

(51) 大阪堆積盆地における深部地盤構造のモデル化

財団法人大阪土質試験所 正会員 香川 敬生
 京都大学防災研究所 正会員 澤田 純男
 財団法人大阪土質試験所 正会員 岩崎 好規
 阪神高速道路公団 正会員 南荘 淳

1. はじめに

大阪堆積盆地は四囲を山地に囲まれた中に厚い堆積層を持ち、典型的な堆積盆地構造の地震動特性を示す場所である。この大阪堆積盆地構造の地震動特性を把握するために、これまで各研究機関で地盤構造調査が積極的におこなわれ、多くの情報が蓄積されつつある。本研究では、これまでに公表された深部地盤構造調査を集成し、現在解明された範囲での大阪堆積盆地構造のモデル化をおこなった。モデル化にあたっては、与えられた深度情報から2次元3次Bスプライン関数を用いて滑らかな平均的な曲面による表現をおこなった。また、反射法地震探査や常時微動アレー観測の解析結果から堆積層を3層に分割した堆積構造のモデル化をおこなった。

2. 基盤岩構造のモデル化

大阪堆積盆地では、1988年に実施された北港発破実験^{1)~4)}を契機として、反射法地震探査^{5)~10)}、重力探査¹¹⁾、常時微動アレー観測^{12)~14)}、深層ボーリング^{15)・16)}等、種々の深部地盤調査が実施されている。これらの調査により基盤岩深度が推定あるいは確定的に与えられている地点を図-1に黒丸で示している。これらの情報に、基盤岩が地表に露出していると考えられる周辺岩盤山系の高度(図-1の白丸)を補助的に用いて、12×12kmのメッシュに分割した2次元3次Bスプライン関数¹⁷⁾で大阪基盤岩構造をモデル化した。

用いたスプライン関数は、

$$z(x, y) = \sum_{i=1}^{1+3} \sum_{j=1}^{1+3} c_{ij} B_{4+i-i} \left(\frac{x-x_i}{w_x} \right) B_{4+j-j} \left(\frac{y-y_j}{w_y} \right)$$

であり、 $B_i(r)$ は、

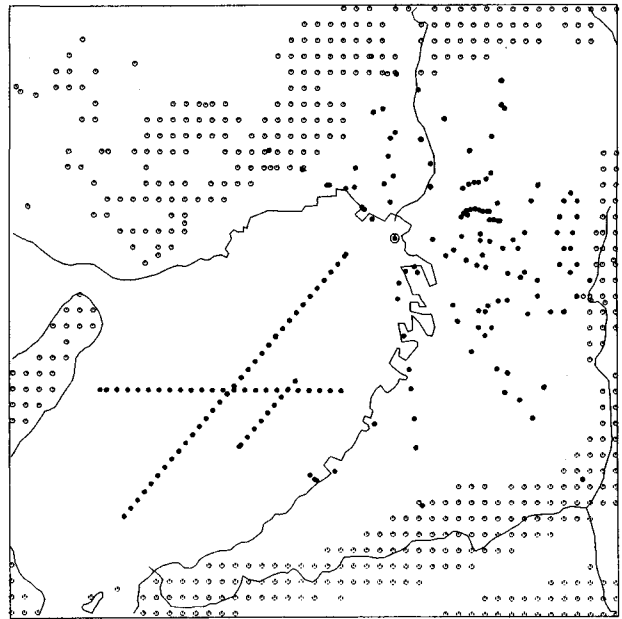


図-1 基盤岩深度の与えられた地点

表-1 基盤岩深度を表現するスプライン係数

		I								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
J	1	-4.224	3.677	11.011	-9.137	18.769	-2.164	-4.628	-1.591	-32.421
	2	0.478	-1.727	-2.659	1.754	-3.554	0.437	0.967	-0.386	5.423
	3	-1.043	1.482	2.581	-1.952	1.987	-1.326	-1.308	-0.278	-4.543
	4	-1.606	-2.194	4.818	2.754	0.895	0.759	1.574	-1.351	-0.536
	5	9.925	-1.695	-1.269	3.423	2.669	1.685	1.142	-0.695	0.547
	6	-0.596	0.552	0.019	-1.466	2.861	1.400	0.423	7.927	-55.563
	7	-0.202	-0.506	0.168	-0.417	-3.416	1.936	1.137	-8.071	52.342
	8	0.413	0.417	-0.912	2.332	4.221	-3.870	-0.917	8.752	-69.053
	9	-7.159	2.360	7.456	-56.878	-18.466	17.471	-2.490	-33.715	284.514

$$B_1(r) = \frac{r^3}{6}$$

$$B_2(r) = \frac{-3r^3 + 3r^2 + 3r + 1}{6}$$

$$B_3(r) = \frac{3r^3 - 6r^2 + 4}{6}$$

$$B_4(r) = \frac{-r^3 + 3r^2 - 3r + 1}{6}$$

で表される3次関数である。

基盤岩深度を表現するためのスプライン係数を表-1に、そのスプライン係数で表現した基盤岩深度コンターを図-2に示す。上町台地の基盤岩の盛り上がり等の微細構造がやや平均化されているが、大局的な構造の特徴は十分に表現されている。ここで2次元3次Bスプライン関数を用いて表現したことにより空間微分値も連続したモデルとなり、不整形地盤を対象とした地震動応答計算の計算モデルとしてそのまま用いることができる。

