

(78) 地殻変動解析による活断層評価

ACTIVE FAULTS ESTIMATION BY CRUSTAL MOVEMENT ANALYSIS

浜島良吉* ・ 西村 進** ・ 小出 仁***

Ryokichi HAMAJIMA, Susumu NISHIMURA, Hitoshi KOIDE

The earth surface is covered with many plates and this plate tectonics is the important basic principle for the earthquake occurrence mechanism. Japan is divided by further small blocks and we modeled based on such block structures. We can calculate the relative displacements among the blocks by using a newly developed discontinuous analysis considering the elemental deformation. In this study, we have got some important results. At first, the existence of the big tectonic line which goes to the side of Japan Sea from the Median Tectonic Line became clear. Another result is that the destruction of Itoigawa-Shizuoka tectonic line area causes very wide crustal movements.

1. まえがき

1995年1月17日の兵庫県南部地震では5000名を越す人名が失われ、甚大な被害が発生した。これに伴い、各省庁では各種の観測・研究が進められている。筆者らは既に昨年度から近畿北部の地殻変動に着目した研究を行ってきたが^{1), 2)}、本研究では主として中央構造線、糸魚川・静岡構造線に着目した考察について報告する。

2. モデル化および解析

地球表面はいくつものプレートで覆われているが、日本列島を考えた場合これはさらに小さなブロック構造により分割されていると考えられる^{3), 4)}。筆者らは既に、こうしたブロック構造に基づいたモデル化を行い、新しく開発した要素内変形をも考慮した不連続体解析により解析をおこなっている。本解析では千年当たりの相対変位が推定されている近畿北部の断層系⁵⁾を同定することにより境界条件及び物性値を設定している。ただし断層の物性値に関しては、せん断剛性を垂直剛性Eのおよそ1/100~1/10000とし、垂直剛性はヤング係数Eに等しく設定している。これはサンアンドレアス断層の観測結果から、断層部の応力はこれまでの推定値より相当小さく、断層にはほぼ垂直に作用しているとする報告による⁶⁾。本解析手法は要素内の降伏および要素境界での亀裂発生およびせん断による滑りを考慮できるが、ここでは要素内の降伏を考慮せず、要素間では引っ張り破壊のみを考慮している。要素間でのせん断降伏および圧縮破壊も考慮すべきであるが、ここでは第1次計算としてせん断に関してはせん断剛性を小さくすることで対処し、圧縮破壊に関しては考慮していない。図1はメッシュ分割であり、太い実線が断層を表し、太い破線は今回削除した断層を表す。これまでに明らかになった点を要約すれば下記のようなものである

* 正会員	工博	埼玉大学助教授	工学部建設工学科
** 正会員	理博	京都大学教授	理学部地質学鉱物学科
*** 正会員	工博	地質調査所	環境地質部長

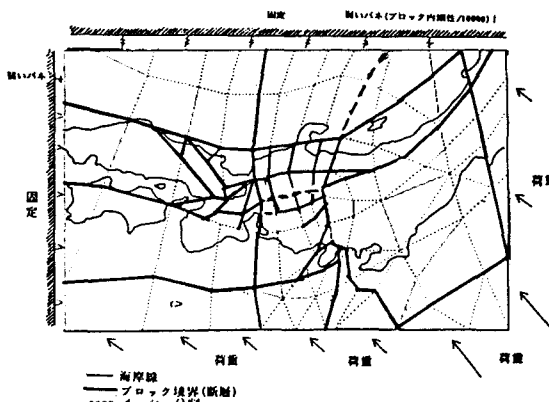


図1 境界条件およびブロック境界線

慮する以外は弾性解析であるが、全体的には地殻変動を比較的良好に表現している。

5)糸魚川・静岡構造線(ISTL)、阿寺断層、根尾谷断層等の南北系の断層の動きが小さく、また相模トラフの動きも小さい。

6)MTLより南海トラフの動きが小さい。

こうした解析結果をふまえ、MTL、ISTLに関して更に検討を加えた。

3. 中央構造線、糸魚川・静岡構造線の破壊に関する考察

3.1 中央構造線：

図2は塩野⁸⁾によるフィリピン海プレートの沈み込み領域と中央構造線の位置関係を示したものである。フィリピン海プレートが中央構造線に達している部分と、そうでない部分中央構造線の動きが異なること

