

地震断層変位量に関する統計的分析

法政大学大学院学生会員 ○諸井亮磨 正会員 酒井久和
産業技術総合研究所 正会員 吉見雅行
香川大学 正会員 梶谷義雄

1.はじめに

2016 年熊本地震では、地表地震断層（以下地震断層）が多数出現し、阿蘇郡に位置する大切畑大橋や俵山大橋などの甚大な損傷の一因と考えられている。道路橋示方書（平成 29 年度版）では、断層変位に対して影響を受けないよう架橋位置又は橋の形式の選定を行うことが新たに定められ、そのためには地震断層の発生位置や地震断層変位量の把握が非常に重要である。マグニチュードと地震断層の最大変位量の関係式は松田¹⁾、片岡・日下部²⁾によって提案されているが、最近の地震を含めた検討が必要である。

本研究では、片岡・日下部の提案式に 2016 年熊本地震までの近年の地震を追加し、関係式を更新する。また、推定活断層上に地震断層が必ずしも出現するとは限らないこと、推定活断層から地震断層までの距離が離れると断層変位量が小さくなることを考慮し、推定活断層から地震断層までの距離と地震断層変位量の関係を分析する。

2.研究方法

地震断層が出現した地震に関する論文、調査報告書、活断層詳細デジタルマップなどから最大変位量、マグニチュード等の地震データを収集する。これらのデータをもとに、地震断層の最大変位量 D_{max} －モーメントマグニチュード M_w の回帰式を作成する。また、推定活断層から地震断層までの距離 R －地震断層変位量 D の散布図をもとに断層変位量の分析を行う。

3.分析結果

3.1 モーメントマグニチュードと最大地震断層変位量の関係

国内地震を対象として、縦ずれ断層、横ずれ断層の M_w と D_{max} の関係を図-1、回帰式を式(1)、(2)に示す。

縦ずれ $\log_{10} D_{max} = 1.00M_w - 6.3 \ (R=0.82) \ (1)$

横ずれ $\log_{10} D_{max} = 1.21M_w - 8.1 \ (R=0.91) \ (2)$

ここに、 R は相関係数である。また、縦ずれ断層において、回帰式の 1/3 程度の値を示すプロットは $M_w6.6$ の新潟中越地震の東山複背斜軸部を中心として隆起した最大値である。

