

## 海溝型地震の地震動シミュレーションに海は考慮すべきか？

Should we consider sea in ground motion simulation for subduction earthquakes?

# 畑山 健[1], 田中 宏樹[2], 竹中 博士[2], 岩田 知孝[3]

# Ken Hatayama[1], Hiroki Tanaka[2], Hiroshi Takenaka[3], Tomotaka Iwata[4]

[1] 消防研, [2] 九大・理・地惑, [3] 京大・防災研

[1] Natl. Res. Inst. Fire &amp; Disaster, [2] Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ., [3] Dept. Earth &amp; Planet. Sci., Kyushu Univ., [4] DPRI, Kyoto Univ.

日本の太平洋側で想定されている海溝型巨大地震の震源域は、深さ数百 m の海域に位置している。地震動シミュレーションにおけるこのような海の取り扱い、シミュレーション結果を左右しかねない。それにもかかわらず、地震動被害の予測を目的として近年盛んに行われている地震動シミュレーションでは、計算対象となる空間領域に海が存在していても、それを考慮しないことが殆ど全てと言ってよい。この背景には、地震波動場の計算に最もよく用いられている差分法では、地下構造モデル中に流体が存在すると数値的不安定が生じる恐れがあり、それを懸念するあまり、海が地震動に及ぼす影響の度合いが調べられてこなかったということがある。

畑山(2002)は、海を考慮した単純な地下構造モデル(図1)とそうでないモデルに対して境界要素法により2次元面内波動場を計算し、それらを比較することにより、深さ数百 m の海が周期 1.5~3 秒程度の地震動に及ぼす影響を定量的に評価した。この結果は次のようにまとめられる。(1)海水の存在は特に Rayleigh 波部分に大きな影響を及ぼす。(2)海が深くなると、海水の影響は長周期成分まで及ぶようになる。深さ 400m の海の場合、周期 3s 程度以上の成分はあまり影響を受けないが、深さが 800m になると周期 3s 程度の成分も影響を受ける。(3)海を堆積層に置き換えてしまうことは多くの地震動シミュレーションで行われているが、その悪影響は特に上下動成分に大きく現れる恐れがある。海の部分を堆積層としてしまうくらいならば、何も置かないほうがよい。これらは、地震動シミュレーションにおける海考慮の必要性を強く示唆している。

ここで用いられた境界要素法は、海が存在する場合でも解が安定的に得られることが期待できるものの、現実的で複雑な地下構造モデルには不向きである。そこで、現実的な地下構造モデルへの適用が容易ではあるが、海を考慮した場合の解の安定性が懸念される差分法について、それにより計算した2次元面内問題の地震動を境界要素法によるものと比較して解の精度を調べ、海を考慮した地震動シミュレーションへの適用可能性を検討する。

差分法は、速度-応力型のスタッガード格子(図2)と時間2次精度、空間4次精度の有限差分近似で定式化されたもの[林田・他(1999)]を用いた。なお、各スタッガード格子にはそれぞれの位置での物性値を与え、一組のスタッガード格子内での物性値の平均操作は行わなかった。図1に示すような地下構造モデルに対して境界要素法で計算した波形と差分法で計算した波形を比較した結果、海の部分についてはS波速度を0とするだけで、解が安定的に求められることがわかった。ただし、Okamoto and Takenaka(1999)が指摘したように、応力  $T_{xx}$  及び  $T_{zz}$  を割り当てるスタッガード格子が固液境界上に乗るような離散化を行うと、差分法の計算結果の精度が著しく悪くなることには注意を要する。以上より、海を考慮した地震動シミュレーションが差分法により実行可能であると言える。

図1に示すような海岸において突然深くなる海は極めて非現実的である。そこで、沖合での深さが 800m の海が海岸近くで1次関数的に浅くなる地下構造モデルについて、差分法により計算を行った。海底が傾斜している部分の長さが 4km と 8km の2つの場合を検討した結果、海が徐々に浅くなる場合ときりたった海の場合では、波形に大差がないことがわかった。よって、畑山(2002)が得た結果は、海岸近くにおいて海が徐々に浅くなる場合についても妥当であると考えられる。

(謝辞)本研究成果は、京都大学防災研究所萌芽的共同研究「強震動シミュレーションにおける海の影響評価に関する研究」(課題番号 14H-2)によるものです。

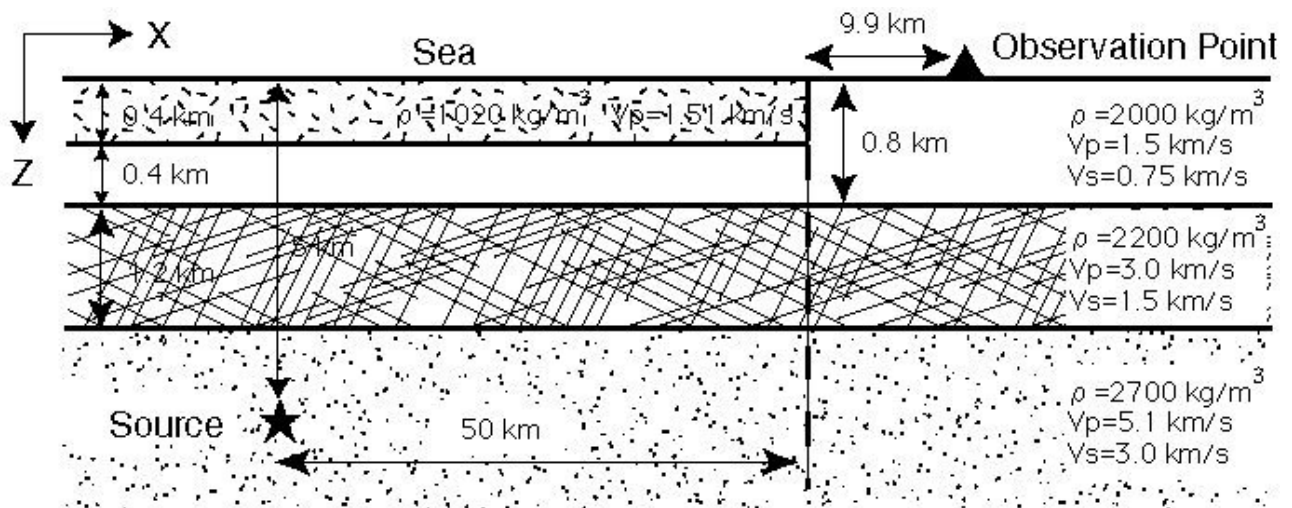


Figure 1 An example of subsurface structure with the sea.

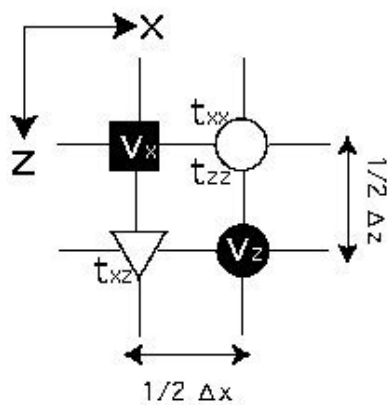


Figure 2 Configuration of staggered grids.