

I - B 228

耐震設計における地形の局所的変化の影響評価法に関する検討

その2 提案法の妥当性の検証

（財）鉄道総合技術研究所 正会員 ○ 室野 剛隆, 正会員 西村 昭彦
正会員 室谷 耕輔, 正会員 西山 誠治

1. はじめに

（その1）では、地盤の不整形性の影響を次式で評価することを考えた。

$$G(\omega, x) = F(\omega) + \alpha \cdot F(\omega) \cdot e^{-i(x/r(\omega))\omega} = F(\omega) \cdot \{1 + \alpha \cdot e^{-i(x/r(\omega))\omega}\} = F(\omega) \cdot \eta(\omega) \quad (1)$$

記号は（その1）を参照。本編では、上記の提案法の有効性について検討した。

2. 2次元 FEM 解析の結果と提案法の比較（波形のシミュレーション）

ここでは、面内2次元 FEM 解析（2-D 解析）の結果と提案法の結果を比較する。例として Fig.1 に示す TypeA の Case2 を取り上げる。なお入力耐震設計用基盤入力波(G0C)を用いた。Fig.2 に2-D 解析の加速度応答波形から1-D 解析の加速度応答波形を差し引いて水平方向に伝播する地震波

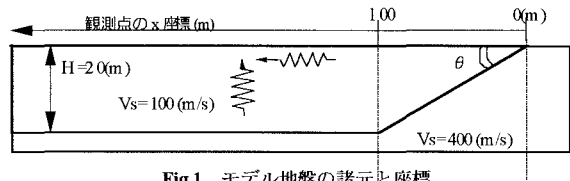


Fig.1 モデル地盤の諸元と座標

を算定し、その最大値を1-D波形の最大値で正規化して、振幅補正係数 α を算定した結果を示す。水平伝播波の振幅は、不整形端部からの距離とともに指数関数的に値が小さくなっているのが分かる。そこで図中には、指数関数で当てはめた線も示している。以後の検討では、振幅補正係数 α として、数式の方を用いた。また、Fig.3 には

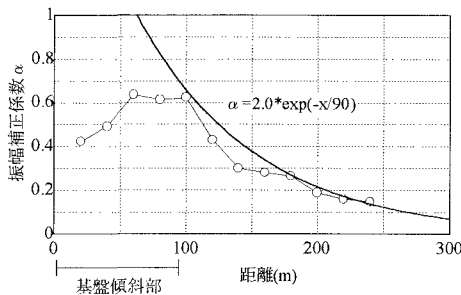


Fig.2 振幅補正係数の例
（表層 $V_s=200\text{m/s}$, 傾斜角度 1:5）

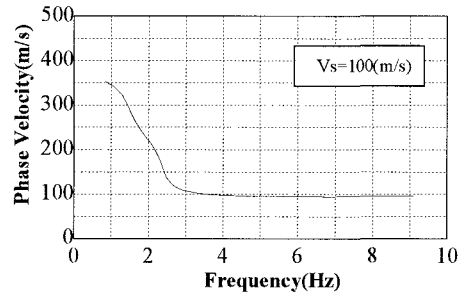


Fig.3 レーリー波の位相速度の分散曲線の例
（表層 $H=20\text{m}$, $V_s=200\text{m/s}$, 基盤 $V_s=400\text{m/s}$ ）

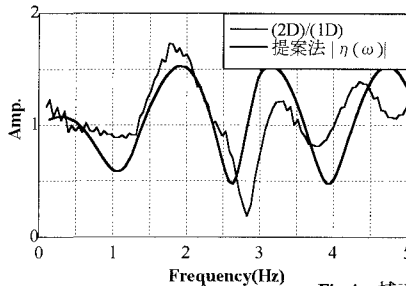
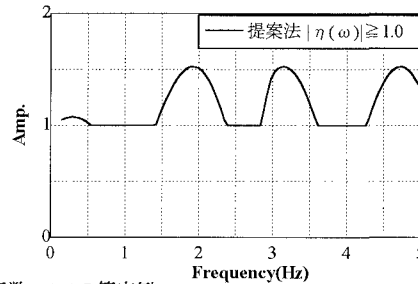


Fig.4 補正係数 $\eta(\omega)$ の算定例



キーワード：不整形地盤，直達波，表面波，耐震設計

連絡先：〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 （財）鉄道総合技術研究所 TEL042-573-7262, FAX042-573-7248

