

# 活断層を考慮した主要都市の地震危険度評価

石川 裕  
(技術研究所)  
奥村 俊彦  
(和泉研究室)

## § 1. はじめに

兵庫県南部地震を契機に耐震設計における想定地震外力の見直しが論議を呼んでおり、当面の措置としての各基準類の改定、研究的観点からの提案、の両面から種々の検討が行われている。例えば、本年1月に土木学会が発表した「耐震基準等に関する第二次提言」<sup>1)</sup>においても、2段階耐震設計法における「レベル2地震動」の考え方や表現形式に関するガイドラインが論じられており、その中では内陸地震による断層近傍の地震動や大規模プレート境界地震による震源域での地震動を含めた評価の必要性が示されている。

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、神戸で経験したような再現期間1,000年以上<sup>2)</sup>という低頻度の地震動強さを定量的に評価するには、想定すべき地震の選定、想定地震に対する地震動の評価、のいずれにも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。こうした中で、著者らは神戸における地震危険度評価の結果に基づき、レベル2地震動評価のベースとなる想定地震の選定方法として活断層を考慮した確率論的想定地震の概念を提案している<sup>2)3)</sup>。

本報告では、札幌、仙台、東京、名古屋、大阪、広島、高松、福岡、の8都市に対して、活断層を考慮した確率論的地震危険度解析を行うとともに、再現期間200年(レベル1相当)および1,000年(レベル2相当)に適合する確率論的想定地震を評価した例について示した。併せて各都市の地震危険度の地域差についても考察を加えた。

## § 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。兵庫県南部地震の経験より、地震危険度評価においては歴史上明らかになっている地震の再来を想定するのみでは不十分で、低頻度の地震活動に関する情報を補完するために例えば活断層データなどを利用していくことが不可欠となっている。

図-1の左側の流れのように、対象地点における地震危険度を評価する方法として確率論的地震危険度解析があり、その結果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。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。

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

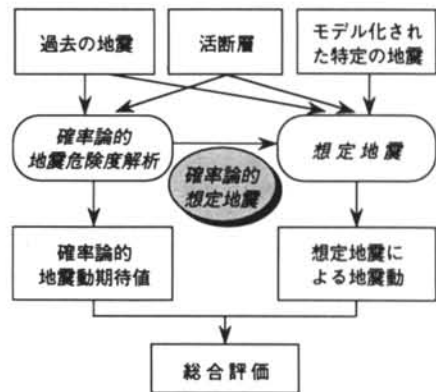


図-1 地震危険度評価のフロー

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。想定地震は対象とする地域と周辺の地震活動や地体構造などを基礎資料として専門家の判断により設定されるが、その具体的方法についてはケースごとに個別の判断が行われることが多く、その意味で多分に任意性を含むものであった。したがって、想定地震と対象地点の地震危険度との関係については明確でなく、例えば2段階の地震動レベルに適合した想定地震を選定するための工学的な方法論を確立することが課題として残されていた。

## 2.2 確率論的想定地震の概念と特徴

確率論的想定地震 (Probabilistic Scenario Earthquake: 以下“PSE”と記す) とは対象地点の地震危険度に適合した想定地震であり、従来別個の流れであった想定地震と確率論的地震危険度解析を同一の枠組みで議論することを可能とさせるものである<sup>4)</sup> (図-1の右向きの矢印)。PSEは対象地点での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ある。対象地点周辺で想定される複数の地震に対して、発生の条件付確率を表わす「貢献度」という客観的かつ定量的な指標によりその重要性が判断できるところにPSEの最大の特徴がある。また、対象とするリスクレベルの値によって抽出されるPSEが異なるとともに、仮にリスクレベルが同じであっても、対象とする地震動強さの指標(周期帯域)が異なれば設定されるPSEの諸元は変化する。すなわち、地震動強さとして比較的長周期の指標を選定すれば、距離による減衰が小さいため、PSEとしては遠方の地震を含めて相対的に広範囲の地震が選定されることになる。

