

I-472

統計解析による地中と露頭地盤の増幅特性

榊熊谷組 正員 清水 昭男 正員 阿部 健一

榊熊谷組 正員○嶋田 剛 正員 寺田 倫康

1. はじめに

地表面で観測される地震動は、表層地盤の地震動特性に強い影響を受けることが知られている。このため構造物への設計用入力地震動は、基準地震動に表層地盤の増幅特性を乗じて作成される。この増幅特性を定量的に把握し、地震時の地盤振動特性の基礎資料を得るために、各種地盤における地震動の観測記録による重回帰分析を行った。本報告では、地中と露頭における増幅特性の解析結果について述べる。

2. 使用記録と重回帰モデル

解析に用いたデータは、著者らが宮城・福島県太平洋沿岸一帯に設置している地震観測システムKASSEM¹⁾のうち宮城県柴田町の鉛直アレー観測点（軟岩層上面のV6地点と花崗岩層上面のV4地点）、軟岩露頭に設置したNo.2強震計、花崗岩露頭に設置したNo.3, No.4強震計において1985年4月から1987年7月までに得られた34地震記録の減衰5%の速度応答スペクトルを用いた。図-1は、各観測点の地層構造推定断面図を示したものであり、地質学的にV6地点とNo.3, No.4地点およびV4地点とNo.2地点は、同一の地層であると推定される重回帰分析のモデルは、次式に示す神山²⁾が提案したダミー変数を導入した回帰式を用いた。

$$\log_{10} V(T) = a(T) M_j^2 + b(T) M_j - c(T) \log_{10} (\Delta + 30) - e(T) D - d(T) + \sum_{i=1}^{N-1} (A_i(T) + B_i(T) v) S_i \quad \text{-----(1)}$$

$$\text{AMP}_i(T) = 10^{(A_i(T) + B_i(T) v)} \quad \text{-----(2)}$$

ここに、 M_j ; 気象庁マグニチュード、 Δ ; 震央距離(km)、 D ; 震源深さ(km)、 S_i ; 観測点の違いを考慮するためのダミー変数、 v ; 各観測点の最大速度値(kine)、 $V(T)$; 速度応答スペクトル(kine)、 $a(T), b(T), c(T), d(T), e(T), A_i(T), B_i(T)$; 回帰係数、 $\text{AMP}_i(T)$; 観測点 i の基準点に対する増幅スペクトルである。

(1)式を用いて基準点 ($S_i = 0$) に対する回帰係数 A_i, B_i を求め、(2)式に代入すれば基準点に対する増幅スペクトルが求まる。尚、(1)式は地動の最大速度値が組み込まれているので、地盤ひずみを考慮した重回帰モデルとして仮定できる。

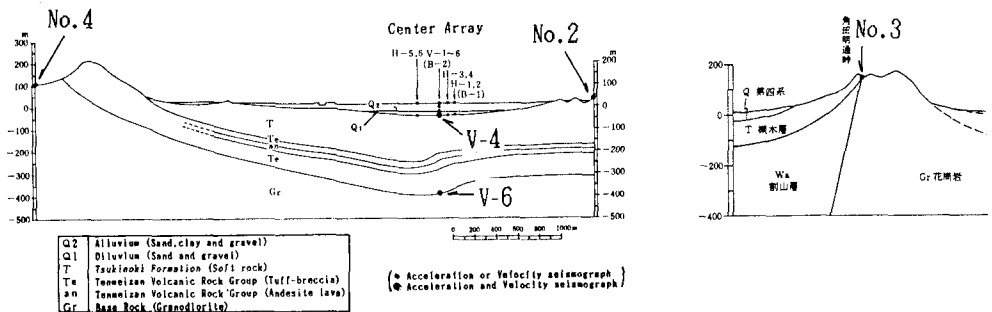


図-1 観測点位置と地層構造推定断面図

3. 解析結果と考察

V6地点を基準点として重回帰分析を行った結果より得た各観測点の水平動および上下動成分の増幅スペクトルを図-2~9に示す。各図とも最大速度値による増幅スペクトルの変動を示したものであるが、V1, V2地点（沖積層）で見られた卓越周期の長周期化³⁾は生じていない。

図-2～5における同一軟岩層の露頭（No.2地点）と地中（V4地点）の増幅スペクトルを比較すると、0.5秒以下の短周期側が両成分とも露頭に比べて地中の方が小さくなっているが、これは表層地盤の影響により応答がおさえられている事によるものと考えられる。またそれ以上の長周期側では両成分とも同じ増幅傾向を示しており、特に上下動成分は同じ最大速度値ではほぼ同程度の増幅率となっている事が興味深い。

