

鹿島建設 萩原智寿  
東京都立大学 国井隆弘

## 1. はじめに

表層地盤が水平な地表面と平行する層を形成しない不整形である場合、これまでのS波の重複反射理論は適用しにくい。さらに地盤に生じる歪の大きさに伴う剛性の低下、減衰能力の上昇、を考慮するのは面倒である。本報告はFEMプログラムFLUSHを利用してこの問題に取り組もうとするものである。

FLUSHは基礎構造物と周辺の地盤との相互作用を解析する場合などによく用いられる。構造物を軟弱な地盤に置き換えて検討するのが本報告である。これにより、演算時間の短縮化および非線形挙動の等価線形解析を可能とする。したがって、東京都の中小河川に形成される沖積平低地と山の手台地に線状・網状に配置されるガス・水道等の被害予測のためのマイクロゾーニングに適している。

ここでは2つの表層地盤の形態を設定し、地表面における応答加速度および卓越周波数について、その分布形状を非線形挙動を含めて報告する。

## 2. 解析モデルおよび解析の条件

Fig. 1に解析モデルの概念を示す。FLUSHではよく知られるようにフリーフィールドを考える。本解析では山の手台地をこれに設定し、地盤Ⅱとする。地盤Ⅲは十分に硬い基盤と考える。地盤Ⅲの上に地盤Ⅱと地盤Ⅰがあるわけだが、柔らかい沖積地盤Ⅰは地盤Ⅱに囲まれている。

各地盤のせん断波速度は、地盤ⅠⅡⅢにおいて、それぞれ150, 300, 1000m/sとする。その他の地盤定数は東京都の中小河川における標準的な数値を用いる。沖積地盤ⅠとフリーフィールドⅡの厚さ、および地盤Ⅲの厚さは同じ理由によりそれぞれ15mとし、また地盤Ⅰの幅Bは約300mとする。さらに本解析では、Lはほぼ無限長と見なせる5kmとする。

Fig. 2は前述した2種類のモデルである。Model-Aはやや極端な例であるが、不整形性の強い表層地盤の形態の1例である。Model-Bは中小河川でよく見られる形態の1つである。当然であるがメッシュの寸法は後述する対象周波数範囲を考慮している。

入力地震動は、鉛直下方から入射するSH波とする。この他の入力形態も考えられるが、基本的な入射条件を設定する。入力波形は地盤Ⅱの地表面で最大100gal程度の加速度となる模擬地震動とする。周波数範囲が約0.2-10Hzのピクノイズとし、乱数による位相および包絡関数を利用する。入射波は水平動成分のみだが鉛直動が生じる場合も考えられる。このためFig. 2では左右対称による半分のモデルとはしていない。

地盤が歪に応じた非線形性を示す事はよく取り上げられるが、本解析ではFig. 3の条件を地盤Ⅰに適用する。類似した異なる条件を地盤Ⅱにも用いるが、地盤Ⅲでは考えない。Fig. 3の条件は各メッシュごとに適用され、適当な精度になるまで収斂計算が行なわれる。すなわち等価線形化解析となる。

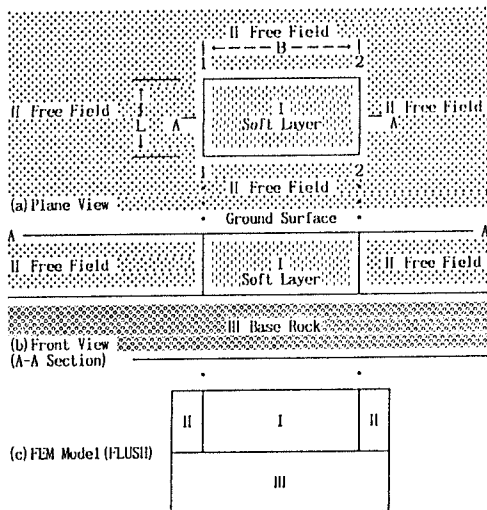


Fig. 1 Ground Image and Model

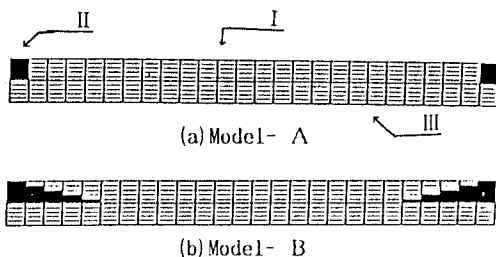


Fig. 2 Two Models for Analysis

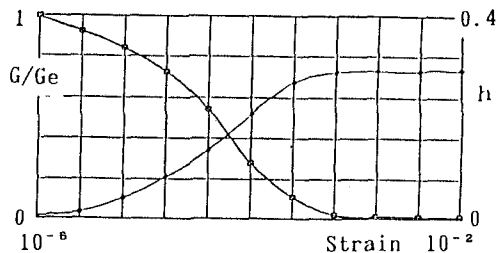


Fig. 3 Relation of Stiffness, Damping and Shear Strain  
G: Plastic Stiffness on Shear  
Ge: Elastic Stiffness on Shear  
h: Damping ratio