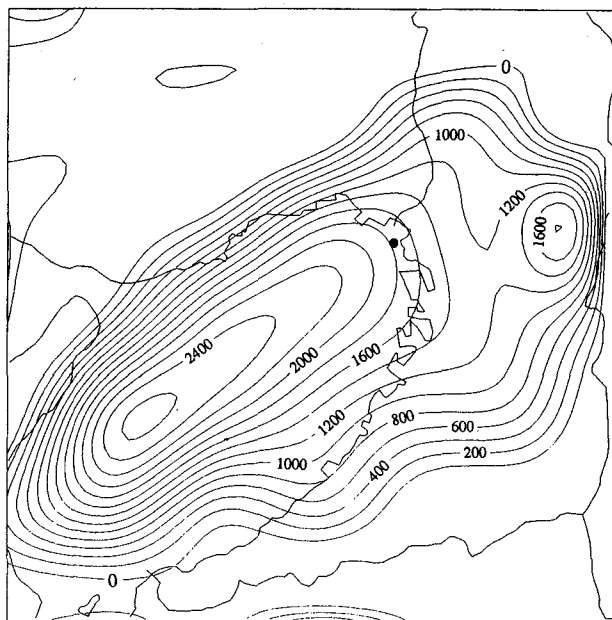


図-2 基盤岩深度コンター図

3. 堆積層構造のモデル化

反射法地震探査では基盤岩に至るまでの堆積層の反射断面が得られている。また、常時微動アレー観測からは、観測位相速度を満足するような堆積層構造を推定することができる。これらの情報に基づき、特徴的な反射構造から3分割（浅層よりA, B, C層）した堆積層構造で反射断面付近で実施された常時微動アレー観測記録を再解析（図-3）し、観測位相速度との整合から大阪堆積盆地構造全体の地盤物性値として表-2の値を推定した。反射断面では対応する層境界を追跡し、常時微動アレー観測¹⁴⁾では表-2の物性値で観測位相速度を満足するような各堆積層厚の逆解析を実施した。その結果、基盤岩深度とAB, BC層境界深度はそれぞれ、

$$Z_{AB} = 0.193 \times Z_{BASE},$$

$$Z_{BC} = 0.473 \times Z_{BASE}$$

の関係にあることが示された（図-4, 5）。

そこで、反射断面と常時微動アレー観測点では解析した堆積層境界深度、発破実験、重力探査、深層（温泉）ボーリングのように基盤岩深度だけが既知の地点では上記関係式より推定した堆積層境界深度を与え、2次元3次Bスプライン関数により各堆積層境界をモデル化した。

得られたAB層境界深度のスプライン係数を表-2に、そのスプライン係数で表現したAB層境界深度コンターを図-6に示す。また、表-3にはBC層境界深度のスプライン係数を、図-7にはそのスプライン係数で表現したBC層境界深度コンターを示す。1988年実施の北港発破点（図-2, 6, 7の黒丸）を通過する東西、

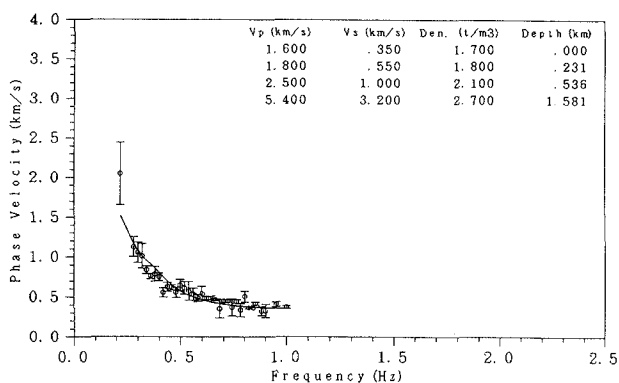


図-3 4層構造での常時微動位相速度再解析例

表-2 各層の推定物性値

	P波速度 (km/s)	S波速度 (km/s)	密度 (tf/m3)
A層	1.60	0.35	1.7
B層	1.80	0.55	1.8
C層	2.50	1.00	2.1
D層 (基盤)	5.40	3.20	2.7