## §3. 活断層を考慮した主要8都市の地震危険度評価

### 3.1 評価の方法と条件

本報告では、札幌、仙台、東京、名古屋、大阪、広島、高松、福岡、の主要8都市を対象として、図-1のフローに従い地震危険度評価を行った。ここで対象とした地震動強さの指標は地表における最大加速度であり、その距離減衰式は福島・田中式<sup>5)</sup>

を用いている。

まず、過去に発生した地震のうち、対象地点で推定される最大加速度が大きい順に上位5地震を抽出し、その諸元を表で示した。その際、断層パラメータ<sup>6)</sup>が提示されている地震については推定断層面との最短距離を直接評価しているが、震央位置のみが既知の地震についてはマグニチュードに応じた断層の拡がりを仮定した上で最短距離を評価している。

次に松田による「起震断層」<sup>7)</sup>をベースとして、もし活動した場合に対象地点の推定最大加速度が大きくなる順に上位5本の活断層を抽出し、その諸元を表で示した。

確率論的地震危険度解析の方法は過去の地震データに基づく結果と活断層データに基づく結果を地震動の発生頻度の段階で足しあわせるものであり、神戸での評価<sup>2)</sup>に用いた方法と同様である。地震データに基づく方法は基本的に多角形地震域モデルによるもの<sup>8)</sup>であるが、関東地震、東海地震、南海地震については地震域モデルとは別個にモデル化している。また、活断層データに基づく方法は松田による「起震断層」<sup>7)</sup>をベースに固有規模の地震が発生すると仮定した上で、断層長さと同平均変位速度より断層からの地震発生率を評価している。ただし、「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地点ではそうした活断層についてもモデル化している。なお、地震発生時系列はすべての地震ともポアソン過程を仮定している。距離減衰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。確率論的地震危険度解析の結果は最大加速度ごとの年超過確率を表わすハザード曲線で表現している。

一方、PSEは確率論的地震危険度解析の結果を基に、再現期間200年および1,000年に適合するものうち貢献度が5%以上となるPSEを抽出している。なお、再現期間200年および1,000年は文献9)で高層建築物の耐震設計におけるレベル1、レベル2に相当すると論じられているリスクレベルに対応しており、本報告においても「レベル1、レベル2」もしくは「レベル1相当、レベル2相当」の表現を用いている。ただし、レベル1、レベル2に相当する地震動強さの再現期間として200年および1,000年が妥当かどうかについては、今後さらなる検討が必要であると考えている。

### 3.2 評価結果

表-1～表-24, 図-2～図-9に8都市における地震危険度評価結果を示す。図表は各地点ごとに上から、過去の主な地震の諸元, 主要活断層(起震断層)の諸元, ハザード曲線, レベル1およびレベ

No	発生年月日	M	$\Delta$ (km)	H (km)	$A_{max}$ (Gal)	地震名・震央地域
1	1834. 2. 9	6.4	28	不明	179	石狩
2	1947.11. 4	6.7	89	0	56	留萌西方沖
3	1932.11.26	7.0	115	20	49	日高支庁中部
4	1792. 6.13	7.1	134	不明	42	後志
5	1909. 9.17	6.8	128	不明	33	浦河沖

表-1 札幌における過去の主な地震の諸元

No	起震断層名	活動度	$T_R$ (年)	L (km)	M	R (km)	$A_{max}$ (Gal)
1	馬追丘陵西縁断層帯	B	3,200	20	7.0	33	201
2	岩見沢断層帯	C	22,000	14	6.7	33	168
3	富良野断層帯	B	4,100	26	7.2	84	84
4	軽舞断層	C	19,000	12	6.6	61	78
5	黒松内断層帯	B	4,400	28	7.2	93	76

