

地域の地震危険度に対する活断層の影響

— 神戸を例として —

石川 裕^{*}・奥村俊彦^{**}・亀田弘行^{***}

兵庫県南部地震でかくも大きな被害をもたらした主要因の一つに「想定を上回る強さの地震動が来襲した」ことが挙げられている。このことは地域防災計画の策定や構造物の耐震設計・耐震補強における基本事項である地震外力の想定そのものを今一度見直す必要があることを指摘している。特に今回の地震は発生頻度がきわめて低い活断層の活動に基づくものであり、今後はこうした活断層をいかに評価するかについての検討が不可欠である。

本報告では活断層を考慮した地震危険度評価の考え方を再整理した上で、神戸を対象とした確率論的地震危険度解析ならびに確率論的想定地震の算定を行なった。それらの結果に基づき、兵庫県南部地震の際に記録された最大加速度の再現期間について評価するとともに、活断層を考慮した神戸における想定地震から見た兵庫県南部地震の考察を行なった。

ここで実施した確率論的地震危険度解析によれば、活断層を考慮した結果を用いたとしても、今回神戸で経験した地震動強さの再現期間は1,000年以上と評価される。したがって、このような低頻度の地震動をいかに評価していくかが今後の重要な課題として指摘できる。

一方、想定地震の立場から今回の地震を考察すると、少なくとも歴史上記録されている地震発生データのみからでは事前の想定は難しかったと思われる。このことは今後の地震危険度評価において、活断層データなど有史以上の長期間の地震活動を反映した情報を何らかの形で取り入れていくことが不可欠であることを示唆するものである。しかしながら、活断層データには地震源としてのモデル化や発生頻度の評価などに大きな不確定性が含まれることから、こうした点を工学の問題にいかに取り込んでいくかについても含めて、今後総合的な議論が必要であると言えよう。

* 清水建設(株) 技術研究所 主任研究員
(〒135 東京都江東区越中島 3-4-17)

** 清水建設(株) 和泉研究室 研究員
(〒100 東京都千代田区内幸町 2-2-2 富国生命ビル27F)

*** 京都大学 防災研究所 都市施設耐震システム研究センター 教授
(〒611 宇治市五ヶ庄)

地域の地震危険度に対する活断層の影響 — 神戸を例として —

石川 裕 (清水建設 技術研究所)
奥村俊彦 (清水建設 和泉研究室)
亀田弘行 (京都大学 防災研究所)

1. はじめに

兵庫県南部地震でかくも大きな被害をもたらした主要因の一つに「想定を上回る強さの地震動が来襲した」ことが挙げられている。このことは地域防災計画の策定や構造物の耐震設計・耐震補強における基本事項である地震外力の想定そのものを今一度見直す必要があることを指摘している。特に今回の地震は発生頻度がきわめて低い活断層の活動に基づくものであり、今後はこうした活断層をいかに評価するかについての検討が不可欠である。

本報告では活断層を考慮した地震危険度評価の考え方を再整理した上で、神戸を対象とした確率論的地震危険度解析ならびに確率論的想定地震の算定を行なった。それらの結果に基づき、兵庫県南部地震の際に記録された最大加速度の再現期間について評価するとともに、活断層を考慮した神戸における想定地震から見た兵庫県南部地震の考察を行なった。

2. 活断層を考慮した地震危険度評価の方法

2.1 地震危険度評価の手順

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。地震危険度評価は基本的には過去の地震(図-1中①)、周辺の活断層(同②)、モデル化された特定の地震(同③)、に基づき確率的に想定地震を設定する流れと、確率論的地震危険度解析を行なう流れに分けられる。後者の手法として、過去の地震発生データ(有史以来現在に至るまでの地震諸元)に基づく解析(同④)と活断層データに基づく解析(同⑤)がある。そして、想定地震と確率論的地震危険度解析を結びつける概念として、著者らが提案している確率論的想定地震の考え方¹⁾(同⑥)が利用できる。

