

地震前後の空中写真測量による地表地震断層の変位量計測と更新世後期の変位地形計測の手法開発 台湾車龍嘯断層を例にして Development of the measuring method for the deformation by photogrammetry, A case study of the Chelungpu fault, Taiwan

松多 信尚^{1*}, 石黒 聡士¹, 鈴木 康弘¹, 渡辺 満久², 西川 由香³, 陳文山³

MATSUTA, Nobuhisa^{1*}, ISHIGURO, Satoshi¹, SUZUKI, Yasuhiro¹, WATANABE, Mitsuhiro², NISHIKAWA, Yuka³, Wenshan Chen³

¹名古屋大学, ²東洋大学, ³国立台湾大学

¹Nagoya University, ²Toyo University, ³National Taiwan University

活断層で地震時に活動するセグメントを特定することは、地震災害の軽減にとって大きな問題である。しかし、地震が発生する前にそれを予測することは難しい。我々は、活断層が複数回の地震を発生させ累積した変動地形の変位量分布パターン、実際に出現した地表地震断層の変位量分布パターンと震源断層のすべり量分布を比較することで、変動地形から地震時のすべりと活動セグメントを推定することを試みている。高密度に変動地形の変位量を測る手段として、空中写真や衛星画像を用いた写真測量による計測が有効である。

一般的な地図作成に用いられる空中写真や衛星画像を利用した地形計測技術は、GCP(Ground Control Point:地上基準点)が計測範囲において面的にバランス良く配置された環境下では、数十センチの誤差で計測できる。このため、時間的・空間的に実測が難しい地域の地形計測に多く利用されてきた。しかし、撮影された時期以降に無視できない大きさの地殻変動があった場合は、過去にさかのぼってGCPの座標を計測することが出来ないため空中写真測量は不可能と考えられる。

台湾中部では1999年にMw 7.6の集集地震が発生し、地表地震断層である車龍嘯断層が出現した。地震後の古地震学調査で、活動セグメントは常に同じでない可能性が指摘された。そこで、我々は活断層と地表地震断層および地震時の断層面すべり量を比較することを試みた。

対象地域には1978年に撮影された空中写真がある。そこで、この地震前に撮影された空中写真と地震後の2004年に撮影されたSPOT衛星画像を利用した写真測量から、活断層と地表地震断層の変位量分布パターンを計測することを試みた。1978年当時のGCPの座標を計測することは出来ないため、我々は断層の下盤側を不動と仮定して、2009年の12月にGPSによる現地測量を実施した。使用したGPS機器はTHALES社のMobileMapperである。GCPの候補地点20箇所は事前に空中写真で位置を確認し、それぞれ約30分間の測定を行った。

標定精度の検証として、地震時に変位がなかった地域において空中写真と衛星画像上で同一の点の標高を測量し比較した。その結果、GCPから遠ざかるほど大きな誤差が生じていた。これは標定の精度が悪いことを意味する。その理由として、空中写真が紙焼きの写真のスキャンしたデジタルデータであること(写真データの歪み)、使用カメラの焦点距離が正確には分からなかったこと、GCPの配置が比較的直線的で面的な配置ではなかったことなどが考えられる。

そこで、我々は計測手法の改善が必要と考えて、次の三つの手法を比較し、空中写真測量の地震断層への適応方法について考察した。

手法1:地震前の大縮尺地図から座標を読み取る。

1:5,000の写真地図上の読標点をGCPとして使用する。この地図は地震前のものであるため、地震時隆起による誤差は無い。しかし、平面位置座標を定規で測っていること、読標点が水田や道路上のため厳密な位置の特定が困難であることなどから、平面位置の精度は悪いと考えられる。

手法2:SPOT衛星画像から座標を読み取る。

SPOT衛星画像は空中写真と比較して歪みが小さいため、現地測定した数点のGCPを用いた標定により、画像内の平面位置は精度よく計測できる。そこで、標定されたSPOT衛星画像上の座標を真とし、その座標を空中写真測量の標定に用いる。この場合、地震時に変位がない場所ではSPOT衛星画像と空中写真の座標は一致する。また、地震時に変位した場所においては、変位量分の誤差が生じる。つまり、配置されたGCPに囲まれる内側の誤差はGCPの変位量を超えない。そこで、断層から十分遠方にGCPを設定することにより、断層近傍における誤差は比較的小さくなると考えられる。

手法3:上盤側で実測された隆起量をGCPに反映させる。

GPS観測や地震後の現地調査により、地震による変位量が実測されている。そこでGCPの座標をSPOT画像から測量し(手法2と同様)、その値を実測された変位量で補正して空中写真のGCPとして使用する。補正に使用する地震時変位量が地形断面測量によって得られた値である場合は平面位置を特定できないことや、GPS観測は点数が少ないことは検討が必要である。

それぞれの方法で空中写真を標定し、同一測線の地形断面を測量し比較した。次に、SPOT衛星画像でも同一測線上

Japan Geoscience Union Meeting 2012

(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



SSS35-P34

会場:コンベンションホール

時間:5月22日 18:00-19:30

で地形断面を測量し、空中写真から得られた地形断面との差分を求めることにより地震時の変位量を見積もり、実測された値と比較した。その結果、手法3による計測が最も精度が良かったものの、どの手法も地形断面の測量結果には大きな違いがないことが分かった。

この方法で車籠埔断層沿いの変位量の分布について考察を加える。

キーワード: 活断層, 地表地震断層, 車籠埔断層, 写真測量, SPOT 衛星画像, 台湾

Keywords: active fault, surface rupture, Chelungpu fault, photogrammetry, SPOT image, Taiwan