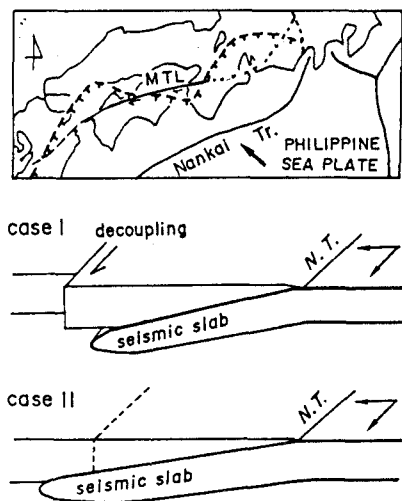


図2 沈み込むプレートとMTLの位置関係(塩野⁸⁾)

平面図(上)。中央構造線(MTL)と seismic slabの先端(スパイク状の破線)の平面的な位置関係。紀伊半島西部から四国にかけて部分で右横ずれ断層運動が特に活発である。

模式断面図(中、下)。case I: seismic slabの先端が中央構造線を越えない場合、case II: seismic slabの先端が中央構造線を越える場合。

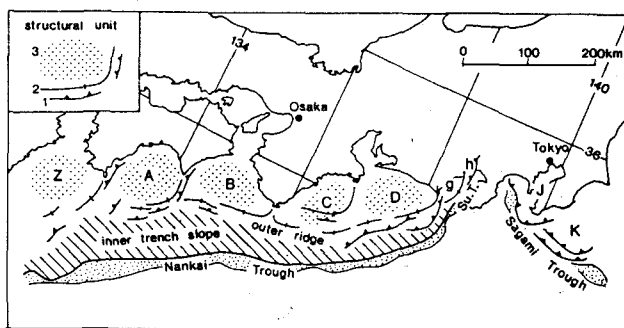


図3 南海トラフ～相模トラフ沿いの地質構造单元

1:逆断層、2:背斜軸および隆起軸、3:前弧海盆(栗田⁹⁾)

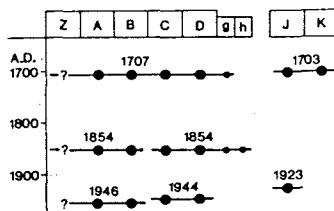


図4 巨大地震のサイクルとその破壊領域(栗田⁹⁾)

を示している。これを参考にして、図1においてフィリピン海プレートが中央構造線を越えている部の断層のせん断剛性は剛性Eを用い、それ以外はE/10000とした。図3は栗田⁹⁾による南海トラフ～相模トラフ沿いの東西長さ120～150km、南北幅80～100km地質構造単元を示している。これらはプレート境界沿いの破壊領域とよく一致していることが示されており、図4は巨大地震のサイクルとその破壊領域である。杉山¹⁰⁾はこうした地質構造単元の形成が東部の相良―掛川地域で約4Maに始まり、西へ拡大していき、四国海域では第四期になってから始まったと推定している。これらをもとにこうした地質構造単元をメッシュ分割に反映させた解析も併せて行った。

3.2 糸魚川・静岡構造線：

佃¹¹⁾は図5のように地震発生危険地域を示しており、また図6のように近畿から中部地域にかけての歴史地震を示している。本報告ではこうした地震発生地域に対して解析面から考察する事にする。

またISTLに隣接する構造線として図7に示されるように柏崎―千葉構造線¹²⁾が存在するが、これは高崎から千葉まで続くと推定されている元荒川構造体¹³⁾を通る。また図8は石川¹⁴⁾により示された中部、関東地域の震源分布と地震の空白域であり、図9は溝上¹⁵⁾による震央分布である。ここで柏崎―千葉構造線および、新潟県北部地震(1995.4. M.6)―今市地震(1949. M.6.4)―西埼玉地震(1931. M.6.3)―山梨、神奈川県境地震(M6.3)を結ぶラインの動きについて考察することにする。

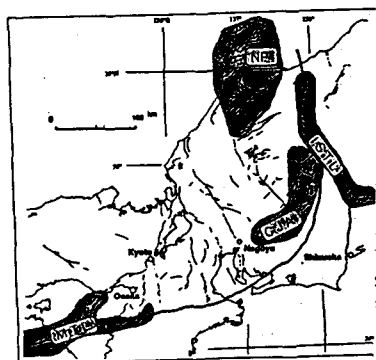


図5 将来活動が活発となりうる活断層地域(佃¹¹⁾)