このうち①については、過去に発生した地震のうちサイトに大きな地震動をもたらしたと推定されるものの再来を考えるものであり、想定地震としては最も一般的なものである。

②はサイト周辺の活断層を調査し、その断層の活動による地震を想定するものである。地震の規模や位置を評価するための活断層のデータベースとしては「日本の活断層」²⁾や、松田による「起震断層」³⁾がある。しかし、一般に個々の活断層はA級活断層でも平均活動間隔は数百~1,000年のオーダーであり、周辺に活断層が分布しているからと言ってやみくもにそれを危険と決めつけるのは工学的に妥当な判断とは言えない。こうした中で、松田は活断層がある程度近い将来に活動する可能性の目安として、活断層の平均活動間隔と活動履歴や断層活動の時空間的な続発性に基づき「要注意活断層」を指摘しており⁴⁾、例えばこうした考えが警戒すべき活断層選定の参考となる。ただし、活断層の諸元にはきわめて大きな不確実性があり、「要注意」といっても

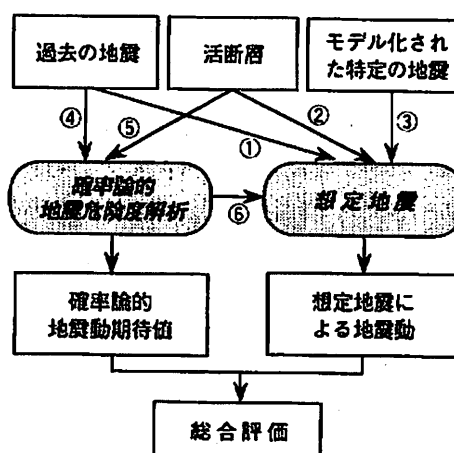


図-1 地震危険度評価のフロー

対象となる期間がきわめて長期間に及ぶことは認識しておく必要がある。今後、トレンチ調査などが広く行なわれ個々の活断層の危険度が定量的に把握されることが望まれる。

③のモデル化された特定の地震とは過去の地震活動様式の分析や地震地体構造などに基づいて、そのような地震は必ずしも過去には発生していないものの、近い将来発生が懸念されている地震を意味する。駿河湾を震源とする東海地震などがこれに当たる。

確率論的地震危険度解析は従来、④の過去の地震発生データに基づくものが一般的であった。昨今活断層データが整備されたのに伴い、⑤の活断層データに基づく地震危険度解析も研究されている（例えば文献5）が、後述のような問題点が検討課題として残されている。

以上に示したような考え方により想定地震は設定されるが、そこには多くの不確実性が含まれる。特に、想定地震の発生頻度に関してはあいまいな場合が多く、こうした点で想定地震とサイトの地震危険度との関係は明瞭にされていない。このような背景から、著者らは想定地震と確率論的地震危険度解析を統一的な枠組みで議論するため、⑥の確率論的想定地震の概念を提案している¹⁾。この考え方を採用することにより確率論的な考え方を取り入れた形で想定地震の設定を行なうことが可能となる。

確率論的地震危険度解析は地震発生や地震動推定に関わる種々の不確実性を組織的に取り扱う手法として広く用いられてきた。従来は再現期間100年程度に対する地震動の期待値が主に議論されてきたが、今回の兵庫県南部地震での事例を踏まえると、今後はより低頻度の問題への適用を図っていく必要がある。

2.2 評価結果の解釈

図-1に示した方法により地震危険度評価を行なうと、地震動強さと発生確率の関係（もしくは地震動強さの確率論的期待値）や複数の想定地震による地震動が評価される。したがって、地域防災計画や構造物の耐震設計などに用いる地震動を評価するには、まずこうした方法によって、当該地域における地震動強さと発生確率の関係や種々の想定地震

による地震動強さを明らかにしておくことが重要である。それを踏まえた次のステップとして、当該敷地の詳細な地盤震動特性、対象となる構造物の構造特性、安全性照査の方法、構造物の重要度、経済性などを総合的に勘案した判断が行なわれ、最終的に地震動や地震荷重が設定されることになる。今後は構造物や施設の重要度の概念が明確にされ、それに応じて異なる強さの地震動をきめ細かく評価することが要求されるようになると思われる。

3. 活断層を考慮した地震危険度解析と確率論的想定地震

3.1 活断層を考慮した地震危険度解析の方法

活断層を考慮した地震危険度解析については既にいくつかの研究例（例えば文献5）が報告されているが、次のような問題点が検討課題として残されている。i) 活断層のモデル化（グループ化とセグメント化）、ii) 活断層の諸元および諸関係式に含まれる不確実性の評価、iii) 活断層データと地震発生データの解釈と組み合わせ。

