

地球内部物理学 課題11

1. 右図のように大陸地殻(厚さ: h , 密度: ρ_c)がマントル(密度: ρ_m)に浮いた状態を考える.

(1) 大陸地殻のうち, マントル内に沈んだ部分の厚さ b を求めなさい.

(2) マントル内は静岩圧状態であり, どの方向

の応力も等しい. すなわち, マントル内では, 鉛直, 水平方向の応力とも次のように与えられる. ただし, z はマントル表面からの深さ, g は重力加速度である.

$$\sigma_z(z) = \sigma_x(z) = \int_0^z \rho_m g dz' = \rho_m g z$$

大陸地殻がマントルから受ける水平方向の力(単位長さ当たり. 紙面に垂直な方向の奥行きを考えている.) F_m は, 次のように, 水平方向の応力の和として表される. F_m を ρ_m, g, b を用いて表しなさい.

$$F_m = \int_0^b \sigma_x(z') dz'$$

(3) 大陸地殻の斜線部分に対して, マントル側からは(2)で求めた F_m が左向きに働いている. 大陸地殻内部からは単位長さ(奥行き方向)当たり, 力 F_c が右向きに働いている. 大陸地殻内の水平方向の応力は

$$\sigma_x(y) = \int_0^y \rho_c g dy' + \Delta\sigma_x = \rho_c g y + \Delta\sigma_x$$

で与えられる. なお, y は大陸地殻表面からの深さである. F_m と同様, F_c はこれを深さ方向に積分することで求められる. 簡単のため, 偏差応力 $\Delta\sigma_x$ は深さによらず一定とする. F_c を $\rho_c, g, h, \Delta\sigma_x$ を用いて表しなさい.

(4) 大陸地殻の斜線部分について水平方向の力のつり合いを考え, 水平方向の偏差応力 $\Delta\sigma_x$ を ρ_c, ρ_m, g, h を用いて表しなさい.

(5) 以下の数値を用いて, 偏差応力 $\Delta\sigma_x$ を求めなさい(単位に注意すること).

$$\rho_c = 2750 \text{ kg/m}^3, \rho_m = 3300 \text{ kg/m}^3, h = 35 \text{ km}, g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

2. 大きな山脈のある地域では, アイソスタシーのため大陸地殻の厚さが 70 km と厚くなっている. 1と同様にして, 斜線部に働く水平方向の力のつりあいから, 山脈の下での偏差応力を求めなさい. 必要ならば, 地殻, マントルの密度を 2800, 3300 kg/m^3 としなさい.

