

I - B 99

埋没型の不整形地盤における地震動増幅特性の評価手法

建設省土木研究所 正会員 千葉 光
同 正会員 田村 敬一
同 正会員 中尾 吉宏

1. はじめに

地形条件及び地盤条件が急激に変化する不整形地盤においては、局所的な地震動の増幅が生じることが指摘されている。そこで、このような地盤を単純な形でモデル化し、地盤の不整形性による地震動増幅を簡便に評価するための手法をこれまでに提案してきた¹⁾。

本研究では、軟質層下に埋没する硬質層の基盤形状を種々に変化させて地盤モデルを設定し、これらの地震動増幅特性について検討した。

2. 地盤モデル及び解析手法

解析に用いた地盤モデルを図-1(a),(b)及び(c)に示す。これらのモデルにおいて、片側傾斜基盤については①基盤の傾斜角度、両側傾斜基盤については②軟質層底辺の長さ、全てのモデルについて③埋没深さ、④軟質層及び硬質層の物性、等のパラメータを変化させて、それぞれ十数ケース設定した。地盤モデルにおいて軟質層と硬質層の土質定数のひずみ依存特性については、岩崎^{2),3)}の値を用いた。入力波形は、最大加速度を 100gal に調整した 2 波形を用いた。また、二次元応答解析は FLUSH⁴⁾を用いて行い、不整形性の影響を比較するために、一次元応答解析を SHAKE⁵⁾を用いて行った。

3. 地盤不整形性による増幅程度の評価方法

地盤の不整形性による増幅程度を評価するため、その指標として $R_{max}(Sa)$ 及び $R_{ave}(Sa)$ を次のとおり定義した。まず、地盤モデル地表上のある任意の地点において、二次元解析及び一次元解析により求められる地震動の加速度応答スペクトルを $Sa(T)_{2D}$ 、 $Sa(T)_{1D}$ とし、両者の比を $R(Sa(T)) = Sa(T)_{2D} / Sa(T)_{1D}$ とする。 $R(Sa(T))$ の固有周期 T を 0.1~5 秒で変えた時の最大値を増幅率 $R(Sa)$ とし、 $R(Sa)$ の地表面上での最大値を $R_{max}(Sa)$ とする。さらに、増幅率 $R(Sa)$ が大きい区間で平均を取ったものを $R_{ave}(Sa)$ とした¹⁾。

4. 非埋没型地盤モデルの増幅特性

過去の検討において、片側傾斜基盤及び両側傾斜基盤(図-1(a),(b)の硬質層が埋没していない地盤モデル)の増幅程度について、 ΔT_G (軟質層が最も厚い部分と最も薄い部分の地盤の特性値 T_G ⁶⁾の差)との相関が良いことが示され、 ΔT_G を用いた増幅率の評価式を次のとおり提案した¹⁾。

$$\begin{aligned} R_{max}(Sa) &= 1.29\Delta T_G + 1.0 & (1a) \quad \text{片側傾斜基盤} \\ R_{ave}(Sa) &= 0.69\Delta T_G + 1.0 & (1b) \quad \text{(適用範囲 } \tan \theta \geq 1/8) \\ R_{max}(Sa) &= 2.31\Delta T_G + 1.0 & (2a) \quad \text{両側傾斜基盤} \\ R_{ave}(Sa) &= 0.99\Delta T_G + 1.0 & (2b) \quad \text{(適用範囲 } L2 \leq 600\text{m}) \end{aligned}$$

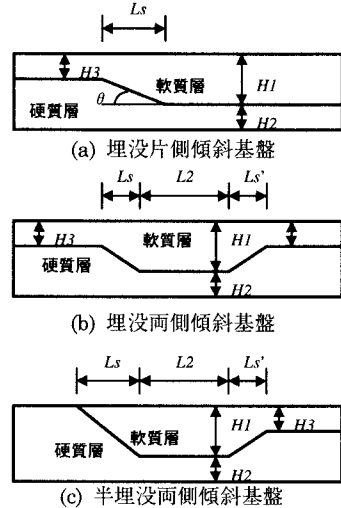
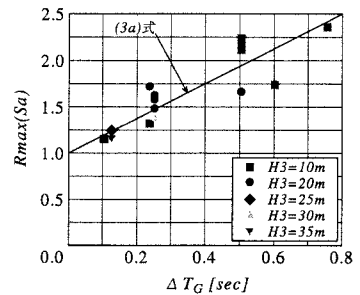
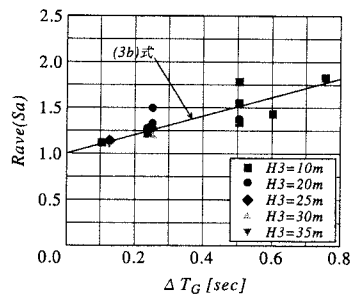