兵庫県南部地震を見ても明らかのように、1回の地震で活動する断層は「日本の活断層」²⁾に記載されている1本の活断層とは限らず、複数の断層が同時に活動する場合がある。また、非常に長い断層では1回の地震でその全体が動くとは限らない。こうした点を考慮して活断層をモデル化する作業がi)の問題である。工学の問題としては処理しづらく、専門家の意見に頼らざるを得ないが、本報告では、このような問題点を踏まえて活断層データを整理し直した松田による「起震断層」³⁾を地震危険度解析における活断層モデルとして用いる。ただし、地域によっては「起震断層」に記載されている以外にも警戒すべき活断層が指摘されている場合もあるであろうから、こうした場合にはその活断層についてもモデル化すべきであろう。

ii)については、例えば断層の平均変位速度の値が1オーダー変われば、その活断層での地震発生率も1オーダー変化するといったように、場合によっては結果に大きく影響する重要な問題である。感度解析などの不確実性

評価を行なって影響の大きい要因を把握していく必要があるが、本報告ではこの問題については扱わない。

iii) に関して、例えば亀田・奥村³⁾は一つの解決策として、地域ごとに個別のデータに基づき算定された地震発生率のうちの大きい方を採用することを提案している。この考え方は地震発生データならびに活断層データのもつ欠点を補う意味で有用であるが、最終的に地域によってはいずれかのデータに基づく情報が消えてしまうことになる。そこで、本報告では両データを対象期間が異なる独立なデータと見なし、両データに基づく結果を足し合わせた解析を行なう。

本報告では、1回の地震により個々の活断層モデルの全長が破壊すると仮定し、その際の地震のマグニチュードは断層の長さに応じて松田式⁶⁾により求める(固有地震モデル)。地震発生頻度は平均変位速度と地震時の断層変位量との比により算定する。地震時の断層変位量は地震マグニチュードとの関係式⁶⁾により評価する。また、個々の活断層の活動による地震発生時系列は本来、前回の活動からの時間依存性を考慮してモデル化すべきであるが、前回の活動歴が明らかになっている活断層はきわめて少ないため、本報告では、活断層の活動による地震もすべて経時的にポアソン過程に従うと仮定する。

3.2 確率論的想定地震

次に、活断層を考慮した場合の確率論的想定地震¹⁾について述べる。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(発生確率や再現期間などを定めた条件)のもとで、発生の条件付確率(これを「貢献度」と呼ぶ)が大きい地震域に対して設定された想定地震であり、その地震諸元としてはマグニチュード・震央距離・震央方位の条件付期待値であるハザード適合マグニチュード・震央距離・震央方位⁷⁾を用いる。この考え方をいけば、考慮するリスクレベルに適合した形で貢献度が大きい想定地震を抽出できることはもとより、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。

本報告では活断層を考慮するため、個々の活断層モデルについても地震域の一つとして考える。以下では、地震発生データと活断層データを個別に用いた場合に加えて、両データを足し合わせた地震危険度解析ならびに確率論的想定地震について検討を行なう。

4. 神戸における地震危険度評価

4.1 神戸周辺で過去に発生した地震と周辺の活断層

表-1に神戸周辺で過去に発生した地震のうち、福島・田中式⁸⁾により推定される最大加速度が大きい地震の諸元を示す。この表を見るかぎり、有史以来記録されている地震の範囲内では、今回の兵庫県南部地震は神戸に最も大きな地震動をもたらした地震であると考えられる。

図-2に「起震断層」に基づく神戸周辺の活断層の分布を、また表-2にはこのうちもし活動すれば神戸に大きな地震動をもたらすであろう断層の諸元を示す。これらの図表は文献3)をベースにしているが、各断層は直線でモデル化しているため、表-2に示した諸元の中には一部文献3)とは値が異なっているものもある。また、活断層の平均活動間隔を算定する際の平均変位速度は断層の活動度に応じて平均的な値を一律に与えているが、六

表-1 神戸周辺で過去に発生した主な地震

	発生 年月日	M	Δ (km)	Amax (Gal)	地震名・震央地域
	1995. 1.17	7.2	15	317 (632)	兵庫県南部地震
1	1596. 9. 5	7.5	38	229	慶長伏見地震
2	868. 8. 3	7.0	37	174	播磨/山城
3	1916.11.26	6.1	19	156	神戸
4	1510. 9.21	6.8	39	144	摂津/河内
5	1185. 8.13	7.4	67	131	近江/山城/大和
参考	1854.12.24	8.4	187	55	安政南海地震

