

国鉄技研 正員 阿部英彦

国鉄技研 正員 〇 滝井 一

国鉄技研 正員 中村 豊

1. 概要 発生の危険性が警告されている東海地震を想定し、被害地域に含まれると予想される東海道新幹線(平塚～浜名湖付近)を対象にサイスミック・マイクロゾーニングの検討を行った。大規模地震に対する既設構造物のオ1次診断と設備強化の優先順位を検討する際にベースとなる地震動の強さと特性の分布を大まかに推定することを目的とし、表層地盤の影響としてはSH波の重複反射現象に限定した。対象区間の地盤を増幅特性により17種に分類し、各分類を代表する地盤モデルに対して剛性率と減衰定数の歪依存性に基づく等価線形法の応答解析を行い、地表地震動の強さと特性を推定した。

2. 地盤分類 地質断面図に記載された400本余りの柱状図をもとに対象区間を細区分し、層構成とN値分布の類似性に基づきオ1次分類として102種の地盤を抽出した。うちわけは、関東ローム地盤(4種)、砂質地盤(6種)、互層地盤(43種)、上部砂礫地盤(21種)、粘土地盤(13種)、ピート地盤(15種)である。次に柱状図に従って水平多重層構造の各層厚、密度、S波速度、減衰定数(1%)と与える数値モデルを作成し、SH波重複反射理論による初期状態(微小歪レベル)における伝達関数を計算した。初期状態の伝達関数には高次のピークも存在するが、強震時には歪レベルに応じてダンピングが増大するため、増幅率は高次になるほど大きく低下する。そこで、応答に最も大きく寄与する1次ピークに着目し、図-1に示す倍率軸と周波数軸の区分によりオ1次分類の統合をはかった。倍率軸については、強震時における増幅率の低下を勘案し、3未満、3以上5未満、5以上10未満、10以上の4ランクに区分した。周波数軸については、細かく区分するほど推定精度の向上が期待できるが、分類総数に対する現実面での制約もあり、図示のように等比的(対数軸上で等間隔)分割を基本とする7区分とした。以上の結果、分類総数は22となったが、このうち対象区間に存在するのは17種である。

3. 地盤応答解析結果 入射地震波形は、1Hz以下にスペクトル特性のピークをもつやや長周期型の波形として八戸(1963年十勝沖地震)と、2～5Hzにピークをもつ短周期型の波形として新菊川(1978年伊豆大島近海地震)の2波を並列に用いた。基盤加速度は150と300galの2ケースとした。等価線形法による収斂状態の伝達関数を初期状態のそれと比較して図-2に例示する。歪レベルに応じてダンピングが増大するため高次のピークはほとんど消失し、1次ピークも鈍化する。また剛性率が低下するためピークは長周期側にシフトする。

図-3は、分類を決定する図-2の各区分に地表最大加速度、速度、変位の推定値(基盤加速度300gal)を書き込み、その分布状況から概略の等高線を引いたものである。八戸の加速度は比較的規則正しい等高線の並びを示している。新菊川の加速度は5Hz以上の部分にピークがあり、等高線も密になっている。これは入射波の短周期成分によるものであるが、この付近の分類については推定の精度はやや落ちると考えられる。速度、変位については等高線が密になっている所はない。したがって、短周期の入射波に対する加速度の一部を除けば、分類は概ね良好になされていると言える。

4. 対象区間の地震動分布 150と300galの基盤加速度入力における応答解析結果を内挿、外挿して、基盤加速度に対する地表地震動(最大加速度、速度、変位)と地中せん断歪、応力(5m深さまでの単純平均)の増幅曲線を作成した。基盤加速度は安全側の推定値を与える式として岡本・田村(1979)式を採用し、マグニチュードと震央距離の関数として与えた。ここで東海地震のマグニチュードは8.0、震央距離は想定震源モデルの中心点を基点とし、震央に最も近い地点($\Delta=23\text{km}$)で約400galと推定された。基盤加速度分布に増幅曲線を適用し、対象区間の地震動分布を推定した。最大値のみを列挙すると、八戸を入力した場合は630gal, 95kine, 34cm, ま

た新菊川を入力した場合は 900 gal, 45 kine, 13cm と推定された。

5. 今後の課題 地表地震動については、さらに弾性応答スペクトルを評価し、標準高架橋(RCラーメン形式)を対象に換算弾性震度との比較により第1次診断を行った。その結果、設計震度(0.2)から予想されるよりかなり高い極限耐震性能を有しており、震央に近い地震動の強い地盤でも中程度の損傷に留まると推定された。弾塑性応答計算による精密診断、既往の震害記録の分析などを通じ、地震動の強さを定量的に評価する適切な尺度について深度化をはかることが今後の重要な課題である。また基礎入射波の特性についてもさらに検討を要する。

