3.3 三次元 FEM による断層モデルの高度化

(1)業務の内容

(a) 業務題目 三次元 FEM による断層モデルの高度化

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名
国立研究開発法人産業技術総合研究所	主任研究員	竿本 英貴

(c) 業務の目的

中央構造線断層帯の四国陸域の断層区間を対象として、複雑な断層形状を反映させた三次 元有限要素解析を実施し、断層面の相互作用を考慮した上で断層変位分布を明らかにする。 すなわち、サブテーマ1で得られる断層面情報およびサブテーマ2で得られる広域応力場情 報等を入力とし、断層変位を複数のシナリオについて断層変位分布を検討する。なお、複数 のシナリオに関する検討結果は、サブテーマ4におけるシナリオ設定と関連している。

- (d) 3 ヵ年の年次実施業務の要約
- 1) 令和2年度:

中央構造線断層帯の四国陸域の断層区間を念頭において、複数の断層面を取り扱う ことができる有限要素解析プログラムのプロトタイプを構築した。また、松田式を断 層面上物性に反映させることにより、変位解析の信頼性を向上させる工夫を施した。

2) 令和3年度:

令和2年度に作成したプログラムを改修し、四国地方の中央構造線断層帯の傾斜角 に関する解析を実施した。

3) 令和4年度:

石鎚山脈北縁区間および石鎚山脈北縁西部区間間についても有限要素メッシュを 生成するとともに、全業務期間を通じて作成した有限要素メッシュについて変位解 析を実施し、断層面周辺の変位分布および断層面間の相互作用を明らかにする。また、 得られた結果のまとめを行う。

(2) 令和3年度の成果

(a) 業務の要約

活断層周辺で地震時に地表で生じる変状を数値解析等の手法で予測することは、変状が 社会基盤施設に与える影響を考察する上で重要である。変形予測では、断層面形状、地下 構造、広域応力場、岩盤材料特性、松田式に代表されるスケーリング則など様々な情報を 積極的に統合・活用することが肝要である。

令和3年度における業務は、解析対象の断層帯に対する有限要素メッシュの生成である。 昨年度(令和2年度)の進捗において、解析対象断層帯全体にわたる有限要素メッシュの プロトタイプをすでに作成しているため、令和3年度前半は、このメッシュに最新の調査 結果に関する知見を組み込めるようメッシュ生成プログラムを改変し、後に示すように地 下任意深さでの断層面の折れ曲がりを表現可能とした。結果、令和3年度の業務計画に対 応する解析対象断層帯全体の有限要素メッシュ生成について、当初の計画どおりの進捗を 得ることができたと判断した。

令和3年度後半は、四国地方の中央構造線断層帯の傾斜角を設定するにあたっての重要 な2つの仮説(北傾斜仮説、高角仮説)について、力学的な検討を実施した。具体的には、 有限要素解析を用いてどちらの仮説が合理的であるのかを、既往研究で提案されているモ デルを参考にして作成した3つの有限要素モデルに対する変位解析により検討した。これ らのモデルについて傾斜角や最大主応力方向を様々に変化させたパラメトリックスタディ ーを実施した結果、北傾斜仮説は棄却された。

以上、今年度は業務計画に対応する有限要素メッシュ生成に加え、四国地方の中央構造 線断層帯の傾斜角に関する既往仮説の検討を力学的な観点で実施したのが令和3年度の進 捗となる。

(b) 業務の実施方法

四国地方の中央構造線断層帯の傾斜角に関する2つの仮説(北傾斜仮説、高角仮説)に対 する力学的な観点からの検討には令和2年度業務で作成したスケーリング則(松田式)を組 み込んだ有限要素解析手法を用いる。本計算手法は、複数のシナリオを検討するために1 回のシミュレーションにかかる計算時間を可能な限り短くしていること、断層面上の物性 にスケーリング則(松田式)を組み込み、現実的な変位分布が実現される工夫を施してい ることが特徴である(竿本, 2018; 竿本, 2019; 竿本, 2021)。なお、シミュレーションに 関する一連の手続きは、汎用有限要素解析プログラム (COMSOL Multiphysics, ver.6.0) 上で実装した。