・ M: マグニチュード, Δ: 震央距離, Amax: 福島・田中式による最大加速度(距離は震源距離で評価し、深さが不明な場合は余震体積半径の半分を深さと仮定)。
兵庫県南部地震の(632)は距離を断層との最短距離とした場合の福島・田中式による最大加速度

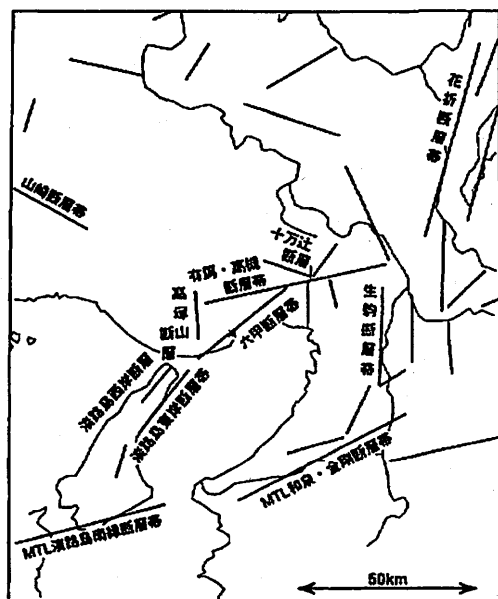


図-2 神戸周辺の主な起震断層の分布

表-2 神戸周辺の主な起震断層の諸元

活断層名	活動度	T_R (年)	L (km)	M	R (km)	A_{max} (Gal)
六甲断層帯	B*	3,100	31	7.3	0.6	633
有馬・高槻断層帯	B	8,200	52	7.7	10	498
淡路島東岸断層帯	B	3,500	22	7.1	16	342
淡路島西岸断層	B	2,200	14	6.7	19	256
MTL和泉・金剛断層帯	A	840	53	7.7	42	255
MTL淡路島南縁断層帯	A	700	44	7.6	52	198

・ 六甲断層帯の平均変位速度は0.8 (mm/年)としている。
 T_R : 平均活動間隔, L : 長さ, M : マグニチュード,
 R : 最短距離, A_{max} : 福島・田中式による最大加速度。

甲断層帯の平均変位速度のみ文献4)に基づいて0.8mm/年と仮定している。図-2より明らかなように、神戸市街地のすぐ北側には、北東から南西方向に走る六甲断層帯が位置している。その北側には有馬・高槻断層帯、西側には高塚山断層があり、そして淡路島北部にも東西に活断層が分布している。これらの活断層は神戸との位置関係から見て、万一活動すれば神戸に大きな地震動をもたらす可能性があることは表-2にも示されるところである。しかしながら、これらの活断層の平均活動間隔はいずれも1,000年以上と見積られるた

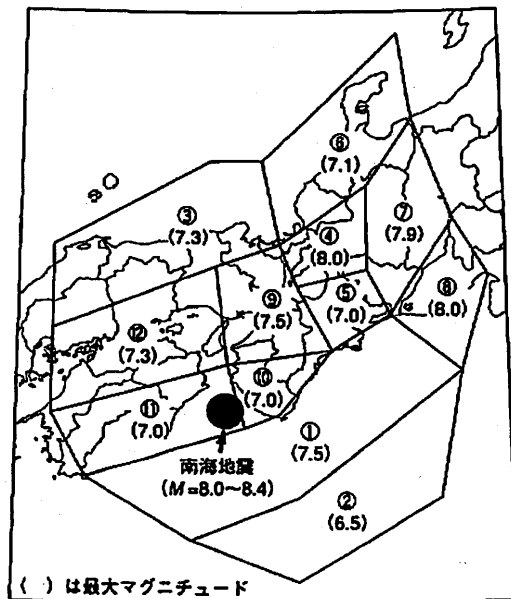


図-3 地震域モデル

め、これらの活断層による地震までを想定地震として考慮するには至っていなかったのが実情であろう。

4.2 神戸における確率論的地震危険度解析

次に先に述べた手法を用いて神戸における地震危険度解析を行なう。ここでは対象とする地震動指標は地表における最大加速度とし、そのアテニュエーション式は福島・田中式⁸⁾を用いる。式に含まれるばらつきは対数標準偏差が0.5の対数正規分布でモデル化している。

