

複数回の活断層履歴情報に基づいた地震発生確率の評価法の提案

京都大学大学院 学生員 岩木 淳
清水建設（株） 正会員 奥村俊彦

京都大学防災研究所 フェロー 亀田弘行
京都大学防災研究所 正会員 田中 聡

1. はじめに

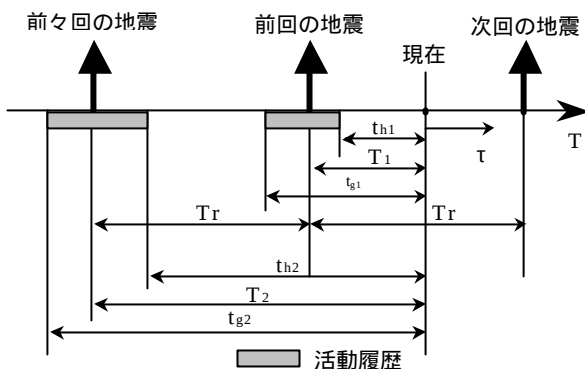
将来発生する地震および地震動の予測精度の向上は、土木・建築構造物の耐震設計やさまざまな防災対策を立案する上で重要な課題である。1995年の兵庫県南部地震以降、トレンチ調査法等による主要活断層の調査が積極的におこなわれた結果、活断層に関する情報は増加しているが、データの不足やばらつきなどの不確定な要素も多く、地震発生の時期、場所、規模を特定することは難しい。そこで本研究では、これらの活断層に関する最新情報を取り込むことによって、地震発生の時期、規模などに関する不確定性を低減し、地震危険度評価の信頼性向上を目的とする。特に複数回の活動履歴情報に基づいた地震発生確率の評価法の提案をおこなう。

2. 地震発生間隔に関する不確定性の整理

既往の調査、研究により、活断層からはほぼ同じ規模の地震がほぼ一定の間隔で繰り返し発生していることが分かってきおり、活動履歴を考慮することは地震危険度評価の精度向上には重要である。しかし、推定される活断層パラメータの不確定性、活断層に関する情報量の違いによる不確定性等を含むため、推定される地震発生間隔 T_r は平均とばらつきで確率論的に評価するのが妥当である。 T_r の推定では、活動履歴が不明な場合、活断層の単位変位量 D と平均変位速度 S から T_r を求める方法（ $T_r = D/S$ ）がよく用いられる¹⁾。また、活動履歴が分かっている場合、活動間隔から T_r を直接求める方法がある。活断層情報おける情報レベルの違いにより、推定される地震発生間隔 T_r のばらつきも違ってくる。

3. 地震発生確率の算定モデルの構築

奥村ら²⁾によって提案された地震発生確率の算定モデルを拡張し、複数回の活動履歴情報に基づく地震発生確率の算定モデルを構築した。2回（前回、前々回）の活動履歴（図-1）を考慮した場合の地震発生確率 $P(E;t)$ は式（1）、式（2）で表される。ここで、前々回（2回前）の活動時期の確率密度関数 $f_{T_2}(t)$ について、地震発生間隔 T_r の2倍の長さ $2T_r$ の確率密度関数 F_{2T_r} を新たに定義し、式（3）で表すことにした。



$$P(E;t) = a_1 \int_{t_{h1}}^{t_{g1}} \int_{t_{h2}}^{t_{g2}} \frac{F_{T_r}(t_1 + t) - F_{T_r}(t_1)}{1 - F_{T_r}(t_1)} f_{T_r}(t_2 - t_1) f_{T_2}(t_2) dt_2 dt_1 \quad (1)$$

$$a_1 = \left(\int_{t_{h1}}^{t_{g1}} \int_{t_{h2}}^{t_{g2}} f_{T_r}(t_2 - t_1) f_{T_2}(t_2) dt_2 dt_1 \right)^{-1} \quad (2)$$

$$f_{T_2}(t_2) = (1 - F_{2T_r}(t_2)) / \int_{t_{h2}}^{t_{g2}} (1 - F_{2T_r}(t)) dt \quad (3)$$

図-1 前回、前々回の活動時期が漠然と明らかな場合

ただし、 t は現在からの経過時間、 T_r は地震発生間隔（確率変数）、 T_i は i 回前の地震からの経過時間（確率変数）、 t_{gi} は i 回前の地震からの経過時間の上限值、 t_{hi} は i 回前の地震からの経過時間の下限值（ $i=1,2$ ）

活断層によって、1回から複数回までと確認された活動履歴の回数が異なったり、各回の活動時期が古文書などから年代を特定できるケースからトレンチ調査等によって一定の幅のある年代となってしまうケースまで、本評価法はこのような情報レベルの違いにも適用可能である。

キーワード：活断層、地震危険度評価、活動履歴、地震発生確率

連絡先：〒611-0011 宇治市五ヶ庄 Tel:0774-38-4040 Fax:0774-38-4044

4. 試算による算定モデルの検証

地震発生間隔 T_r の確率分布は正規分布または対数正規分布（図は中央値 1000、対数標準偏差 0.1 の対数正規分布）を仮定し、活動履歴がない（ポアソン過程）場合、前回の活動履歴のみを考慮する場合、前回、前々回の活動履歴を考慮する場合の地震発生確率の試算を行った。