(c) 業務の成果

1) 四国地方の中央構造線断層帯に対する三次元有限要素メッシュの生成

a)有限要素メッシュ

図1は計算規模・計算時間についての検討を実施するための断層面モデルであり、今回 のプロジェクトで取り扱う予定の断層面を全て含んでいる(讃岐山脈南縁東部区間、讃岐 山脈南縁西部区間、石鎚山脈北縁区間、石鎚山脈北縁西部区間)。ここで、各断層面は J-SHIS に収録されているデータ(特に断層線の緯度経度情報)を参考にして作成している(防 災科学技術研究所、2022年3月29日閲覧)。図1は、各断層面の傾斜角を全て90°と設定 した場合について図示している。また、各断層の幅も全て地下 15km までと設定した。な お、各断層面の上端は地表面まで到達している設定としている。讃岐山脈南縁東部区間の 断層線の走向は N77E、讃岐山脈南縁西部区間の断層線の走向は N76E、石鎚山脈北縁区間の 断層線の走向は N74E、石鎚山脈北縁西部区間の断層線の走向は N69E である。このモデル では、石鎚山脈北縁区間と石鎚山脈北縁西部区間がわずかに交差しているのが特徴である。 今年度は、昨年度作成したプロトタイプの有限要素メッシュについて、全ての区間に対し て地下の任意深さで断層面の折れ曲がりを追加できるようプログラム改変を実施した。後 に示すように、この機能を用いて北傾斜仮説を検討するための有限要素モデルを作成している。

図2は図1に対する有限要素メッシュであり、断層面を含む310km×310km×40kmの直方 体領域についてモデル化したものであり、約93万個の4面体2次要素から成っている。な お、断層面の領域は、一辺の長さがほぼ500mである3角形2次要素から成っている。こ のモデルに対応する連立一次方程式の自由度は、約405万次元となる。図2で示した有限 要素メッシュに対しては、1回あたりのシミュレーション時間は約12分であり、実用的な 計算時間となることを確認している。

2) 四国地方の中央構造線断層帯の北傾斜仮説および高角仮説に対する検討

a)既往研究

四国地方の中央構造線断層帯の傾斜が北傾斜であるとする仮説は、主として 1996 年に 実施された反射法地震探査で得られた地層分布に対する解釈に基づいている(伊藤・他, 1996; Ito et al., 1996)。彼らは、徳島県脇町から国道 193 号線を北上して香川県側の 領家花崗岩分布域に至る 15.5km の測線を設定し、測線に沿って反射法地震探査、重力探 査、比抵抗探査を実施している。彼らは探査結果をもとに、三波川変成岩類/和泉層群と 領家花崗岩類の境界としての中央構造線(以下、物質境界 MTL)と、活断層としての中央構 造線(以下、活断層 MTL)の関係を議論している。反射法地震探査結果の解釈より物質境 界 MTL の傾斜は深度 5 km 程度までは北に 30~40°傾斜していることを指摘しており、活 断層 MTL は物質境界 MTL から分岐した断層が地表近傍で高角化しているとする仮説(図3、 以下、北傾斜仮説)および活断層 MTL は物質境界 MTL と独立して高角断層として存在して いる仮説(図4、以下、高角仮説)を提示している。

Kawamura ら(2003)は、伊藤らの反射法地震探査の測線を北側に延長した測線に対する反 射法地震探査を実施しており、15km 程度までの深度に対する反射断面を得ている。反射断 面の解釈結果より、伊藤らの解釈にある物質境界 MTL から繋がる北傾斜の地層境界面の存 在を示唆している。また、2002 年四国-瀬戸内海横断地殻構造探査の成果(Ito et al., 2009)においても物質境界 MTL の北傾斜を示すと考えられる解釈が提示されている。

以下に示す本事業内での検討は、「活断層 MTL」が北傾斜しているか高角なのかを力学的 な観点から検討する内容であり、物質境界 MTL に関する議論ではないことに留意されたい。

b) 仮説検討のための3種類の有限要素モデル

北傾斜仮説および高角仮説を検討するため、ここでは図5から図7に示す3種類のモデル(Model-01、Model-02、Model-03)を用意した。

図5に示す Model-01 は、伊藤・他(1996) および Ito et al. (2009)での解釈図をトレ ースすることで作成したもので、物質境界 MTL とそれに付随する副断層を模擬している。 両断層面ともに傾斜角は 30°程度であった(解釈図のトレース結果)。このモデルは、断 層面を物質境界 MTL とその副断層のみで構成した際、どのような断層変位が生じるのかを 検討する目的で作成している。すなわち、活断層 MTL が物質 MTL と一致しているケースと 考えることができる。なお、広域応力場の最大主応力方向は南北方向から東西方向まで 15°刻みで変化させおり、各ケースについてシミュレーションを実施している。

