

3次元速度構造モデルの記述方法の開発 - 大阪堆積盆地 Description of 3D velocity structure: Osaka Basin

関口 春子^{1*}, 竿本 英貴², 吉見 雅行², 浅野 公之¹, 堀川 晴央², 林田 拓己², 岩田 知孝¹

Haruko Sekiguchi^{1*}, Hidetaka Saomoto², Masayuki Yoshimi², Kimiyuki Asano¹, Haruo Horikawa², Takumi Hayashida², Tomotaka Iwata¹

¹ 京大防災研, ² 産総研 活断層・地震研究センター

¹ DPRI, Kyoto Univ., ² AFERC, AIST

1. はじめに

文部科学省委託「上町断層帯における重点的な調査観測」のプロジェクトの一環で、大阪堆積盆地地盤構造モデルの開発を行った。物性値構造の本質的な改良もさることながら、3次元速度構造モデルの構成方法についても改良を行った。本稿では、3次元速度構造モデルの構成方法について、過去の本地域を対象としたモデルのレビュー、本研究での方針と手法について述べる。一方、物性値構造の修正過程については、吉見・他(2013、本大会)で、モデルの概要については関口・他(2013、本大会)で述べる。

2. 大阪堆積盆地の既存地盤構造モデル

大阪堆積盆地は、他地域に比べて地下構造探査密度が高く、早くから3次元堆積層構造モデルが作られている。既存モデルは大きく分けて、香川ほか(1993)に始まるJ系統モデル(香川ほか, 1993; 宮腰ほか, 1997; 宮腰ほか, 1999; 香川ほか, 2002; Iwata et al., 2008; Iwaki and Iwata, 2011)と、産総研モデル(堀川ほか, 2003)に始まるH系統モデル(堀川ほか, 2003; 大阪府, 2004)の2つがある。この2つの系統は、地層境界面形状や物性値(P波速度, S波速度, 密度)構造の記述方法が大きく異なる。J系統モデルでは地層境界面がスプライン関数で与えられている。堆積層部分は、反射法地震波探査や常時微動アレイ観測の結果を基に3層に分割され、同一層内は同一の物性値が配されている。そのため、任意の場所の物性値を簡単に決めることができる。数値計算の様々なグリッド間隔への対応が簡単であり、ユーザーによる不適当な内外挿処理も防ぐことができる。一方、H系統モデルでは、地質構造を忠実に表現し逆断層形状などの急峻な形状も組み込めるよう、モデルは固定の3次元メッシュで記述されている。堆積層内に6枚の鍵層構造を作って堆積年代を与え、物性値は埋没深度と堆積年代に依存した経験式で与えており、PS検層結果に見られるミラージュ層の様相に対応している。

2つの系統の長所や短所は、裏返しの関係にある。H系統モデルは、実際の地下構造をできるだけ再現するように精巧に作られているが、任意グリッドで切り出すのが難しくモデル自体の修正作業はモデル作成者以外には困難という欠点がある。一方、J系統モデルは、三次元不均質構造の記述方法が明快なため、地震動計算やモデル自体の修正作業が比較的容易だが、地下構造の表現の精緻さにおいて劣るという欠点がある。どちらも、あらゆる物理探査モデルをコンパイルして3次元構造モデルを作成しているが、H系統モデルでは、ボーリングデータと地質構造の再現に重きがおかれ、J系統モデルでは、地震動データに基づくモデル化と三次元モデル構築作業の明確化に重きが置かれたことに起因しているのであろう。

3. モデルの構成方法

本研究で作成する地下構造モデルとしては、H系統モデルのように地層境界面や物性値構造を可能な限り探査データに忠実に精緻に表現しつつ、J系統モデルのように地層境界面を関数系で表現し、任意の間隔のメッシュで物性値構造が取り出すことが可能なものを目指すこととした。これを実現するため、次の3つの柱で3次元モデルを構成した。

- 1) 断層などの急峻な構造変化を境界とするブロックに分割する
- 2) ブロック毎に地層境界面を複雑な形状に対応できる関数形で表現する
- 3) 物性値(P波速度, S波速度, 密度)を深さ、堆積年代、地域性に依存した式で与える
- 4) 任意の地点の地層境界面深度や地域係数を抽出し、物性値を計算するツールとデータセットを地下構造モデルとする

1) および3) はH系統モデルで採用されている方法を踏襲したもので、3) については物性値式の改良を行った(吉見・他, 2013)。2) について、次節で説明する。

4. 地層境界面の関数形による記述

大阪堆積盆地ではこれまでに多くの反射法探査やボーリング掘削, H/V解析や微動解析が行われており、地層境界面に関する情報が比較的豊富である。加えて、本事業を通じて新たな情報が得られた。これらの情報を統合し、適切な補間によって合理的な地層境界面を生成することを目指した。

近年の3次元レーザースキャナーの発達にともない、多くの点群から面を合理的に生成する手法についての研究がコンピュータ・グラフィックスの分野を中心として活発に行われている。この分野における研究成果の1つとして、放射基底関数 (Radial Basis Function: RBF) を用いた補間法が挙げられる (RBF法)。RBF法は実装が比較的容易であり、従来用いられているスプラインを利用した補間に比べ、(1) 平滑度を調整できることや (2) 外挿時にロバストであることなどの利点がある。図は地震基盤、神戸層群、福田火山灰層、Ma-1層、Ma-3層、Ma-10層の各地層境界についてRBF法を用いて生成した境界面を示す。

キーワード: 地層境界, 鍵層, 補間, 放射基底関数

Keywords: layer boundary, key layer, Radial Basis Function, interpolation