次に図-6～9の同一花崗岩内での増幅スペクトルを見ると、No.3とNo.4地点は直線距離にして約14km離れているにも係わらず水平動成分の増幅スペクトルは良く似ており、0.5秒以下の短周期側の増幅率がかなり大きくなっている。しかし、上下動成分は類似性が見られず、しかもNo.3地点は最大速度値が大きくなっても増幅スペクトルの周期特性はあまり変化しないが、No.4地点はその特性がかなり変化している。

以上、同一岩盤においても地中と露頭ではその増幅特性が異なり、また同一岩盤露頭では水平動成分の増幅特性はある程度離れていても類似する事がわかった。

【参考文献】

1). 清水、阿部、嶋田、粕田：KASS EM設置点における地盤定数と観測地震波の解析，熊谷技報第39号

2). 神山、松川：地盤の非線形応答を考慮した応答スペクトルの統計解析，第18回地震工学研究発表会

3). 清水、阿部、嶋田、寺田、神山：鉛直アレー地震観測に基づく各種地盤の増幅特性，第23回土質工学研究発表会

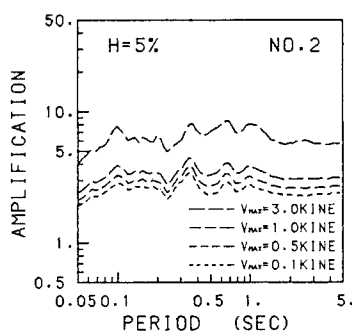


図-2 増幅スペクトル（水平動）

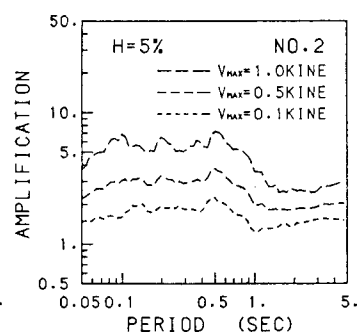


図-3 増幅スペクトル（上下動）

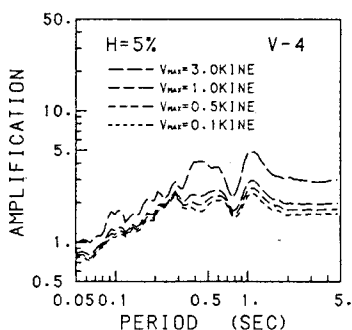


図-4 増幅スペクトル（水平動）

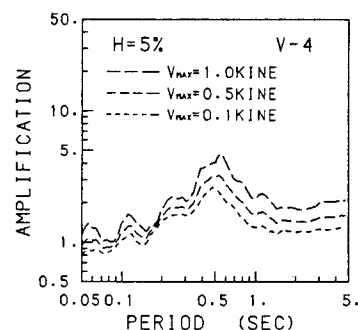


図-5 増幅スペクトル（上下動）

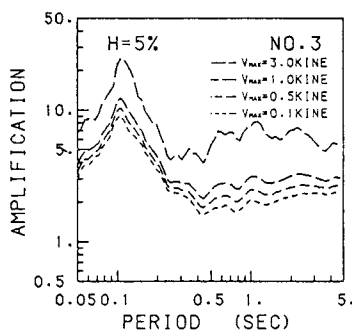


図-6 増幅スペクトル（水平動）

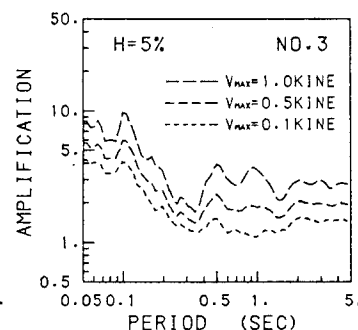


図-7 増幅スペクトル（上下動）

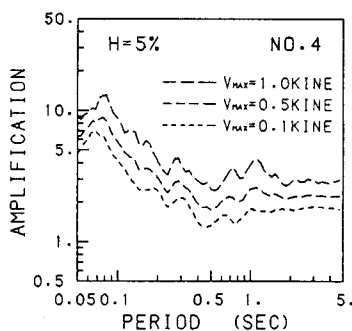


図-8 増幅スペクトル（水平動）

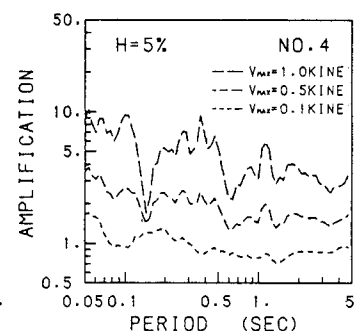


図-9 増幅スペクトル（上下動）