同一地盤条件でのレーリー波の基本モードの位相速度を示す。

これらの結果を用いて式(1)の $|\eta(\omega)|$ を算定した結果が Fig.4 である。同図中には 2-D と 1-D のフーリエ振幅スペクトル比 $(G(\omega, x)/F(\omega))$ の結果も示してある。鉄道構造物の耐震設計において最も重要な周期帯域での一致度は概ね良好と言える。ただし、本提案法では α を振動数に依存させていないので高振動数領域では、過大に評価している。

次に式(1)により地表面の応答波形をシミュレーションしたのが Fig.5 である。図中には提案法の波形の最大値と 2-D 応答波形の最大値の比も示してある。波形の形状もよく似ているし、最大値についてもよく合っていることが確認できた。今回の提案法が耐震設計上有効なことが示されたと考えられる。

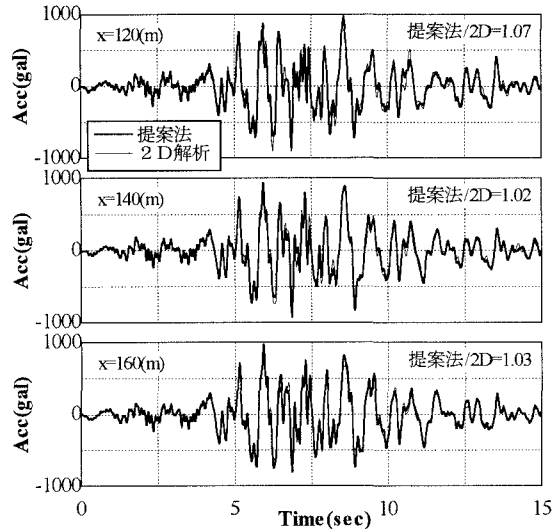


Fig.5 加速度波形のシミュレーション

3. 2次元 FEM 解析の結果と提案法の比較（応答スペクトルの補正方法）

ここでは、1-D 解析で得られた地震動の加速度応答スペクトルが既知の場合に（例えば、耐震設計では、地盤種別毎の加速度応答スペクトルが定義されていることが多い）、それを補正する方法について検討した。1-D の応答波形の加速度応答スペクトル S_{1-D}^A と、この S_{1-D}^A にそのまま $|\eta(\omega)|$ を乗じて求めた S_{sim}^A および 2-D 解析から得られた応答波形の加速度応答スペクトル S_{2-D}^A を Fig.6 に示してある。 S_{1-D}^A と S_{2-D}^A を比較すると、距離とともに、 S_{2-D}^A も変化しており、基盤傾斜部に近いほどスペクトルが広範囲な周期領域（周期 0.4~0.7(s)付近）で 1-D の結果よりも大きくなるのが分かる。それよりも短周期側では、あまり顕著な相違は見られない。

次に補正した加速度応答スペクトル S_{sim}^A と S_{2-D}^A を比較する。ピークの位置、その大きさとも非常に良く S_{2-D}^A の応答特性を再現している。高振動数側では、先に述べたように α を ω と独立させているので、その影響でスペクトルが周期とともに振動する傾向が顕著に出てしまっている。しかし、構造物の挙動に最も重要な周期帯域での一致度が高いことから、土木構造物の耐震設計上は十分に有効であると考えられる。

4. まとめ

今後は基盤傾斜部での地震波の特性等も含めて、より詳細な検討も必要と思われる。また、多層地盤での上記の方法の適用性等や、実観測波（もしくは実地震被害）との比較も行いたいと考えている。

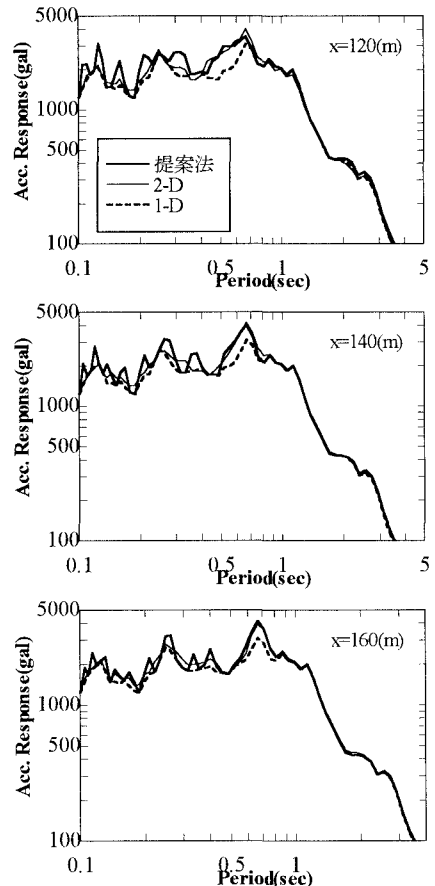


Fig.6 加速度応答スペクトルのシミュレーション