表-2 札幌における主な起震断層の諸元

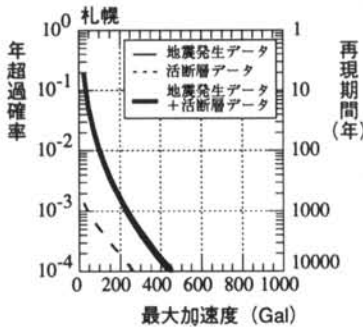


図-2 札幌におけるハザード曲線

地震域 (活断層)	レベル1 $\rho_0 = 0.005$			レベル2 $\rho_0 = 0.001$		
	200年期待値 134 (Gal)			1,000年期待値 236 (Gal)		
	貢献度	M	$\Delta$ (R)	貢献度	M	$\Delta$ (R)
内陸～石狩湾の近距離地震	57%	5.8	23km	70%	6.0	19km
北海道中部～日高の地震	23%	6.8	64km	11%	6.9	57km
東北地方外帯の地震	10%	6.9	64km	<5%	-	-
馬追丘陵西縁断層帯	<5%	-	-	12%	7.0	33km

表-3 札幌における確率論的想定地震

ル2に適合するPSE, の順に並んでいる。最大加速度の200年と1,000年の再現期待値はPSEの表中に示されている。なお、これらの図表において、M: マグニチュード,  $\Delta$ : 震央距離(km), H: 震源深さ(km), R: 断層との最短距離(km),  $A_{max}$ : 最

No	発生年月日	M	$\Delta$ (km)	H (km)	$A_{max}$ (Gal)	地震名・震央地域
1	1736. 4.30	6.0	8	不明	334	仙台
2	1646. 6. 9	6.6	28	不明	218	陸前/岩代/下野
3	1900. 5.12	7.0	52	不明	161	宮城県北部
4	1731.10. 7	6.5	39	不明	140	岩代
5	1861.10.21	6.4	39	不明	125	陸中/陸前/磐城

表-4 仙台における過去の主な地震の諸元

No	起震断層名	活動度	$T_R$ (年)	L (km)	M	R (km)	$A_{max}$ (Gal)
1	長町・利府線断層帯	B	2,900	25	7.2	1.2	616
2	双葉断層	B	12,000	73	7.9	38	305
3	福島盆地西縁断層帯	B	6,600	42	7.5	37	257
4	横手盆地東縁断層帯	B	8,700	55	7.7	98	106
5	村山断層群	B	1,900	12	6.6	54	90

表-5 仙台における主な起震断層の諸元

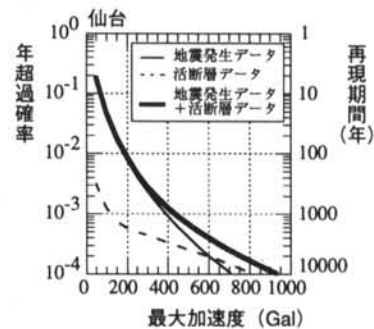


図-3 仙台におけるハザード曲線

地震域 (活断層)	レベル1 $\rho_0 = 0.005$			レベル2 $\rho_0 = 0.001$		
	200年期待値 244 (Gal)			1,000年期待値 432 (Gal)		
	貢献度	M	$\Delta$ (R)	貢献度	M	$\Delta$ (R)
東北地方内帯陸域の地震	47%	6.3	22km	51%	6.5	19km
仙台沖の地震	27%	7.6	83km	13%	7.7	77km
三陸沖の地震	10%	7.9	110km	<5%	-	-
東北地方外帯の地震	6%	6.7	35km	<5%	-	-
長町・利府線断層帯	7%	7.2	1.2km	26%	7.2	1.2km

表-6 仙台における確率論的想定地震

大加速度 (Gal),  $T_R$ : 活断層の平均活動間隔(年),  $L$ : 断層長さ(km)である.

