

亀裂のある弾性板の応力と歪の基礎的解析

A basic analysis of stress and strain of elastic plate with cracks

吉田 満 [1]

Mitsuru Yoshida[1]

[1] なし

[1] nothing

海溝沿いの低角逆断層による大地震の発生機構では、海洋プレートのもぐり込み運動によって、島弧の海溝に面した地域は陸側に押されると同時に沈降し続ける(茂木, 1982)。この段階では陸側プレートは弾性的に変形するとみなされる。又、その2つのプレート境界やプレート内部に存在する既存断層(活断層)は地球内部に存在する巨大な力学的欠陥面である(大中, 松浦, 2002)。本稿は上記の海側と陸側のプレートの応力場を単純化して亀裂と初期欠陥のある軟鋼(mild steel)の薄い弾性板の2次元平面応力問題として考察する。解析法としては有限要素法が使われる。薄板の平面応力近似は水平、垂直方向をそれぞれ x, y 軸とし、 x, y 平面に垂直に z 軸をとると $Z_z=Y_z=X_z=0$ と仮定される。弾性板は領域 1, 2, 3 で構成される。材料(領域 1)のヤング率は 21000kg/mm^2 、ポアソン比は 0.3 である。領域 2, 3 の材料の弾性定数は領域 1 の定数を修正したものが使われる。弾性板の寸法は x, y 方向にそれぞれ $625\text{mm}, 325\text{mm}$ である。板の右端は固定され、左端は自由端とする。板の上面の中央部付近に下方向にくびれた小さな亀裂が存在する。その亀裂の最下端から斜め右下方向に向けて不均一な材料からなる不連続面(領域 3)が存在する。上部(領域 1)、下部(領域 2)、不連続面(領域 3)は異なる軟鋼で構成され、領域 2 は板の左下領域を形成する。この板の構成は空間的には領域 3 の左側は海洋プレート(領域 1)、右側は大陸プレート(領域 1)に、領域 2 は海洋プレートの下のマントルに相当する。領域 3 は大陸プレートと海洋プレートの境界を形成する。この弾性板の領域 1 の左端に x 方向に外力を与えて弾性板内部の応力と歪の分布を調べると次の様な特性が得られた。(C1) 領域 1 の不連続面がある領域より右側では歪の水平成分が上下成分より大きいものに対して、その左側の領域では逆の特性となる。(C2) 板は最下部を除いて右側に縮み板全体が下方向に沈む。最下部は左側に伸びる。(C3) 領域 3 においてミーゼス応力(菊池, 和田, 2004)が局所的に大きくなる場所と小さくなる場所が近接して存在する。(C4) 領域 1 の上面の亀裂周辺でせん断応力が高く応力集中がみられる。特性(C2)は、板内部で応力の流れに変化があることを示している。特性(C3)は領域 3 において破壊が起こりやすくなり、もぐり込む海洋プレートの地震発生の要因に関連するようと思われる。

文献: 茂木清夫, 1982, 日本の地震予知, サイエンス社, pp. 11. 大中康譽, 松浦充宏, 2002, 地震発生の物理学, 東京大学出版会, pp. 24-25. 菊池正紀, 和田義孝, 2004, 材料力学の基本, 秀和システム, pp. 136-138.