地震発生データに基づく地震危険度解析の方法は標準的なものである。地震域モデルを図-3に示すが、ここでは12分割のモデルの他に南海地震を別個にモデル化している。過去のデータを参考に、南海地震はマグニチュードが8.0~8.4の1様分布、断層との最短距離を130kmと仮定している。ただし、本解析では南海地震も含めてすべての地震とも発生時系列はポアソン過程に従うと仮定している。活断層データに基づく地震危険度解析で用いる活断層モデルの分布および諸元については先に図-2、表-2に示したとおりである。

図-4に地震発生データに基づく解析結果(細実線)と活断層データに基づく解析結果(細点線)を比較して示す。この図は最大加

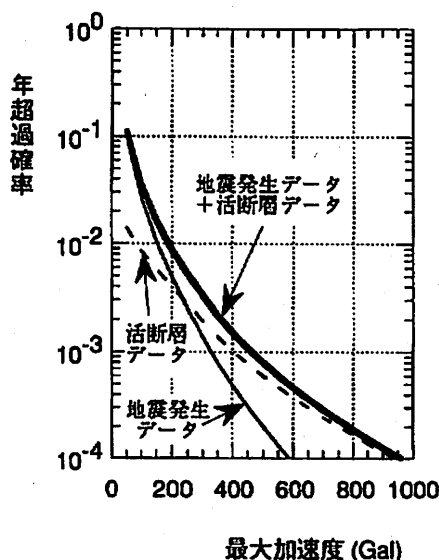


図-4 神戸におけるハザード曲線

速度とその年超過確率の関係を示したもので、通常ハザード曲線と呼ばれる。図-4によれば、最大加速度が200Gal以下の範囲では地震発生データに基づく結果の方がやや大きめの年超過確率を与えるが、それ以上の加速度レベルでは活断層データに基づく年超過確率の方が大きくなる。これはもし活動すれば大きな加速度をもたらす反面、地震の年当たり発生頻度は $10^{-2} \sim 10^{-3}$ 以下というようにきわめて低い活断層の特性が反映された結果である。

図-4中、太い実線で示した結果が両データによる解析結果を足し合わせたものである。地震発生データと活断層データを足し合わせた解析結果を用いても、神戸における最大加速度の100年再現期待値はおおよそ190Galである。また、1,000年再現期待値はおおよそ460Galである。この結果による限り、兵庫県南部地震の際に神戸で記録された600~800Galという最大加速度は年超過確率で見ると 10^{-3} 以下、すなわち再現期間では1,000年以上ということになる。

4.3 確率論的想定地震

神戸における確率論的想定地震について、ここでは年超過確率が0.01（再現期間100年）および0.001（再現期間1,000年）の場合の結果を示す。なお、以下に示す表では貢献度が5%

以上の地震域あるいは活断層を抽出している。

表-3は地震発生データのみに基づく解析結果である。本解析では最大加速度を対象としているため、相対的に距離が近い地震の貢献度が大きくなるが、表-3の結果ではこうしたこともあって、いずれの年超過確率の場合とも近距離地震（地震域No.9）の貢献度が圧倒的に大きくなっている。また同表によれば、年超過確率が0.01の場合の近距離地震のマグニチュードは6.4、震央距離は30kmである。

表-3 地震発生データに基づく確率論的想定地震

地震域	年超過確率 p_0 0.01			年超過確率 p_0 0.001		
	100年期待値 153 (Gal)			1,000年期待値 329 (Gal)		
	貢献度	$\bar{M}$	$\bar{\Delta}$	貢献度	$\bar{M}$	$\bar{\Delta}$
近距離地震 (No.9)	71%	6.4	30km	87%	6.8	27km
南海地震	14%	8.2	130km	6%	8.3	130km
No.12	5%	6.5	49km	<5%	—	—