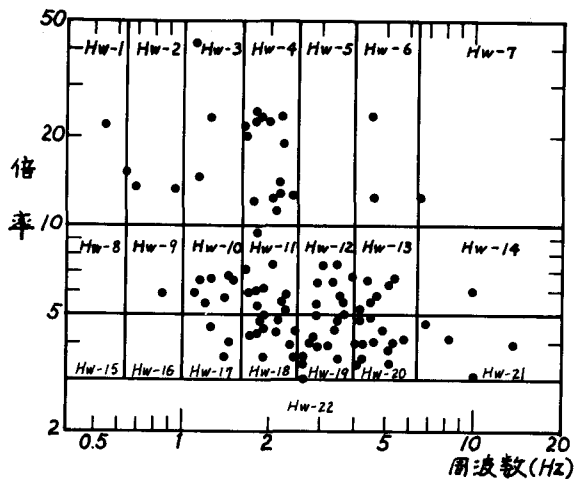


図-1 1次ピークによる地盤分類

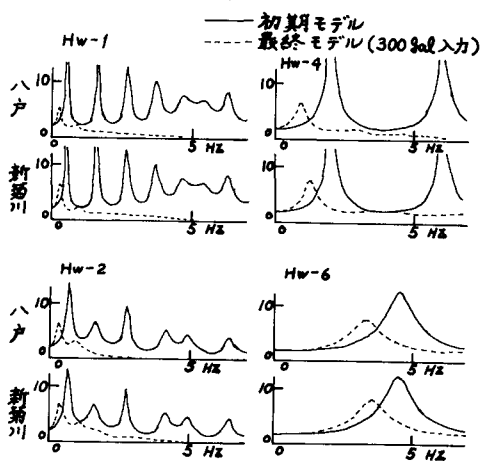


図-2 歪依存性による伝達関数の変化

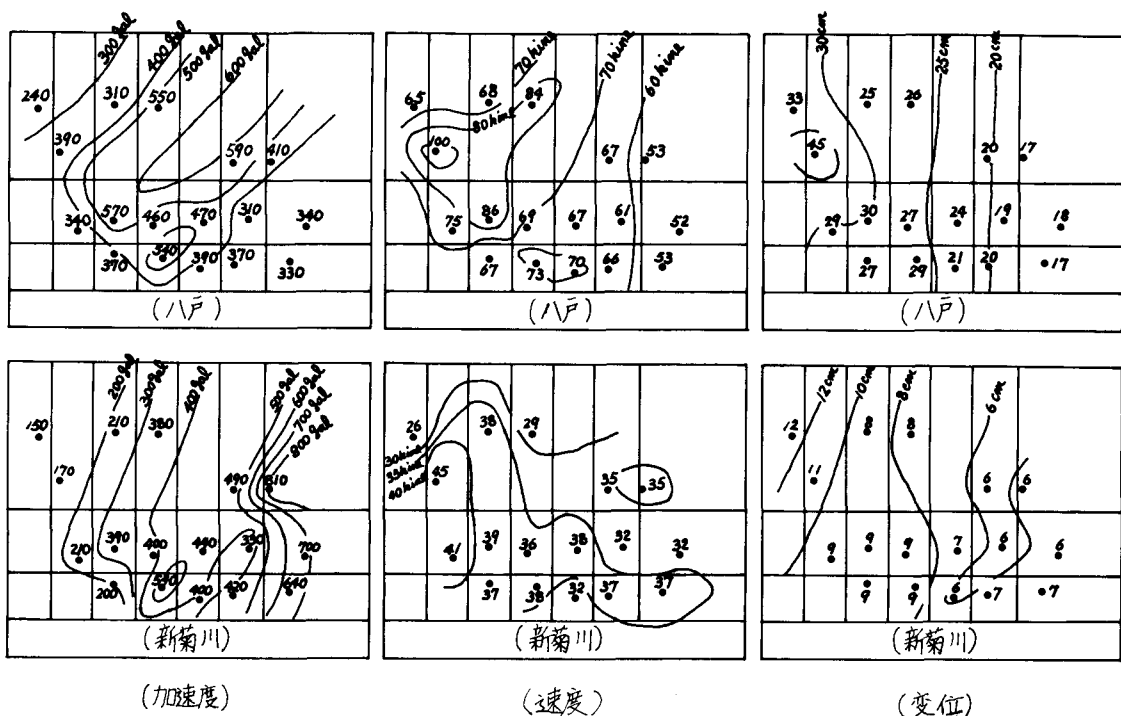


図-3 地盤分類における推定値の分布状況(基礎加速度300gal)