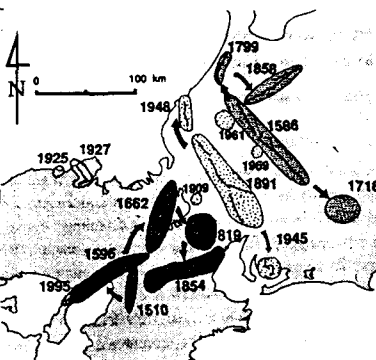


図6 16世紀以来M>6.5の歴史地震(佃¹¹⁾)

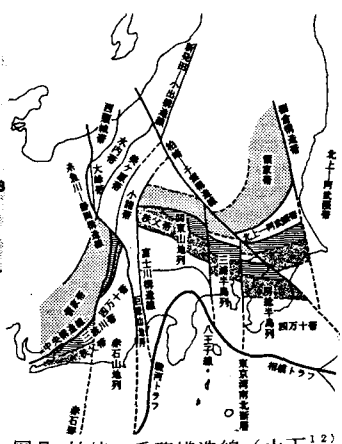


図7 柏崎―千葉構造線(山下¹²⁾)

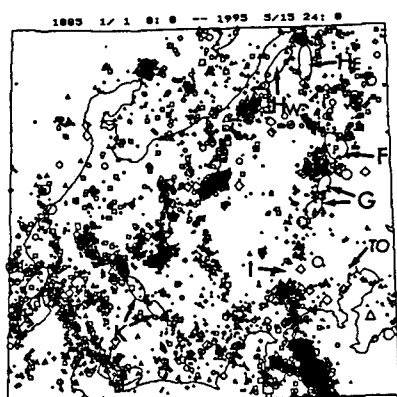


図8 震央分布と空白域(石川¹⁴⁾)

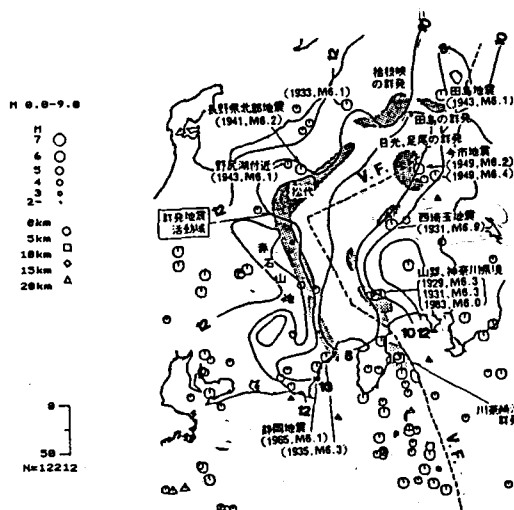


図9 M>5.5 h<30kmの震央分布、火山フロント(破線)(溝上¹⁵⁾)

4. 解析結果

(a) case 1

図10aはISTLの破壊直前の断層の動きを表している。これに対し、図10bはISTLの破壊後の結果であり、破壊前に比べ、阿寺断層、根尾谷断層の順に大きく変動し、さらに相模トラフも大きく変動する。また図10cは変形図であるが、これより、北部ISTLを除いて引っ張り破壊となる。また伊那谷断層から豊田市の猿投断層まで引っ張り破壊領域となるが、この領域に関してはこれまでの解析のように跡津川断層の南側の線を断層線として解析すると同じ領域がせん断破壊し大きな右横ずれ変位が生ずる。そのかわりこの場合には阿寺断層、根尾谷断層は引っ張り破壊となり、横ずれのせん断変位は小さい。図6に示されるように中部地域に関しては、北西-南東系の破壊が卓越しており、跡津川断層の南側の線を断層線としてモデル化することは東西方向の右横ずれ成分が大きくなりすぎ、妥当ではないと思われる。

(b) case 2 南海トラフ沿いの地質構造単元のモデル化

図11はISTL破壊直後の結果であるが、地質構造単元をモデル化することにより、南海トラフがMTLより大きな右横ずれを生ずる。できるだけ実際に近い地質構造のモデル化が必要である。ただし、本解析はISTLの破壊直後であり、更に阿寺断層、根尾谷断層の破壊が生ずるまでの解析が必要である。

(c) case 3 柏崎-千葉構造線の検討

柏崎-千葉構造線に関してはISTLの破壊前は太平洋プレートの影響が支配的であり左横ずれ成分を有する。これに対し左横ずれ成分を有するISTLが破壊することにより柏崎-千葉構造線の相対変位は小さくなる。

