

実体波 Gaussian Beam法を用いた不整形地盤の震動解析

京都大学工学部 正員 山田善一 野田茂
大阪府庁 正員 ○香川明生

1. まえがき Gaussian Beam法は不整形地盤における波動場を解明しようとする有効な方法で、最近脚光を浴びつつある。本研究では、簡単でしかも工学的に重要であると考えられる不整形地盤モデルに Gaussian Beam法を適用し、種々のケーススタディを実施することにより、その有効性と妥当性を吟味する。ここでは、波線図、要素波とその合成波の図を用いて、数値計算例の一部を紹介する。

2. Gaussian Beam法 Gaussian Beam法(以下 G.B. 法)では、従来の波線法をベースとし、全く新しいアプローチで波の幾何的な拡がり进行评估する。すなわち、この方法では、波線近傍に集中した波動場を複素数を用いた放物線方程式法により算出する。この放物線方程式の解は、波線からの距離の2乗に比例して指数関数的に減少する。このとき、波動の振幅は、波動伝播方向と垂直方向にベル型(Gauss分布)の輪郭を描く。そのため、この解をG.B.と呼ぶのである。G.B.は複素数を用いることにより、特異領域においても規定される。震源付近の波動場は、おのおの連続に伝播するG.B.に展開され、観測点における最終的な波動場は、その点の近傍に到着したすべてのG.B.の重ね合わせにより得られる。

3. 不整形地盤への適用 簡単な不整形地盤モデルとしては、図1に示すように、深さ25km、水平方向150kmの2次元3層モデルを用いた。震源は、図中×で示すように、深さ7kmの地点にある。40km地点から80km地点まで1km毎に配置された計21箇所の地表での観

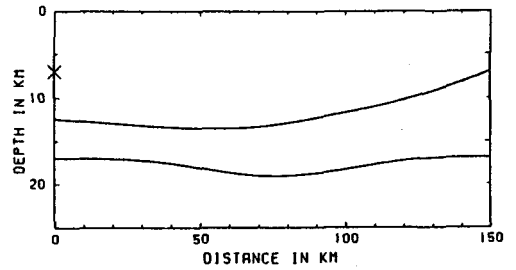


図1 採用した不整形地盤モデル

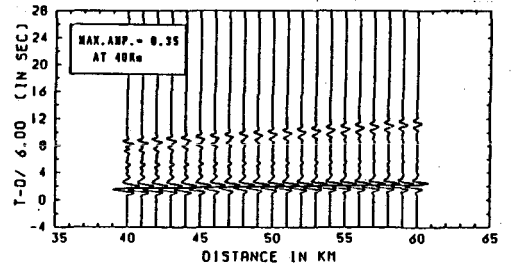


図2 図1に対する各観測点での合成波形

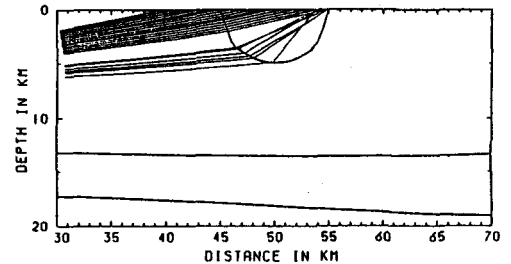


図3 軟弱谷モデルの波線図

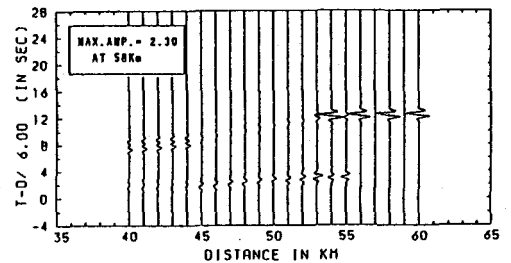


図4 図3における合成波形

Yoshikazu YAMADA, Shigeru NODA, Akio KAGAWA

測点で得られた水平成分の合成波形図が図2である。入射角の関係でP波が卓越しているが、各観測点間で、波形の相違は大きくない。最大振幅は40km地点における0.35である。なお、最大振幅とは、震源でのP波最大振幅を1、S波最大振幅を2としたときの相対値である。

