

(株)オリエンタルコンサルタンツ 正員 ○ 橘 義規
東京都立大学工学部 正員 国井隆弘

1. はじめに

構造物の巨大化や表面波への関心が高まるにつれ、やや長周期帯に属する地震動特性が注目を集めているが、それを解明するためには、より深い地層（S波速度3 km/s程度）までの地盤構造を知る必要がある。従来、地盤構造を推定する方法の一つとして、S波の重複反射理論がしばしば用いられて来たが、本報告ではこれに加え、多点観測された地震動の分散性に注目し、地盤構造の推定を試みた。

今回推定を行ったのは、埼玉県東松山市における地震観測システム直下の地盤構造で、地震計の配置は、図-1のとおりである。他の研究報告²²⁾を検討した結果、当該地盤における未知量は、図-2に示す、S波速度0.75 km/sおよび、1.5 km/sの層厚（それぞれ H_1 , H_2 とする）である。尚、本報告で用いた地震記録は、「岩盤強震アレー観測委員会」によって観測された、加速度記録である。

2. 地震諸元

本報告で用いた地震記録の諸元を表-1に示す。1~7は、S波の重複反射理論による地盤増幅特性と対比させる、平均フーリエスペクトルの作成に用いた地震で、震央距離が短く、比較的震源の深いものである。一方、8は表面波の位相速度を算出するためのもので、浅くて、マグニチュードの大きなものである。

3. 重複反射理論による地盤構造の推定

表-1の1~7の地震のフーリエスペクトルを平均したものを地盤の増幅特性とみなして、それをもとにS波の重複反射理論により、地盤構造の推定を行った。しかしながら、用いた地震記録は、表-1に示すように小規模のものが多いため、長周期成分を含みにくい。このため、フーリエスペクトルの一次の卓越振動数としては、7の地震の0.7 Hzを用い、高次は平均フーリエスペクトルのものを用いる。

重複反射理論による地盤増幅特性の一次の卓越振動数が、0.7 Hzになるような H_1 , H_2 の組合せは、かなり多く存在する。このため2次以上の卓越振動を用いて検討を行う必要があるが、その前に、 H_1 , H_2 が重複反射理論による地盤増幅特性に与える影響の度合を、一次の卓越振動数が、

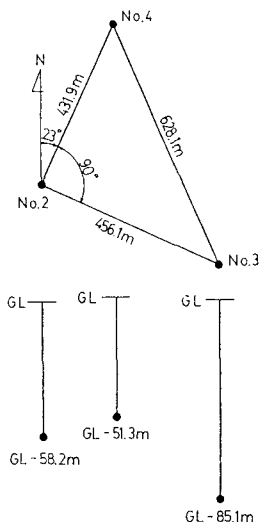


図-1 地震計配置

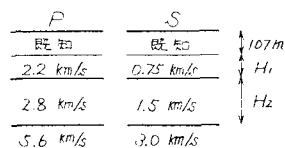
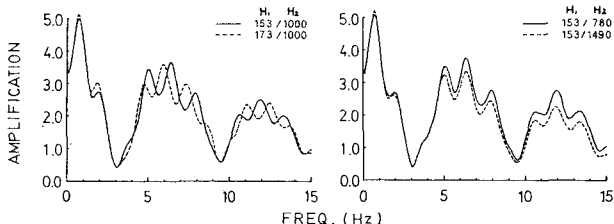


図-2 地盤構造

番号	発震時 年 月 日 時 分	震央位置	マグニチュード	震源			震源距離 (km)
				深度	方位	北緯	
1	79.10.9 14.18	関東北部	4.1	50	139°50'	36°09'	44
2	80.2.2 18.57	"	4.2	50	139°51'	36°06'	43
3	6.10.11.00	関東南部	4.3	50	138°32'	35°36'	1.5
4	8.31.06.02	関東北部	3.5	50	138°50'	36°08'	41
5	9.3.10.27	"	4.2	60	139°53'	36°09'	48
6	9.21.12.18	関東南部	4.5	60	139°24'	35°49'	22
7	9.24.04.10	"	5.4	80	139°48'	35°58'	38
8	6.29.16.20	伊豆半島	6.7	10	139°14'	36°55'	121

表-1 地震諸元

図-3 H_1 , H_2 が増幅特性に与える影響



0.7 Hz になるものについて調べたとこ3. 図-3に示すように、 H_1 は影響の度合が強く、 H_2 はほとんど影響していない。特に H_1 が100 mを越えると、その傾向は強くなる。よって、重複反射理論による方法では、深い地層の推定は困難であるといえる。