過去の地震による最大加速度と活断層(起震断層)による最大加速度の大小関係やハザード曲線における地震データと活断層データの貢献の度合いな

No	発生年月日	M	$\Delta$ (km)	H (km)	$A_{max}$ (Gal)	地震名・震央地域
1	1894.6.20	7.0	9	不明	400	東京湾北部
2	1855.11.11	6.9	10	不明	398	安政江戸地震
3	1615.6.26	6.5	1.9	不明	387	江戸
4	1894.10.7	6.7	13	不明	373	東京湾
5	1630.8.2	6.3	9	不明	367	江戸

表-7 東京における過去の主な地震の諸元

No	起震断層名	活動度	$T_R$ (年)	L (km)	M	R (km)	$A_{max}$ (Gal)
1	荒川断層	B	3,300	20	7.0	17	327
2	立川断層帯	B	4,900	31	7.3	24	306
3	鶴川断層	C	46,000	29	7.3	54	152
4	伊勢原断層	B	3,200	20	7.0	46	147
5	鴨川地溝帯北断層	A	490	31	7.3	60	142

表-8 東京における主な起震断層の諸元

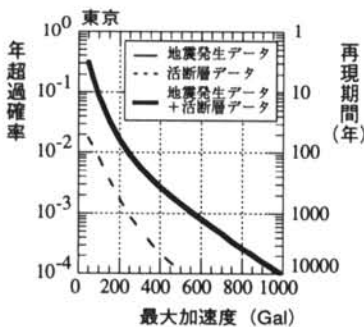


図-4 東京におけるハザード曲線

地震域 (活断層)	レベル1 $p_0 = 0.005$			レベル2 $p_0 = 0.001$		
	200年期待値 317 (Gal)			1,000年期待値 560 (Gal)		
	貢献度	M	$\Delta$ (R)	貢献度	M	$\Delta$ (R)
関東地震	53%	8.0	21km	82%	8.0	21km
関東の 近距離地震	36%	7.0	33km	10%	7.1	30km

表-9 東京における確率論的想定地震

ど, 当然のことながらその傾向は地点によってさまざまである. これらのハザード曲線において注目すべき点として, 再現期間が100年程度では各都市ともに地震データに基づく再現期待値の方が大きいものに対して, 1,000年あるいはそれ以上の期間では活

No	発生年月日	M	$\Delta$ (km)	H (km)	$A_{max}$ (Gal)	地震名・震央地域
1	1891.10.28	8.0	9	0	534	濃尾地震
2	745.6.5	7.9	45	不明	338	美濃
3	1945.1.16	6.3	18	10	221	愛知県中部
4	1715.2.2	6.8	38	不明	191	大垣/名古屋/福井
5	1819.8.2	7.3	56	不明	190	伊勢/美濃/近江

表-10 名古屋における過去の主な地震の諸元

No	起震断層名	活動度	$T_R$ (年)	L (km)	M	R (km)	$A_{max}$ (Gal)
1	岐阜・一宮線	B	2,900	18	6.9	6	481
2	猿投山断層帯	B	7,200	46	7.6	16	422
3	根尾谷断層帯	A	1,100	69	7.9	28	360
4	津島断層群	B	5,000	31	7.3	19	354
5	大府断層群	B	2,900	16	6.8	13	334

表-11 名古屋における主な起震断層の諸元

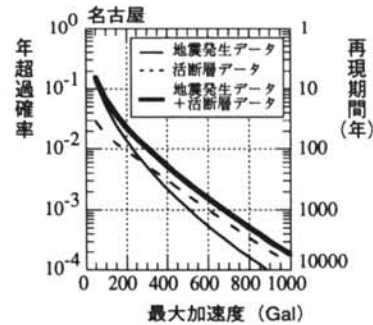


図-5 名古屋におけるハザード曲線

地震域 (活断層)	レベル1 $p_0 = 0.005$			レベル2 $p_0 = 0.001$		
	200年期待値 408 (Gal)			1,000年期待値 675 (Gal)		
	貢献度	M	$\Delta$ (R)	貢献度	M	$\Delta$ (R)
岐阜～滋賀の 内陸部の地震	25%	7.2	32km	24%	7.4	29km
伊勢湾周辺の 近距離地震	11%	6.3	17km	7%	6.5	15km
天白河口断層	31%	6.7	13km	34%	6.7	13km
根尾谷断層帯	7%	7.9	28km	10%	7.9	28km
岐阜・一宮線	<5%	-	-	9%	6.9	6km

