

● はじめに

将来予想される地震を想定し、これに対して地震防災上の観点から各種公共土木施設の耐震安全性を検討するためには、当該地震により影響を受けると予想される地域全体の地震動強度を正しく求めることが重要となる。地表面で期待される地震動は、地下深部から伝播してくる地震波の特性に地表付近の地盤の特性を加味したものと考えられている。したがって、表層地盤の増幅特性と多数回の地震応答計算結果に基づいてあらかじめ求めておけば、その都度地盤の応答計算を行なうことなく基盤での地震動の特性を与えることにより地表での地震動の特性を求めることができる。本論文では、サイスミック・マイクロゾーニングに用いることを目的とし、応答スペクトル曲線の形で与えられた任意の地震動入力に対して多数地点の最大応答加速度と効率的に算定する手法を提示し、試算によりその適用性を検討した結果について報告する。

● 表層地盤の増幅特性

地表での最大加速度を $\alpha_g[\text{gal}]$ 、基盤面での最大加速度を $\alpha_b[\text{gal}]$ とし、表層地盤の加速度応答倍率 γ を $\gamma \equiv \alpha_g / \alpha_b$ と定義する。応答倍率 γ は表層地盤の伝達特性および基盤への入力地震動の特性によって定まるが、この関係を図1に示すように、表層地盤の伝達関数の絶対値(増幅率) $A(\eta)$ と入力地震動の加速度応答スペクトル倍率曲線 $\beta(\eta)$ (減衰定数 $\eta = 5\%$ を用いる)に着目して、次の5種類の場合に分類する。

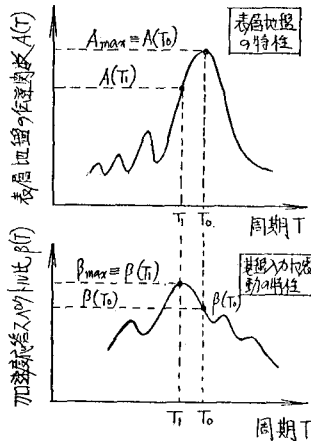
- | | |
|---|--|
| 1) ケース1 : $\gamma \sim A_{\max}$ | } ここで、T: 周期
T ₀ : A(η)を最大にするT (一般に地盤の一次固有周期), $A_{\max} \equiv A(T_0)$
T ₁ : $\beta(\eta)$ を最大にするT (一般に入力地震の卓越周期), $\beta_{\max} \equiv \beta(T_1)$ |
| 2) ケース2 : $\gamma \sim A(T_1)$ | |
| 3) ケース3 : $\gamma \sim \beta(T_0)$ | |
| 4) ケース4 : $\gamma \sim A_{\max} \times \beta(T_0)$ | |
| 5) ケース5 : $\gamma \sim A_{\max} \times \beta(T_0) + A(T_1) \times \beta_{\max}$ | |

これら5ケースのいずれの場合が表層地盤の応答倍率 γ と最も強い相関があるかを、地盤構成が詳細に調査されている表1に示す6地点に対する地震応答解析結果をもとに検討した。ここで、解析対象としたのは道路橋耐震設計指針で規定する第2種、3種、4種の地盤種別に相当する地点であり、それぞれの地点の耐震設計上の基盤面に9種類の地震動記録を、最大加速度を任意に100, 150, 200, 300 galと4通りに変化させて作用させ、表層地盤の地震応答を計算した。この結果を(1)式に従って整理すると、 γ とA(η)もしくは $\beta(\eta)$ の組合せに対する相関係数は、ケース1～5に対してそれぞれ0.38, 0.49, 0.40, 0.80, 0.87となり、ケース4および5の場合の相関が高いことが求められた。この場合の関係を示したのが、図2および3であり、それぞれに対して直線回帰式を導くと次式のようになる。

$$\left. \begin{aligned} \gamma &= 0.0736 \times A_{\max} \times \beta(T_0) + 1.086 && \text{----- ケース4の場合} \\ \gamma &= 0.0596 \times [A_{\max} \times \beta(T_0) + A(T_1) \times \beta_{\max}] + 0.905 && \text{----- ケース5の場合} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

● 試算例

上述した表層地盤の加速度応答倍率推定法の試算例として、静岡県沼津市から富士市に至る約13kmの直線区間を対象として、基盤に図4に示す平均応答スペクトル倍率曲線と作用させた場合の応答倍率 γ の分布を計算した。この結果は図5に示す通りであり、これによれば、応答倍率 γ は表層地盤と入力地震動の相互の関係に依り、1.2倍から2.4倍の範囲で変化していることがわかる。また、表層地盤の固有周期は図5の上段に示す通りであり、これが図4に示した入力地震動の卓越周期 $T_1 \approx 0.2$ 秒に近い所で応答倍率が大きくなっている傾向がみられる。



