

東京工業大学総合理工 正員 ○年縄 巧

// 正員 大町達夫

1. はじめに

固い基盤を覆う軟弱な堆積層の地表面付近ではレイリー波やラブ波のような表面波が発生しやすいことはよく知られていることである。これらの表面波動は、'振幅が大きい'、'継続時間が長い'等の工学的に重要視すべき性質を持っているが広大で不整形な地盤でこの種の波動の数値解析を行った例は少ない。

筆者等は表面波にみられる地盤の固有振動的性質に注目し、ラブ波の固有関数を変位関数として用いて自由度を大幅に節約した有限要素モデルを作成した。ここではこのモデルを用いて1984年9月の長野県西部地震で関東地方南部に発生したラブ波のシミュレーション解析を行った結果について報告する。

2. ラブ波の伝播解析のための有限要素モデル

FIG. 1のように剛な傾斜基盤上の有限長地盤をいくつかの要素に分割する。この2次元地盤を伝播するラブ波はx方向に伝播する平面波と考えることができるので、断面i、jで分割された一要素内のy方向のせん断変形による変位は自由表面上の節点i、jの変位と鉛直方向の変位関数Fとの積で表せるとした。但しFは自由表面上で1、基盤上で0となるように正規化された関数である。このFとしてラブ波の固有関数を用いれば、x方向に伝播するラブ波の問題を取り扱うことができ、また自由度は自由表面上の節点のみであるから計算機の容量を大幅に節約することができる。解析はこの有限長地盤の固有値及び固有ベクトルを求め、各モードの応答を重ねあわせるという振動解析におけるモード重ねあわせの手法を用いた。

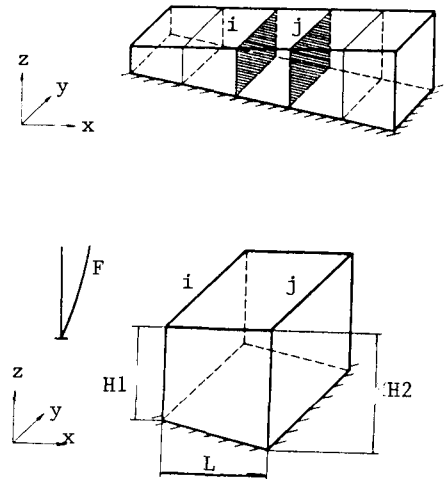


FIG.1 2 dimensional FEM model of the ground.

3. 関東地方南部のモデル化

このモデルをFIG. 2の東京都浅川(ASK)、神奈川県長津田(NGT)、横浜(YKH)を結ぶ直線(以下ANY線)における地盤に適用した。このANY線での地下構造は首都圏基盤構造研究グループの発破実験によって、長津田での地盤構造が推定されている他、以下のことが指摘されている。

- ・浅川では地震基盤がほぼ露頭している。
- ・浅川から横浜へ向うに従い、基盤が深くなっていく。
- ・この基盤の勾配は浅川付近の方が横浜付近に比べ、急である。また長津田での層構造からラブ波の基本モードの変位振幅の

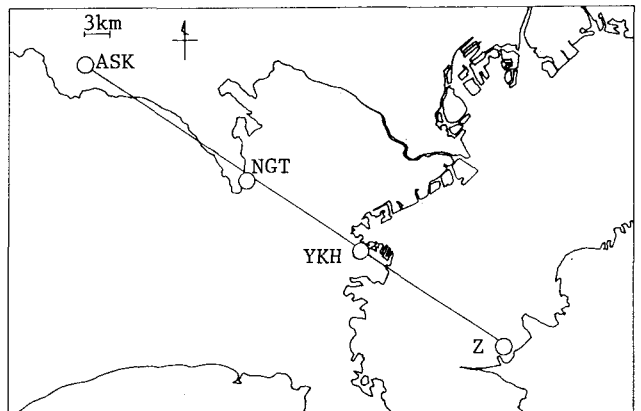


FIG.2 Map of the south district of Kanto region.

