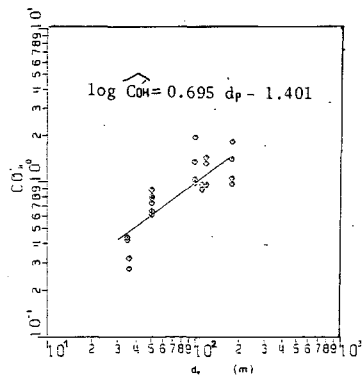


図-3 パラメータ C_{OH} と表面層厚 dp

表-2 パラメータ $\widehat{C_{OL}}$, $\widehat{C_{OM}}$, $\widehat{C_{OH}}$ の4種の表面層厚に対する値

$dp(m)$	40	90	140	190
$\widehat{C_{OL}}$	0.486	1.049	1.594	2.129
$\widehat{C_{OM}}$	0.565	1.058	1.489	1.886
$\widehat{C_{OH}}$	0.516	0.906	1.232	1.523

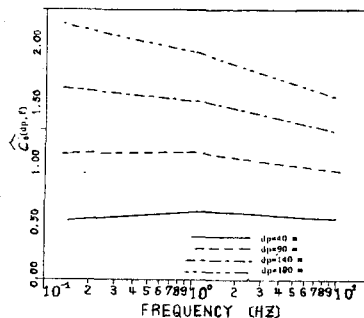


図-4 パラメータ $\widehat{C_0}(dp, f)$ の4種の表面層厚に対する値

本研究に関して以下の方々にたいへんお世話頂いた。記して深謝の意を表する。

- ・北海道大学災害資料センター 酒井良男名誉教授
- ・北海道大学工学部 太田裕教授
- ・東北大学理学部 北村信教授
- ・弘前大学教育学部 岩井武彦教授
- ・東京大学地震研究所 嶋悦三教授

参考文献

- 1) Kameda, H., Sugito, M., Asamura, T., 7WCEE, Vol. 2, 1980.
- 2) 黒木隆宏, 京都大学修士論文, 昭58.2.19.