

I-B 250 レベル2地震動の評価のための活断層を考慮した確率論的想定地震

清水建設 技術研究所 正会員 石川 裕
 同 和泉研究室 正会員 奥村俊彦
 京都大学 防災研究所 フェロー 亀田弘行

1. はじめに

兵庫県南部地震を契機に「レベル2地震動」の適切な評価が耐震設計上の重要な一課題となっており、例えば「土木学会第二次提言」においてもその考え方や表現形式に関するガイドラインが示されている。耐震設計で想定されるべき地震動は活断層などの情報も含めて、本来その地域の地震危険度が反映されるべきであり、こうした意味からは再現期間などのリスク指標と適合した形で地震動が設定できれば理想的である。しかしながら、再現期間1,000年以上という低頻度の地震動強さを定量的に評価するには、活断層の諸元をはじめとする種々のパラメータに多くの不確実性が含まれるため、コンセンサスが得られた形でレベル2地震動を評価するのも難題である。本報告では、レベル2地震動の評価のための地震危険度評価のフローを示し、その中での確率論的想定地震の意義と利用方法について論じる。

2. 活断層を考慮した地震危険度評価のフロー

図-1に活断層を考慮した地震危険度評価のフローを示す。一般に、対象地点における地震危険度を表わす指標として地震動強さの再現期待値がよく用いられる（図-1の左側の流れ）。この再現期待値は当該地点に影響を与える複数の地震活動域の特徴が反映された結果として、その絶対値のみならず、地域的な大小関係が例えば地域係数のベースとして利用されてきた。しかしながら、これをレベル2地震動へ適用する場合には、上述したような種々の不確実性の処理と同時に、低頻度の問題として再現期間をいかに設定するかが課題となる。加えて、活動間隔がきわめて長い活断層を対象とする場合には、それより短い期間に対する再現期待値がその活断層の活動による地震動強さより小さく評価されるケースもあり得ることから、場合によっては地震動強さの再現期待値をやみくもに用いるだけでは不十分である。一方、図-1の右側の流れのように、対象地点に大きな影響を及ぼす地震を想定して、その地震に対する地震動を耐震設計に用いようとする考え方もある。この方法によれば地震動の強さのみでなく、周期特性や継続時間などについてもその地震の「くせ」に応じて設定できるという利点がある。しかしながら、想定地震の設定手順そのものに多くの不確実性が含まれると同時に、想定地震と対象地点の地震危険度（例えば2段階の地震動レベル）との関係が明確でなく、こうした問題を改善した想定地震の設定方法の構築が課題であった。

3. 確率論的想定地震とそれに基づく地震動強さの再評価

確率論的想定地震¹⁾とはこうした課題を解決する目的で確立された方法である。確率論的想定地震とはサイト地震動について与えられたリスクレベルのもとで、「そのような大きさの地震動をもたらすとすればそれはどこで発生するどのような規模の地震によるものか」を確率論的に評価するもので、発生の条件付確率（これを「貢献度」と呼ぶ）が大きい地震域や活断層に対して設定された想定地震がより重要であることを意味する。この考え方をいれば、考慮するリスクレベルのみならず、対象としている地震動の周期帯域に応じて変化する想定地震を合理的かつ定量的に評価することができる。神戸における検討²⁾により、確率論的想定地震の考え方を低頻度の問題にまで拡張することが可能であることが明らかにされている。

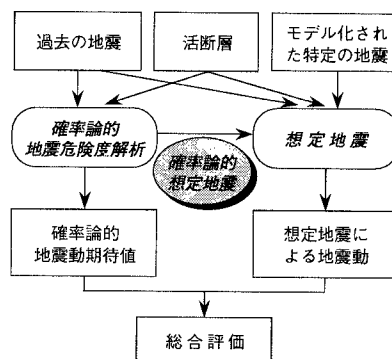


図-1 地震危険度評価のフロー

確率論的想定地震として選定された地震が仮に発生した場合の地震動強さは、その地震の諸元に基づき再評価できるが、通常その値は元来のリスクレベルに適合する地震動強さの再現期待値と一致しない。したがって、レベル2地震動を評価する場合には、地震動強さの再現期待値に加えて、当該リスクレベルに適合した確率論的想定地震に基づき再評価された地震動強さを含めた総合的な検討が必要である。

