

東北大学工学部 学生員 〇佐藤 春浩

同 上 正 員 佐武 正雄

広島工業大学工学部 正 員 浅野 照雄

1. まえがき

過去の地震において、丘陵造成地の埋土、切土境界部などの不整形地盤に被害が集中して発生している。このような不整形地盤の地震時挙動に関する研究は多くあるが、その大部分は実体波を対象としたものである。しかし、最近では橋梁、地中埋設構造物などには、表面波に対する検討も必要であるといわれている¹⁾。

本文は、不整形地盤の例として傾斜した基盤をもつ地盤を考え、有限要素法を用いてレイリー波の伝播性状に対する基盤傾斜の影響について検討したものである。

2. 解析方法

解析には有限要素法を用いる。また、左右の境界は、Lysmerらの方法²⁾による表面波が透過できる境界を用いる。解析上の主な仮定は次の通りである。

- 1) モデル地盤の下面は固定とする。
- 2) 振動外力は調和振動とする。
- 3) 定常状態を考える。また、振幅および外力はそれぞれ複素振幅、複素外力を用いる。
- 4) 地盤は弾性材料と考え、減衰はないものとする。

入力波としてはある振動数における右側領域の基本モードの振幅分布とし、その地表面における鉛直振幅が10cmとなるような正弦波を右側境界より入力した。振動数としては、右側領域の基本モードに対する群速度の曲線を描き、極小値すなわちエアーリー相に対応する振動数を用いた。

基盤傾斜角は30°, 45°, 90°の3通りとした。傾斜角が45°の場合の有限要素モデルを図-1に示す。また地盤定数を表-1に示す。ケース1はやや軟かい表層、ケース2はやや硬い表層というように設定した。また、基盤を軟かくすると、レイリー波が深いところまで影響するするため、モデル下面を固定したことによる影響があらわれると思われるので、基盤はかなり硬いものとした。

3. 解析結果及び考察

1) ケース1 ケース1の右側領域における位相速度および群速度の曲線を図-2に示す。ケース1では約1.9Hzにおいて群速度が極小となっている。この1.9Hzにおける右側領域のレイリー波の基本モードの振幅分布を図-3に示す。基盤層が硬いため表層で振幅が大きくなっている。次に、基盤傾斜角45°のモデルの地表面における振幅分布を図-4に示す。鉛直成分では入力波に対する振幅が0.5~2倍で変化している。この振幅のピークとなる間隔は、入力波の振動数に関係あると考えられるが、実際に地盤定数を一定にして振動数を大きくすると、ピークの間隔が小さくなっている。水平成分については、基盤が傾斜している部分で著しく増幅されているのがわかる。また、基盤傾斜部分より右側では鉛直成分が大きく、基盤が傾斜している部分において徐々に水

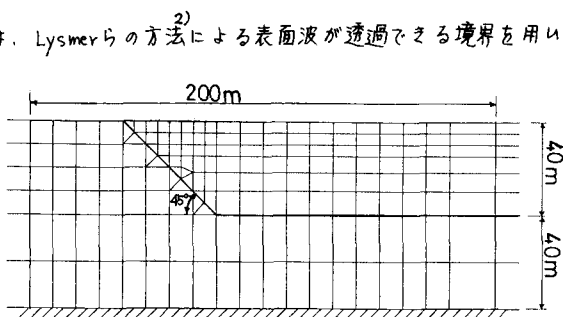


図-1 有限要素モデル (45°)

表-1 地盤の諸定数

	基盤層	表層 (ケース1)	表層 (ケース2)
層厚 (t/m)	2.40	2.00	1.80
ヤング率 (t/m ²)	636740	12857	20000
ポアソン比	0.30	0.40	0.45
せん断波速度 (m/sec)	1000	150	194

平成成分が大きくなっている。したがって、レイリー波による場合、基盤傾斜により、水平成分の方が鉛直成分より地中埋設構造物に与える影響が大きいと考えられる。

(2) ケース 2 ケース 2 における分散曲線、基本モードの振幅分布、モデル地盤の地表面における振幅分布は省略する。ケース 2 での右側領域での群速度は 2.5 Hz に極小値をもっている。傾斜角が 45° で 2.5 Hz のモデル地盤の振幅分布は、ケース 1 のものと比べて、ピークの値が異なるが、分布形は非常に類似していることが注目できる。

