

○ 東京電力(株) 正員 原田光男  
 東京電力(株) 正員 貝沼憲男  
 東京電力(株) 正員 堀口潤一

1. はじめに

最近の研究によれば、地震動特性がその地点の地質構成だけでなく地形形状によっても強く影響を受けることが、解析及び観測の立場から指摘されているが、山岳地形が地震動特性に及ぼす影響を定量的に評価する方法については、十分に明らかにされていないと思われる。

筆者らは、山岳地形による地震動増幅特性を調べる目的で、東京電力(株)横須賀火力発電所構内において、山岳地形の形状効果が期待できる地点を選び、約3年間、地震観測を実施しており、現在までに加速度レベルの小さいものも含めて約100個程度の地震を観測している。本報告は、これらの記録の中から比較的加速度レベルの大きい代表的なものを選定し、2次元FEM振動解析による解釈を行ったものである。

2. 地震観測概要

図-1に横須賀地点の山岳地形断面(峰直交断面)と地震計(加速度計)の設置位置を示した。

地震計は地中に2箇所(No.1, No.2)、地表に3箇所(No.3~No.5)設置し、各々、水平2成分(峰直交方向及び峰方向)と鉛直方向成分の計3成分を観

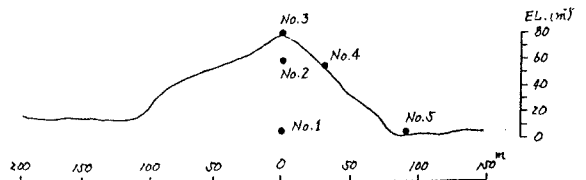


図-1 地形断面と地震計設置位置

測している。この地点の地質構成は、ボーリング調査及びPS検層から、地表から15~20m程度の表層がせん断波速度620m/secの風化岩及び泥岩で構成され、これより深い部分がせん断

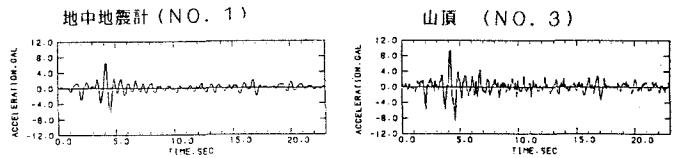


図-2 三宅島近海地震の観測波形(峰直交成分)

波速度約1000m/secの泥沼・砂岩となっている。図-2は観測波形の一例で、1982年2月28日の三宅島近海地震(マグニチュード6.4、震源深さ20km、震央距離160km)の峰直交成分の加速度記録である。図から山頂部(No.3)の記録は、高振動数成分が卓越していることが分る。この傾向は、他の地震波についても概ね見られるものである。

図-3は三宅島近海地震(峰直交成分)の地中地震記録(No.1)に対する地表地震記録(No.3~No.5)のフーリエスペクトル比を示したものであり、図-4は、1982年8月12日の伊豆大島近海地震(マグニチュード5.7、震源深さ30km、震央距離50km)の鉛直成分について、フーリエスペクトル比による同様の整理を行ったものである。

なお、フーリエスペクトル比の計算にあたっては、観測されたS波の初動付近から約20秒間の記録を対象に計算したものである。

これらによれば、山すそ(No.5)では、3Hz~4Hz以下の加速度応答が減少する傾向が認められ、以下、山腹(No.4)、山頂(No.3)に伝播するに伴い、1Hz以上の広い振動数領域で増幅する傾向が認められる。特に、峰直交方向の水平成分については、3~4Hzの波が、鉛直成分については、6~7Hzの波の増幅が顕著である。

また、山頂部については図-2と同様、高振動数成分の増幅が認められ、10Hz以上の振動数成分の増幅がみられる。これは山体表層を覆っている風化帯の影響と思われる。

### 3. 観測結果の数値解析による考察

以上の観測結果に認められる地震動の増幅特性の主な原因としては、この地点に入射する地震動の特性、地点の地層構成の影響及び山岳地形による影響等が考えられる。本報告では、このうち特に、山岳地形による増幅特性を検討する目的で、2次元FEMによる振動解析を行った。

図-5に解析モデルを示す。図は峰直交断面をモデル化したものであり、地層構成の影響をみるため、表層を考慮したモデルと全断面一様としたモデルの2種類を考えた。減衰定数は全断面一律に2%とした。また、境界条件については、側方を、水平動入力に対しては水平ローラ条件、鉛直動入力に対しては鉛直ローラ条件とし、下方は、粘性境界を用いた。