4. 全国主要都市における評価例

全国の主要都市において図-1のフローを適用した結果を表-1に示す。ここではレベル2地震動評価のためのリスクレベルとして「50年間の超過確率が5%（再現期間1,000年）」を試行的に用いている。また、確率論的想定地震は貢献度が最大となるものと、貢献度が5%以上となるもののうち再評価される地震動強さが最大となる地震の両者を選定している。解析の方法は地震発生データと起震断層データの両者に基づく結果を足し合わせるもので、その詳細は文献2)に示したものと同様である。

表-1に示される地震動強さのうち、1,000年期待値には距離減衰式のばらつきが含まれており、他の項目にはばらつきが含まれていないという違いはあるが、同表より次のことが指摘できる。

- ①図-1のフローにより得られる地震動強さの大小関係は地点によってさまざまである。したがって、対象地点ごとに図-1に示した種々の流れによる総合的な検討が不可欠である。例えば、過去の地震の再来を考えておくのみでは不十分である可能性があることは神戸に限った問題ではない。
- ②今回の検討ではいずれの地点とも、「活断層による最大値」をもたらす活断層の活動度はA級もしくはB級である。この条件ではリスクレベルを「50年間の超過確率が5%」とすることで、こうした活断層を「貢献度が5%以上となる確率論的想定地震」として選定することがおおむね可能である。
- ③各地点において評価される地震動強さの値は例えば1,000年期待値で236~675(Gal)と大きな幅がある。したがって、こうした地域差をいかに考えていくかについても今後議論していく必要がある。

表-1 主要都市における地震動強さの比較

都市名	過去の地震による最大値 (Gal)	活断層による最大値 (Gal)	1,000年期待値 (Gal)	50年超過確率5%の確率論的想定地震（貢献度5%以上）									
				貢献度が最大となる確率論的想定地震				再評価値が最大となる確率論的想定地震					
				震央地域/活断層名	貢献度 (%)	M	R(Δ) (km)	再評価値 (Gal)	震央地域/活断層名	貢献度 (%)	M	R(Δ) (km)	再評価値 (Gal)
札幌	179	201	236	内陸近距離の地震	70	6.0	19	156	馬追丘陵西縁断層帯	12	7.0	33	201
仙台	334	616	432	内陸近距離の地震	51	6.5	19	273	長町・利府線断層帯	26	7.2	1.2	616
東京	400	327	560	関東地震	82	8.0	21	355	関東地震	82	8.0	21	355
名古屋	534	481	675	天白河口断層	34	6.7	13	323	岐阜・一宮線	9	6.9	6	481
大阪	406	559	527	M11和泉金剛断層帯	22	7.8	28	357	上町断層帯	12	7.3	3.9	559
神戸	311	633	464	内陸近距離の地震	25	6.9	25	225	六甲断層帯	24	7.3	0.6	633
広島	306	420	360	内陸近距離の地震	40	6.6	31	193	五日市断層帯	20	7.0	9.5	420
高松	393	423	392	南海地震	24	8.2	94	149	M11四国断層帯	23	8.5	28	423
福岡	172	325	297	近距離の地震	73	6.5	26	188	西山断層帯	15	7.1	19	325

(注) 地震動強さの指標は福岡・田中式に基づく最大加速度である。神戸の結果は兵庫県南部地震発生前の条件に基づく²⁾。

5. おわりに

兵庫県南部地震以降、入力地震動の見直しが随所で行なわれている。また、構造物の重要度に応じて付与すべき耐震性能を変えていこうとする動きもある。こうした問題の検討においては、まず対象地点において将来発生が予想される地震動を幅広い角度から評価しておくことが重要である。そして、ここで示した確率論的想定地震の考え方はこうした評価に際しての有力なツールとなり得ると言える。

参考文献

- 1) 亀田弘行・石川 裕・中島正人：想定地震の工学的設定法に関する研究，京都大学防災研究所都市耐震センター研究報告，別冊第14号，1994。
- 2) 石川 裕・奥村俊彦・亀田弘行：活断層を考慮した神戸における地震危険度評価，土木学会阪神・淡路大震災に関する学術講演会論文集，pp.61-68，1996。