

佐藤工業(株) 正員 秋山伸一
同 正員 中村 晋

1 はじめに

埋設谷や傾斜層などのある場合のように幾何学的に不整形な地盤の動的解析にBEM-FEM結合解法は有効である。すなわち、埋設谷のような地盤では埋設谷内部をFEM、外部地盤をBEMでモデル化でき、筆者らもその手法を示している。¹⁾しかし、傾斜層を含む地盤はこれまで殆んど扱われていない。これは表層をFEMでモデル化する際、側方境界の処理に問題が残るためと考えられる。

本報告では、このような問題に対し、表層地盤の側方境界にLysmerらが提案した伝達境界²⁾を加えたBEM-FEM結合解析手法を示す。この手法の妥当性を検証するために、面外波動の動的解析結果を、表層地盤もBEMでモデル化した場合の計算結果と比較した。さらに、埋設谷解析のように側方地盤を基盤と同じ半無限地盤にモデル化した場合の解析も行い、側方境界での波動の反射による影響を調べた。

2 解析法

不整形地盤を図1に示すように表層地盤と基盤に分割し、基盤をBEMでモデル化する。さらに、表層地盤を地盤の不整形領域をFEM、側方を伝達境界でモデル化する。なお、側方を伝達境界でモデル化する場合、以下に示す条件を考慮する。

① 基盤を半無限地盤として扱うために、伝達境界下端にダッシュポットを付加する。

② BEMにより図1に示す境界 Γ 上の積分計算を行うにあたり、 Γ 上の応答は、BEMと伝達境界が結合するb点の応答と伝達境界で定義された水平方向に伝播する波動関数の積で表わされると仮定する。

以上により、BEM、FEMの各領域について方程式が得られ、これらを連成させ解くことにより解が得られる。

3 解析結果

まず、本解析法の妥当性を検討するために、本解析法および表層地盤もBEMとした計算結果の比較を行った。地盤は図2-aに示すようなS波速度比 $V_1/V_2 = 0.5$ 、単位体積重量比 $\gamma_1/\gamma_2 = 0.667$ の不整形二層地盤である。この地盤を図2-b、cに示すようにモデル化した。なお、BEMでモデル化する場合、境界 Γ 上の積分をP点から入射波長2倍の地点で打切った。解析は周期5秒のSH波が $\theta = 90^\circ$ 、 45° 、 0° で入射した場合について行った。図3に、両解析法による地表面変位応答を示す。本解析手法による結果は各ケースともBEMによる結果と良い対応を示している。従って、本解析法は不整形地盤の動的解析に有効であると考えられる。

次に、図4に示す不整形多層地盤に対し、図4-bに示す

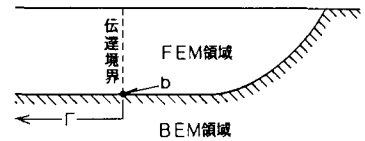


図1 解析地盤モデル

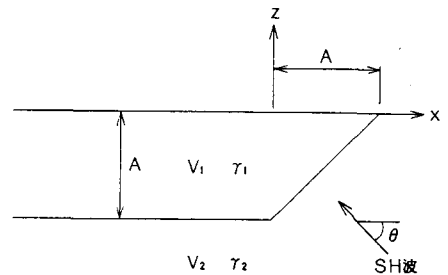


図2-a 不整形二層地盤

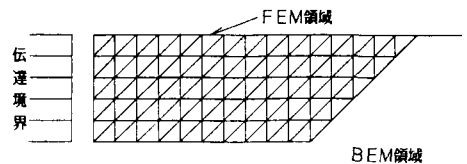


図2-b 本解析法によるモデル

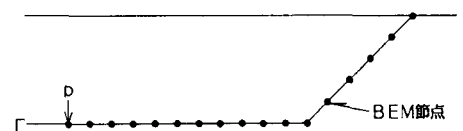


図2-c BEMによるモデル

2種類の解析モデル（左側方地盤：①基盤、②表層地盤）を想定し、各モデルに周期5秒のSH波が右側水平方向から入射した際の動的応答解析を行い、解析モデルの違いが表層地盤の応答にどのような影響を与えるかについて検討した。地盤定数を表1に示す。図5に地盤変位分布を示す。両解析モデルによる応答の差異は、特に左側境界付近で明瞭に現れている。図6に地表面変位の位相を示す。左側方地盤が基盤の場合、位相の変化が局所的に異なるのに対し、表層地盤の場合、位相は滑かに変化している。これは、左側方地盤が基盤の場合、位相が側方境界で発生した反射波の影響を受けることに起因していると考えられる。