表-12 名古屋における確率論的想定地震

No	発生年月日	M	$\Delta$ (km)	H (km)	$A_{max}$ (Gal)	地震名・震央地域
1	1596. 9. 5	7.5	9	不明	406	慶長伏見地震
2	1510. 9.21	6.8	12	不明	389	摂津/河内
3	1579. 2.25	6.0	2.4	不明	367	摂津
4	1185. 8.13	7.4	44	不明	264	近江/山城/大和
5	1936. 2.21	6.4	21	不明	247	河内大和地震

表-13 大阪における過去の主な地震の諸元

No	起震断層名	活動度	$T_R$ (年)	L (km)	M	R (km)	$A_{max}$ (Gal)
1	上町断層帯	B	4,700	29	7.3	3.9	559
2	生駒断層帯	B	4,400	27	7.2	11	439
3	有馬・高槻断層帯	B	8,300	52	7.7	17	428
4	MTL和泉金剛断層帯	A	1,000	63	7.8	28	357
5	六甲断層帯	B	3,100	31	7.3	20	340

表-14 大阪における主な起震断層の諸元

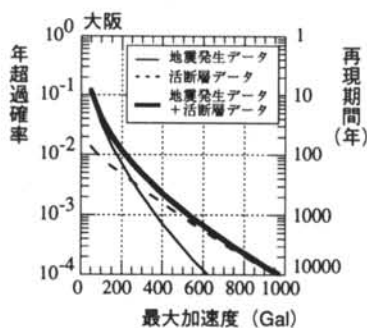


図-6 大阪におけるハザード曲線

地震域 (活断層)	レベル1 $P_0 = 0.005$			レベル2 $P_0 = 0.001$		
	200年期待値 296 (Gal)			1,000年期待値 527 (Gal)		
	貢献度	M	$\Delta$ (R)	貢献度	M	$\Delta$ (R)
近畿の 近距離地震	27%	6.8	29km	17%	7.0	26km
南海地震	13%	8.2	97km	<5%	-	-
上町断層帯	<5%	-	-	12%	7.3	3.9km
生駒断層帯	<5%	-	-	8%	7.2	11km
MTL和泉金剛 断層帯	13%	7.8	28km	22%	7.8	28km

表-15 大阪における確率論的想定地震

No	発生年月日	M	$\Delta$ (km)	H (km)	$A_{max}$ (Gal)	地震名・震央地域
1	1905. 6. 2	7.3	33	不明	306	芸予地震
2	1857.10.12	7.3	44	不明	242	伊予/安芸
3	1686. 1. 4	7.2	46	不明	217	安芸/伊予
4	1778. 2.14	6.5	48	不明	107	石見
5	1905.12. 8	6.1	35	不明	103	安芸灘

表-16 広島における過去の主な地震の諸元

No	起震断層名	活動度	$T_R$ (年)	L (km)	M	R (km)	$A_{max}$ (Gal)
1	五日市断層	B	3,100	19	7.0	9	420
2	岩国断層帯	B	7,500	47	7.6	27	333
3	上根断層	B	2,400	15	6.8	15	311
4	MTL四国断層帯	A	2,400	152	8.5	77	220
5	船木断層	不明	-	10	6.5	40	111

