

I-20 アレー強震記録におけるコーダ波の増幅特性について

東北工業大学 ○正会員 松川 忠司  
東北工業大学 正会員 神山 真

1. まえがき

一般に地震動は、震源特性、伝播経路特性、観測点近傍の局所的地盤条件などの要因によって影響を受ける。これら三要素のうち局所的地盤条件は、工学で対象とする建造物の周期特性に強く影響を与えることから、最も重要な因子と考えられている。一方、一つの地震記録は初動部、主要動部、コーダ部などの相から構成される。このうち、地震記録のコーダ部は、前報<sup>2)</sup>の考察によって地震時のサイト特性による影響のみを抽出できる可能性が高いことがわかった。前報では地表面で得られている地震記録のみを対象としたが、本報は、地中鉛直方向で同時観測された地震波に注目し、そのコーダ波の周期特性と地震時のサイト特性との関係について考察を試みたものである。

2. 解析対象地点および解析方法

今回、解析の対象としたのは前報同様、高密度強震アレー観測システム（KASSEM）<sup>2)</sup>によって得られた強震記録である。まず、センターアレー、強震観測アレーの全観測点で強震記録の得られている地震のうちマグニチュードの大きい順に2つの地震（ $M_J = 6.7, M_J = 6.4$ ）を選びだした。これらの強震記録56成分に対して前報同様マルチフィルタリングによる非正常スペクトル解析<sup>3)</sup>を行ない、時間と周期に対するスペクトルの非正常変動をコンターで表現した非正常スペクトルマップと、時間ごとに変動するスペクトルの瞬間値をプロットした瞬間スペクトル図に整理した。次に前報、9観測点、水平動372成分の応答スペクトルをもとに行なった重回帰分析を、本報では22全観測点、水平動1013成分にデータセットを拡張し、新たにダミー変数を導入した重回帰分析<sup>3)</sup>を行ない、KASSEM全観測点の統計的増幅スペクトルを求めた。

3. 解析結果および考察

ここでは、求めた解析結果のうち $M_J = 6.4$ 、水平動NS成分の例について述べる。図1にセンターアレー（V地点）の地盤構造、物性値、地震計配置図を示す。図2は、鉛直方向の異なる深さで同時観測された加速度強震記録を深度ごとに順に並べたものである。図1、図2から強震加速度波形が上層に進行するに従って、振幅が増幅していく様子がわかる。次に図3は図2の強震加速度記録から求めた非正常スペクトルの瞬間スペクトルのうち、コーダ部についてプロットした例である。ここでのスペクトルは前報同様、瞬間スペクトルの

