

I-13 強震記録のコーダ部における周波数特性

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

地表面で観測される地震動は、主に震源、伝播経路、観測点近傍の地盤構造などの要因によって影響を受けることから、構造物耐震設計の入力地震動を評価する上で、これらの影響を定量的に把握しておく必要がある。とりわけ、個々の地点によって大きく変動する地盤の増幅特性の把握は、工学的に最も重要である。このような観点から著者らは、地震動スペクトルにダミー変数を導入した重回帰分析¹⁾を行い、その解析結果からそれぞれの要因による影響を定量的に把握する方法を提案した。一方、これまでの地震記録の解析は、構造物に及ぼす直接的な影響から主に、主要動部分に注目されてきた。ところが一見、工学的な意味の持たない地震記録のコーダ部は、震源、伝播経路などの影響がほぼ終息し、観測点地盤のフィルター効果が強く含まれている震動と考えられる。従って、そのコーダ部に適切な処理を施すことによって地盤の影響を抽出することが可能になると考えられる。そこで本文では、強震記録のコーダ部における周波数特性について予備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、解析の対象とした地点は、図1に示すように宮城県から福島県にわたる太平洋沿岸の地震観測地点で、高密度強震アレーシステム（KASSEM）²⁾と呼ばれるものである。これら観測点より地形変化および地盤構造などを考慮して4つの地点を選んだ。このKASSEMは、1984年9月より観測体制に入っているが、ここでは1985年5月11日から1987年4月23日までに起こった25地震の中から比較的長くコーダ部が得られていてマグニチュードのそれぞれ異なる3つの地震記録(M=6.5, 6.0, 4.7)を解析の対象とした。まず、これらの強震記録を用いて非定常スペクトル解析³⁾を行ない、時間と周期に対するスペクトル

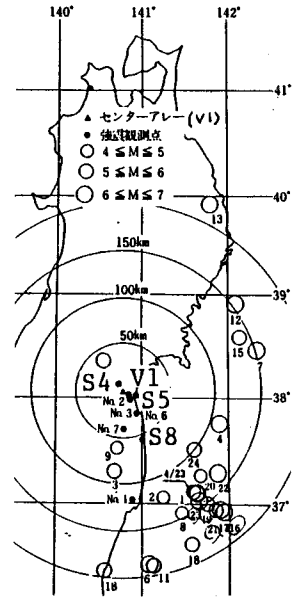


図1. 各観測点と地震の震央位置

Seismo-graph	Depth (m)	Geo-logy	P-Wave velocity					Unit weight (t/m ³)
			1	2	3	4	5	
V-1								1.65
V-2	20	シルト						1.46
V-3	31	細砂						1.53
V-4	41	砂礫						1.81
	54							
	80							2.00
		横木層						
V-5								
	220							2.37
		天明山						
	255	火山岩						2.24
		安山岩						
	295							2.54
		天明山						
	325	火山岩						2.24
		天明山						
	360	火山岩						2.26
		天明山						
V-6	395							2.23
		花崗岩						
								2.34

図2. V1地点の地盤構造

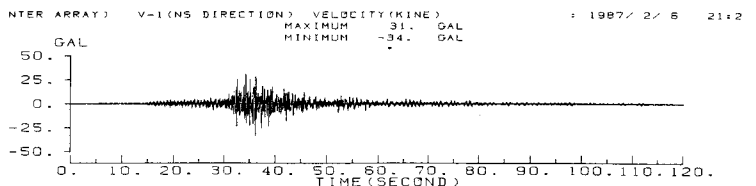
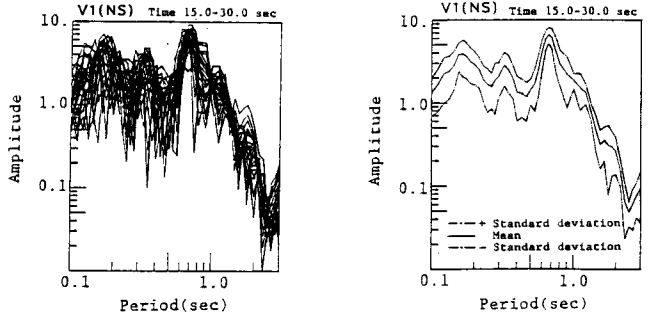


図3. 強震記録とその初動部の瞬間スペクトルの例

の変動をコンターで表現した非定常スペクトルマップと、時間ごとに変動するスペクトルをプロットした瞬間スペクトル図を求めた。更に、KASSEMで得られた水平動372成分の強震記録から応答スペクトルを求め、9観測点を対象にダミー変数を導入した重回帰分析を行ない各観測点における固有の増幅スペクトル（以下、統計的増幅スペクトルと呼ぶ）を求めた。