図3は、図1のモデル内に軟弱地盤層を導入したモデルにおける波線図(直達S波)である。50km地点を中心とする半径5kmの境界面を設け、その内部を軟弱層とした。軟弱層内の右側に波線は集中している。図4は、このモデルの合成波形図(水平成分)であり、このモデルの特徴をよく現わしている。すなわち、軟弱層の右端側から突然波の振幅が増大し(S波)、その最大値は2.3に達している。これは、震源でのS波振幅よりも大きな値となっている。図5は、観測点における合成波がどのような波動成分により構成されているかを示すために、要素波とその合成波を示したものである。左図が50km地点、右図が54km地点のものである。D.Pは直達P波、P-P1は第1境界面で反射したP波、P-Sは転換S波などを表している。50km地点では様々な要素波(波の種類により)が寄与しているのに対し、54km地点ではS波の第1反射波(S-S1)が大きく励起している。

図6は、図3の第1境界面の形を逆にしたモデルによる波線図(直達S波)で、第1層を軟弱層としている。図3とは逆に50km地点より左側に波線が集中している。図7がその合成波形図であり、最大値が0.54と図1に示すモデルよりも大きくなっているのに対し、50km以遠において殆どS波による波は生じていない。図8には、要素波とその合成波を示す。左側の図が48km地点、右側が50km地点におけるものである。48km地点では直達S波、S第1反射波が大きく寄与しているのに対し、50km地点ではS波は殆ど到達していない。基盤の不整形性がバリアの役目を果たしたようである。

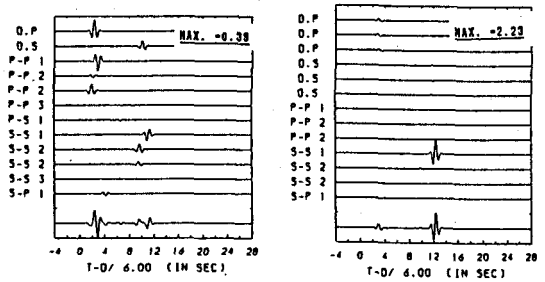


図5 図4に対する要素波とその合成波

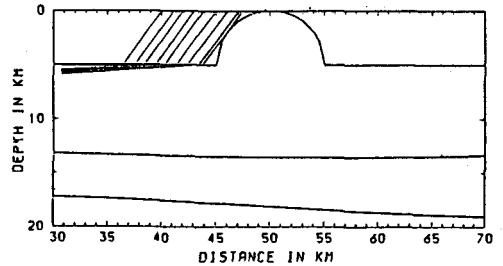


図6 不整形基盤モデルの波線図

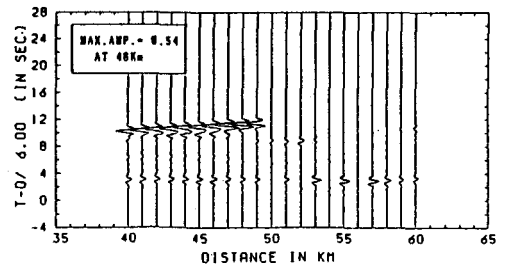


図7 図6に対する合成波形

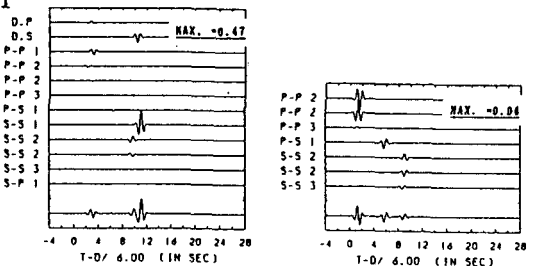


図8 図7に対する要素波とその合成波