T_0 : 地盤の一次固有周期 (秒)
 T_1 : 基礎入力地震動の卓越周期 (秒)

図1 基礎入力地震動および表層地盤特性のモデル化

表-1 解析対象地点

地点番号	地 点 名	基本固有周期	地盤種別
①	熱海市海光町	0.21	2 種
②	下田市巾河内	0.28	
③	賀茂郡伊豆町下賀茂神子元島	0.44	3 種
④	梅川市中宿	0.46	
⑤	藤枝市当間地先	1.11	4 種
⑥	富士市浮島地先	0.98	

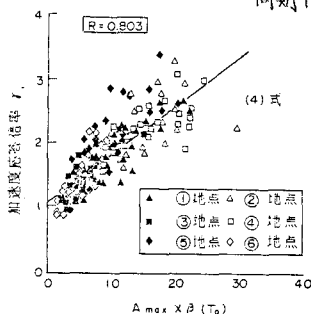


図2 $\gamma \sim A_{max} \times B(T_0)$ の関係 (ケース4)

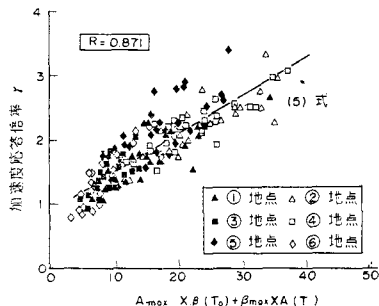


図3 $\gamma \sim A_{max} \times B(T_0) + \beta_{max} \times A(T_1)$ の関係 (ケース5)

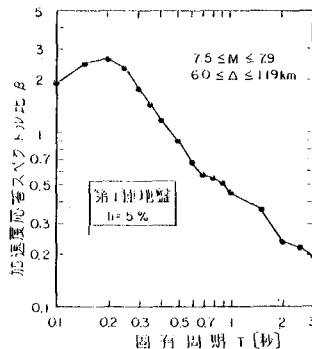


図4 計算に用いた基礎の応答スペクトル

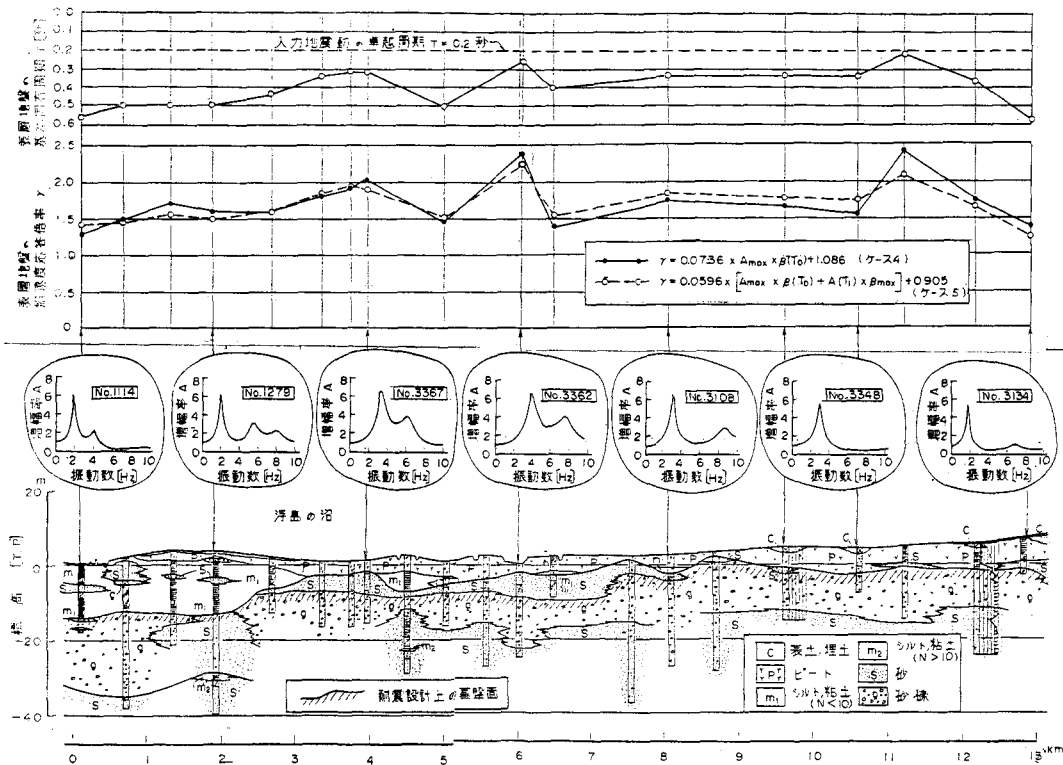


図5 加速度応答倍率の計算例

● 参考文献: 川島, 高木: 表層地盤の最大地震応答と増幅特性の関係, 第6回土木学会関東支部, 54.1