図6に示す Model-02 は、広域応力場の最大主応力方向と活断層 MTL の傾斜角を様々に

変化させた場合の変位様式を検討するものである。最大主応力方向は、N45W、N60W、N75W、 東西圧縮(N90W)の4ケースを、活断層 MTLの傾斜角は 30°、45°、60°、75°、80°、 85°、90°の7ケースを設定しており、合計 28 ケースのシミュレーションを実施してい る。シミュレーションから得られる変位分布(特に上下変位分布)と地形の起伏・既往調査 結果で得られている地表変位様式を比較することで、合理的な活断層 MTLの傾斜角を推定 しようとするものである。

図7に示す Model-03 は、物質境界 MTL から活断層 MTL が分岐して地表近傍で高角化し たケースを模擬するもので、伊藤・他(1996)の提案されている仮説の一つと対応する。 なお、Model-03 についても、Model-02 同様、広域応力場の最大主応力方向についてのパラ メトリックスタディーを実施している(N45W から東西圧縮、4ケース)。また、地下の物 質境界 MTL の傾斜角についても 40°の場合と 45°の場合を検討している。

c)各モデルの上下変位分布と地形の起伏との比較

図8から図10は、図5で示したModel-01に対する上下変位分布を示している。図8は、 最大主応力方向を南北方向としたものであり、物質境界 MTL を模した主断層と副断層で区 切られる領域がポップアップしている状態が確認できる。当然ながら、主断層・副断層と もに断層面上でのすべり変位様式はピュアな逆断層で確認される変位様式となっている。 図9は、最大主応力方向をN45Wと設定した場合の上下変位分布を示している。断層面上の 変位様式はピュアな逆断層状態ではなく斜めずれを呈する状態となっているが、図8と同 様に主断層と副断層で区切られる領域はポップアップしていることが確認できる。図 10 は、 最大主応力方向を N60W と設定した場合の上下変位分布を示している。図8や図9に比べ て斜めずれの成分が大きくなって上下変位成分が相対的に小さくなっているものの、依然 として主断層と副断層で区切られた領域はポップアップしていることがわかる。また、図 9や図 10 で確認できるように、主断層近傍の隆起よりも副断層近傍の隆起が卓越してい ることが見て取れる。以上のように、今回実施したパラメトリックスタディーの範囲では Model-01 はどのような最大主応力方向に対しても主断層と副断層で区切られる領域がポ ップアップする結果となった。物質境界 MTL を模した主断層とその副断層と考えられる断 層で区切られる領域全体のポップアップは既往研究で確認されていない上、地形の起伏と 調和しないと判断できる。Model-01に対するパラメトリックスタディーから、Model-01で 示した断層面配置は力学的な観点からは不合理と結論できる。

図 11 から図 13 は、図 6 で示した Model-02 について N60W の方向に最大主応力を載荷し た場合に対する上下変位分布を各傾斜角(30°、60°、90°)について示している。図 11 は、全ての断層面の傾斜角を北傾斜 30°と設定した場合に対応する上下変位分布である。 全ての区間で断層線の北側で隆起が、断層線の南側で沈降が生じており、典型的な逆断層 に見られる変位様式(上盤隆起、下盤沈降)となる。この傾向は今回設定したいくつかの最 大主応力方向に依らず確認できる。図 13 は断層面の傾斜角を 90°とした場合であり、断 層線端部を除いて上下変位は認められない(ピュアな横ずれ)。

図 14 は、図 11 で示した上下変位分布(北傾斜 30°のケース)を地理院地図(陰影起伏 図)に重ねて表示したものである。Model-02 で北傾斜 30°と設定した場合、燧灘近傍で最 大隆起が確認されるため、海域が隆起することになる。ところが、実際は海域となってい るため地形の起伏と調和しない。同様に、断層線の南側では沈降する変位様式となるが、 この点についても実際の地形の起伏と調和しない。以上、Model-02 についてのパラメトリックスタディーより、断層面傾斜角を低角の北傾斜と設定した場合、上下変位分布様式が地形の起伏と調和しないことがわかった。この結果も活断層 MTL に対する北傾斜仮説を棄却するものである。