入射波は図-6に示すように地震動の特性の影響を

除去するため、1Hzから、10Hzまで周波数特性の一般的な加速度パルスを用いた。図-3、4に2次元FEMにより解析した結果を観測結果と合せて示した。図-3については、表層を考慮したモデルの場合であり、図-4は、全断面一様としたモデルの場合である。表層を考慮した場合は、全断面一様とした場合に比べ、若干、増幅する振動数成分のピークが低振動数側に寄るもの大差がなかった。

図から分るように解析結果は、山すその3Hz~4Hz以下の減衰や、山麓及び山頂における3~4Hz(峰直交方向)及び6~7Hz(鉛直成分)付近の増幅を比較的良く説明している。このように、山岳地形の形状効果に着目した数値解析によって、観測記録から得られる増幅特性を説明できたことは、山地岳地形による地震動の増幅が実際に存在することを示していると思われる。

今後、観測された地震記録をもとに、その地震波をマグニチュード及び震央距離等について整理し、地点に入射する地震動の特性についても、地震動の増幅特性にどのような影響を与えるか、検討する予定である。

なお、本研究は、埼玉大学 渡辺啓行助教授の御指導を受けて実施したものである。

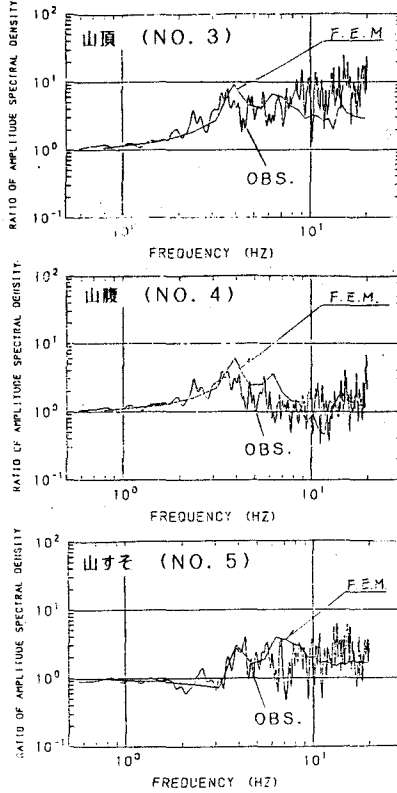


図-3 三宅島近海地震の峰直交方向成分の地中(NO.1)に対する地表各点(NO.3~NO.5)のフーリエスペクトル比

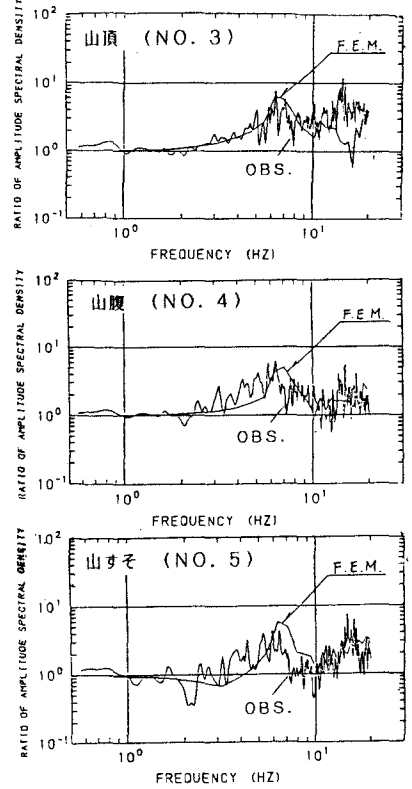


図-4 伊豆大島近海地震の鉛直成分の地中(NO.1)に対する地表各点(NO.3~NO.5)のフーリエスペクトル比

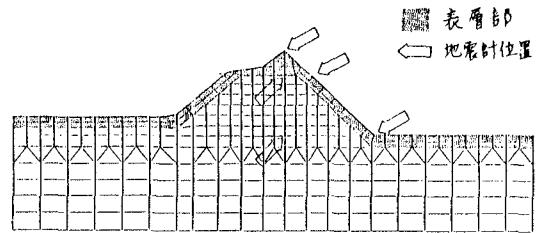


図-5 解析モデル(峰直交断面)

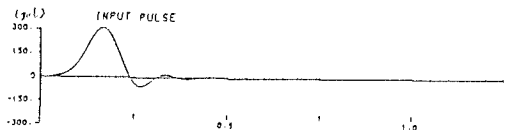


図-6 入力加速度波形