

## III-34

## 波線理論による兵庫県南部地震のシュミレーション

○東北大学工学部 学生会員 大村佳之  
東北大学工学部 正会員 柳沢栄司

## 1. はじめに

この度の兵庫県南部地震では、地震動を増幅させた大きな要因として傾斜した基盤面と表層地盤面の存在が指摘されている。この傾斜層、いわゆる不整形地盤に入射した地震波は地盤構造の影響を受けて複雑に反射・屈折を繰り返し、水平層地盤モデルとは違った、場所による応答や継続時間の変化が認められている。耐震設計において入力地震動を設定する場合に、広域的な地盤解析の特性を無視することができず、不整形地盤モデルを用いた地震応答の研究は現実に取りうる地盤の応答を評価するための一つの方法として重要となってきた。

本論文は、神戸の六甲山地から大阪湾にかけて形成される不整形な地盤構造とその物理定数をもとに解析・検討することを試みた。

## 2. 解析内容

本解析には、入射波がどのように伝播し、どのような増幅特性を示すかを検証することにある。解析手法としては、波線理論（Ray Theory）と波動伝播理論に基づいた波線の重ね合わせによって地表面の変位振幅を数値解析した。

解析対象には、神戸海洋気象台とポートアイランドのアレー観測点を通る断面を選定し、この地盤を沖積層・洪積層とさらに深い大阪層群及び基盤を不整形三層地盤としてモデル化した。この対象地盤を二次元弾性体と仮定し、兵庫県南部地震の本震源から入射角 $35^\circ$ の平面SH波が入射したと想定する。入射波には波の伝播過程が理解しやすいRicker-Waveletと連続波を考察するための定常波を用いた。

図1に断面地盤モデルを示し、表1に各層のS波速度・単位重量・せん断剛性をまとめて記した。表層と基盤の単位重量比は0.82、せん断剛性比は0.12、S波速度比は0.38、インピーダンス比は0.31である。

## 3. 解析結果

(1)Ricker-Waveletの場合 図2に解析結果を示した。 $T_p$ （Fourier振幅の卓越周期）=1.0sec.では0.8km付近、 $T_p=2.0$ sec.では1.3km付近でそれぞれ入射波の約4.5倍の増幅が見られる。これは表層と中間層との境界面で反射し再び表面に現われた後続波と入射波が透過してきただけの直達波が増幅しあうためである。また、3.8km付近では傾斜層と水平層に入射した直達波及び多重反射波が複雑に干渉しあい入射波の約6.5倍の増幅が見られる。

(2)定常波の場合 図3・図4に解析結果を示した。 $T$ （周期）=1.0sec.では0.9kmと2.8km付近、 $T_p=1.0$ sec.では1.7km付近で入射波の約6.0倍に、また3.6～4.0km付近で10.0倍程度に増幅している。これは定常波であるため全ての波線が干渉の対象となっているためである。

## 4. 結論

従来の研究で指摘されていたように傾斜面から水平面に移行した辺り、つまり地盤の境界面が急激に変わる付近での増幅特性を確認できた。そして傾斜層部分でも周期によって変位振幅のピーク位置の異なる特性が見られた。また兵庫県南部地震のデータ及び研究結果より0.25～1.0秒の短周期成分が卓越していたことが報告されているが、この周期成分に対する本論文の増幅域と実際の被害域及び強震度域がほぼ一致している。

不整形地盤の解析において、入射角・地盤の傾斜角・物理定数等の値に左右されるところが大きい。特に傾斜角と地盤モデルの層数は、波線を決定するパラメータのためわずかな数値の変化でも全く異なる変位応答が導かれてしまうことがある。

参考文献

佐藤泰夫：弾性波動論

岩崎好規：阪神域の地盤構造と平成7年兵庫県南部地震による地震記録，土と基礎，p15～20, June, 1995.

土岐憲三ほか：兵庫県南部地震の震源特性と地盤震動特性，土木学会誌，p32～43, Sept, 1995.