表-17 広島における主な起震断層の諸元

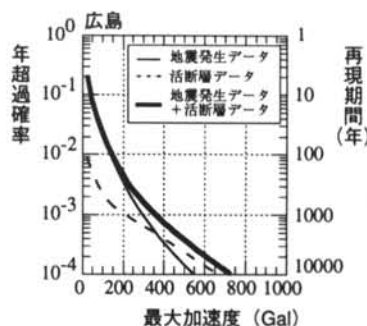


図-7 広島におけるハザード曲線

地震域 (活断層)	レベル1 $P_0 = 0.005$			レベル2 $P_0 = 0.001$		
	200年期待値 193 (Gal)			1,000年期待値 360 (Gal)		
	貢献度	M	$\Delta$ (R)	貢献度	M	$\Delta$ (R)
西南日本内帯 北部の地震	50%	6.4	36km	40%	6.6	31km
瀬戸内海の 近距離地震	21%	6.8	35km	10%	7.0	30km
南海地震	6%	8.2	144km	<5%	-	-
五日市断層	6%	7.0	9km	20%	7.0	9km
上根断層	7%	6.8	15km	16%	6.8	15km
MTL四国 断層帯	<5%	-	-	7%	8.5	77km
岩国断層帯	<5%	-	-	6%	7.6	27km

表-18 広島における確率論的想定地震

断層データに基づく値の方が大きくなる地点が少なからず存在することがあげられる。同様の傾向は神戸を対象とした評価結果<sup>2)</sup>でも認められており、長い再現期間を考えた場合に活断層の影響が相対的に

大きくなることを示している。このことは、各都市において抽出したPSEの表にも現れている。すなわち、活断層の貢献度はいずれもレベル1よりレベル2の方が大きくなっており、東京以外の7都市では

No	発生日月	M	Δ (km)	H (km)	A <sub>max</sub> (Gal)	地震名・震央地域
1	1711.12.20	6.7	6	不明	393	讃岐東部
2	1707.10.28	8.4	82	41	177	宝永地震
3	1854.12.24	8.4	82	41	177	安政南海地震
4	1946.12.21	8.0	82	41	140	南海地震
5	1789. 5.11	7.0	74	不明	101	阿波

表-19 高松における過去の主な地震の諸元

No	発生日月	M	Δ (km)	H (km)	A <sub>max</sub> (Gal)	地震名・震央地域
1	1898. 8.10	6.0	20	不明	172	福岡市付近
2	679. - . -	7.0	50	不明	168	筑紫
3	1898. 8.12	5.8	20	不明	141	福岡県西部
4	1700. 4.15	7.0	83	不明	86	壱岐/対馬
5	1831.11.14	6.1	46	不明	75	肥前

表-22 福岡における過去の主な地震の諸元

No	起震断層名	活動度	T <sub>R</sub> (年)	L (km)	M	R (km)	A <sub>max</sub> (Gal)
1	MTL四国断層帯	A	2,400	152	8.5	28	423
2	長尾断層帯	B	3,700	23	7.1	11	417
3	江畑断層帯	D	>10 <sup>3</sup>	23	7.1	23	277
4	MTL淡路南縁断層帯	A	700	44	7.6	48	213
5	豊後川断層	不明	-	29	7.3	48	171

表-20 高松における主な起震断層の諸元

No	起震断層名	活動度	T <sub>R</sub> (年)	L (km)	M	R (km)	A <sub>max</sub> (Gal)
1	西山断層帯	B	3,800	24	7.1	19	325
2	水縄断層帯	B	3,100	20	7.0	35	190
3	別府・万年山断層帯	B	9,200	58	7.8	67	174
4	福智山断層	B	2,500	15	6.8	38	156
5	日奈久断層帯	B	8,200	51	7.7	101	97