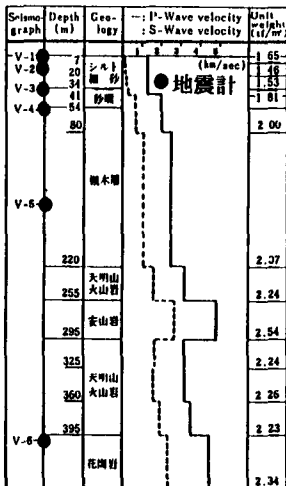


図1. センターアレー（V地点）の地盤構造および地震計配置図

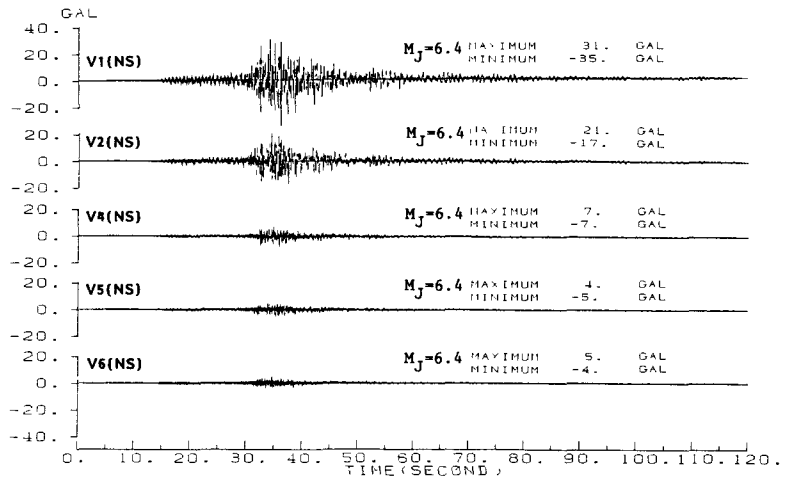


図2. センターアレー地中鉛直方向の同時観測加速度波形記録の例

平均値と標準偏差を併せて示している。また、図4には前述の統計的増幅スペクトルを図3の同一観測点と対応させて並べて示している。図3、図4ともV6地点より上層になるにつれスペクトル振幅が増幅していることがわかる。更に、この両者のスペクトル図を比較するとスペクトル振幅については異なるものの、どの深さにおいても約0.1秒～1.5秒の周期帯域において卓越周期、スペクトル形状ともほぼ一致することがわかる。ところが約1.5秒以上になるとコーダ部の瞬間スペクトルは急激に減衰してくるのに対して統計的増幅スペクトルはほぼフラットになっている。これは、震源の影響をかなり含む主要動が地盤内部を減衰しながら重複反射することにより、その強震記録のコーダ波の周期特性にも影響を与えているためと考えられる。言い換えれば、その地震の震源特性は、強震記録のコーダ波も含めた全波形の周期特性に影響を与えることを示唆しているものと思われ大変興味深い結果である。いずれにしても、主として強震記録の主要動成分を対称にした複数の応答スペクトルから統計的に求めた増幅特性と、まったく異なった解析方法、すなわち、たった一つの強震記録のコーダ部から求めた瞬間スペクトルの周期特性が鉛直方向に深さの違うそれぞれの地点で、ある周期帯域においてかなりよく対応するという事は、とりもなおさず観測点の局所的な地盤構造による増幅特性が一つの強震記録のコーダ部の周期特性のみを分析するだけで推定できる可能性を示している。尚、水平動EW成分、 $M_J = 6.7$ の地震についてもほぼ同様の結果であった。

以上から、強震記録のコーダ部は地中鉛直方向においても比較的安定した周期特性を与え、地盤の増幅特性ともよい対応を示すことから、地盤の増幅特性を推定する方法として強震記録のコーダ部の周期特性を分析する方法が有効であると考えられる。しかし、増幅特性の推定に有効な周期帯域の特定、スペクトル振幅などについての課題も残されており、今後、マグニチュードなど震源の影響による地盤の周期特性のスケールリング則を求めることなどによって、より精度の高い増幅特性の予測が可能になってくると思われる。

<参考文献> 1) 松川、神山：第25回土木工学研究発表会講演集，1990  
 2) 清水昭男：建築技術36号，1985  
 3) 神山：土木学会論文報告集，No. 284，1979  
 4) Kamiyama, M. et al.: Soils and Foundations, Vol. 26, No. 2, 1986

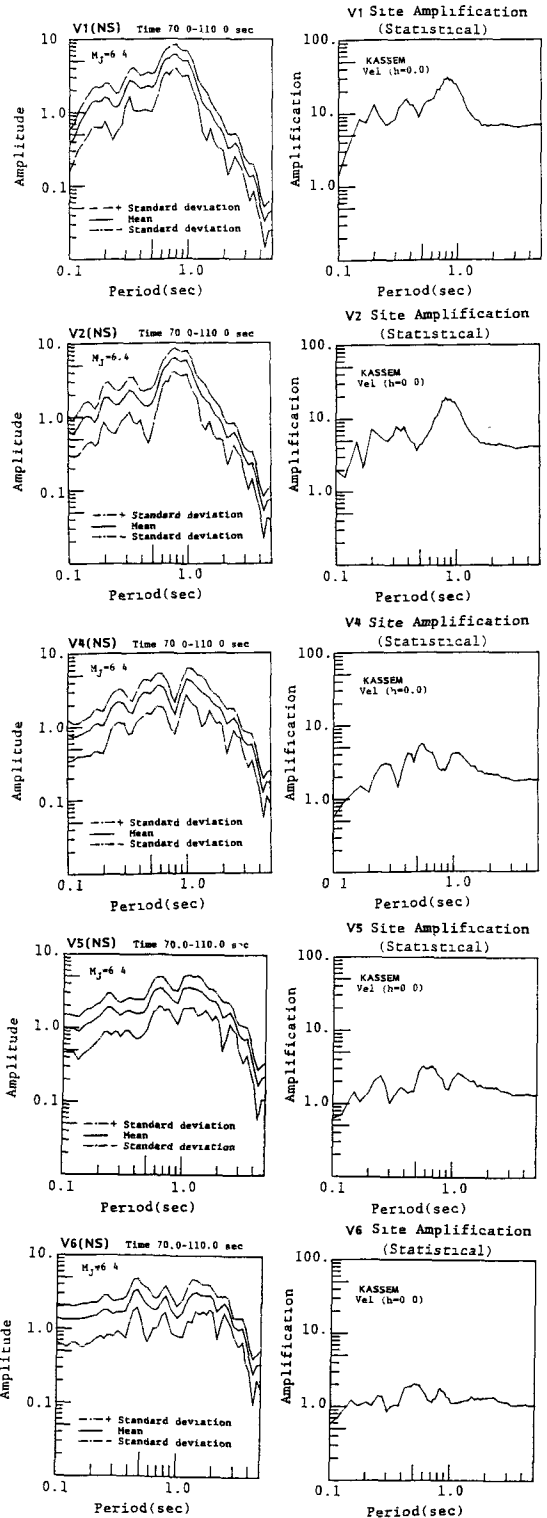


図3. コーダ部の瞬間スペクトル (平均、標準偏差)

図4. 統計的増幅スペクトル