

論文要旨

Abstract

論文題目

Title: Dynamic modeling of neotectonics and contemporary stress field in the India-Eurasia collision zone

インド-ユーラシア衝突帯におけるネオテクトニクスの力学的モデルと応力場

The collision zone between Indian and Eurasian plates is a product of unique geodynamical processes that has been operating since 50 Ma. Lithospheric deformation caused by the collision is distributed over a broad area extending north and east of the Himalaya. However, nature of distributed deformation is diverse because the Himalayan fold-and-thrust belt is characterized by compressional tectonics as revealed by seismic events. Contrastingly, several normal faults have been observed in the compressional wedge, which contradicts recent observation of seismicity. Therefore, two-dimensional plane strain, finite element modeling (FEM) is carried out to study change in stress regime that produces normal fault in active compressional wedge of the Himalaya. Three structural cross-sections (eastern, central and western Nepal) with different geometries of the Main Himalayan Thrust (MHT) are considered for simulation because each profile is characterized by different seismicity and neotectonic deformations. The models geometry is based on geophysical and geological data, and each model run requires an assumed elastic rheology. Series of numerical models are presented to understand the influence of mid-crustal ramp on stress field and neotectonic faulting. Results show that the presence of the mid-crustal ramp induces compressive and tensional stress field respectively to the north and south of its location and consequently, normal faults are developed in the thrust sheets moved on the mid-crustal ramp. Since the shear stress accumulation along the northern flat of the MHT is entirely caused by the mid-crustal ramp, this suggests reactivation of the MHT in the future large ($M_w > 8$) earthquake as in the past. Simulated fault pattern reconciles several active faults in Nepal Himalaya. In all models, distribution of horizontal σ_1 (maximum compressive stress) is consistent with the sequence of thrusting in fold-and-thrust belt of the Himalaya. The failure elements around the flat-ramp-flat coincide with the microseismic events of the area, which is believed to release elastic stress partly during interseismic periods.

On the other hand, elevated Tibetan Plateau reflects extensional tectonics in response to continuous convergence of Indian Plate against Eurasian Plate. The frequently occurring earthquakes and other tectonic stress indicator have provided vast set of database on maximum horizontal compressive stress (S_{Hmax}) that can be useful to study stress sources, plate kinematics and ongoing geodynamics. Taking advantage of plane stress FEM modeling technique, and observed data on S_{Hmax} , several models are run to reproduce contemporary stress field. Results show that the convergence normal to the orogen is essential to reproduce observed S_{Hmax} , which in turn controls the magnitude and orientation of S_{Hmax} . The kinematics equivalent to east-west tectonic escape did not reproduce the observed stress field. Therefore, the best-fit model of present day stress field is obtained only with southeastward tectonic escape of the Tibetan crust rather than eastward extrusion. There is, however, significant increase in S_{Hmax} magnitude with increasing crustal depth because of stress amplification. Incorporation of suture zones in the model did not change orientation of S_{Hmax} significantly. Considering these facts, 'continuum tectonic model' is more preferable than the 'block tectonic model' for the active deformation of the Tibetan Plateau.

Name: Deepak Chamlagain

2007年8月8日

琉球大学大学院
理工学研究科長 殿

論文審査委員

主査 氏名 林 大五郎

副査 氏名 筒井 茂明

副査 氏名 古川 雅英



学位（博士）論文審査及び最終試験の終了報告書

学位（博士）の申請に対し、学位論文の審査及び最終試験を終了したので、下記のとおり報告します。

記

申請者	専攻名 海洋環境学 氏名 CHAMLAGAIN DEEPAK 学籍番号048576E	
指導教員名	林 大五郎	
成績評価	学位論文 <input checked="" type="radio"/> 合格 <input type="radio"/> 不合格	最終試験 <input checked="" type="radio"/> 合格 <input type="radio"/> 不合格
論文題目	Dynamic modeling of neotectonics and contemporary stress field in the India-Eurasia collision zone インドとユーラシアの衝突帯におけるネオテクトニクスの力学モデルと応力場	
審査要旨（2000字以内）		

(次頁へ続く)

審査要旨

インドとユーラシアの衝突に端を発したヒマラヤとチベット地域の変形と隆起は地球史のなかでも第一級の変動である。この変動は現在も続いているが、そこに見いだされた2つの謎の解明にこの研究は迫っている。

1番目のシミュレーションは、正断層と地震の発生する地帯がヒマラヤ地帯では一様に分布しないこと(Nakata, 1982; Nakata, 1989; Nakata and Kumahara, 2002)を解明する。このためネパールでの代表的な3つの断面(東、中央、西ネパール)でシミュレーションを行った。

Main Central Thrust (MCT) や Main Boundary Thrust (MBT) の root thrust である Main Himalayan Thrust (MHT) に ramp がない場合には引っ張り場は見られず、正断層を説明できないが、ramp がある場合には引っ張り応力がみられ正断層の発達を支持する。

東ネパールと中央ネパールでは MHT 沿いの ramp 周辺で地震の発生が見られるが (Pandey et al., 1999)、シミュレーションでこれを確認できる。西ネパールでは MHT の深部に地震の発生が見られるが (Pandey et al., 1999)、これもシミュレーション結果と一致する。

2つ目のシミュレーションは、一般に圧縮場と考えられているヒマラヤチベット地域(Lhasa block, Qiangtang block, Songpan-Ganzi block)で正断層やリフト系が見られることの検討と、各種の応力解析で求められた応力方位の分布(World Stress Map; Reinecker et al., 2005)に最も良く適合する地質構造の配列と境界条件を考慮した。さらに、GPS から求められた変位ベクトルの分布 (Thatcher, 2007) とシミュレーションの結果との比較を行い、境界条件をより詳細に検討した。(1)幾何形状については single domain, three domains, three domains with suture zones の3種類。ここで three domains とは Himalaya, Tarim Basin, Tibetan Plateau である。(2)変位境界条件については24種類。(3)深さについては single domain で2種類、他では3種類。(4)地質体の力学特性は1種類。これらの組み合わせは192モデルとなる。論文に記載されている変位境界条件は3種類(1)南東部の変位境界を東西方向に自由とする。(2)1に加えて、東部と西部の変位境界を東西方向に自由とする。(3)2に加えて、北部の変位境界を東西方向に自由とする。これらのシミュレーションの結果観測値と最も良く適合するのは、three domains で、南東部の変位境界を東西方向に自由とするモデルであった。現在チベット地域の形成機構に関して、ブロックテクトニクス学派(Thatcher, 2007; Meade, 2007)と連続体テクトニクス学派(Flesch et al., 2001; Chen et al., 2004)の論争がある。このシミュレーションの結果は連続体テクトニクスに味方するようである。

Deepak Chamlagain による”Dynamic modeling of neotectonics and contemporary stress field in the India-Eurasia collision zone”と題された博士論文審査会は2007年8月8日(水)10時から11時までの1時間に理学部本館114教室で行われた。この結果から合格とする。