3. 解析結果および考察

ここでは得られた解析結果のうち、詳しく地盤構造が知られているV1地点の例について述べる。

V1地点の地盤構造を図2に示す。図3は、V1地点で得られた強震記録より求めた非定常スペクトルの瞬間スペクトルを任意時間毎にプロットした例である。図3の下側にはM=6.5、水平動NS成分の強震記録、左側にはこの記録の初動部分（15-30秒）の瞬間スペクトルを重ねてプロットしたもので、また右側にはその平均値と標準偏差を示している。

ここでのスペクトル振幅は、その絶対値が初動部、主要動部、コーダ部で大きく変動することから、ある周期帯域の平均値で標準化したものである。このようにして求めた瞬間スペクトルの平均値と標準偏差をそれぞれの時間帯域で示したのが図4である。

図3、図4から初動部、主要動部、コーダ部のスペクトルの変動がわかる。特にコーダ部は、初動部、主要動部に比べスペクトルのバラツキは小さく、また時間帯域が違うにもかかわらず比較的安定した周期特性を与えていることがわかる。

次に、前述のダミー変数を導入した重回帰分析から求めたV1地点の統計的増幅スペクトルと、図2の地盤構造をモデル化しS波の重複反射理論から求めた理論周波数応答関数（以下、理論的増幅スペクトルと呼ぶ）を重ねてプロットしたのが図5である。

これら増幅スペクトルは震源、伝播経路などの影響を取り除いた地盤構造のみに起因するもので、両者の増幅スペクトルを比較すると、スペクトル形状などよく対応しているものの、統計的増幅スペクトルの方が大きい振幅を与えている。

これはS波のみの増幅を対象としている理論的増幅スペクトルに対して、統計的増幅スペクトルは、S波以外の波動の増幅特性も含んでいるためと考えられる。次に図5の増幅スペクトルと、図3、図4を比較すると、初動部、主要動部に比べコーダ部の方がよい対応を示していることがわかる。

尚、水平動EW成分についても同様の結果であった。以上から、強震記録のコーダ部は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が知れた。従って、強震記録のコーダ部により適切な処理を加えることによって、地盤の増幅特性を推定するのは可能であると考えられる。

（参考文献）1)Kamiyama, M. et al.:Soils and Foundations, Vol.26, No.2, 1986,
2)清水昭男他：熊谷技報第36号, 1985, 3)神山真：土木学会論文報告集, No. 284, 1979

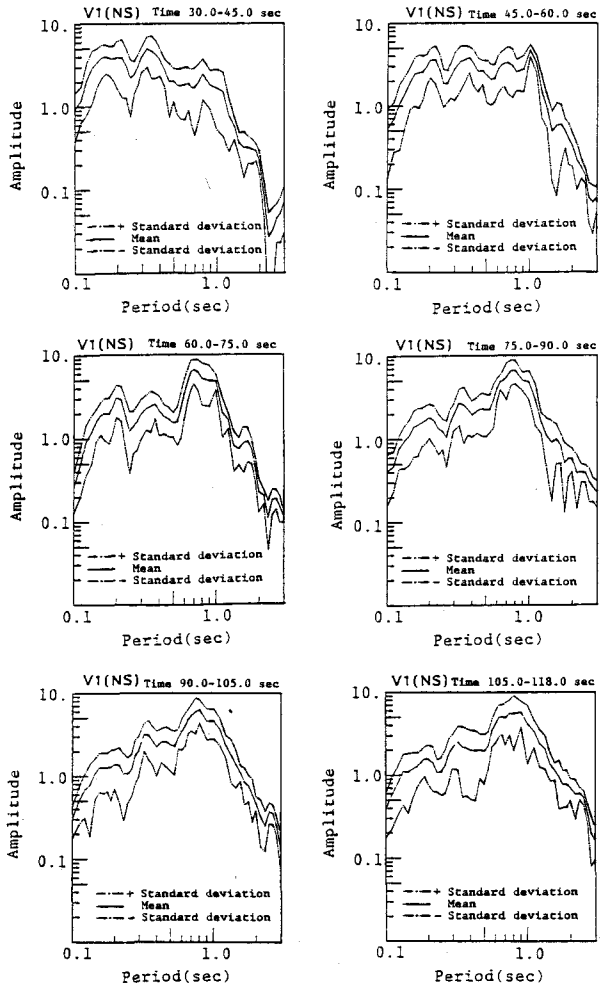


図4. 時間帯域ごとの瞬間スペクトル（平均、標準偏差）

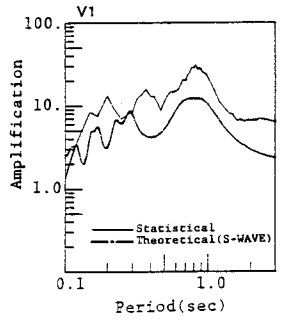


図5. 統計的増幅スペクトルと理論的増幅スペクトル