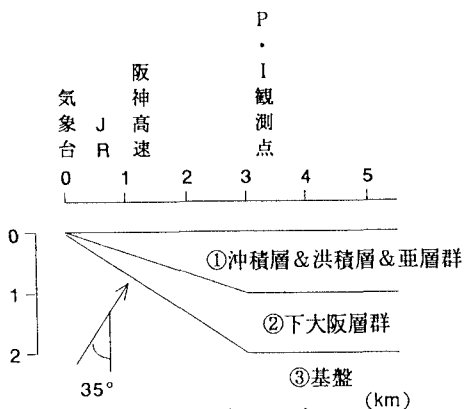


図-1 断面モデル

表-1 地盤データ

層番号	S波速度 (km/s)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	$\mu$
①	0.71	2.04	1.03
②	1.00	2.30	2.30
③	1.89	2.50	8.93

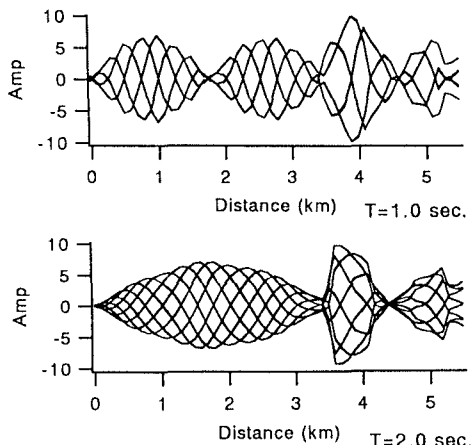
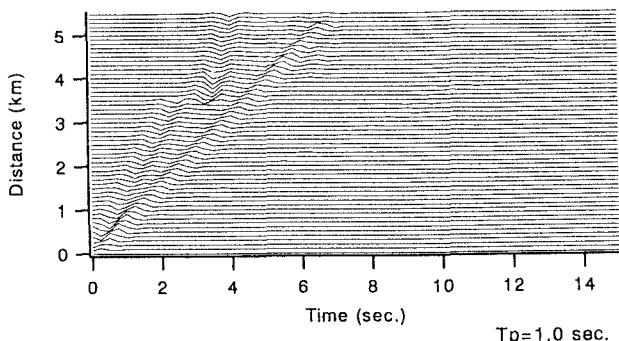
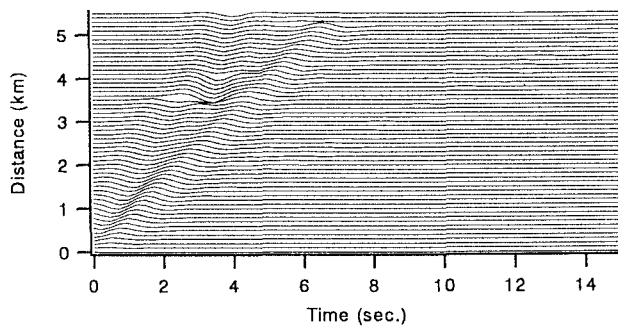


図-4 定常波入射時の変位振幅

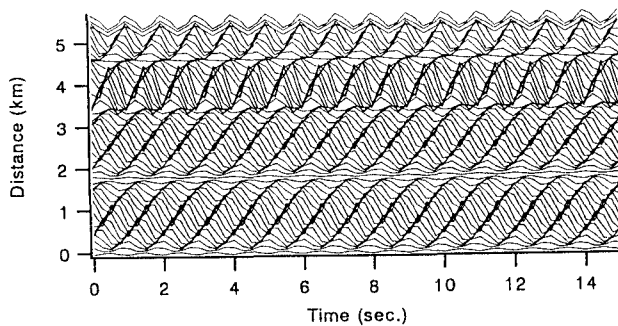


Tp=1.0 sec.

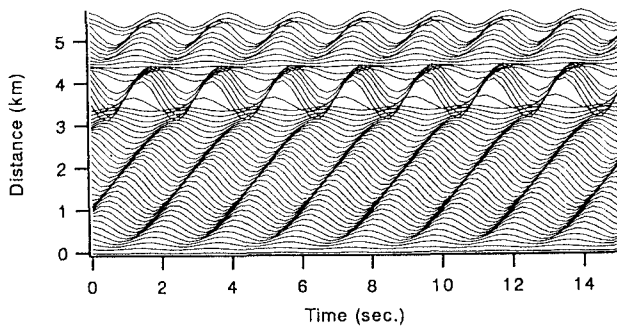


Tp=2.0 sec.

図-2 Ricker-Wavelet 入射時の解析結果



T=1.0 sec.



T=2.0 sec.

図-3 定常波入射時の解析結果