(3) 基盤傾斜角による影響 (1) により鉛直成分より水平成分が問題になると考えられるので、基盤が傾斜している部分における水平変位応答倍率の基盤傾斜角による変化を図-5 に示す。倍率は、入力波の地表面における鉛直振幅に対するものである。傾斜角は 30°, 45°, 90° と変化させた。また、傾斜角 0° というのは、傾斜をもたない 2 層地盤としたものであるが、基本モードのまま伝播するので解析は省略した。振動数は、ケース 1 で 1.9 Hz と、ケース 2 で 2.5 Hz とした。基盤傾斜角が 0° ~ 30° の間で大きく変わっているかは明らかでないが、ケース 1、ケース 2 とともに基盤傾斜角が 30° 以上では角度が増すにつれて応答倍率は低くなっている。実体波入力によるものでは一般に傾斜角が大きくなると変位も大きくなるとされているが、レイリー波では 30° 付近で大きくなっている。また、ケース 1 とケース 2 について、入力波の振幅分布が異なるために単純に比較できない。したがって、地盤定数による応答倍率の変化についてはさらに詳細な検討が必要である。

4. あとがき

本研究では、Lysmer 氏による方法を用いてレイリー波の解析を行った。傾斜基盤をもつ地盤においては、水平成分が増幅されることに着目し、基盤傾斜角による水平成分の応答倍率の変化を調べた。今後さらにいずみに関する検討が必要と思われる。

参考文献

- 1) 浅田秋江, 河上房義 「地盤振動特性に関する二、三の考察」 土木学会論文報告集 第236号 1975年4月
- 2) J. Lysmer, L.A. Drake "A Finite Element Method for Seismology" Ch 6 in "Method in Computational Physics 11" 1972 pp 181~216

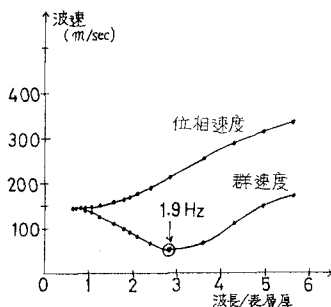


図-2 基本モードの分散曲線(ケース1)

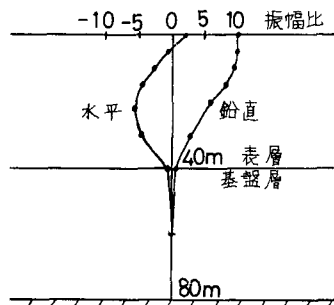


図-3 基本モード(1.9 Hz, ケース1)

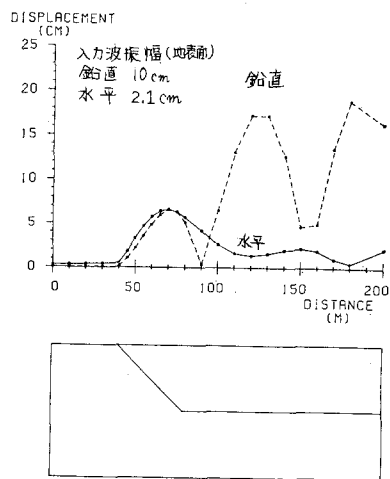


図-4 地表面での振幅分布(ケース1) 基盤傾斜角 45°

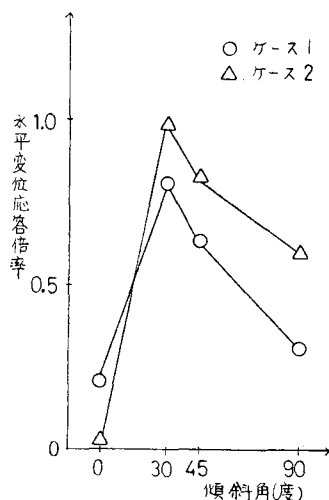


図-5 水平変位応答倍率