図-1 地盤モデル



(a) $R_{max}(Sa)$ と ΔT_G の関係



(b) $R_{ave}(Sa)$ と ΔT_G の関係

図-2 埋没片側傾斜基盤

キーワード：不整形地盤、地震動増幅、評価手法

連絡先：〒305-0804 茨城県つくば市大字旭一番地 建設省土木研究所 TEL 0298(64)4963 FAX 0298(64)0593

5. 解析結果

1) 埋没片側傾斜基盤

片側傾斜基盤に対する埋没片側傾斜基盤の増幅特性について検討した。埋没片側傾斜基盤の硬質層の傾斜部を地表面に延長し、硬質層が地表面に出現していると仮定して、 ΔT_G を算出 ($\Delta T_G'$ とする。) することにより、 $H3 \leq 20\text{m}$ の範囲では、(1a)及び(1b)式が適用できることが示された。さらに、図-1(a)に示した地盤モデルで軟質層が最も厚い部分と最も薄い部分の地盤の特性値の差 ΔT_G と $R_{\max}(Sa)$ 及び $R_{\text{ave}}(Sa)$ との回帰分析を行い、図-2(a),(b)に示す結果が得られた。図に示すとおり、 $H3 \leq 35\text{m}$ の全てのケースについて良い相関が示され、次式を得た。

$$R_{\max}(Sa) = 1.88\Delta T_G + 1.0 \quad (3a)$$

$$R_{\text{ave}}(Sa) = 1.02\Delta T_G + 1.0 \quad (3b)$$

2) 埋没両側傾斜基盤

両側傾斜基盤に対する埋没両側傾斜基盤の増幅特性について検討した。1)の場合と同様に、 ΔT_G を用いることにより、 $H3 \leq 20\text{m}$ の範囲では、(2a)及び(3b)式が適用できることが示された。さらに、 ΔT_G と $R_{\max}(Sa)$ 及び $R_{\text{ave}}(Sa)$ との回帰分析を行い、図-3(a),(b)に示す結果が得られた。図に示すとおり、 $H3 \leq 25\text{m}$ の全てのケースについて良い相関が示され、次式を得た。

$$R_{\max}(Sa) = 4.21\Delta T_G + 1.0 \quad (4a)$$

$$R_{\text{ave}}(Sa) = 2.22\Delta T_G + 1.0 \quad (4b)$$

3) 半埋没両側傾斜基盤

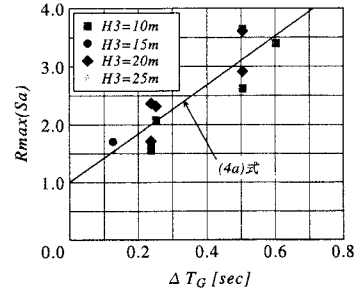
片側傾斜基盤と両側傾斜基盤の中間的な形状である半埋没両側傾斜基盤の増幅特性について検討した。半埋没両側傾斜基盤の増幅率 $R_{\max}(Sa)$ 及び $R_{\text{ave}}(Sa)$ と ΔT_G の関係及び両側傾斜基盤の評価式をプロットしたものを図-4(a),(b)に示す。図より、 $H3 \leq 20\text{m}$ の範囲で半埋没両側傾斜基盤の増幅率は、両側傾斜基盤の評価式により概ね評価可能であることがわかる。

6. まとめ

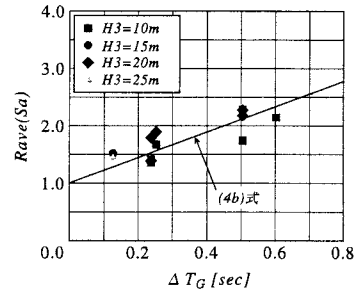
埋没片側傾斜基盤及び埋没両側傾斜基盤の増幅特性について、地盤の特性値に基づく ΔT_G を用いた評価式を提案し、その適用範囲を示した。また、半埋没両側傾斜基盤の増幅特性について、両側傾斜基盤の評価式により概ね評価可能であることを示した。

【参考文献】

- 千葉、田村、本田：地盤の不整形性に起因する地震動増幅特性の評価手法、第24回地震工学研究発表会、平成9年7月
- 岩崎、龍岡、高木：地盤の動的変形特性に関する実験的研究(II)、土木研究所報告、第153号の2、昭和55年3月
- 岩崎、常田、吉田：沖積粘性土の動的変形・強度特性について、第15回土質工学研究発表会、昭和55年3月
- J.Lysmer, et al.: FLUSH, A Computer Program for Approximate 3-D Analysis of Soil-Structure Interaction Problems, EERC Report No.75-30, UC, Berkeley, Nov., 1975
- P.B.Schnabel, et al.: SHAKE, A Computer Program for Earthquake Response Analyses of Horizontally Layered Sites, EERC Report No.72-12, UC, Berkeley, Dec., 1972
- 道路橋示方書・同解説 V耐震設計編、社団法人日本道路協会、平成8年12月

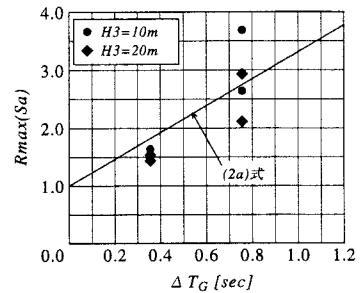


(a) $R_{\max}(Sa)$ と ΔT_G の関係

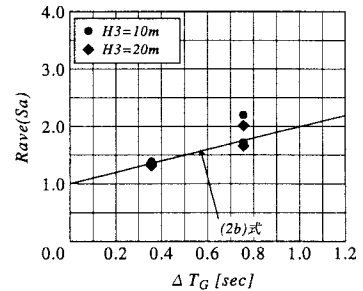


(b) $R_{\text{ave}}(Sa)$ と ΔT_G の関係

図-3 埋没両側傾斜基盤



(a) $R_{\max}(Sa)$ と ΔT_G の関係



(b) $R_{\text{ave}}(Sa)$ と ΔT_G の関係

図-4 半埋没両側傾斜基盤