以上のことをふまえて推定を行った結果、 H_1 としては、110 mあるいは150 m程度が適当であると思われる。図-4に、平均フーリエスペクトルとの対比を示す。用いた記録が加速度記録であるため、平均フーリエスペクトルは、高振動数成分の方が優勢である。そのため、重複反射理論の結果とあまり適合していないように見えるが、卓越振動数の適合性はよいと言える。

4. 表面波の分散性を用いた地盤構造の推定

次に表面波の分散性を用いて、重複反射理論では推定し得なかった H_2 の推定と、 H_1 の2つの値のどちらがより妥当であるかを検討した。ここでもまず初めに、 H_1 、 H_2 が理論分散曲線に与える影響を調べたとこ3. 図-5に示すように、 H_1 は高振動数成分、 H_2 は低振動数成分により影響を与える度合が強い。一般に、実地震記録から短周期の位相速度を実測することは困難であるので、表面波の分散性を用いた推定は、深い地層の方が有利であるといえる。

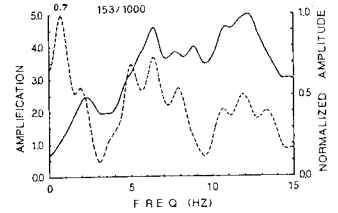
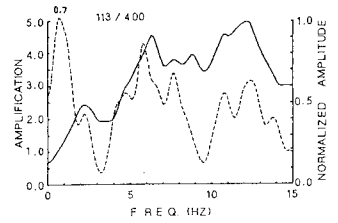
8の地震の上下動成分から、バンドパス・フィルタリングと相互相関関数、および地震計の幾何学配置を用いて算出した位相速度(シェリー波)と、Harkriderの方法による理論分散曲線と対比させた結果、 H_2 は1000 m~1200 m程度となった(図-6参照)。また重複反射の結果によれば、 H_2 がこの程度の値の場合、 H_1 が110 mでは一次の卓越振動数は0.7 Hzに一致しなくなる。よって最終的なモデルとして、 H_1 は150 m、 H_2 は1000~1200 mが最も適当であろう。

5. まとめ

実地震記録を用いた地盤構造の推定は、比較的浅い地層に対しては、重複反射理論による方法が有効であり、深いものに対しては、表面波の分散性に注目した方が有利である。今後、多観測システム増加に伴う表面波記録の蓄積が期待されるので、同様な検討がより多く可能となろう。

<参考文献>

- 1) 鹿島技術研究所「地震動特性に関する研究、関東・伊豆の地震記録(1979.6~1980.12)」
- 2) 嶋悦三「東京の基盤構造と4」地震研究所彙報V.1. 53
1978



— NORMALIZED MEAN SPECTRUM
--- BODY WAVE AMPLIFICATION

図-4 増幅特性と平均フーリエスペクトル

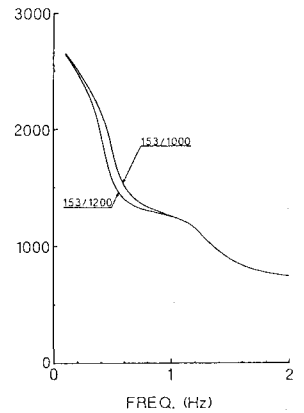
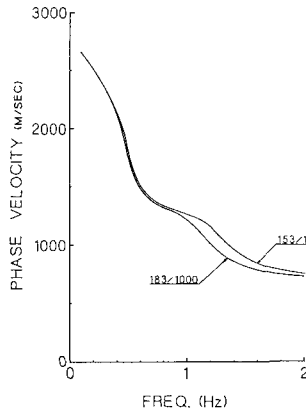


図-5 H_1 、 H_2 が理論分散曲線に与える影響

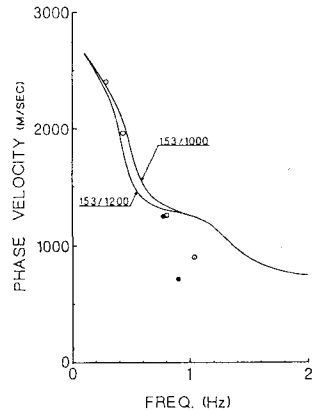


図-6 位相速度の観測値と理論値