4 あとがき

本報告では、傾斜層を含む不整形地盤の解析に対する本解析法の有効性を示した。さらに、2種類の解析モデルを用いた場合の表層地盤の応答性状の差異についての検討結果を示した。

<参考文献> 1) 秋山、宮原：境界要素・有限要素の結合解法による非均質地盤の動的応答解析、第39回、土木学会年次講演会、1984 2) Lysmer, J., Wass, G.: Shear waves in plane infinite structures, ASCE, EM1, pp.85~105, 1972

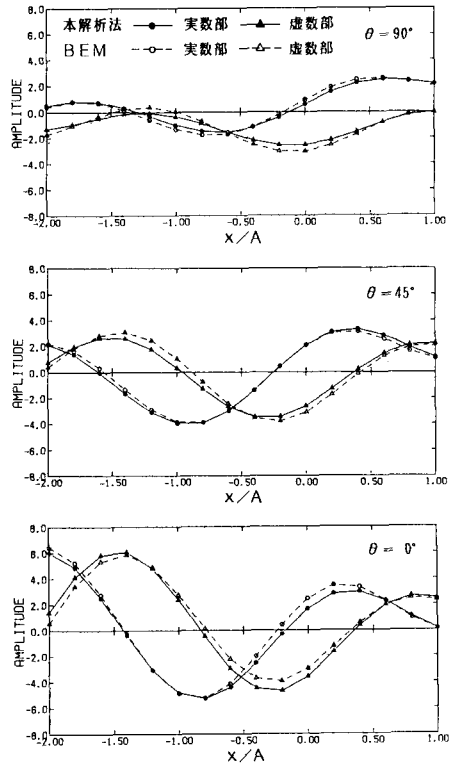


図3 地表面変位応答

表1 地盤定数

層番号	層厚 (m)	単位体積重量 (t/m³)	S波速度 (m/sec)
①	320	2.0	430
②	680	2.1	800
③	450	2.3	1600
基盤	—	2.6	2800

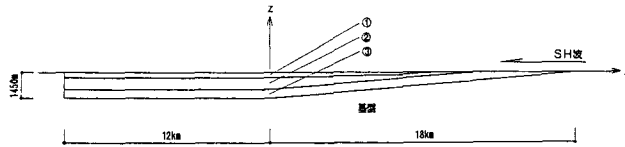


図4-a 不整形多層地盤

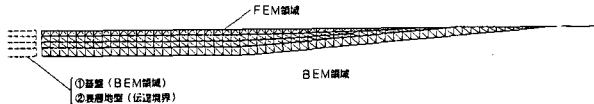


図4-b 解析モデル

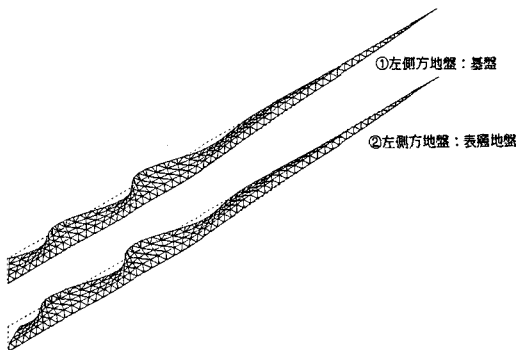


図5 表層地盤の変位分布

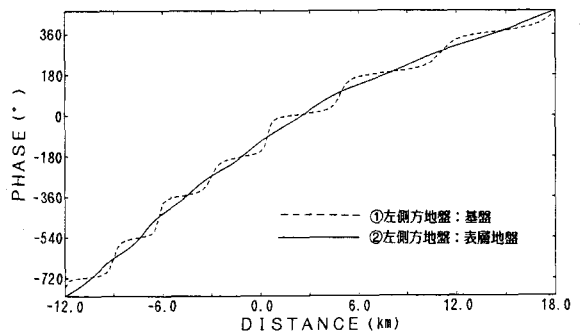


図6 地表面変位の位相