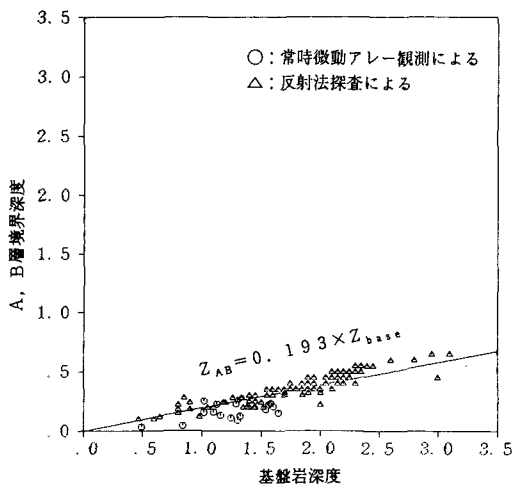


図-4 基盤岩深度とA, B層境界深度の関係

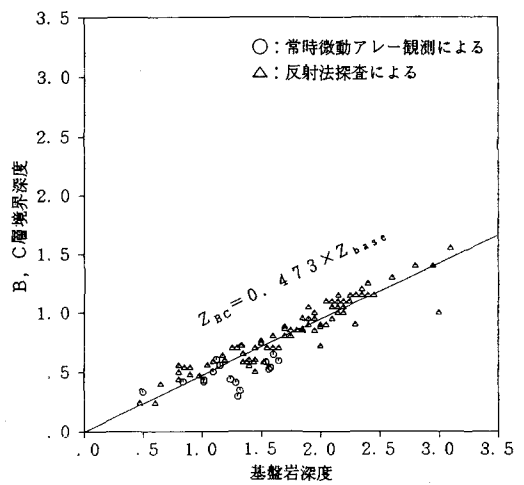


図-5 基盤岩深度とB, C層境界深度の関係

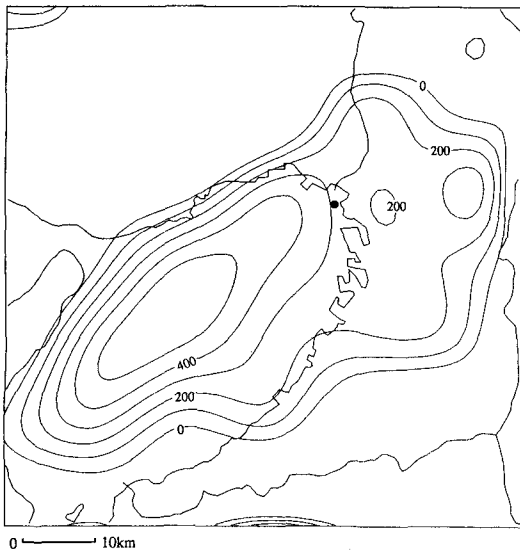


図-6 A, B層境界深度コンター図

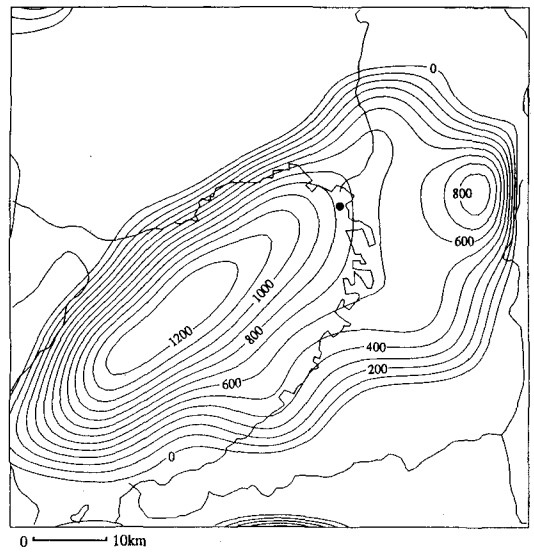


図-7 B, C層境界深度コンター図

南北のモデル断面を図-8, 9に示す。上町台地の基盤盛り上がり等は反射法地震探査より得られた結果を滑らかに平均化したものになっているが、ほぼこれまでの知見を反映したものになっている。

4. おわりに

これまでに公表された深部地盤構造調査結果を集成して、堆積層を3層に分割した3次元4層地盤モデルで大阪堆積盆地構造のモデル化を実施した。モデル化にあ

表-3 A, B層境界深度を表現するスプライン係数

		I								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
J	1	-1.519	1.163	3.569	-3.263	10.293	0.248	-2.996	-3.664	-22.101
	2	-0.230	-0.794	-0.699	0.327	-1.873	-0.246	0.571	0.076	3.212
	3	-0.360	0.365	0.548	-0.580	0.729	-0.694	-1.112	-0.410	-4.116
	4	-0.395	-0.722	0.998	0.627	0.116	0.228	0.581	-0.312	-4.808
	5	1.820	-0.627	-0.397	1.012	0.357	0.271	0.147	-0.324	1.758
	6	1.067	-0.173	0.098	-0.821	1.044	-0.097	0.398	1.332	-15.154
	7	-0.611	-0.158	0.029	-0.677	-1.815	1.194	-0.401	-1.068	12.361
	8	0.666	0.004	-0.560	1.827	1.853	-2.277	0.130	2.863	-38.562
	9	-5.786	2.352	4.120	-34.021	-8.762	9.393	-5.373	-13.741	188.961