(d) case 4 新潟県北部地震-今市地震-西埼玉地震-山梨、神奈川県境地震を結ぶラインの動き

図12、13はISTLの破壊前後の結果であり、この場合には相当な変動量が生ずる。図9に示されるように西埼玉地震の震源地は柏崎-千葉構造線との交点にあたる。

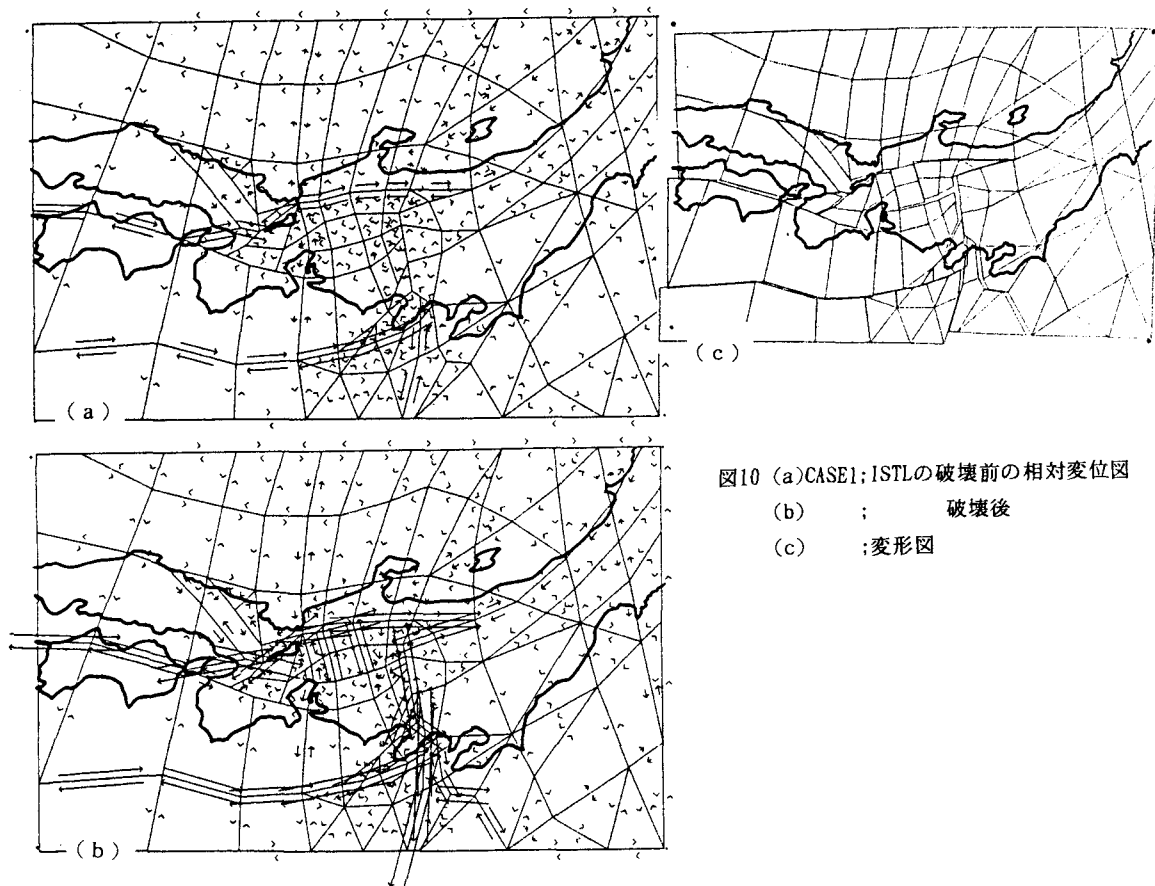


図10 (a)CASE1; ISTLの破壊前の相対変位図

(b) ; 破壊後

(c) ; 変形図

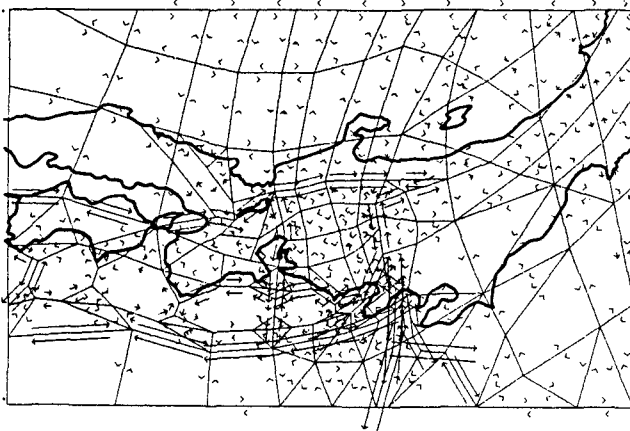
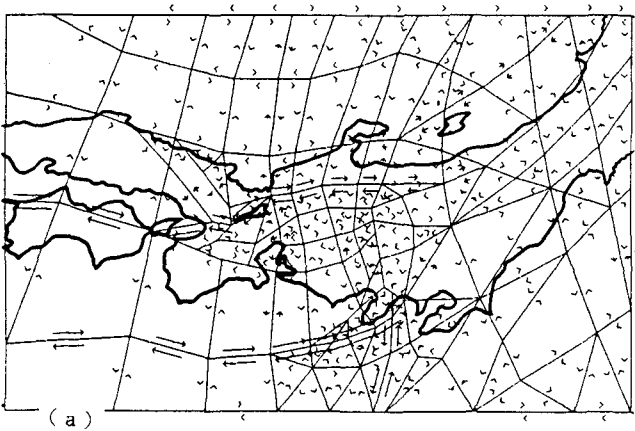
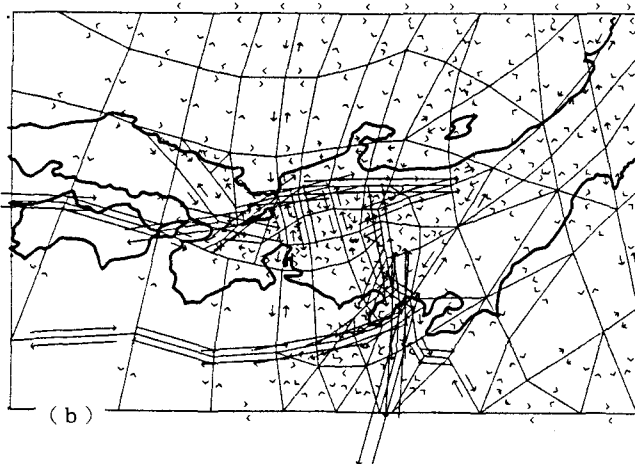


図11 CASE2; ISTLの破壊直後の相対変位



(a)



(b)

図12 (a)CASE4; ISTLの破壊前の相対変位

(b) ; 破壊後

5. 参考文献

- 1) 浜島良吉、西村 進、小出 仁：近畿区域を含む断層系の力学的検討、第23回地震工学研究発表会講演概要、pp. 165-168, 1995
- 2) 浜島良吉：Crustal movement analysis, 埼玉大学工学部建設系研究報告、pp. 207-237.
- 3) 西村 進他：近畿北西部地域の活構造(5)、第2号、第40巻、地震、pp. 561-573.
- 4) 金折祐司：甦る断層、近未来車。
- 5) 吉岡敏和：近畿地方のネオテクトニクス、地質調査所月報、43巻、第1/2号、pp. 87-90, 1992.