表-23 福岡における主な起震断層の諸元

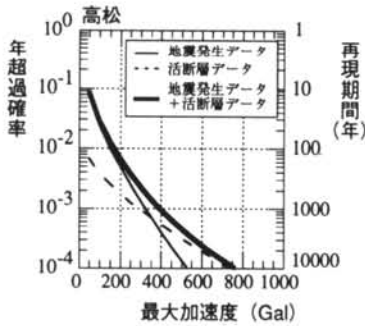


図-8 高松におけるハザード曲線

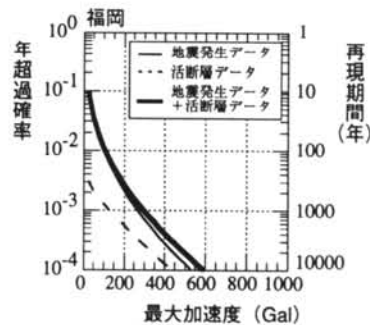


図-9 福岡におけるハザード曲線

地震域 (活断層)	レベル1 P <sub>0</sub> = 0.005			レベル2 P <sub>0</sub> = 0.001		
	200年期待値 225 (Gal)			1,000年期待値 392 (Gal)		
	貢献度	M	Δ (R)	貢献度	M	Δ (R)
南海地震	35%	8.2	94km	24%	8.2	94km
四国南部の地震	13%	7.0	52km	9%	7.2	48km
瀬戸内海の近距離地震	17%	6.9	31km	9%	7.0	28km
MTL四国断層帯	7%	8.5	28km	23%	8.5	28km
MTL淡路島南縁断層帯	13%	7.6	48km	16%	7.6	48km
長尾断層帯	<5%	-	-	15%	7.1	11km

表-21 高松における確率論的想定地震

地震域 (活断層)	レベル1 P <sub>0</sub> = 0.005			レベル2 P <sub>0</sub> = 0.001		
	200年期待値 152 (Gal)			1,000年期待値 297 (Gal)		
	貢献度	M	Δ (R)	貢献度	M	Δ (R)
北九州の近距離地震	82%	6.2	31km	73%	6.5	26km
西山断層帯	<5%	-	-	15%	7.1	19km
水縄断層帯	<5%	-	-	6%	7.0	35km

表-24 福岡における確率論的想定地震

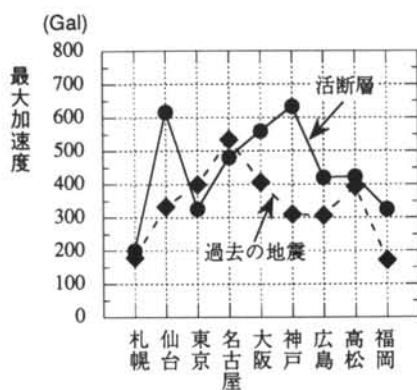
レベル2に適合するPSEとして活断層が抽出されている。地点によってはレベル2で複数本の活断層が抽出されているところもある。

以上のように、PSEを用いることにより、レベル1とレベル2ではターゲットとなる地震が変化すること、また、特にレベル2地震動の評価では活断層の影響が無視できないことが定量的に示された。

#### § 4. 地震危険度の地域差

8都市での地震危険度評価結果を基に、最大加速度の「過去の地震による最大値」と「活断層による最大値」、および「200年再現期待値(レベル1相当)」と「1,000年再現期待値(レベル2相当)」について、地点ごとの値を比較して図-10に示した。