っては、離散的に与えられた各層境界深度から滑らかな層境界面を得るために2次元3次Bスプライン関数を用いた。ここで推定したモデルは、大阪堆積盆地構造の1, 2, 3次元地震動応答を計算する際の基礎資料として用いることができるものと期待する。しかしながら、スプライン関数を用いたために情報量の乏しい地域は外挿値で、情報量の密な地域は平均値でのモデル化になっており、各地点の微細な地質情報までは反映されていない点を考慮する必要がある。この点から、今回推定したモデルは第1近似としての大阪堆積盆地構造モデルであり、今後の資料の蓄積による改善が必要である。また、このモデルを用いた地震動応答計算には、上述したモデルの限界をわきまえた充分な配慮が望まれる。

表-4 B, C層境界深度を表現するスプライン係数

		I								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
J	1	-2.370	1.964	5.973	-4.877	14.544	-0.921	-3.431	-3.111	-24.941
	2	-0.030	-1.091	-1.256	0.644	-2.699	0.078	0.671	-0.035	3.754
	3	-0.534	0.724	1.036	-0.826	1.333	-0.986	-1.146	-0.412	-4.034
	4	-0.774	-1.233	2.341	1.294	0.255	0.537	0.870	-0.599	-3.669
	5	4.152	-0.833	-0.845	2.038	1.191	0.552	0.572	-0.549	1.782
	6	0.441	0.065	0.108	-1.098	1.668	0.432	0.575	3.417	-28.355
	7	-0.450	-0.281	0.055	-0.553	-2.366	1.531	-0.110	-2.969	23.563
	8	0.550	0.156	-0.641	1.924	2.689	-3.071	0.220	3.907	-42.232
	9	-6.045	2.219	4.887	-41.153	-12.222	13.610	-6.726	-15.585	185.535

参考文献

- 1) 中川他(1989), 日本応用地質学会関西支部.
- 2) 鳥海他(1990), 地震.
- 3) 横田・末広(1990), 全地連(技術フォーラム).
- 4) 香川他(1990), 地震.
- 5) 吉川他(1987), 物理探査学会学術講演会.
- 6) 岩崎他(1990), 物理探査学会学術講演会.
- 7) 岩崎他(1992), 関西地盤の地質構造と土質特性に関する最近の知見シンポジウム.
- 8) 山本他(1992), 日本応用地質学会研究発表会.
- 9) 戸田他(1992), 日本応用地質学会研究発表会.
- 10) 鷗飼他(1992), 関西地盤の地質構造と土質特性に関する最近の知見シンポジウム.
- 11) Nakagawa et al. (1991), J. Geoscience, Osaka City Univ.
- 12) 青木他(1990), 地震学会.
- 13) 今井他(1991), 地震学会.
- 14) 香川他(1993), 土質工学研究発表会.
- 15) Ikebe and Takenaka(1969), Report on Land Subsidence.
- 16) 市原(1991), アーバンクボタ.
- 17) Koketsu and Higashi(1992), B.S.S.A.

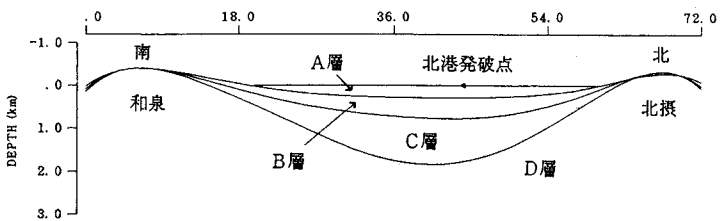


図-8 南北モデル断面

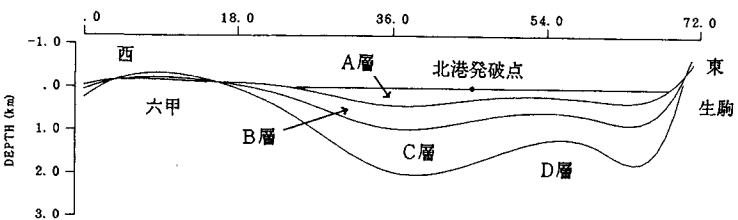


図-9 東西モデル断面