表-4 活断層データに基づく確率論的想定地震

活断層	年超過確率 p_0 0.01			年超過確率 p_0 0.001		
	100年期待値 83 (Gal)			1,000年期待値 407 (Gal)		
	貢献度	$\bar{M}$	$\bar{R}$	貢献度	$\bar{M}$	$\bar{R}$
六甲断層帯	<5%	—	—	26%	7.3	0.6km
MTL和泉・金剛断層帯	12%	7.7	42km	21%	7.7	42km
MTL淡路島南縁断層帯	14%	7.6	52km	11%	7.6	52km
淡路島東岸断層帯	<5%	—	—	10%	7.1	16km
淡路島西岸断層	5%	6.7	19km	8%	6.7	19km
有馬・高槻断層帯	<5%	—	—	8%	7.7	10km
仏念寺山断層	7%	6.2	30km	<5%	—	—
五月山断層	5%	6.6	27km	<5%	—	—

表-5 地震発生データと活断層データを足し合わせた場合の確率論的想定地震

地震域 (活断層)	年超過確率 p_0 0.01			年超過確率 p_0 0.001		
	100年期待値 189 (Gal)			1,000年期待値 464 (Gal)		
	貢献度	$\bar{M}$	$\bar{\Delta}$ (R)	貢献度	$\bar{M}$	$\bar{\Delta}$ (R)
近距離地震 (No.9)	43%	6.5	29km	25%	6.9	25km
南海地震	7%	8.2	130km	<5%	—	—
六甲断層帯	<5%	—	—	24%	7.3	0.6km
MTL和泉・ 金剛断層帯	9%	7.7	42km	14%	7.7	42km
淡路島東岸 断層帯	<5%	—	—	8%	7.1	16km
有馬・高槻 断層帯	<5%	—	—	7%	7.7	10km
MTL淡路島 南縁断層帯	8%	7.6	52km	6%	7.6	52km
淡路島西岸 断層	<5%	—	—	5%	6.7	19km

表-4は活断層データのみに基づく結果である。このうち、年超過確率が0.01の場合には周辺の多くの活断層が貢献してくるため突出した貢献度をもつ活断層は見当たらないが、この中ではA級活断層である中央構造線(MTL)の2本の活断層の貢献度が大きい。一方、年超過確率が0.001になると、神戸近傍に位置する活断層の貢献度が相対的に大きくなり、なかでも六甲断層帯の貢献度が26%と最も大きくなる。すなわち、六甲断層帯はもし活動すれば神戸に大きな最大加速度をもたらす反面、平均活動間隔は約3,100年と長いため、再現期間100年の場合には貢献度は相対的に大きくならず、1,000年程度の長い再現期間を考慮した場合にはじめて貢献度が大きい活断層として評価されることになる。

表-5は両データを足し合わせた場合の確率論的想定地震の結果である。いずれの年超過確率の場合とも、各地震域(活断層)の貢献度は個々のデータに基づく結果を折衷した形となっている。年超過確率が0.01の場合には地震発生データに基づく近距離地震の貢献

度が突出しているのに対し、年超過確率が0.001の場合には活断層の貢献度が相対的に大きくなり、なかでも六甲断層帯の貢献度は24%と近距離地震とほぼ同じ値となっている。

5. 神戸における想定地震から見た兵庫県南部地震の考察

以上の解析結果を踏まえた上で神戸における想定地震を整理し、それと今回の兵庫県南部地震の関係について考察してみる。表-6は図-1に示したフローに基づいて評価される神戸の想定地震を整理したものである。

まず、表-1に示したように、兵庫県南部地震は有史以来神戸に最も大きな地震動をもたらした地震であると評価されるため、過去の地震の再来を考えるのみでは兵庫県南部地震は想定し得なかったと言うことができよう。文献1)によれば、神戸市や兵庫県における地震被害想定で用いていた想定地震は原則として過去の地震の再来を考慮したものであった。

活断層に関しては、繰り返し述べているように神戸周辺には六甲断層帯をはじめとして、万一活動すれば比較的大きな地震動をもたらすであろう活断層は複数本分布していた。しかし、いずれの活断層も活動間隔は数百年から1,000年以上と推定され、また次の活動時期に関する定量的な情報が明らかにされていない