(a) 過去の地震と活断層による最大値



(b) レベル1およびレベル2地震動強さ

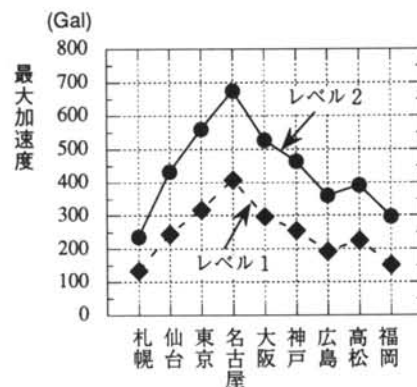


図-10 主要都市における地震動強さの比較

なお、同図には神戸における結果<sup>2)</sup>も併せて示している。なお、図-10に示される最大加速度のうち、(a)図には距離減衰式のばらつきが含まれていないが、(b)図はばらつきを考慮した解析結果である。これらの図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種々の地震動強さ(「過去の地震による最大値」、「活断層による最大値」、「200年再現期待値(レベル1相当)」、「1,000年再現期待値(レベル2相当)」)の大小関係は地点によってさまざまである。したがって、特にレベル2地震動を評価するにあたっては、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を行うことが不可欠である。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神戸における地震危険度評価の結果<sup>2)</sup>によれば、神戸は「活断層(六甲断層帯)による最大値」が「1,000年再現期待値(レベル2相当)」より大きいという特徴を有していた。これは、六甲断層帯の平均活動間隔(約3,100年)がレベル2として考慮した再現期間(1,000年)よりも長いこととも関連する。図-10より、類似の傾向を持つ都市として仙台や大阪があげられるが、仙台における長町-利府線断層帯(表-6、平均活動間隔2,900年)および大阪における上町断層帯(表-15、平均活動間隔4,700年)は、それぞれレベル2に適合するPSEとして抽出されている。すなわち、これらの地点では、PSEの選定で考慮した再現期間よりも長い活動間隔を持つ活断層の影響が無視できないことを示している。

③各地点において評価される最大加速度の値は、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今後議論していく必要がある。特に、③の問題は地震危険度の低い地点に対する「レベル2地震動の歯止め」の必要性と直接関わる問題である。その必要性の是非に加えて、もし必要ならレベル2地震(地震の規模と距離など)として規定するのか、あるいはレベル2地震動(時刻歴波形や応答スペクトルなど)として規定するのか、さらにその値はいかなる根拠に基づいて決めればよいのか、といった観点からの議論が必要である。

## §5. おわりに

耐震設計で用いる地震動は対象地域での地震危険度を反映させた形で設定されるのが望ましいが、将来の予測の問題としては地震の選定ならびに地震動評価のいずれのプロセスにもきわめて多くの不確実性が介在するため、こうした点を踏まえた検討および判断が必要である。本報告ではこのうち地震の選定に直接関わる地震危険度評価の問題に関して、わが国主要8都市の評価結果を示すとともにそこに含まれるいくつかの課題について考察した。地震の選定という面では、まず対象地域において将来発生が予想される地震を幅広い角度から評価しておくとともに、選定プロセスも含めた情報をきちんと開示しておくことが重要である。そして、その際、著者らが提案している確率論的想定地震の考え方がこうし

た評価に際しての一つのツールとして活用できる可能性が示された。もちろんここで述べた以外にも、例えば活断層データそのものの不確実性の問題、2段階の設計レベルと地震動の発生頻度の関係、等々、解決されるべき重要な課題が数多く残されていることは言うまでもない。

また、活断層に関しては、兵庫県南部地震を契機に主要活断層の調査が順次実施されており、こうした調査結果に基づく種々の情報を今後の地震危険度評価に反映させていくことが必要である。

本報告のうち、確率論的想定地震の手法の開発に関しては京都大学防災研究所との共同研究として実施しているものである。また、それ以外にも本報告をまとめるにあたっては京都大学防災研究所教授・亀田弘行先生から多くの有用な意見をいただきました。ここに記して感謝の意を表します。

## 〈参考文献〉

- 1) 土木学会：“土木構造物の耐震基準等に関する第二次提言”（1996年1月10日）
- 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（1996年）pp.61-68
- 3) 石川 裕・奥村俊彦・亀田弘行：“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” 土木学会第51回年次学術講演会 I-B250（1996年）pp.500-501
- 4) 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年）
- 5) 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（1991）pp.1-11
- 6) 佐藤良輔編著：“日本の地震断層パラメーター・ハンドブック” 鹿島出版会（1989年）
- 7) 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（1990年）pp.289-319
- 8) 石川 裕：“多角形地震域モデルによる地震危険度解析” 土木学会論文集 第416号/I-13（ノート）（1990年） pp.457-460
- 9) 渡部 丹：“設計用入力地震動の強さとそのレベル設定” 公共建築 37-3 #145（1995年）pp.8-11