- 6) 嶋本利彦：断層の深部を探る、地震と断層。東京大学出版界。
- 7) Hashimoto, M., and D.D. Jackson: Yectonics and crustal deformation around the Japanese Islands, J. of Geol. Res. Vol. 98, No. B9, pp. 16, 149-16, 166, 1993.
- 8) 塩野清治：南海トラフから沈み込むプレートの形と中央構造線、地質学論集、No. 40, pp. 197-204, 1992.
- 9) 栗田泰夫：固有断層活動、可変地震モデルの提案：南海トラフ～相模トラフ沿いの巨大地震の例、月刊地球、号外No. 5, pp. 80-84, 1992.
- 10) 杉山雄一：西南日本前弧域及び瀬戸内区のネオテクトニクス、地質学論集、第40号、pp. 219-233, 1992.
- 11) 佃 栄吉：兵庫県南部地震の地震断層と近畿地域の歴史地震との関係、Proc. of the 5th symp. on geo-envir. and geo-tech., pp. 121-126, 1995.
- 12) 山下昇編：フォッサマグナ、東海大学出版会
- 13) 清水康守、堀口満吉：大宮大地北東部における元荒川構造体について、地質学論集、20号、95-102.
- 14) 石川有三：地震活動空白域の意義、月刊地球、号外、No. 13, pp. 71-80, 1995.
- 15) 溝上 恵：日光地域の地震活動とテクトニクス、月刊地球、VOL. 16, No. 4, pp. 208-214, 1994.