表-6 神戸における想定地震から見た兵庫県南部地震の考察

①過去の地震	→ ×
(1596年慶長伏見地震: $M7.5 \cdot \Delta 38\text{km}$)	
②活断層	→ △?
(六甲断層帯: $M7.3 \cdot R 0.6\text{km} \cdot T_R 3100\text{年}$)	
③モデル化された特定の地震	→ ×
④地震発生データに基づく 確率論的想定地震	→ ×
(近距離地震 $p_0=0.01$: $M6.4 \cdot \Delta 30\text{km}$ $p_0=0.001$: $M6.8 \cdot \Delta 27\text{km}$)	
⑤活断層データに基づく 確率論的想定地震	→ △?
($p_0=0.01$: MTL淡路島南縁 $M7.6 \cdot \Delta 52\text{km}$ $p_0=0.001$: 六甲断層帯 $M7.3 \cdot \Delta 0.6\text{km}$)	

かった状況下では、こうした活断層の活動による地震までを想定するのは現実的には難しかったのではないと思われる。

次に確率論的想定地震の結果から神戸における想定地震を考察してみる。まず、過去の地震発生データに基づく結果では再現期間が100年、1,000年のいずれの場合とも近距離地震の貢献度が最も大きくなるが、期待値を用いる限り兵庫県南部地震よりマグニチュードは小さめの評価となり、震央距離は大きめの評価となる。一方、活断層データに基づく確率論的想定地震は再現期間が100年の場合には貢献度が最も大きくなるのは中央構造線の2本の活断層であり発生頻度が低い六甲断層帯はクローズアップされてこない。これに対し、再現期間1,000年を考慮した場合には六甲断層帯の貢献度が最も大きく評価される結果となる。このことは、活断層データに基づく確率論的想定地震を議論する場合には最低1,000年程度の再現期間を見据えておくことが必要であると同時に、再現期間を大きくとることにより、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を示唆するものである。

6. おわりに

兵庫県南部地震の発生を見た現在、今一度地震危険度評価の問題を見直してみる必要性が指摘できる。特に本報告で考察したように、今回神戸で経験した地震動強さの再現期間は活断層を考慮した解析でも1,000年以上と評価されることから、このような低頻度の地震動をいかに評価するかが重要な課題として残された。一方、想定地震の立場から今回の地震を考察すると、少なくとも歴史上記録されている地震発生データのみからでは事前の想定は難しかったと思われる。このことは今後の地震危険度評価において、活断層データなど有史以上の長期間の地震活動を反映した情報を何らかの形で取り入れていくことが不可欠であることを示唆するものである。そうした中で、活断層データを考慮した確率論的想定地震の考え方が1,000年程度の再現期間を考慮することによって低頻度の想定地震設定の問

題にまで拡張できる可能性が本報告で示された。しかしながら、活断層データには地震源としてのモデル化や発生頻度の評価などに大きな不確定性が含まれることから、こうした点を工学の問題にいかに取り込んでいくについて、今後総合的な議論が必要であろう。

地域防災計画や構造物の耐震設計で用いる地震動の設定に際しては、ここで述べたような地震危険度評価の考え方が基本となることは言うまでもないが、最終的な意思決定にはそれに加えて地盤震動特性を考慮した地震動の詳細な評価、地盤・構造物の応答・損傷評価などから予測される被害やその波及効果、それらの被害を防止・担保するための経済性なども含めた総合的な判断が必要である。本報告で論じたような考え方が今後こうした問題の基本的な情報を提供する一方法となれば幸いである。

<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) 活断層研究会編：[新編]日本の活断層—分布図と資料、東京大学出版会、1991。
- 3) 松田時彦：最大地震規模による日本列島の地震分帯図、地震研究所彙報、Vol.65, pp.289-319, 1990。
- 4) Matsuda, T. : Active Faults and Damaging Earthquakes in Japan — Macroscopic Zoning and Precaution Fault Zones, Maurice Ewing Ser., Vol.4, Am. Geophys. Union, pp.271-289, 1981。
- 5) 亀田弘行・奥村俊彦：活断層データと歴史地震データを組み合わせた地震危険度解析、土木学会論文集、第362号/I-4, pp.407-415, 1985。
- 6) 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、地震、第2輯、第28巻、pp.269-283, 1975。
- 7) 亀田弘行・石川 裕：ハザード適合マグニチュード・震央距離による地震危険度解析の拡張、土木学会論文集、第392号/I-9, pp.395-402, 1988。
- 8) Fukushima, Y. and Tanaka, T. : A New Attenuation Relation for Peak Horizontal Acceleration of Strong Earthquake Ground Motion in Japan, Shimizu Technical Research Bulletin, No.10, pp.1-11, 1991。