

東洋大学 正員 鈴木 崇伸

東洋大学 学生員 〇高栖 正洋

1. はじめに

これまでの地震の被害調査から、地質・地形の変化している地域で被害が大きくなることが解明されている。これらの関係を明らかにするために単純化した地盤モデルへの入射波を用いて不整形地盤での地震波の伝播・増幅特性を解明は行われてきた。本研究では、より実際に近い形の地盤モデルでの解析を実施した。

2. 地盤不整形と地震被害

地震動に起因した被害と周辺地盤および地形の特徴関係を整理するために、木造家屋被害と地盤不整形に関係する調査結果を紹介する。被害が集中した地域は、図に示すような地質構造(またはそれらの組み合わせ)を有する地点であったとされている。

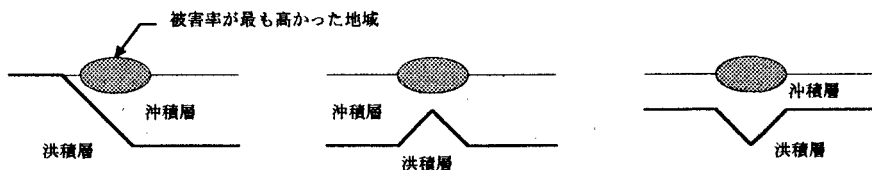


図 2-1 被害が集中した地域の断面の模式図

3. 地盤不整形の振動特性に関するシミュレーション

地盤の不整形が地震動特性に与える影響を解明するために、消波境界を持った有限要素法プログラムを用いてシミュレーションを行った。

(1) 地盤のモデル化

ここで対象とした地盤は、東京のある地域の地盤で基盤の傾きおよび地表不整形を有するものである。ボーリング調査に基づく地盤データから、対象地域の地盤を表層と基盤層から成る不整形2層地盤でモデル化することにした。また、表層の物性値を基盤層と同様の物性値の場合のモデル化も行った。図 3-1 に有限要素モデルおよび表層と基盤層の物性値を示す。

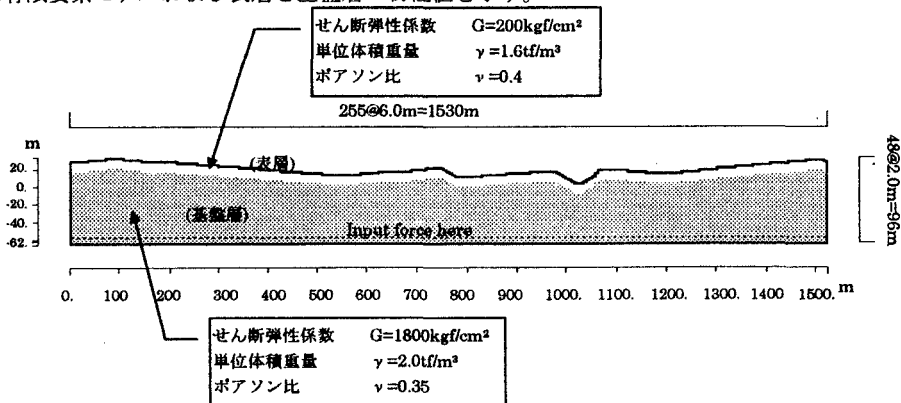


図 3-1 解析対象地盤

(2) 解析方法

有限要素法プログラムを用いて時間領域における波動伝播解析を行う。これは1983年に鈴木によって作成されたもので、弾性中の波動伝播問題を時間領域で解くことを考え、粘性境界と併用する形で重ね合わせ境界を用い、すべての境界で、反射波の消波処理をしている。なお入射波はSV波が鉛直下方から入射する場合を想定している。

解析後、AVS-STRUCTUREを用いて解析結果の可視化し、シミュレーションを行った。

(3) 解析結果

表層の物性値を基盤層と同様の物性値(1層)の場合のモデルの例を示す。これは地表不整形に相当するわけであるが、まず、標高の低い凹部分に地震波が伝播し、続いて傾斜部分中央部へ、そして凸部崖地形へ伝わっていく様子が分かる。この時、凹部では地震波が溜まりその継続時間が長いことが分かる。特に凹部直下および凹部の傾斜角の大きいところでその傾向が強い。また、崖地形上部の崖縁および凸地形にも地震波が集中し変位が最大となるが、比較的短時間で発散することが分かる。逆に地震波が溜まりにくいところは、崖地形の裏側の比較的平坦な地形である。

次に、表層と基盤層から成る不整形2層地盤でのモデルの例を示す。凹部分に地震波が伝播し、凸部、崖地形へ伝わっていく様子は1層モデルと同様である。しかし、基盤と表層の境界部に地震波がさしかかると波速度が遅くなり、顕著な増幅特性を示す。崖地形上部の崖縁および凸地形においても同様の傾向を示している。その時の値は1層モデルのほぼ2倍になっている。また2層モデルの傾向として、凹部および凸部、崖地形の局所的部分に地震波が溜まる傾向がある。

○:地震波が増幅傾向にある部分



図 3-2 地震波の増幅

4. まとめ

消波境界を持った有限要素法プログラムを用いて、東京のある地域の谷状地盤地形のシミュレーションを行った。これによって地盤の不整形が地表面の地震動特性に与える影響の観察を行った。

その結果、地表不整形および地質的な不整形(表層不整形)などの地盤不整形による地盤応答の違いがあることが予測できる。しかし、本解析で用いた表層は当該地点の平均的物性値から設定したものであり表層地盤の物性値や基盤の傾斜角度によって地盤不整形の影響がさらに出てくることも考えられる(全体の解析精度の問題もあるが)。従って、実現象における地盤不整形の影響を検討する場合、これらの条件を正確に反映した地盤モデルを用いて解析をすることが必要であることが分かる。さらに、今回すべての要素において4角形要素を用いたが、自由表面の傾斜部分に関しては3角形要素を用い斜面を滑らかにするべきであった。この部分が直交要素であったため、この部分に地震波が集中していた。この部分を滑らかにすると違った結果が得られた可能性がある。

参考文献

地震予知総合研究振興会：地震時の地盤挙動の解析とライフライン施設の耐震性に関する研究、平成二年度 調査・研究報告書
鈴木 崇伸、伯野 元彦：地震研究所報、第59号