図 15 は、図7で示した Model-03 に対する上下変位分布を示している。同図は、各断層 面の傾斜角について地下1 km 以浅で 90°、地下1 km 以深では 40°と設定したケースに対 応する。Model-02 で示した上下変位分布の特徴と同じく、断層線北側では隆起が、断層線 南側では沈降が確認される。この上下変位分布を地理院地図(陰影起伏図)と重ねて示し たものが図 16 であるが、Model-02 に対する議論と同様に燧灘での隆起がシミュレーショ ン結果では確認されるなど、地形の起伏と調和しない結果となっている。なお、この傾向 は地下1 km 以深での断層面傾斜角を 45°と設定した場合も同様の結果が得られている。

既往研究で提案された活断層 MTL の北傾斜仮説と高角仮説を、有限要素解析によって力 学的な観点から検討した。今回検討した3種類の断層面モデルからは、いずれの場合も北 傾斜仮説を棄却する結果が得られた。このような知見は、多数の数値シミュレーションを 実施することでのみ得られる知見であり、断層面配置に関する仮説の検証に数値シミュレ ーションが有効であることを示している。次節では、断層線上すべりの上下変位量と水平 変位量の比に着目することで、活断層 MTL の傾斜角に関する考察を加える。

d) 断層線上すべり量分布(Model-02の讃岐山脈南縁西部区間を対象として)

図 17 から図 22 は、Model-02 における讃岐山脈南縁西部区間の断層線上でのネットスリ ップ量・上下/水平変位比を各傾斜角(30°、45°、60°、80°、85°、90°)について示 したものである。ネットスリップ量の大きさについては、最大主応力方向に対する依存性 が図 17(a)から図 22(a)の全てのケースについて確認できる。断層面傾斜角が 60°程度ま では(図17-図19)、最大主応力方向をN45Wと設定するケースでネットスリップ量が大き くなることがわかる。断層面傾斜角が 70°程度から鉛直の範囲では、最大主応力方向を N60Wと設定することでネットスリップ量が最大化されることが確認できる。傾斜角が 30° の場合(図17(a))は、最大主応力方向をN45Wとすることで、8m程度のネットスリップ が算出されている。また、傾斜角が 90°の場合(図 22(a))では最大主応力方位を N60W と することで6m程度のネットスリップが算出されている。最新活動にともなう変位量に関 する調査結果(堤・後藤,2006)によれば、讃岐山脈南縁西部区間の一部である池田断層 に対する断層変位量(右横ずれ)は、徳島県三好郡東みよし町山口で7.0±0.2mと報告さ れている。また、同区間の一部である寒川断層に対する断層変位量(右横ずれ)は、四国 中央市寒川町で4.7~7.1mと報告されている。ネットスリップ量に対するシミュレーショ ン結果は上述のとおり最大主応力方位依存性が認められるものの、調査結果程度の変位量 が傾斜角と最大主応力方向の多くの組み合わせに対して確認できるため、変位量の大きさ のみでは傾斜角と最大主応力方位に関する考察が困難となることに留意されたい。

一方、断層変位の上下変位成分と水平変位成分の比(以下、上下/水平比)については、 傾斜角に対する依存性が大きく、傾斜角に対する考察を加えるのに適した量であると考え る。例えば、傾斜角が30°の場合(図17(b))、全ての最大主応力方位について上下/水平 比が0.4以上となっていることがわかる。他方、傾斜角が高角になればなるほど上下/水 平比は小さくなっており、傾斜角が90°の場合は、断層線端部を除く領域で上下/水平比 は最大主応力方向に依らずほぼゼロとなっている。したがって、上下/水平比に対する調 査結果が得られれば、北傾斜仮説・高角仮説に対する議論が進展するものと考える。

現時点では上下/水平比に対する測定結果は報告されていない。ただし、讃岐山脈南縁 東部区間の平均変位速度(推定値)が報告されており(地震調査研究推進本部、2017)、父 尾断層に対して上下:0.6m/千年、水平:6m/千年とされる。したがって、父尾断層で は上下/水平比は0.1と推察できる。この比率が讃岐山脈南縁西部区間にそのまま適用で きるかどうかは不明であるが、比較対象の一つと考えられる。上下/水平比が0.1程度と なるケースは、傾斜角が85°から鉛直の範囲に限られる(図21(b)、図22(b))。すなわち、 今後のトレンチ調査等で上下/水平比が計測されてその値が0.1に近い数値であった場合、 断層面はほぼ鉛直に近いと考えることができる。なお、30°で北傾斜する場合の上下/水 平比は最大主応力方位に依らず0.4以上であるため(図17(b))、上下/水平比が0.4以下 のケースであれば高角仮説が支持される。