深度分布を求めるとFIG. 3のようになる。
 これを見ると周期が5秒程度以下では第1層（表層）がこの長津田でのラブ波による地盤振動に対して支配的であると考えられるので、この第一層を取り出して、第2層以下を剛とした。また、各地点での地盤構造はこの長津田での構造をもとにしてモデル化を行った（FIG. 4）。要素分割は浅川から東京湾内の点Zまでを節点間隔 0.3km、両端は自由端としたので自由度は 200となった。

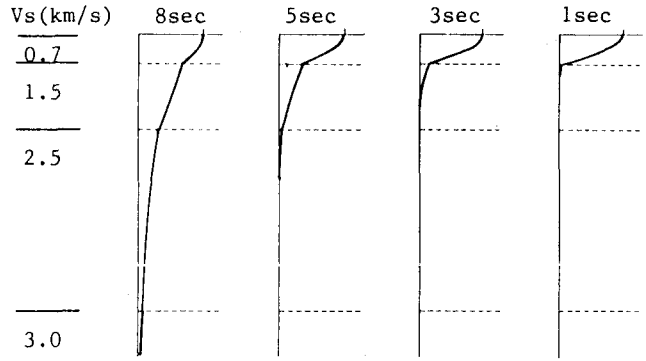


FIG.3 Structure of Nagatsuta and distribution of Love wave displacement.

4. 長野県西部地震におけるラブ波のシミュレーション

長野県西部地震で得られた浅川での速度記録をシミュレーションに用いた。この地震は波動の伝播方向がANY線とほぼ同じ向きであるので、地震動は浅川、長津田、横浜の順に伝播してきたと考えることができる。計算はこの浅川での記録を地震動の基盤到達時刻を考慮して各基盤節点に時間をずらして入力した。また、重ねあわせたモード数は60、減衰定数は水平1次モードで1.7%($Q=30$)、高次のモードでは振動数に比例させて与えた。FIG. 5は上から、浅川での速度記録、長津田、横浜でのシミュレーション波形、及び長津田、横浜での速度記録である。長津田、横浜での計算結果と実測記録を比較すると主要動の到達時刻や最大振幅等に良い対応が見られる。

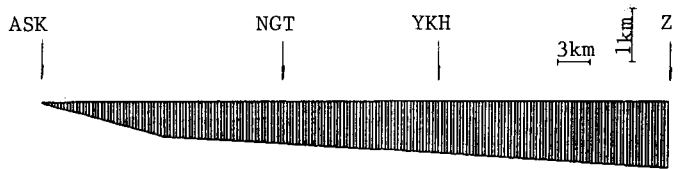


FIG.4 Profile of ANY model.

5. むすび

ラブ波の固有関数を用いて簡単な2次元有限要素モデルを作成した。このモデルを用いて関東平野南部に発生したラブ波のシミュレーション解析を行ったが、その結果からこのモデルの実用性、妥当性を確かめることができた。今後は更に3次元地盤に対して同様の試みをしていくつもりである。

本解析で用いた長野県西部地震での実測データは前東京工業大学教授小林啓美氏、同助教授瀬尾和大氏等から拝借した。記して感謝の意を表す次第である。

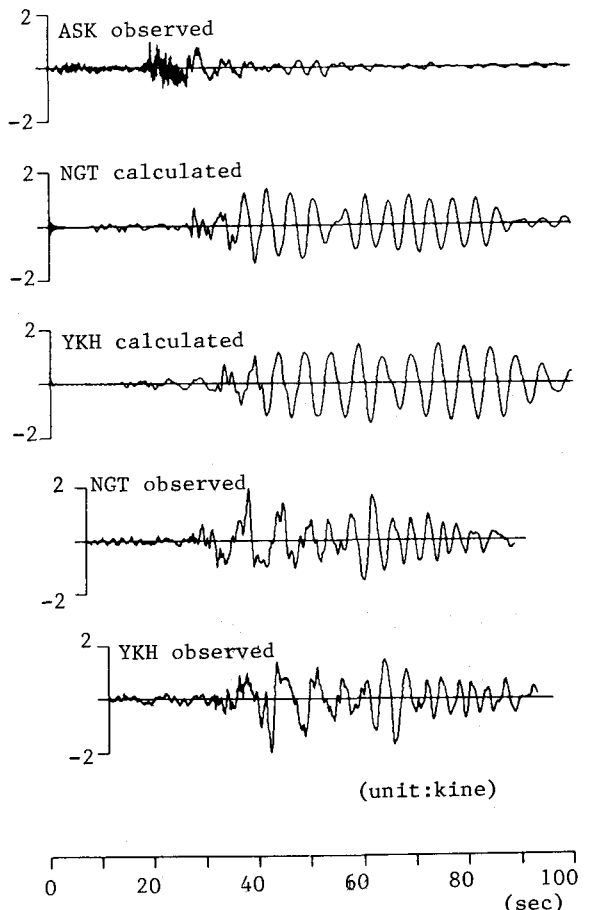


FIG.5 Observed and calculated wave forms on ANY line.