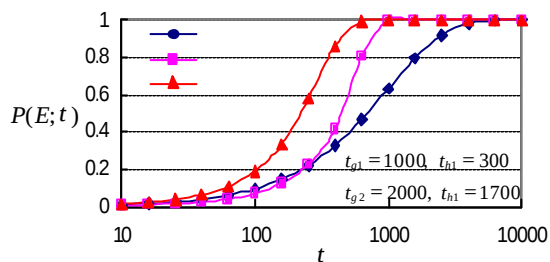


図 - 2 地震危険度が高くなる例

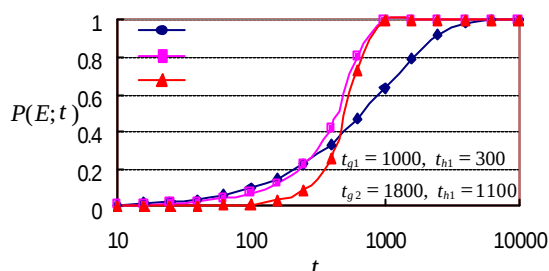


図 - 3 地震危険度が低くなる例

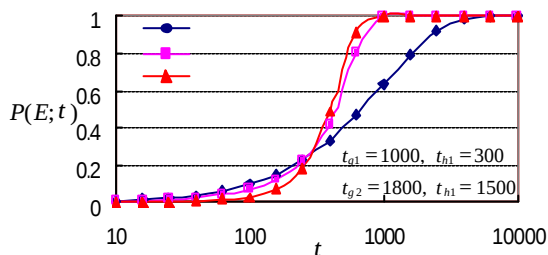


図 - 4 地震危険度が近い将来で低く、遠い将来で高くなる例

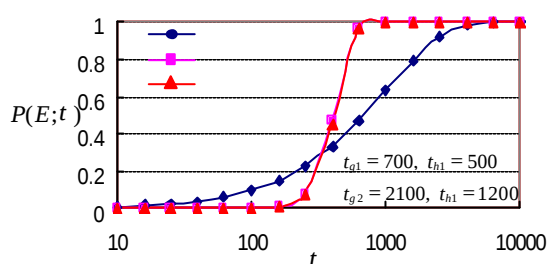


図 - 5 地震危険度が変わらない例

前回の活動履歴のみを考慮した場合に比べて、前回、前々回の活動履歴を考慮した場合の地震発生確率の分布のばらつきが低減されるケース（図 - 2 ~ 4）や変化しないケース（図 - 5）が確認できた。

5. 実データへの適用

本評価法を実データ³⁾へ適用した。前々回の活動履歴を考慮することで、小和知断層での地震危険度は低くなり（図 - 6）、また、跡津川断層での地震危険度は高くなった（図 - 7）。

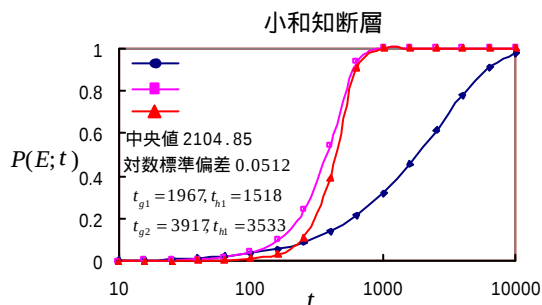


図 - 6 最新の地震発生直前時点での地震発生確率

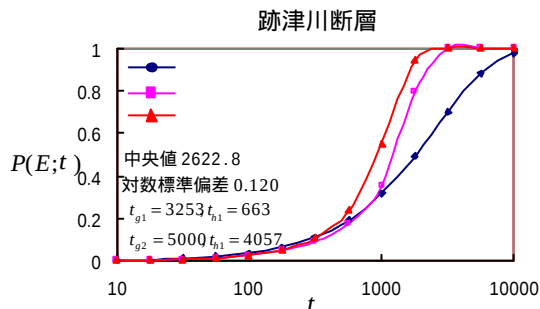


図 - 7 最新の地震発生直前時点での地震発生確率

ただし、活動履歴がない（ポアソン過程）場合、前回の活動履歴のみを考慮する場合、前回、前々回の活動履歴を考慮する場合

6. まとめ

複数回の活動履歴情報を考慮した地震発生確率の算定モデルの構築を行った。試算では、情報量の増加に伴って、地震発生確率の分布のばらつきが低減されることが確認された。また、小和知断層や跡津川断層など実データへ適用し、本評価法の有効性を確認した。したがって、今後の活断層調査による情報量の増加は、算定される地震発生確率の精度向上、地震危険度評価の信頼性向上につながるものと考えられる。

参考文献 1) 活断層研究会編：新編日本の活断層、東京大学出版会 - 分布図と資料 -、1991 2) 奥村俊彦・石川 裕・亀田弘行：活断層の活動履歴に関する情報を考慮した地震危険度評価、第2回阪神・淡路大震災に関する学術講演会論文集、1997.1 3) 例えば、科学技術庁：第3回活断層調査成果報告会予稿集、1999.11 など