以上、活断層 MTL の断層面傾斜角に対する北傾斜仮説・高角仮説を力学的な観点から検 討するため、3種類のモデルを用意して有限要素解析を用いたパラメトリックスタディー を実施した。今回検討した範囲内では、北傾斜仮説は棄却できると考える。高角仮説を積 極的に支持するシミュレーション結果は出ていないものの、父尾断層に対する平均変位速 度の上下/水平比(0.1)とシミュレーション結果の比較から、活断層 MTL の傾斜角が高角 である可能性が示唆された。今後のトレンチ調査等による上下水平比の測定に期待したい。 以上の検討は、様々に断層面を配置して主応力方向を変化させることができる有限要素解 析によってのみなされることを強調しておく。

(d) 結論ならびに今後の課題

令和3年度は主として活断層 MTL の北傾斜仮説・高角仮説に対する検討を三次元有限要素法によって実施した。今回実施した業務内容および得られた知見は、以下のとおりである。

- 解析対象となる区間についての三次元有限要素メッシュを生成した。また、断層面の 任意深度で折れ曲がり点を設定できるようにプログラムを高度化した。
- 活断層 MTL の傾斜角についての2種類の仮説(北傾斜仮説・高角仮説)を検討するため の3種類の断層面モデルを作成し、変位解析を実施した。
- 今回実施した仮説検討の範囲内では、北傾斜の場合の変位様式は地形の起伏と調和しないことが明らかとなった。結果、北傾斜仮説は棄却できると判断した。
- 高角仮説を積極的に支持するシミュレーション結果は出ていないが、上下/水平比に 着目することで活断層 MTL の傾斜角を高い精度で推定できることを示した。

本事業の最終年度となる次年度(令和4年度)では、作成した有限要素メッシュに最新 の調査結果を反映させるとともに変位解析を実施し、断層面周辺の変位分布および断層面 間の相互作用を明らかにする予定である。

(e)引用文献

伊藤谷生・井川猛・足立幾久・伊勢崎修弘・平田直・浅沼俊夫・宮内崇裕・松本みどり・ 高橋通浩・松澤進一・鈴木雅也・石田啓祐・奥池司郎・木村学・國友孝洋・後藤忠徳・ 澤田臣啓・竹下徹・仲谷英夫・長谷川修一・前田卓哉・村田明広・山北聡・山口和雄・ 山口覚,四国中央構造線地下構造の総合物理探査,地質学雑誌,102,346-360,1996.

- Ito, T., T. Ikawa, S. Yamakita, and T. Maeda, Gently north-dipping Median Tectonic Line (MTL) revealed by recent seismic reflection studies, southwest Japan, Tectonophysics, 264, 51-63, 1996.
- Ito, T., Y. Kojima, S. Kodaira, H. Sato, Y. Kaneda, T. Iwasaki, E. Kurashimo, N. Tsumura, A. Fujiwara, T. Miyauchi, N. Hirata, S. Harder, K. Miller, A. Murata, S. Yamakita, M. Onishi, S. Abe, T. Sato, and T. Ikawa, Crustal structure of southwest Japan, revealed by the integrated seismic experiment Southwest Japan 2002, Tectonophysics, 472, 124-134, 2009.
- Kawamura, T., M. Onishi, E. Kurashimo, T. Ikawa, and T. Ito, Deep seismic reflection experiment using a dense receiver and sparse shot technique for imaging the deep structure of the Median Tectonic Line (MTL) in east Shikoku, Japan, Earth, Planets and Space, 55, 549–557, 2003.
- 竿本英貴,松田式を考慮した FEM による断層変位評価とその上町断層系への適用,土木学 会論文集 A1 (構造・地震工学),74,4, I_59-I_71,2018.
- 竿本英貴,FEM による断層変位のスリップパーティショニング発生条件の探索一逆断層と 横ずれ断層の組み合わせ例一,土木学会論文集 A1(構造・地震工学),75,4,I_25-I_35, 2019.
- 竿本英貴, 断層変位に起因して生じるプルアパート構造についての有限要素解析, 土木学 会論文集 A1 (構造・地震工学), 77, 4, I_14-I_23, 2021.
- 産業技術総合研究所 活断層データベース, <u>https://gbank.gsj.jp/activefault/index</u> (2022 年 5 月 16 日閲覧).
- 地震調査研究推進本部 地震調査委員会,中央構造線断層帯(金剛山地東縁-由布院)の長 期評価(第二版),2017.
- 堤 浩之・後藤秀昭,四国の中央構造線断層帯の最新活動に伴う横ずれ変位量分布,地震 第2輯, 59, 2, 117-132, 2006.
- 防災科学技術研究所 地震ハザードステーション J-SHIS, <u>http://www.j-shis.bosai.go.jp</u> (2022 年 3 月 29 日閲覧).