### 3. 解析結果

ここでは水平方向の最大応答加速度を解析対象とするが、結果はほぼ左右対称であった。そこで左側半分について地表面の値を接点において注目する。Fig. 4は各接点での2つのモデルの最大加速度および卓越周波数の分布を示している。これらの図から以下に列記する事項がうかがえる。

(1) 不整形の影響をあまり受けないと考えられる中央部、すなわち図の右端よりも、より影響を受けると思われる境界部において、応答加速度は大きな値を示している。この事は明らかに不整形の影響によるものと考えられる。したがって不整形な表層地盤では整形な場合とは異なる形で評価されるべきと結論づけられる。

(2) Model-AよりModel-Bの方が不整形の影響を強く受けている。そしてこの傾向は線形より非線形において顕著である。これは、Model-BにおいてはModel-Aと異なり表層地盤Iの底部に少し硬い表層地盤IIが入り込んでいるためと思われる。この事は、もし加速度の大きさに被害率が判断される場合には1つの問題を提起するものと思われる。

(3) 前述したが、今回の解析においては最大加速度が7リ-フィールドの地表面において100gal程度である。したがってこの地盤では歪の増大による非線形性はほとんど進行していない。しかしながら不整形性によると思われる影響が地盤Iに強く現われ、線形と非線形の応答にかなりの差異を生じている。限られた解析の条件であり、あくまで解析上の結果ではあるが今後検討すべき課題であると考えられる。

(4) 卓越周波数の位置による変動は明かである。これは線形・非線形にかかわらない。線形応答の図の左端における4~5Hzの値は7リ-フィールドの卓越周波数である。一方2~3Hzは地盤Iの卓越周波数である。この両者が不整形のために影響を受けて変化している様子が明かである。

末筆ながら計算にご助力いただいた大林組技研菊地敏男氏および議論いただいた神奈川大荻本孝久氏に感謝します。

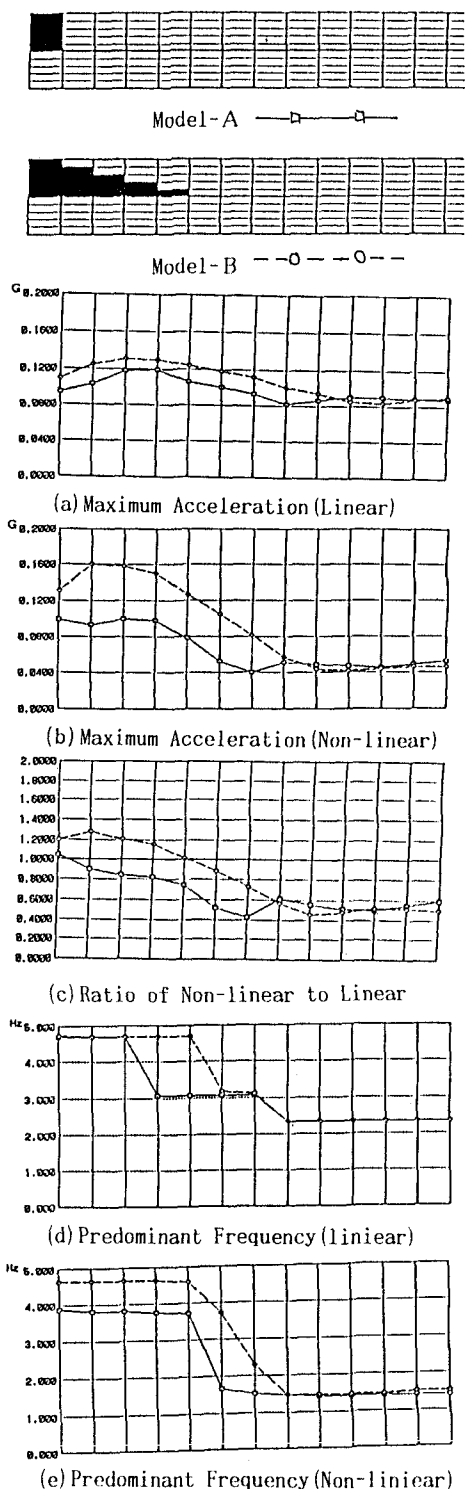


Fig. 4 Distribution of Response