つぎに国内外地震を対象に、断層のタイプごとに分析を行った結果として、 M_w と D_{max} の関係を図-2、回帰式を式(3)、(4)にそれぞれ示す。

縦ずれ $\log_{10} D_{max} = 0.66M_w - 4.4 \ (R=0.66) \ (3)$

横ずれ $\log_{10} D_{max} = 0.94M_w - 6.3 \ (R=0.91) \ (4)$

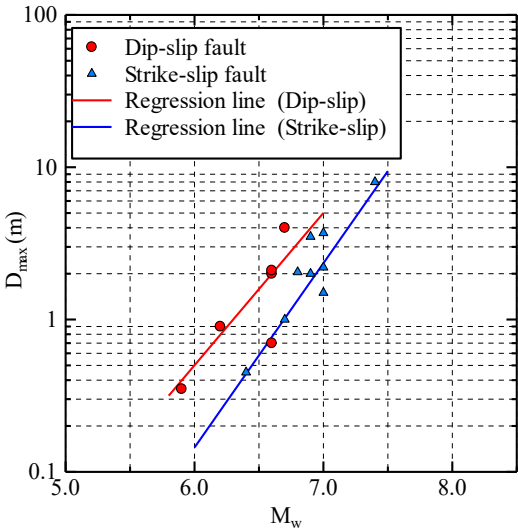


図-1 最大変位量－モーメントマグニチュードの関係（国内地震）

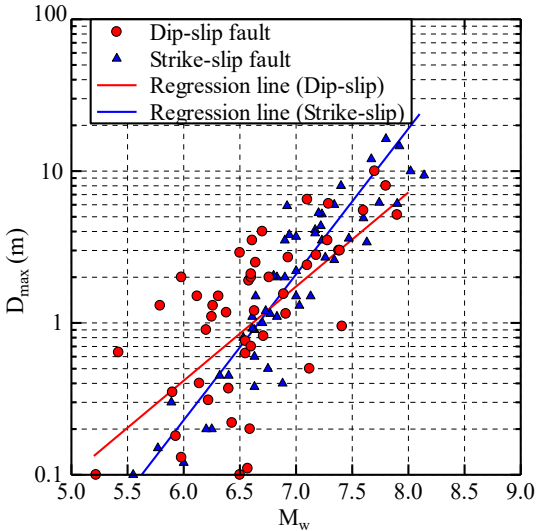


図-2 最大変位量－モーメントマグニチュードの関係（国内外地震）

キーワード：地震断層、推定活断層、統計分析

住所：東京都新宿区市谷田町 2-33 電話番号：03-5228-1231

国内外地震を対象として、縦ずれ断層、横ずれ断層変位の予測区間 90% の上限値 $\bar{D}_{\max}$ を式(5)、式(6)にそれぞれ示す (図-3、図-4 参照)。

$$\text{縦ずれ } \log_{10} \bar{D}_{\max} = 0.66M_w - 4.4 + \sqrt{0.034(M_w - 6.6)^2 + 0.59} \quad (5)$$

$$\text{横ずれ } \log_{10} \bar{D}_{\max} = 0.94M_w - 6.3 + \sqrt{0.0098(M_w - 6.9)^2 + 0.178} \quad (6)$$

3.2 推定活断層と出現した地震断層の距離

縦ずれ断層、横ずれ断層の推定活断層から既往の国内地震で実際に発生した地震断層までの距離 $r(\text{km})$ と各モーメントマグニチュード M_w の地震断層変位量 $D(\text{m})$ を推定式(5)、(6)の $\bar{D}_{\max}$ で除し正規化した地震断層変位量を図-5、図-6にプロットする。また、縦ずれ断層、横ずれ断層について非超過確率曲線を式(7)、(8)にそれぞれ示す。

$$\left. \begin{aligned} \text{縦ずれ} \quad & \bar{D}_{rV} = A_{rV} D_{\max} \\ & A_{rV} = 1.9e^{-r} \quad (\text{破線: 非超過確率 98\%}) \\ & A_{rV} = 1.8e^{-0.3e^r} \quad (\text{実線: 非超過確率 95\%}) \end{aligned} \right\} (7)$$

$$\left. \begin{aligned} \text{横ずれ} \quad & \bar{D}_{rH} = A_{rH} D_{\max} \\ & A_{rH} = 1.6e^{-r} \quad (\text{破線: 非超過確率 98\%}) \\ & A_{rH} = 1.9e^{-0.25e^r} \quad (\text{実線: 非超過確率 95\%}) \end{aligned} \right\} (8)$$

ここに、 $\bar{D}_r$ は推定活断層から地震断層までの距離 r に応じた上記の非超過確率の断層変位量であり、 A_r は $D_{\max}$ の低減係数である。

4. まとめ

本研究では、国内地震を対象とした片岡・日下部の横ずれ断層のモーメントマグニチュード M_w と最大地震断層変位量 $D_{\max}$ の関係式を更新し、縦ずれ断層の M_w と $D_{\max}$ の関係式を新たに提案した。

また、国内外地震の縦ずれ断層、横ずれ断層のデータに基づいて M_w と $D_{\max}$ の回帰式、予測区間を用いた分析によって観測値の 90% をカバーすると推定される上限式を示した。