図1 四国地方の中央構造線断層帯に対する断層面モデル(J-SHIS の情報から作成 (防災科学技術研究所、2022 年 3 月 29 日閲覧))。



図2 図1の断層帯モデルに対する三次元有限要素メッシュ。



図3 物質境界 MTL から分岐して地表近傍で高角化した活断層 MTL についての仮説 (伊藤・他、1996 に加筆)。



図4 物質境界 MTL から独立した高角な活断層 MTL についての仮説 (伊藤・他、1996 に加筆)。



図5 Model-01:物質境界 MTL とそのバックスラストを模擬したモデル (伊藤・他(1996)の解釈図をトレースして作成)。



図 6 Model-02: 広域応力場の最大主応力方向と活断層 MTL の傾斜角を変化させたモデル。



図7 Model-03:活断層 MTL が地表近傍で高角化(地下1km まで鉛直)したモデル。



図8 Model-01の上下変位分布(最大主応力方向:南北方向)。



図 9 Model-01 の上下変位分布(最大主応力方向:N45W)。



図 10 Model-01 の上下変位分布(最大主応力方向:N60W)。



図 11 Model-02 の上下変位分布(傾斜角:30°、最大主応力方向:N60W)。





図 12 Model-02 の上下変位分布(傾斜角:60°、最大主応力方向:N60W)。



-0.5236 rad Surface: Displacement field, Z component (m) M

図 13 Model-02 の上下変位分布(傾斜角:90°、最大主応力方向:N60W)。



図 14 Model-02の上下変位分布(図 11)を地理院地図(陰影起伏図)に重ねたもの (傾斜角:30°、最大主応力方向:N60W)。背景は活断層データベース(産業技術総合 研究所)により作成。



m

図 15 Model-03の上下変位分布 (傾斜角:90°(1km以浅)、40°(1km以深)、最大主応力方向:N60W)。



 図 16 図 15 の上下変位分布を地理院地図(陰影起伏図)に重ねたもの
(傾斜角:90°(1 km 以浅)、40°(1 km 以深)、最大主応力方向:N60W)。背景は活断 層データベース(産業技術総合研究所)により作成。



(a) 断層線上ネットスリップ

(b) 断層線上の変位比(上下変位/水平変位)

図 17 Model-02の讃岐山脈南縁西部区間(北斜角 30°)の断層線上でのネットスリッ プ量(a)と上下変位と水平変位の比(b)。



⁽a) 断層線上ネットスリップ

(b) 断層線上の変位比(上下変位/水平変位)

図 18 Model-02の讃岐山脈南縁西部区間(北斜角 45°)の断層線上でのネットスリップ量(a)と上下変位と水平変位の比(b)。



⁽a) 断層線上ネットスリップ

(b) 断層線上の変位比(上下変位/水平変位)

図 19 Model-02の讃岐山脈南縁西部区間(北斜角 60°)の断層線上でのネットスリッ プ量(a)と上下変位と水平変位の比(b)。



(a) 断層線上ネットスリップ
(b) 断層線上の変位比(上下変位/水平変位)
図 20 Model-02 の讃岐山脈南縁西部区間(北斜角 80°)の断層線上でのネットスリップ量(a)と上下変位と水平変位の比(b)。



(a) 断層線上ネットスリップ

(b) 断層線上の変位比(上下変位/水平変位)

図 21 Model-02の讃岐山脈南縁西部区間(北斜角 85°)の断層線上でのネットスリップ量(a)と上下変位と水平変位の比(b)。



(a) 断層線上ネットスリップ

(b) 断層線上の変位比(上下変位/水平変位)

図 22 Model-02の讃岐山脈南縁西部区間(傾斜角 90°)の断層線上でのネットスリッ プ量(a)と上下変位と水平変位の比(b)。