

鳥取砂丘における重力探査

鳥取大学工学部土木工学科 山本 聖暁, 西田 良平

〔目的〕

ラコスト重力計を用いて重力測定を行い、鳥取砂丘における基盤の構造を推定する。

〔方法〕

鳥取砂丘は、基盤の上に砂が堆積している二層構造として考えると非常に単純化出来るため、基盤構造を推定するのは比較的容易である。また過去にボーリング調査が行われており、その地点における基盤の深さは既に分かっている（図1、図2）。以上の二点から測点の位置を決定した。

重力の測定には、屋外での使用に優れた性能を持つラコスト・ロンバーク重力計を用いた。全区間を四分割し、それぞれの区間を往復した。重力計内のバネが自然に伸び縮みする現象をドリフトといい、測定値に非常に大きな影響を及ぼすので、予め同一地点で継続して重力値を読みとり、ドリフト値の推移を記録した。

また、各測点の高さを知る必要があるので、重力を測定する前に水準測量を行った（図4）。

〔解析〕

各測点の位置を二万五千分の一地形図にとり、それぞれの緯度及び経度を求める。回転楕円体の緯度が ϕ である地点に於ける正規重力 γ は、赤道での正規重力を γ_0 、極での正規重力を γ_p とすると、

$$\gamma = \frac{a\gamma_0 \cos^2 \phi + b\gamma_p \sin^2 \phi}{\sqrt{a^2 \cos^2 \phi + b^2 \sin^2 \phi}}$$

という式で表せる。ただし a , b はそれぞれ長半径、短半径である。

得られた測定値に各種の補正を施していく。

1. 潮汐力補正：太陽と月とによる潮汐力の影響を除去する。測定時刻から補正値を算出する。単位は mgal である。

2. 器械高補正：地面から重力計内の重りまでの高さによる影響を除去する。器械高 δ_h による補正値 Δ_h は、

$$\Delta_h = \delta_h \times 0.003086$$

となる。単位は δ_h が cm で、 Δ_h は mgal である。

3. ドリフト補正：一連の測定の間は重力計内のバネの伸び率が一定であるとして、ドリフト量を時間で配分したドリフト補正値を決定する。

以上の補正を行った値を測定重力値と言う（図3）。これに以下の補正を行って、測定重力値をジオイド面上での重力値に換算する。

4. フリーエア補正：測点のジオイド面からの高さによる影響を補正する。高さが h である測点の測定重力値を g とすると、この測点に於けるフリーエア補正後の重力値 g_0 は、

$$g_0 = g + \delta g = g + 0.0003086 h$$

である。単位は h が m で、 g と g_0 とが gal である。 g_0 と正規重力値 γ_0 との差はフリーエア異常 Δg_0 と呼ばれ、

$$\Delta g_0 = g_0 - \gamma_0$$

である。

5. 地形補正：測点付近の地形による影響を補正する。地形補正値は常に正の値をとる。地形補正後の重力値 g_0 に地形補正値 δg を加えたものを g_0' とすると、

$$g_0' = g_0 + \delta g$$



図1 測点位置



図2 ボーリング柱状図

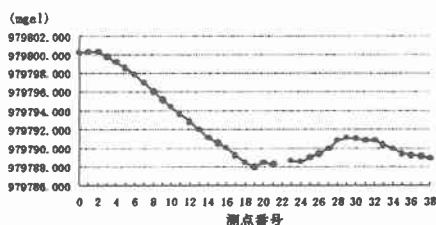


図3 測定重力値

である。国土地理院発行の 500 m メッシュでの平均標高データを用いて算出した。

6. ブーゲー補正：地形補正を行って平らになった後、測点とジオイド面との間にある厚さ h 、密度 ρ の無限平板による引力 $2\pi G\rho h$ を取り除く。通常は密度 ρ に花崗岩の密度 2.67 g/cm^3 を代入して、厚さ 1 m あたり 0.1119 mgal とすることが多い。上記の g_0' をブーゲー補正したものが g_0'' であるとき、

$$\begin{aligned} g_0'' &= g + 0.0003086 h + \delta g' - 2\pi G\rho h \\ &= g + 0.0001967 h + \delta g' \end{aligned}$$

となる。単位は h が m で、 g と g_0'' が gal である。 g_0'' と正規重力値 γ_0 との差をブーゲー異常 $\Delta g_0''$ とすると、

$$\Delta g_0'' = g_0'' - \gamma_0$$

である (図 5)。ブーゲー異常分布はジオイド面より下の地下構造を反映している。ここでは、砂丘の砂の密度が 2.67 g/cm^3 より小さいと考えられるので $\rho = 2.00 \text{ g/cm}^3$ で計算した。

[考察]

ブーゲー異常図から、測点 No.0 から No.15 までの範囲でブーゲー異常値が周辺部分よりも大きくなっていることが分かる。ブーゲー異常値が他より大きいということは即ち、ジオイド面から基盤までの間にある砂の層が薄く、基盤が周囲よりも盛り上がっていることを示している。No.0 の辺りを中心とする基盤の盛り上がりが存在しているとみて良い。この後は、ボーリング調査で得られた資料に基づいた二次元的な地下構造モデルを用いてモデル計算を行っていく。ボーリング調査によって No.21 では基盤がジオイド面から約 25 m の深さにあることが既に分かっているので、これを基準にして地下構造を推定した。ジオイド面からの深さが 240 m までの部分を図 6 のような構造であると仮定して計算した結果 (図 7)、実際に測定して得られたブーゲー異常値の推移 (図 5) と非常に良く一致した。以上のように今回の重力測定から、測線部分の基盤構造は海岸側で隆起し、続いて凹部が見られ、内陸側で再び隆起していると推定される。

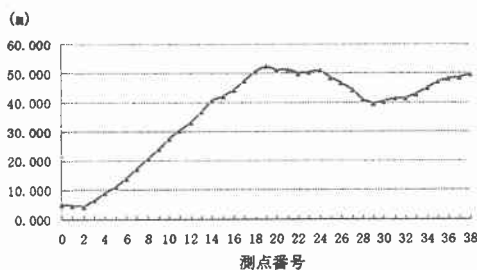


図4 水準測量結果

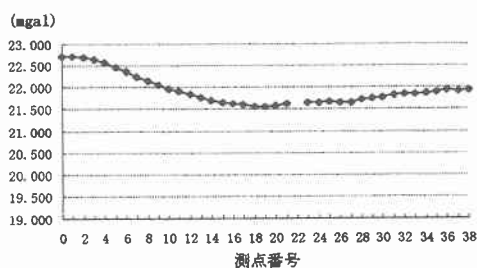


図5 ブーゲー異常 ($\rho = 2.00$)

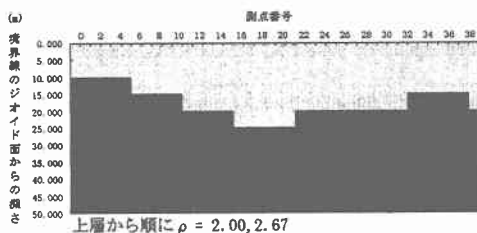


図6 推定した地下構造

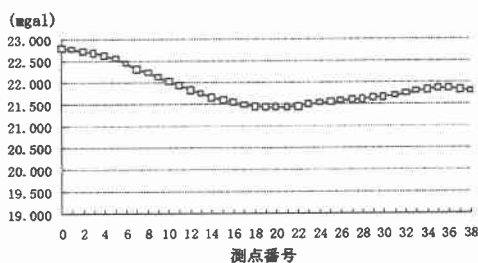


図7 推定した地下構造でのブーゲー異常