さらに、推定活断層から地震断層までの距離に応じた地震断層変位量の低減係数を提示した。

参考文献

- 1) 松田時彦：活断層から発生する地震の規模と周期について，日本地震学会編地震，第2輯，第28巻，pp.269-283，1975.
- 2) 片岡正次郎，日下部毅明：内陸地震の規模・タイプと地表地震断層の特性，土木学会論文集，No.801/I-73，pp.21-32，2005.
- 3) 小松原琢，小荒井衛，黒木貴一，岡谷隆基，中埜貴元：2004年新潟県中越地震による地すべり・斜面崩壊と東山丘陵の地形発達との関係，地学雑誌，123巻1号，pp.49-68，2014.
- 4) 遠田普次，丸山正，吉見雅行，金田平太郎，栗田泰夫，吉岡敏和，安藤亮輔：2008年岩手・宮城内陸地震に伴う地表地震断層—震源過程および活断層評価への示唆—，地震，第62巻，pp.153-178，2010.

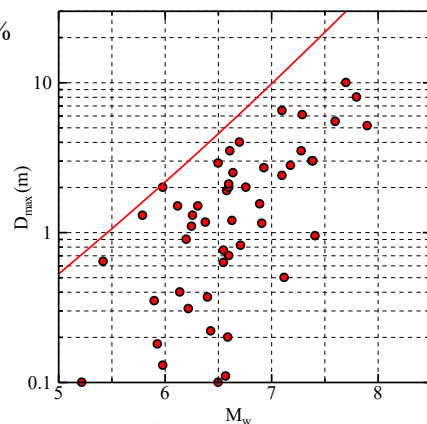


図-3 モーメントマグニチュード-最大変位量の関係

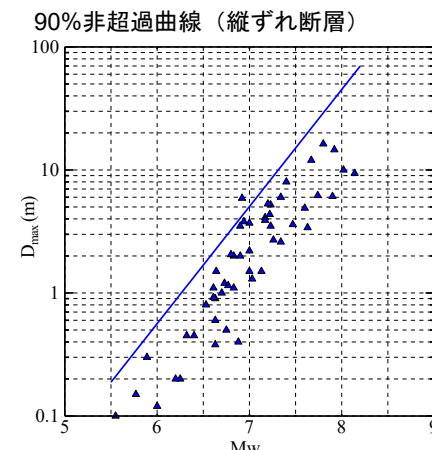


図-4 モーメントマグニチュード-最大変位量の関係

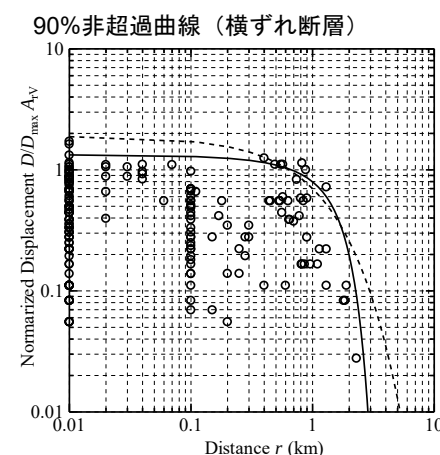


図-5 推定活断層から地震断層までの距離 r -断層変位量

D の低減係数 A_{rV} の関係 98%非超過 (縦ずれ断層)

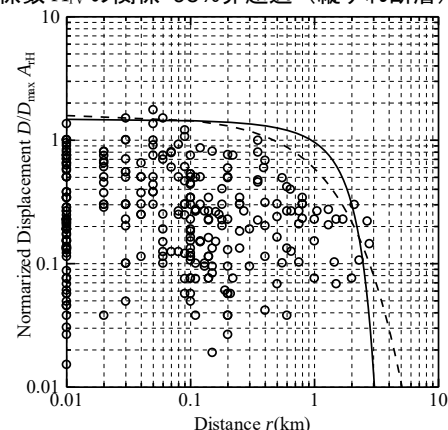


図-6 推定活断層から地震断層までの距離 r -断層変位量

D の低減係数 A_{rH} の関係 95%非超過 (横ずれ断層)